

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE  
ACUERDO AL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD**

**Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR**

Antonio Ericsson Chacón Luna

**ASESOR**

Fernando José Campos De la Cruz

Lima, diciembre 2020

## RESUMEN

La presente tesis se basa en el diseño geométrico de una vía de evitamiento en Máncora, a través de una metodología de diseño integrado. Esta metodología considera tanto los parámetros propios de la ingeniería de carreteras, como los parámetros particulares del contexto urbano y físico de la ciudad.

El objetivo principal es proponer el diseño de una vía de evitamiento que permita reducir el conflicto entre los usuarios de la carretera Panamericana Norte, y la población local y turistas de la ciudad. Los objetivos específicos planteados, son los siguientes: (1) Justificar la necesidad de una vía de evitamiento en Máncora a través de un diagnóstico vial-urbano, (2) diseñar tres alternativas de trazo que cumplan con los requisitos del Manual de Carreteras DG 2018 y con el plan de desarrollo urbano de la ciudad, y (3) elaborar planos de alineamiento horizontal, alineamiento vertical y secciones transversales para la alternativa de diseño final seleccionada.

El problema a raíz del cual se plantea esta tesis es la existencia de una tensión entre la ciudad de Máncora y la carretera Panamericana Norte. Actualmente, esta vía atraviesa el centro urbano de la ciudad. Como consecuencia, su población y turistas viven expuestos a accidentes de tránsito, dificultades en materia de accesibilidad y segregación urbana, entre otros. De manera similar, los usuarios vehiculares sufren de congestión vehicular, pérdida de capacidad de la vía y problemas de seguridad

La metodología comienza con una revisión de bibliografía sobre las infraestructuras viales, travesías y vías de evitamiento. Posteriormente, se describen los principales aspectos del contexto urbano y físico de la ciudad. Recopilada la información inicial del caso de estudio, se procedió a visitar la zona y realizar un diagnóstico vial urbano de la afectación de la problemática sobre peatones y usuarios vehiculares. Con la información recopilada, y justificada la necesidad de proponer una solución, se diseñaron de 3 alternativas de trazo de una vía de evitamiento para Máncora.

El trazo finalmente seleccionado fue la alternativa 2: una autopista de segunda clase con dos calzadas de 7.20 m, separadas por una mediana de 2m. En total, dicha alternativa cuenta con una longitud de 5.31 km y contempla la construcción de dos puentes uno de 50 m y otro de 390 m. Se escogió esta alternativa dado que se ubica a una distancia prudente de la travesía y de la ciudad, la zona de ocupación creada alcanza los valores recomendados por la bibliografía, posee un menor recorrido respecto a su travesía, no requiere realizar expropiaciones al inicio de la vía, no interfiere con el circuito turístico de la ciudad y no pasa por zonas de riesgo natural.

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre Marlene Luna, a mi padre Antonio Chacón, y a toda mi familia por el apoyo y la paciencia brindadas durante esta etapa.

A los ingenieros Fernando Campos y Gustavo Yion, por compartirme sus conocimientos y guiarme pacientemente en este camino.

Al ingeniero Alex Matos y todo el equipo de Istram Perú, por las facilidades brindadas para el uso del programa Istram.

A la PUCP por la sólida y exigente formación recibida a lo largo de esta etapa.



## TABLA DE CONTENIDOS

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. ALCANCE Y LIMITACIONES .....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. LAS CIUDADES COMO PRODUCTO DE SUS INFRAESTRUCTURAS VIALES.....	5
2.1.1.    INFRAESTRUCTURA VIAL Y LA CIUDAD.....	7
2.1.2.    METROPOLIZACIÓN.....	9
2.1.3.    LA MOVILIDAD .....	11
2.2. LA ESPONTANEIDAD .....	12
2.3. TRAVESÍAS URBANAS.....	14
2.4. VÍAS DE EVITAMIENTO O VARIANTES DE CARRETERA .....	16
2.4.1.    DEFINICIÓN DE VARIANTE O VÍA DE EVITAMIENTO.....	16
2.4.2.    LAS VARIANTES COMO FALSAS FRONTERAS DE LAS CIUDADES.....	17
2.4.3.    LA VARIANTE COMO NUEVA CENTRALIDAD .....	18
2.4.4.    ROL DE LA CIUDAD.....	20
2.5. DISEÑO INTEGRADO .....	21
3. CASO DE ESTUDIO: MANCORA Y LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE	23
3.1. CONTEXTO URBANO.....	23
3.1.1.    UBICACIÓN.....	23
3.1.2.    POBLACIÓN Y DIMENSIÓN SOCIAL.....	24
3.1.2.1.    POBLACIÓN TOTAL.....	24
3.1.2.2.    POBLACIÓN URBANA Y RURAL .....	25
3.1.3.    PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	25
3.1.3.1.    TURISMO.....	27
3.1.3.2.    ACTIVIDAD COMERCIAL .....	29
3.1.3.3.    ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD Y METROPOLIZACIÓN INCIPIENTE .....	30
3.1.4.    PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD.....	32

3.1.4.1.	ZONIFICACIÓN DEL PDU.....	33
3.1.4.2.	ROL DE LA CARRETERA EN LA CIUDAD .....	35
3.2.	CONTEXTO FÍSICO DE LA ZONA .....	36
3.2.1.	GEOMORFOLOGÍA.....	36
3.2.2.	CLIMATOLOGÍA.....	38
3.2.3.	HIDROLOGÍA .....	40
3.2.4.	RIESGOS NATURALES .....	41
3.3.	TRAZO ACTUAL DE LA TRAVESÍA DE MÁNCORA .....	41
4.	DIAGNÓSTICO VIAL-URBANO.....	44
4.1.	EL PROBLEMA DE IDENTIDAD .....	46
4.2.	LA PROBLEMÁTICA DE LA CIUDAD PARTIDA EN DOS .....	47
4.3.	PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD .....	54
4.4.	LA PROBLEMÁTICA DE LAS ZONAS DE EXPANSIÓN URBANA .....	54
4.5.	PÉRDIDA DE CAPACIDAD Y VELOCIDAD EN LA CARRETERA.....	55
5.	Diseño geométrico de la vía de evitamiento .....	60
5.1.	GENERALIDADES .....	60
5.2.	PARÁMETROS URBANOS .....	60
5.3.	PARÁMETROS DE INGENIERÍA.....	61
5.3.1.	CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA .....	61
5.3.1.1.	POR SU DEMANDA .....	61
5.3.1.2.	POR LA OROGRAFÍA .....	66
5.3.2.	VEHÍCULO DE DISEÑO.....	66
5.3.3.	VELOCIDAD DE DISEÑO .....	68
5.3.4.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD .....	69
5.3.4.1.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (DP).....	69
5.3.4.2.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (DA).....	70
5.3.5.	LONGITUD DE TRAMOS EN TANGENTE .....	70
5.3.6.	RADIO MÍNIMO .....	71
5.3.7.	CURVAS DE TRANSICIÓN.....	71
5.3.8.	SOBREANCHOS .....	73
5.3.9.	PENDIENTE MÍNIMA Y MÁXIMA.....	74
5.3.10.	CURVAS VERTICALES .....	75
5.3.10.1.	CURVAS CONVEXAS .....	75
5.3.10.2.	CURVAS CÓNCAVAS .....	75
5.3.11.	ANCHO DE BERMAS Y MEDIANAS.....	76
5.3.12.	BOMBEO Y PERALTE .....	77
5.3.13.	TALUDES DE CORTE Y RELLENO.....	77
5.3.14.	CONSIDERACIONES ADICIONALES .....	78
6.	RESULTADOS.....	81

6.1. ALTERNATIVA 1 .....	83
6.1.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL – ALTERNATIVA 1.....	83
6.1.2. ALINEAMIENTO VERTICAL – ALTERNATIVA 1 .....	86
6.1.3. SECCIÓN TRANSVERSAL – ALTERNATIVA 1.....	87
6.1.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS – ALTERNATIVA 1.....	89
6.2. ALTERNATIVA 2.....	90
6.2.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL – ALTERNATIVA 2.....	91
6.2.2. ALINEAMIENTO VERTICAL – ALTERNATIVA 2 .....	94
6.2.3. SECCIÓN TRANSVERSAL – ALTERNATIVA 2.....	95
6.2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS – ALTERNATIVA 2.....	97
6.3. ALTERNATIVA 3.....	98
6.3.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL - ALTERNATIVA 3 .....	99
6.3.2. ALINEAMIENTO VERTICAL – ALTERNATIVA 3.....	102
6.3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL - ALTERNATIVA 3.....	103
6.3.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS – ALTERNATIVA 3.....	106
7. EVALUACIÓN DE RUTAS Y ELECCIÓN DEL TRAZO FINAL .....	108
7.1. RESUMEN RESULTADOS DISEÑO GEOMÉTRICO.....	108
7.2. EVALUACIÓN EN CONTEXTO URBANO .....	109
7.2.1. TRAZOS Y ZONIFICACIÓN DEL PDU.....	110
7.2.2. TRAZOS Y PROPUESTA DE VIABILIDAD Y TRANSPORTE DEL PDU .....	110
7.2.3. ZONA-A DE OCUPACIÓN .....	111
7.2.4. LONGITUD TRAZO DE VARIANTES VS LONGITUD DE TRAVESÍA .....	113
7.3. EVALUACIÓN EN CONTEXTO FÍSICO.....	114
7.4. ELECCIÓN DEL TRAZO FINAL .....	117
8. Conclusiones y recomendaciones .....	118
8.1. CONCLUSIONES .....	118
8.2. RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS .....	121

## **ANEXOS**

**ANEXO A.** DOCUMENTOS DEL PLAN DE DESARROLLO URBANO DE MÁNCORA

**ANEXO B.** LISTA DE CHEQUEO DIAGNÓSTICO VIAL.URBANO DE MÁNCORA

**ANEXO C.** MAPAS DE VELOCIDAD PARA UN VEHÍCULO DE PASO TIPO CAMIONETA

**ANEXO D.** CONTEO VEHICULAR ESTACION C006 – ÓRGANOS

**ANEXO E.** PLANOS

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Intersección de la Av. Paseo de la república y la Av. Javier Prado antes del construcción de la vía expresa. Fuente: Omar Rodríguez, sf.....</i>	7
<i>Figura 2: Mapa de Lima en 1960. Fuente: Portal "Amigos de Villa", sf.....</i>	8
<i>Figura 3: Vista satelital actual de la ciudad de Lima indicando la ubicación de la vía expresa en la ciudad. Fuente: Adaptado de Google earth 2018. ....</i>	8
<i>Figura 4: Centro financiero de Lima en la actualidad. Fuente: Jim Yong, 2017. ....</i>	9
<i>Figura 5: Vista de Féchy. Fuente: Les vins de la cote.....</i>	10
<i>Figura 6: Representación de la distancia y tiempo de viaje entre féchy y Ginebra. Fuente: Google maps.....</i>	10
<i>Figura 7: Representación gráfica de los componentes de la "Metropolización". Fuente: Elaboración propia.....</i>	11
<i>Figura 8: Publicidad en una carretera de Lima. Fuente: Diario Perú 21. ....</i>	14
<i>Figura 9: Travesía de la carretera San Rafael, España. Fuente: Diario "El norte de Castilla" .....</i>	15
<i>Figura 10: Zonas en los bordes de las variantes. Fuente: Adaptado de Herce, 1995. ....</i>	18
<i>Figura 11: Componentes del "Diseño integrado" de variantes en las ciudades. Fuente: Propia.....</i>	21
<i>Figura 12: Ubicación del distrito de Máncora en la provincia de Talara. Fuente: Adaptado de Mapa de ubicación del Plan de desarrollo urbano 2010-2020 de Máncora. ....</i>	24
<i>Figura 13: Mapa general de la ciudad de Máncora dentro del distrito del mismo nombre Fuente: Google earth. ....</i>	24
<i>Figura 14: Distribución por categoría económica de la PEA ocupada en el distrito de Máncora. Fuente: Elaborado a partir de INEI-censos nacionales 2017: xii de población, vii de vivienda y iii de comunidades indígenas. ....</i>	27
<i>Figura 15: Balneario de Máncora. Fuente: Propia.....</i>	28
<i>Figura 16: Moderno hotel para turistas en las playas de Máncora. Fuente: Propia....</i>	28
<i>Figura 17: Circuito turístico de la ciudad de Máncora. Fuente: Adaptado de plano "Circuito turístico" perteneciente al Plan de Desarrollo Urbano de Máncora. ....</i>	28
<i>Figura 18: Variación del PBI por año. Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017. ....</i>	31
<i>Figura 19: Variación del crecimiento poblacional por periodo. Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 y 2017. ....</i>	31
<i>Figura 20: Zonificación de la ciudad de Máncora. Fuente: Plan de desarrollo urbano de la ciudad. ....</i>	34
<i>Figura 21: Mapa vial propuesto en el PDU. Fuente: Adaptado de "Mapa vial" del Plan de desarrollo urbano de Máncora.....</i>	36
<i>Figura 22: Relieve general del distrito de Máncora. Fuente: Adaptado del plano "Mapa fisiográfico" perteneciente al Plan de Desarrollo urbano de Máncora.....</i>	37
<i>Figura 23: Mapa geomorfológico de la ciudad de Máncora .....</i>	37



<i>Figura 24: Mapa de isoyetas por lluvias máximas promedio. Fuente: Adaptado de Mapa de peligros hidrometeorológicos por lluvias máximas promedio. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 25: Mapa de isoyetas por lluvias extraordinarias. Fuente: Adaptado de Mapa de peligros hidrometeorológicos por lluvias extraordinarias (Fenómeno El Niño). ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 26: Quebradas próximas a la ciudad de Máncora. Fuente: Adaptado de "Mapa Hidrológico" del Plan de Desarrollo Urbano de Máncora.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 27: Trazo de la carretera Panamericana en Perú. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 28: Ramales de la ruta PE 1N y ejes viales de integración binacional Perú-Ecuador . Fuente: Adaptado de Informe del Plan Binacional de Desarrollo Perú-Ecuador, 2015. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 29: Principales puntos de atracción en Máncora. Fuente: Propia.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 30: Representación de cruce peatonal en la vía.. Fuente: Propia. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 31: Puentes y rompe muelles en la ciudad. Fuente: Propia. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 32: Gráfica de tiempo de cruce peatonal en rompe muelles. Fuente: Propia. ...</i>	<i>52</i>
<i>Figura 33: Uso de bermas y cunetas como estacionamientos. Fuente: Propia.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 34: Peatón cruzando la travesía de MÁNCORA. Fuente: propia. ....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 35: Derecho de vía completamente ocupado. Fuente: Propia.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 36: Señal de reducir velocidad a 35 kph al ingreso norte de la ciudad.. Fuente: Propia. ....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 37: Toma de dimensiones de cunetas en centro urbano de Máncora. Fuente: Propia. ....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 38: Puente 1: Puente Cabo Blanco en la entrada sur de Máncora. Fuente: Propia. ....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 39: Puente 2: Puente Máncora en la salida norte de la ciudad. Fuente: Propia.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 40: Velocidades por subtramos de la travesía a las 6:00 pm de un día normal. Fuente Propia.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 41: Composición vehicular del tramo órganos Máncora. Fuente: Estudio del tráfico (David Valverde).....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 42: Mapa topográfico de la zona de trabajo. Fuente: Adaptado de Global Mapper. ....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 43: Dimensiones y trayectoria de giro para semitrailer inter estatal(wb-62). Fuente: AAHSTO.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 44: Plantilla de dimensiones de vehículo de diseño en Istram. Fuente: Propia.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 45: Longitudes de transición de peralte. Fuente: Manual de carreteras DG 2018. ....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 46: Longitud de curva vertical cóncava de acuerdo a la diferencia algebraica de pendientes. Fuente: Manual de Carreteras DG 2018.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 47: Croquis de perfiles de sistemas rígidos. Fuente: Manual de Seguridad Vial, 2014. ....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 48: abatido simple de barreras semi rígidas. Fuente: Manual de seguridad vial 2014. ....</i>	<i>79</i>

Figura 49: Características líneas en el pavimento. Fuente: Propia.....	79
Figura 50: Líneas de carril en zona rural. Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016. ....	79
Figura 51: Algunas señales preventivas recomendadas para el proyecto. Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016. ....	80
Figura 52: Algunas señales reglamentarias recomendadas para el proyecto. Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016. ....	81
Figura 53: Sección típica a media ladera para las 3 alternativas de trazo. Fuente: Propia. ....	82
Figura 54: Sección típica en puentes para las 3 alternativas. Fuente: Propia.....	82
Figura 55: Trazo de la alternativa 1. Fuente: Propia.....	83
Figura 56: Envoltente de trayectoria del vehículo de diseño sobre el trazo de la Alternativa 2. Fuente: Propia.....	85
Figura 57: Rasante de la Alternativa 1. Fuente: Propia. ....	86
Figura 58: Desarrollo de peralte y del alineamiento horizontal sobre la rasante de la Alternativa 1. Fuente: Propia.....	88
Figura 59: Diagrama de masas de la Alternativa 1. Fuente: Propia.....	89
Figura 60: Trazo de la Alternativa 2. Fuente: Propia. ....	91
Figura 61: Envoltente de trayectoria del vehículo de diseño sobre el trazo de la Alternativa 2. Fuente: Propia.....	93
Figura 62 Rasante de la Alternativa 2. Fuente: Propia.....	94
Figura 63: Desarrollo de peralte y del alineamiento horizontal sobre la rasante de la Alternativa 2. Fuente: Propia.....	96
Figura 64: Diagrama de masas de la Alternativa 2. Fuente: Propia.....	97
Figura 65: Trazo de la Alternativa 3. Fuente: Propia. ....	99
Figura 66: Envoltente de trayectoria del vehículo de diseño sobre el trazo de la Alternativa 3. Fuente: Propia.....	101
Figura 67 Rasante de la Alternativa 3. Fuente: Propia.....	102
Figura 68: Sección típica en tangente a media ladera con muro de concreto para la Alternativa 3. Fuente: Propia.....	103
Figura 69: Desarrollo de peralte y del alineamiento horizontal sobre la rasante de la Alternativa 3. Fuente: Propia.....	105
Figura 70: Diagrama de masas de la Alternativa 3. Fuente: Propia.....	106
Figura 71: Diagrama de masas de las 3 alternativas. Fuente: Propia.....	108
Figura 72: Trazos de las 3 alterantivas sobre la ciudad.....	109
Figura 73: Trazos de las alternativas de diseño sobre el mapa de zonificación de la ciudad. Fuente: Propio. ....	110
Figura 74: trazos de las alterantivas de diseño sobre el mapa de propuesta vial de la ciudad. Fuente: Propia. ....	111
Figura 75: Espacio creado entre el casco urbano y la Alternativa 1 de la variante. Fuente: Propia.....	112
Figura 76: Espacio creado entre el casco urbano y la Alternativa 2 de la variante. Fuente: Propia.....	112

*Figura 77: Espacio creado entre el caso urbano y la Alternativa 3 de la variante. Fuente: Propia.....113*

*Figura 78: trazos de laternativas sobre el mapa de peligros naturales de geodinámica externa. Fuente: Propio.....115*





## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Población urbana y rural del distrito de Máncora. Fuente: Elaborado a partir de Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2: PEA ocupada según actividad económica. Fuente: Elaborado a partir de INEI-censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3: PBI de los departamentos de Piura y Tumbes del periodo 2008-2017. Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4: Listas de chequeo para el diagnóstico vial urbano en Máncora. Fuente: Adpatado de Lista de Chequeo General ASV a Vías Urbanas, Conaset, 2003.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 5: Tiempo de cruce peatonal en rompe mulles de la ciudad (en segundos). Fuente: Propia.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 6: Velocidad promedio de vehículo ligero entre subtramos . Fuente: Propia. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 7: Relación del porcentaje de alargamiento del recorrido en la variante con el porcentaje de ahorro de tiempo. Fuente: Elaborado a partir de "Variante de carretera y forma de ciudad", Herce 1995. ....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 8: IMDA al año 2016 en la estación C 006. Fuente: Estudio de tráfico (David Valverde, 2016) .....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 9: Tasas de PBI y de población en Tumbes y Piura. Fuente: INEI 2017.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 10: IMDA proyectado hasta el año 2040. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 11: Características del vehículo T3S3. Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos (MTC,2003).....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 12: Rango de velocidades en función a la calificación de la carretera por demanda y orografía. Fuente: Manual de carreteras DG 2018.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 13: Distancia de visibilidad de parada con pendiente. Fuente: Manual de carreteras DG 2018. ....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 14: Longitud en tangente mínima y máxima para el proyecto. Fuente: Adaptado de Manual de Carreteras DG 2018.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 15: Longitud de transición de peralte para una velocidad de diseño de 80 km/h en calzadas de 7.20m. Fuente: Manual de Carreteras DG 2018. ....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 16: Factor de reducción de sobreechancho en calzadas de 7.20m. Fuente: Manual de carreteras DG 2018. ....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 17: Pendiente máxima del proyecto. Fuente: Manual de carreteras DG 2018..</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 18: Ancho de bermas externas en función a la velocidad y clasificación de la carreteras. Fuente: Adaptado de Manual de carreteras DG 2018.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 19: Bombeo en la zona de proyecto. Fuente: Adaptado de Manual de carreteras DG 2018.....</i>	<i>77</i>

Tabla 20: Peralte máximo del proyecto. Fuente: Adaptado de Manual de Carreteras DG 2018. ....	77
Tabla 21: Características geométricas de elementos del alineamiento horizontal de la Alternativa 1. Fuente: Propia.....	84
Tabla 22 Resumen de características en curvas horizontales y clotoides de la Alternativa 1. Fuente: Propia. ....	84
Tabla 23 Resultados de cálculo de sobreeanchos para la Alternativa 1. Fuente: Propia. ....	85
Tabla 24 Anchos de carril para la alternativa 1. Fuente: Propia. ....	85
Tabla 25: Resultados para el alineamiento vertical de la Alternativa 1. Fuente: Adaptado de tablas de ISTRAM.....	86
Tabla 26: Resultado de cálculo de peraltes para la Alternativa 1. Fuente: Propia. ....	87
Tabla 27: Tabla de movimiento de tierras de la Alternativa 1. Fuente: Propia. ....	89
Tabla 28: Resumen de parámetros de la Alternativa 1. Fuente: Propia. ....	90
Tabla 29 Características geométricas de elementos del alineamiento horizontal de la Alternativa 2. Fuente: Propia.....	92
Tabla 30 Resumen de características en curvas horizontales y clotoides de la Alternativa 2. Fuente: Propia. ....	92
Tabla 31 Resultados de cálculo de sobreeanchos para la Alternativa 2. Fuente: Propia. ....	93
Tabla 32: Anchos de carril para la alternativa 2. Fuente: Propia. ....	93
Tabla 33: Resultados para el alineamiento vertical de la Alternativa 2. Fuente: Adaptado de tablas de ISTRAM.....	94
Tabla 34: Resultado de cálculo de peraltes para la Alternativa 2. Fuente: Propia. ....	95
Tabla 35: Tabla de movimiento de tierras de la Alternativa 2. Fuente: Propia. ....	97
Tabla 36: Resumen de parámetros de la Alternativa 2. Fuente: Propia. ....	98
Tabla 37 Características geométricas de elementos del alineamiento horizontal de la Alternativa 3. Fuente: Propia.....	100
Tabla 38: Resumen de características en curvas horizontales y clotoides de la Alternativa 3. Fuente: Propia. ....	100
Tabla 39 Resultados de cálculo de sobreeanchos para la Alternativa 3. Fuente: Propia. ....	101
Tabla 40: Anchos de carril para la alternativa 3. Fuente: Propia. ....	101
Tabla 41: Resultados para el alineamiento vertical de la Alternativa 3. Fuente: Adaptado de tablas de ISTRAM.....	102
Tabla 42: Resultado de cálculo de peraltes para la Alternativa 3. Fuente: Propia. ....	103
Tabla 43: Tabla de movimiento de tierras de la Alternativa 3. Fuente: Propia. ....	106
Tabla 44: Resumen de parámetros de la Alternativa 3. Fuente: Propia. ....	107
Tabla 45: Consolidado de resultados del diseño geométrico. Fuente: Propia.....	108
Tabla 46: Porcentaje de relación entre el área de la variante y la ciudad, y el área del casco urbano. Fuente: Propia. ....	111
Tabla 47: Porcentaje de longitud de recorrido de la variante respecto al recorrido actual. Fuente: Propia. ....	113
Tabla 48: Comparación de alternativas. Fuente: Propia.....	117

## INTRODUCCIÓN

El estado de los caminos y vías refleja de alguna forma el estado de una sociedad y el nivel de vida de sus habitantes. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) afirma que la construcción de infraestructura eficiente y eficaz facilita la movilización de las personas y el transporte de mercancías, lo que permite finalmente optimizar el desarrollo económico del país y la logística de los recursos utilizados.

La relación entre ciudades y carreteras es innegable. Toda carretera o camino vial se construye buscando conectar una ciudad con un “algo” (otra ciudad, un puerto, un aeropuerto, etc.). Análogamente, las ciudades se insertan en las cadenas de producción y consumo nacional e internacional gracias a las carreteras. El diseño de estas infraestructuras, así como la seguridad y la comodidad que estas ofrecen, afectan directamente los flujos de productos, personas, conocimientos y tecnologías a lo largo del país.

No obstante, durante el último siglo las carreteras se han construido ignorando su relación vinculante con las ciudades lo que ha generado situaciones conflictivas entre ambas (Herce, 2009). Una de estas situaciones ocurre cuando una ciudad crece sobre una carretera que no fue capaz de predecir el desbordamiento de la urbe. Este crecimiento urbano sobre las carreteras responde a una serie de fenómenos que se describen durante el desarrollo de la tesis, los cuales solo recientemente están siendo tomados en cuenta en el diseño de infraestructuras viales, al menos en el Perú.

En la presente tesis se analizará particularmente el caso de la ciudad de Máncora, ciudad ubicada en la costa norte del Perú. En los últimos años, Máncora se ha convertido en el principal polo de atracción turística de esta parte del país, aumentando cada año el flujo de turistas que la visitan. Sus cálidas playas, su gastronomía y su activa vida nocturna han captado la atención de numerosos inversionistas nacionales y extranjeros que ven en Máncora un mercado con potencial de desarrollo. Este reciente, pero sostenido “boom” en la actividad económica de la ciudad, ha generado que la urbe crezca más allá de sus límites originales, pasando de ser una pequeña caleta de pescadores en los años 50 a la atractiva pero desordenada ciudad de nuestros días (González, 2017). Como consecuencia de este crecimiento desordenado, los límites de la ciudad se han desbordado sobre la carretera

panamericana norte, la cual ha pasado a ser una travesía urbana. Esta situación, ha generado una tensión entre la ciudad de Máncora y el tramo de la Panamericana norte que la atraviesa.

Este documento pretenderá describir y analizar los efectos de esta tensión sobre peatones en la ciudad y sobre los usuarios vehiculares en el actual trazo a través de un diagnóstico vial urbano de la situación actual. Tras ello, se planteará como solución la creación de una vía de evitamiento con la cual separar el flujo vehicular local y el flujo de vehículos de paso. Esta nueva infraestructura deberá cumplir con los parámetros señalados por el Manual de Carreteras DG 2018, pero además deberá ser conciente de la ciudad que circunavalará, de su estructura económica, y de su entorno natural. A fin de evitar un nuevo desbordamiento urbano sobre ella a corto plazo y minimizar los efectos en la estructura económica de la ciudad.





## 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en describir y diagnosticar la problemática urbano-vial en la ciudad de Máncora para, posteriormente, realizar el diseño geométrico de una vía de evitamiento (también conocida como “Variante de carretera”), como solución propuesta.

Con esta nueva infraestructura, se busca eliminar la tensión ciudad-carretera entre la ruta PE 1N-o, conocida como Panamericana norte, y la ciudad turística de Máncora. Tensión, que como se verá más adelante, se da a consecuencia de que la vía atraviesa el centro de la urbe.

Este proyecto, surge a raíz de constantes visitas a la zona. En ellas se pudo identificar que las deficiencias en el tramo de la Panamericana norte que atraviesa la ciudad de Máncora tienen su origen, por un lado, en el desordenado crecimiento de la urbe sobre la ciudad, y por el otro, en la ubicación de la vía en zonas de riesgo. De este modo, la variante Máncora se proyectaría como una autopista de segunda clase con dos carriles por calzada y un separador central. Esta vía bordearía la ciudad por su lado sur a una distancia máxima de 1 km del límite de edificación. Su trazado considera también la posible expansión urbana de la ciudad, así como el contexto físico de la zona que hace a la carretera susceptible ante tsunamis, derrumbes y la ocurrencia del fenómeno “El Niño”.

Para ello, se buscó tener un diseño integrado que sintetice el contexto urbano por el que pasa la vía, el contexto físico de la zona, y los parámetros propios de la ingeniería de carreteras. El enfoque pretende dejar de lado la perspectiva clásica de ver a la ciudad como un obstáculo estático a evitar, y en su lugar, entenderla como un elemento dinámico cuya presencia debe ser considerada en el diseño el diseño de variantes.

### 1.2. Justificación

Este estudio y diseño de ingeniería resulta importante, en primer lugar, porque la problemática existente representa un peligro perenne que afecta tanto a usuarios de la carretera como a habitantes de la ciudad. Desde el punto de vista de la ciudad, la población vive expuesta a accidentes de tránsito, contaminación acústica, contaminación ambiental, dificultades en materia de accesibilidad y segregación urbana. Por el lado de la carretera, los usuarios vehiculares sufren de congestión vehicular, pérdida de capacidad de la vía, problemas de

seguridad vial, y se ven obligados a compartir una calzada bidireccional con vehículos menores tales como mototaxis, motos de playa, bicicletas, triciclos e incluso cuatrimotos.

En segundo lugar, la presente tesis aportará información a la poca bibliografía existente en el país relacionada con la interacción ciudad-carretera y con la forma en que las infraestructuras viales influyen en la configuración espacial de las ciudades y en los modos de vida de sus habitantes.

En tercer lugar, el trazo de la variante que finalmente se plantee, serviría como un precedente base para proyectos futuros que contemplen la ejecución de una vía de evitamiento para dar solución a la problemática existente en Máncora o en otra ciudad con características similares. Estos estudios, desde luego, habrán de ser realizados a mayor nivel de detalle, a fin de que se puedan presentar como soluciones exactas y conservadoras.

Del mismo modo la lectura de la presente tesis aproximará al ingeniero civil de carreteras al estudio de la dimensión urbana y física en sus proyectos viales, reconociendo que estas tendrán un impacto directo o indirecto sobre las ciudades cercanas a estas infraestructuras.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Proponer el diseño de una variante en Máncora que permita reducir el conflicto entre los usuarios de la carretera Panamericana Norte y la actividad turística y comercial de la ciudad.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Justificar la necesidad de la variante en Máncora a través de un diagnóstico vial urbano.
- Diseñar tres alternativas que cumplan con los requisitos del “Manual de Carreteras: DG 2018”, y con el plan de desarrollo urbano de la ciudad.
- Elaborar planos de alineamiento horizontal, alineamiento vertical y secciones transversales del diseño geométrico de la variante.

## **1.4. Alcance y Limitaciones**

Tomando en consideración que el presente trabajo es una tesis de pregrado, el proyecto tendrá un alcance limitado.

Por un lado, se describirá el impacto de infraestructuras viales sobre ciudades, se describirá el contexto físico y urbano de la zona, se mostrará un diagnóstico de la situación actual en Máncora (principalmente se cuantificarán tiempos de viaje vehicular para un vehículo de paso y tiempo de cruce peatonal para un usuario promedio), y se diseñarán 3 alternativas de trazo.

Por otro lado, dado que la tesis se enmarca en temas de diseño geométrico de carreteras y urbanismo, la data de entrada para los modelos realizados, (tales como el IMDA, el Plan de desarrollo urbano de la ciudad y las condiciones físicas) no fueron determinados directamente. En su lugar, se usarán datos recopilados de distintas fuentes, teniendo presente las limitaciones y posibles fuentes de error que ello podría conllevar. De igual modo, no se diseñaron óvalos de acceso y salida desde la vía actual hasta la variante propuesta ya que su diseño resulta complejo y ocuparía toda una tesis adicional. Puentes, diseño de cuentas, y el diseño de pavimentos tampoco serán considerados en el alcance, por lo que se usarán valores aproximados.

Complementariamente, se presenta una animación computarizada de la propuesta final en la que se incluirán elementos de seguridad vial y señalización referencial.

Por lo tanto, se aclara que la tesis se enfoca exclusivamente en aspectos vinculados al diseño geométrico de carreteras y los aspectos urbanos y físicos considerados para los trazos..

Finalmente, cabe indicar que los cálculos para la proyección del IMDA fueron realizados antes de la pandemia del covid 19.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Las ciudades como producto de sus infraestructuras viales**

Diversos autores señalan que las ciudades son las entidades territoriales más importantes del siglo XXI. Actualmente las ciudades son los principales centros de producción e innovación, lugares donde la concentración de personas permite la concentración del conocimiento y de los medios de producción. Como consecuencia de ello, las ciudades se han vuelto el mejor

reflejo de nuestras sociedades: en ellas se sintetizan los cambios sociales, políticos y económicos que suceden en el marco del mundo globalizado. (Guitierrez-Rubi, 2017).

De igual forma, el peso de las ciudades en la actualidad es innegable. Para el 2018, en América Latina el 80% de la población ya vivía en áreas urbanas (CEPAL,2017), y en Perú lo hace un 79.3% de la población (INEI, 2017). Esta tendencia hacia la urbanización, que se da desde que el ser humano se asentó para dar inicio a la agricultura- pero que creció exponencialmente desde la primera revolución industrial- es un proceso que continua hoy en día. Las tasas de urbanización crecen en todo el mundo por lo que no debería sorprender que para el año 2050 dos tercios de la población mundial viva en ciudades, un mundo regido por ciudades. (Indovina, 2016). En palabras de Joan Subirats durante una entrevista para el diario español El País: “La esperanza del siglo XX fue la de las Naciones Unidas, la del siglo XXI será la de las ciudades unidas” (Antoni Guitierrez-Rubi, 2017). La influencia de las ciudades en el mundo exigirá a su vez la mejora de sus infraestructuras de transportes a fin de optimizar los flujos de personas y de conocimientos.

Por otro lado, se debe tener en cuenta las razones por las que las personas migran a las ciudades, todas ellas dejan sus hogares y estilos de vida rurales en búsqueda de mayores oportunidades y mejor calidad de vida a través del acceso a fuentes de educación salud y cultura (Lupano, 2009). Estas primeras urbes lograron satisfacer de alguna u otra forma las expectativas de los migrantes. Sin embargo, existe otro fenómeno mediante el cual habitantes de una ciudad buscan migrar a otras que consideran “mejores”. Sin lugar a duda el estado de la economía local juega un rol importante en la toma de decisión de migrar de una ciudad a otra. Es el caso de ciudades como Michigan o Baltimore en E.E.U.U donde las ciudades pierden habitantes pues estos se marchan a otras con mejores oportunidades laborales y por ende mejores condiciones de vida. (Márquez, 2012). Sin embargo, muchas veces el atractivo inicial de una ciudad que se ha convertido en un lugar de oportunidades, se va desvaneciendo a medida que esta no se reinventa y se pretende satisfacer la enorme oferta de migrantes con las infraestructuras urbanas originales que se posee. Entiéndase por infraestructura urbana como todas aquellas obras civiles con las que se logra brindar satisfacción a los habitantes de una ciudad como por ejemplo redes de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, plantas de tratamiento de aguas sanitarias, establecimientos de salud, educación, puertos aeropuertos carretas, etc. (IMPLAN Chihuahua, 2009)

Dentro de estas infraestructuras, las infraestructuras de transporte son por mucho de las más importantes, ya que son el medio con el cual la población logra interactuar con el resto de

servicios de la urbe. Cualquier modificación en estos elementos tendrá una consecuencia sobre la ciudad.

### 2.1.1. Infraestructura vial y la ciudad

Los ciudadanos de Lima conocen estos efectos. En 1967 se inauguró la primera etapa de la vía expresa del Paseo de la república, o el “Zanjón”, autopista que conecta el centro de Lima con el distrito de Miraflores (Vadillo,2017). El primer efecto de la inclusión de una vía expresa en la ciudad de Lima fue que modificó drásticamente la trama urbana de la ciudad pasando a convertirse en una vía colectora que atrajo el flujo vehicular hacia sus calzadas generando expectativa entre los conductores que empezaron a preferir circular por ella antes que por otras vías como la Av. Arequipa. En la Ilustración 1 se muestra una fotografía de principios de los 60 de la intersección de la Av. Javier Prado con la Av. Paseo de la república. En ella puede observarse que a principios de los años 60 la vía expresa no existía tal, siendo una avenida de dos carriles por sentido y a nivel del suelo, respecto a la zona que atraviesa se aprecian campos de cultivo y en general una zona poco urbanizada. La ilustración 2 muestra la ubicación de la Av. Paseo de la república en la Lima de 1960 mientras que la ilustración 3 muestra una toma satelital actual de la ciudad indicando la ubicación de la avenida en mención.



*Figura 1: Intersección de la Av. Paseo de la república y la Av. Javier Prado antes del construcción de la vía expresa. Fuente: Omar Rodríguez, sf.*

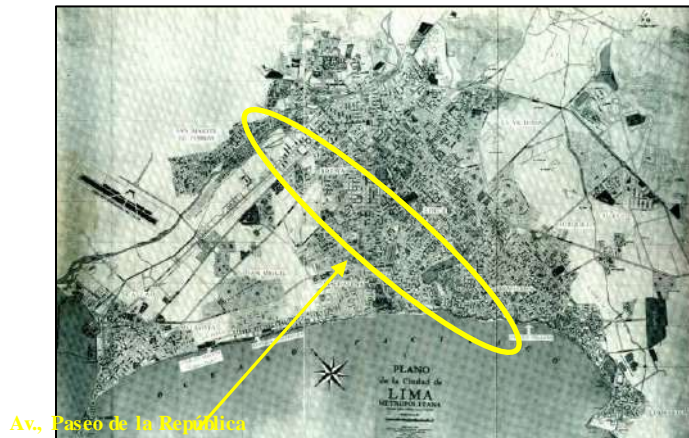


Figura 2: Mapa de Lima en 1960.  
Fuente: Portal "Amigos de Villa", sf.



Figura 3: Vista satelital actual de la ciudad de Lima indicando la ubicación de la vía expresa en la ciudad. Fuente: Adaptado de Google earth 2018.

Otra consecuencia producto de la construcción de la vía fue que los propietarios de los predios ubicados a los lados de la misma vieron aumentar el valor de sus propiedades: pasaron de 600 a 3,500 soles en meses (Vadillo, 2017). Lo que generalmente trae consigo el cambio en usos de suelo y aumentó la urbanización en la zona. La expectativa generada por el rápido tránsito a través de la vía, y las facilidades de acceso a las vías del resto de la ciudad, rápidamente captaron la atención de empresas privadas de todo tipo que ubicaron su sede en los márgenes de la vía. Con el pasar de los años se logró consolidar un centro financiero con imponentes edificios a lo largo de la vía especialmente en el tramo que atraviesa el distrito de San Isidro. He aquí el tercer efecto, las infraestructuras de transporte al cambiar a la ciudad les dan una nueva imagen a sus ciudadanos y al mundo, le dan una "personalidad urbana". Como muestra de ello es fácil encontrar imágenes del centro financiero de Lima con la vía expresa como herramienta de marketing, tratando de mostrar la mejor cara de Lima. La ilustración 4 fue extraída de un artículo de la sección economía del diario El País de España donde fue utilizada como imagen principal con la cual muestra Lima a sus lectores.

Aprovechando la mención de la ilustración 4, se invita al lector a compararla con la Figura 1 (ambas pertenecen a la misma zona) a fin de que visualice el cambio de uso de suelos (de áreas de cultivo a centro financiero) producto de la construcción de la vía.



*Figura 4: Centro financiero de Lima en la actualidad.*

*Fuente: Jim Yong, 2017.*

### **2.1.2. Metropolización**

Como se ha observado, en el caso de Lima la construcción de una autopista que conecto dos centros urbanos (Lima y Miraflores) trajo consigo la posterior urbanización de toda el área ubicada entre ellos ayudando a conformar la metrópolis de más de 9 millones de habitantes que es hoy en día. Bajo este concepto de dimensión espacial es que se ha venido definiendo a las metrópolis, diferenciándolas de ciudades, pueblos y villas básicamente por su extensión geográfica. Sin embargo, alrededor del mundo se ha comenzado a hacer una revisión de la definición de metrópolis y los criterios usados para determinar si una ciudad califica o no a ser denominada una metrópoli.

Al respecto V. Kauffman sostiene que, en general, las entidades territoriales no se definen solo por la extensión y forma de la ciudad (morfología), sino también por las centralidades funcionales y los modos de vida de sus habitantes. (Kauffman, 2018) Para desarrollar su idea, expone el caso del pueblo suizo de Féchy, ubicado en el cantón Valud, a orillas del lago Ginebra.

Desde el punto de vista de la movilidad, Féchy no es un pueblo ni una villa, por el contrario, encaja en la categoría de una metrópoli o parte de una metrópolis. Resulta a todas luces lógico

preguntarse: ¿Cómo es esto posible? Para ello, Kauffman analiza la situación de la ciudad y sus habitantes.

En primer lugar, los habitantes llevan un estilo de vida vinculado a otras regiones o ciudades próximas. Ellos trabajan a varios kilómetros de distancia de Féchy en Lausana o Ginebra, realizan sus compras en Prata, suburbio italiano. En segundo lugar, las centralidades presentes en la región del lago de Ginebra han creado una relación socio laboral intensa entre Féchy y el resto de la metrópolis del “Gran Ginebra”. Su relación con la región del Lago de Ginebra es tal que muchos de los ejecutivos de las empresas en la región de Ginebra viven en Féchy con un alto estilo de vida a pesar de la modesta apariencia de Féchy. A este proceso en el que las villas y pueblos terminan formando indirectamente parte de una gran metrópolis se le conoce como “metropolización” y como se ha mencionado consta de la morfología las centralidades funcionales y los estilos de vida (V. Kauffman 2018).



Figura 5: Vista de Féchy. Fuente: Les vins de la cote.

Este constante desplazamiento de personas fuera de su pequeña área urbana original solo es posible porque las ciudades se encuentran conectadas mediante infraestructuras viales y ferroviarias eficientes, cómodas y seguras.

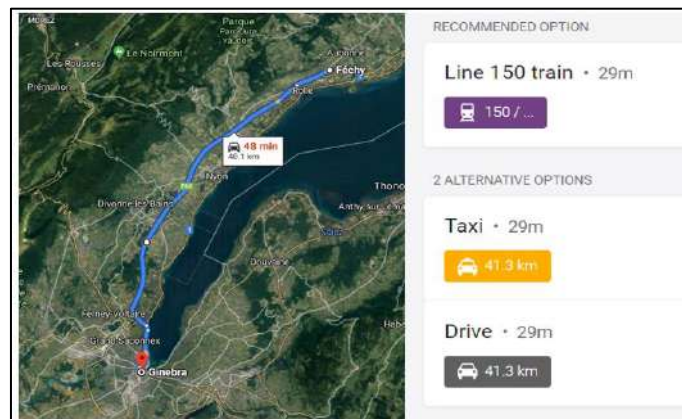


Figura 6: Representación de la distancia y tiempo de viaje entre féchy y Ginebra. Fuente: Google maps.

A diferencia del caso de la vía expresa limeña, aquí no hubo necesidad de urbanizar toda el área existente para que sus habitantes lleven el estilo de vida de habitantes de una metrópolis.



¿Significa entonces que todo el mundo es una gran metrópolis ya que todas están interconectadas? La respuesta es no. Tal como Kauffman señala, evidentemente el tiempo de viaje y la forma en que esta se realiza interviene en el proceso. Es decir, las infraestructuras de transporte redefinen a las entidades territoriales haciendo que los límites morfológicos desaparezcan y se creen vínculos entre las urbes gracias a la interconexión física.

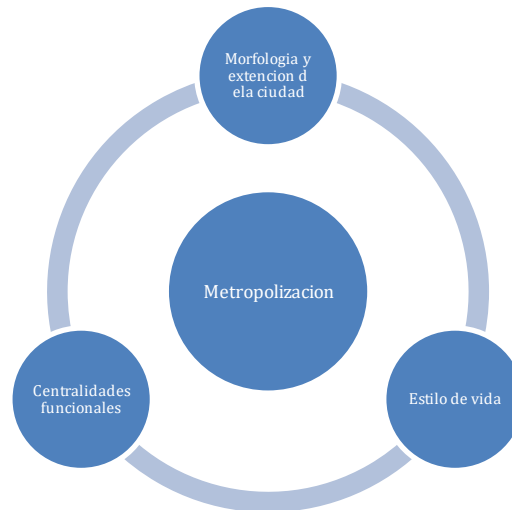


Figura 7: Representación gráfica de los componentes de la "Metropolización".

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.3. La movilidad

Como se ha mencionado, el impacto está relacionado con el cambio en el estilo de vida, en el significado que adquiere el viaje para los ciudadanos dadas las características de las infraestructuras de transporte. Lo anteriormente mencionado forma parte de la "movilidad". Por lo tanto, es preciso definir entonces que es la movilidad para una infraestructura de transporte, partiendo de la pregunta ¿Qué es la movilidad? Diversos autores plantean la movilidad desde una u otra perspectiva. En general Kauffman considera que para definir la movilidad hay que reconocer tres aspectos en ella: El movimiento, el significado, y la práctica. (Kauffman,2018)

El primer aspecto, el "movimiento", es aquel que se enfoca en desplazarse de un lado a otro y es en el que se enfocan los planificadores urbanos y los gobernantes y aquí se puede incluir a los ingenieros de carreteras. Para todos ellos es importante tener dos puntos entre los que haya movimiento, en los que ese pueda medir las velocidades y que tan rápido han de

moverse las personas o mercancías para cumplir el propósito con el que su infraestructura fue diseñada.

El segundo aspecto, el “significado”, es el más complicado de interiorizar. Tiene que ver con lo que cada persona entiende de su desplazamiento. Por ejemplo, se tomará un caso aleatorio de un practicante en Lima que vive en Los olivos y trabaja en Miraflores. Él debe tomar diariamente el metropolitano para desplazarse. Para él, el desplazamiento significa cumplir con sus responsabilidades, pero al ser un servicio tan ineficiente también significa un sacrificio necesario. Para un historiador recorrer el centro de Lima significa adentrarse en la historia de la ciudad, para un turista significa conocer la ciudad mas no necesariamente interiorizar en ella (punto clave a tener en cuenta cuando se diseña sobre ciudades turísticas).

El tercer aspecto, es la “práctica”. Esta, se refiere a la experiencia que el usuario tiene en su desplazamiento. El como lo hace sentir. Por ejemplo, el viajar en primera clase en un vuelo, comparado con un vuelo en clase económica, o si se quiere escapar de este tipo de comparaciones, se puede pensar en cómo es la experiencia por una vía bien pavimentada y con óptimos niveles de servicio en comparación con una vía descuidada y sin mantenimiento. Sin duda este punto repercutirá en el significado que le demos al desplazamiento.

Entonces estos tres componentes de la movilidad son aquellos con los que se pretende definirla. El siguiente paso es reconocer que es a través de la movilidad que las infraestructuras viales adquieren la real dimensión como entes modificadores del espacio urbano. La forma que adopta la ciudad sobre el territorio, su extensión, la localización de sus actividades y, en gran parte, sus intensidades de producción dependen entonces de la extensión, estado y forma de sus redes de infraestructura. (Herce,2009)

## **2.2. La Espontaneidad**

La gran mayoría de veces que se ha proyectado y construido carreteras y autopistas no se ha tomado en cuenta la eventual expansión de la ciudad hacia estas infraestructuras. Cabe recordar que desde siempre la transformación del territorio rural a urbano se da a lo largo de las carreteras que unen centros urbanos importantes (Bazant, 2008), o en general a la entrada de los mismos. En Lima se tiene el ejemplo de la conformación de los conos, los cuales nacieron de invasiones y habilitaciones urbanas contiguas la panamericana por el norte y sur, y la carretera central al este. Jan Bazant (2008) señala que a la larga estas carreteras se convierten en “corredores urbanos”- la literatura española las llama “Travesías urbanas”. La razón es que, al largo plazo ,estas vías (por las que circula la población que vive en los

poblados circundantes y que se traslada a diario al centro urbano, en una incipiente “metropolización”), empiezan a ver como aparecen equipamientos, comercios y servicios a lo largo de su recorrido.

Una vez que se establecen los primeros comercios a lo largo de la vía y la población observa que se puede obtener ventajas con esa actividad, que hay accesos a una zona antes inaccesible, el proceso de consolidación urbana será irreversible. Este fenómeno por el cual las carreteras atraen comercio y propician la aparición de centros urbanos muchas veces dispersos e independientes de la metrópolis principal, se conoce como “espontaneidad” debido a la forma repentina en la que tarde temprano llegan a aparecer sobre la vía.

Al respecto, Lorena Vecslir (2007) comenta la espontaneidad en algunas regiones de Europa. Ella menciona que tanto plataformas, parques industriales, centros comerciales y demás similares se ubican progresivamente a lo largo de las carreteras de las principales áreas metropolitanas de Europa en búsqueda de lo que ella llama “nuevas relaciones de acceso, visibilidad y sinergia con otras actividades”. Estas instalaciones a su vez se convierten en nuevas centralidades que convierten a la carretera, alguna vez concebida para evitar la interacción del tráfico de paso con la ciudad, en un nuevo polo de atracción para el crecimiento urbano. La consecuencia de ello es que a largo plazo se tendrá una superposición de interés, una tensión entre la ciudad y la carretera, donde los peatones de la nueva ciudad creada por espontaneidad exigirán un tratamiento cada vez más urbano de la vía. Así, los usuarios vehiculares verán como su vía de rápido acceso se convierte en un ente ambiguo, pasando de ser una vía rápida a una cuasi red urbana, sometida a tráfico, cruce peatonales y demás restricciones que sufre el tránsito cuando se atraviesa una ciudad.

Los efectos de la espontaneidad también saltan a la vista en casi todos los países de América latina. La principal diferencia con la “espontaneidad europea o con la de algún otro país del llamado “primer mundo”, es que esta espontaneidad en América Latina viene acompañada de informalidad. Mientras en Europa los territorios contiguos a estas nuevas vías están bajo una fuerte protección jurídica que resulta en la ocupación de sus espacios por inmobiliarias, industrias o retails; en América Latina, estas suelen ser ocupadas por personas de escasos recursos.

En 2017 periodistas de la agencia internacional Associated Press (AP) retrataron la pobreza circundante al lado de la carretera Panamericana sur, noticia fue difundida por el diario peruano Perú 21(2017). La ilustración 6 muestra una de las polémicas fotografías tomadas por la agencia. Estos pobladores vieron la oportunidad de colocar sus comercios y tener una

ubicación estratégica al lado de una importante vía, sin embargo, dado que la aparición de estas poblaciones no estuvo planificada, no se tiene estrategias reales con las cuales mejorar las condiciones de vida de la población que constantemente arriesga sus vidas tratando de cruzar de un lado de la carretera a otro. Si se le suma una pésima gestión municipal, aparecerá arde o temprano segregación urbana. Es decir, se tendrán sectores diferenciados en la ciudad con distintos niveles de calidad de vida. Las vías de alta velocidad son ya por sí mismas un elemento que partirá a la ciudad en dos.



*Figura 8: Publicidad en una carretera de Lima. Fuente: Diario Perú 21.*

### **2.3. Travesías Urbanas**

Como se ha mencionado, la espontaneidad genera una ocupación no planificada en los bordes de las carreteras. Sin un plan urbano de ordenamiento de esta expansión espontánea, a la larga, la carretera quedará inmersa dentro de la ciudad. A este tipo de vías se las conoce como travesías.

De acuerdo a la Dirección General de Tráfico de España (2019), se puede definir a una Travesía urbana como un tramo de carretera que al atravesar una ciudad se encuentra sujeto a las normas de circulación urbana.



Figura 9: Travesía de la carretera San Rafael, España. Fuente: Diario "El norte de Castilla"

Existen diversos estudios acerca de la relación de la travesía con la ciudad que atraviesa y los efectos negativos que su presencia acarrea sobre la urbe. Al respecto, existe cierto consenso en que toda travesía es o puede llegar a ser un punto conflictivo en la red de carreteras. (Millán, 1990, p. 93)

Presumiblemente, el paso de una carretera por un centro urbano genera tensiones entre la población y el tráfico de paso. Al respecto Millán (1990), listó algunos efectos negativos de las Travesías urbanas sobre los usuarios:

- Sobre la población:
  - Aumento de peligrosidad
  - Contaminación ambiental y auditiva
  - Modificación de la escena urbana
  - Eliminación de aceras y bermas para aumentar la sección de la calzada
  - Efecto barrera de la travesía sobre la ciudad
  
- Sobre el tráfico de paso:
  - Aumento de peligrosidad
  - Recorrido de itinerarios congestionados
  - Vía compartida con el tráfico local
  - Paradas constantes en semáforos e intersecciones

Así mismo, señala como los núcleos urbanos pequeños pueden ofrecer mayor nivel de peligrosidad por no producir al usuario de la carretera la sensación de recorrer una zona urbana.

## **2.4. Vías de evitamiento o Variantes de carretera**

Una de las soluciones al conflicto ciudad carretera es el diseño y construcción de una variante de carretera o vía de evitamiento. Siguiendo una lógica simple y sencilla: rodear la ciudad y así evitar pasar por su centro urbano. Dicho esto, habrá que definir lo que es una variante, que parámetros la caracterizan y como han interactuado las variantes con las ciudades en las que han sido construidas.

### **2.4.1. Definición de variante o vía de evitamiento**

Una de las definiciones más simples y prácticas de la variante de carretera es aquella que la define como “el alejamiento del eje de la carretera del centro urbano de la ciudad y su replanteo alrededor de la urbe”. (Herce, 1995).

Al respecto, sería preciso añadir a esta definición el componente del tránsito que circulará por esta vía, dada la generación de expectativas urbanas en torno a la nueva infraestructura y sus accesos a la ciudad. De igual modo, la definición debe ser tal que permita reconocer a este tipo de infraestructura vial como un espacio, pero a la vez un medio sobre el cual las actividades tenderán a la aglomeración (espontaneidad y expectativa).

El impacto de la construcción de una variante en torno a una ciudad es quizás el acontecimiento más importante para la urbe. A partir de su trazo, se marcará la pauta del crecimiento urbano y se generaran nuevos polos de desarrollo. En palabras de Herce (1995), la variante es elemento esencial de la retícula viaria que organiza el territorio, y constituye una enorme oportunidad de reestructuración de la periferia (p. 112). Pero su impacto no se limita al ámbito social de la ciudad. La generación de expectativas urbanas (por la apertura de un territorio antes no accesible para el ámbito urbano) incide sobre los usos de suelo y la valoración económica de los mismos, ante una posible reubicación espacial de las actividades urbanas. En párrafos anteriores se comentó como es que la construcción de la vía expresa en Lima genero una reubicación de los centros económicos de la ciudad y una revalorización del suelo.

Resulta también importante marcar las diferencias respecto a otras vías urbanas. La variante o vía de evitamiento cumple la función de una circunvalación mas no debe ser interpretada ni

pretender convertirla en el futuro en una ronda urbana. Una vía de circunvalación, como su nombre lo señala, es una ruta que rodea a la ciudad a manera de un arco circular incompleto (como un semicírculo que une dos puntos). Las rondas urbanas, por su parte, son anillos viales, rutas circulares o casi circulares que pretenden descongestionar el centro urbano en todas sus direcciones.

Las variantes y las rondas tienen puntos en común en la medida en que ambas se plantean como infraestructuras al servicio de la descongestión de un centro urbano. Justamente porque las ciudades son tanto origen y destino de la mayoría del tráfico de su entorno, y, en este sentido, las variantes actúan como rondas que descongestionan y redistribuyen el tráfico de acceso a la ciudad segregando el tráfico de paso de destino.

Herce (1995) comenta sobre la terquedad de muchos urbanistas que al observar una variante o circunvalación construida hace años en una ciudad, pretenden a toda costa cerrar el anillo sin entender que el proceso que condujo hacia el diseño de la variante cambió la dinámica de la ciudad. Por lo que muchas veces resulta innecesario y hasta contraproducente cerrar el anillo vial.

#### **2.4.2. Las variantes como falsas fronteras de las ciudades**

Las variantes se construyen pensando en alejar la vía del tumulto y caos de la mayoría de los centros urbanos del mundo. Concebidas principalmente para brindar fluidez al tránsito de paso, los planeadores urbanos no tardaron en percibir a las variantes como infraestructuras perfectas con las cuales intentar delimitar las fronteras en sus “ciudades estáticas”. Una suerte de murallas modernas para contener el crecimiento de las urbes (Herce, 1995). Sin embargo, inicialmente las variantes no pretendieron ser vistas como frontera exterior de las ciudades. Este hecho es más bien una consecuencia de dos características de este tipo de vías: la alta velocidad y la alta frecuencia por la que transitan los vehículos. Estas características generan una “intimidación por velocidad de tránsito”. Esta intimidación repele al peatón, pero ciertamente no impide que la ciudad se expanda del otro lado de la variante (por expectativas urbanas y espontaneidad). Por lo que, a la larga, y con ambos bordes ocupados, se genera una desconexión en términos urbanísticos: una ciudad partida en dos por una muralla invisible para la movilidad. Es decir, se genera una nueva travesía urbana.

La reflexión más importante respecto al tema es que las ciudades son dinámicas y nunca dejarán de estar presentes en las variantes, a pesar de su distancia (Herce, 1995). Asimismo,

muy probablemente el crecimiento urbano terminará sobrepasando la barrera imaginaria que se quiere imponer con la construcción de la variante. Por lo que, en lugar de proyectar una vía de evitamiento como una muralla intraspasable, debería proyectarse como una vía conciente de la ciudad que circunvala y que entienda que tarde o temprano la ciudad llegará a ella, por lo que su diseño debe tener ciertas consideraciones urbanas.

### 2.4.3. La variante como nueva centralidad

En America Latina son los sectores más desfavorecidos los que ven en los bordes de la carretera una fuente de oportunidades. Debe recordarse que las variantes se construyen a fin de dinamizar el tráfico vehicular que finalmente permite el intercambio de bienes, personas y servicios; en suma, del comercio. Por ello, tal como lo menciona Vecslir (2007), las carreteras se convierten en polos de atracción para la expansión urbana.

Por lo tanto, por más que el territorio por donde se proyecte la variante este “vacío” es importante entender que no es un territorio neutro. Es un territorio que se irá definiendo de acuerdo a las características de la vía y de la ciudad que circunvala.

El evento posterior a la construcción de la primera línea de ocupación de los bordes internos de la variante (el más cercano a la ciudad) es predecible. Una vez que se ha construido (o invadido) un lado de la carretera, es cuestión de tiempo a que el espacio entre la urbe y la variante sea ocupado. La mayor parte del tiempo, esta ocupación se realiza de forma desordenada en función a las líneas de deseo de aquellos que viven en los bordes y buscan ir por servicios al centro urbano, el resultado: un proceso de urbanización difuso y poco compacto que al mediano plazo terminará colocando a la variante nuevamente al interior de la urbe.

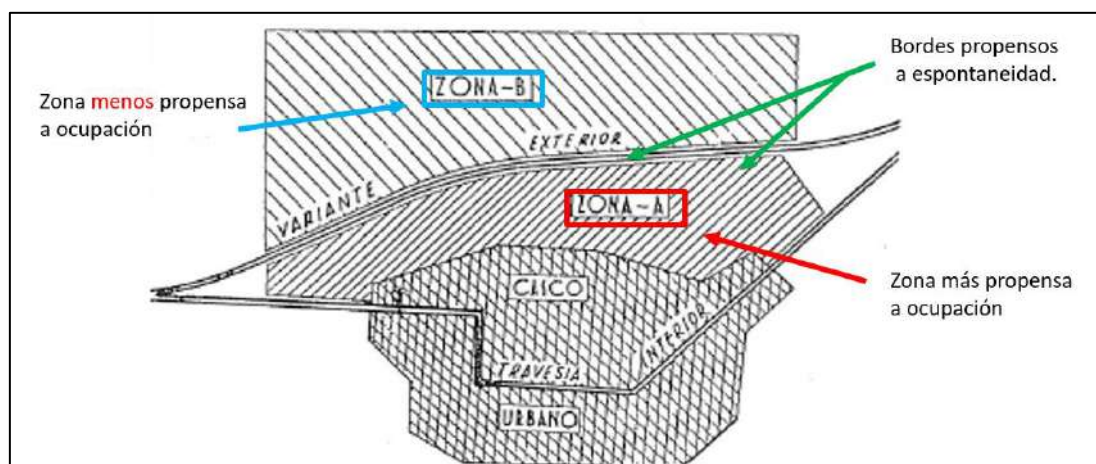


Figura 10: Zonas en los bordes de las variantes. Fuente: Adaptado de Herce, 1995.



La figura 10 muestra una adaptación propia de la sectorización realizada por Manuel Herce (1995) de los bordes de la carretera. Se observa un casco urbano atravesado por una Travesía, y una variante exterior construida para evitar ingresar a la ciudad en el recorrido. A ambos lados de la variante se generan zonas propensas a la espontaneidad. Dada la cercanía a la urbe, la "ZONA-A" es la más propensa a ser ocupada. La "ZONA-B" que corresponde a la zona exterior a la variante y a la ciudad es menos propensa a la ocupación en el corto plazo, dada su lejanía respecto al centro urbano. Sin embargo, también será ocupada. Es importante mencionar que no hay un orden secuencial en la ocupación de las zonas. Es decir, tanto la zona A como la Zona B puede ir siendo ocupadas simultáneamente, pero se observará una mayor velocidad de ocupación sobre la ZONA-A. Esta estructura se puede apreciar en diversas ciudades del mundo.

Como parte de su tesis doctoral, Herce (1994) realizó un estudio en 48 ciudades españolas buscando una relación entre el espacio existente entre la variante y la ciudad (ZONA-A), y la velocidad de ocupación sobre la misma. En dicho estudio, notó que cuando la ZONA-A alcanzaba valores cercanos o mayores al 70% respecto al área que ocupa el casco urbano, el porcentaje de ocupación del área exterior a la variante (el área fuera del espacio entre la variante y el casco urbano) era considerablemente menor a la ocupación registrada en valores cercanos al 30%. No solo eso, en dicho estudio, se halló una relación entre el porcentaje que representa el espacio creado entre la variante y la ciudad (respecto al área del casco urbano), con la cuantía de tiempo de ocupación de ese espacio creado. Así, en las ciudades donde este porcentaje era cercano o superior al 70% se ha alcanzado una ocupación del 50% del nuevo espacio creado en casi 30 años. Alcanzar dicho porcentaje de ocupación en 15 años se daba en los casos donde la relación espacio creado/ casco urbano era cercano al 30%. (Herce, 1994)

Sin embargo, a pesar de que dicho estudio realizado en 48 ciudades solo tuvo una excepción, la precisión podría ser menos optimista de aplicarse en Perú, entre otras razones, debido al grado de informalidad y espontaneidad. Máncora posee un factor particular que podría inclinar la balanza hacia el estudio en ciudades españolas: el principal punto de atracción es el litoral costero y la principal actividad económica está relacionada a actividades cerca a este litoral, y, a corto y mediano plazo, seguirá siendo así. De este modo, el grado de espontaneidad en la nueva variante, se proyecta bastante menor que en otras ciudades peruanas donde el principal atractivo de expansión urbana sería la nueva variante.

#### 2.4.4. Rol de la ciudad

De otro lado, si se desea abordar el tema de la espontaneidad y su papel en la tensión ciudad carretera, se debe reconocer el papel que la ciudad juega en el surgimiento de este problema. Urriza y Garriz (2014) lo exponen de la siguiente manera:

“El crecimiento espacial de las ciudades está estrechamente relacionado con el dinamismo de las actividades económicas que inciden en la estructuración de las áreas de expansión urbana, como también en la mayor especialización y extensión del área central”. (Urriza, Garriz, 2014)

En otras palabras, el crecimiento urbano aparentemente espontáneo ante el surgimiento de un polo de atracción (una carretera o variante, por ejemplo) está vinculado a las características propias de la ciudad y la base de su núcleo económico. Así mientras que en una ciudad eminentemente turística el crecimiento urbano partirá desde el litoral o el acceso al sitio arqueológico cercano y se enfocará básicamente en torno a esas áreas, en una ciudad de producción agrícola, la expansión se dará en torno a las parcelas más fértiles y a la nueva expectativa de acceso que brindara la nueva carretera.

La afirmación hecha por Urriza y Garriz, coincide con la de otros especialistas en la materia. Herce en su libro las formas de la carretera y la variante de la ciudad, realiza un análisis de la relación existente entre algunas ciudades españolas y las variantes de carreteras construidas en ellas. Tras su análisis, concluye que aspectos como el tamaño de la ciudad y la actividad económica de la misma repercuten en la forma como la ciudad abordara luego a la carretera. Del mismo modo, las relaciones de la urbe con el resto de ciudades con las que interactúa y con las que además está conectada a través de la vía que se desea desviar, deben ser tomadas en cuenta a fin de no perjudicar el flujo de bienes y servicios y al mismo tiempo respetar las líneas de deseo de los usuarios vehiculares. Se debe comprender entonces que es la ciudad la que define el papel de la carretera, si es una carretera de bajo o alto tránsito se deberá al grado de intercambio que tenga esta ciudad con su entorno.

La ciudad también afectará el desempeño de la variante si es que no se toman en cuenta los accesos intermedios que se deben proyectar entre esta y las vías urbanas. Desde luego que debe analizarse si es necesario realizar una interconexión de este nivel. Factores como el tamaño de poblaciones, líneas de deseo y actividades económicas repercutirán en la decisión.

## 2.5. Diseño Integrado

Las causas que generan la llamada “espontaneidad” y la posterior tensión ciudad-carretera se deben a que tradicionalmente las carreteras han sido diseñadas desde un enfoque que prioriza al vehículo y ve al peatón (y en general a las áreas urbanas) como obstáculos a evitar (Herce, 2004). En suma, a una falta de integración entre el trazo vial, el contexto físico y crecimiento urbano (Vecslir,2007). En la presente tesis se pretende trabajar con una vía de evitamiento que rodee a la ciudad de Máncora, para tener una base desde la cual abordar el crecimiento urbano, y considerar el entorno natural (en función a zonas turísticas, zonas de riesgos) se propone incluir consideraciones propias del contexto urbano y también del contexto físico de la zona.

Entonces, para el diseño geométrico de la vía de evitamiento Máncora, y en general para cualquier infraestructura vial de este tipo, se propone el uso de un “Diseño integrado” entre los parámetros de la ingeniería de carreteras, el contexto físico y el contexto urbano de la ciudad



Figura 11: Componentes del "Diseño integrado" de variantes en las ciudades.

Fuente: Propia.

A fin de evidenciar las razones por las que se propone este diseño integrado como una forma de reducir la tensión ciudad carretera, será importante definir cada uno de aquellos componentes. La inclusión del contexto físico de la ciudad y del contexto urbano anuncian que las soluciones que se planteen desde este nuevo enfoque no habrán de ser soluciones

estándares validas en todos los casos. Por el contrario, cada caso debe ser particularmente estudiado y en lo posible incluyendo en la fase de diseño a las autoridades locales.

Con respecto a los parámetros de ingeniería de carreteras, este hace referencia al diseño geométrico de carreteras clásico. Como toda carretera a diseñar, esta seguía las bases, recomendaciones y deberá cumplir los requerimientos mínimos que exigen las normas internacionales de diseño de carreteras y la propia normativa que cada país maneja. La diferencia radicará en que los parámetros que se escojan incluirán además las condiciones que se desprendan de los otros dos componentes.

El contexto físico, hace referencia a las condiciones del entorno físico sobre el que está asentada la ciudad y abarca desde datos que ya se toman actualmente en cuenta para el diseño de carreteras tales como precipitaciones, geología, geomorfología, hasta las consideraciones turísticas próximas al proyecto.

El tercer componente, el contexto urbano, hace referencia a las dinámicas y fisionomía propias de la ciudad. Ellos se ven de alguna u otra forma reflejados a través del Plan de desarrollo urbano (PDU) que es un documento normativo elaborado en base a estudios del ámbito económico y social de una ciudad. Con este documento se pretende establecer las pautas urbanísticas generales que permitirán un desarrollo sostenible y permitirá el acceso a una mejor calidad de vida a los ciudadanos. El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2009), entidad encargada de la aprobación de los PDU en el Perú, lo define como:

El principal instrumento de gestión y promoción del desarrollo urbano que establece las pautas, lineamientos y estrategias para alcanzar un desarrollo sostenible del centro urbano. Como instrumento de gestión, el Plan de Desarrollo Urbano debe adecuarse a las exigencias generadas por los constantes e inesperados cambios de la realidad. (MVCS, 2009, p.14)

Asimismo, ese comeponente también considera las recomendaciones señaladas por los distintos autores citados en el Marco Teórico.

### **3. CASO DE ESTUDIO: MANCORA Y LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE**

El estudio y desarrollo de la presente tesis se realiza en el área de interacción de la ciudad de Máncora y el tramo de la carretera Panamericana Norte que la atraviesa.

Tal como se ha mencionado, resulta importante conocer las características de la ciudad para plantear un diseño acorde a su realidad. En ese sentido, el objetivo del presente capítulo es describir las características intrínsecas de la ciudad, tales como sus principales actividades económicas, su dimensión social y económica, y su zonificación; así como, las características propias de la actual carretera Panamericana Norte en el tramo que la atraviesa. Posteriormente, se aborda el problema generado por la interacción de estos elementos (ciudad y carretera), y el conflicto producto de una superposición de intereses: los intereses de los peatones, por el lado de la ciudad, y los intereses de los usuarios vehiculares por el lado de la carretera.

La información que se muestra a lo largo del presente capítulo se ha obtenido de distintas fuentes entre las cuales destaca el Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Máncora (en adelante, el “PDU”, el cual se encuentra vigente y fue elaborado en el 2011 por el Consorcio TIG (en adelante, el “Consorcio”), el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI); y fuente propia producto de visitas efectuadas a la zona.

#### **3.1. Contexto Urbano**

##### **3.1.1. Ubicación**

La ciudad de Máncora se encuentra ubicada en el Noroeste de la región Piura, al norte del Perú. Su área urbana es la cabecera del distrito de Máncora el cual a su vez pertenece a la provincia de Talara.

Como distrito, Máncora limita al norte y al Este con la provincia Contralmirante Villar, del departamento de Tumbes, y la provincia de Sullana, perteneciente al departamento de Piura, mientras que, por el sur, limita con el distrito de Los Órganos, y por el oeste con el océano Pacífico.

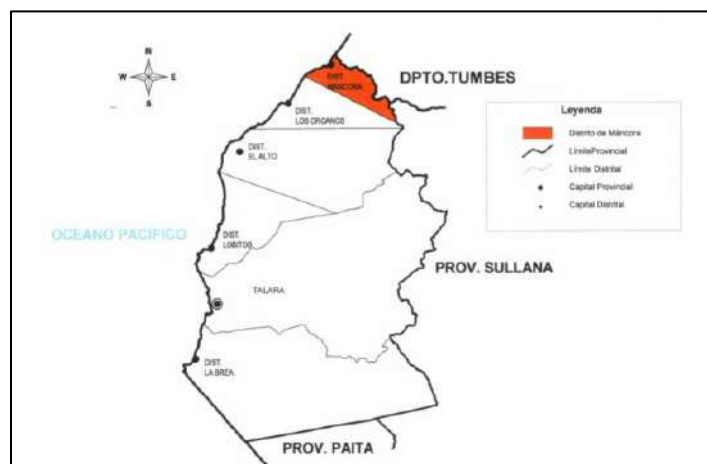


Figura 12: Ubicación del distrito de Máncora en la provincia de Talara.

Fuente: Adaptado de Mapa de ubicación del Plan de desarrollo urbano 2010-2020 de Máncora.

Ver detalle en el Anexo A.1 “Mapa de Ubicación.”



Figura 13: Mapa general de la ciudad de Máncora dentro del distrito del mismo nombre

Fuente: Google earth.

### 3.1.2. Población y dimensión social

#### 3.1.2.1. Población total

De acuerdo con las estadísticas del INEI producto de los Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas (en adelante, el “Censo 2017”), la población de Máncora en dicho año ascendió a 13,028 personas de las cuales un 49,82% eran hombres y un 50,18% mujeres mostrando una de las tasas más equilibradas en el Perú en cuanto a distribución por género se refiere.

### 3.1.2.2. Población urbana y rural

El distrito de Máncora cuenta con una población urbana de 12,899 habitantes, es decir el 99,01% de los habitantes del distrito de Máncora viven en la ciudad de Máncora propiamente dicha.

*Tabla 1: Población urbana y rural del distrito de Máncora.*

*Fuente: Elaborado a partir de Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas.*

	Población			Porcentaje		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
<b>Máncora</b>	12 899	129	13 028	99.01%	0.99%	100.00%
<b>Región Piura</b>	1 471 833	384 976	1 856 809	79.27%	20.73%	100.00%
<b>Perú</b>	23 311 893	6 069 991	29 381 884	79.34%	20.66%	100.00%

La cifra es significativamente alta si se la compara con la población urbana registrada es el mismo año para la región Piura (79,27%) y también está muy por encima de la media nacional (79,34%).

### 3.1.3. Principales actividades económicas

Dadas las privilegiadas características geográficas de la zona -y dado que la concentración de la industria de hidrocarburos (referente de esta parte del país) se haya principalmente en otras localidades, como la ciudad de Talara- la ciudad de Máncora cuenta con la actividad turística, el comercio y la pesca como los principales ejes de la economía de la ciudad. En torno a ellos, se desarrollan el resto de actividades importantes de la ciudad tales como la construcción y los servicios. Cabe mencionar que aún existe una población, que a pesar que no vive en el ámbito rural, desempeña labores de campo.

Una forma de medir el peso de las actividades económicas de una ciudad es evaluar los porcentajes de participación de la población económicamente activa (o PEA) en las actividades económicas. En el caso de Máncora, la incidencia o porcentaje de participación de la PEA mayor a 14 años por categoría económica se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 2: PEA ocupada según actividad económica.

Fuente: Elaborado a partir de INEI-censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

CATEGORIA	NÚMERO	PORCENTAJE
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	476	8.42%
Explotación de minas y canteras	13	0.23%
Industrias manufactureras	375	6.64%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	6	0.11%
Suministro de agua; evacua. de aguas residuales, gest. de desechos y de	17	0.30%
Construcción	547	9.68%
Comerc., reparación de veh. autom. y motoc.	896	15.86%
Vent., mant. y reparación de veh. autom. y motoc.	75	
Comercio al por mayor	51	
Comercio al por menor	770	
Transporte y almacenamiento	674	11.93%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	944	16.71%
Información y comunicaciones	24	0.42%
Actividades financieras y de seguros	32	0.57%
Actividades inmobiliarias	7	0.12%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	179	3.17%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	340	6.02%
Adm. pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatori	170	3.01%
Enseñanza	239	4.23%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	65	1.15%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	38	0.67%
Otras actividades de servicios	194	3.43%
Act. de los hogares como empleadores; act. no diferenciadas de los hoga	70	1.24%
Desocupado	345	6.11%
<b>TOTAL</b>	<b>5 651</b>	<b>100%</b>

Tomando las actividades de mayor incidencia (mayores al 8%) y colocando el resto en una categoría “otros” se obtiene que el conjunto de agricultura, pesca, comercio, transporte, construcción y actividades de alojamiento y servicio de comida representa más del 50% de la PEA ocupada (62.59%).



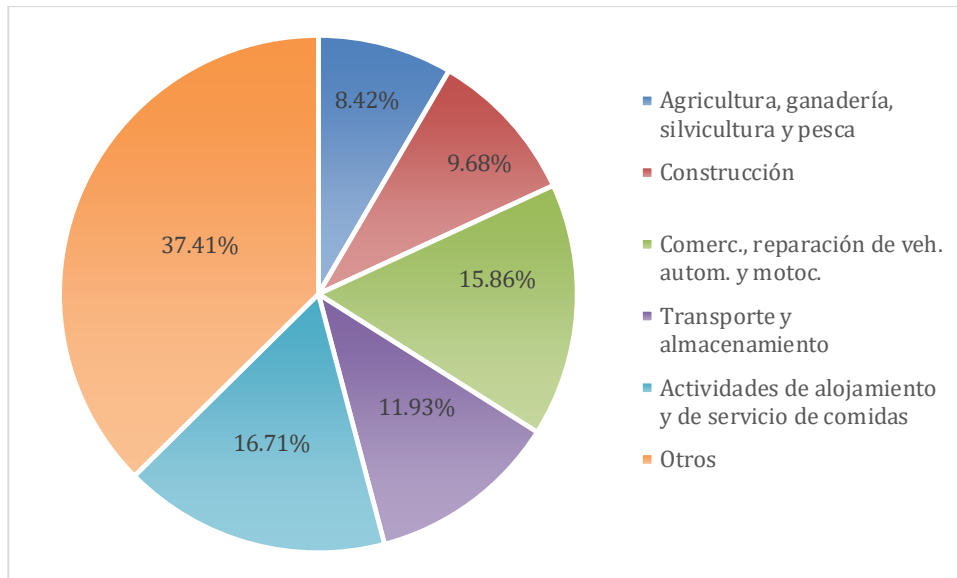


Figura 14: Distribución por categoría económica de la PEA ocupada en el distrito de Máncora. Fuente: Elaborado a partir de INEI-censos nacionales 2017: xii de población, vii de vivienda y iii de comunidades indígenas.

El gráfico anterior muestra que, del total de PEA ocupada, un 16.71% se dedica a actividades de alojamiento y de servicios de comida, un 11.93% al transporte y almacenamiento, y un 9.68% a la construcción. Todas estas actividades están directamente vinculadas en mayor o menor medida al gran peso que la actividad turística tiene en la zona.

### 3.1.3.1. Turismo

Como ya se ha mostrado, el turismo representa una de los principales motores de la actividad económica de la ciudad, debido principalmente a sus recursos naturales. Entre los ellos, destacan ampliamente las playas que se han convertido en un destino internacional de referencia para la práctica de deportes acuáticos como el surf. Entre otros atractivos turísticos se encuentra la albufera, la Quebrada Fernández, las Pozas de Barro y los Pilares de la Quebrada Fernández, así como el Coto de Caza El Angolo.

La actividad turística es el motor de la economía local pues propicia el desarrollo de actividades complementarias como los vinculados a hoteles, restaurantes, servicios de transporte, servicios turísticos, etc. Esta gran afluencia de capitales extranjeros exige a su vez infraestructuras y servicios sofisticados. La oferta de hoteles y alojamientos es bastante variada y no sorprende encontrar hoteles de lujo que superen los USD 300 la noche.



Figura 15: Balneario de Máncora.

Fuente: Propia.



Figura 16: Moderno hotel para turistas en las playas de Máncora.

Fuente: Propia.

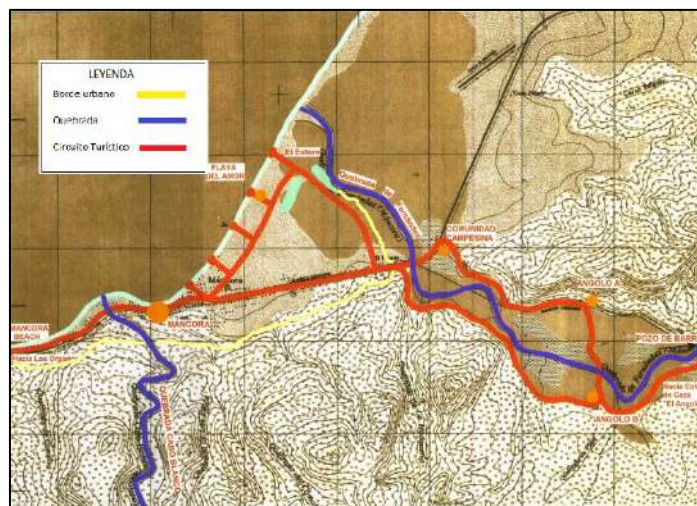


Figura 17: Circuito turístico de la ciudad de Máncora. Fuente:

Adaptado de plano "Circuito turístico" perteneciente al Plan de Desarrollo Urbano de Máncora.

### 3.1.3.2. Actividad comercial

Impulsada por el turismo, la actividad comercial de bienes y servicios emerge como la principal actividad económica en la que contribuyen tanto los turistas como la población local.

Respecto al flujo comercial generado por la actividad turística, se tiene que además de la demanda de restaurantes y alojamiento, la demanda de bienes y servicios sofisticados por parte de sectores medio y alto, ha generado un comercio especializado, del mismo modo que en otros importantes balnearios de Sudamérica.

Al respecto el Consorcio (2011) identifico tiendas especializadas en ropas de playa y juegos acuáticos, servicios para yates, licorerías de diversas marcas, puestos de venta de artesanías, entre otros. Si bien la información mencionada data del 2011, dado el crecimiento poblacional durante los últimos años y la continua sofisticación de los servicios constatados durante la visita, y dado que no es objeto de la tesis realizar un completo estudio de mercado, la información presentado cumple su función de mostrar perspectiva del crecimiento y potencial existente en cuanto al comercio especializado.

Por otro lado, son los flujos destinados a atender la demanda de la economía del distrito, como la comercialización de alimentos, los que representan los mayores flujos comerciales de la ciudad. En este sentido, los mercados y bodegas juegan un rol relevante en la estructuración comercial acompañados de los pequeños negocios que brindar servicios tanto a turistas como a pobladores locales.

De acuerdo con el PDU el principal centro de abastecimiento de estos negocios no se encuentra dentro del Perú, por el contrario, se abastecen de productos traídos del cantón Huaquillas, en Ecuador. El tipo de cambio y la cercanía a este país son los principales factores que han generado tal situación.

Hablar de comercio en una ciudad peruana, implica obligatoriamente abordar la informalidad. Los pequeños negocios de poco capital, falta de especialización y asesoramiento generan una cadena de baja productividad y falta de acceso a líneas de financiamiento. Ello produce una población expuesta a caer en los índices de pobreza y los obliga a buscar otros modos de comercializar sus productos. Es precisamente esta búsqueda de oportunidades, que por el momento difícilmente encuentran en la ciudad, la que podría conducir a algunos pobladores a tratar de ocupar los bordes de la vía de evitamiento buscando brindar servicios a los vehículos de paso.

### 3.1.3.3. Área de influencia de la ciudad y metropolización incipiente

El área de influencia directa corresponde al área urbana y rural del distrito, así como el litoral inmediato frente a sus costas. Por otro lado, en el área indirecta se considera un espacio regularmente homogéneo en base a capacidades productivas, presencia de centros poblados dinamizadores y prestadores de servicio y el eje de desarrollo turístico pesquero, que va desde la carretera panamericana norte por el este hasta las 200 millas náuticas por el oeste y desde la ciudad de Talara en Piura hasta Puerto Pizarro en Tumbes. (Ver Anexo A.2 “Mapa de Influencia”)

Como indica el estudio del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad, las relaciones económicas de la ciudad de Máncora se van expandiendo continuamente hacia las ciudades de Piura y Tumbes impulsadas principalmente por la atracción de turistas y el comercio. Por lo tanto, dado que Máncora es susceptible a la dinámica poblacional y económica de ambos departamentos, se debe tomar en cuenta dichos parámetros. La siguiente tabla muestra la variación de crecimiento de PBI desde el año 2008, se aprecia que Tumbes ha crecido por encima de Piura en los últimos años con una media de 4.84%.

*Tabla 3: PBI de los departamentos de Piura y Tumbes del periodo 2008-2017.  
Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.*

Departamento/AÑO		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	PROMEDIO
Tumbes	PBI (Miles de soles)	1,637,185	1,902,059	2,082,047	2,307,874	2,168,906	2,440,755	2,491,026	2,610,324	2,543,931	2,510,386	2,570,694	2,362,800
	Variación porcentual %		16.18%	9.46%	10.85%	-6.02%	12.53%	2.06%	4.79%	-2.54%	-1.32%	2.40%	4.84%
Piura	PBI (Miles de soles)	12,651,720	13,580,502	13,998,851	15,106,528	16,366,999	17,066,135	17,746,782	18,774,833	18,891,399	18,947,381	18,593,063	16,907,247
	Variación porcentual %		7.34%	3.08%	7.91%	8.34%	4.27%	3.99%	5.79%	0.62%	0.30%	-1.87%	3.98%

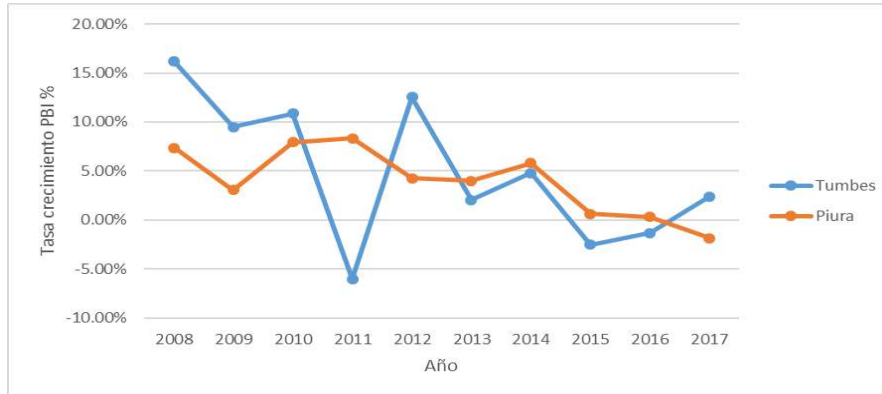


Figura 18: Variación del PBI por año.  
Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Similar situación se da respecto al crecimiento poblacional en el cual la región Tumbes ha crecido por encima de Piura en la última década.

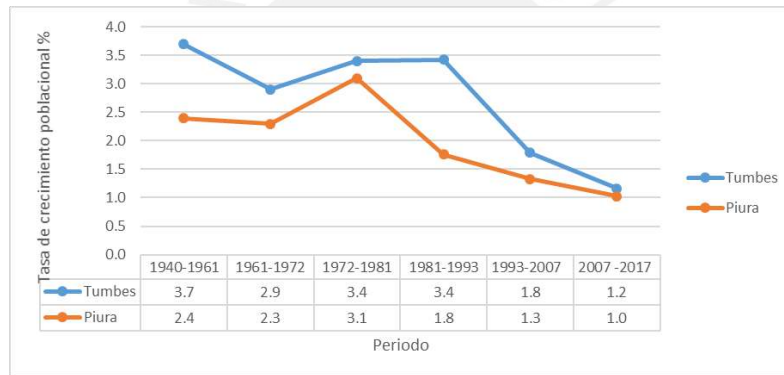


Figura 19: Variación del crecimiento poblacional por periodo.  
Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2007 y 2017.

Un elemento fundamental en la economía espacial del distrito es el eje vial de la Panamericana Norte que la articula y la integra. El centro urbano Máncora se encuentran vinculado con otros espacios extra-regionales a través de la Carretera Panamericana. No obstante, actualmente la vía no se encuentra en buen estado de conservación y el crecimiento y especialización urbana de la ciudad ha generado una serie de conflictos y contradicciones que a mediano plazo limitaran el impulso económico de la ciudad. El análisis del estado de la panamericana norte y su relación con la ciudad será analizado más adelante a lo largo de la presente tesis.

Es importante resaltar la importancia del comercio entre la ciudad de Máncora y las ciudades dentro de su área de influencia indirecta, el cual como se ha visto, se proyecta hasta el cantón Huaquillas en Ecuador. La relación comercial es importante porque ha generado un incipiente

proceso de metropolización. Durante los últimos años, Máncora se ha ido consolidando como un centro neurálgico sobre todo prestador de servicios, tales como salud y abastecimiento de productos alimenticios, para las caletas, pueblos y ciudades cercanas. Durante la visita efectuada en el verano del 2019, se pudo constatar que pobladores del pueblo tumbesino de Cancas (ubicados al norte de la ciudad) acudían a Máncora para realizar compras de comida y vestimenta. De igual forma, pobladores de la ciudad de Órganos y la caleta de Vichayito acudían a la ciudad para vender los productos de su pesca y a aprovisionarse de recursos básicos. A pesar de las carencias de infraestructura de calidad comparada con los centros económicos de esta zona del país (las ciudades de Talara y Tumbes), la ubicación estratégica de Máncora -a medio camino entre estas ciudades- la vuelve un punto de interconexión y el hecho de ser la ciudad más grande entre ellas la ha vuelto un centro de poder económico.

#### **3.1.4. Plan de desarrollo urbano de la ciudad**

El Plan de Desarrollo urbano de la ciudad de Máncora (o “PDU”), aprobado mediante ordenanza municipal el 25 de julio de 2011, es el documento que regula el uso del suelo urbanizado y por urbanizar que recoge las recomendaciones propuestas por el consorcio TIG, empresa encargada de realizar su elaboración.

Reconocer las zonas de expansión propuestas por la propia comuna ayuda a establecer las rutas de la vía de evitamiento a proyectar, además, permite conocer las distintas realidades existentes en el distrito, las cuales se verán posiblemente afectadas con la construcción de la vía.

El primer punto a tomar en cuenta sobre los lineamientos del PDU está relacionado a la zona de influencia indirecta de la ciudad; es decir, la relación de codependencia con las urbes y centros poblados que la circundan, dentro del proceso de “metropolización incipiente” del cual ya se ha hablado en capítulos anteriores. Entonces, se debe partir por reconocer a Máncora como “centro complementario de ámbito comercial y turístico dentro del subsistema urbano Talara” (Municipalidad Distrital de Máncora, 2011). Con ello, queda en evidencia que el trazo no podrá alejarse demasiado de la ciudad a fin de no desconectar a la ciudad del subsistema. Por el contrario, el trazo habrá de ser lo más cercano posible a la ciudad.

Un segundo punto, atañe a la viabilidad y transporte dentro de la urbe. Al respecto, con el PDU se pretende estructurar el sistema vial de tal modo que integre la totalidad del territorio. En él, se propone el establecimiento de circuitos viales constituidos por vías principales y

secundarias, así como “programar la implementación progresiva del sistema vial urbano, induciendo la incorporación de áreas en consolidación y de áreas de expansión urbana al sector consolidado de la ciudad” (Municipalidad distrital de Máncora, 2011).

Es particularmente este último punto en el que se buscará enmarcar el diseño de la nueva carretera urbana. Por lo que resulta evidente la necesidad de conocer los planes de expansión urbana contemplados en el PDU, es decir hacia donde se proyecta el crecimiento del tejido urbano, pero también, será necesario reconocer hacia donde realmente ha tendido a crecer la ciudad. Es aquí que se vuelve a incidir que una variante abrirá un nuevo umbral de expansión urbana sobre territorios antes inaccesibles, la conveniencia o no de seguir los lineamientos del PDU debe considerar lo que realmente ocurre en la actualidad en cuanto a crecimiento urbano.

En cuanto a los problemas socio-económicos, el consorcio realizó jornadas de consulta a los propios pobladores quienes describieron los principales problemas de la ciudad y plantearon soluciones a los mismos. Entre otros tantos problemas, se pudo identificar la necesidad de la creación de una vía de evitamiento o vía paralela a la panamericana, a fin de atender la problemática vinculada al turismo y al desorden urbano. (Ver Anexo A.3 “Propuestas ciudadanas a problemas urbanos en Máncora”)

Como se observa en las tablas de dicho anexo, el problema de la interacción está siendo tan evidente y sensible que la población local sugirió también la implementación de una variante.

#### **3.1.4.1. Zonificación del PDU**

Este documento, cuenta con un mapa de zonificación que divide el distrito en distintas zonas de ocupación. La idea de ello, es promover y regular que el uso de suelo de aquellas zonas se de, de tal forma que en su conjunto hagan de Máncora una ciudad más habitable.

La zonificación es variada, tal como se aprecia en la figura 28, y, en general, se aprecian principalmente áreas destinadas a zonas residenciales (ZR), zonas comerciales (ZC), zonas de reglamento especial (ZRE) y zonas de protección ecológica (ZPE), entre otros.

De acuerdo a la zonificación del PDU, la zona comercial se ubica a lo largo de la carretera panamericana norte, y proyecta la convivencia de comercio especializado (orientado al turismo y a la industria) y al comercio vecinal. Las zonas residenciales abarcan distintas zonas, por el este, entre la zona de comercio y el litoral costero; y por oeste, el área comprendida

entre la zona de comercio y las colinas. Por otro lado, las zonas de áreas protegidas se extienden en lo que resta del distrito.

A continuación, se muestra el plano de zonificación presentado por el consorcio. Este mapa fue finalmente convertido en el plano de zonificación del PDU. Para mayor detalle, ver Anexo A.4 Mapa de Zonificación de Máncora.

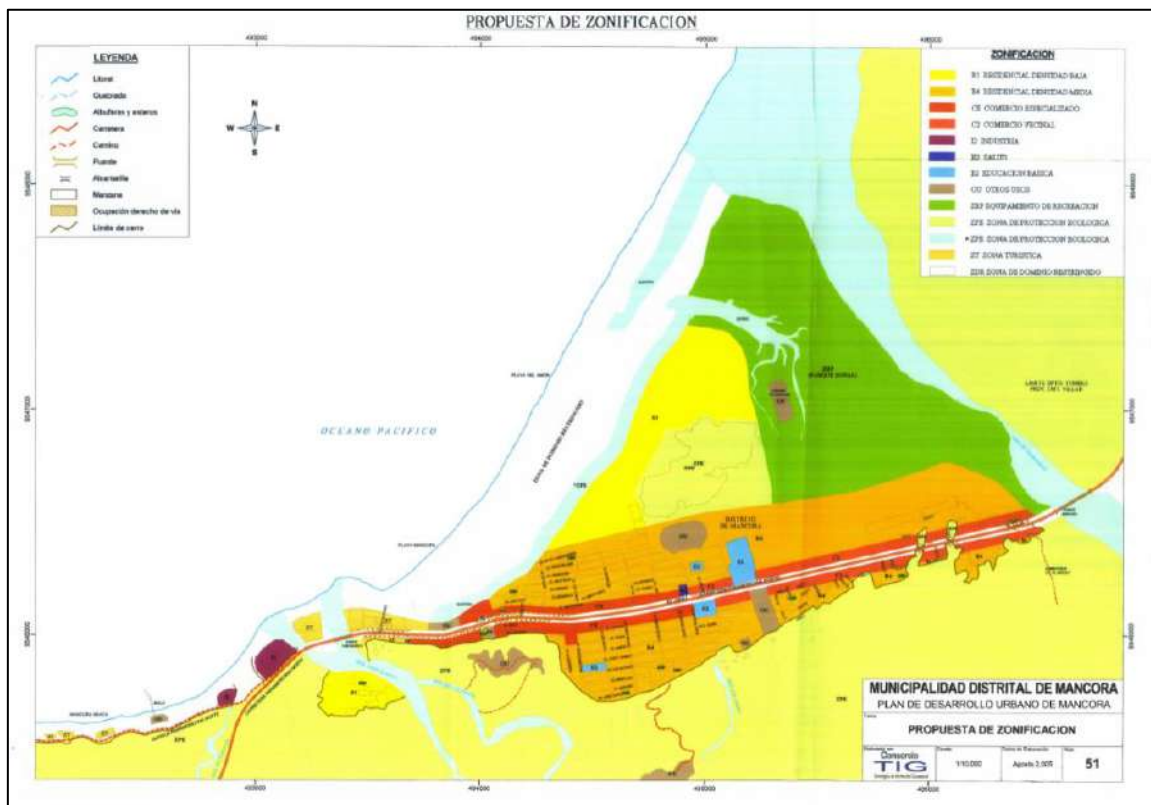


Figura 20: Zonificación de la ciudad de Máncora. Fuente: Plan de desarrollo urbano de la ciudad.

En el caso de estudio, el PDU hace bien en señalar que son principalmente los actores geográficos los que condicionan la expansión urbana<sup>1</sup>. Así, por el norte y por el sur, la ciudad se topa con quebradas y bosques de algarrobos, por el este con el océano pacífico, y por el oeste con las colinas del desierto ecuatorial.

De esta forma, el PDU reporta 4 opciones de expansión urbana: Mayor densificación en el casco central, consolidación en la zona norte de la ciudad, ocupación de la zona entre la albufera y el estadio, y la zona sur tras la quebrada Cabo Blanco conocida como Máncora

<sup>1</sup> Es importante aclarar que dicha afirmación se cumple para asentamientos formales. Los asentamientos informales se dan frecuentemente en zonas de alto riesgo natural dada su disponibilidad y falta de control.



Beach o Máncora chico. Sin embargo, el mismo PDU reporta que un alto grado de fragmentación de los lotes en el casco urbano dificulta una mayor densidad urbana. Por otro lado, con respecto a la zona sur de la ciudad, señala que esta posee poca área urbanizable con prácticamente todos los lotes ocupados y destinados a zonas turísticas de baja densidad.

Por lo anterior, el PDU señala a la zona norte de la ciudad y la ubicada entre la albufera y el estadio como las zonas llamadas a consolidarse. Sin embargo, las arenas eólicas de la última zona y su cercanía a una zona de protección ecológica como las albuferas dificultarían la ocupación.

#### **3.1.4.2. Rol de la carretera en la ciudad**

Un elemento recurrente en el PDU de la ciudad es la carretera panamericana norte tanto en su totalidad como en el tramo que atraviesa la ciudad. Interesa, a objeto de la elaboración de la presente tesis, el rol y la influencia que actualmente tiene la panamericana norte dentro de la ciudad.

La carretera panamericana norte cumple una doble función perjudicialmente superpuesta en la ciudad. Por un lado, sirve de conexión a la ciudad con el resto de ciudades del país y articula a Máncora en eje comercial Perú-Ecuador<sup>2</sup>. Por otro lado, constituye la vía principal que articula los distintos barrios de la ciudad.

El Consorcio evaluó dicha problemática de superposición. Y planteó como solución mantener la actual Panamericana norte como travesía, es decir, que soporte un tránsito urbano como tránsito de paso. Para ello, se propuso ampliar su capacidad recuperando el derecho de vía a través de la expropiación. Al respecto, cabría preguntarse por el costo social de dicha medida y que tan buena alternativa resultaría. Particularmente, esta opción no solucionaría la tensión existente pues la superposición de intereses aun existiría.

---

<sup>2</sup> La ciudad de Máncora se ubica a 182 km de la frontera entre Perú y Ecuador.

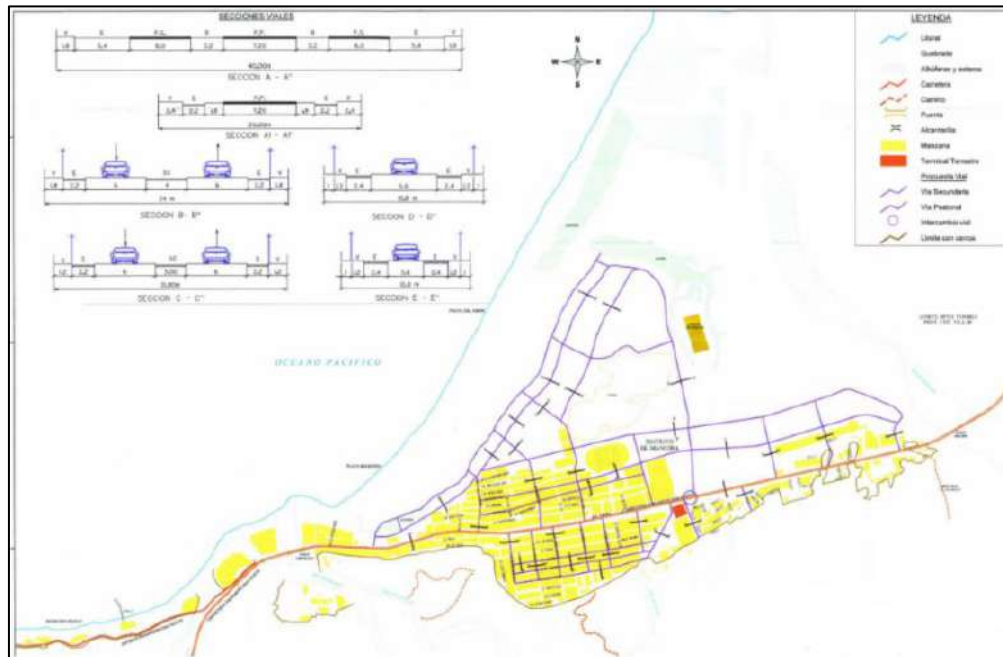


Figura 21: Mapa vial propuesto en el PDU. Fuente: Adaptado de "Mapa vial" del Plan de desarrollo urbano de Máncora.

### 3.2. Contexto físico de la zona

La ciudad de Máncora se encuentra ubicada en un desierto árido y seco en el extremo norte de la Región Piura. Sus costas son escenario del encuentro de las principales corrientes marinas del Perú: La corriente peruana de Humboldt, de aguas frías; y la corriente del Niño, de aguas cálidas, lo que genera una de las mayores concentraciones de biodiversidad de la costa peruana.

La presencia de estas corrientes, en especial de la corriente del niño ha moldeado durante miles de años una superficie altamente erosionada con pocas superficies planas y gran cantidad de colinas y estribaciones. Particularmente, máncora se encuentra muy próxima a la cordillera de la costa norte.

En cuanto al litoral costero, este se caracteriza por amplias playas de arena fina y la presencia de albuferas alimentadas por aguas subterráneas procedentes de las quebradas. Debido a su latitud, el litoral -y en general toda la ciudad- poseen una temperatura promedio por encima de los 25 grados y que sobrepasa fácilmente los 34°C en época de verano.

#### 3.2.1. Geomorfología

En cuanto al relieve de la zona este es en general un plano ligeramente ondulado tornándose accidentado en las colinas y cerros aislados. Se tienen definidas dos zonas diferenciadas:

Zona I, de planicie ondulada, y zona II de colinas y montañas tal como se aprecia en la siguiente imagen.

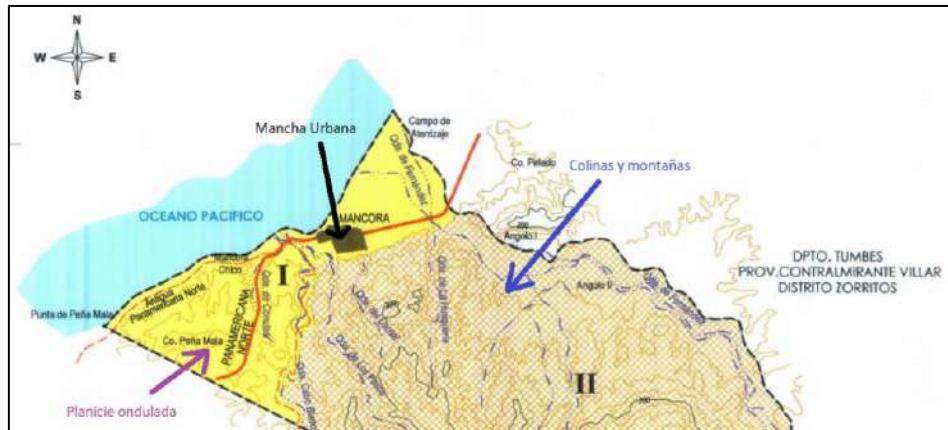


Figura 22: Relieve general del distrito de Máncora.

Fuente: Adaptado del plano "Mapa fisiográfico" perteneciente al Plan de Desarrollo urbano de Máncora.

De igual forma, de acuerdo al mapa geomorfológico de la zona, se observa que el sector que ocupa la ciudad está constituido por terreno aluvial (suelo), mientras que el sector correspondiente a la cordillera de la costa está constituido por Colinas lomadas en roca sedimentaria. Un tramo de la actual panamericana discurre por este sector rocoso, razón por la que posee taludes de corte pronunciados.

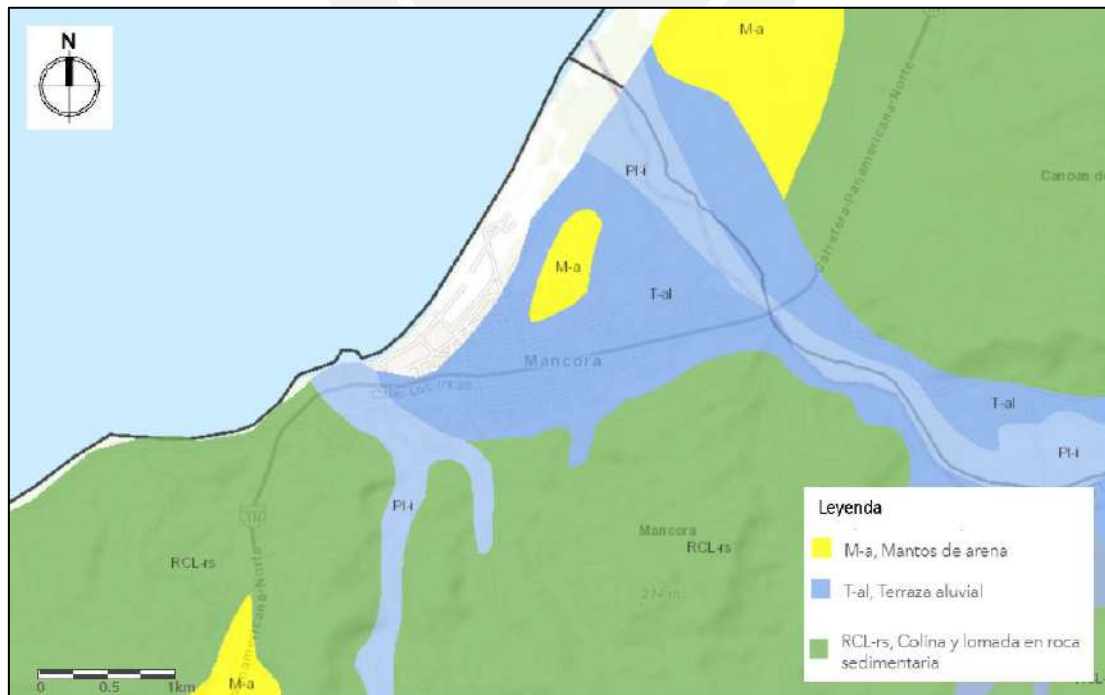


Figura 23: Mapa geomorfológico de la ciudad de Máncora

Fuente: Adaptado de GEOCATMIN, INGEMMET 2020.

### 3.2.2. Climatología

Dada la alta gama de pisos altitudinales presentes en el distrito, el clima es variado. Los principales factores que determinan el clima de la zona son la proximidad a la línea ecuatorial y la corriente de El Niño, sumada a la presencia de estribaciones andinas cercanas a la línea de costa. Estos factores, determinan subtropical en toda la costa de la región Piura. En particular, el distrito de Máncora registra temperaturas promedio de 25.7°C que superan fácilmente los 34°C en la estación de verano (enero, febrero y marzo).

La humedad atmosférica es bastante alta (alrededor de un 85%) en general en la costa y va descendiendo a medida que se incrementa la altitud.

En cuanto a las precipitaciones, estas se caracterizan por ser estacionales y ocurren en su mayoría en verano. Los registros marcan en promedio entre 50- 400 mm de precipitación al año; sin embargo, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, se han registrado hasta 4000 mm de precipitación anual.

Dado que no existen estaciones meteorológicas en Máncora, los registros son tomados de las estaciones más cercanas ubicadas en Talara o en el pueblo de Zorritos. En base a estación de Zorritos, el consorcio TIG elaboro un mapa de isoyetas en condiciones ordinarias y en condiciones extraordinarias debido al fenómeno El Niño en el cual se aprecia que sobre la ciudad de Máncora se tiene 180 mm de precipitación anual en promedio en condiciones ordinarias y 1800 mm de precipitación durante ocurrencia del fenómeno El Niño.

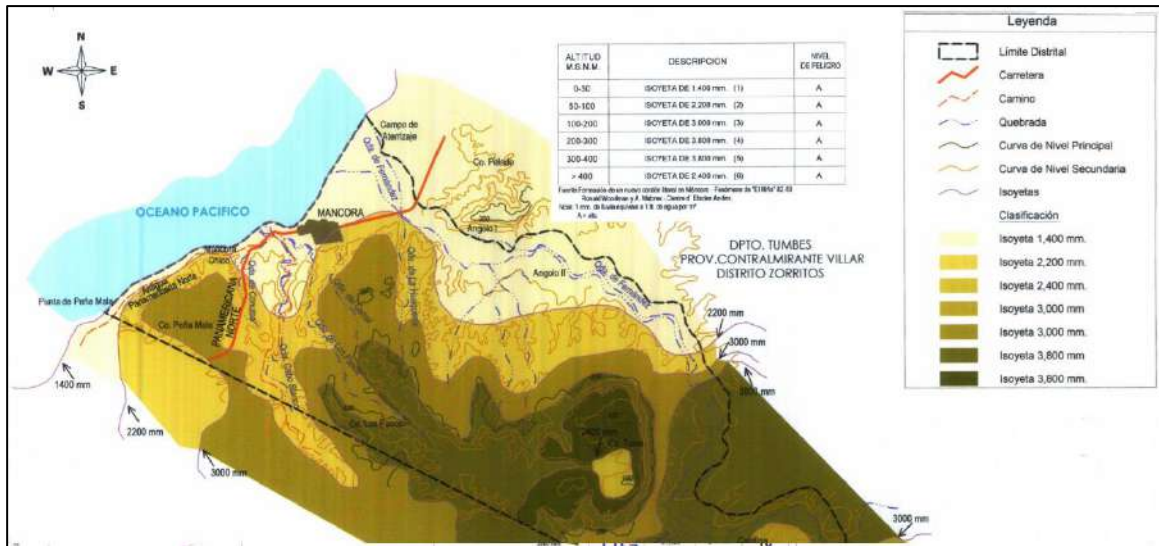


Figura 24: Mapa de isoyetas por lluvias máximas promedio. Fuente: Adaptado de Mapa de peligros hidrometeorológicos por lluvias máximas promedio.

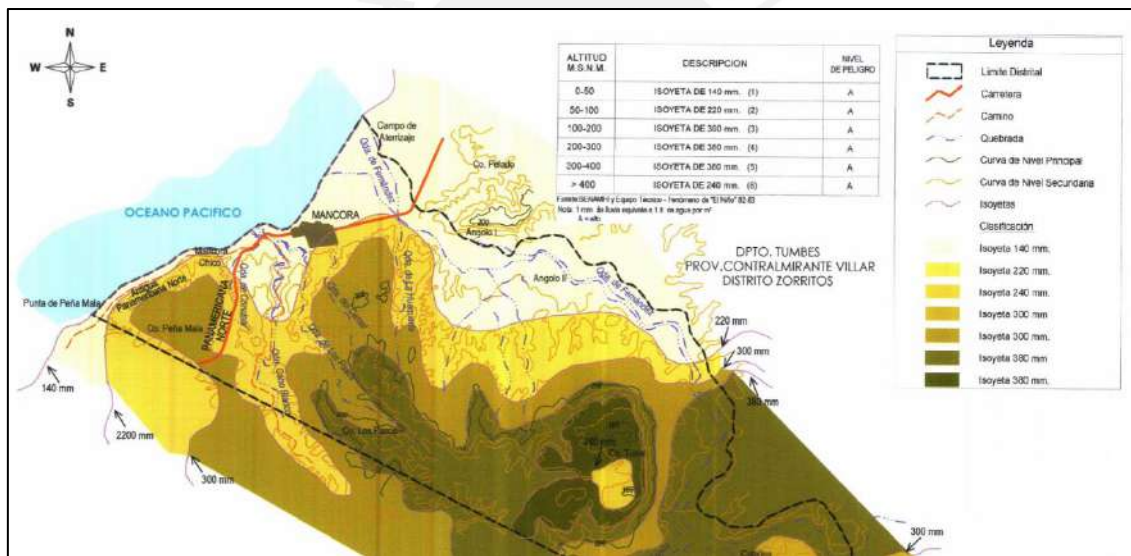


Figura 25: Mapa de isoyetas por lluvias extraordinarias. Fuente: Adaptado de Mapa de peligros hidrometeorológicos por lluvias extraordinarias (Fenómeno El Niño).

En general, el clima del distrito de Máncora se divide en dos zonas, de acuerdo con la nomenclatura Koppen usada por el consorcio TIG, una zona costera con clima seco y cálido de estepa y verano tórrido (BSah), y una zona colinosa hacia el continente de clima de desierto seco y cálido sin lluvias (BWah).

### 3.2.3. Hidrología

El agua de lluvia generada en la zona se dirigen hacia el océano Pacífico a través de ríos o quebradas efímeras<sup>3</sup> y quebradas presentes en la zona.

En el Anexo A.7 “Mapa Hidrológico” se muestra una adaptación del Mapa Hidrológico elaborado por el Consorcio. En él destaca la presencia de diversas cuencas las cuales permanecen todas inactivas hasta la ocurrencia de lluvias extraordinarias. Las quebradas más importantes son las de Cabo Blanco y Fernández por las que discurre la mayor cantidad de agua y lodo a modo de huaico ante la presencia de lluvias torrenciales extraordinarias.

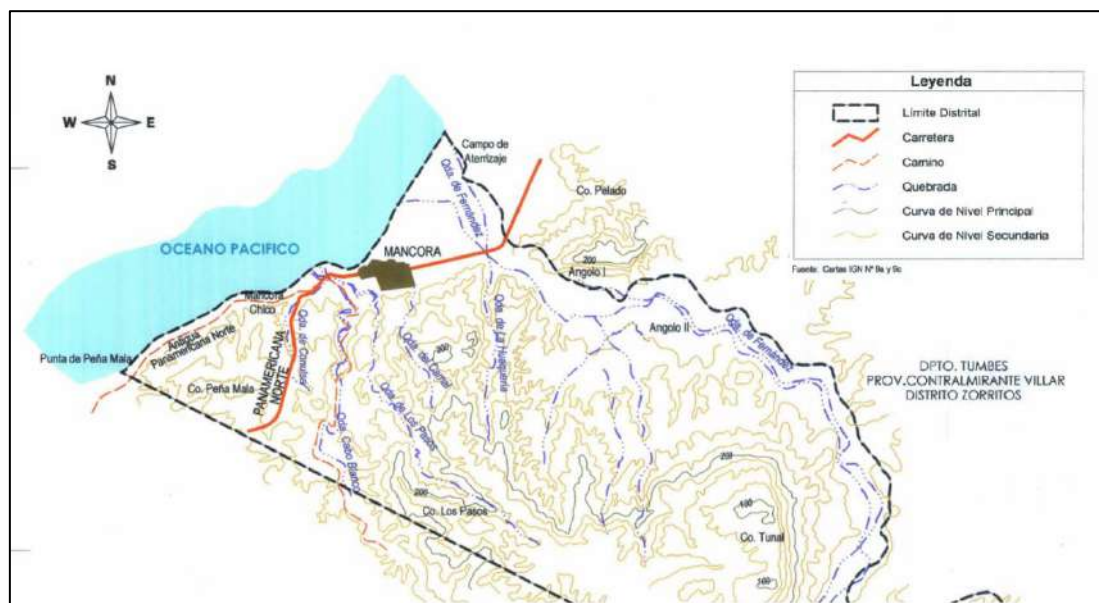


Figura 26: Quebradas próximas a la ciudad de Máncora. Fuente: Adaptado de "Mapa Hidrológico" del Plan de Desarrollo Urbano de Máncora.

La presencia de la quebrada Cabo Blanco y la quebrada Fernández rompe dramáticamente la continuidad del paisaje; por lo tanto, es un factor importante a tener en cuenta en el diseño de la variante pues a pesar que esta estará retirada hacia sobre las colinas y acantilados de la ciudad aun tendrá que lidiar con ellas. Incluso la actual carretera Panamericana Norte cuenta con un puente en cada una de estas quebradas para hacer posible el tránsito de vehículos por la zona sentando un precedente de la necesidad de obras de arte en la infraestructura vial.

<sup>3</sup> Se dice que son efímera e intermitentes pues solo discurren al mar en épocas de avenidas extraordinarias.

### 3.2.4. Riesgos Naturales

Actualmente diversas carreteras del país han sido construidas sobre zonas de deslizamientos e inundaciones. Como se verá, el trazo actual de la carretera panamericana norte en su recorrido por Máncora es una de ellos.

Dada la complejidad de realizar un estudio completo de identificación de zonas de riesgo que por sí misma sería ya una tesis completa, se empleara la información proporcionada por otras fuentes. El Consorcio, como parte de los estudios para la formulación del PDU de la ciudad, realizó un estudio bastante útil para los fines de la presente tesis. Al respecto, se logró identificar los principales riesgos naturales en la zona circundante a la ciudad de Máncora. Además, elaboró mapas de riesgo por geodinámica externa y por inundación de tsunamis, parte de los cuales se muestra a continuación.

El Anexo A.8 “Mapa de Riesgos por Geodinámica externa”, muestra las amenazas de índole geodinámica (por desplazamientos de masas de tierra). Entre las identificadas en la zona, las más frecuentes son los deslizamientos y la escarpa de erosión producto de la meteorización natural por acción del viento. En lo que se señala como zonas de inundación, habría que precisar que se hace referencia a inundaciones por el flujo proveniente de las quebradas ante la eventualidad de lluvias torrenciales, por ejemplo, las ocurridas durante el fenómeno El Niño. Se aprecia claramente que el actual trazo de la carretera panamericana norte en su ruta de ingreso a la ciudad, se encuentra sobre un área de inundación por flujos de quebradas, y ya en su paso por el centro urbano es propensa a sufrir avalanchas.

Por otro lado, El Anexo A.9 “Mapa de Peligro de Tsunamis” indica las zonas propensas a verse afectadas ante la ocurrencia de un tsunami. En él, se observa que parte de carretera panamericana norte se encuentra en la zona de inundación.

### 3.3. Trazo actual de la Travesía de Máncora

Como ya se ha mencionado, la vía de estudio en la presente tesis corresponde a un tramo de la carretera Panamericana en Perú, conocida dentro del país como Longitudinal de la costa o Ruta PE-1. El tramo peruano de esta la carretera no es más que un sector de un sistema internacional de carreteras y autopistas conocido en su conjunto como la carretera Panamericana.

En el Perú la carretera Panamericana está dividida en dos grandes sistemas: La panamericana Norte PE 1N y panamericana sur PE 1S. El kilómetro “cero” se encuentra

ubicado en el intercambio vial Santa Anita, en Lima. La panamericana es actualmente la vía nacional más importante del país que, a lo largo de su 2 375.82 km atraviesa 10 departamentos y conecta a las ciudades más importantes de la costa peruana con la ciudad capital, Lima.



Figura 27: Trazo de la carretera Panamericana en Perú.

Particularmente en la zona de Piura y Tumbes, la panamericana se divide en distintos ramales, por lo que se conecta a la frontera con Ecuador en 4 puntos: Nuevo Puente internación de La Paz (PE 1N), Puente internacional Aguas Verdes (PE 1N O), El Alamor (PE 1N N) y Puente Macará, La Tina (PE 1N L).

Siendo coherentes con el trazo ecuatoriano de la carretera Panamericana el ramal PE 1NL, que pasa por el poblado de La Tina en la sierra de Piura, constituiría la verdadera carretera panamericana norte en Perú. Ello, ya que esta ruta es la que empalma a la Ruta 35 Troncal de la Sierra que lleva a Quito, capital del Ecuador. Sin embargo, no existe un conceso claro respecto a cuál de los 4 ramales constituye varadamente el fin de la panamericana norte en Perú. Lo que es cierto, es que el ramal PE 1NO es el que soporta un mayor flujo vehicular debido, en primer lugar, a lo menos accidentado del terreno en comparación a los ramales que van por la sierra, y en segundo lugar, por poseer ciudades más grandes en su recorrido (Talara, Máncora, Zorritos y Tumbes), ciudades que demandan un mayor flujo de intercambio con el Ecuador.



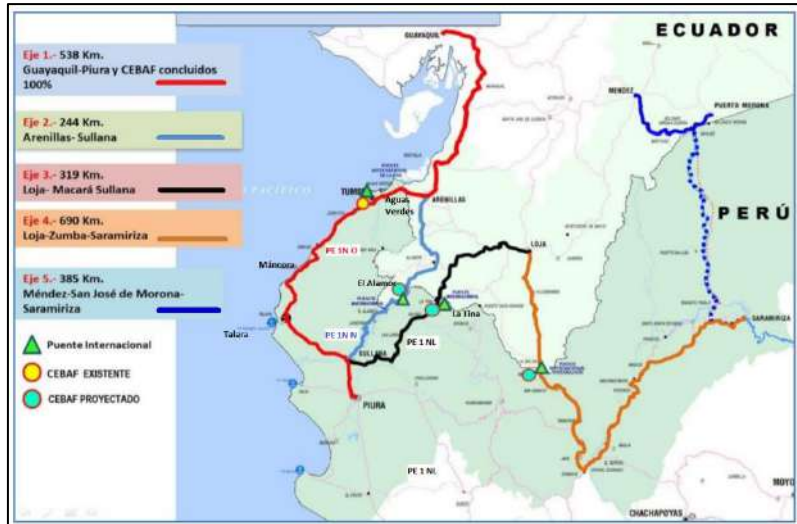


Figura 28: Ramales de la ruta PE 1N y ejes viales de integración binacional Perú-Ecuador . Fuente: Adaptado de Informe del Plan Binacional de Desarrollo Perú-Ecuador, 2015.

Como se puede observar, Mánкора se encuentra en la Ruta PE 1 NO y por lo tanto forma parte del eje vial binacional más importante entre ambos países.

Particularmente, el tramo de la panamericana que atraviesa a la ciudad posee aproximadamente 5 km de longitud y se desarrolla por un terreno plano y sin mayores pendientes.

A continuación, se muestran las principales características geométricas:

- Numero de calzadas: 1
- Número de carriles por calzada: 2 (doble sentido)
- Ancho de calzada: 7.2 m (3.6 m por carril)
- Ancho de berma: inexistente en la ciudad, ha sido ocupado.
- Derecho de vía: Inexistente, ha sido invadido.
- Control de accesos: Inexistente
- Número de puentes: 2
  - Al sur, el puente de la quebrada Cabo Blanco (long. 50 m)
  - Al norte, el puente de la quebrada Fernández (long. (175 m)

Cabe mencionar que el derecho de vía desde Sullana (Piura) a Aguas Verdes (Tumbes), es de 20 m a cada lado del eje de la vía, en zonas no urbanas. (El Peruano, 2005).

#### 4. DIAGNÓSTICO VIAL-URBANO

Para realizar el diagnóstico vial urbano se utilizó una lista de chequeo, tras su realización y procesamiento se comentan los resultados obtenidos.

Tabla 4: Listas de chequeo para el diagnóstico vial urbano en Máncora. Fuente: Adpatado de Lista de Chequeo General ASV a Vías Urbanas, Conaset, 2003.

Lista de Chequeo General Travesía urbana de Máncora, Perú		
ÍTEMS		COMENTARIOS
Aspectos Generales		
1	Aspectos generales	Carretera de 1era clase perteneciente a al red vial nacional y a la vez unica via funcional de la ciudad. Consta de una sola calzada bidireccional con un carril por sentido. Tramo mayormente recto. Para su análisis, ha sido dividido en 9 sectores delimitados por los puentes al inicio y fin de la ciudad y 7 rompemuellas.
2	Entorno de la vía	Centro urbano y zona turística de la ciudad de Máncora.
3	Trabajos Temporales en la vía	No reportados
4	Encandilamiento	Bajo durante el día. Aumenta en la noche por la luz artificial de la ciudad.
5	Reductores de velocidad	7 rompemuellas
6	Áreas Congestionadas	8 de 9 sectores. Fuerte congestión en horas punta.
7	Red Vial	Nacional
8	Áreas de escuela y recreación	A ambos lados de la vía.
9	Consideraciones Medioambientales	Se percibe que el alto flujo vehicular y la congestión emiten grandes cantidades de gases contaminantes en la ciudad.
10	Clasificación de la vía	Carretera de 1era clase. Una calzada bidireccional con un carril de 3.60 m por sentido.
11	Cruces ferroviarios	No
Alineamiento y sección transversal		
12	Visibilidad; distancia de visibilidad	50-70 m (estimada)
13	Diseño de velocidad	100 km/h (estimada)
14	Límite de velocidad / velocidad dividida por zonas	35 km/h, por ser zona urbana
15	Legibilidad para conductores	Regular
16	Anchos	Carril = 3.60 m , Berma = variable (de 0.0 a 1.80 m), Cuneta triangulares y semicirculares de 1.50 m de ancho y 0.50 m de profundidad. Aceras con ancho y alto variable. (Anchos desde los 0.70 m hasta 3.00 m)
17	Pendiente transversal	Bombeo de 2.5%
Pistas Auxiliares		
18	Canalizaciones	Inexistentes
19	Señalización vertical y demarcación	Inexistentes
20	Virajes del Tránsito	A izquierda y derecha
Intersecciones		
21	Visibilidad; distancia de visibilidad	50-70 m (estimada)
22	Regulación y delineación	Inexistentes
23	Diseño	Sin diseño
Señalización vertical e iluminación		
24	Iluminación	Deslumbrante en tramos, por la actividad urbana
25	Aspectos generales de las señales verticales	Se puede perder con elementos del entorno urbano

26	Legibilidad de las señales verticales	Buena
<b>Demarcación y delineación</b>		
27	Línea central, línea de borde y línea de pistas	Borrosas
28	Delineadores retroreflectantes	No
29	Adevertencia y delineación de curvas	Sí
<b>Barreras de contención y entorno de la vía</b>		
30	Puntos duros	Viviendas al lado de la vía.
31	Barreras de contención	Solo en puentes
32	Terminaciones	Enterradas
33	Vallas peatonales	No
34	Visibilidad de barreras y vallas	Buena en puentes
<b>Semáforos</b>		
35	Operación	No hay semáforos
36	Visibilidad	No hay semáforos
<b>Puentes y alcantarillas</b>		
37	Características del diseño	2 puentes: Puente Cabo Blanco de 50 m al oeste de la ciudad. Puente Máncora de 175 m al este de la ciudad.
38	Barreras de contención	Sí
<b>Estacionamientos</b>		
39	Estacionamientos en la calzada	Sí, se usan las bermas como estacionamientos.
40	Playas de estacionamiento	No los suficientes
<b>Cauces de agua e inundaciones</b>		
41	Acumulación de agua, inundaciones	Sí. De acuerdo a los mapas brindados por el municipio, el actual trazo se encuentra en una zona de inundación.
<b>Usuarios de la vía</b>		
42	Peatones	Sí, locales y turistas cruzan constantemente de un lado a otro. Los cruces no están canalizados. No hay pasos de zebra.
43	Ciclistas	Sí. No existe ciclo vía en la ciudad.
44	Discapacitados y personas mayores	Se observaron pocos. No hay facilidades para su movilización. Según lo indicado por pobladores, este sector de la población debe movilizarse en transporte privado pues no existen las condiciones para su correcto desplazamiento.
45	Trasnporte Público	Compuesto por mototaxis y taxis. No existen paraderos implementados para el transporte público. La subida y baja de los vehículos se realiza sobre la calzada lo cual genera congestión.
46	Vehículos menores	Se observan cuatrimotos de playa compartiendo calzada con camiones y buses.
47	Vehículos pesados	Sí, al ser la única vía de paso hacia y desde el Ecuador y Colombia, los camiones de comercio y buses de viaje internacional pasan por el centro urbano.
<b>Acceso y desarrollos adyacentes</b>		
48	Líneas de edificación	Muy próximas a la carretera, en algunos sectores tan solo los separa una vereda improvisada de 1 m de ancho.
49	Áreas de carga y descarga	Próximos a la carretera, contribuyen a la congestión.
<b>Varios</b>		
50	Vehículos errantes	Los vehículos que se salgan imprevistamente de la vía impactarían contra locales de comercio y viviendas dada su proximidad.

#### **4.1. El problema de identidad**

El casco urbano antiguo de la ciudad, correspondiente en su mayoría a los primeros asentamientos de pescadores, se ubica en los márgenes de la vía y a partir de ellos se ha dado la expansión urbana.

La situación actual de la carretera se resume en que esta se ha convertido en una travesía. Es decir, es una vía que soporta tráfico de paso a la vez que tráfico local. El volumen de tránsito de paso se encuentra en su mayoría conformado por autos y buses que brindan servicios de transporte entre otras localidades de la zona, así como por camiones de mercancías y productos agrícolas. Por otro lado, la Panamericana constituye también la vía principal que articula los distintos barrios de la ciudad. Debido a ello, el transporte doméstico, conformado por vehículos menores (principalmente mototaxis y motos lineales), la usa como vía principal. Es aquí, que se genera un problema de identidad en la carretera, la pregunta sobre quien realmente tiene preferencia a lo largo de su recorrido.

La problemática de la interacción ciudad carretera genera otros distintos problemas, dependiendo si se la analiza desde el punto de vista de una o de la otra. La solución, sin embargo, debe ser tal que permita reducir los efectos para ambos.

La naturaleza ambigua de la travesía de Máncora ya tienen un impacto en la trama urbana y repercute en cuanto a la distribución espacial de la pobreza. A lo largo de las visitas a la zona de trabajo se pudo atestiguar la existencia de segregación urbana a través de grandes contrastes entre las zonas de la ciudad. Similar apreciación realizó el consorcio que elaboró el PDU.

Por un lado, en la zona sur de la urbe, se puede hallar infraestructura muy sofisticada y con todo tipo de servicios. Se trata de la zona donde se da la concentración del sector turístico orientado a sectores medio y altos.

Por otro lado, en la zona central de la ciudad, se encuentra una oferta de servicios destinada más bien a turistas de sectores medios nacionales y extranjeros. En este sector de la ciudad, las viviendas han sido construidas con material noble y cuentan en general con alcantarillado y abastecimiento regulado de agua. No todas las pistas se encuentran asfaltadas pero dada su ubicación frente a un ensanche natural de la playa en ese sector, posee el potencial para sofisticar la oferta turística y de servicios.

En el otro extremo, se encuentra la zona norte de la ciudad. La oferta turística en esta zona es poca o casi nula. Se trata de una zona mayoritariamente residencial con una población que padece de carencias de servicios de agua y de alcantarillado. Como se verá más adelante, muchas de estas poblaciones se encuentran en zonas vulnerables propensas a desastres naturales y focos infecciosos por la cercanía de botaderos informales de basura.

Esta distribución se debe en parte a que no existe una vía netamente urbana que articule todas las zonas de la ciudad. En este sentido, la travesía urbana de Máncora es en la práctica percibida como una carretera para vehículos de paso y no como una vía integradora de la urbe.

#### **4.2. La problemática de la ciudad partida en dos**

Al recorrer la ciudad queda claro que el principal punto de atracción lo constituyen las playas del litoral. Sin embargo, los turistas que acuden las playas, sean ellos nacionales o extranjeros, e incluso locales, requieren de productos y servicios tales como comida, hospedaje y banca financiera. Del otro lado, el ciudadano local requerirá con mayor frecuencia de otro tipo de servicios como educación, salud y acceso a las instituciones de su localidad (municipalidad, comisarias, etc.).

La geografía y el trazo de la panamericana ha configurado una ciudad principalmente lineal, por lo que todas estas instituciones, centros de salud, empresas de transporte y alojamiento, han tenido que distribuirse el espacio a ambos lados de la carretera. La situación es entonces, que existe una constante necesidad de cruzar de un lado al otro de la ciudad, el obstáculo: una carretera por la que los conductores desean viajar a altas velocidades.



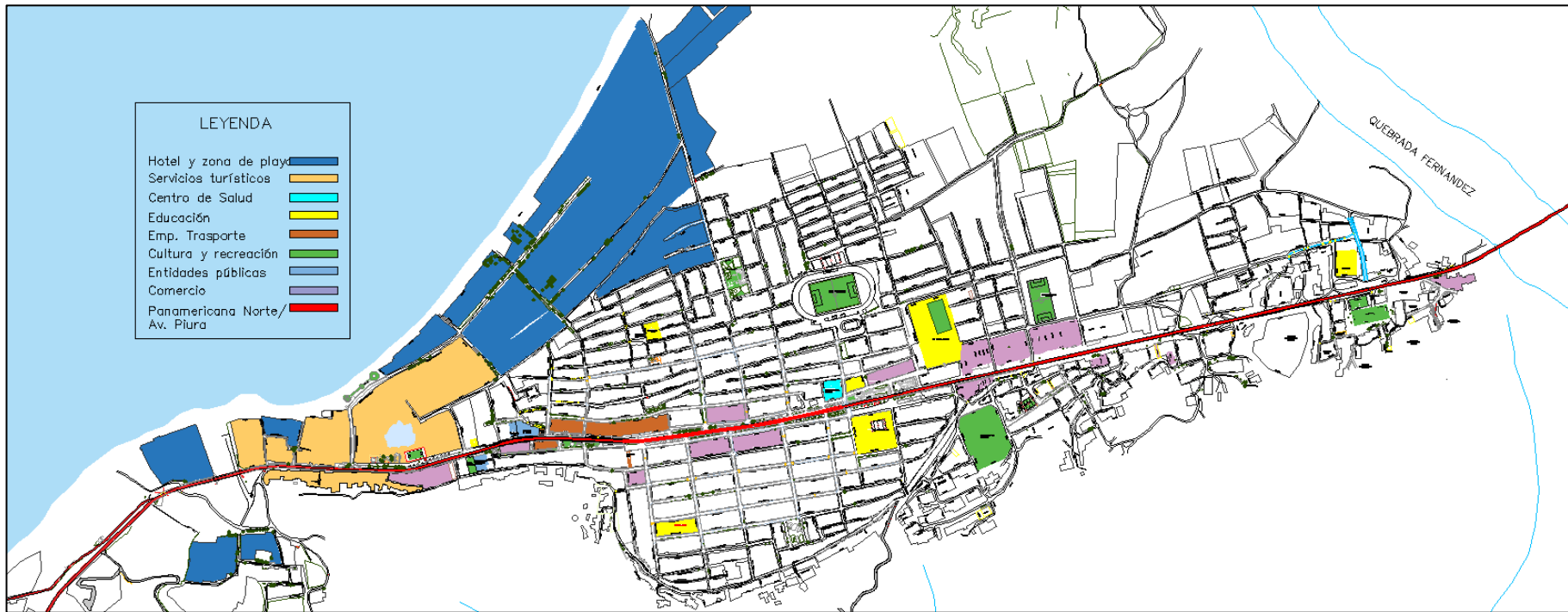


Figura 29: Principales puntos de atracción en Máncora. Fuente: Propia.

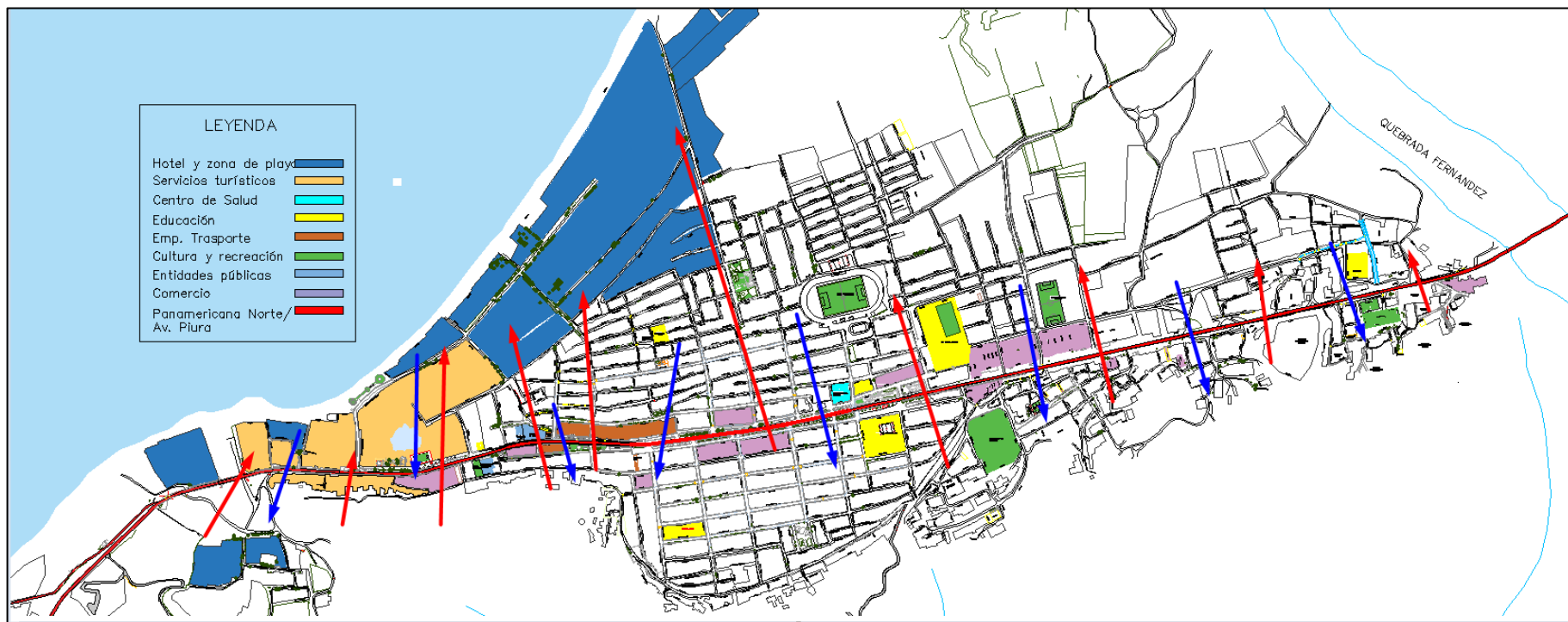


Figura 30: Representación de cruce peatonal en la vía.. Fuente: Propia.

La figura anterior, muestra los principales puntos de atracción en la ciudad. Las flechas rojas y azules representan, a grandes rasgos, los desplazamientos de los peatones en función a la distribución de los puntos de atracción.

Dada la gran cantidad de peatones cruzando constantemente la carretera, se han implementado soluciones de bajo costo que en principio protegen la vida de los peatones, pero generan retraso a los vehículos, tales como los reductores de velocidad (rompemuelles).





Figura 31: Puentes y rompe muelles en la ciudad. Fuente: Propia.

Estos reductores de velocidad, sin embargo, no garantizan la prioridad de paso al peatón que intenta cruzar desde un lado hacia el otro la carretera (bidireccional, dicho sea de paso) que tampoco cuenta con islas o mediana. A continuación, se muestra una tabla que toma en cuenta los tiempos que toma cruzar la ciudad en las zonas de rompe muelles a distintas horas del día.

Tabla 5: Tiempo de cruce peatonal en rompe mulles de la ciudad (en segundos). Fuente: Propia

Tiempo de cruce peatonal (usuario común), en segundos						
Hora	7:00 a. m.	9:00 a. m.	12:00 a. m.	2:00 p. m.	16:00 p. m.	18:00 pm
Reductor de velocidad 1	75	35	58	62	30	69
Reductor de velocidad 2	127	43	87	85	32	139
Reductor de velocidad 3	171	54	88	94	35	165
Reductor de velocidad 4	180	57	125	125	35	185
Reductor de velocidad 5	145	43	130	145	32	167
Reductor de velocidad 6	66	28	46	45	25	65
Reductor de velocidad 7	63	29	37	34	26	61

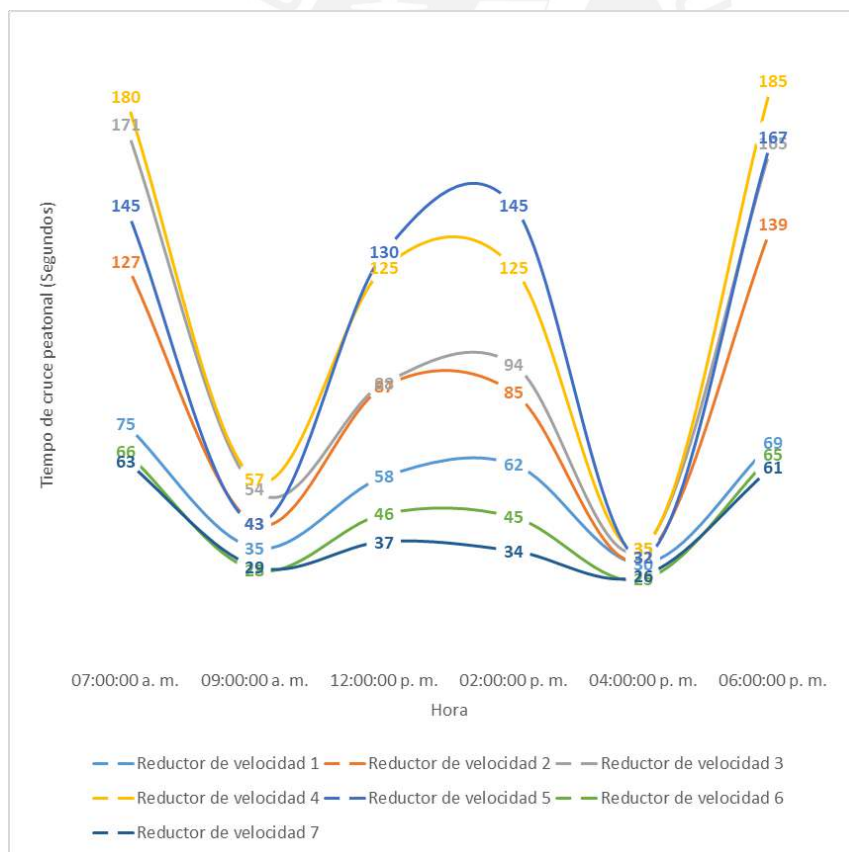


Figura 32: Gráfica de tiempo de cruce peatonal en rompe muelles. Fuente: Propia.



Figura 33: Uso de bermas y cunetas como estacionamientos. Fuente: Propia.



Figura 34: Peatón cruzando la travesía de MÁNCORA. Fuente: propia.

### **4.3. Problemas de accesibilidad**

La travesía de Mancora esta mucho mas pensada para el vehículo que para el peaton. Así, se pudo observar la falta de aceras de un ancho adecuado (en algunos sectores ni siquiera hay aceras), la falta de pasos de zebra, la falta de rampas para personas con movilidad limitada, y la inexistencia de islas de refugio en el medio de la vía.

De forma similar, se nota la prácticamente inexistencia de paraderos para el transporte publico, principalmente conformado por mototaxis, razón por la que muchas veces el peaton debe caminar varias distancias en busca de un vehiculo que lo transporte a su destino. Por otro lado, la falta de paraderos definidos también genera que los vehículos se detengan a recoger o dejar pasajeros en la berma de la vía, o incluso en la propia vía cuando, en los sectores donde no hay bermas.

### **4.4. La problemática de las zonas de expansión urbana**

Otra problemática observada en la zona tiene que ver con las zonas de expansión urbana. Dado que los dos principales focos de atracción para la expansión urbana (el litoral y la carretera, se encuentran cercanamente juntas una de otra, y la imposibilidad de acceso a las colinas del este de la ciudad por falta de un acceso seguro, la ciudad está creciendo hacia la zona norte. El problema de este crecimiento, más bien por descarte, como se ya se ha comentado en acápite anteriores, es que en dicha área se hallan zonas de protección ecológica. Ya el Plan de desarrollo urbano de la ciudad anuncia dicha expansión sin precisar exactamente la forma en que protegerá las zonas naturales, particularmente la albufera que posee un enorme potencial turístico.

Ciudades en otras partes del mundo, con un litoral costero atractivo como el de Máncora, conservan de la mejor forma posible sus playas. La razón resulta bastante lógica: el turismo representa el principal motor económico de la ciudad. De esta forma, ingresa un tercer elemento a la interacción de la carretera y la ciudad: el litoral costero.

La cercanía de la carretera al litoral costero y la falta de una vía de acceso que genere expectativas de crecimiento urbano lejos de la zona norte ecológica, constituye en sí misma una problemática adicional a considerar.

#### **4.5. Pérdida de capacidad y velocidad en la carretera**

Ya se ha mencionado como la presencia de peatones en la carretera ha llevado a las autoridades a colocar reductores de velocidad (rompe muelles), y se ha mostrado como esta solución no resulta eficiente para las personas que intentan cruzar la ciudad.

Para el caso de la carretera y los usuarios vehiculares, la presencia de reductores de velocidad no hace más que reducir la velocidad de marcha en la carretera que ya se encontró con tráfico en la ciudad de Órganos a 13 km al sur de Máncora. Esto cuando hay congestión. Cuando no la hay, la velocidad se reduce solo en los rompemuelles, en los tramos intermedios los vehículos aceleran buscando recuperar velocidad lo cual es aun más peligroso.

Existen, además, otros factores que reducen la sensación de comodidad y preferencia de uso que normalmente tienen los vehículos en una carretera. Estos factores tienen que ver principalmente con la degradación de las características geométricas en la sección transversal de la vía, estas son, la ocupación del derecho de vía y el uso de las bermas como estacionamiento.

Respecto al derecho de vía, este ha sido ocupado prácticamente en su totalidad por distintos comercios y viviendas ya consolidadas lo cual dificultaría una posible expropiación. En cuanto a las bermas e incluso cunetas, donde aún existan, ambas se han convertido en estacionamientos para los vehículos de los turistas que acuden a la ciudad, y general para cualquier vehículo que desea hacer alguna parada en su recorrido. Más aun, distintas empresas de transporte interprovincial, se encuentran instaladas a lados de la vía. El constate ingreso y salida de estos grandes vehículos genera un tráfico adicional en la zona.



Figura 35: Derecho de vía completamente ocupado. Fuente: Propia.



Figura 36: Señal de reducir velocidad a 35 kph al ingreso norte de la ciudad.. Fuente: Propia.



Figura 37: Toma de dimensiones de cunetas en centro urbano de Máncora. Fuente: Propia.

Un tercer factor que contribuye a la reducción de la velocidad, en comparación con tramos no urbanos de la carretera panamericana norte, es el alto tránsito de vehículos urbanos locales. Estos vehículos sirven de transporte para los desplazamientos dentro de la ciudad, y como se ha señalado, usan la panamericana como vía principal dada la falta de vías paralelas que puedan reemplazarla en su función. Este tránsito local se encuentra en su mayoría conformado por mototaxis y motos lineales que poco o nada respetan las normas de tránsito. Por otro lado, la malla cuadriculada de la ciudad está colmada de intersecciones en "T" que llevan vehículos de transporte urbano hacia la carretera. Muchas veces el ingreso hacia la panamericana en este tipo de intersecciones se realiza sin respetar la prioridad, que, por norma, poseen los vehículos que transitan por la vía principal de la "T".

A fin de mostrar la influencia de la ciudad en la velocidad de la carretera, se ha registrado la velocidad promedio entre los subtramos determinados por los puentes y los rompe muelles. El horario seleccionado fue en la mañana de 7:00 am a 6:00 pm donde se observó mayor congestión.



Figura 38: Puente 1: Puente Cabo Blanco en la entrada sur de Máncora. Fuente: Propia.



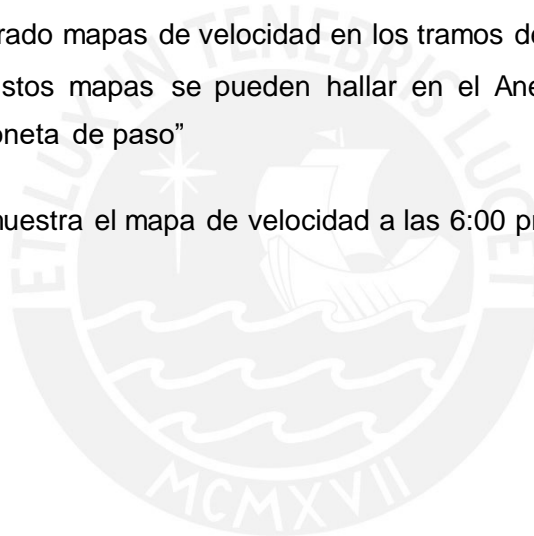
Figura 39: Puente 2: Puente Máncora en la salida norte de la ciudad. Fuente: Propia.

Tabla 6: Velocidad promedio de vehículo ligero entre subtramos . Fuente: Propia.

Subtramos /Hora	Intervalos de Velocidad km/h					
	7:00 a.m.	9:00 a. m.	12:00 p. m.	2:00 p. m.	4:00 p. m.	6:00 p. m.
Puente1 -1	30-35	35-40	30-35	30-35	35-40	30-35
1-2	25-30	30-35	30-35	30-35	35-40	25-30
2-3	15-20	30-35	20-25	20-25	30-35	15-20
3-4	20-25	25-30	25-30	20-25	30-35	20-25
4-5	25-30	30-35	25-30	25-30	30-35	25-30
5-6	25-30	30-35	30-35	30-35	30-35	25-30
6-7	30-35	35-40	30-35	30-35	35-40	30-35
7-Puente 2	30-35	35-40	30-35	35-40	40-60	35-40

Del análisis se han elaborado mapas de velocidad en los tramos de la carretera para cada hora de estudio. Estos mapas se pueden hallar en el Anexo C “Mapas de velocidad para una camioneta de paso”

A modo de ejemplo, se muestra el mapa de velocidad a las 6:00 pm.





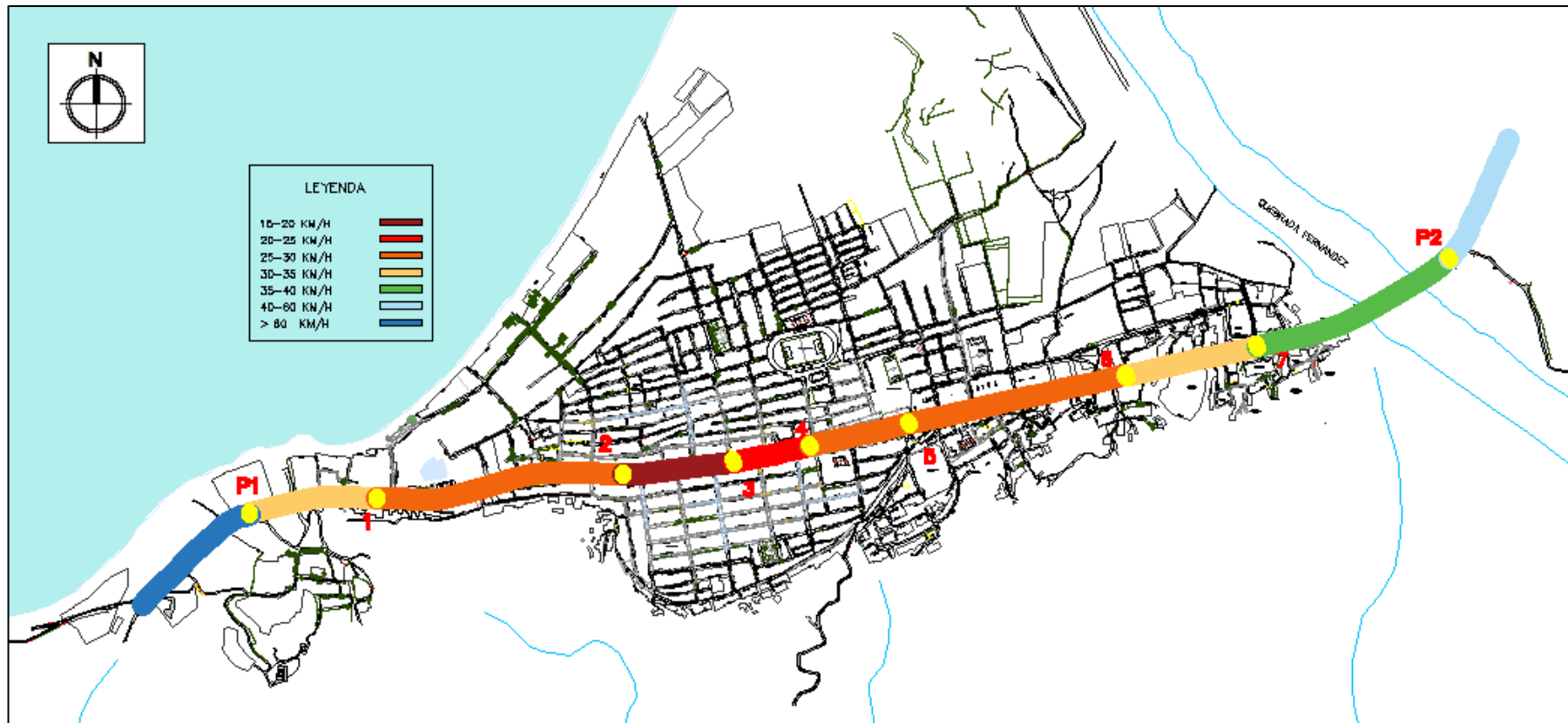


Figura 40: Velocidades por subtramos de la travesía a las 6:00 pm de un día normal. Fuente Propia.

## 5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA DE EVITAMIENTO

### 5.1. Generalidades

En capítulos anteriores, se ha señalado el potencial de atracción que poseen las carreteras y en particular las variantes y vías de evitamiento. De acuerdo a ello, el diseño de la carretera seguirá las recomendaciones del Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG 2018; pero, además, tomará consideraciones adicionales propias del contexto de la ciudad que se desea “evadir”.

La práctica usual en el diseño de carreteras consiste en elaborar 3 propuestas para el trazo de la ruta. Para la presente tesis, se plantea proponer 2 trazos distintos entre sí, compararlos y evaluar el mejor, y plantear el tercer trazo con fines de comparación cualitativa y cuantitativa para evaluar el desempeño de las rutas diseñadas.

### 5.2. Parámetros urbanos

De las consideraciones que se deben tener en el diseño de una variante, el más importante radica en que tanto se debe alejar esta de la ciudad.

Por un lado, se ha visto que el conflicto generado por la superposición de intereses tiene como protagonista al tráfico de paso que desea desplazarse a altas velocidades. Por lo tanto, el objetivo de trazar la nueva ruta deberá procurar, en la medida que sea posible, que esta sea usada exclusivamente por tránsito de paso. Como se ha señalado en capítulos anteriores, Herce comprobó que a mayor alejamiento de la variante su uso como vía redistribuidora de accesos (vía de circunvalación) se hace disuasivo por lo que el uso de la variante queda exclusivamente limitado al tráfico de paso.

Por otro lado, Herce (1995) también ha referido la relación entre el % de ahorro de tiempo y el % de alargamiento de recorrido en ciudades francesas. Al respecto cita al estudio “Desviation d’agglomeration: un bilan sur 20 cas” de la CETE Mediterranee donde señala que a porcentajes de alargamiento de recorrido 60% superior al trazo original, se producen un porcentaje de incremento de tiempo de viaje en lugar de un ahorro del mismo, a pesar de poseer una mayor velocidad.

**Tabla 7:** Relación del porcentaje de alargamiento del recorrido en la variante con el porcentaje de ahorro de tiempo. Fuente: Elaborado a partir de "Variante de carretera y forma de ciudad", Herce 1995.

% alargamiento de recorrido	% ahorro de tiempo
0	33
20	20
40	10
60	0

Así mismo, se ha encontrado conveniente incluir en la línea de parámetros urbanos las recomendaciones del Reglamento Nacional de Tránsito. Al respecto, el artículo 162 señala que el límite máximo de velocidad para vías expresas es 80 km/h, y artículo 164 señala que vías que circunvalen a las ciudades tendrán como límite máximo 60 km/h.

Como se ha mencionado, se desea que la variante a diseñar no posea características de una vía de circunvalación (distribuidora de accesos) por lo que la velocidad máxima de acuerdo a los parámetros urbano a tomar en cuenta será 80 km/h.

Consideraciones adicionales a tener en cuenta, tratándose de una carretera urbana, tienen que ver con el peralte y la sección típica de la zona. Consideraciones que pueden ser atendidas desde las recomendaciones del Manual de carreteras DG 2018.

### **5.3. Parámetros de ingeniería**

En cuanto a los parámetros de ingeniería, en esta sección se hará referencia a las nomenclaturas y recomendaciones del Manual de carreteras DG 2018.

#### **5.3.1. Clasificación de la carretera**

##### **5.3.1.1. Por su demanda**

El primer punto con el que se inicia el diseño geométrico de una carretera consiste en clasificarla de acuerdo a su demanda; es decir, en función al volumen del tránsito que transita y transitará en la vía.

Dado que se desea diseñar una vía de evitamiento, es importante conocer el volumen de carros tanto a la salida como a la entrada de la ciudad, más que el propio volumen que soporta la ciudad en su interior, ya que los primeros representan el tránsito de paso que se desea utilicen la variante.

En capítulos anteriores se ha señalado que el IMDA en la zona urbana de Máncora superaba ya los 17 000 veh/día en el año 2016. Con respecto al volumen en las zonas de entrada y salida, el ingeniero de tránsito David Valvere Ybarguen (2016) realizó un estudio de demanda vehicular en la zona de Máncora y Órganos. En aquel estudio, se determinó que el volumen de tránsito registrado en la estación ubicada en las proximidades de Órganos es mucho mayor que la registrada en las proximidades de ingreso a Punta Sal. En el diseño de la variante se utilizará el volumen registrado en las proximidades de Órganos por representar un valor crítico que permitirá cumplir los parámetros del resto de la vía.

A continuación, se muestra el detalle de los resultados del conteo realizado en la estación C 006 ubicada a la salida de Órganos, conteo realizado por el ingeniero David Velarde. El documento original se encuentra en el Anexo D “Conteo vehicular en estación C006”.

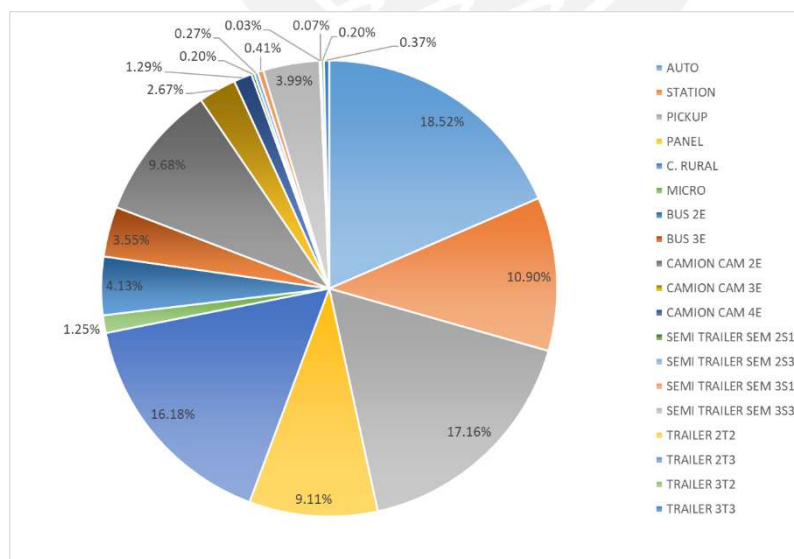


Figura 41: Composición vehicular del tramo órganos Máncora. Fuente: Estudio del tráfico (David Valverde)

Diseño geométrico de una vía de evitamiento en Máncora de acuerdo al contexto físico y urbano de la ciudad 63

Cod. Estacion:		C006																					
Estacion:		Los Organos																					
Tramo:		Mancora-Los Organos																					
Ubicación:		A la salida de Los Organos																					
Peaje Factor de Correccion:		CANCAS																					
Factor de Correccion Ligeros:		1.01066																					
Factor de Correccion Pesados:		1.10016																					
HORAS	SENTIDO	AUTO	STATION	PICKUP	PANEL	C. RURAL	MICRO	BUS 2E	BUS 3E	CAM 2E	CAM 3E	CAM 4E	SEM 2S1	SEM 2S3	SEM 3S1	SEM 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	TOTAL	%	
(00-01)	Entrada	5	1	3	0	2	0	2	1	3	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	24	48.00%
	Salida	3	2	1	1	2	0	1	6	3	2	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	26	52.00%
(01-02)	Entrada	2	1	0	1	1	0	1	1	4	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	16	53.33%
	Salida	1	1	1	0	1	1	1	1	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	14	46.67%
(02-03)	Entrada	1	1	1	0	1	0	2	4	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	16	51.61%
	Salida	2	1	1	1	1	0	1	6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	48.39%
(03-04)	Entrada	1	1	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	11	50.00%
	Salida	1	1	1	1	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	11	50.00%
(04-05)	Entrada	2	1	1	0	2	0	1	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	16	50.00%
	Salida	2	2	2	0	1	0	5	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16	50.00%
(05-06)	Entrada	2	2	3	0	5	1	1	5	4	2	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	30	55.56%
	Salida	2	4	5	1	1	1	6	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	24	44.44%
(06-07)	Entrada	4	7	6	0	10	1	0	2	6	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	44	49.44%
	Salida	6	4	9	4	8	2	4	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	45	50.56%
(07-08)	Entrada	7	11	15	3	18	1	3	2	5	3	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	74	50.68%
	Salida	12	4	17	8	15	1	3	0	7	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	72	49.32%
(08-09)	Entrada	8	12	5	13	0	2	3	10	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	71	54.20%
	Salida	11	2	12	7	14	1	3	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	45.80%
(09-10)	Entrada	10	12	15	4	10	1	4	6	12	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	78	54.55%
	Salida	14	5	13	9	10	2	1	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	45.45%
(10-11)	Entrada	17	11	16	8	15	0	2	4	8	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	86	49.43%
	Salida	19	9	15	15	14	1	2	2	9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	88	50.57%
(11-12)	Entrada	25	15	18	10	17	1	4	4	9	2	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	110	56.99%
	Salida	18	8	17	9	13	1	4	1	8	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	83	43.01%
(12-13)	Entrada	17	13	18	9	14	1	3	1	8	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	89	47.34%
	Salida	22	12	21	7	19	1	4	1	9	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	99	52.66%
(13-14)	Entrada	19	13	18	9	15	2	5	2	10	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	96	48.73%
	Salida	23	15	17	10	17	1	4	2	7	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	101	51.27%
(14-15)	Entrada	23	9	14	9	16	1	5	2	8	2	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	94	50.54%
	Salida	18	14	14	7	16	0	4	2	10	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	92	49.46%
(15-16)	Entrada	22	13	15	7	14	1	4	2	6	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	89	52.35%
	Salida	19	12	12	8	13	0	3	1	7	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	81	47.65%
(16-17)	Entrada	21	11	16	12	12	1	4	3	15	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	98	48.28%
	Salida	18	16	19	11	15	0	4	3	11	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	105	51.72%
(17-18)	Entrada	19	13	19	10	17	2	4	1	11	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	101	47.64%
	Salida	18	14	19	5	20	1	4	8	9	6	0	1	0	0	5	0	0	0	1	1	111	52.36%
(18-19)	Entrada	13	8	15	9	15	1	2	0	6	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	73	42.44%
	Salida	17	9	18	7	18	1	3	4	14	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	99	57.56%
(19-20)	Entrada	10	6	16	10	14	1	5	2	6	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	74	46.54%
	Salida	14	8	13	9	15	1	3	2	9	3	2	0	0	0	1	5	0	0	0	0	85	53.46%
(20-21)	Entrada	11	2	11	9	12	1	4	2	5	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	62	47.69%
	Salida	13	4	12	5	13	1	1	1	6	1	1	1	1	1	6	0	0	0	1	0	68	52.31%
(21-22)	Entrada	10	3	9	5	8	1	4	1	5	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	50	46.73%
	Salida	11	3	8	4	8	2	0	2	8	2	2	0	1	0	5	0	0	1	0	0	57	53.27%
(22-23)	Entrada	12	2	5	5	5	1	4	0	4	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	42	43.30%
	Salida	9	2	5	5	4	0	0	7	6	3	3	1	0	0	8	0	0	1	1	1	55	56.70%
(23-24)	Entrada	6	2	4	3	3	1	3	2	4	3	1	0	0	1	2	0	0	0	1	0	36	46.15%
	Salida	7	1	5	4	3	0	1	3	4	2	4	1	0	0	4	0	0	1	2	4	42	53.85%
<b>IMDA</b>	Entrada	266	171	250	131	237	18	63	52	142	38	18	2	3	6	55	1	1	3	5	1462	49.49%	
	Salida	281	151	257	138	241	19	59	53	144	41	20	4	5	6	63	0	1	3	6	1492	50.51%	
	Ambos	547	322	507	269	478	37	122	105	286	79	38	6	8	12	118	1	2	6	11	2954	100.00%	
	%		18.52%	10.90%	17.16%	9.11%	16.18%	1.25%	4.13%	3.55%	9.68%	2.67%	1.29%	0.20%	0.27%	0.41%	3.99%	0.03%	0.07%	0.20%	0.37%	100.00%	

Tabla 8: IMDA al año 2016 en la estación C 006. Fuente: Estudio de tráfico (David Valverde, 2016)

Como se observa, al 2016 el IMDA en la zona crítica del tramo es de 2954 veh/día. Valor que corresponde a una clasificación de carretera de primera clase, que tal como se ha señalado, no se corresponde adecuadamente con las características geométricas de la sección actual.

En orden de plantear un diseño sostenible en tiempo, y que sea útil al menos durante el periodo de vida útil del proyecto, se deberá proyectar este IMDA a 20 años a partir del año de realización de la presente tesis: 2020. Por lo tanto, el volumen de tránsito utilizado para el diseño será el que se obtenga de proyectar el IMDA base al 2040. El Manual de carreteras DG 2018 recomienda utilizar la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0 * (1 + T_c)^n$$

Donde:

Pf: tránsito final

Po: tránsito inicial (año base)

Tc: tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo

n: año a estimarse

Así mismo, señala que para vehículos livianos la tasa de crecimiento está relacionada a la tasa de crecimiento de la población, mientras que la tasa de crecimiento para vehículos pesados (camiones) está relacionada a la tasa de crecimiento de la economía.

En capítulos anteriores se expuso a la tasa de crecimiento en las regiones de Piura y Tumbes, regiones que ejercen una fuerte influencia sobre la ciudad de Máncora.

Tabla 9: Tasas de PBI y de población en Tumbes y Piura.

Fuente: INEI 2017.

Región	Tasa PBI	Tasa Población
Piura	4.0%	1.0%
Tumbes	4.8%	1.2%
<b>Crítico</b>	<b>4.8%</b>	<b>1.2%</b>

A fin de ser conservadores, y dado que no se está tomando en cuenta a la población flotante extranjera en la ciudad, producto del turismo, se tomará las tasas más críticas de PBI y de población en las dos regiones mencionadas. Así, para proyectar el crecimiento de vehículos livianos se utilizará un Tc de 1.2%, mientras que para la proyección de vehículos pesados se usará un Tc de 4.8 %.

De los resultados de aplicar la fórmula de proyección se tiene:

Tabla 10: IMDA proyectado hasta el año 2040. Fuente: Elaboración propia.

AÑO/TIPO	AUTO	STATION	PICKUP	PANEL	C. RURAL	MICRO	BUS 2E	BUS 3E	CAMION			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
									CAM 2E	CAM 3E	CAM 4E	SEM 2S1	SEM 2S3	SEM 3S1	SEM 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Tasa de crecimiento Tc %	1.20%	1.20%	1.20%	1.20%	1.20%	1.20%	1.20%	1.20%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	4.80%	
2016	547	322	507	269	478	37	122	105	286	79	38	6	8	12	118	1	2	6	11	2954
2017	554	326	513	272	484	37	123	106	300	83	40	6	8	13	124	1	2	6	12	3010
2018	560	330	519	275	490	38	125	108	314	87	42	7	9	13	130	1	2	7	12	3069
2019	567	334	525	279	495	38	126	109	329	91	44	7	9	14	136	1	2	7	13	3126
2020	574	338	532	282	501	39	128	110	345	95	46	7	10	14	142	1	2	7	13	3186
2021	581	342	538	286	507	39	129	111	362	100	48	8	10	15	149	1	3	8	14	3251
2022	588	346	545	289	513	40	131	113	379	105	50	8	11	16	156	1	3	8	15	3317
2023	595	350	551	292	520	40	133	114	397	110	53	8	11	17	164	1	3	8	15	3382
2024	602	354	558	296	526	41	134	116	416	115	55	9	12	17	172	1	3	9	16	3452
2025	609	358	564	299	532	41	136	117	436	120	58	9	12	18	180	2	3	9	17	3520
2026	616	363	571	303	539	42	137	118	457	126	61	10	13	19	189	2	3	10	18	3597
2027	624	367	578	307	545	42	139	120	479	132	64	10	13	20	198	2	3	10	18	3671
2028	631	372	585	310	552	43	141	121	502	139	67	11	14	21	207	2	4	11	19	3752
2029	639	376	592	314	558	43	142	123	526	145	70	11	15	22	217	2	4	11	20	3830
2030	646	381	599	318	565	44	144	124	551	152	73	12	15	23	227	2	4	12	21	3913
2031	654	385	606	322	572	44	146	126	578	160	77	12	16	24	238	2	4	12	22	4000
2032	662	390	614	326	579	45	148	127	606	167	80	13	17	25	250	2	4	13	23	4091
2033	670	394	621	329	585	45	149	129	635	175	84	13	18	27	262	2	4	13	24	4179
2034	678	399	628	333	592	46	151	130	665	184	88	14	19	28	274	2	5	14	26	4276
2035	686	404	636	337	600	46	153	132	697	193	93	15	19	29	288	2	5	15	27	4377
2036	694	409	644	341	607	47	155	133	730	202	97	15	20	31	301	3	5	15	28	4477
2037	703	414	651	346	614	48	157	135	766	211	102	16	21	32	316	3	5	16	29	4585
2038	711	419	659	350	621	48	159	137	802	222	107	17	22	34	331	3	6	17	31	4696
2039	720	424	667	354	629	49	161	138	841	232	112	18	24	35	347	3	6	18	32	4810
2040	728	429	675	358	636	49	162	140	881	243	117	18	25	37	364	3	6	18	34	4923

Se observa que para el año 2039, el IMDA proyectado es de 4810 veh/día, lo cual corresponde a una autopista de segunda clase.

### 5.3.1.2. Por la orografía

Dado que no es parte del alcance de la presente tesis realizar un levantamiento topográfico, se ha optado por emplear el software de ingeniería Global Mapper 20.0.

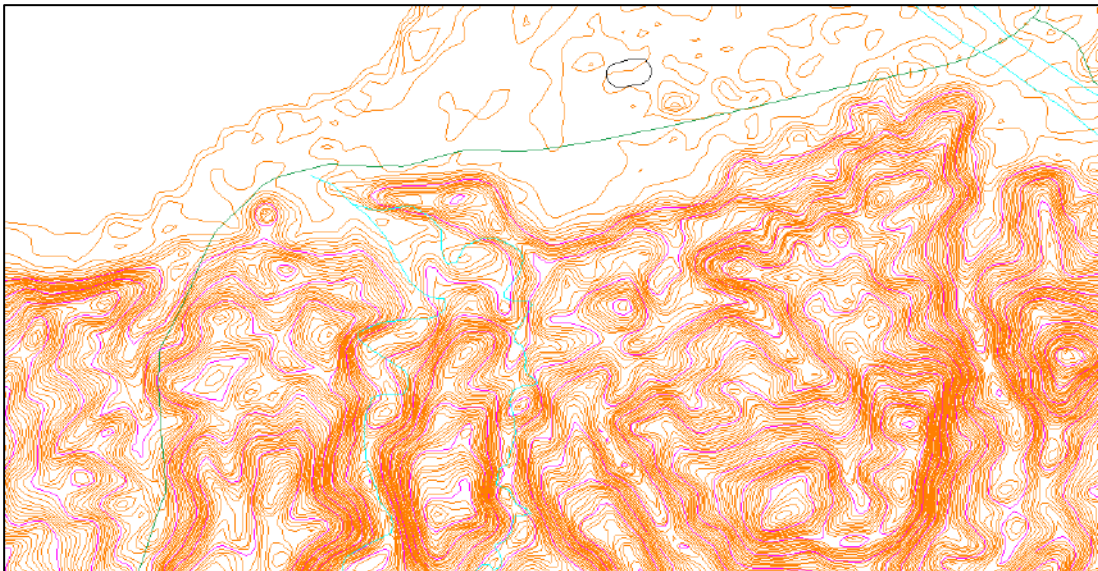


Figura 42: Mapa topográfico de la zona de trabajo. Fuente: Adaptado de Global Mapper.

De acuerdo a la consideración de parámetros urbanos, las posibles rutas deberán ser trazadas sobre las colinas del oeste de la ciudad. Aquí, la pendiente transversal más crítica tiene un valor de 46% por lo que se clasifica a la zona como terreno ondulado.

### 5.3.2. Vehículo de diseño

El estudio de tráfico señala que el vehículo más grande que actualmente circula por la zona es el tráiler tipo T3S3 de 20.50 m de largo. El equivalente AASHTO a dicho vehículo es el modelo WB-62 cuyas dimensiones se usarán para el cálculo y verificación del sobrecancho.



Tabla 11: Características del vehículo T3S3. Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos (MTC,2003).

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )
T3Se3		20,50

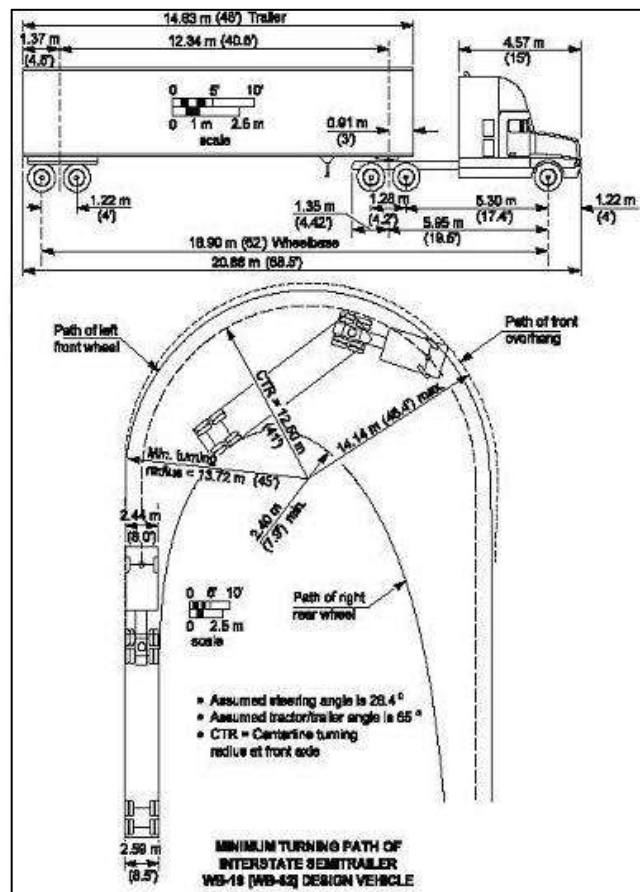


Figura 43: Dimensiones y trayectoria de giro para semitrailer inter estatal(wb-62). Fuente: AAHSTO.



Ingresando a autopista de segunda clase con orografía ondulada se tiene un rango de velocidades de diseño que va desde 60 km/h hasta 100 km/h. Siendo coherentes con lo señalado en los parámetros urbanos, y tomando en cuenta que la velocidad de marcha de los vehículos suele ser mayor a la de diseño, se seleccionará 80 km/h como la velocidad de diseño para la variante.

### 5.3.4. Distancia de visibilidad

A fin de garantizar una adecuada visibilidad hacia adelante del conductor que le permita realizar las maniobras necesarias en su recorrido, el Manual de carreteras toma en cuenta distintas distancias de visibilidad.

#### 5.3.4.1. Distancia de visibilidad de parada (Dp)

Corresponde a la distancia que permite al conductor frenar con seguridad antes de llegar a un obstáculo en la vía.

El manual de carreteras Dg 2018 propone dos metodologías para el cálculo de la distancia de parada.

El primero es a través de la siguiente fórmula,

$$D_p = 0.278 \cdot V \cdot t_p + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

Donde:

- $D_p$  : Distancia de parada (m)
- $V$  : Velocidad de diseño (km/h)
- $t_p$  : Tiempo de percepción + reacción (s)
- $a$  : deceleración en  $m/s^2$  (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

Generalmente  $t_p$  toma un valor de 2.5 segundos.

Así mismo, muestra valores de visibilidad de parada de acuerdo a la pendiente y a la velocidad de diseño en la siguiente tabla.

Tabla 13: Distancia de visibilidad de parada con pendiente.

Fuente: Manual de carreteras DG 2018.

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Para la velocidad de diseño escogida, la visibilidad de parada tiene un rango que va desde 136 m hasta 114 m; sin embargo, como se verá más adelante, la pendiente máxima del proyecto será 5% por lo que la  $D_p$  queda limitada entre 133 y 110.

#### 5.3.4.2. Distancia de visibilidad de adelantamiento ( $D_a$ )

Este es un parámetro que no se tomará en cuenta dado que se trata de vías de calzadas separadas.

#### 5.3.5. Longitud de tramos en tangente

La norma sugiere emplear valores de longitud mínima y máxima para curvas en "s" o curvas en "o", de acuerdo a la siguiente relación.

Tabla 14: Longitud en tangente mínima y máxima para el proyecto. Fuente: Adaptado de Manual de Carreteras DG 2018.

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

### 5.3.6. Radio Mínimo

La norma recomienda emplear la siguiente fórmula para el cálculo de los radios mínimos.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (P_{\max} + f_{\max})}$$

AASHTO sugiere emplear un  $f_{\max}$  de 0.14 para una velocidad de 80 kmph. Por otro lado, el peralte máximo en área de atravesamiento de zona urbana (o futuro atravesamiento, en este caso) corresponde a 6% de acuerdo a la tabla 304.05 del Manual de Carreteras DG 2018.

Usando la fórmula citada, se obtiene un radio mínimo de 252 m siendo redondeado a 255m.

### 5.3.7. Curvas de transición

A fin de evitar discontinuidades entre los tramos tangentes y curvas del trazo, se colocan curvas de transición en forma de espirales. Estos elementos, permiten además una transición suave entre el bombeo de tramos tangentes y los peraltes de las curvas circulares.

Las clotoides se definen de acuerdo a la ecuación de Euler.

$$R L = A^2 \dots (*)$$

Dónde:

- R : radio de curvatura en un punto cualquiera.
- L : Longitud de la curva entre su punto de inflexión ( $R = \infty$ ) y el punto de radio R.
- A : Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

El cálculo del parámetro A se realiza de acuerdo a la siguiente formula:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

Dónde:

- V : Velocidad de diseño (km/h)
- R : Radio de curvatura (m)
- J : Variación uniforme de la aceleración ( $m/s^3$ )
- P : Peralte correspondiente a V y R. (%)

Ahora bien, la longitud ( $L_e$ ) de la clotoide calculada con las dos fórmulas anteriores debe satisfacer algunas consideraciones adicionales.

En primer lugar, y citando al Manual de carreteras DG 2018, para asegurarse que la presencia de una curva de transición sea fácilmente perceptible por el conductor, se debe cumplir:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

En segundo lugar, la longitud de la clotoide no deberá ser menor a 30 m para asegurar el desvanecimiento de bombeo.

$$L \geq 30 \text{ m}$$

En tercer lugar, debido también al desvanecimiento del bombeo y transición al peralte, la longitud de la clotoide debe ser no menor a las longitudes L1 y L2 de la imagen a continuación.

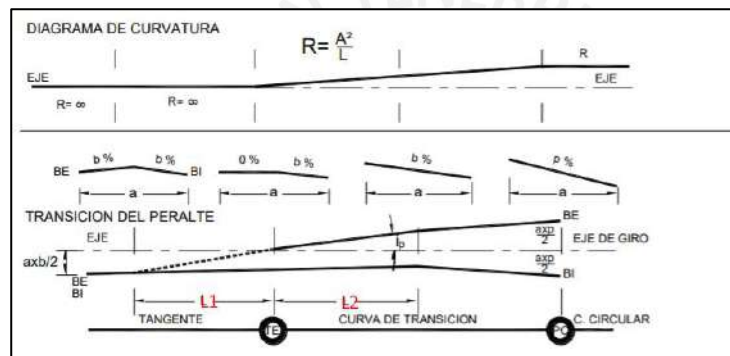


Figura 45: Longitudes de transición de peralte. Fuente: Manual de carreteras DG 2018.

Para el caso de una velocidad de 80 km/h y calzada de 7.20 m, tal como el caso de diseño, se tienen el siguiente cuadro con la longitud de transición del peralte de acuerdo a la velocidad y posición del eje del peralte.

Tabla 15: Longitud de transición de peralte para una velocidad de diseño de 80 km/h en calzadas de 7.20m. Fuente: Manual de Carreteras DG 2018.

Peraltes												
Inicia I	Fina I	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%		29	36	43	50	58	65	72	79	88	94
3%		36	43	50	58	65	72	79	88	94	101	108
4%		43	50	58	65	72	79	88	94	101	108	115
5%		50	58	65	72	79	88	94	101	108	115	122
6%		58	65	72	79	88	94	101	108	115	122	130
7%		65	72	79	88	94	101	108	115	122	130	137
8%		72	79	88	94	101	108	115	122	130	137	144
9%		79	88	94	101	108	115	122	130	137	144	151
10%		88	94	101	108	115	122	130	137	144	151	158
11%		94	101	108	115	122	130	137	144	151	158	166
12%		101	108	115	122	130	137	144	151	158	166	173

### 5.3.8. Sobreanchos

El sobreancho representa un ancho adicional que se añade al ancho normal de la vía con el objetivo de permitir un adecuado desplazamiento en la trayectoria en tramos curvos del vehículo de diseño. Si bien en autopistas no se suele colocar sobreanchos, se realizará los cálculos pertinentes a fin de ofrecer un diseño seguro y eficiente de la vía.

La ecuación utilizada para el cálculo del sobre ancho es la siguiente:

$$Sa = n \left( R_c - \sqrt{R_c^2 - L^2} \right) + \frac{V^2}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

- Sa : Sobreancho (m)
- n : Número de carriles
- R<sub>c</sub> : Radio de curvatura circular (m)
- L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)

Debido a que considerar un sobreancho conlleva un incremento en costo y en trabajo constructivo, se recomienda su uso solo cuando las dimensiones calculadas sean mayores a 0.40 m. En ese mismo sentido, la norma permite multiplicar el Sa obtenido con la formula anterior por un factor de reducción en función al radio de curvatura donde se realiza el análisis.





### 5.3.10. Curvas verticales

Se emplean curvas parabólicas para enlazar dos tramos de rasantes con diferencia algebraica de pendiente mayor a 1%. Los parámetros de estas curvas verticales se definen con la siguiente formula:

$$K = L/A$$

Dónde,

K : Parámetro de curvatura

L : Longitud de la curva vertical

A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

En general, el valor de la longitud de las curvas verticales en metros no debe ser menor al valor de la velocidad de diseño en km/h. En este caso, la longitud de la curva vertical no será menor a 80 m. Otros criterios para el cálculo de la longitud mínima depende si la curva es cóncava o convexa.

#### 5.3.10.1. Curvas convexas

La longitud mínima en curvas cóncavas busca garantizar que se cuente con la distancia de parada (Dp) para lo cual además de este parámetro, también toma en cuenta la diferencia algebraica de las pendientes de las rasantes que conecta.

Así, se tiene:

Para $D_p > L$	Para $D_p < L$
$L = 2D_p - \frac{404}{A}$	$L = \frac{AD_p^2}{404}$

L = Longitud de la curva vertical (m)

Dp = Distancia de Visibilidad de Frenado (m)

V = Velocidad de Diseño (Km/h)

A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

#### 5.3.10.2. Curvas cóncavas

De manera similar la norma ofrece formulas dependiendo de la distancia de visibilidad de parada y una gráfica con la cual también se pueden obtener resultados.

L = Longitud de la curva vertical (m)	
D = Distancia desde los Faros a la rasante (m)	
V = Velocidad de Diseño (Km/h)	
A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)	
D = Dp	
Dp > L	Dp < L
$L = 2Dp \left( \frac{120 + 3.50 Dp}{A} \right)$	$L = \frac{A Dp^2}{120 + 3.5 Dp}$

Figura 46: Longitud de curva vertical cóncava de acuerdo a la diferencia algebraica de pendientes.

Fuente: Manual de Carreteras DG 2018.

### 5.3.11. Ancho de bermas y medianas

La normativa señala que las autopistas deben contar con bermas interiores y exteriores en sus bordes de acuerdo a la velocidad y la clasificación de la vía. A continuación, se muestra la tabla que presenta el manual de carreteras DG 2018.

Tabla 18: Ancho de bermas externas en función a la velocidad y clasificación de la carreteras. Fuente:

Adaptado de Manual de carreteras DG 2018.

Clasificación	Autopista								
	> 6.000				6.000 - 4001				
	Primera clase				Segunda clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 30 km/h									
40 km/h									
50 km/h									
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		
110 km/h	3.00	3.00			3.00				
120 km/h	3.00	3.00			3.00				
130 km/h	3.00								

Los valores mostrados por la tabla, corresponde a las bermas externas. Para bermas internas. La norma da un valor mínimo de 1.2 m para autopistas de segunda clase.

Por otro lado, la norma también señala el rango de valores que podrá tomar el ancho del separador central. En este sentido, da como valor máximo 6 m y un mínimo de 1 m, de elegir este último valor, deberá colocarse separadores físicos tales como muros New Jersey.

### 5.3.12. Bombeo y peralte

El bombeo, es la inclinación transversal propia de tramos en tangentes que tiene como finalidad permitir el drenaje transversal de aguas superficiales. Su valor, dependerá de las precipitaciones de la zona. Ya se ha señalado que el proyecto en estudio posee una precipitación mayor a 500 mm/año, por lo que el bombeo tendrá un valor de 2.5%.

Tabla 19: Bombeo en la zona de proyecto. Fuente: Adaptado de Manual de carreteras DG 2018.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

El peralte, por su parte, es la inclinación transversal necesaria para contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo en las curvas. El peralte máximo en zonas urbanas tiene un valor de 6%.

Tabla 20: Peralte máximo del proyecto. Fuente: Adaptado de Manual de Carreteras DG 2018.

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%

El peralte, está condicionada también por la longitud de la curva circular. Al respecto, la norma señala que la longitud de las curvas circulares no debe ser menor a  $V/3.6$  a fin de mantener el peralte en una longitud que permita su buen comportamiento.

### 5.3.13. Taludes de corte y relleno

Dado que no es parte del alcance realizar un estudio de mecánica de suelos, se tomarán valores referenciales para los taludes de corte y relleno en función a la

información de la composición geológica de la zona y los taludes observados en la carretera existente durante la visita de campo.

Dado que el trazo de la autopista es paralela a la configuración natural de la geología de la zona, se tiene valores de taludes constantes en toda la longitud del proyecto considerando colocar banquetas de 3m y pendiente de 3% a partir de una altura de corte de 7m.

Así, para corte se tiene un talud de 1:4 (H: V), y para relleno, 1:1.75 (V:H) considerando al suelo dentro de la categoría gravas, limo arenoso y arcilla.

### 5.3.14. Consideraciones adicionales

En esta sección se comentan algunas consideraciones y recomendaciones respecto a elementos de seguridad vial y señalización, que si bien no son parte del alcance se considera conservador colocar algunas consideraciones.

Respecto a los elementos de seguridad vial, de acuerdo al Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, se plantea el uso de barreras con nivel de contención tipo P4 para taludes de relleno con altura mayor a 4 m, con terminales abatidos enterrados. Asimismo, dado que en este proyecto el ancho total de las medianas es menor a 6 m, se propone el uso de muros tipo Jersey de 0.80 m de altura. Estas estructuras son ampliamente usadas y están diseñadas para evitar que un vehículo fuera de control invada el carril contrario y en su lugar reencause su recorrido. Para ello se debe asegurar que el alto del tramo inferior no debe superar lo 75 mm, medido desde la rasante. (MTC, 2014)

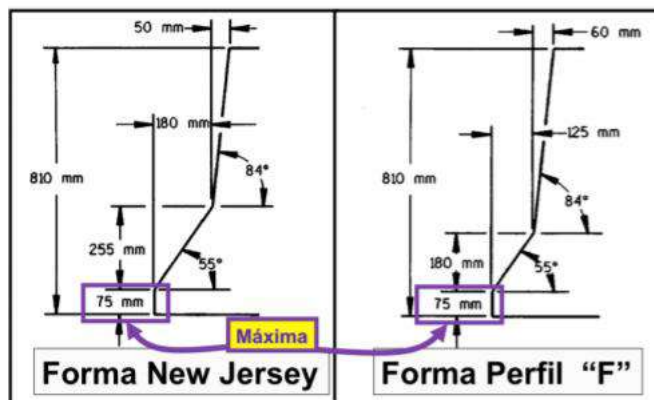


Figura 47: Croquis de perfiles de sistemas rígidos. Fuente: Manual de Seguridad Vial, 2014.

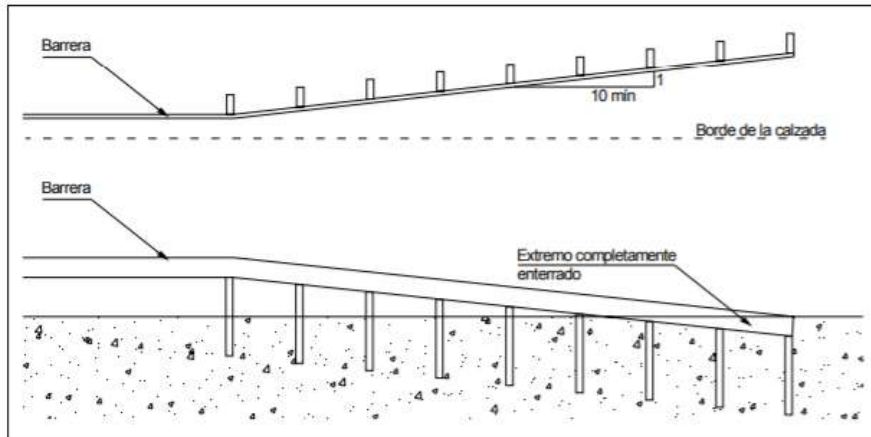


Figura 48: abatido simple de barreras semi rígidas. Fuente: Manual de seguridad vial 2014.

Para los puentes es común el uso de muros de concreto de 0.50 cm de alto complementadas con barreras metálicas.

Respecto a la señalización vertical y horizontal, para la señalización horizontal se deberían usar líneas continuas blancas en los bordes de las calzadas y líneas discontinuas blancas entre los carriles.

Tipo	Características	Ancho (cm)	Largo (m)	Separación entre líneas (m)
Bordes Calzada	Línea blanca continua	10-15	-	
Separador de carriles	Línea blanca discontinua	10-15	4.50	7.50

Figura 49: Características líneas en el pavimento. Fuente: Propia.

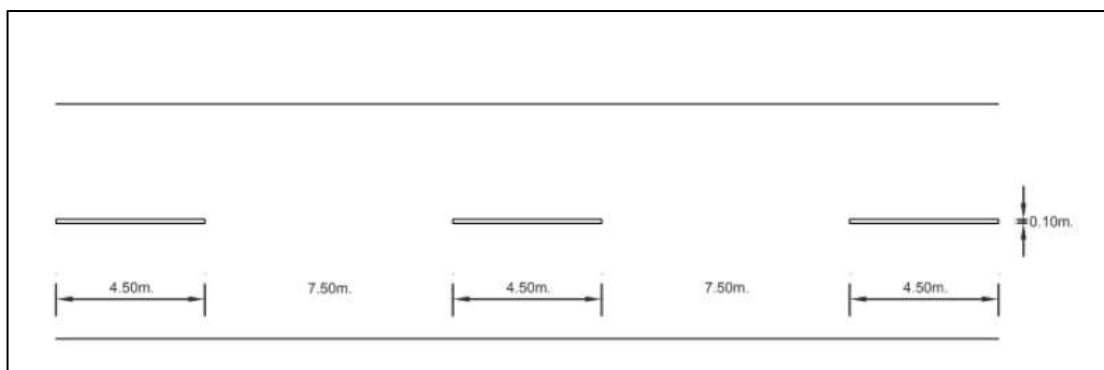


Figura 50: Líneas de carril en zona rural. Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

Asimismo, se recomienda el uso de tachas en el centro y bordes de la calzada para condiciones nocturnas, y sonorizadores en los bordes de la calzada para advertir a los conductores que se salgan de la misma.

Para la señalización vertical, la normativa señala que se deben colocar señales preventivas de curvas para curvas con un radio menor a 300 m. Sin embargo, por seguridad, se debería considerar colocar señales preventivas en todas las curvas, 150 m antes de su inicio. Dado que no hay curvas pronunciadas se usarán las señales P-2A a la derecha y P-2B para giros a la izquierda. De igual forma señales informativas 20 m antes de los puentes, para el ingreso y salida de la vía de evitamiento y proximidad a los óvalos de ingreso y salida. Por el lado de las señales reglamentarias se recomienda prohibir el pase de peatones, bicicletas, ganado e indicar la velocidad máxima cada km. Se deberá respetar la altura indicada para cada tipo de señal.



Figura 51: Algunas señales preventivas recomendadas para el proyecto. Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.



Figura 52: Algunas señales reglamentarias recomendadas para el proyecto. Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

## 6. RESULTADOS

A fin de obtener el diseño más satisfactorio, se ha optado por realizar 3 alternativas de diseño. De entre ellas, se elegirá el trazo más conveniente, de acuerdo a los parámetros técnicos y económicos.

En términos generales, las tres alternativas fueron diseñadas como autopistas de segunda clase cuya sección transversal está conformada por 2 calzadas separadas de 7.20 m de ancho (3.60 m por carril), un separador central de 2m, bermas externas de 3.00 m, bermas internas de 1.2 m, cunetas rectangulares cubiertas de 1.20 m de ancho, y un S.A.C. de 0.50 m en zonas de relleno.

Asimismo, para los desmontes, se trabajó con taludes de corte de 1:3 (para alturas de hasta a 7 m) y 1:2 (para alturas de corte mayores a 7m) y se ha proyectado el uso de banquetas de 3 m de ancho y 3% de pendiente transversal colocados cada 7 m de altura. Los taludes de terraplén son de 1:75, para terraplenes de hasta 7 m, y 1:2, para terraplenes con alturas mayores a 7 m. Asimismo, cada una de las 3 alternativas posee 2 puentes de determinadas longitudes, da la presencia de dos quebradas en la zona.

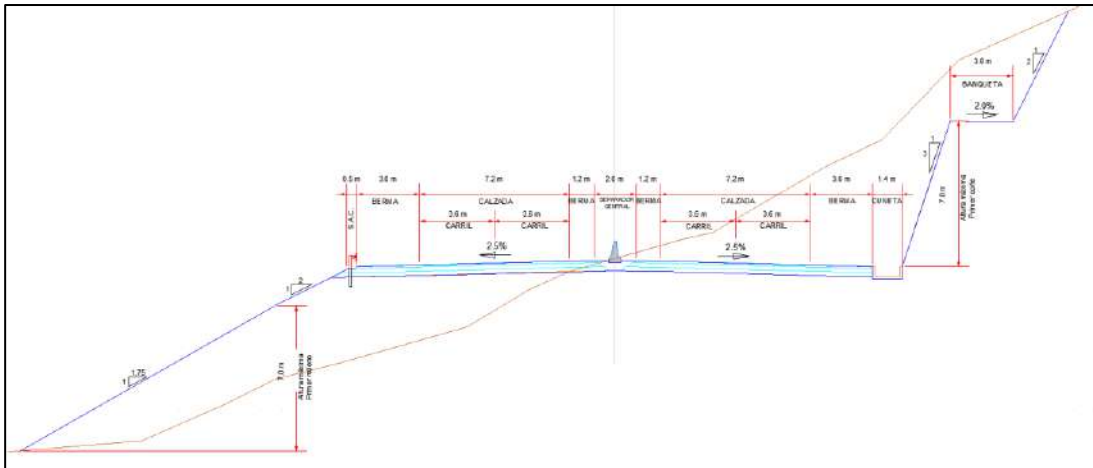


Figura 53: Sección típica a media ladera para las 3 alternativas de trazo. Fuente: Propia.

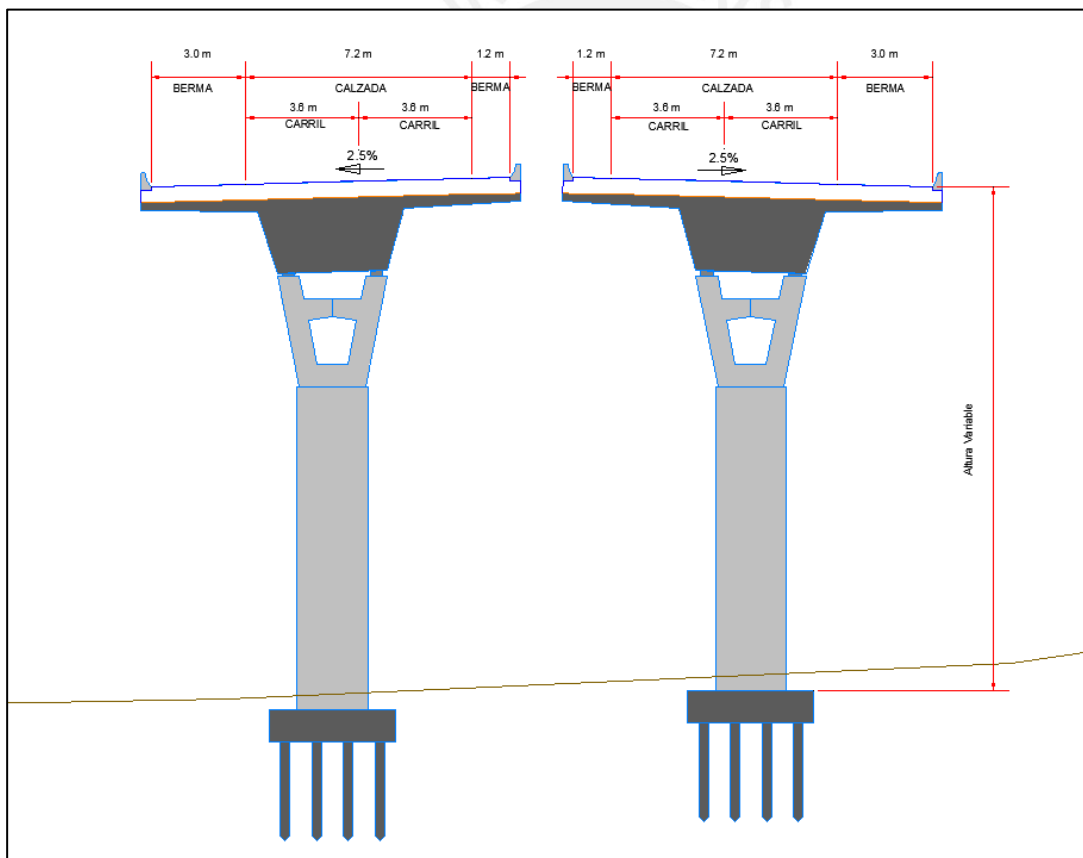


Figura 54: Sección típica en puentes para las 3 alternativas. Fuente: Propia.

A fin de interpretar correctamente los resultados que se mostrarán, se deberá entender como “inicio” o “km cero” de la variante al punto ubicado al sur de la ciudad, punto donde el trazo propuesto se separa de la travesía urbana. De forma similar, se



deberá considerar como “fin” de la variante al punto ubicado al norte de la ciudad, donde el trazo propuesto vuelve a empalmar con la panamericana.

### 6.1. Alternativa 1

La primera alternativa consiste en una autopista de aproximadamente 4.0 km de longitud. Inicia aproximadamente a 300 m de la entrada suroeste de la ciudad y finaliza metros antes del puente de la quebrada Fernández, al noreste de la ciudad.

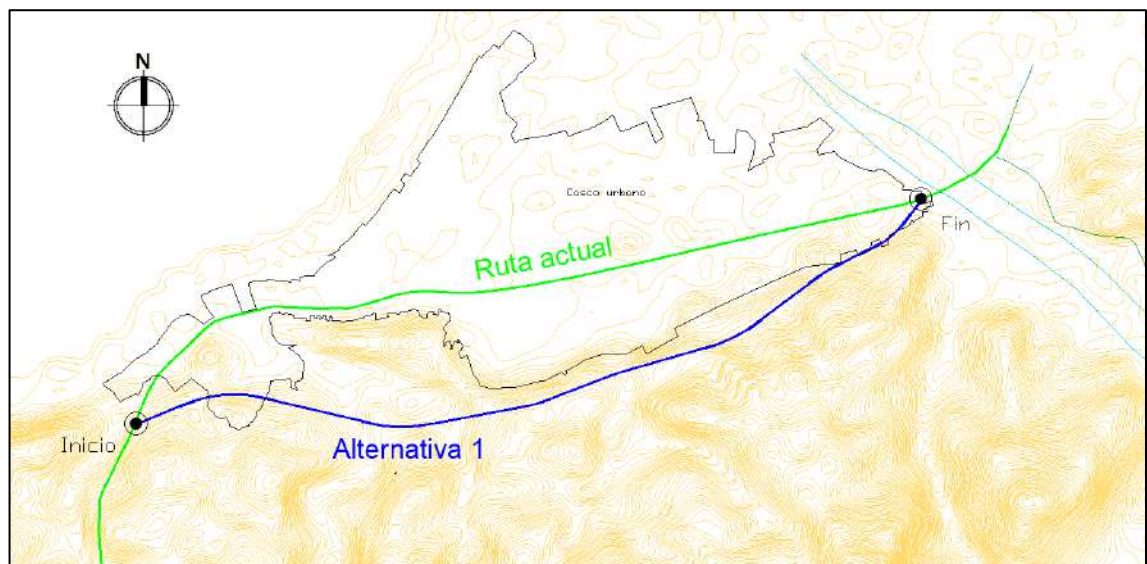


Figura 55: Trazo de la alternativa 1. Fuente: Propia.

#### 6.1.1. Alineamiento Horizontal – Alternativa 1

El trazo en planta para esta alternativa alcanza los 3,912.78 m de longitud. Su trazo consiste en 7 curvas circulares unidas por tramos rectos. Todos los radios utilizados para las curvas fueron mayores al radio mínimo exigido por norma: el menor radio utilizado es de 400 m, mientras que el mayor es de 700 m. El detalle del trazo puede apreciarse en el plano de Planta y Perfil de la Alternativa 1, en los anexos.

A continuación, se muestran las principales características geométricas de los elementos del alineamiento horizontal:

Tabla 21: Características geométricas de elementos del alineamiento horizontal de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

N	TIPO	LONGITUD (m)	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO (m)	PARAMETRO	AZIMUT (°)	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	209.45	0.00	-9,024,037.04	-455,060.90			75.70	0.93	0.37
2	CLOT.	75.00	209.45	-9,023,842.68	-454,982.87		212.13	75.70	-9,023,842.68	-454,982.87
	CIRC.	294.74	284.45	-9,023,772.52	-454,956.39	600.00		79.68	-9,023,584.20	-455,526.07
	CLOT.	75.00	579.19	-9,023,481.53	-454,934.92		212.13	110.95	-9,023,408.25	-454,950.82
3	RECTA	420.69	654.19	-9,023,408.25	-454,950.82			114.93	0.97	-0.23
4	CLOT.	75.00	1,074.88	-9,022,999.06	-455,048.56		212.13	114.93	-9,022,999.06	-455,048.56
	CIRC.	175.54	1,149.88	-9,022,925.78	-455,064.45	-600.00		110.95	-9,022,823.11	-454,473.30
	CLOT.	75.00	1,325.42	-9,022,750.93	-455,068.95		212.13	92.32	-9,022,676.92	-455,056.83
5	RECTA	417.51	1,400.42	-9,022,676.92	-455,056.83			88.34	0.98	0.18
6	CIRC.	132.08	1,817.92	-9,022,266.40	-454,980.82	-700.00		88.34	-9,022,393.84	-454,292.52
7	RECTA	274.76	1,950.00	-9,022,139.56	-454,944.70			76.33	0.93	0.36
8	CIRC.	65.82	2,224.76	-9,021,883.57	-454,844.89	700.00		76.33	-9,021,629.29	-455,497.07
9	RECTA	395.55	2,290.57	-9,021,821.22	-454,823.89			82.32	0.96	0.27
10	CLOT.	75.00	2,686.12	-9,021,440.83	-454,715.44		212.13	82.32	-9,021,440.83	-454,715.44
	CIRC.	148.78	2,761.12	-9,021,369.16	-454,693.38	-600.00		78.34	-9,021,569.39	-454,127.78
	CLOT.	75.00	2,909.90	-9,021,236.46	-454,626.93		212.13	62.55	-9,021,175.87	-454,582.76
11	RECTA	267.22	2,984.90	-9,021,175.87	-454,582.76			58.57	0.80	0.61
12	CLOT.	75.00	3,252.12	-9,020,963.26	-454,420.89		212.13	58.57	-9,020,963.26	-454,420.89
	CIRC.	39.97	3,327.12	-9,020,902.66	-454,376.72	600.00		62.55	-9,020,569.73	-454,875.88
	CLOT.	75.00	3,367.10	-9,020,868.69	-454,355.67		212.13	66.79	-9,020,802.17	-454,321.04
13	RECTA	118.51	3,442.10	-9,020,802.17	-454,321.04			70.77	0.90	0.44
14	CLOT.	75.00	3,560.60	-9,020,695.94	-454,268.53		173.21	70.77	-9,020,695.94	-454,268.53
	CIRC.	112.66	3,635.60	-9,020,629.80	-454,233.22	-400.00		64.80	-9,020,839.84	-453,892.81
	CLOT.	75.00	3,748.26	-9,020,543.46	-454,161.43		173.21	46.87	-9,020,496.68	-454,102.84
15	RECTA	89.51	3,823.26	-9,020,496.68	-454,102.84			40.91	0.60	0.80
			3,912.78	-9,020,443.04	-454,031.18			40.91		

Asimismo, se muestra mayor detalle de los parámetros de las curvas y clotoides:

Tabla 22 Resumen de características en curvas horizontales y clotoides de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

ID	II	SENTIDO	Radio	Tang.	Lc/Ls	Ext.	TS/PC/SC	PI	CS/PT/ST	NORTE-PI	ESTE-PI	A	x	y	P	k	TC	P%	SA
S1	3°34'51.35"		600.000	50.000	75.000		0+205.446	0+000.000	0+284.446			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
C1	28°08'43.78"	D	600.000	150.406	294.739	30.062	0+284.446	0+438.015	0+579.185	-454897.712	-9023631.561							4.30	0.00
S2	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		0+579.185	0+000.000	0+454.185			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
S3	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		1+074.879	0+900.000	1+149.879			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
C2	16°45'45.34"	1	-600.000	86.400	175.537	13.718	1+149.879	1+235.578	1+325.416	-455186.619	-9022838.870							-4.30	0.00
S4	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		1+325.416	0+000.000	1+400.416			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
C3	10°48'38.21"	1	-700.000	66.235	132.077	34.27	1+074.923	1+084.158	1+950.000	-454966.258	-9022012.67							-4.00	0.00
C4	5°23'12.43"	D	700.000	32.932	65.685	0.774	2+224.755	2+257.687	2+290.571	-454832.924	-9021852.889							4.00	0.00
S5	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		2+686.124	0+000.000	2+761.124			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
C5	14°12'26.04"	1	-600.000	74.774	148.780	10.984	2+761.124	2+936.898	2+995.904	-454674.095	-9021295.830							-4.30	0.00
S6	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		2+995.904	0+000.000	2+984.904			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
S7	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		3+052.122	0+000.000	3+327.122			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
C6	3°49'03.82"	D	600.000	19.994	39.973	3.157	3+327.122	3+347.308	3+367.895	-454363.228	-9020887.513							4.30	0.00
S8	3°34'51.55"		50.000	50.000	75.000		3+367.895	0+000.000	3+442.895			212.132	74.971	1.562	0.391	37.495	25.009		
S9	5°22'17.33"		50.023	50.023	75.000		3+556.604	0+000.000	3+635.604			173.205	74.934	2.342	0.586	37.489	25.021		
C7	16°08'14.45"	1	-400.000	56.705	112.660	11.065	3+635.604	3+693.822	3+748.264	-454205.494	-9020576.512							-5.30	0.00
S10	5°22'17.33"		50.023	50.023	75.000		3+748.264	0+000.000	3+823.264			173.205	74.934	2.342	0.586	37.489	25.021		

En cuanto a los sobranchos, los cálculos arrojaron valores menores a 40 cm, por lo que no es necesario incluirlos:

Tabla 23 Resultados de cálculo de sobreebanchos para la Alternativa 1. Fuente: Propia.

n	R (m)	L (m)	V (km/h)	Sa (m)	fr	Sa reduc (m)	Comentario
2	400.00	20.5	80	1.45	0.07	0.10	No necesita
2	600.00	20.5	80	1.03	0	0.00	No necesita
2	700.00	20.5	80	0.90	0	0.00	No necesita

Es decir, la autopista cuenta con anchos de carril de 3.60 m a lo largo de toda su longitud.

Tabla 24 Anchos de carril para la alternativa 1. Fuente: Propia.

PK (m)	Ancho (m)
0	3.60
5,313.50	3.60

Es necesario, en todo caso, verificar que la trayectoria de giro del vehículo de diseño (T3S3) no tenga mayores inconvenientes al transitar por las curvas más críticas. ISTRAM permite dibujar la envolvente de la trayectoria del vehículo de diseño en el trazo de la vía a fin de verificar la necesidad o no del sobreebancho.

A continuación, se muestra la envolvente para la curva de menor radio (400 m), en el tramo más “cerrado” de la curva, cerca de la progresiva 3+700 km:

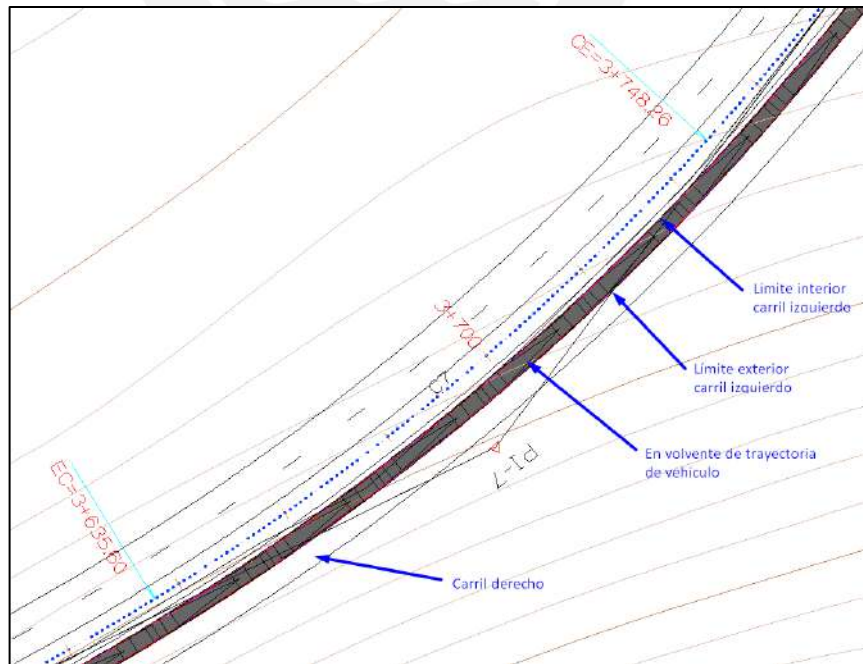


Figura 56: Envolvente de trayectoria del vehículo de diseño sobre el trazo de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

Como se observa, la envolvente (en gris) que da dentro del ancho del carril sin invadir el carril contiguo.

### 6.1.2. Alineamiento vertical – Alternativa 1

Para el alineamiento vertical, se proyectaron 11 rasantes unidas por 10 curvas verticales simétricas.

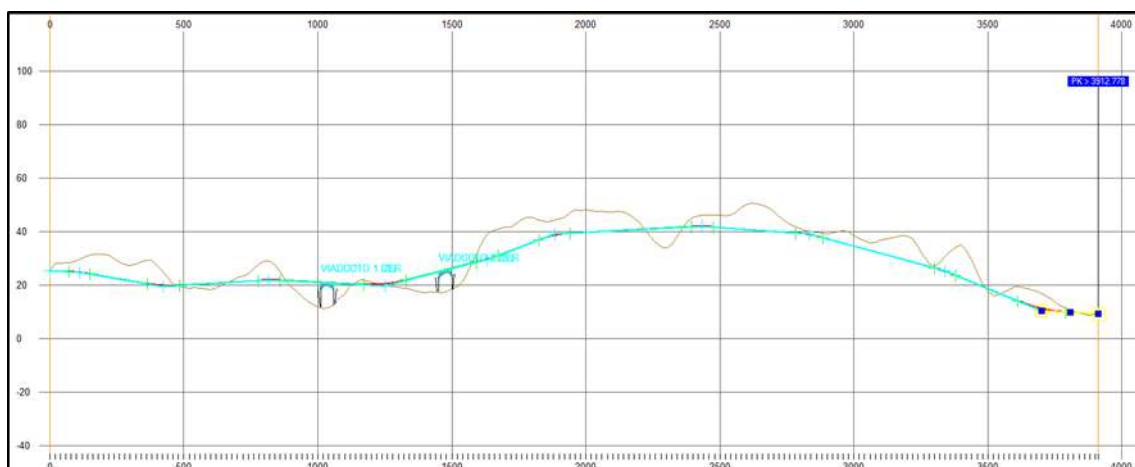


Figura 57: Rasante de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

Como se puede observar, se ha considerado el uso de dos puentes o viaductos, como soluciones a la presencia de dos quebradas inactivas en la ruta, ambos de 50 m. Estos puentes ayudan a mantener pendientes cómodas en el trayecto: la máxima pendiente (en valores absolutos) que alcanza esta alternativa es de 4.12% y la mínima 0.51 %.

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros del alineamiento vertical:

Tabla 25: Resultados para el alineamiento vertical de la Alternativa 1. Fuente: Adaptado de tablas de ISTRAM.

PENDIENTE (%)	DIF. PEN (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)
				PK	Z	PK	Z	PK	Z	
						0.00	25.34			
-0.51	-1.20	80.03	6,675.73	110.89	24.78	70.88	24.98	150.91	24.10	0.12
-1.70	2.34	120.00	5,123.80	423.61	19.45	363.61	20.47	483.61	19.83	0.35
0.64	-1.14	80.03	7,004.61	818.32	21.97	778.31	21.71	858.34	21.77	0.11
-0.50	3.06	155.00	5,058.48	1,250.61	19.79	1,173.11	20.18	1,328.11	21.77	0.59
2.56	1.18	80.03	6,778.87	1,632.10	29.55	1,592.08	28.53	1,672.11	31.05	0.12
3.74	-3.19	115.00	3,610.42	1,883.36	38.95	1,825.86	36.80	1,940.86	39.27	0.46
0.55	-1.30	80.30	6,181.92	2,434.44	42.01	2,394.29	41.78	2,474.59	41.71	0.13
-0.74	-1.98	100.00	5,046.08	2,832.76	39.04	2,782.76	39.41	2,882.76	37.68	0.25
-2.73	-1.40	80.03	5,727.48	3,339.53	25.23	3,299.51	26.32	3,379.54	23.58	0.14
-4.12	3.54	180.00	5,078.49	3,700.91	10.33	3,610.91	14.04	3,790.91	9.81	0.80
-0.58								3,913.01	9.10	

Finalmente, cabe acotar que, dada la velocidad de diseño, la poca pendiente de subida, y la configuración de dos carriles por sentido, no sería necesario implementar carriles de ascenso.

### 6.1.3. Sección transversal – Alternativa 1

La sección típica trasnversal es la misma para las 3 alternativas. El detalle de estas secciones típicas se muestra al inicio del capítulo 6. Resultados.

El peralte máximo permitido por norma es de 6% para zonas urbanas. La alternativa 1 cuenta con un peralte máximo de 5.30% tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 26: Resultado de cálculo de peraltes para la Alternativa 1. Fuente: Propia.

PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)	PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)	PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)
0.00	2.50	0.00	-2.50	1,785.52	2.50	1,821.52	-2.50	3,024.90	2.50	3,024.90	-2.50
169.45	2.50	169.45	-2.50	1,832.32	-4.00	1,832.32	-4.00	3,212.12	2.50	3,212.12	-2.50
249.45	2.50	249.45	2.50	1,935.60	-4.00	1,935.60	-4.00	3,292.12	2.50	3,292.12	2.50
284.45	4.30	284.45	4.30	1,982.40	2.50	1,946.40	-2.50	3,327.12	4.30	3,327.12	4.30
579.18	4.30	579.18	4.30	2,228.36	2.50	2,192.36	-2.50	3,367.09	4.30	3,367.09	4.30
614.18	2.50	614.18	2.50	2,239.16	4.00	2,239.16	4.00	3,461.35	2.50	3,461.35	2.50
694.18	2.50	694.18	-2.50	2,276.17	4.00	2,276.17	4.00	3,541.35	-2.50	3,541.35	-2.50
1,034.88	2.50	1,034.88	-2.50	2,286.97	2.50	2,322.97	-2.50	3,635.60	-5.30	3,635.60	-5.30
1,114.88	-2.50	1,114.88	-2.50	2,646.12	2.50	2,646.12	-2.50	3,748.26	-5.30	3,748.26	-5.30
1,149.88	-4.30	1,149.88	-4.30	2,726.12	-2.50	2,726.12	-2.50	3,858.64	2.50	3,787.89	-2.50
1,325.42	-4.30	1,325.42	-4.30	2,761.12	-4.30	2,761.12	-4.30	3,912.78	2.50	3,912.78	-2.50
1,360.42	-2.50	1,360.42	-2.50	2,909.90	-4.30	2,909.90	-4.30				
1,440.42	2.50	1,440.42	-2.50	2,944.90	-2.50	2,944.90	-2.50				

Otra consideración importante para el diseño de carreteras y autopistas es la coordinación entre el alineamiento horizontal y alineamiento vertical. En todos los casos se debe asegurar que las curvas verticales le permitan al conductor visualizar con antelación los cambios de sentido debido a las curvas horizontales. A continuación, se muestra la configuración del alineamiento vertical y su relación con las curvas del alineamiento horizontal y los peraltes (Ver “PLANTA” y “PERALTE” en la parte superior de la imagen).

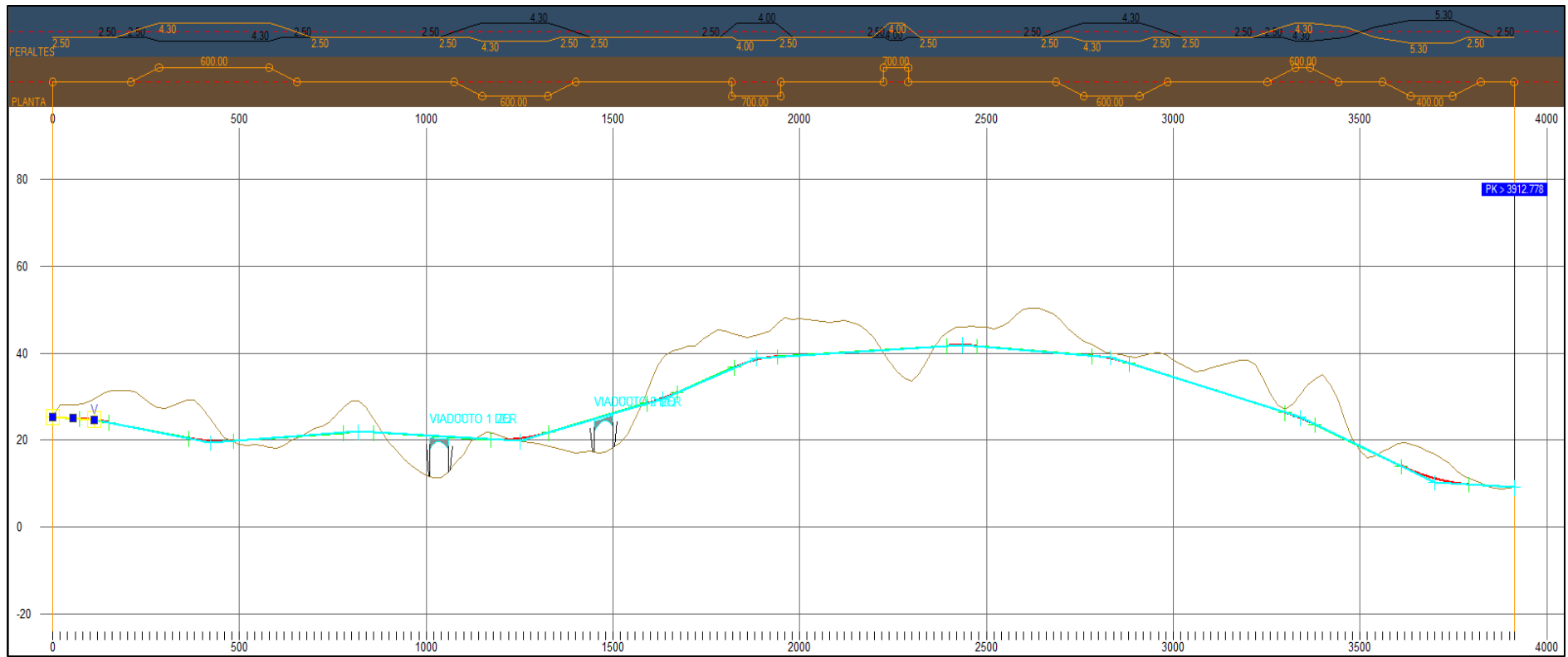


Figura 58: Desarrollo de peralte y del alineamiento horizontal sobre la rasante de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

### 6.1.4. Movimiento de tierras – Alternativa 1

Del análisis de las áreas de corte y relleno proyectadas, se calculó el volumen en m<sup>3</sup> del movimiento de tierras. El coeficiente de equivalencias entre el peso unitario seco del terreno natural y el peso unitario seco del terreno compactado es de 0.9. Aplicando dicho factor, se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 27: Tabla de movimiento de tierras de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

MATERIAL	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	COEFICIENTE	VOLUMEN PONDERADO (m <sup>3</sup> )
D TIERRA/CORTE	525,520.70	0.9	472,968.63
TERRAPLEN/RELLENO	105,533.00	-1	- 105,533.00
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>			<b>367,435.63</b>

En los anexos, se muestra el cálculo completo del diagrama de masas mostrando los volúmenes acumulados por progresiva. A continuación, se muestra el diagrama de masas de la alternativa 1.

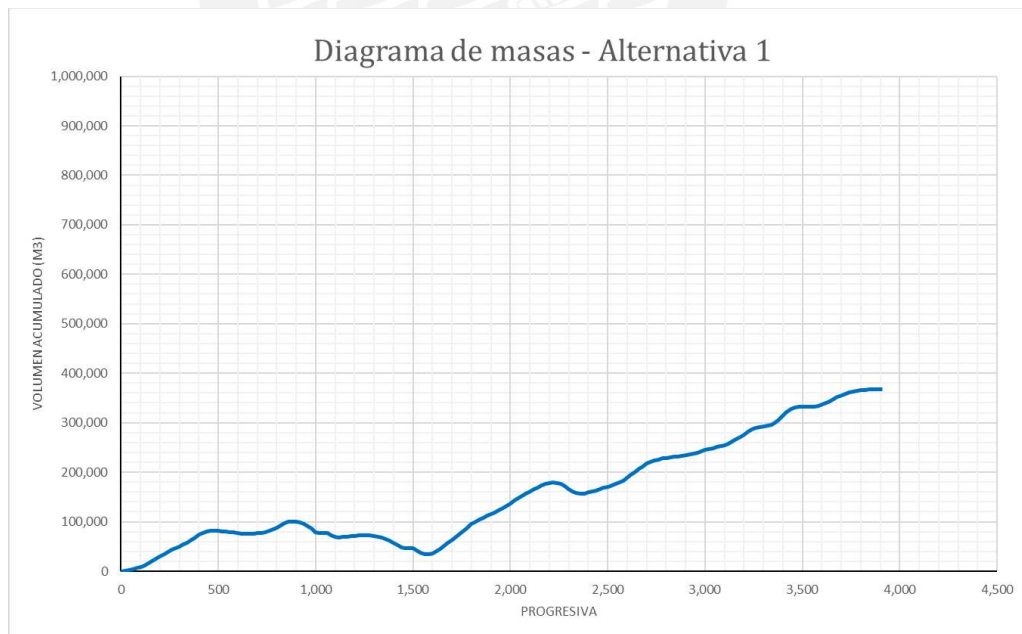


Figura 59: Diagrama de masas de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

Finalmente, se muestra una tabla resumen de las principales características de la alternativa 1:

Tabla 28: Resumen de parámetros de la Alternativa 1. Fuente: Propia.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	
Clasificación	Red vial Nacional
	Autopista Clase II
Velocidad de Diseño	80 km/h
Vehículo de Diseño	T3S3 L=20.5
Orografía	Tipo 2
<b>ALINEAMIENTO HORIZONTAL</b>	
N° Curvas Horizontales	6
Radio Mínimo usado (m)	300
Peralte Max (%)	5.30
Sobreechancho (m)	N/A
N° Puentes	2
Max Long puentes (m)	50
<b>ALINEAMIENTO VERTICAL</b>	
N° Curvas Verticales	10
Pendiente Max (%)	4.12
Pendiente Min (%)	0.51
<b>SECCIÓN TRANSVERSAL</b>	
N° Calzadas	2
Ancho Calzada (m)	7.20
N° Carriles por calzada	2
Ancho Carril (m)	3.60
Bermas (m)	1.20 (interna)
	3.00 (externa)
Bombeo (%)	2.50
<b>Movimiento de Tierras (m<sup>3</sup>)</b>	367,435.63

## 6.2. Alternativa 2

La segunda alternativa consiste en una autopista de aproximadamente 5.3 km de longitud. Inicia aproximadamente a 2 km de la entrada suroeste de la ciudad y finaliza metros antes del puente de la quebrada Fernández, al noreste de la ciudad.



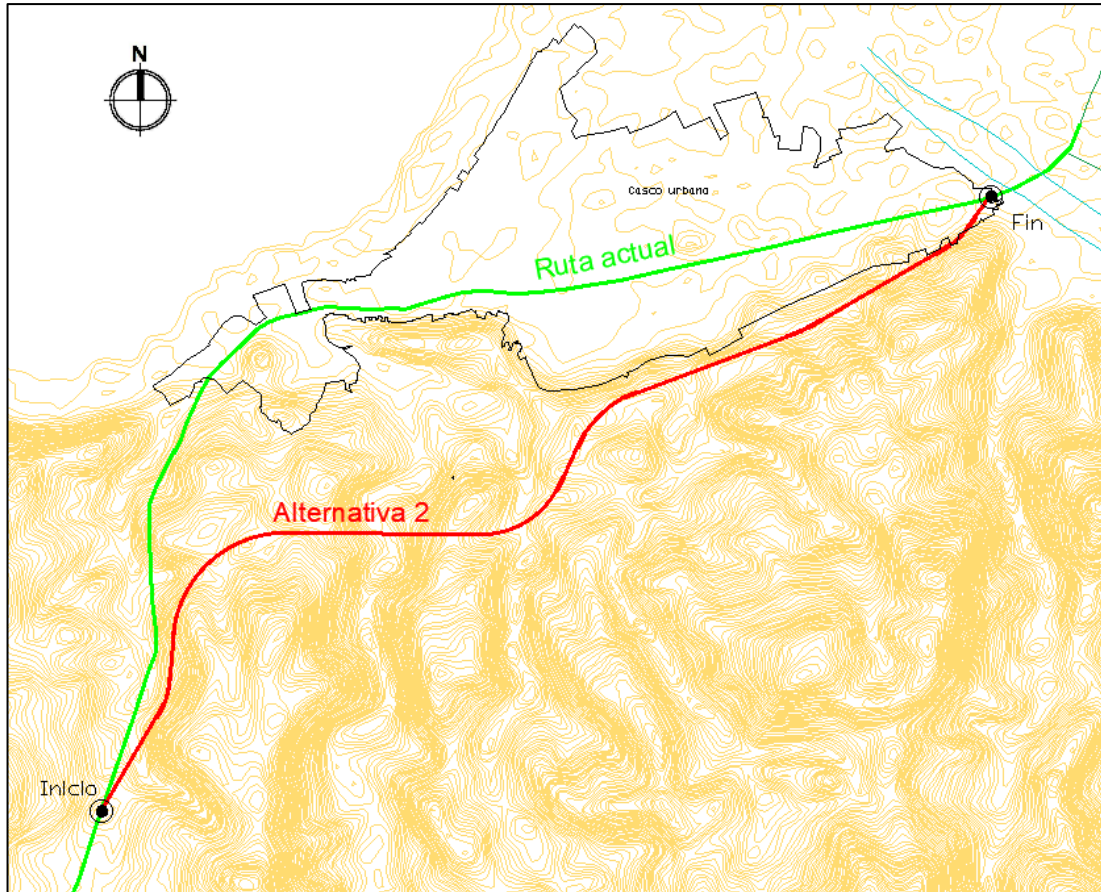


Figura 60: Trazo de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

### 6.2.1. Alineamiento Horizontal – Alternativa 2

El trazo en planta para esta alternativa alcanza los 5,313.5 m de longitud. Su trazo consiste en 6 curvas circulares unidas por tramos rectos. Todos los radios utilizados para las curvas fueron mayores al radio mínimo exigido por norma: el menor radio utilizado es de 300 m, mientras que el mayor es de 600 m. El detalle del trazo puede apreciarse en el plano de Planta y Perfil de la Alternativa 2, en los anexos.

A continuación, se muestran las principales características geométricas de los elementos del alineamiento horizontal:



En cuanto a los sobreeanchos, los cálculos arrojaron valores menores a 40 cm, por lo que no es necesario incluirlos:

Tabla 31 Resultados de cálculo de sobreeanchos para la Alternativa 2. Fuente: Propia.

n	R (m)	L (m)	V (km/h)	Sa (m)	fr	Sa reduc (m)	Comentario
2	300.00	20.5	80	1.86	0.18	0.34	No necesita
2	400.00	20.5	80	1.45	0.07	0.10	No necesita
2	500.00	20.5	80	1.20	0.05	0.06	No necesita
2	600.00	20.5	80	1.03	0	0.00	No necesita

Es decir, la autopista cuenta con anchos de carril de 3.60 m a lo largo de toda su longitud.

Tabla 32: Anchos de carril para la alternativa 2. Fuente: Propia.

PK (m)	Ancho (m)
0	3.60
5,313.50	3.60

Es necesario, en todo caso, verificar que la trayectoria de giro del vehículo de diseño (T3S3) no tenga mayores inconvenientes al transitar por las curvas más críticas. ISTRAM permite dibujar la envolvente de la trayectoria del vehículo de diseño en el trazo de la vía a fin de verificar la necesidad o no del sobreeancho.

A continuación, se muestra la envolvente para la curva de menor radio (300 m), en el tramo más “cerrado” de la curva, cerca de la progresiva 0+580 km:

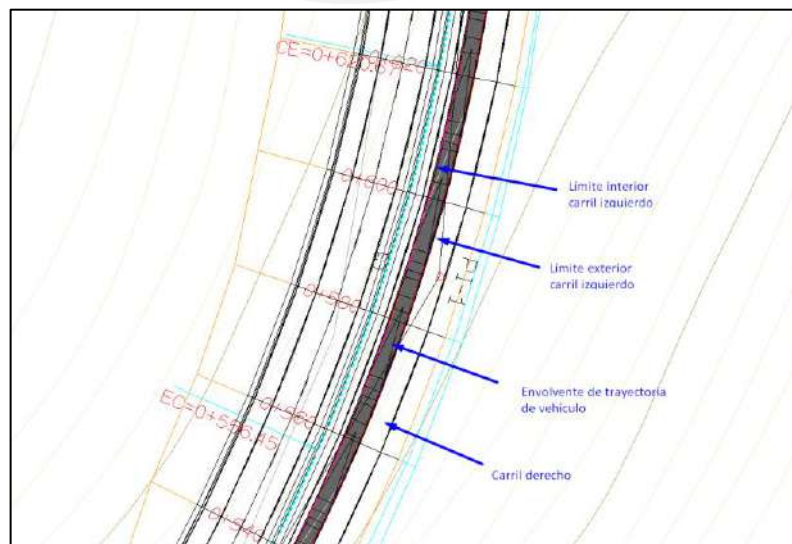


Figura 61: Envolvente de trayectoria del vehículo de diseño sobre el trazo de la Alternativa 2.

Fuente: Propia.

Como se observa, la envolvente (en gris) que da dentro del ancho del carril sin invadir el carril contiguo.

### 6.2.2. Alineamiento vertical – Alternativa 2

Para el alineamiento vertical, se proyectaron 12 rasantes unidas por 11 curvas verticales simétricas.

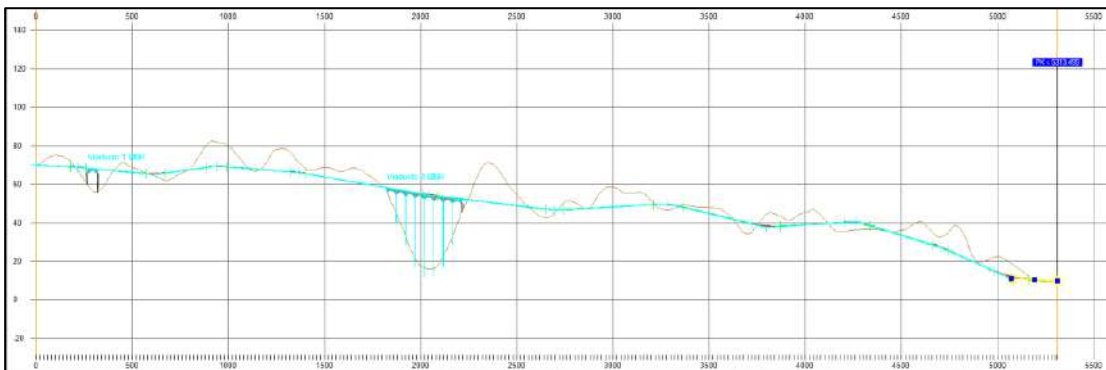


Figura 62 Rasante de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

Como se puede observar, se ha considerado el uso de dos puentes o viaductos, como soluciones a la presencia de dos quebradas inactivas en la ruta. El primero de los puentes (viajando desde el sur) posee 50 m de longitud, mientras que el segundo 390, siendo el puente más largo de entre todas las alternativas. Estos puentes ayudan a mantener pendientes cómodas en el trayecto: la máxima pendiente (en valores absolutos) que alcanza esta alternativa es de 4.46% y la mínima 0.57 %.

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros del alineamiento vertical:

Tabla 33: Resultados para el alineamiento vertical de la Alternativa 2. Fuente: Adaptado de tablas de ISTRAM.

PENDIENTE (%)	DIF.PEN (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO ( kv )	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)
				PK	Z	PK	Z	PK	Z	
						0.00	70.00			
-0.57	-0.31	80.03	26087.07	218.08	68.75	178.06	68.98	258.09	68.39	0.03
-0.88	2.22	100.00	4504.62	622.68	65.18	572.68	65.62	672.68	65.85	0.28
1.34	-2.10	100.00	4752.56	940.64	69.43	890.64	68.76	990.64	69.05	0.26
-0.77	-0.96	80.03	8345.53	1362.14	66.21	1322.12	66.51	1402.15	65.52	0.10
-1.72	0.50	80.03	15972.68	2050.23	54.34	2010.22	55.03	2090.25	53.85	0.05
-1.22	1.80	90.00	5004.01	2695.50	46.44	2650.50	46.99	2740.50	46.70	0.20
0.57	-2.96	150.00	5063.85	3286.75	49.84	3211.75	49.41	3361.75	48.05	0.56
-2.39	3.00	150.00	4993.09	3796.67	37.66	3721.67	39.45	3871.67	38.13	0.56
0.62	-3.65	130.00	3564.28	4269.24	40.58	4204.24	40.18	4334.24	38.61	0.59
-3.03	-1.43	80.03	5606.93	4700.66	27.50	4660.64	28.72	4740.67	25.72	0.14
-4.46	3.95	180.00	4553.51	5071.14	10.99	4981.14	15.00	5161.14	10.53	0.89
-0.50								5313.38	9.76	

Finalmente, cabe acotar que, dada la velocidad de diseño, la poca pendiente de subida, y la configuración de dos carriles por sentido, no sería necesario implementar carriles de ascenso.

### 6.2.3. Sección transversal – Alternativa 2

La sección típica trasnversal es la misma para las 3 alternativas. El detalle de estas secciones típicas se muestra al inicio del capítulo 6. Resultados.

El peralte máximo permitido por norma es de 6% para zonas urbanas. La alternativa 2 cuenta con un peralte máximo de 5.80% tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 34: Resultado de cálculo de peraltes para la Alternativa 2. Fuente: Propia.

PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)	PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)	PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)
0.00	2.5	0.00	-2.5	2,504.19	-5.3	2,504.19	-5.3	4,284.67	-4.3	4,284.67	-4.3
456.28	2.5	516.62	-2.5	2,884.07	-5.3	2,884.07	-5.3	4,319.67	-2.5	4,319.67	-2.5
556.45	-5.8	556.45	-5.8	2,989.85	-2.5	2,989.85	-2.5	4,399.67	2.5	4,399.67	-2.5
620.67	-5.8	620.67	-5.8	3,069.85	2.5	3,069.85	2.5	4,906.32	2.5	4,977.08	-2.5
719.39	-2.5	719.39	-2.5	3,175.63	5.3	3,175.63	5.3	5,016.70	-5.3	5,016.70	-5.3
799.39	2.5	799.39	2.5	3,406.97	5.3	3,406.97	5.3	5,121.79	-5.3	5,121.79	-5.3
903.11	4.8	903.11	4.8	3,446.59	2.5	3,517.35	-2.5	5,232.17	2.5	5,161.41	-2.5
1,578.50	4.8	1,578.50	4.8	4,144.08	2.5	4,144.08	-2.5	5,313.50	2.5	5,313.50	-2.5
1,614.44	2.5	1,692.57	-2.5	4,224.08	-2.5	4,224.08	-2.5				
2,393.81	2.5	2,464.56	-2.5	4,259.08	-4.3	4,259.08	-4.3				

Otra consideración importante para el diseño de carreteras y autopistas es la coordinación entre el alineamiento horizontal y alineamiento vertical. En todos los casos se debe asegurar que las curvas verticales le permitan al conductor visualizar con antelación los cambios de sentido debido a las curvas horizontales. A continuación, se muestra la configuración del alineamiento vertical y su relación con las curvas del alineamiento horizontal y los peraltes (Ver “PLANTA” y “PERALTE” en la parte superior de la imagen).

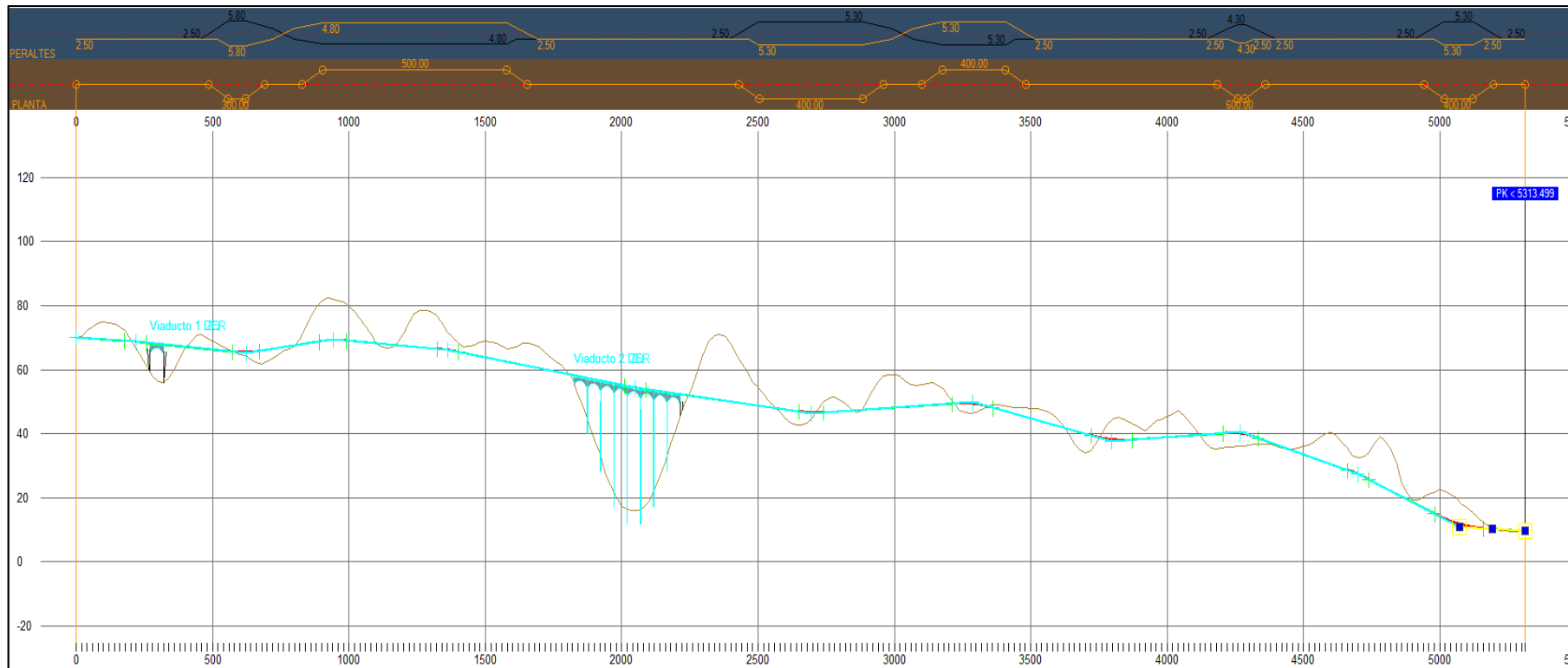


Figura 63: Desarrollo de peralte y del alineamiento horizontal sobre la rasante de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

### 6.2.4. Movimiento de tierras – Alternativa 2

Del análisis de las áreas de corte y relleno proyectadas, se calculó el volumen en m<sup>3</sup> del movimiento de tierras. El coeficiente de equivalencias entre el peso unitario seco del terreno natural y el peso unitario seco del terreno compactado es de 0.9. Aplicando dicho factor, se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 35: Tabla de movimiento de tierras de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

MATERIAL	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	COEFICIENTE	VOLUMEN PONDERADO (m <sup>3</sup> )
D TIERRA/CORTE	756,620.90	0.9	680,958.81
TERRAPLEN/RELLENO	112,771.40	-1	- 112,771.40
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>			<b>568,187.41</b>

En los anexos, se muestra el cálculo completo del diagrama de masas mostrando los volúmenes acumulados por progresiva. A continuación, se muestra el diagrama de masas de la alternativa 2.

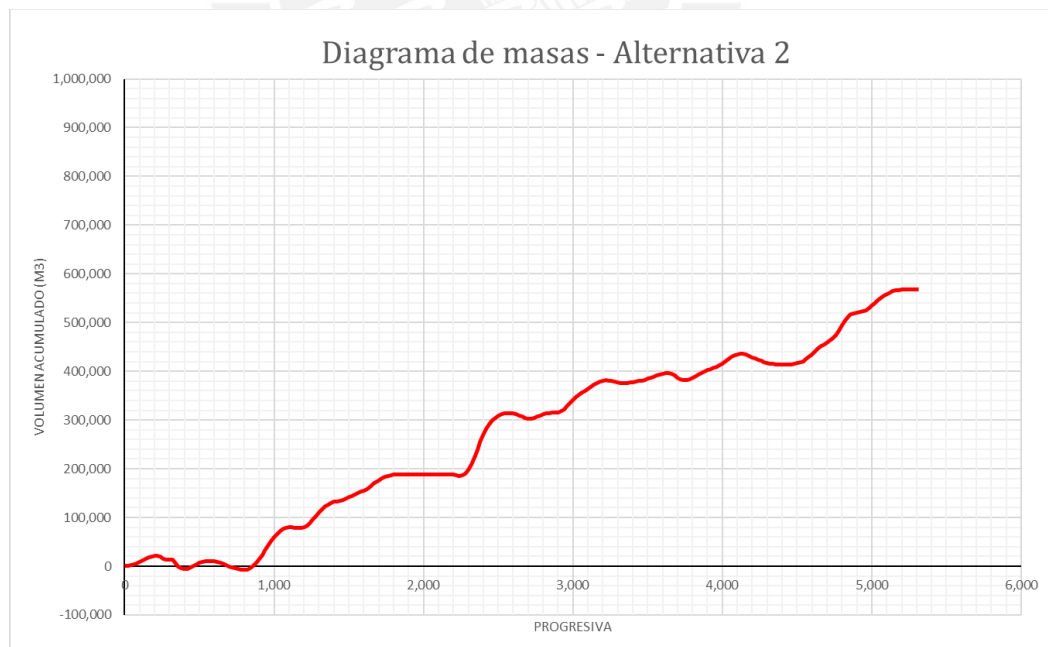


Figura 64: Diagrama de masas de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

Finalmente, se muestra una tabla resumen de las principales características de la alternativa 2:

Tabla 36: Resumen de parámetros de la Alternativa 2. Fuente: Propia.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	
Clasificación	Red vial Nacional
	Autopista Clase II
Velocidad de Diseño	80 km/h
Vehículo de Diseño	T3S3 L=20.5
Orografía	Tipo 2
<b>ALINEAMIENTO HORIZONTAL</b>	
N° Curvas Horizontales	6
Radio Mínimo usado (m)	300
Peralte Max (%)	5.80
Sobreancho (m)	N/A
N° Puentes	2
Max Long puentes (m)	390
<b>ALINEAMIENTO VERTICAL</b>	
N° Curvas Verticales	11
Pendiente Max (%)	4.46
Pendiente Min (%)	0.57
<b>SECCIÓN TRANSVERSAL</b>	
N° Calzadas	2
Ancho Calzada (m)	7.20
N° Carriles por calzada	2
Ancho Carril (m)	3.60
Bermas (m)	1.20 (interna) 3.00 (externa)
Bombeo (%)	2.50
<b>Movimiento de Tierras (m<sup>3</sup>)</b>	568,187.41

### 6.3. Alternativa 3

La tercera alternativa consiste en una autopista de 6.50 km de longitud que inicia aproximadamente a 3 km de la entrada suroeste de la ciudad y finaliza metros antes del puente de la quebrada Fernández, al noreste de la ciudad.



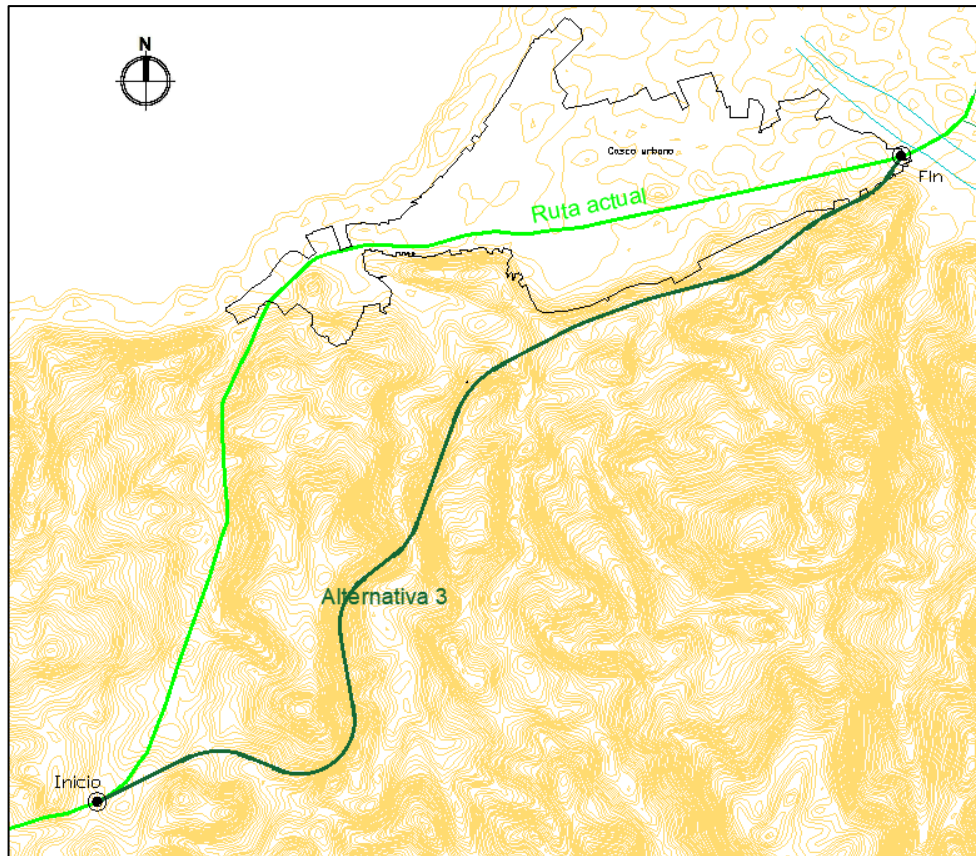


Figura 65: Trazo de la Alternativa 3. Fuente: Propia.

### 6.3.1. Alineamiento Horizontal - Alternativa 3

El trazo en planta para esta alternativa es el más largo de entre los 3 diseños, alcanzando los 6,502.64 m de longitud. Su trazo consiste en 10 curvas circulares unidas por tramos rectos. Todos los radios utilizados para las curvas fueron mayores al radio mínimo exigido por norma: el menor radio utilizado es de 300 m, mientras que el mayor es de 700 m. El detalle del trazo puede apreciarse en el plano de Planta y Perfil de la Alternativa 3, en los anexos.

A continuación, se muestran las principales características geométricas de los elementos del alineamiento horizontal:



En cuanto a los sobreeanchos, los cálculos arrojaron valores menores a 40 cm, por lo que no es necesario incluirlos:

Tabla 39 Resultados de cálculo de sobreeanchos para la Alternativa 3. Fuente: Propia.

n	R (m)	L (m)	V (km/h)	Sa (m)	fr	Sa reduc (m)	Comentario
2	300.00	20.5	80	1.86	0.18	0.34	No necesita
2	400.00	20.5	80	1.45	0.07	0.10	No necesita
2	500.00	20.5	80	1.20	0.05	0.06	No necesita
2	600.00	20.5	80	1.03	0	0.00	No necesita
2	700.00	20.5	80	0.90	0	0.00	No necesita

Es decir, la autopista cuenta con anchos de carril de 3.60 m a lo largo de toda su longitud.

Tabla 40: Anchos de carril para la alternativa 3. Fuente: Propia.

PK (m)	Ancho (m)
0	3.60
6,502.64	3.60

Es necesario, en todo caso, verificar que la trayectoria de giro del vehículo de diseño (T3S3) no tenga mayores inconvenientes al transitar por las curvas más críticas. ISTRAM permite dibujar la envolvente de la trayectoria del vehículo de diseño en el trazo de la vía a fin de verificar la necesidad o no del sobreeancho.

A continuación, se muestra la envolvente para la curva de menor radio (300 m), en el tramo más “cerrado” de la curva, cerca de la progresiva 1+400 km:

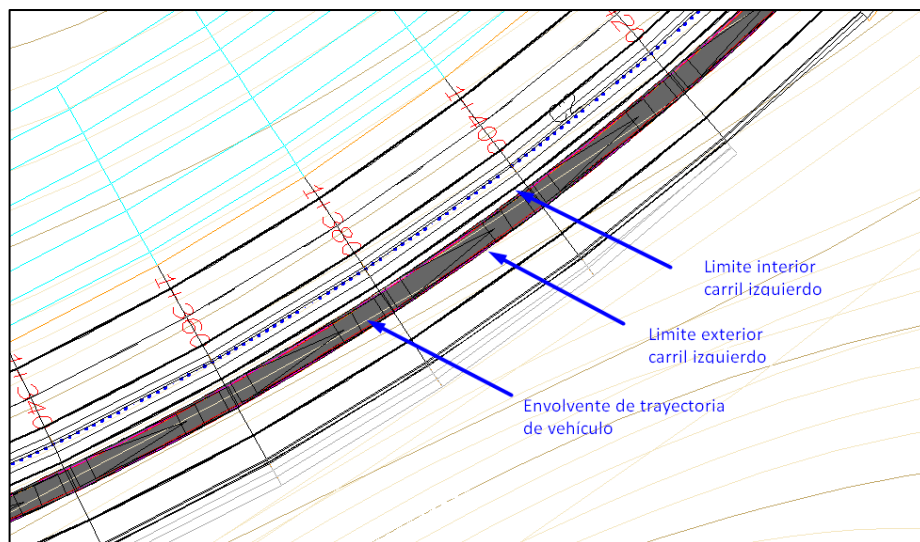


Figura 66: Envolvente de trayectoria del vehículo de diseño sobre el trazo de la Alternativa 3. Fuente: Propia.

Como se observa, la envolvente (en gris) que da dentro del ancho del carril sin invadir el carril contiguo.

### 6.3.2. Alineamiento vertical – Alternativa 3

Para el alineamiento vertical, se proyectaron 12 rasantes unidas por 11 curvas verticales simétricas.

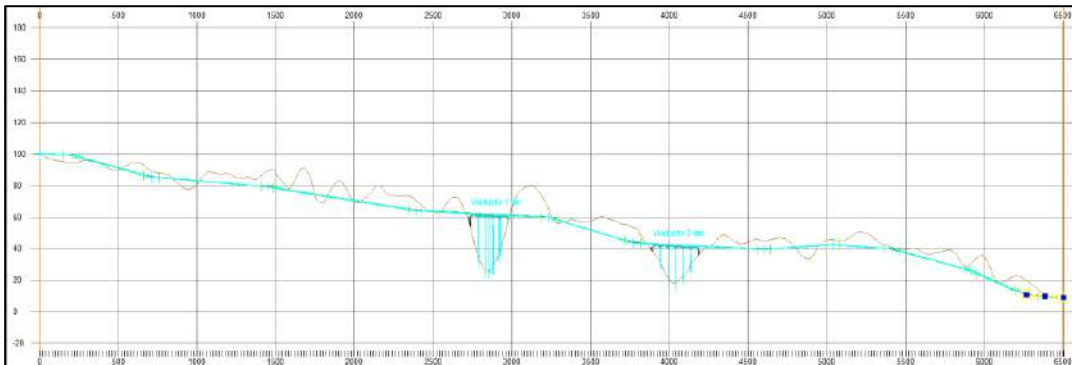


Figura 67 Rasante de la Alternativa 3. Fuente: Propia.

Como se puede observar, se ha considerado el uso de dos puentes o viaductos, como soluciones a la presencia de dos quebradas inactivas en la ruta. El primero de los puentes (viajando desde el sur) posee 240 m de longitud, mientras que el segundo 290 m. Estos puentes ayudan a mantener pendientes cómodas en el trayecto: la máxima pendiente que alcanza esta alternativa es de 4.36% y la mínima 0.50%.

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros del alineamiento vertical:

Tabla 41: Resultados para el alineamiento vertical de la Alternativa 3. Fuente: Adaptado de tablas de ISTRAM.

PENDIENTE (%)	DIF.PEN (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)
				PK	Z	PK	Z	PK	Z	
						0.00	100.47			
-0.51	-2.28	100.00	4,389.70	200.31	99.43	150.31	99.69	250.31	98.04	0.29
-2.79	1.99	100.00	5,029.64	710.05	85.20	660.05	86.60	760.05	84.80	0.25
-0.80	-0.80	80.03	10,062.53	1,447.54	79.27	1,407.52	79.59	1,487.55	78.63	0.08
-1.60	1.10	80.03	7,298.30	2,389.45	64.21	2,349.43	64.85	2,429.46	64.00	0.11
-0.50	-2.54	100.00	3,932.16	3,233.86	59.96	3,183.86	60.21	3,283.86	58.44	0.32
-3.05	2.53	100.00	3,950.01	3,766.95	43.72	3,716.95	45.24	3,816.95	43.46	0.32
-0.51	1.20	80.03	6,655.18	4,602.09	39.42	4,562.08	39.63	4,642.11	39.70	0.12
0.69	-1.44	80.03	5,570.84	5,038.20	42.43	4,998.19	42.15	5,078.22	42.13	0.14
-0.75	-1.99	100.00	5,037.71	5,414.71	39.61	5,364.71	39.98	5,464.71	38.24	0.25
-2.73	-1.63	80.03	4,924.47	5,914.51	25.95	5,874.49	27.04	5,954.52	24.20	0.16
-4.36	3.74	150.00	4,008.17	6,268.44	10.52	6,193.44	13.79	6,343.44	10.06	0.70
-0.62								6,502.64	9.08	

Finalmente, cabe acotar que, dada la velocidad de diseño, la poca pendiente de subida, y la configuración de dos carriles por sentido, no sería necesario implementar carriles de ascenso.

### 6.3.3. Sección transversal - Alternativa 3

La sección típica trasnversal, es en general, la misma que el resto de alternativas. Sin embargo, dada la naturaleza del terreno por el que se proyecta esta vía, es necesario el uso de muros de contención, a fin de reducir el volumen de relleno y evitar una falla de su talud por su elevada altura.

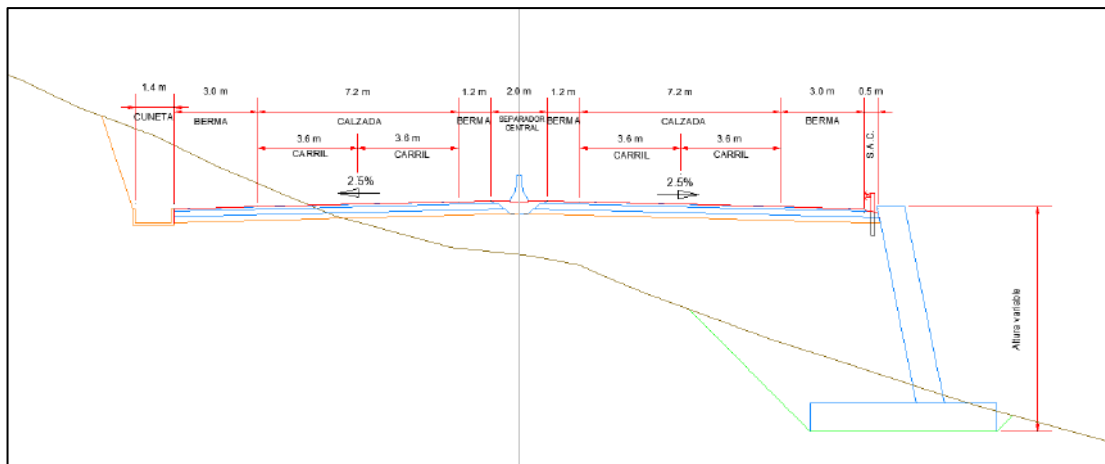


Figura 68: Sección típica en tangente a media ladera con muro de concreto para la Alternativa 3.

Fuente: Propia.

El peralte máximo permitido por norma es de 6% para zonas urbanas. La alternativa 3 cuenta con un peralte máximo de 5.80% tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 42: Resultado de cálculo de peraltes para la Alternativa 3. Fuente: Propia.

PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)	PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)	PK derecha (m)	Peralte (%)	PK izquierda (m)	Peralte (%)
0	-2.5	0	-2.5	2977.13627	-2.5	2916.79144	-2.5	5304.27383	2.5	5304.27383	-2.5
546.792565	-2.5	476.037852	-2.5	3495.12326	-2.5	3495.12326	-2.5	5339.27383	4.3	5339.27383	-4.3
586.415209	-5.3	586.415209	5.3	3575.12326	-2.5	3575.12326	2.5	5496.0899	4.3	5496.0899	-4.3
850.630275	-5.3	850.630275	5.3	3615.12326	-4.8	3615.12326	4.8	5531.0899	2.5	5531.0899	-2.5
948.313529	-2.5	948.313529	2.5	3904.92229	-4.8	3904.92229	4.8	5611.0899	-2.5	5611.0899	-2.5
1028.31353	2.5	1028.31353	-2.5	3944.92229	-2.5	3944.92229	2.5	5776.32544	-2.5	5776.32544	-2.5
1125.99678	5.8	1125.99678	-5.8	4024.92229	-2.5	4024.92229	-2.5	5856.32544	-2.5	5856.32544	2.5
1691.78505	5.8	1691.78505	-5.8	4389.07641	-2.5	4353.07642	-2.5	5891.32544	-4.3	5891.32544	4.3
1799.11264	-2.5	1734.45747	-2.5	4399.87641	-4	4399.87641	4	5931.43655	-4.3	5931.43655	4.3

2155.51168	-2.5	2095.16686	-2.5	4460.17843	-4	4460.17843	4	6029.70889	-2.5	6029.70889	2.5
2195.33927	-5.8	2195.33927	5.8	4470.97843	-2.5	4506.97843	-2.5	6109.70889	2.5	6109.70889	-2.5
2449.74494	-5.8	2449.74494	5.8	4817.15223	-2.5	4781.15223	-2.5	6207.98123	5.3	6207.98123	-5.3
2574.24311	-2.5	2574.24311	2.5	4827.95223	-4	4827.95223	4	6336.93943	5.3	6336.93943	-5.3
2654.24311	2.5	2654.24311	-2.5	4867.93842	-4	4867.93842	4	6447.31679	-2.5	6376.56208	-2.5
2778.74127	5.8	2778.74127	-5.8	4878.73842	-2.5	4914.73842	-2.5	6502.64373	-2.5	6502.64373	-2.5
2876.96385	5.8	2876.96385	-5.8	5224.27383	-2.5	5224.27383	-2.5				

Otra consideración importante para el diseño de carreteras y autopistas es la coordinación entre el alineamiento horizontal y alineamiento vertical. En todos los casos se debe asegurar que las curvas verticales le permitan al conductor visualizar con antelación los cambios de sentido debido a las curvas horizontales. A continuación, se muestra la configuración del alineamiento vertical y su relación con las curvas del alineamiento horizontal y los peraltes (Ver "PLANTA" y "PERALTE" en la parte superior de la imagen).



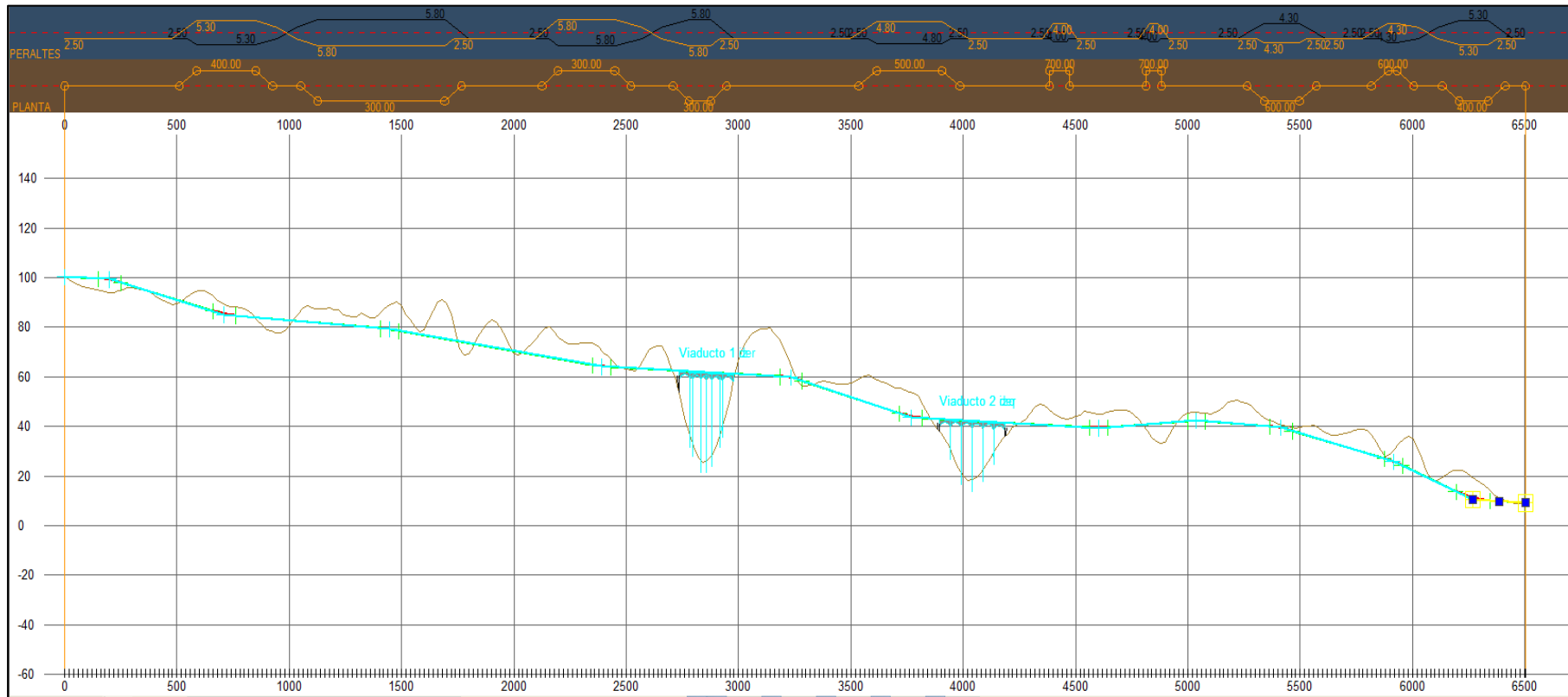


Figura 69: Desarrollo de peralte y del alineamiento horizontal sobre la rasante de la Alternativa 3. Fuente: Propia.

### 6.3.4. Movimiento de tierras – Alternativa 3

Del análisis de las áreas de corte y relleno proyectadas, se calculó el volumen en m<sup>3</sup> del movimiento de tierras. El coeficiente de equivalencias entre el peso unitario seco del terreno natural y el peso unitario seco del terreno compactado es de 0.9. Aplicando dicho factor, se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 43: Tabla de movimiento de tierras de la Alternativa 3. Fuente: Propia.

MATERIAL	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	COEFICIENTE	VOLUMEN PONDERADO (m <sup>3</sup> )
D TIERRA/CORTE	1,194,541.40	0.9	1,075,087.26
TERRAPLEN/RELLENO	123,126.80	-1	- 123,126.80
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>			<b>951,960.46</b>

En los anexos, se muestra el cálculo completo del diagrama de masas mostrando los volúmenes acumulados por progresiva. A continuación, se muestra el diagrama de masas de la alterativa 3.

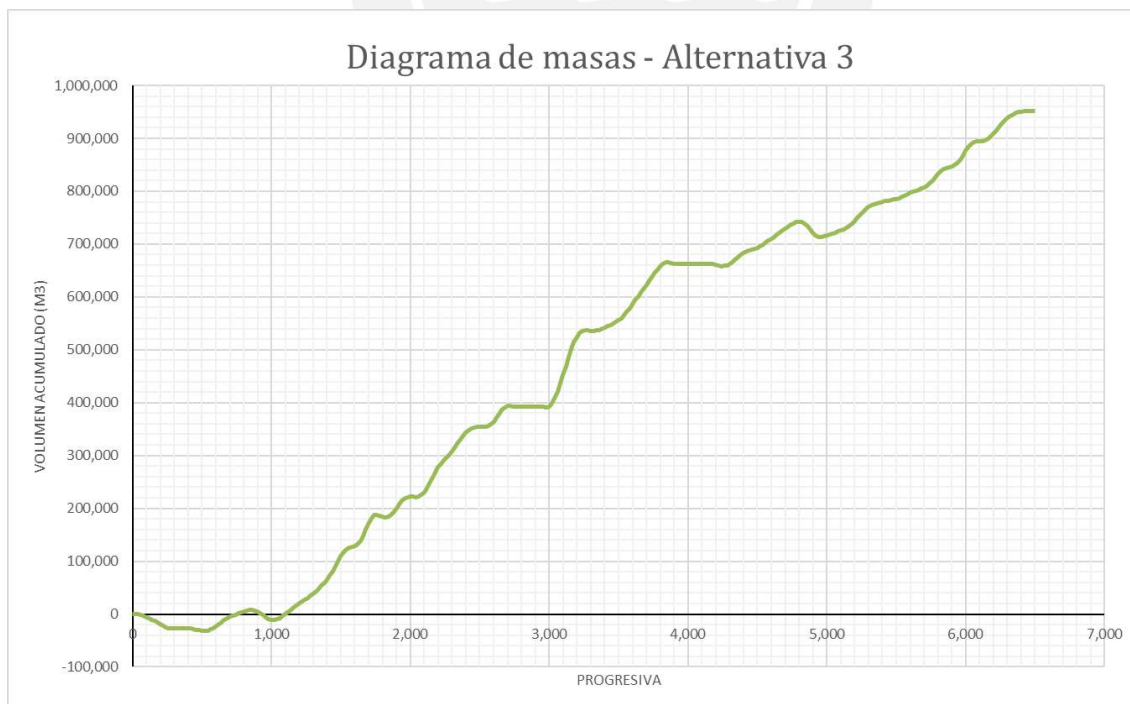


Figura 70: Diagrama de masas de la Alternativa 3. Fuente: Propia.



Finalmente, se muestra una tabla resumen de las principales características de la alternativa 3:

Tabla 44: Resumen de parámetros de la Alternativa 3. Fuente: Propia.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	
Clasificación	Red vial Nacional
	Autopista Clase II
Velocidad de Diseño	80 km/h
Vehículo de Diseño	T3S3 L=20.5
Orografía	Tipo 3
<b>ALINEAMIENTO HORIZONTAL</b>	
N° Curvas Horizontales	10
Radio Mínimo usado (m)	300
Peralte Max (%)	5.80
Sobreancho (m)	N/A
N° Puentes	2
Max Long Puento (m)	290
<b>ALINEAMIENTO VERTICAL</b>	
N° Curvas Verticales	11
Pendiente Max (%)	4.36
Pendiente Min (%)	0.51
<b>SECCIÓN TRANSVERSAL</b>	
N° Calzadas	2
Ancho Calzada (m)	7.20
N° Carriles por calzada	2
Ancho Carril (m)	3.60
Bermas (m)	1.20 (interna)
	3.00 (externa)
Bombeo (%)	2.50
<b>Movimiento de Tierras (m<sup>3</sup>)</b>	951,960.46

La tercera alternativa es el actual trazo de la panamericana norte, y se modelará con fines de comparación puramente cualitativas. Para ellos se ha trazado aproximadamente siguiendo la ruta de la panamericana norte. Sin embargo, dado que la topografía otorgada por Global Mapper no es exacta cálculos como diagrama de masas y rasantes no serán relevantes. Si lo será el alineamiento horizontal y la sección trasversal.

## 7. EVALUACIÓN DE RUTAS Y ELECCIÓN DEL TRAZO FINAL

Tras haber realizado el diseño geométrico de las tres alternativas de trazo, se comparan los resultados obtenidos buscando la alternativa que mejor se adapte a los parámetros urbanos (recomendados en el marco teórico) y al contexto físico de la zona.

### 7.1. Resumen Resultados Diseño Geométrico

A continuación, se muestran los principales resultados del diseño geométrico:

Tabla 45: Consolidado de resultados del diseño geométrico. Fuente: Propia.

Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Longitud de trazo (m)	3,912.78	5,313.50	6,502.64
Curvas en planta	7	6	10
Menor radio de curvas (m)	400	300	300
Longitud máxima en tangente (m)	420.69	775.68	588.16
Peralte máximo (%)	5.3%	5.8%	5.8%
Pendiente máxima (%)	4.12%	4.46%	4.36%
Longitud en pendiente máxima (m)	231	240	240
Movimiento de Tierras (m <sup>3</sup> )	367,435.63	568,187.41	951,960.46
Longitud total de Puentes (m)	100	440	530
Coordinación planta y perfil	Sí	Sí	Sí

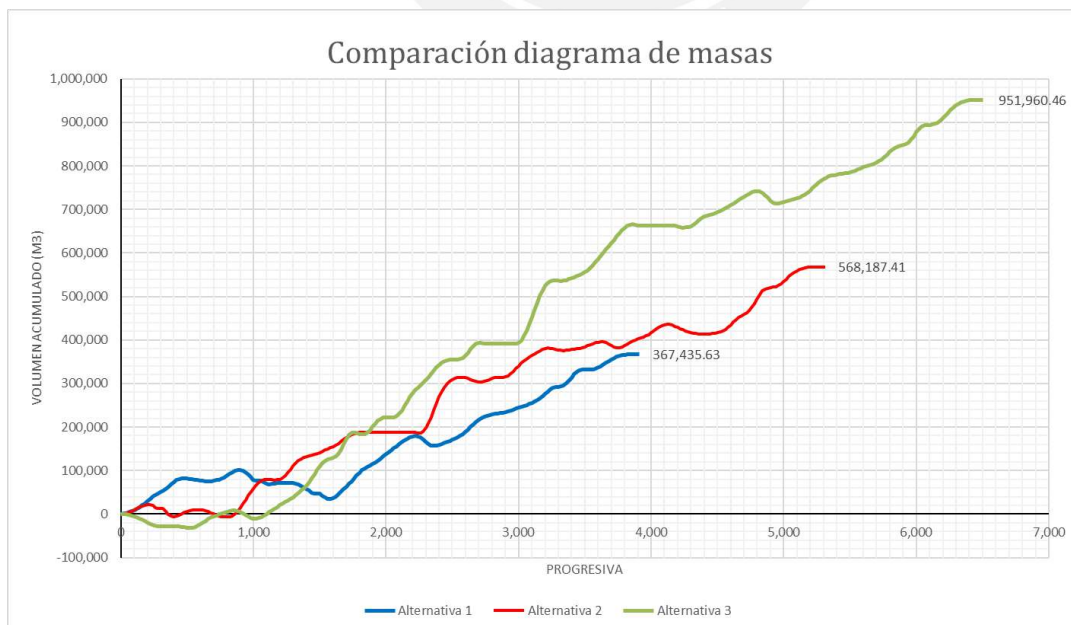


Figura 71: Diagrama de masas de las 3 alternativas. Fuente: Propia.

Como se observa, en términos de longitud, movimiento de tierras y longitud de puentes, la Alternativa 1 resultaría la más conveniente. En segundo lugar, estaría la Alternativa 2 y finalmente la Alternativa 3. Esta evaluación debe complementarse con el análisis urbano y físico.

## 7.2. Evaluación en contexto urbano

Las 3 alternativas planteadas bordean a la ciudad por el lado sur, en la zona correspondiente a las colinas e inicios de las estribaciones andinas. Como se ha comentado, no resultaría conveniente trazar una vía que discorra por el área costera. Hacerlo afectaría la dinámica turística y perjudicaría toda la cadena comercial de la ciudad que se sustenta en esta actividad.

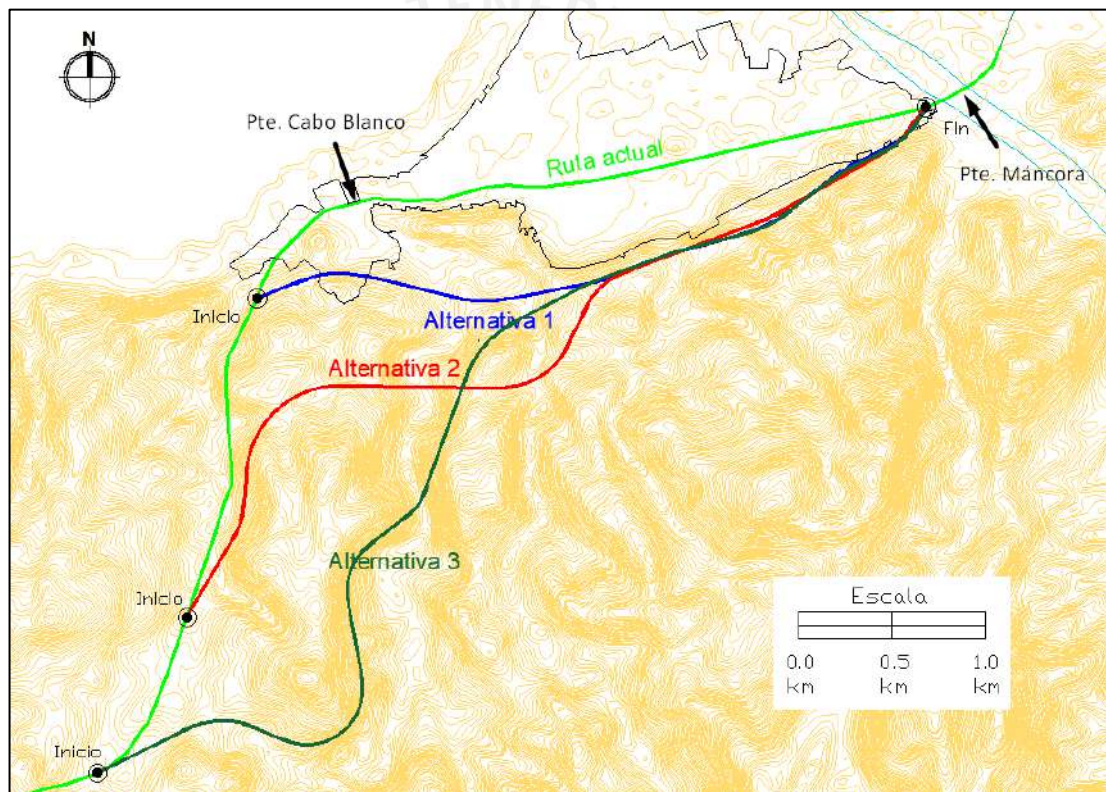


Figura 72: Trazos de las 3 alternativas sobre la ciudad.

La imagen anterior muestra los 3 trazos planteados, así como los puntos de inicio y fin de cada una de ellas. Todas las alternativas finalizan antes del puente Máncora, en el límite noroeste de la ciudad, mientras que el inicio de cada ella varía en cada caso:

- Inicio de trazo Alternativa 1: A 761 m al sur del puente Cabo Blanco.

- Inicio de trazo Alternativa 2: A 2555 m al sur del puente Cabo Blanco.
- Inicio de trazo Alternativa 3: A 3541 m al sur del puente Cabo Blanco.

### 7.2.1. Trazos y zonificación del PDU

Conviene, asimismo, analizar la situación de los trazos al colocarlos sobre el mapa de zonificación del PDU. Al hacerlo, se observa que la Alternativa 1 está bastante cerca de una zona residencial. Ciertamente, el trazo de esta alternativa se encuentra sobre propiedad privada, considerando que el mapa de zonificación no representa los límites actuales. El resto de alternativas se encuentra en suelo clasificado como ZPE (Zona de Protección Ecológica), compuesto por colinas y desierto, y sin un plan específico de conservación.

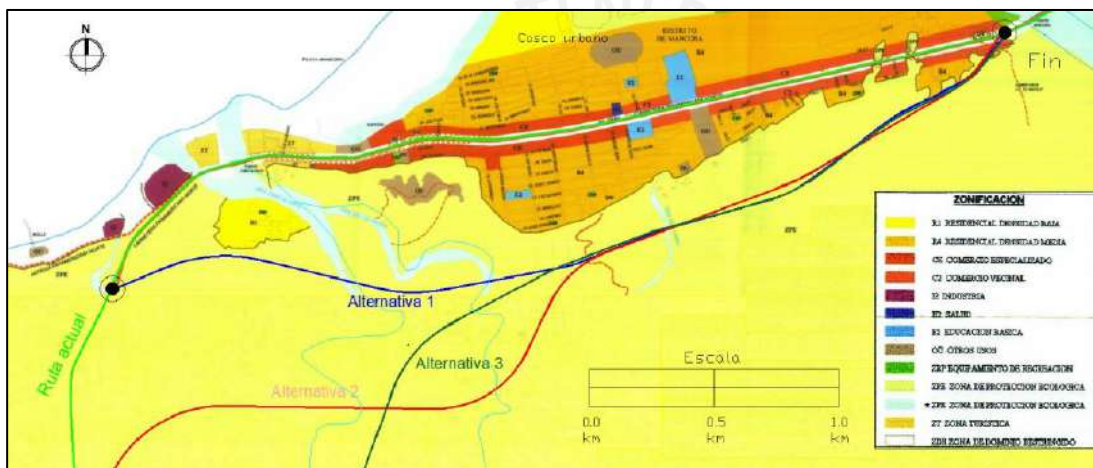


Figura 73: Trazos de las alternativas de diseño sobre el mapa de zonificación de la ciudad. Fuente: Propio.

### 7.2.2. Trazos y propuesta de viabilidad y transporte del PDU

Respecto a la coherencia de las alternativas planteadas con la propuesta de viabilidad y transporte del PDU, en la Figura 67 se observa que las 3 rutas no interfieren con los demás trazos urbanos propuestos. Más aún, podrían complementar el plan de ordenamiento vial.

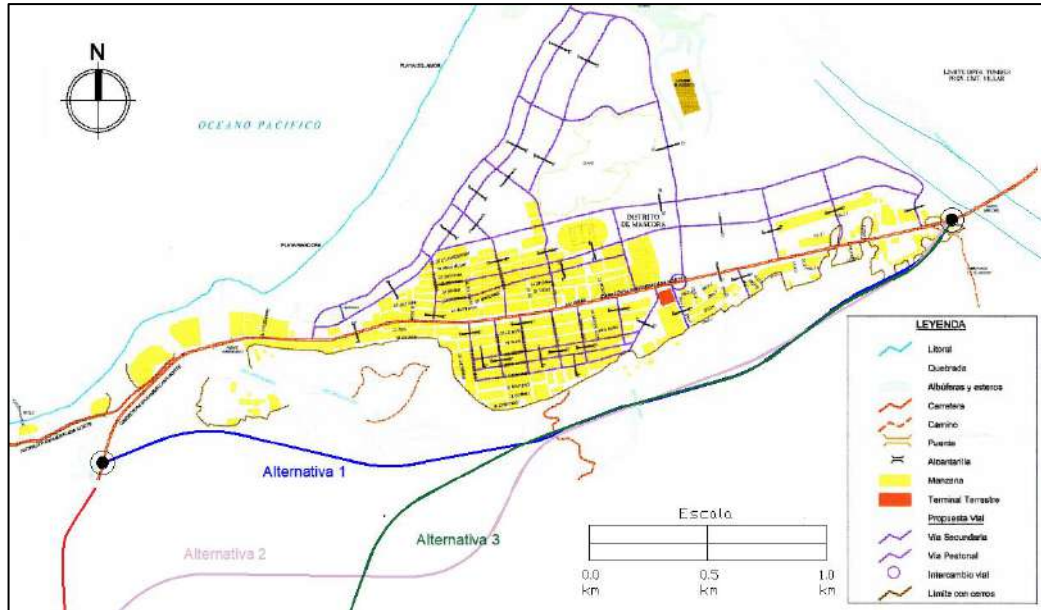


Figura 74: trazos de las alterantivas de diseño sobre el mapa de propuesta vial de la ciudad.

Fuente: Propia.

### 7.2.3. ZONA-A de ocupación

Como último punto para la evaluación de las rutas en el contexto urbano, se analizará las áreas creadas entre las variantes propuestas y la ciudad. Como se recordará, Herce llama a estas áreas ZONA-A de ocupación y recomienda valores cercanos al 70% respecto al área del caso urbano para que se dé una ocupación lenta en el tiempo. (ocupación del 50% de la ZONA-A en 30 años).

Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 46: Porcentaje de relación entre el área de la variante y la ciudad, y el área del casco urbano.

Fuente: Propia.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Área casco urbano (km <sup>2</sup> )	2.50		
ZONA-A de ocupación (km <sup>2</sup> )	0.61	1.66	3.22
%	24%	67%	129%

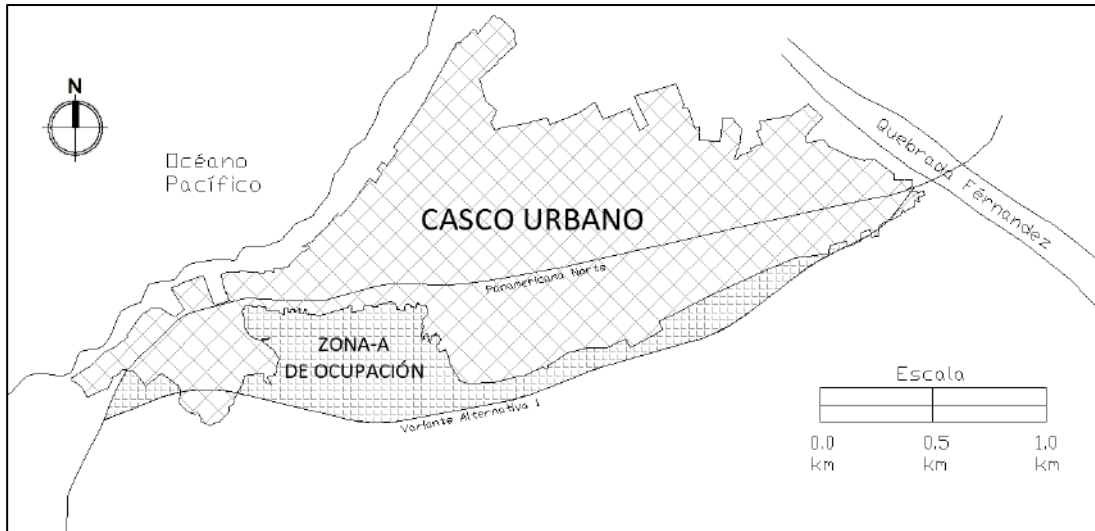


Figura 75: Espacio creado entre el casco urbano y la Alternativa 1 de la variante. Fuente: Propia.

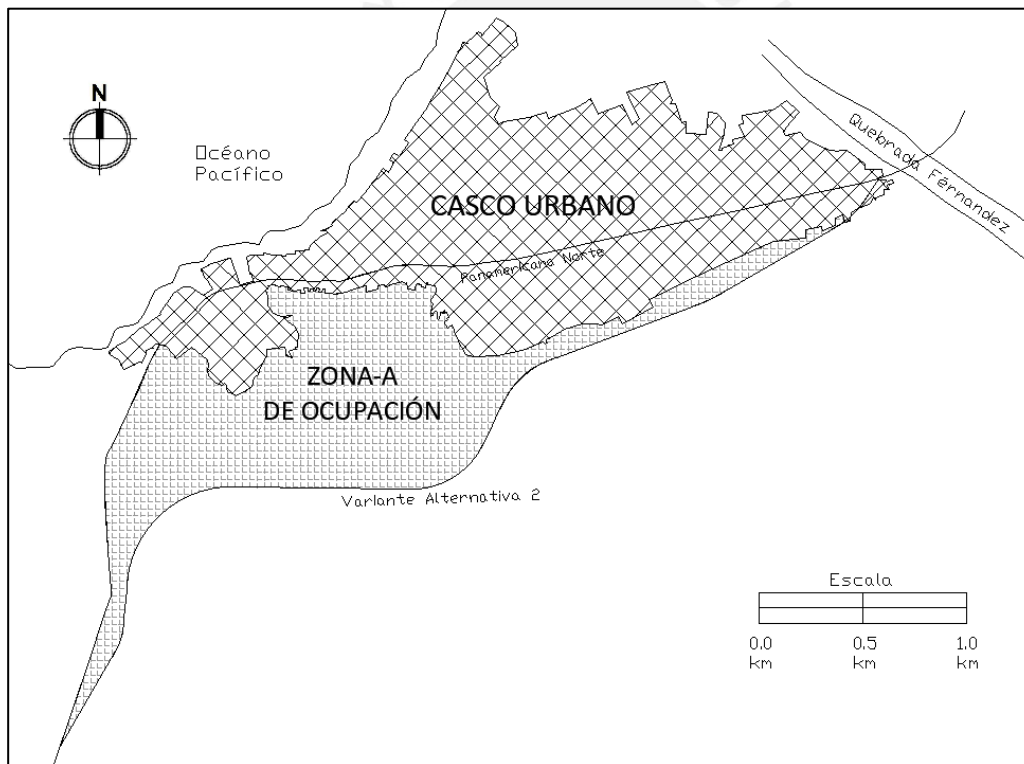


Figura 76: Espacio creado entre el casco urbano y la Alternativa 2 de la variante. Fuente: Propia.

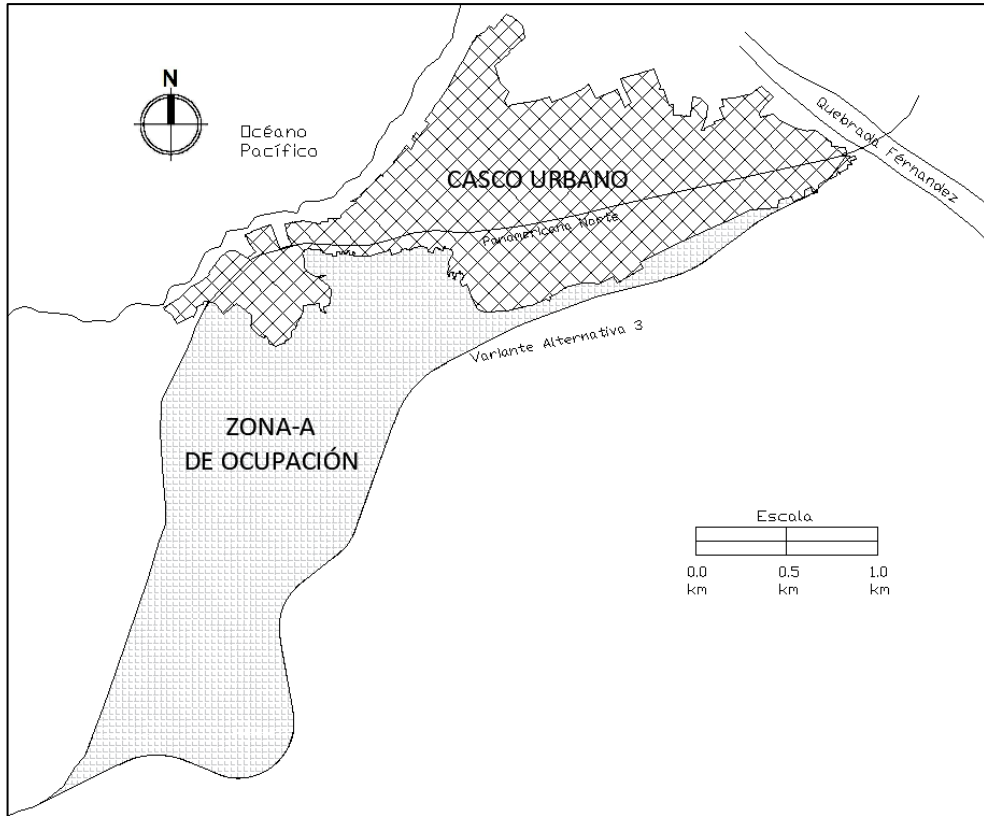


Figura 77: Espacio creado entre el caso urbano y la Alternativa 3 de la variante. Fuente: Propia.

#### 7.2.4. Longitud trazo de variantes vs longitud de travesía

Otro parámetro para comparar y elegir el mejor trazo consiste en determinar en cuánto aumentaría la longitud del recorrido, si los vehículos decidieran usar estas alternativas en lugar de la carretera actual. Anteriormente, ya se ha indicado que un incremento del 60% de recorrido respecto al trazo actual disuadiría el uso de la variante pues se le asocia a poca reducción de tiempo de viaje comparado con la ruta existente.

Tabla 47: Porcentaje de longitud de recorrido de la variante respecto al recorrido actual. Fuente: Propia.

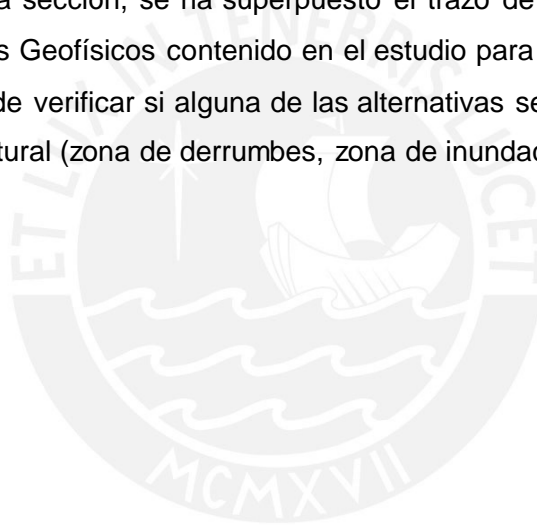
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Recorrido por Travesía (m)</b>	3906.49	5674.39	6684.72
<b>Recorrido por Variante (m)</b>	3912.78	5313.50	6502.64
<b>% Incremento de viaje</b>	0%	-6%	-3%

Como se observa en la tabla anterior, las tres opciones están por debajo de presentar un incremento del 60% en el recorrido. Incluso las alternativas 2 y 3 significan una ligera reducción en el viaje.

### **7.3. Evaluación en contexto físico**

Las tres alternativas discurren por las colinas desérticas y primeras estribaciones andinas ubicadas al sur de la ciudad. La zona no contempla un plan específico de conservación, ni es una zona de reserva natural. Por lo que ninguna de las alternativas planteadas afectaría significativamente el entorno natural que lo rodea. Aun así, debería complementarse el diseño de la alternativa final con un Estudio de Impacto Ambiental.

En lo que respecta a esta sección, se ha superpuesto el trazo de las 3 alternativas sobre el Mapa de Riesgos Geofísicos contenido en el estudio para el PDU. Con esta superposición, se pretende verificar si alguna de las alternativas se encuentra sobre alguna zona de riesgo natural (zona de derrumbes, zona de inundación por tsunamis, entre otros).





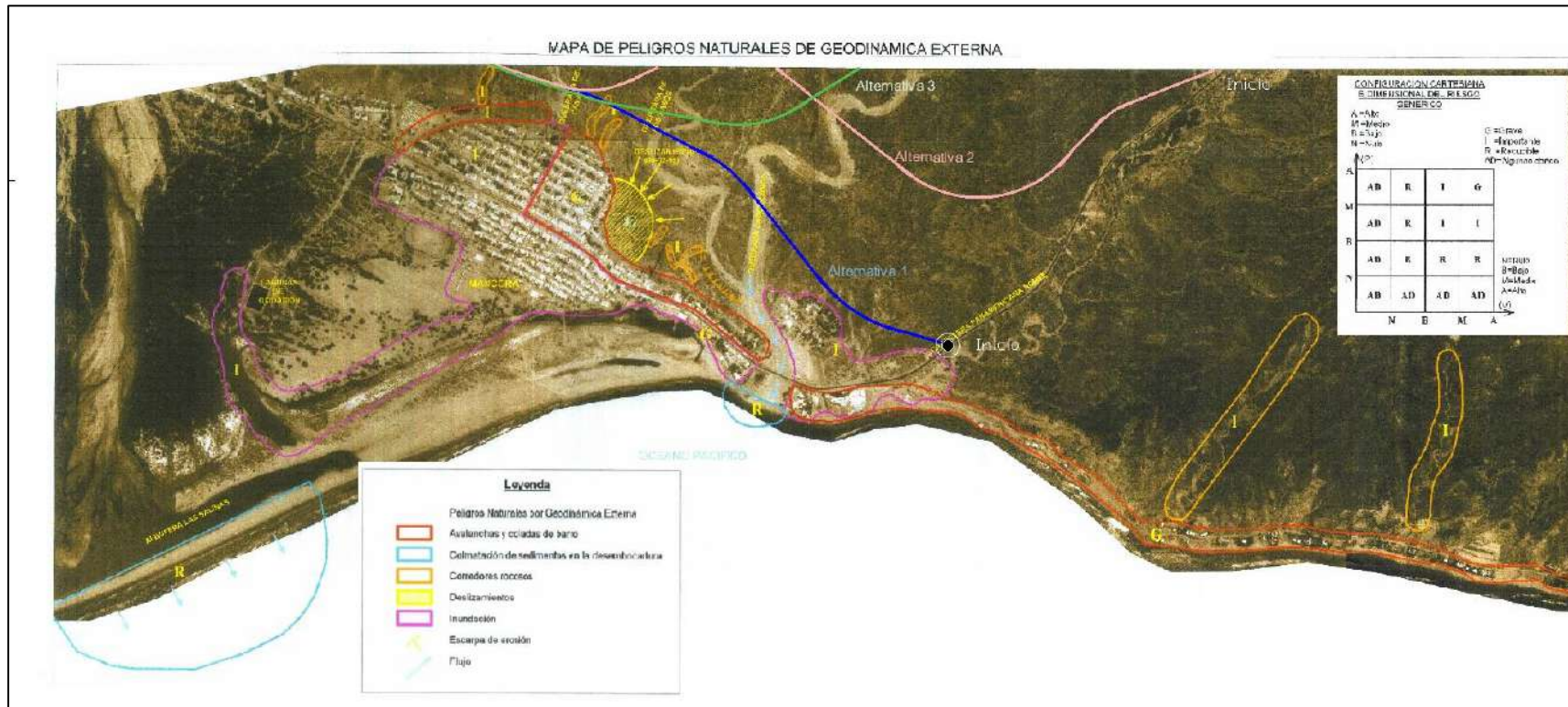


Figura 78: trazos de alternativas sobre el mapa de peligros naturales de geodinámica externa. Fuente: Propio.



Se observa que el inicio del trazo de la Alternativa 1 se encuentra muy próximo a una zona de riesgo de inundación. Si bien no ha habido registros de tsunamis importantes en la zona, el riesgo es potencial, y, de ocurrir, afectaría las comunicaciones terrestres por las cuales llegaría ayuda en caso de desastre.

Por otro lado, se observa que cerca al punto donde las 3 alternativas coinciden, las Alternativas 1 y 3 se ubican sobre zonas de corredores rocosos.

#### 7.4. Elección del trazo final

Dado que las 3 alternativas poseen características similares tales como el uso de radios mayores al mínimo, el valor de las pendientes máximas, ubicación respecto a la ciudad, entre otros, se comparará en base a el resto de parámetros incidentes, en donde las diferencias entre cada alternativa son mucho más resaltantes.

Tabla 48: Comparación de alternativas. Fuente: Propia.

Alt.	Longitud (km)	DISEÑO GEOMÉTRICO					CONTEXTO URBANO			CONTEXTO. FÍSICO		Tiempo de viaje (min)
		N° curvas en planta	Longitud en máxima pendiente	Movimiento de tierras (m³)	Ratio movimiento de tierras por km (m/km)	Long. Total Puentes (m)	ZONA-A de ocupación (%)	Incremento de viaje (%)	Necesidad de expropiación al inicio del trazo	Interferencia con zonas turísticas o zonas ecológicas	Distancia a zonas de riesgo	
1	3.91	7	231	367,435.63	93,973	100	24%	0%	SI	NO	MUY CERCANA	2.93
2	5.31	6	240	568,187.41	107,003	440	67%	-6%	NO	NO	PRUDENTE	3.98
3	6.50	10	240	951,960.46	146,455	530	129%	-3%	NO	NO	CERCANA	4.88

\* Todas las alternativas de trazo poseen radios mayores al mínimo recomendado por norma.

\*\*Todas las alternativas de trazo se ubican al sur de la ciudad, en las colinas.

\*\*\*Todas las alternativas poseen una pendiente máxima en torno al 4%-4.5%.

De la evaluación de los trazos, se elige la alternativa N°2. Si bien la Alternativa 1 resultaría ser la más económica por su menor recorrido, menor movimiento de tierras y menor longitud de puentes, esta se encuentra demasiado cerca de la ciudad lo cual facilitaría una rápida ocupación de los bordes de la vía (ZONA-A) y además exigiría expropiar propiedades al inicio de su trazo. Por otro lado, su trazo la hace susceptible a verse afectado por fenómenos naturales tales como deslizamientos rocosos e inundaciones por fenómeno del niño o tsunamis.

Por otro lado, la Alternativa 3 se aleja demasiado de la ciudad y ciertamente su trazo no brinda mayor ventaja respecto a la alternativa 1 y 2. Por el contrario, resultaría ser la opción más cara puesto que además del gran movimiento de tierras y la

construcción de largos puentes, su trazo exige la construcción de muros de sostenimiento en algunas zonas de relleno.

De este modo, la alternativa 2 representa el punto intermedio entre ambas. Se encuentra a una distancia prudente de la ciudad, lo suficientemente cerca para no perder su conexión con la urbe, pero lo suficientemente lejos para desincentivar una rápida ocupación de la ZONA-A. Como se observa en la tabla anterior, esta alternativa crea una ZONA-A con un área de casi el 70% del área del casco urbano, valor recomendado según los estudios de Herce. Adicionalmente, se observa que su trazo no representa un incremento en la distancia de viaje. Por el contrario, su longitud de trazo es menor que el actual trazo de la travesía. Todas estas características facilitarían que los usuarios vehiculares se vean persuadidos a preferir usar la vía de evitamiento, en lugar de ingresar a la ciudad.

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1. Conclusiones**

La construcción de una variante o vía de evitamiento en Máncora que separe el tráfico local del tráfico de paso es una solución necesaria para reducir el conflicto ciudad-carretera que actualmente existe en la travesía urbana de Máncora.

En primer lugar, porque disminuiría la peligrosa interacción entre peatones y vehículos de paso, reduciendo el riesgo de accidentes de tránsito, así como la contaminación visual, sonora y ambiental que actualmente se tiene en este tramo de la vía. En segundo lugar, porque dejaría la actual travesía urbana al servicio de la ciudad, la cual podrá implementar planes de intervención y seguridad vial para que deje de tener las características de una carretera y se convierta en una vía completamente urbana que articule su circuito turístico, y lo vuelva más accesible a las personas. De este modo, se brindaría a la ciudad la oportunidad de implementar medidas que favorezcan al peatón y mejoren las condiciones de accesibilidad y movilidad para el resto de usuarios, incluidos personas con discapacidad. En tercer lugar, porque la ubicación de la vía por las colinas generará un nuevo polo de expectativas urbanas, las cuales por sí mismas disminuirían la presión que actualmente existe sobre los humedales costeros del norte de la ciudad. Correctamente gestionados, se puede conseguir una ocupación ordenada y planificada en esta nueva zona de expansión. En cuarto lugar, y ya desde el punto de vista del tráfico de paso, porque permitiría reducir

significativamente los tiempos de viaje, pasando de unos 27 minutos (tiempo que actualmente toma a un vehículo de paso ligero en un día normal) a menos de 4 minutos. Finalmente, porque al contar una vía propia para los vehículos de paso, estos ya no se verían sorprendidos por maniobras temerarias de vehículos menores, tales como motos de playa o mototaxis.

Respecto a las alternativas de trazo propuestas, se diseñaron 3 autopistas: Alternativa 1, Alternativa 2 y Alternativa 3, de 3.91 km, 5.31 km y 6.50 km respectivamente. Todas ellas cumplen con los parámetros mínimos exigidos por el Manual de carreteras DG 2018 y buscaron ser coherentes con el contexto urbano y físico de la ciudad. De este modo, todas son autopistas de segunda clase con calzadas separadas y dos carriles de 3.60 m. Dada la inevitable expansión de la urbe sobre la variante proyectada, se escogió una velocidad de diseño de 80 km/h, adecuada para vías con una mediana interacción urbana. Asimismo, en concordancia con el plan de desarrollo urbano de la ciudad, y la zonificación propuesta en él, se optó por colocar la variante al lado sur de la ciudad. De esta forma, no se perjudica el litoral costero (principal atractivo turístico de la ciudad), y se generarían nuevas expectativas urbanas cerca de la zona de la variante.

Del análisis de parámetros, se escogió la Alternativa 2, vía que inicia en la Panamericana Norte a 930 m al sur del puente Cabo Blanco, se abre hacia el este a una distancia máxima de 1 km del eje de la travesía, y finaliza al enlazar nuevamente en la Panamericana Norte, metros antes del puente Máncora, al noreste de la ciudad. Dicha alternativa cuenta con 6 curvas horizontales que van desde los 300 hasta los 700 m de radio y contempla la construcción de 2 puentes, uno de 50 m y el segundo de 390 m de longitud.

Si bien la Alternativa 1 resultaría ser la más económica por su menor recorrido, menor movimiento de tierras y menor longitud de puentes, esta se encuentra demasiado cerca de la ciudad (su eje se aleja apenas 400 m del eje de la travesía) lo cual facilitaría una rápida ocupación de los bordes de la vía (ZONA-A representa 24% del área del caso urbano frente al casi 70% que alcanza la alternativa 2). Además, el trazo de esta alternativa exigiría expropiar propiedades al inicio de su trazo, sin considerar que además es la alternativa más cercana a

las zonas de riesgos naturales, tales como deslizamientos rocosos e inundaciones por fenómeno del niño o tsunamis.

Por otro lado, la Alternativa 3 inicia en una zona completamente plana, ideal para la construcción de los accesos a la variante. Sin embargo, su trazo se aleja demasiado y de forma disfuncional a la ciudad. Respecto a una perspectiva económica, esta alternativa resultaría ser la opción más cara puesto que además de la gran longitud de sus dos puentes (530 m en total), y del gran movimiento de tierras (requeriría 55% más corte por km que la Alternativa 1 y 37% más que la Alternativa 2), su trazo exigiría la construcción de muros de sostenimiento en algunas zonas de relleno.

Finalmente, se elaboraron los planos de planta, perfil y secciones transversales de la Alternativa 2 seleccionada. En total, se tienen 45 planos de secciones transversales que muestran las secciones cada 20 m en tramos rectos, y cada 10 m en tramos curvos. Respecto a los planos de planta y perfil, cada uno muestra tramos de 1 km siendo un total de 6 planos que dan cuenta de las cotas y alineamientos del proyecto.

## **8.2. Recomendaciones**

Tomar en cuenta que las vías de evitamiento son un alternativa de solución al problema de la interacción ciudad carretera en travesías, cuando el tráfico local y peatonal es significativamente mayor al de paso, y cuando las condiciones físicas de la vía y la zona no permiten una expansión de la seccion trasnversal de la via.

Al diseñar una vía de evitamiento, se debe tomar en cuenta a la ciudad como un elemento dinámico y no estático. Ello implica trabajar con una perpectiva de diseño que articule el contexto fisico de la zona, el contexto urbano de la ciudad y los parámetros ingenieriles del diseño de carreteras.

Abordar el contexto urbano de la zona implica conocer las principales actividades económicas de sus habitantes, identificar los principales puntos de atracción para la expansión urbana y conocer la zonificación de acuerdo a su Plan de Desarrollo urbano. De igual modo, identificar el comportamiento de los vehiculos de tránsito local, el comportameinto de los peatones, y los planes de expansión urbana de la ciudad permitirán conocer mejor la realidad urbana de la ciudad que se estudia.

Se recomienda complementar el diseño propuesto con estudios de hidrología y geotecnia a fin de validar los datos supuestos para las dimensiones de cunetas y taludes.

Realizar un levantamiento topográfico de la zona a fin de validar la topografía obtenida a través de globla mapper dará valores mas certeros de movimiento de tierras.

Por otro lado, se debe intervenir con un plan de gestión del tránsito y de seguridad vial en la travesía de la panamericana norte en Máncora, a fin de mejorar el ámbito urbano de la ciudad de Máncora. Si bien una vez construida la variante, la tutela de la travesía pasa al gobierno local, el gobierno nacional y regional deben acompañar y asesorar el recuperación de la vía en la resolución de problemas urbanísticos.

Finalmente, en un diseño definitivo de la variante, se debe contemplar la implementación de zonas de descanso para camiones, dada la falta de ellos en las carreteras peruanas.

## REFERENCIAS

- Bazant, J. (2008). Procesos de expansión y consolidación urbana de bajos ingresos en las periferias. Bogotá, Colombia: Bitácora 13, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/viewFile/18527/19437>
- Bejar, H. (2018). Historia de Máncora, Pariñas y La Brea. Diario Uno. Recuperado de <http://diariouno.pe/columna/historia-de-mancora-parinas-y-la-brea/>
- Castañeda, M. (2018). Las ciudades como centros de transformación e innovación. *Revista Tinta verde*. Recuperado de <http://www.revistatintaverde.com/info-central/las-ciudades-como-centro-de-transformacion-e-innovacion/>
- El Peruano (2005). Resolución ministerial N° 855-2005-MTC/02 Precisan derecho de vía de las carreteras Piura-Sullana, Sullana Aguas Verdes y Vía de Evitamiento Piura. Lima: El Peruano.
- El Norte de Castilla (2014). Tres cámaras fotografiarán a los coches que se salten semáforos en la travesía de San Rafael. Segovia: El Norte. Recuperado de: <https://www.elnortedecastilla.es/segovia/201411/13/tres-camaras-fotografiaran-coches-20141113131038.html>

- Gonzales, F. (2017). Estado y modelo de desarrollo turístico en la costa Norte del Perú: El caso de Máncora, Piura. Pasos, revista de turismo y patrimonio cultural. vol. 15 (4), pg. 867
- Guitierrez-Rubi A. (2017). Ciudades unidas, la esperanza del siglo xxi. El País. Recuperado de [https://elpais.com/elpais/2017/02/03/planeta\\_futuro/1486120804\\_941761.html](https://elpais.com/elpais/2017/02/03/planeta_futuro/1486120804_941761.html)
- Herce M., Magrinyá F. (2002). La ingeniería en la evolución de la urbanística. Barcelona: Edición UPC. pg. 205.
- Herce M., Magrinyá F. (2009). "Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano". Barcelona: Reverté
- Herce M. (1995). Variante de la carretera y forma de la ciudad. Barcelona: Reverté
- IMPLAN (2016). Plan de Desarrollo Urbano del centro de Población Chihuahua Visión 2040. Recuperado de <https://implanchihuahua.gob.mx/PDU2040.html>
- INEI (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas: Resultados definitivos. Lima: INEI.
- INEI (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas: Resultados definitivos de la Población Económicamente Activa. Lima: INEI.
- INGEMMET (2020). Geocatmin: Mapa geomorfológico de la ciudad de Máncora. Lima.
- Kauffman, V. (2018). "La transformación des territorios par la mobilité". Mobilite et Urbanisme [Material de clase]
- Kauffman, V. (2018). "Comment définir la mobilité?". Mobilite et Urbanisme [Material de clase]
- Lupano, J. (2009). Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte. Santiago. CEPAL.
- Márquez, W. (2010). La ciudad que necesita inmigrantes. BBC. Recuperado de: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/08/120813\\_eeuu\\_baltimore\\_inmigrantes\\_bienvenida\\_wbm.shtml](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/08/120813_eeuu_baltimore_inmigrantes_bienvenida_wbm.shtml)
- Millán, J. (1990). Las travesías urbanas en la red principal de carreteras de Andalucía. Revista de Estudios Andaluces N°14. Sevilla, España.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2009). Manual para la elaboración de planes de desarrollo urbano. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018. Lima, Perú.



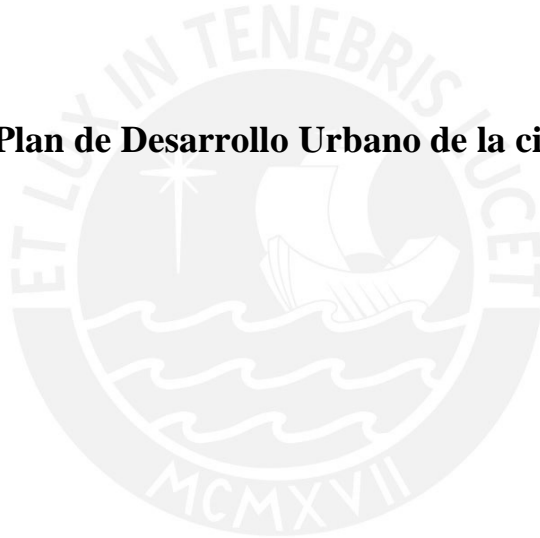
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Seguridad Vial. Lima, Perú.
- Municipalidad Distrital de Máncora (2012). Plan de Desarrollo Urbano 2010-2020 del distrito. Máncora, Perú.
- Orozco Cuello, C., & Sanandres Campis, E., & Molinares Guerrero, I. (2012). Colombia, Panamá y la Ruta Panamericana: Encuentros y Desencuentros. Memorias. Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe, (16), 101-130. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/html/855/85528618005/>
- Rodríguez, O. (s.f.) Cruce de las Avenidas Vía Expresa con Javier Prado de los años 50s. Lima, Perú: Omar Rodríguez Jaime, Arquitectura e interiorismo. Consultor inmobiliario. Recuperado de <http://omarrodriguezjaim.es.pe/2018/07/23/cruce-las-avenidas-via-expresa-javier-prado-los-anos-50s/>
- Capítulo Peruano y Ecuatoriano del Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Perú-Ecuador (2015). Informe del Plan Binacional de la Región Fronteriza Perú Ecuador a la XIV Reunión de la Comisión de Vecindad. Lima: Capitulo Peruano, Quito: Capitulo Ecuatoriano.
- PERU 21 (2017). Prensa extranjera retrata desigualdad social del Perú basándose en un recorrido por la Panamericana Sur [FOTOS]. Lima: Perú 21. Recuperado de <https://peru21.pe/lima/prensa-extranjera-retrata-desigualdad-social-peru-basandose-recorrido-panamericana-sur-fotos-76714?foto=4>
- Urriza, G., & Garriz, E. (2014). ¿Expansión urbana o desarrollo compacto? Estado de situación en una ciudad intermedia: Bahía Blanca, Argentina. Revista Universitaria de Geografía, 23 (2), 97-123.
- Vadillo, J. (2017). 50 años del zanjón. Lima, Perú: El Peruano. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia-50-anos-del-zanjon-57227.aspx>
- Vecslir, L., (2007). Paisajes de la nueva centralidad. Urbana, revista del departamento de urbanística y ordenamiento del territorio. Barcelona, España. Pg. 35,37.

YONG, J. (2017). Rumbo a Lima. El País. Recuperado de [https://elpais.com/internacional/2015/04/10/actualidad/1428694327\\_371014.html](https://elpais.com/internacional/2015/04/10/actualidad/1428694327_371014.html)



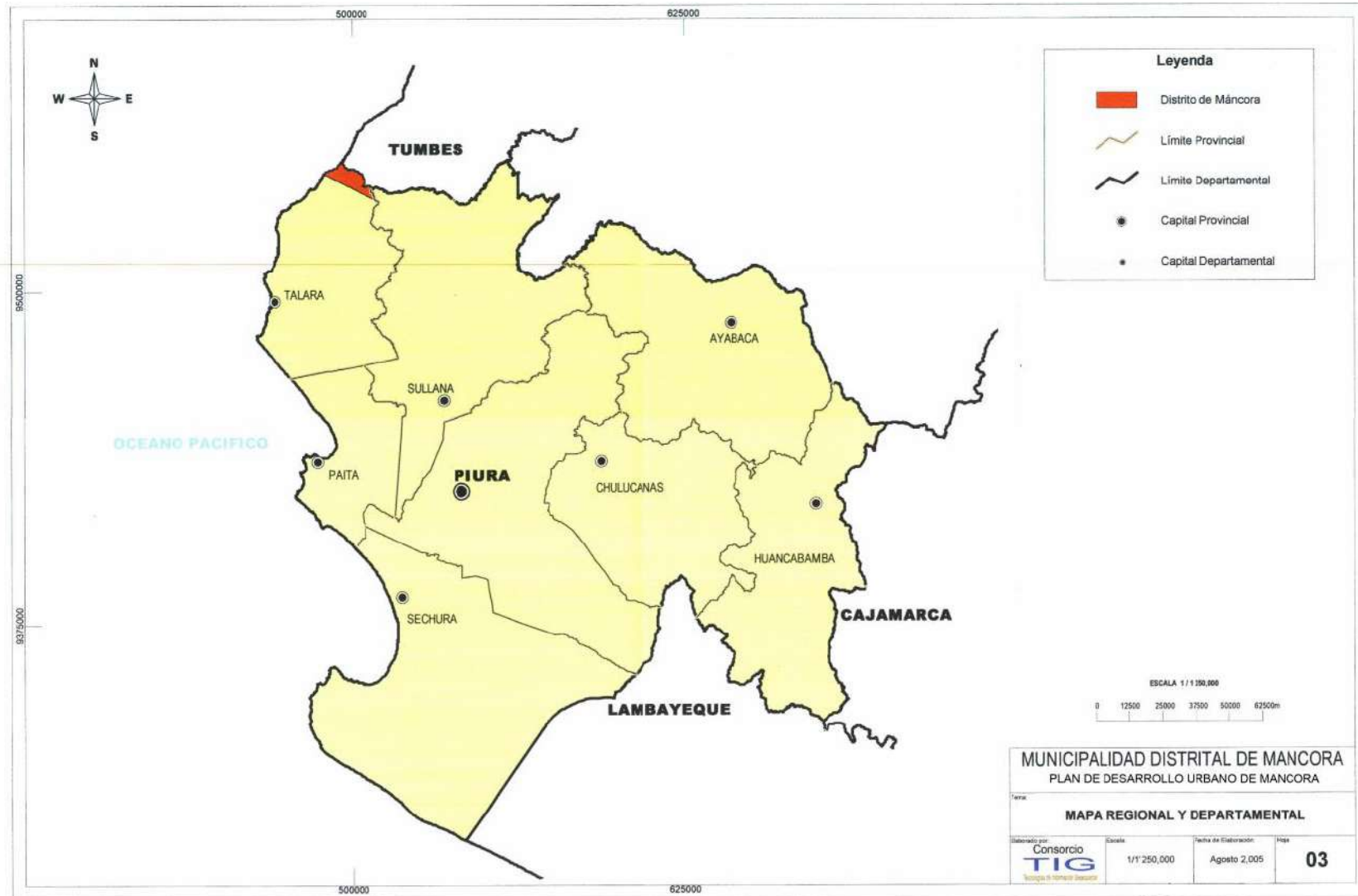
## **ANEXO A**

**Documentos del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Máncora**



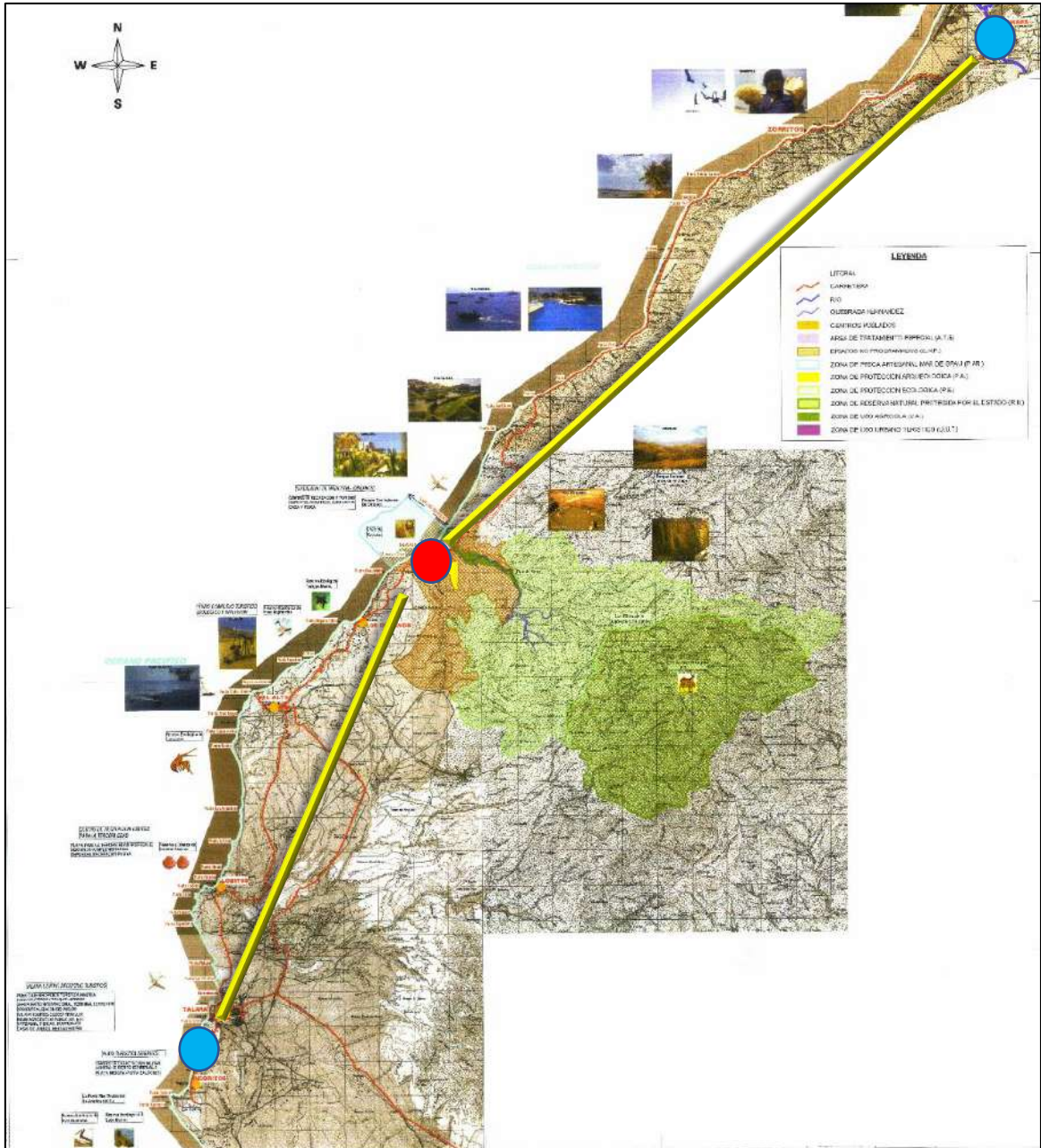
# ANEXO A.1

## Mapa de ubicación de la ciudad



## ANEXO A.2

### Área de influencia de la ciudad de Máncora



### ANEXO A.3.

#### Propuestas ciudadanas a problemas urbanos en Máncora

PROBLEMA	SOLUCION
<b>VINCULADAS AL TURISMO</b>	
<b>Vialidad y transporte</b> - Mal estado de la vía de acceso al balneario. - Ocupación de áreas de acceso a playas. - Conducción de mototaxis por jóvenes	- Vía de evitamiento alternativo - Mejorar las Vías de acceso a las zonas turísticas como: Máncora – Vichayito. - Aplicar la Ley vigente para el acceso a las playas cada 1 Km. - Implementar nuevos circuitos turísticos internos. - Construcción de una marina - Seguridad náutica, salvavidas, cursos de primeros auxilios - Reglamentación y capacitación a conductores de mototaxis.

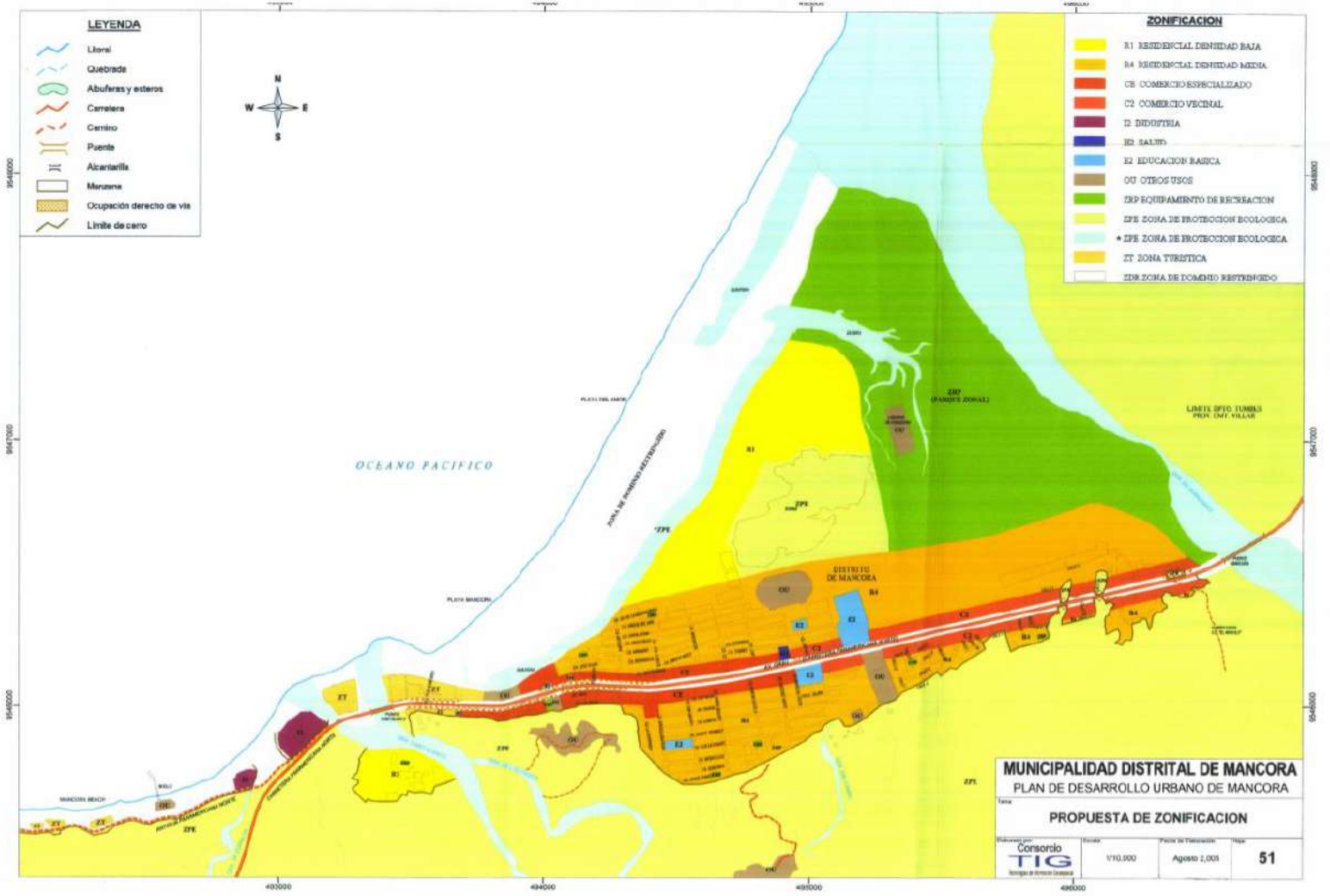
PROBLEMA	SOLUCION
<b>URBANO</b>	
Desorden urbano Intervención de la Comunidad Campesina por la venta indiscriminada de los terrenos, lo que ha agravado el desorden, que ha llegado al extremo de cerrar una de las <u>calles</u> aledañas al Mercado de Máncora.	- Calle Martín Weiss no hay solución, cerrada por los vendedores del mercado, existen otras áreas para que los vendedores puedan utilizar - La Municipalidad debe proporcionar licencias de funcionamiento, especialmente a los Hoteles, regulando de acuerdo a un cálculo de la demanda de alojamientos y no en función sólo de los requerimientos de los inversionistas. - Instalar un Cuerpo de Bomberos - Zonificar y delimitar las zonas urbanas - Levantar un plano topográfico con la nivelación de todas las calles - Replanteo del plano de lotización de toda la localidad. - <b>Construcción de una vía paralela a la Panamericana para vehículos</b> - Normatividad en cuanto a predios, parámetros urbanísticos. - Desarrollo urbano, mejoramiento de calles, creación de parques y áreas verdes.

VIALIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los mototaxis son conducidos por menores de edad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de un Terminal Terrestre</li> <li>- Reactivación de la franja de aterrizaje</li> <li>- <b>Contar con una Vía de Evitamiento.</b></li> <li>- Señalización e iluminación de vías y playas.</li> <li>- Definir áreas destinadas a paraderos para descongestionar el tráfico vehicular.</li> <li>- Establecer áreas de parqueo de moto taxis</li> <li>- Hacer plano de vías de acceso</li> <li>- Definir áreas o Zonas para emergencias</li> <li>- Prohibir todo desarrollo hasta que acabe el Plan</li> <li>- Hacer un Proyecto Vial</li> <li>- Reglamentación de conductores menores de edad.</li> <li>- Definir accesos, ingresos, áreas de parqueo, paraderos, áreas verdes en la zona de Máncora – Vichayito</li> </ul>



# ANEXO A.4

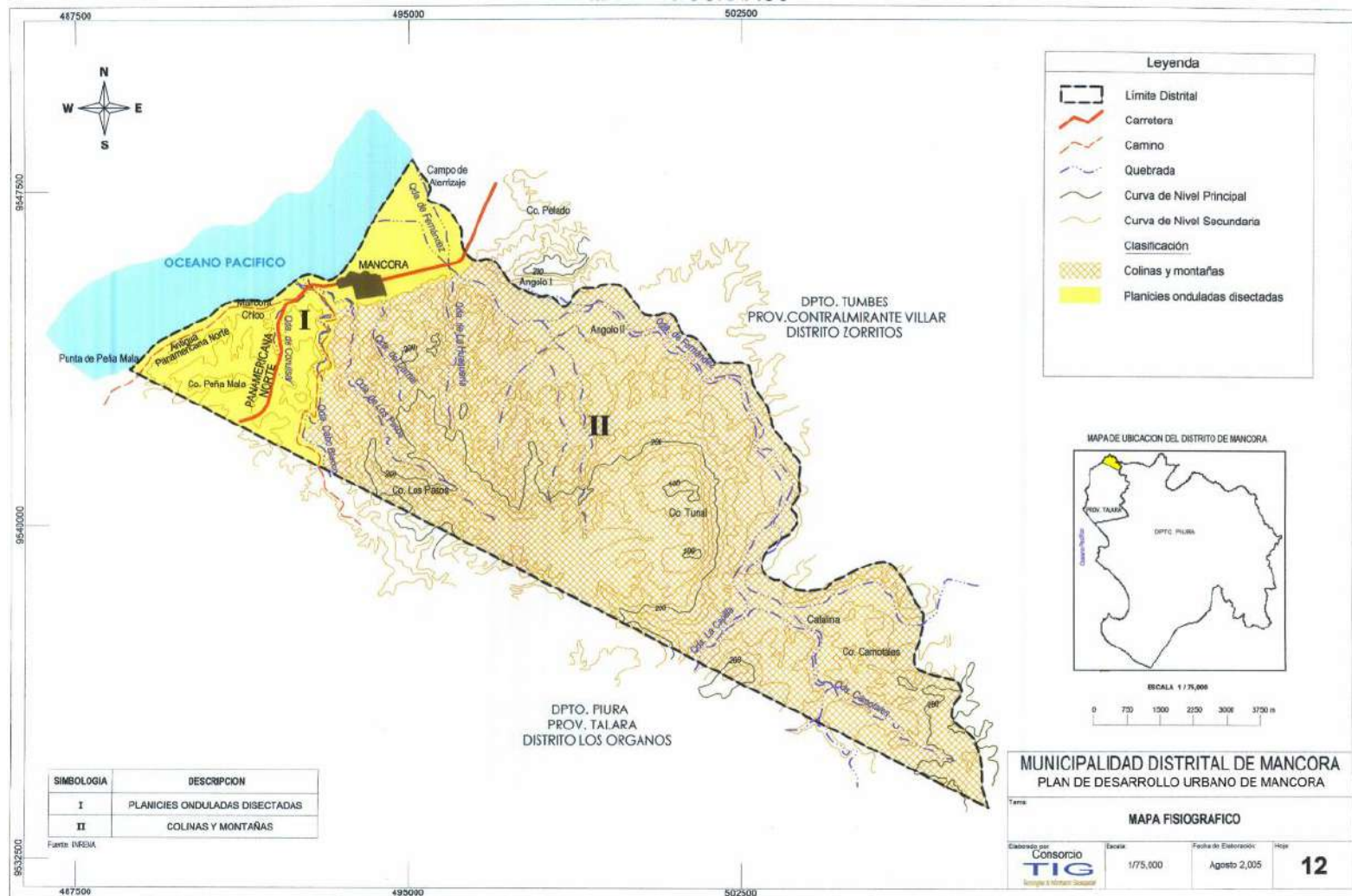
## Mapa de zonificación de la ciudad





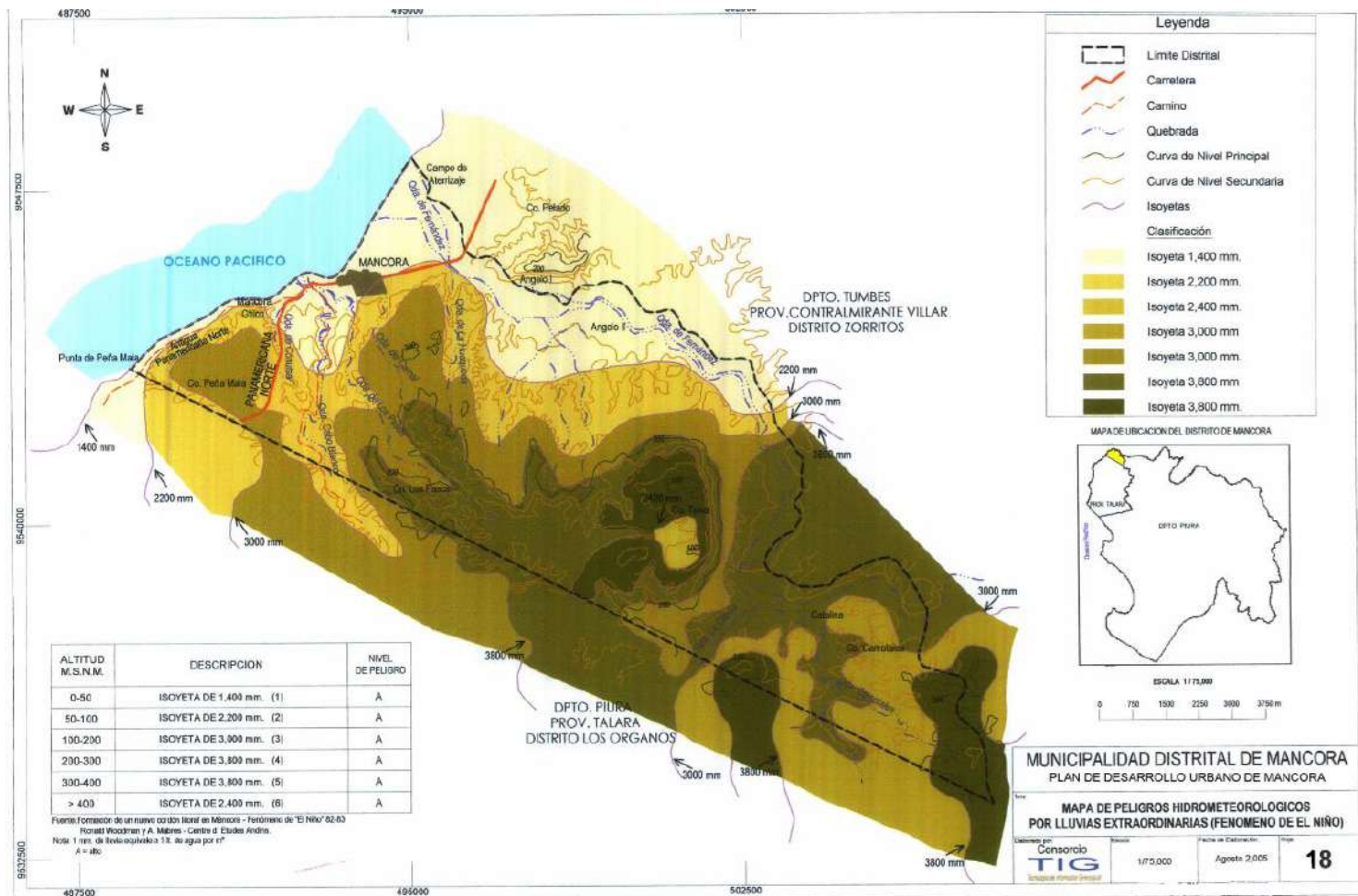
# ANEXO A.5

## Mapa Fisiográfico



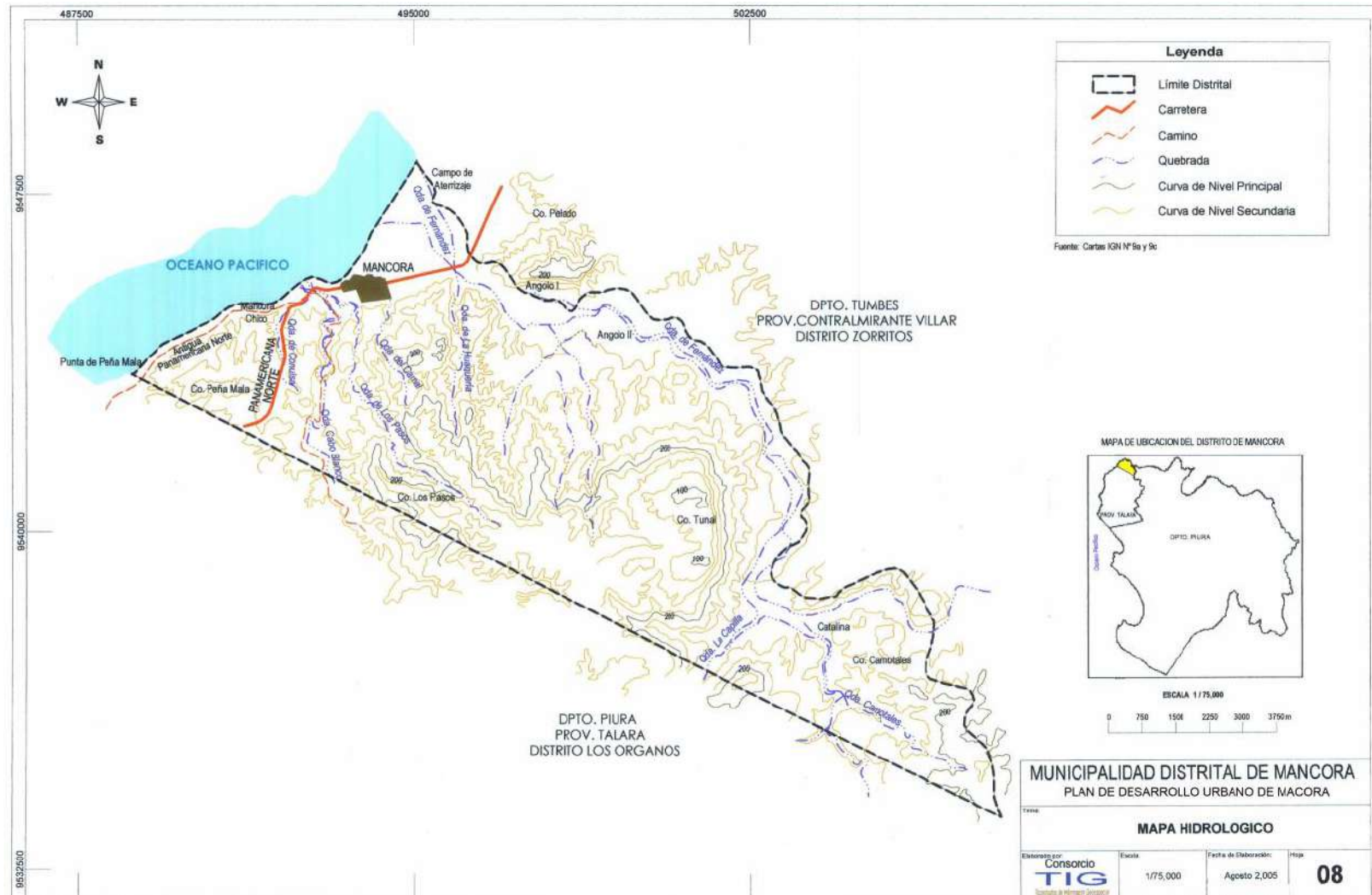
## ANEXO A.6

### Mapa de peligros hidrometeorológicos por lluvias extraordinarias



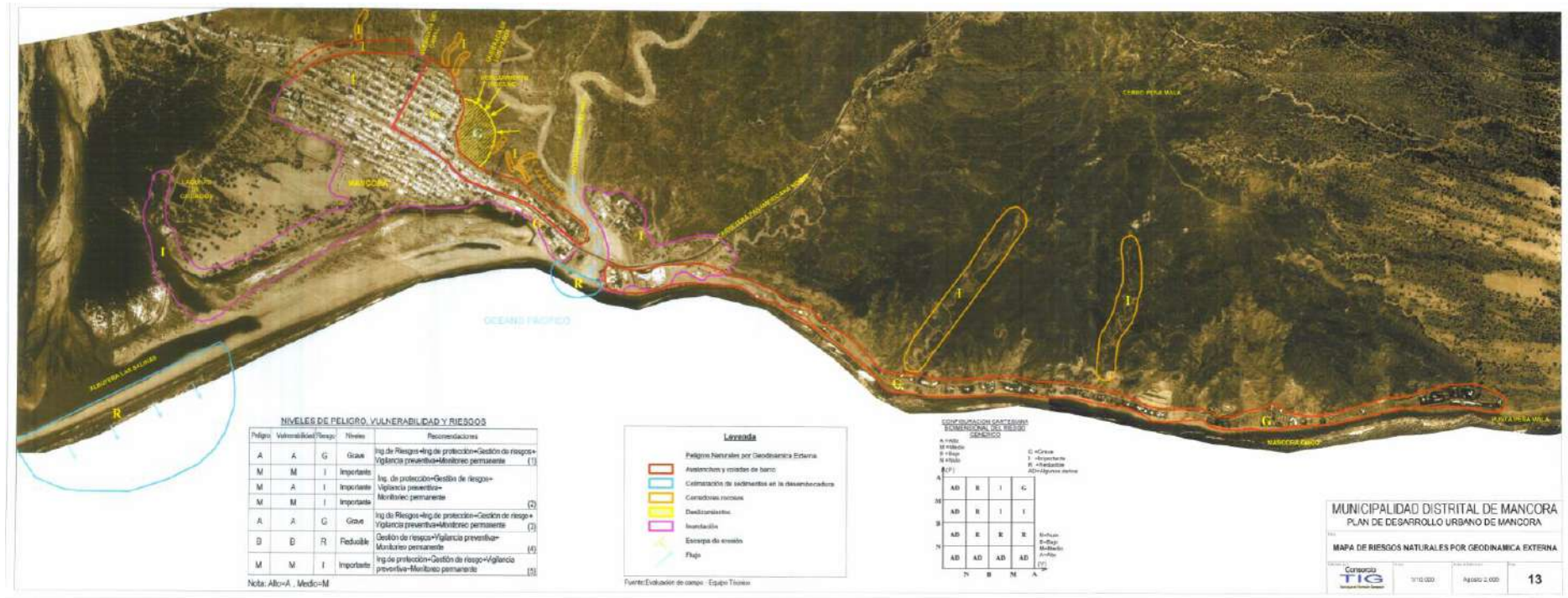
# ANEXO A.7

## Mapa Hidrológico



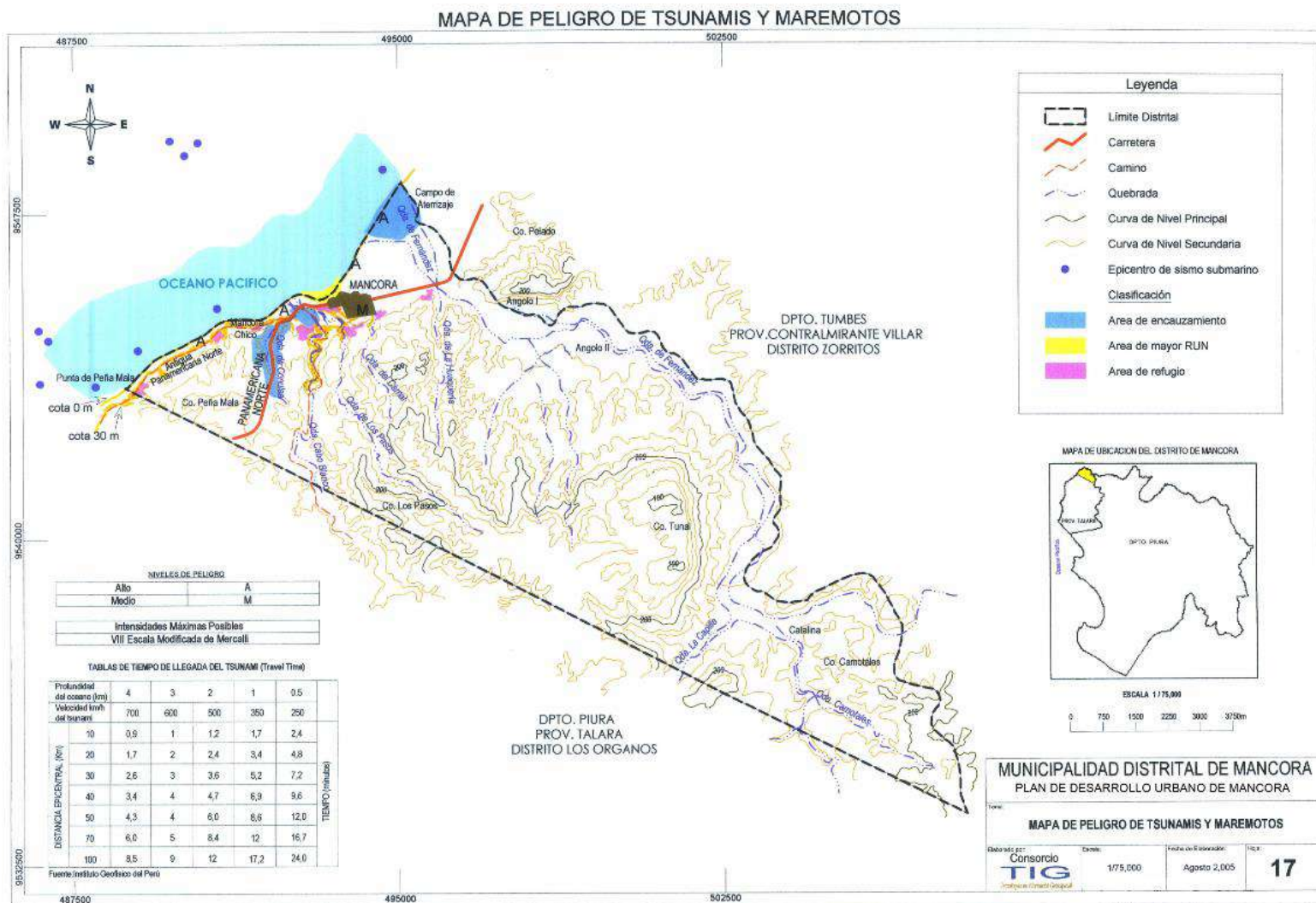
## ANEXO A.8

### Mapa de riesgos por geodinámica externa en Máncora.



## ANEXO A.9

### Mapa de peligro de tsunamis en Máncora.



## ANEXO B

### Lista de chequeo diagnóstico vial urbano en Máncora

Lista de Chequeo General Travesía urbana de Máncora, Perú		
ÍTEMS	COMENTARIOS	
Aspectos Generales		
1	Aspectos generales	Carretera de 1era clase perteneciente a al red vial nacional y a la vez unica via funcional de la ciudad. Consta de una sola calzada bidireccional con un carril por sentido. Tramo mayormente recto. Para su análisis, ha sido dividio en 9 sectores delimitados por los puentes al inicio y fin de la ciudad y 7 rompemuelles.
2	Entorno de la vía	Centro urbano y zona turística de la ciudad de Mancora.
3	Trabajos Temporales en la vía	No reportados
4	Encandilamiento	Bajo durante el día. Aumenta en la noche por la luz artificial de la ciudad.
5	Reductores de velocidad	7 rompemuelles
6	Áreas Congestionadas	8 de 9 sectores. Fuerte congestión en horas punta.
7	Red Vial	Nacional
8	Áreas de escuela y recreación	A ambos lados de la vía.
9	Consideraciones Medioambientales	Se percibe que el alto flujo vehicular y la congestión emiten grandes cantidades de gases contaminantes en la ciudad.
10	Clasificación de la vía	Carretera de 1era clase. Una calzada bidireccional con un carril de 3.60 m por sentido.
11	Cruces ferroviarios	No
Alineamiento y sección transversal		
12	Visibilidad; distancia de visibilidad	50-70 m (estimada)
13	Diseño de velocidad	100 km/h (estimada)
14	Límite de velocidad / velocidad dividida por zonas	35 km/h, por ser zona urbana
15	Legibilidad para conductores	Regular
16	Anchos	Carril = 3.60 m , Berma = variable (de 0.0 a 1.80 m), Cuneta triangulares y semicircuales de 1.50 m de ancho y 0.50 m de profundidad. Aceras con ancho y alto variable. (Anchos desde los 0.70 m hasta 3.00 m)
17	Pendiente transversal	Bombeo de 2.5%
Pistas Auxiliares		
18	Canalizaciones	Inexistentes
19	Señalización vertical y demarcación	Inexistentes
20	Virajes del Tránsito	A izquierda y derecha
Intersecciones		
21	Visibilidad; distancia de visibilidad	50-70 m (estimada)
22	Regulación y delineación	Inexistentes
23	Diseño	Sin diseño
Señalización vertical e iluminación		
24	Iluminación	Deslumbrante en tramos, por la actividad urbana
25	Aspectos generales de las señales verticales	Se puede perder con elementos del entorno urbano
26	Legibilidad de las señales verticales	Buena
Demarcación y delineación		
27	Línea central, línea de borde y línea de pistas	Borrosas
28	Delineadores retroreflectantes	No

29	Adevertencia y delineación de curvas	Sí
Barreras de contención y entorno de la vía		
30	Puntos duros	Viviendas al lado de la vía.
31	Barreras de contención	Solo en puentes
32	Terminaciones	Enterradas
33	Vallas peatonales	No
34	Visibilidad de barreras y vallas	Buena en puentes
Semáforos		
35	Operación	No hay semáforos
36	Visibilidad	No hay semáforos
Puentes y alcantarillas		
37	Características del diseño	2 puentes: Puente Cabo Blanco de 50 m al oeste de la ciudad. Puente Máncora de 175 m al este de la ciudad.
38	Barreras de contención	Sí
Estacionamientos		
39	Estacionamientos en la calzada	Sí, se usan las bermas como estacionamientos.
40	Playas de estacionamiento	No los suficientes
Cauces de agua e inundaciones		
41	Acumulación de agua, inundaciones	Sí. De acuerdo a los mapas brindados por el municipio, el actual trazo se encuentra en una zona de inundación.
Usuarios de la vía		
42	Peatones	Sí, locales y turistas cruzan constantemente de un lado a otro. Los cruces no estan canalizados. No hay pasos de zebra.
43	Ciclistas	Sí. No existente ciclovías en la ciudad.
44	Discapacitados y personas mayores	Se observaron pocos. No hay facilidades para su movilización. Según lo indicado por pobladores, este sector de la población debe movilizarse en transporte privado pues no existen las condiciones para su correcto desplazamiento.
45	Trasnporte Público	Compuesto por mototaxis y taxis. No existen paraderos implementados para el transporte público. La subida y baja de los vehículos se realiza sobre la calzada lo cual genera congestión.
46	Vehiculos menores	Se observan cuatrimotos de playa compartiendo calzada con camiones y buses.
47	Vehículos pesados	Sí, al ser la única vía de paso hacia y desde el Ecuador y Colombia, los camiones de comercio y buses de viaje internacional pasan por el centro urbano.
Acceso y desarrollos adyacentes		
48	Líneas de edificación	Muy próximas a la carretera, en algunos sectores tans olo los separa una vereda improvisada de 1 m de ancho.
49	Áreas de carga y descarga	Próximos a la carretera, contribuyen a la congestión.
Varios		
50	Vehículos errantes	Los vehículos que se salgan imprevistamente de la vía impactarían contra locales de comercio y viviendas dada su proximidad.

Fuente: Elaborado a partir de Listas de Chequeo ASV para vías urbanas, Conaset, Chile (2003)

**ANEXO C**

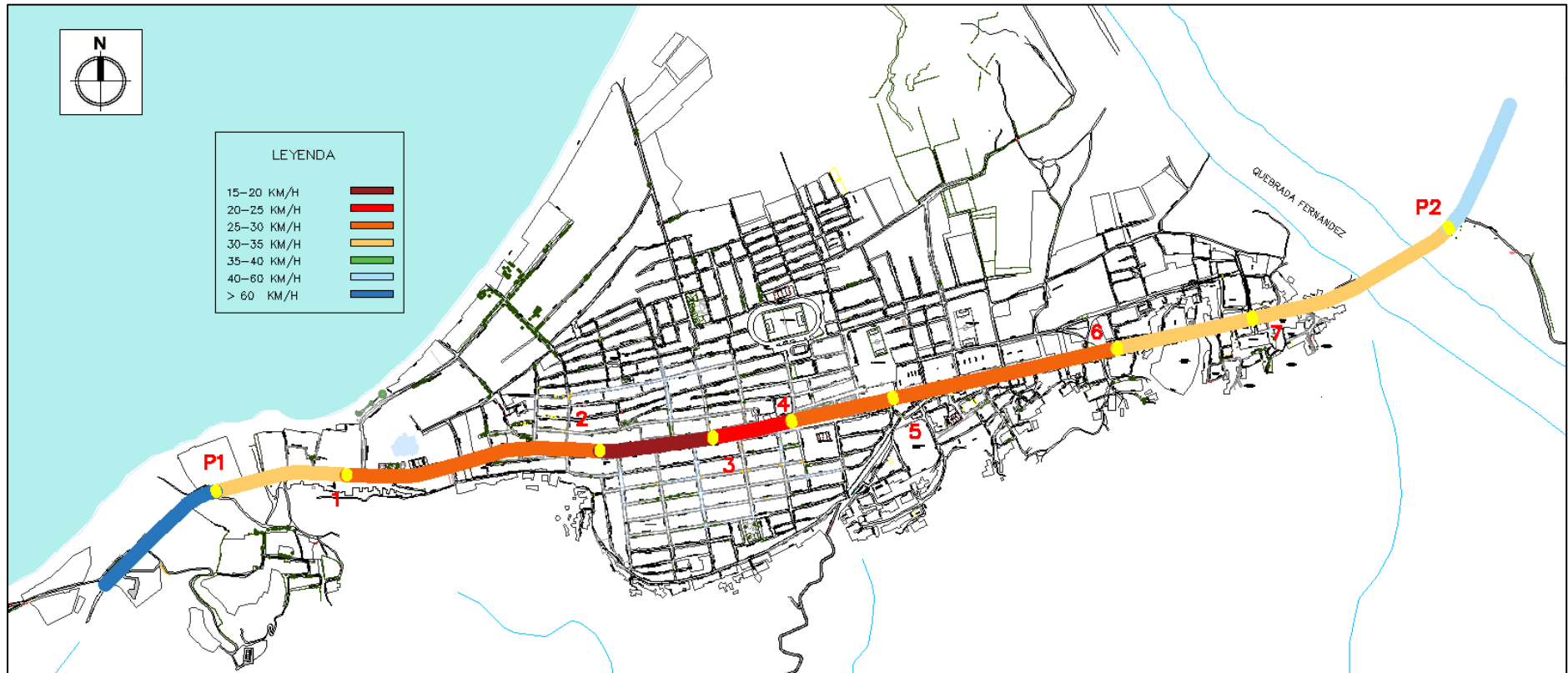
**MAPAS DE VELOCIDAD PARA UN VEHICULO DE PASO  
CAMIONETA**





# ANEXO C.1

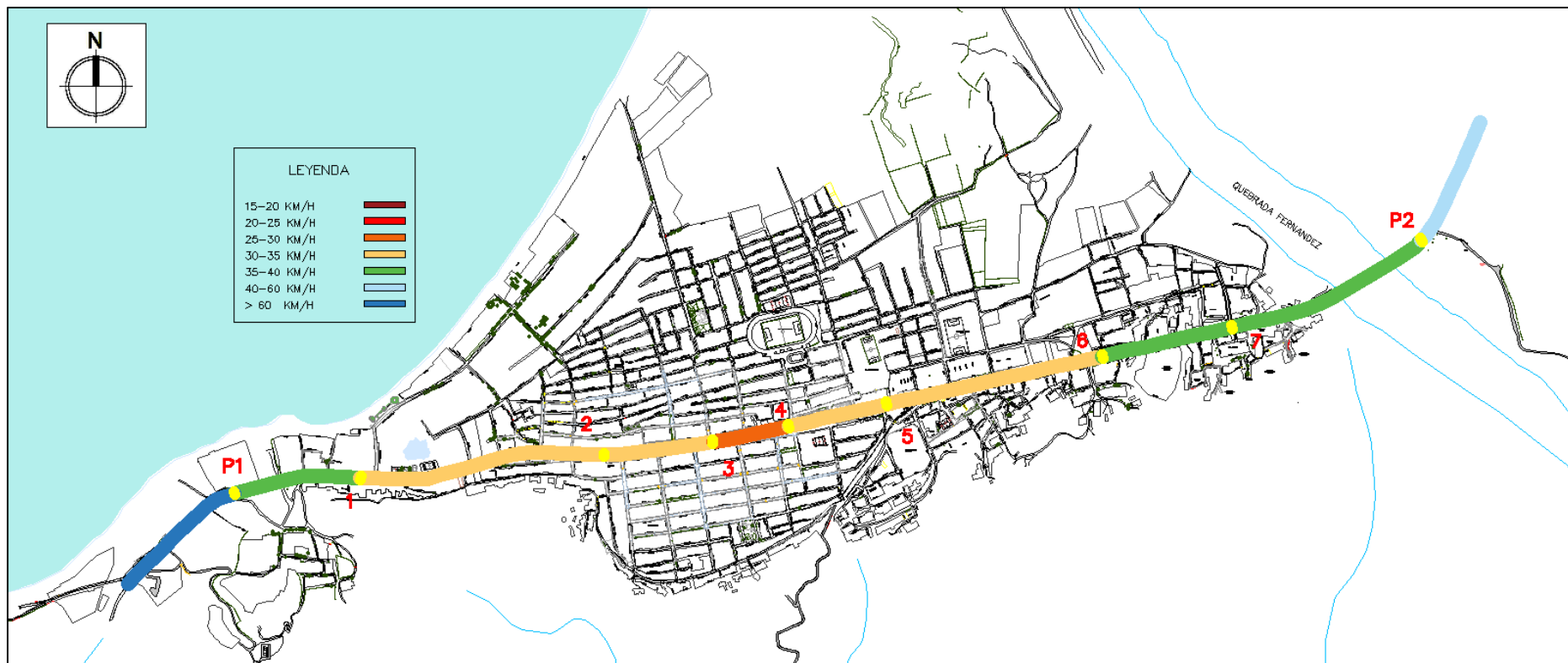
## Registros a las 7:00 am



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO C.2

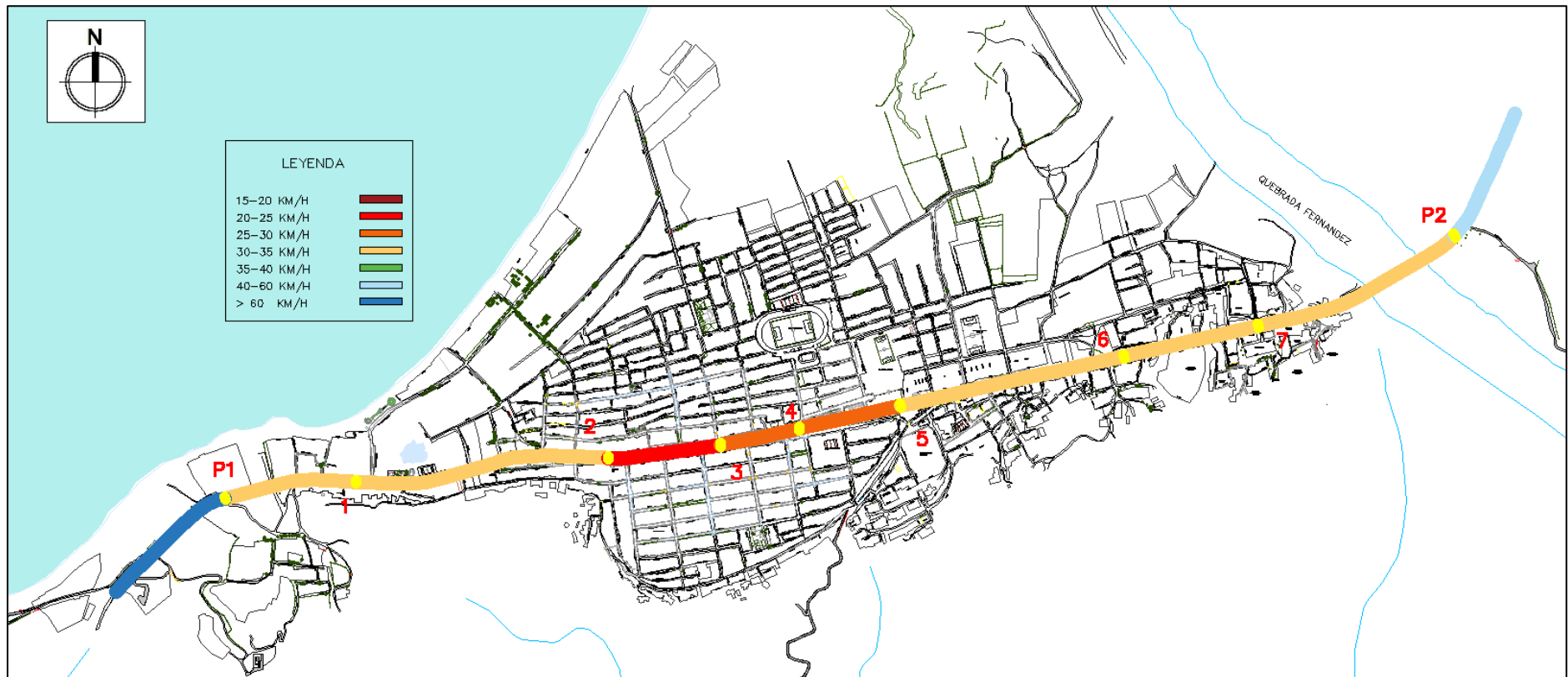
### Registros a las 9:00 am



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO C.3

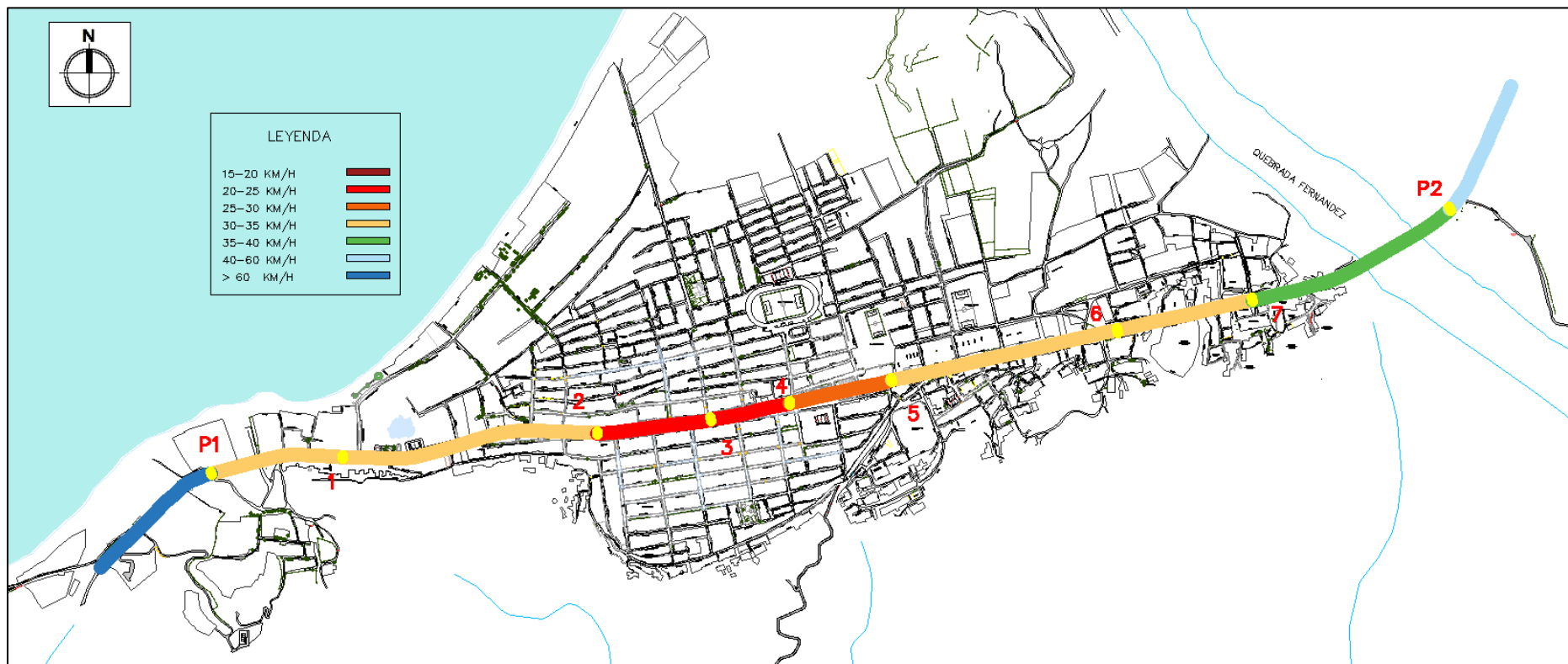
Registros a las 12:00 pm



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO C.4

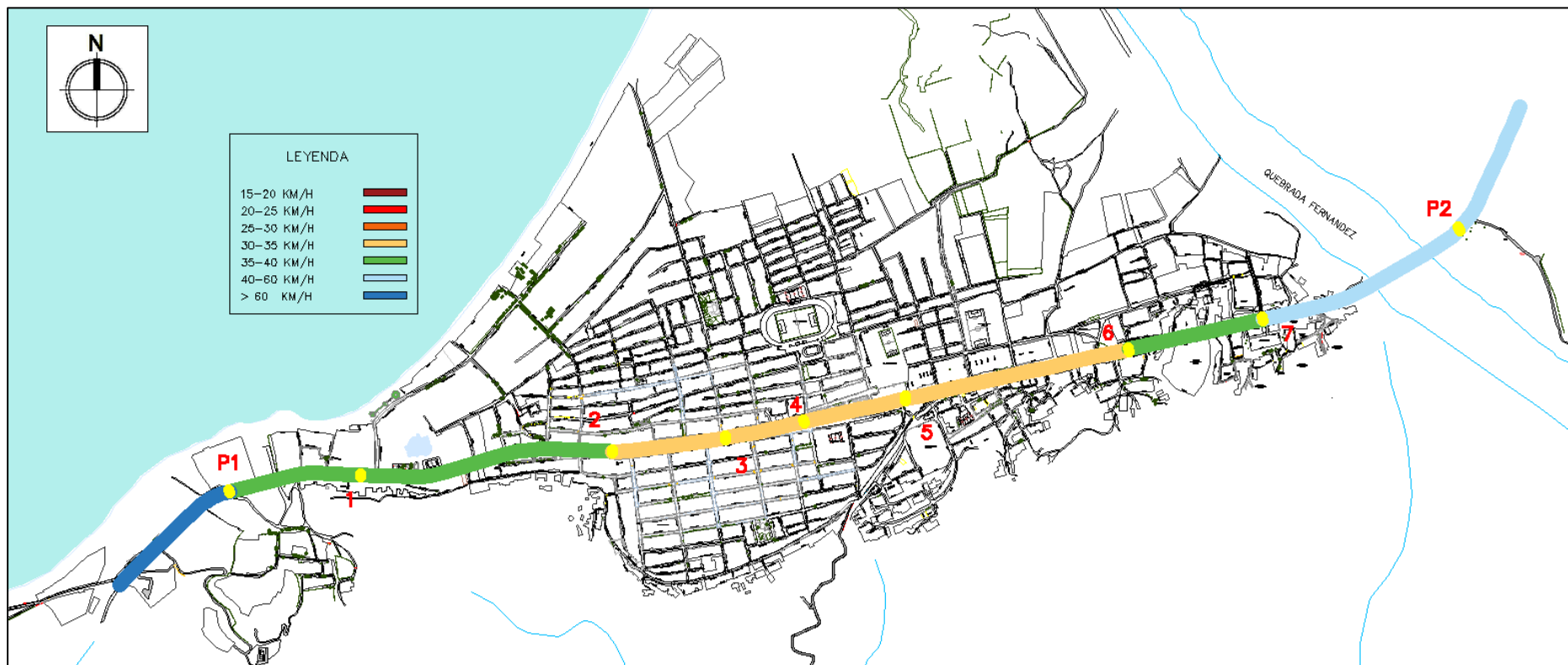
### Registros a las 2:00 pm



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO C.5

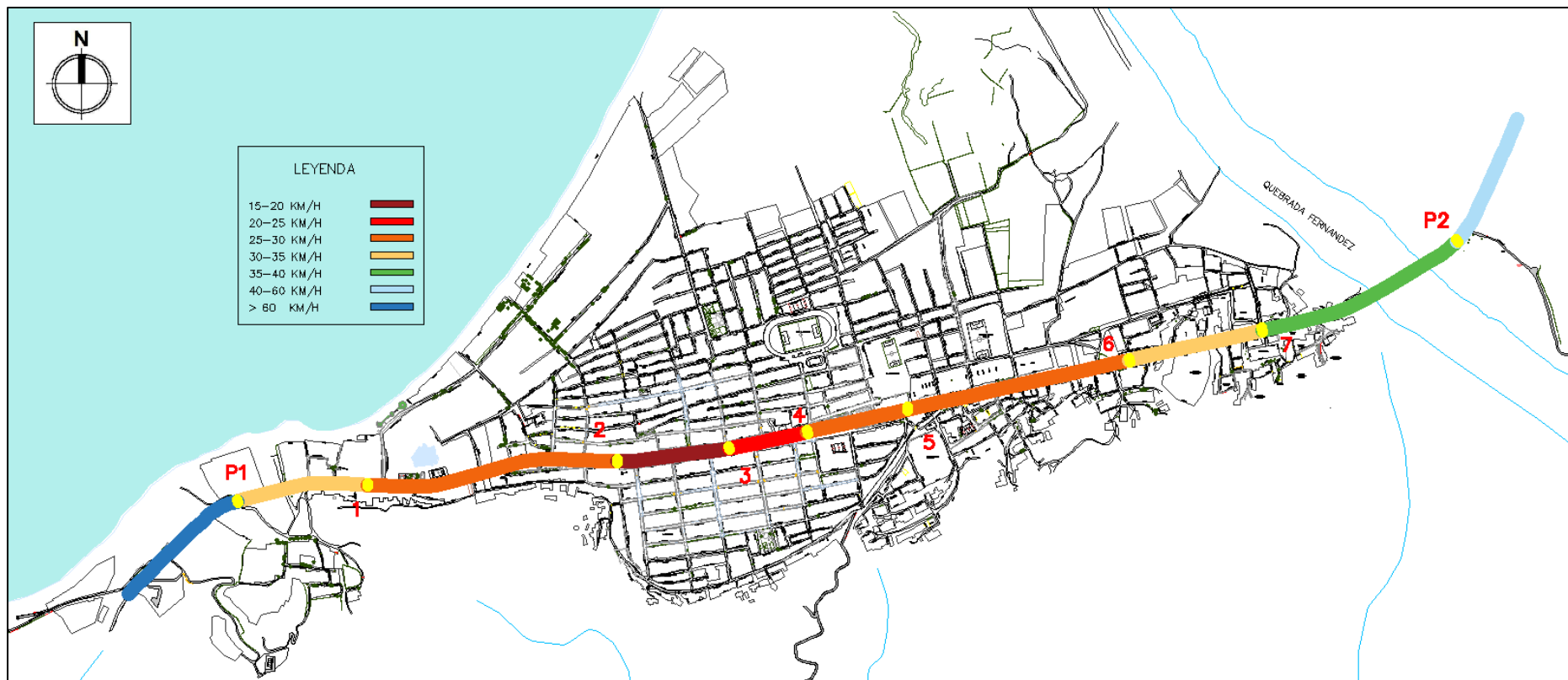
### Registros a las 4:00 pm



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO C.6

### Registros a las 6:00 pm



Fuente: Elaboración Propia

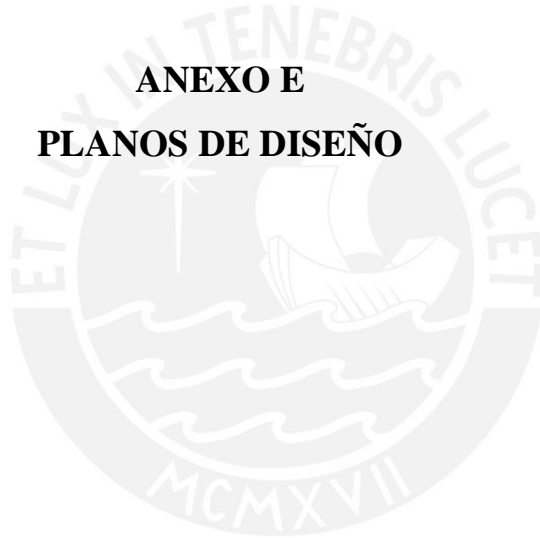
## ANEXO D

### Cuento vehicular en estación C 006.

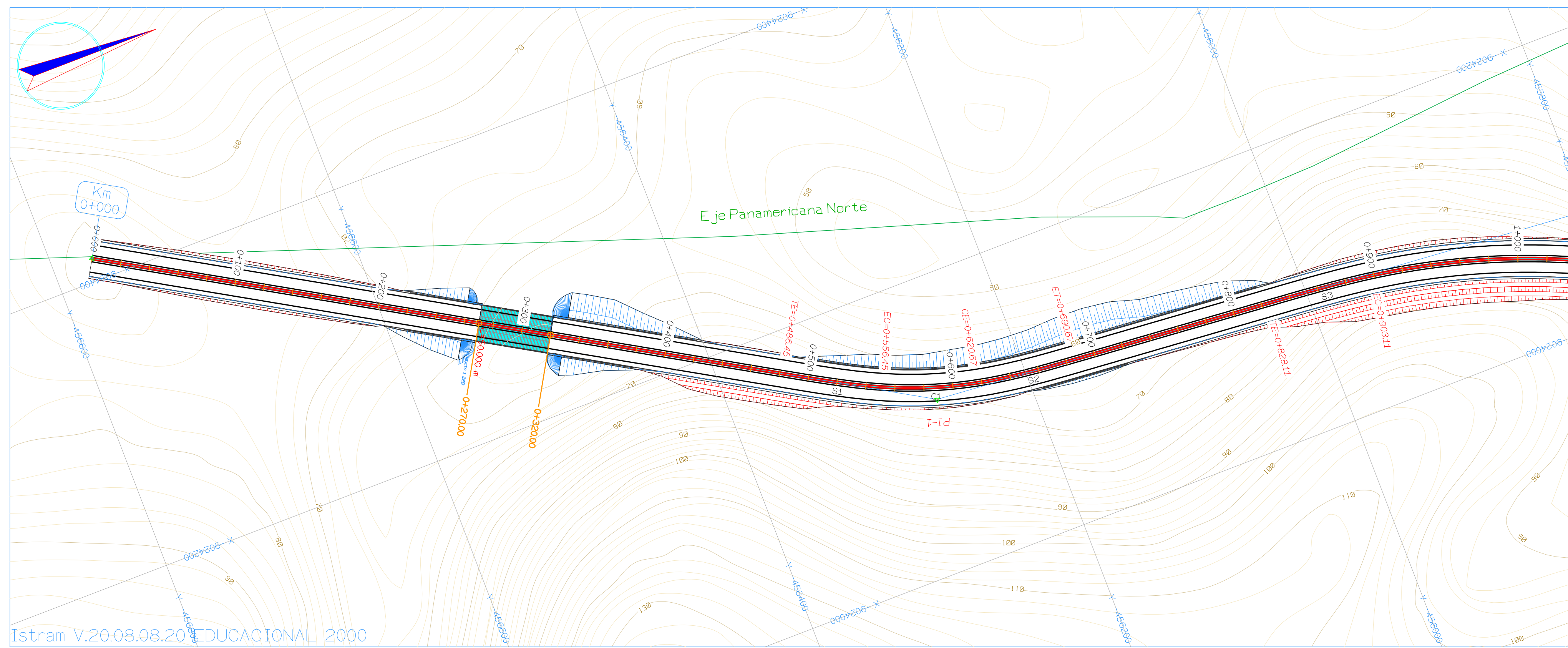
HORAS		SENTIDO	AUTO	STATION	PICKUP	PANEL	C. RURAL	MICRO	BUS 2E	BUS 3E	CAM 2E	CAM 3E	CAM 4E	SEM 2S1	SEM 2S3	SEM 3S1	SEM 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	TOTAL	%
(00-01)	Entrada		5	1	3	0	2	0	2	1	3	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0	24	48.00%
	Salida		3	2	1	1	2	0	1	6	3	2	2	0	0	0	3	0	0	0	0	26	52.00%
(01-02)	Entrada		2	1	0	1	1	0	1	1	4	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	16	53.33%
	Salida		1	1	1	0	1	1	1	1	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	14	46.67%
(02-03)	Entrada		1	1	1	0	1	0	2	4	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	16	51.61%
	Salida		2	1	1	1	1	0	1	6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	48.39%
(03-04)	Entrada		1	1	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	50.00%
	Salida		1	1	1	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	50.00%
(04-05)	Entrada		2	1	1	0	2	0	1	4	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	16	50.00%
	Salida		2	2	2	0	1	0	5	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16	50.00%
(05-06)	Entrada		2	2	3	0	5	1	1	5	4	2	1	0	0	0	4	0	0	0	0	30	55.56%
	Salida		2	4	5	1	1	1	6	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24	44.44%
(06-07)	Entrada		4	7	6	0	10	1	0	2	6	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	44	49.44%
	Salida		6	4	9	4	8	2	4	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	45	50.56%
(07-08)	Entrada		7	11	15	3	18	1	3	2	5	3	1	0	0	0	5	0	0	0	0	74	50.68%
	Salida		12	4	17	8	15	1	3	0	7	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	72	49.32%
(08-09)	Entrada		8	12	12	5	13	0	2	3	10	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	71	54.20%
	Salida		11	2	12	7	14	1	3	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	45.80%
(09-10)	Entrada		10	12	15	4	10	1	4	6	12	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	78	54.55%
	Salida		14	5	13	9	10	2	1	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	45.45%
(10-11)	Entrada		17	11	16	8	15	0	2	4	8	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	86	49.43%
	Salida		19	9	15	15	14	1	2	2	9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	88	50.57%
(11-12)	Entrada		25	15	18	10	17	1	4	4	9	2	1	0	0	0	4	0	0	0	0	110	56.99%
	Salida		18	8	17	9	13	1	4	1	8	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	83	43.01%
(12-13)	Entrada		17	13	18	9	14	1	3	1	8	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	89	47.34%
	Salida		22	12	21	7	19	1	4	1	9	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	99	52.66%
(13-14)	Entrada		19	13	18	9	15	2	5	2	10	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	96	48.73%
	Salida		23	15	17	10	17	1	4	2	7	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	101	51.27%
(14-15)	Entrada		23	9	14	9	16	1	5	2	8	2	1	0	0	1	3	0	0	0	0	94	50.54%
	Salida		18	14	14	7	16	0	4	2	10	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	92	49.46%
(15-16)	Entrada		22	13	15	7	14	1	4	2	6	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	89	52.35%
	Salida		19	12	12	8	13	0	3	1	7	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	81	47.65%
(16-17)	Entrada		21	11	16	12	12	1	4	3	15	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	98	48.28%
	Salida		18	16	19	11	15	0	4	3	11	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	105	51.72%
(17-18)	Entrada		19	13	19	10	17	2	4	1	11	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	101	47.64%
	Salida		18	14	19	5	20	1	4	8	9	6	0	1	0	0	5	0	0	0	1	111	52.36%
(18-19)	Entrada		13	8	15	9	15	1	2	0	6	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	73	42.44%
	Salida		17	9	18	7	18	1	3	4	14	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	99	57.56%
(19-20)	Entrada		10	6	16	10	14	1	5	2	6	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	74	46.54%
	Salida		14	8	13	9	15	1	3	2	9	3	2	0	0	1	5	0	0	0	0	85	53.46%
(20-21)	Entrada		11	2	11	9	12	1	4	2	5	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	62	47.69%
	Salida		13	4	12	5	13	1	1	1	6	1	1	1	1	1	6	0	0	1	0	68	52.31%
(21-22)	Entrada		10	3	9	5	8	1	4	1	5	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	50	46.73%
	Salida		11	3	8	4	8	2	0	2	8	2	2	0	1	0	5	0	0	1	0	57	53.27%
(22-23)	Entrada		12	2	5	5	5	1	4	0	4	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	42	43.30%
	Salida		9	2	5	5	4	0	0	7	6	3	3	1	0	0	8	0	0	1	1	55	56.70%
(23-24)	Entrada		27	1	5	4	3	1	3	2	4	3	1	0	0	0	1	2	0	0	1	36	46.15%
	Salida		6	2	4	3	3	1	1	3	4	2	4	1	1	1	4	0	0	1	2	42	53.85%
IMDA	Entrada		266	171	250	131	237	18	63	52	142	38	18	2	3	6	55	1	1	3	5	1462	49.49%
	Salida		281	151	257	138	241	19	59	53	144	41	20	4	5	6	63	0	1	3	6	1492	50.51%
	Ambos		547	322	507	269	478	37	122	105	286	79	38	6	8	12	118	1	2	6	11	2954	100.00%
	%		18.52%	10.90%	17.16%	9.11%	16.18%	1.25%	4.13%	3.55%	9.68%	2.67%	1.29%	0.20%	0.27%	0.41%	3.99%	0.03%	0.07%	0.20%	0.37%	100.00%	

Fuente: Elaborado por Ingeniero Luis Velarde.

**ANEXO E**  
**PLANOS DE DISEÑO**





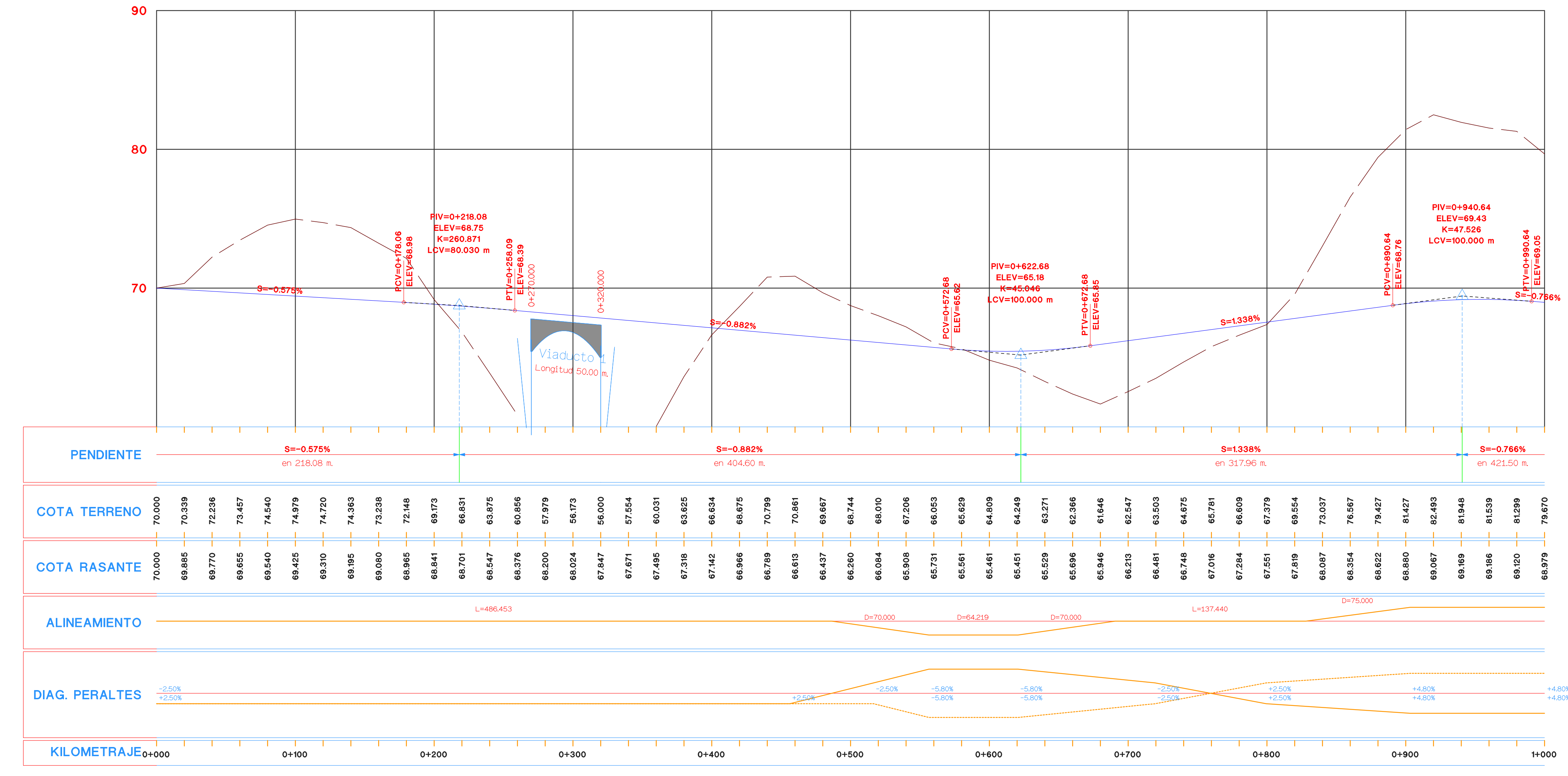


Alternativa 2

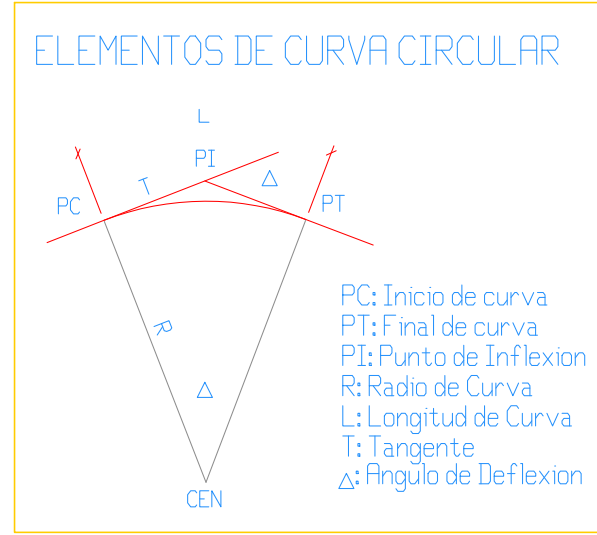
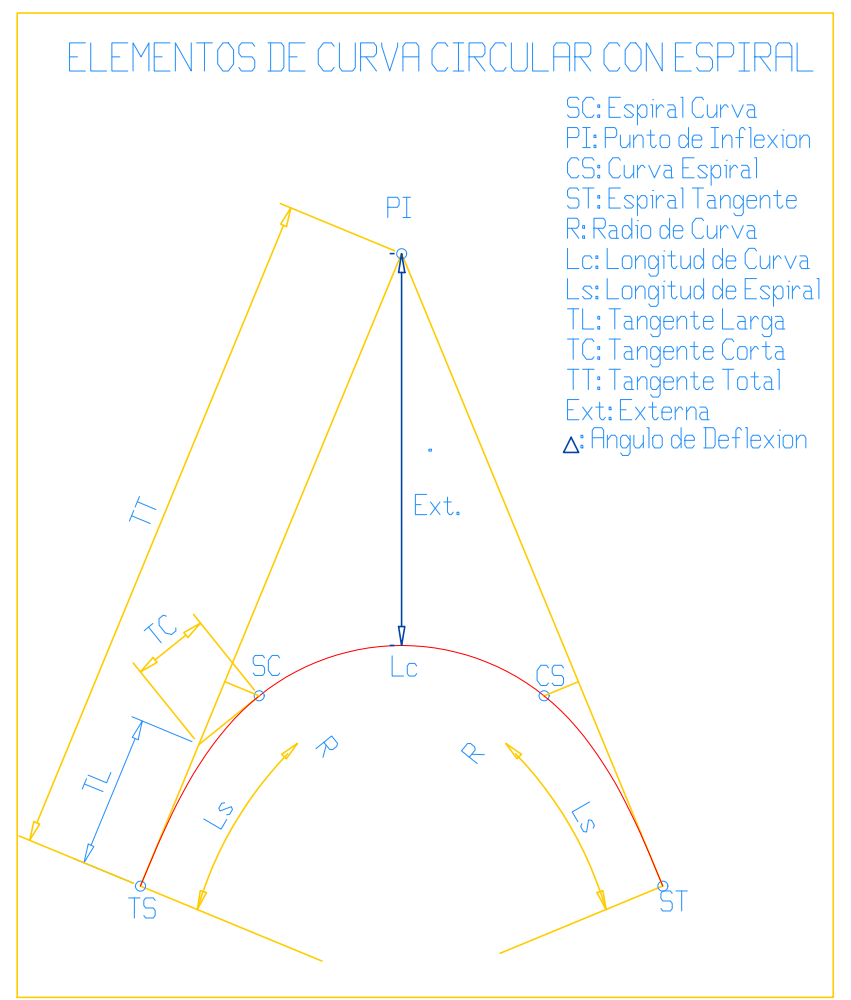
ID	S	D	RADIO	Tang.	LoLe	ExL	TEMPDEC	PI	CE/PT/ET	NORTE	ESTE	A	x	y	D	TC	k	%	SA
S1	I				70.00		0+486.453		0+556.453			1449.699	2.7	0.7	234.350				
C1	I	12° 15' 53.92"	-300.00	32.23	64.22	8.36	0+556.453	0+589.843	0+620.672	-456263.611	-902416.694	1449.699	2.7	0.7	234.350			-5.8	0.0
S2	I				70.00		0+620.672		0+690.672			1936.750	1.9	0.5	250.375				
S3	D	77° 23' 39.50"	500.00	400.53	675.39	184.24	0+903.112	1+332.207	1+578.505	-455621.286	-902405.493	1936.750	1.9	0.5	250.375			4.8	0.0

Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PLANTA ESCALA

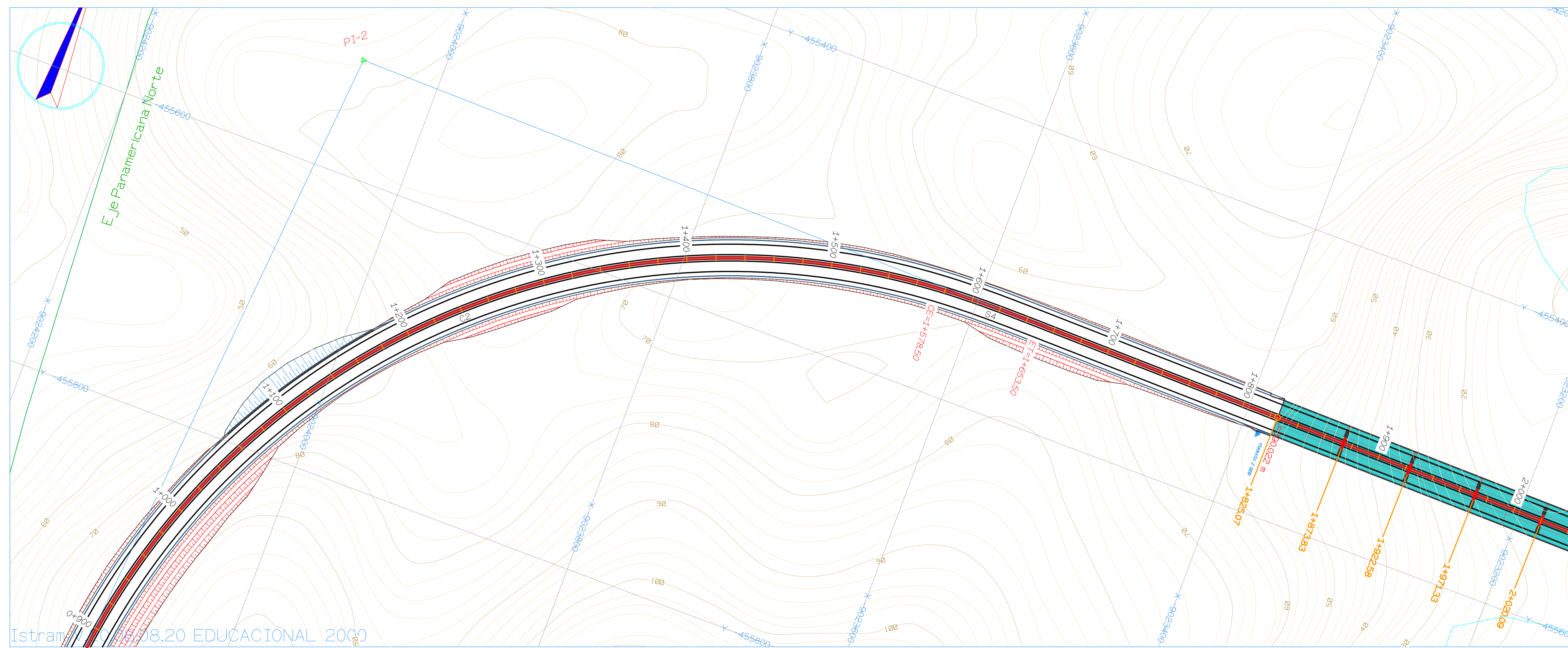


PRFIL LONGITUDINAL ESCALA HOR/VERT



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP - FRCI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abujos: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESCALA FORMATO A3:	PLANO:
				Nº	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESC/A3: 1:2000	ESC/A3: 1:4000

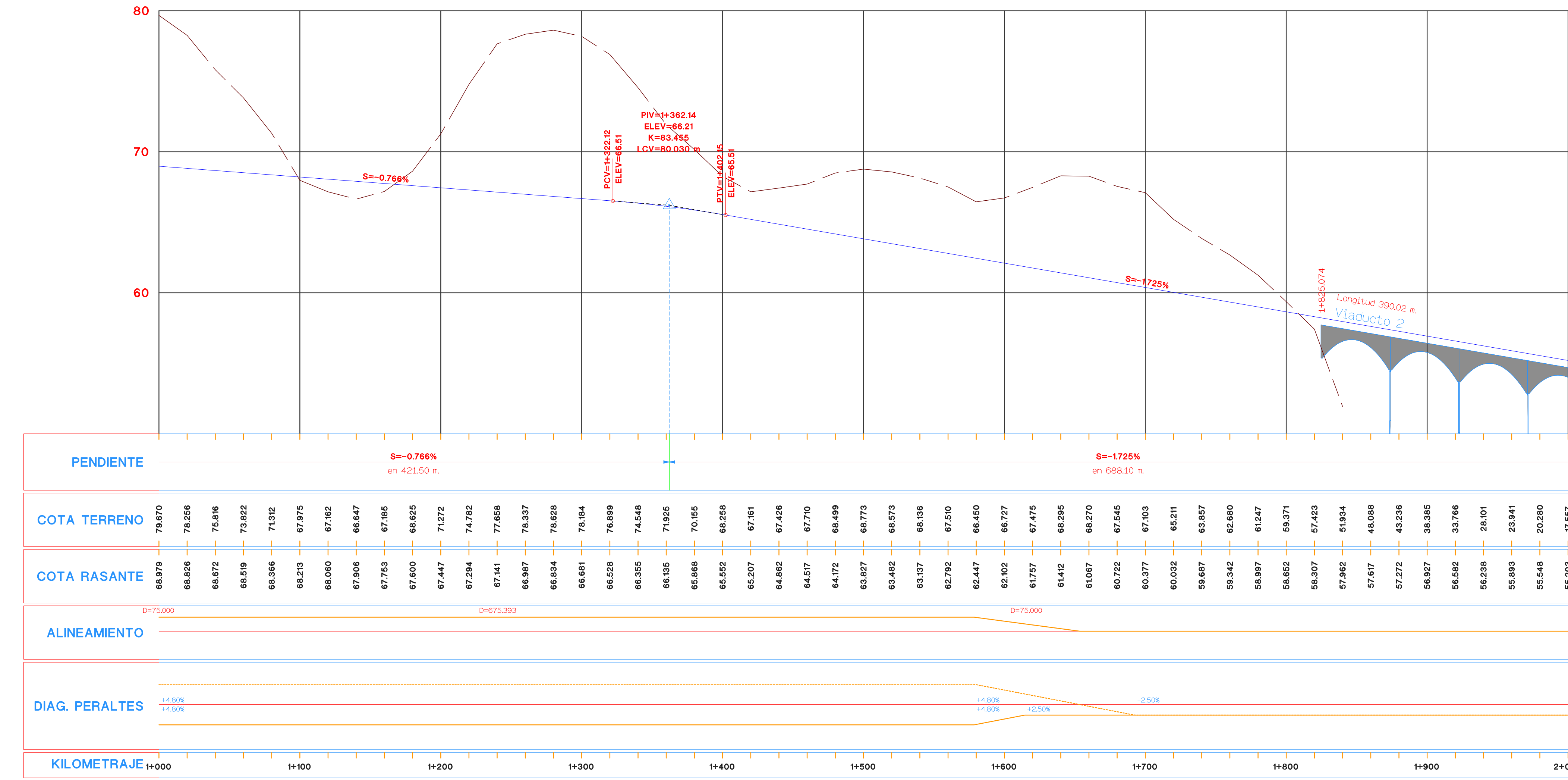


Alternativa 2

ID	S	D	RADIO	Tang.	Lc/Le	Ex.L	TEMP/DEC	PI	CE/PT/ET	NORTE	ESTE	A	X	Y	D	TC	K	%	SA		
C2	D	77° 23' 39.50"	500.00	400.53	675.39	184.24	0+003.112	1+332.207	1+578.505	-455521.286	-9024054.493										
S4					75.00		1+578.505		1+653.505				193.6	75.0	1.9	0.5	25.0	37.5		4.8	0.0

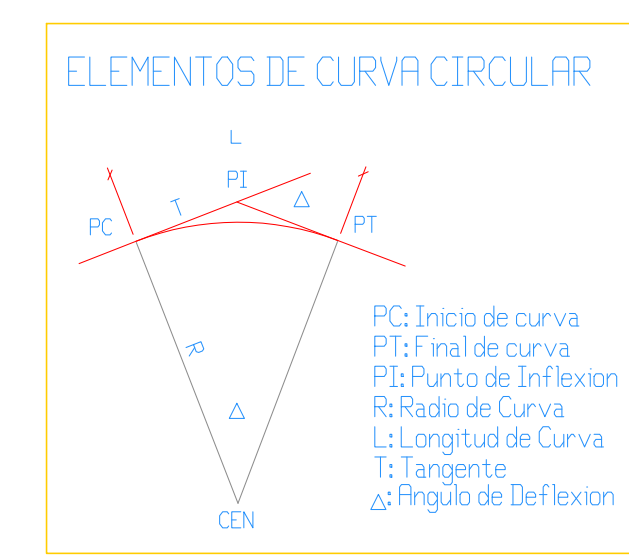
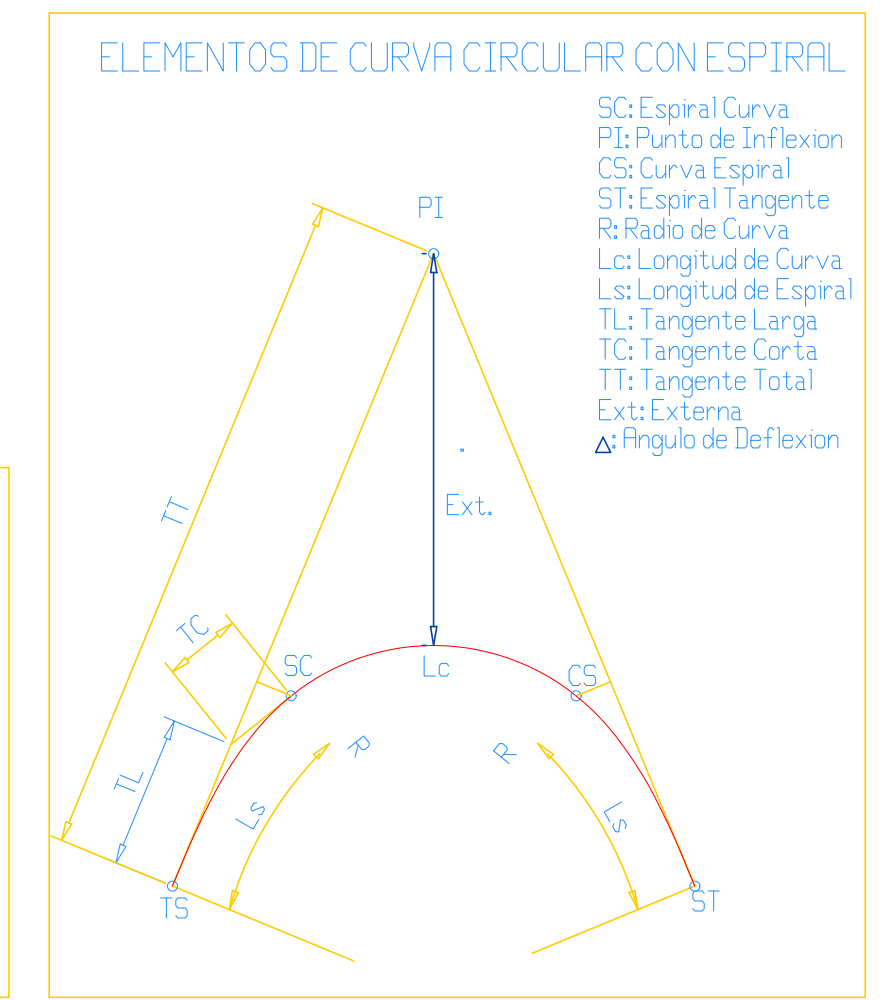
Istram V.20.08.20 EDUCACIONAL 2000

PLANTA  
ESCALA

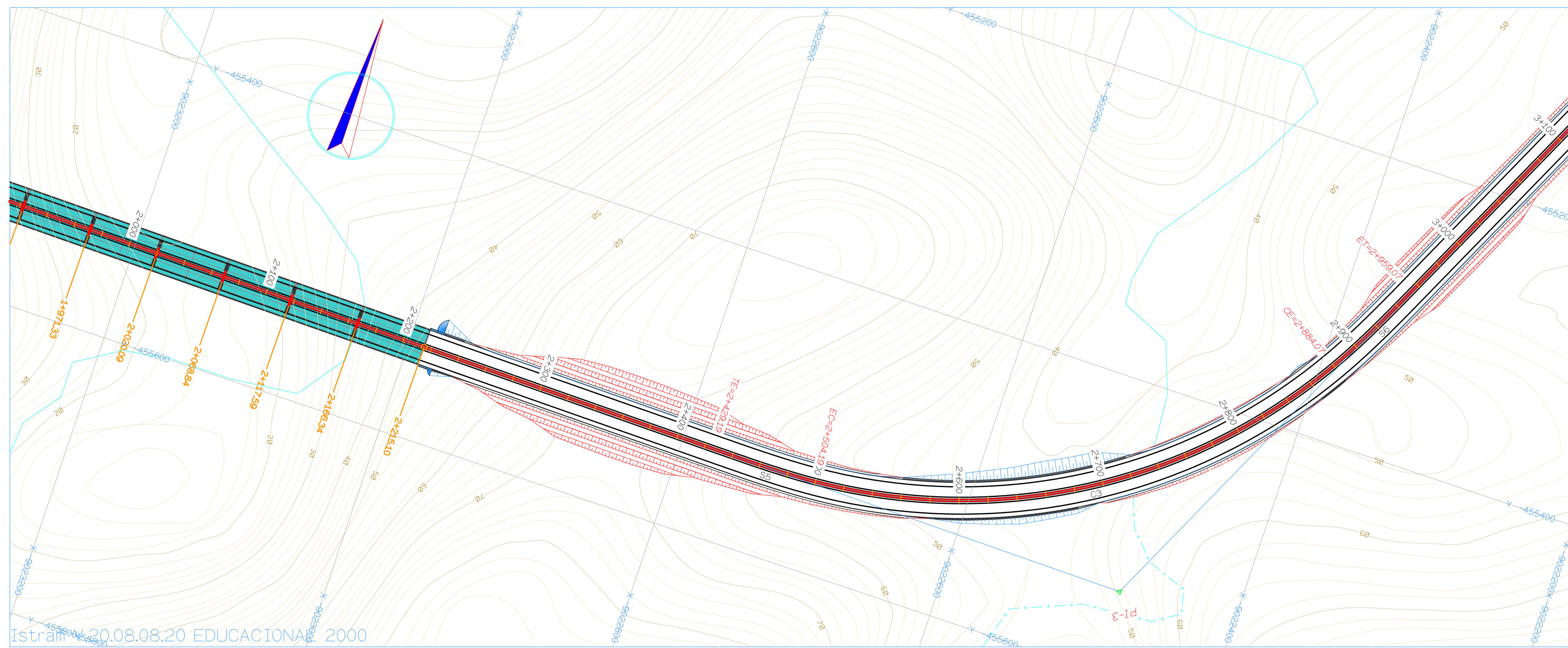


PRFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HOR/VERT

Istram V.20.08.20 EDUCACIONAL 2000



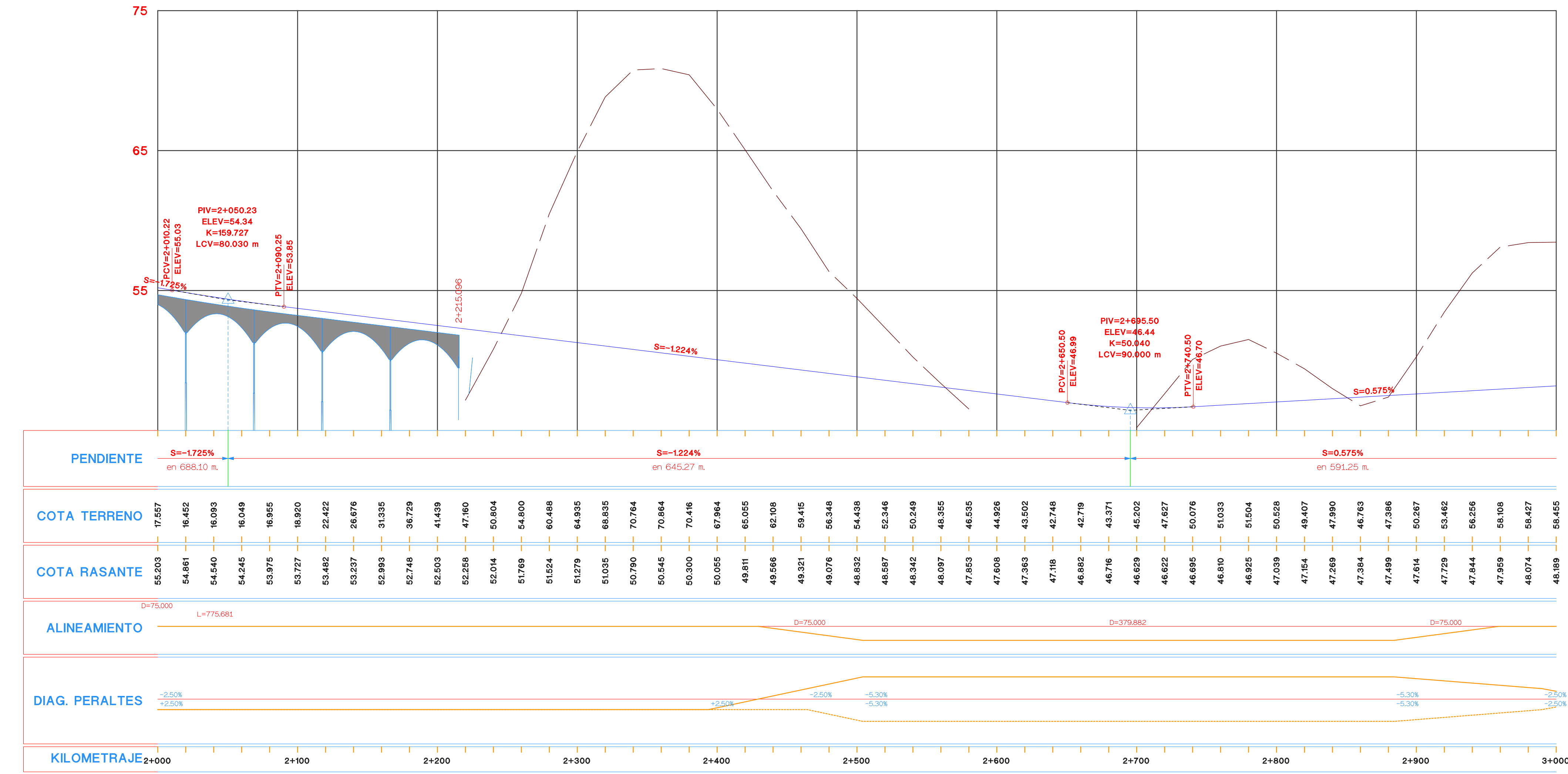
PUCP - FRCI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abujos: Antonio Chacón	APROBACIÓN:  N° FECHA DESCRIPCIÓN Rev1 23/07/2020 Aprobado Rev2 Rev3 Rev4	REVISIONES DESCRIPCIÓN	DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MANCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A1: ESC/A1:1:2000	ESCALA FORMATO A3: ESC/A3:1:4000	PLANO:
						PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL Km 1+000 AL Km 2+000	PP-2	



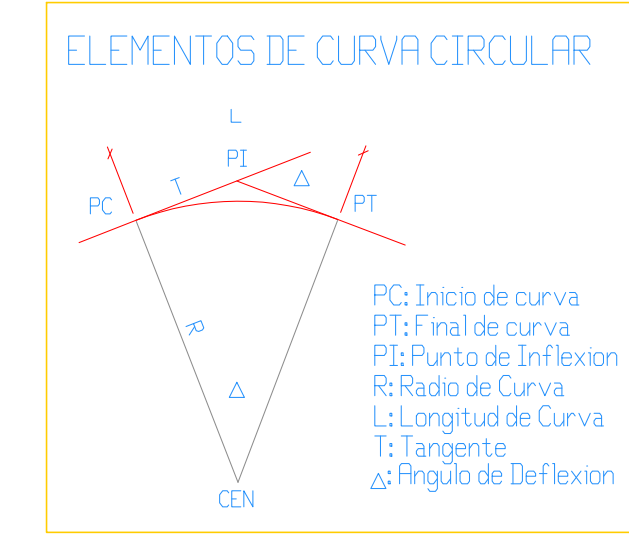
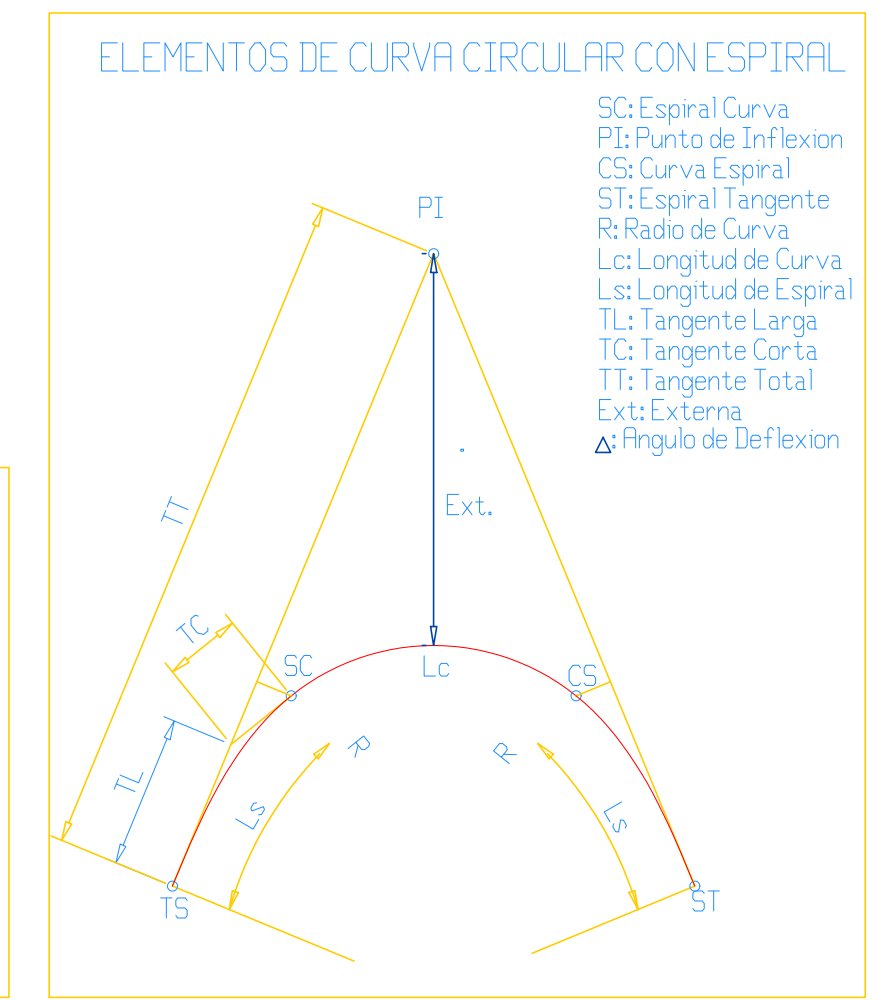
Alternativa 2

ID	S	D	RADIO	Tang	LoLe	ExL	TEMPDEC	PI	CE/PT/ET	NORTE	ESTE	A	X	Y	D	TC	K	%	SA	
S5					75.00		2+429.185		2+504.185			1732.749	2.3	0.6	25.0	37.5				
C3	1	54° 24' 50.74"	-400.00	205.63	379.88	75.39	2+504.185	2+722.648	2+884.067	-455542.660	-9022481.400								-5.3	0.0
S6					75.00		2+884.067		2+959.067			1732.749	2.3	0.6	25.0	37.5				

PLANTA  
ESCALA

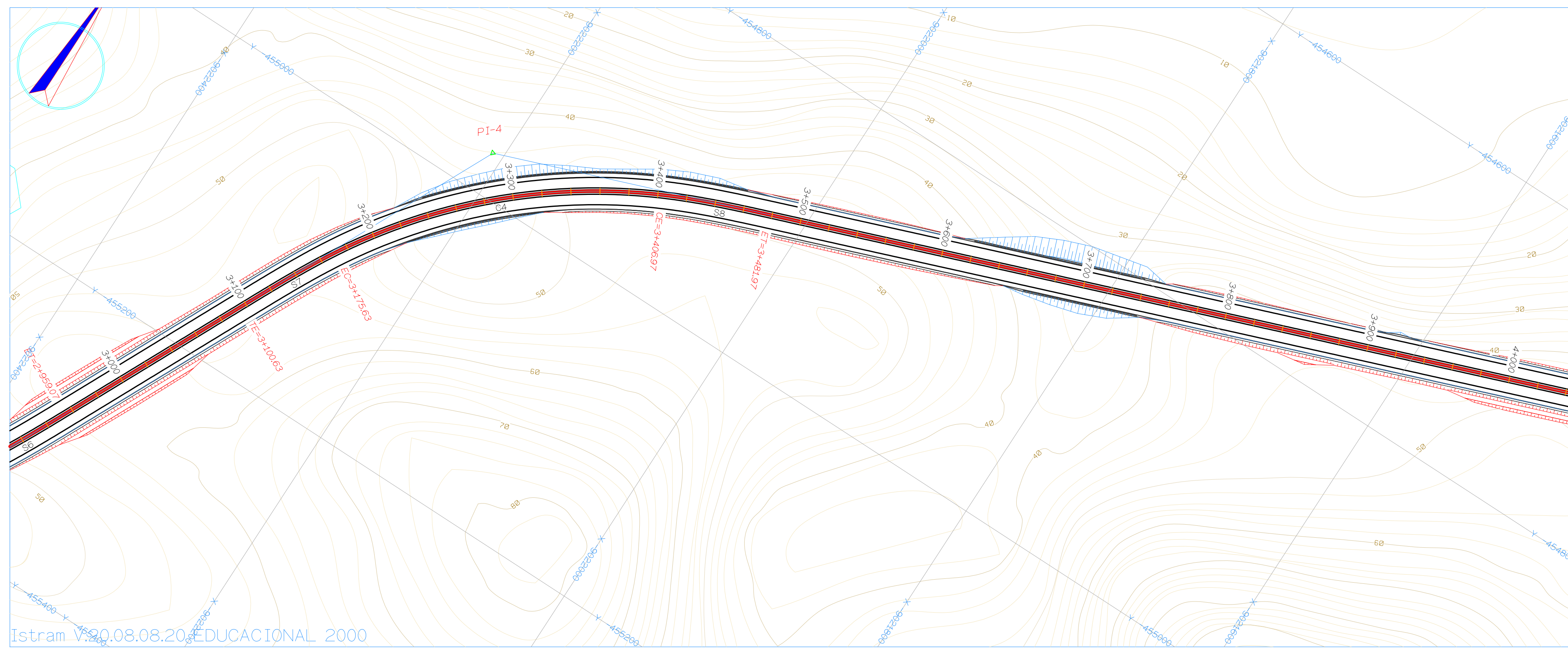


PRFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HOR/VERT



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP - FRCI	ROHACION CONSULTORES S.A.	JEFE DE ESTUDIO: Antonio Chacón ESPECIALISTA: Antonio Chacón REVISOR: Fernando Campos PROCESO/ABOJOS: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MANCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A1:	ESCALA FORMATO A3:	PLANO:
				Nº	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESC/A1: 1:2000	ESC/A3: 1:4000

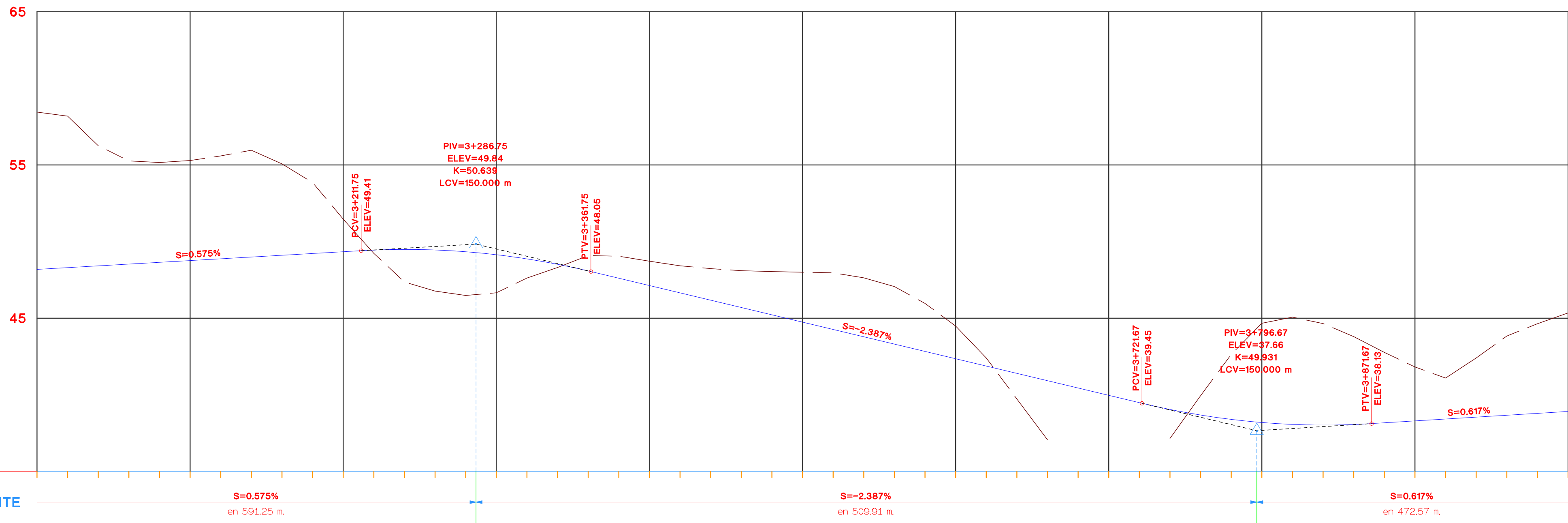


Alternativa 2

ID	S	D	RADIO	Tang.	LcLe	Ex.L	TEMPDEC	PI	CEPT/ET	NORTE	ESTE	A	x	y	D	TC	k	%	SA
S7																			
C4	D	33° 8' 11.76"	400.00	119.00	231.34	31.86	3+175.632	3+299.478	3+175.632	-454971.114	-9022207.299	1732.749	2.3	0.6	250	37.5			
SB												1732.749	2.3	0.6	250	37.5			

Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PLANTA  
ESCALA



PENDIENTE	
S=0.575%	en 591.25 m.
S=-2.387%	en 509.91 m.
S=0.617%	en 472.57 m.

COTA TERRENO	COTA RASANTE
58.465	48.189
58.187	48.304
56.258	48.419
55.285	48.534
55.163	48.649
56.290	48.764
55.592	48.879
55.984	48.993
55.071	49.108
59.854	49.223
51.469	49.338
49.231	49.447
47.367	49.489
46.774	49.453
46.488	49.338
46.661	49.144
47.622	48.871
48.313	48.519
49.091	48.088
49.046	47.611
48.724	47.193
48.424	46.656
48.238	46.178
48.100	45.701
48.049	45.223
48.004	44.746
47.964	44.268
47.638	43.791
47.088	43.313
45.989	42.836
44.492	42.358
42.405	41.881
39.731	41.403
37.085	40.926
34.882	40.448
34.038	39.971
34.686	39.493
37.169	39.049
39.947	38.665
42.638	38.402
44.672	38.198
45.074	38.074
44.663	38.030
43.804	38.067
42.773	38.177
41.823	38.300
41.095	38.423
42.408	38.547
43.839	38.670
44.644	38.793
45.349	38.917

ALINEAMIENTO
D=75.000
L=141.564
D=75.000
D=231.337
D=75.000
L=702.115

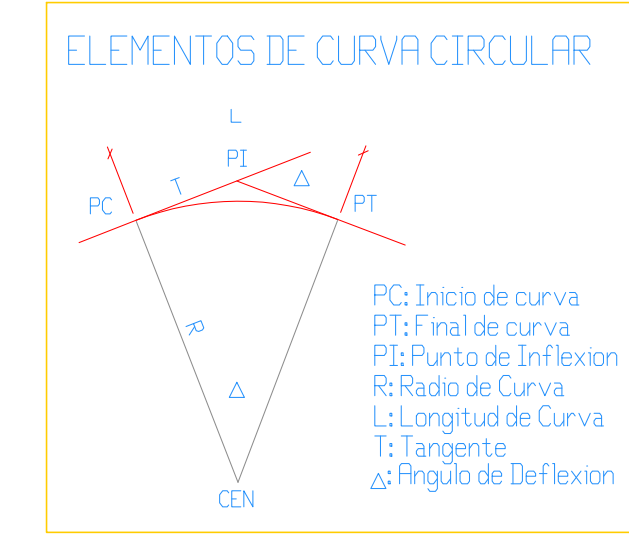
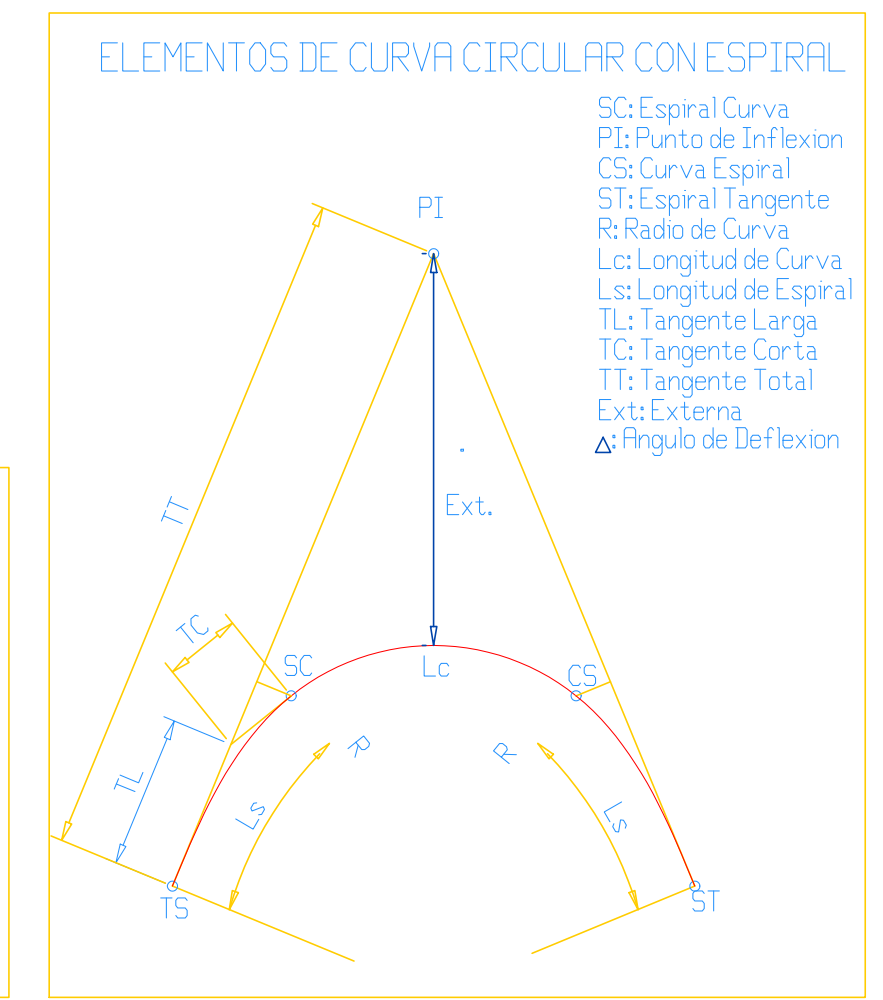
DIAG. PERALTES
+2.50%
+2.50%
+5.30%
+5.30%
+5.30%
+2.50%
-2.50%
+2.50%

KILOMETRAJE
3+000
3+100
3+200
3+300
3+400
3+500
3+600
3+700
3+800
3+900
4+000

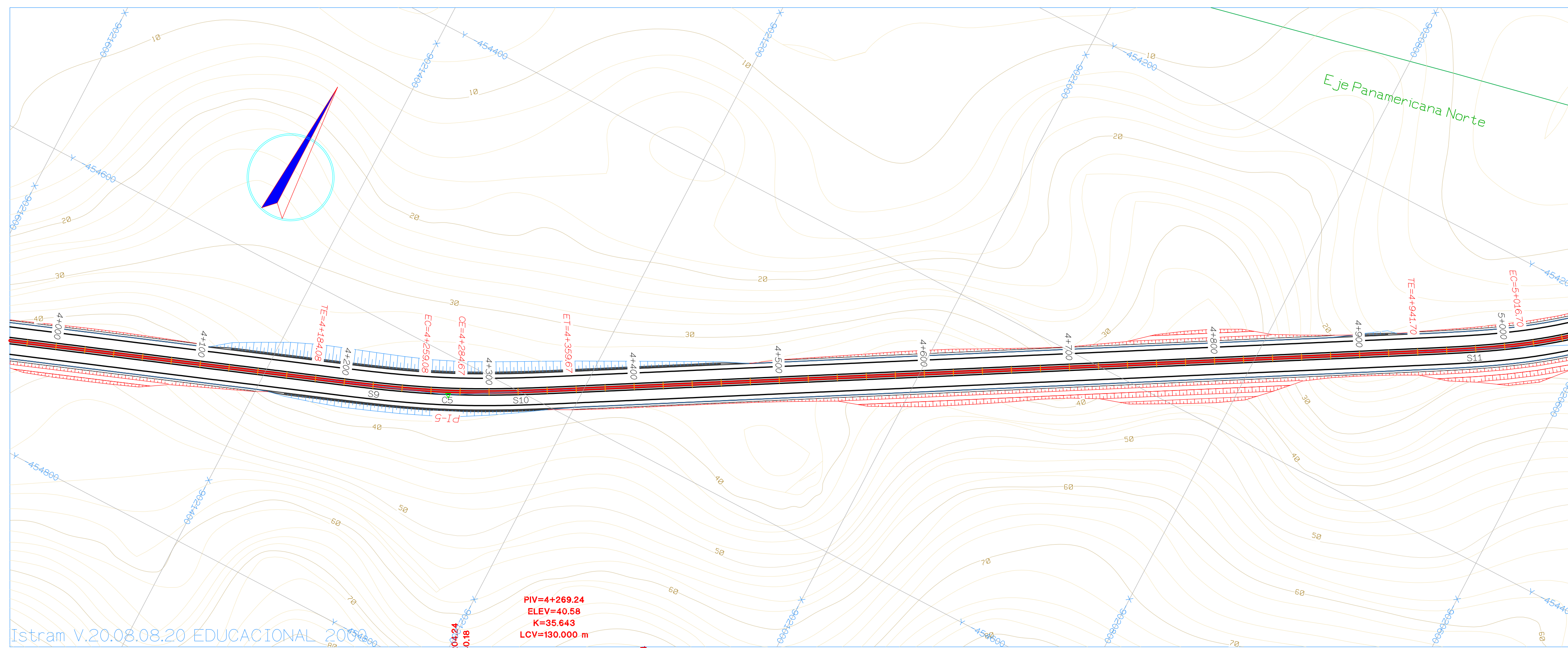
PRFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HOR/VERT

Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000



PUCP - FRCI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abuj.: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	N° FECHA REVISIONES DESCRIPCIÓN	DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MANCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:2000 ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:4000 PLANO:
-------------	---------------------------	--	-------------	---------------------------------	--	--

PLANO:	PP-4
--------	------

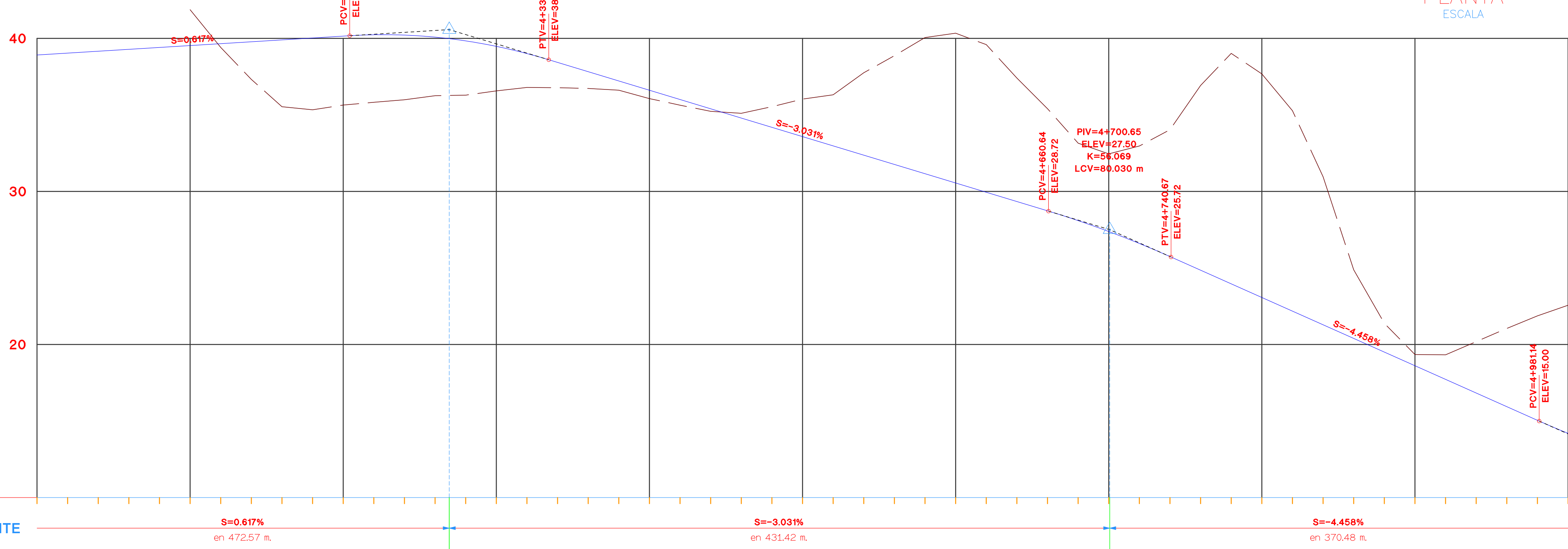


Alternativa 2

ID	S	D	RADIO	Tang.	Lc/Le	Ex.L	TEMP/DEC	PI	CE/PT/ET	NORTE	ESTE	A	x	y	D	TC	k	%	SA
S9			75.00				4+184.084		4+259.084	-454624.810	-0021281.019	2121	750	1.6	0.4	250	37.5		
CS	1	2° 26' 34.54"	-600.00	12.79	25.58	2.51	4+259.084	4+272.021	4+284.666			2121	750	1.6	0.4	250	37.5	-4.3	0.0
S10			75.00				4+284.666		4+359.666										
S11			75.00				4+941.701		5+016.701			1732	749	2.3	0.6	250	37.5		

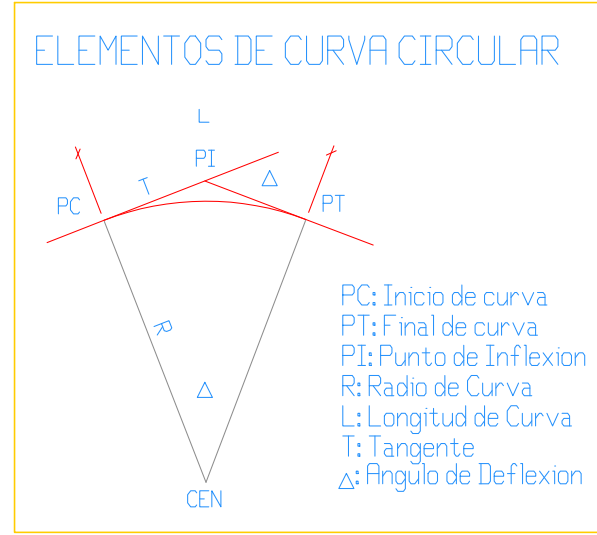
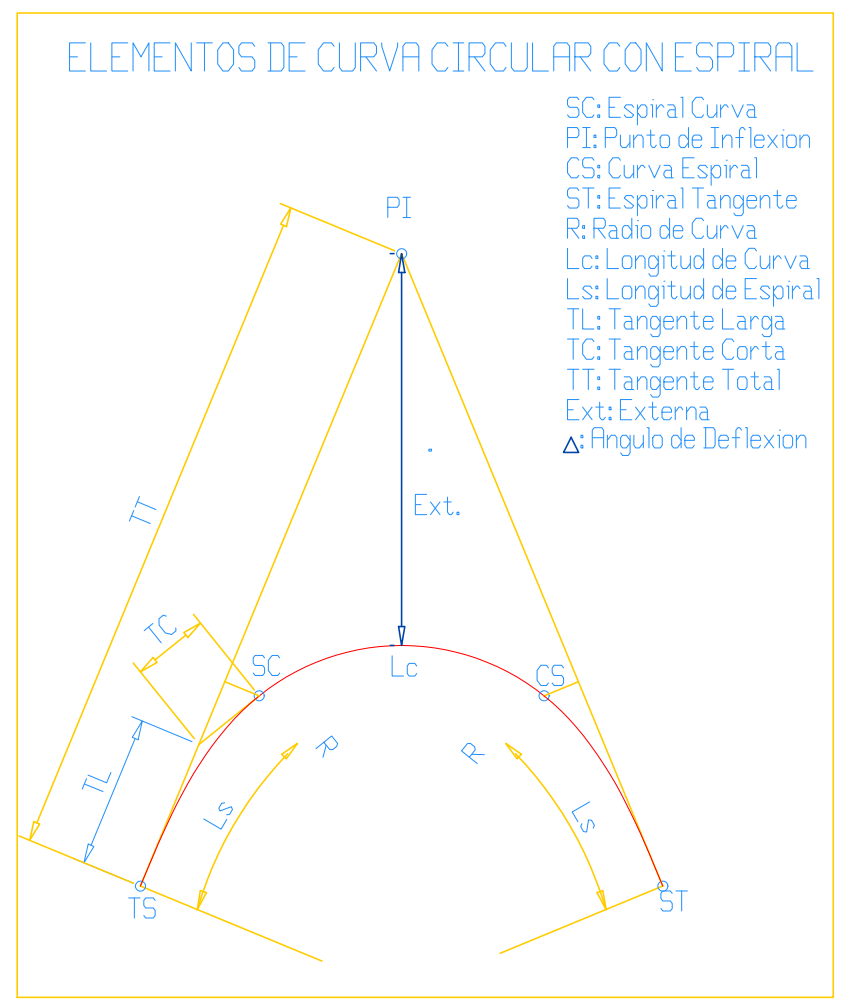
Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PLANTA  
ESCALA



ESTACION	PENDIENTE	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALINEAMIENTO	DIAG. PERALTES	KILOMETRAJE
4+000	S=0.617% en 472.57 m.	38.917	38.917	L=702.115	-2.50%	4+000
4+100		39.040	39.040		+2.50%	4+100
4+200		39.163	39.163	D=75.000	-2.50%	4+200
4+300		39.287	39.287	D=25.582	-2.50%	4+300
4+400		39.410	39.410	D=75.000	-4.30%	4+400
4+500	S=-3.031% en 431.42 m.	39.533	39.533		-4.30%	4+500
4+600		39.657	39.657		-2.50%	4+600
4+700		39.780	39.780	L=582.034	-2.50%	4+700
4+800		39.903	39.903		+2.50%	4+800
4+900		40.027	40.027			4+900
5+000	S=-4.458% en 370.48 m.	40.150	40.150	D=75.000	-2.50%	5+000

PRFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HOR/VERT



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

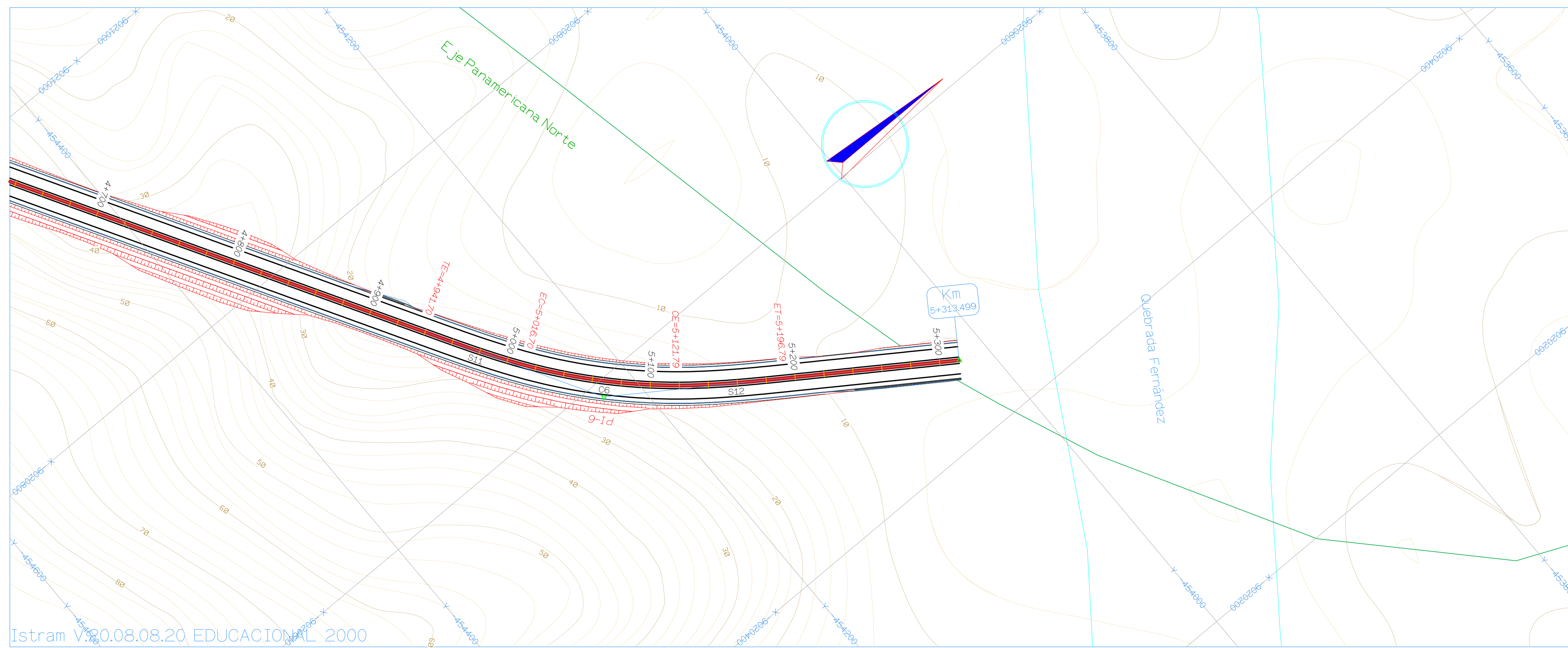
PUCP - FRCI	ROHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abujos: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MANCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESCALA FORMATO A3:	PLANO:
				ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:2000	ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:4000		PLANO: PP-5		

ESCALA FORMATO A3:  
ES/A3 1:2000

ESCALA FORMATO A3:  
ES/A3 1:4000

PLANO:  
PP-5

PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL  
Km 4+000 AL Km 5+000

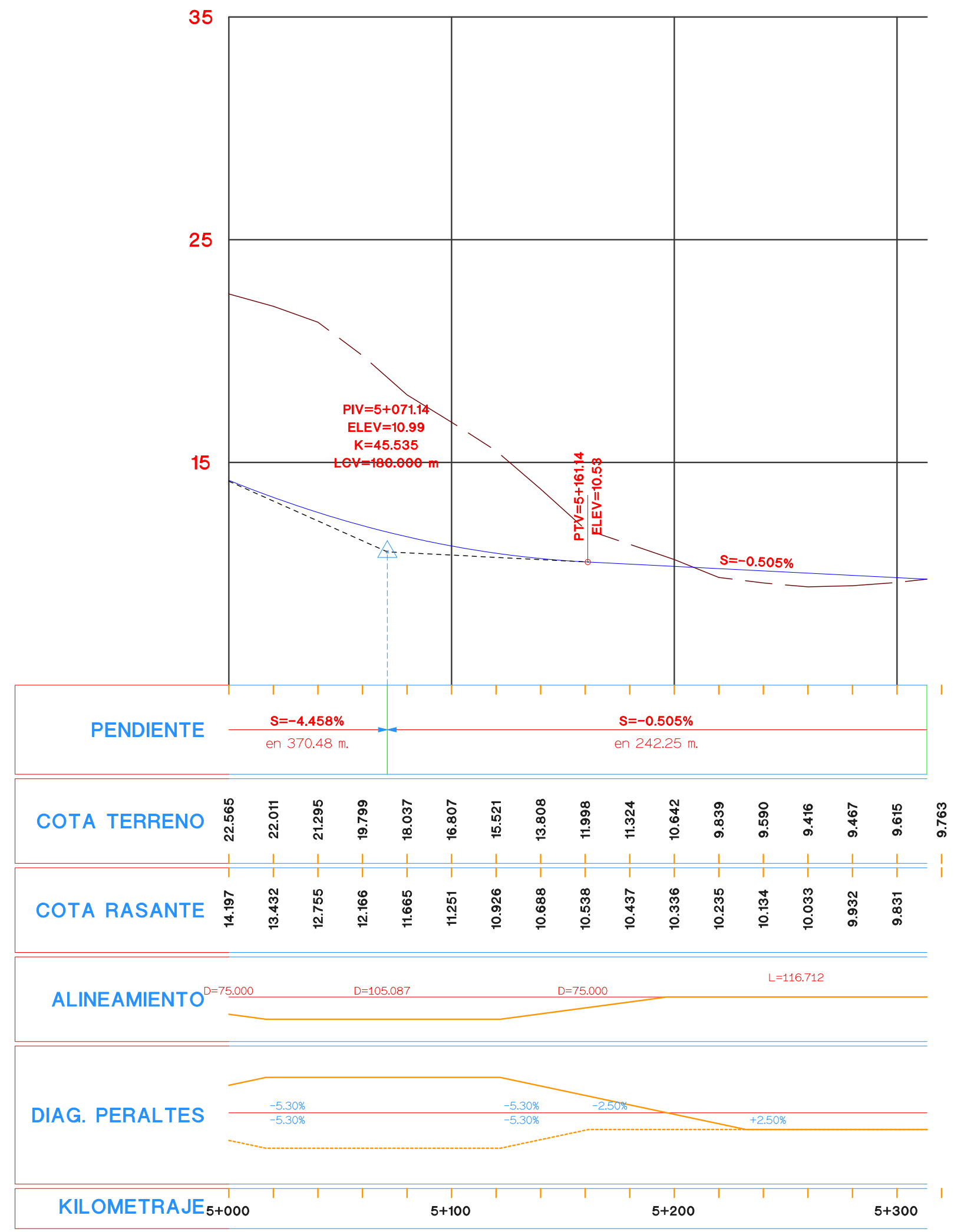


Alternativa 2

ID	S	D	RADIO	Tang.	LoLe	Ex.L	TEMPDEC	PI	CE/PT/ET	NORTE	ESTE	A	X	Y	D	TC	K	%	SA
S11			75.00		4+941.701			5+016.701				1732.749	2.3	0.6	250.375				
CE	1	15° 3' 9.38"	-400.00	52.85	105.09	10.95	5+016.701	5+070.920	5+121.788	-454223.959	-9020589.625	1732.749	2.3	0.6	250.375			-5.3	0.0
S12			75.00		5+121.788			5+196.788											

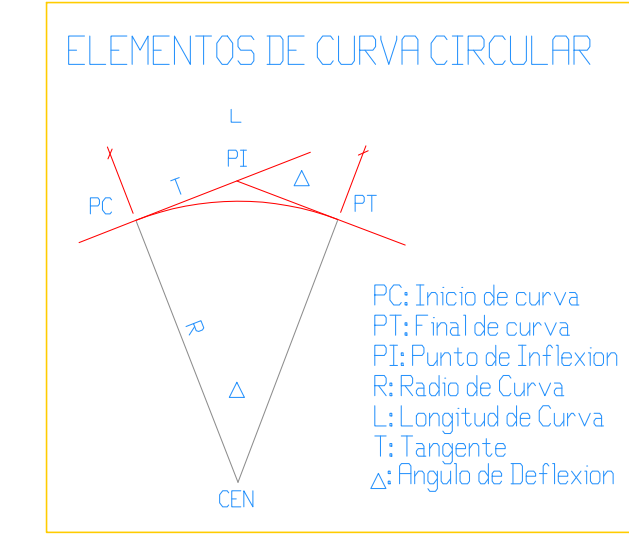
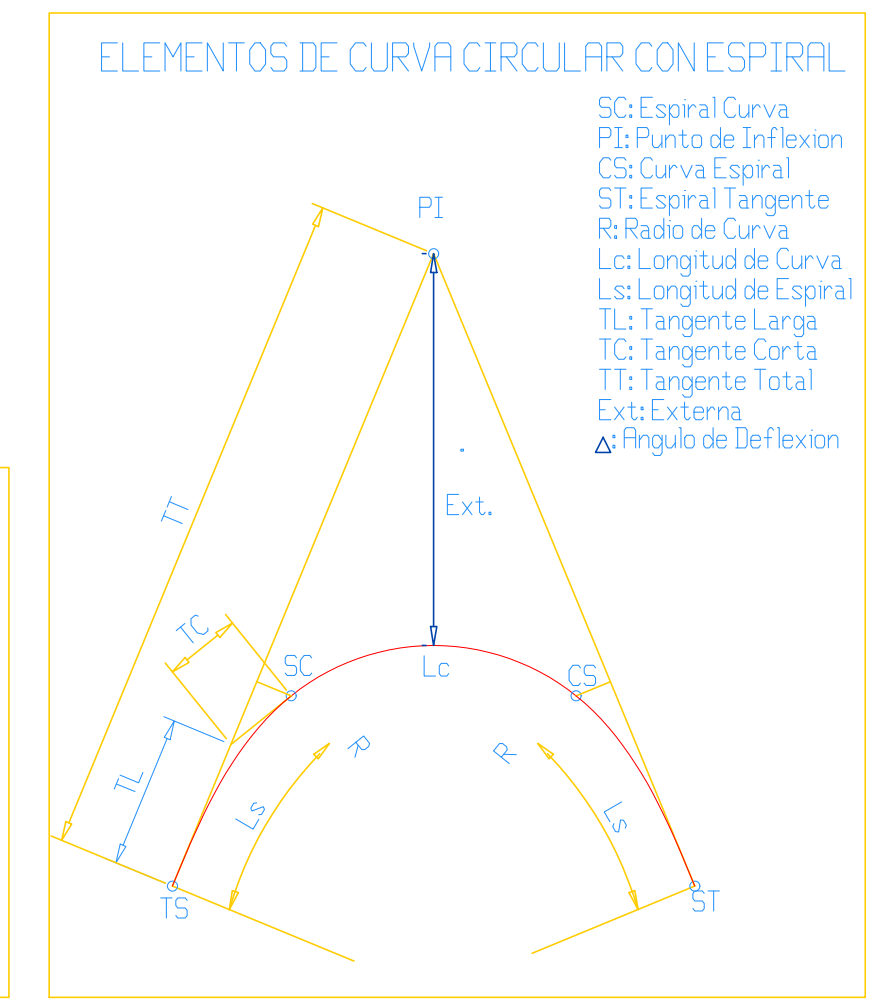
Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PLANTA  
ESCALA

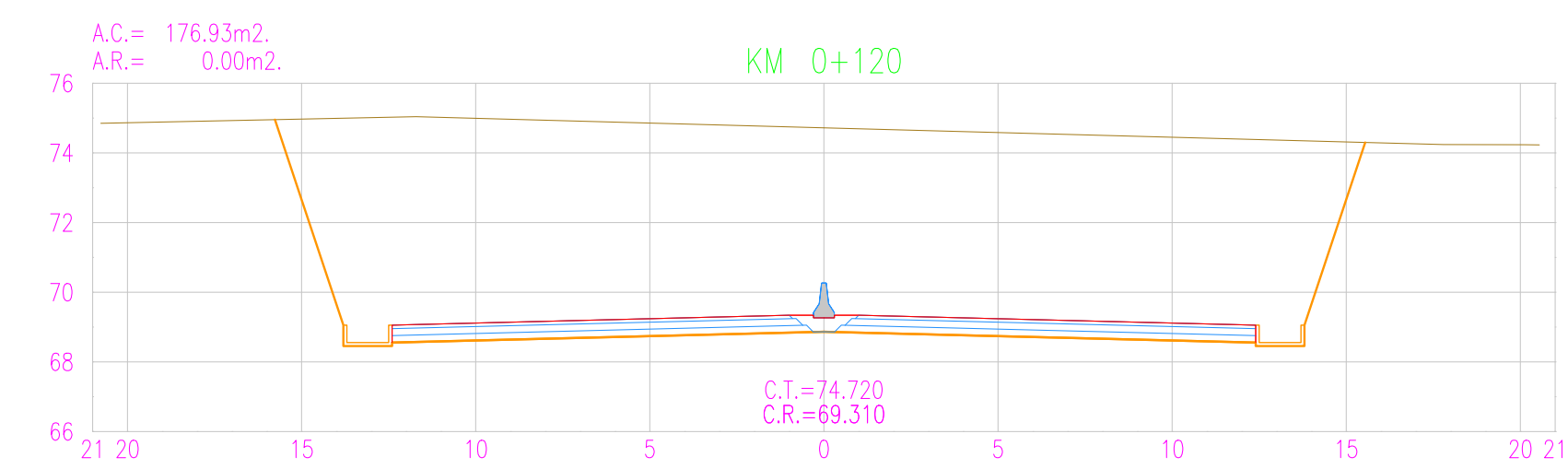
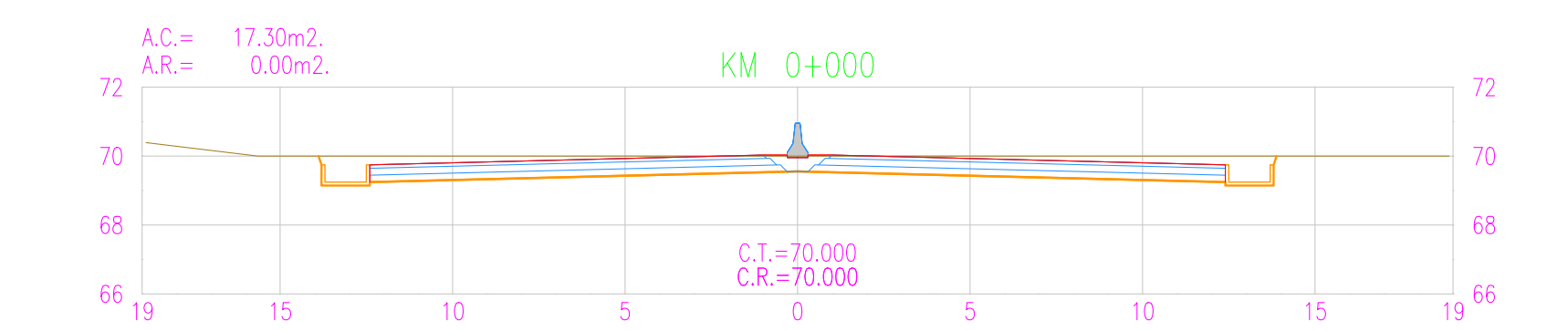
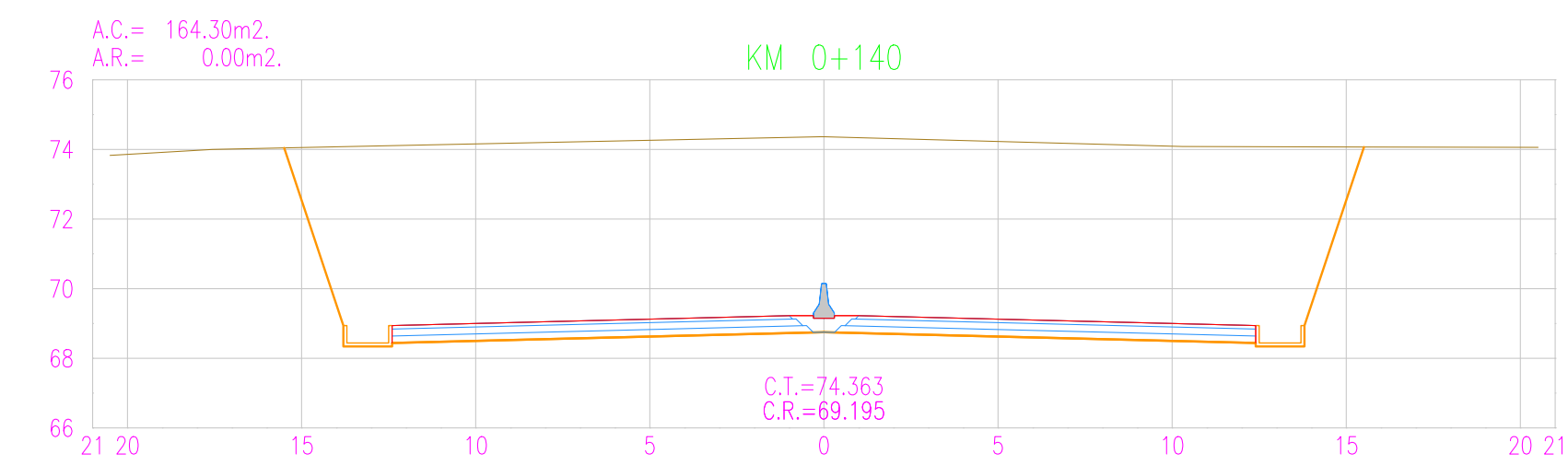
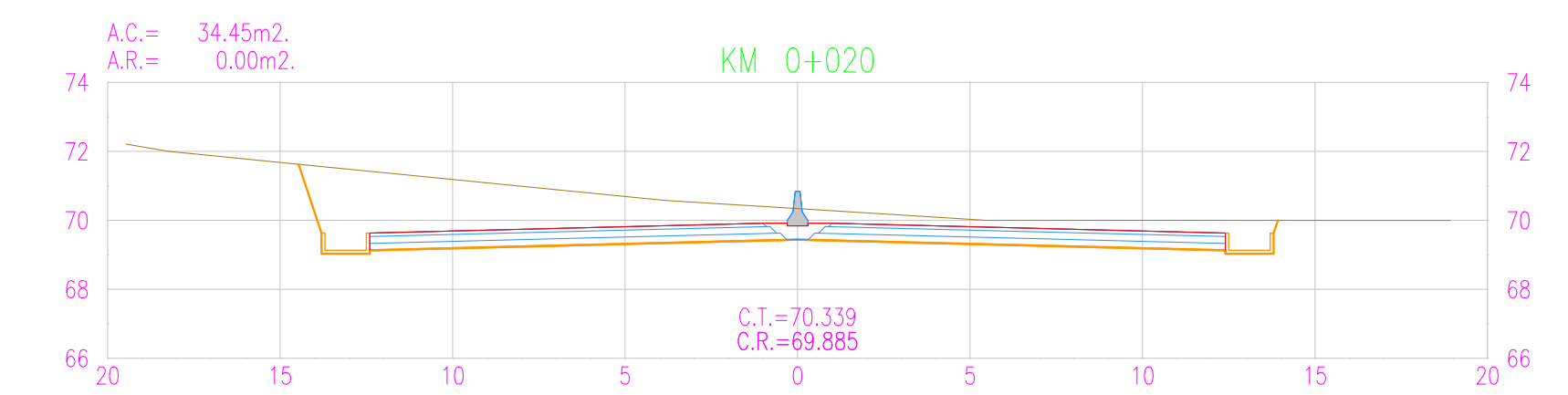
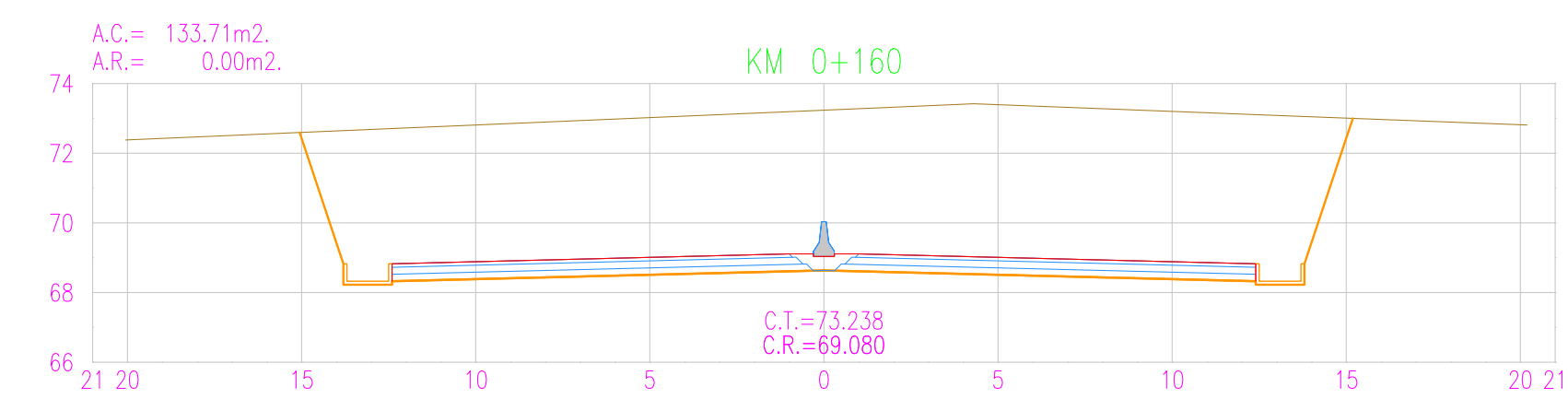
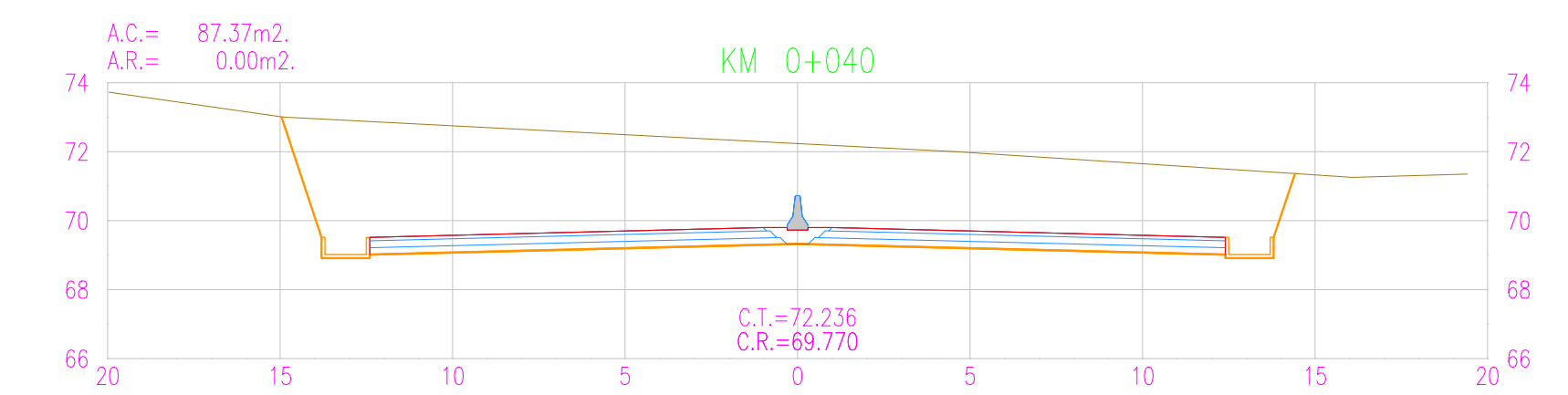
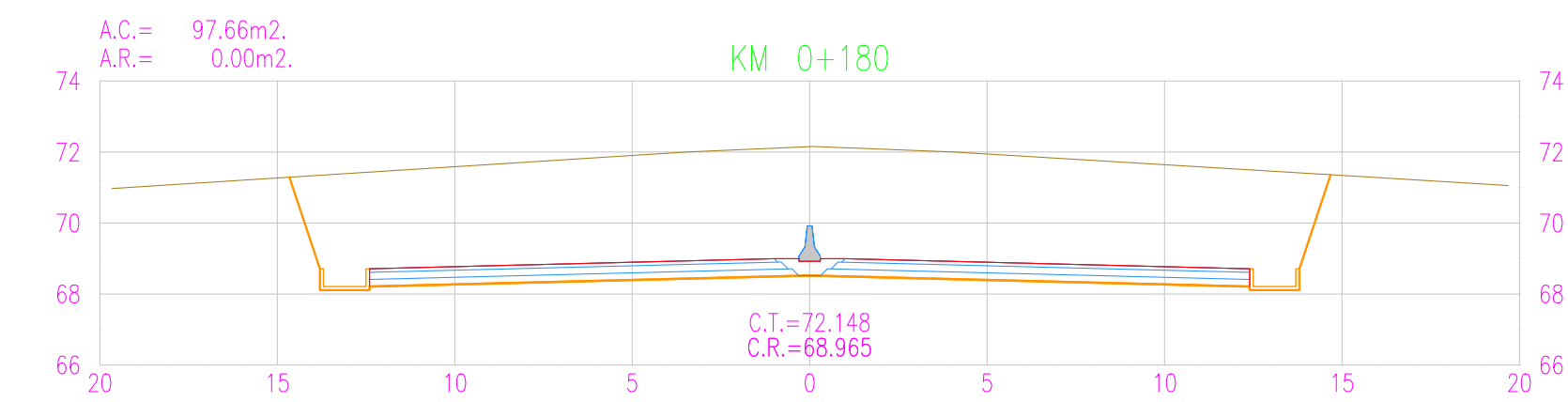
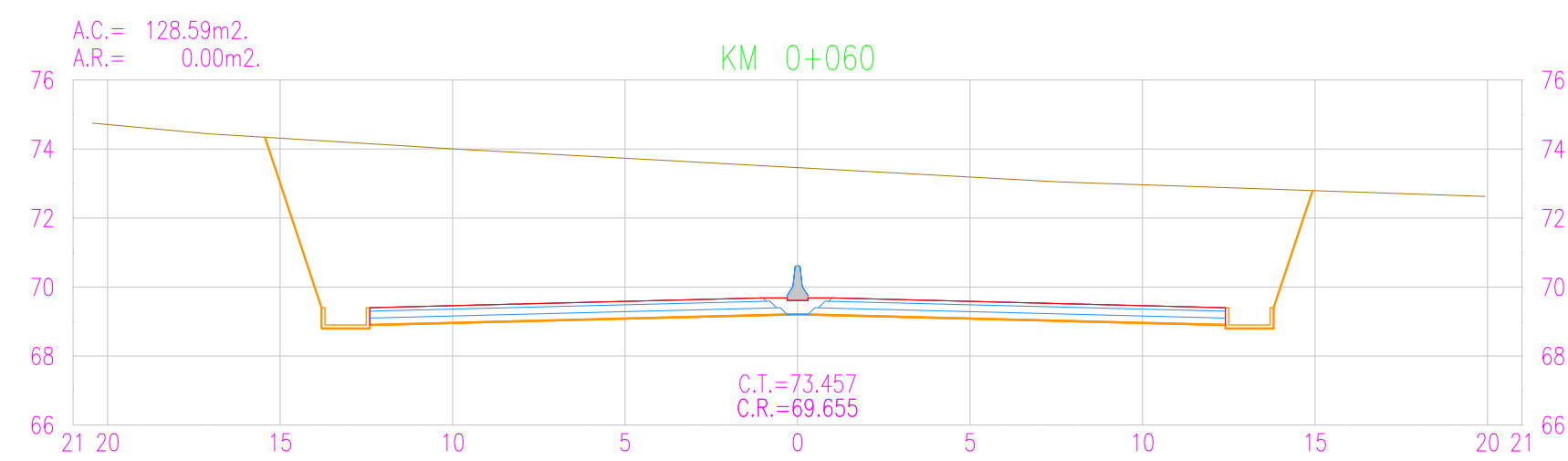
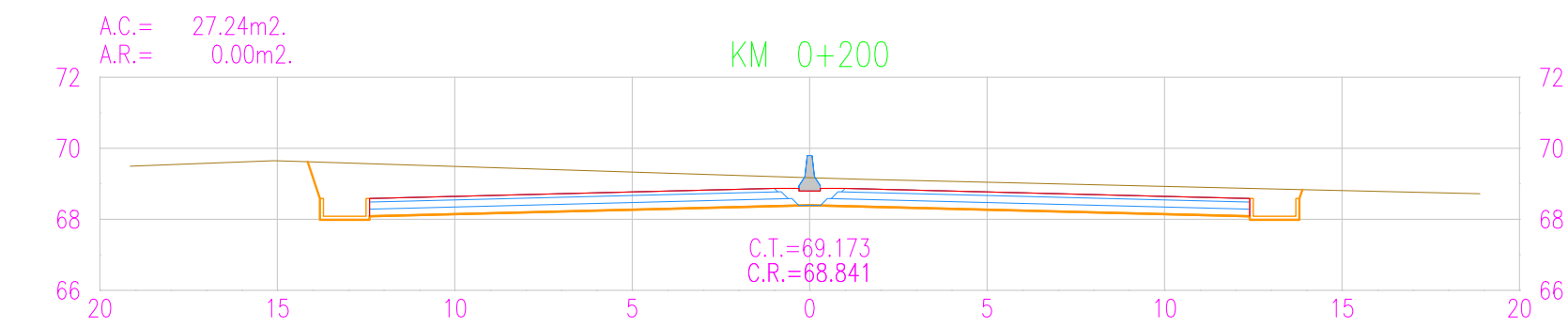
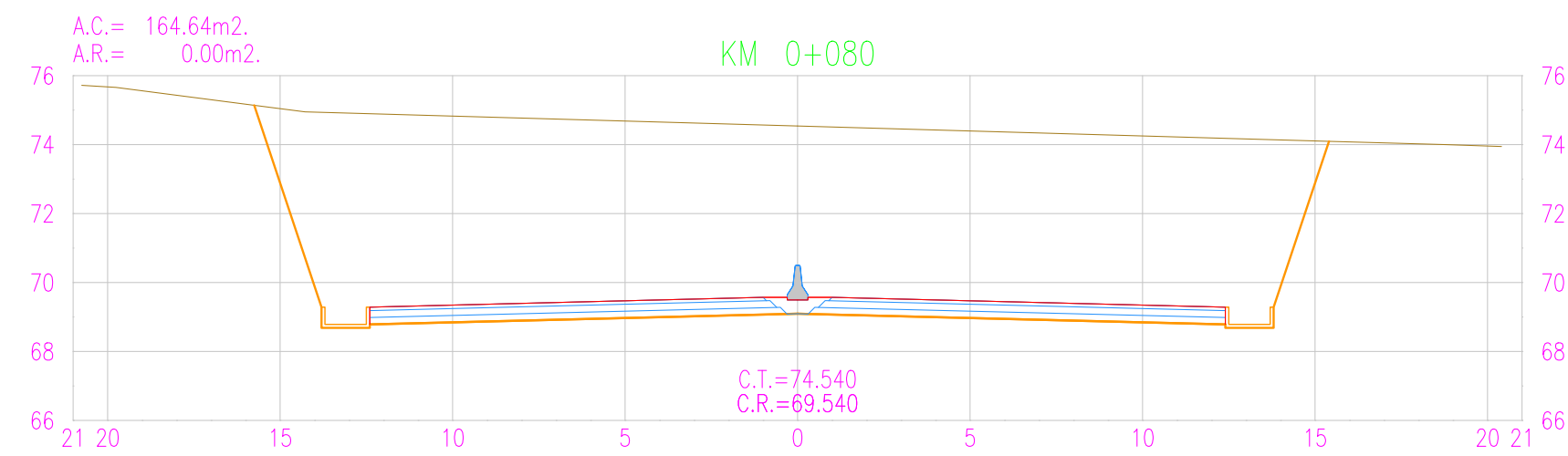
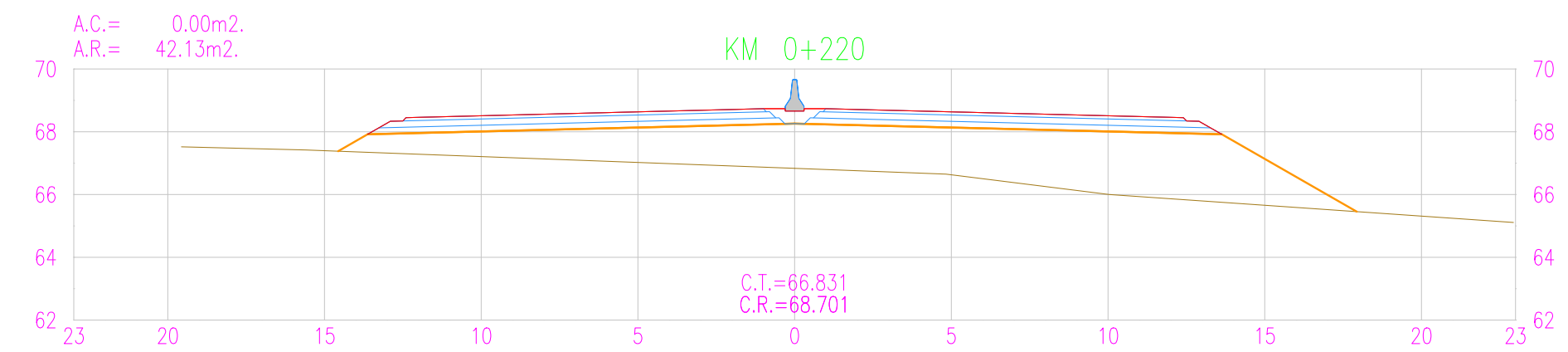
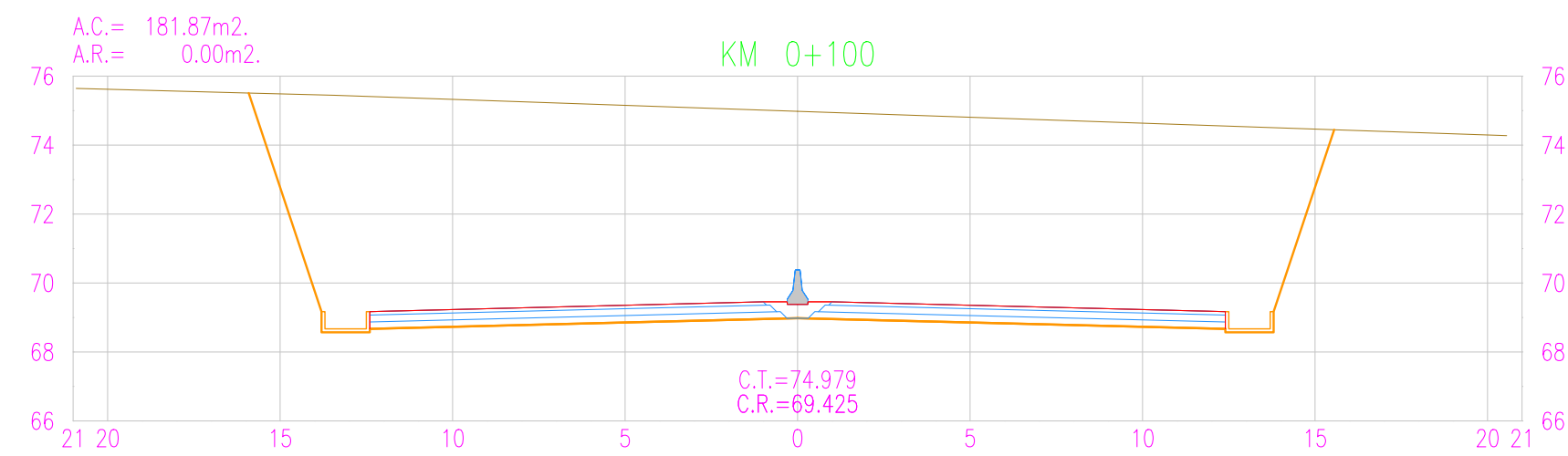


PRFIL LONGITUDINAL  
ESCALA HOR/VERT

Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000



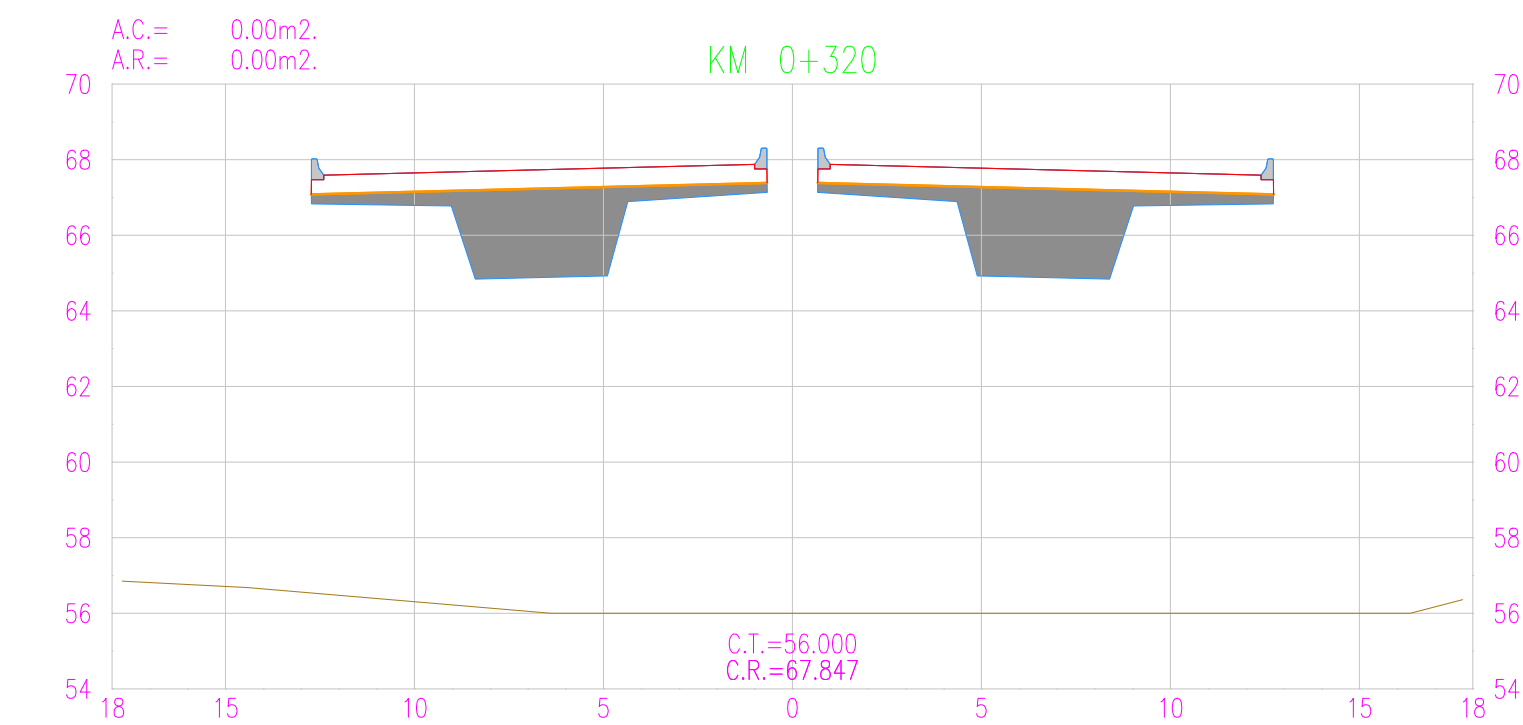
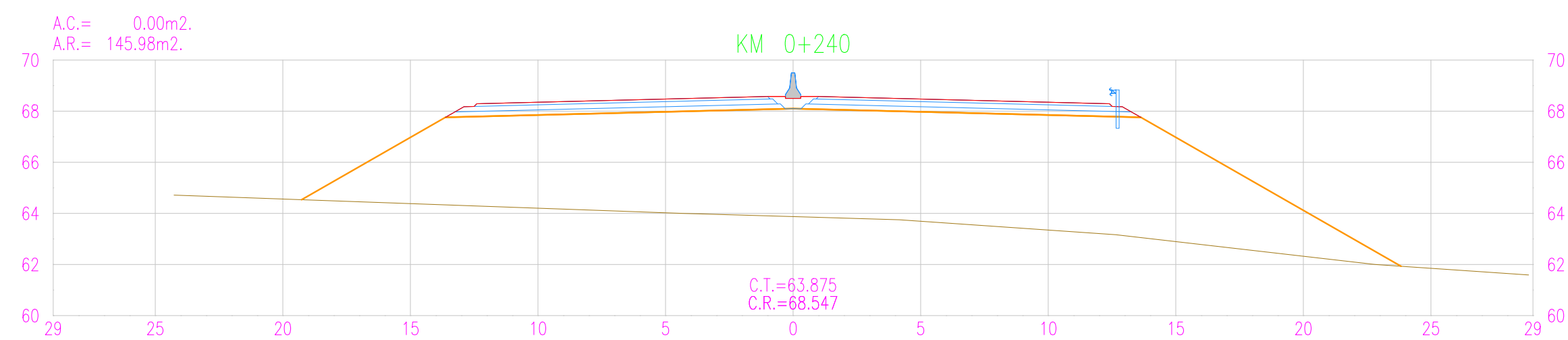
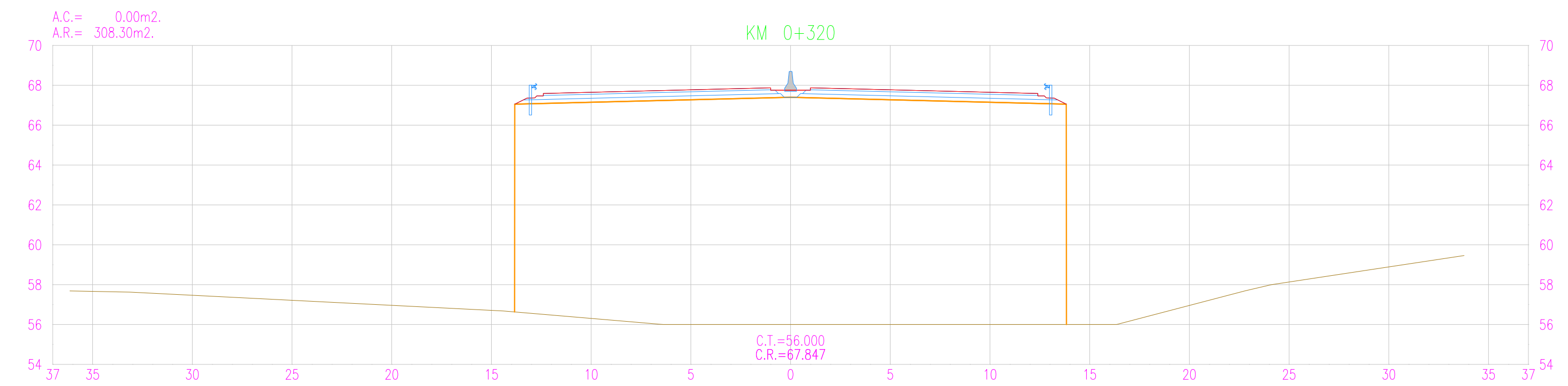
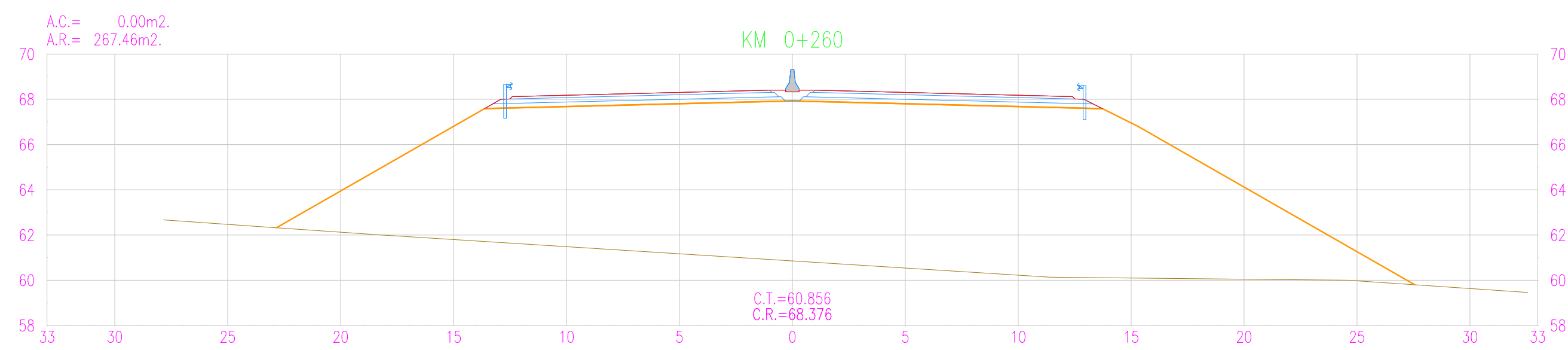
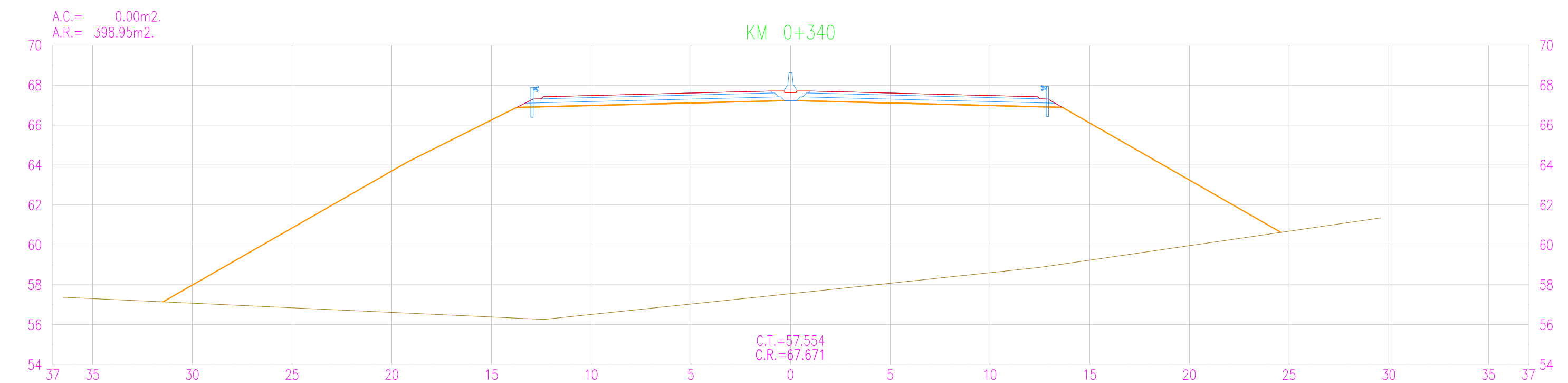
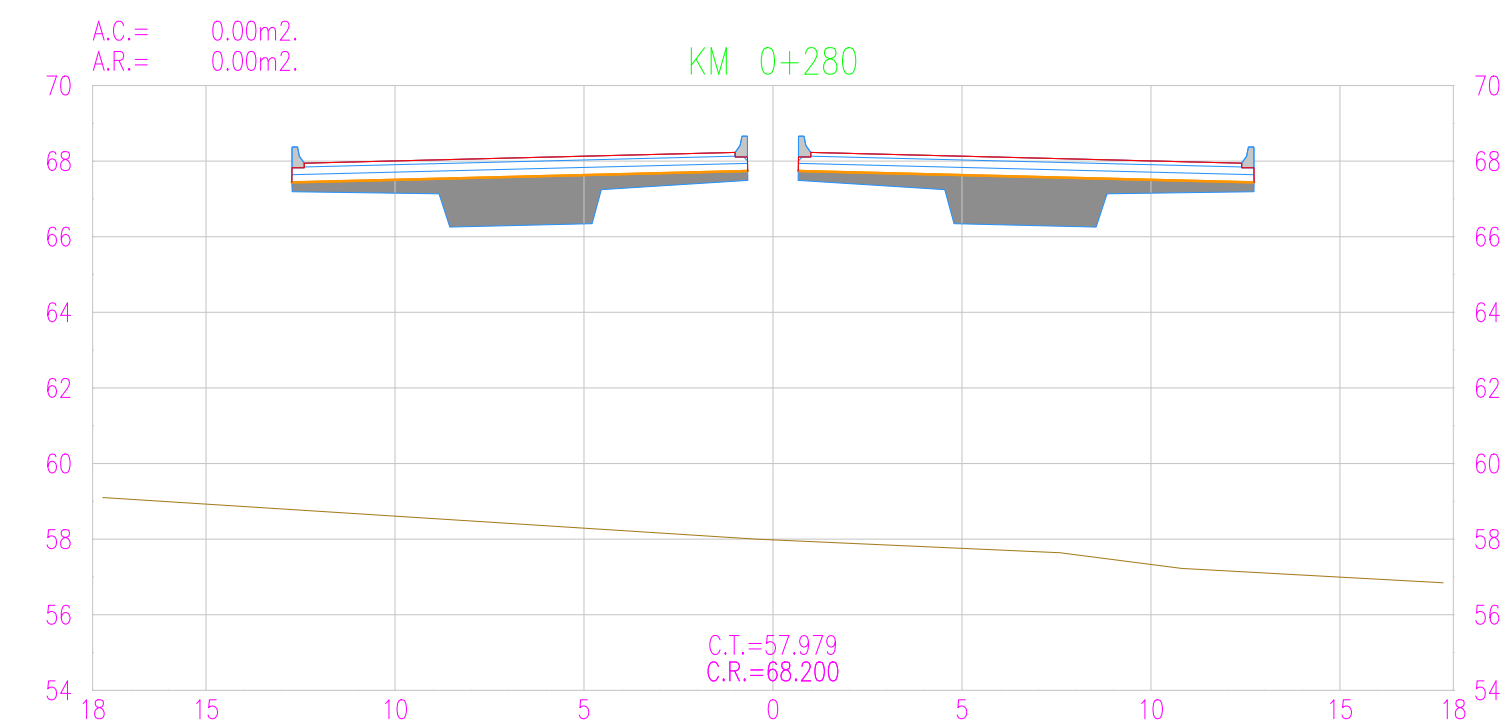
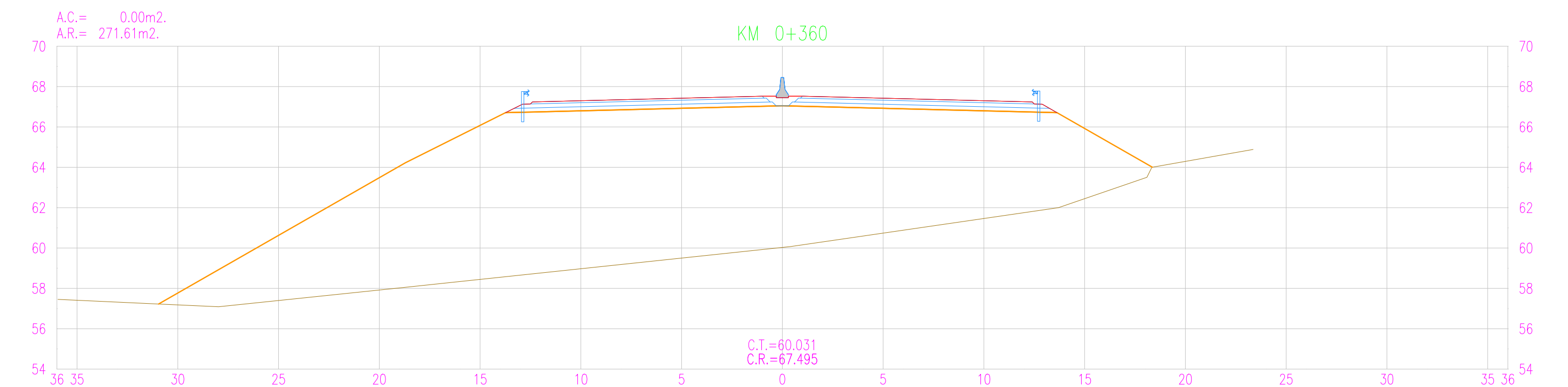
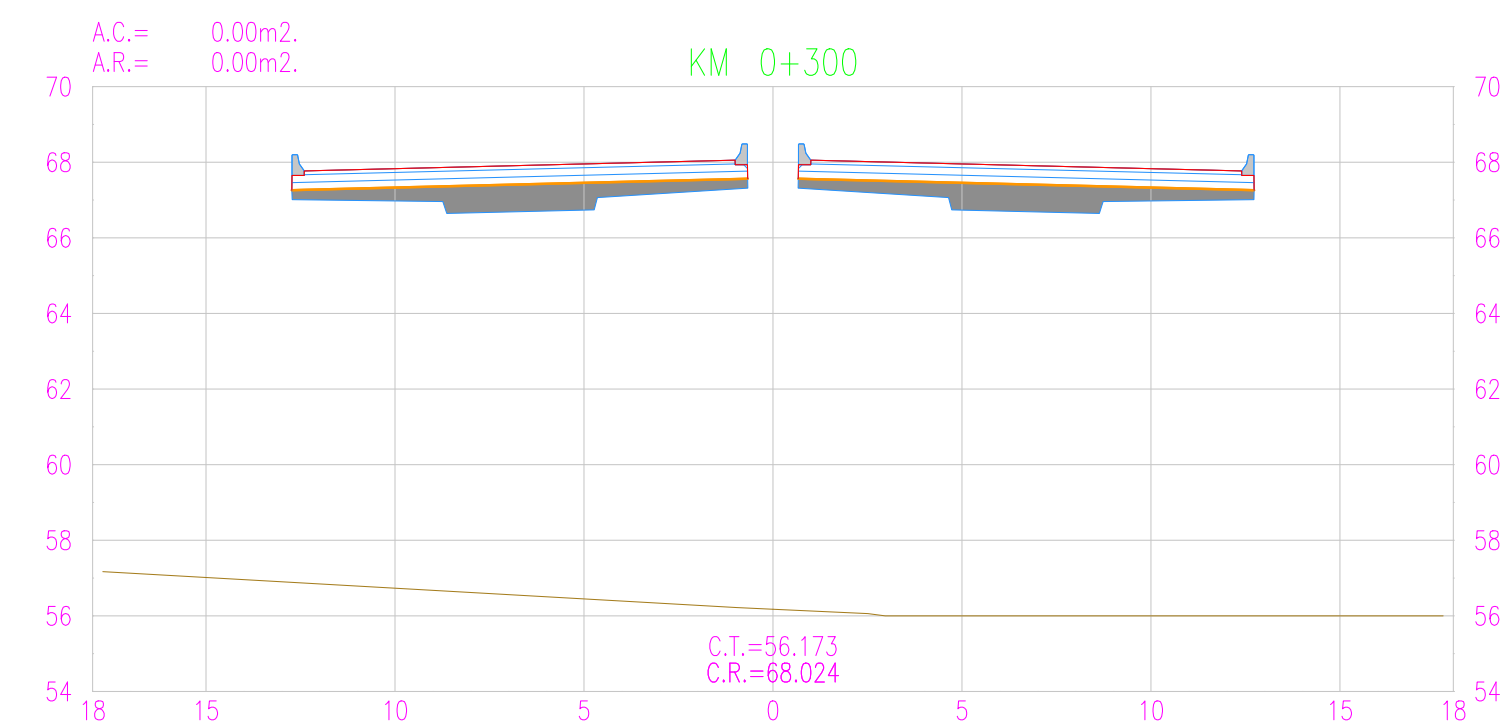
PUCP - FRCI RQHACON CONSULTORES S.A.	APROBACIÓN: Jefe de Estudio: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abujos: Antonio Chacón	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A1: ESC/A1:1:2000	ESCALA FORMATO A3: ESC/A3:1:4000	PLANO:
		Nº	FECHA		DESCRIPCIÓN	PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL Km 5+000 AL Km 5+313	PP-6
		Rev1	23/07/2020		Aprobado		
		Rev2					
Rev3							



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	AICHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abujos: Antonio Chacón	APROBACIÓN	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESCALA FORMATO A3:	PLANO:
				Nº	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESC/A1 1:200	
				Rev1	23/09/2020	Aprobado			ST-1
				Rev2					
				Rev3					
				Rev4					

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 0+000 AL Km 0+220



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ROHACION CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abujos:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200

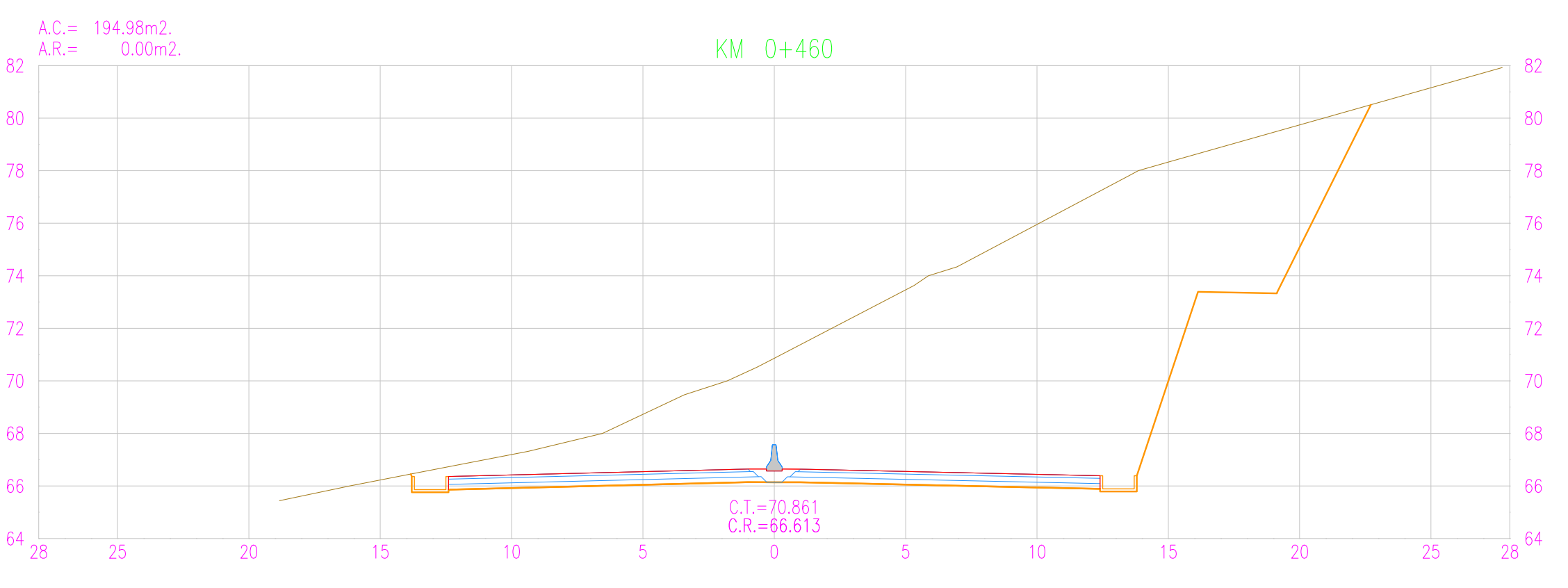
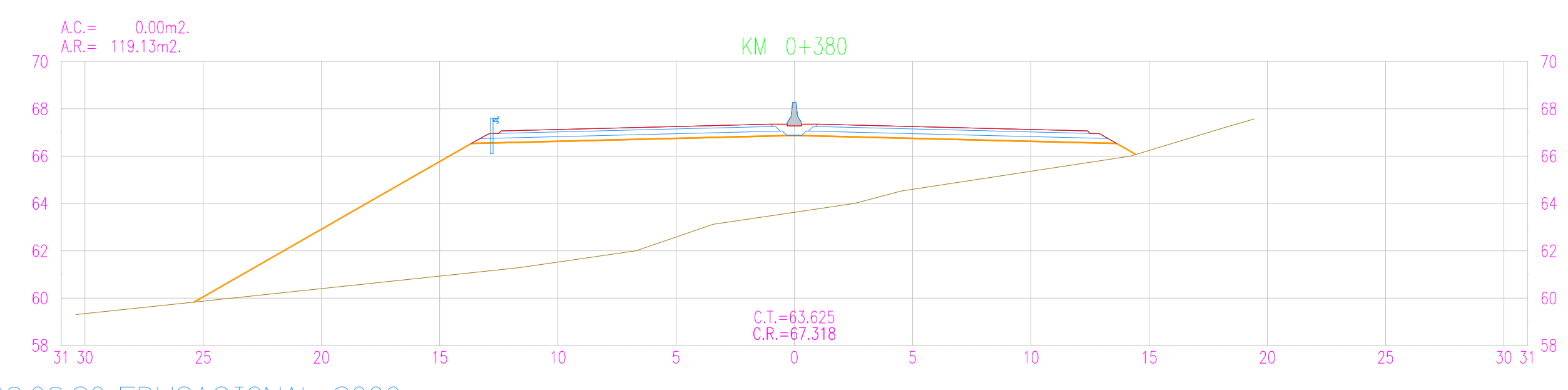
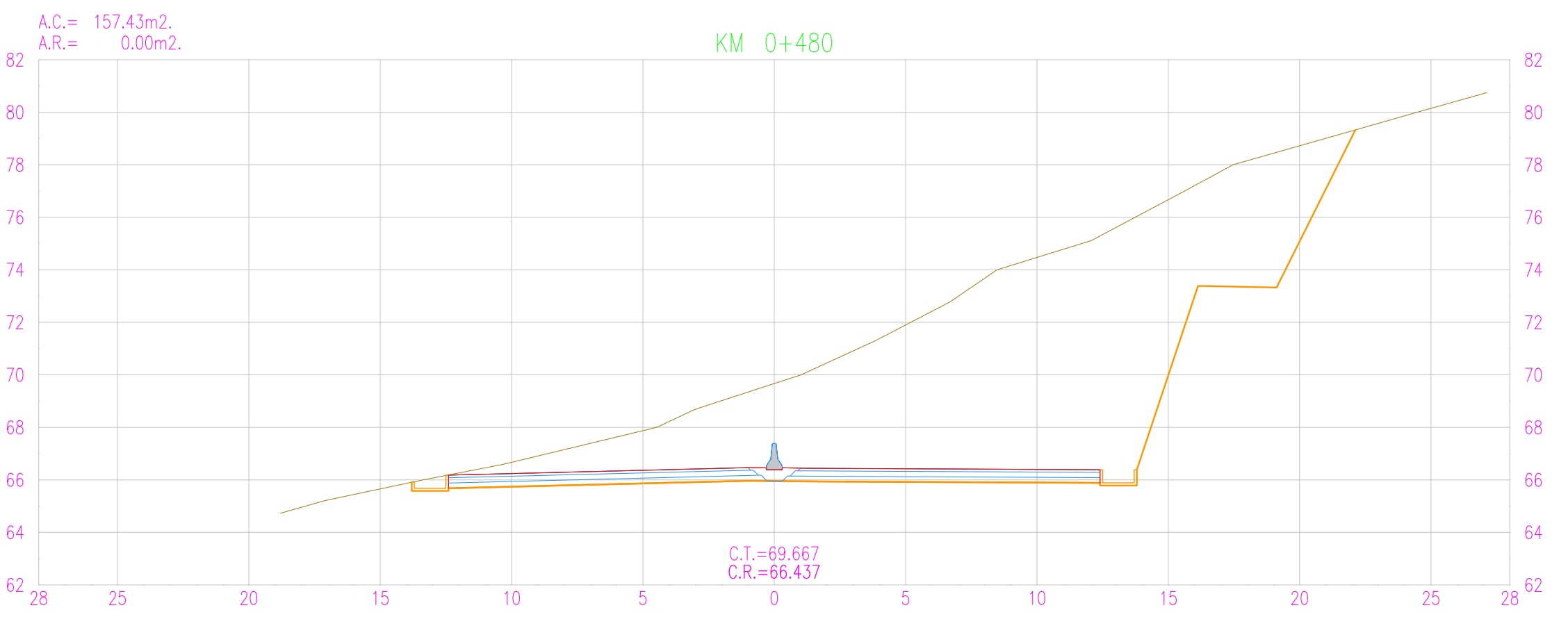
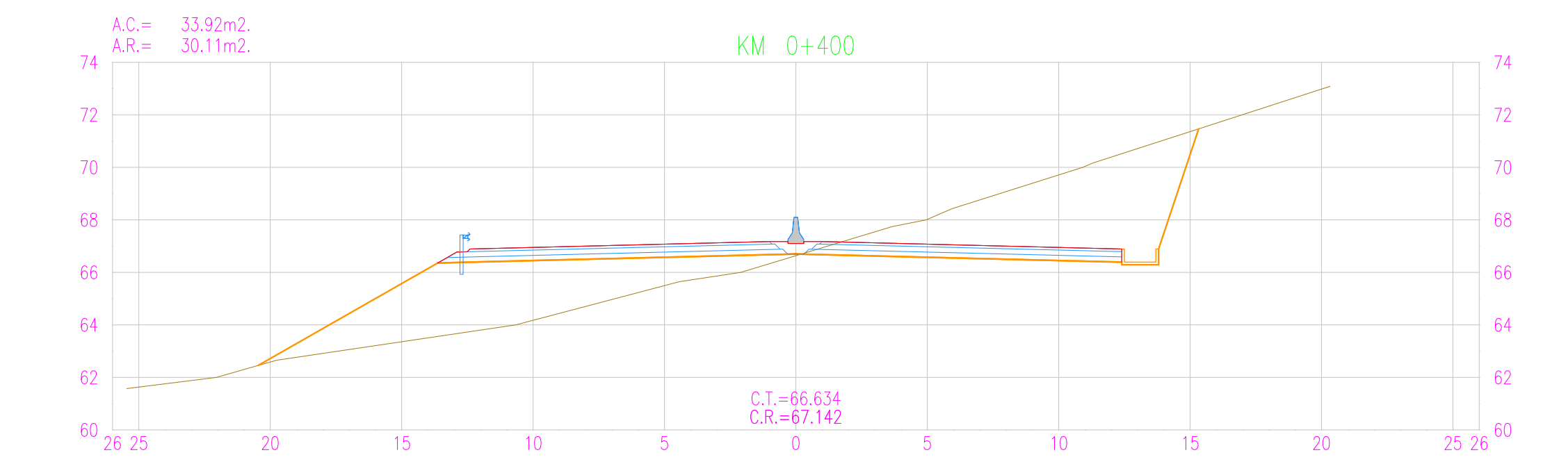
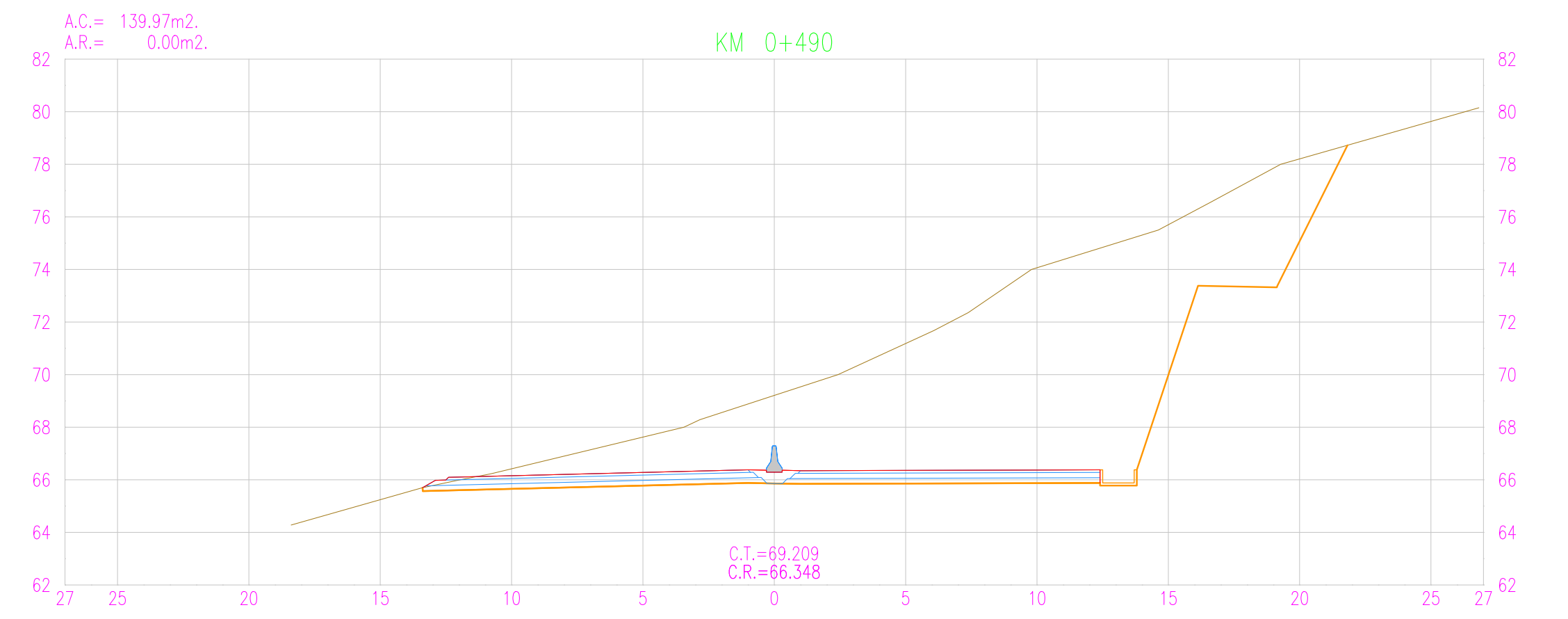
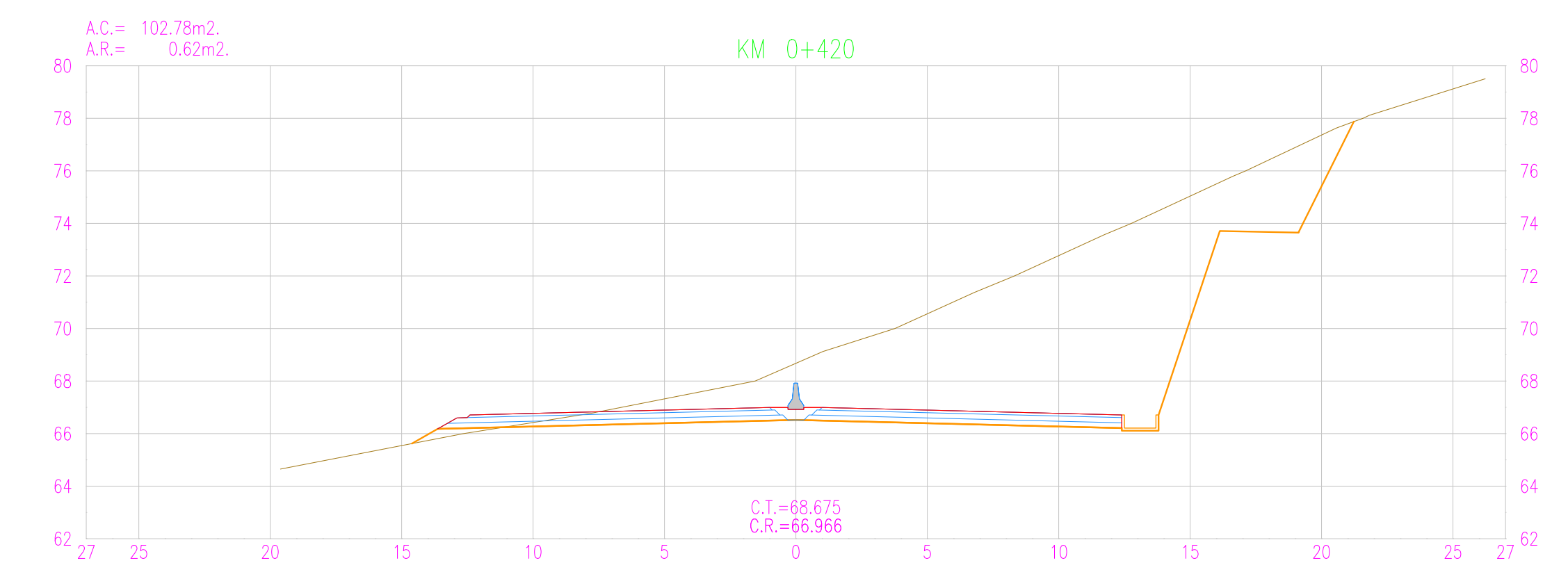
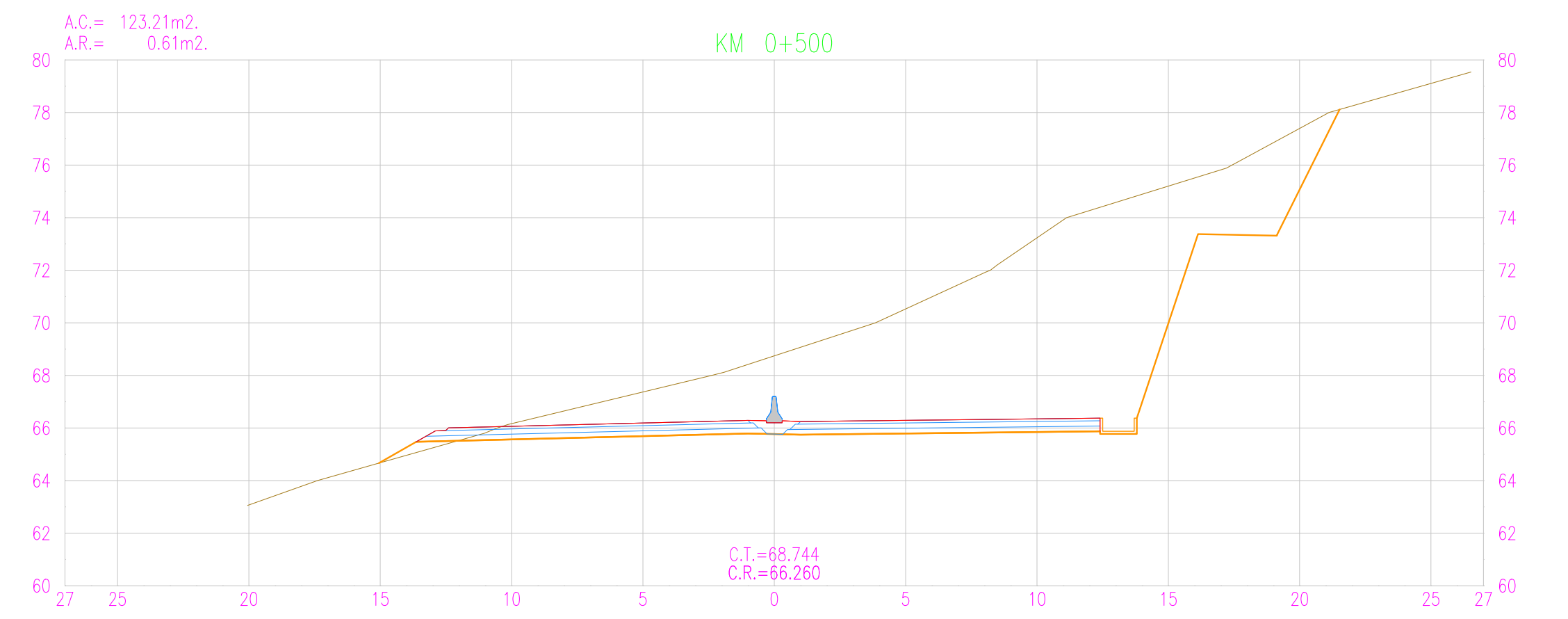
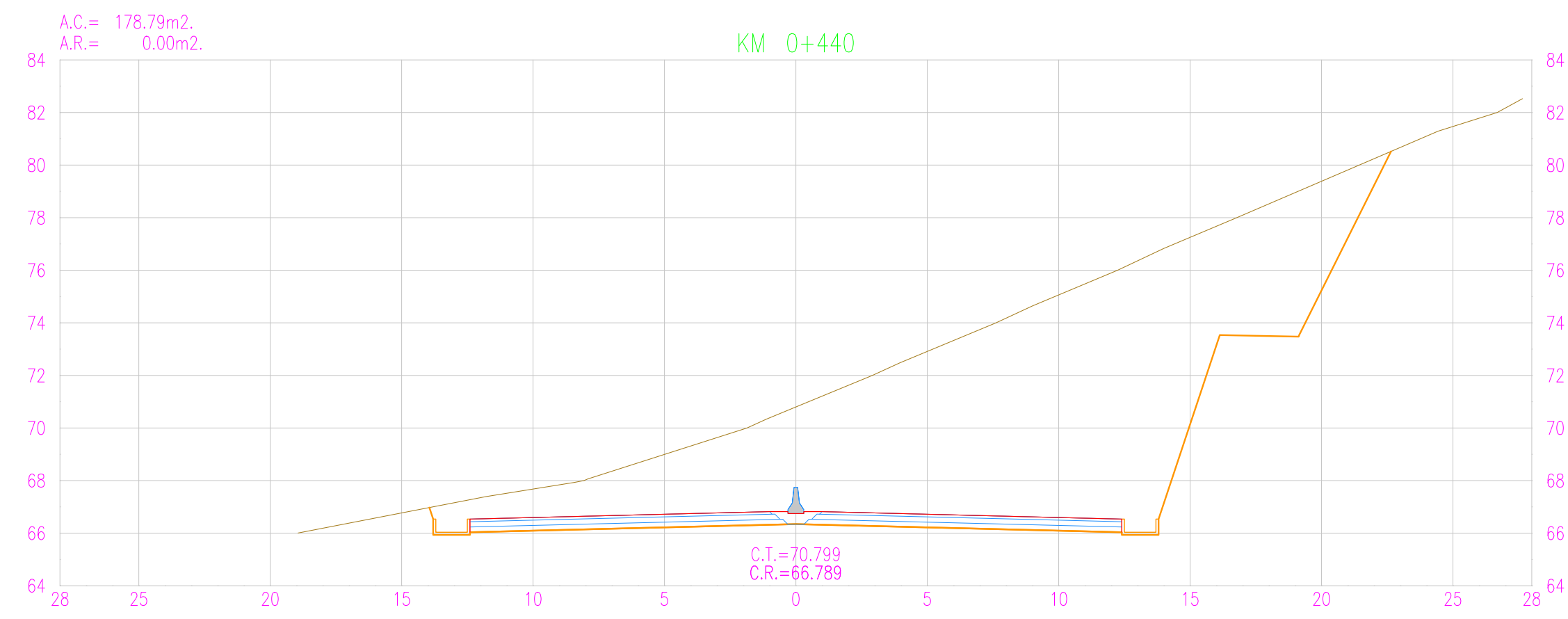
ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400

PLANO:

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 0+240 AL Km 0+360

ST-2





Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ROHACION CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abujos:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCOA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

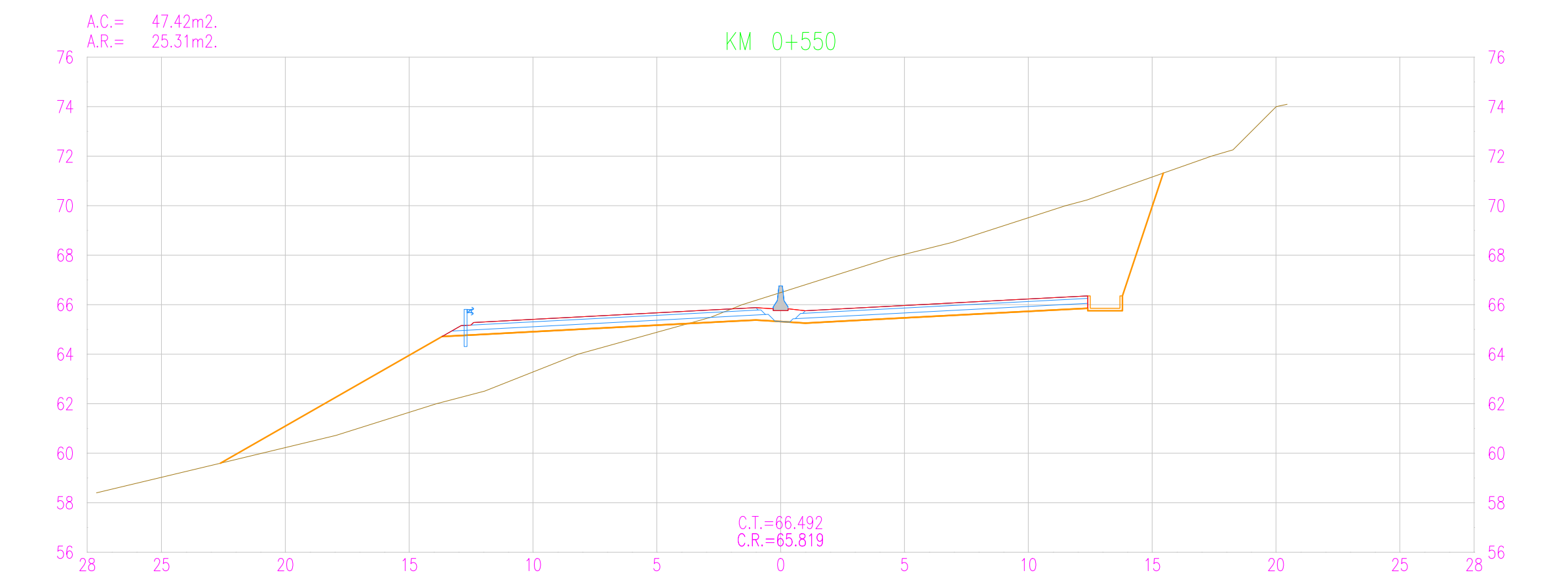
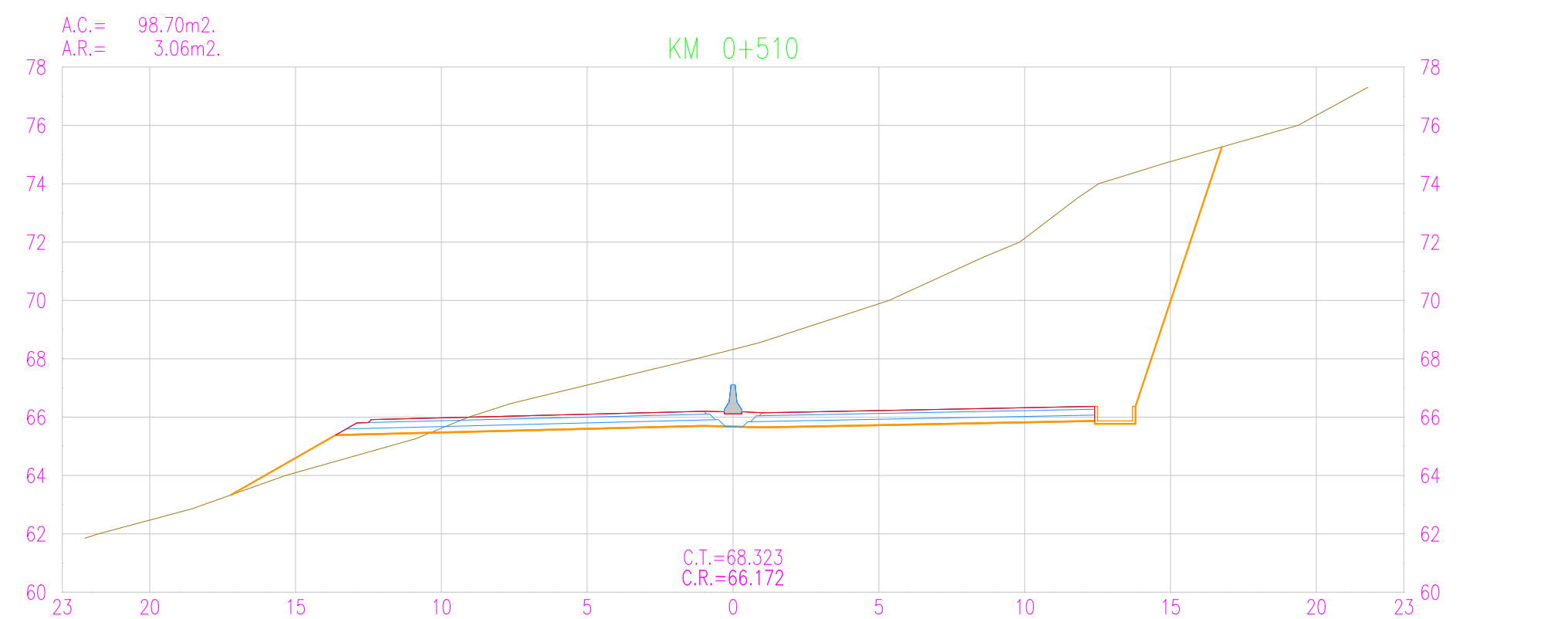
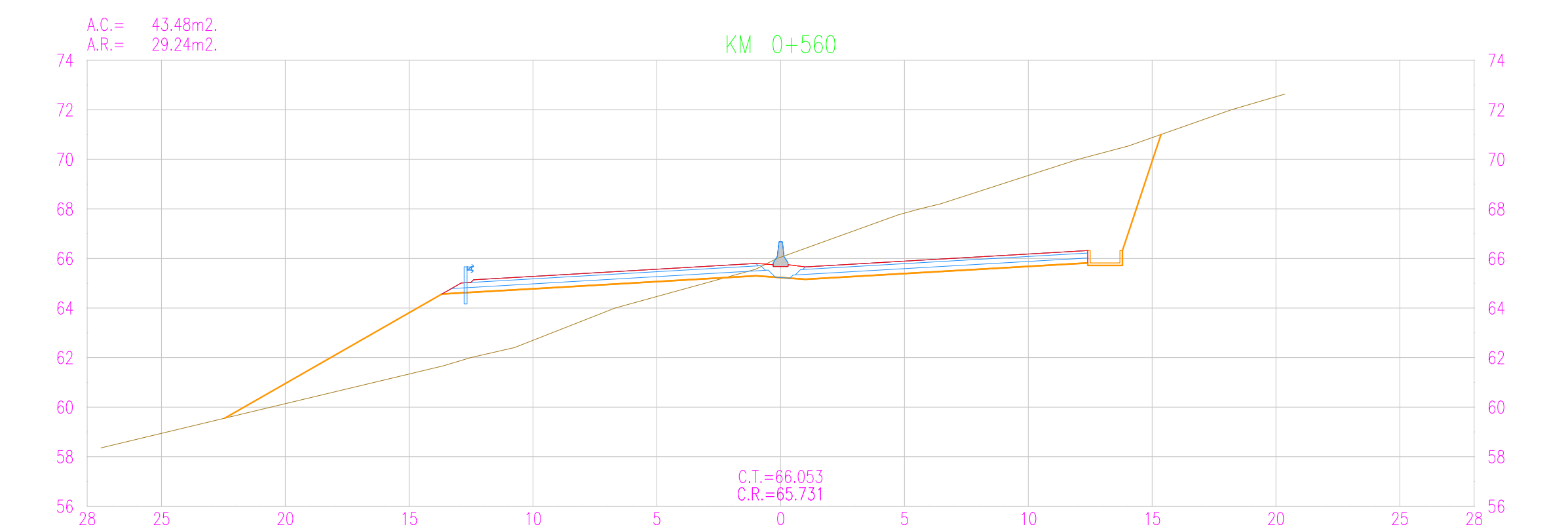
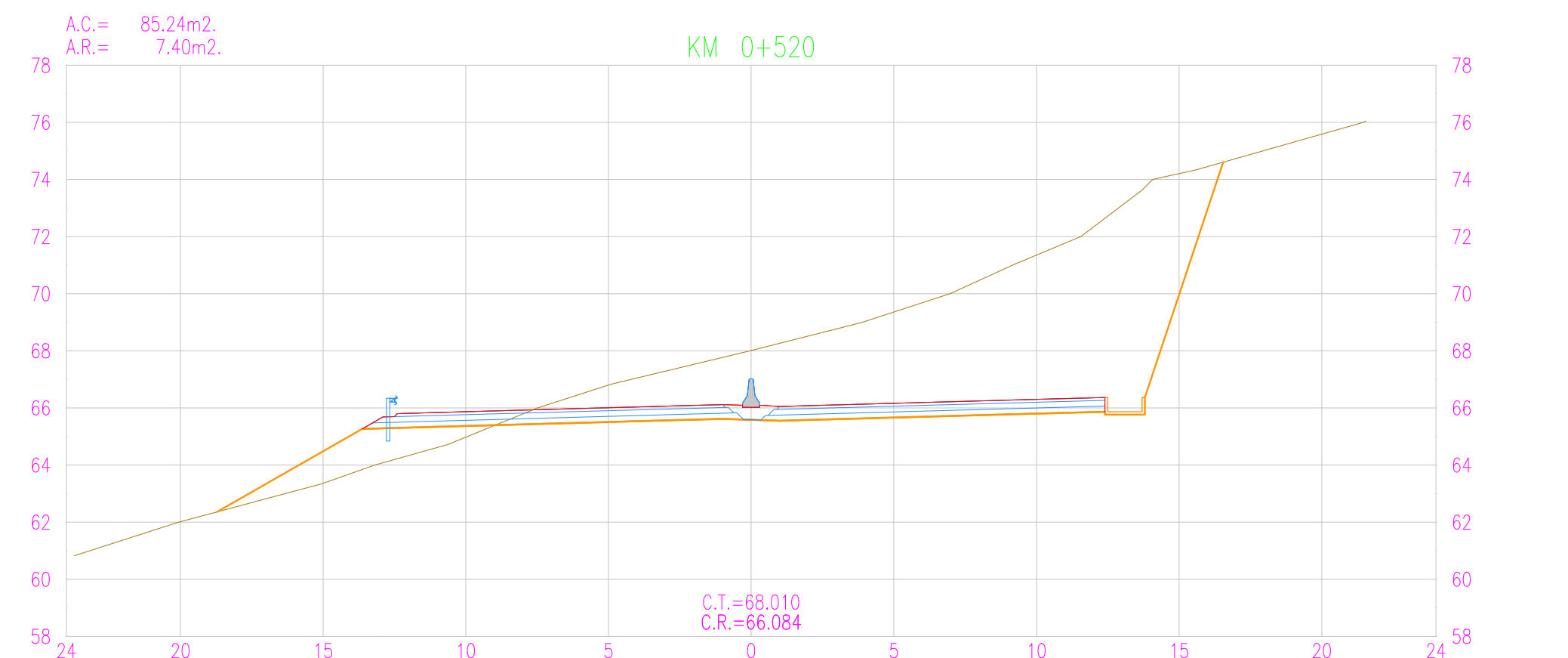
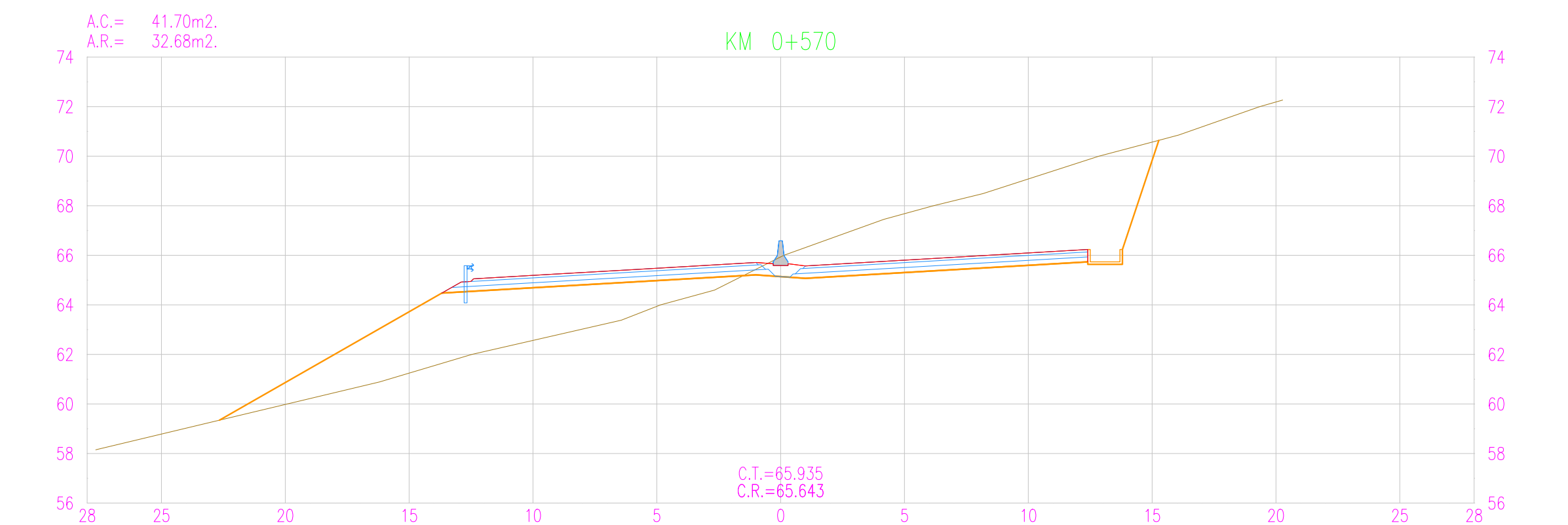
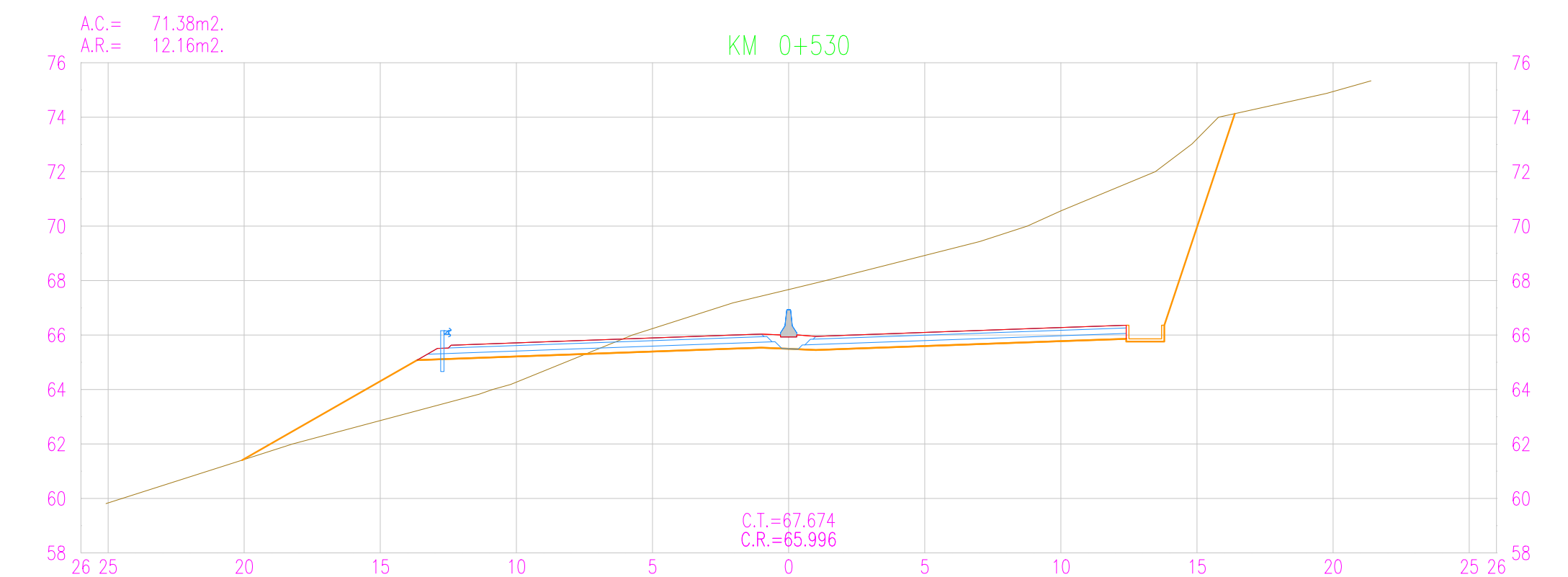
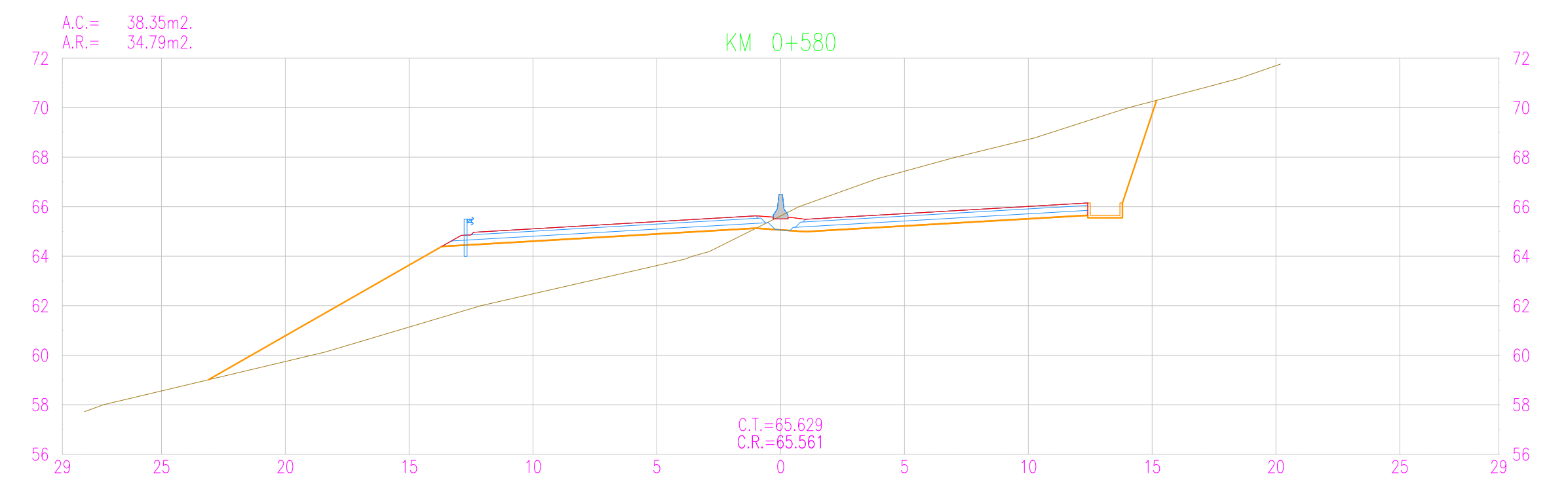
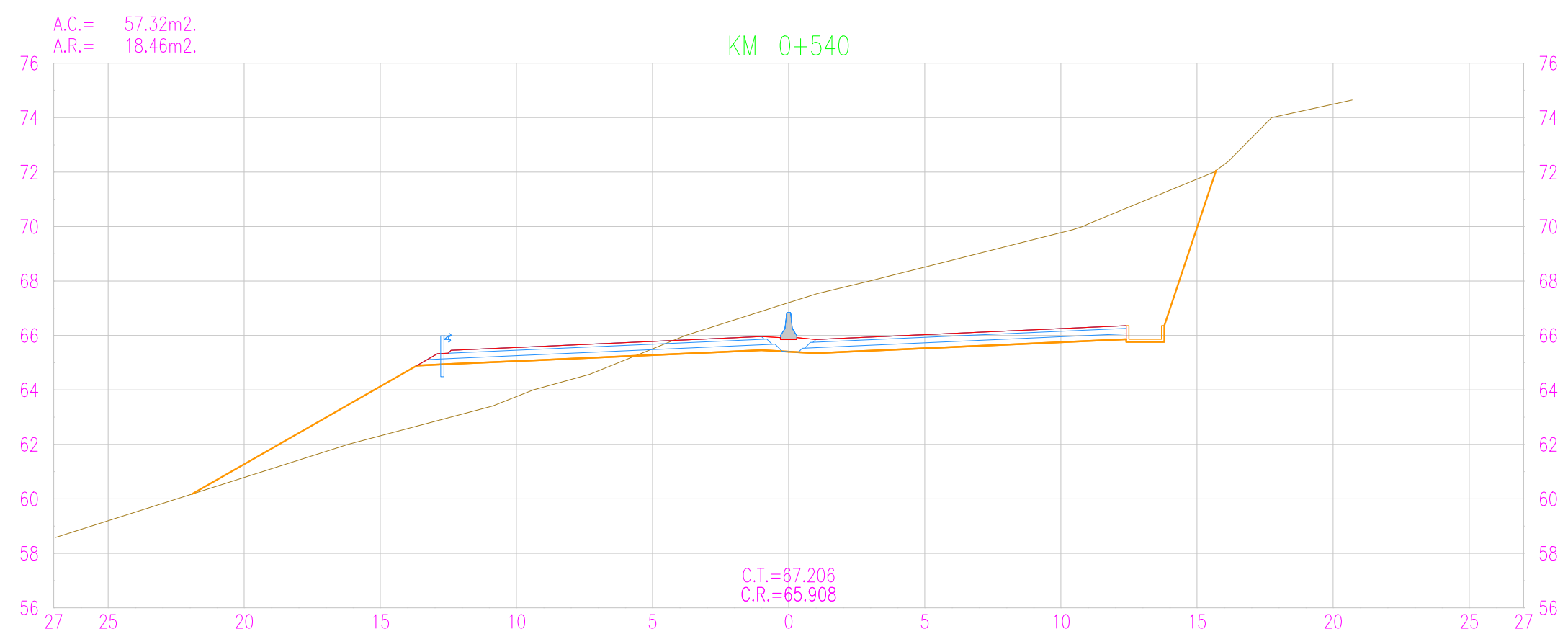
ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200

ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400

PLANO:

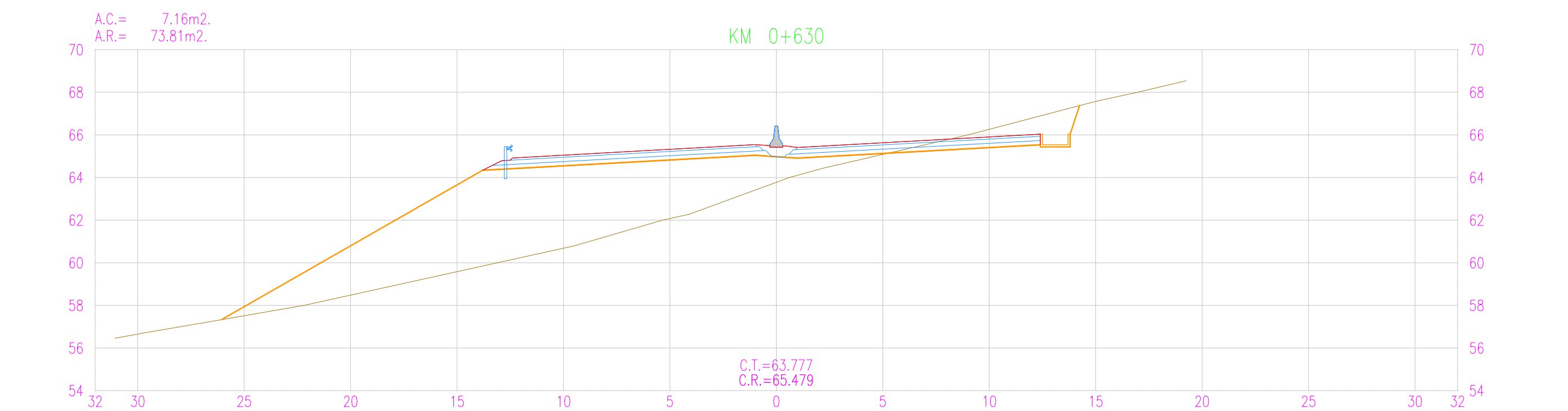
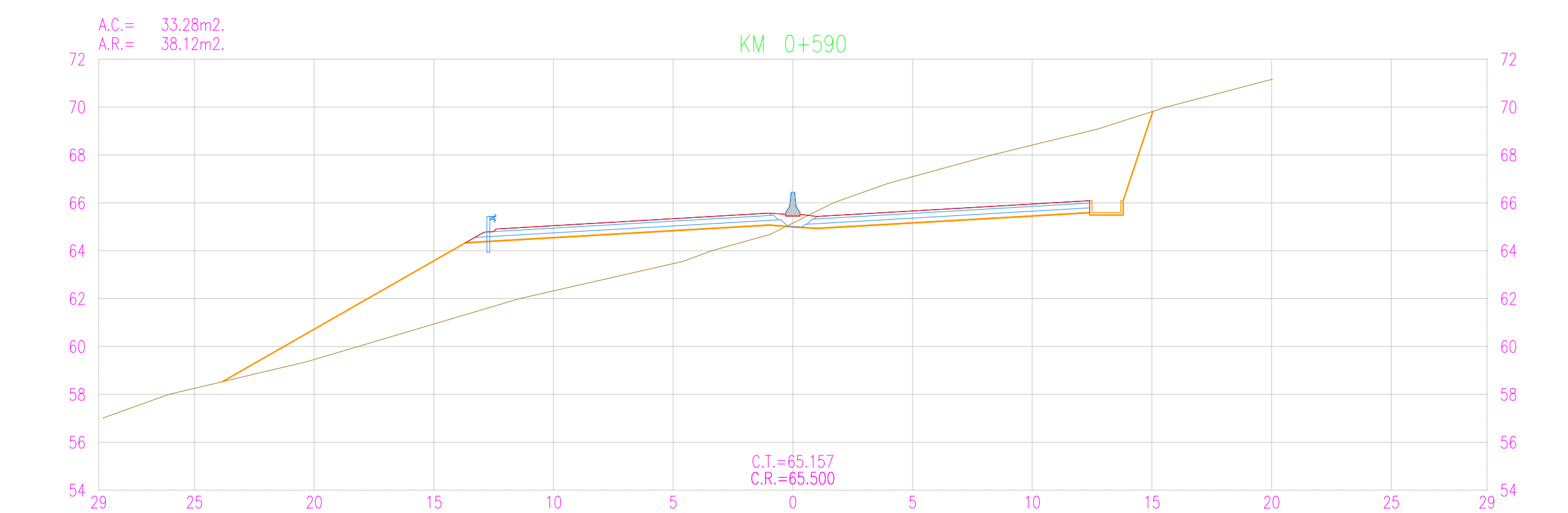
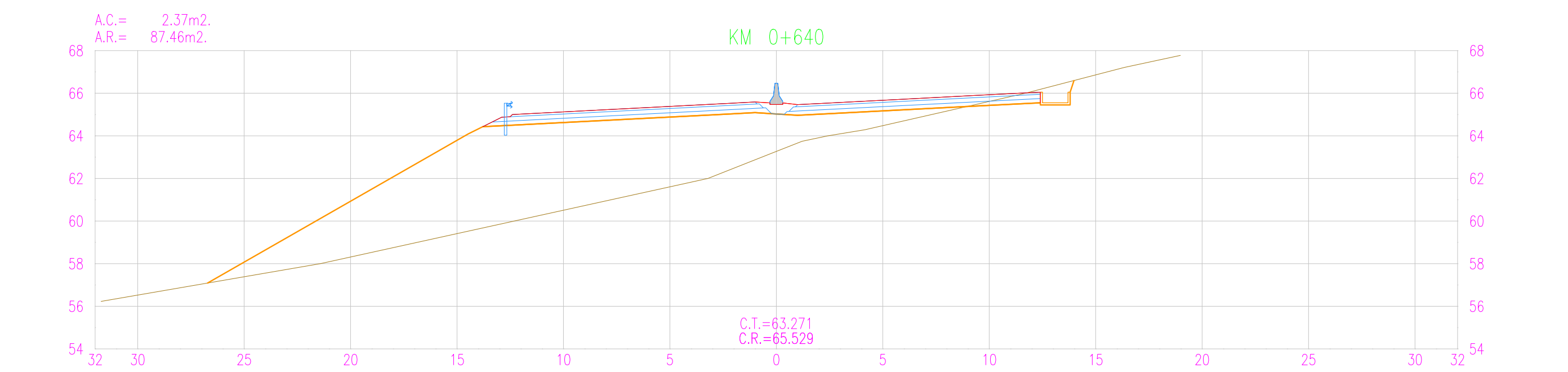
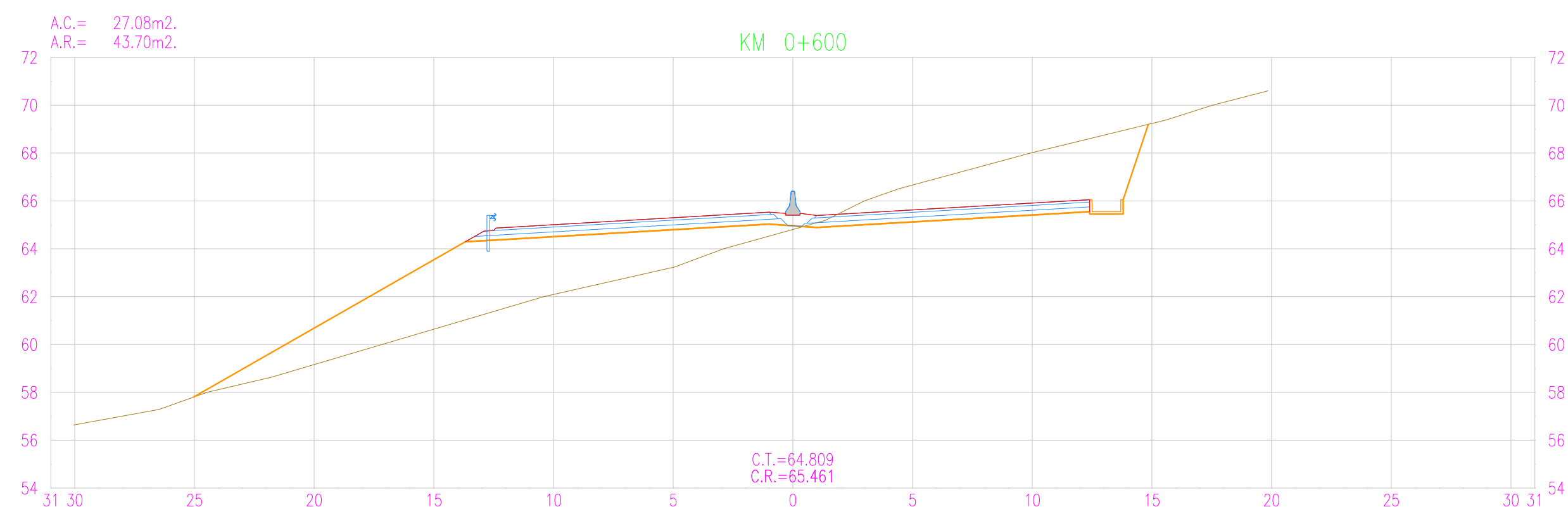
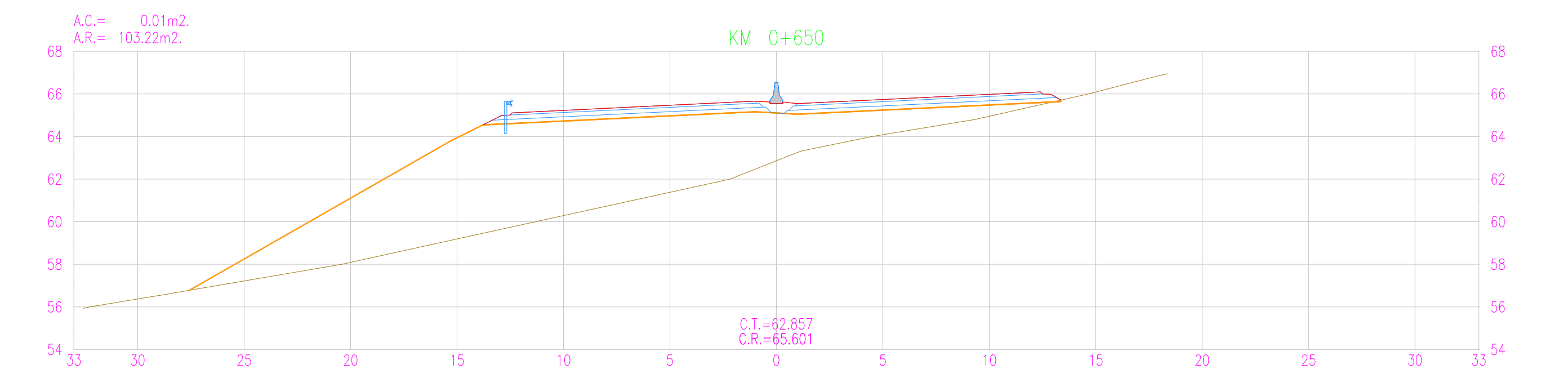
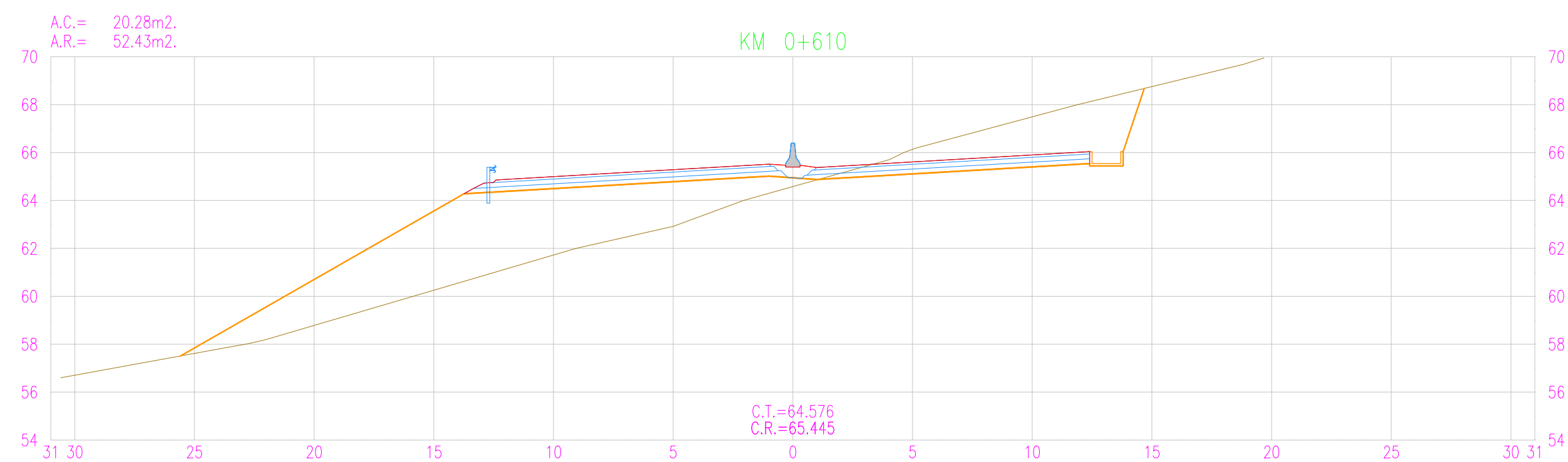
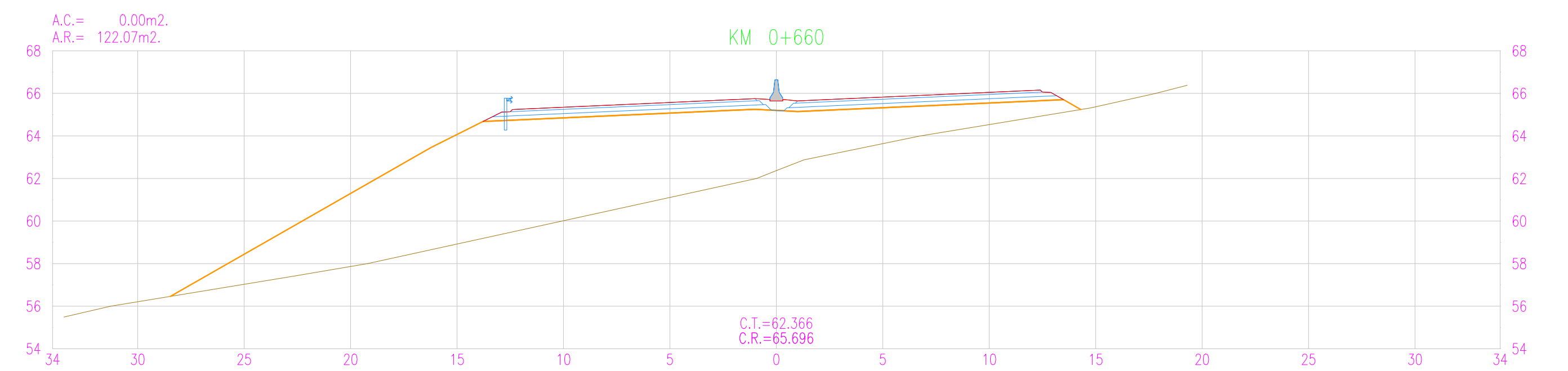
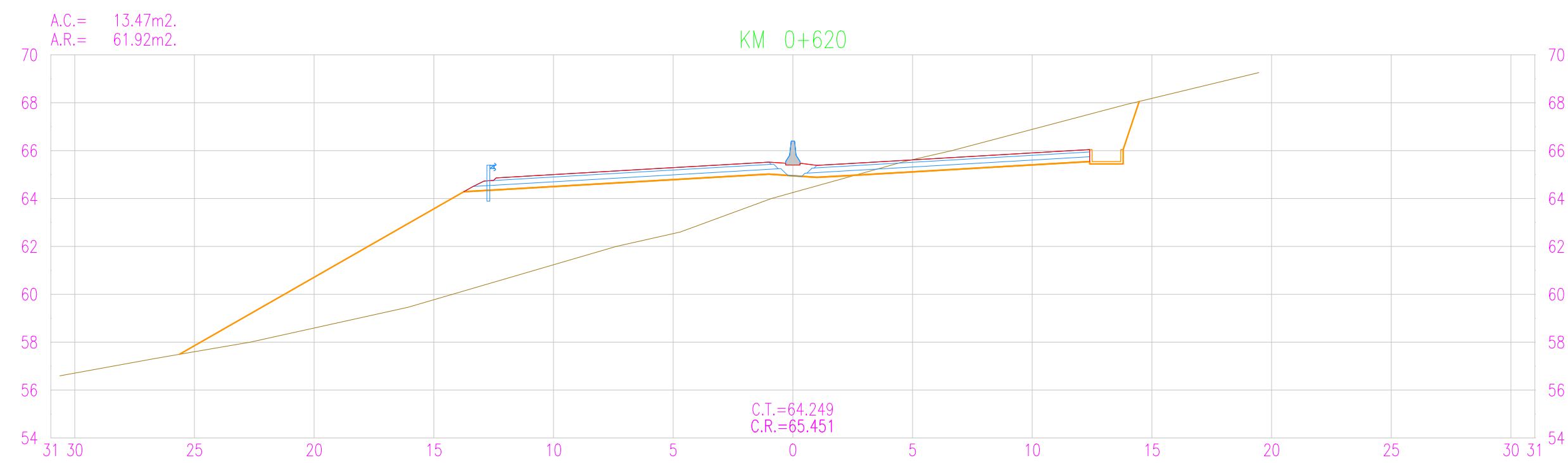
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 0+380 AL Km 0+500

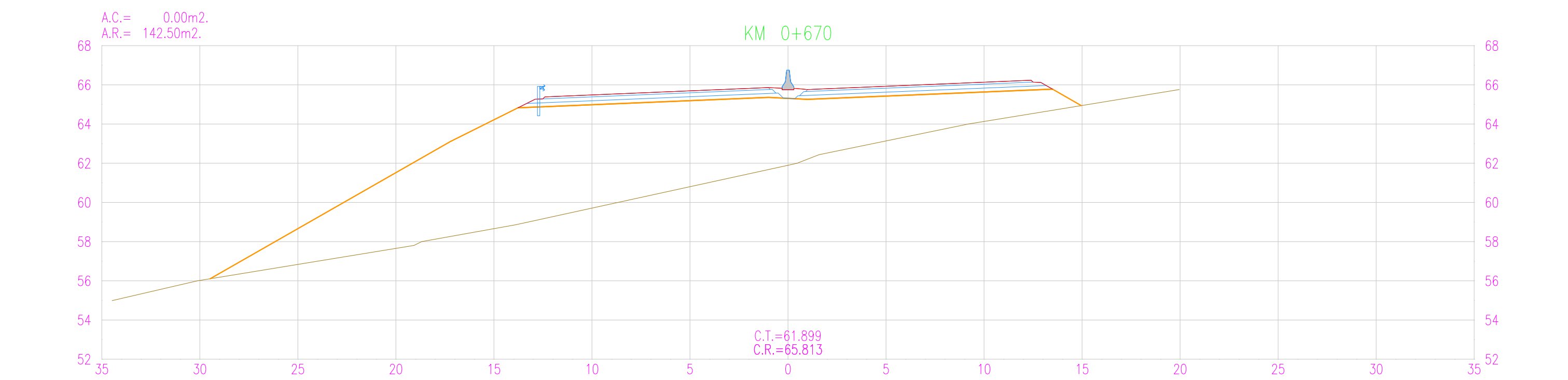
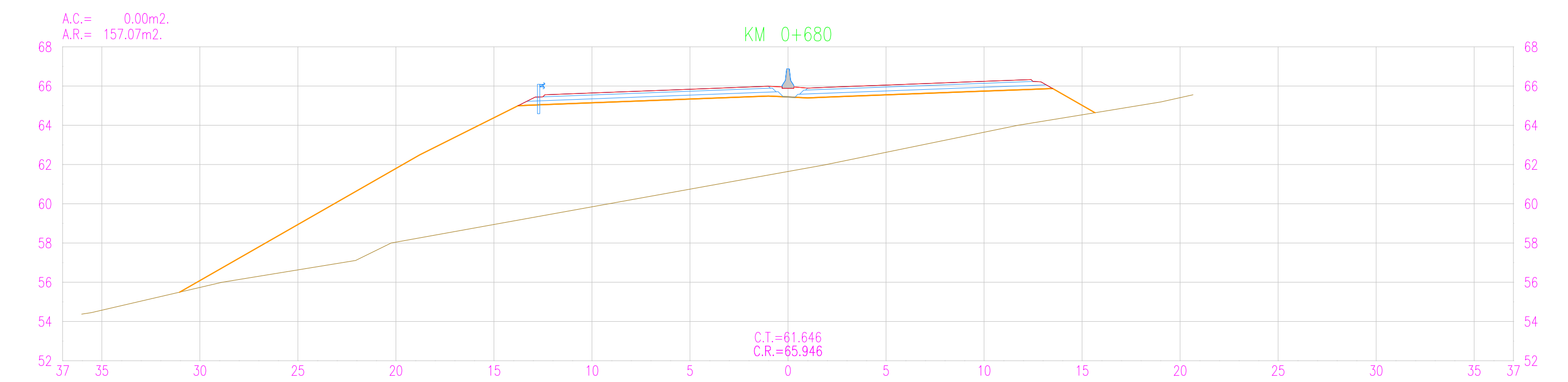
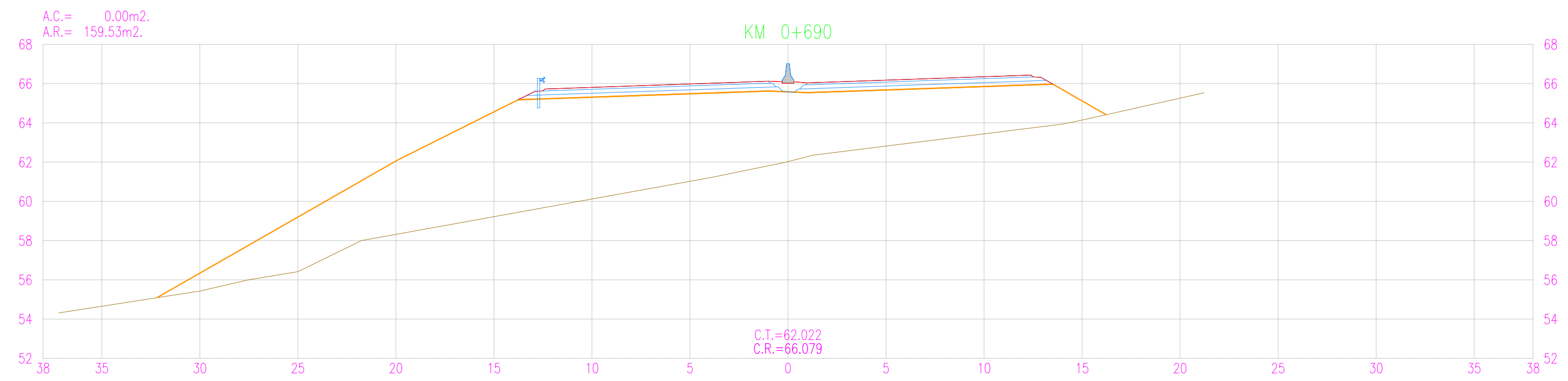
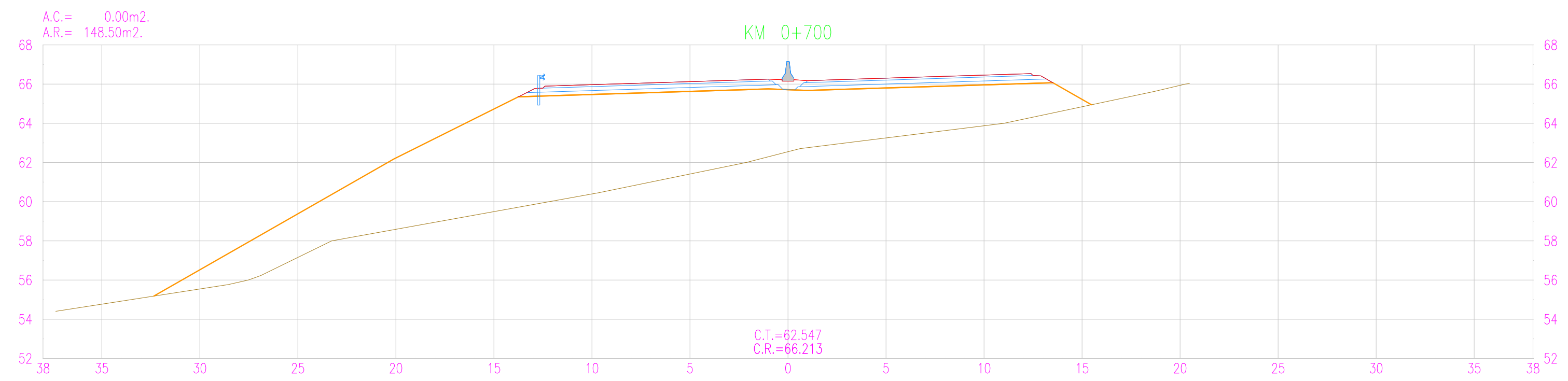
ST-3



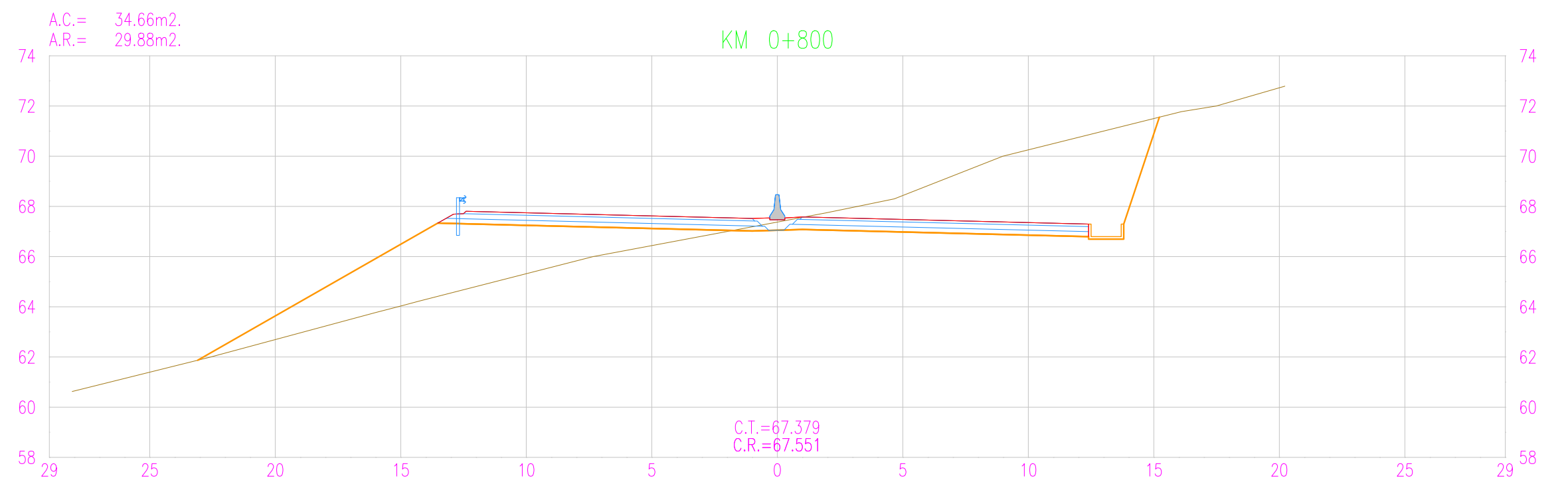
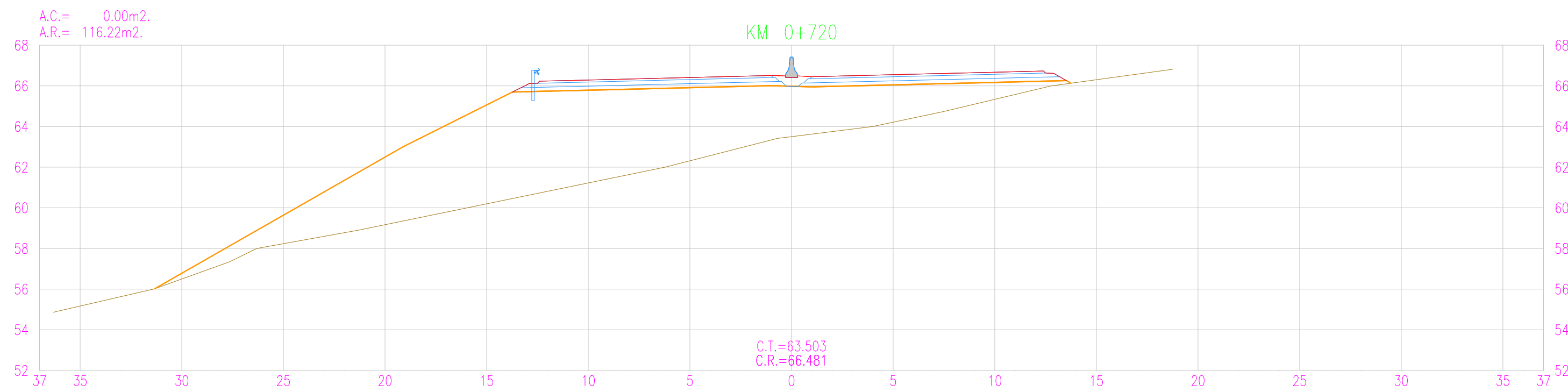
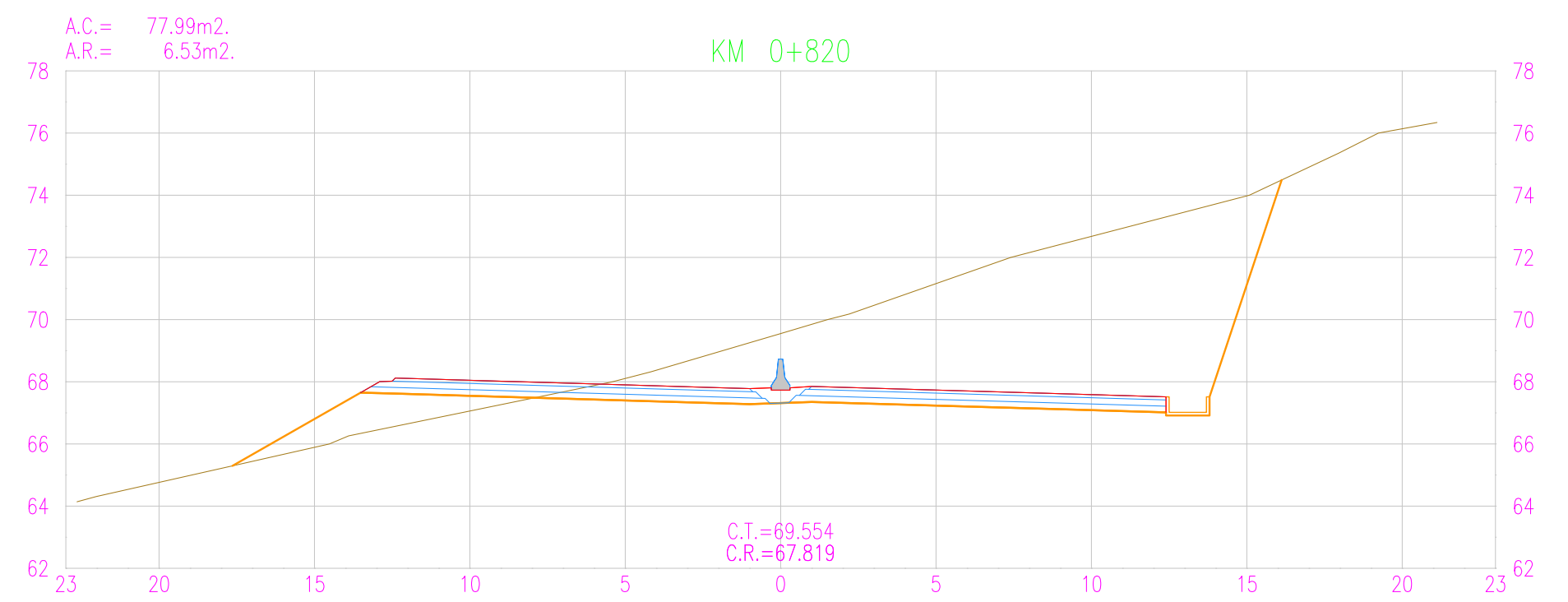
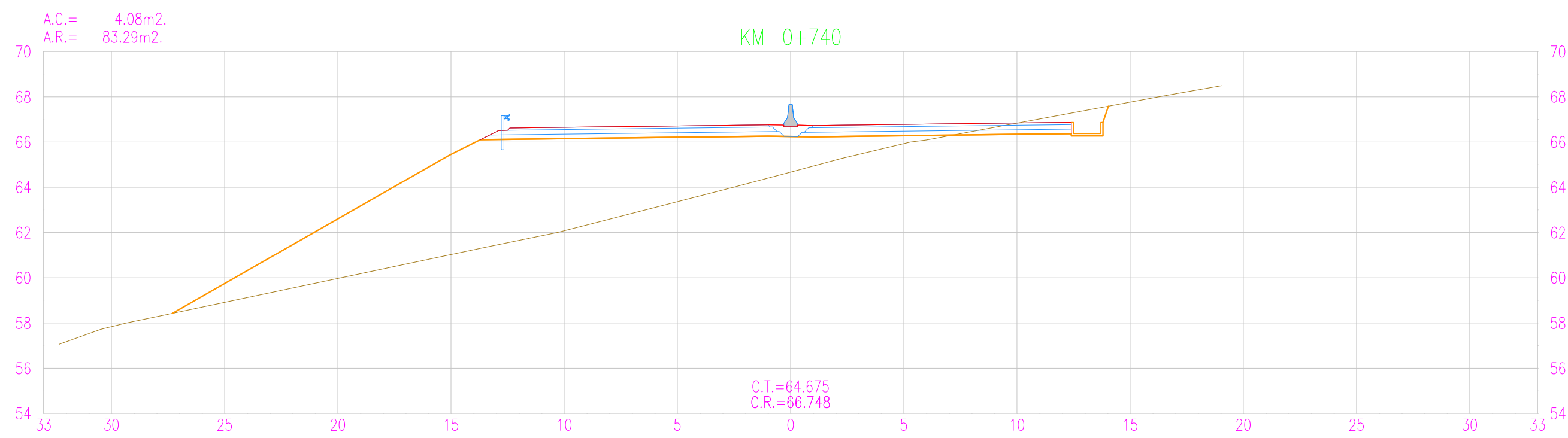
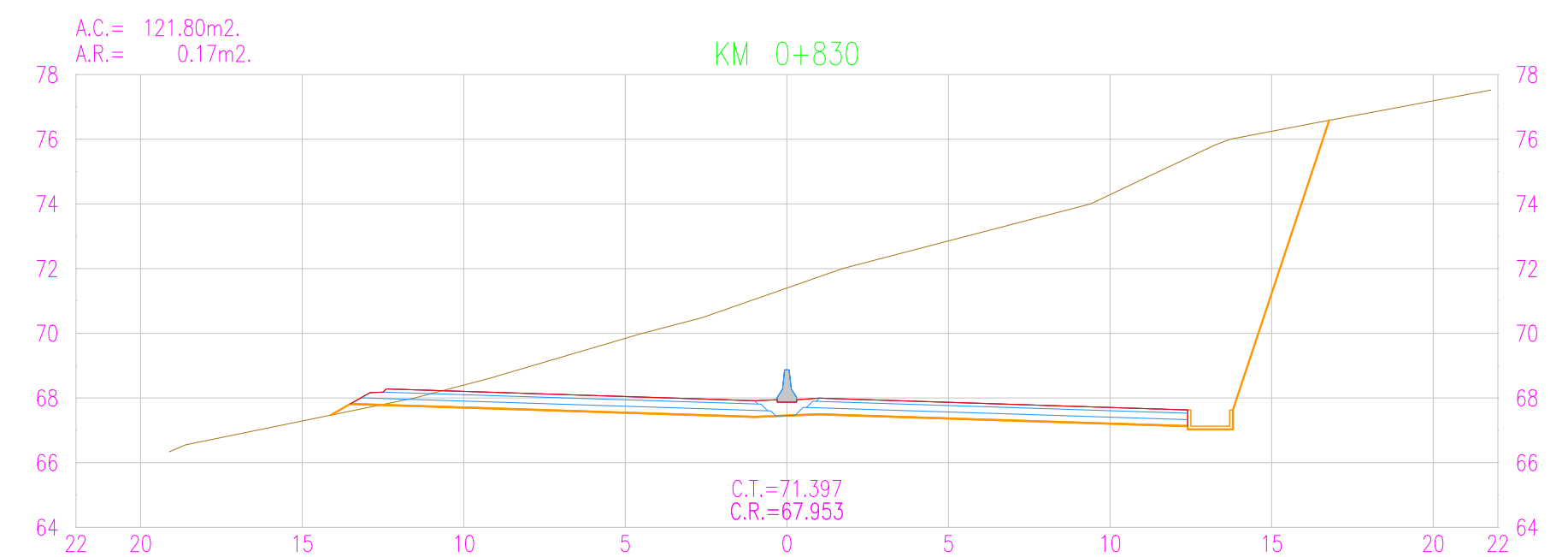
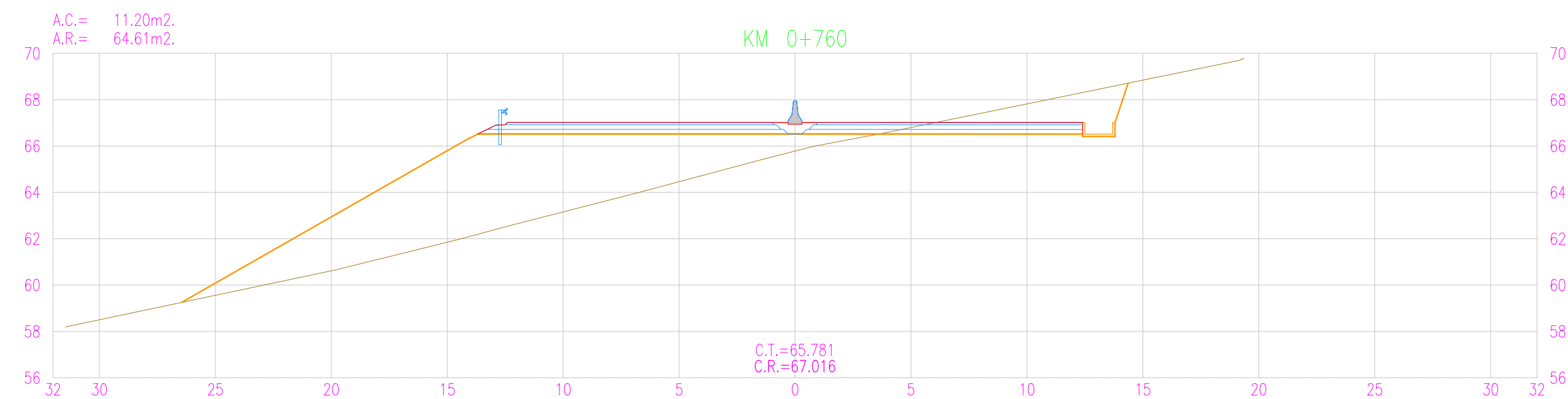
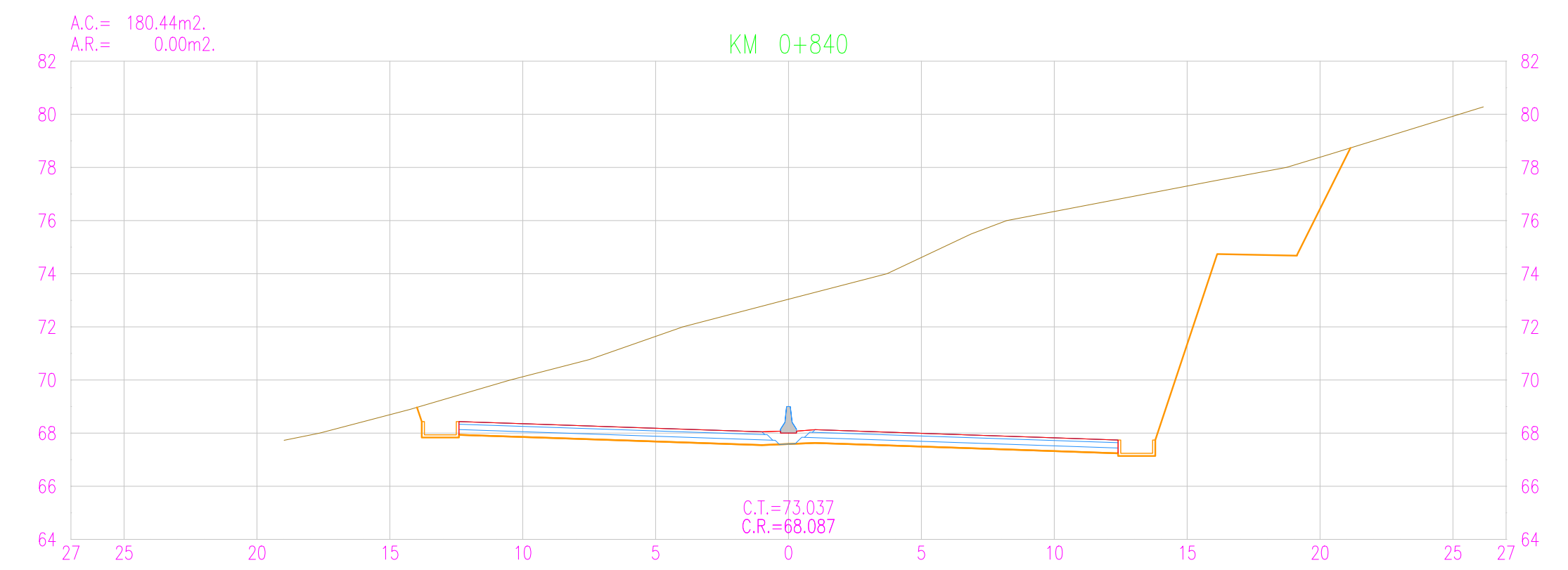
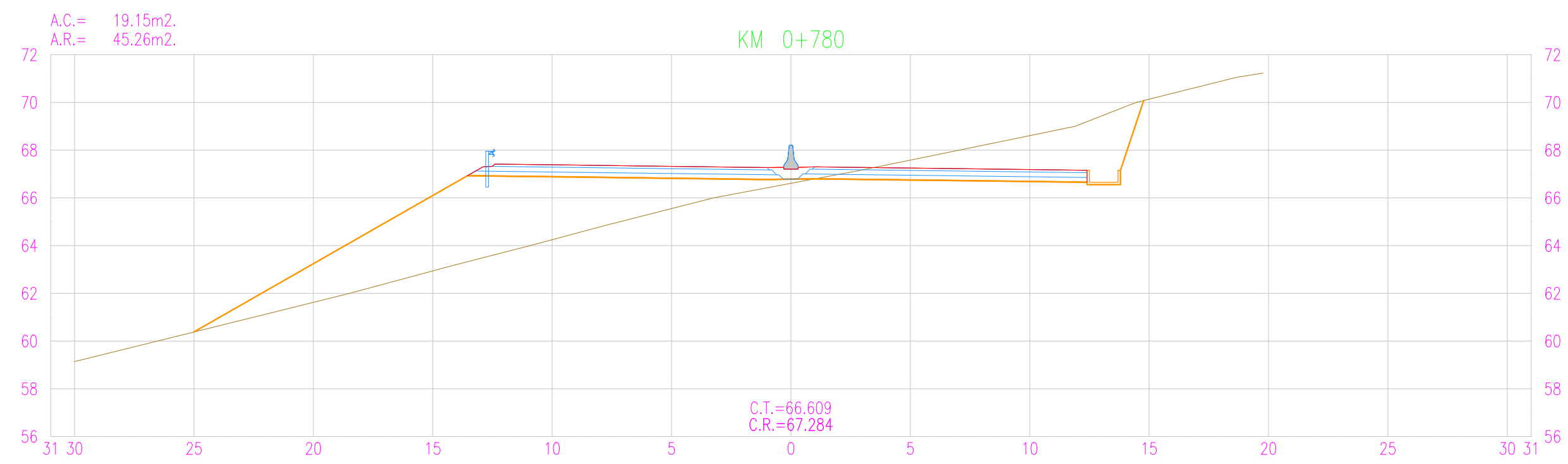
Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	ROHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO:
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					ST-4
		Proceso/abuj.: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



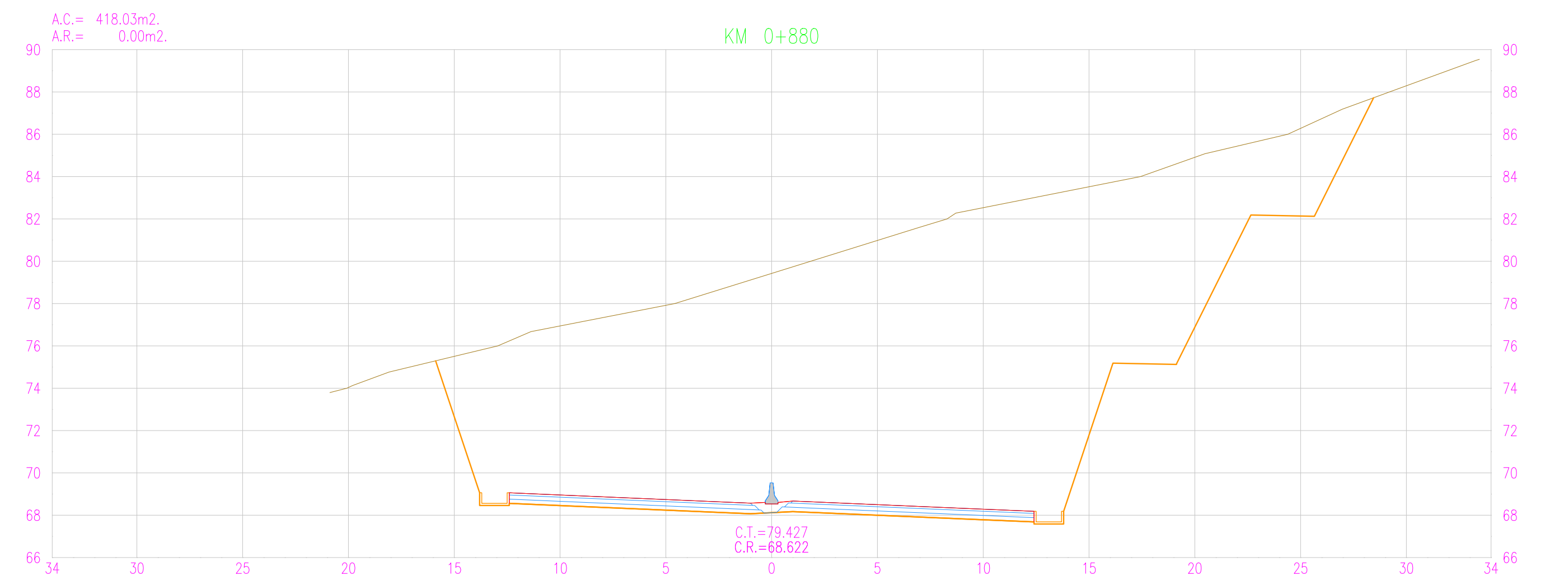
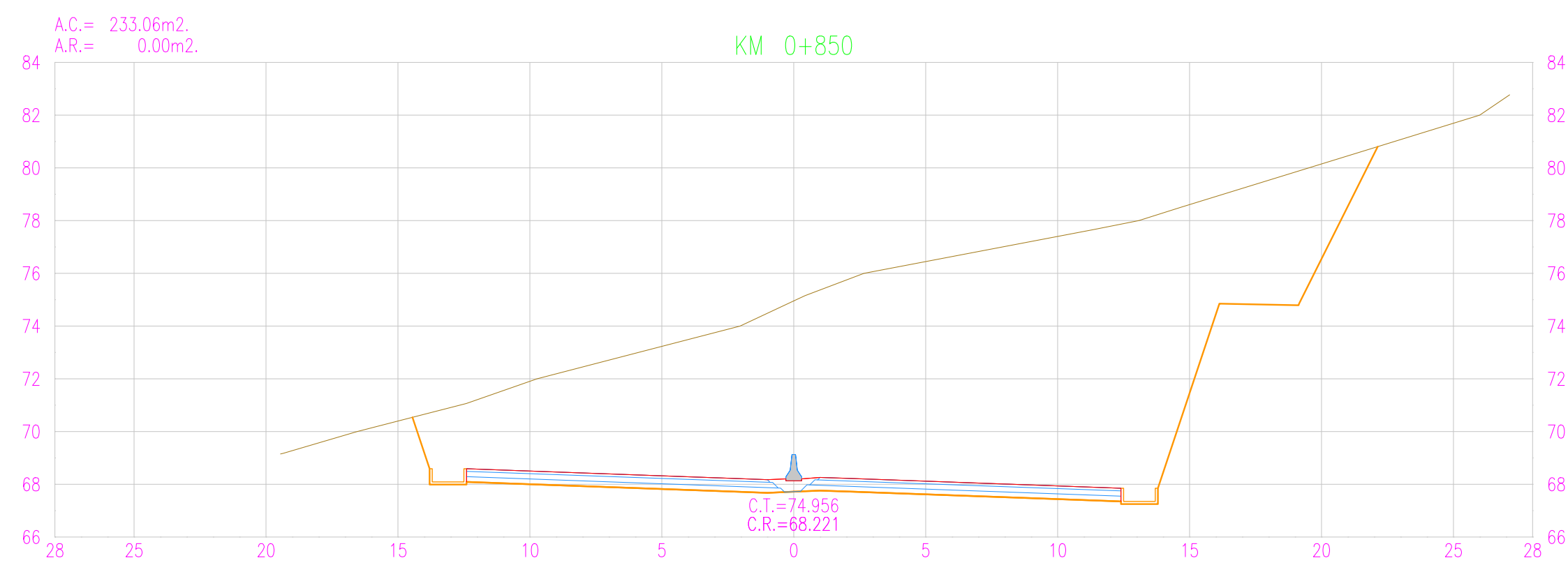
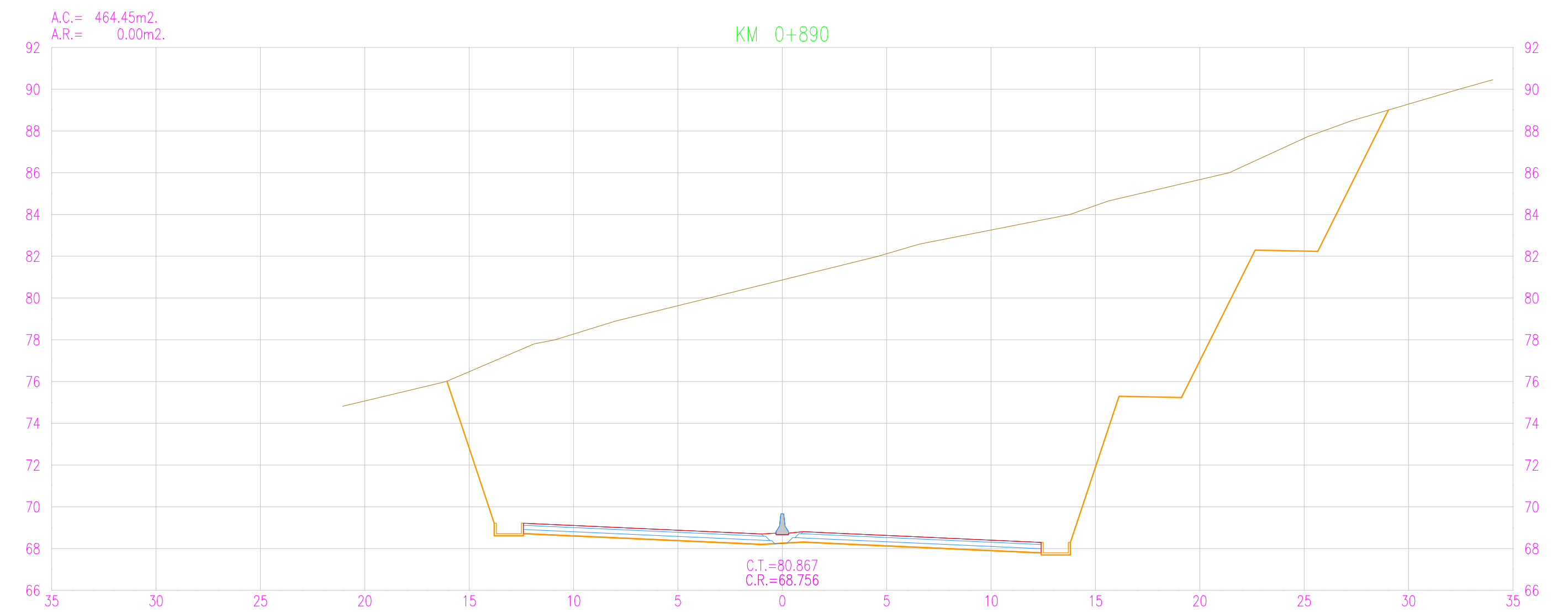
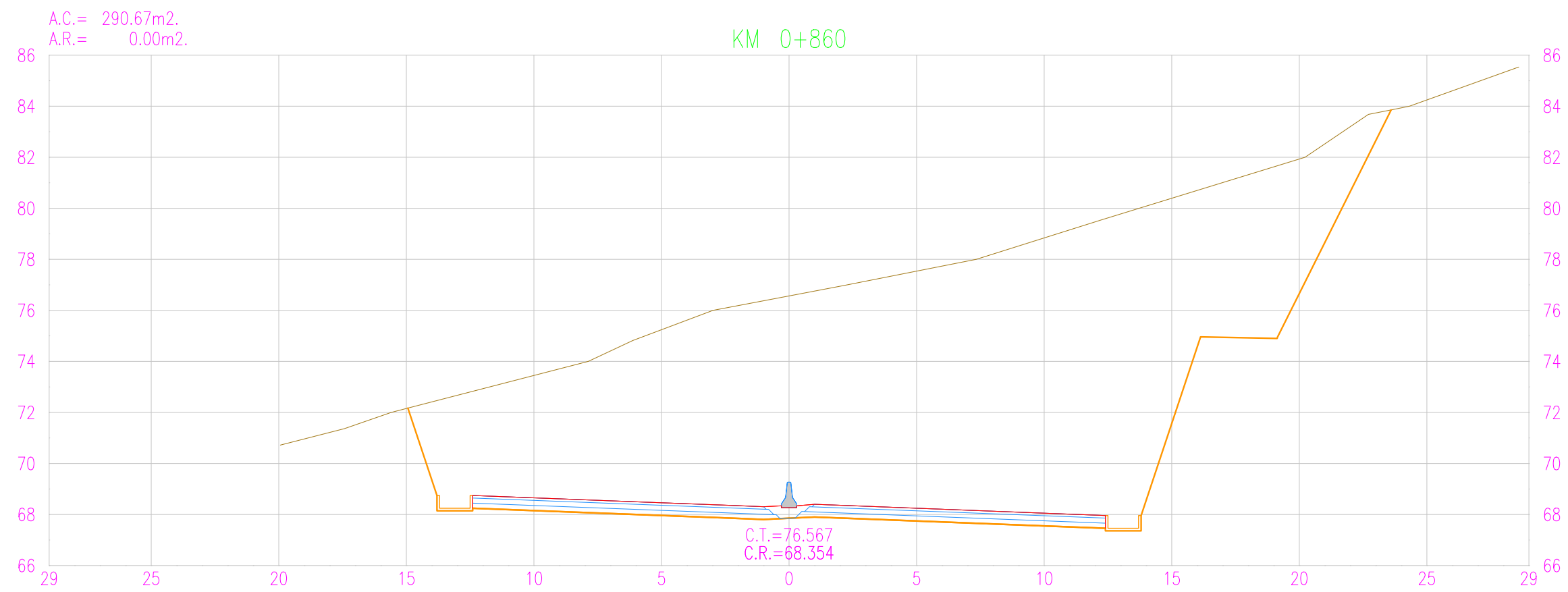
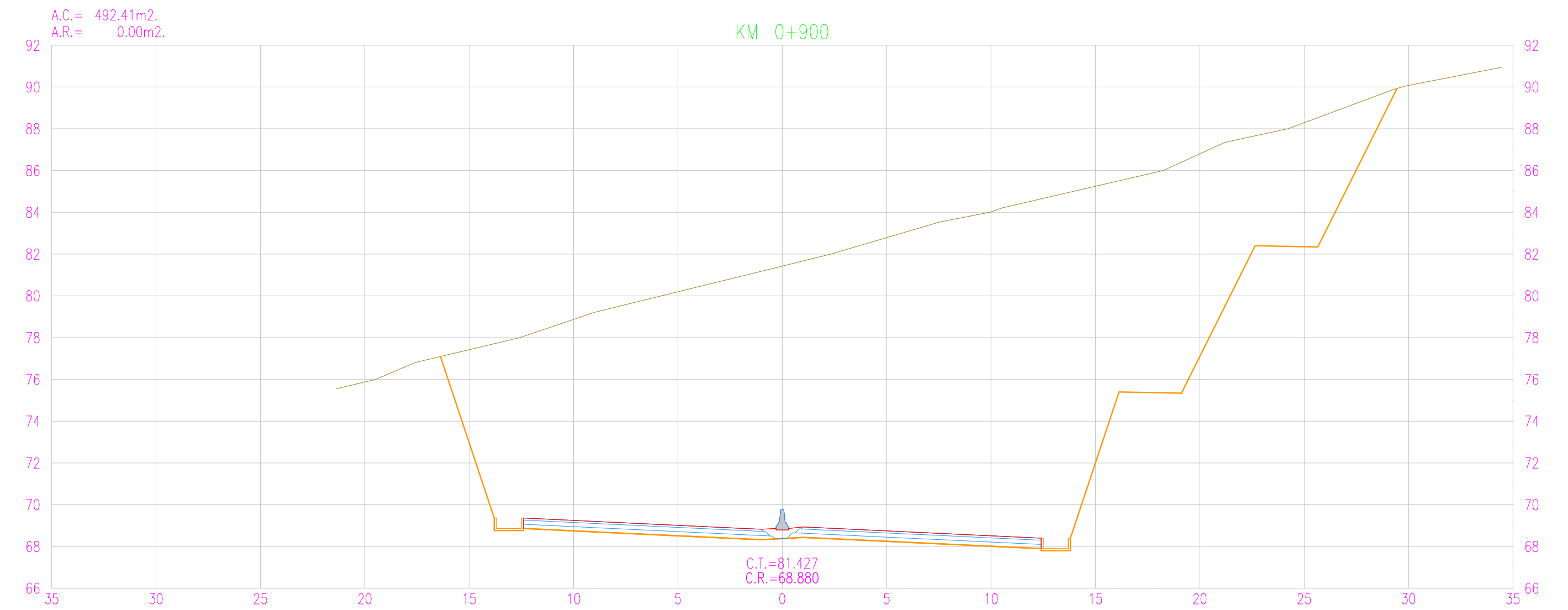
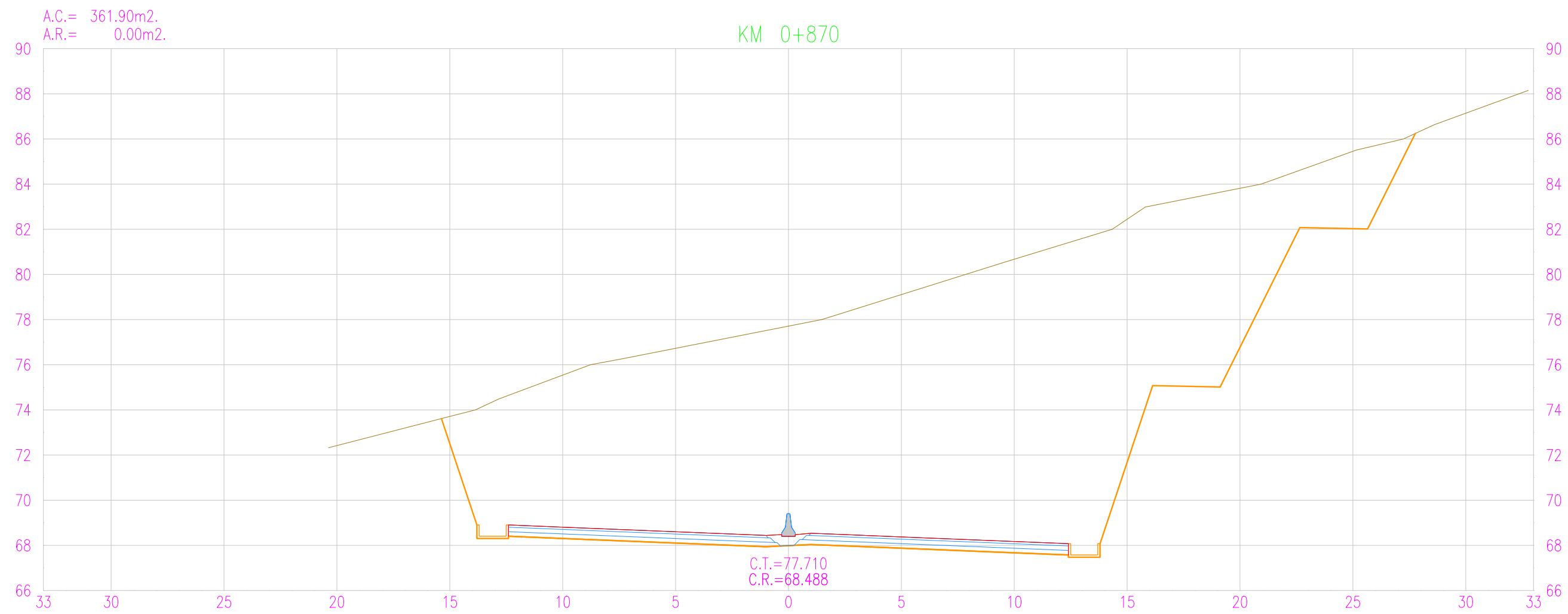


PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO:  ST-6
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400		
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							

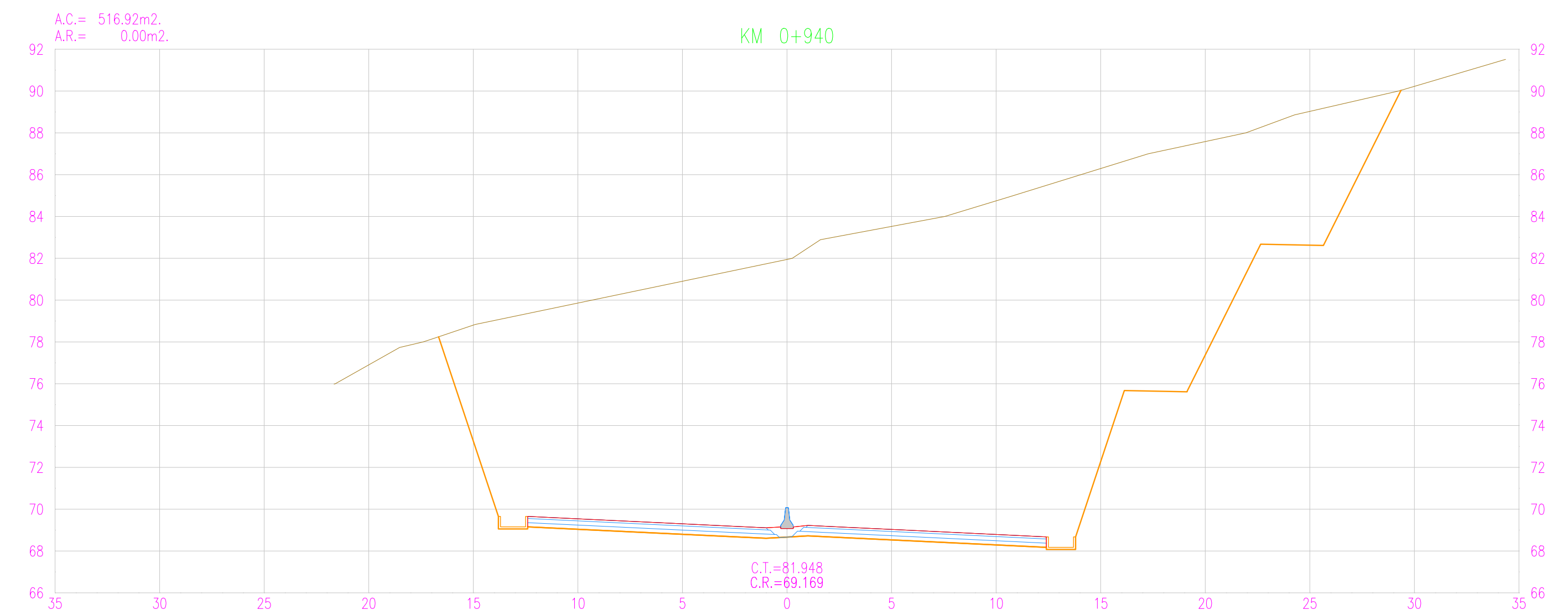
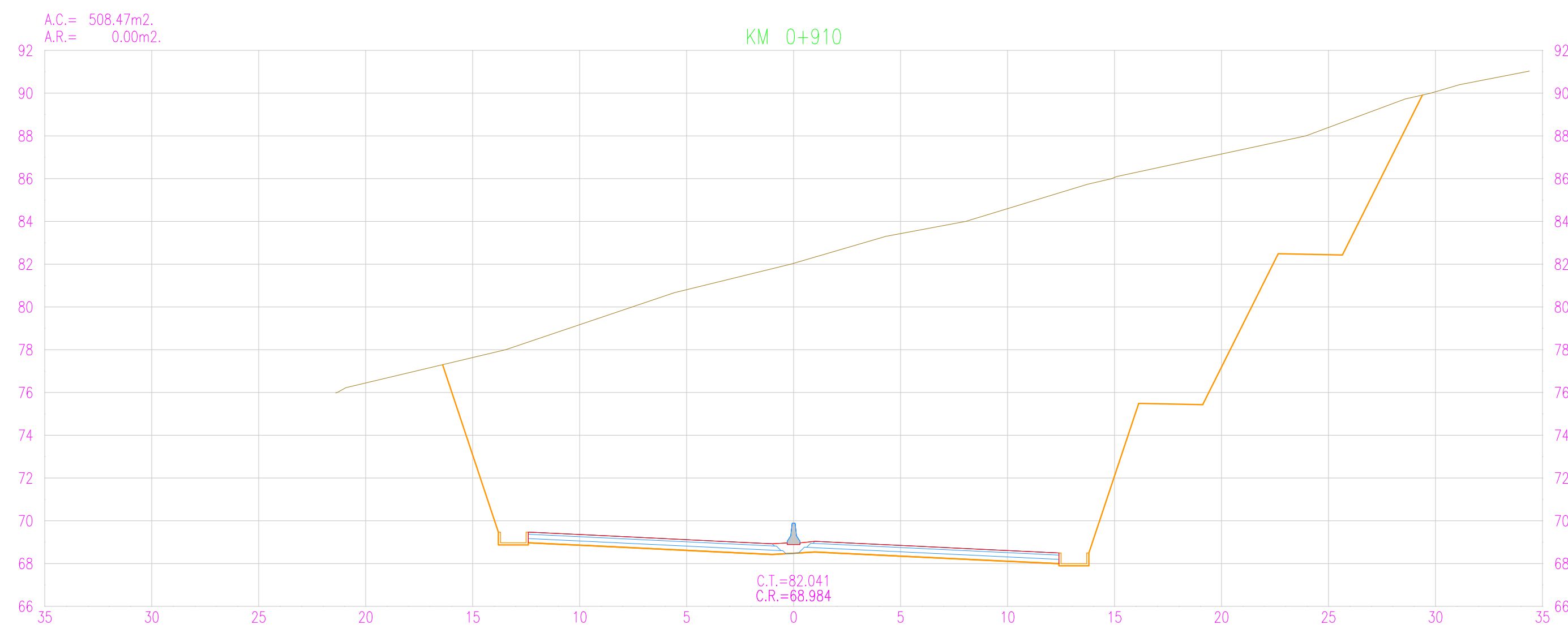
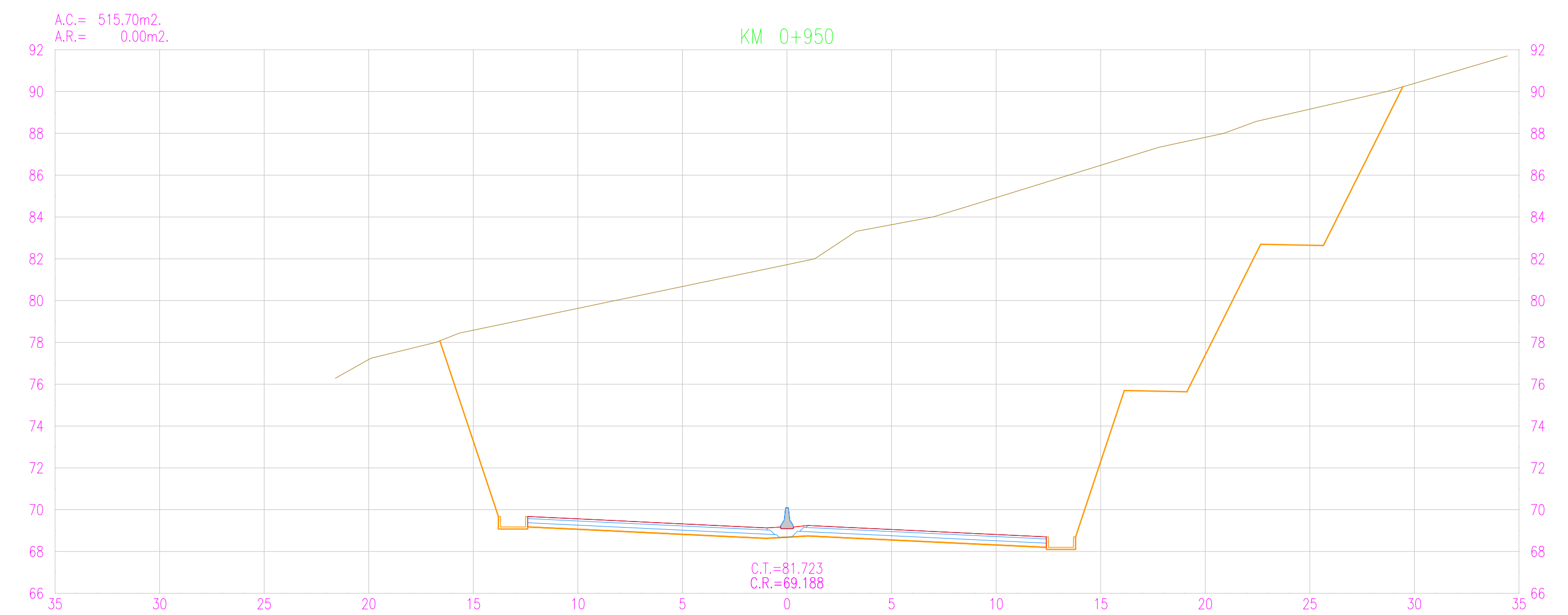
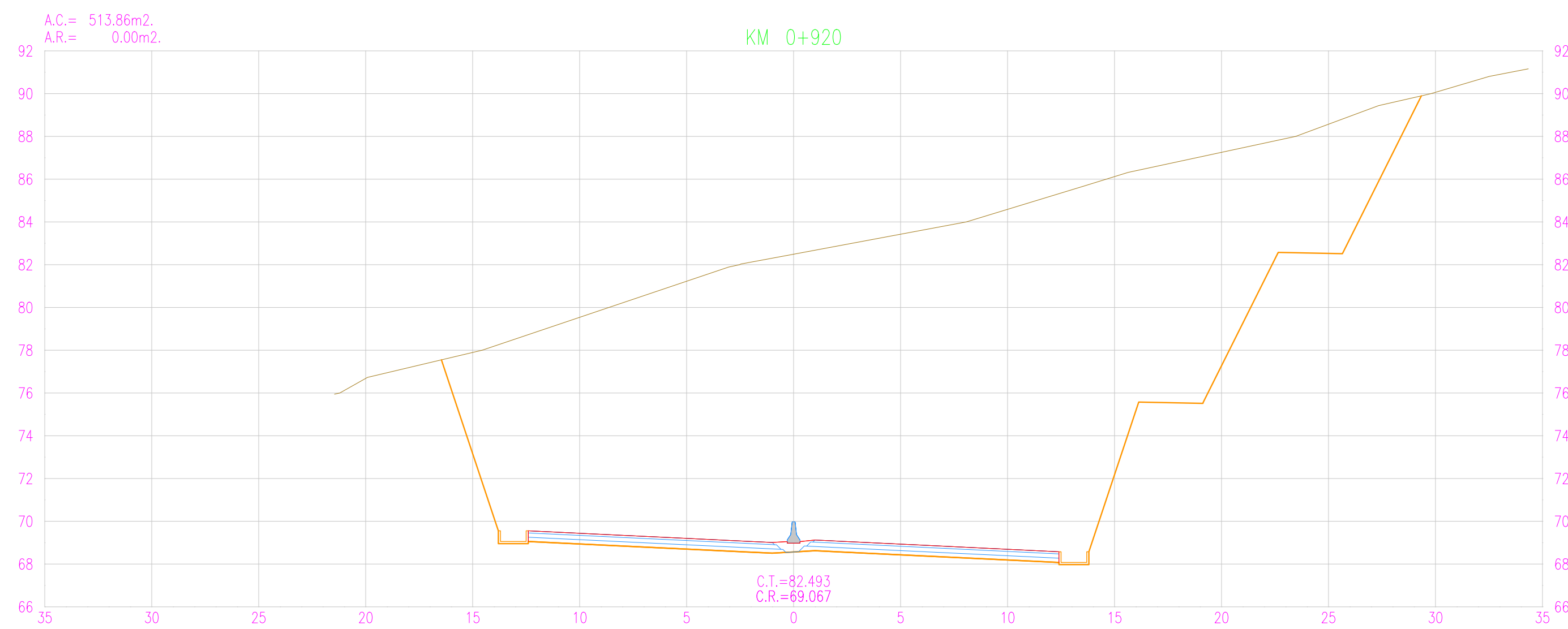
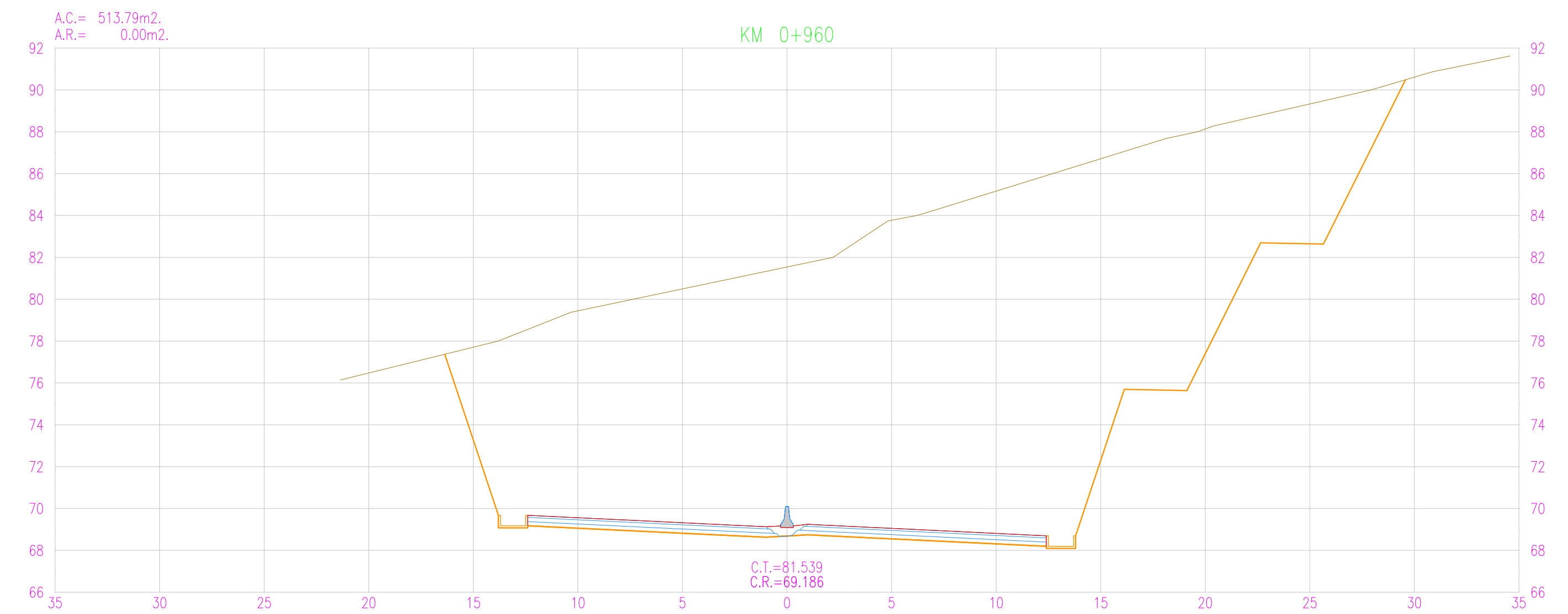
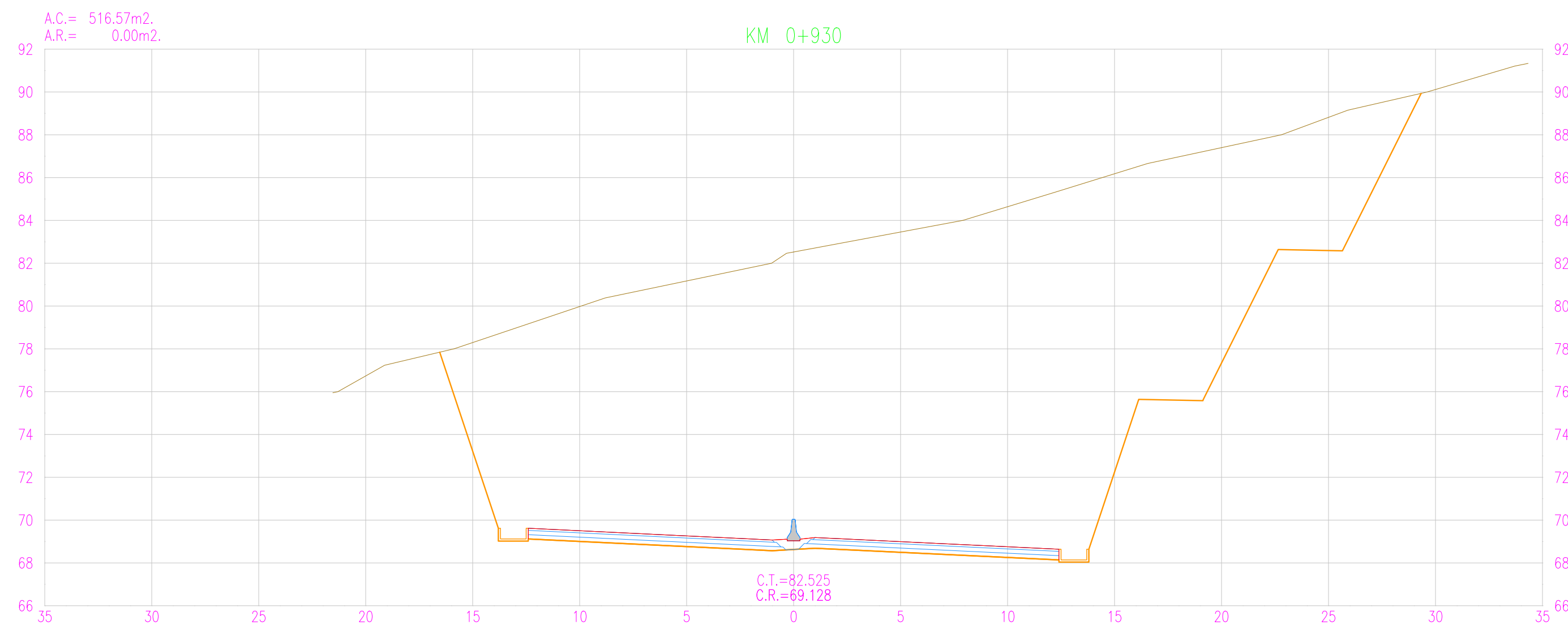


Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO:  ST-7
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL\_2000

PUCP-FRACI

ACHACON CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abujos:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MANGORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

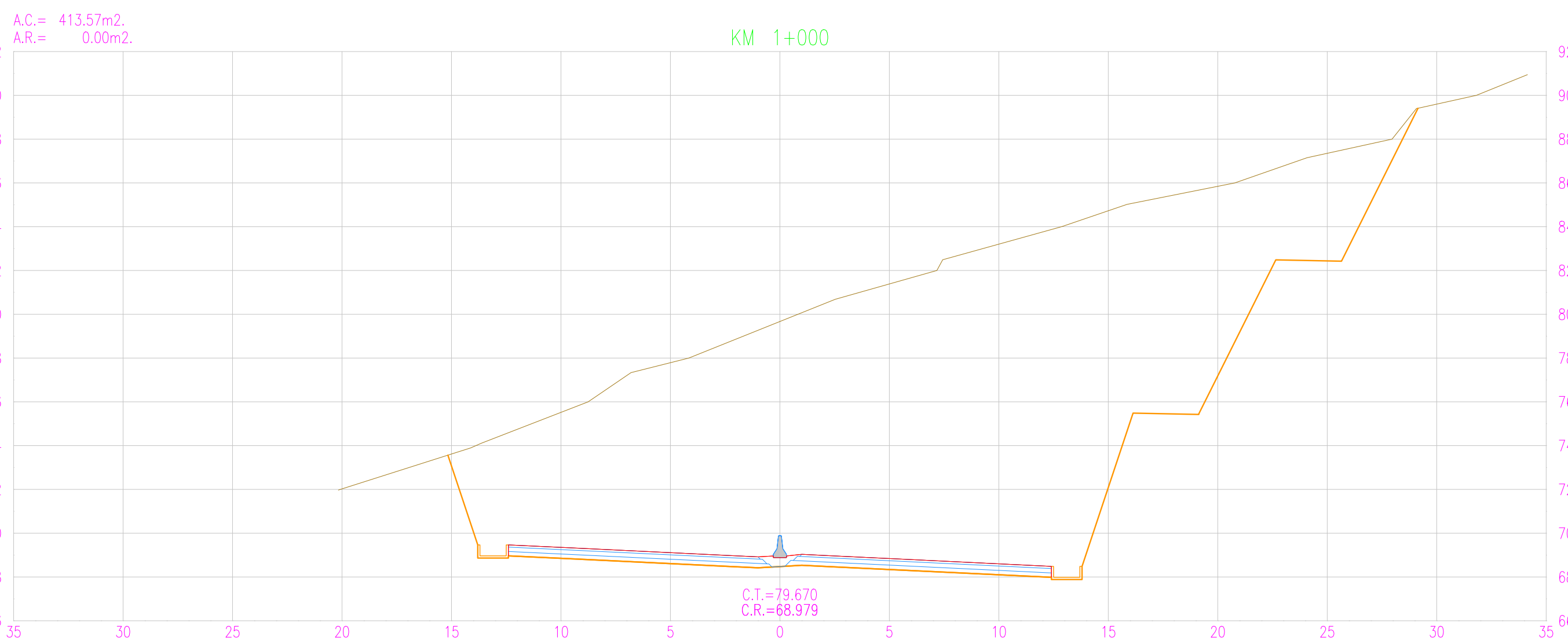
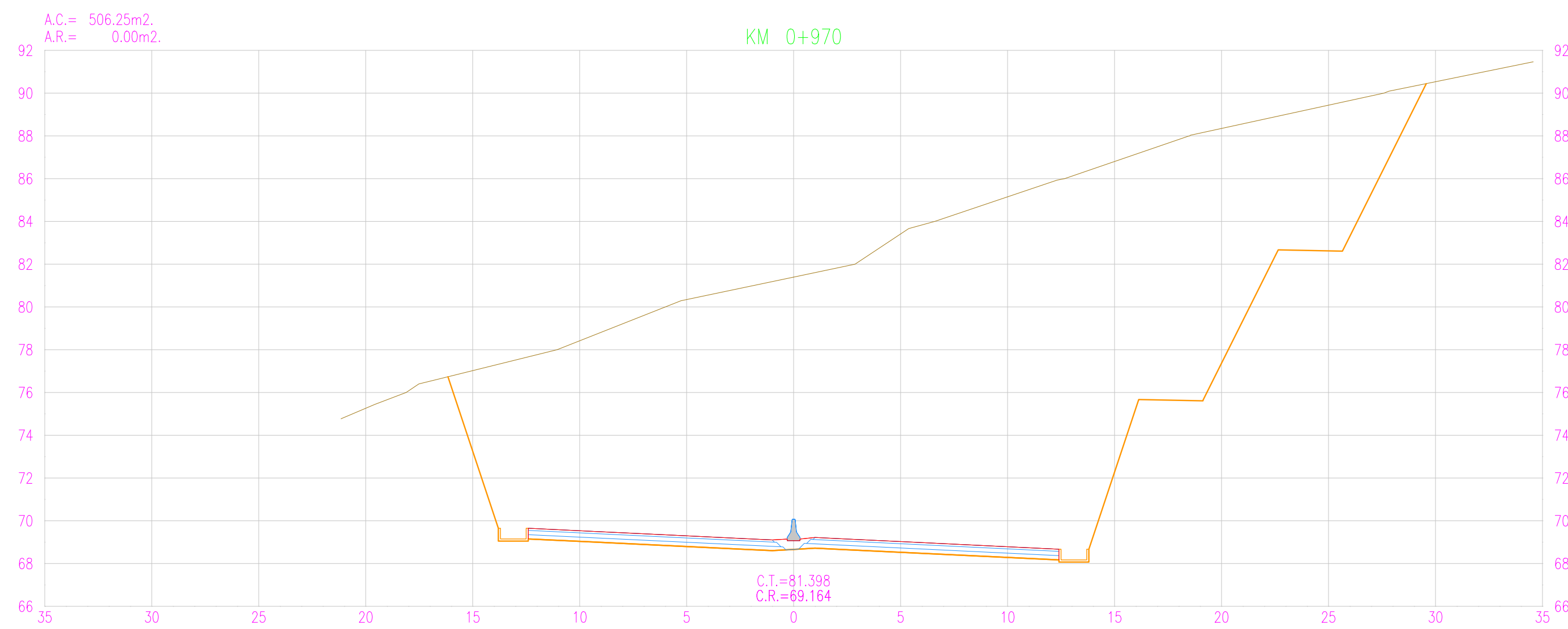
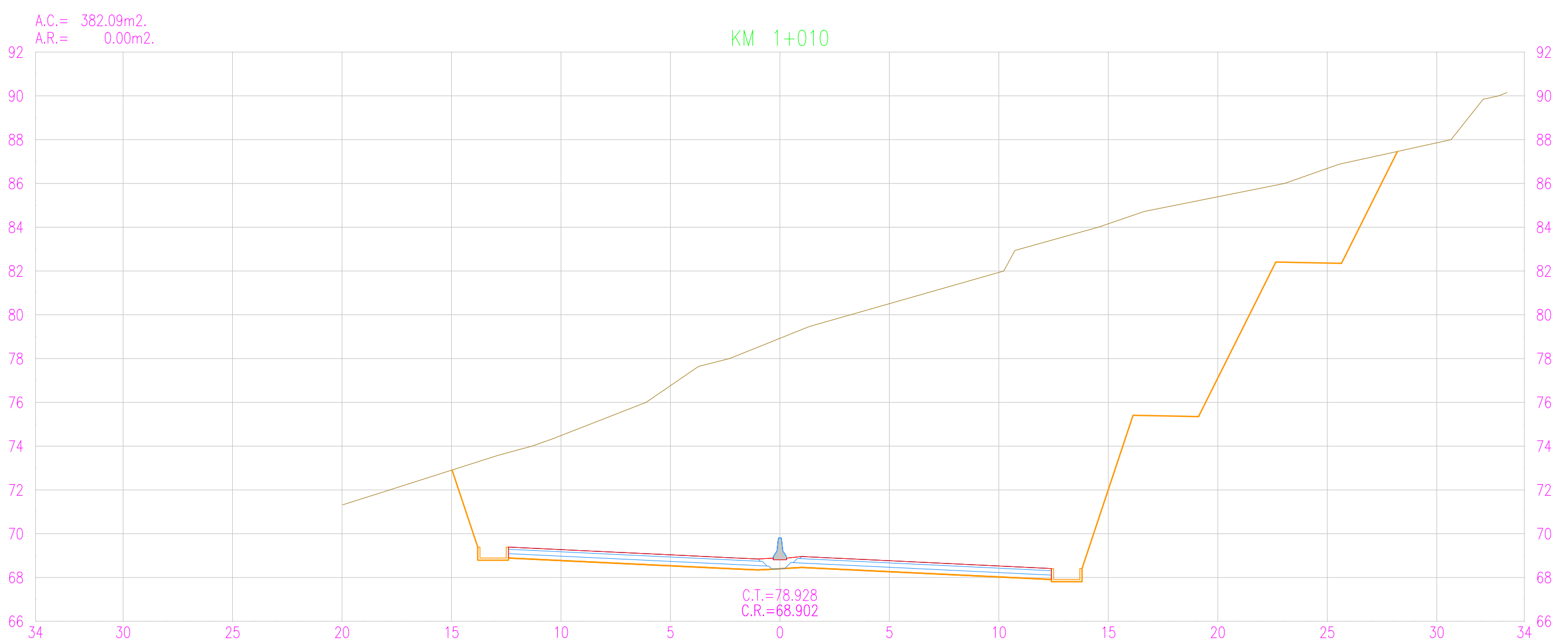
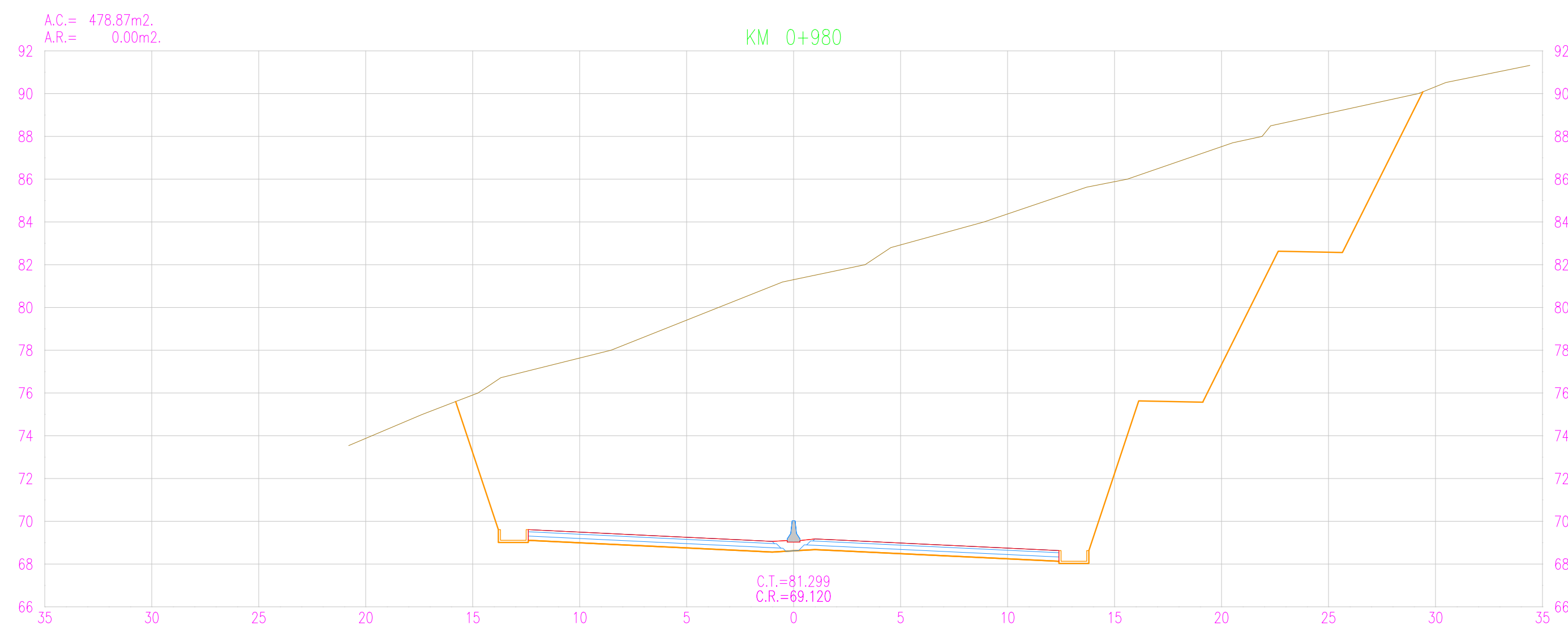
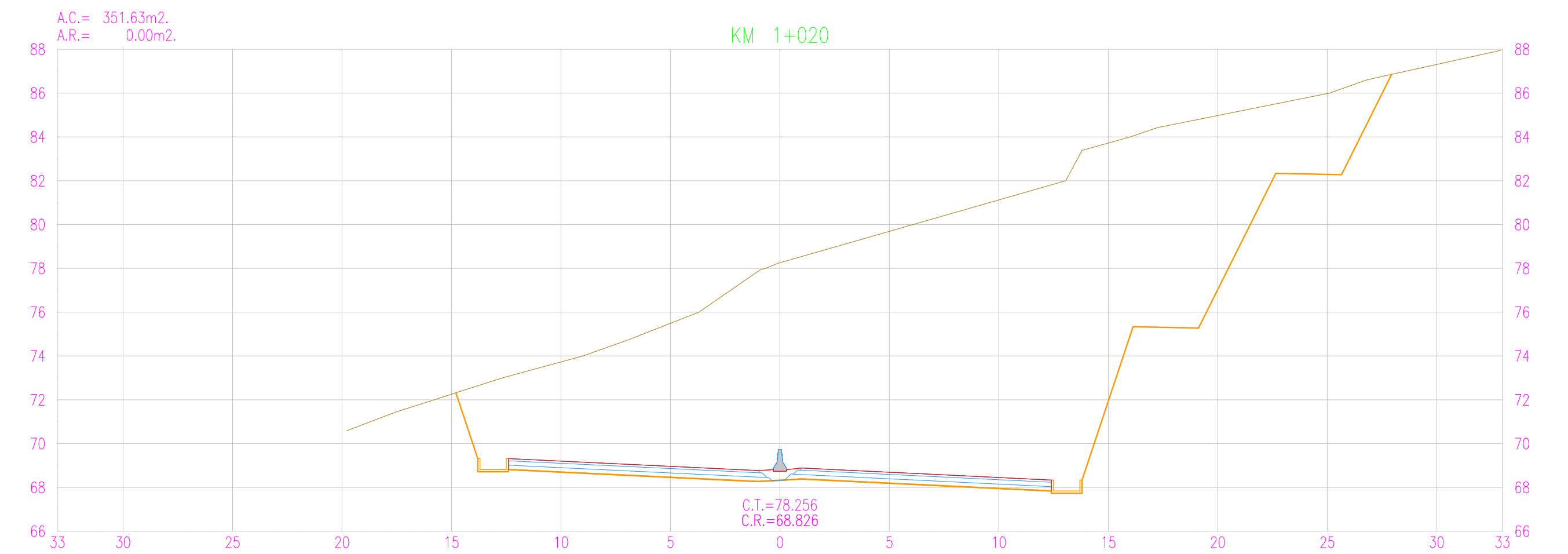
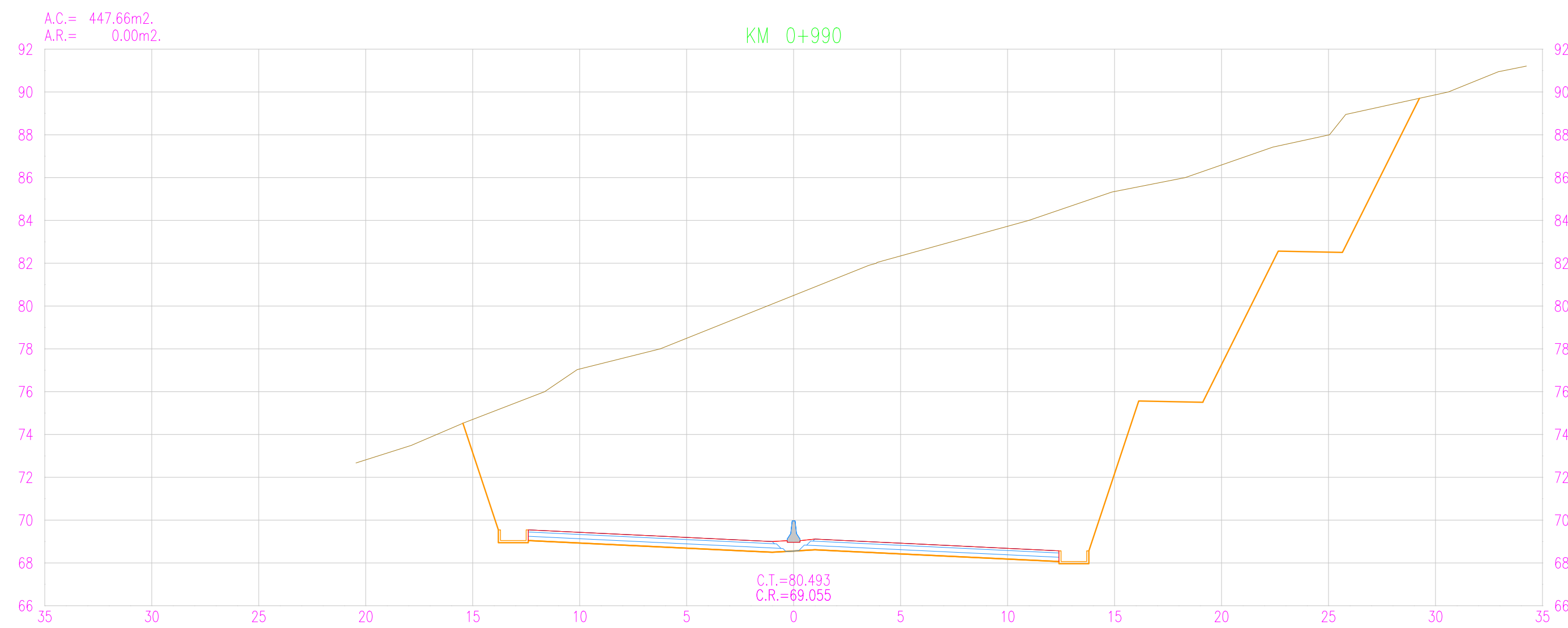
ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200

ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400

PLANO:

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 0+910 AL Km 0+960

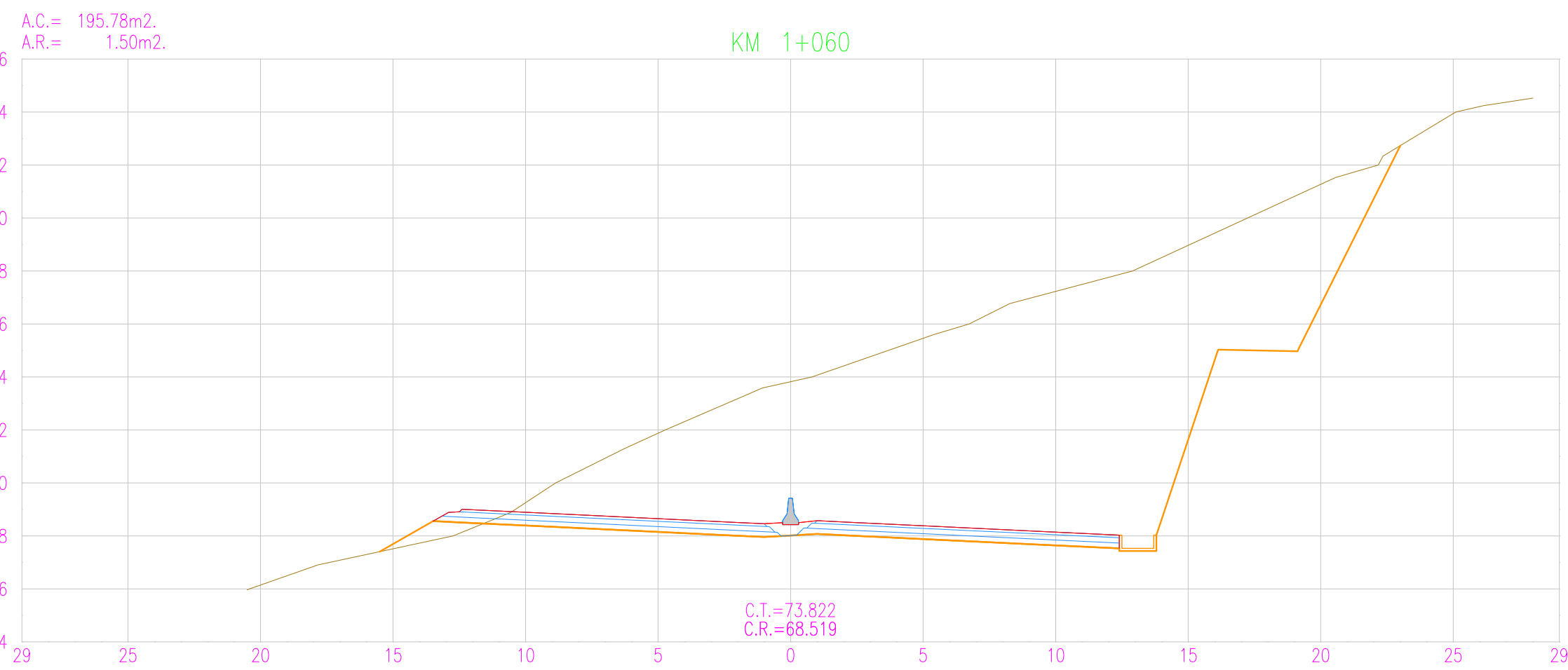
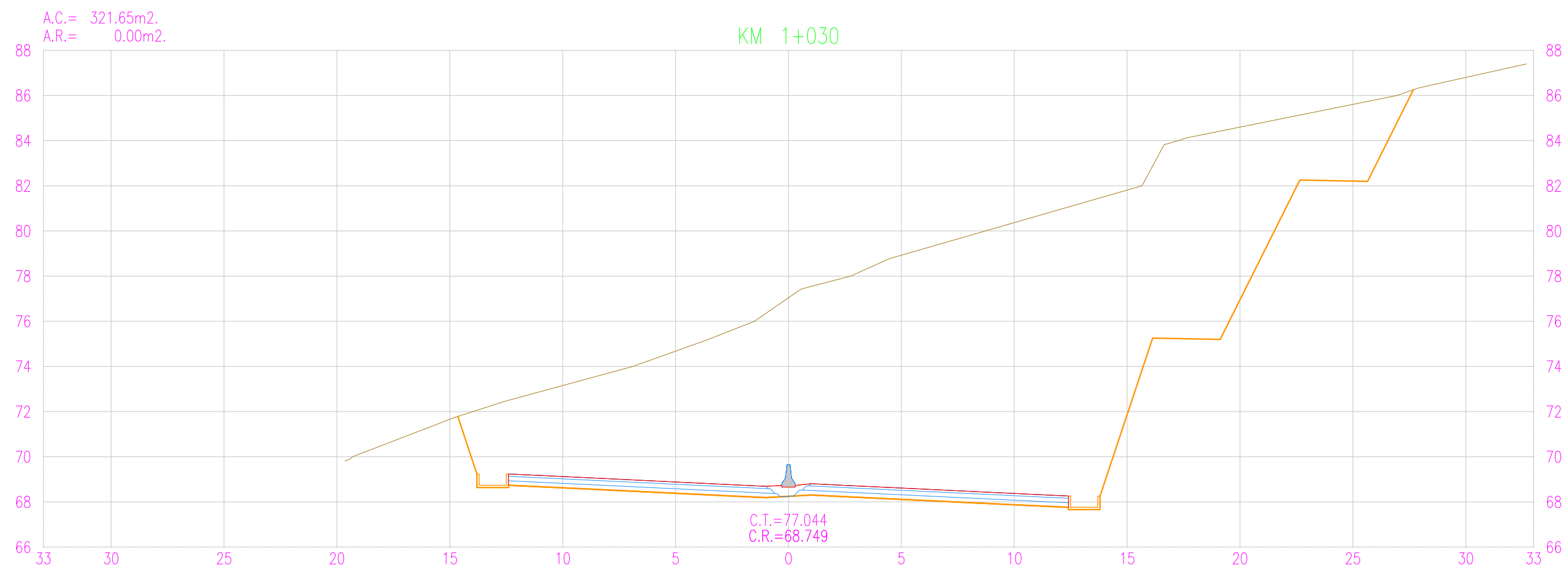
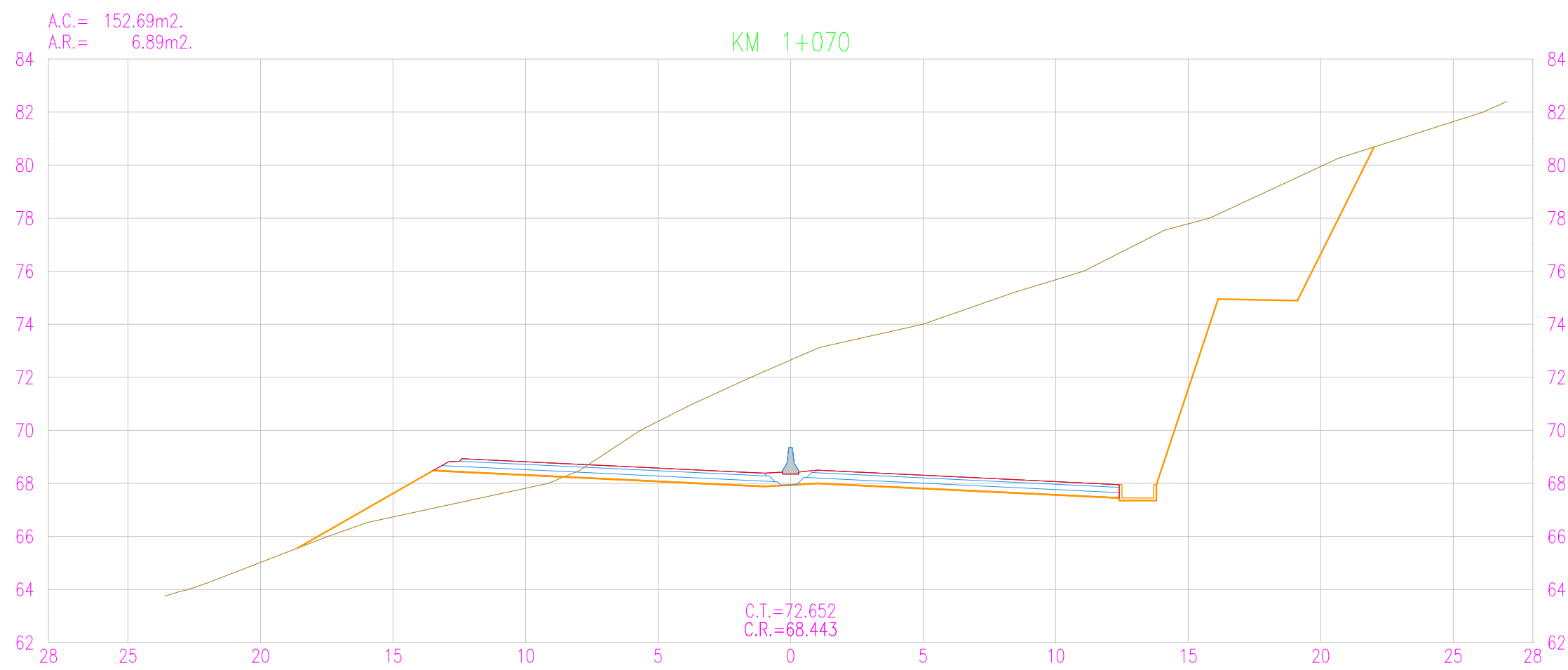
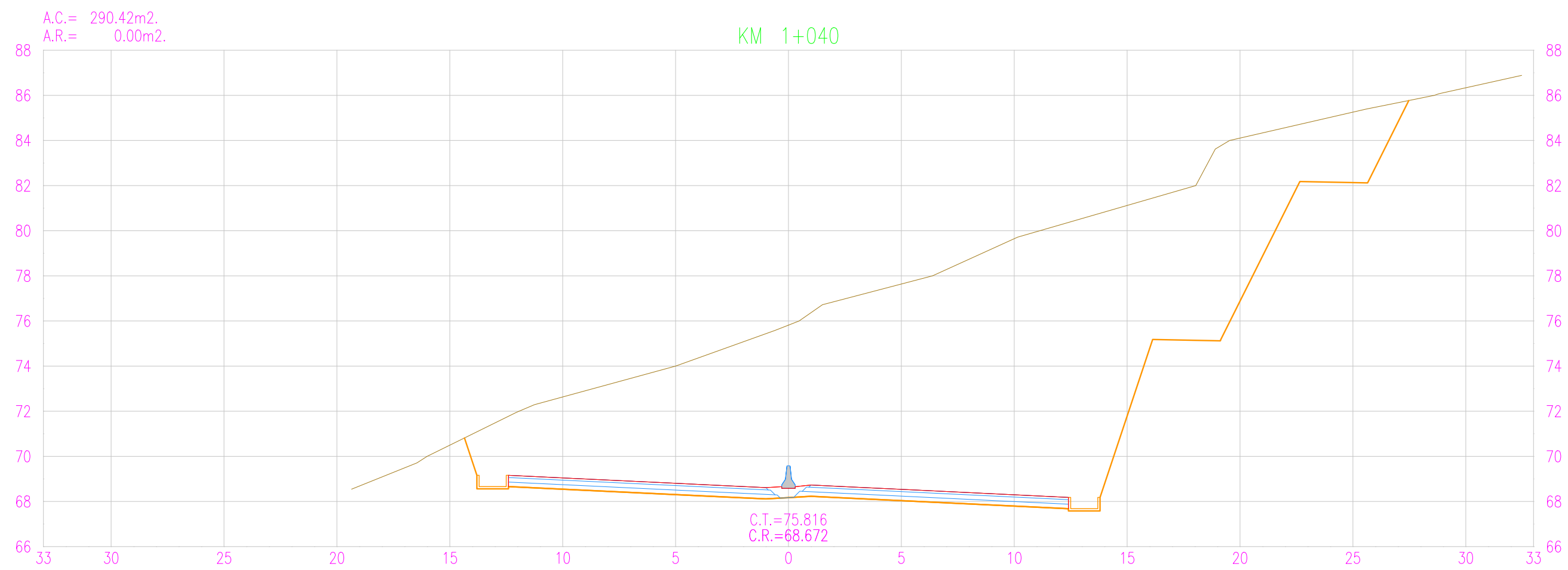
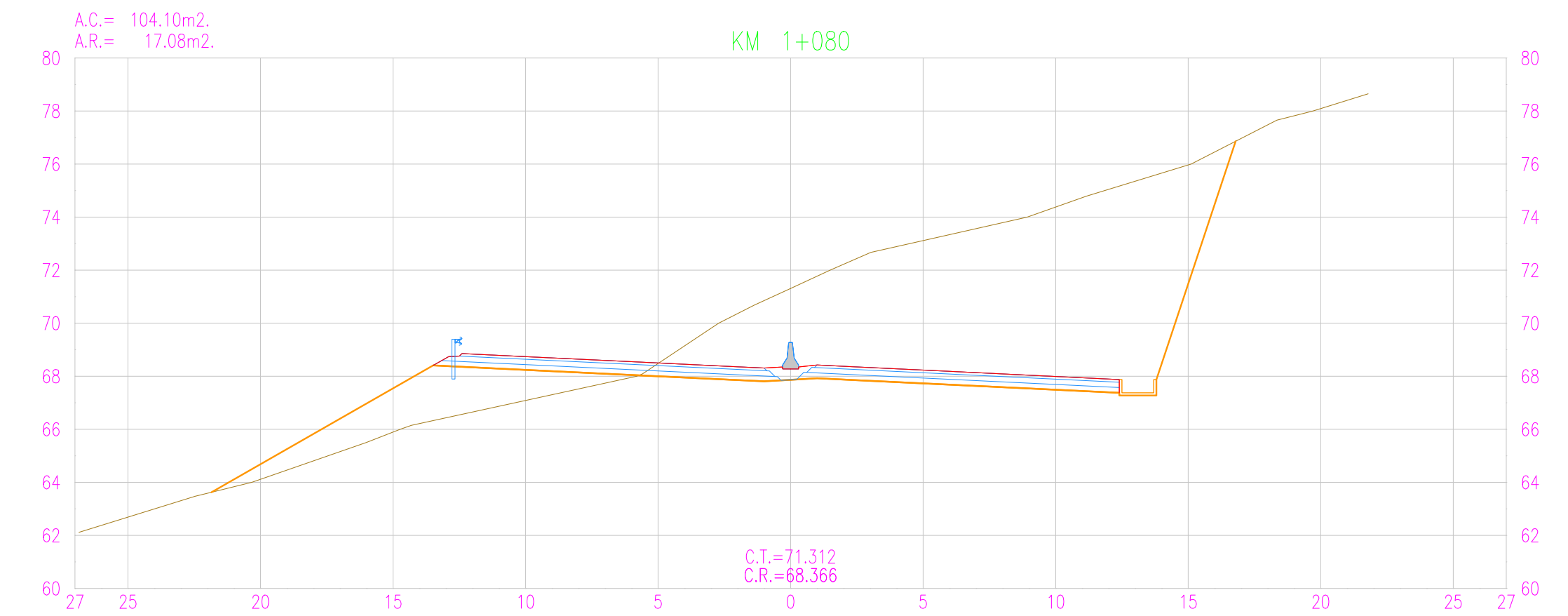
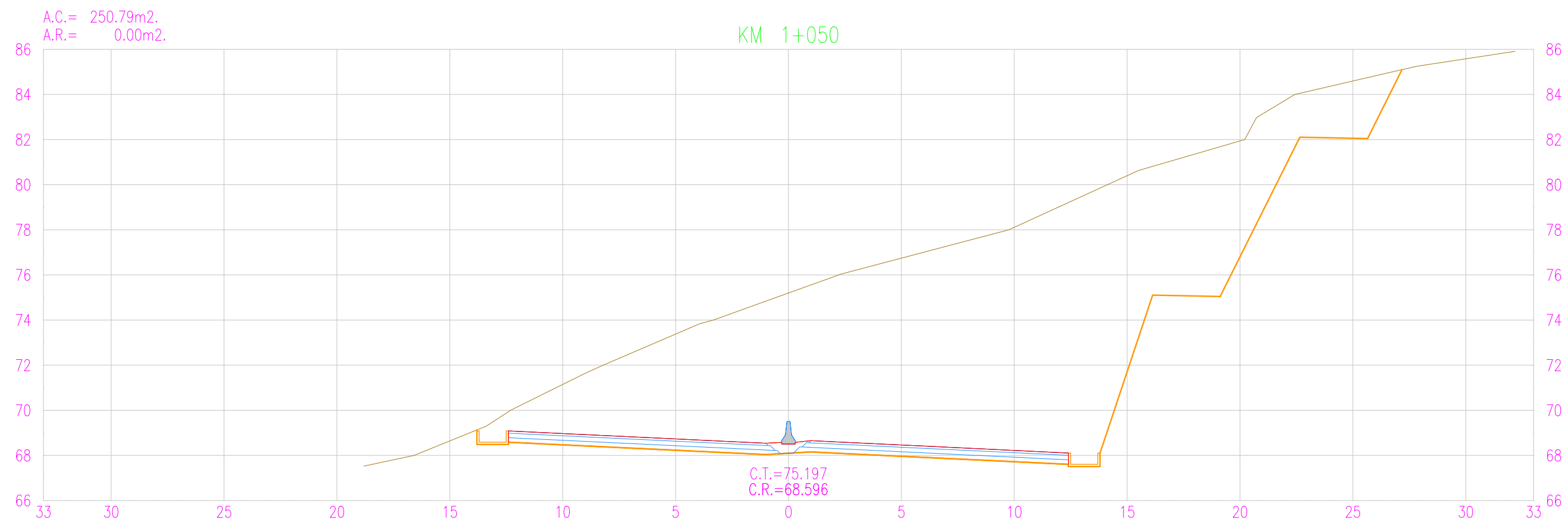
ST-9



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

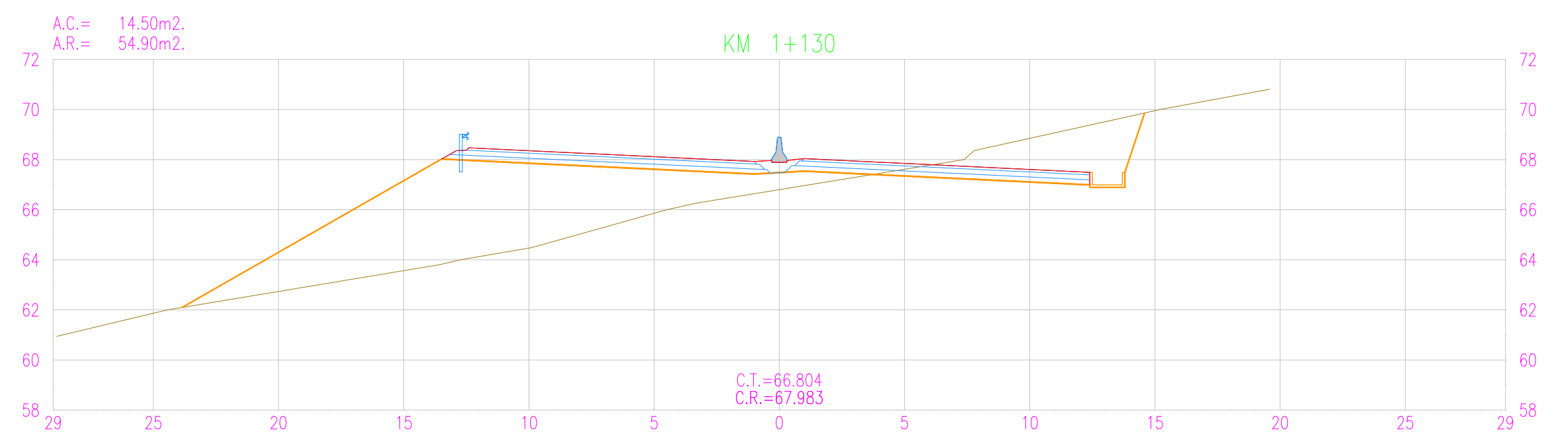
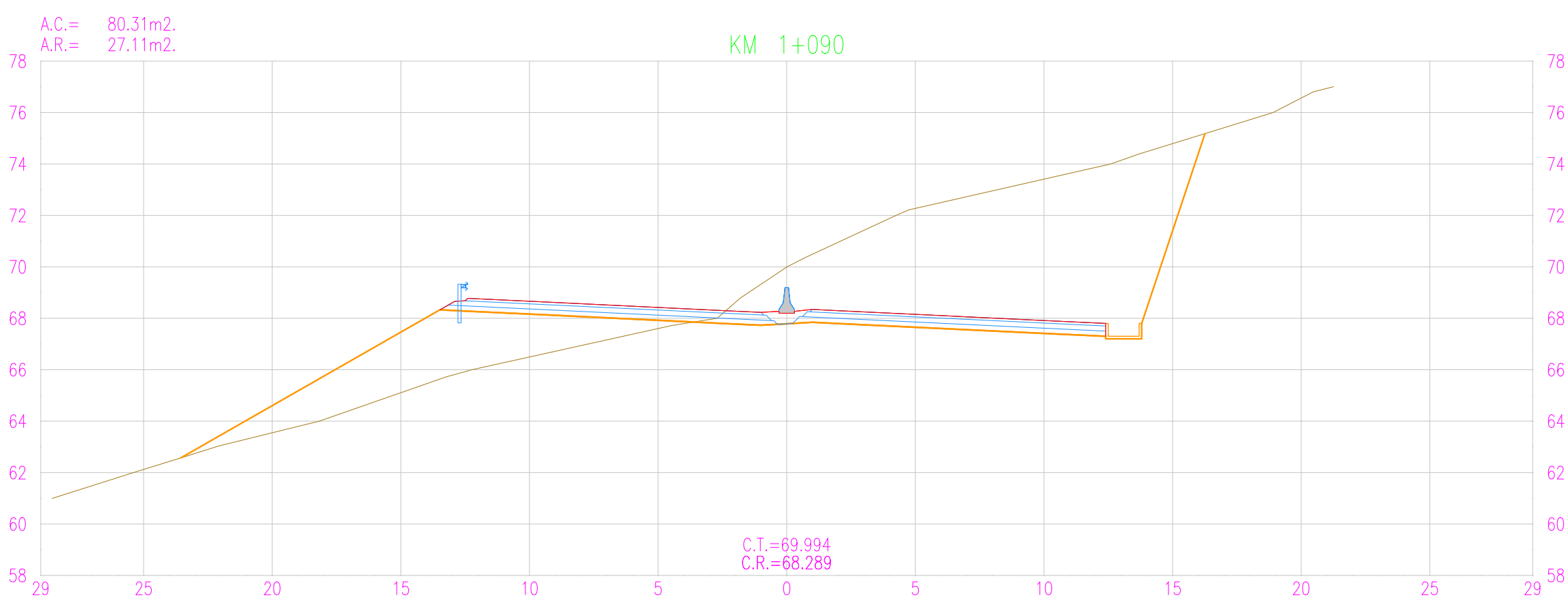
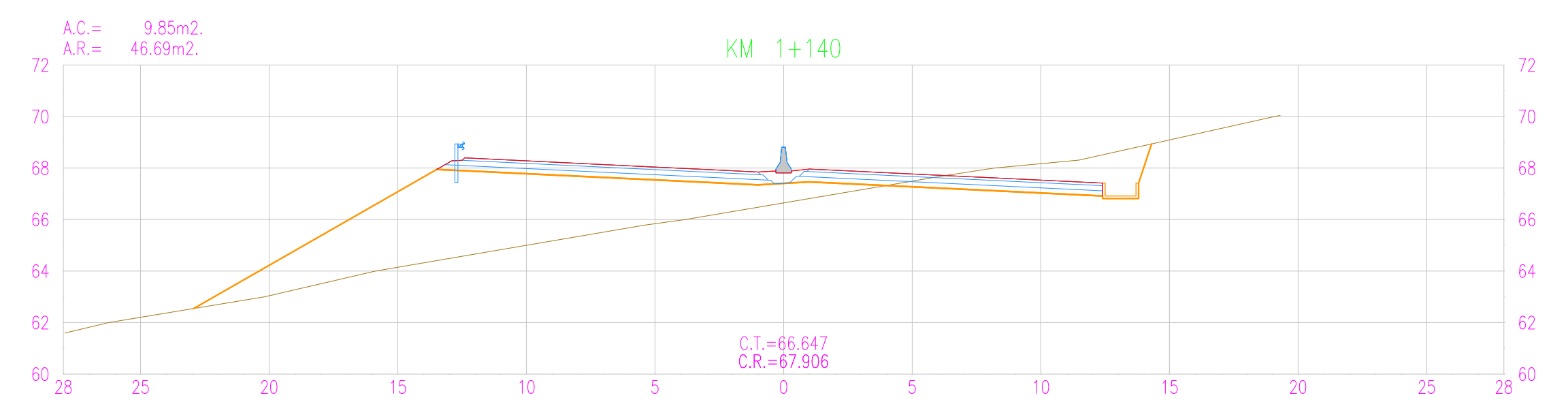
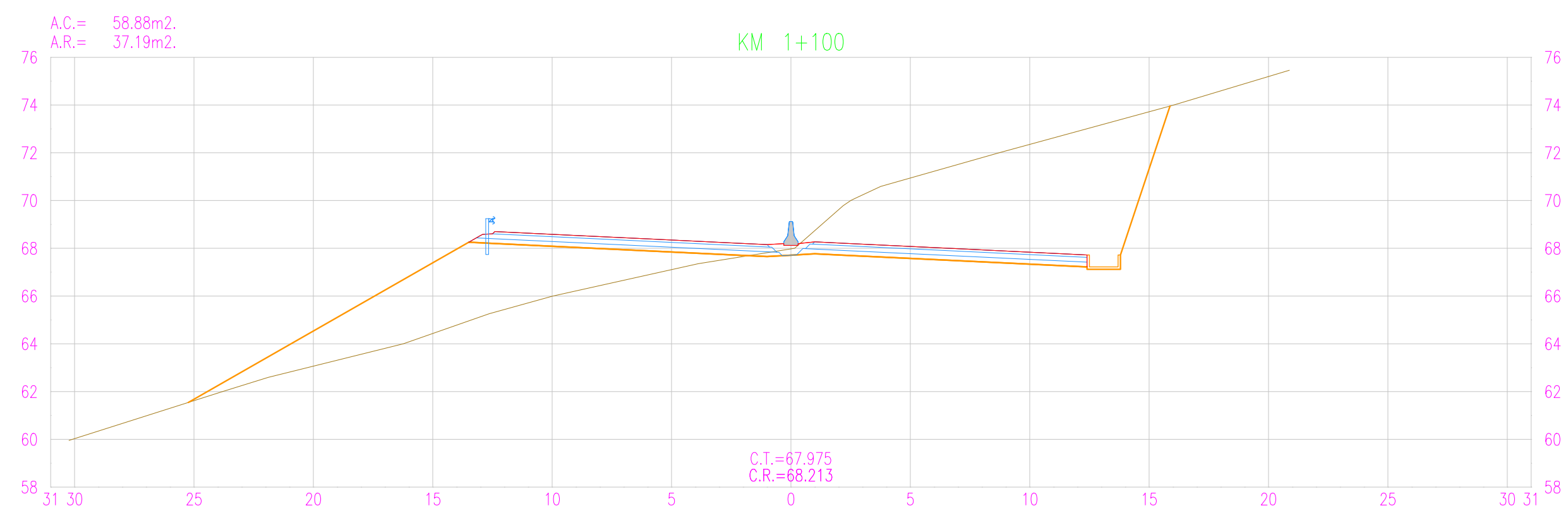
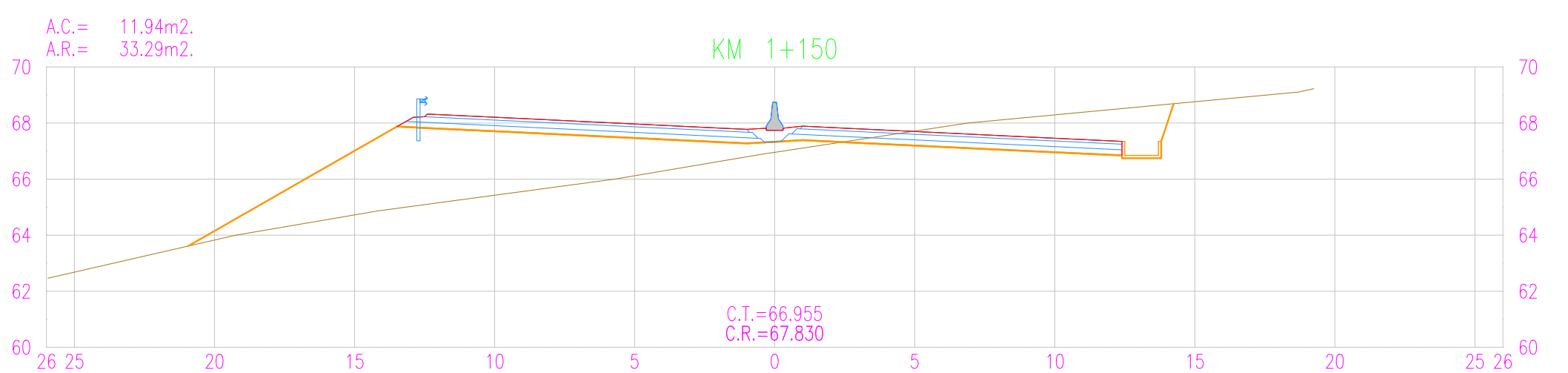
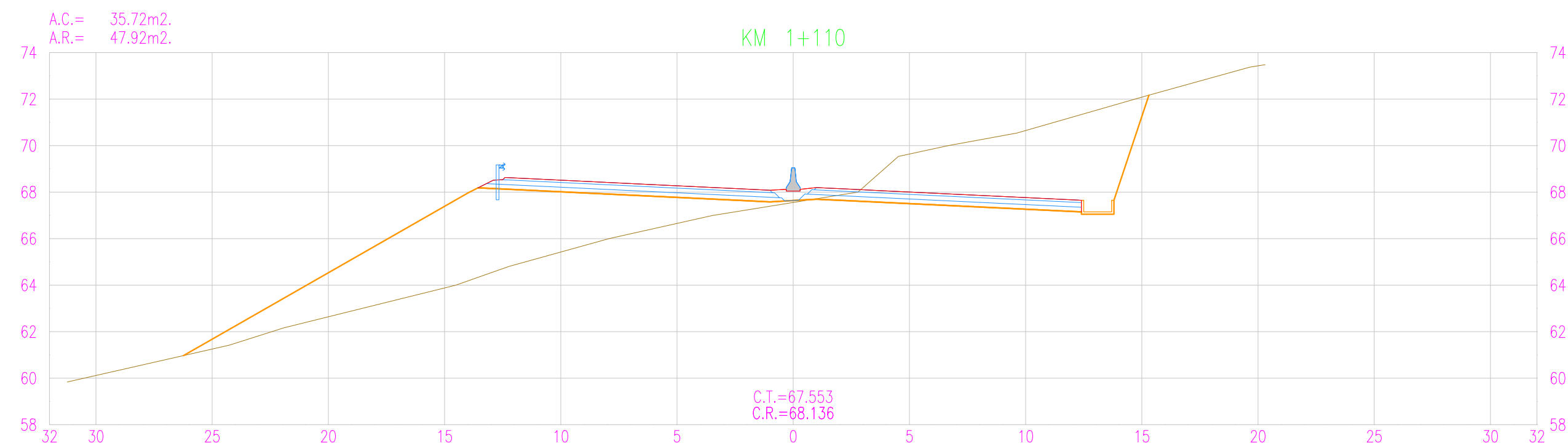
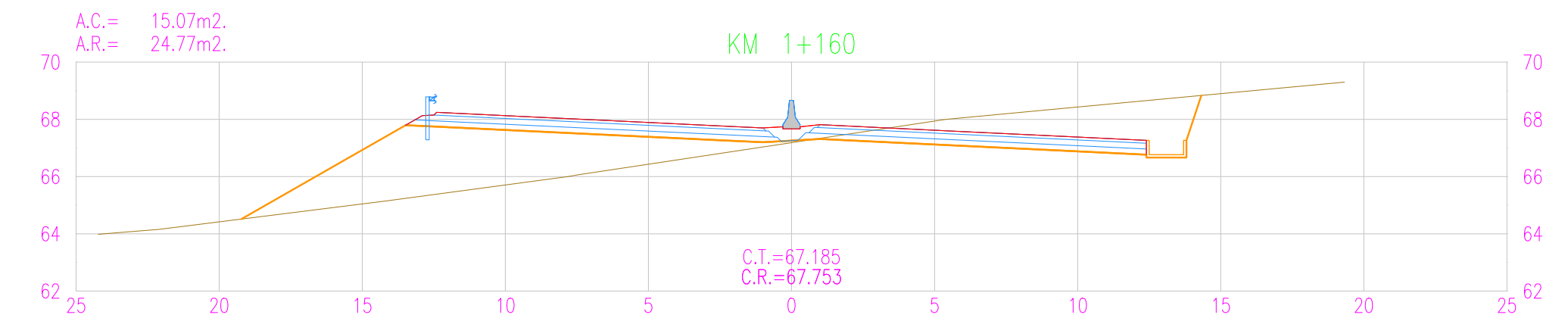
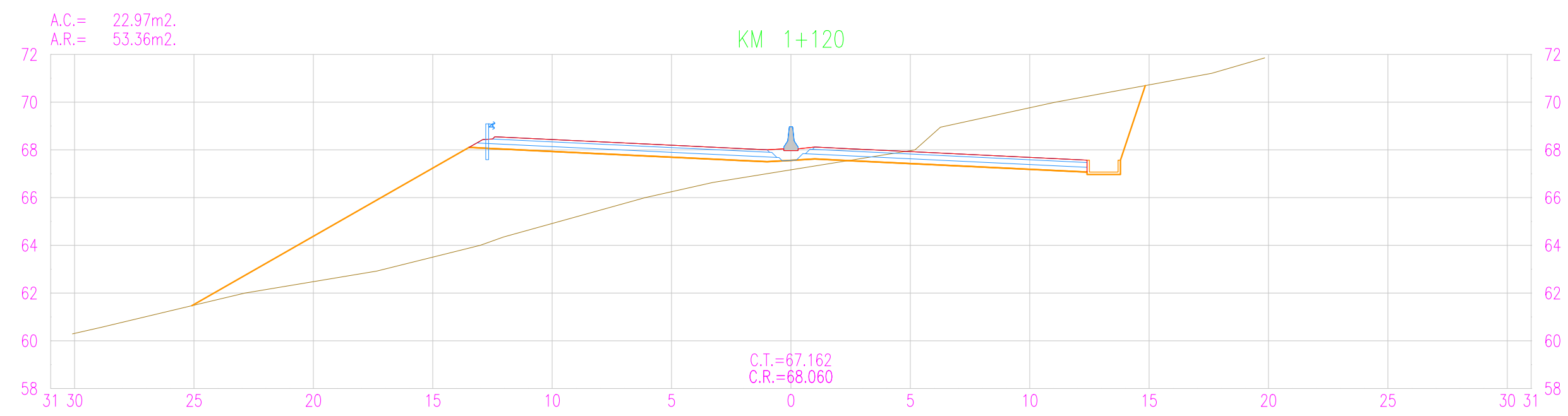
PUCP-FRACI	AICHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO:  ST-10
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



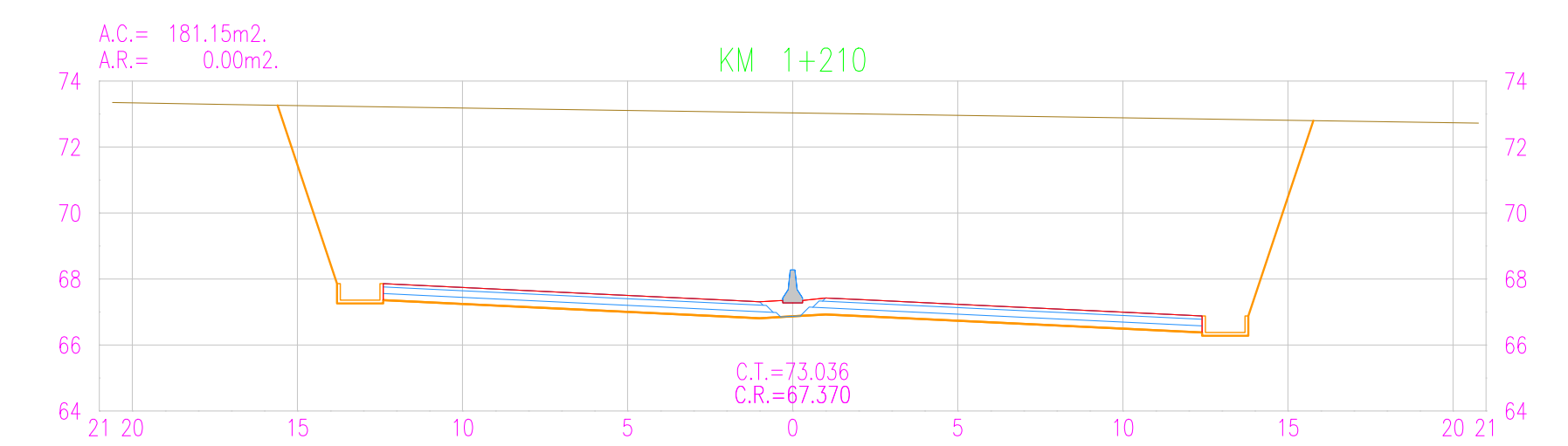
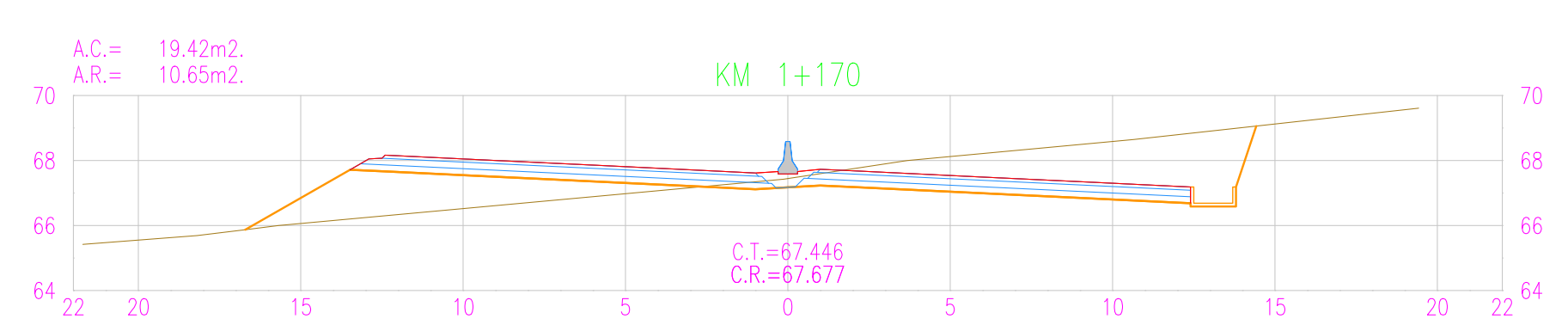
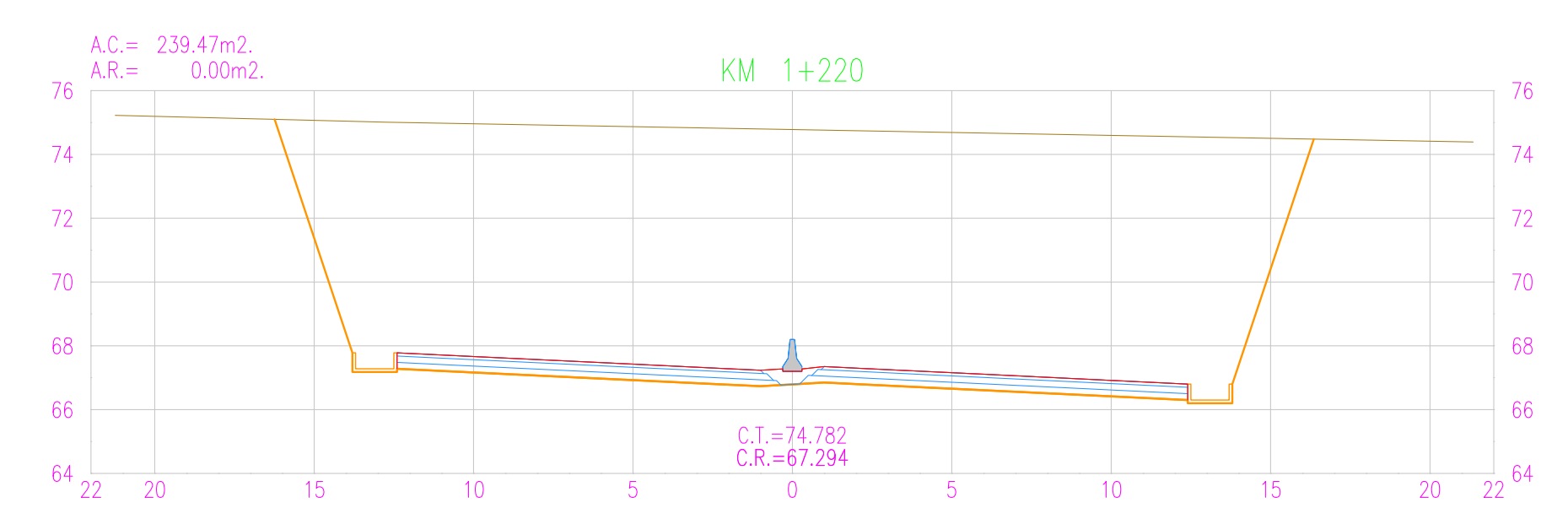
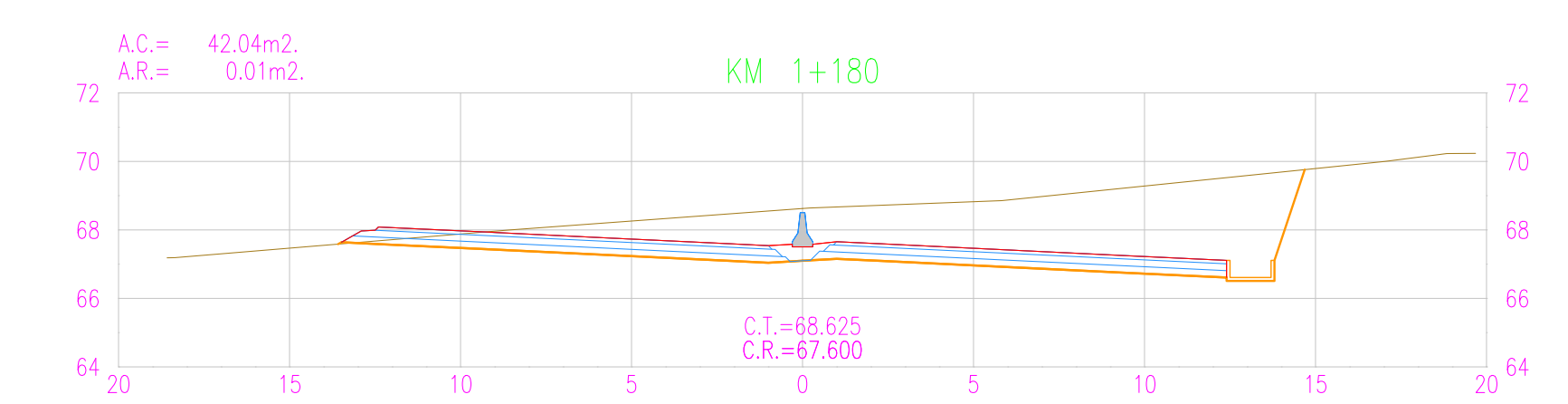
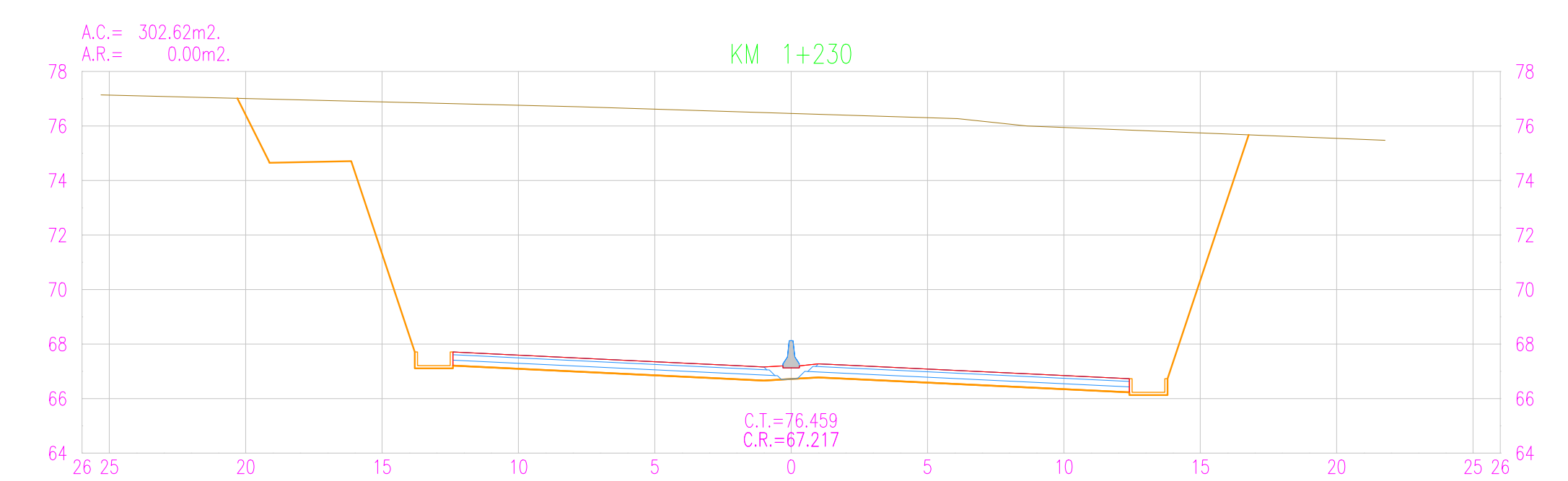
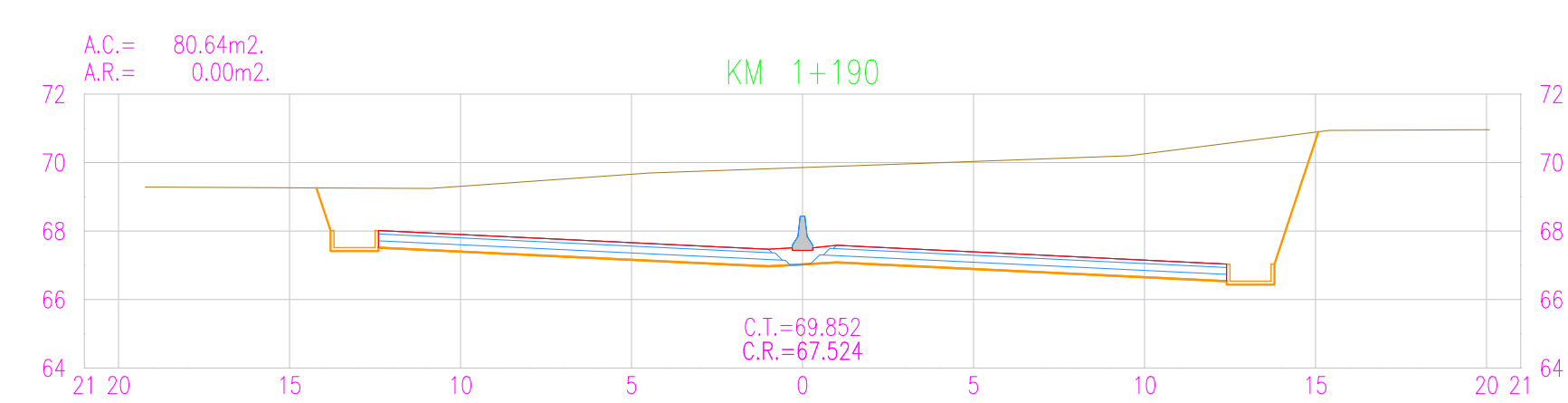
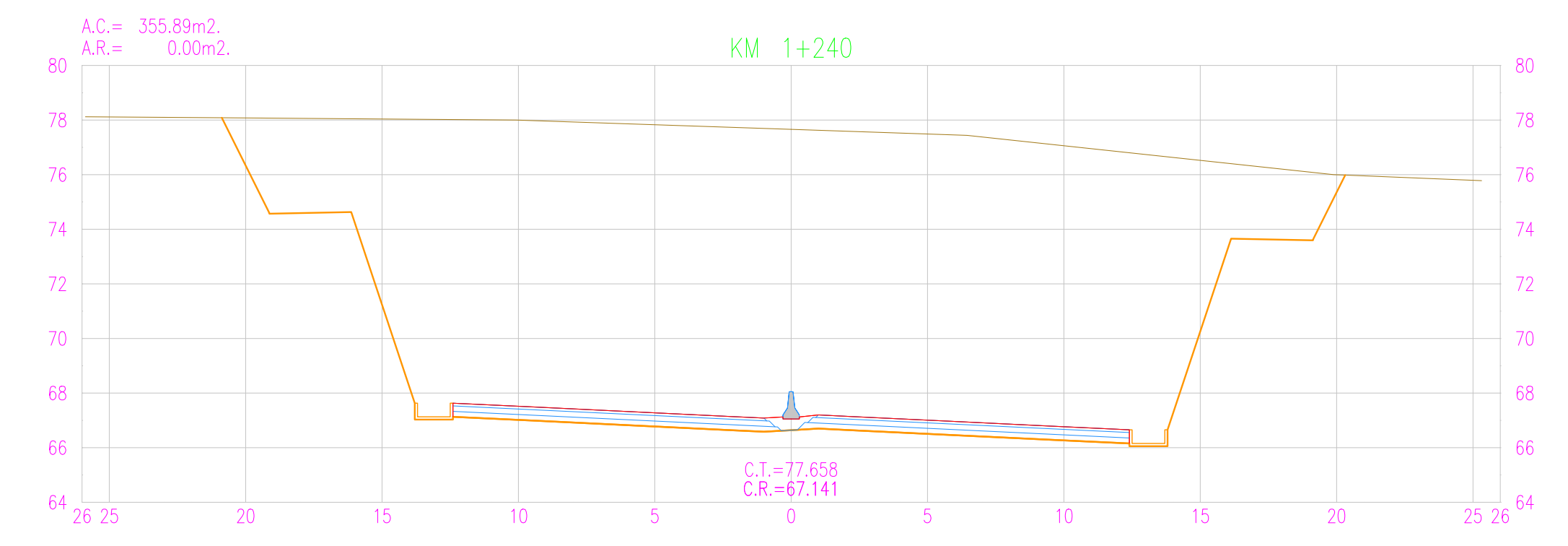
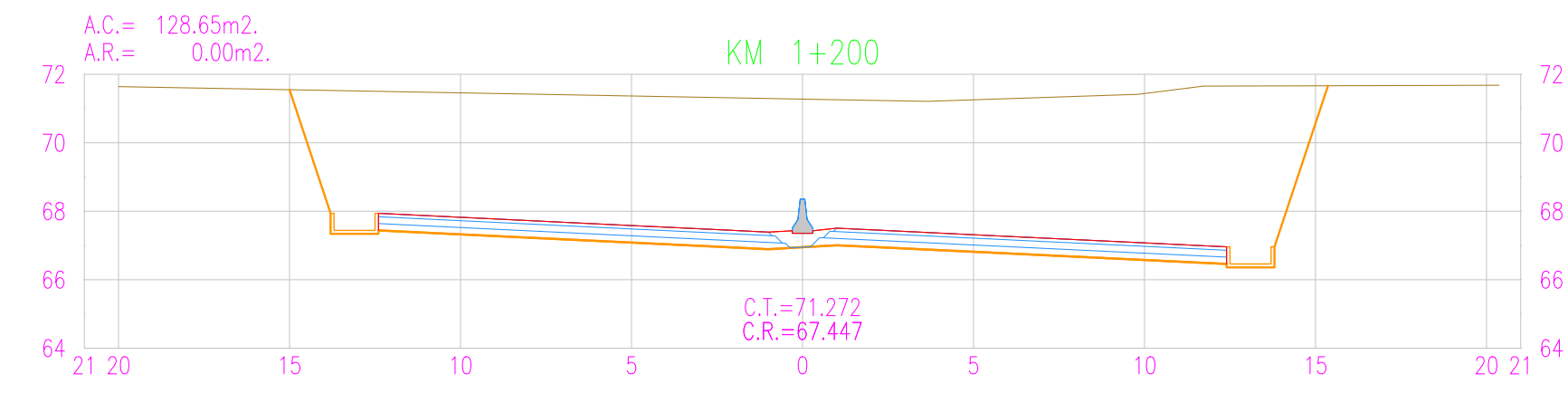


Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	AICHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-11
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/dibujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



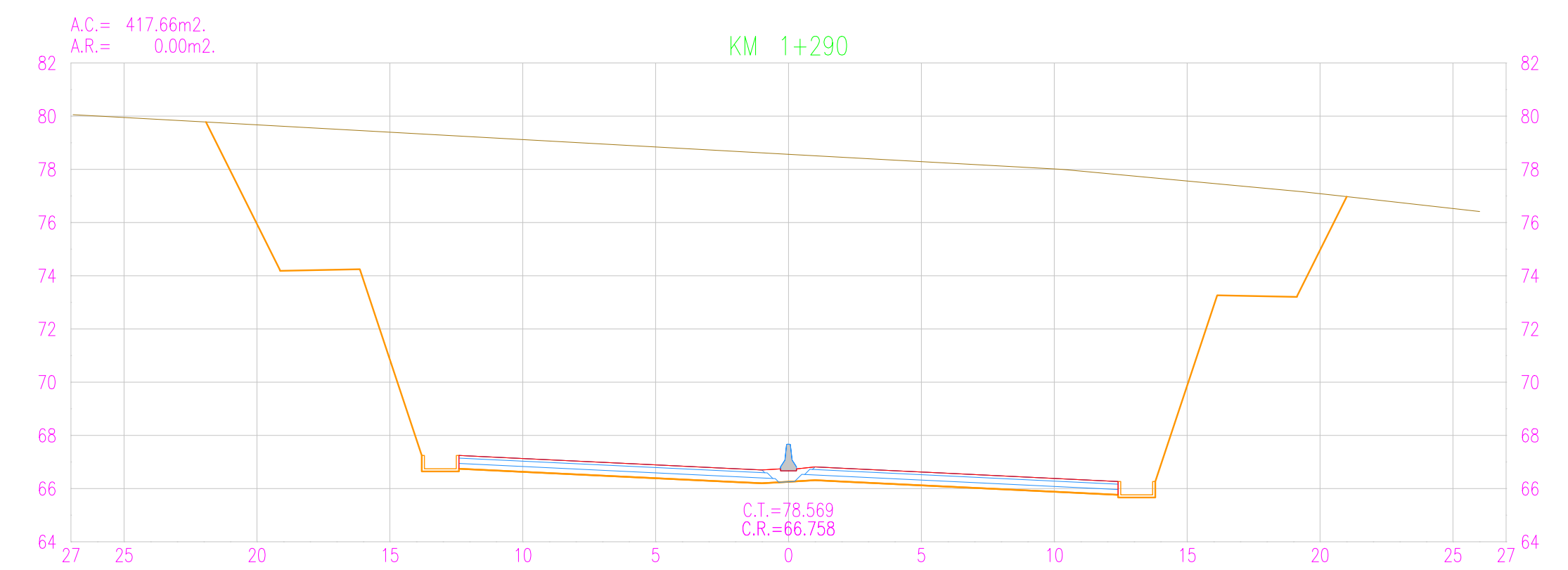
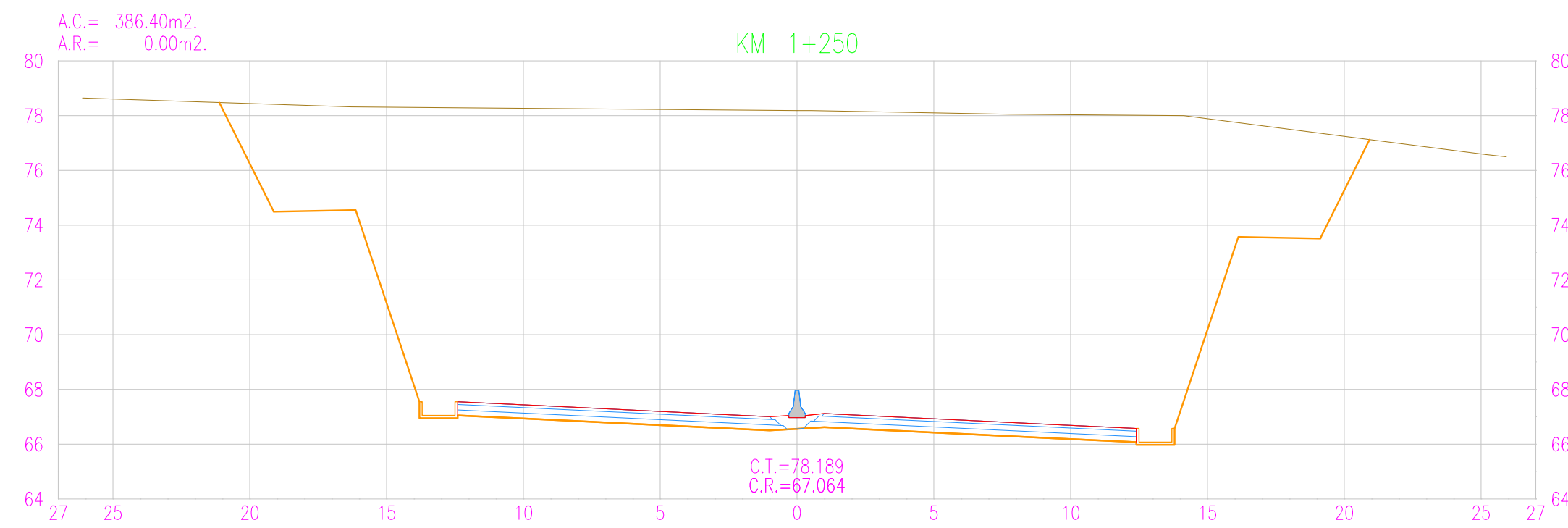
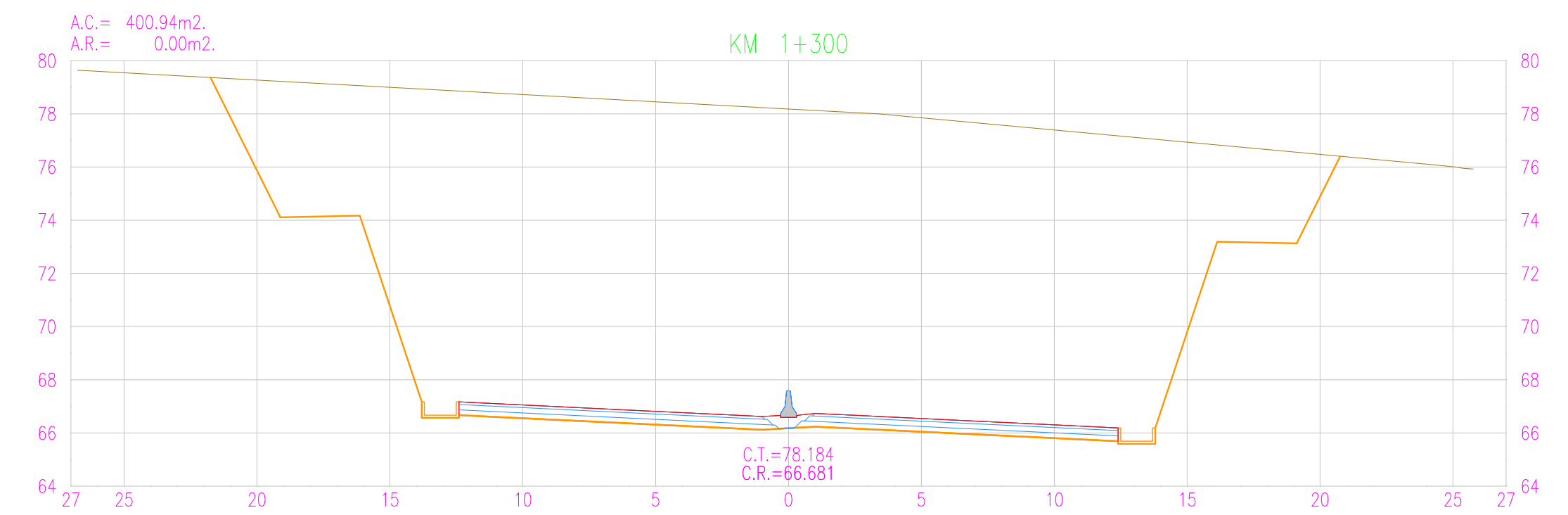
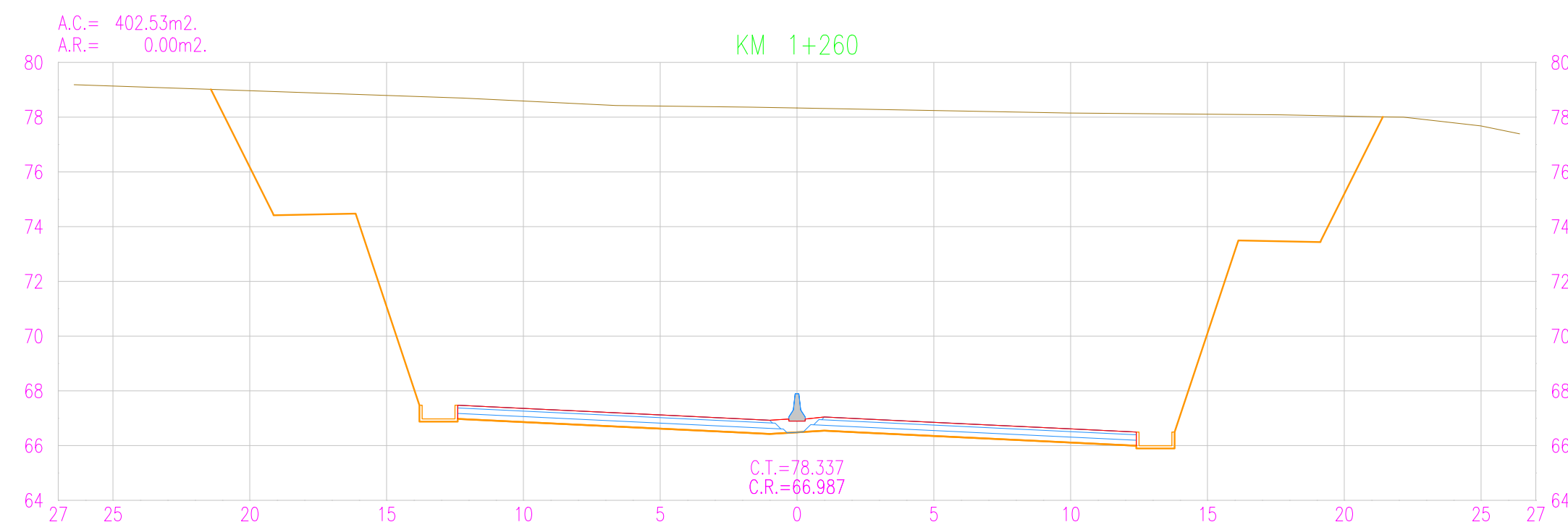
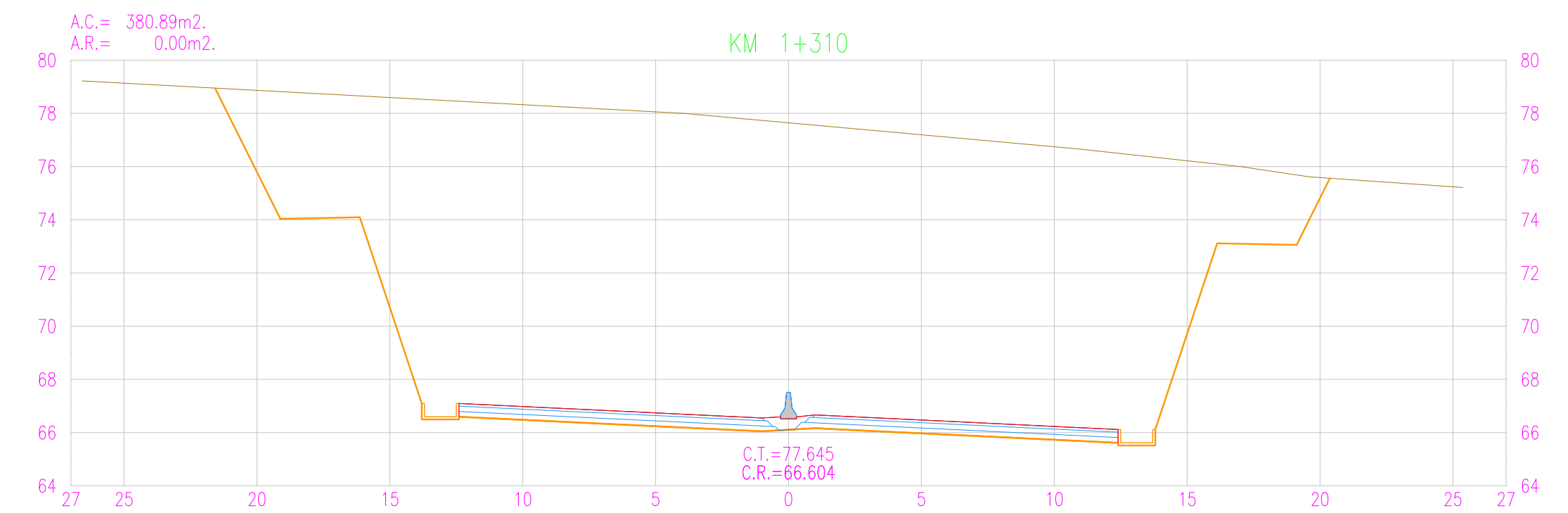
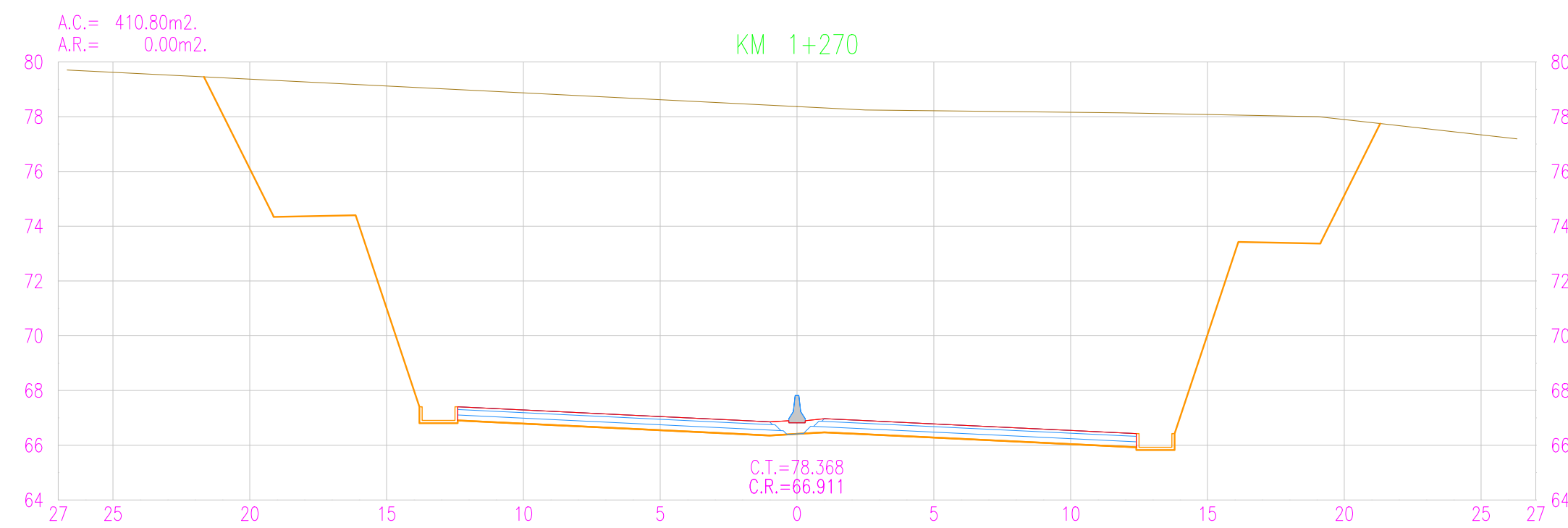
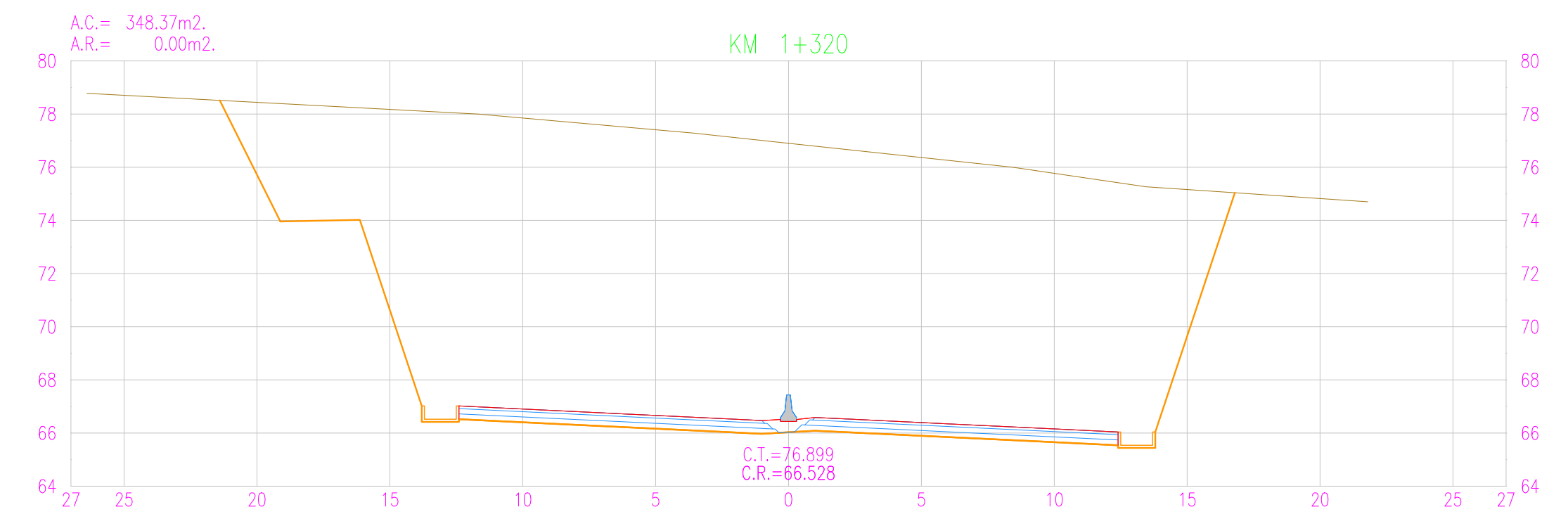
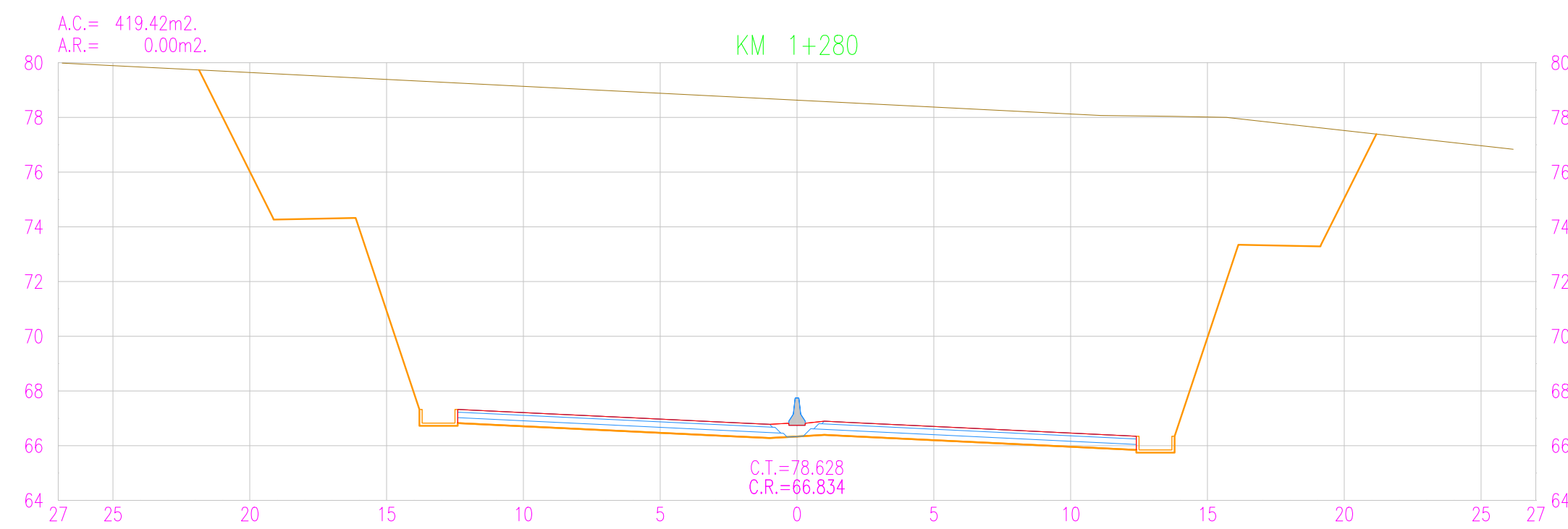
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



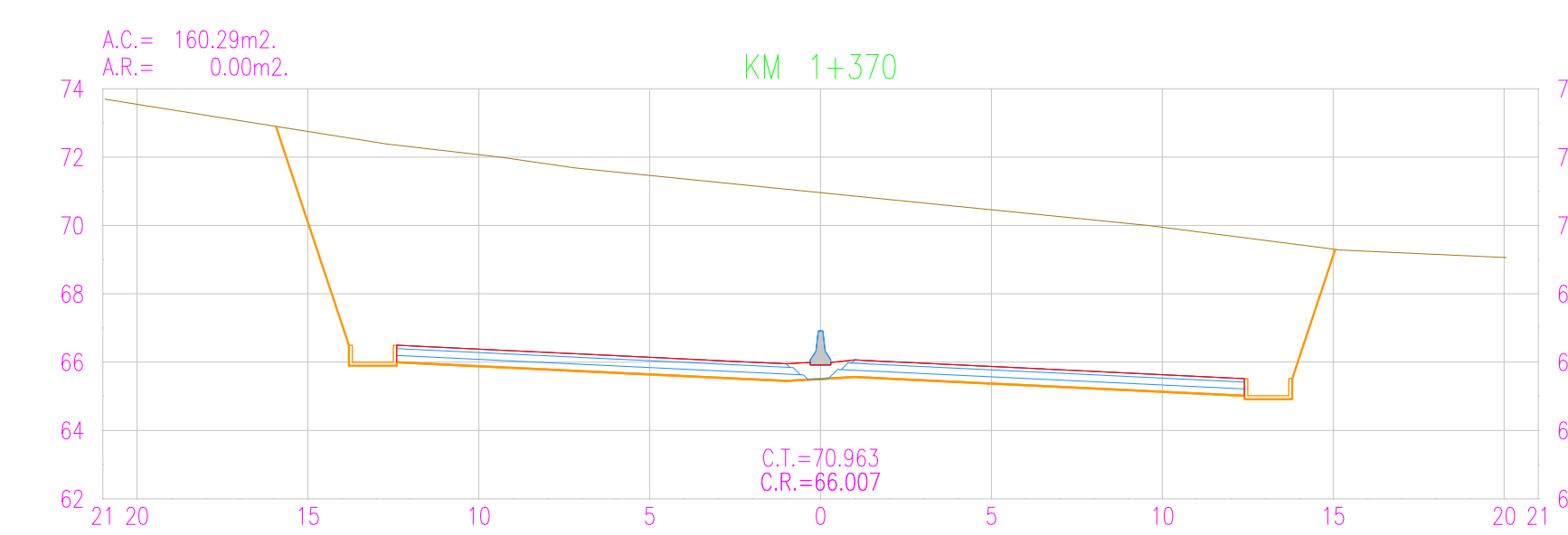
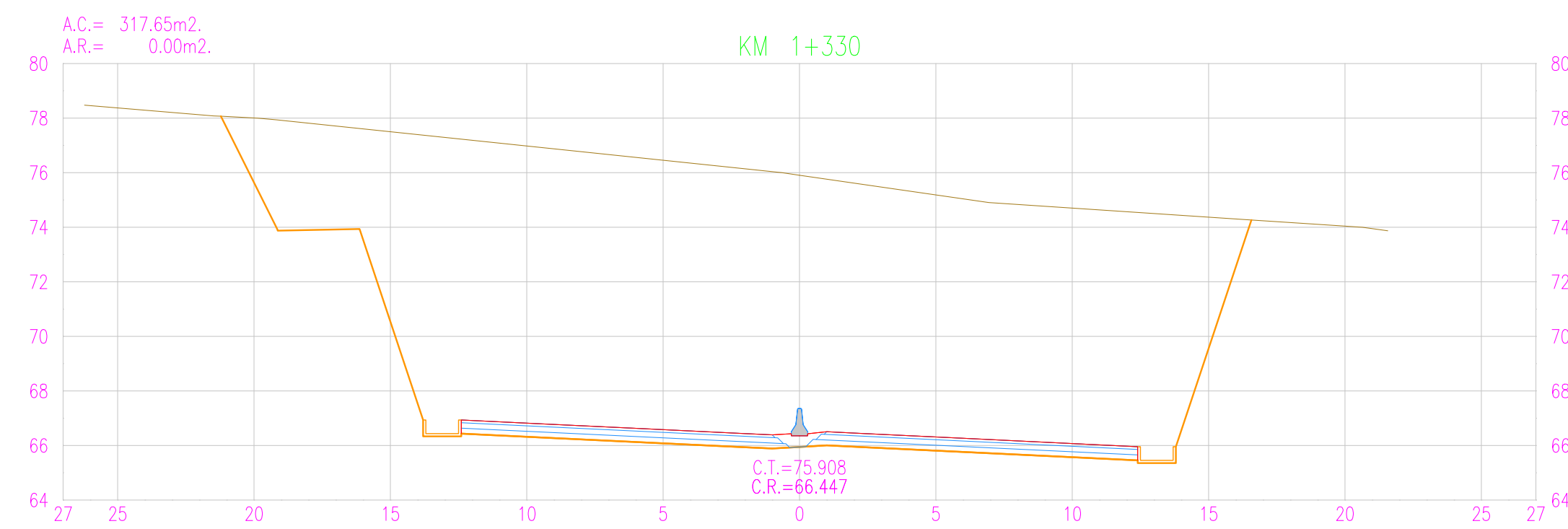
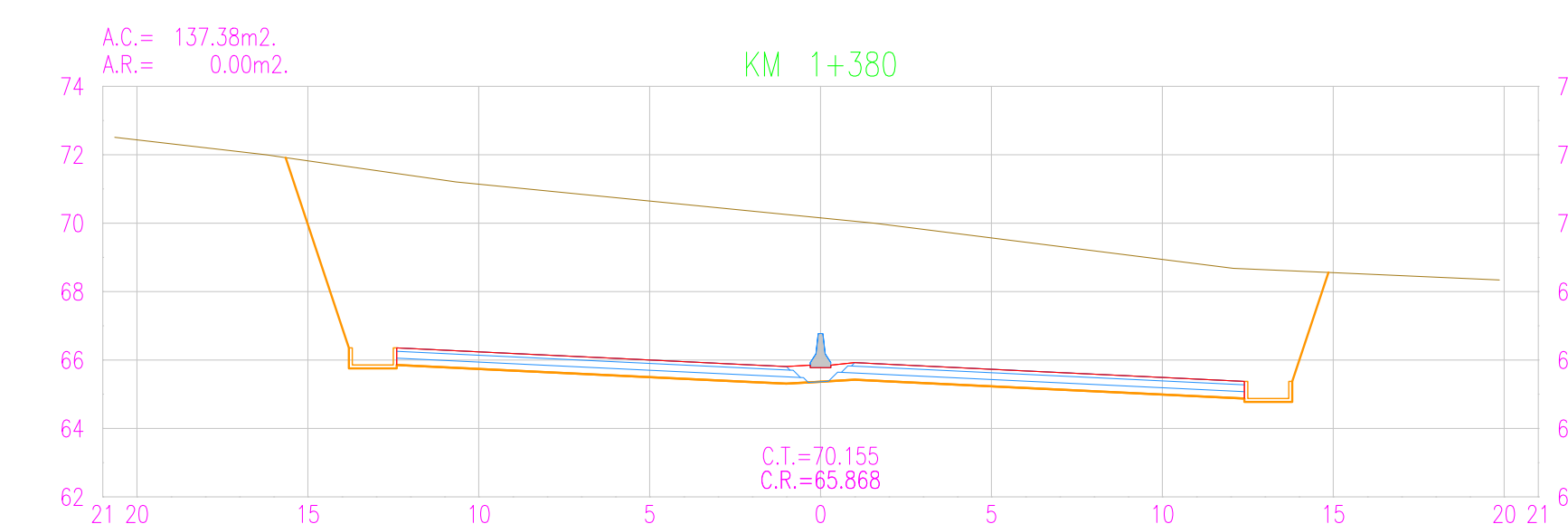
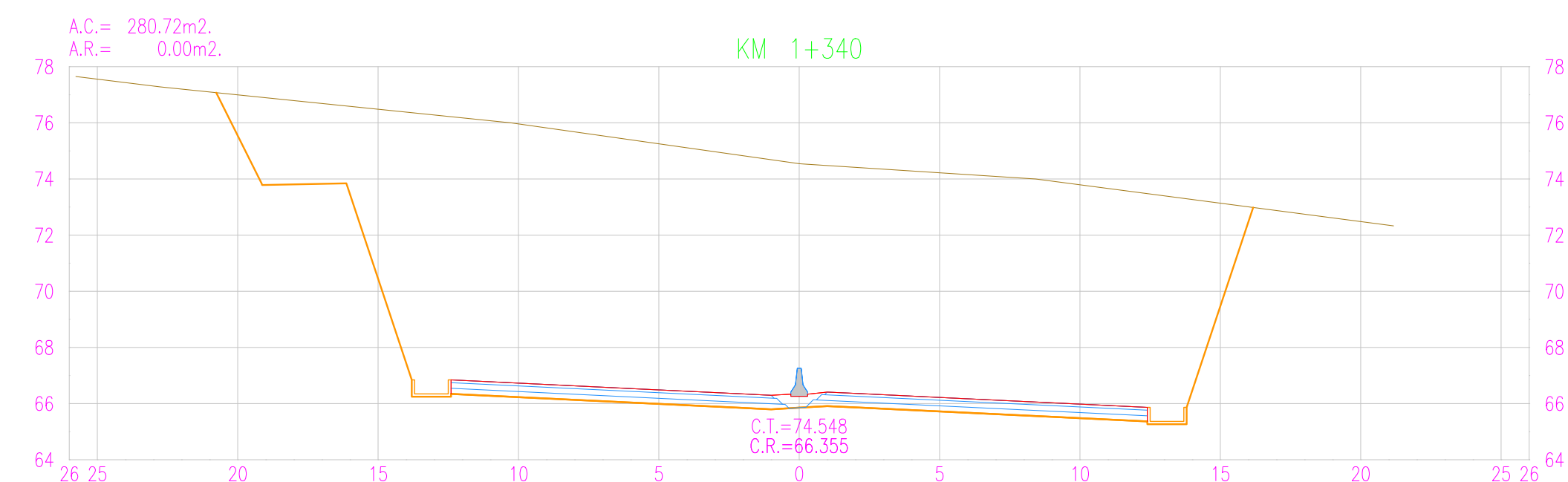
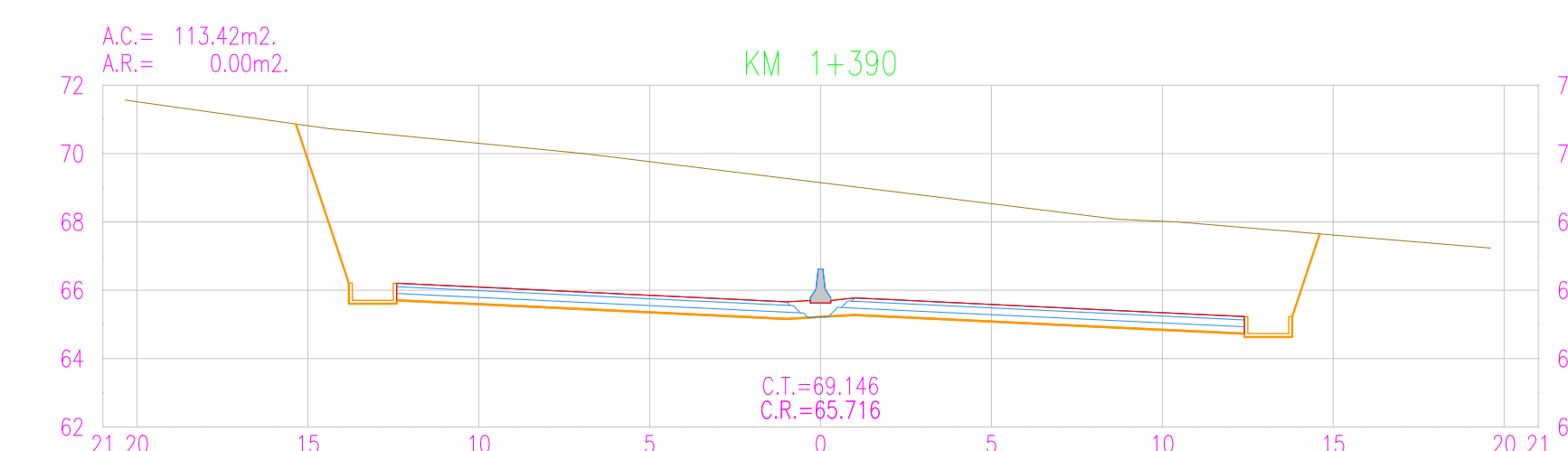
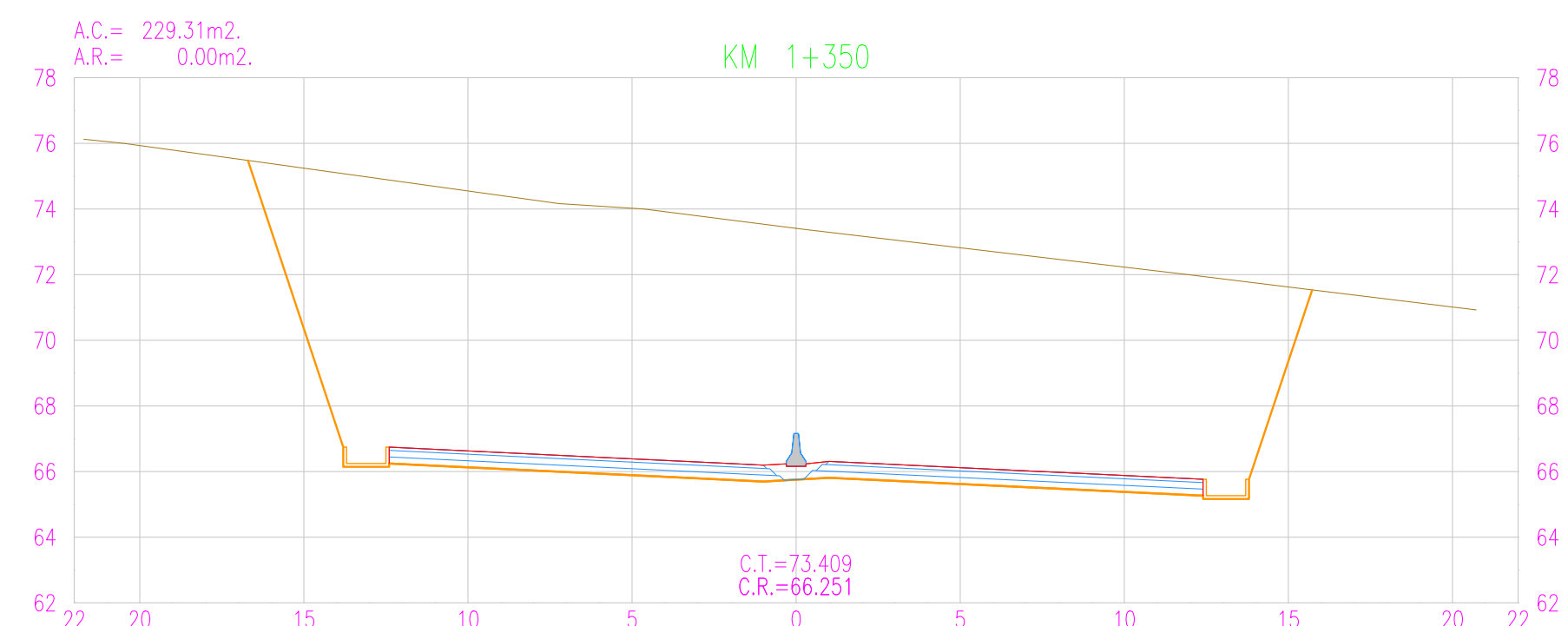
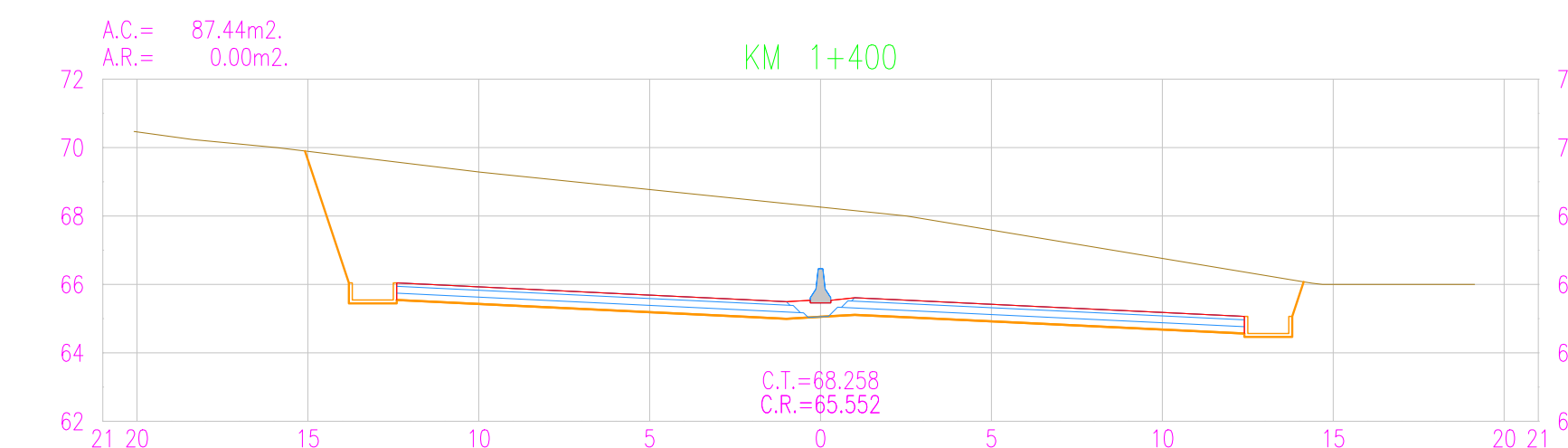
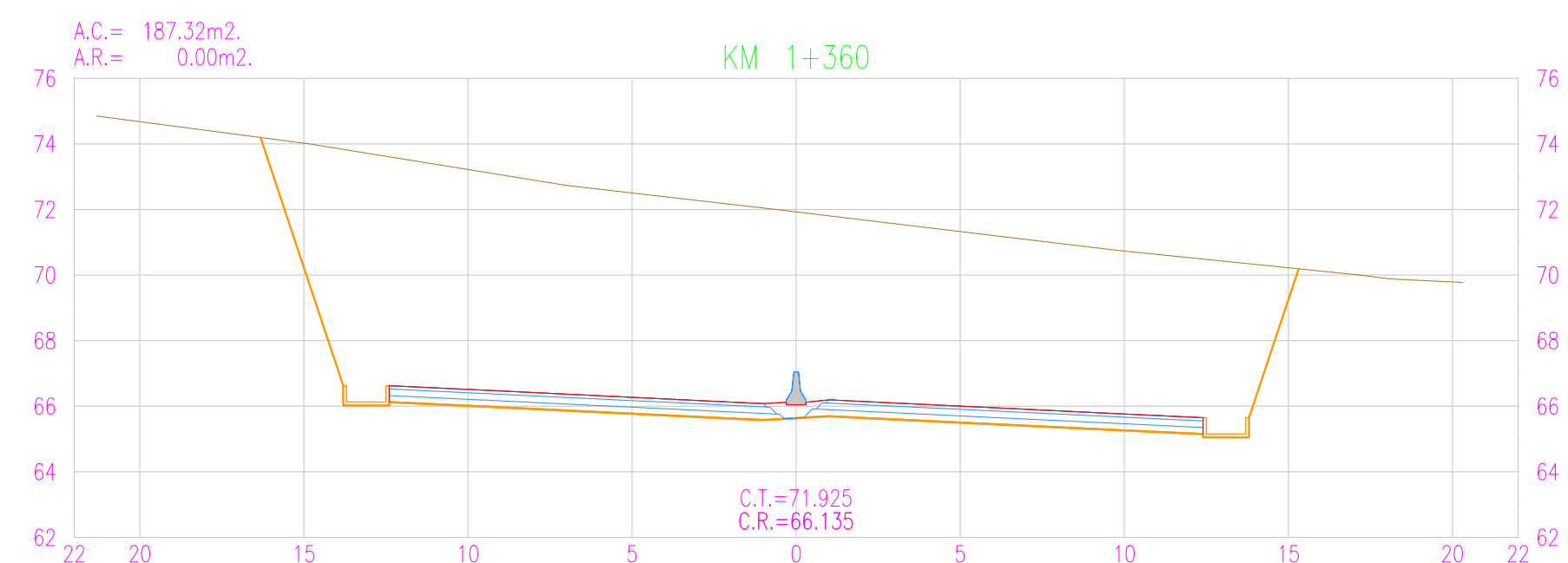
Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-13
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							

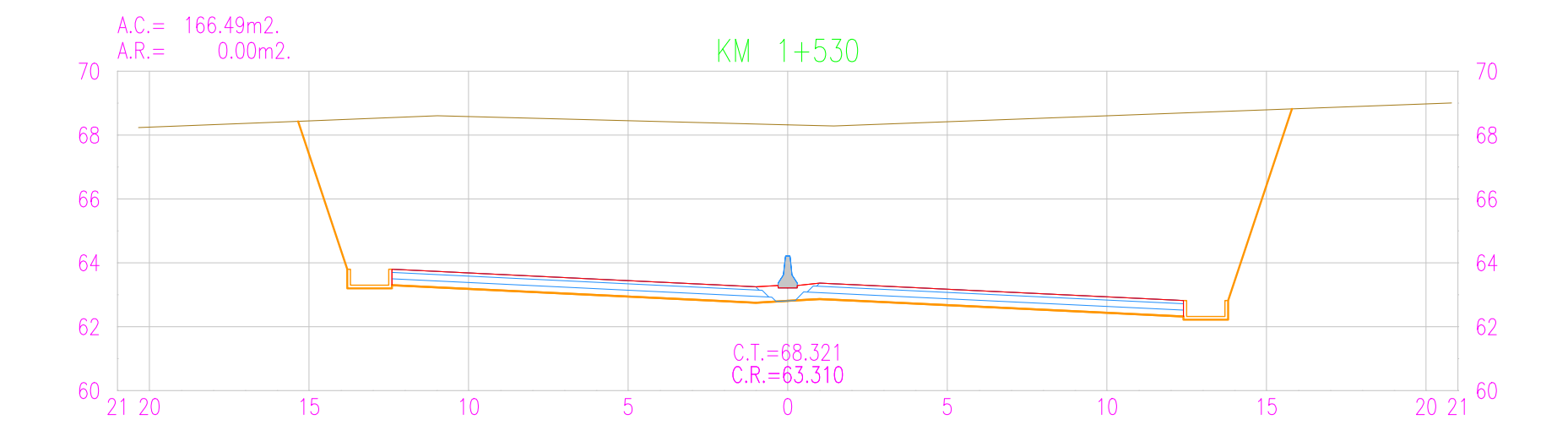
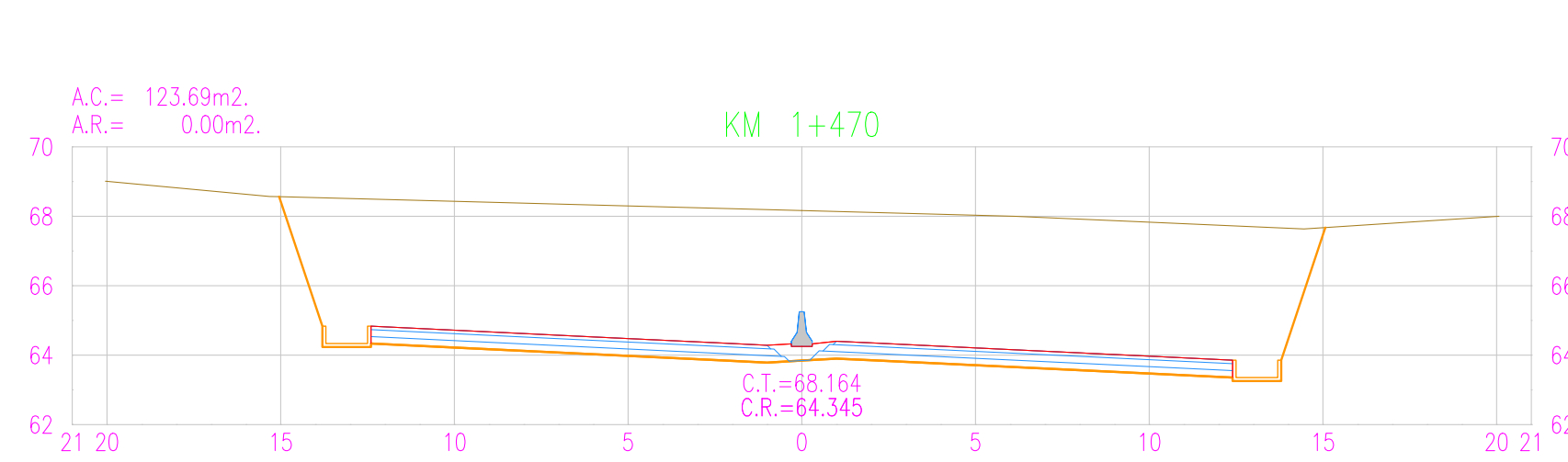
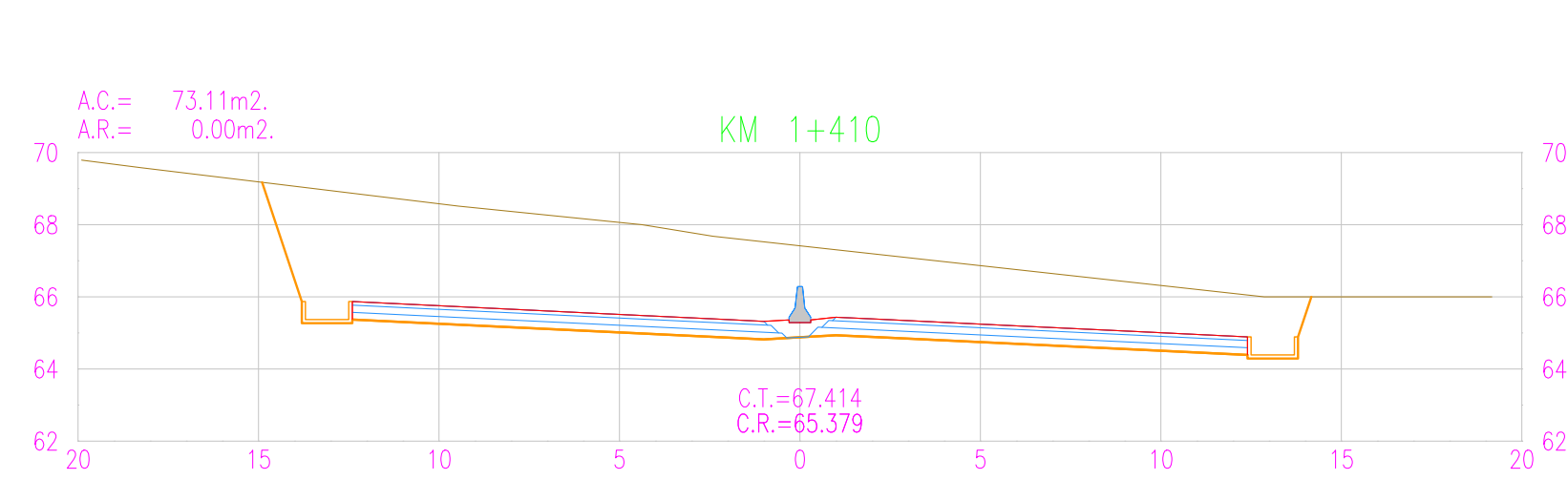
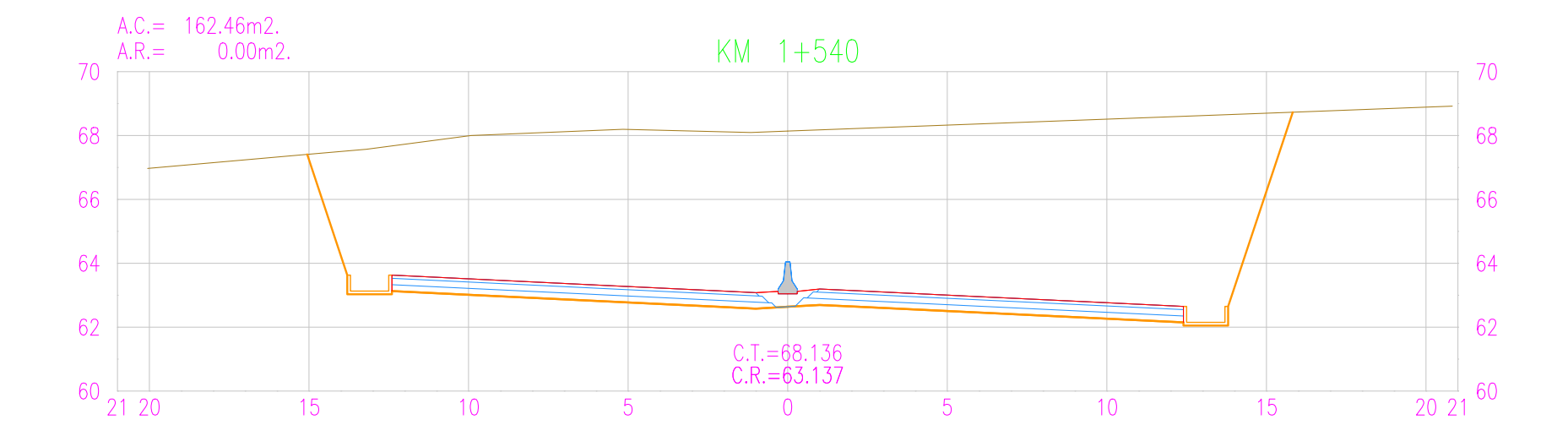
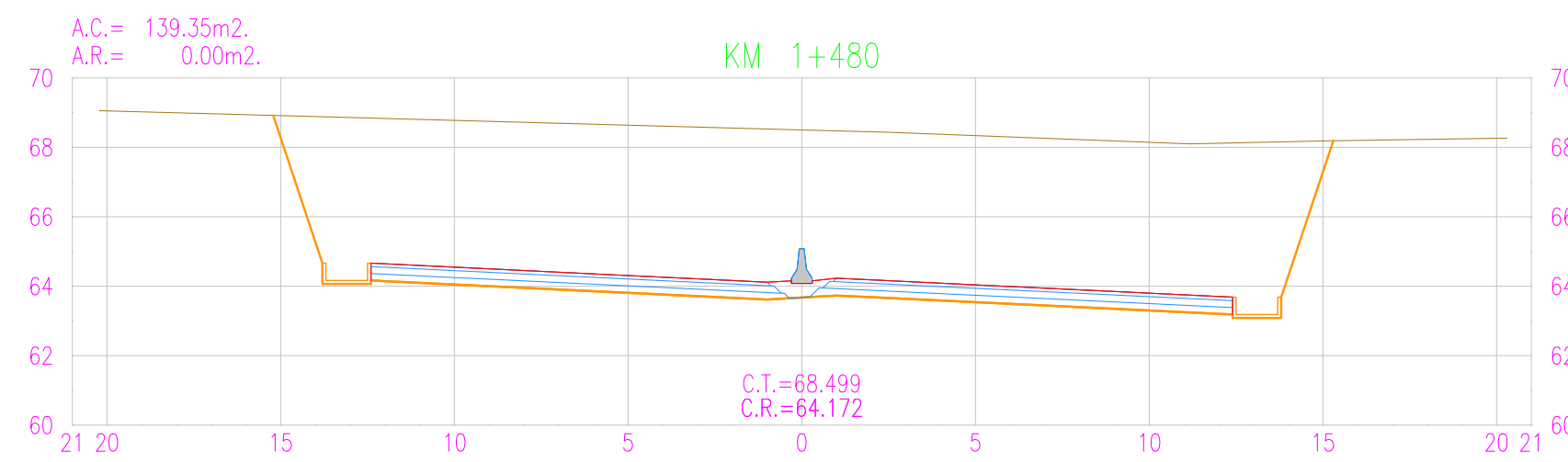
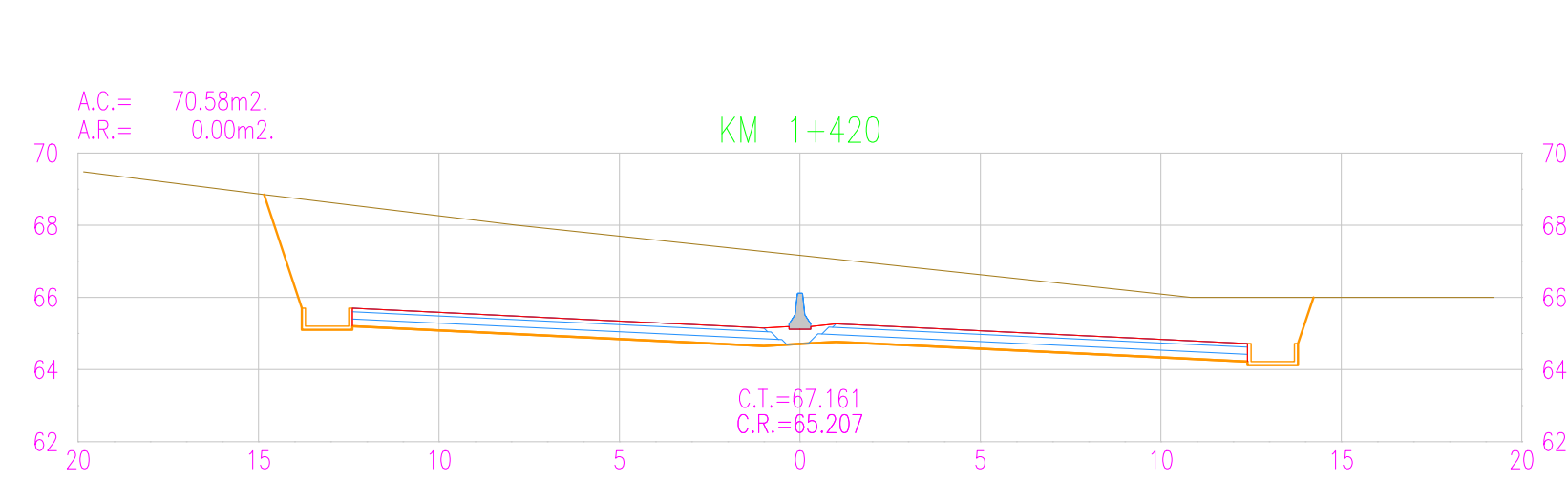
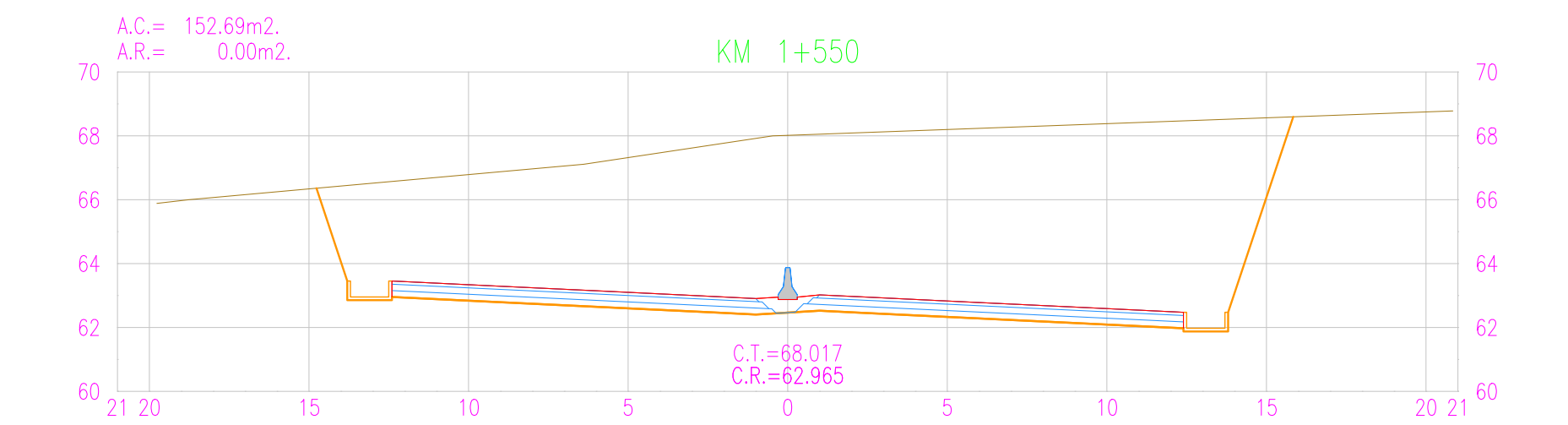
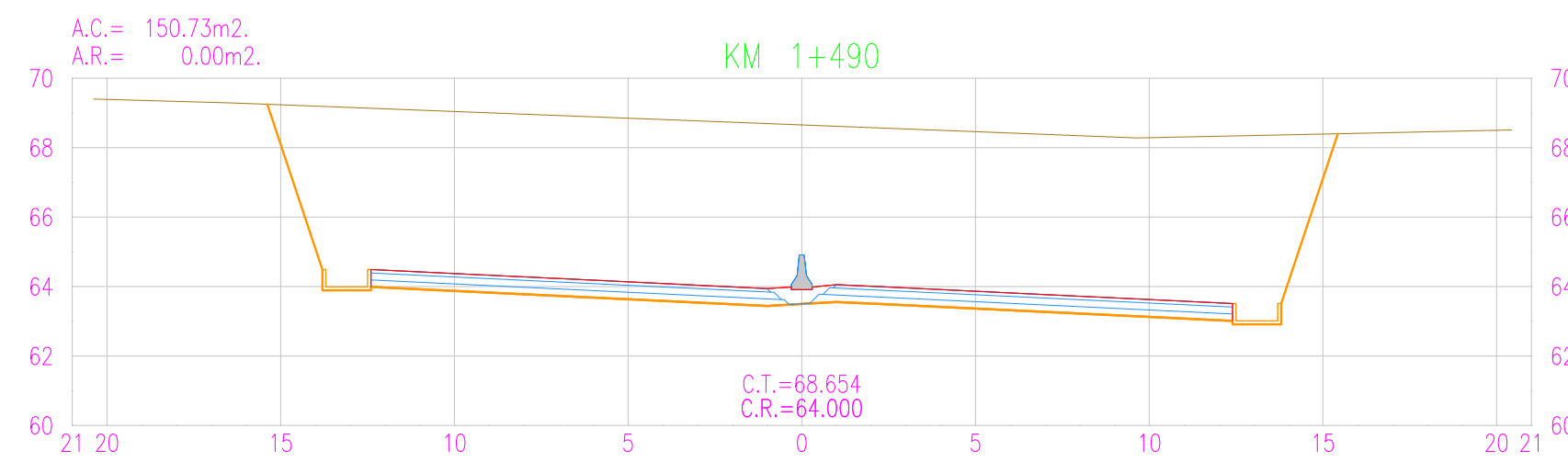
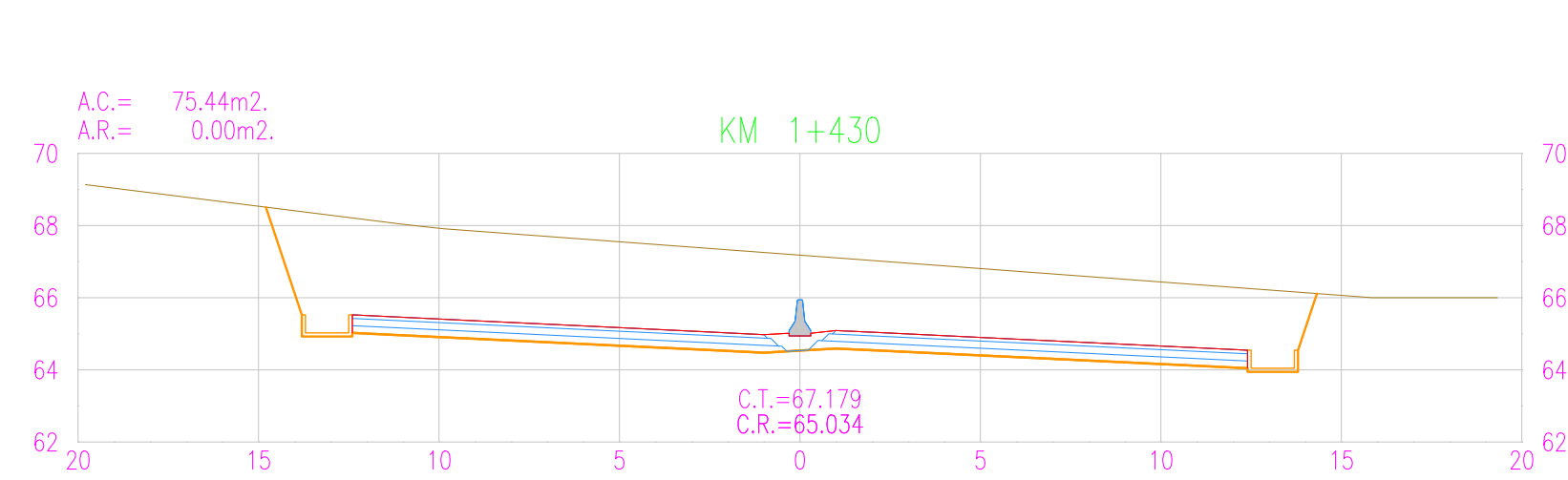
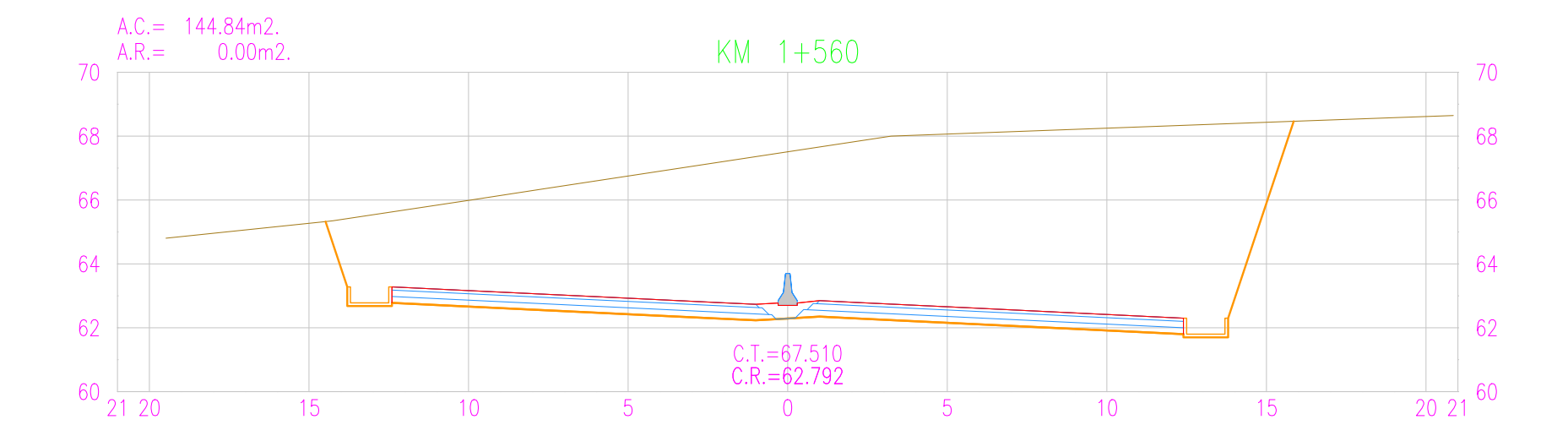
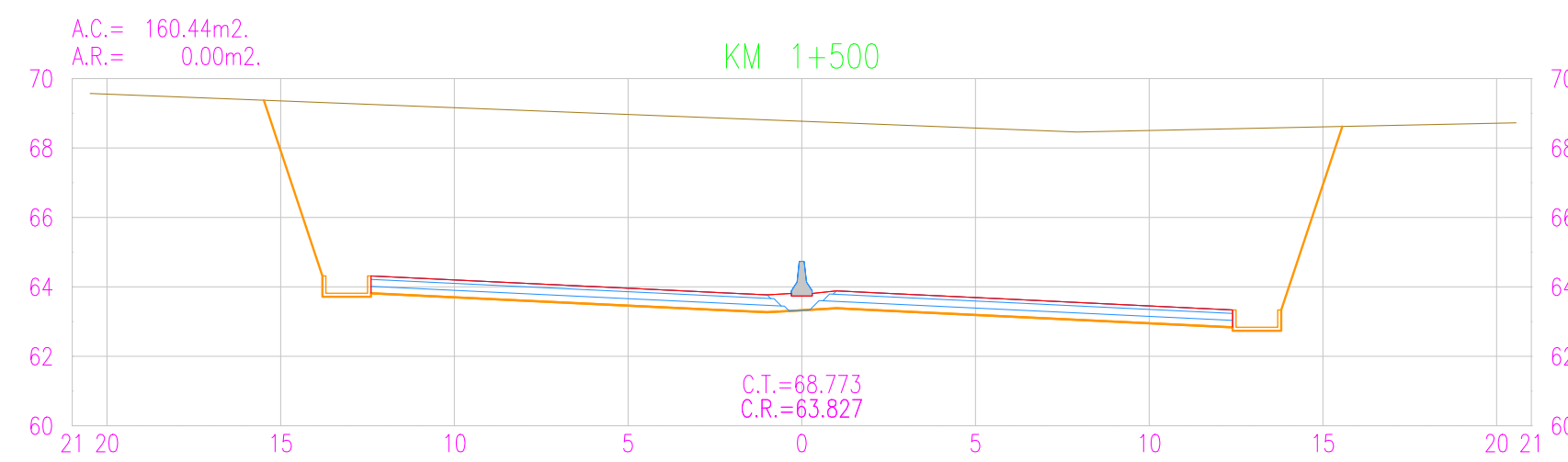
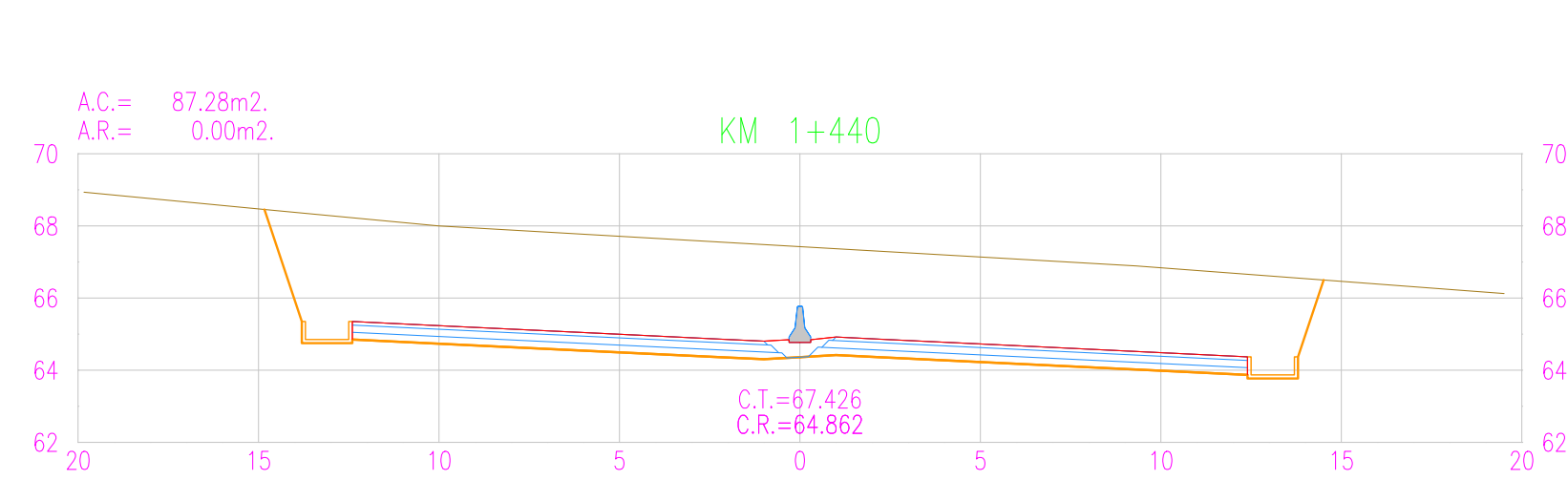
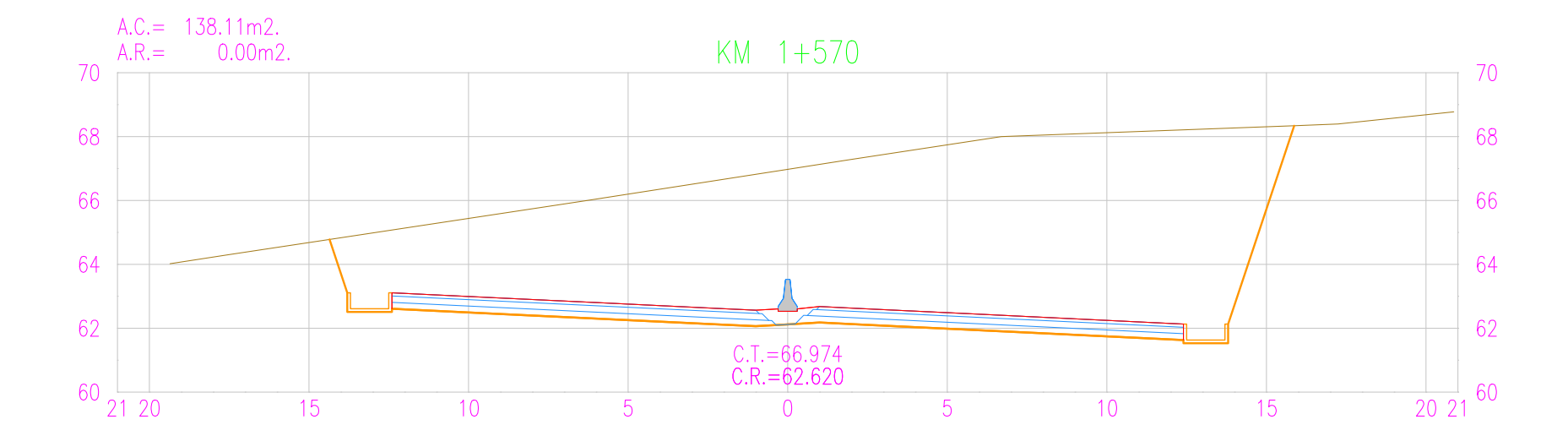
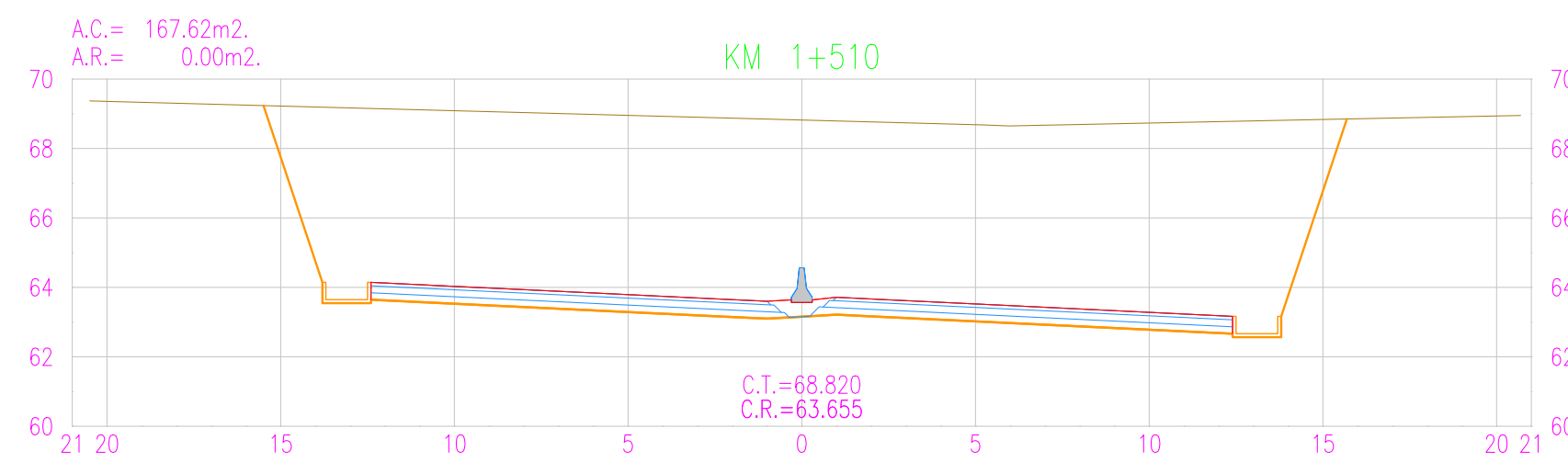
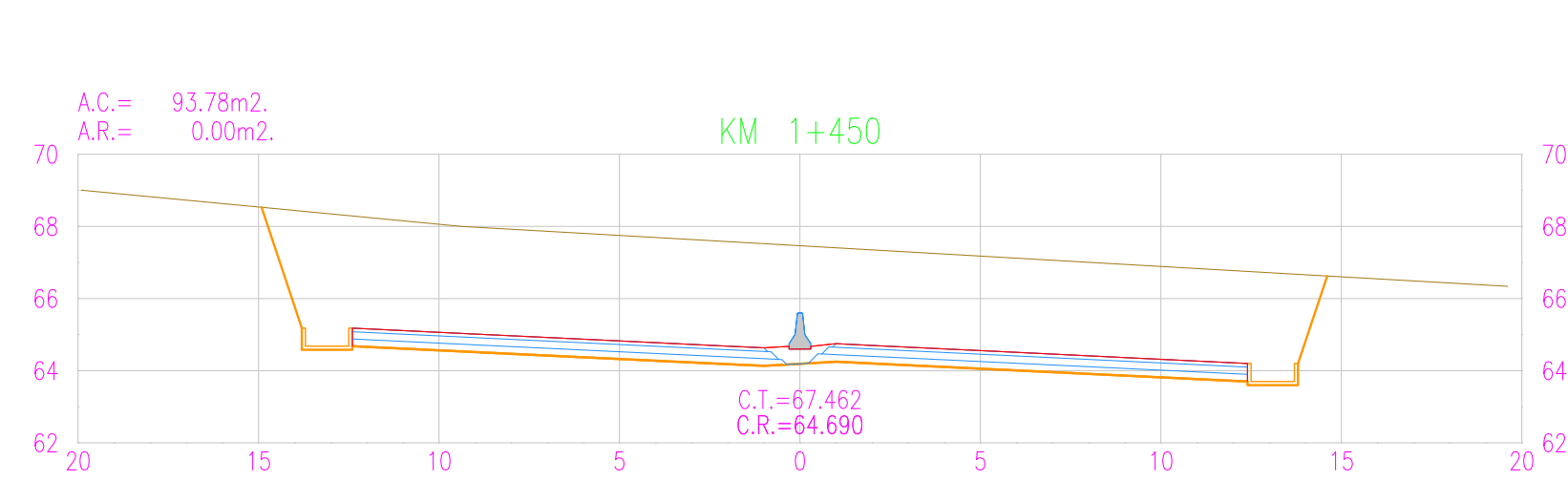
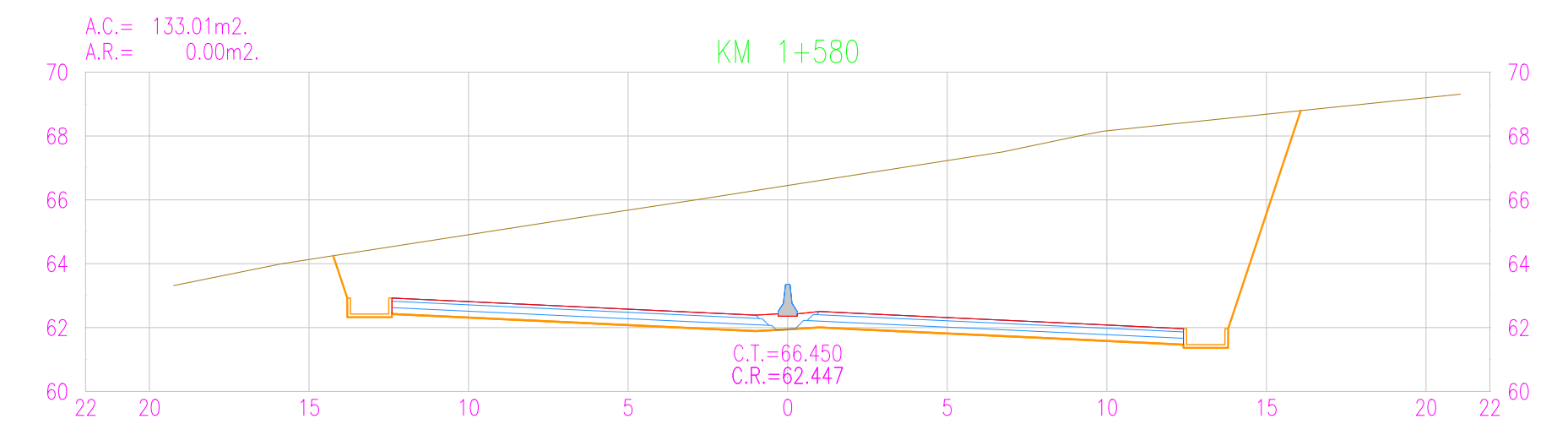
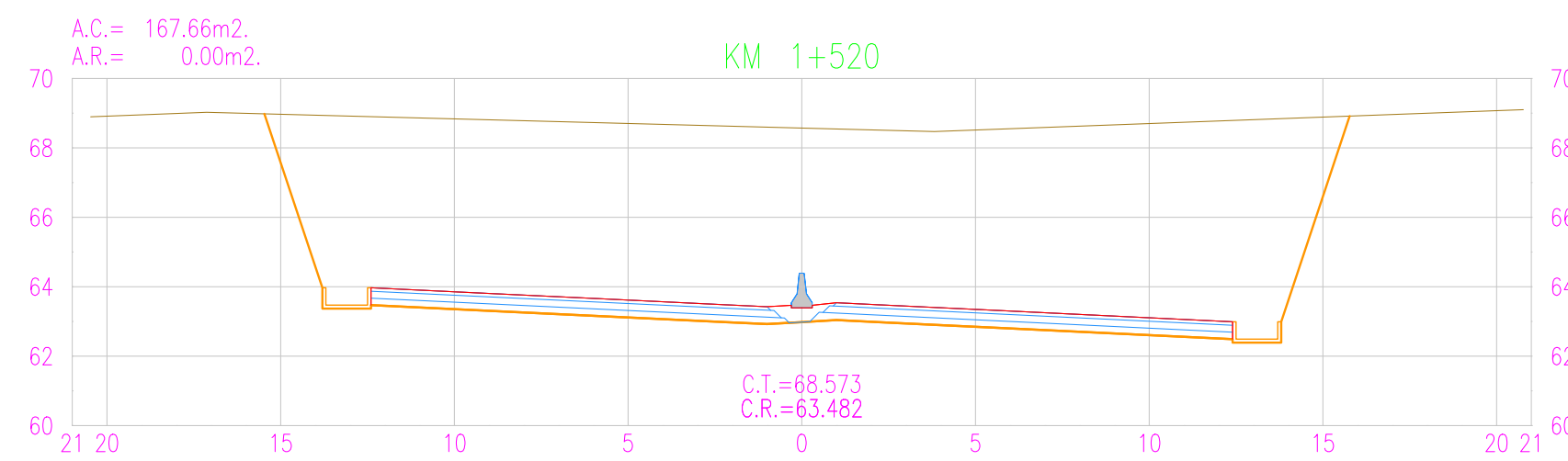
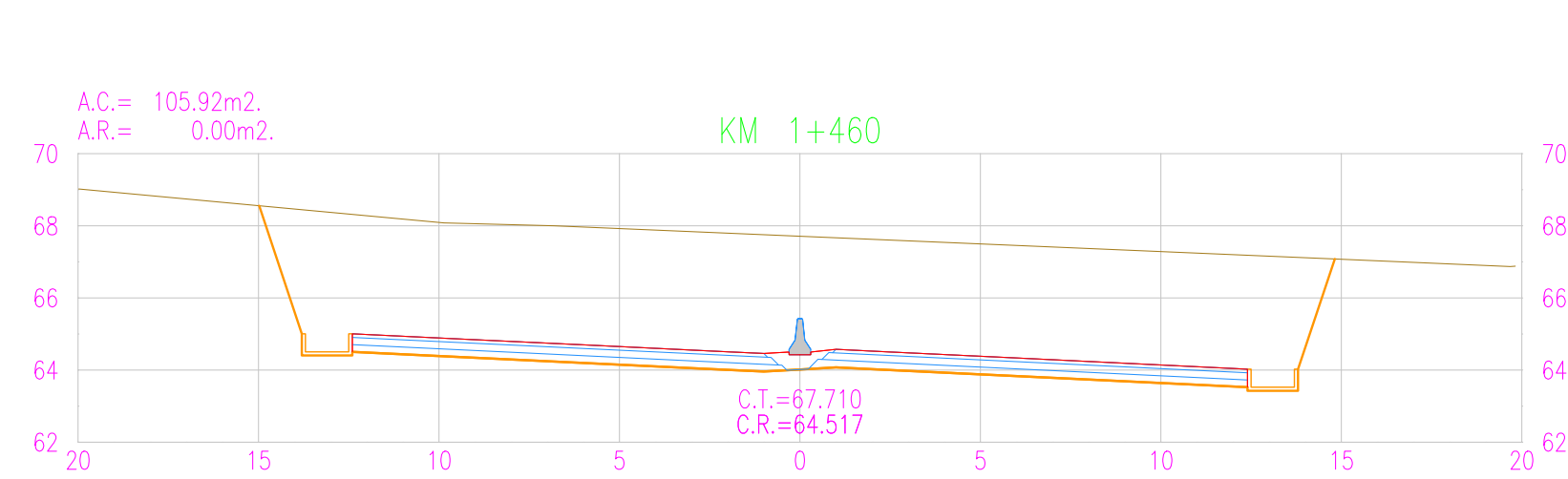
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 1+170 AL Km 1+240

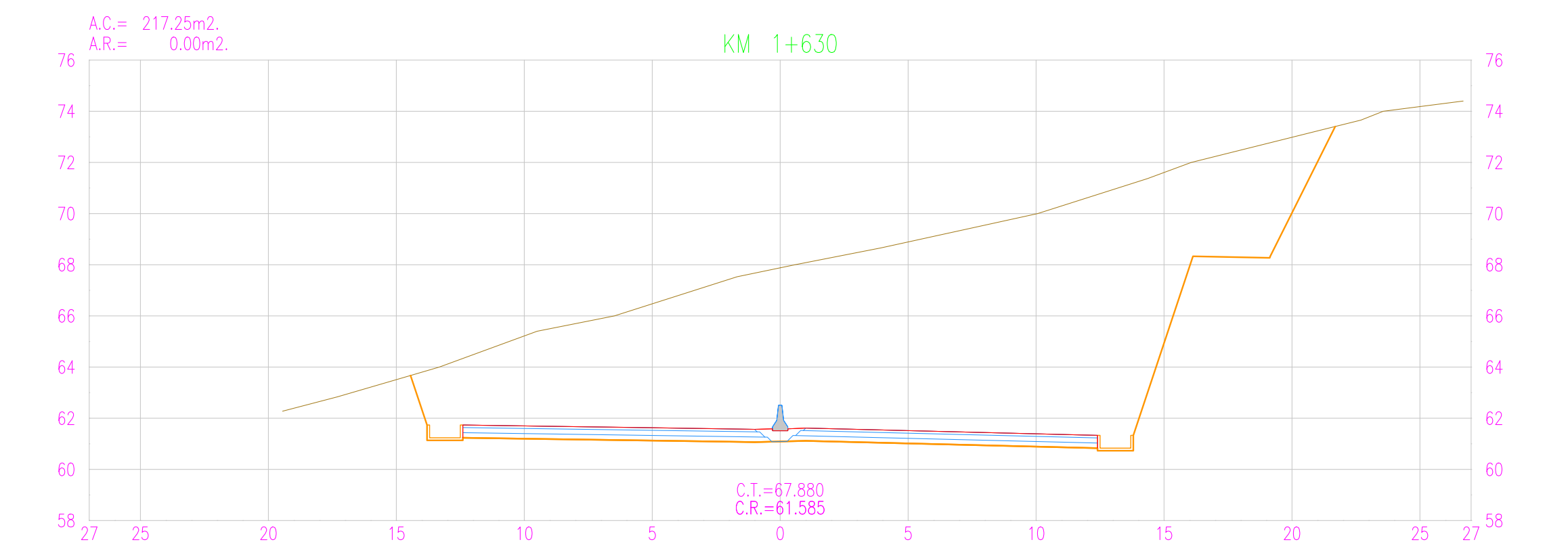
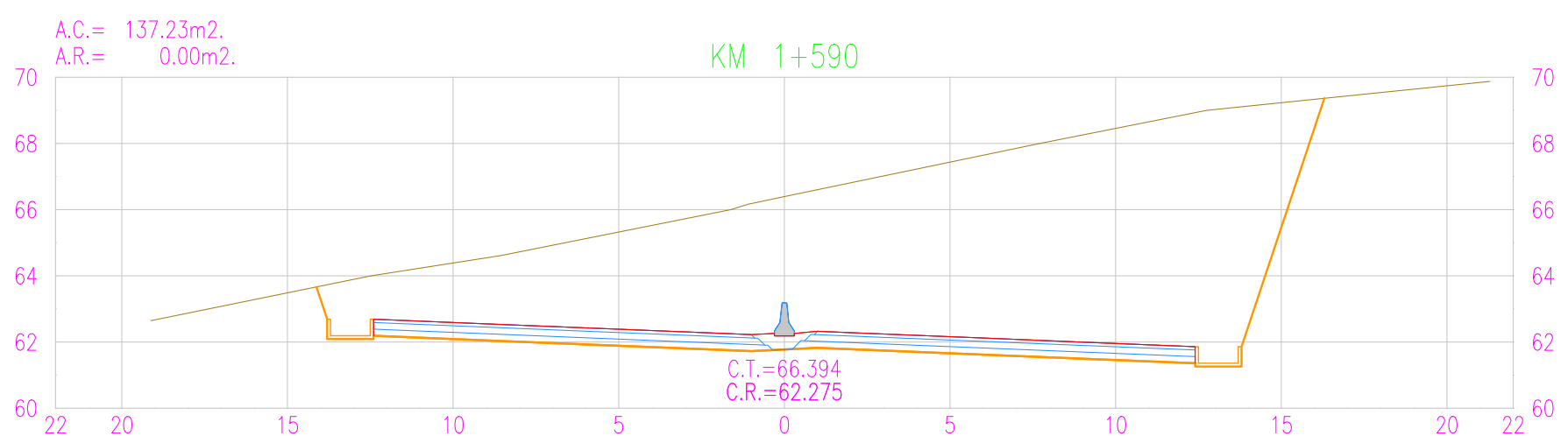
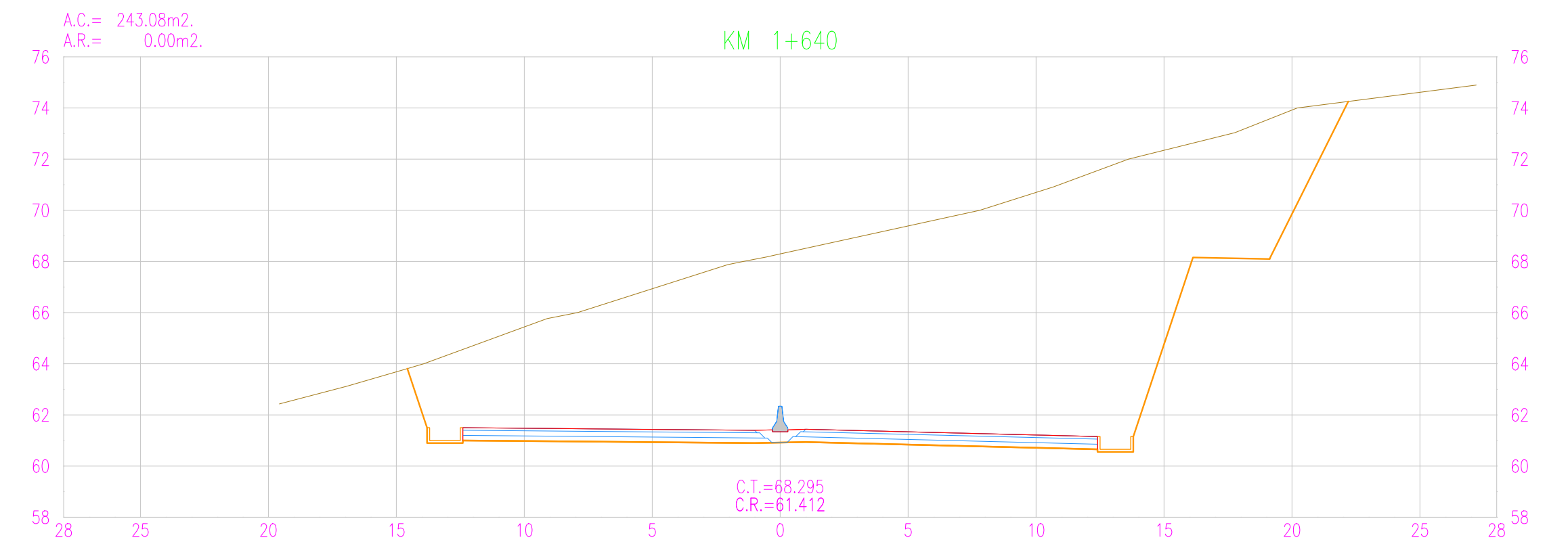
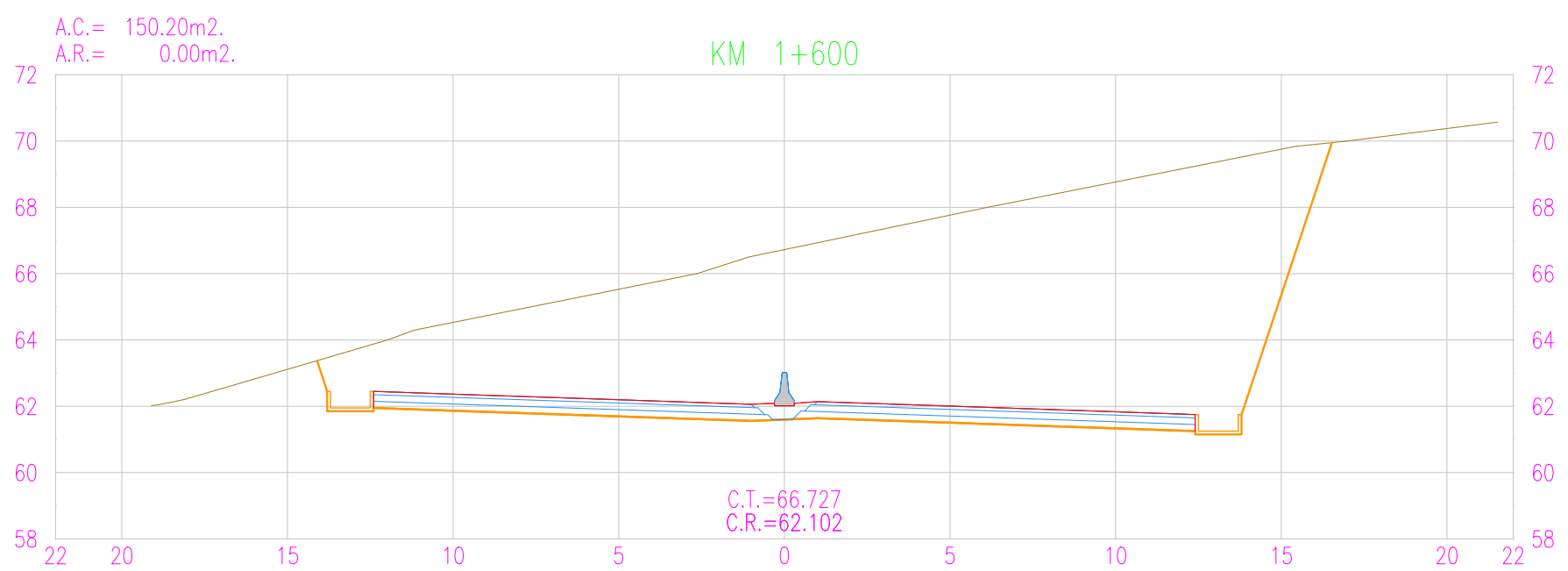
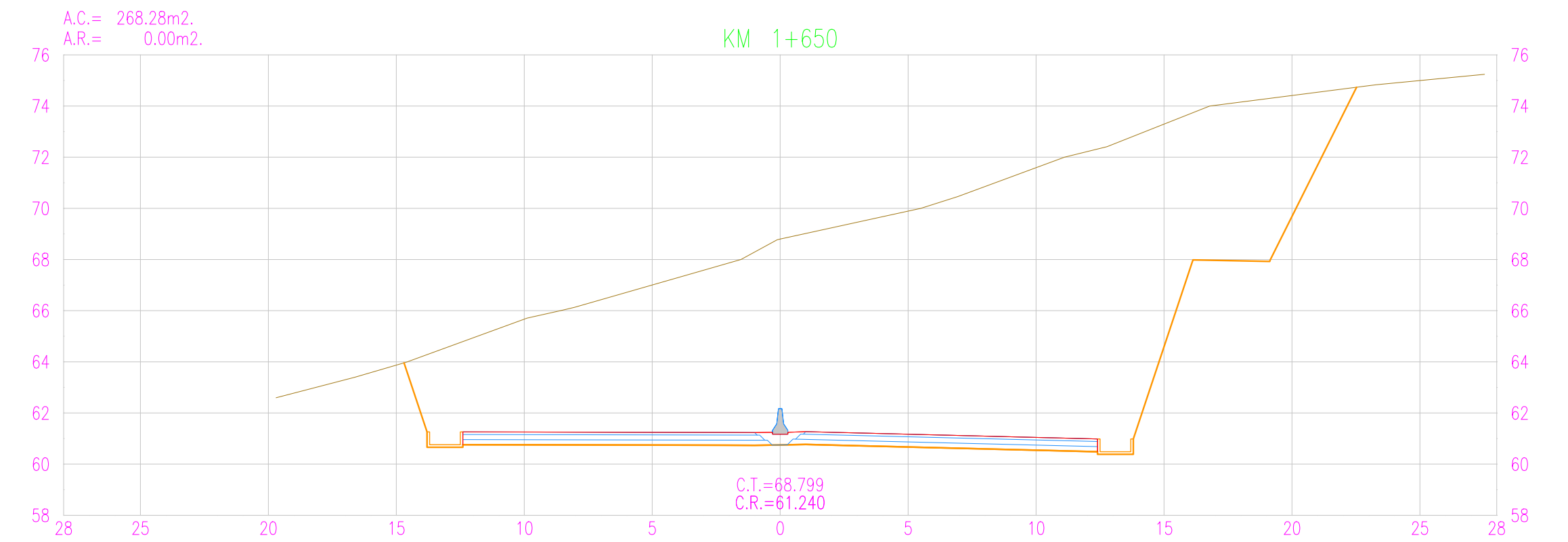
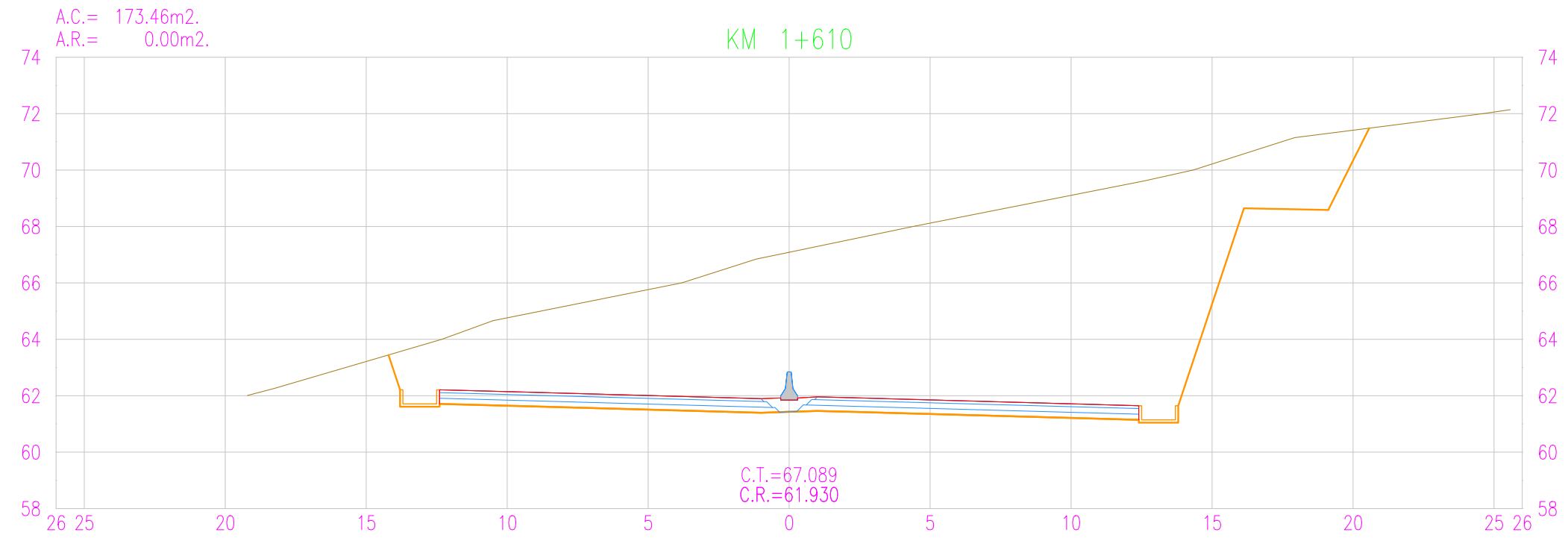
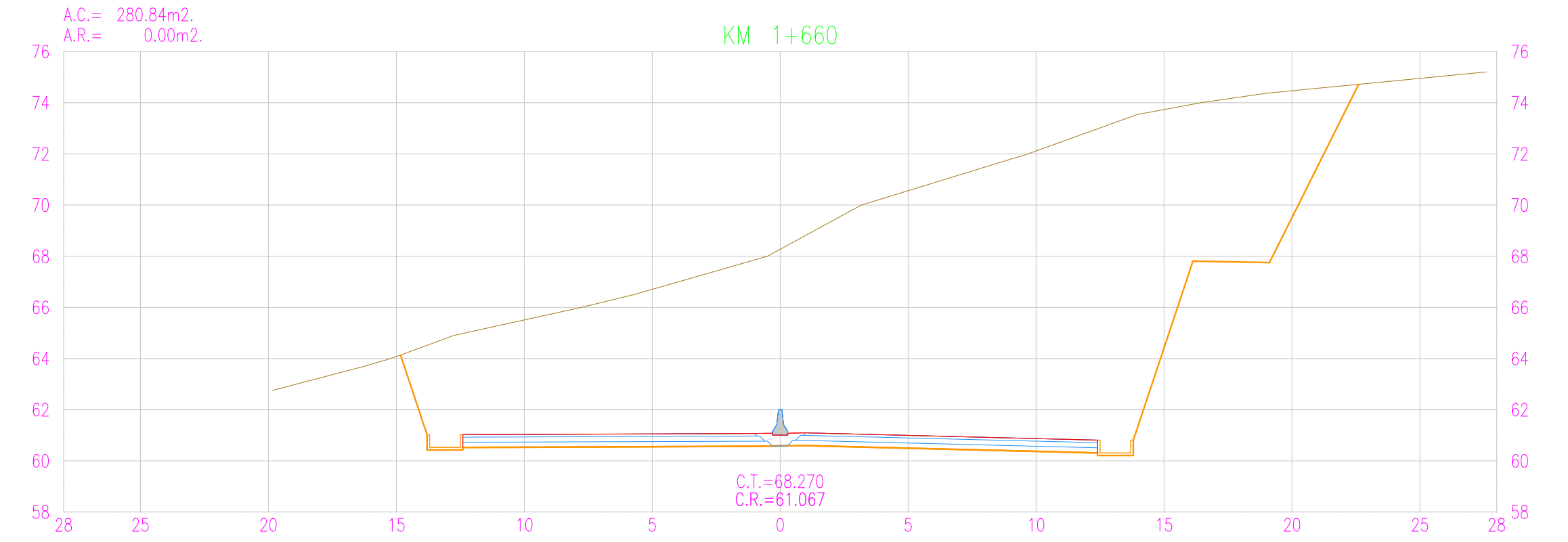
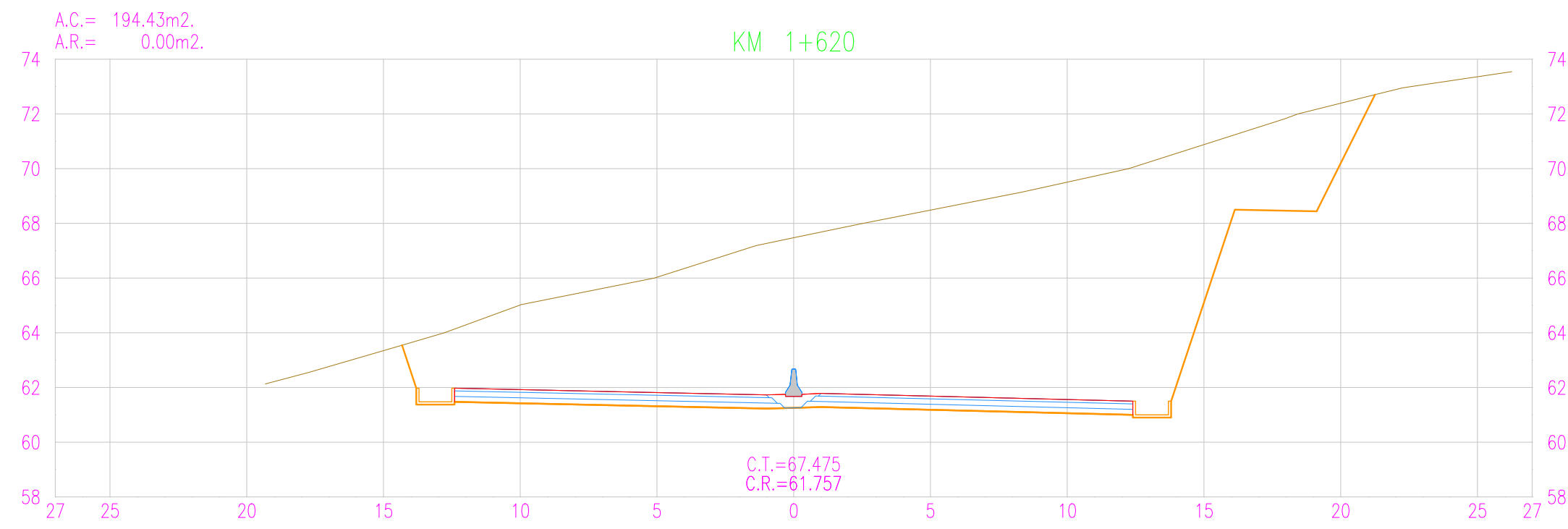


REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

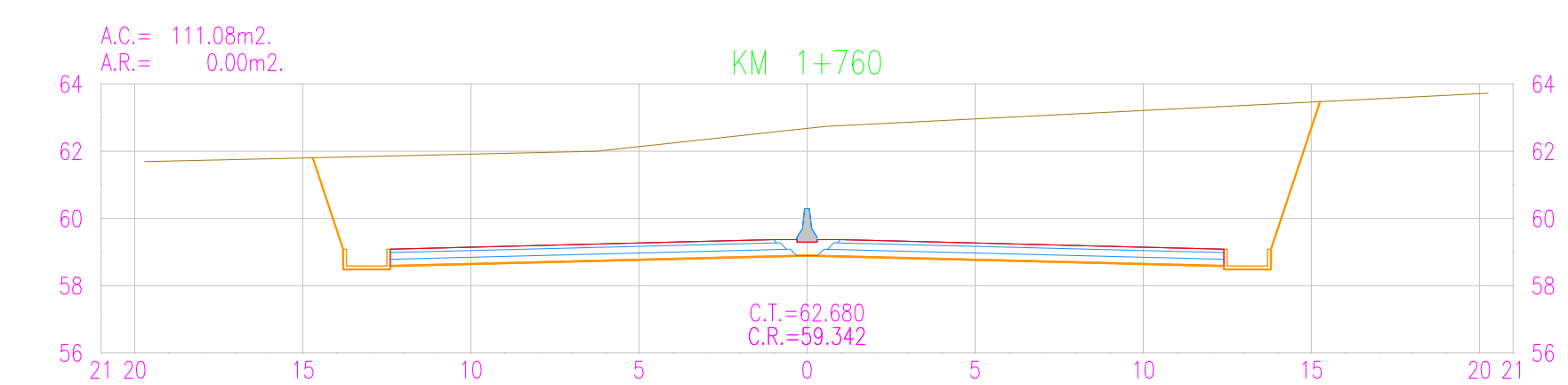
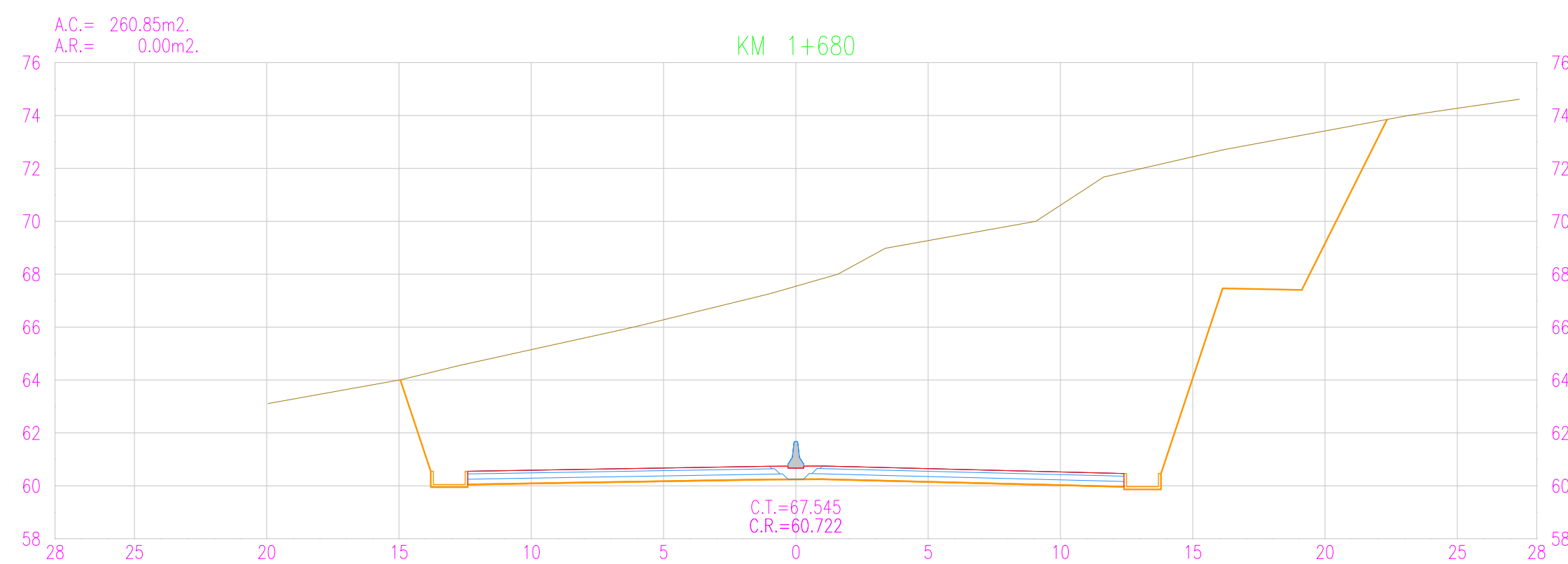
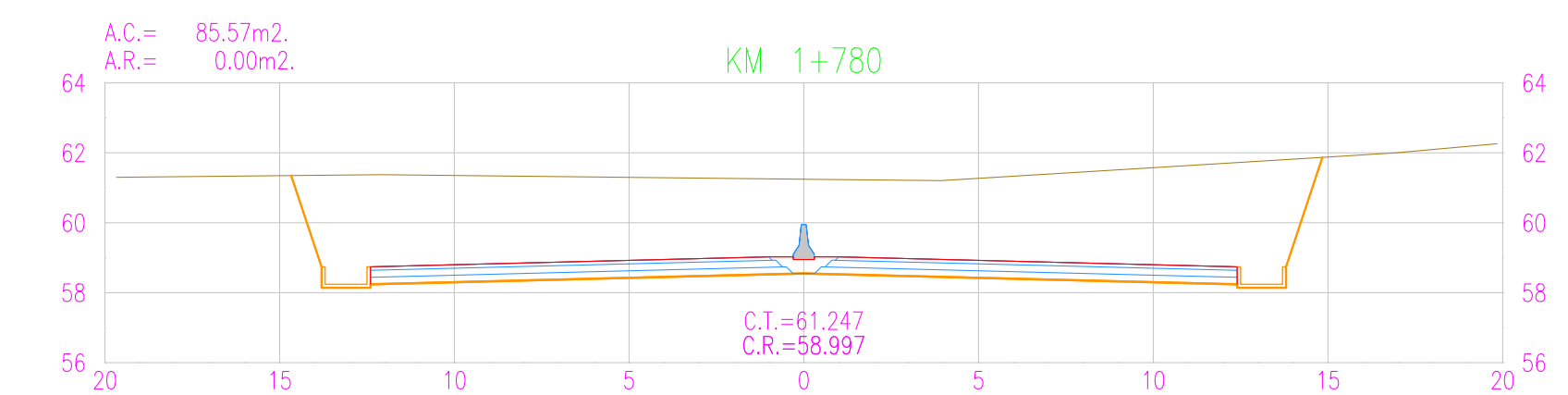
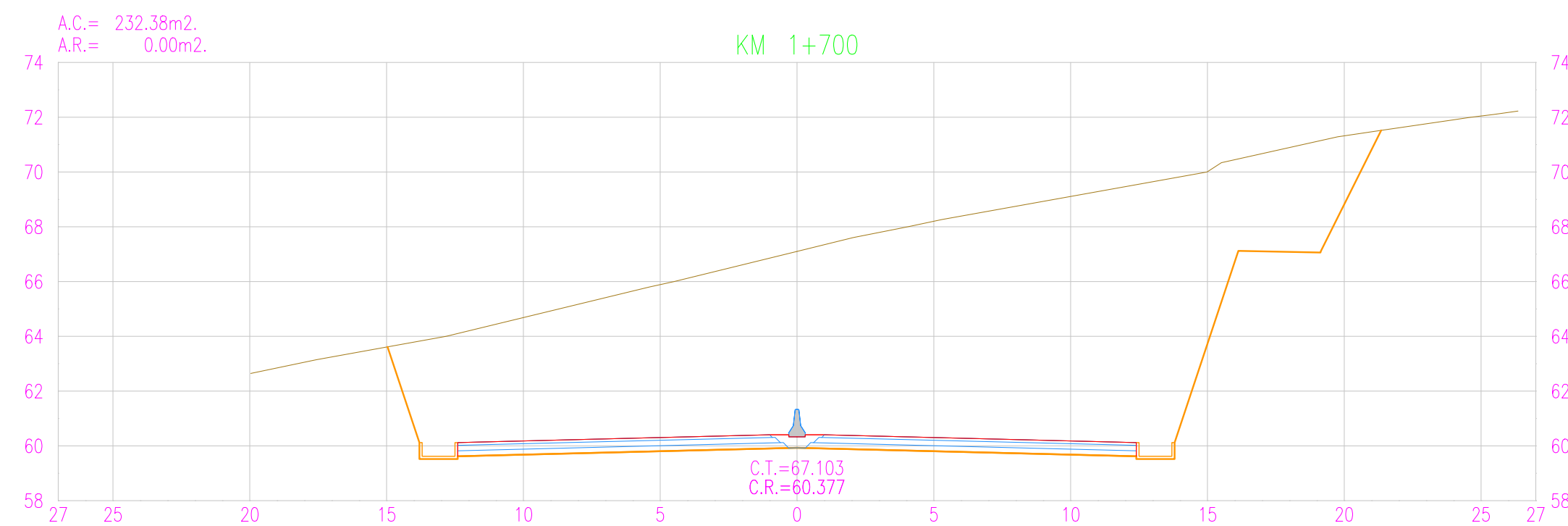
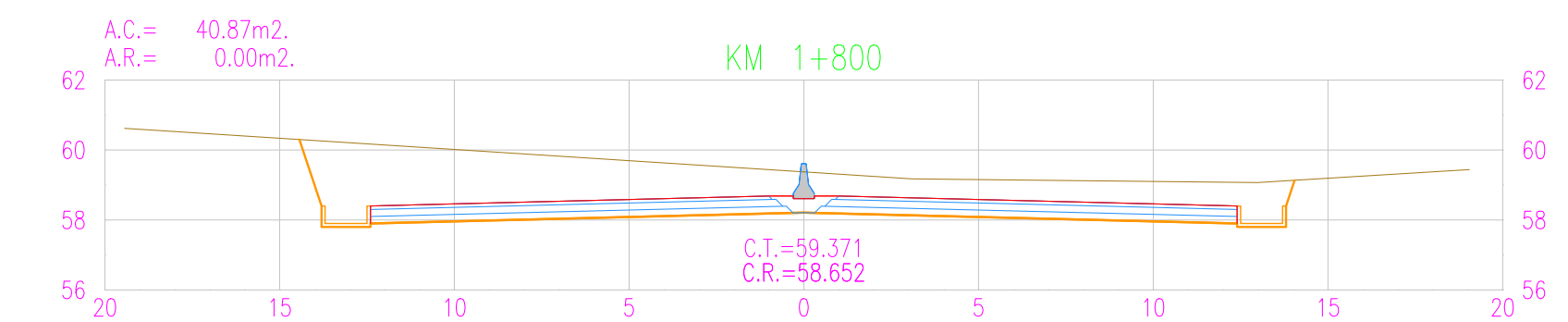
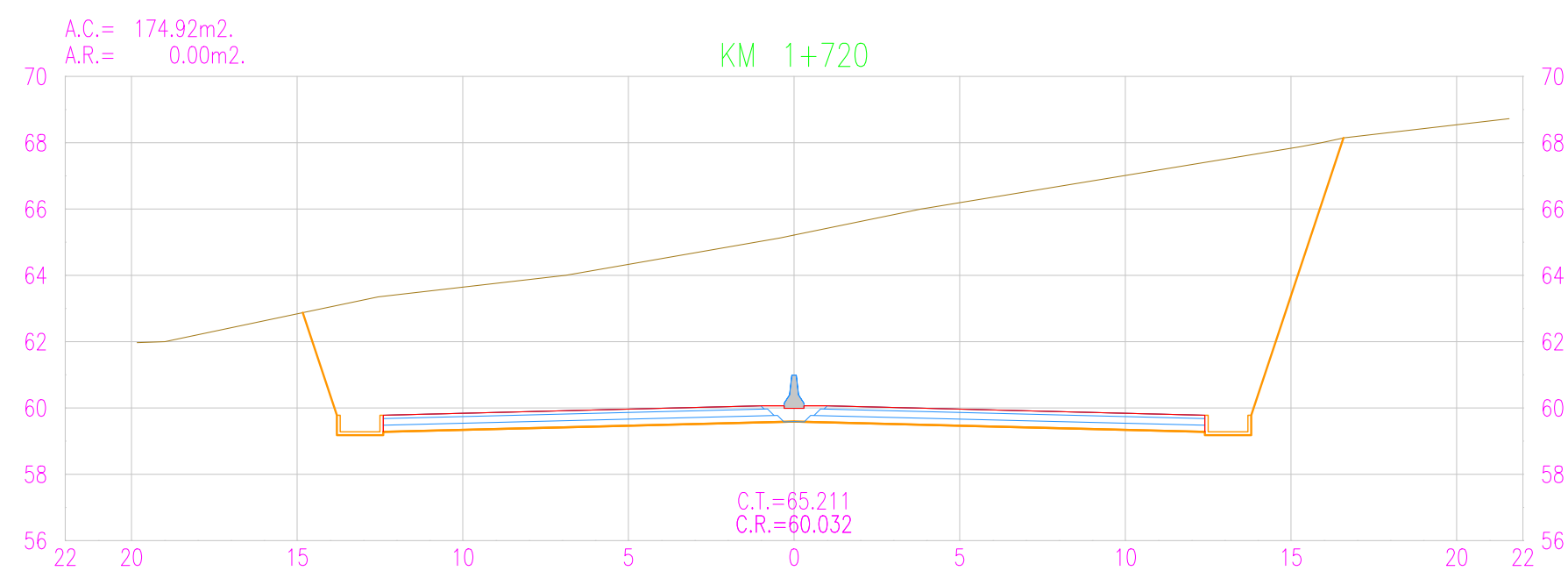
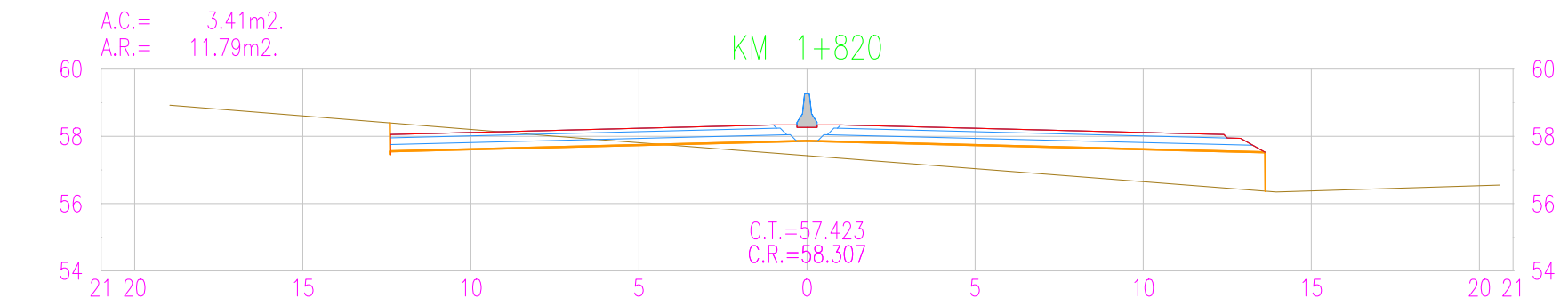
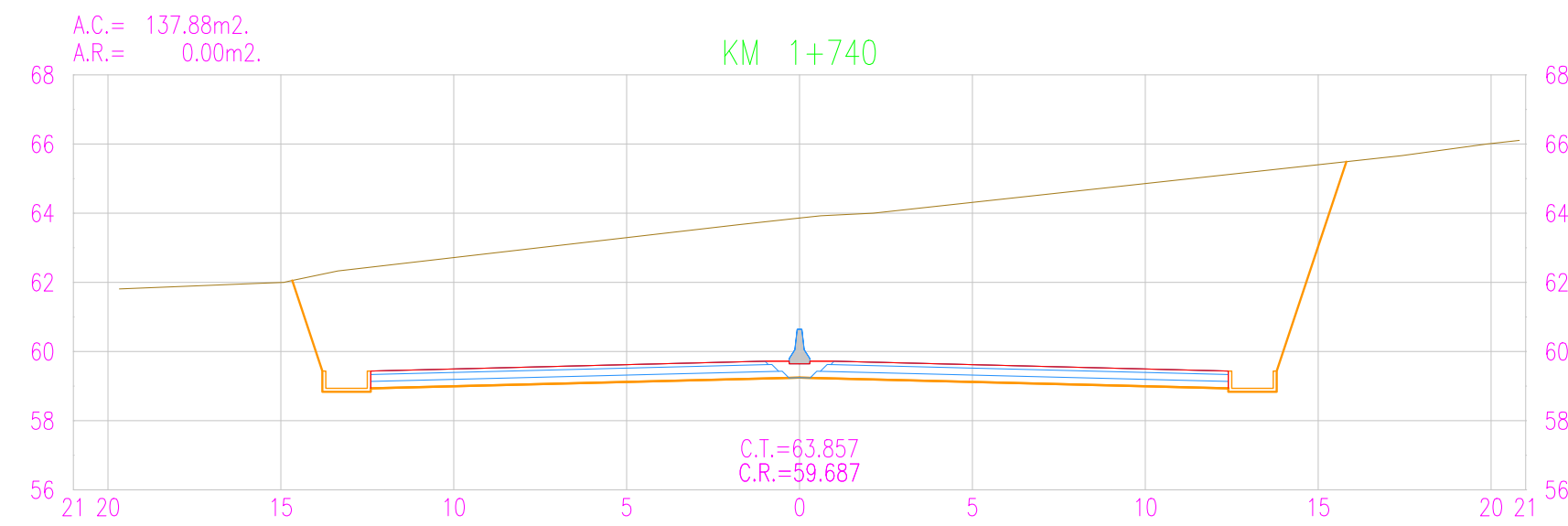


PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCOA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-15
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



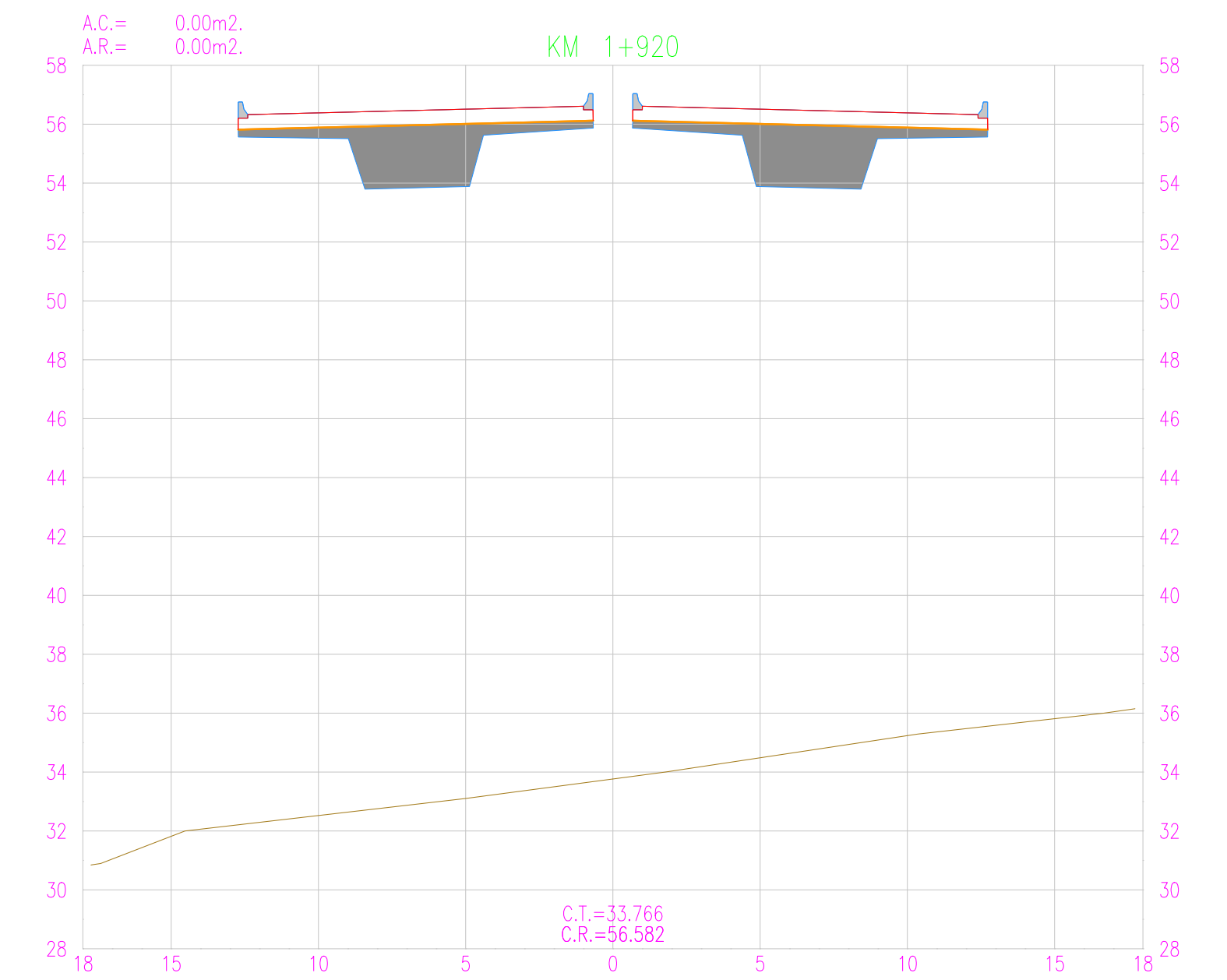
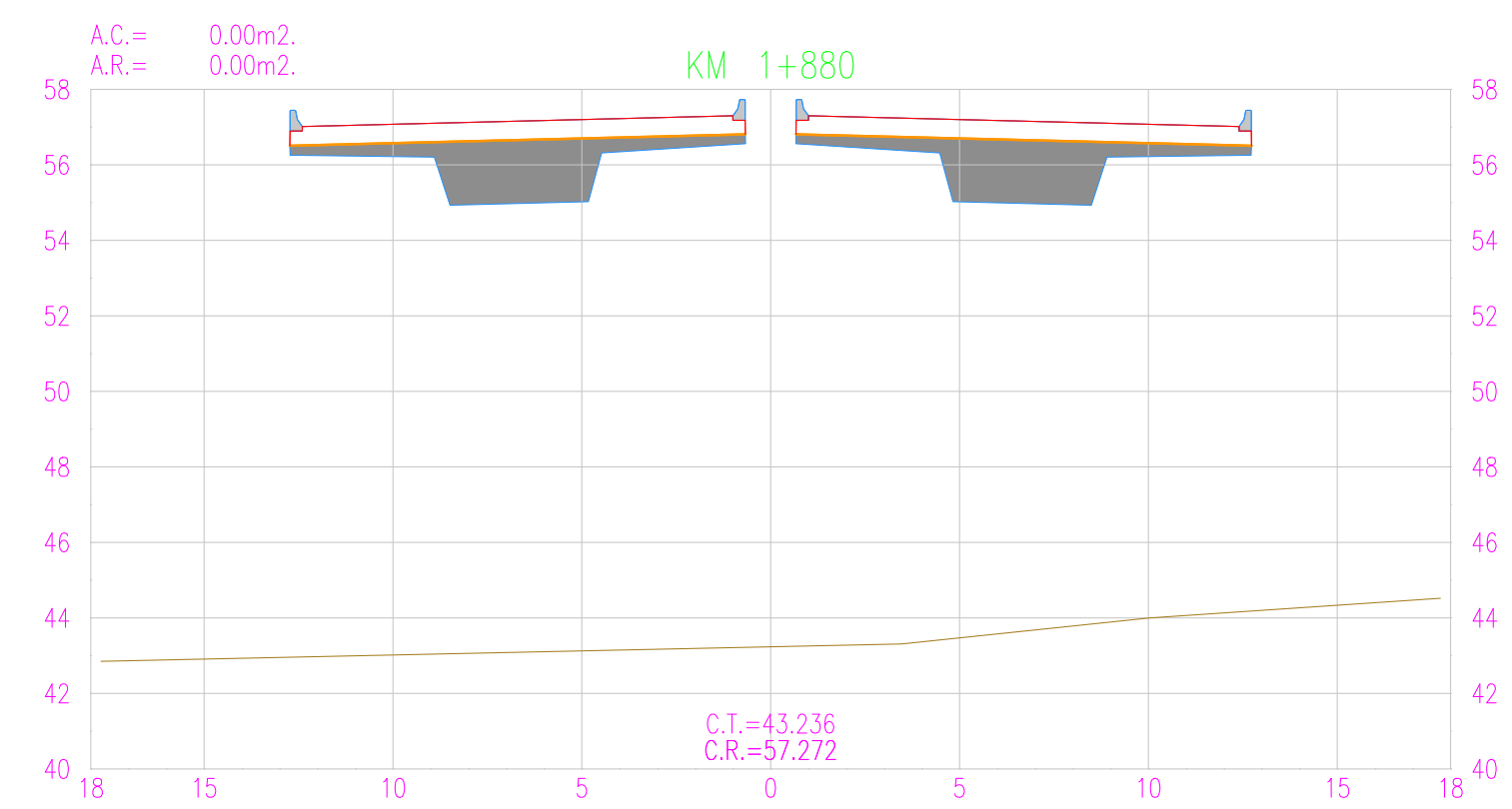
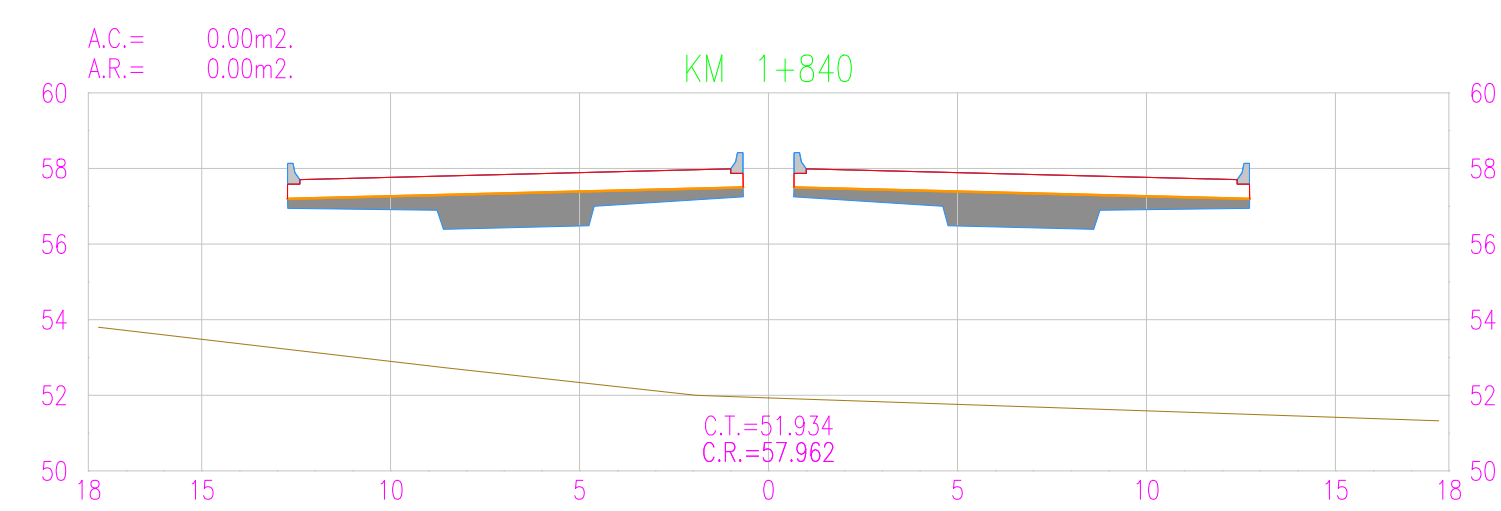
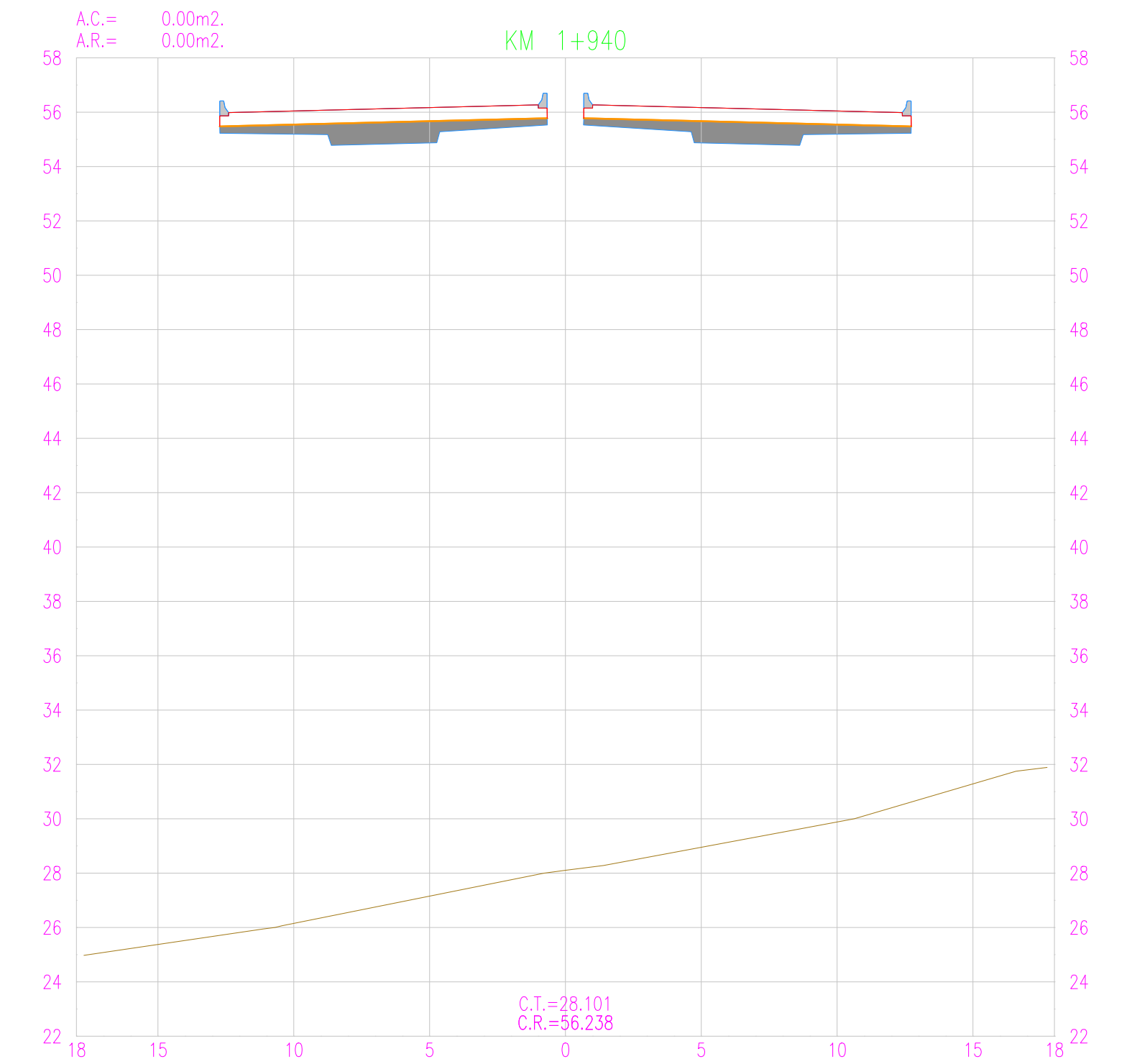
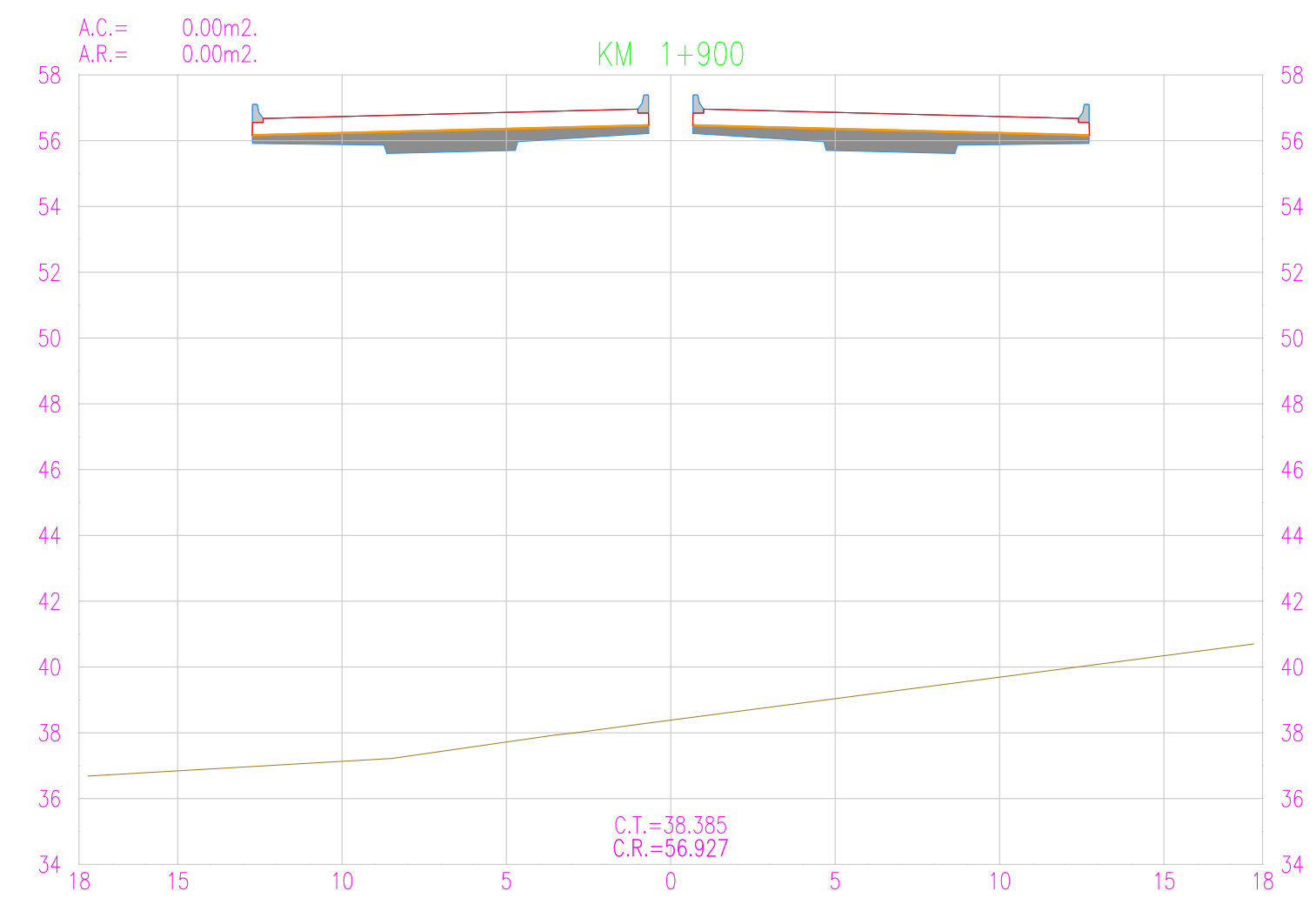
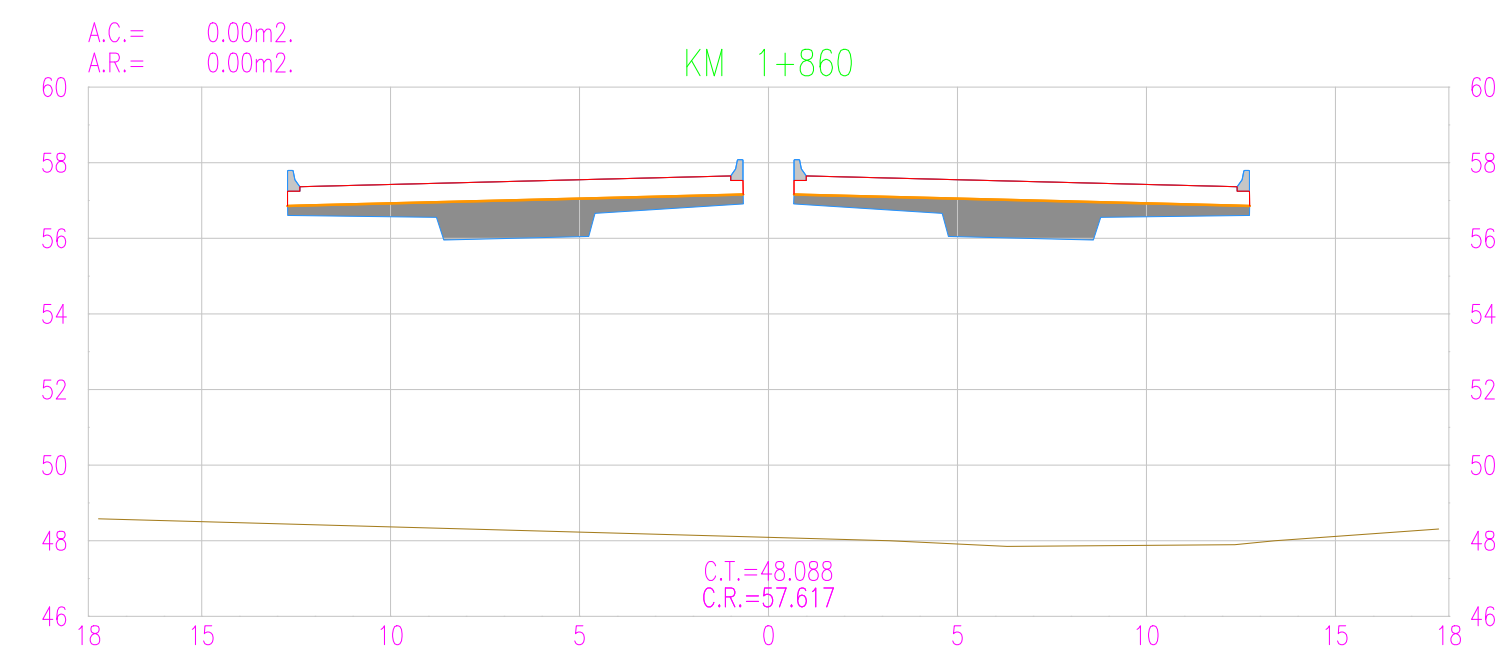


REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

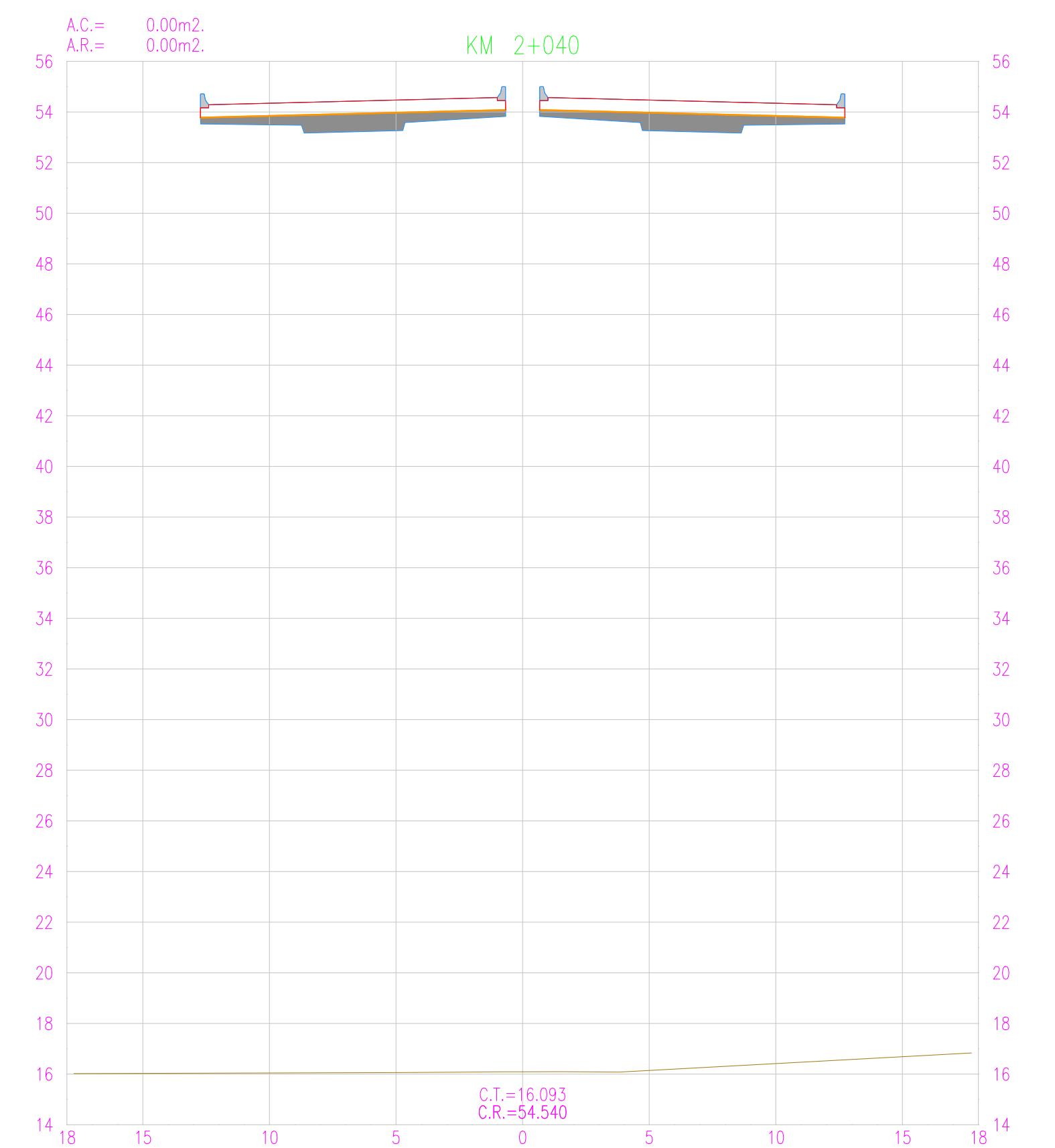
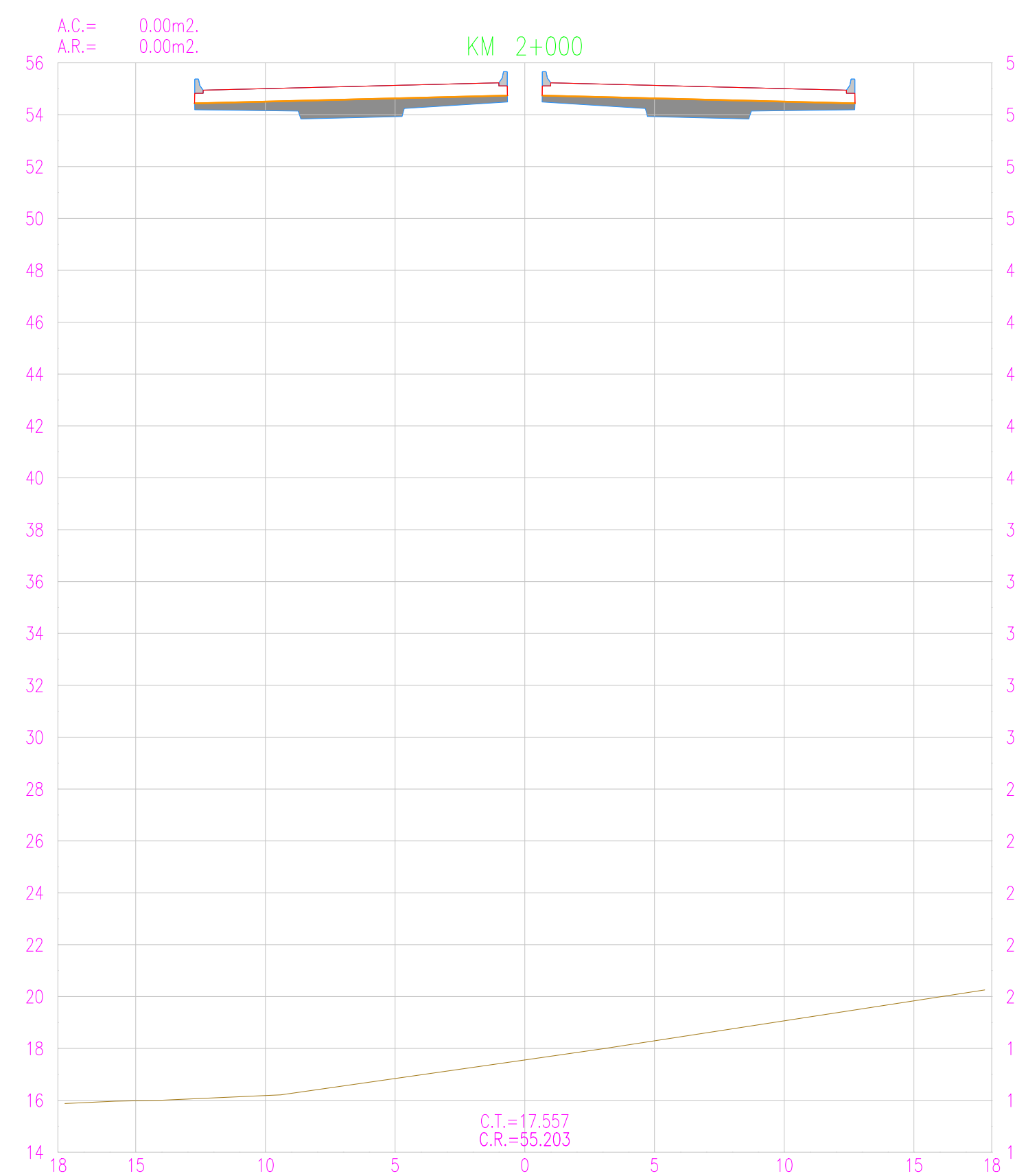
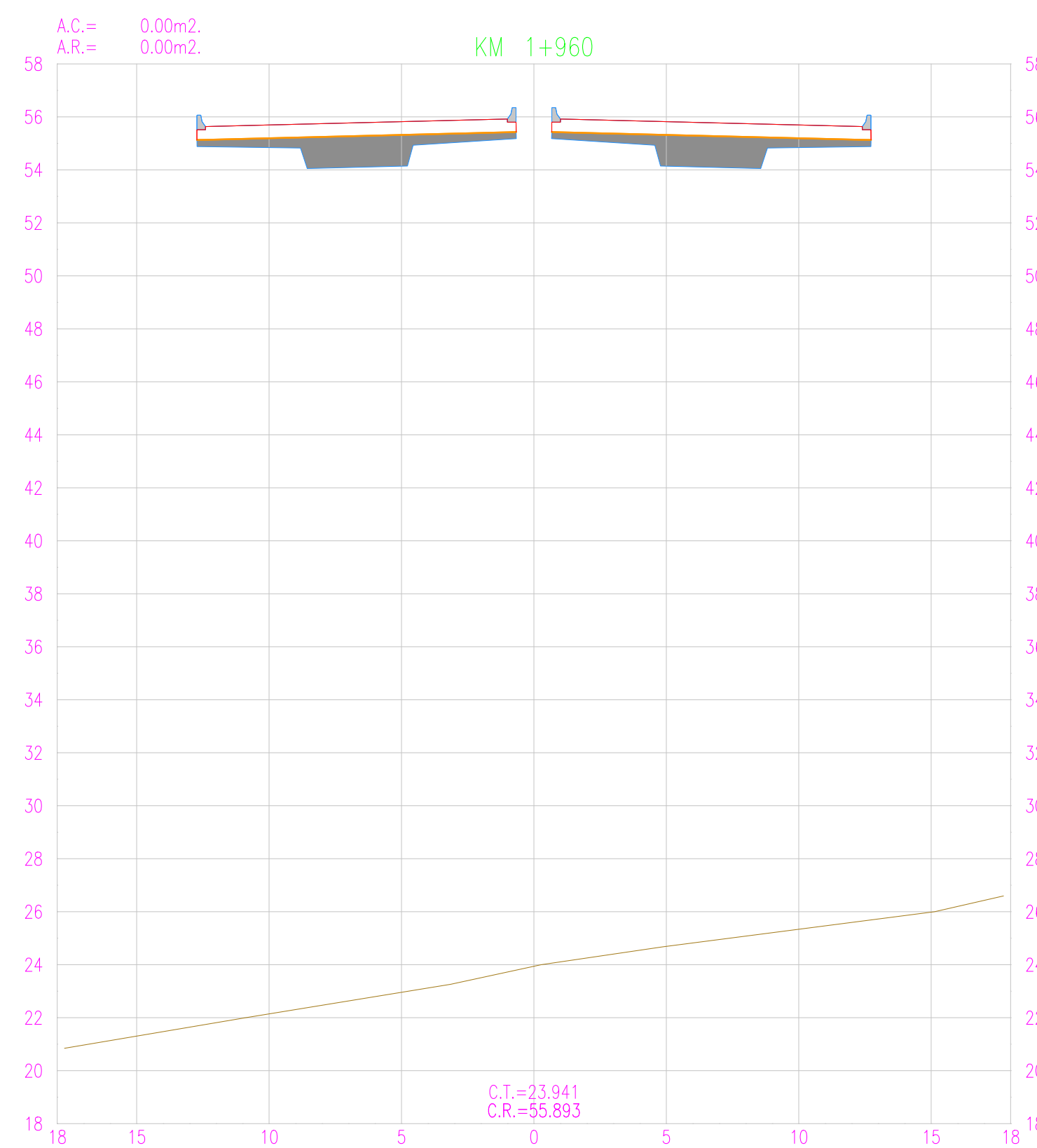
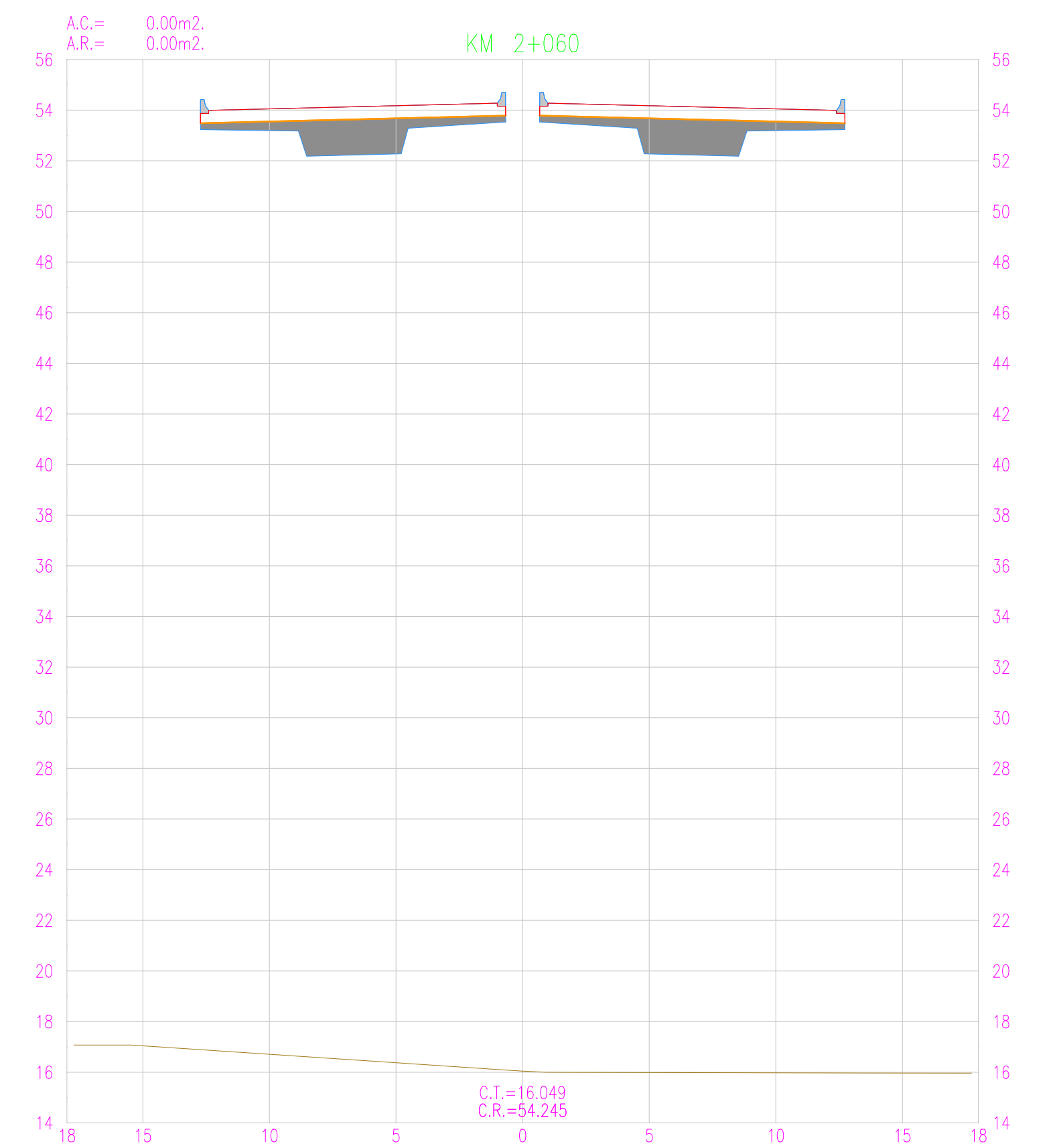
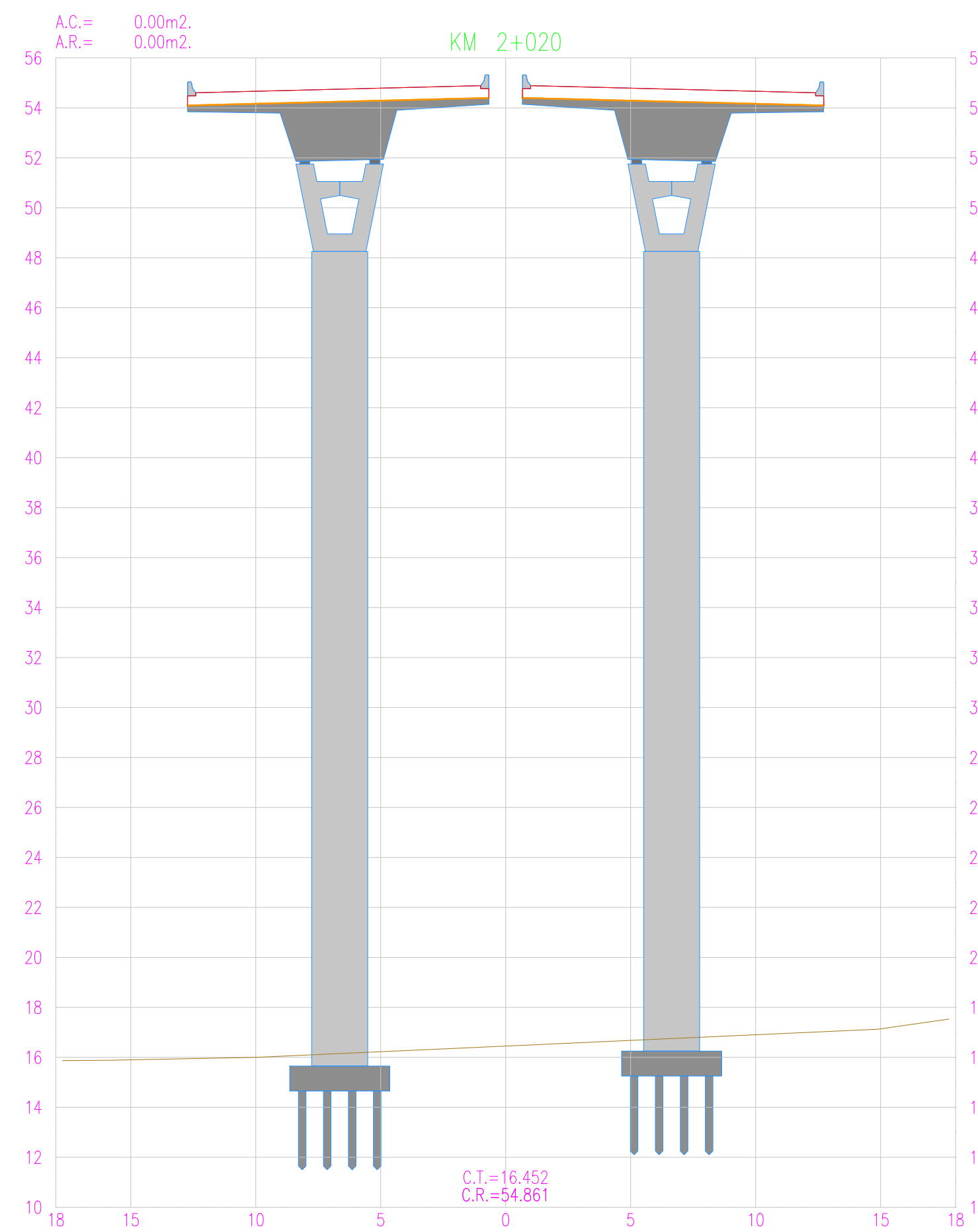
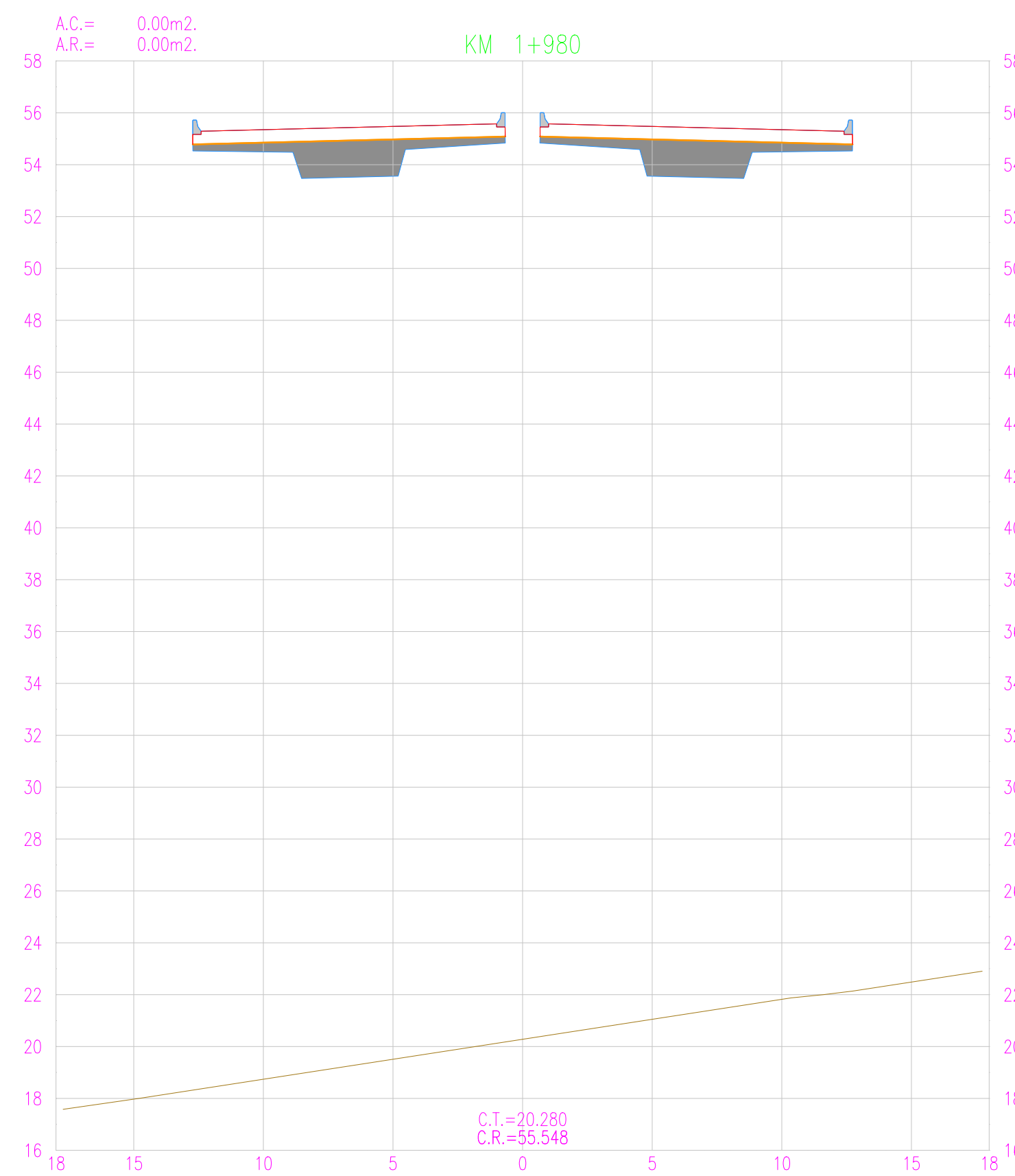


REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		





REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ROHACON CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudio:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abuj.:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

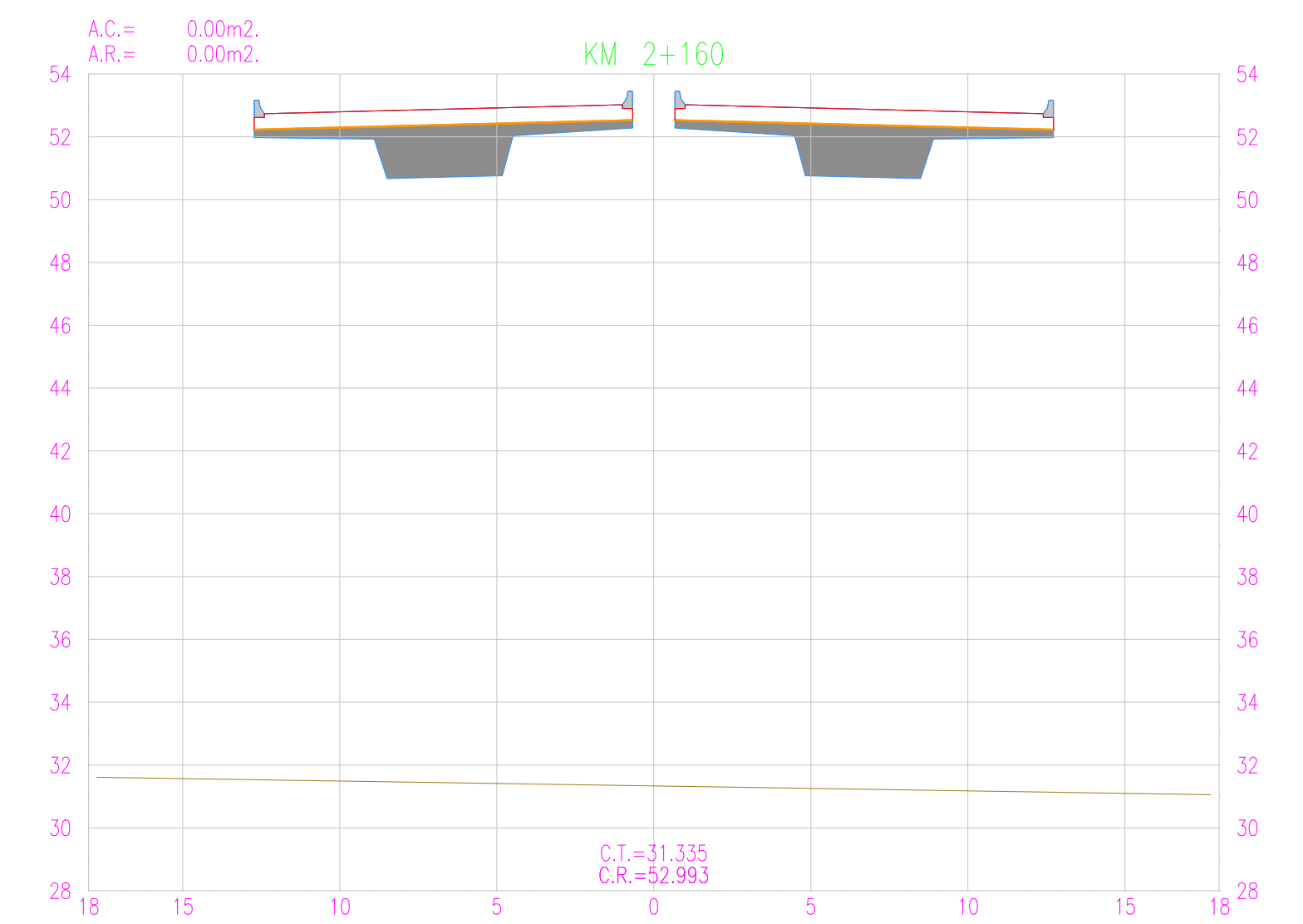
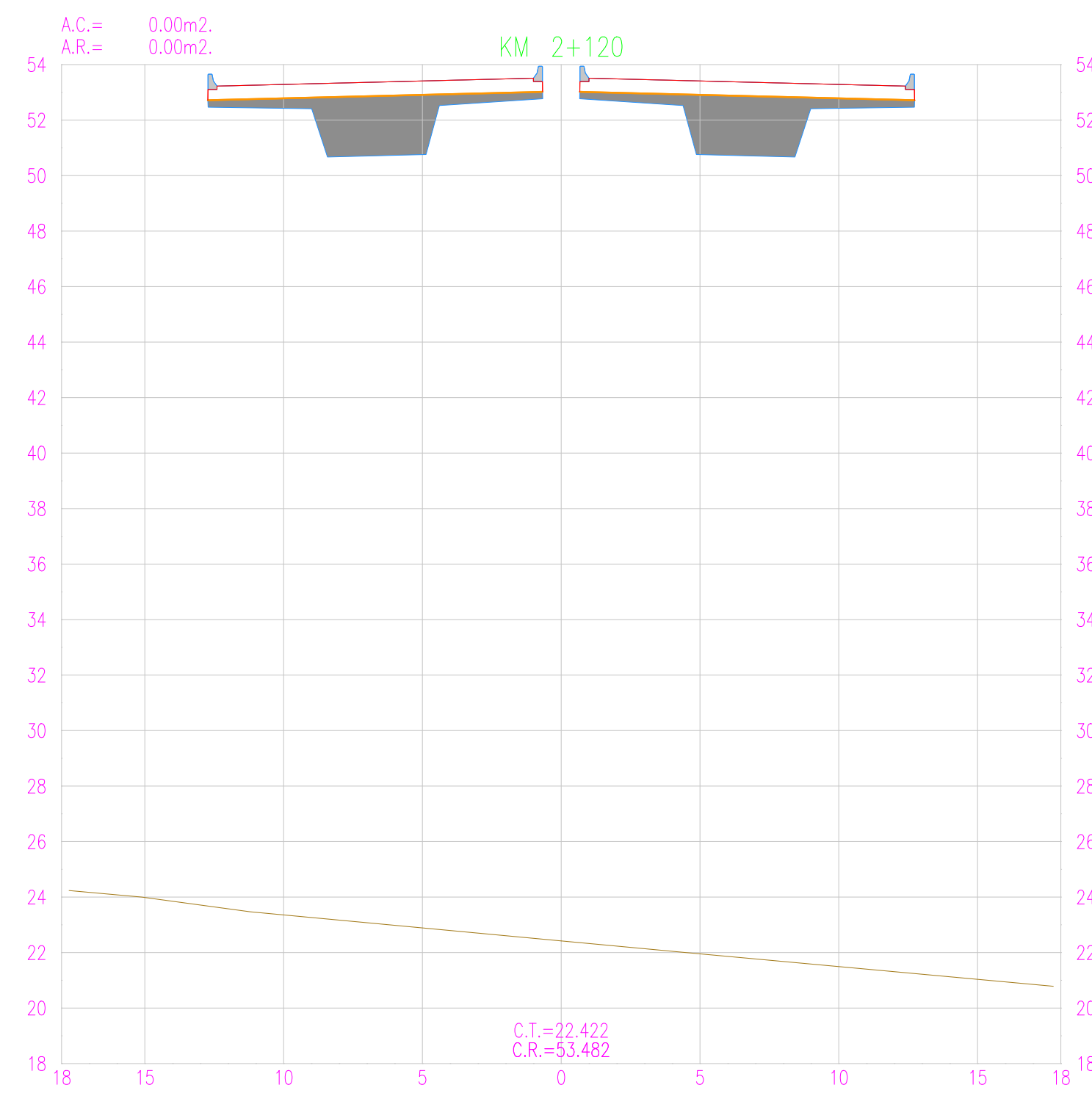
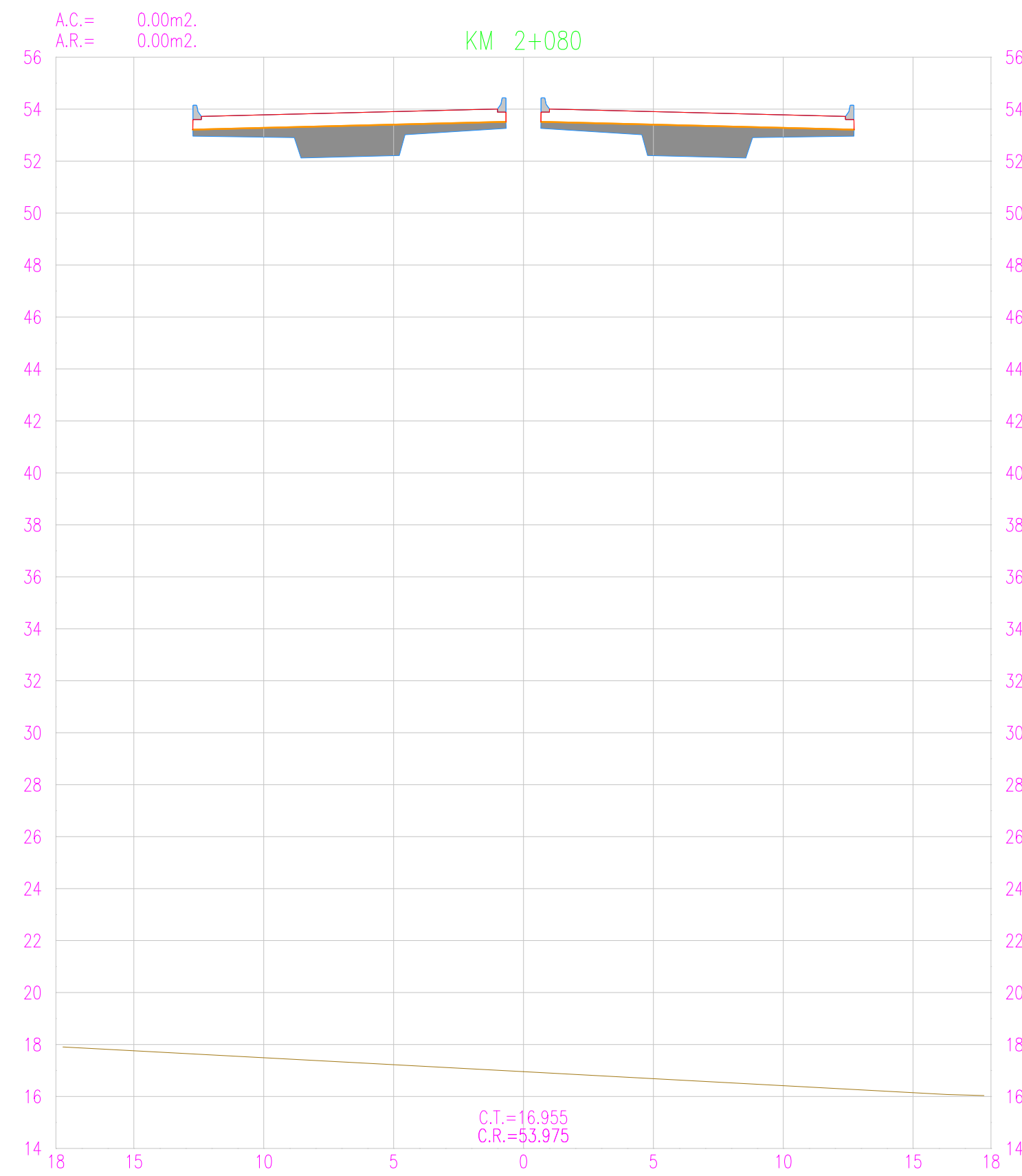
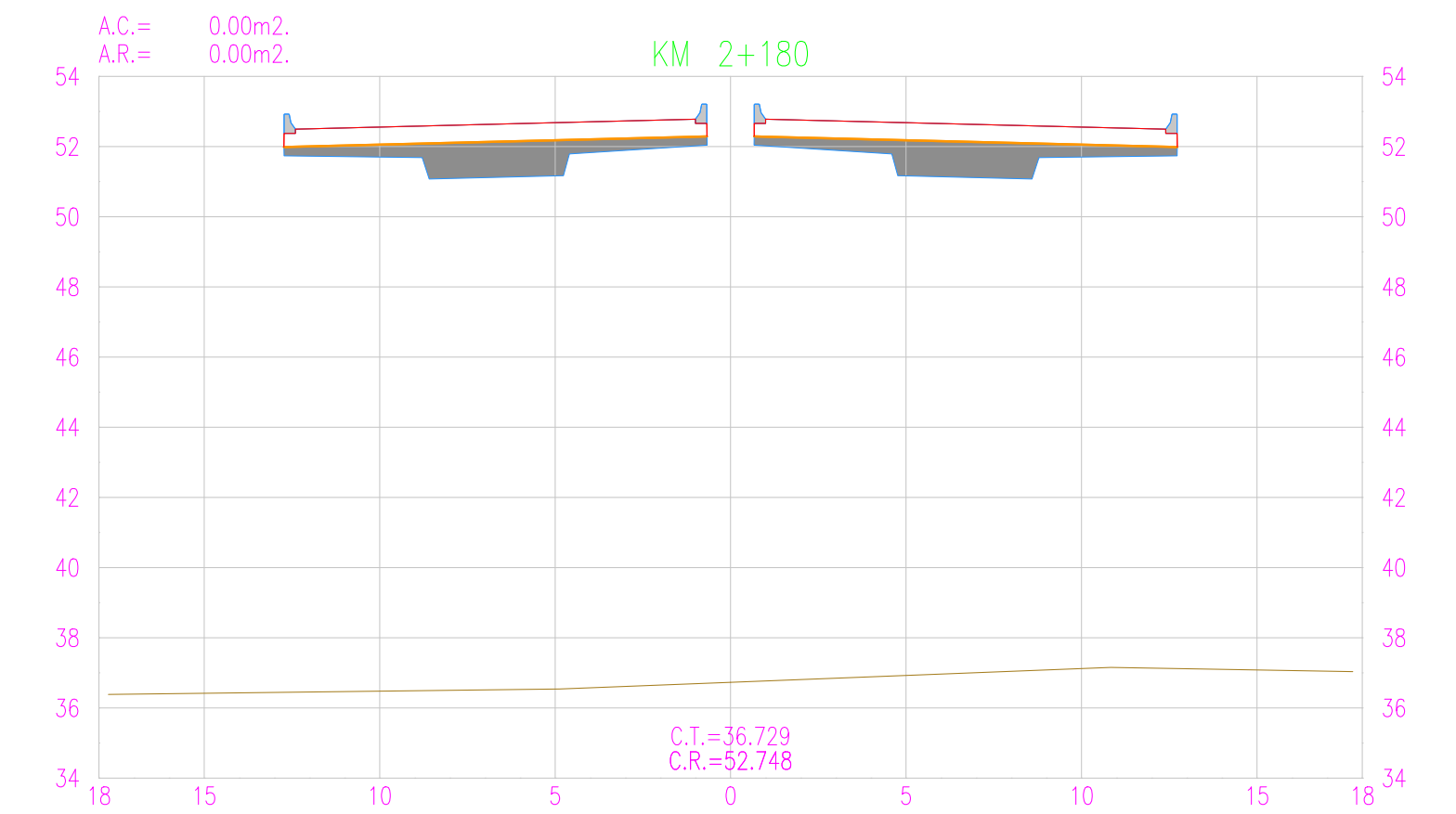
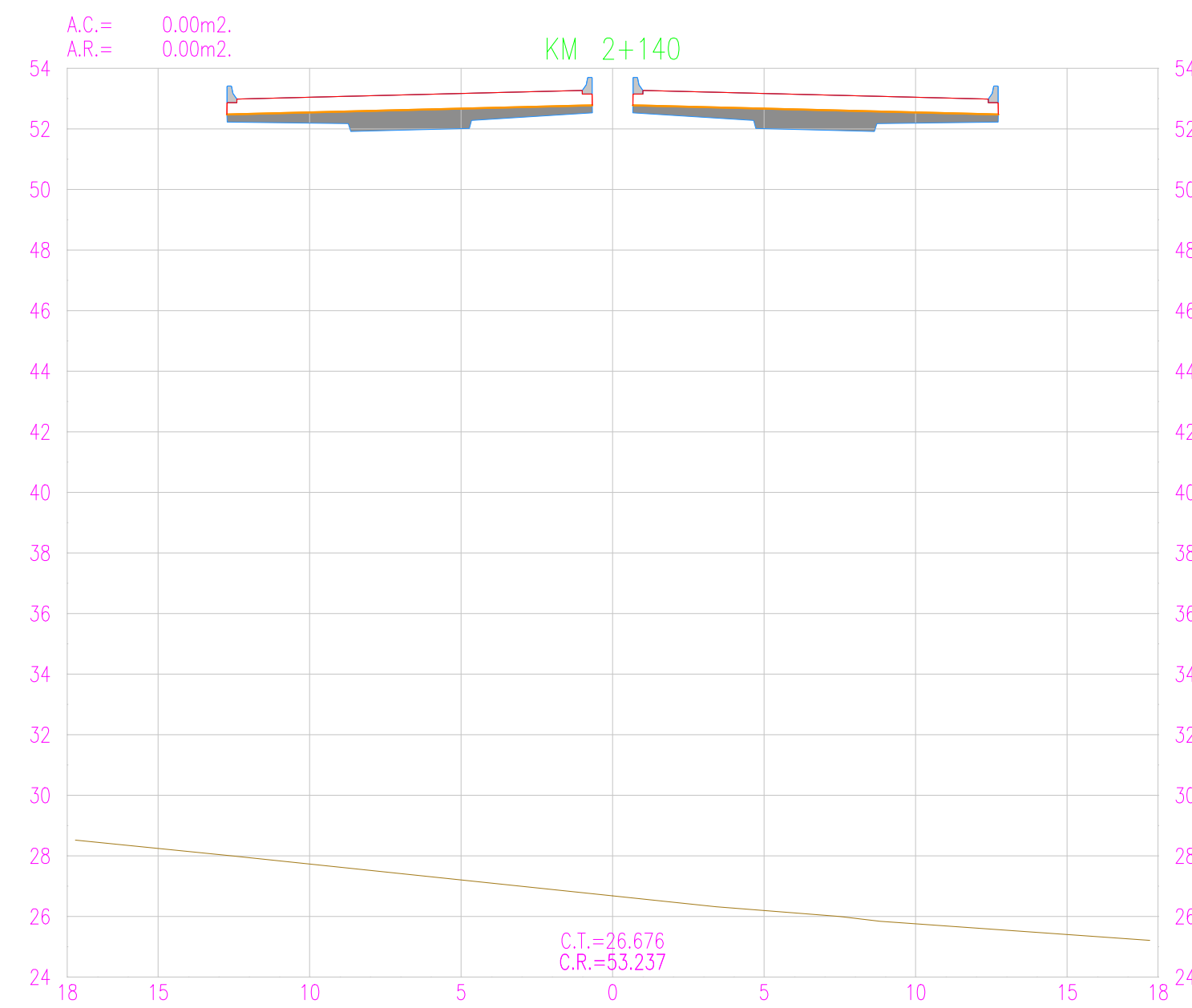
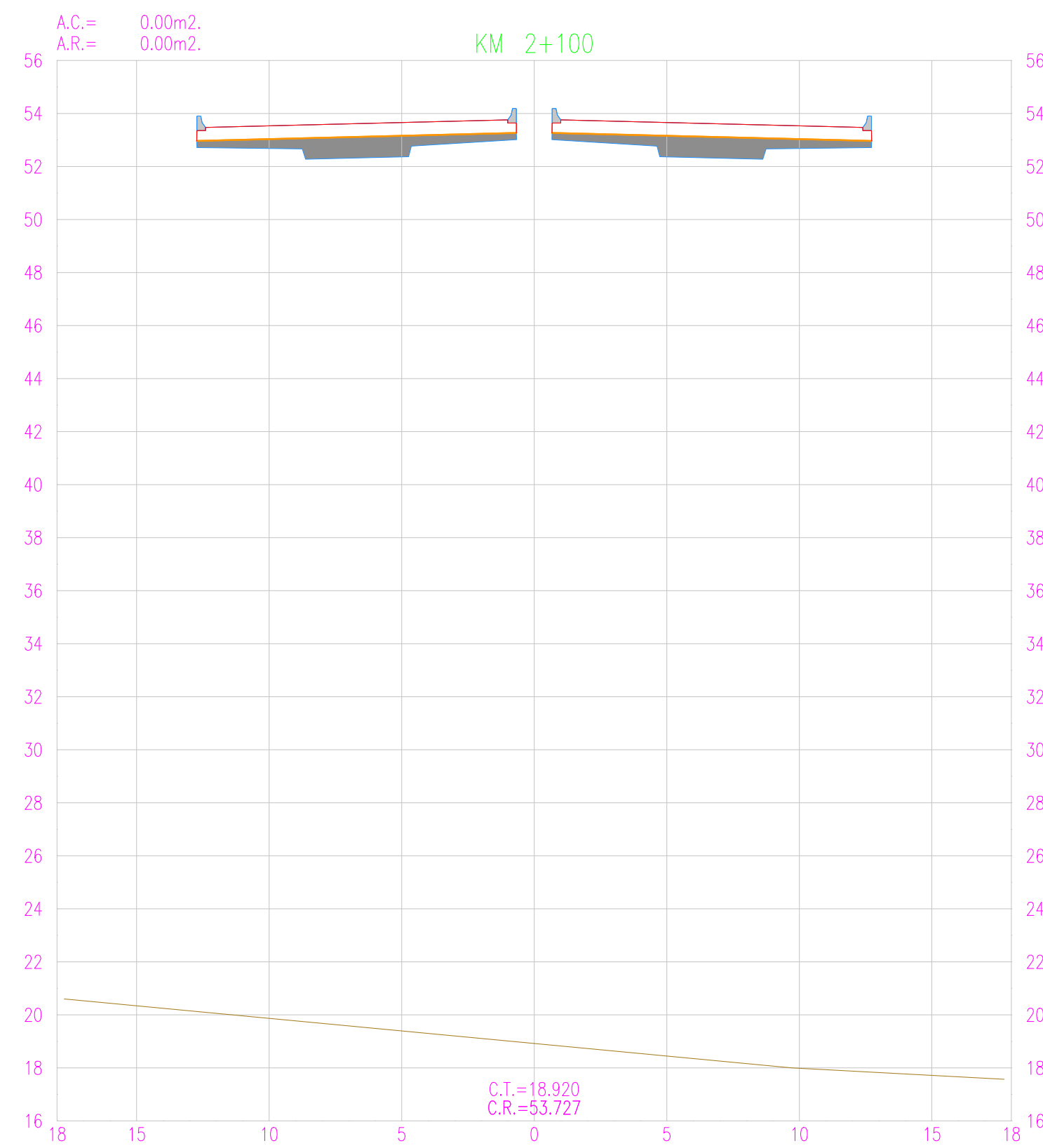
ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200

ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400

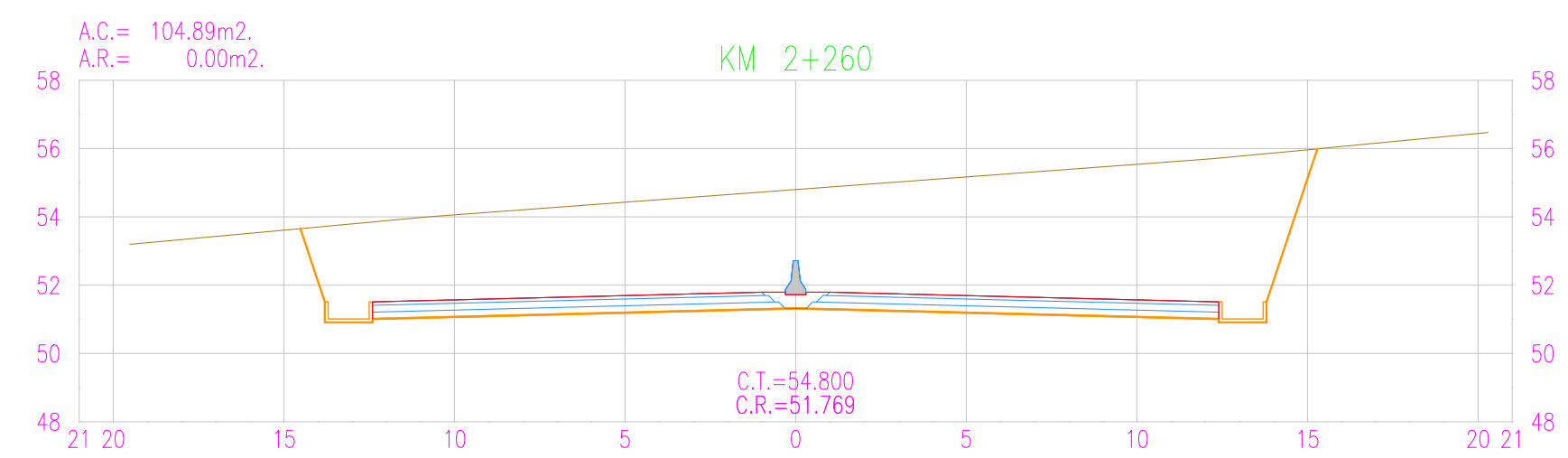
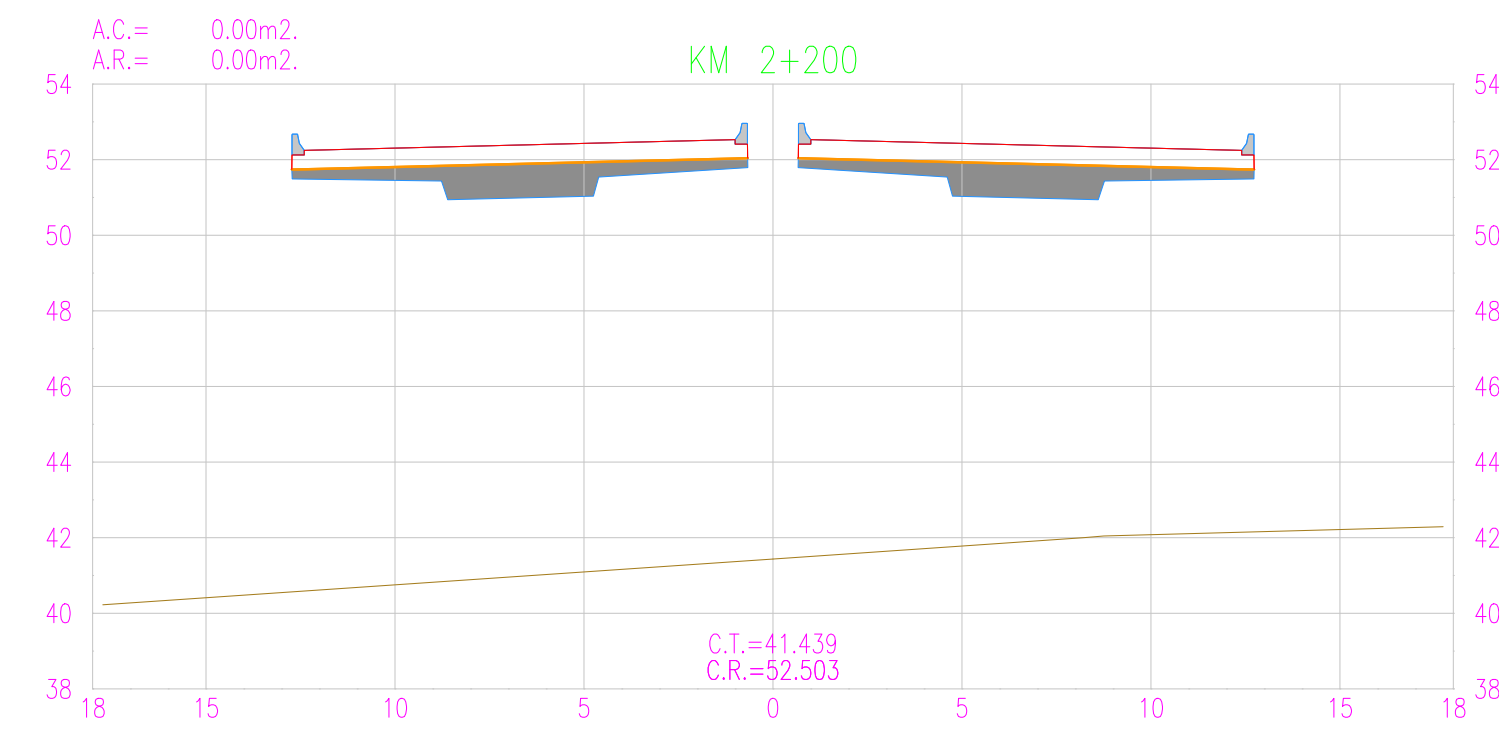
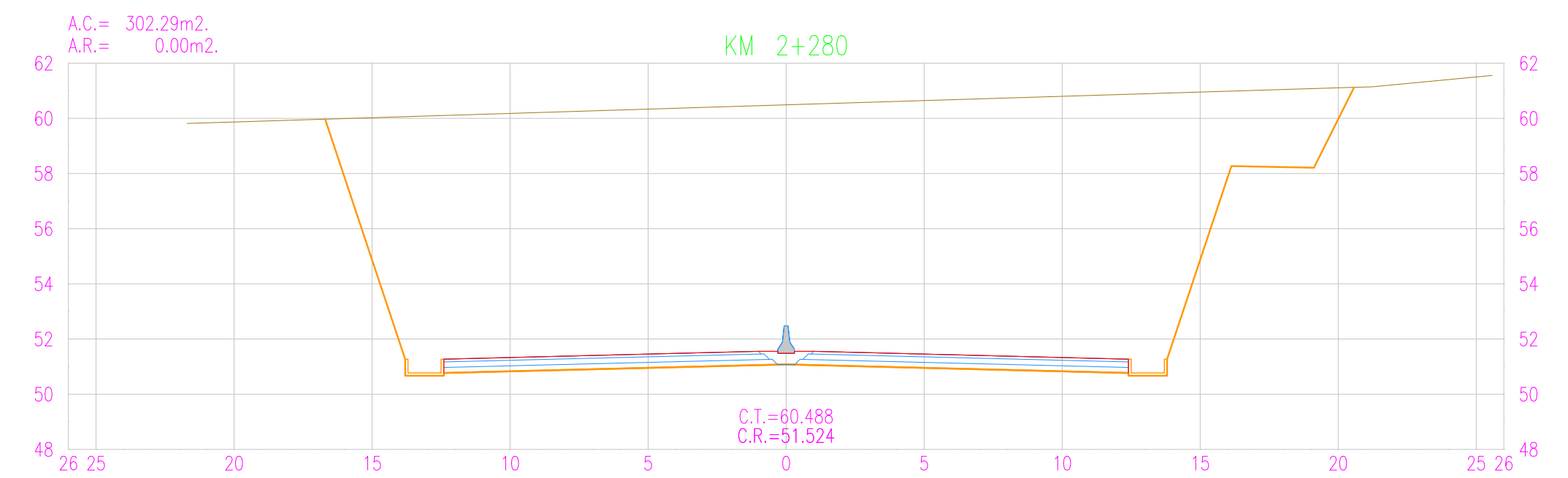
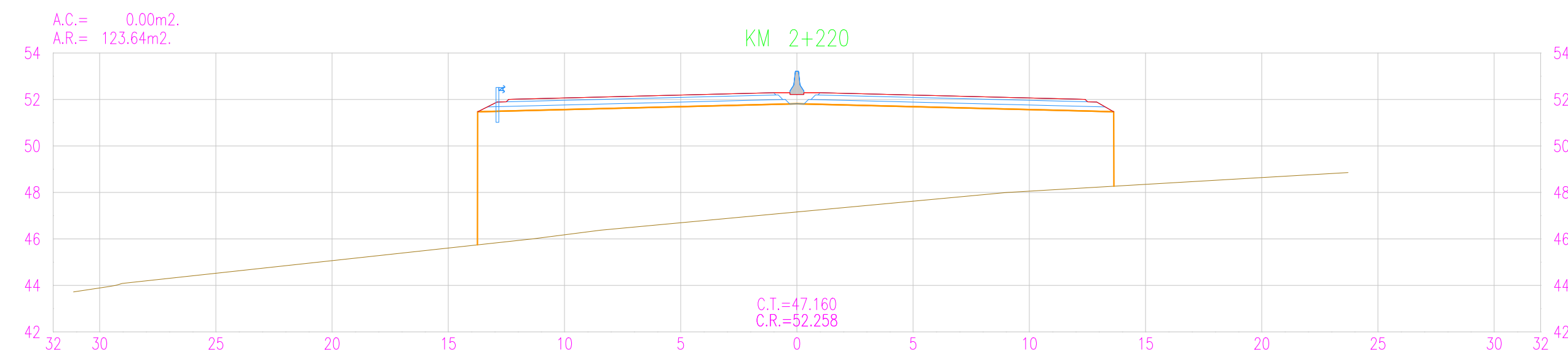
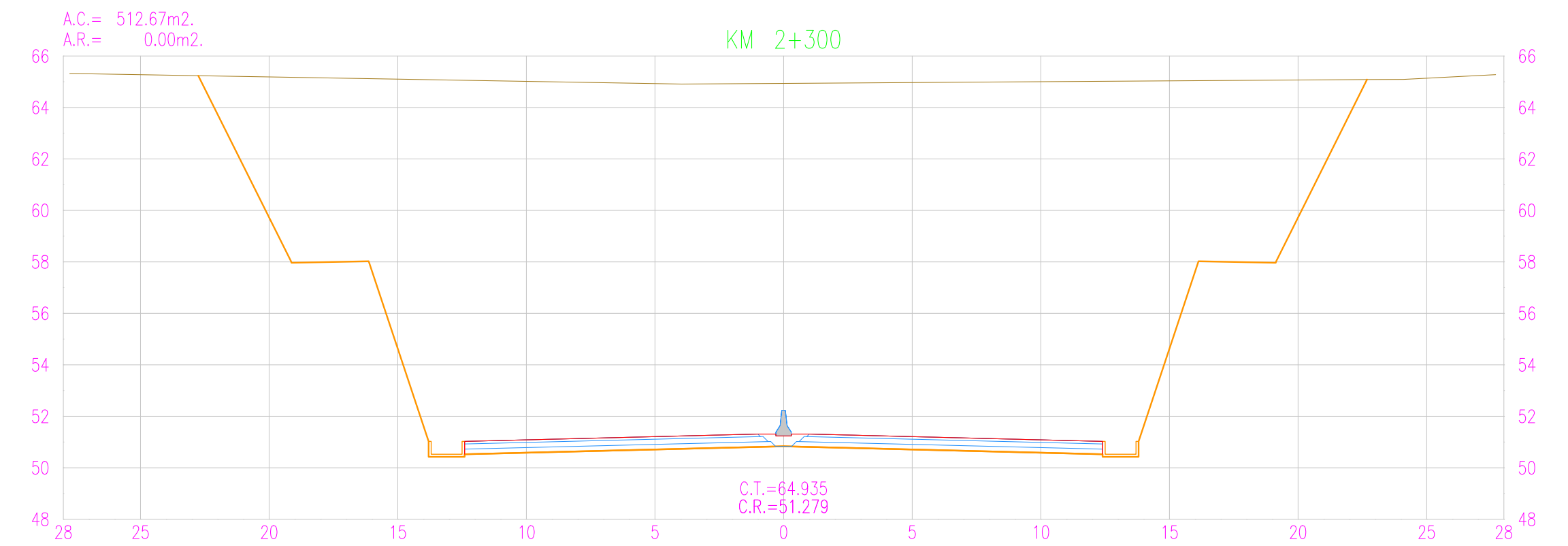
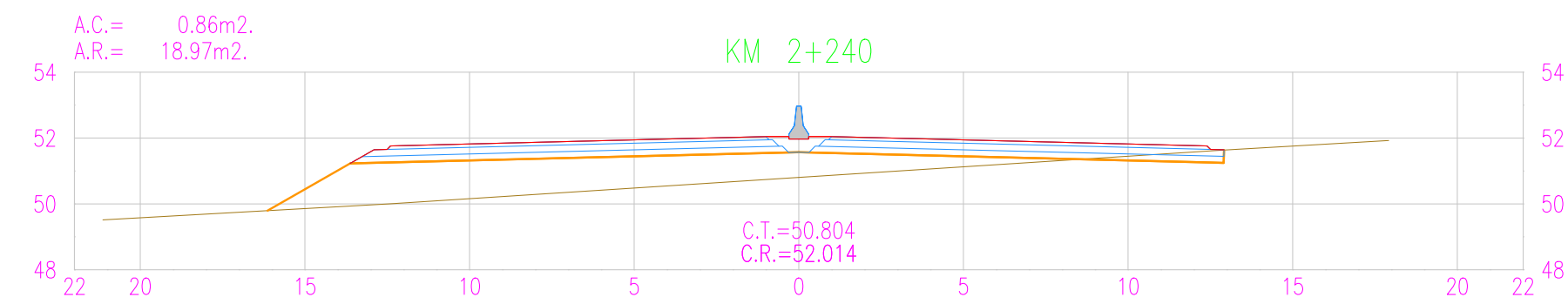
PLANO:

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 1+960 AL Km 2+060

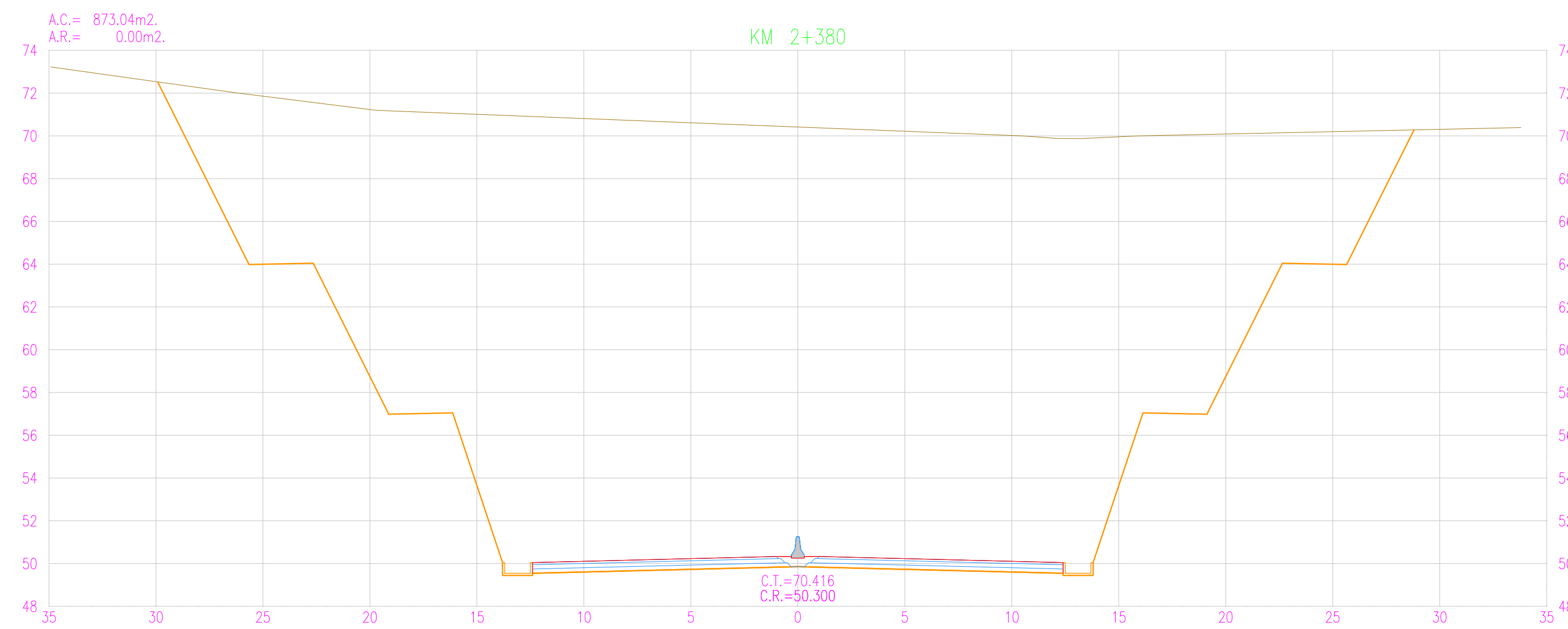
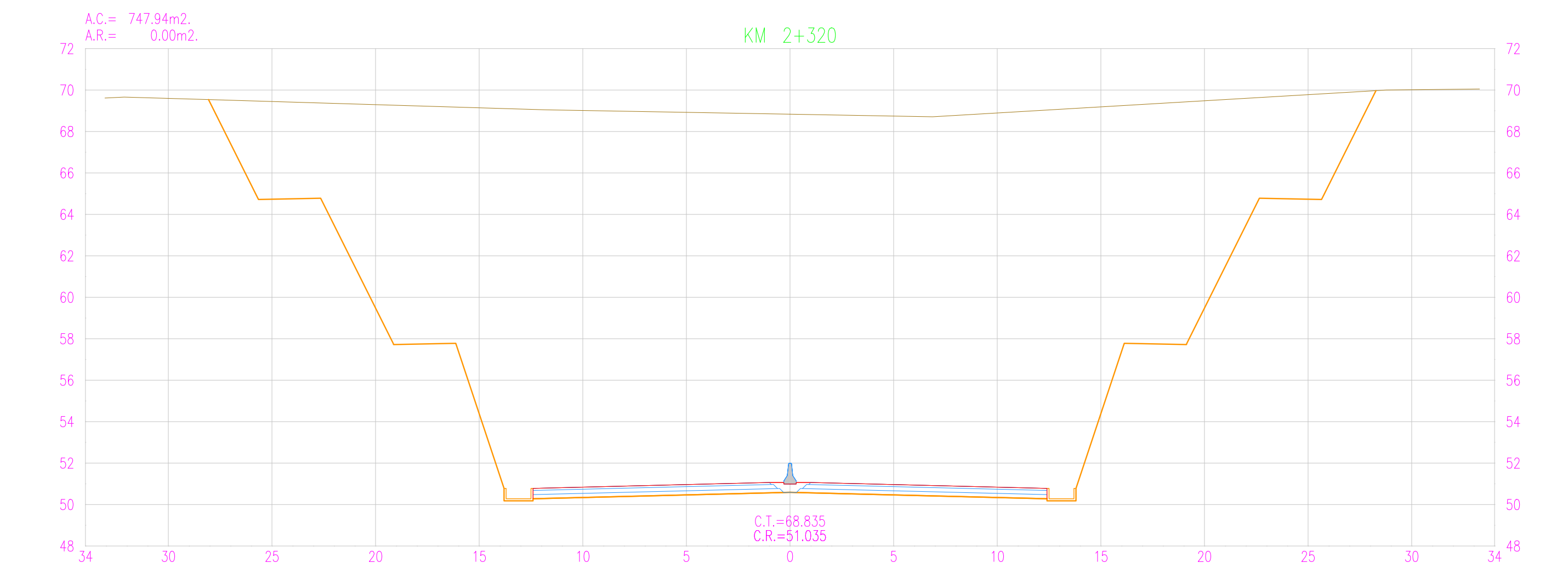
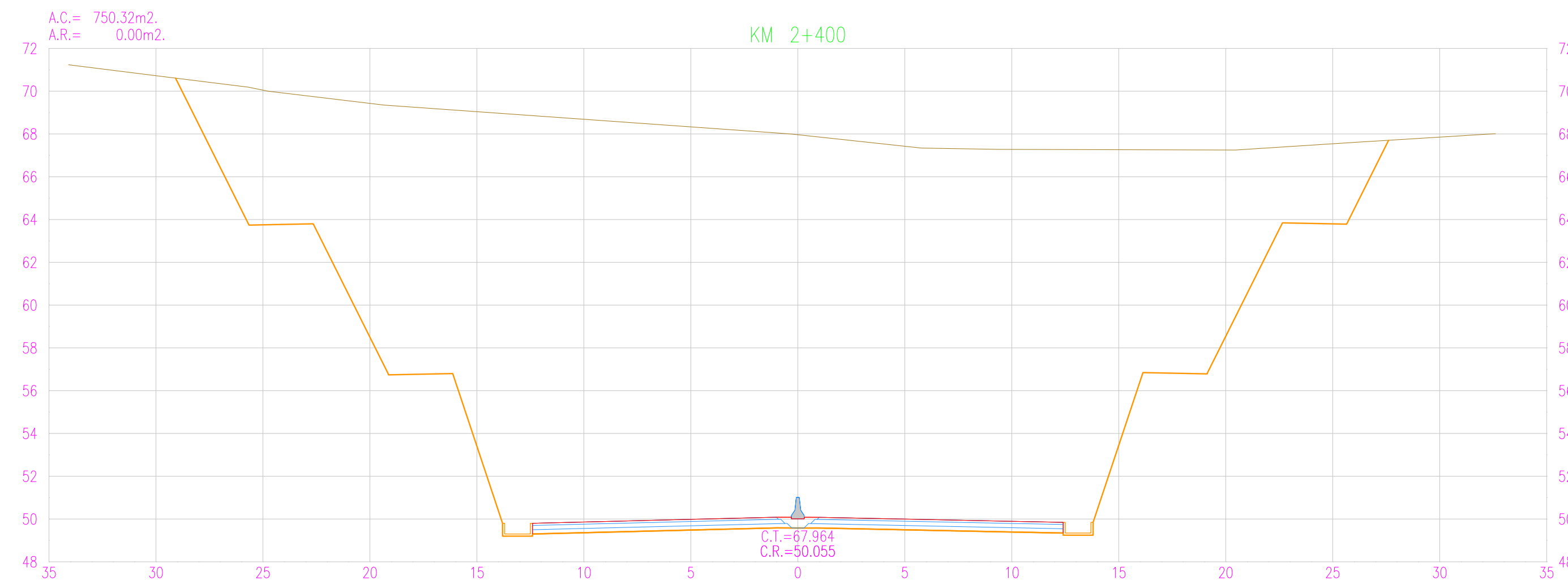
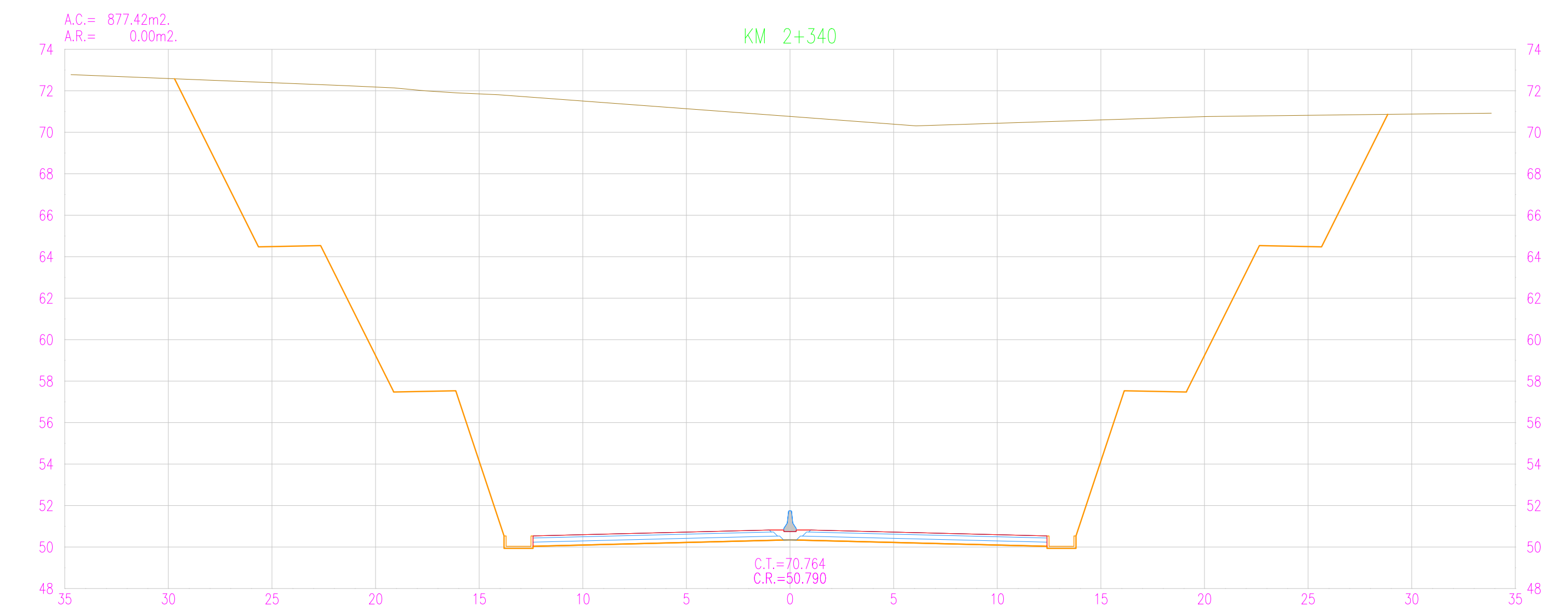
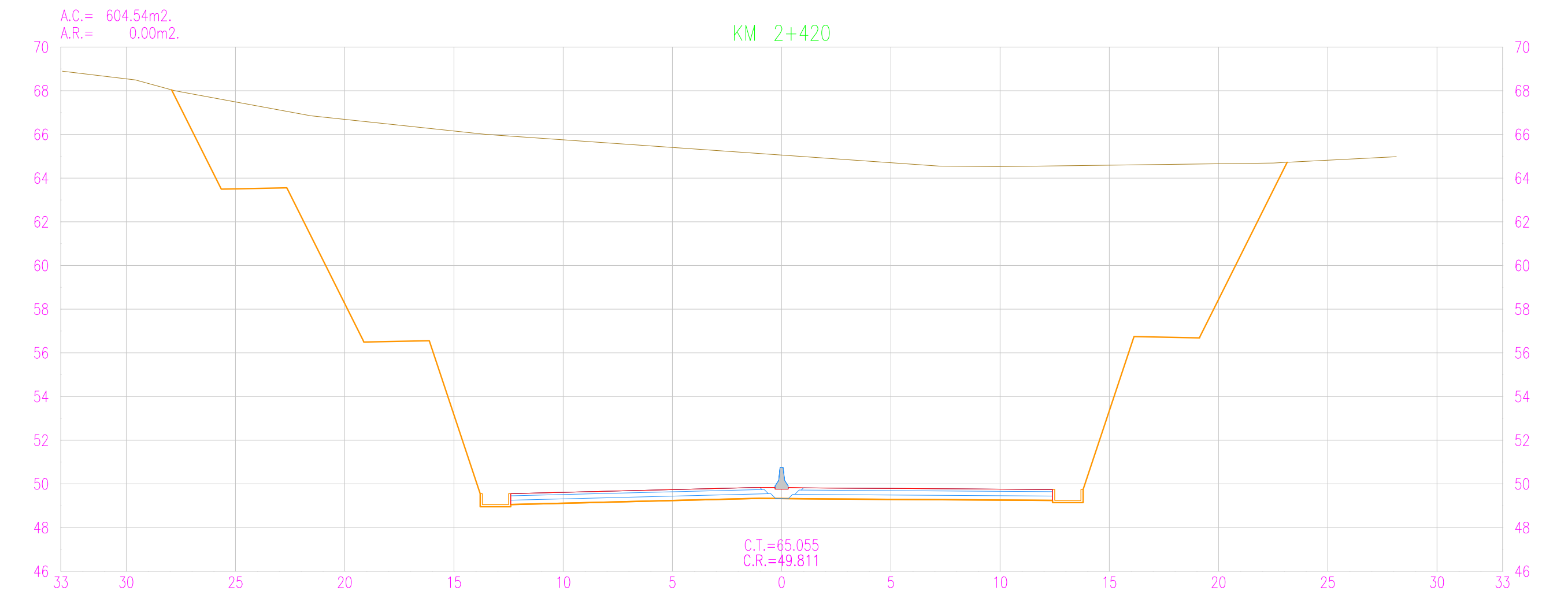
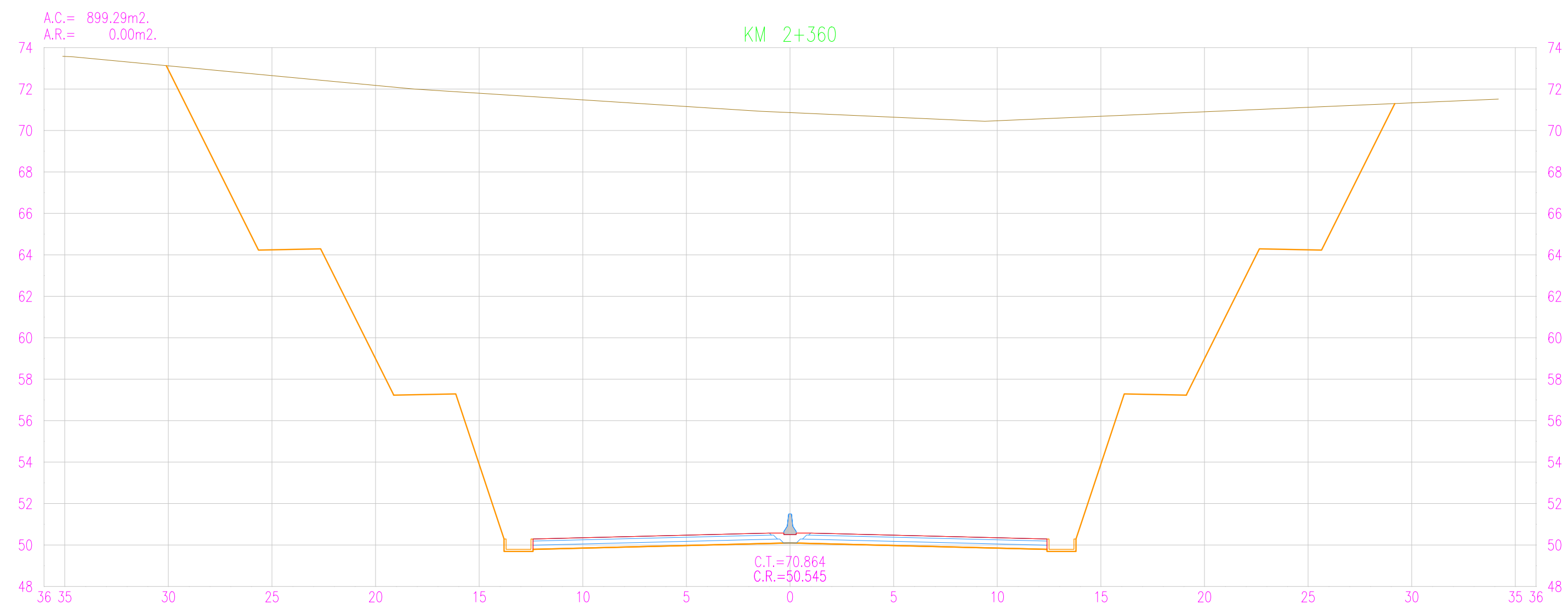
ST-20



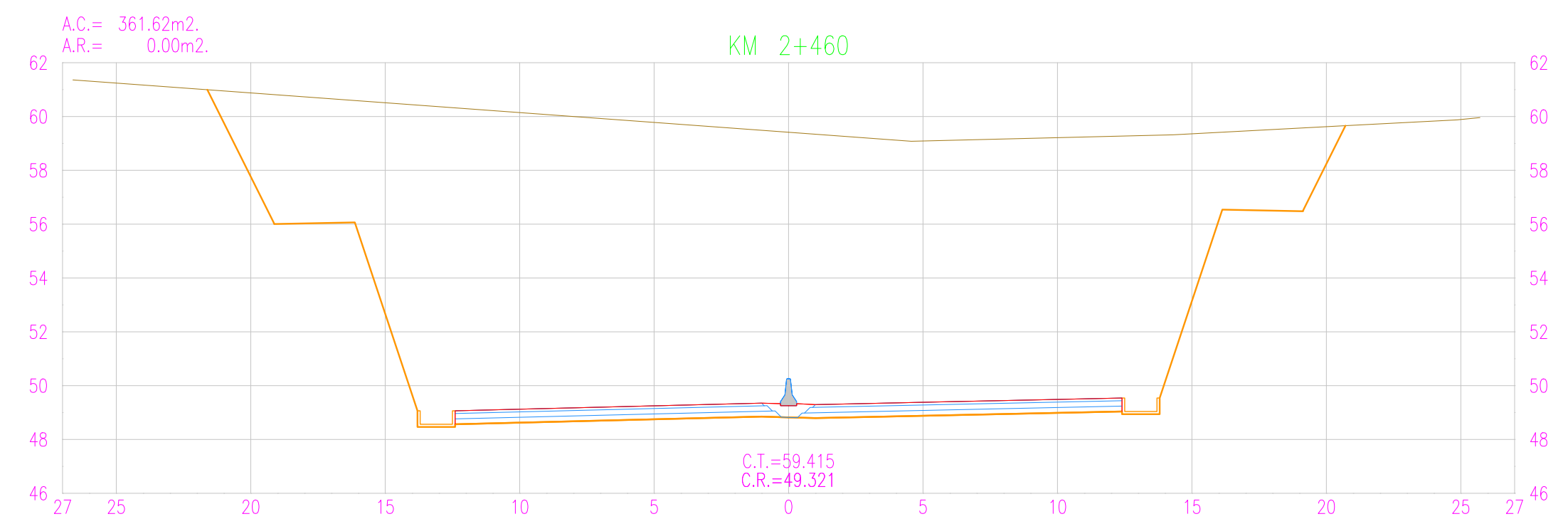
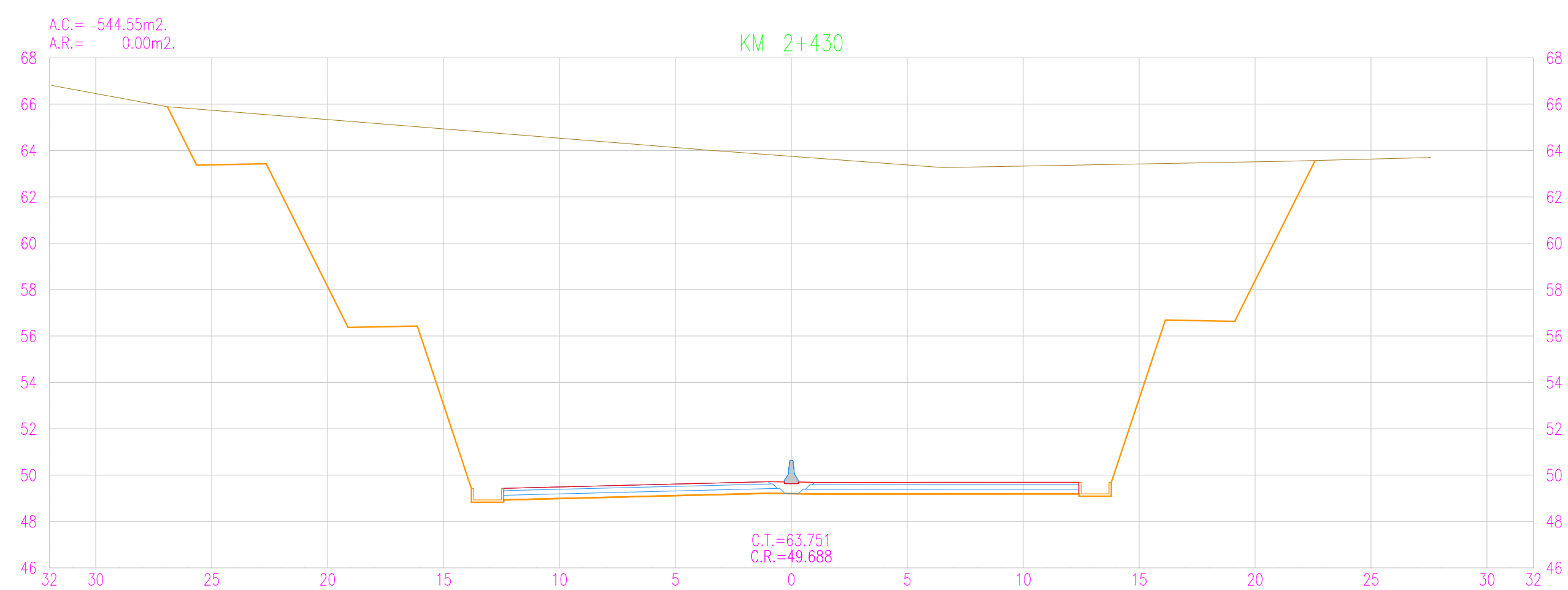
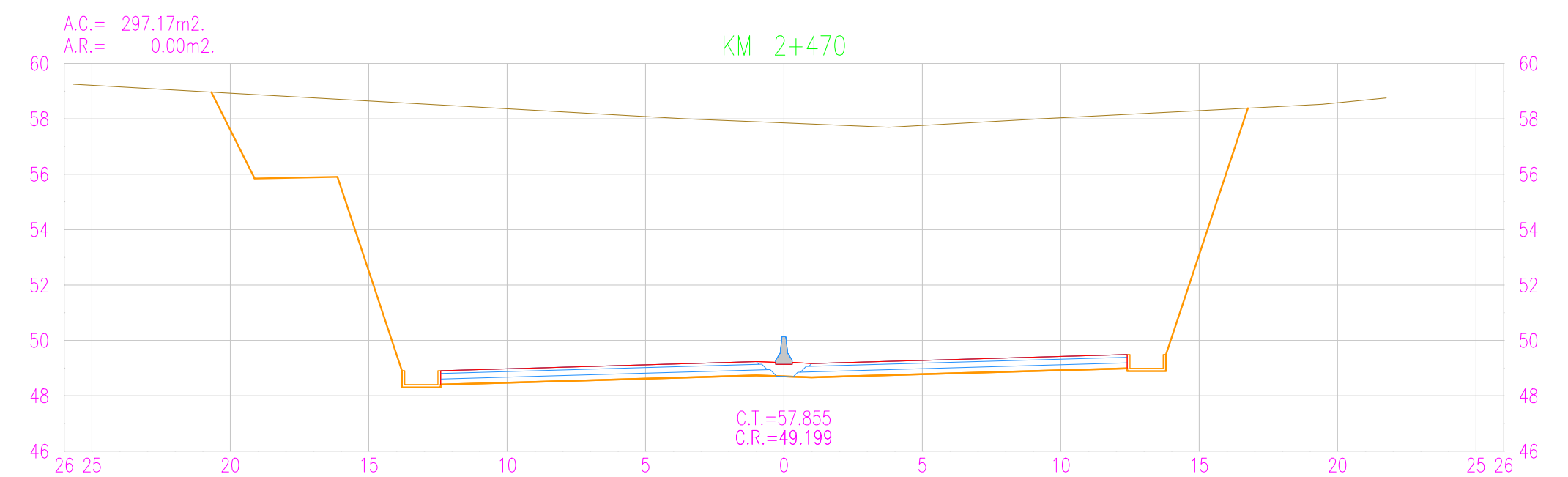
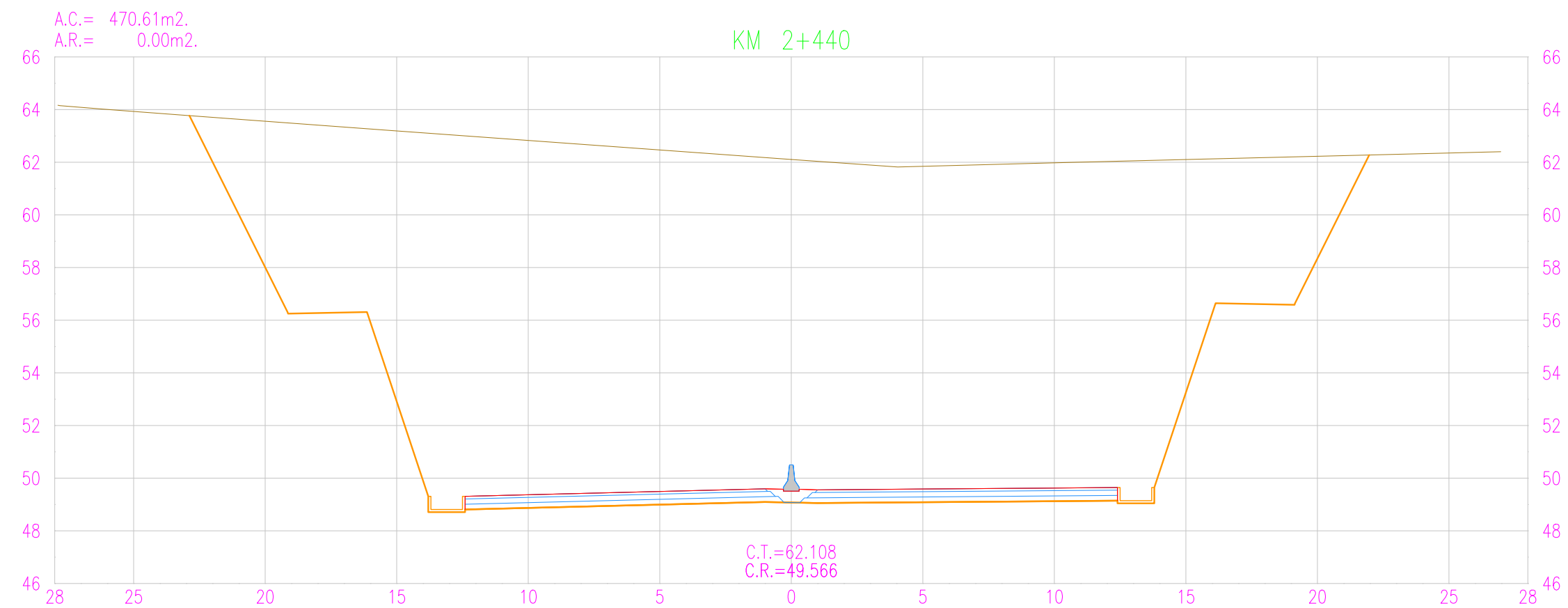
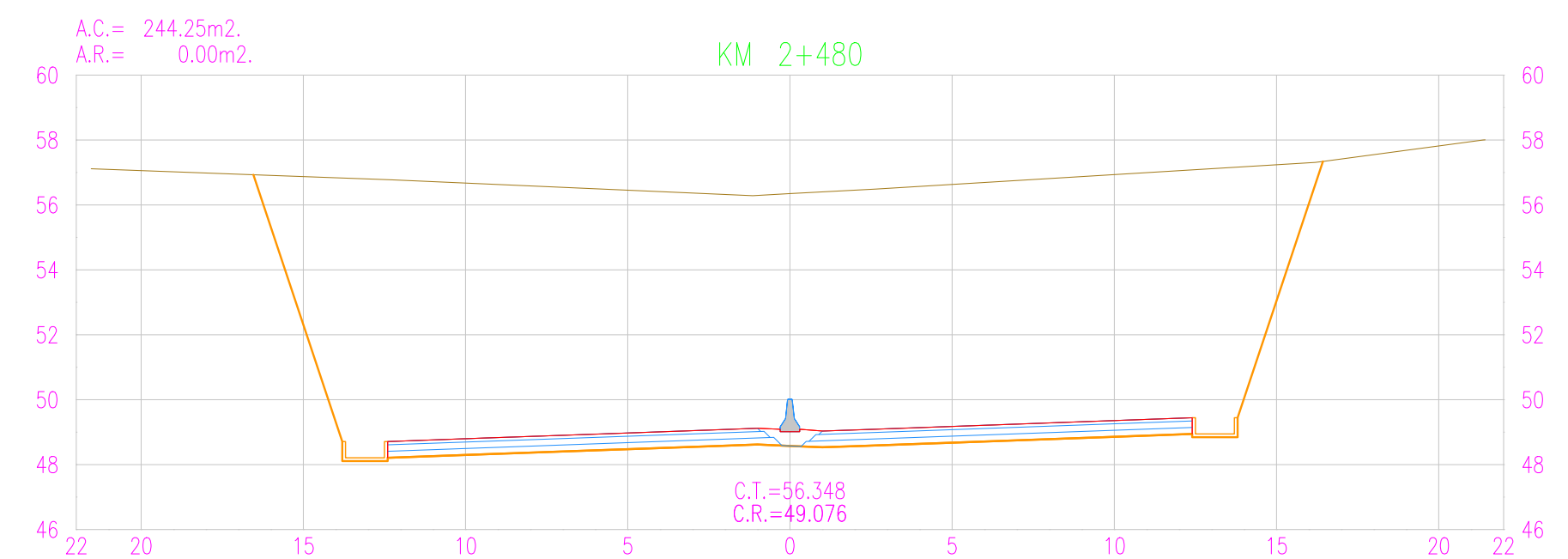
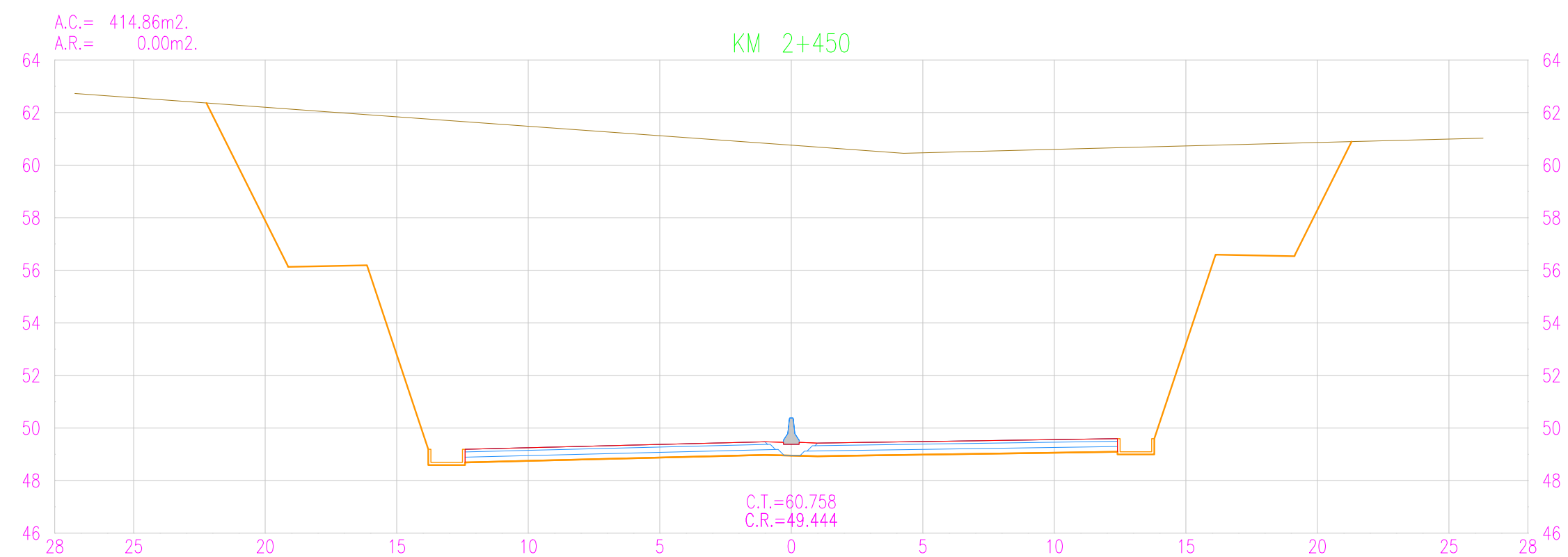
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



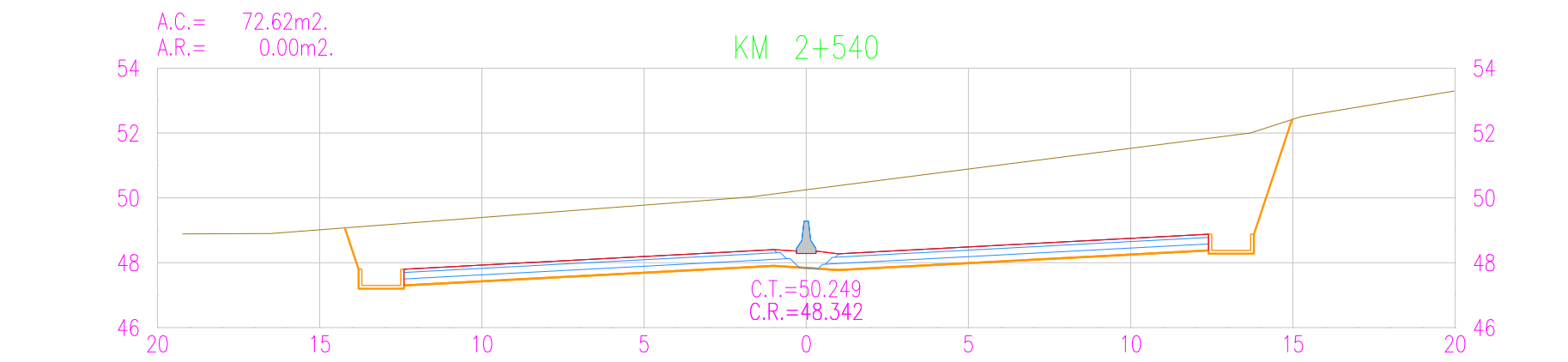
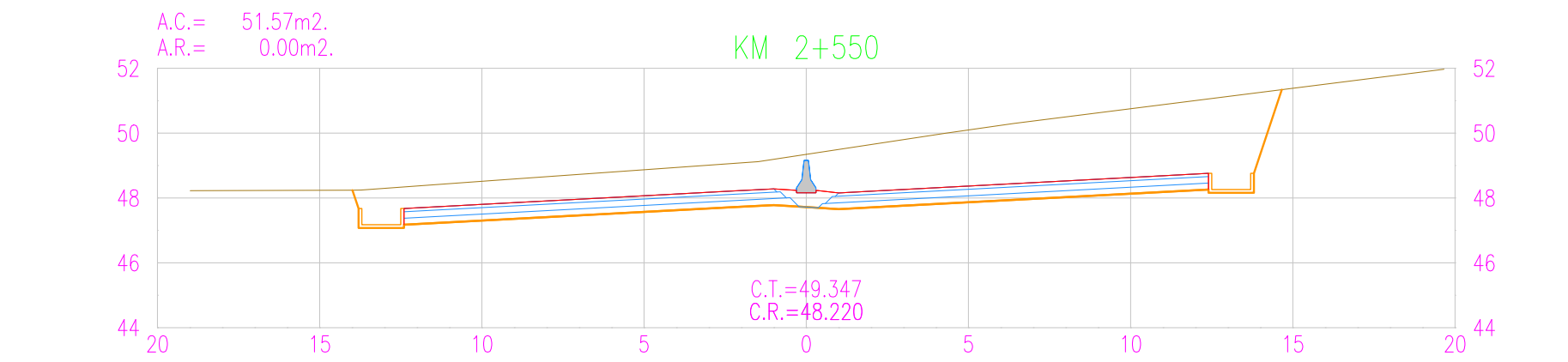
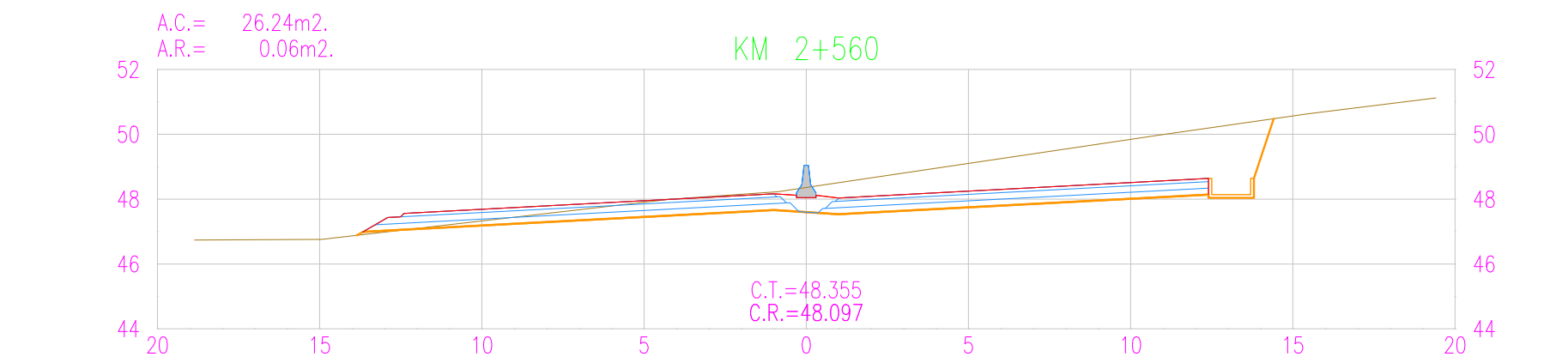
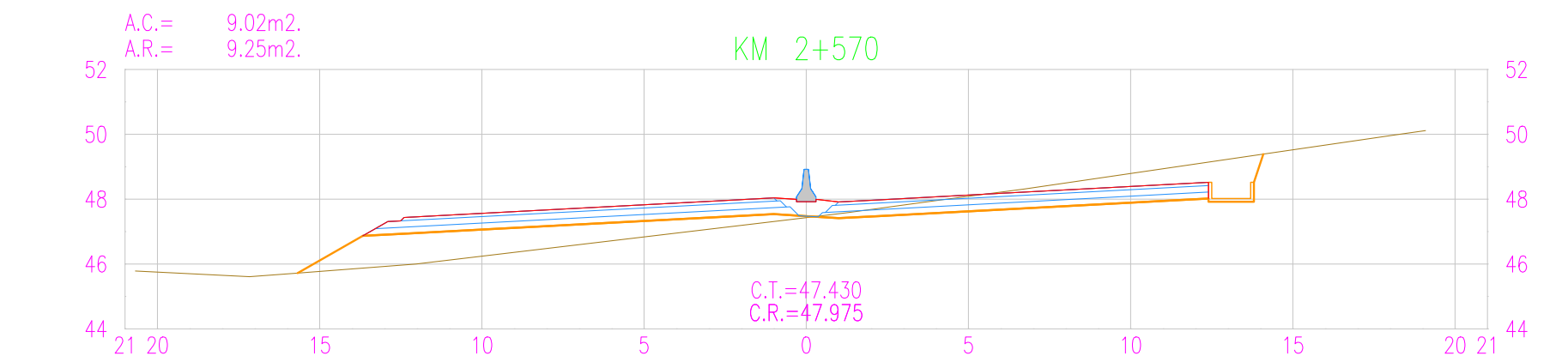
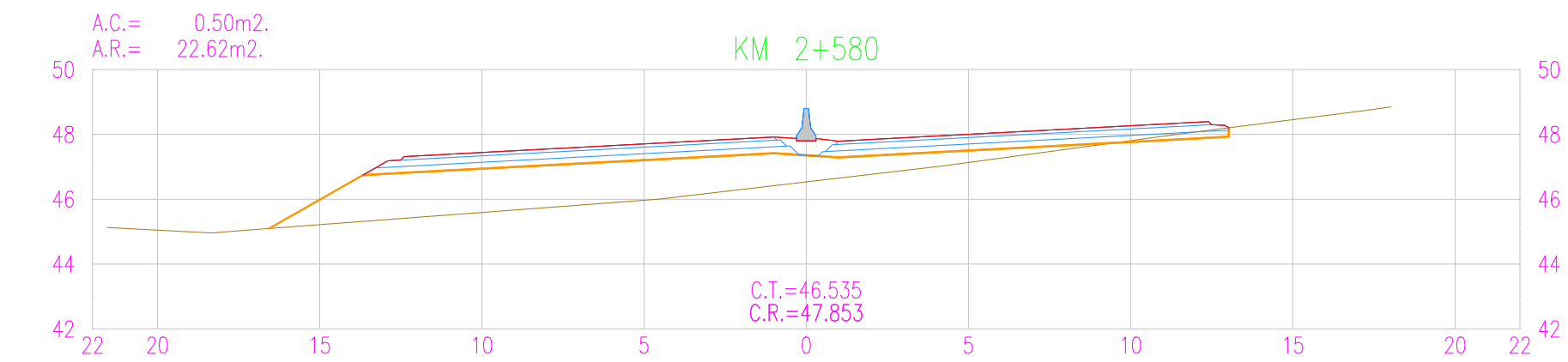
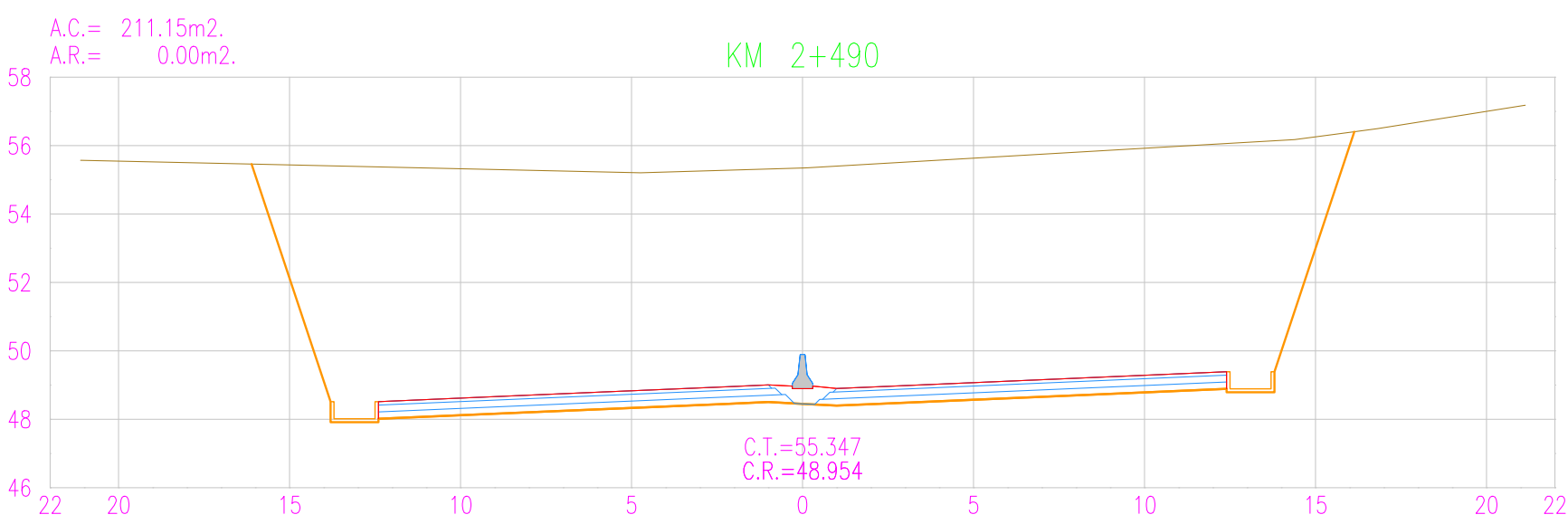
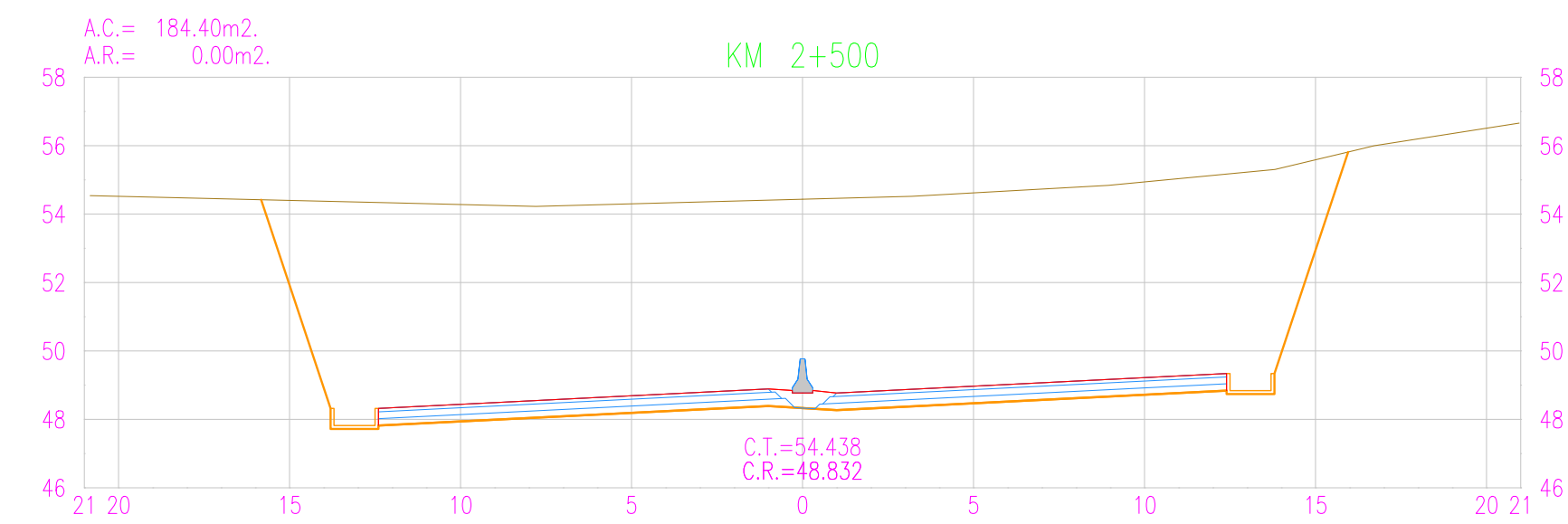
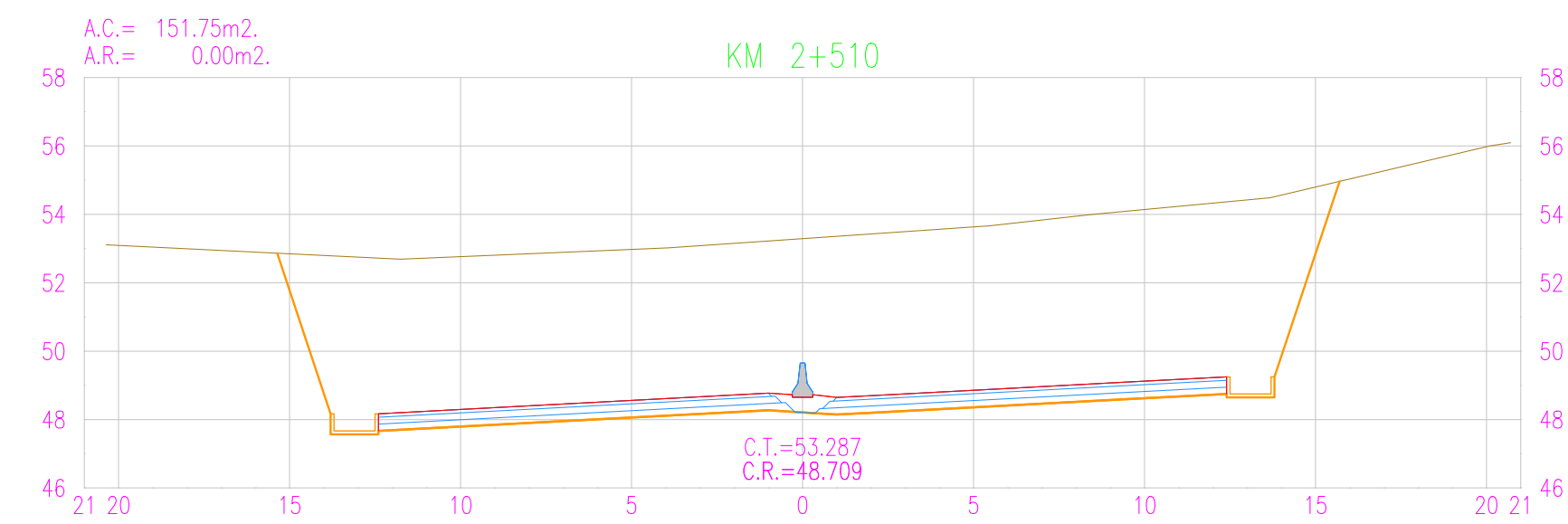
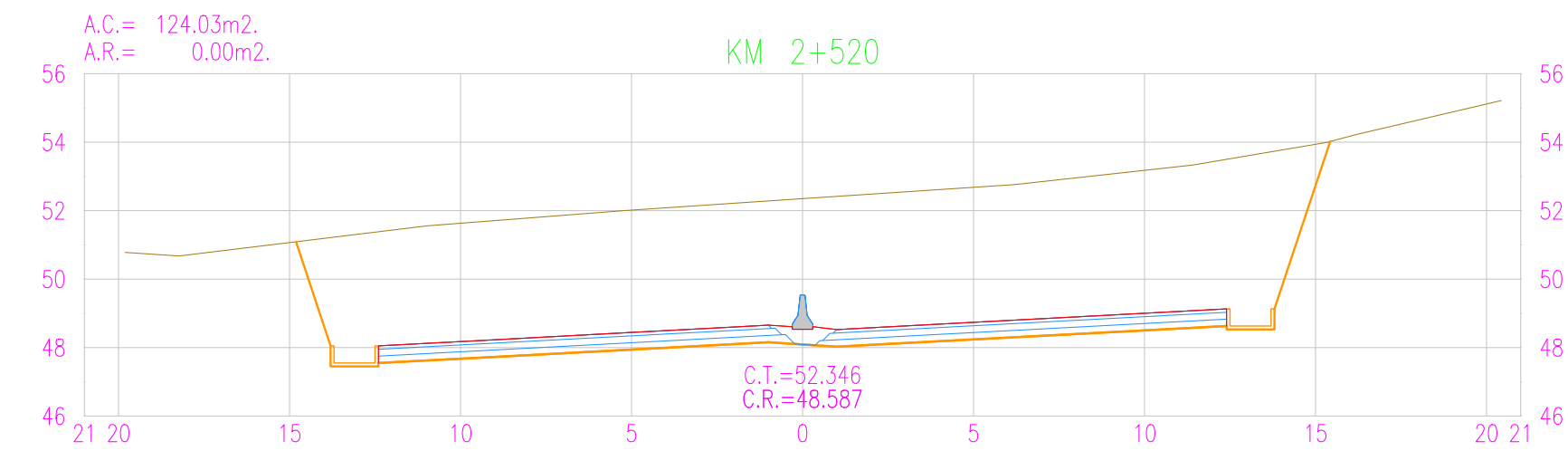
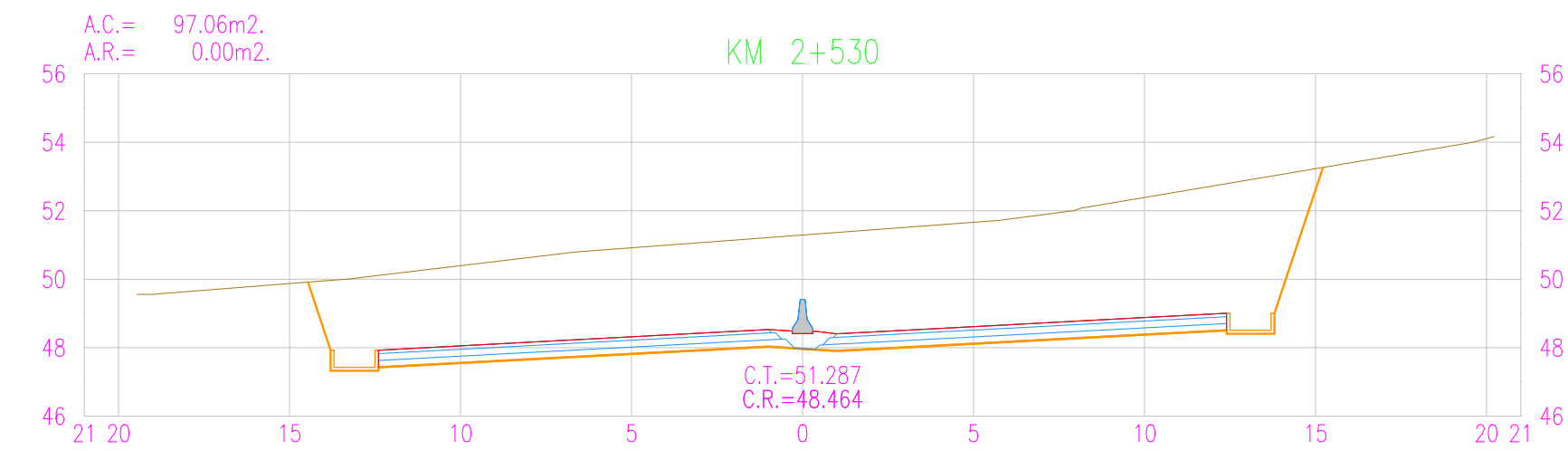
PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-22
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400		
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



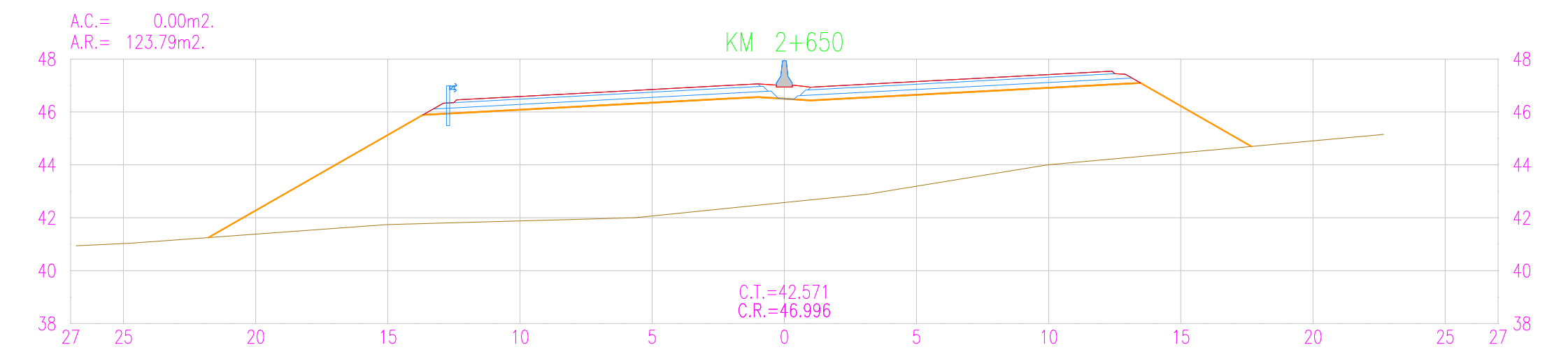
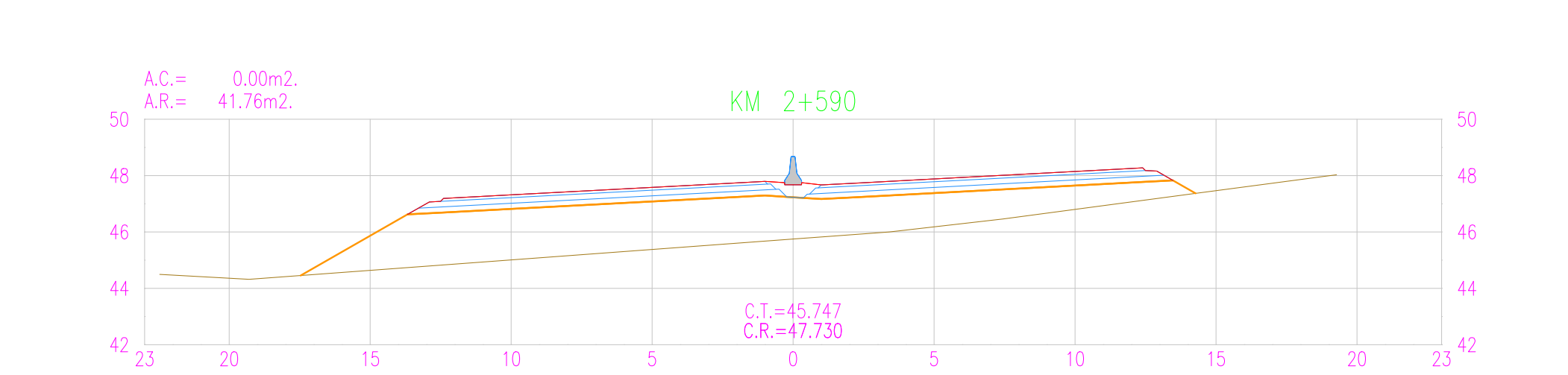
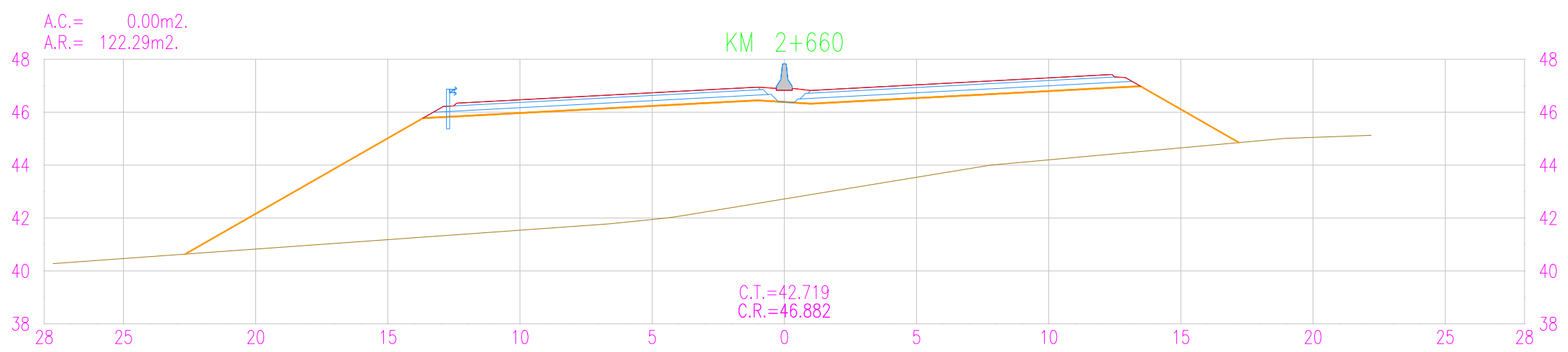
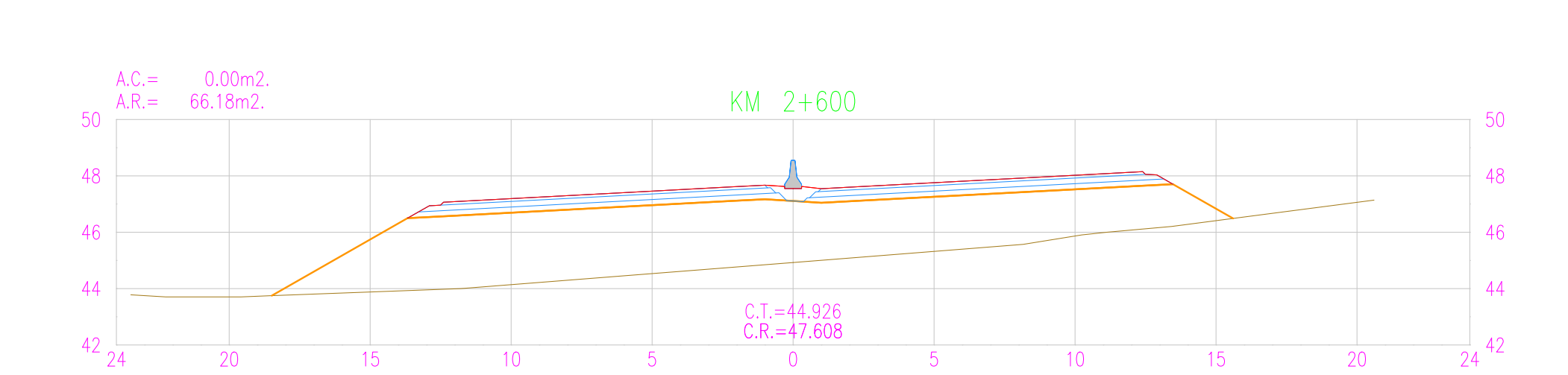
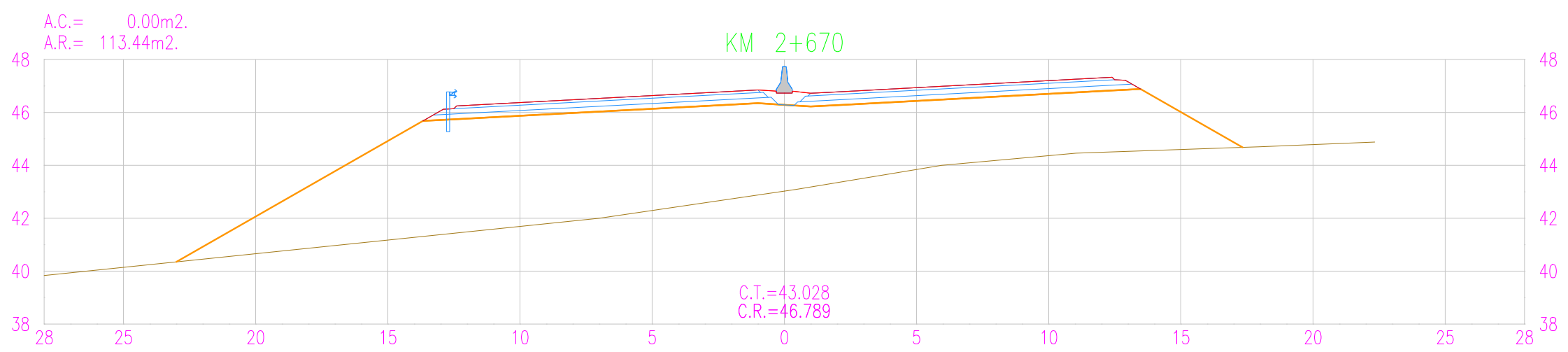
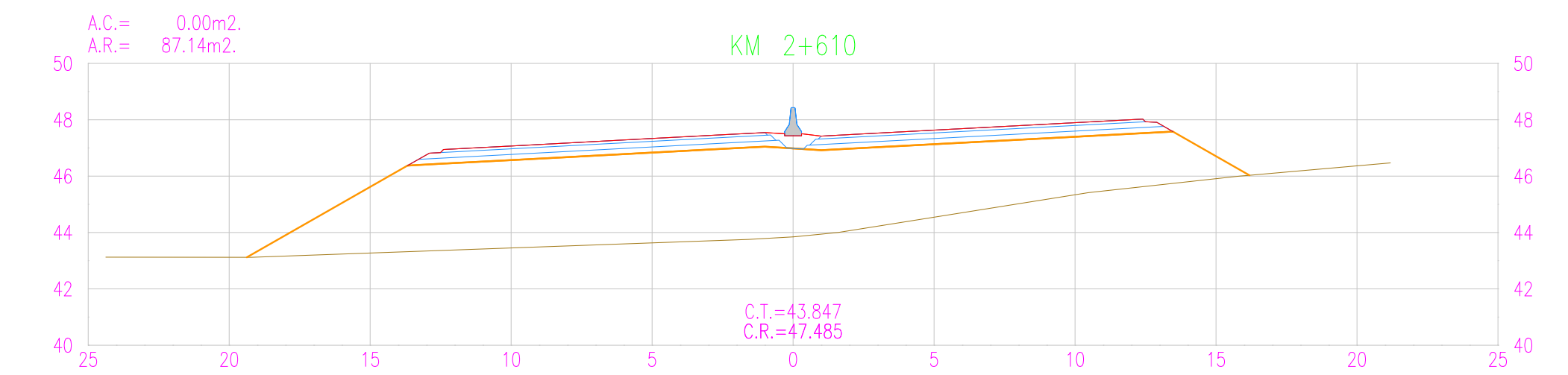
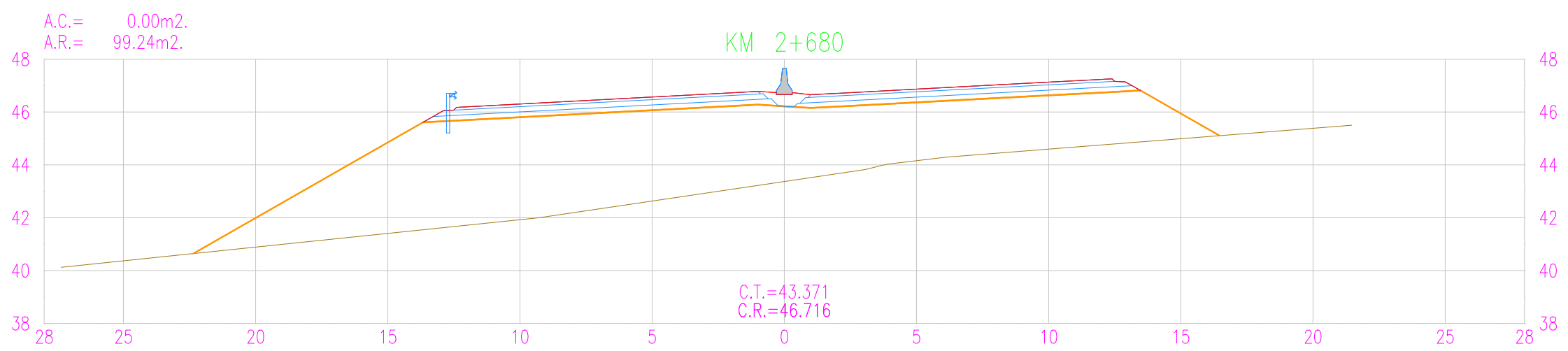
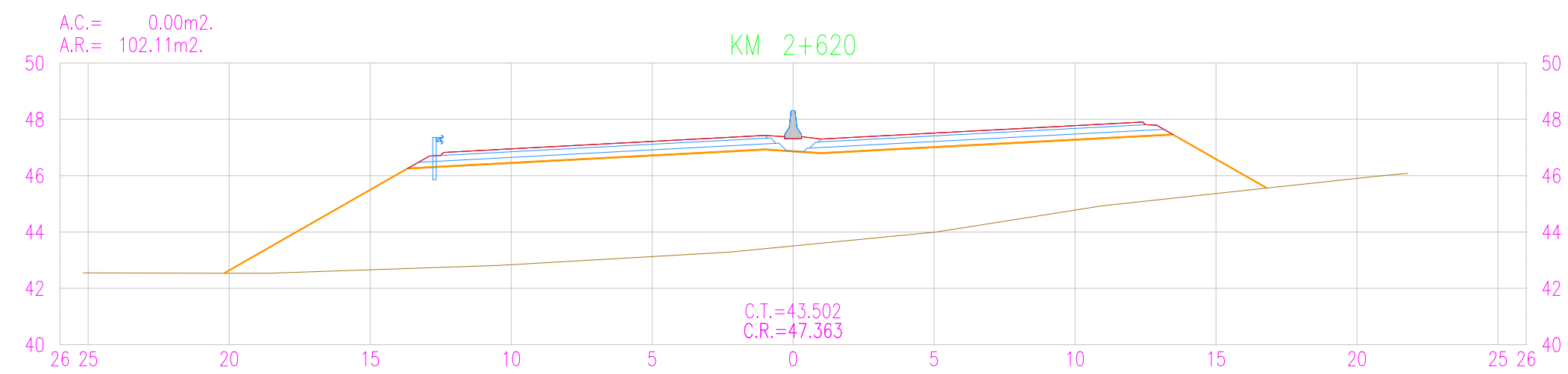
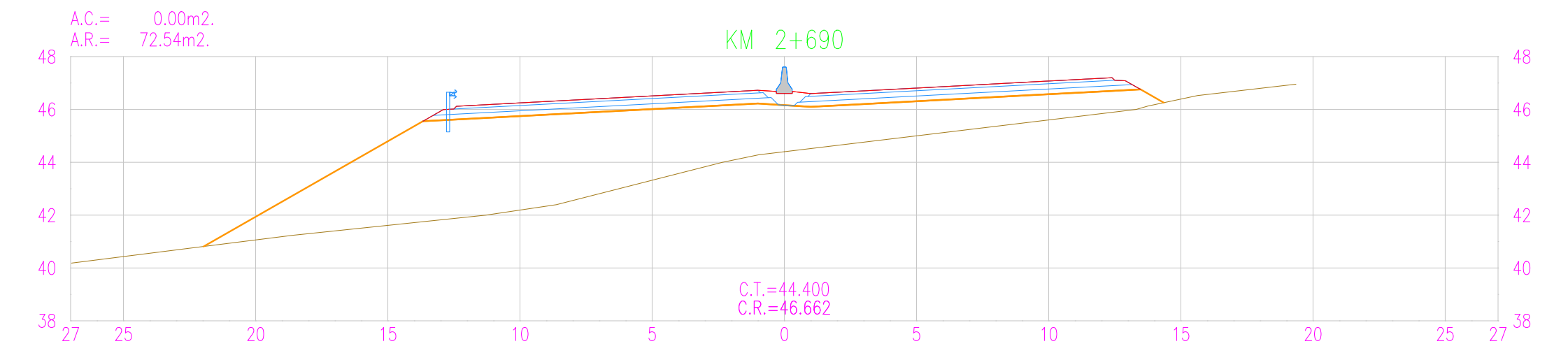
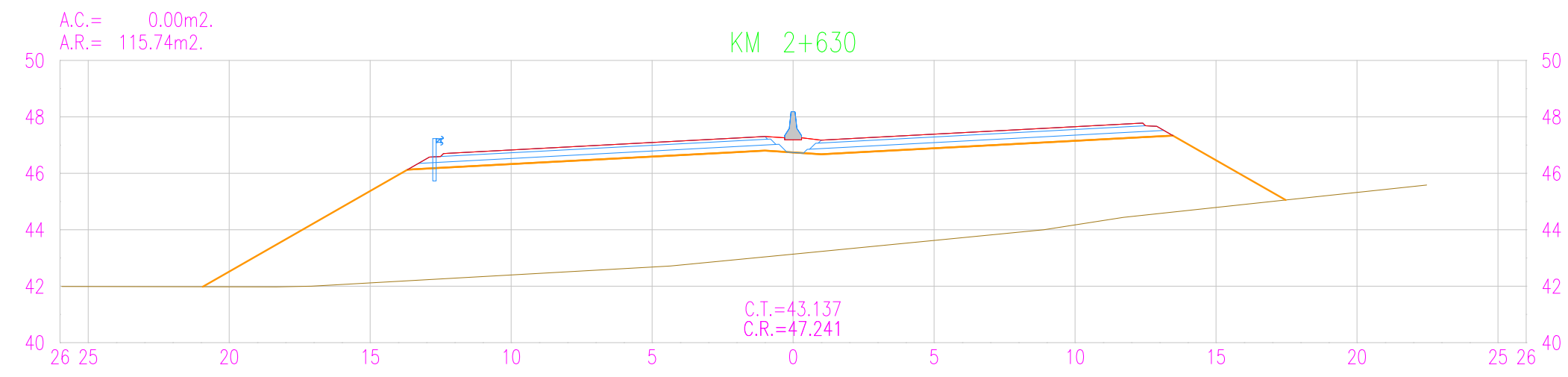
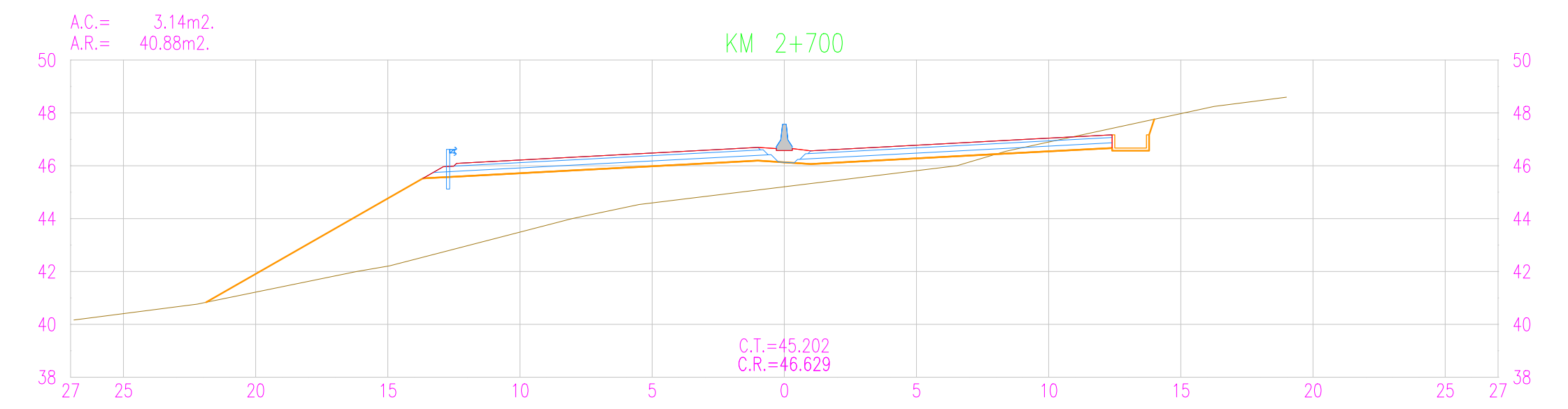
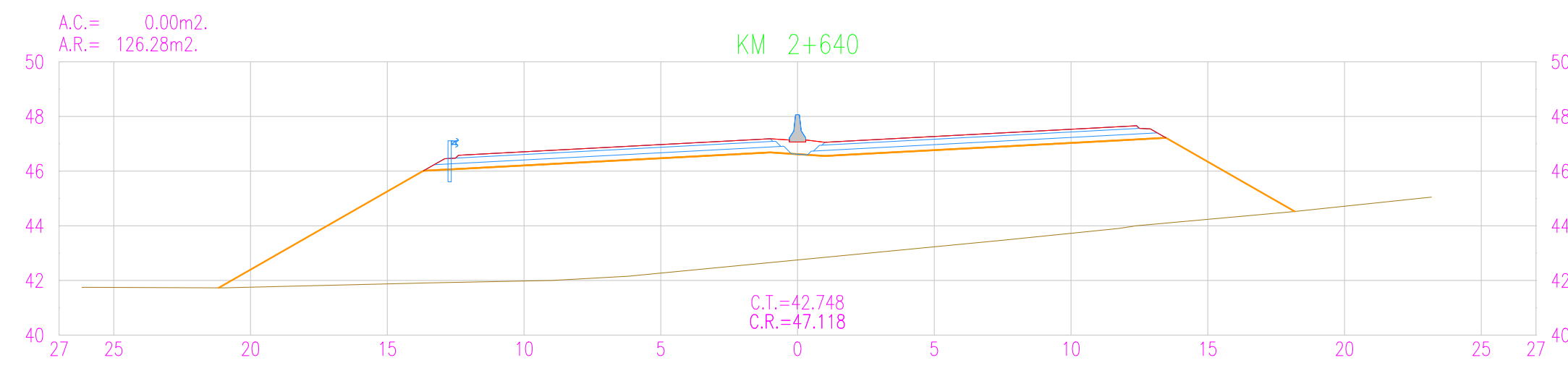
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-24
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400		
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abuj.: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ROHACION CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abuj.:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200

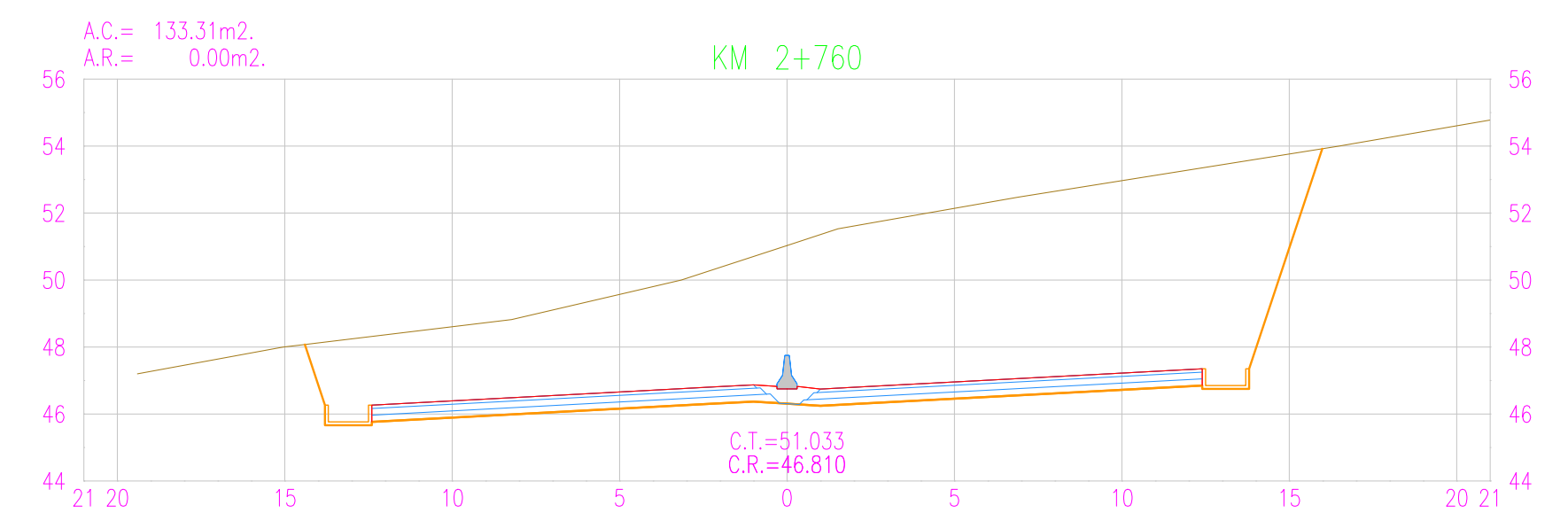
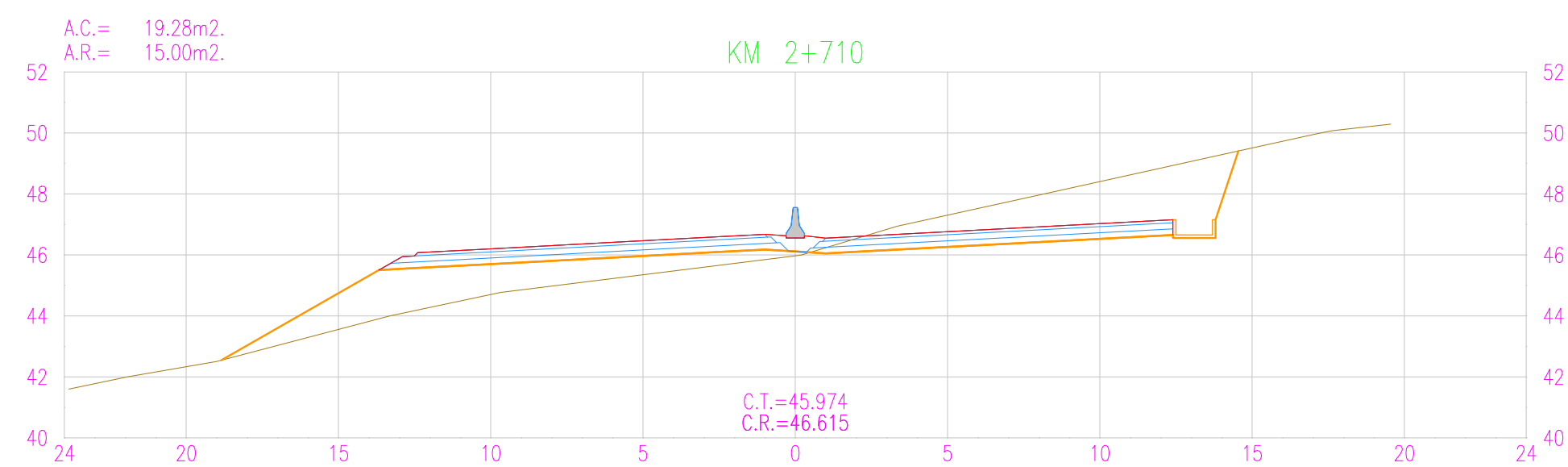
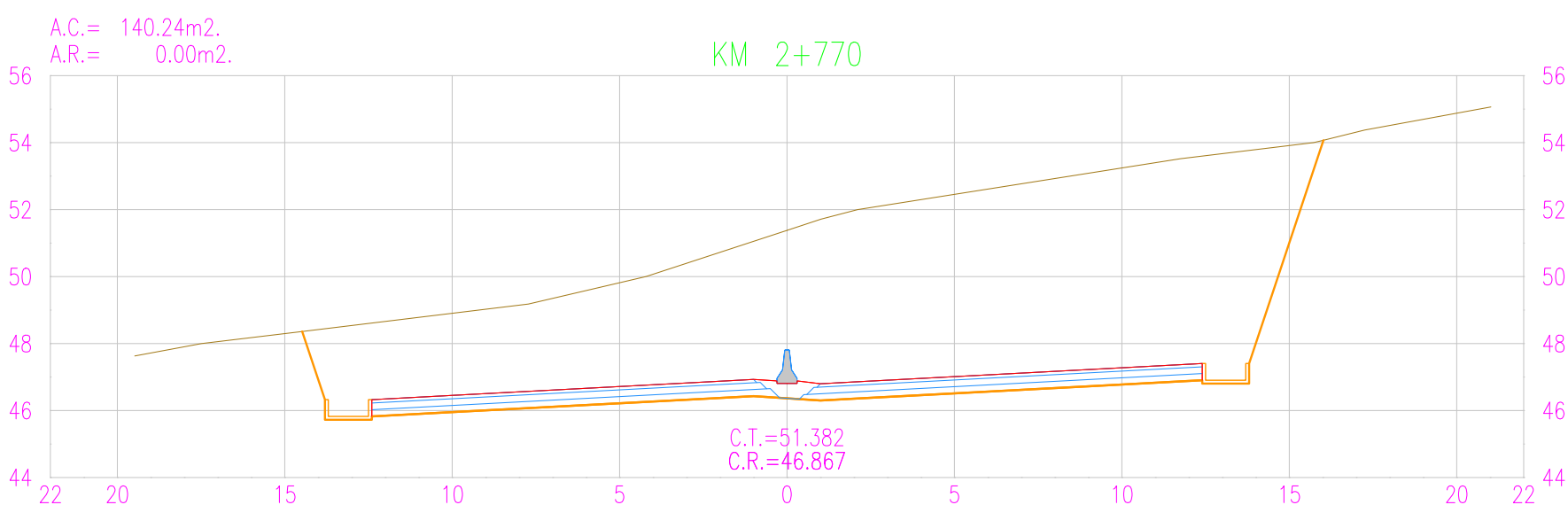
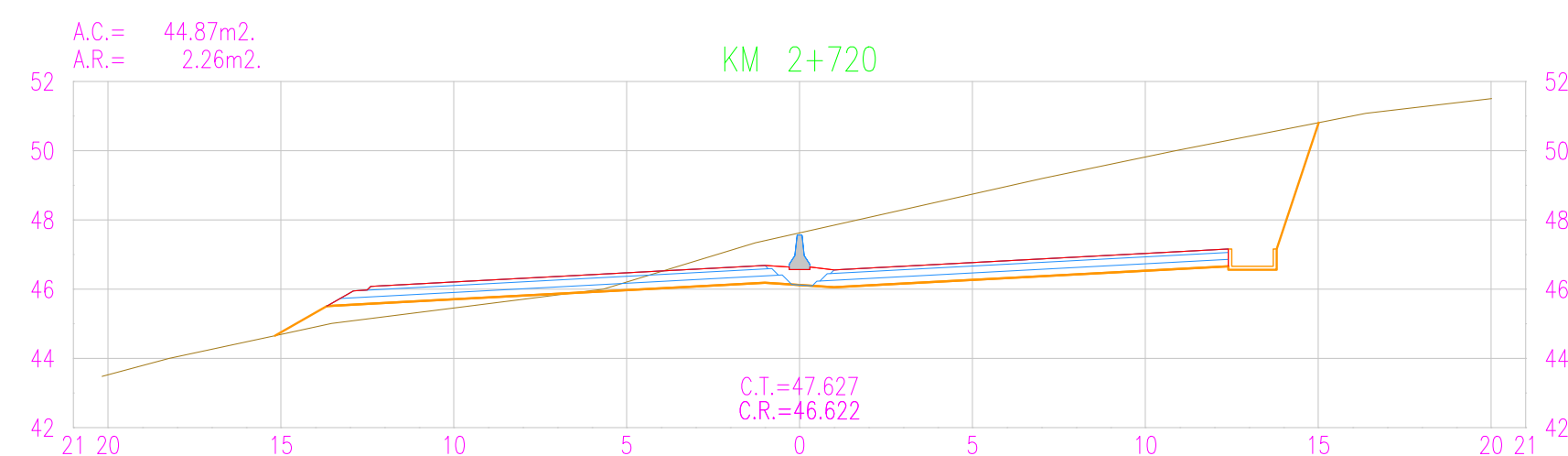
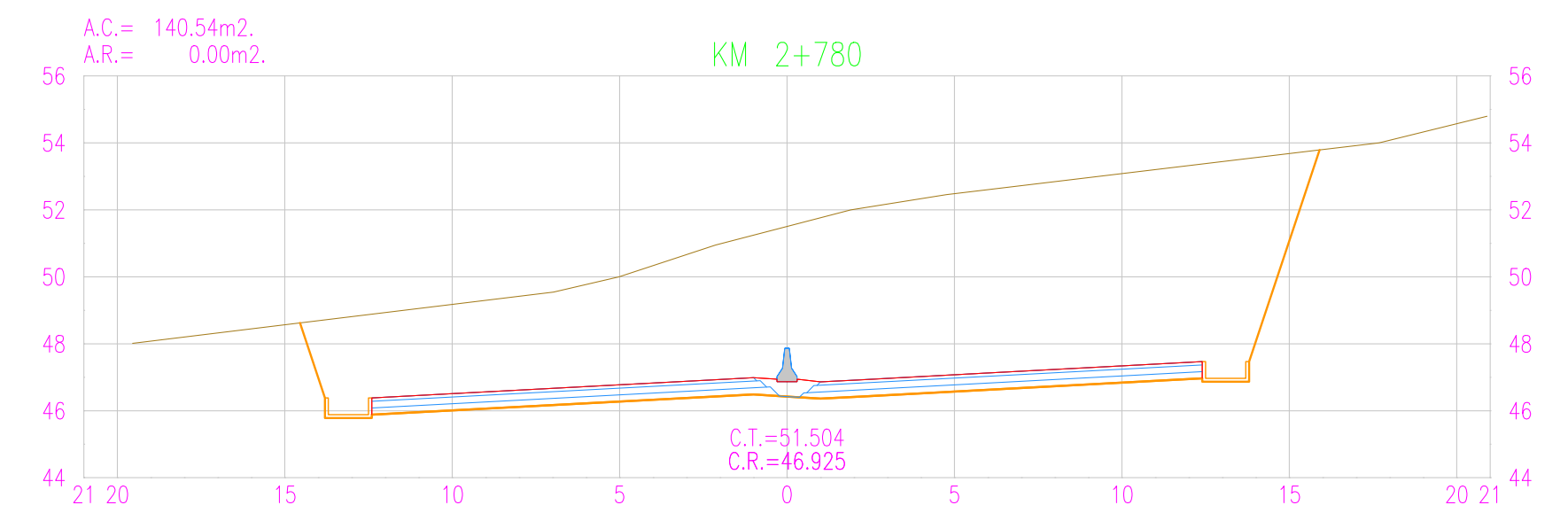
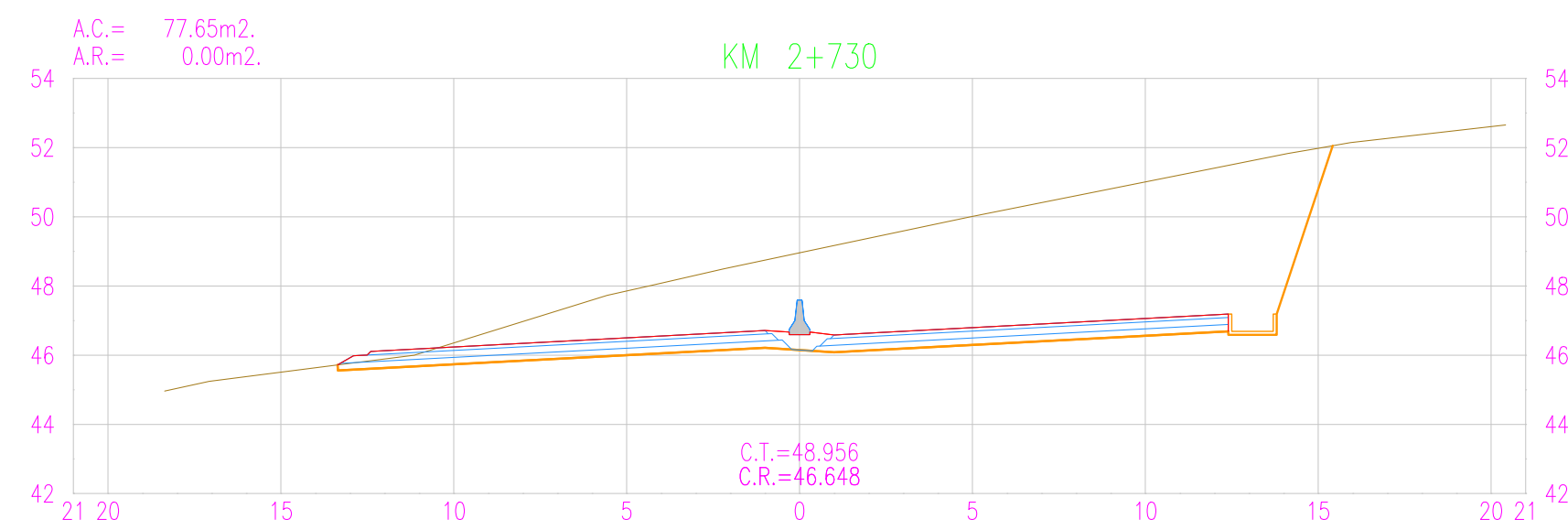
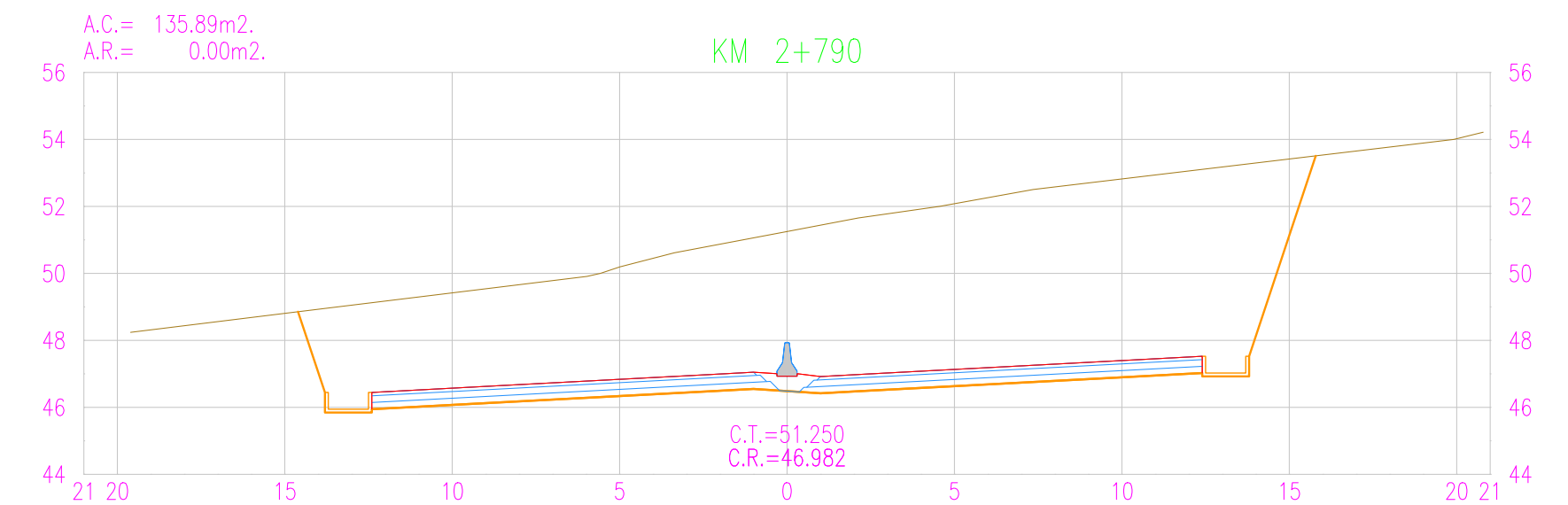
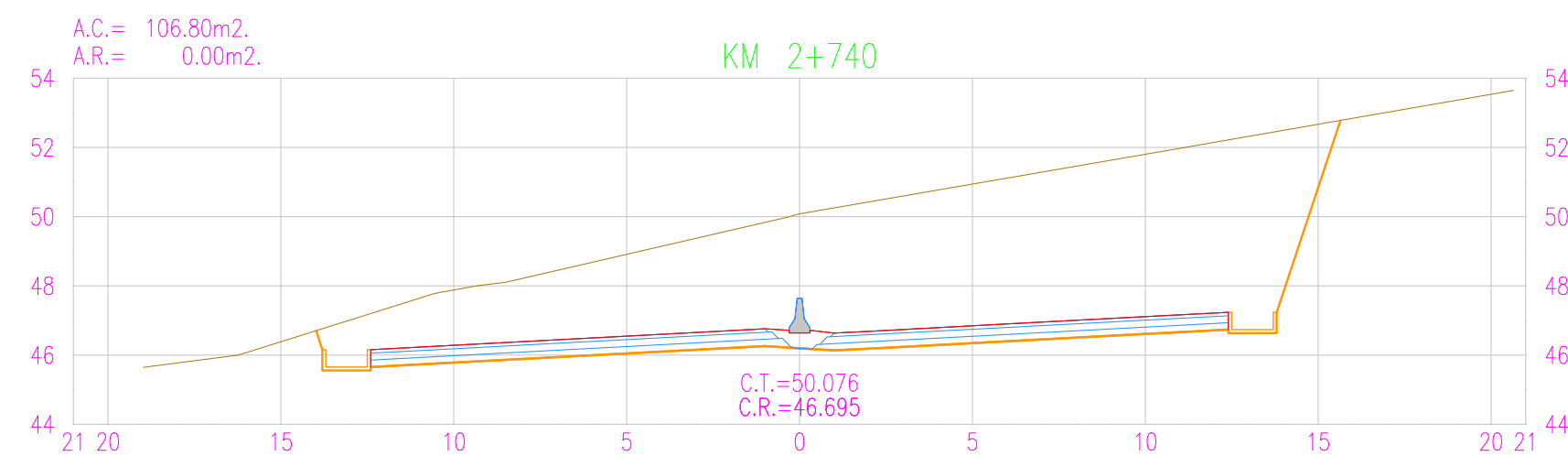
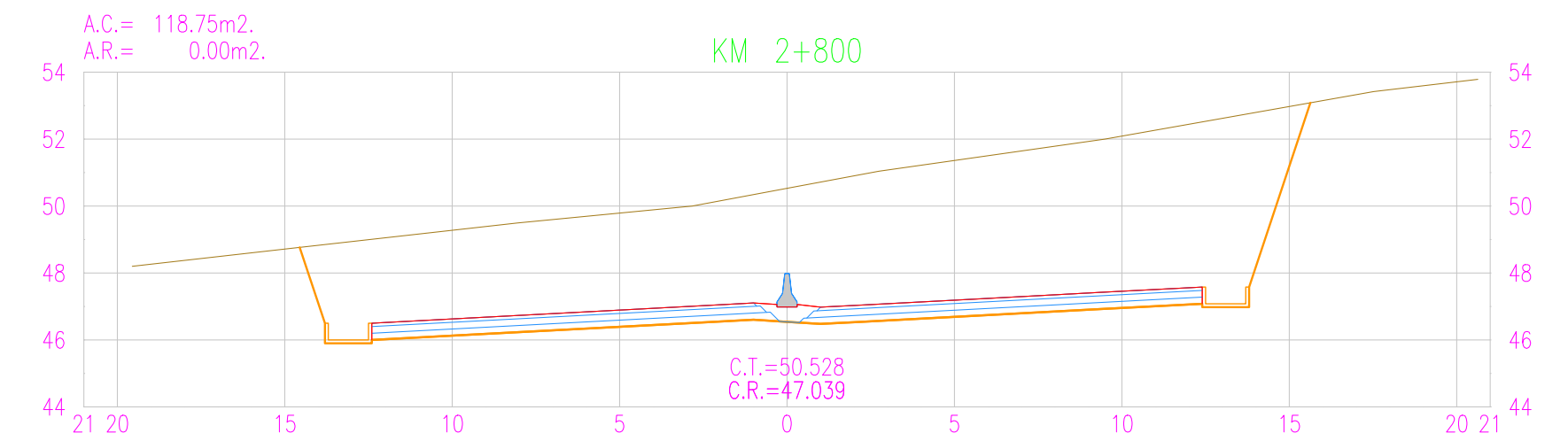
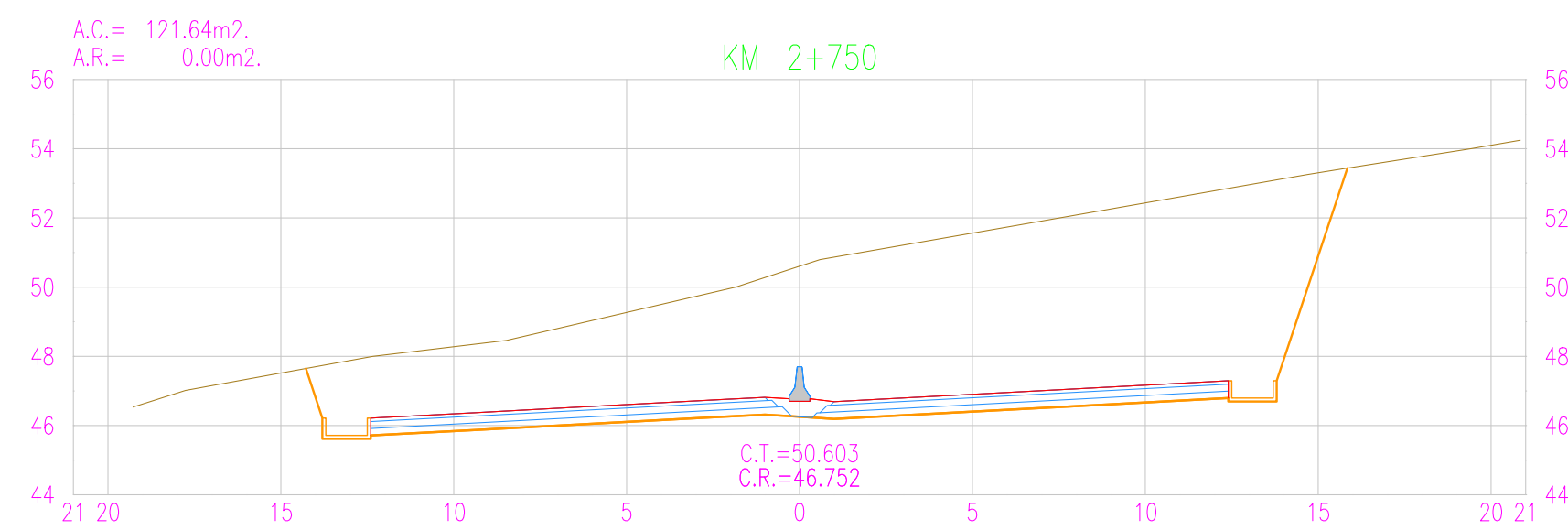
ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400

PLANO:

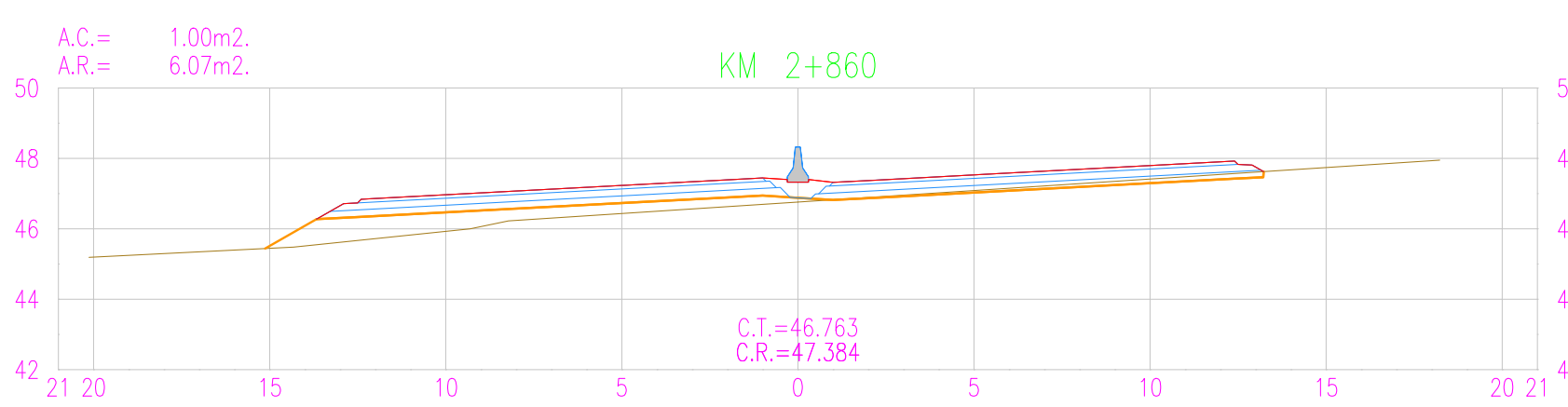
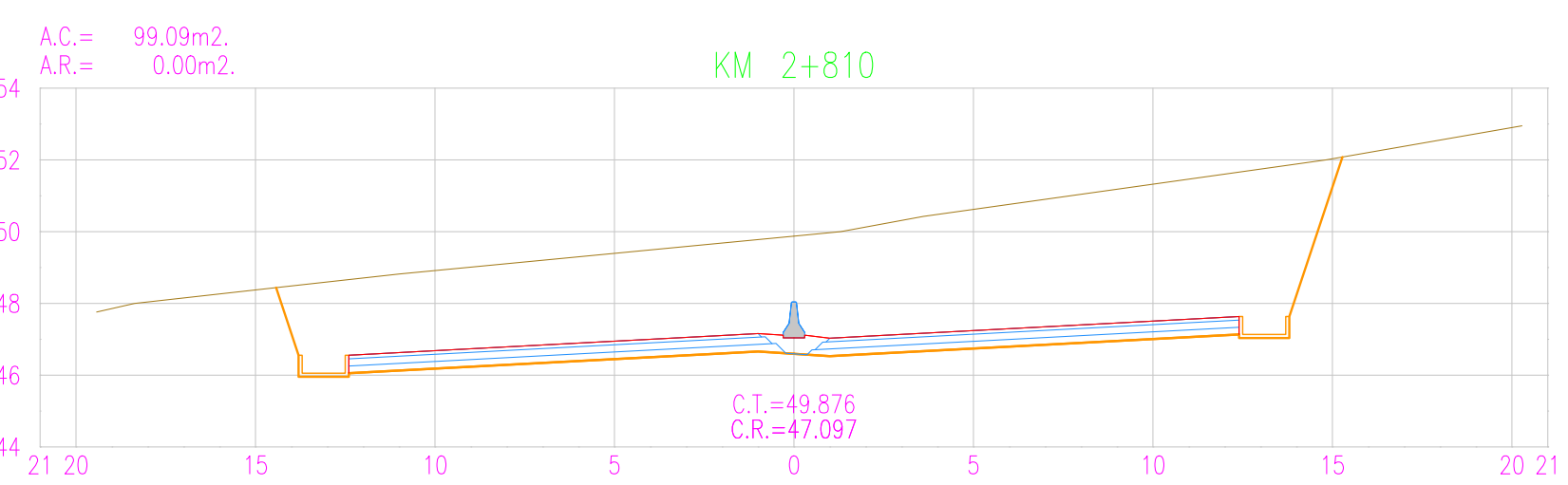
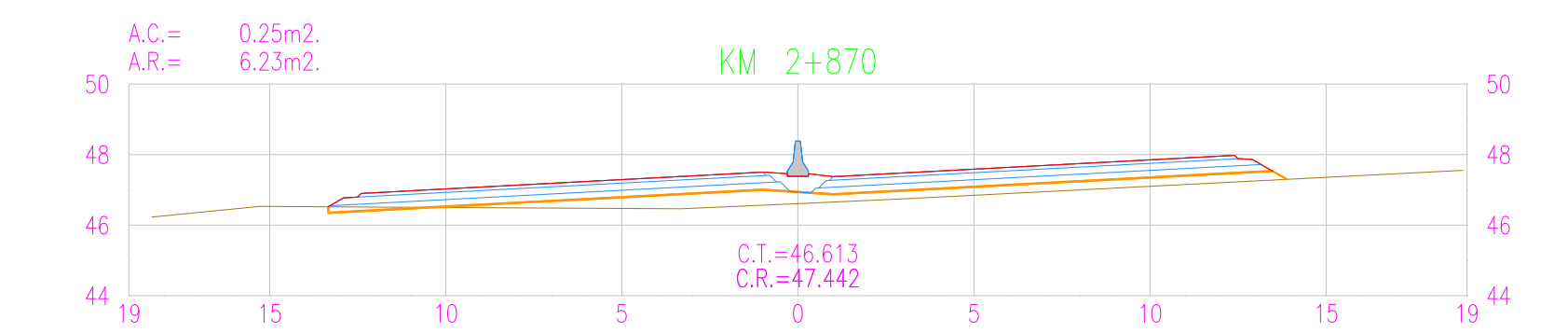
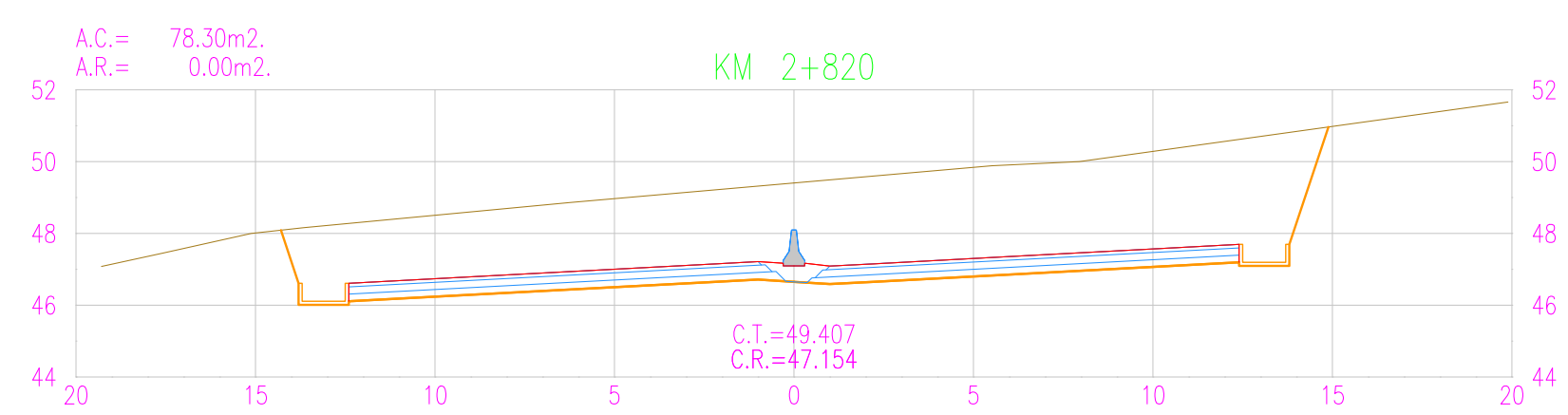
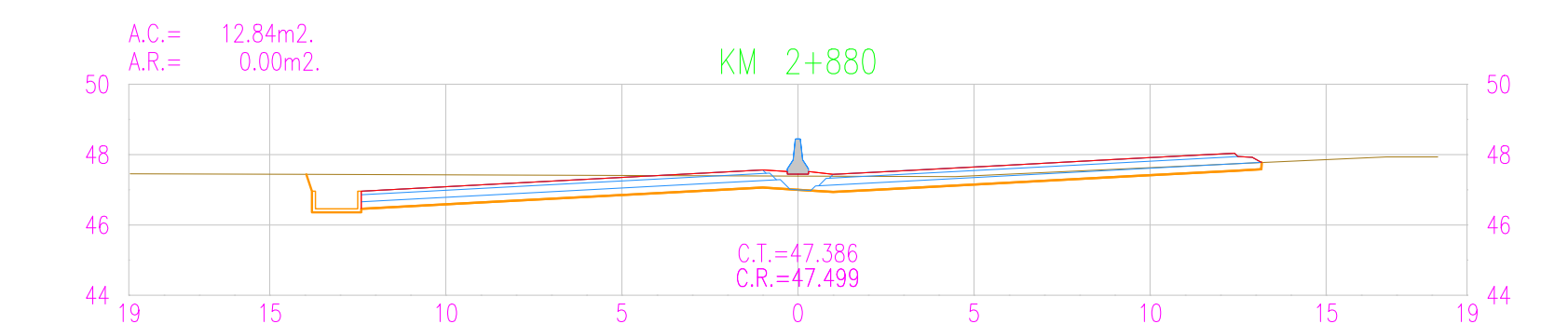
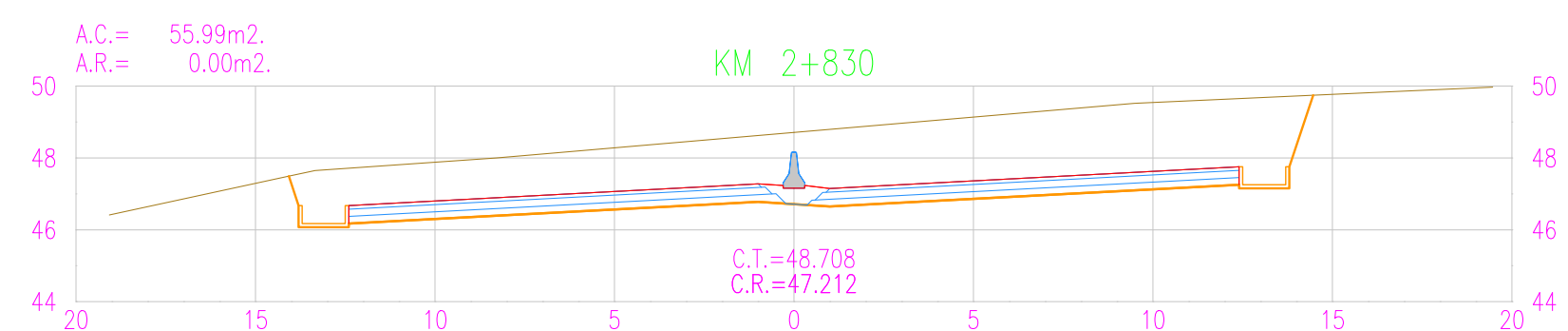
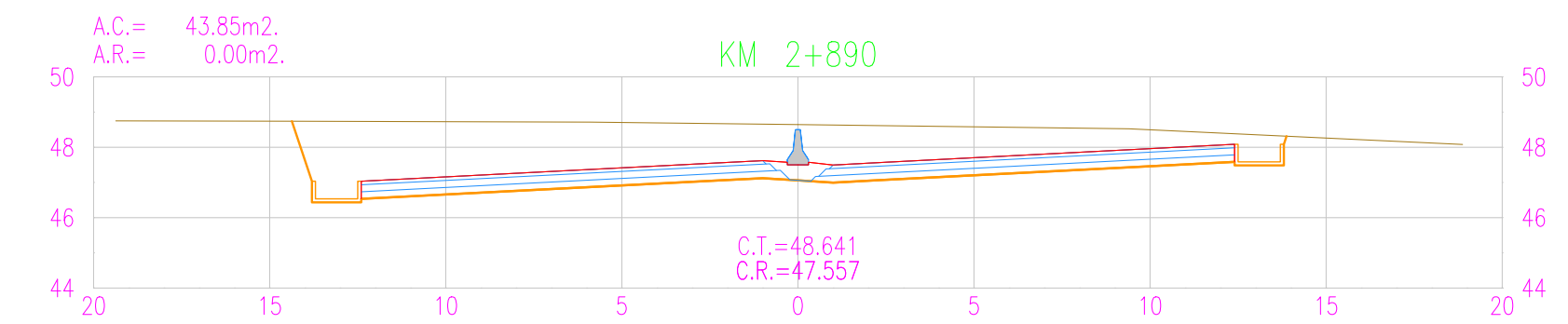
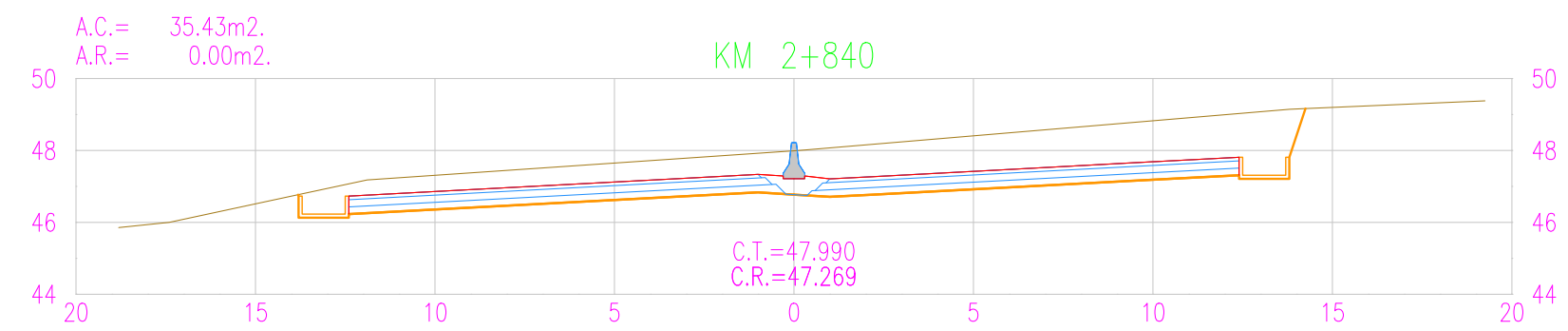
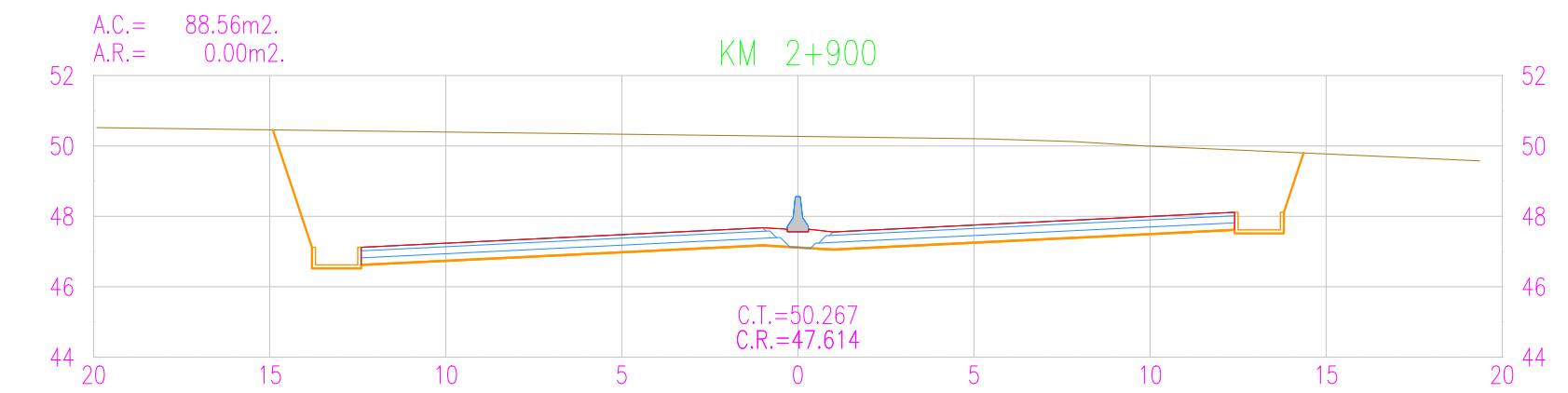
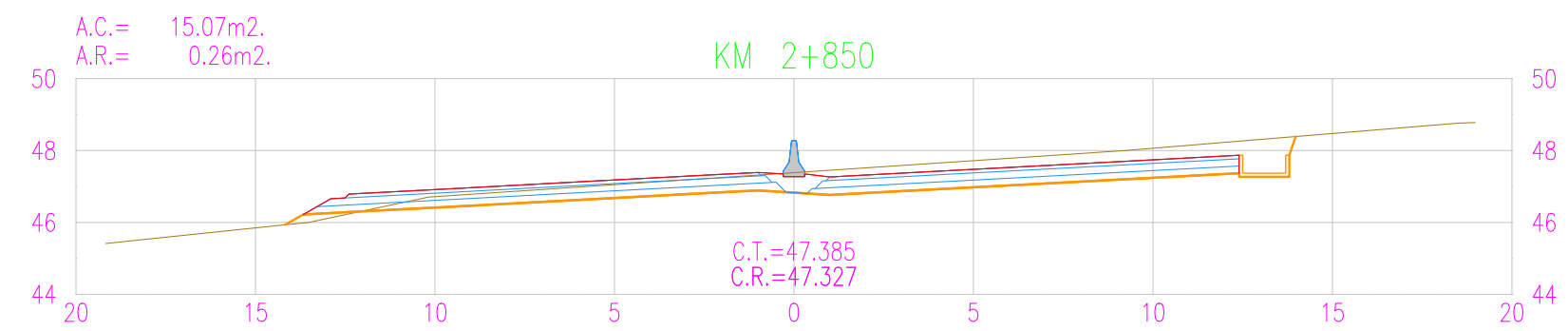
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 2+590 AL Km 2+700

ST-26



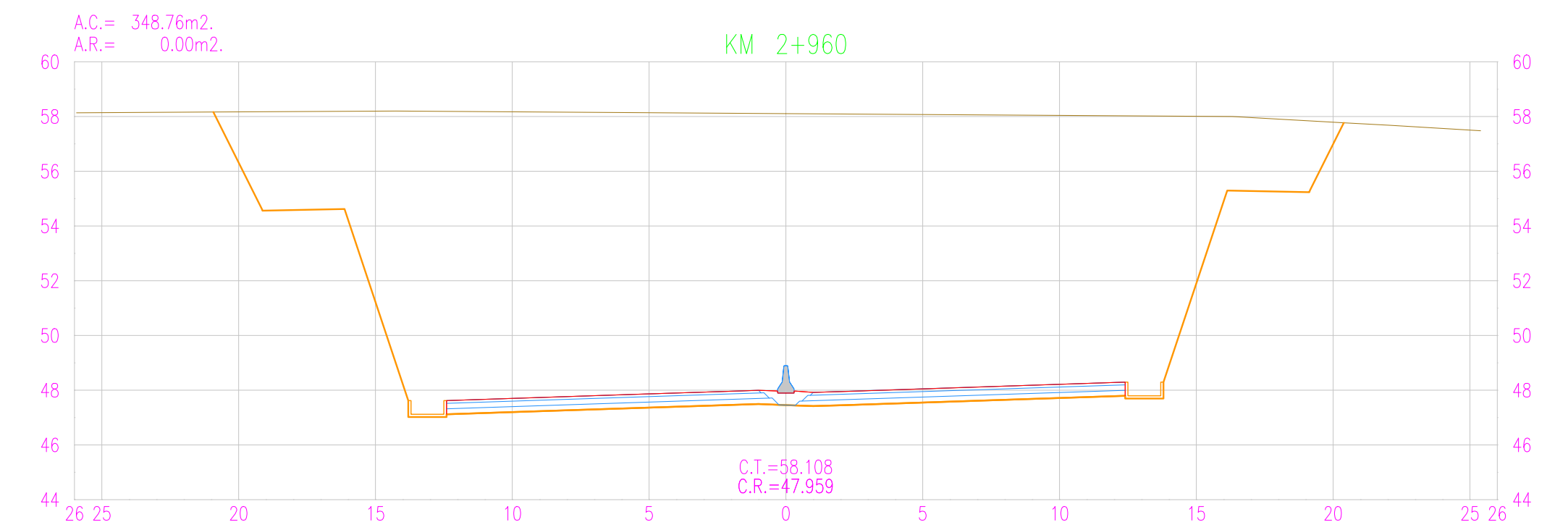
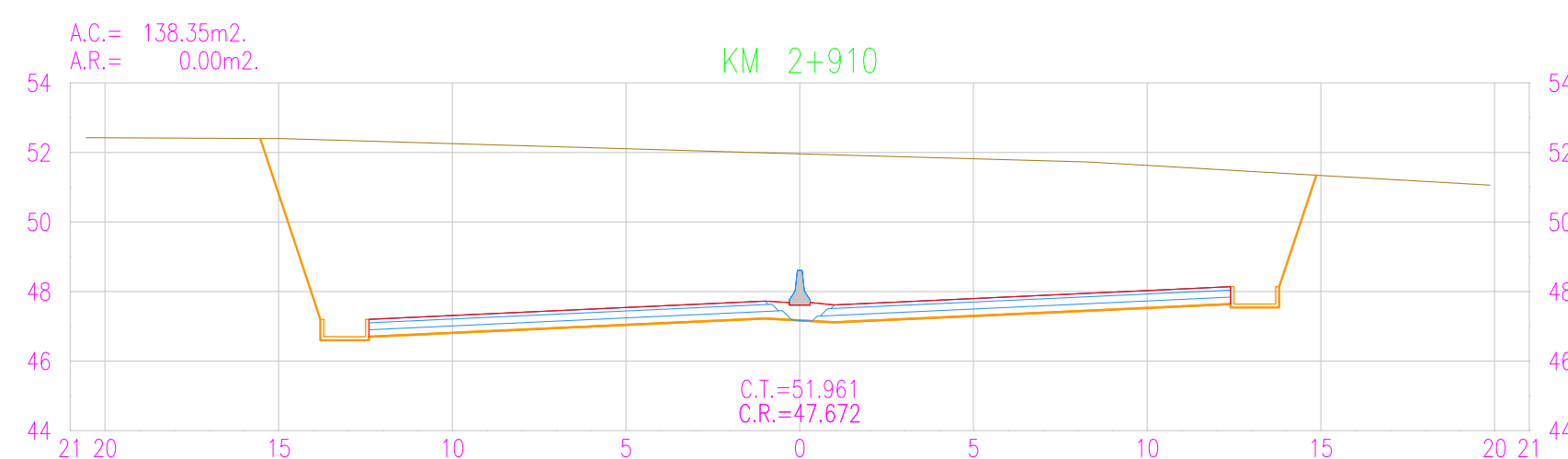
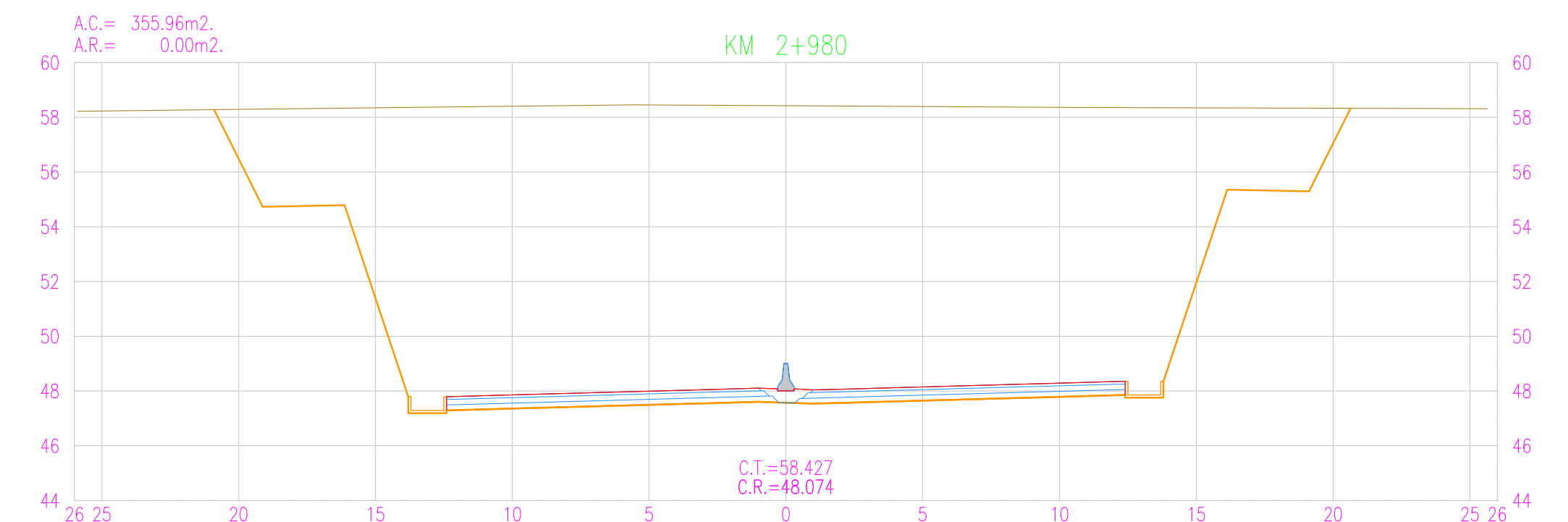
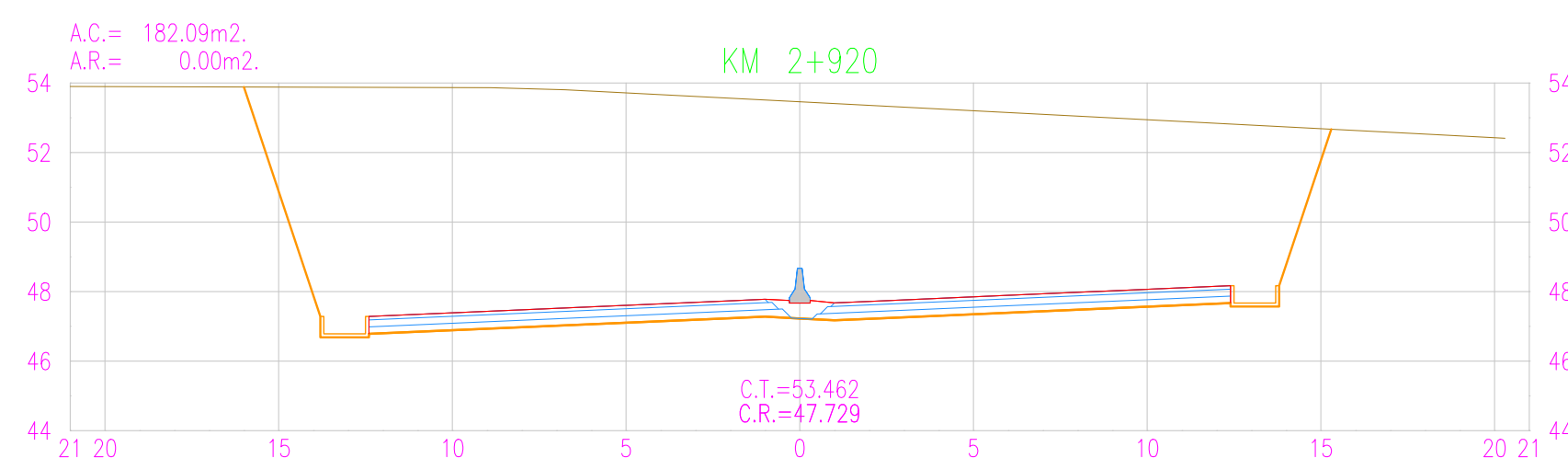
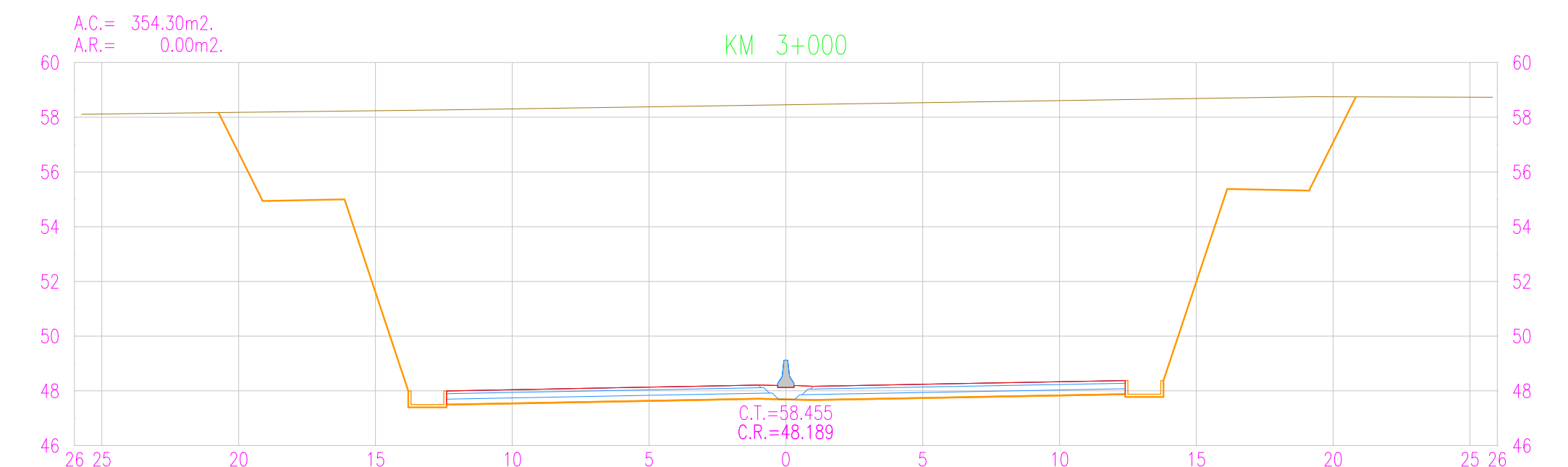
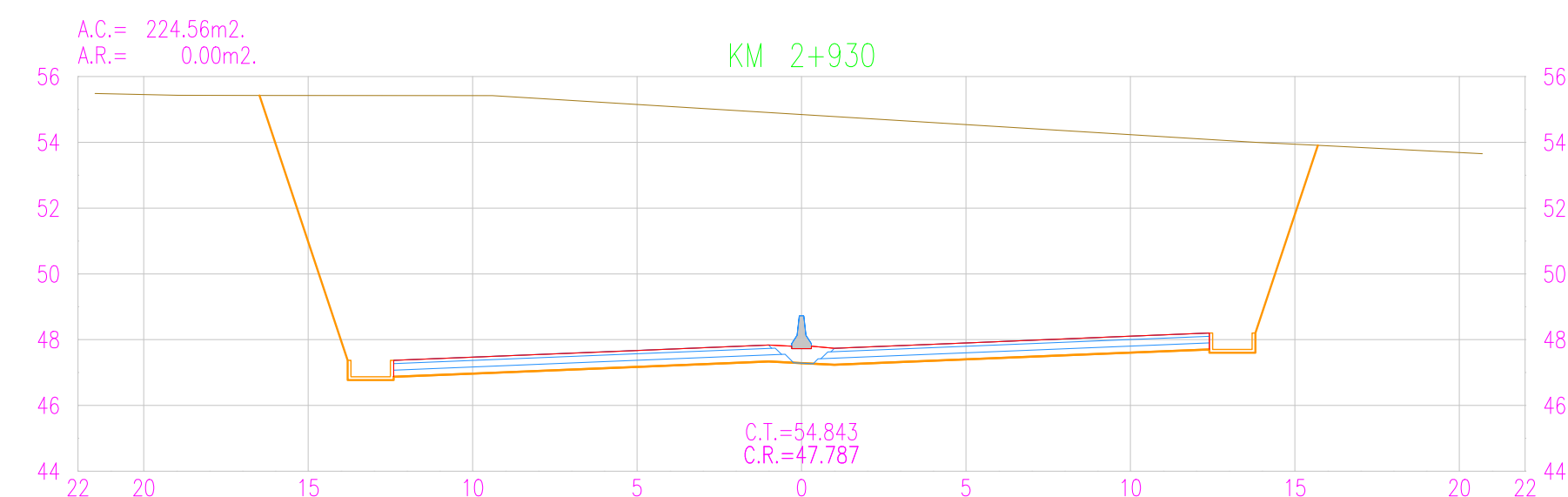
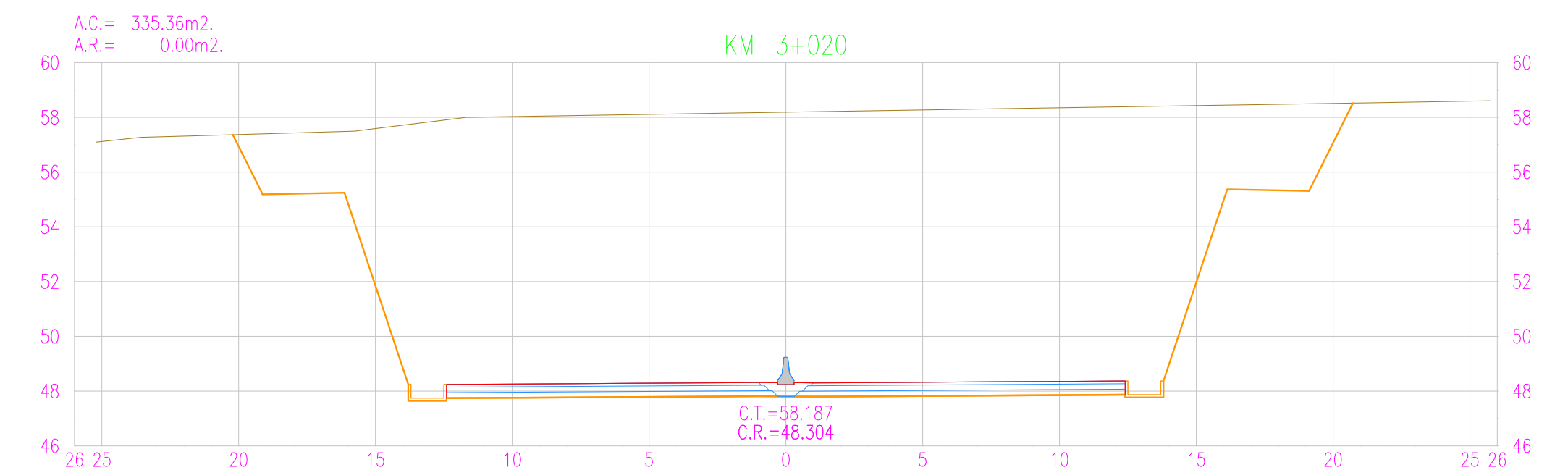
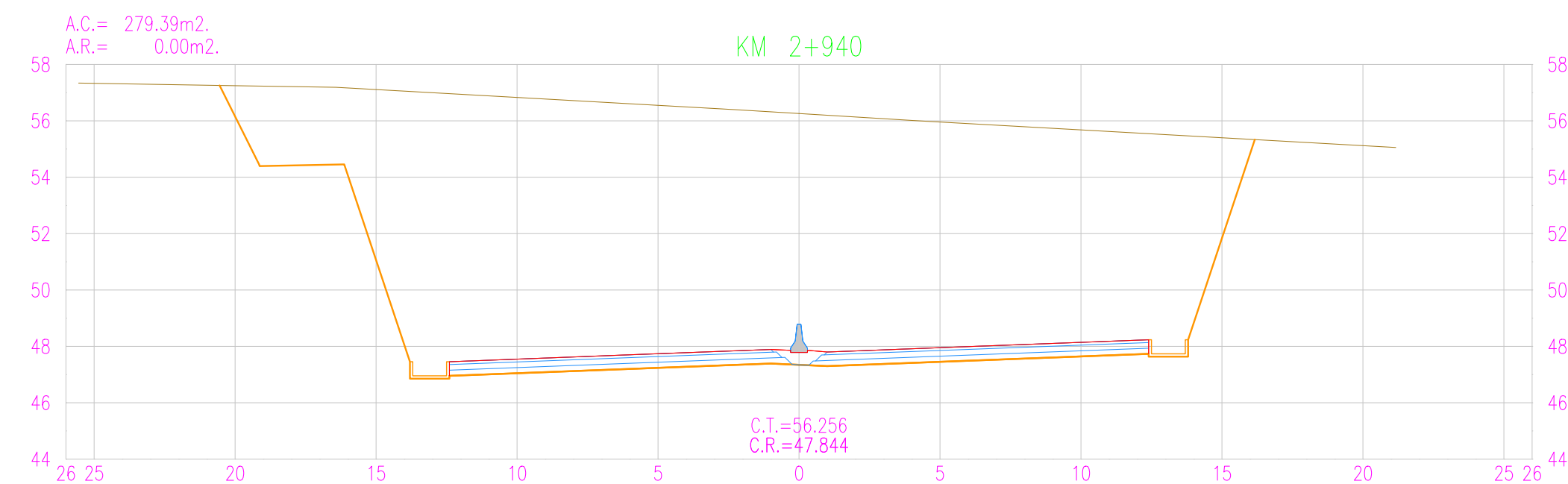
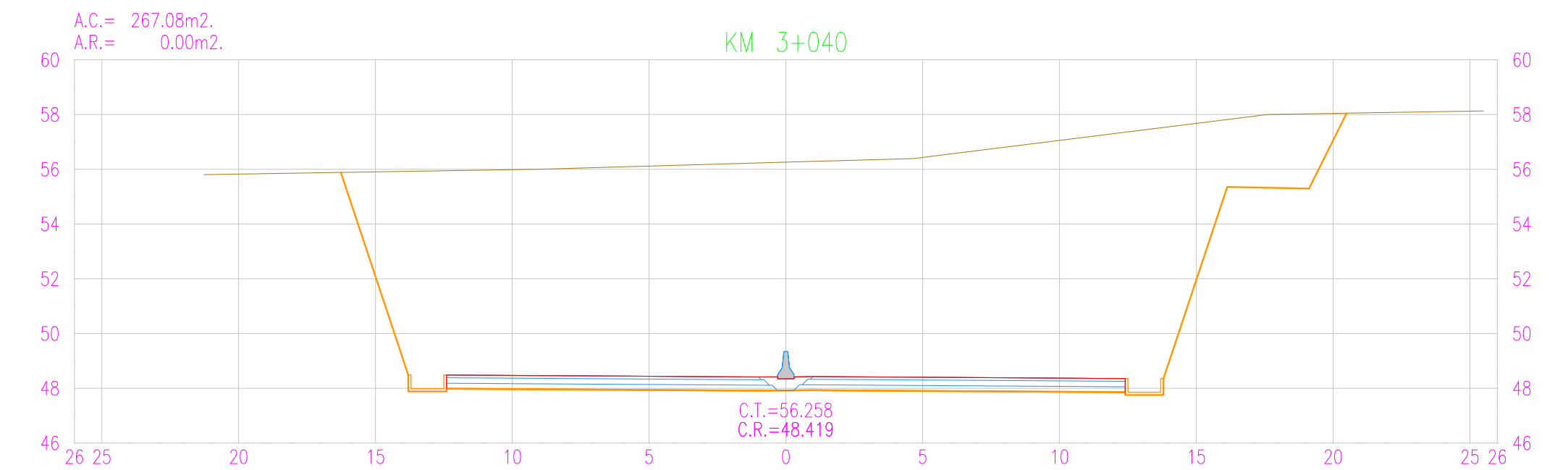
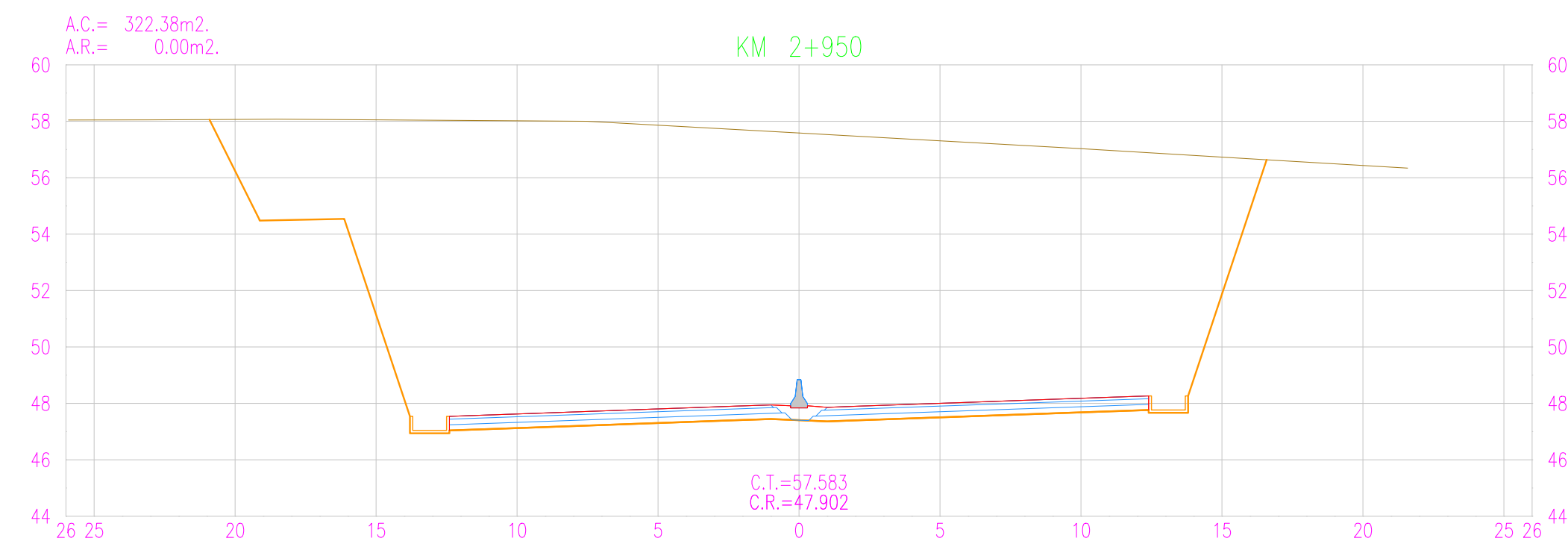


REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-28
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/abujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ACHACON CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abujos:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

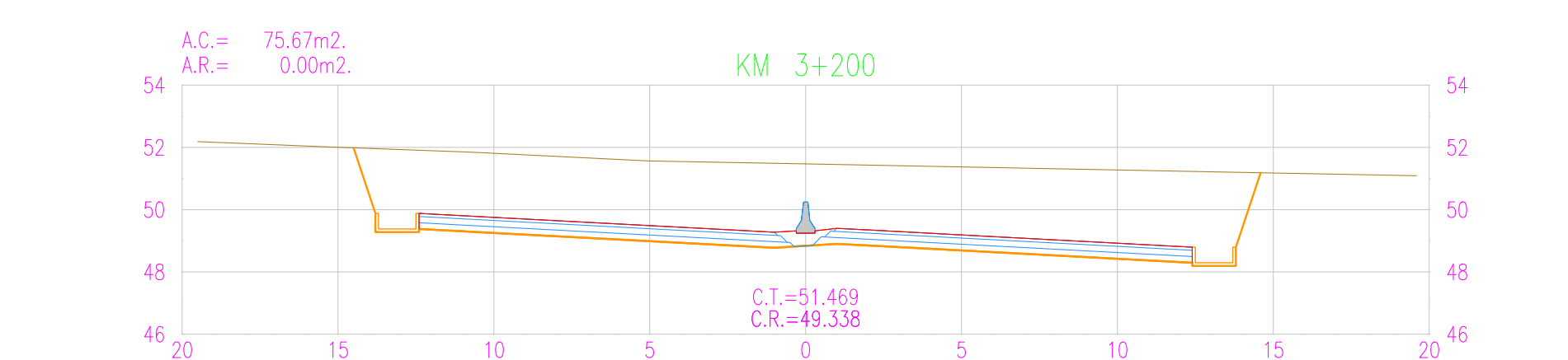
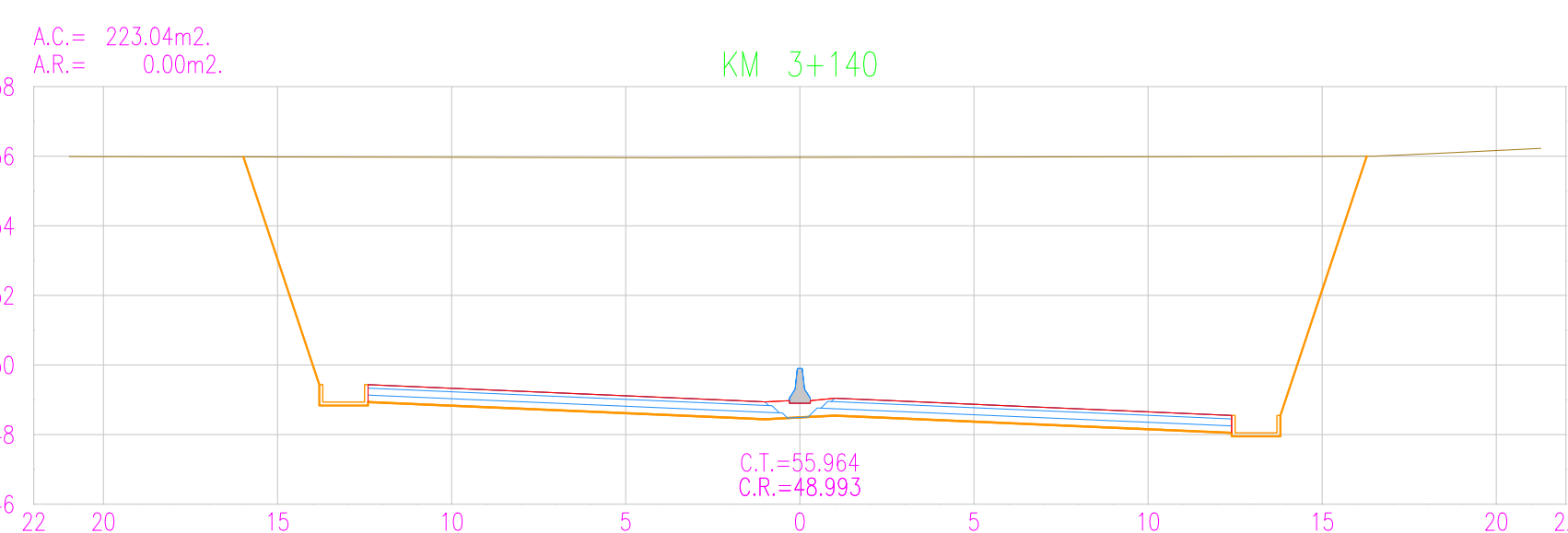
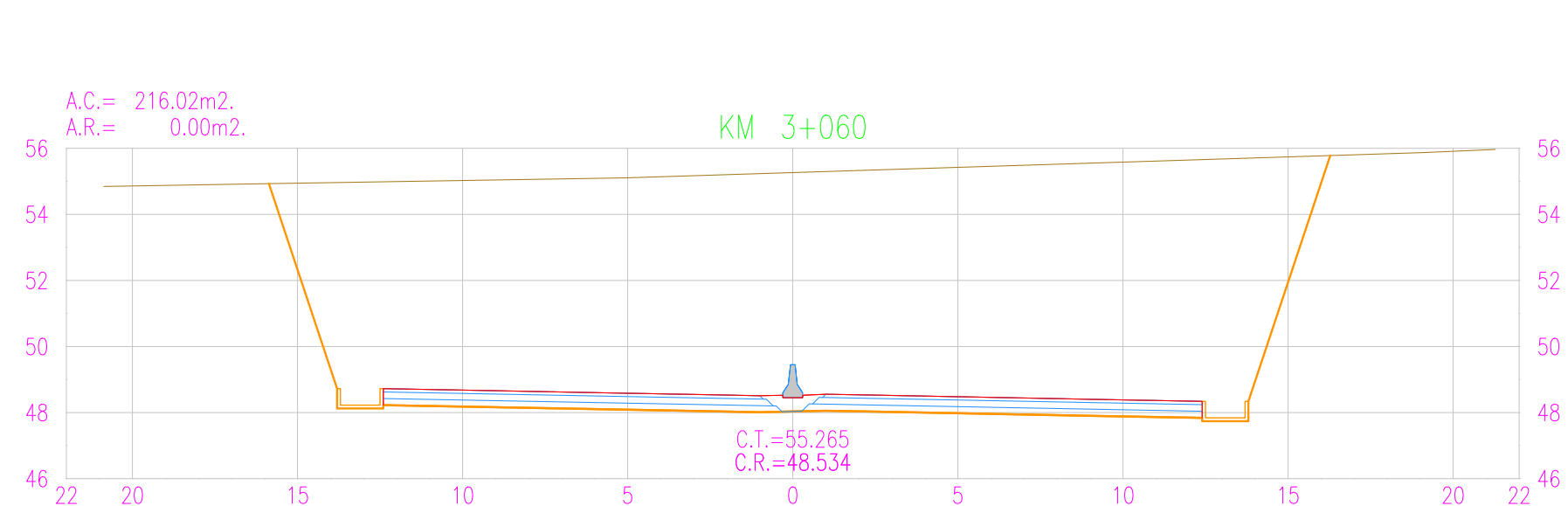
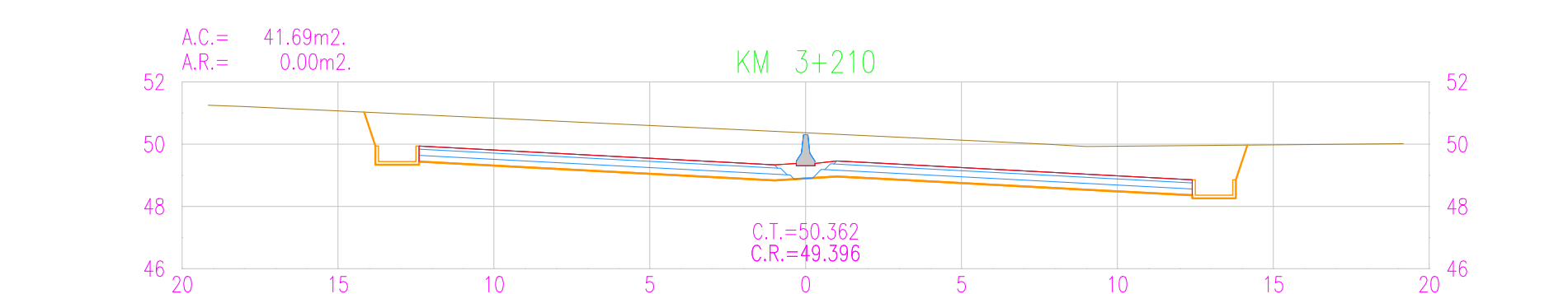
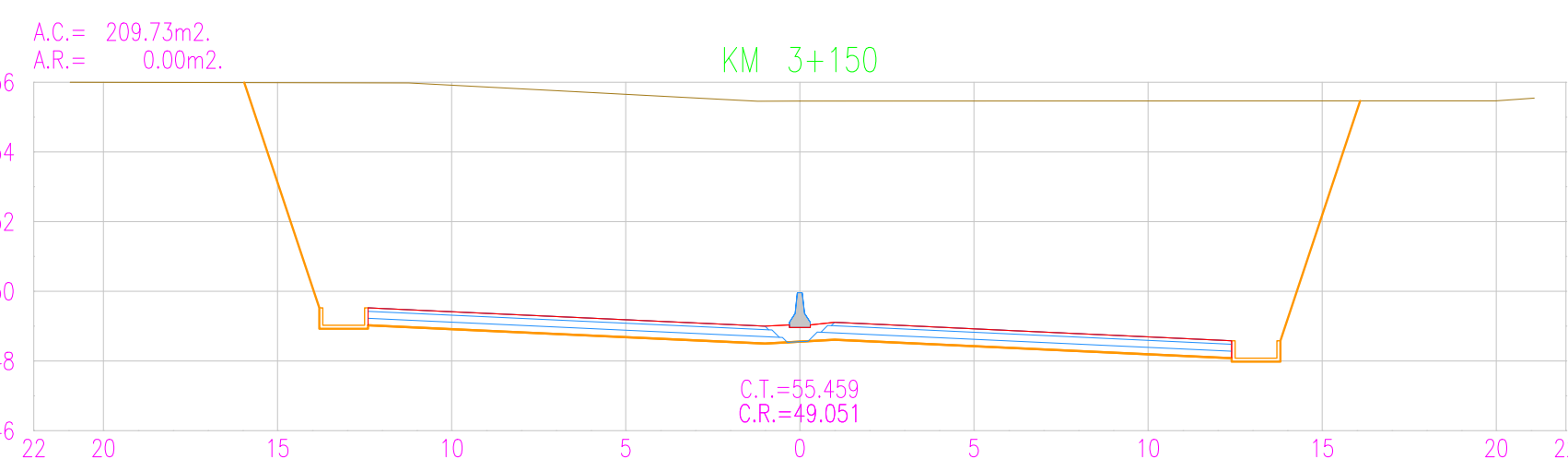
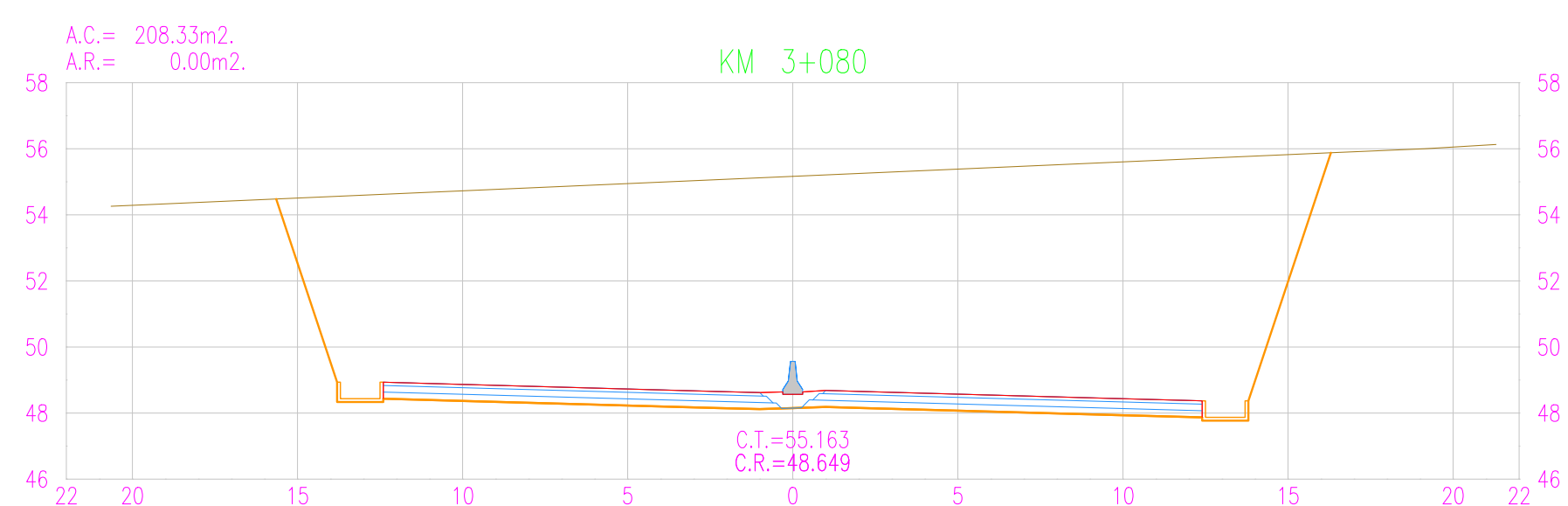
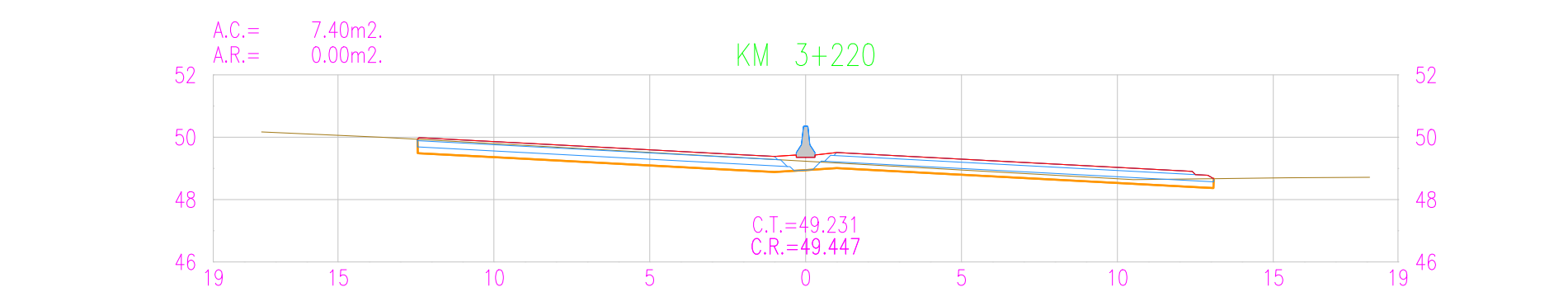
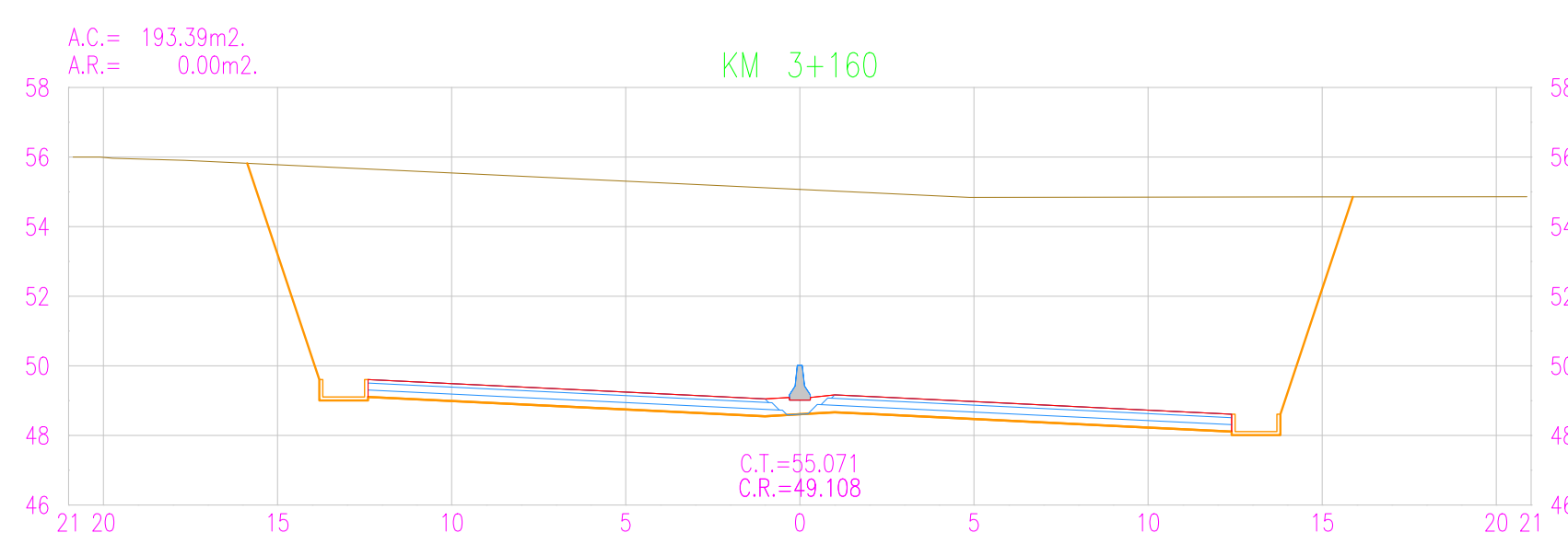
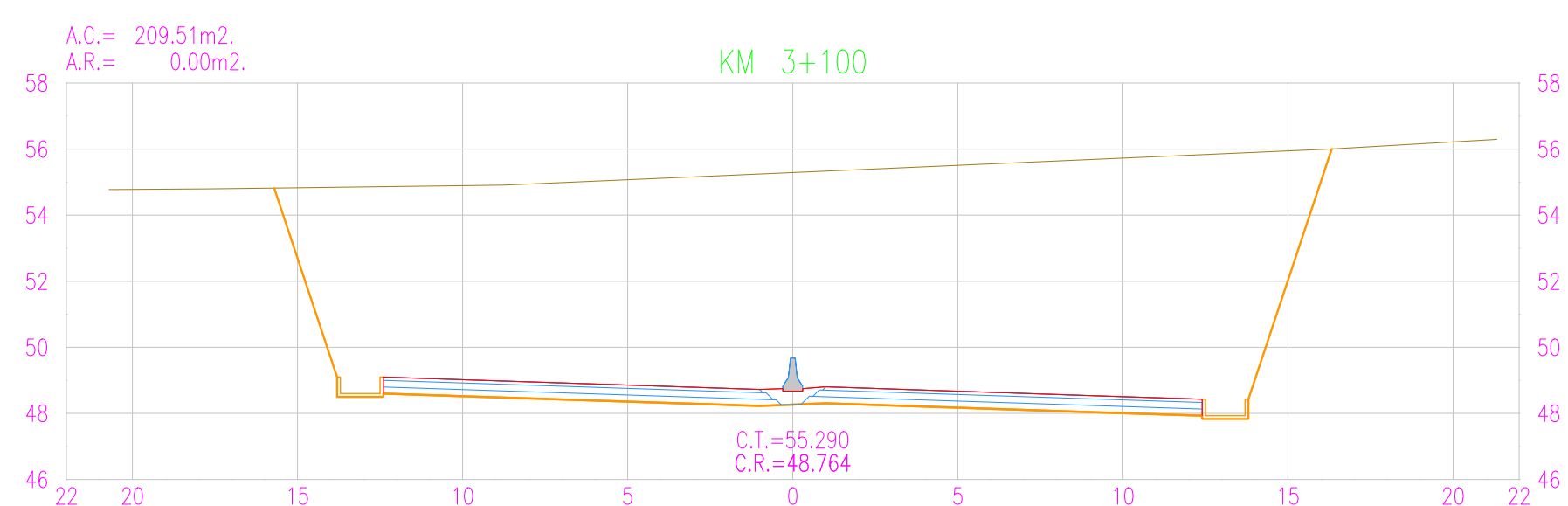
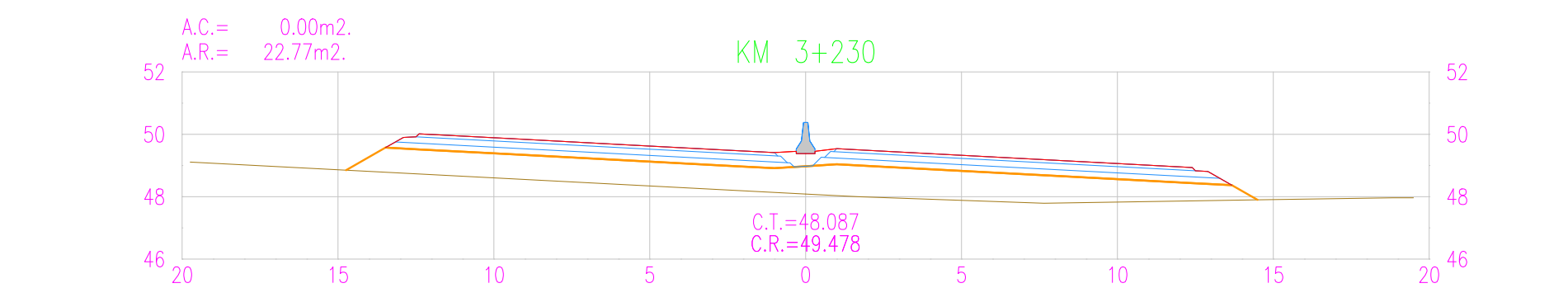
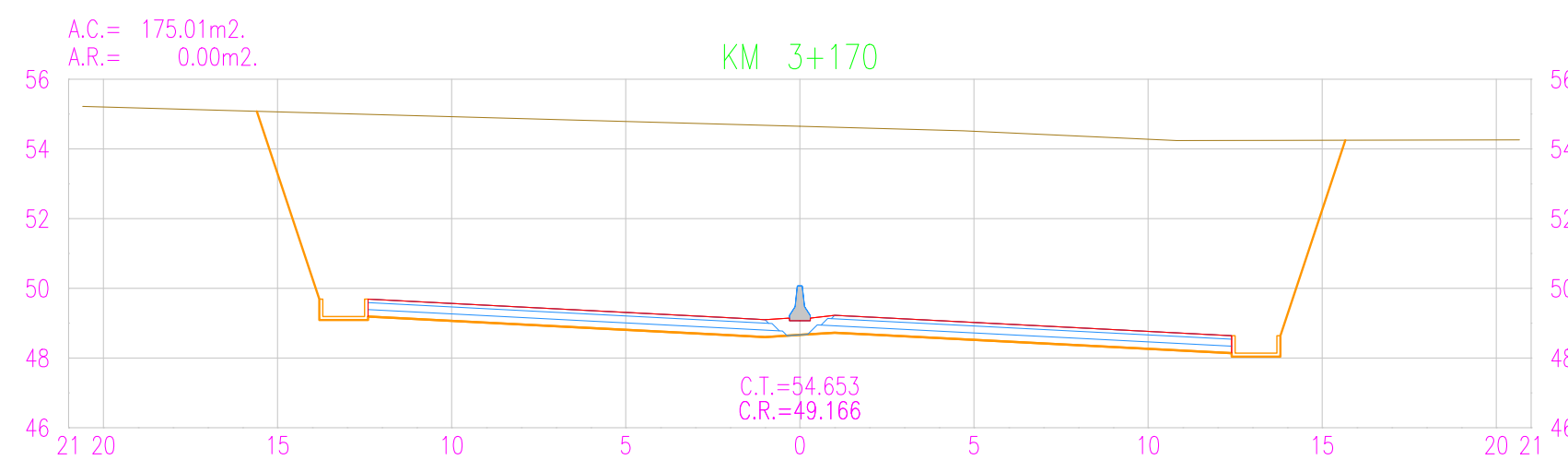
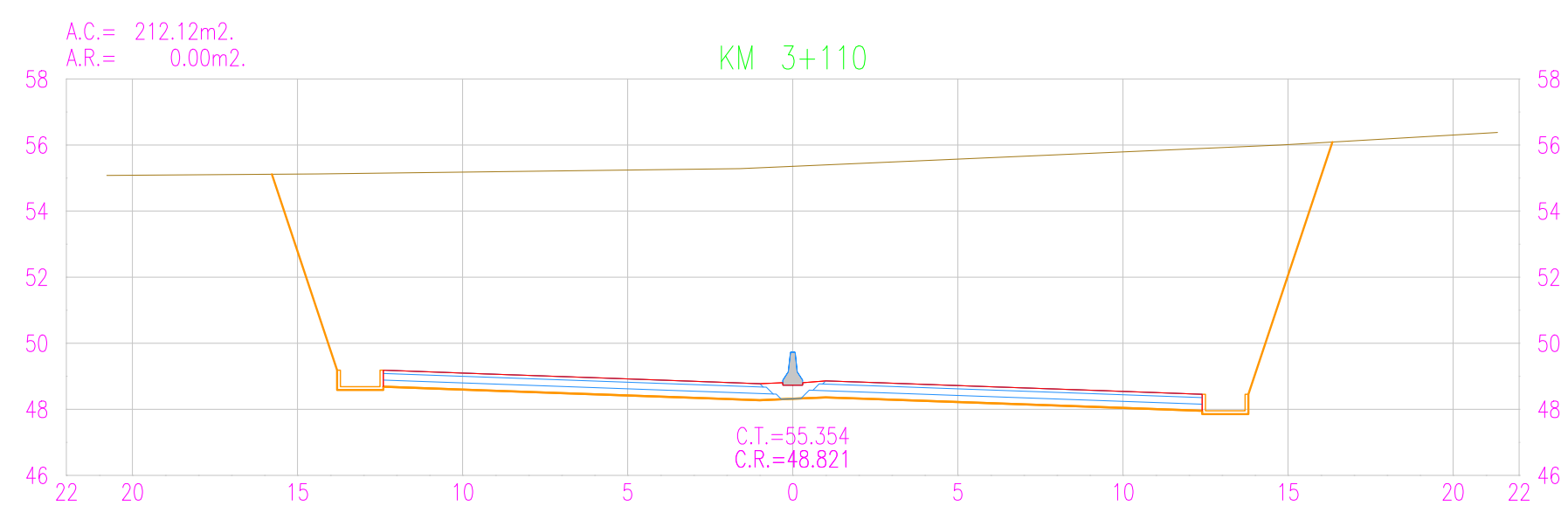
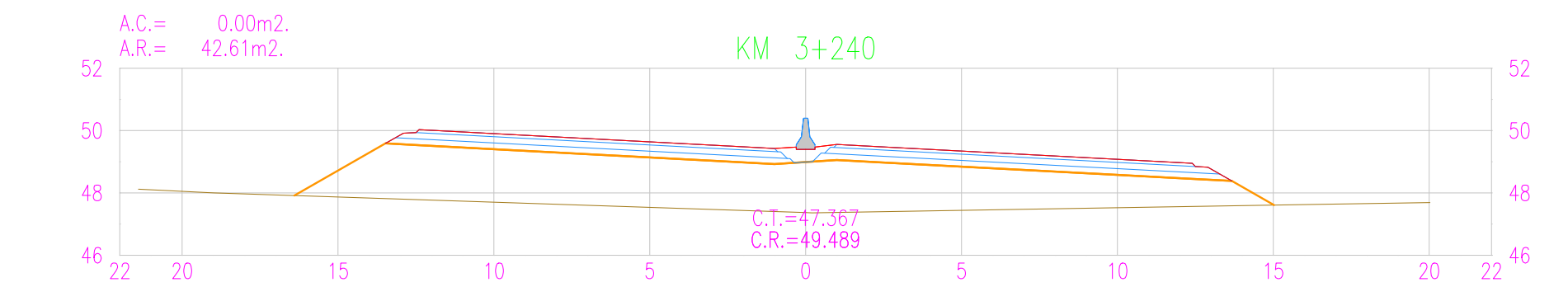
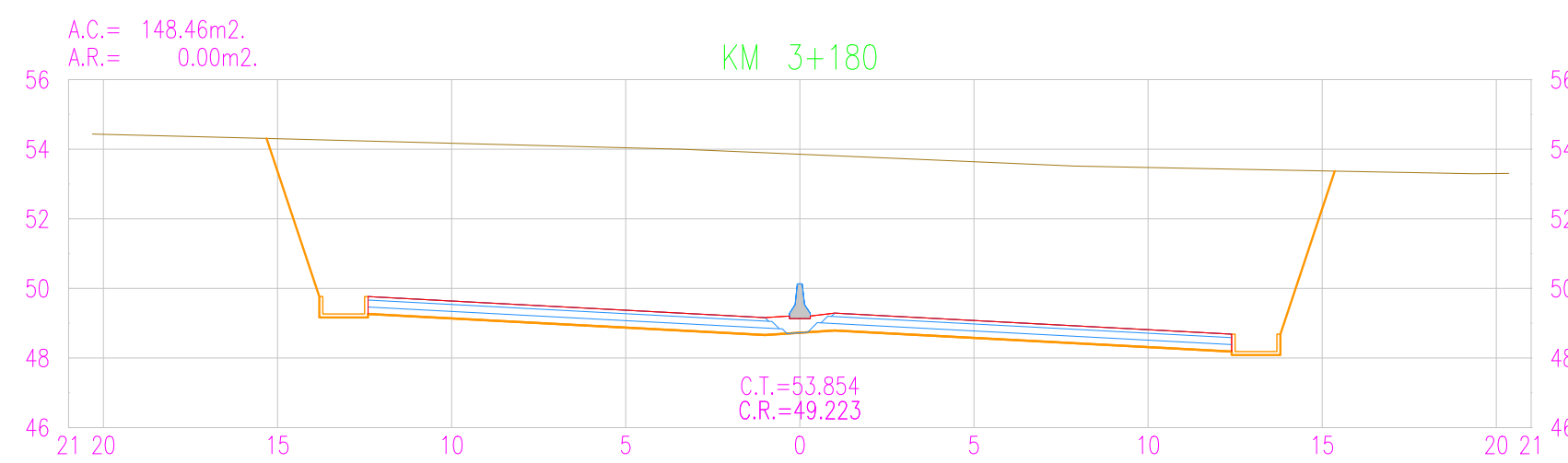
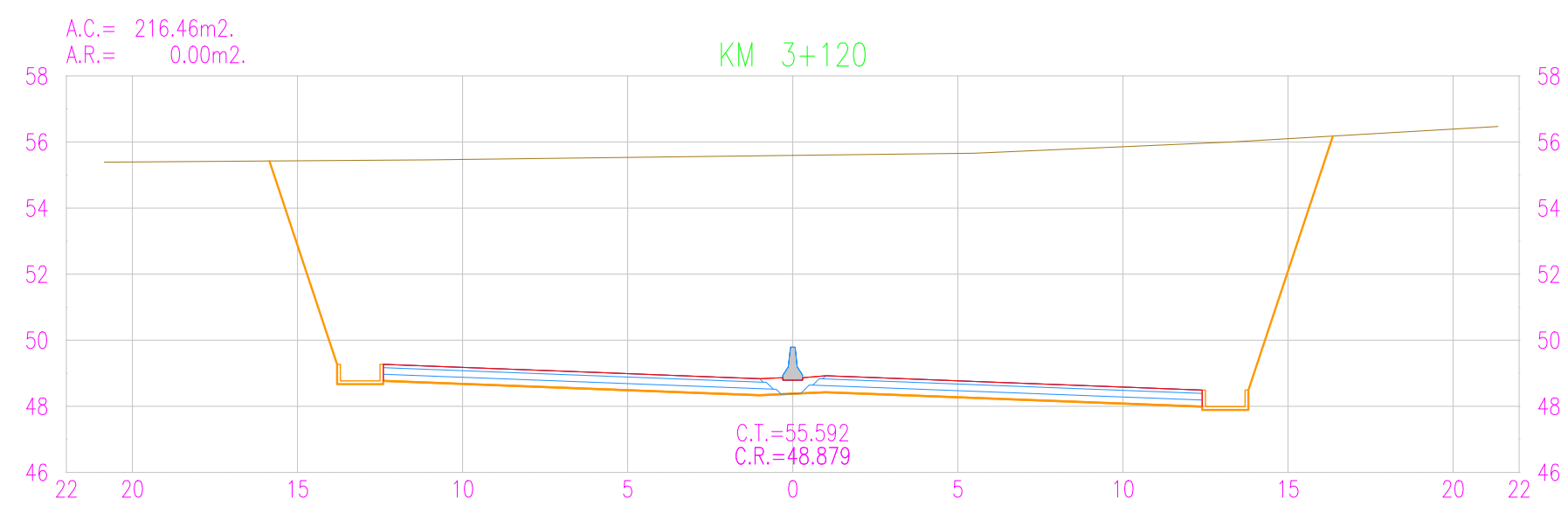
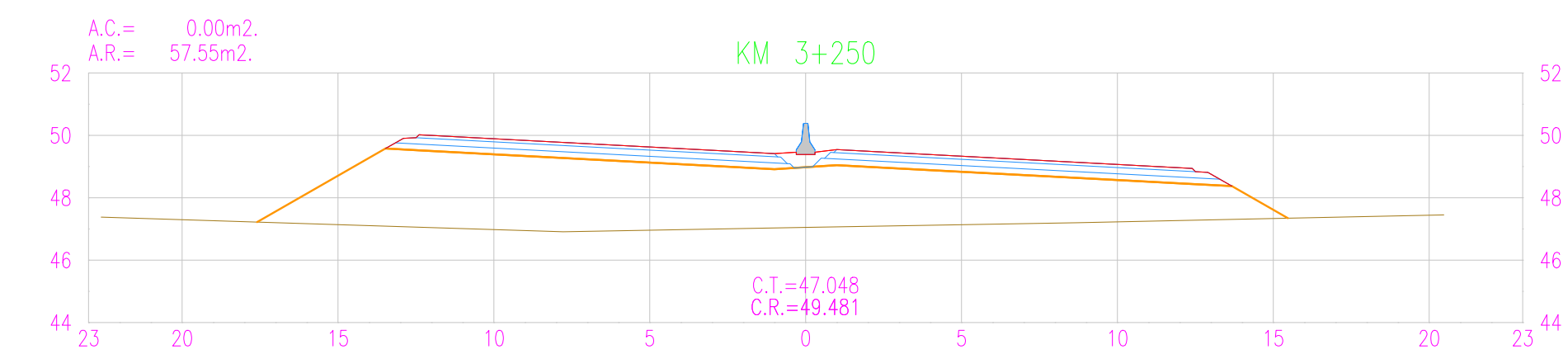
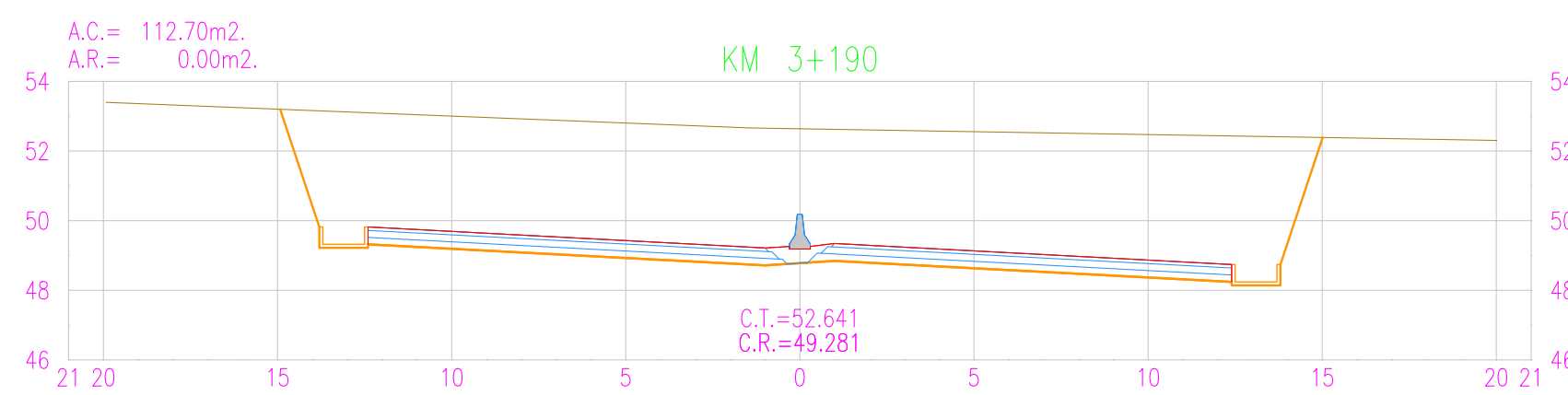
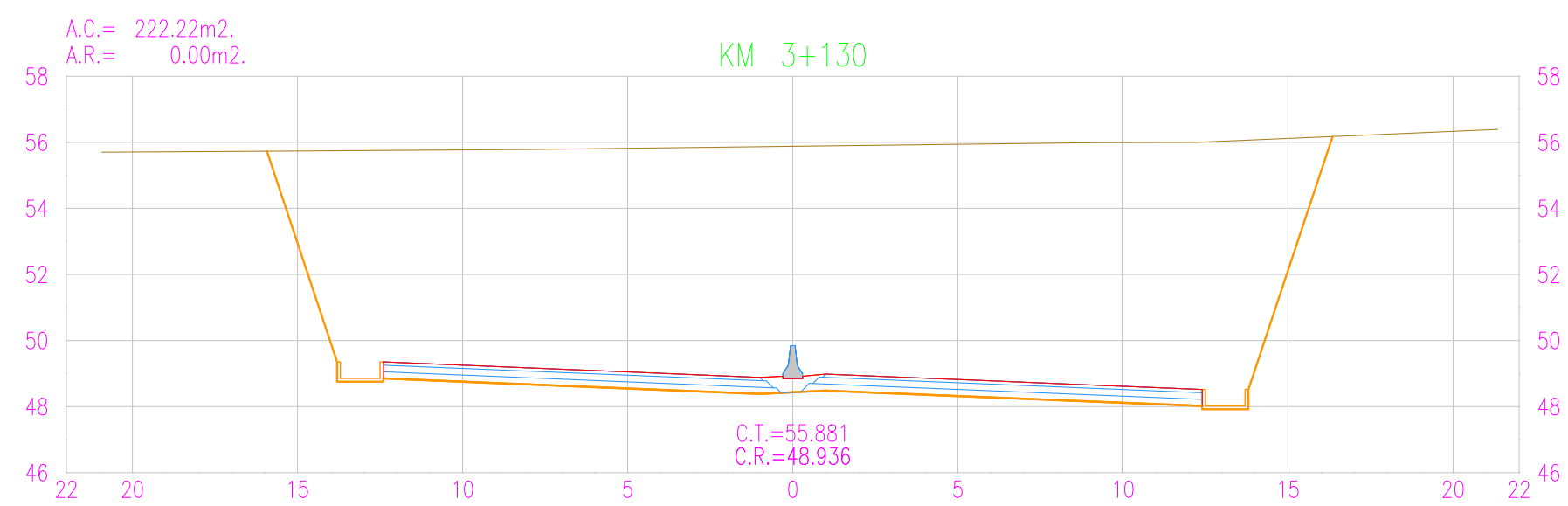
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MANCORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200

ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400

PLANO:

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 2+910 AL Km 3+040



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ROHACION CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abogado:  
Antonio Chacón

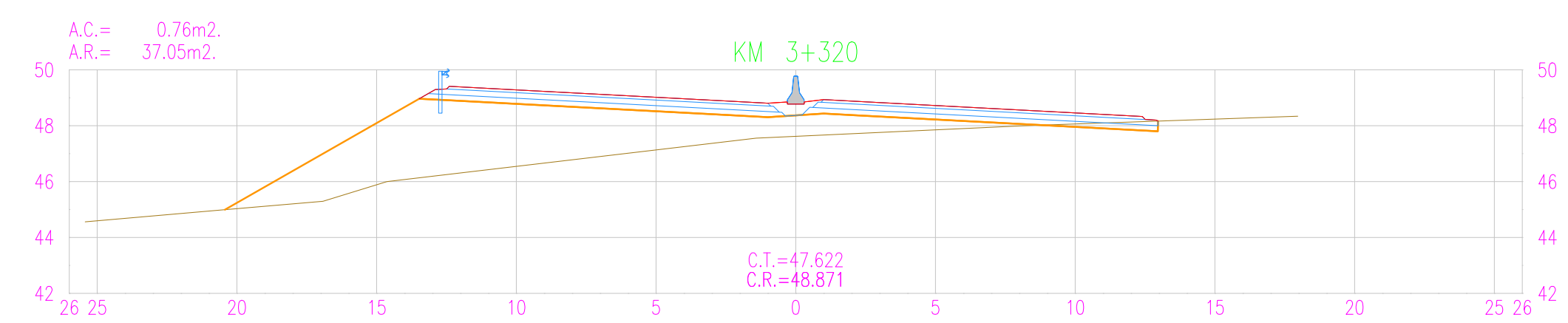
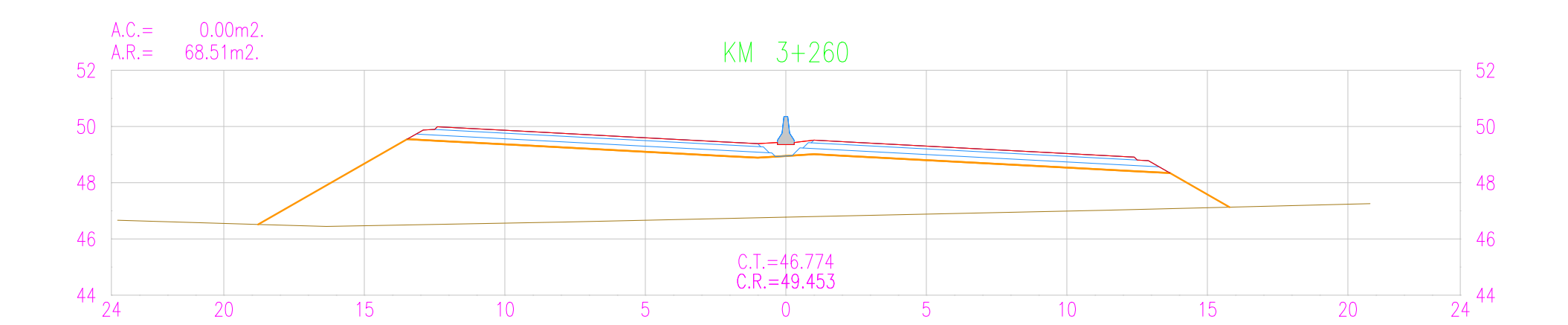
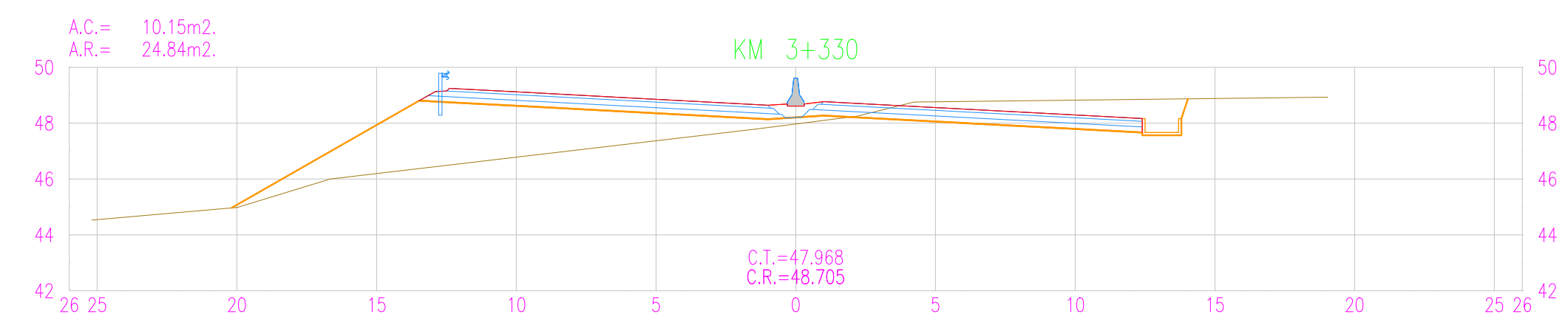
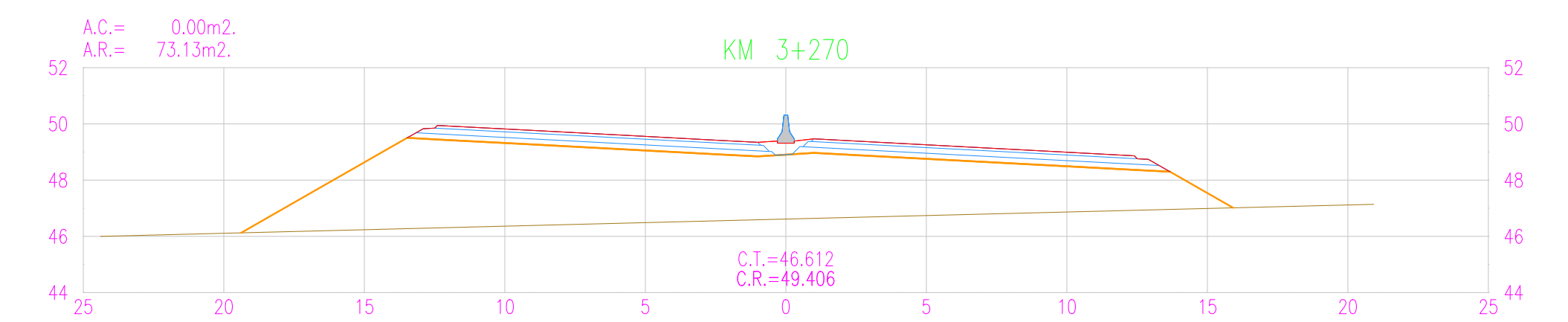
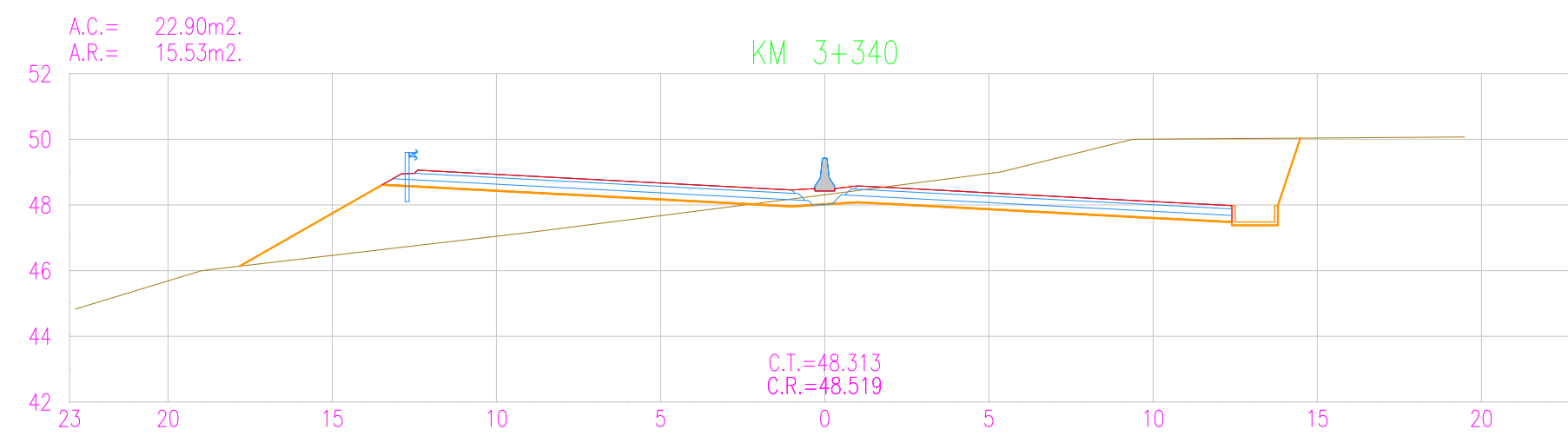
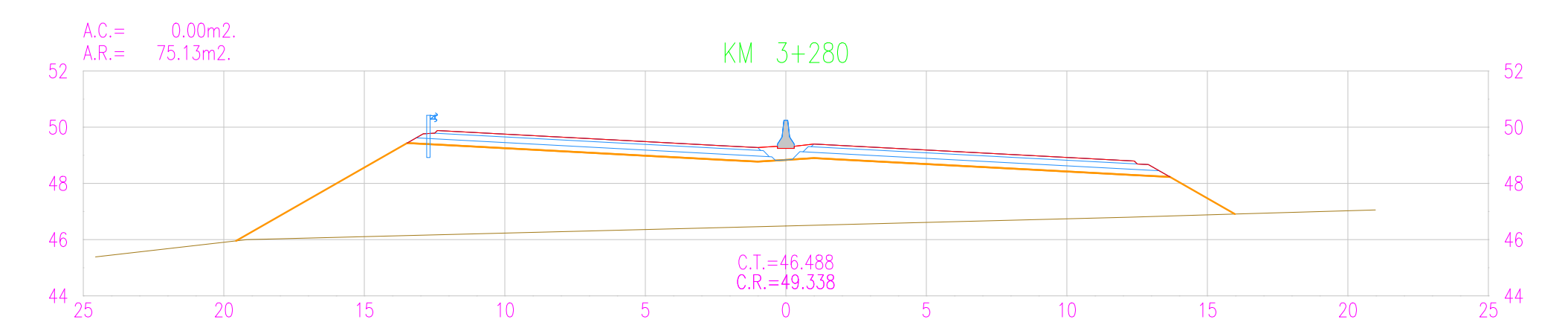
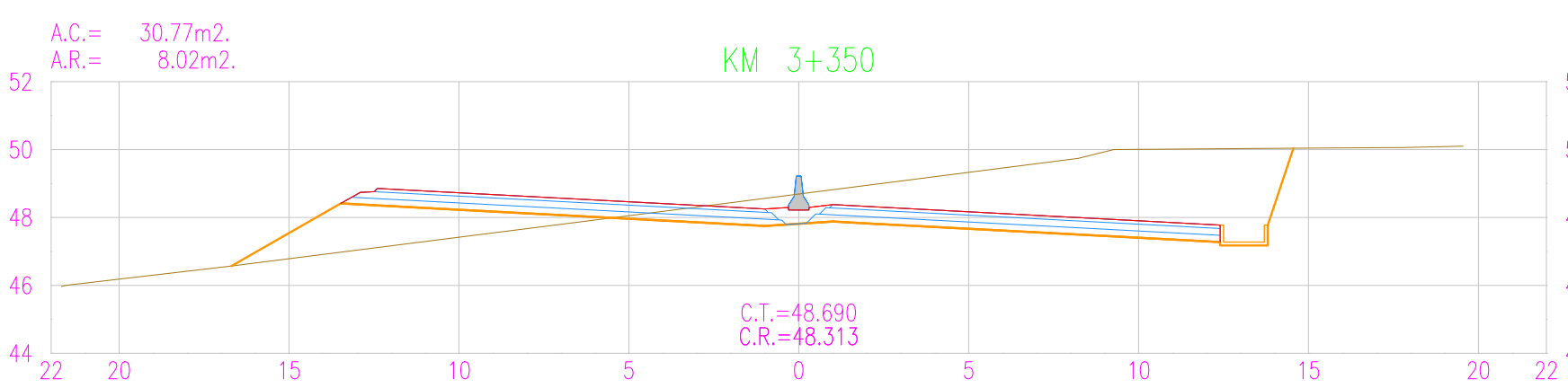
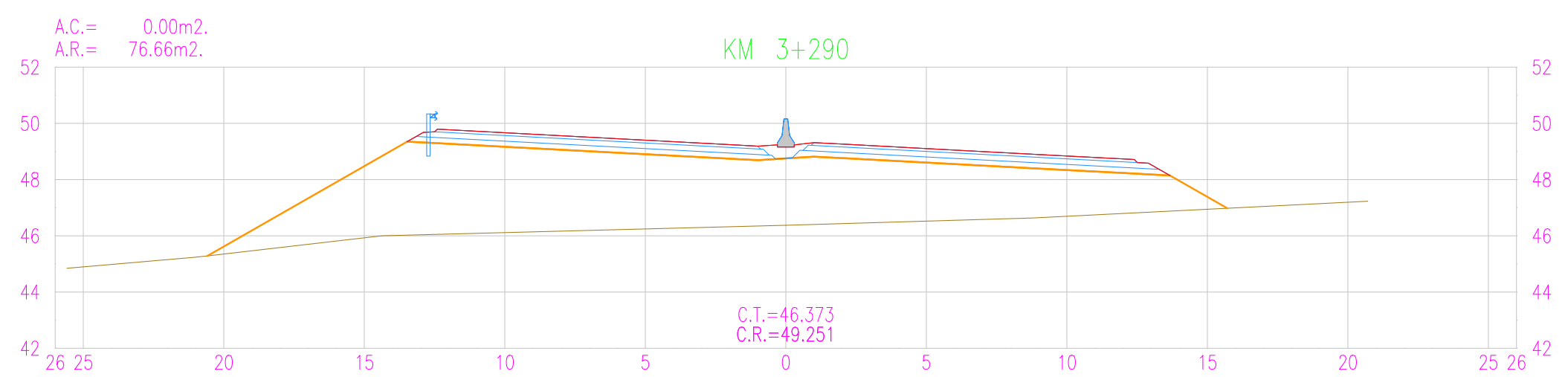
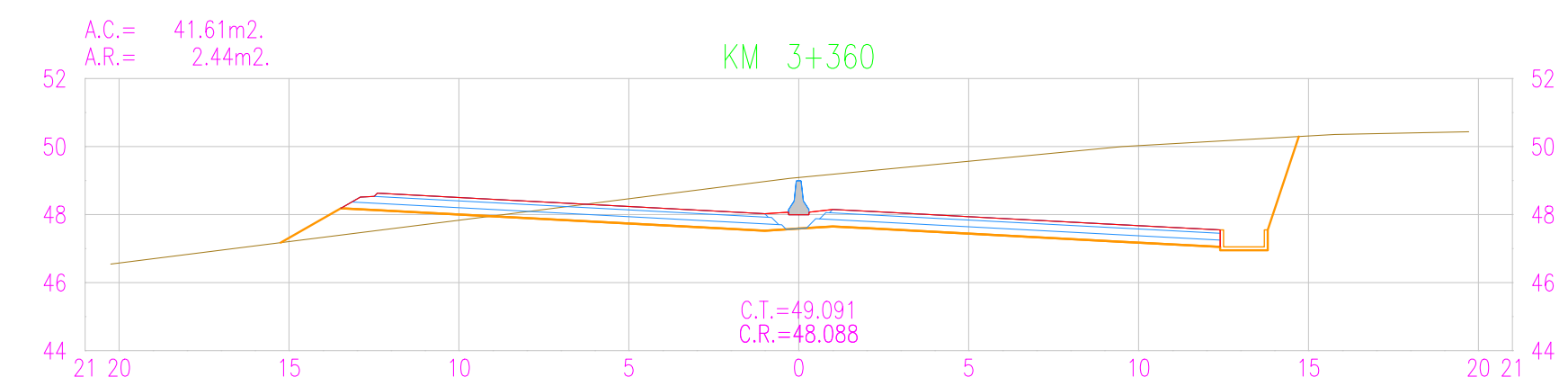
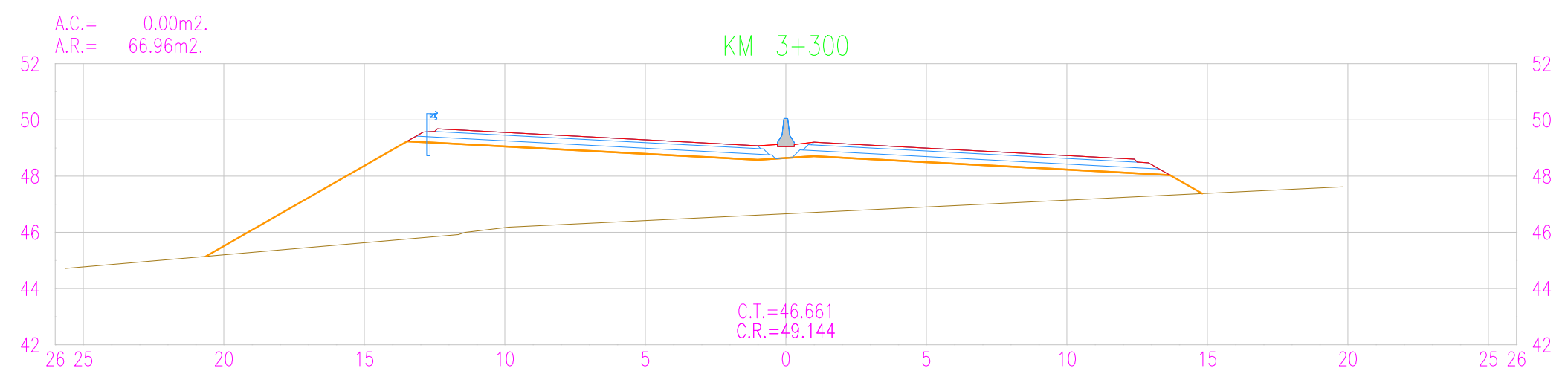
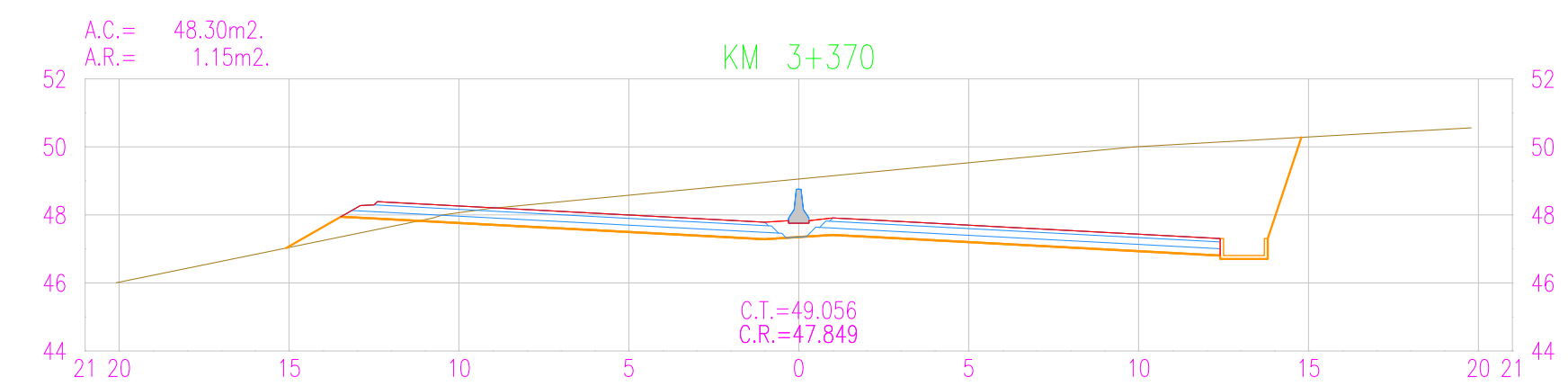
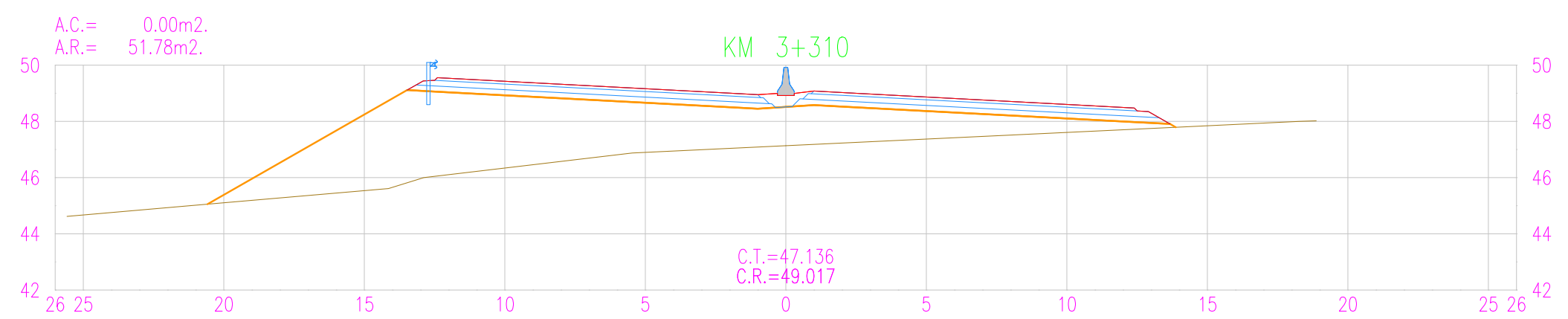
APROBACIÓN:

REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

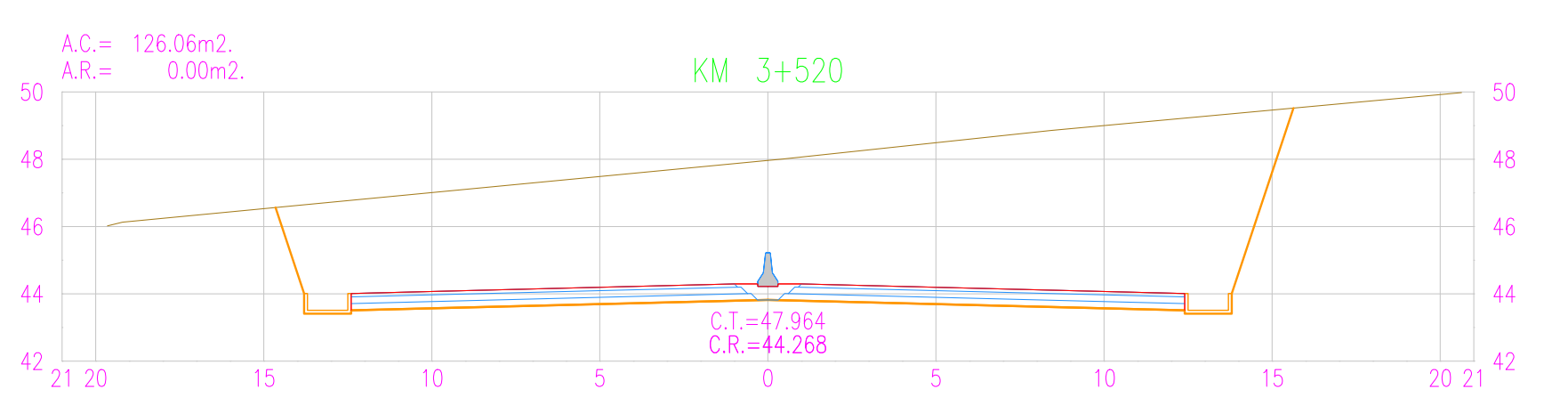
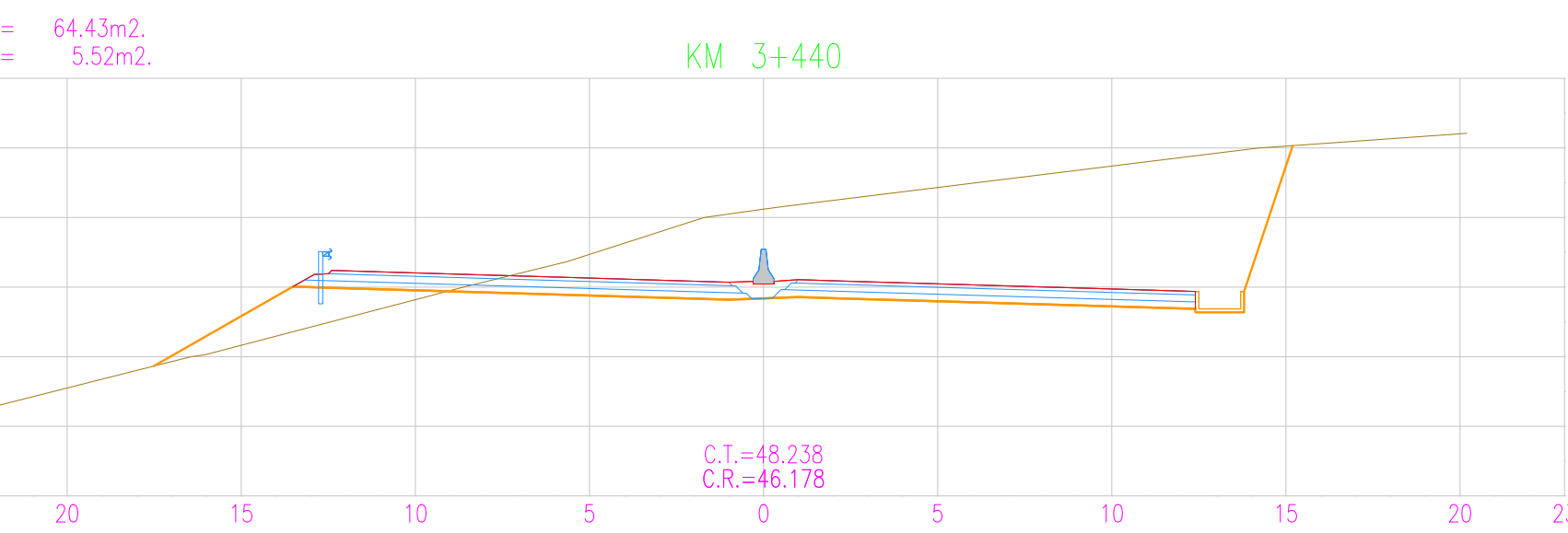
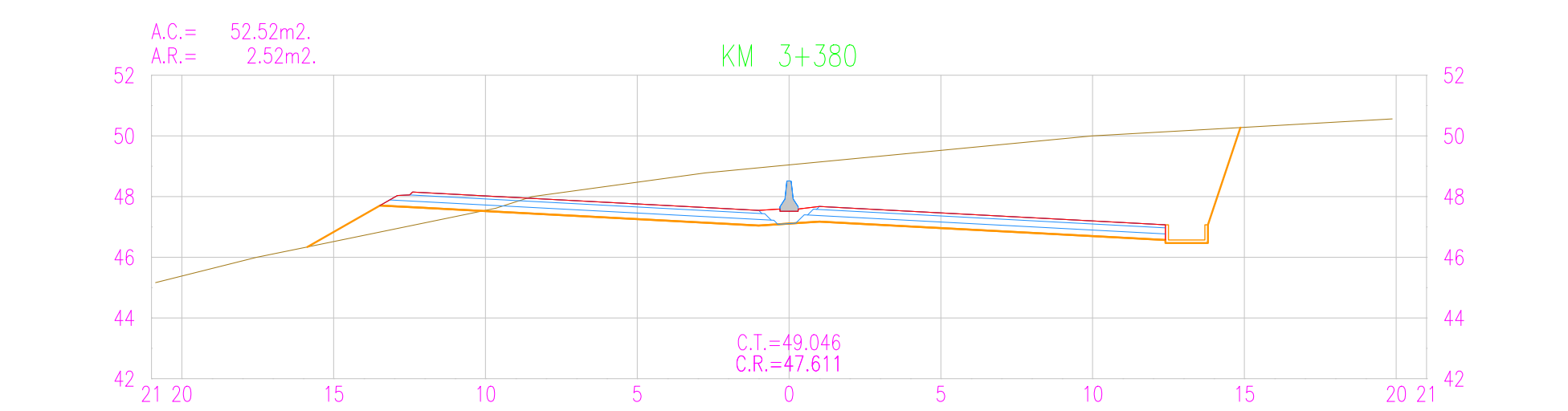
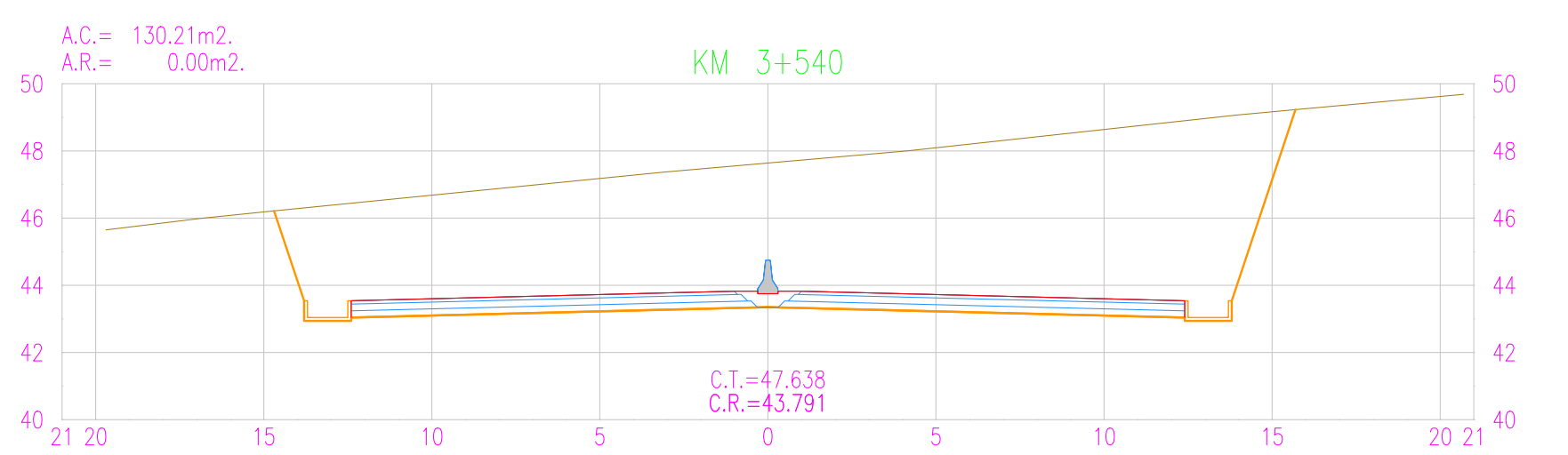
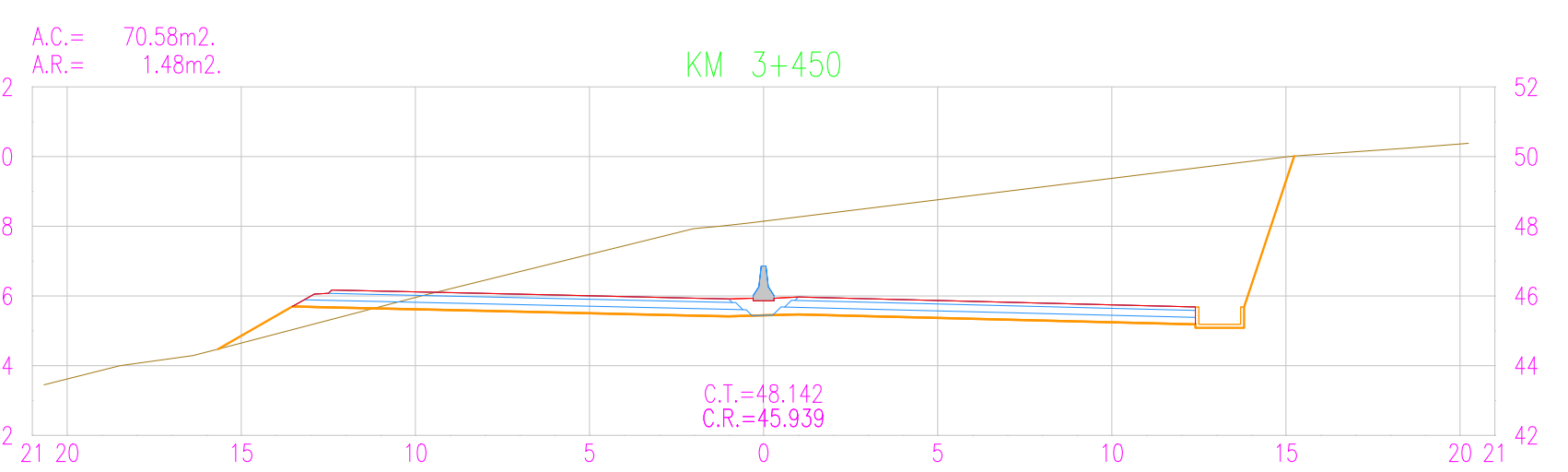
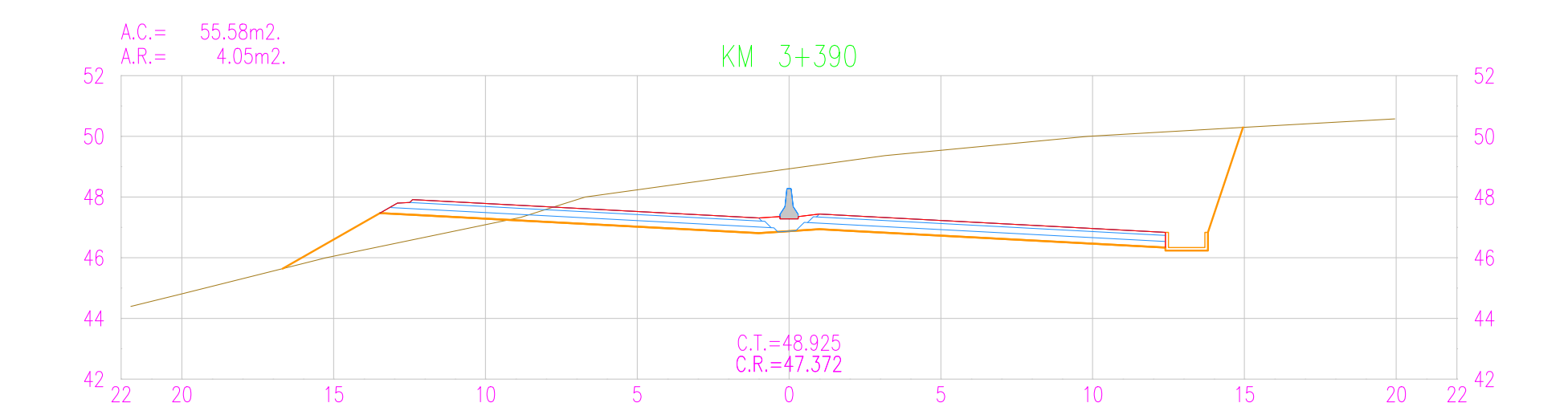
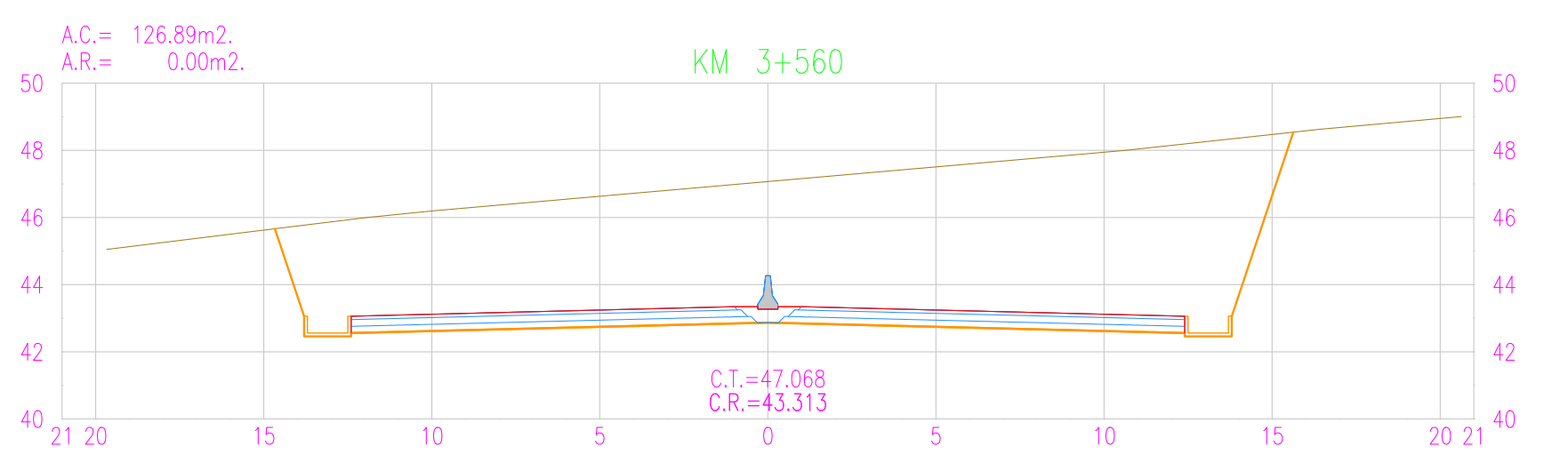
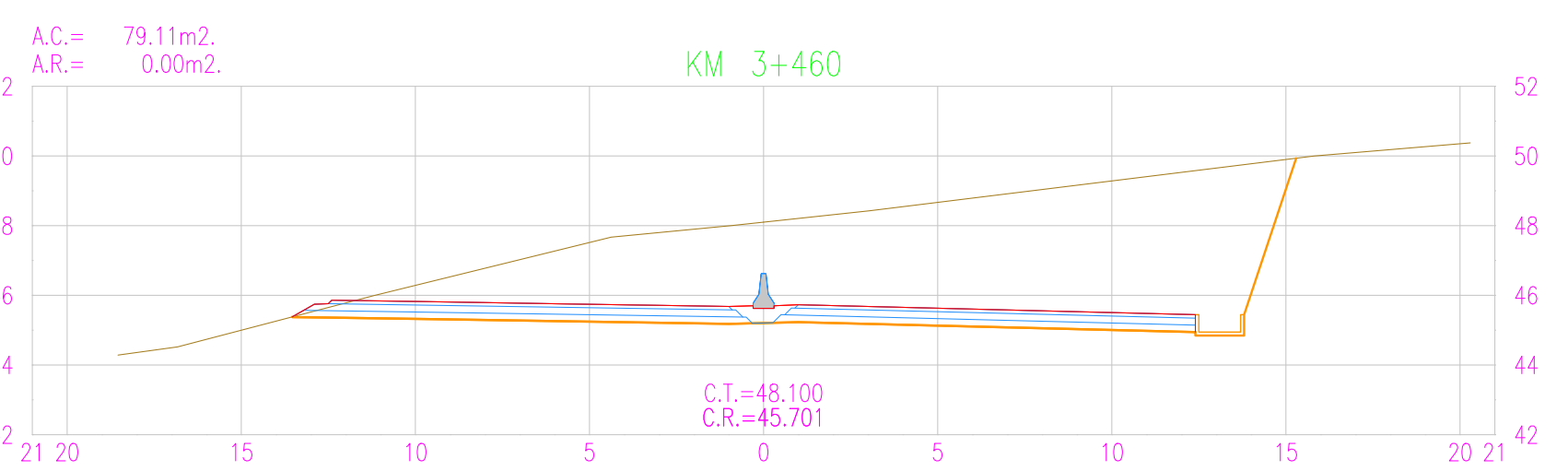
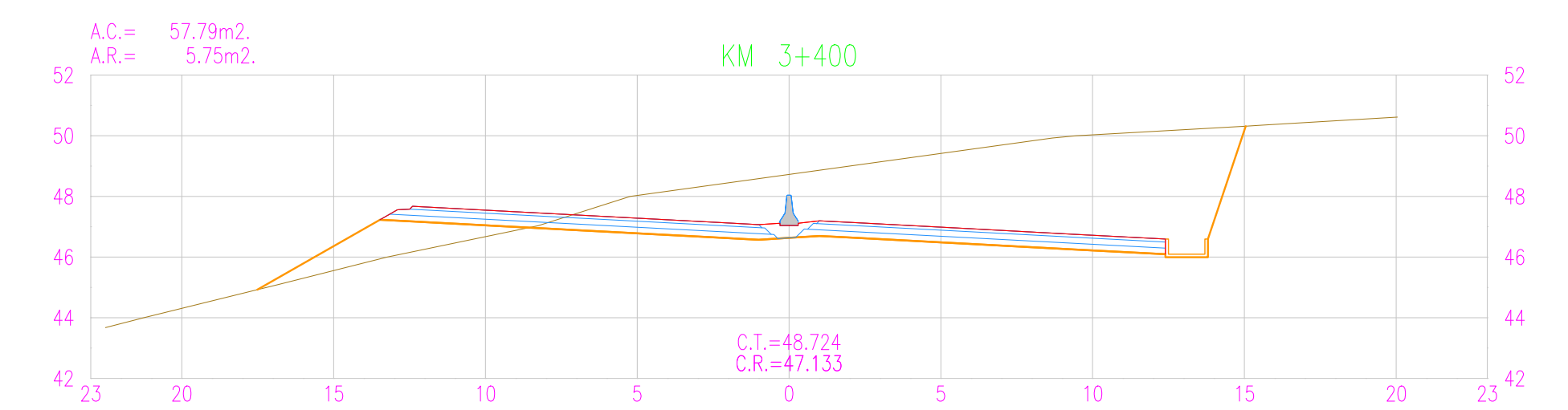
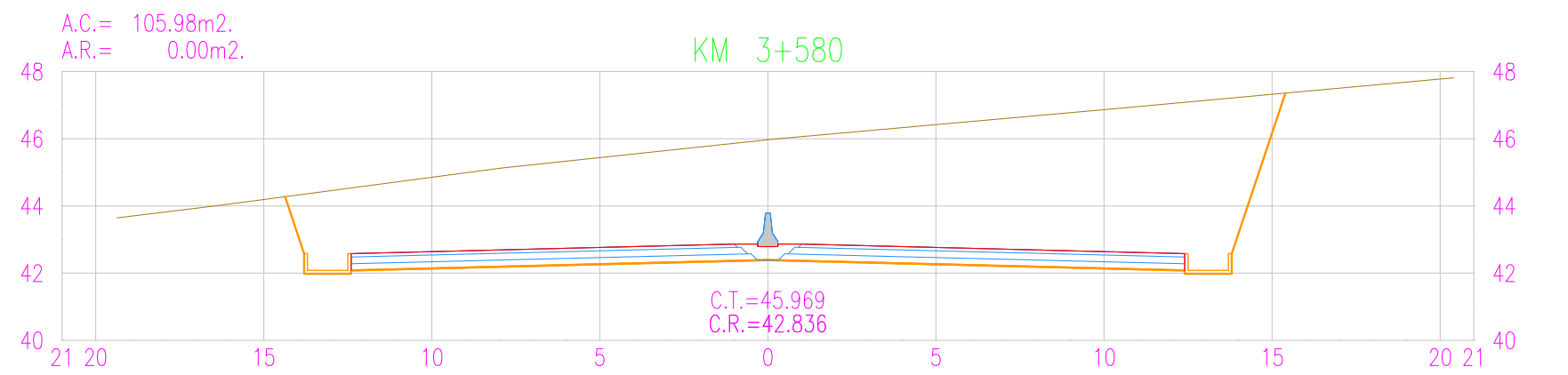
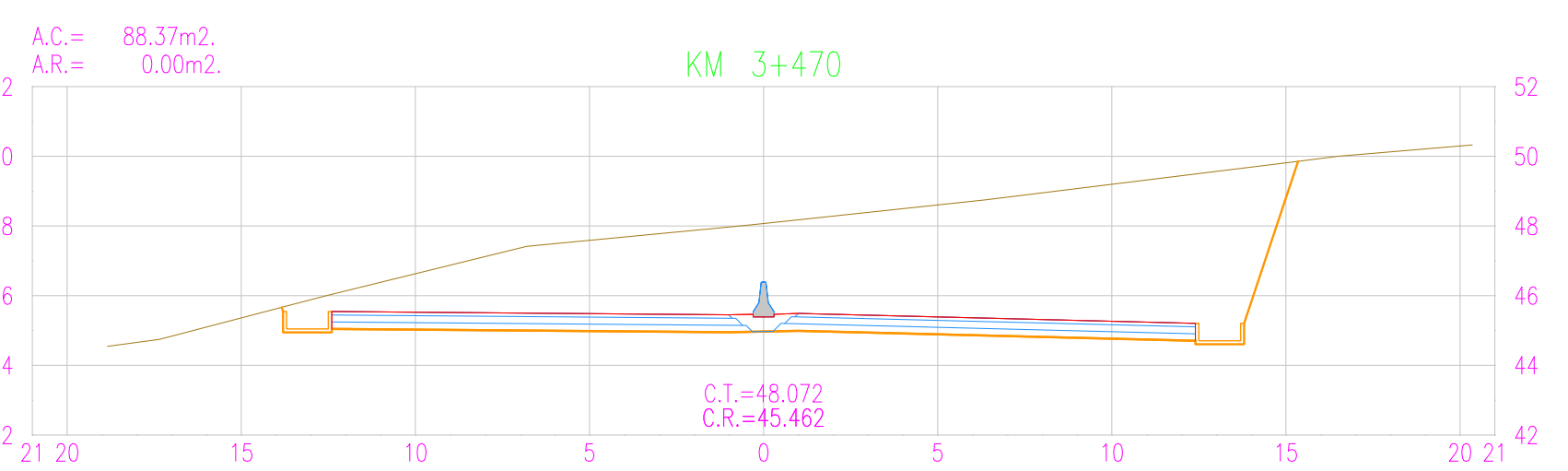
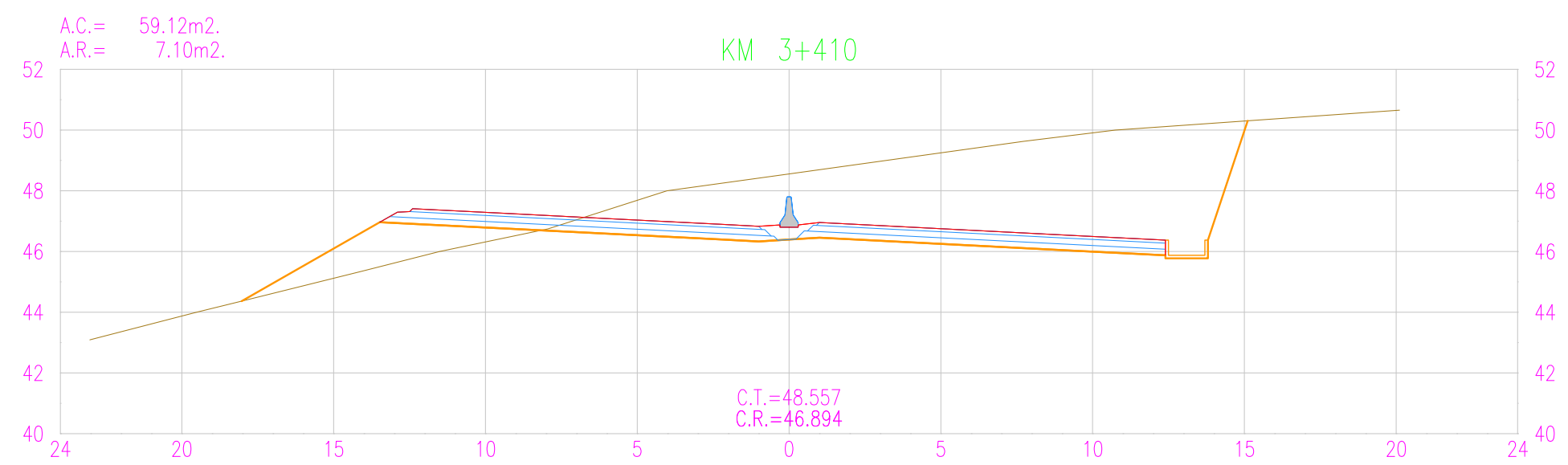
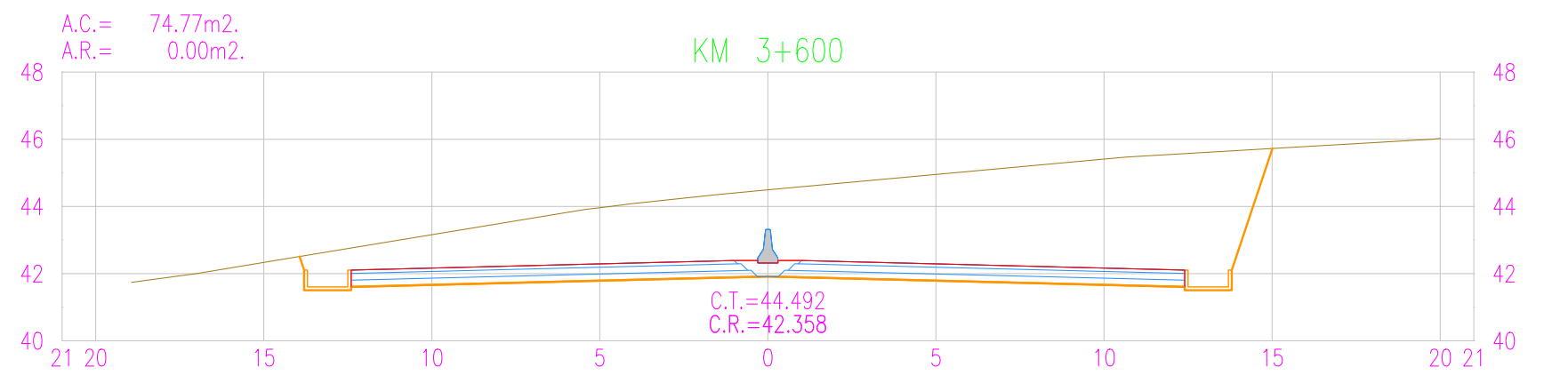
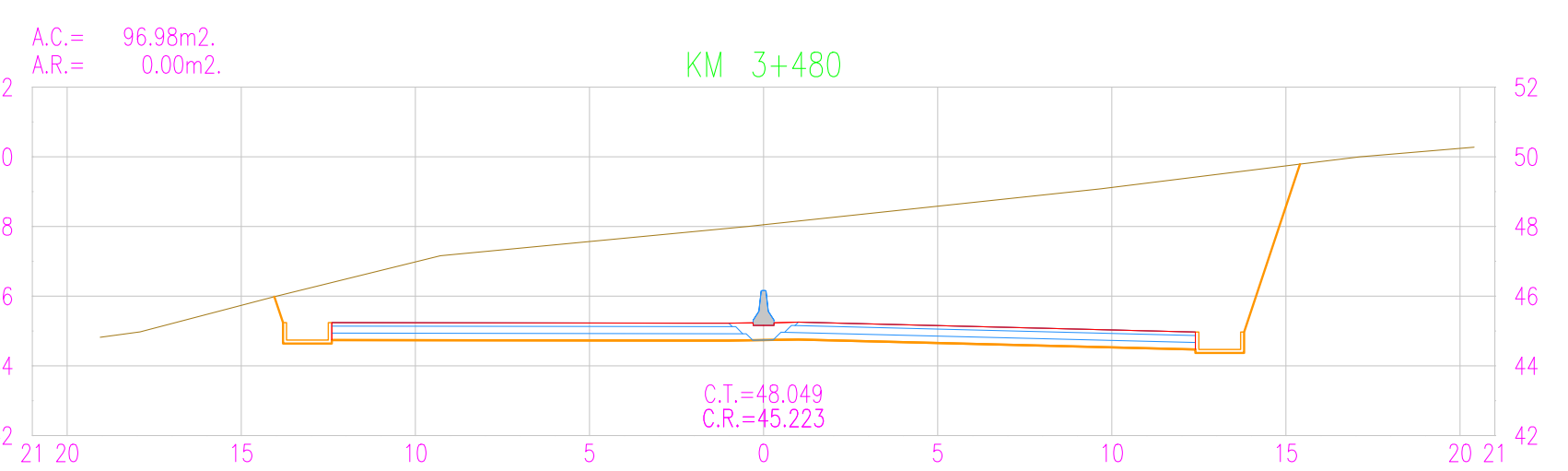
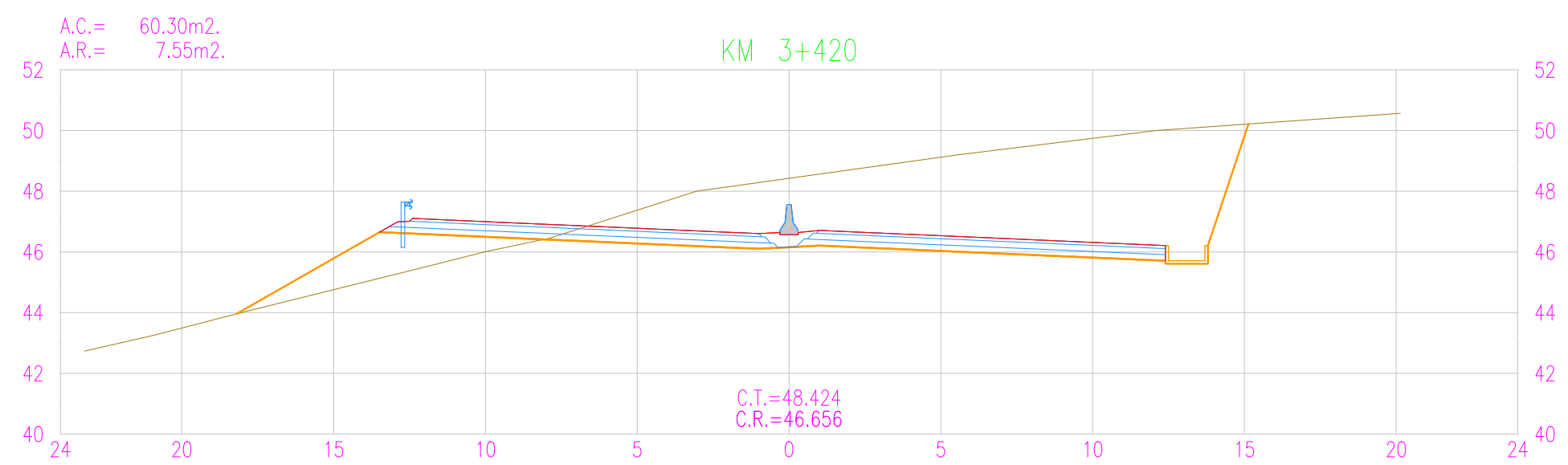
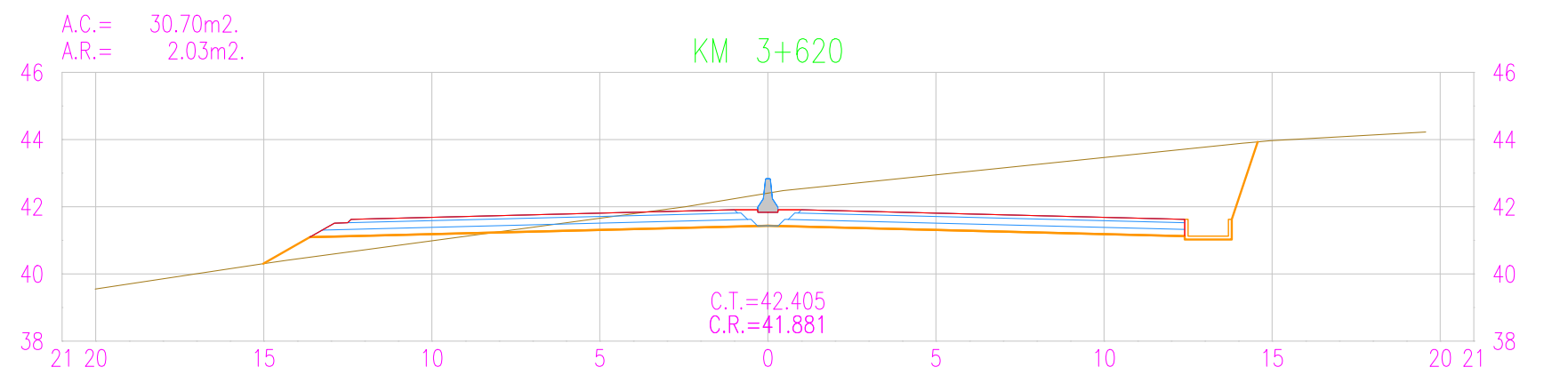
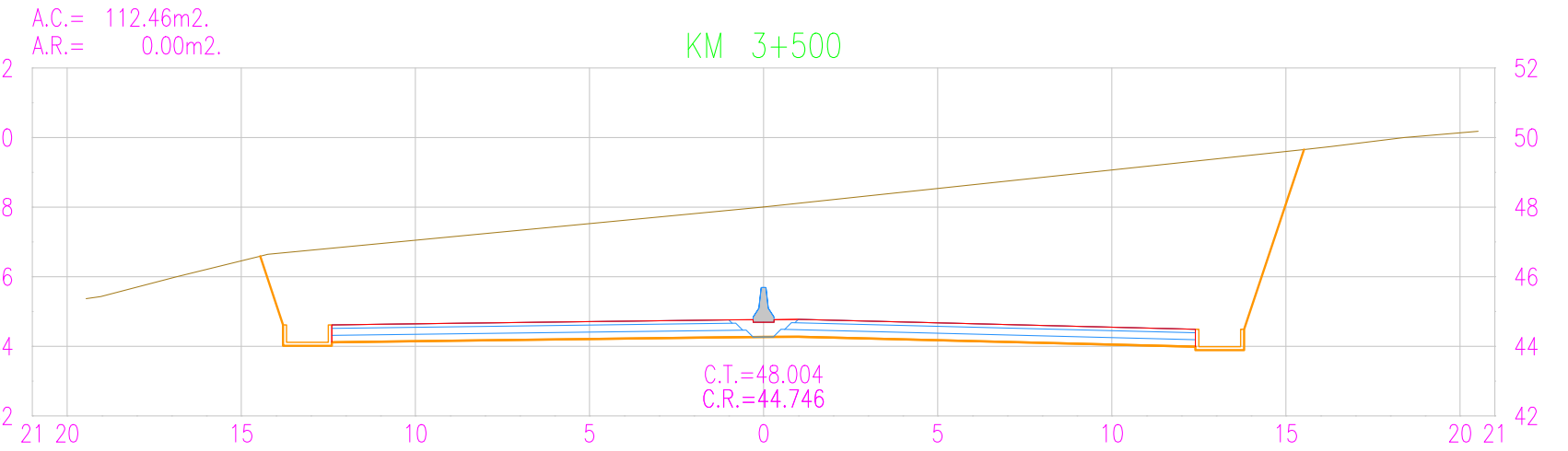
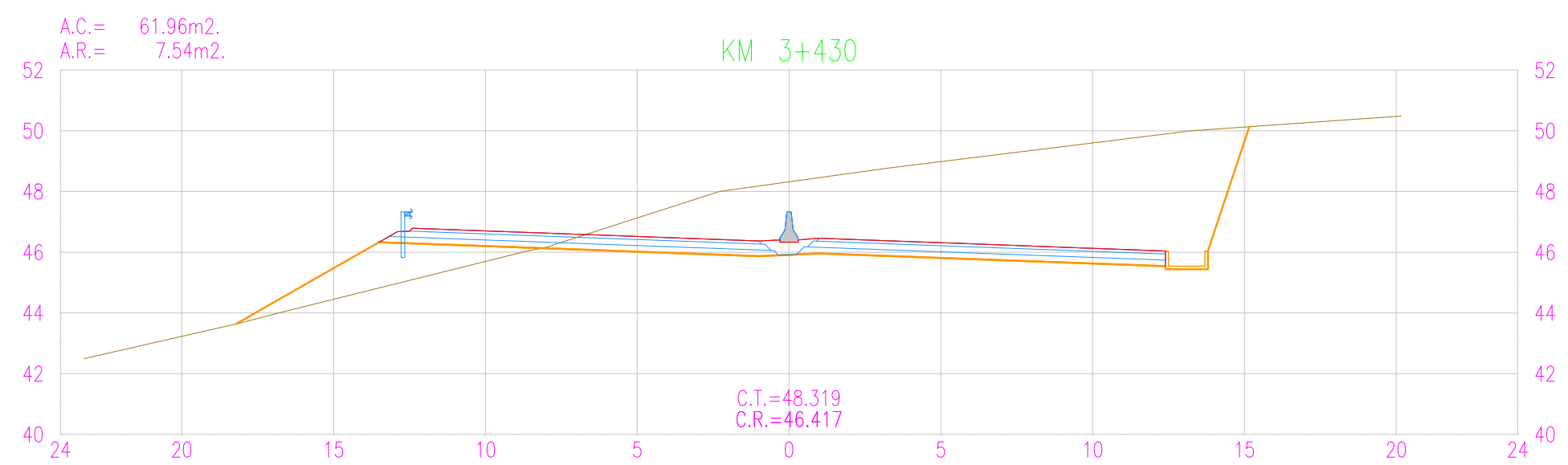
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200  
ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400  
PLANO:  
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 3+060 AL Km 3+250

ST-30



REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI

ROHACION CONSULTORES S.A.

Jefe de Estudios:  
Antonio Chacón  
Especialista:  
Antonio Chacón  
Revisor:  
Fernando Campos  
Proceso/abujos:  
Antonio Chacón

APROBACIÓN:

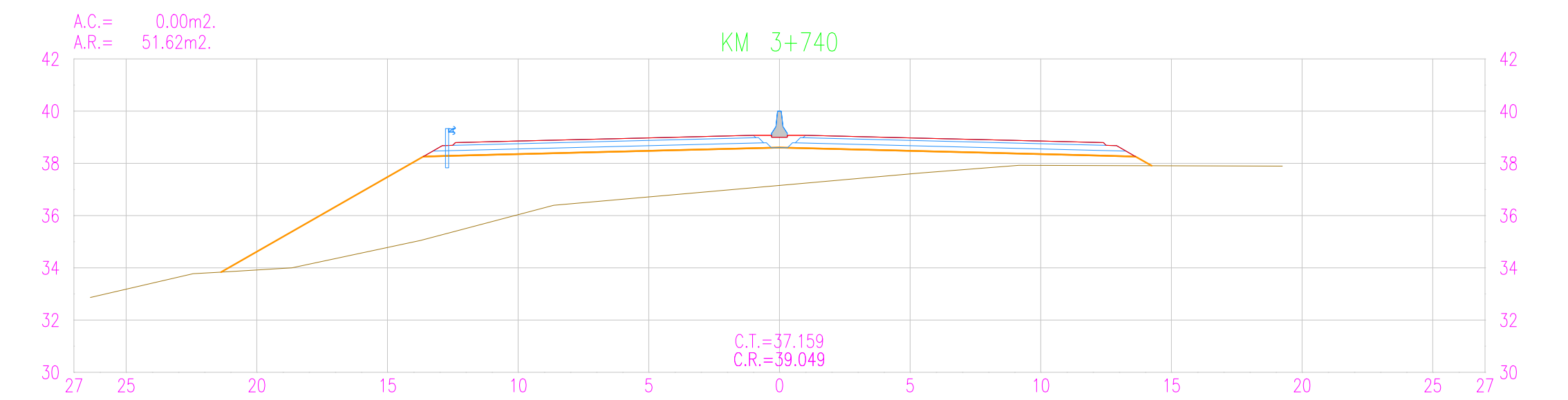
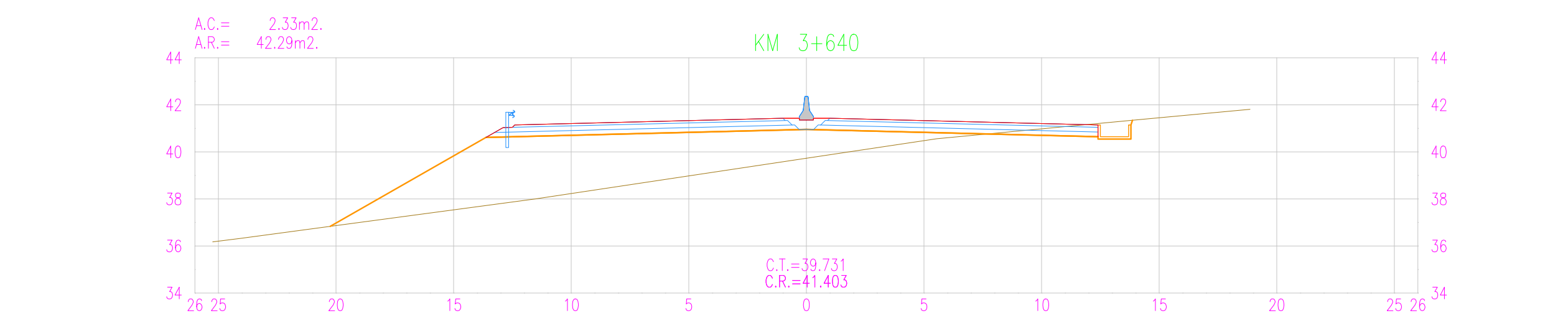
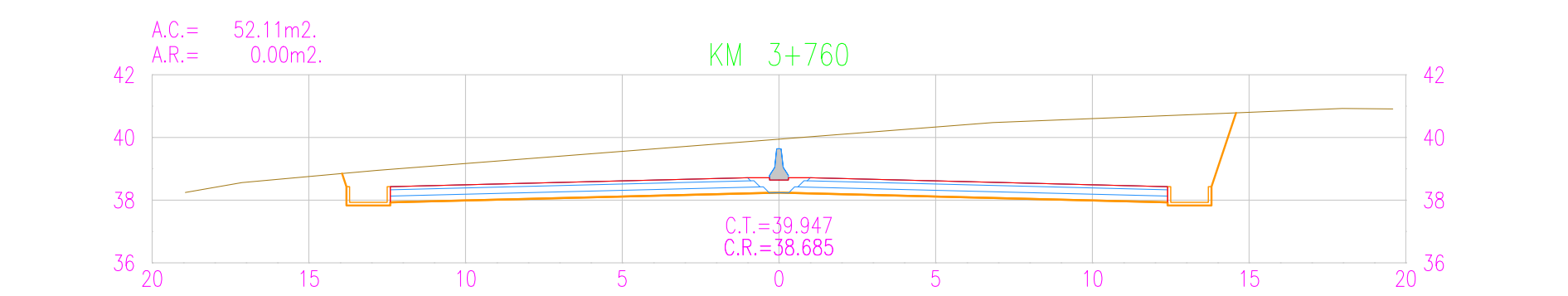
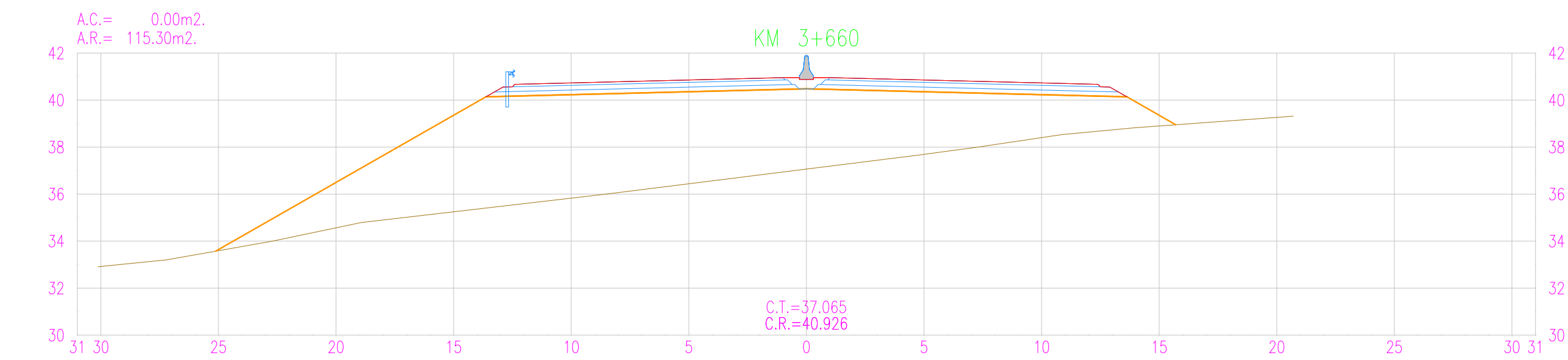
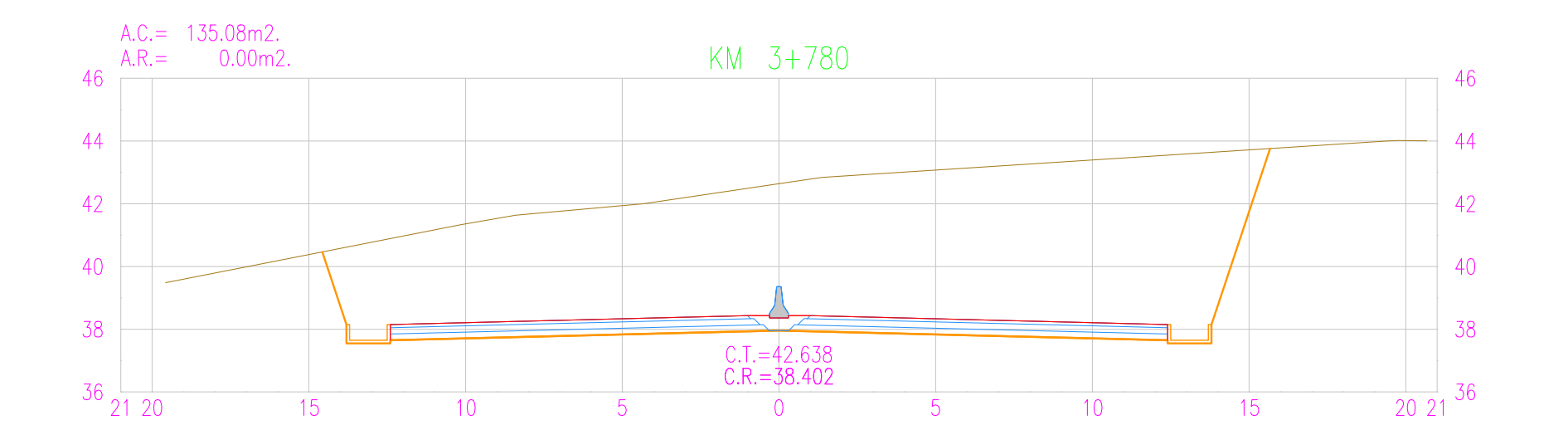
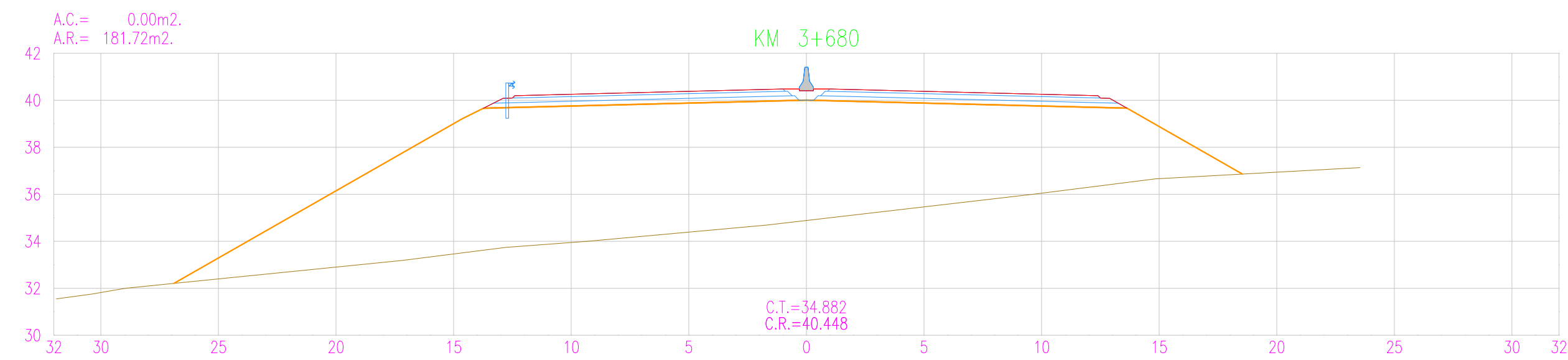
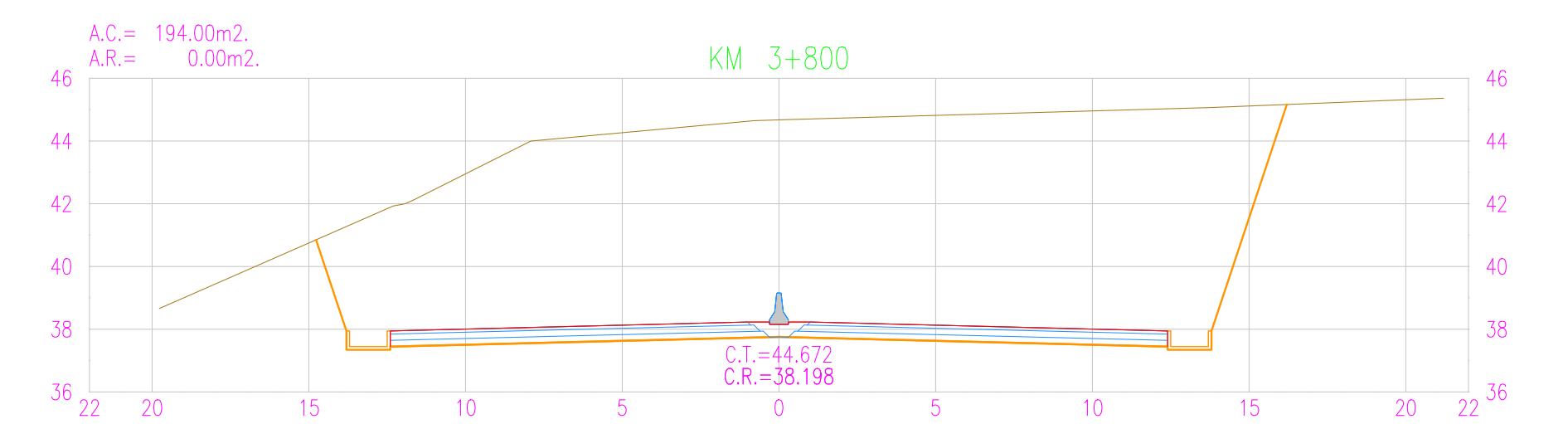
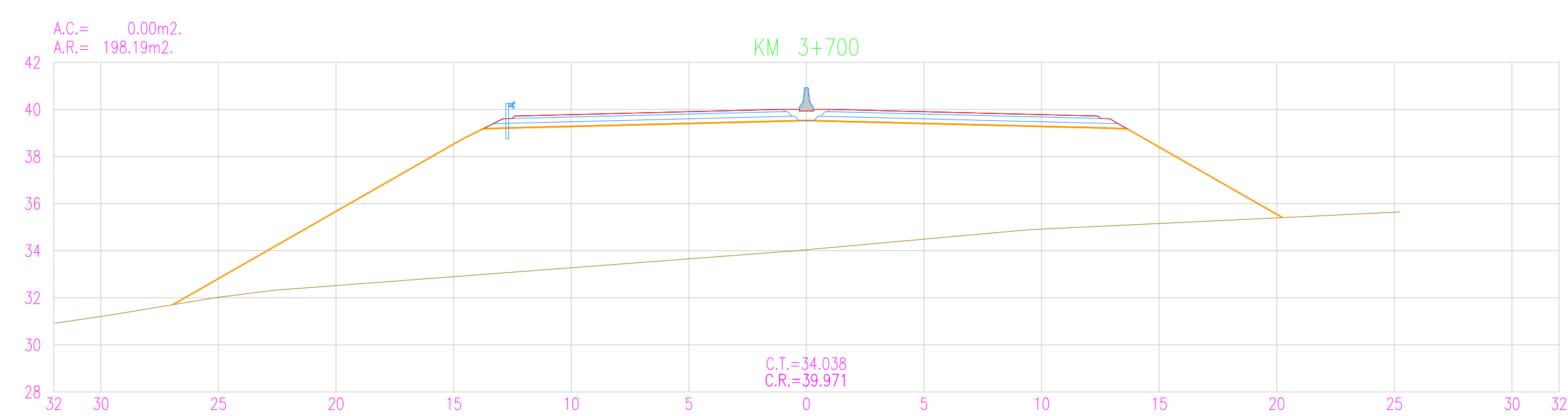
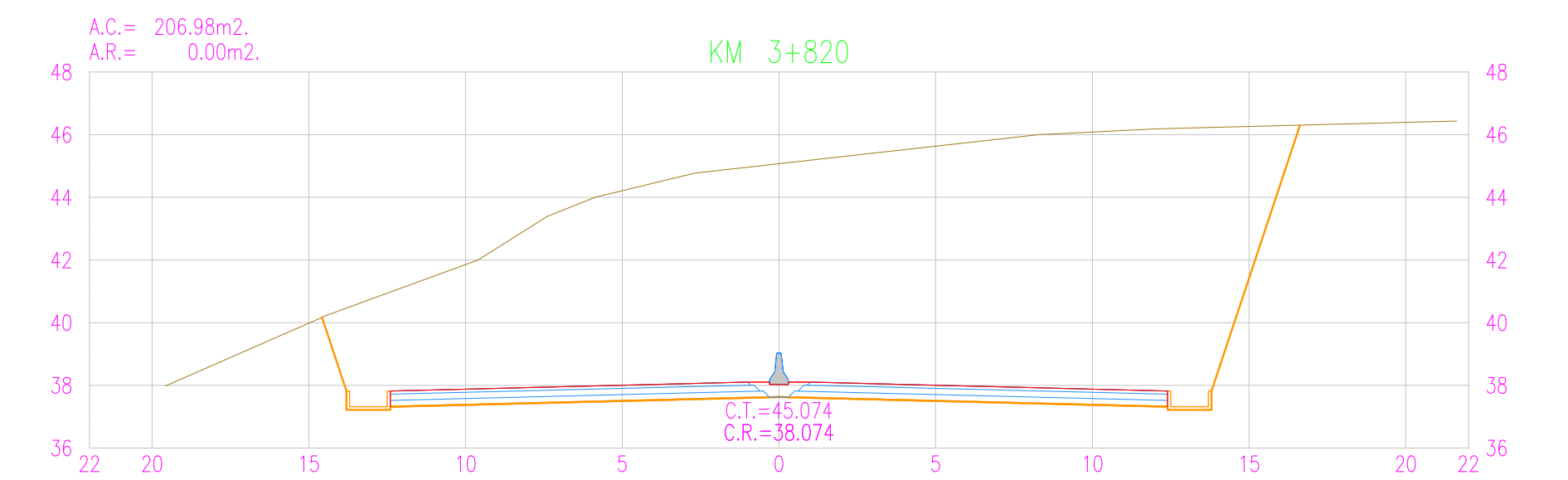
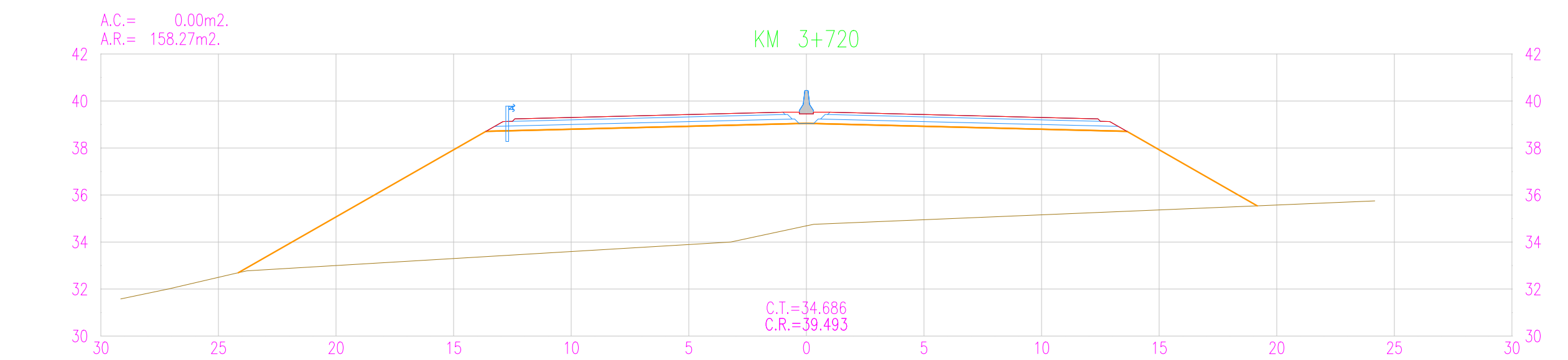
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA  
VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA  
DE ACUERDO CON EL CONTEXTO  
FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD  
Tesis de Pregrado

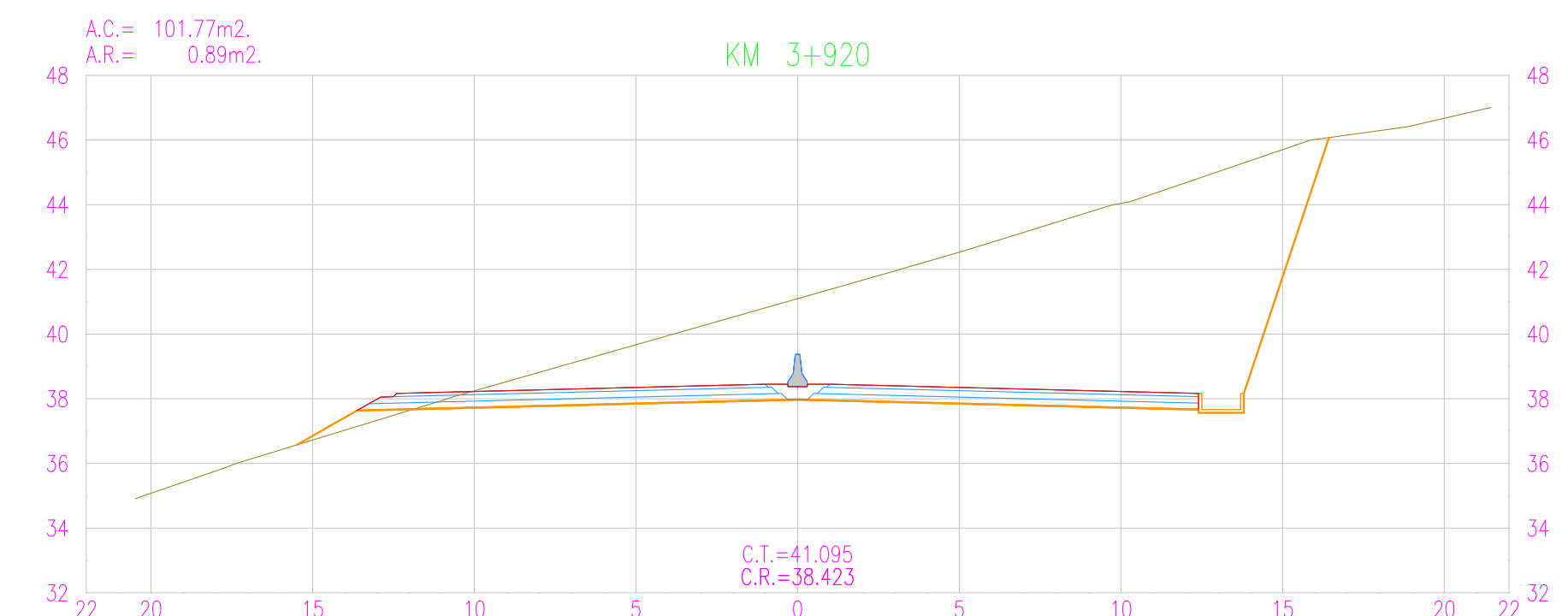
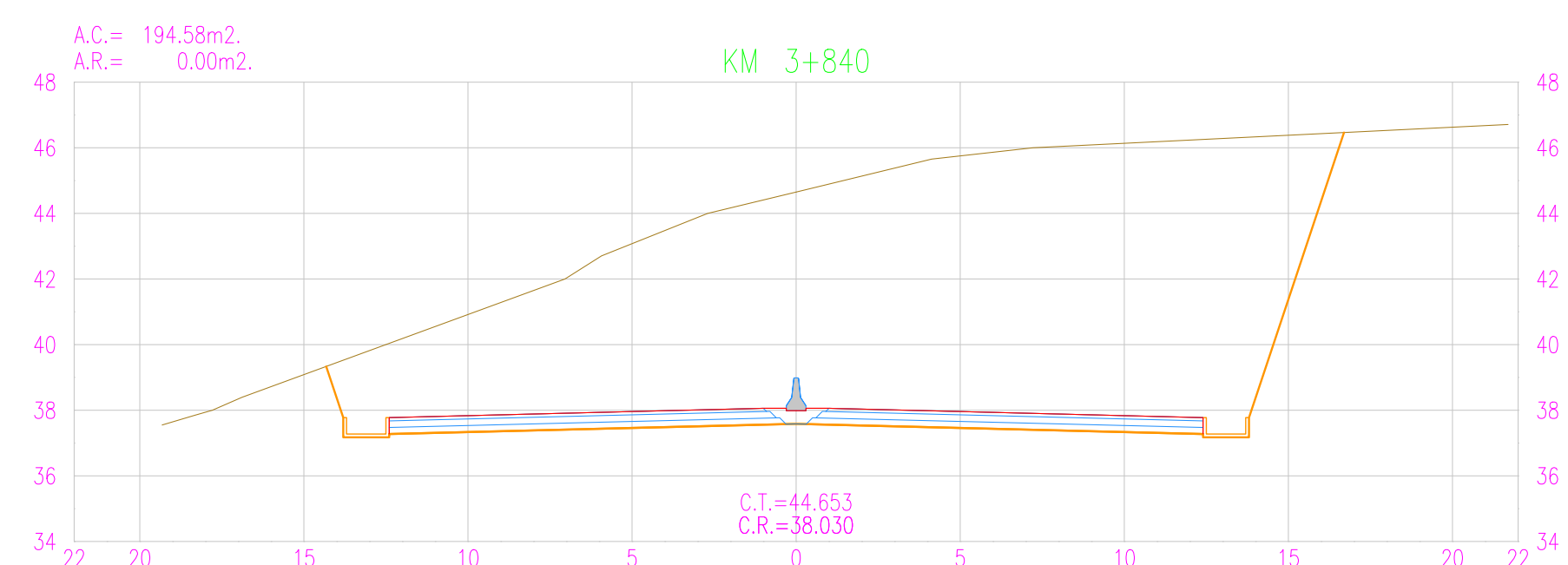
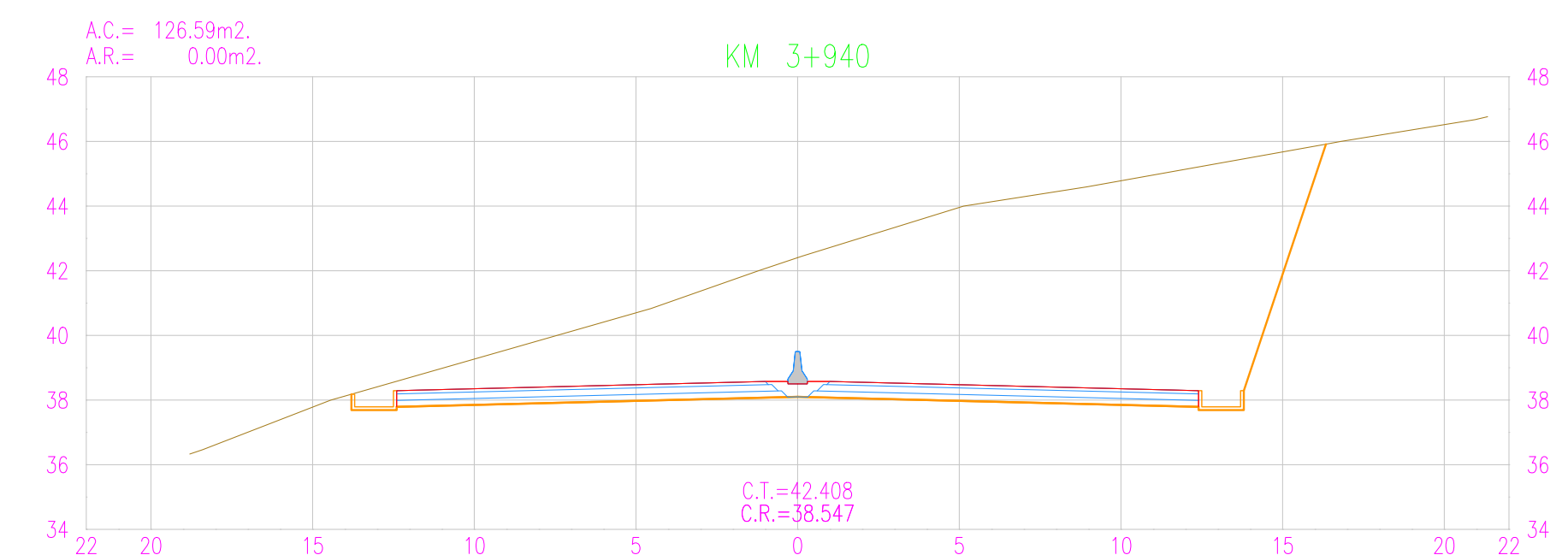
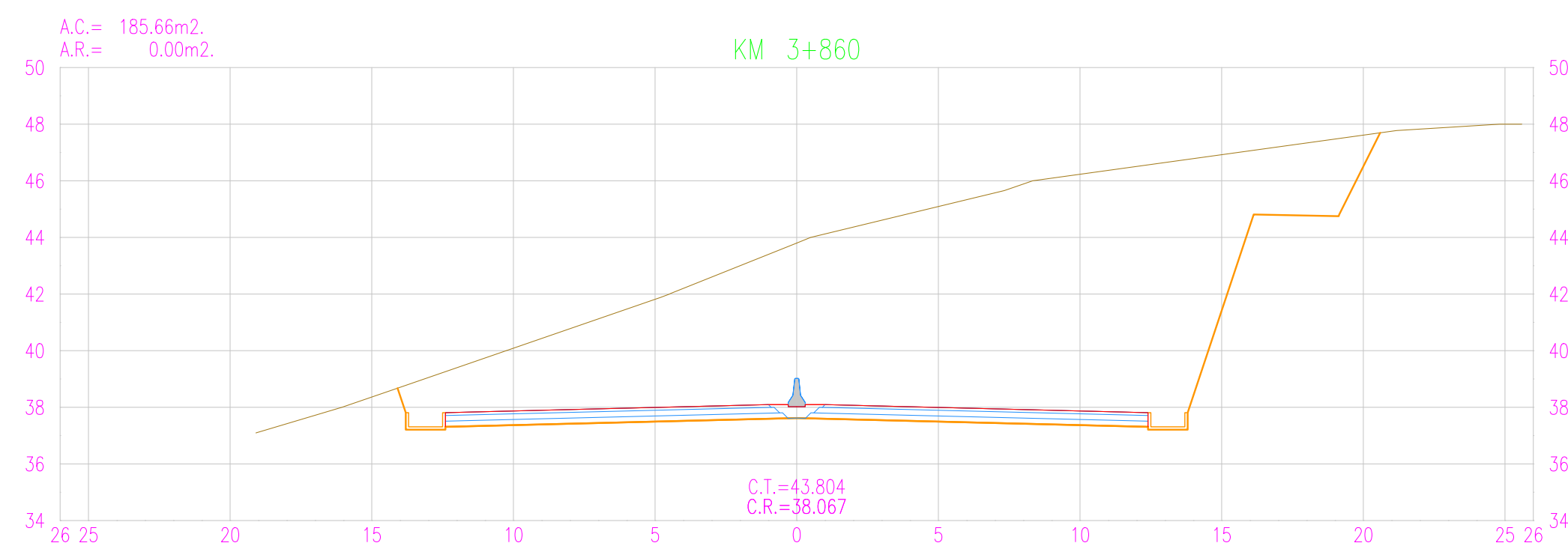
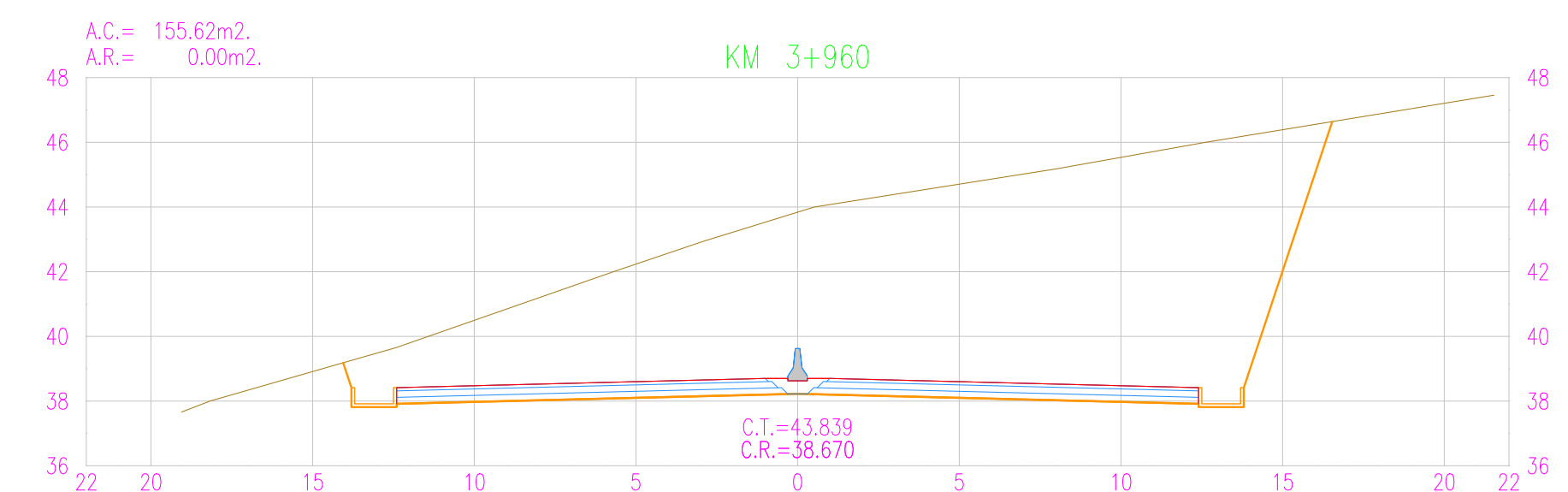
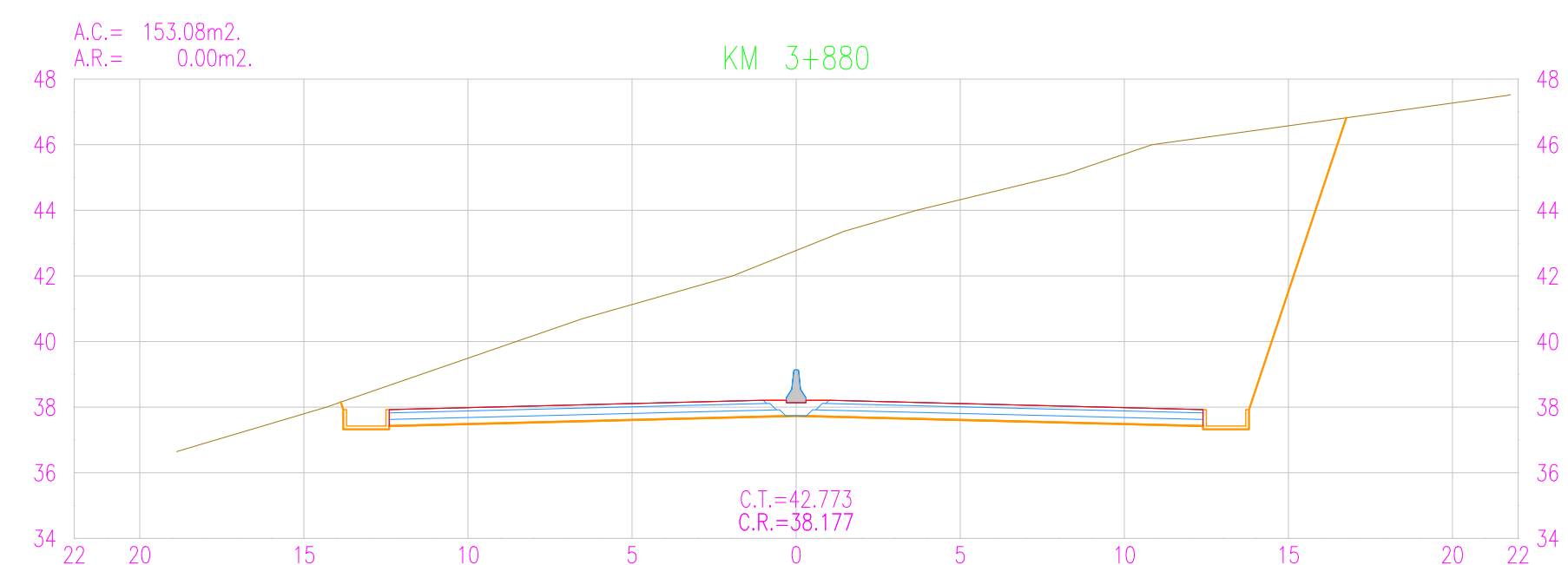
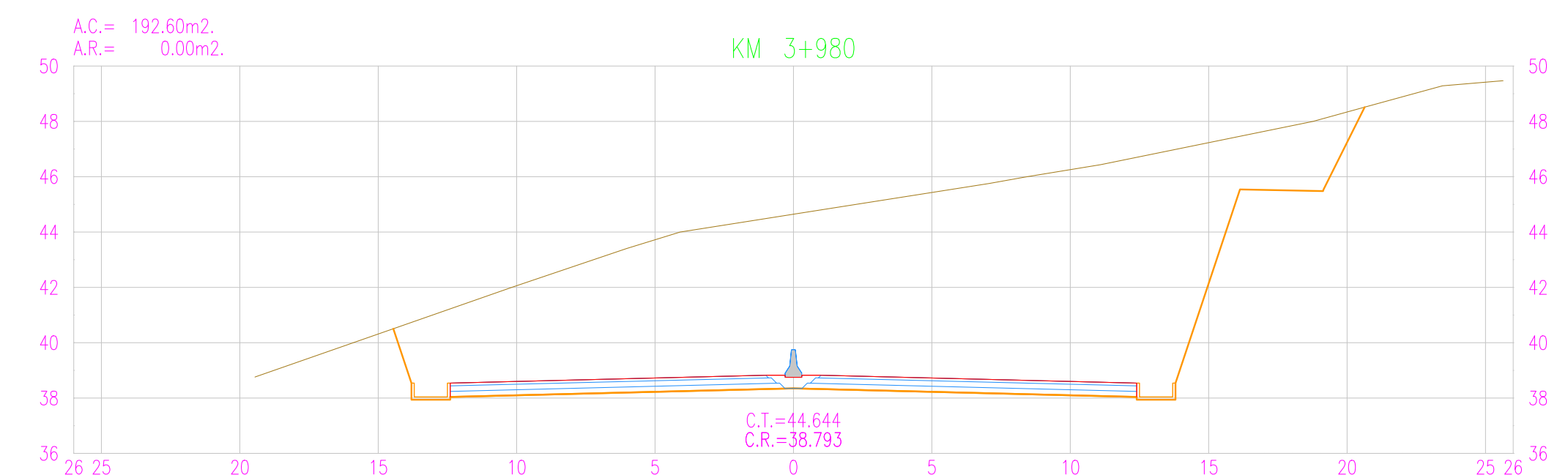
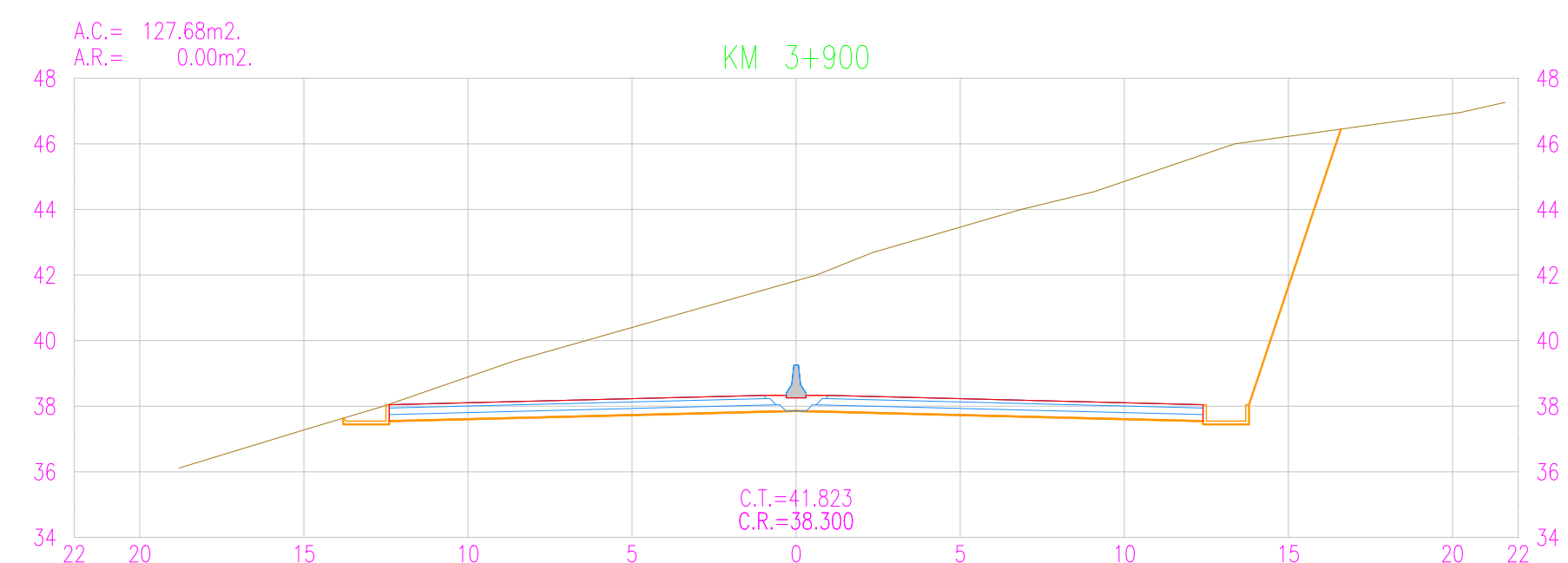
ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200 ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400  
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES  
Km 3+380 AL Km 3+620

PLANO:

ST-32



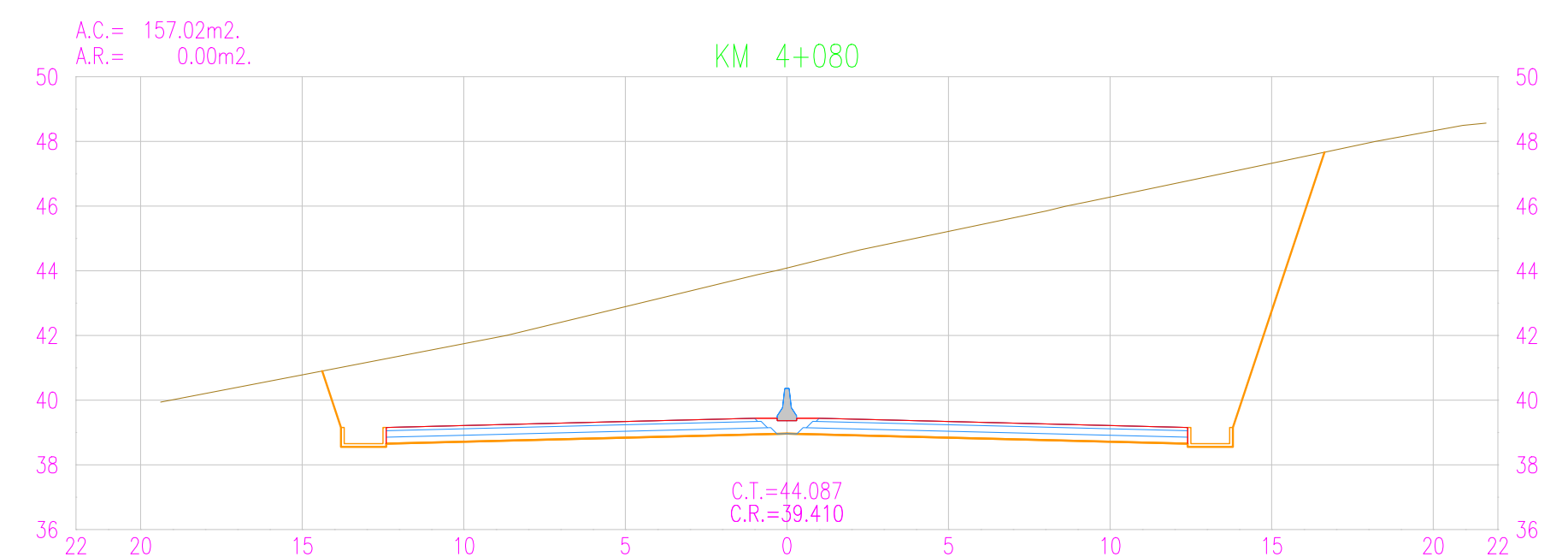
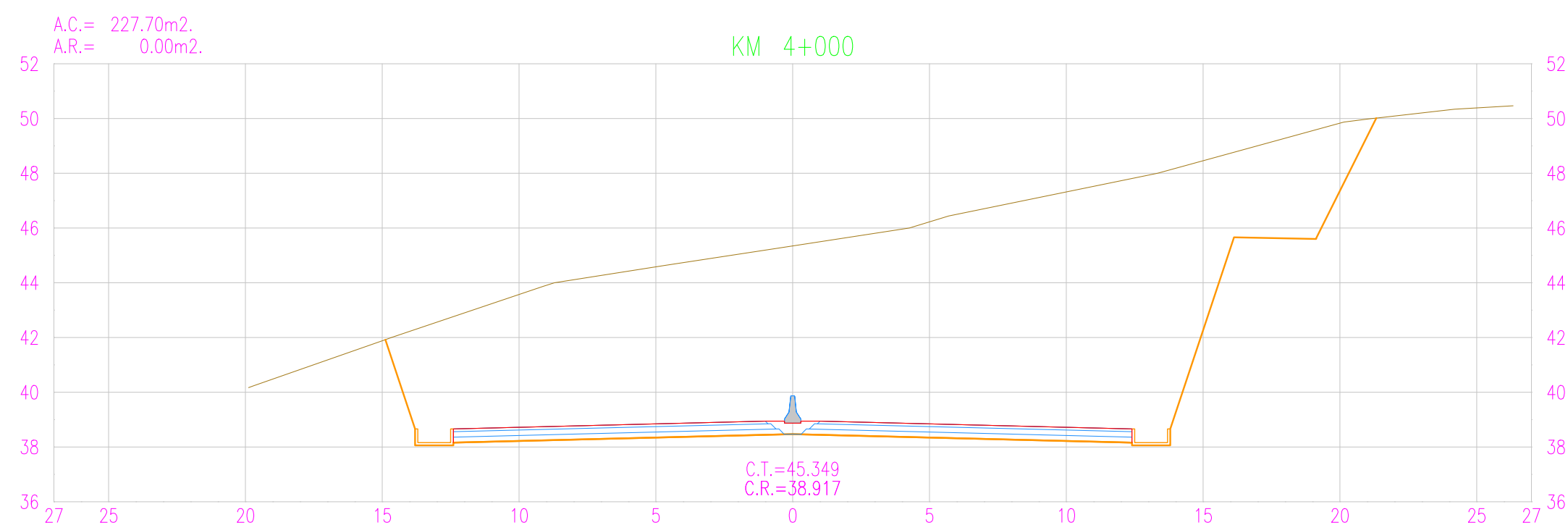
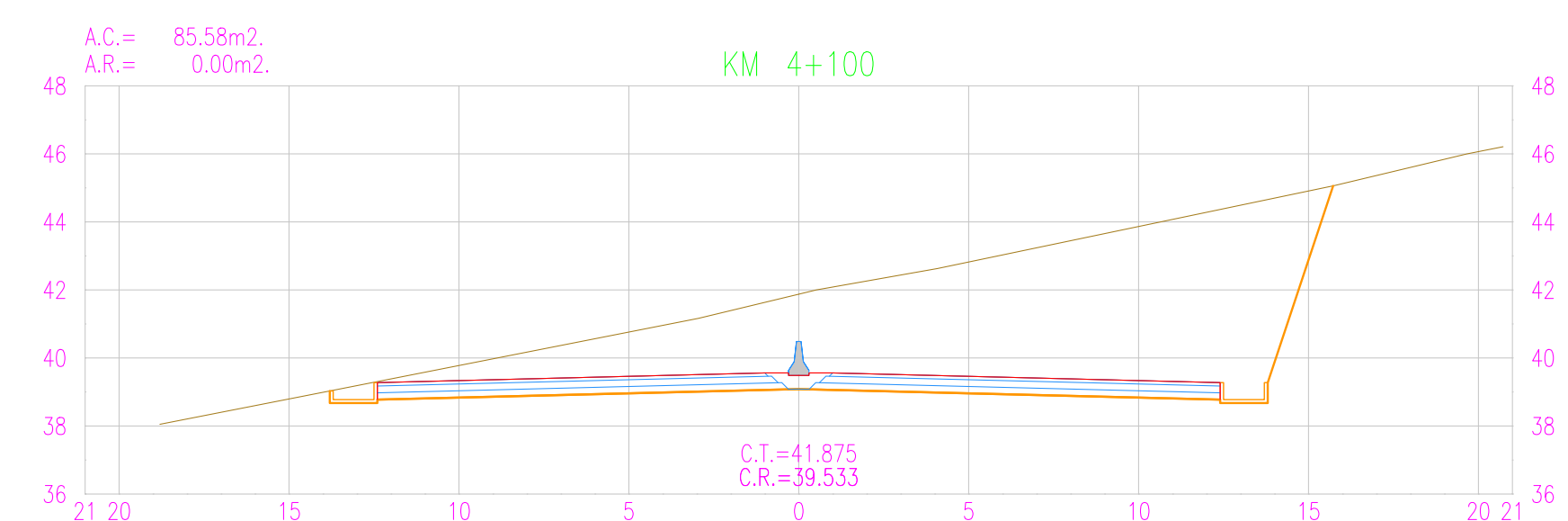
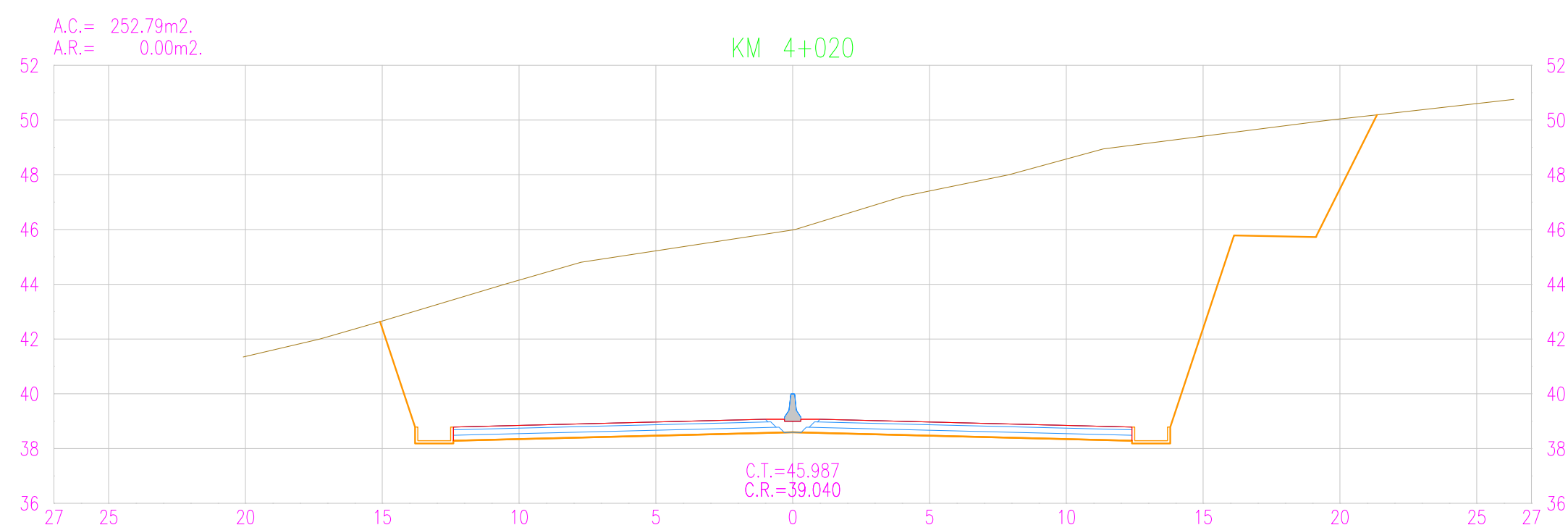
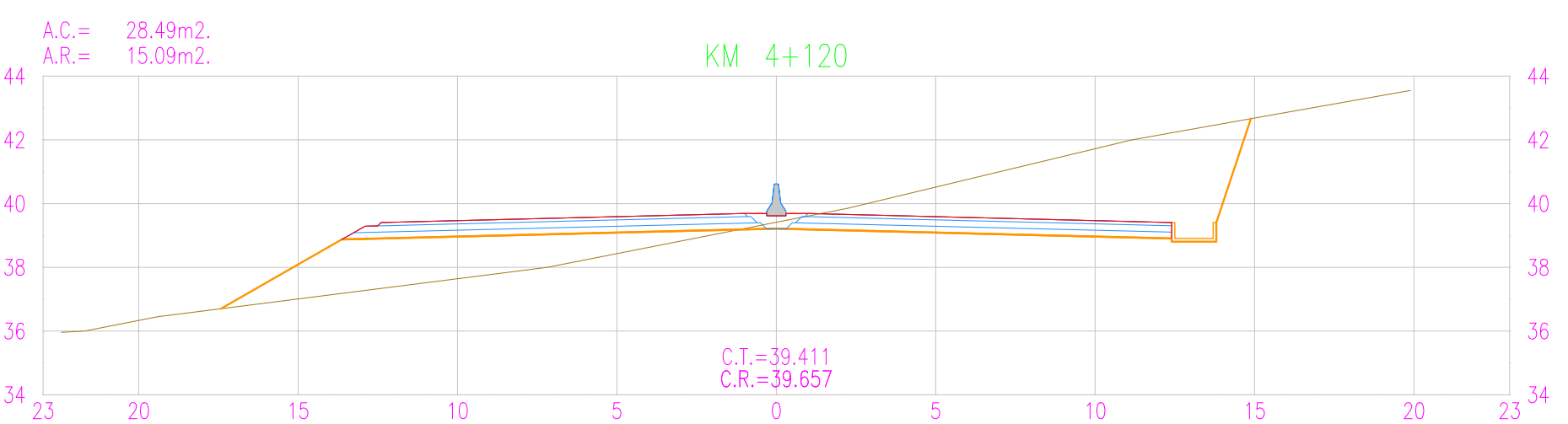
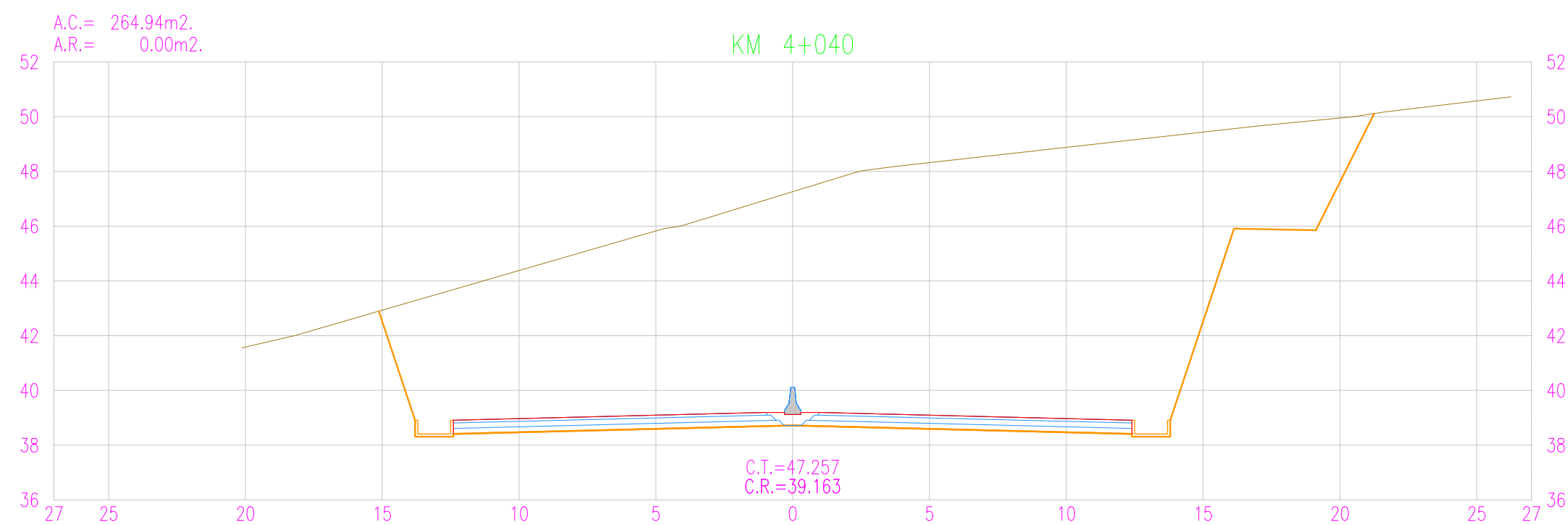
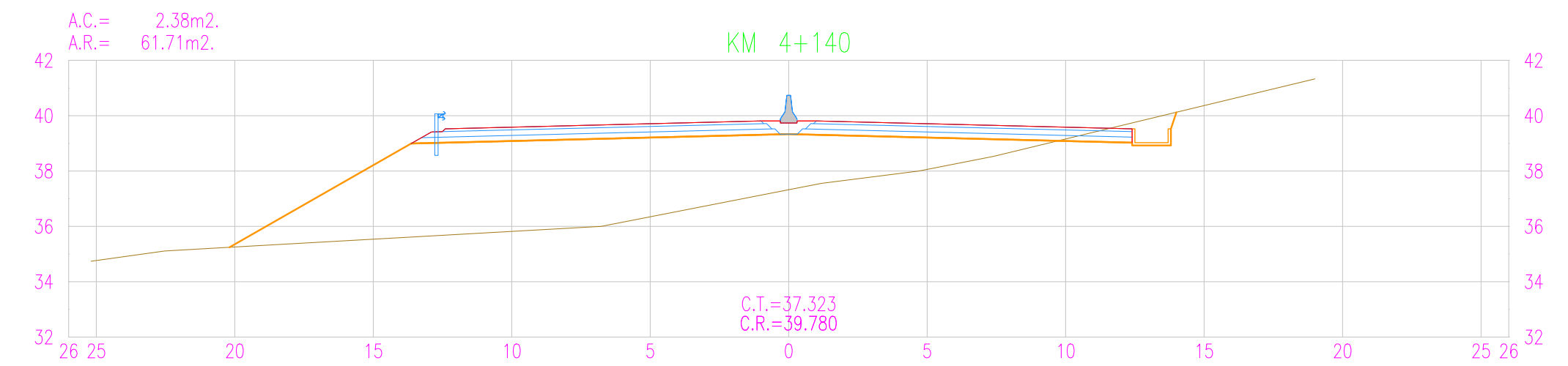
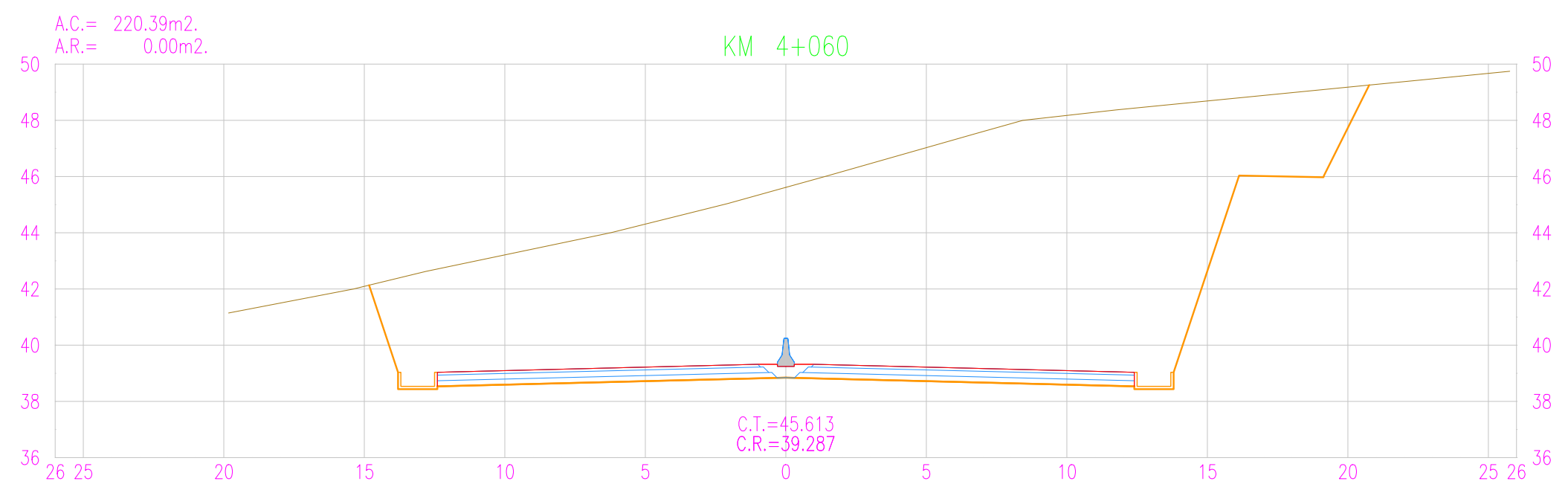
PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO:
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	ST-33	
		Revisor: Fernando Campos			Rev1	23/09/2020	Aprobado				
		Proceso/abujos: Antonio Chacón			Rev2						
					Rev3						
					Rev4						



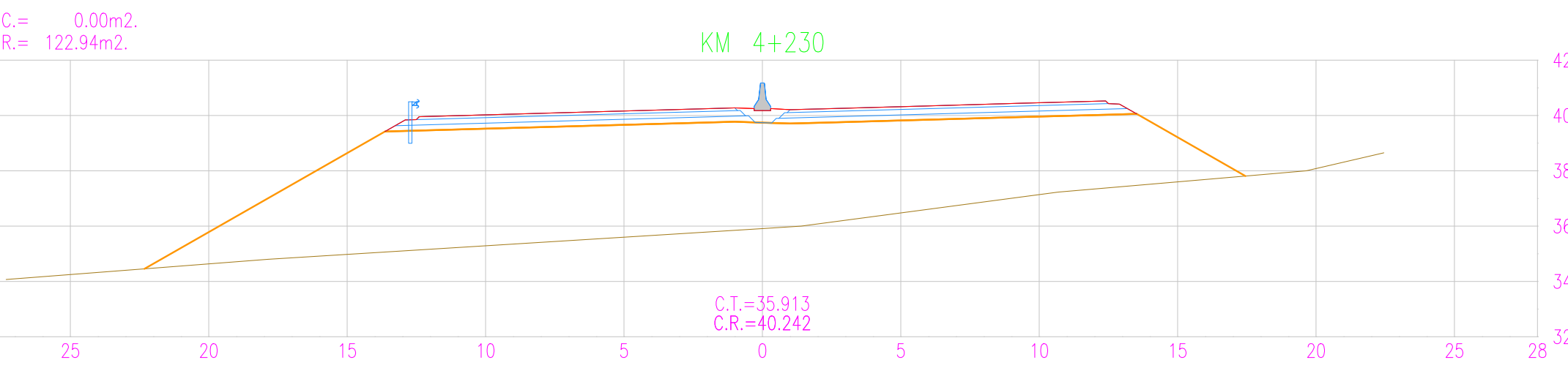
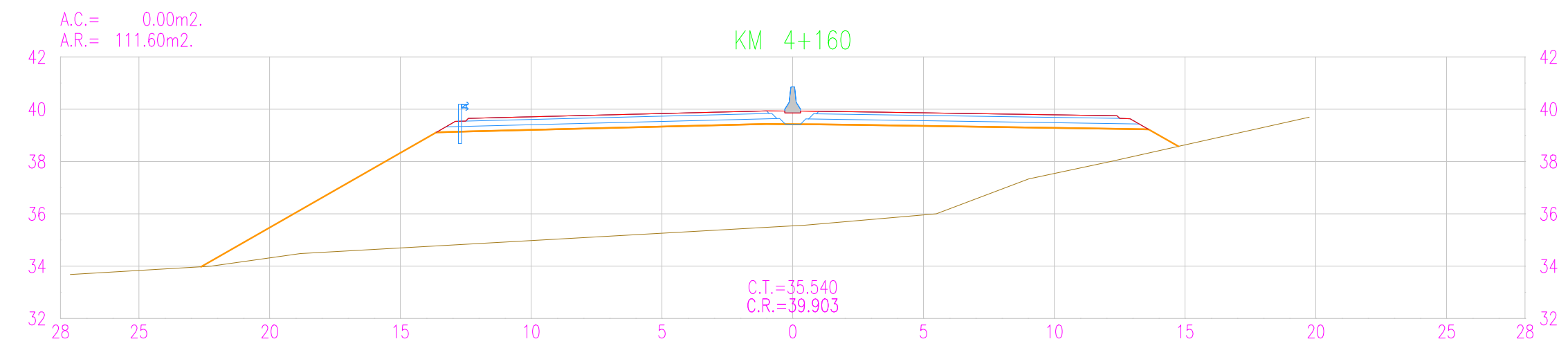
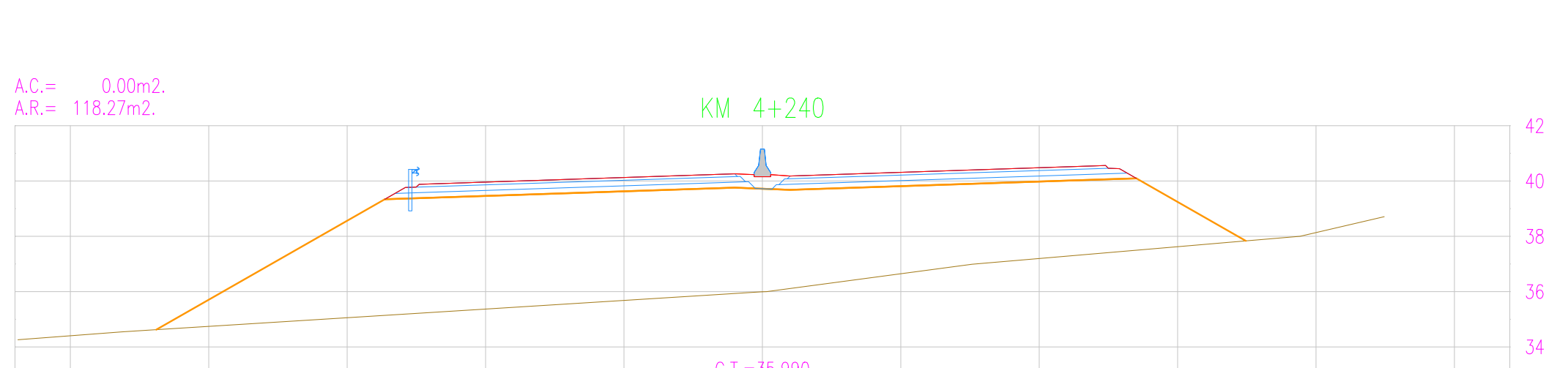
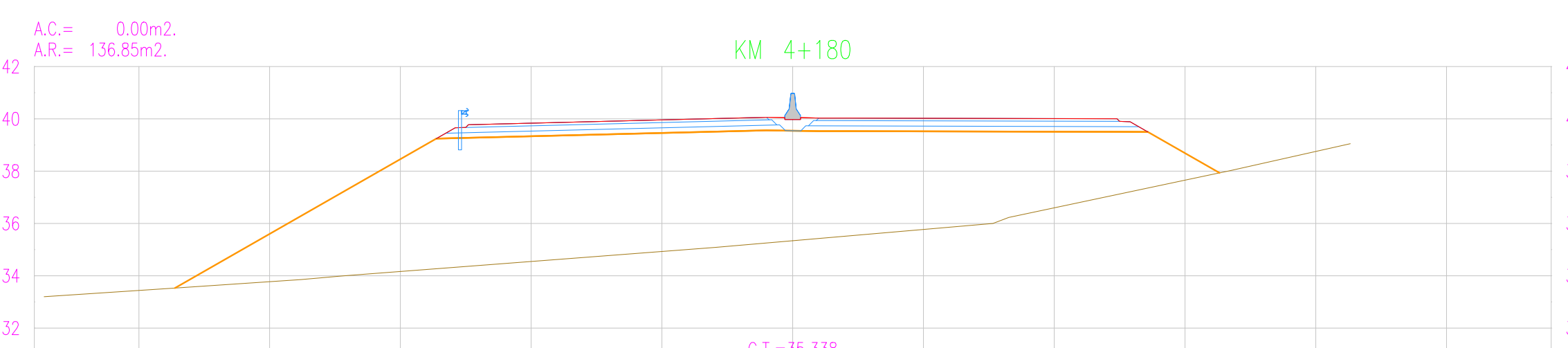
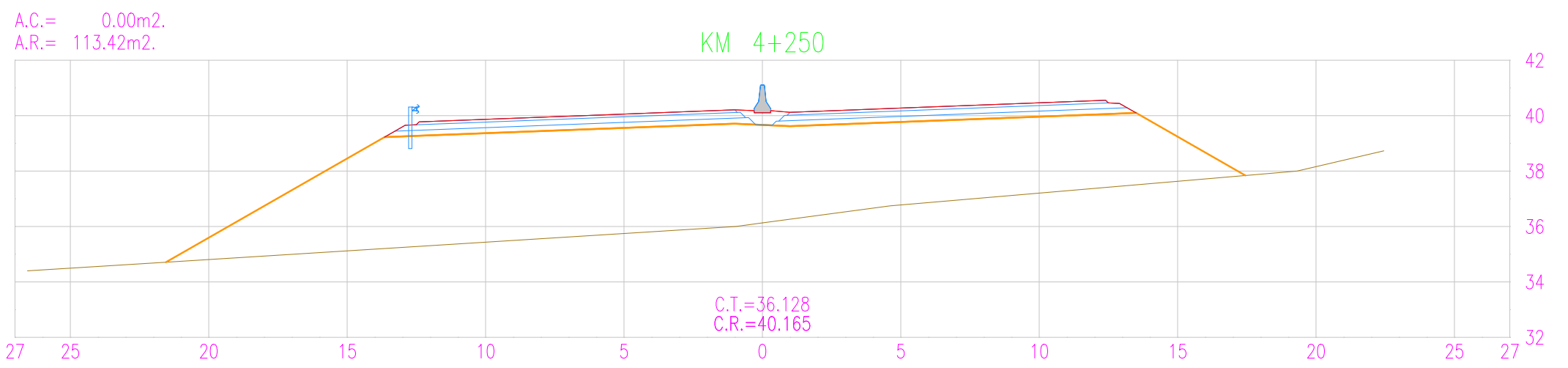
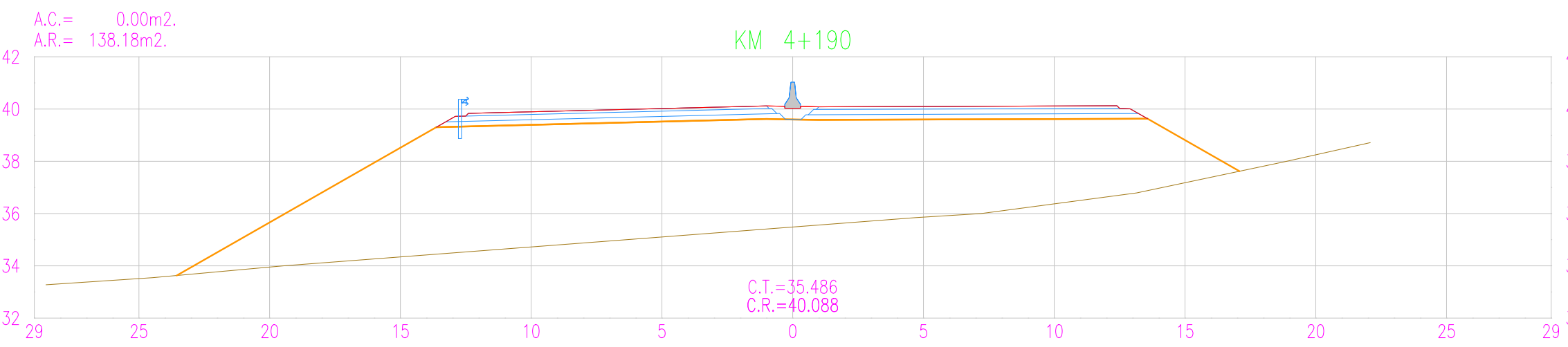
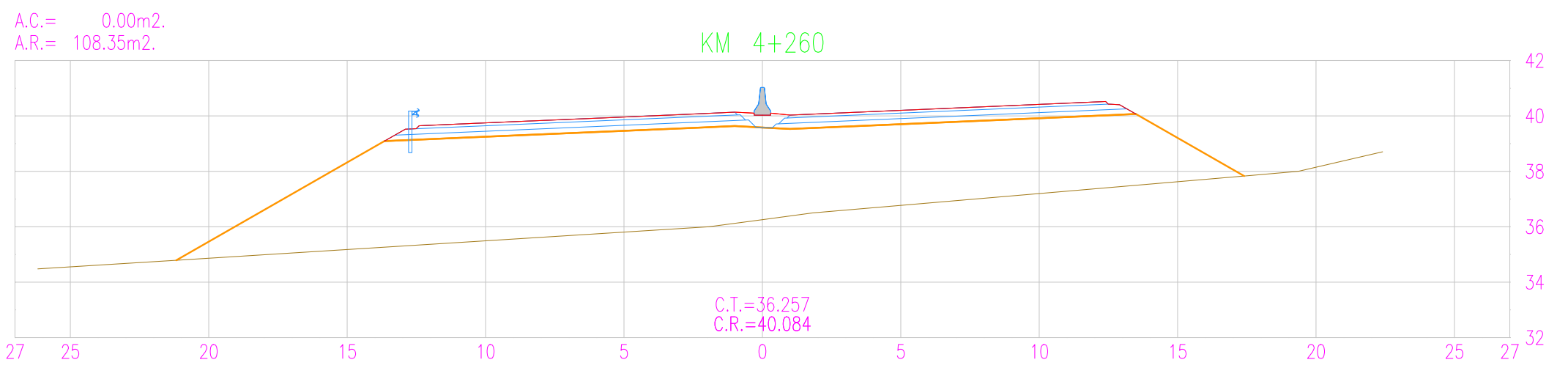
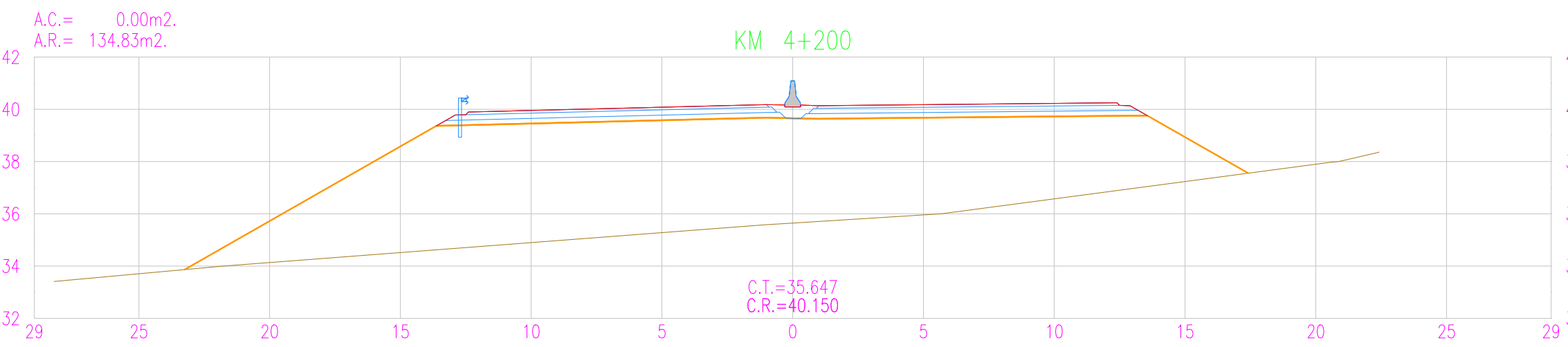
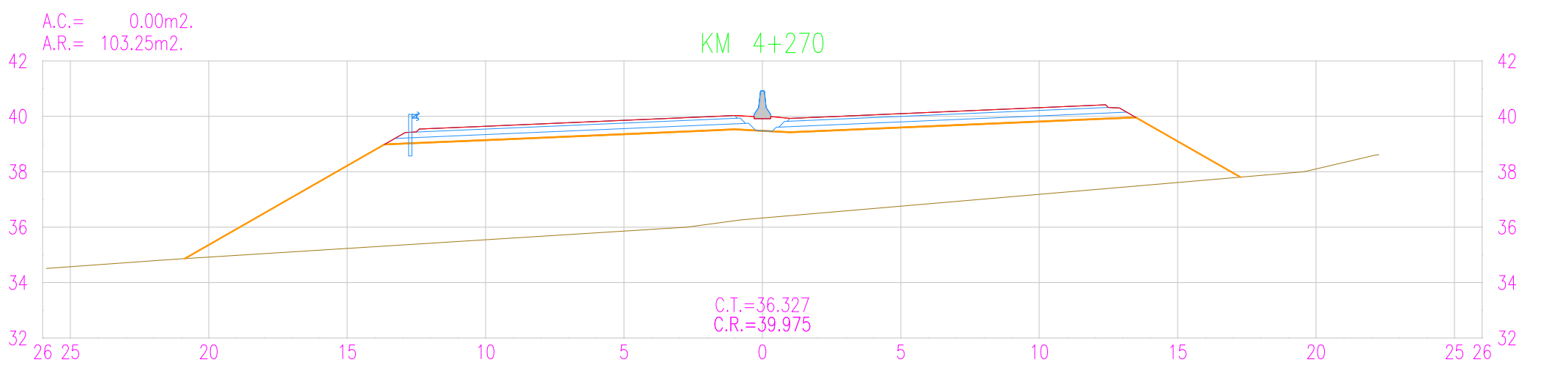
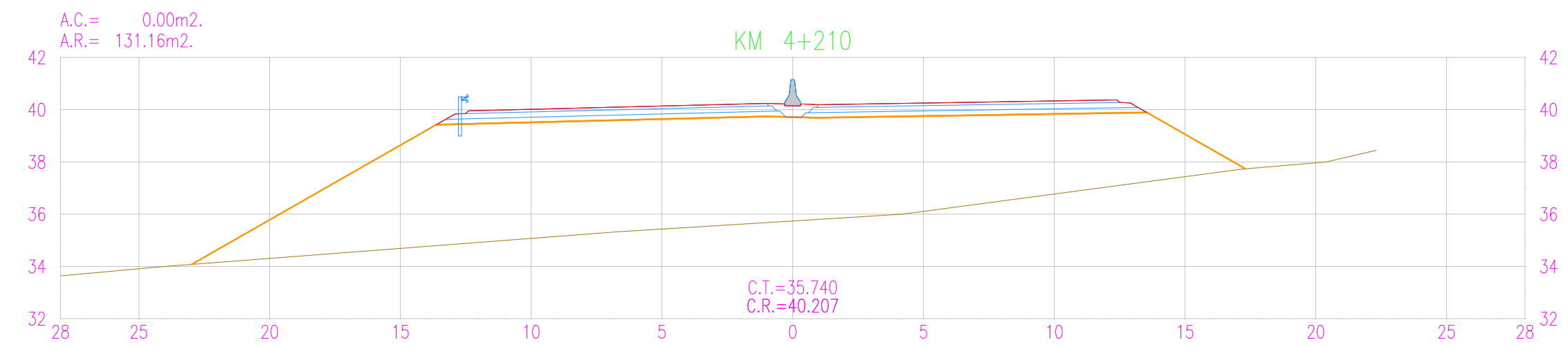
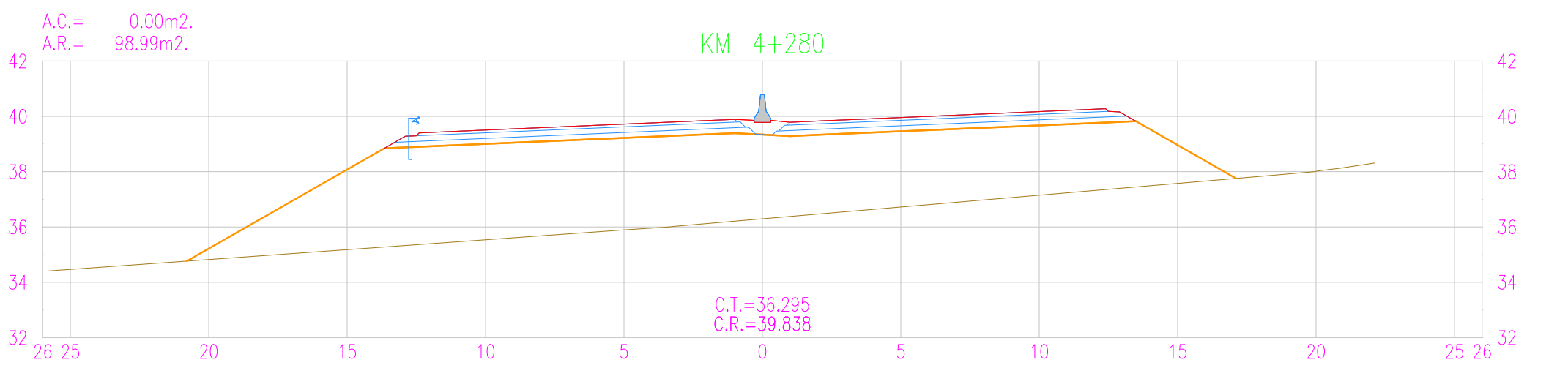
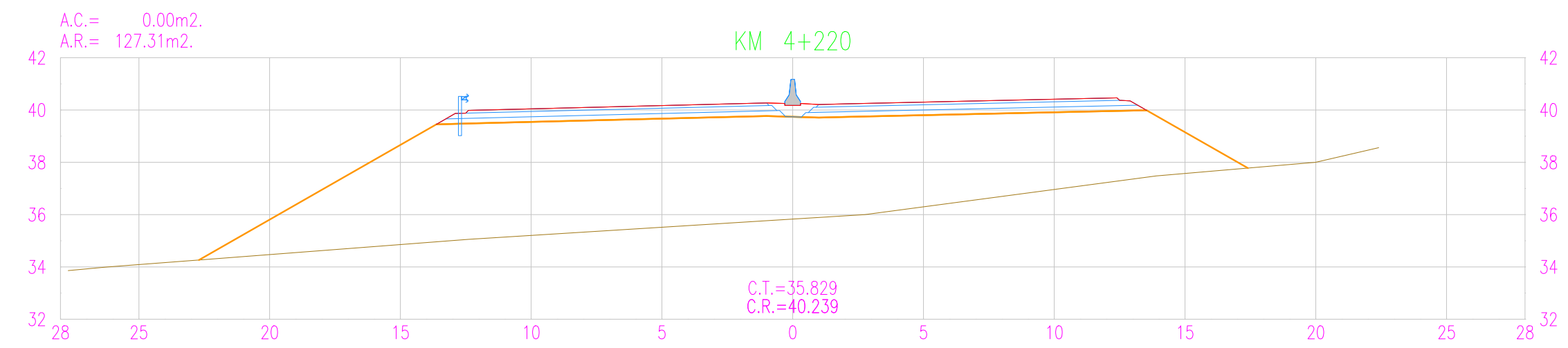
Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

PUCP-FRACI	ROHACION CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-34
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
		Revisor: Fernando Campos			Rev1	23/09/2020	Aprobado				
		Proceso/abujos: Antonio Chacón			Rev2						
					Rev3						
					Rev4						

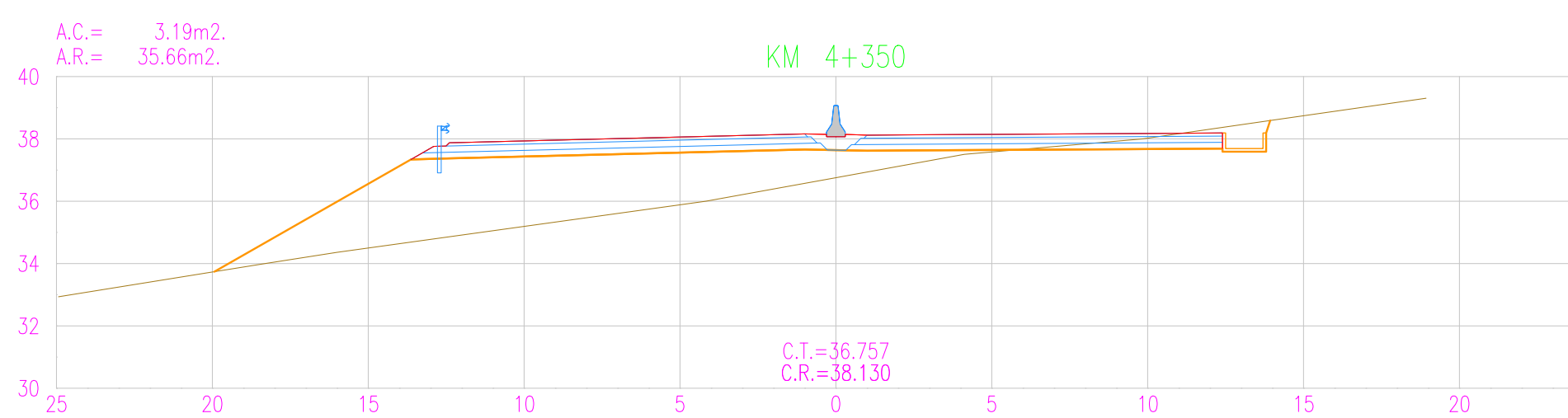
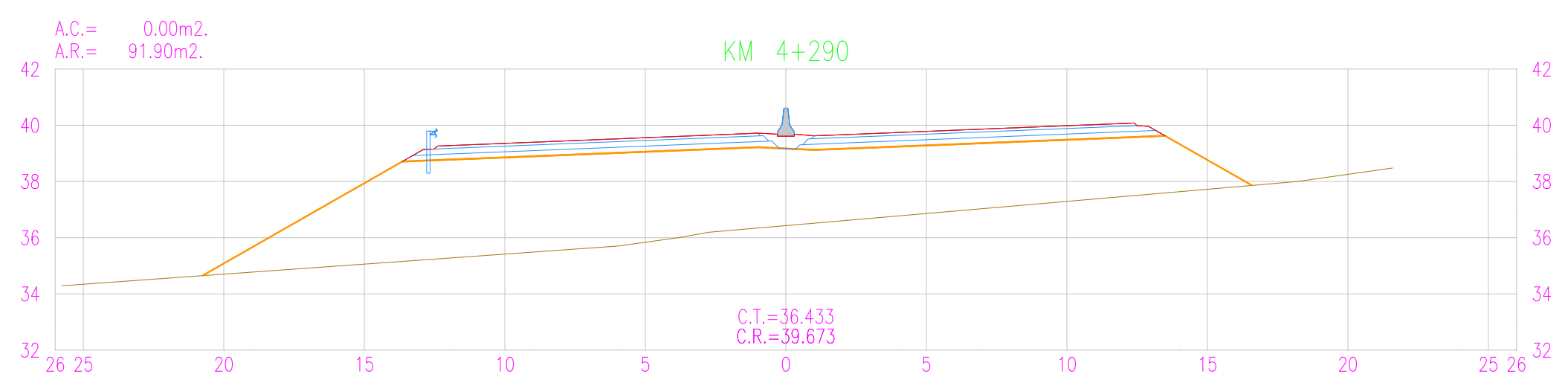
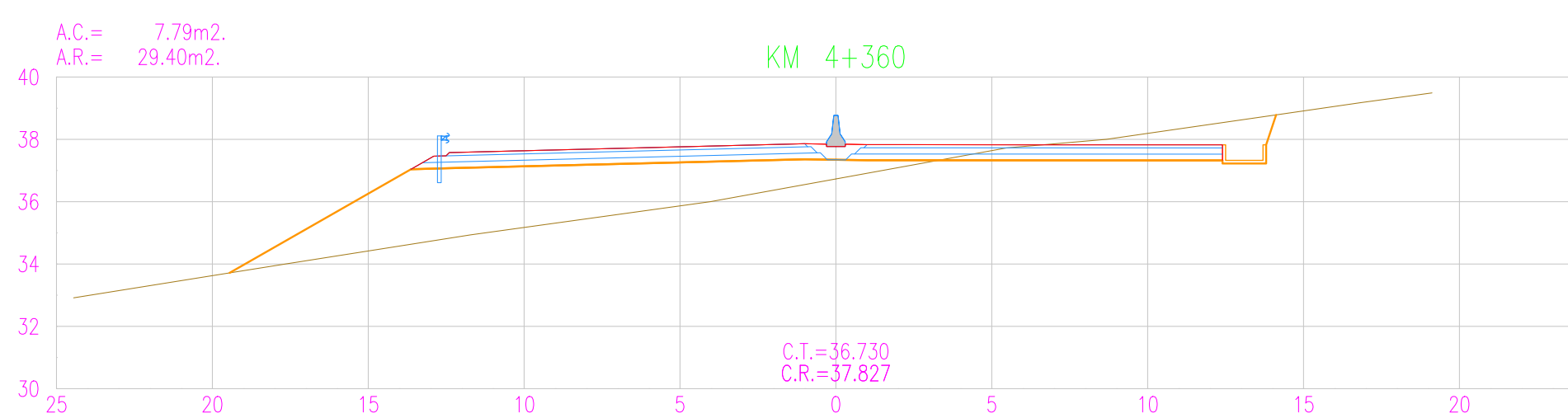
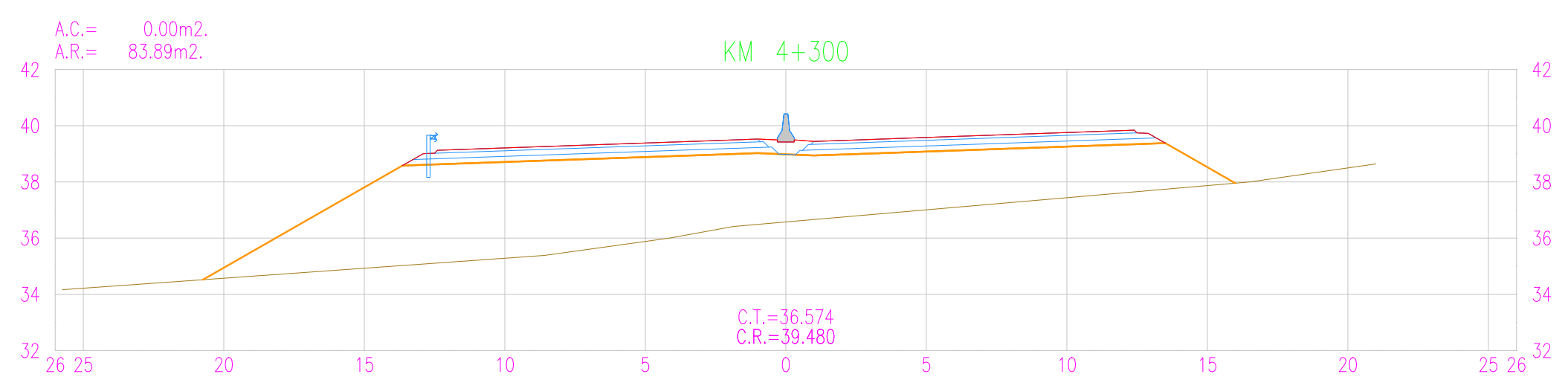
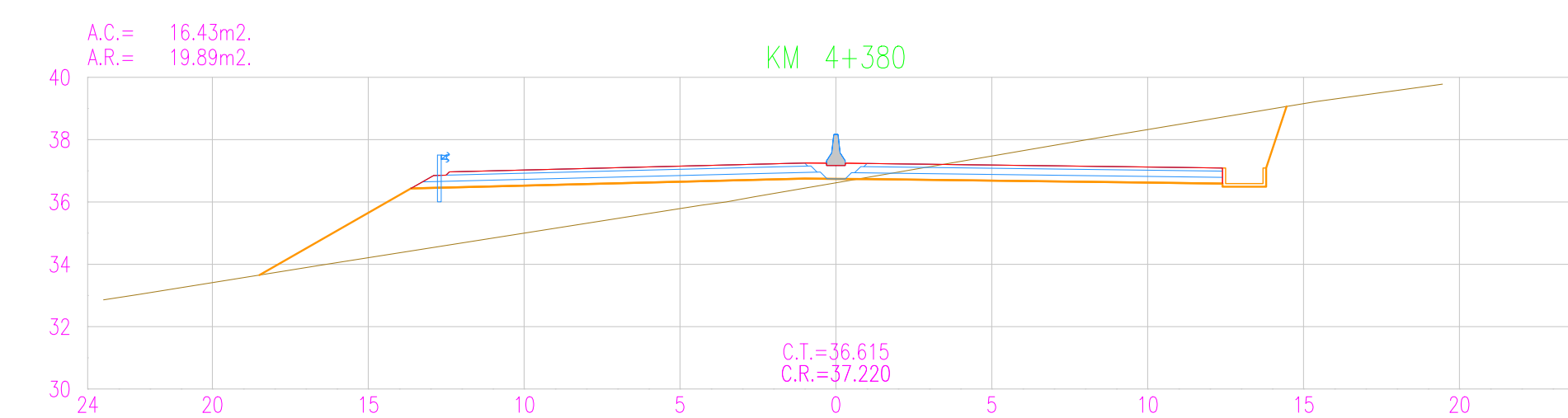
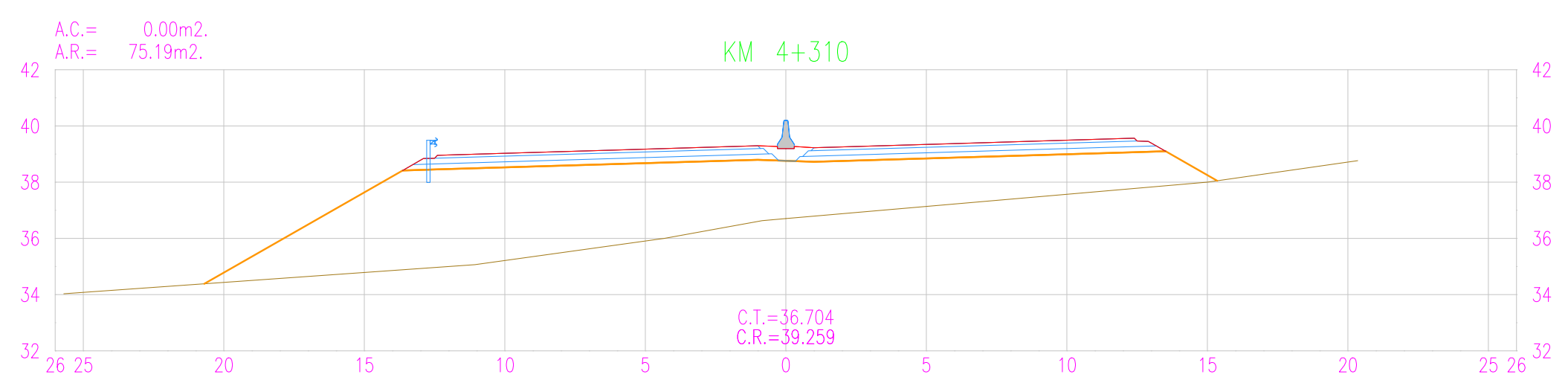
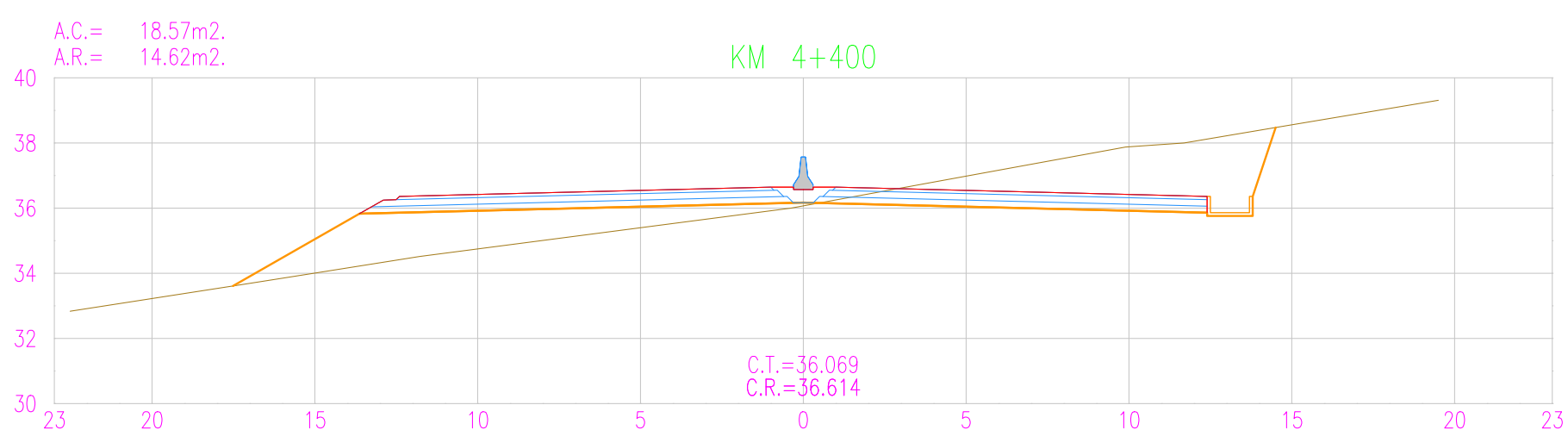
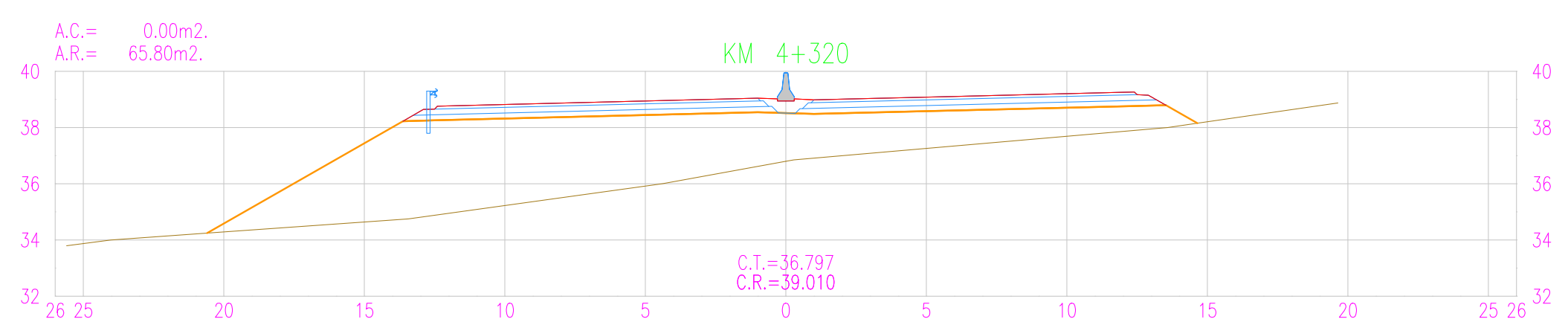
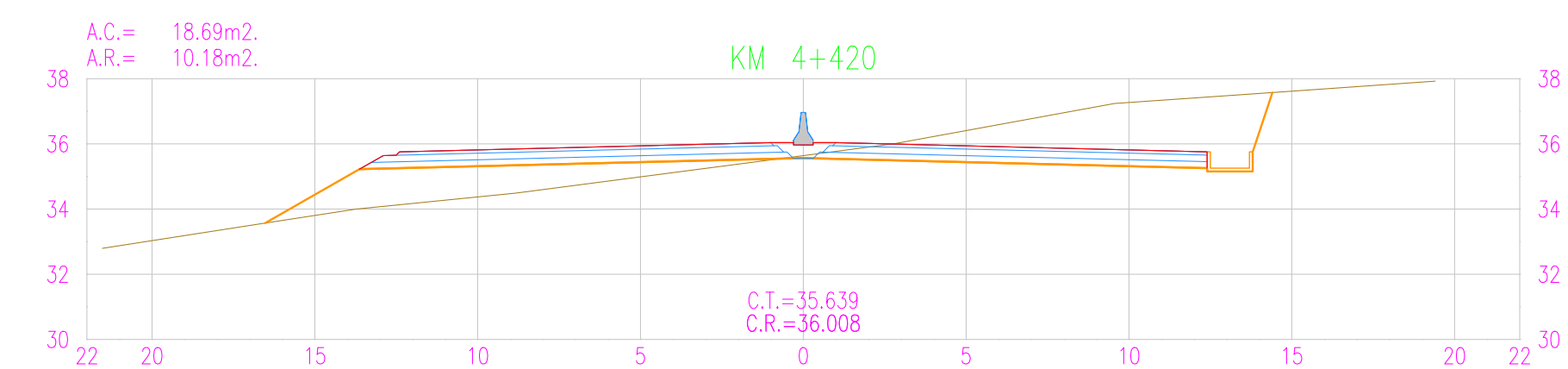
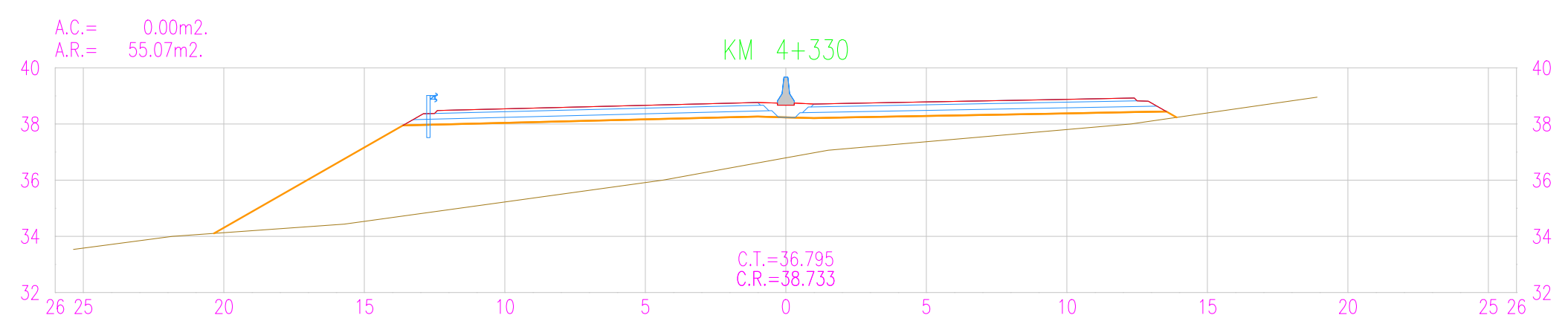
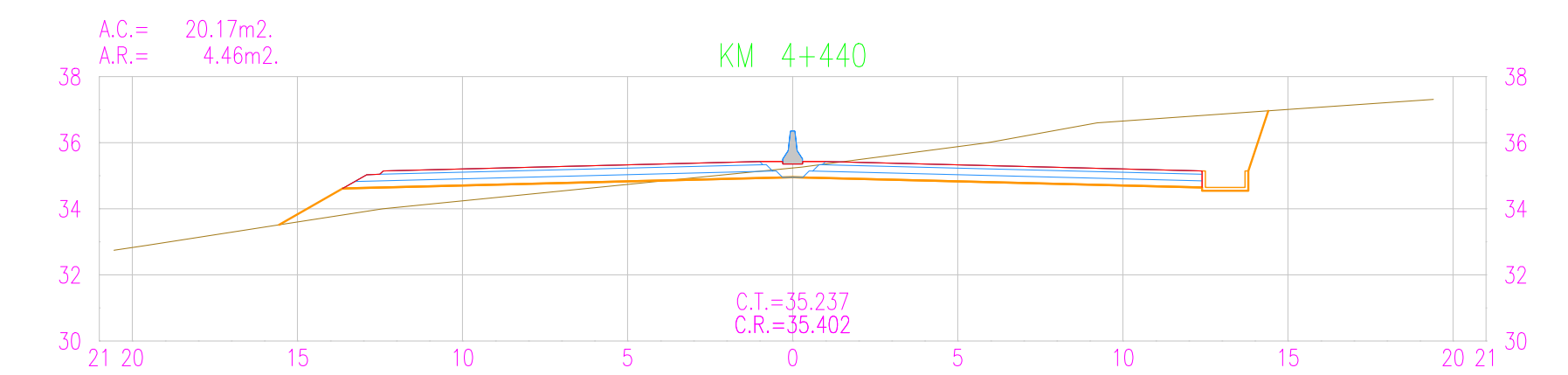
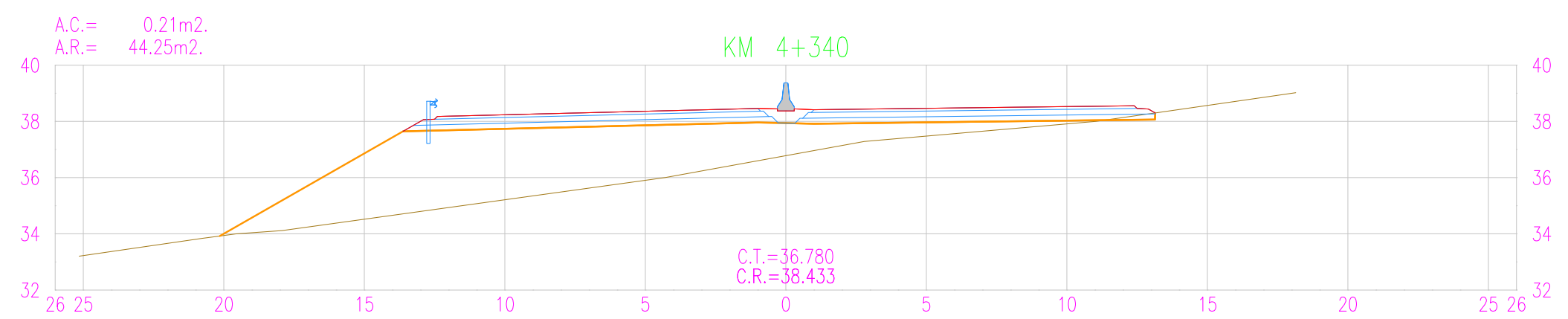




REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

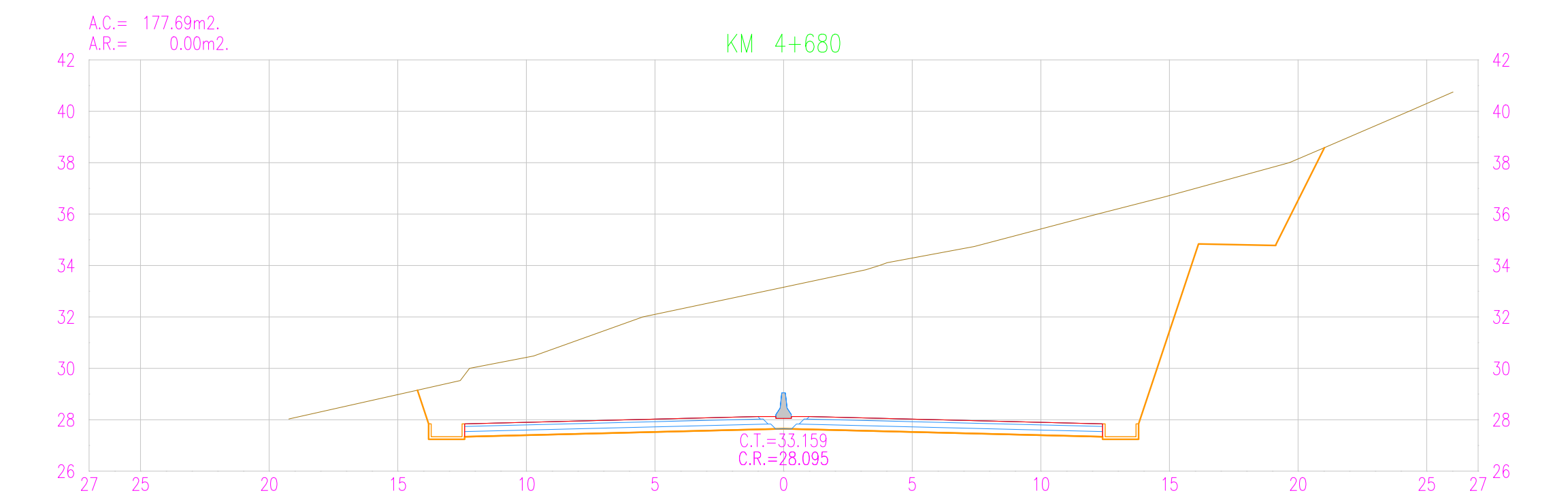
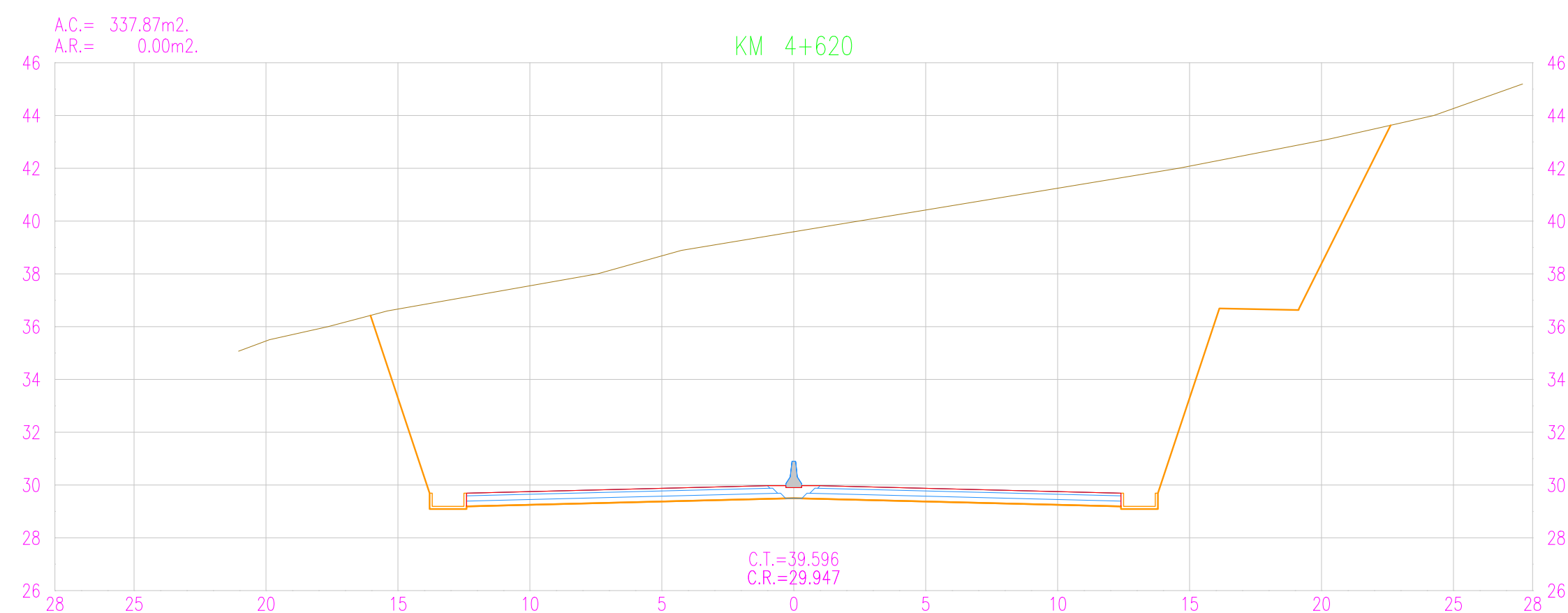
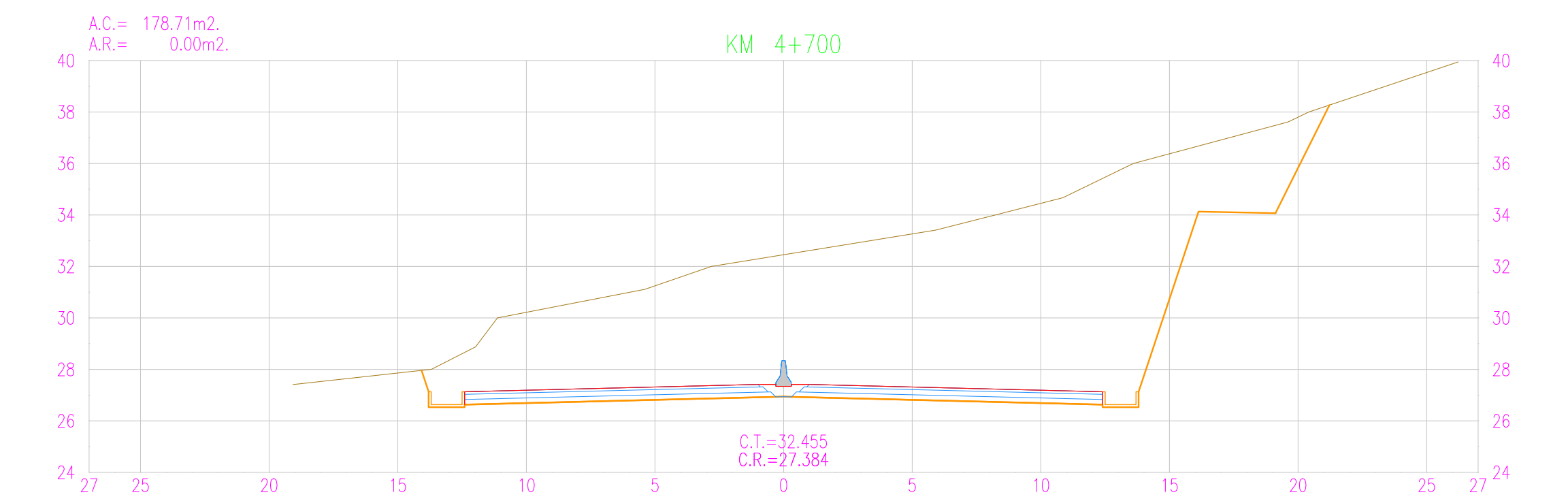
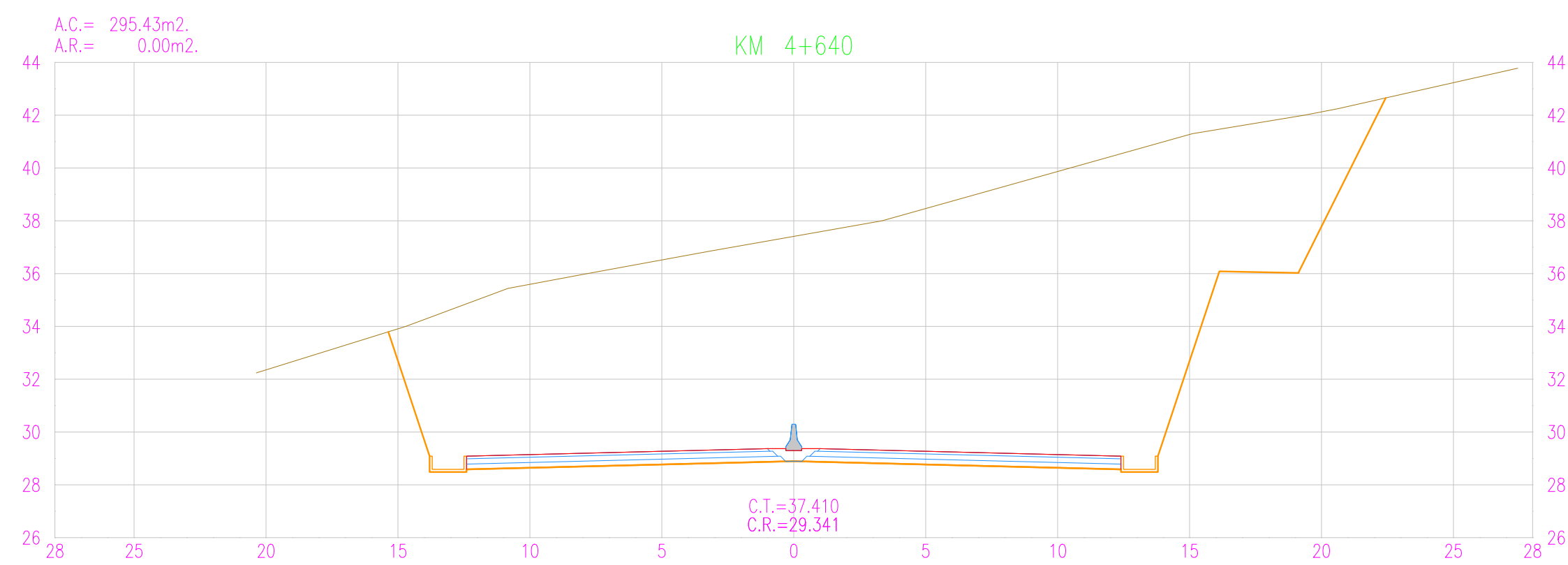
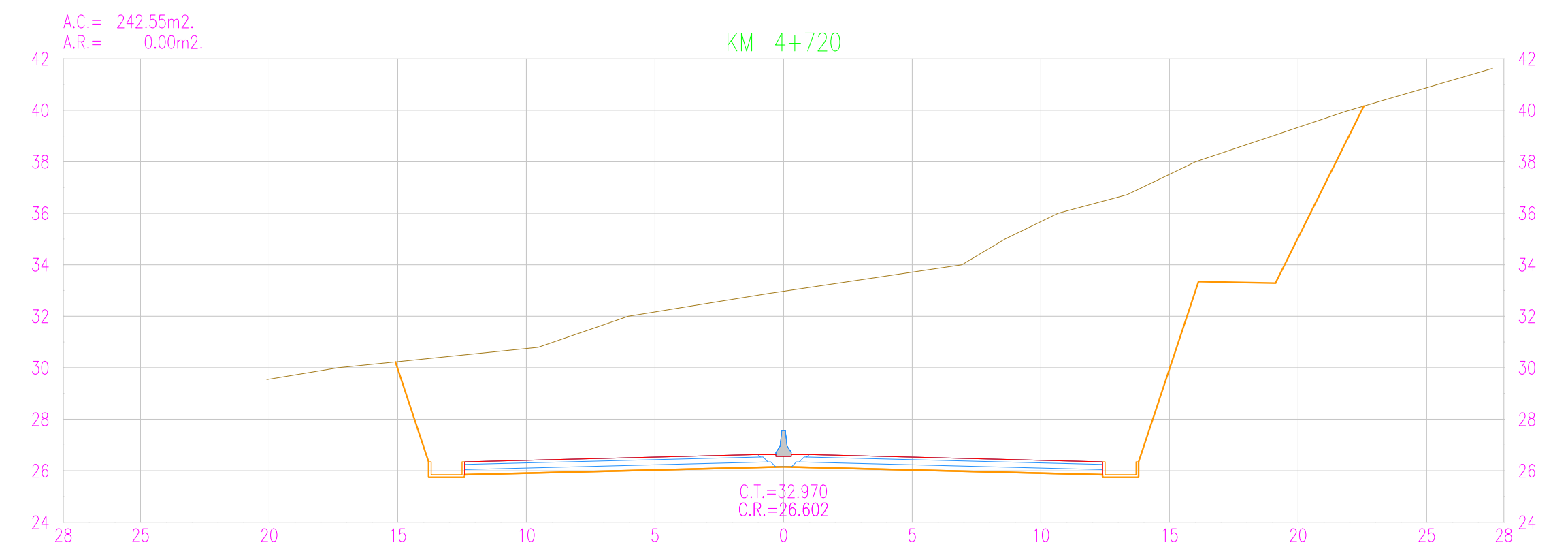
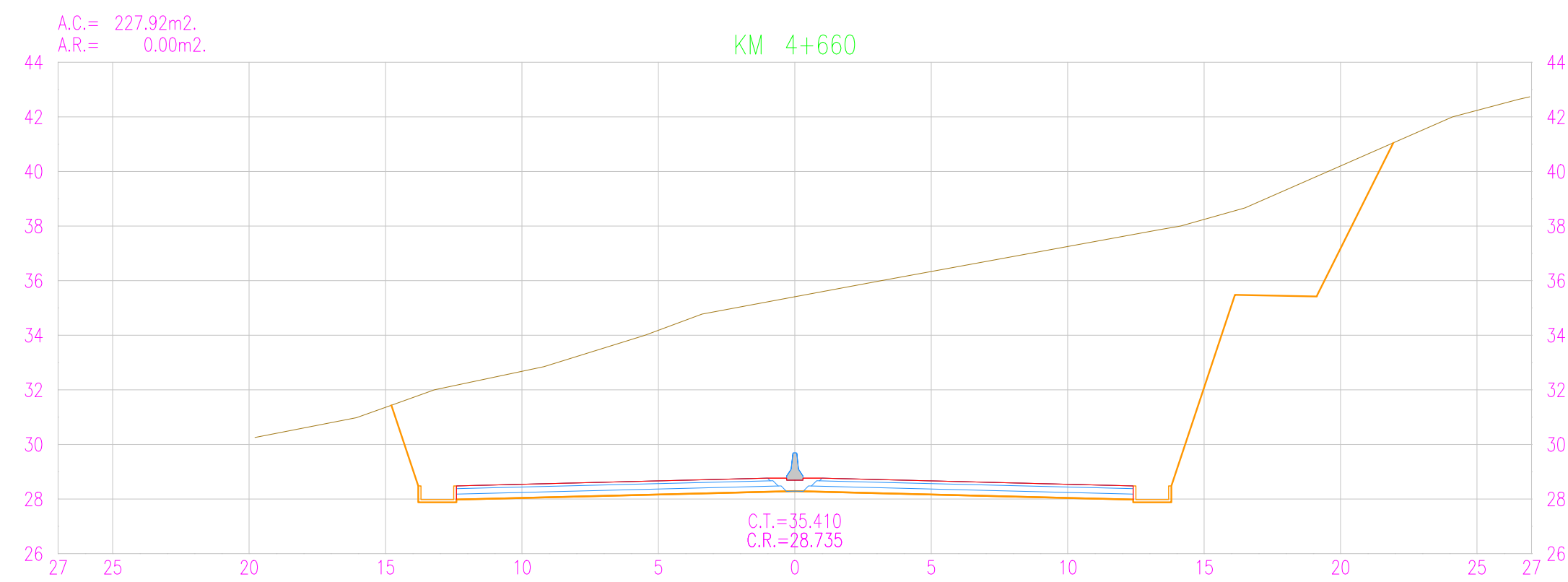


REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		

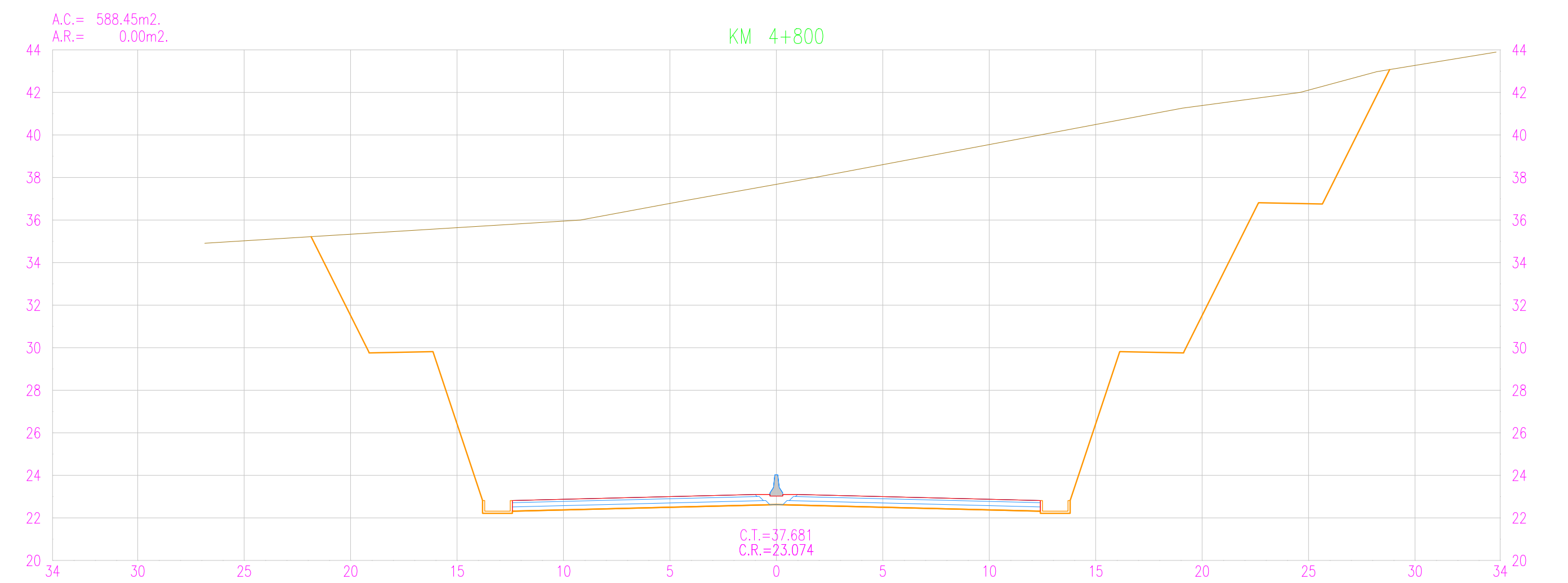
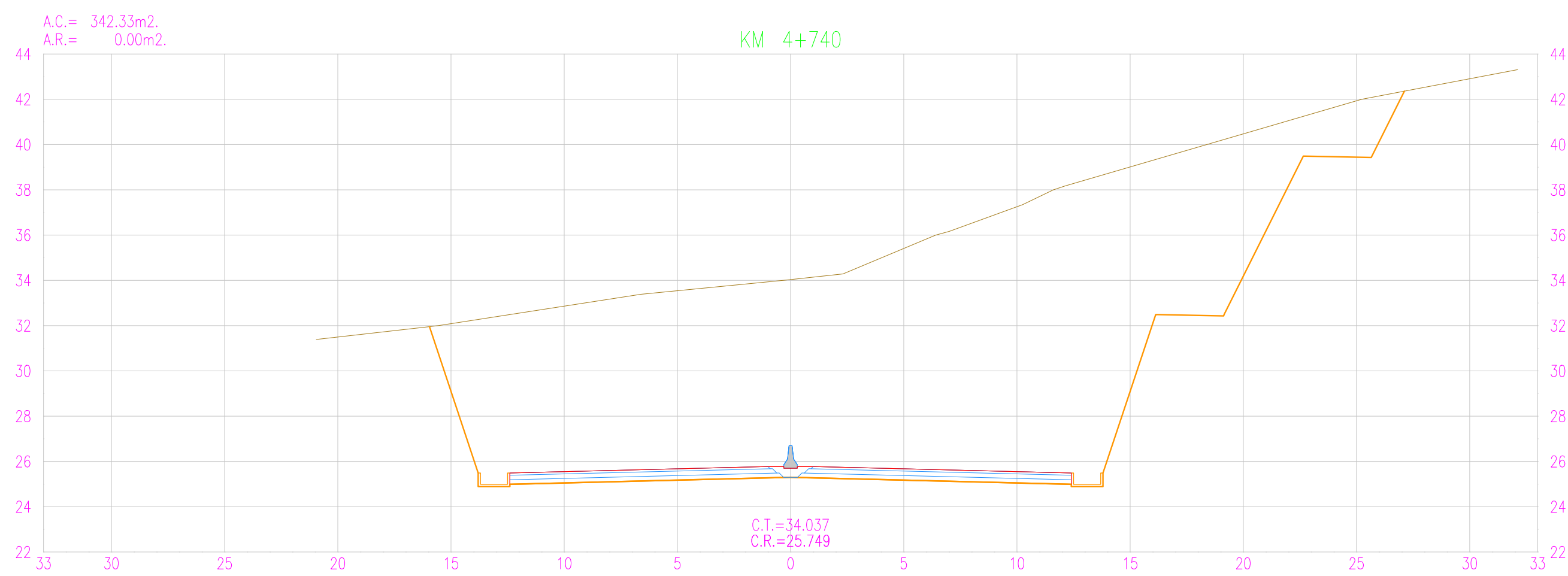
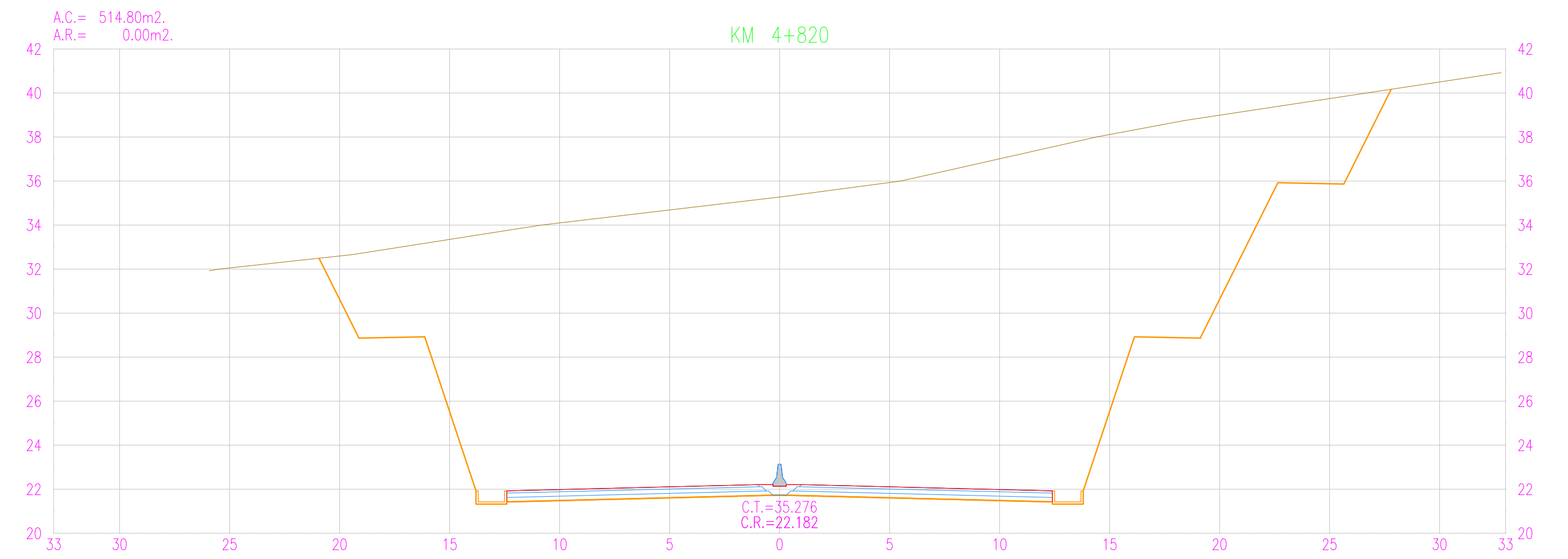
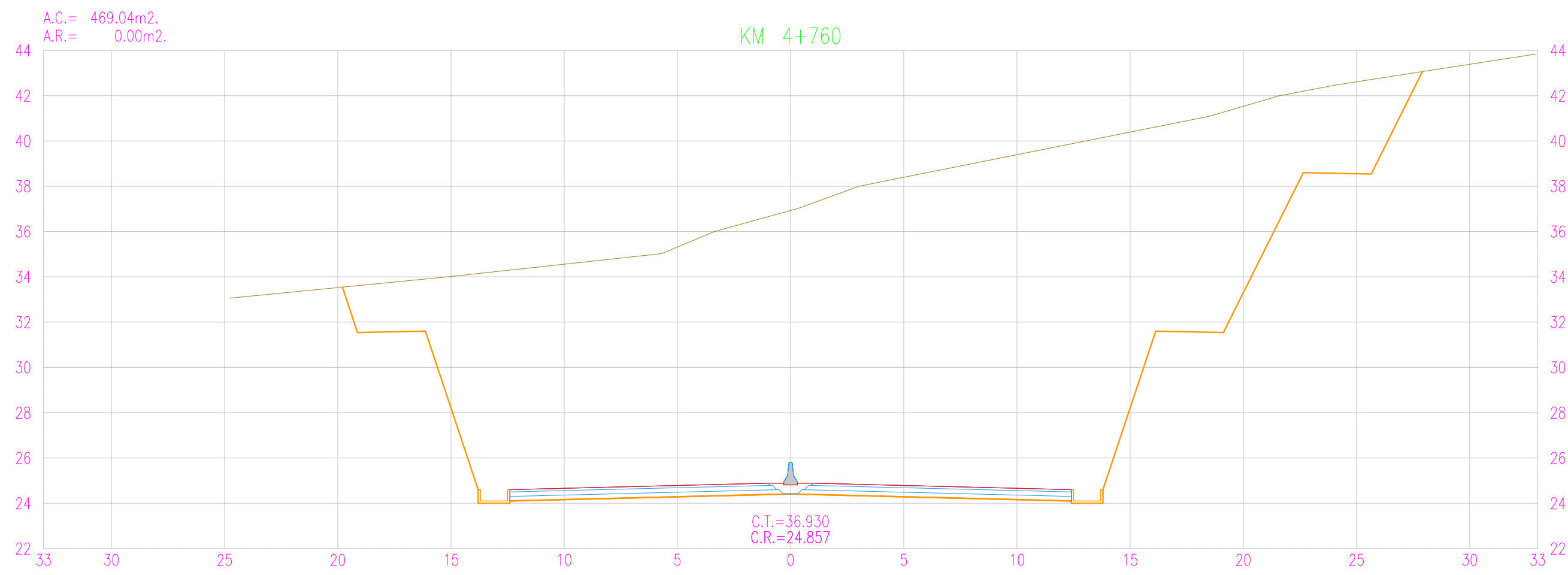
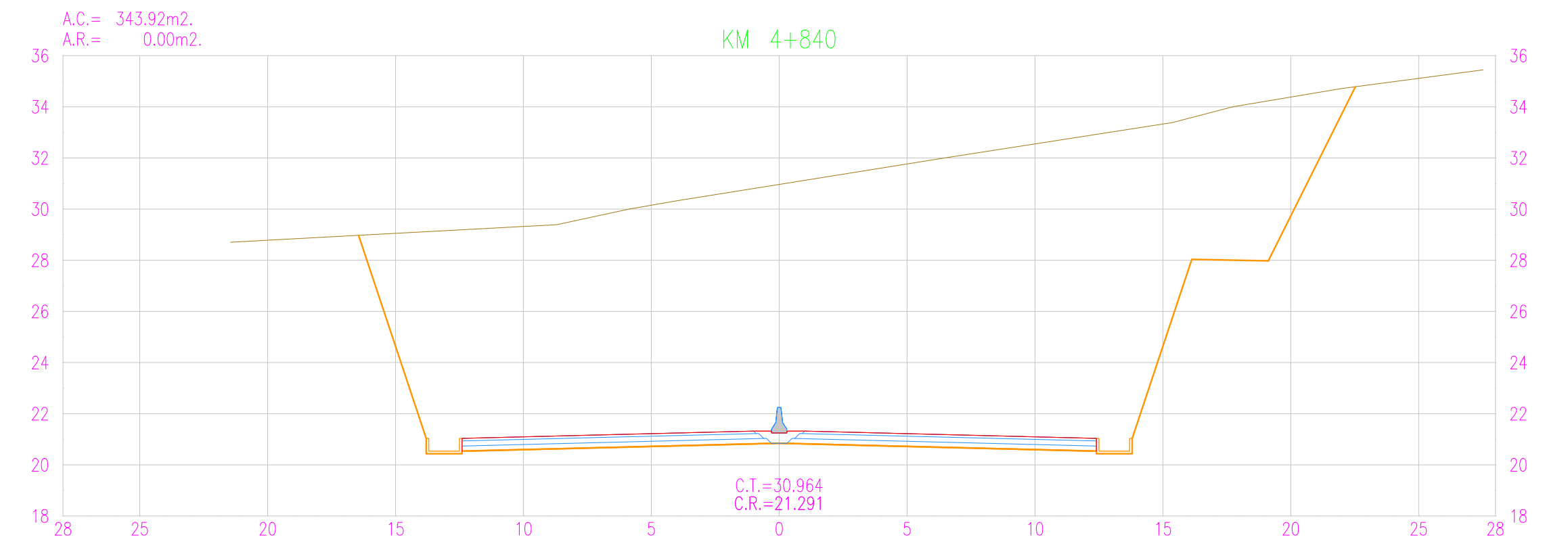
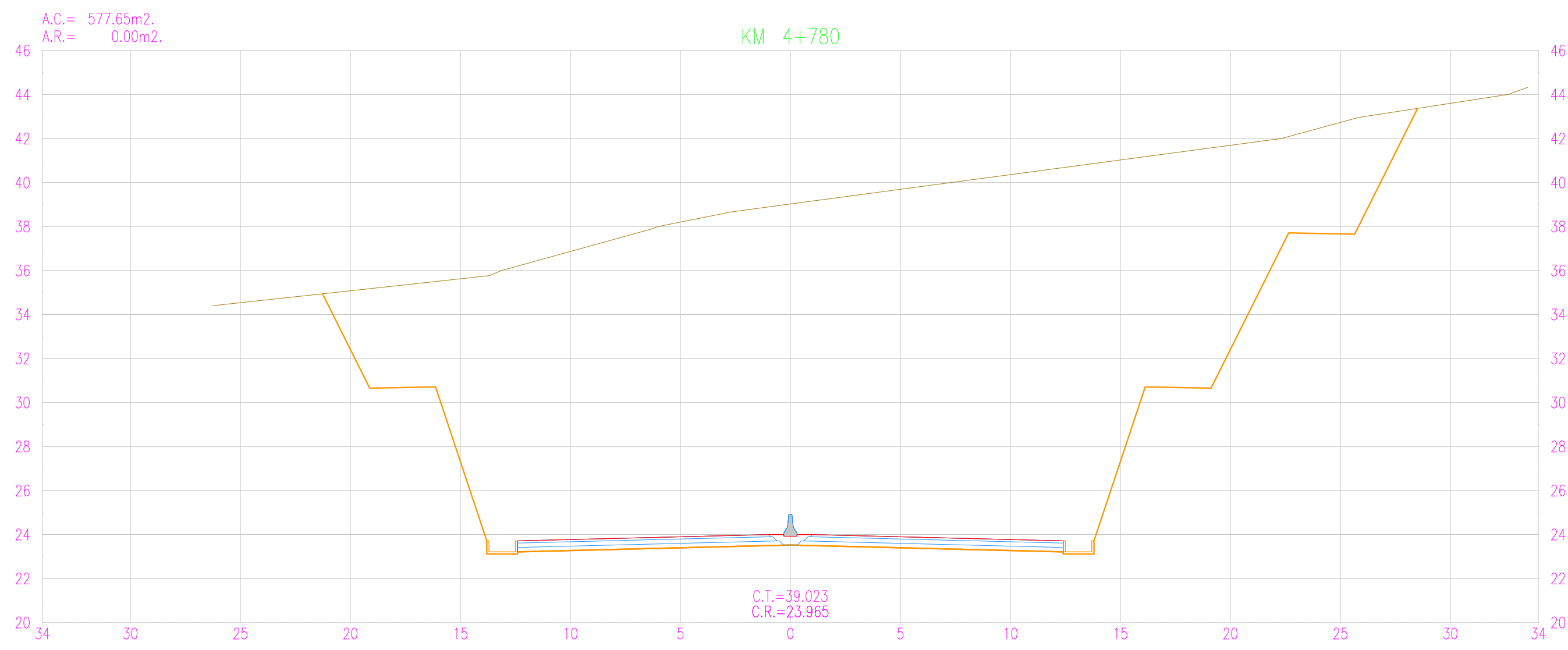


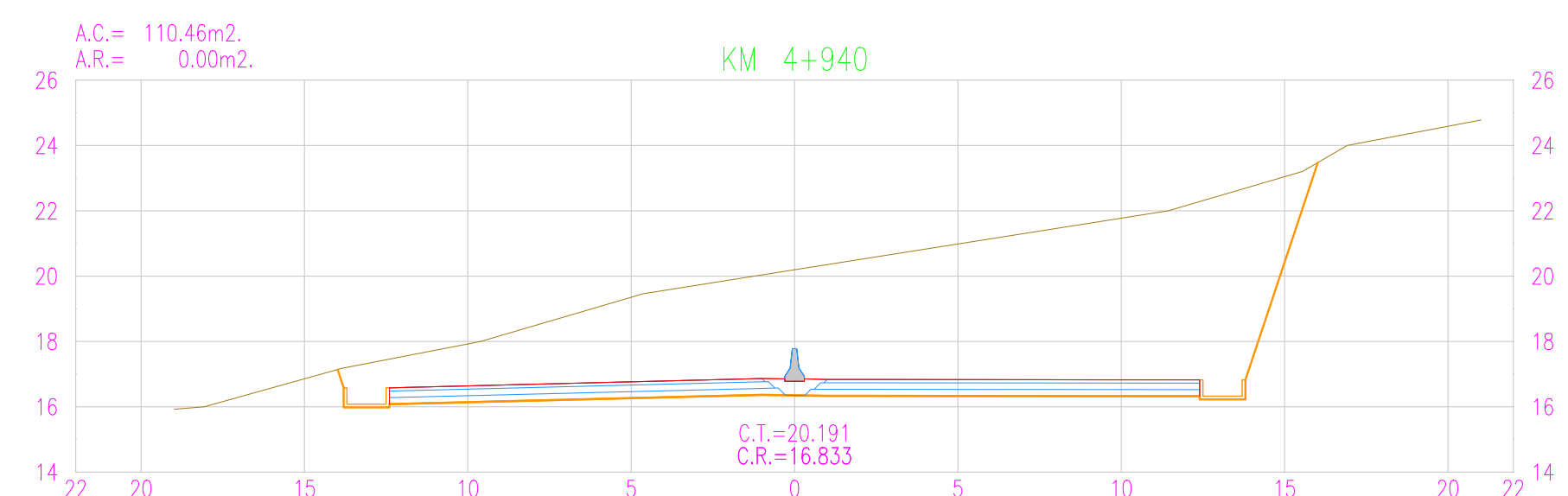
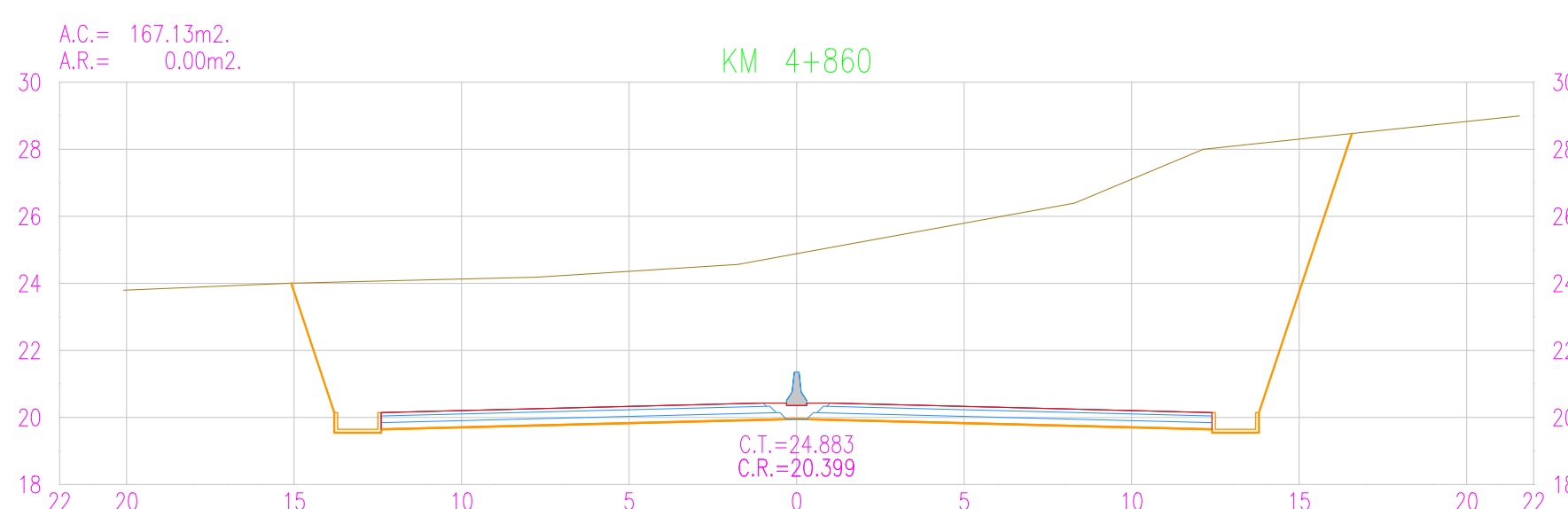
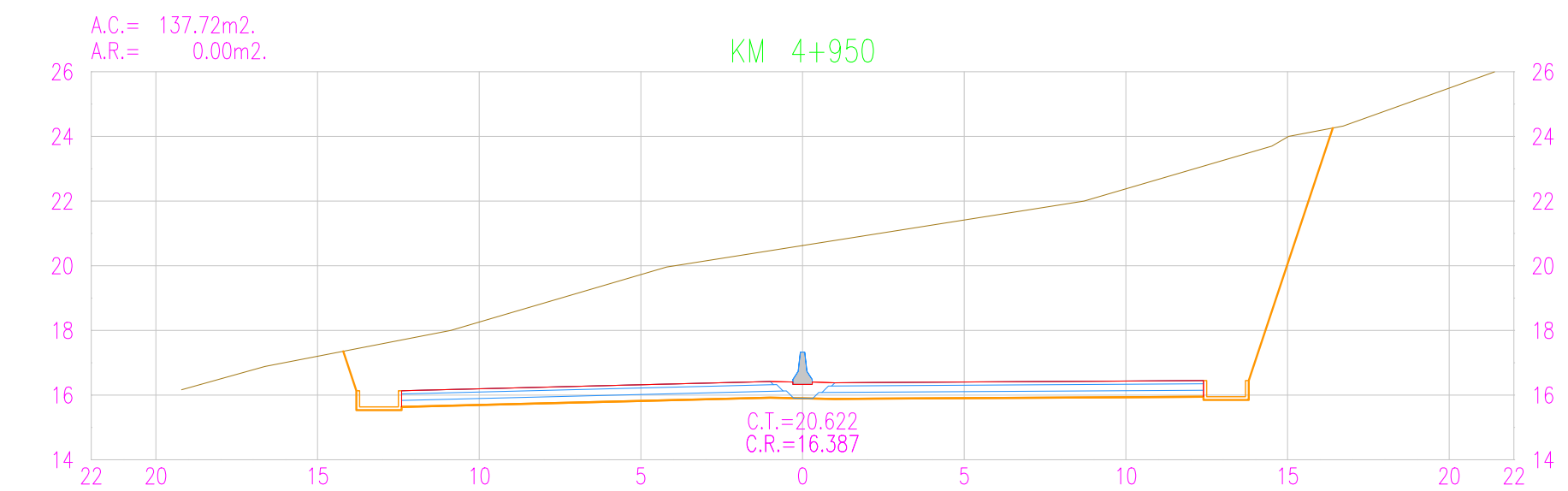
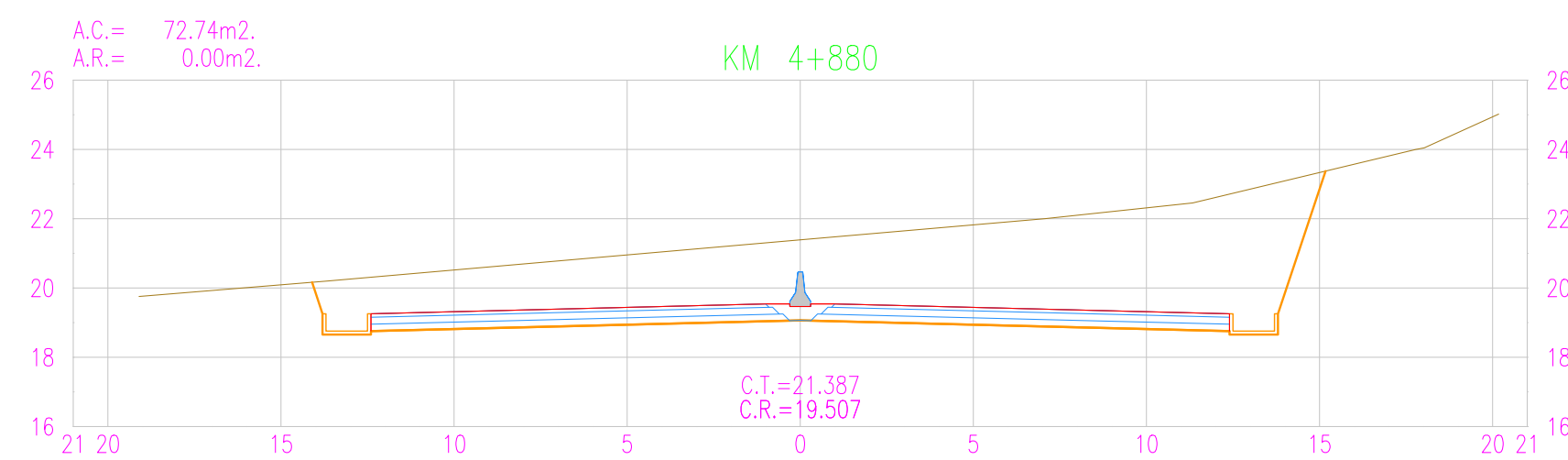
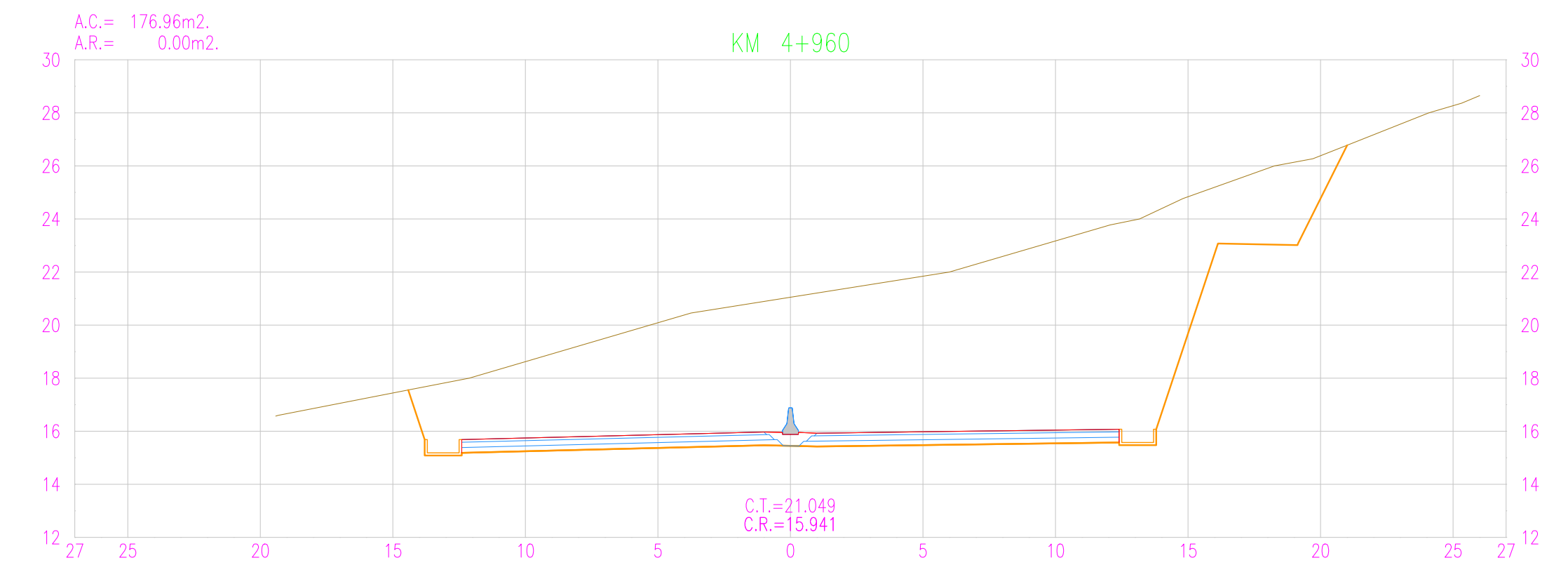
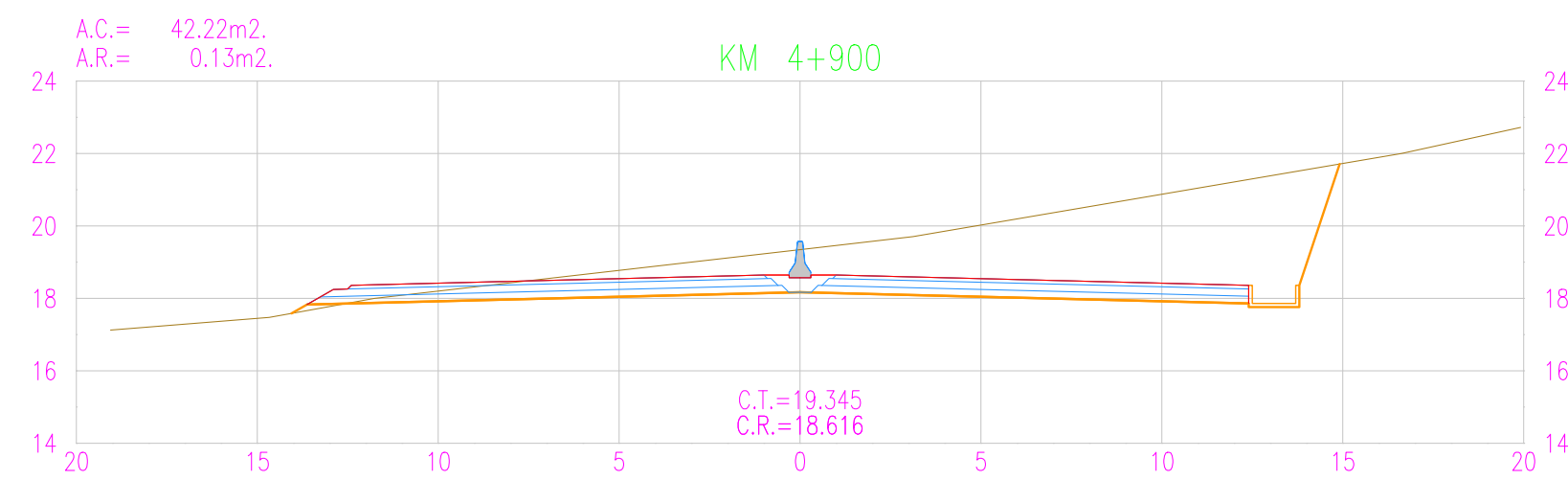
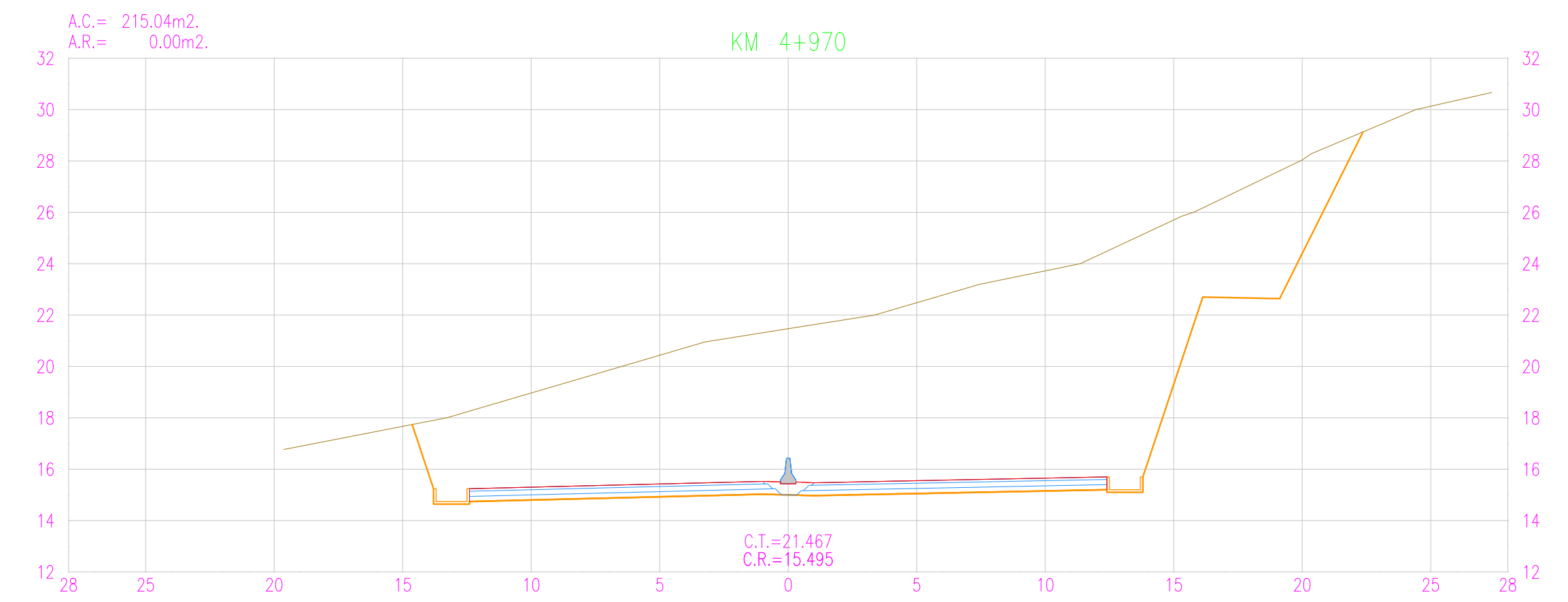
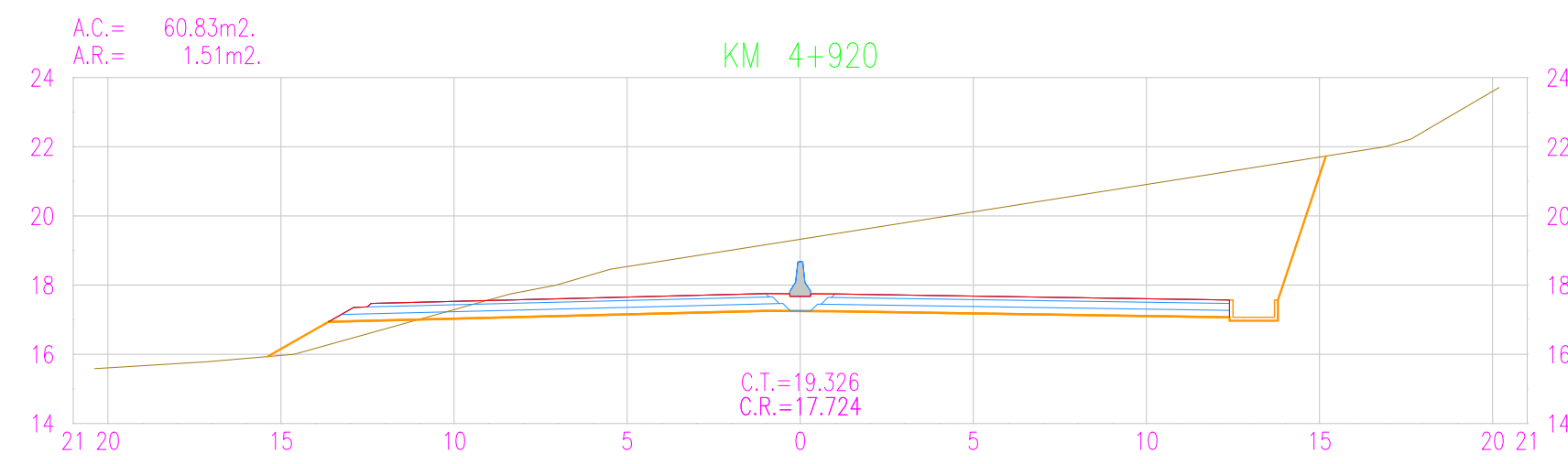
REVISIONES		
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN
Rev1	23/09/2020	Aprobado
Rev2		
Rev3		
Rev4		





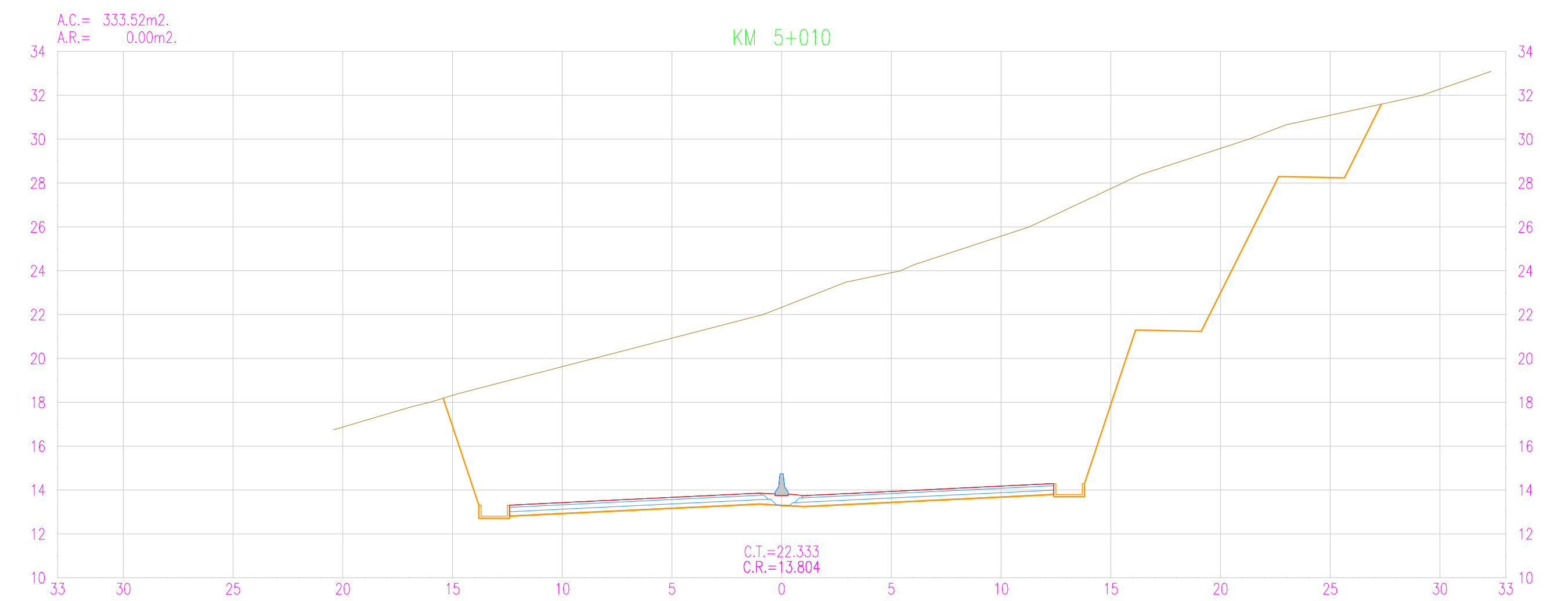
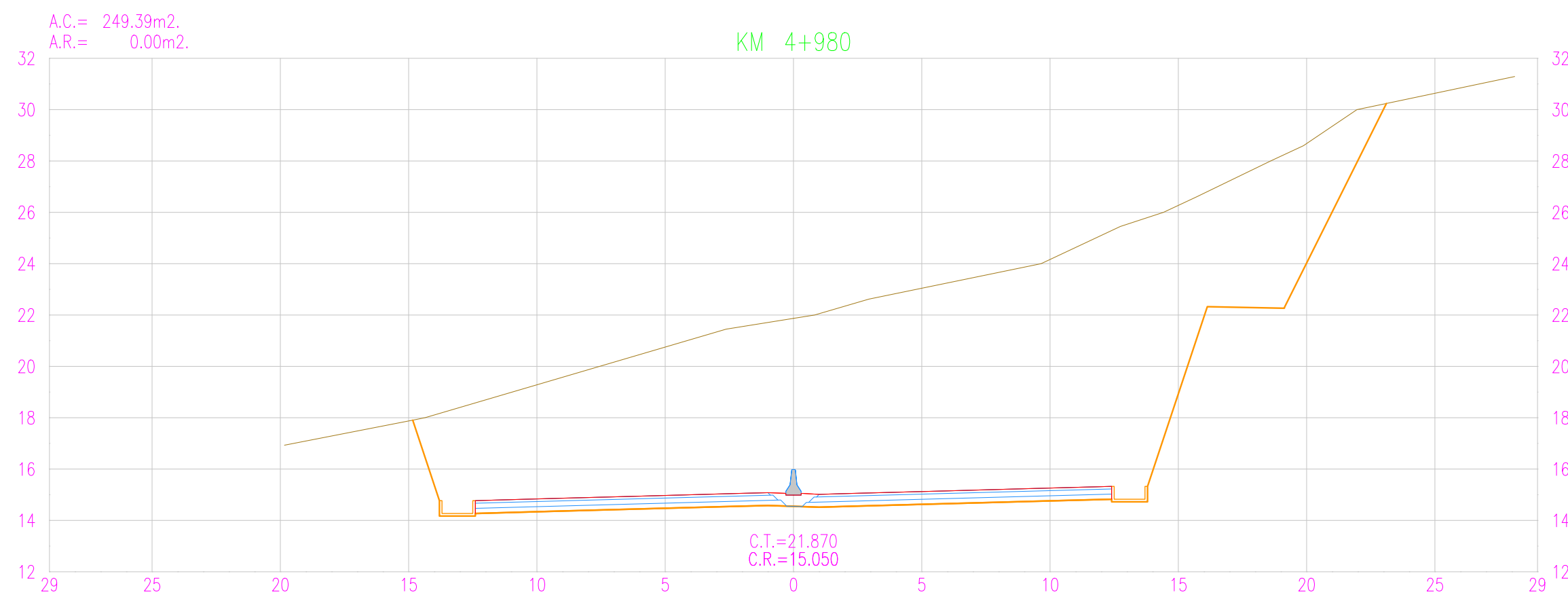
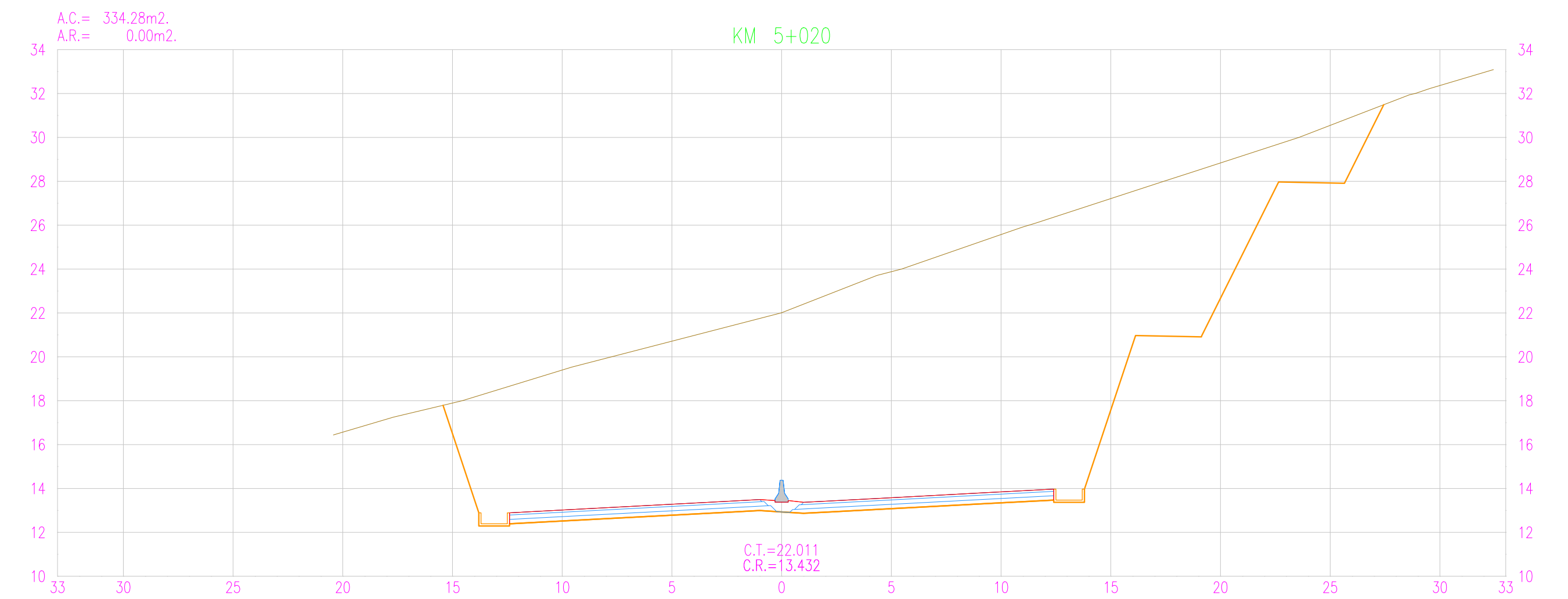
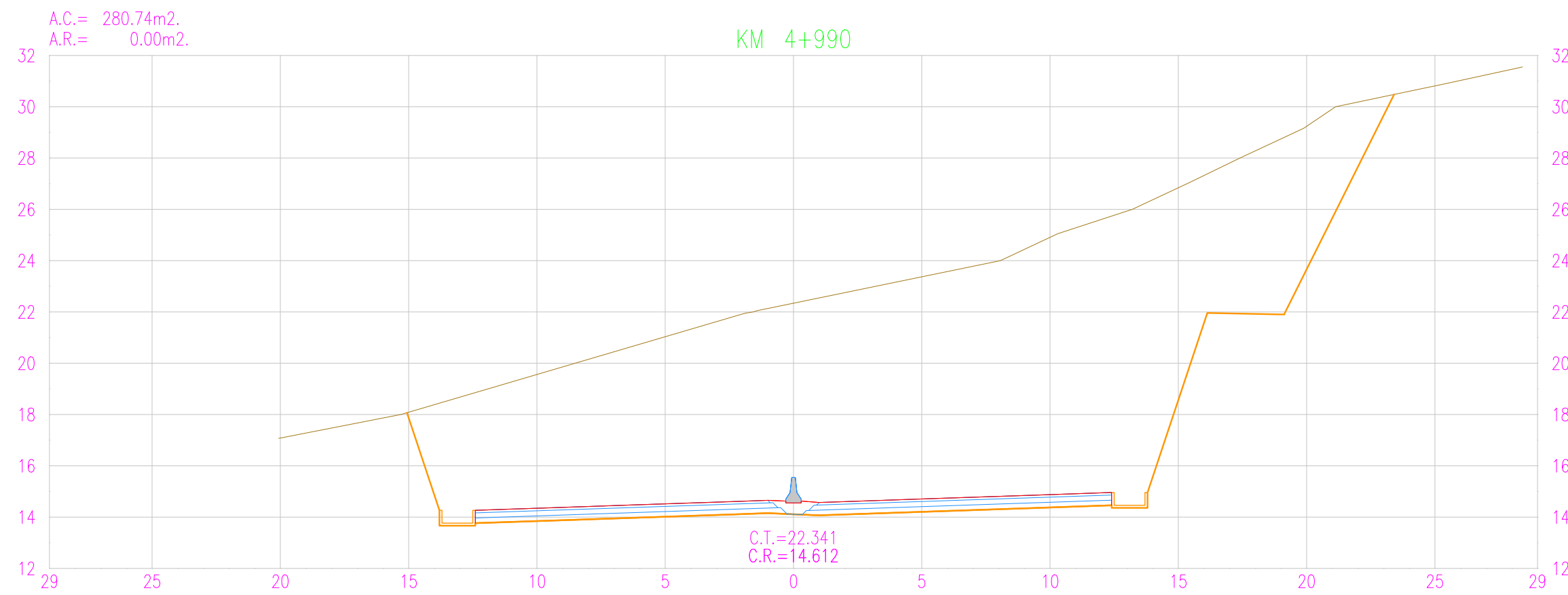
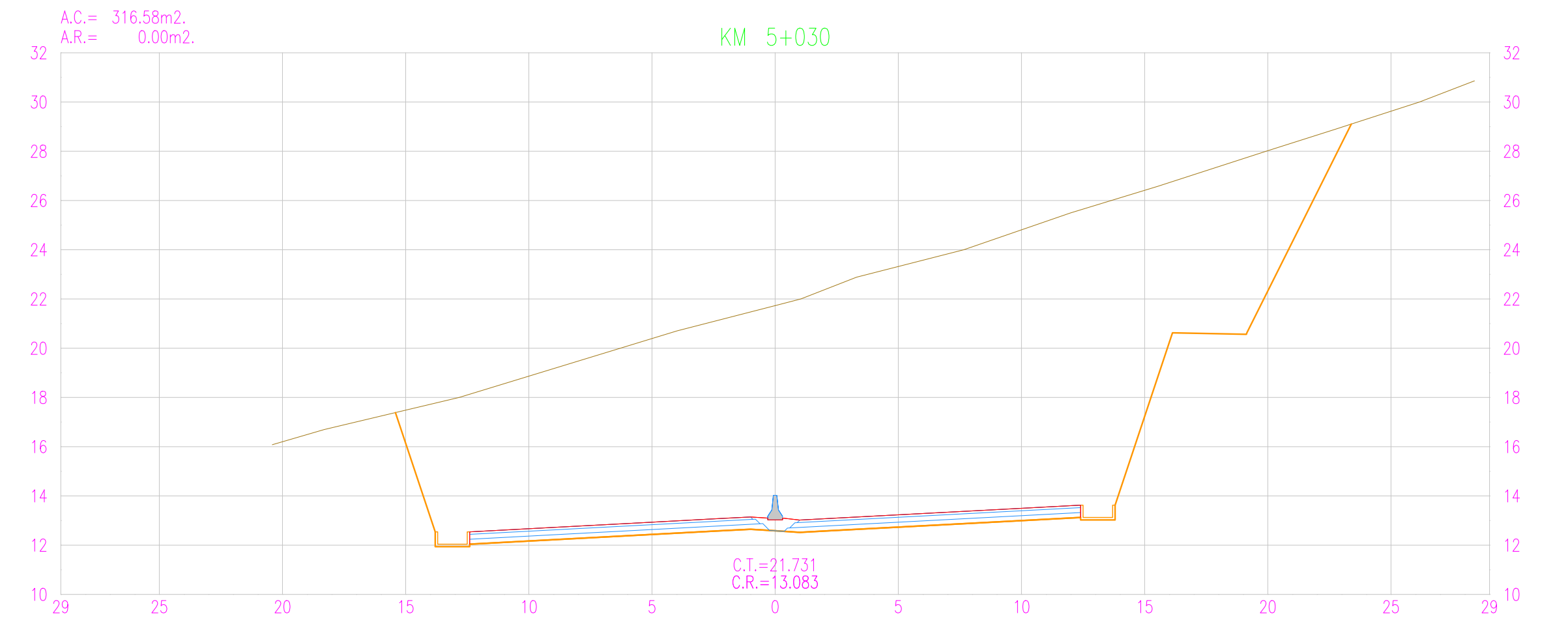
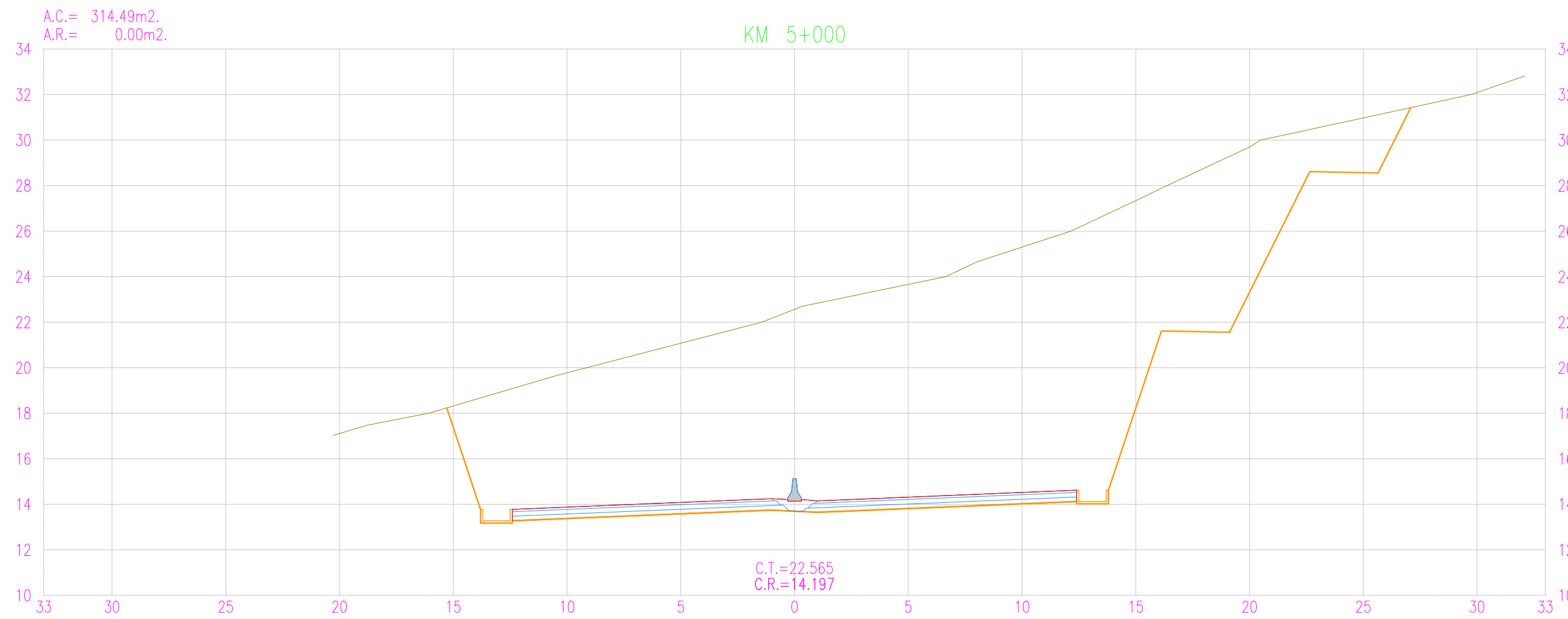
PUCP-FRACI	ROHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESCALA FORMATO A3:	PLANO:
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESC/A1 1:200	
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado			ST-39
		Proceso/dibujos: Antonio Chacón		Rev2					
				Rev3					
				Rev4					



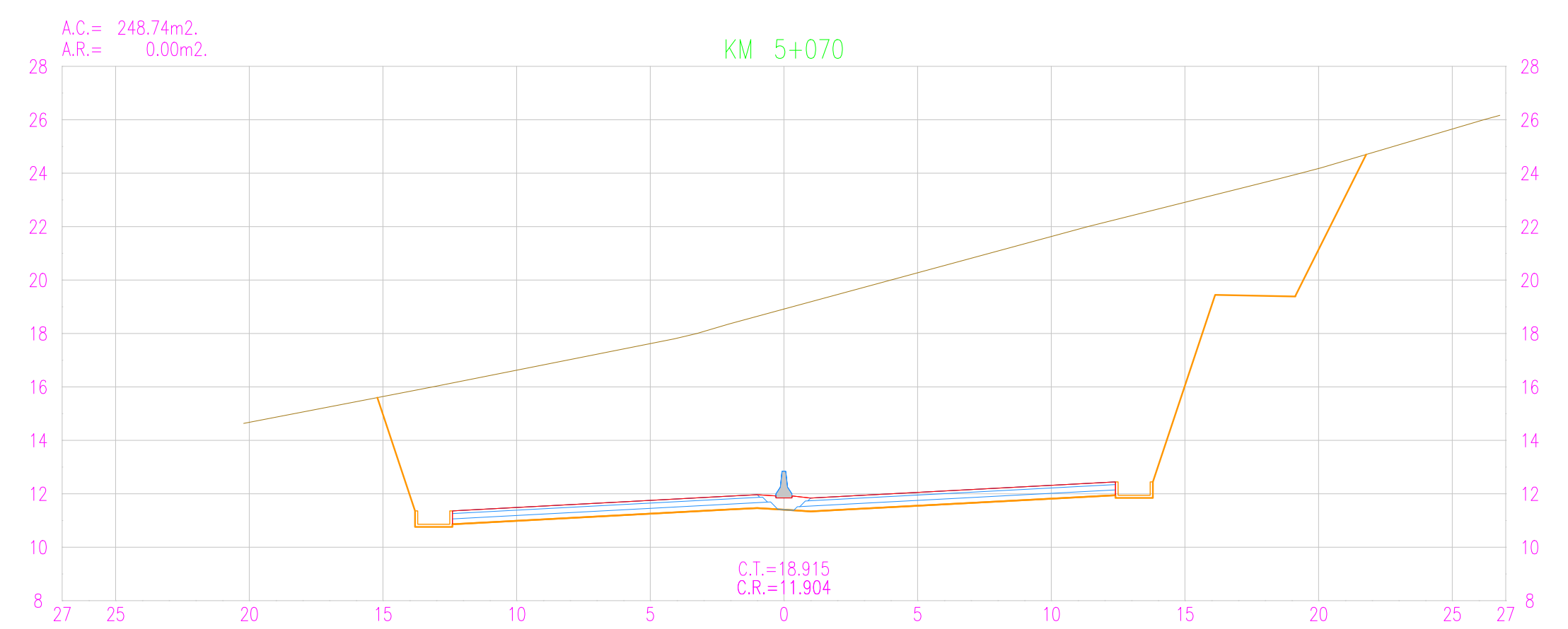
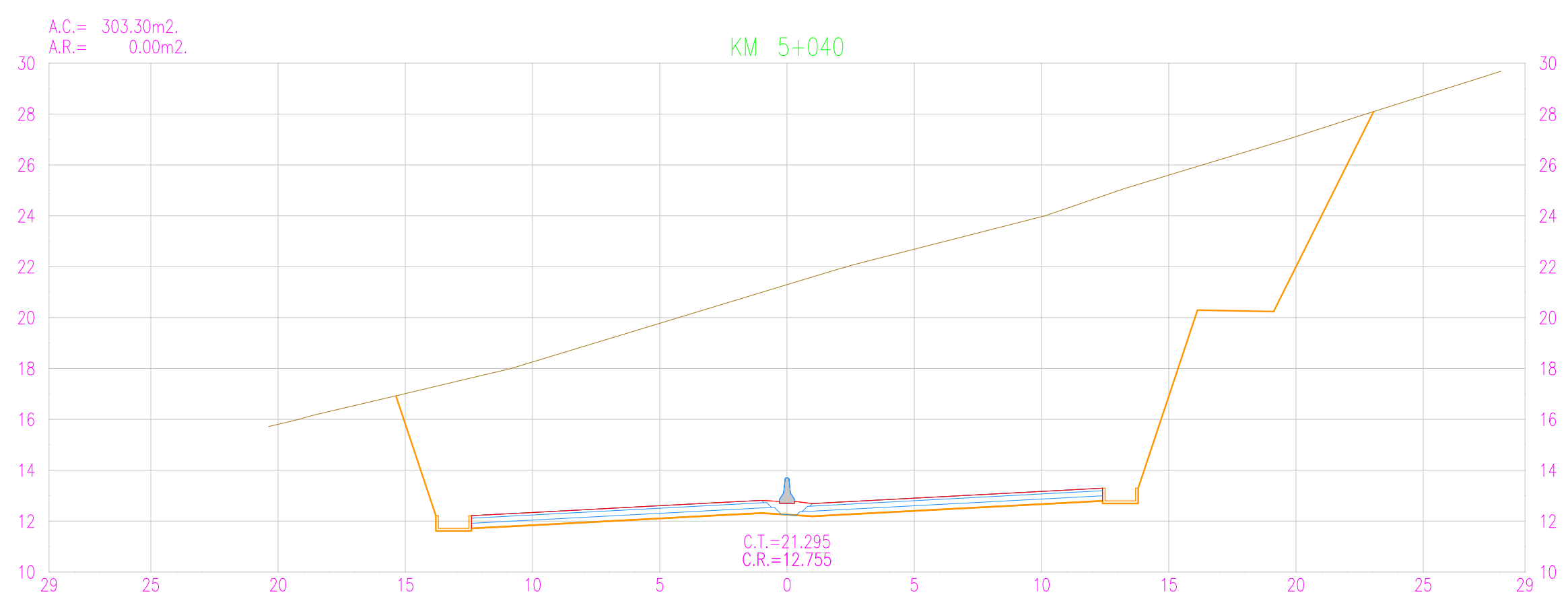
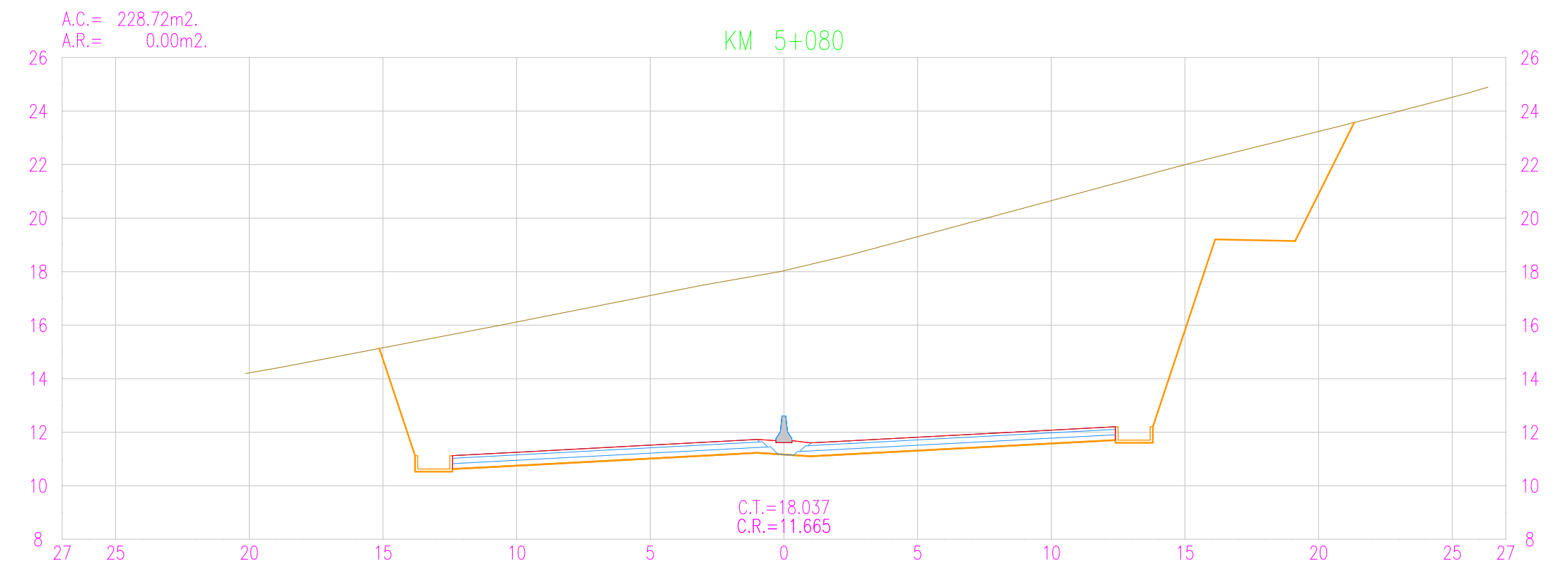
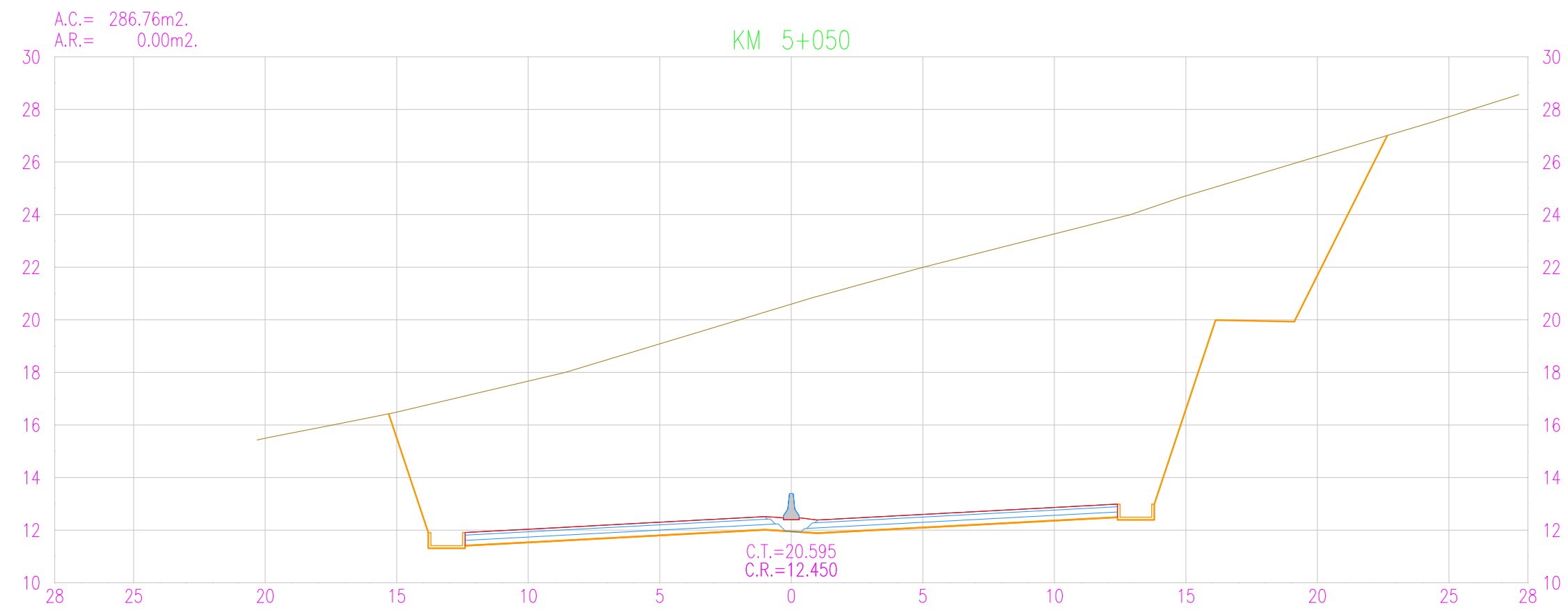
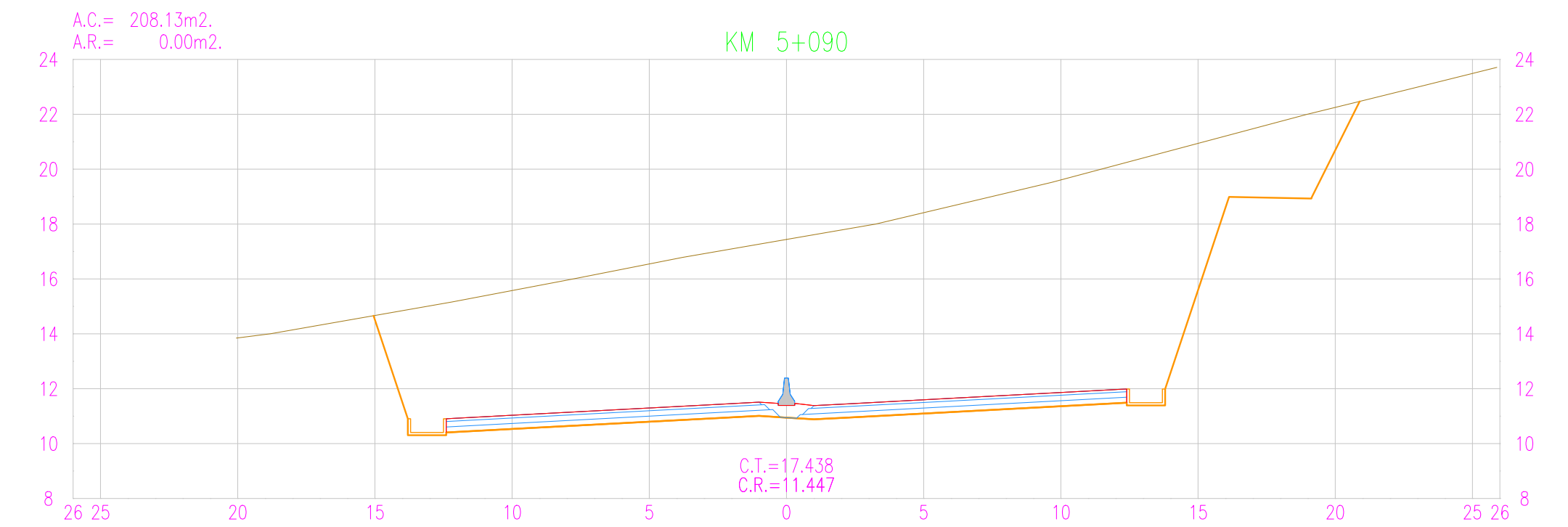
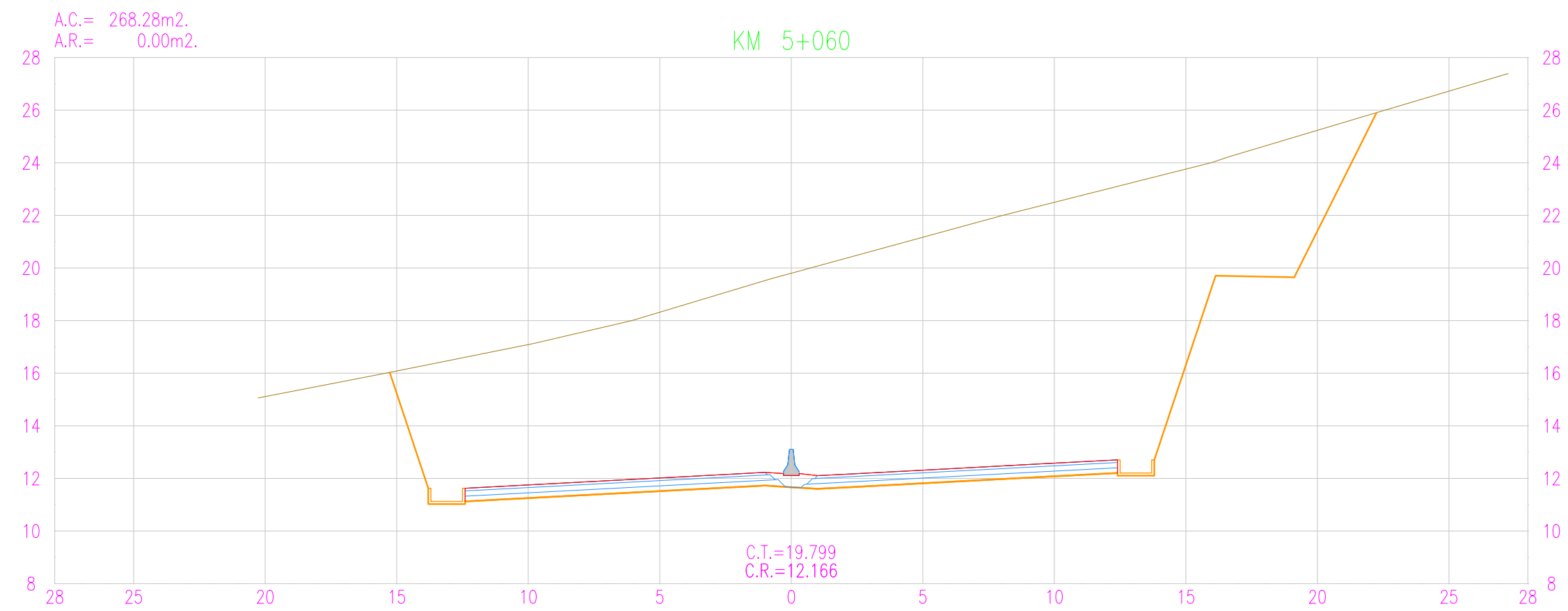


Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL 2000

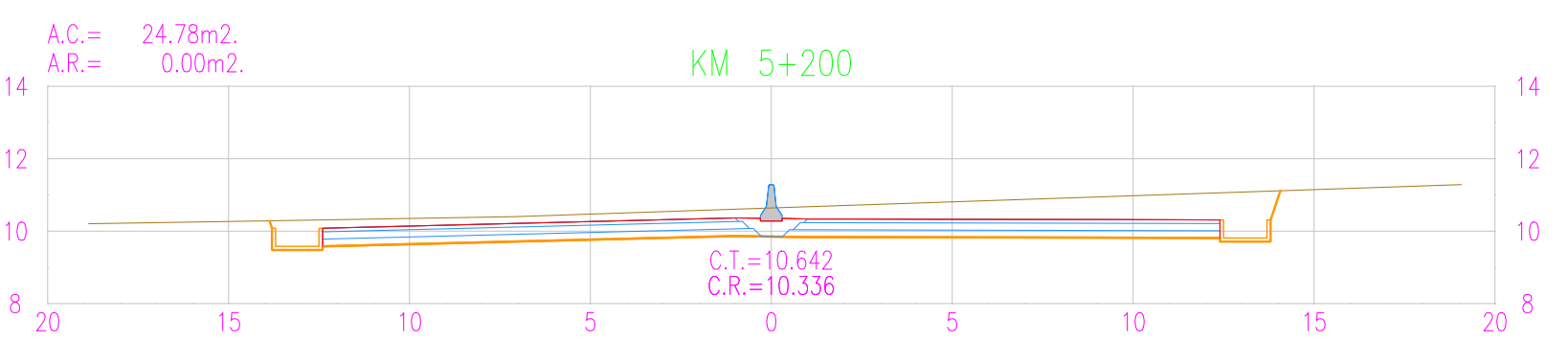
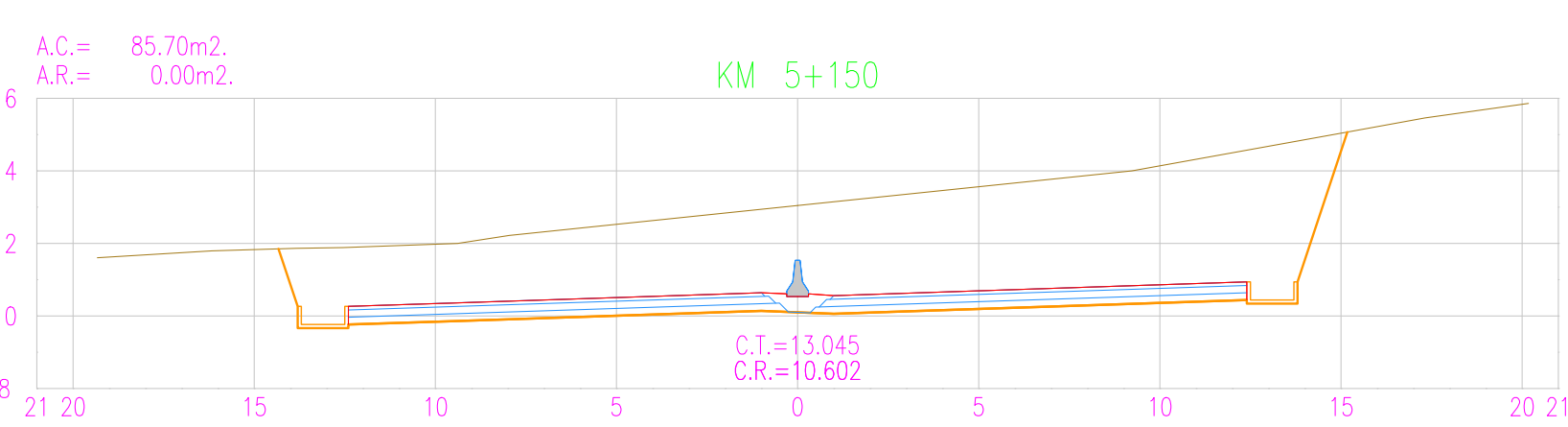
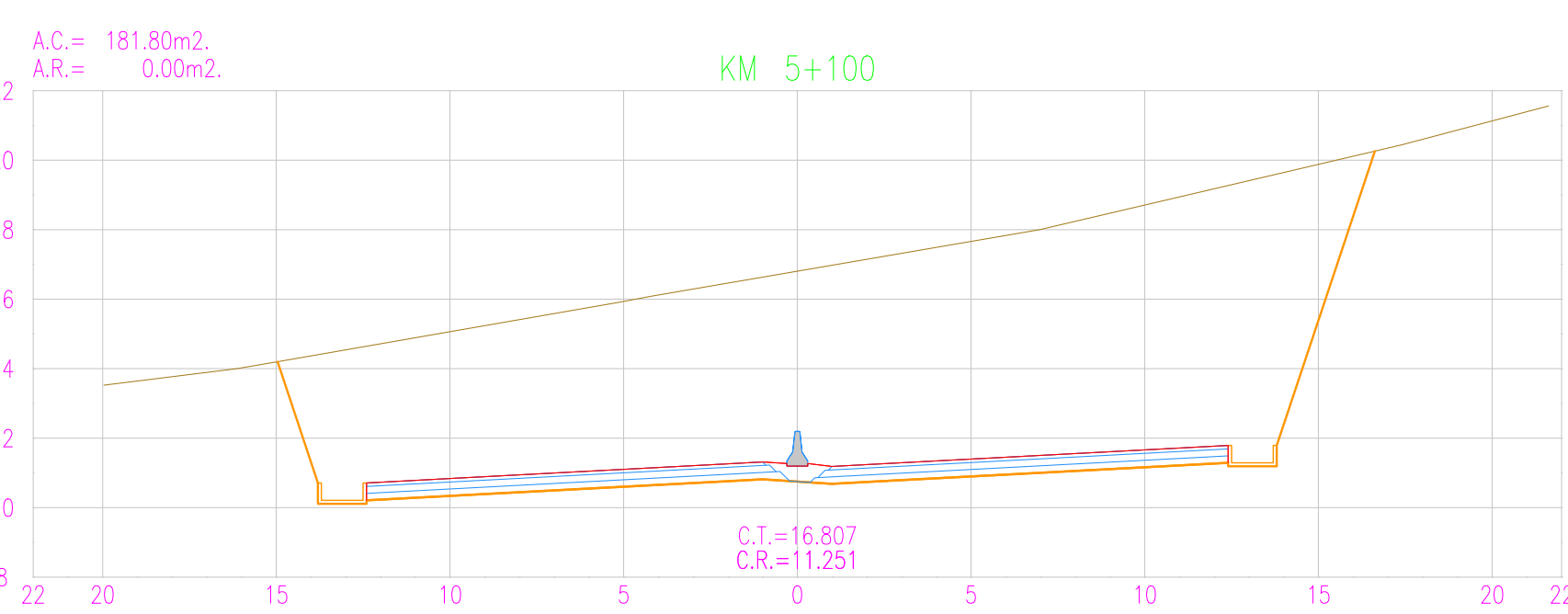
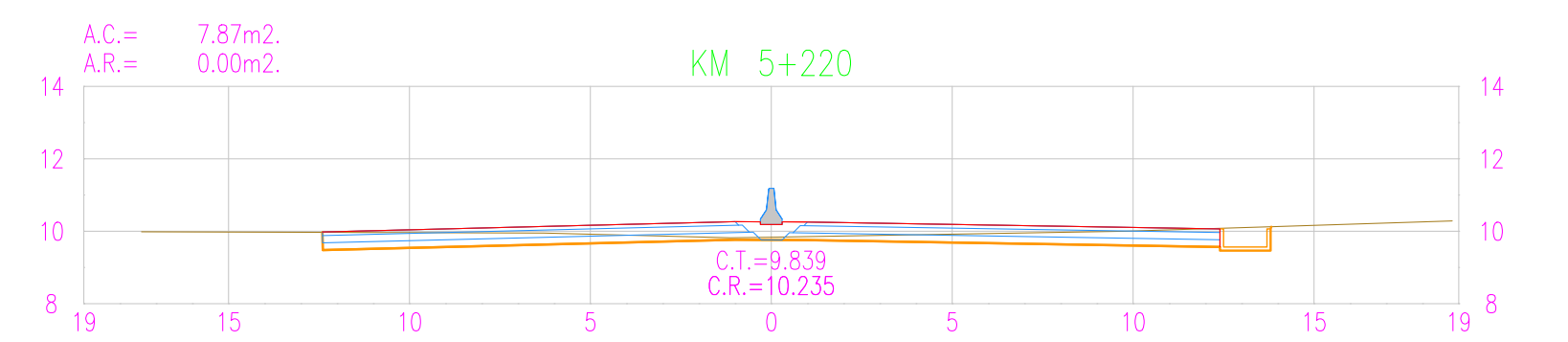
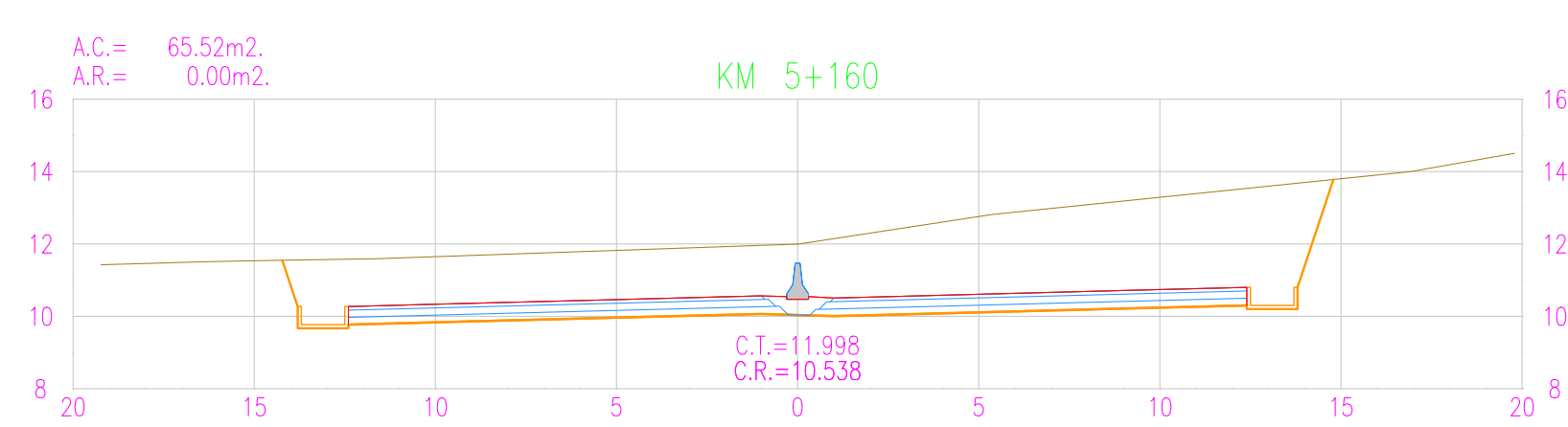
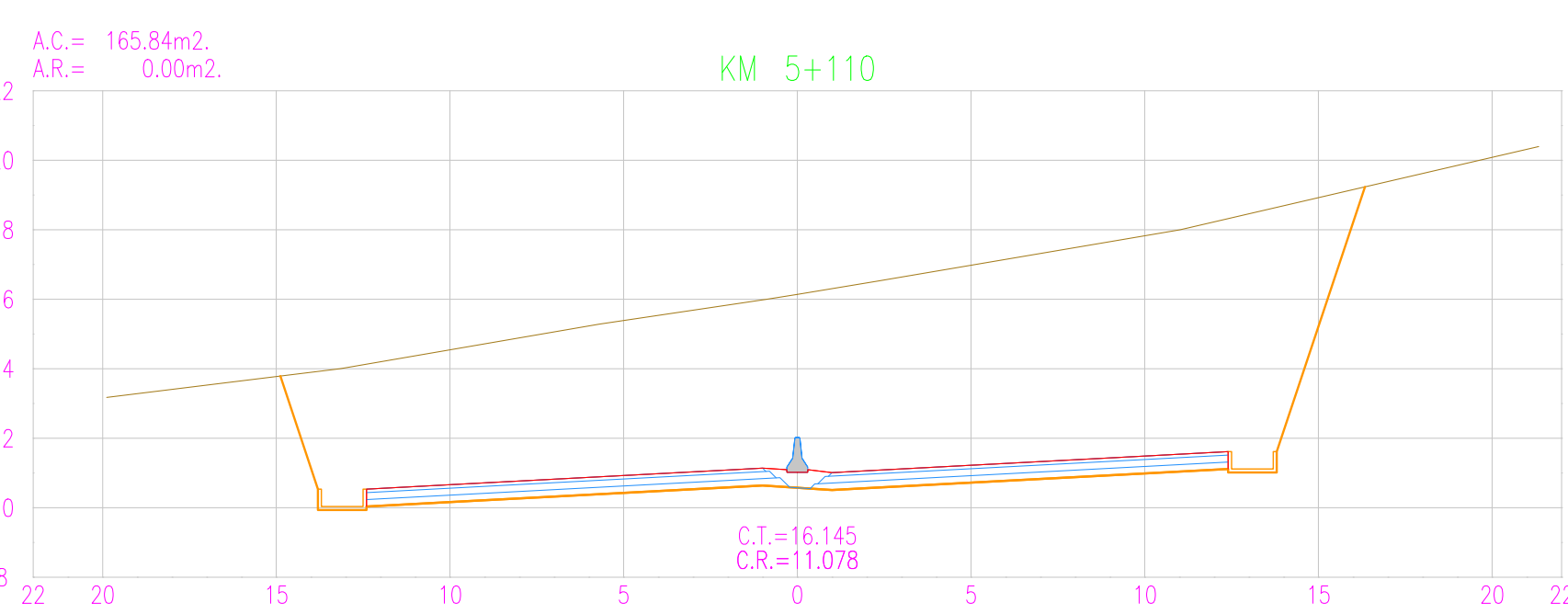
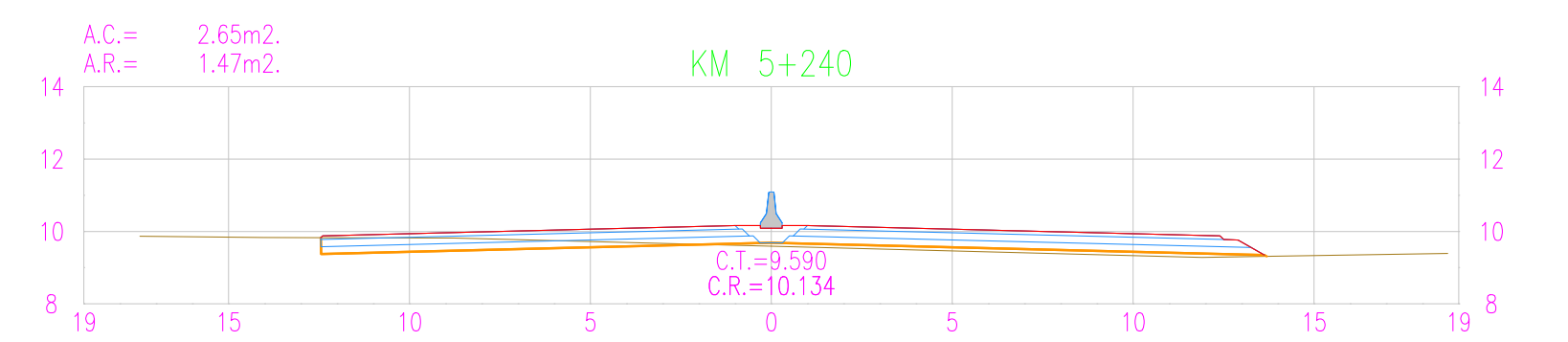
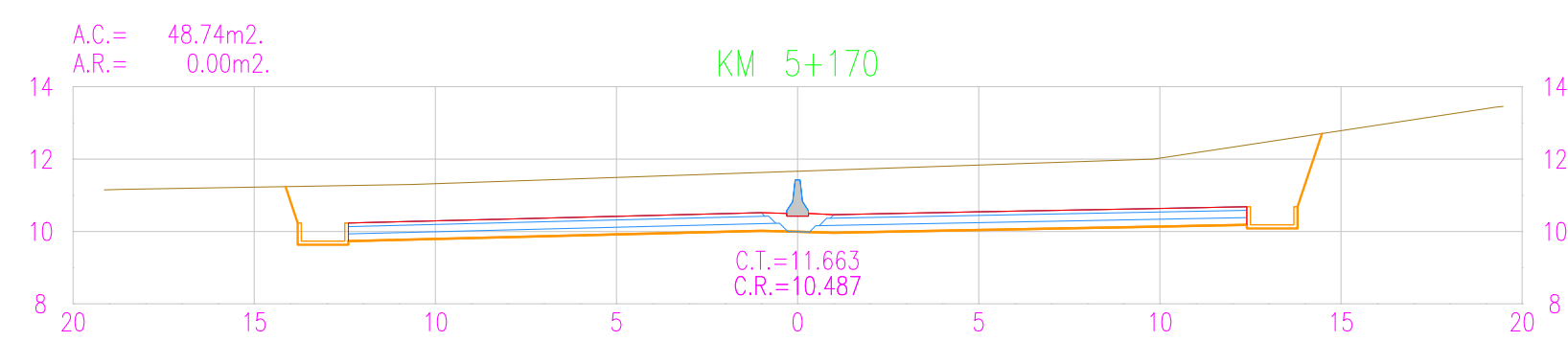
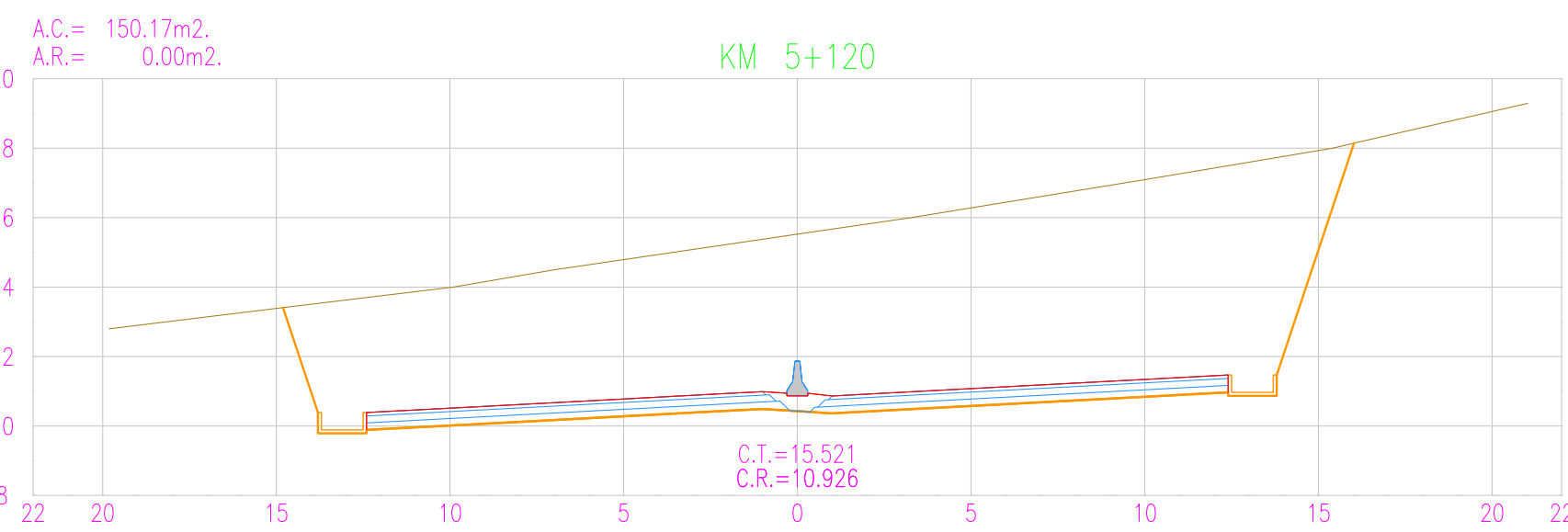
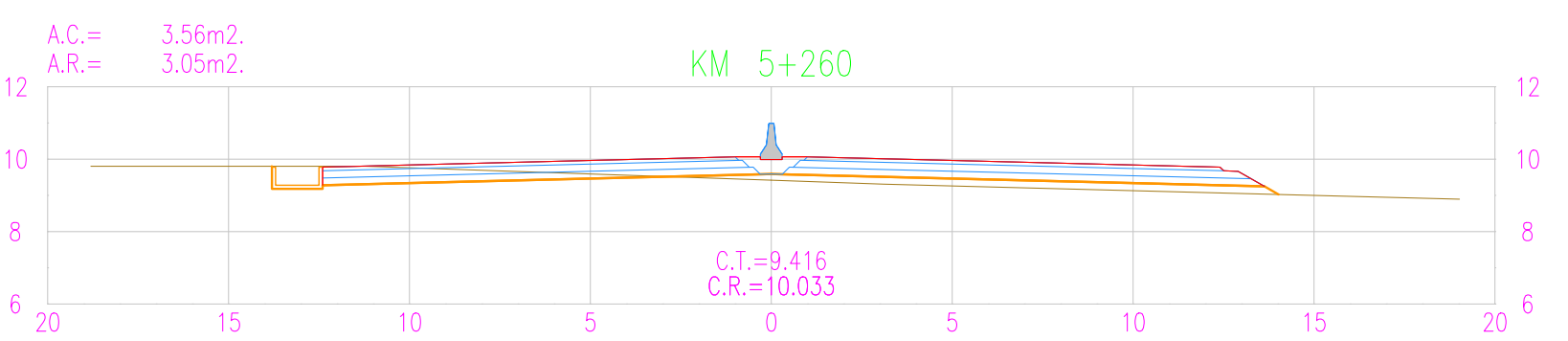
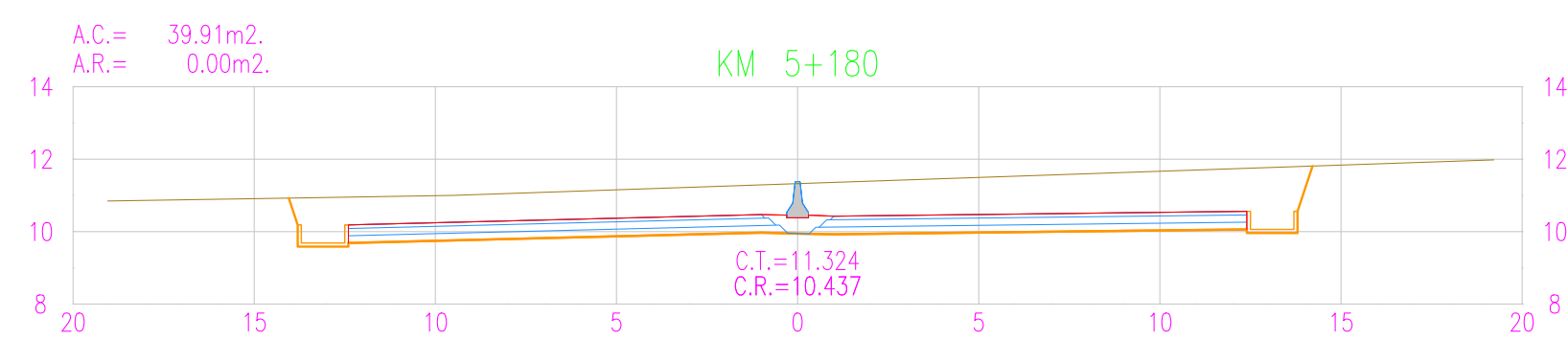
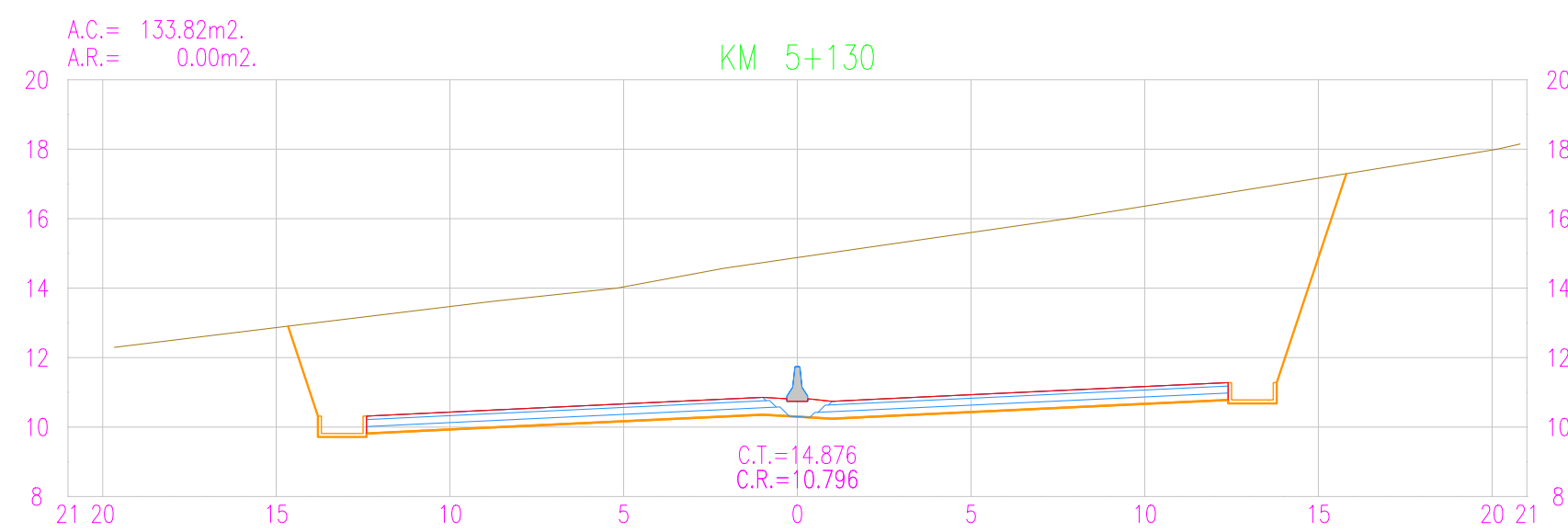
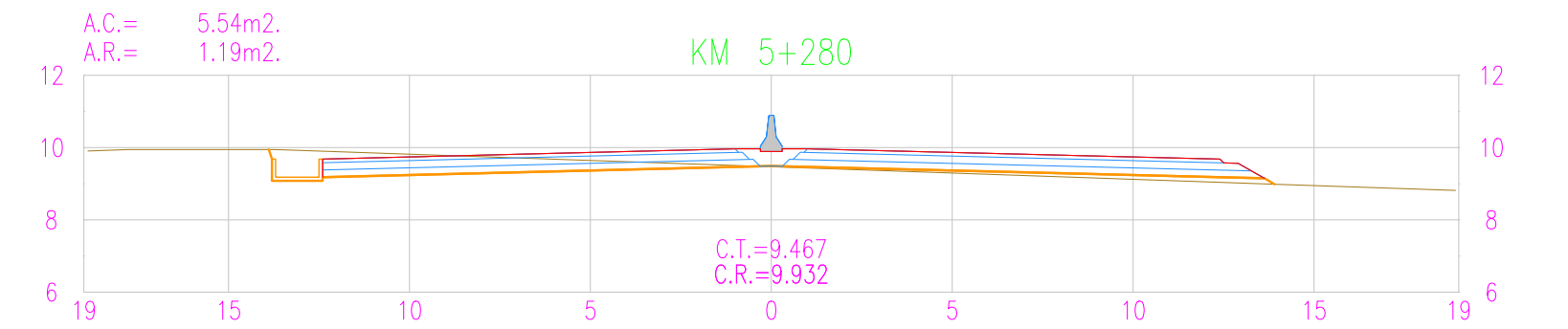
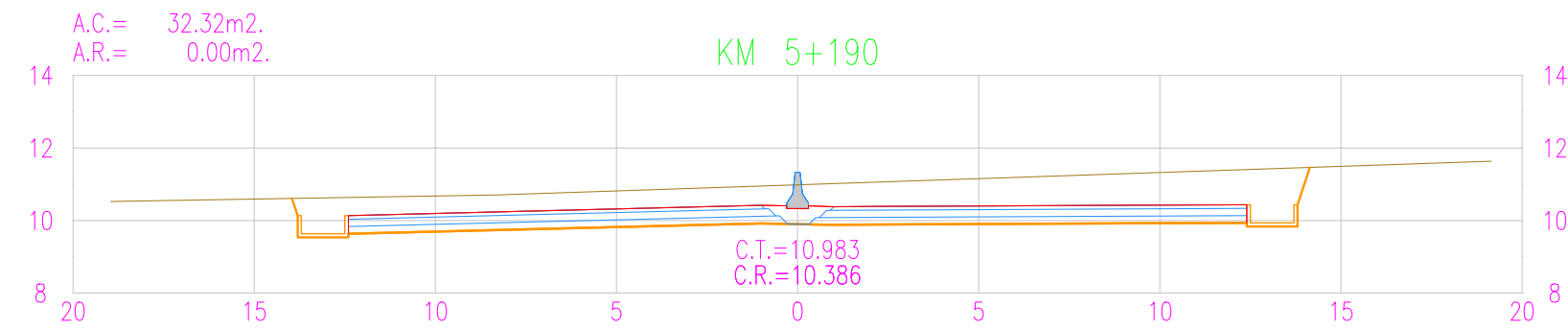
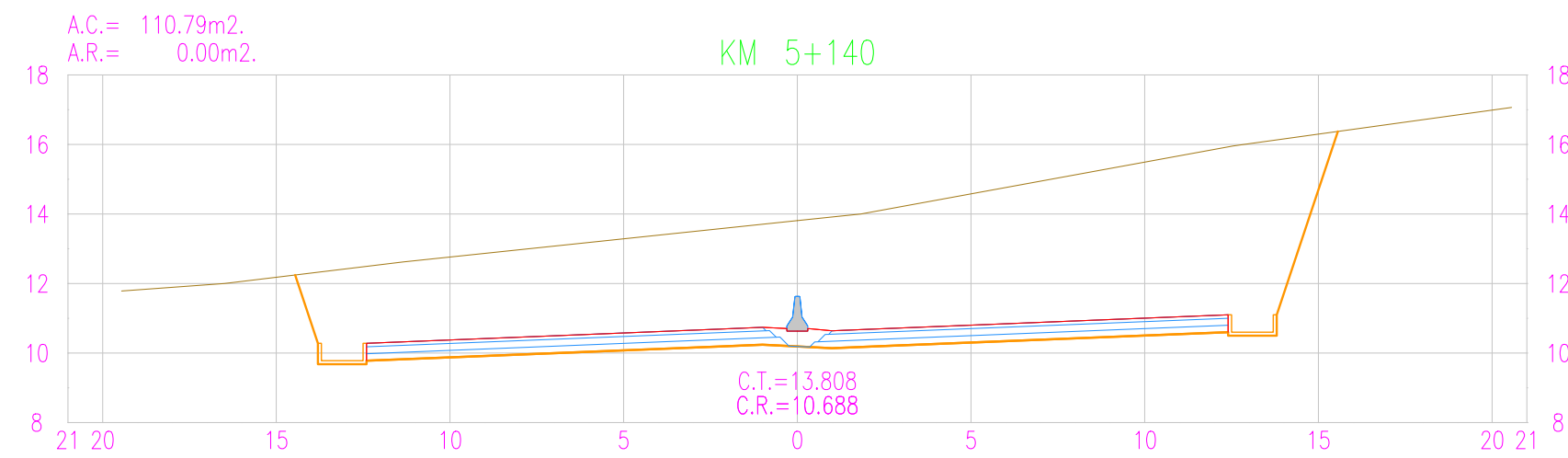
PUCP-FRACI	ROHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón Especialista: Antonio Chacón Revisor: Fernando Campos Proceso/abuj.: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO:
				N°	FECHA		DESCRIPCIÓN				
				Rev1	23/09/2020	Aprobado					ST-41
				Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



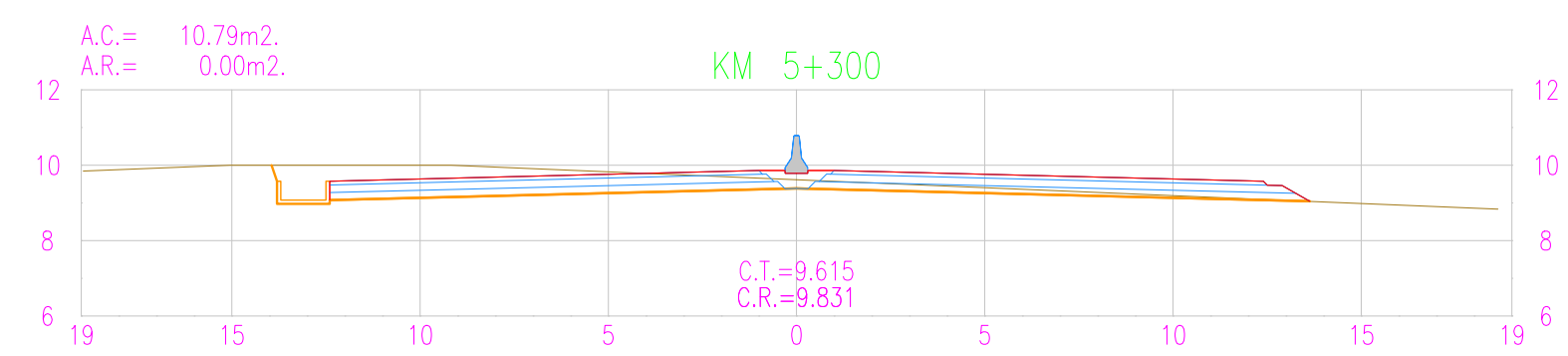
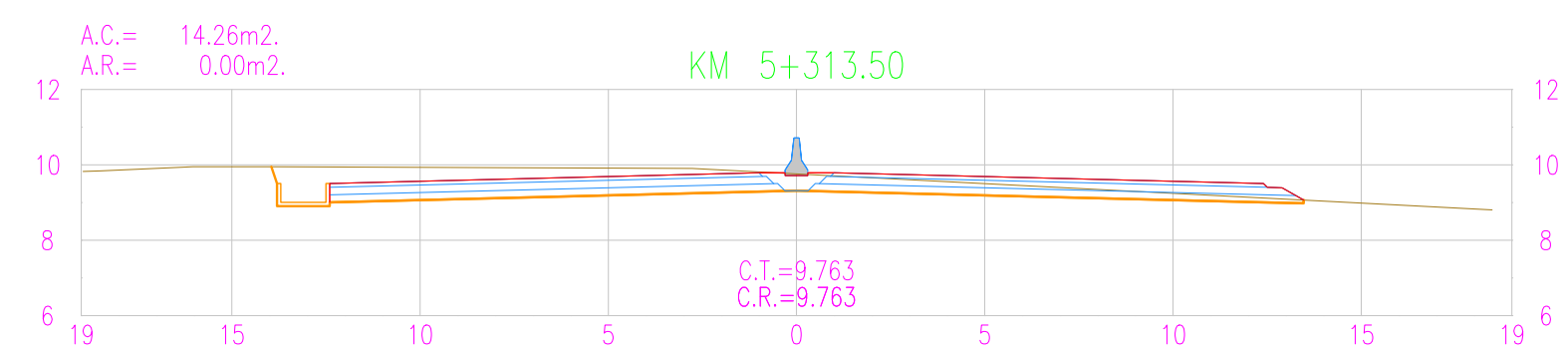




PUCP-FRACI	ROHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudios: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MÁNCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400	PLANO: ST-43
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	ESCALA FORMATO A3:	ESC/A3 1:400		
		Revisor: Fernando Campos		Rev1	23/09/2020	Aprobado					
		Proceso/dibujos: Antonio Chacón		Rev2							
				Rev3							
				Rev4							



REVISIONES	
N°	FECHA
Rev1	23/09/2020
Rev2	Aprobado
Rev3	
Rev4	



Istram V.20.08.08.20 EDUCACIONAL\_2000

PUCP-FRACI	ROHACON CONSULTORES S.A.	Jefe de Estudio: Antonio Chacón	APROBACIÓN:	REVISIONES		DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA VÍA DE EVITAMIENTO EN MANCORA DE ACUERDO CON EL CONTEXTO FÍSICO Y URBANO DE LA CIUDAD Tesis de Pregrado	ESCALA FORMATO A3: ESC/A1 1:200	ESCALA FORMATO A3: ESC/A3 1:400	PLANO:
		Especialista: Antonio Chacón		N°	FECHA		DESCRIPCIÓN	PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES Km 5+300 AL Km 5+313	
Revisor: Fernando Campos	Rev1	23/09/2020	Aprobado						
Proceso/abuj.: Antonio Chacón	Rev2								
	Rev3								
				Rev4					