

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**DISEÑO DE CARRETERAS UTILIZANDO HERRAMIENTAS
BIM Y VUELO NO TRIPULADO**

TOMO I

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

SAK CLINTON INGA PARIONA

ASESOR

Mag. FÉLIX WILFREDO ULLOA VELÁSQUEZ

Lima- Perú

2019

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

INGA PARIONA, Sak Clinton

sak.inga@uni.pe

955521901

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi formación, tanto académica como en la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me apoyaron en la asesoría y dudas presentadas en la elaboración del presente trabajo.

INDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
PROLOGO	11
LISTA DE CUADROS	12
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	17
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	19
CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	21
2.1 CRITERIO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO	21
2.1.1 Criterio para la eleccion del tipo de carretera.....	21
2.1.1.1 Clasificación por Función, Demanda y Orografía.....	21
2.1.2 Vehículos de diseño.....	23
2.1.2.1 Características del vehículo C2.....	23
2.1.3 Velocidad de diseño.....	24
2.1.3.1 Definición	24
2.1.3.2 Para tramo homogéneo.....	24
2.1.4 Distancia de visibilidad.....	24
2.1.4.1 Definición	24
2.1.4.2 Distancia de visibilidad de parada	25
2.1.5 Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.....	25
2.1.5.1 Diseño geométrico en planta.....	25
2.1.5.2 Sobreancho.....	29
2.1.6 Diseño geométrico en perfil	29
2.1.6.1 Generalidades.....	29
2.1.6.2 Consideraciones de diseño	30
2.1.6.3 Pendiente.....	30
2.1.6.4 Curvas verticales.....	31
2.1.7 Diseño Geometrico de la Seccion Transversal.....	34
2.1.7.1 Generalidades.....	34
2.1.7.2 Elementos de la sección transversal	34
2.1.7.3 Calzada o superficie de rodadura.....	35
2.1.7.4 Bermas.....	36
2.1.7.5 Bombeo.....	36
2.1.7.6 Peralte.....	37
2.1.7.7 Taludes	38
2.2 VUELO NO TRIPULADO	39

2.2.1 Dron.....	39
2.2.2 Clasificación De Los Rpas	41
2.2.2.1 Según el Tipo de Alas	41
2.2.2.2 Según su Uso.....	41
2.2.2.3 Según el Método de Control.....	41
2.2.2.4 Según su Capacidad de Vuelo	42
2.2.2.5 Según La Máxima Carga de Despegue.....	42
2.2.2.6 Según su Nivel de Autonomía	42
2.2.2.7 Clasificación por Prestaciones.....	43
2.2.3 Ejemplo de RPAS de ala fija y rotatoria	44
2.2.4 Modos de Operación de un RPAS	45
2.2.5 Ventajas de los RPAS de ala Fija y Variable.....	45
2.2.6 Aspectos Técnicos.....	45
2.2.6.1 Partes Fundamentales Del Sistema Que Conforman Un RPAS ...	46
2.2.7 Aspectos Operacionales	47
2.2.8 LOS RPAS y sus Aplicaciones Civiles	47
2.2.8.1 Aplicaciones Topográficas.....	47
2.3 BIM (Modelo de Información de Edificaciones).....	49
2.3.1 Definición.....	49
2.3.2 Beneficios del uso del BIM en el diseño y la construcción.....	50
2.3.3 Adopción de tecnologías BIM en el Perú y el mundo	51
CAPITULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS DEL INFRAWORKS 2020	54
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	54
3.2 ARCHIVOS DE ENTRADA.....	54
3.2.1 Archivos de extensión DWG o Civil 3D	54
3.2.2 Archivos de Extensión RVT o Revit	54
3.2.3 Archivos de Extensión RTD o Robot structural	54
3.2.4 Archivos de nube de puntos.....	55
3.2.5 Archivos de Extensión GIS	55
3.2.6 archivos Raster	55
3.2.7 Archivos de Extensión AutoCAD 2D	55
3.3 ARCHIVOS DE SALIDA.....	55
3.3.1 Archivos de Extensión DWG o Civil 3D.....	55
3.3.2 Archivos de Extensión RVT o Revit	56
3.3.3 Archivos de Extensión RTD o Robot Structural.....	56
3.3.4 Archivos de nube de puntos.....	56

3.3.5 Archivos de Extensión GIS	56
3.3.6 Archivos de Extensión Autocad 2D	56
3.4 ESPECIALIDADES DE DISEÑO	56
3.4.1 Carreteras.....	56
3.4.1.1 Carreteras de diseño	56
3.4.1.2 Diseño geométrico	58
3.4.1.3 Análisis de visibilidad.....	61
3.4.2 Puentes	62
3.4.3 Hidrología	63
3.5 ANALISIS EN LA NUBE	67
3.5.1 Trazo Óptimo	67
3.5.2 Simulación de Tráfico	68
3.5.3 Simulación de inundación	69
CAPITULO IV: INFORMACIÓN BÁSICA	71
4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCION	71
4.1.1 Ubicación.....	71
4.1.2 Descripción de la comunidad	71
4.2 TOPOGRAFIA.....	72
4.2.1 Topografía tradicional	72
4.2.2 Topografía con Dron	77
4.3 HIDROLOGÍA.....	91
4.3.1 Registro de precipitaciones.....	91
4.3.2 Parámetros básicos de cuenca	93
4.3.3 Parámetros estadísticos.....	94
4.3.4 Modelo Gumbel	94
4.3.5 Curvas IDF de la cuenca.....	95
4.3.6 Modelamiento en HEC-HMS y HCANALES	95
4.4 GEOTÉCNICA	102
4.4.1 Clasificación de suelo	102
4.4.2 Modelamiento con programa Plaxis	103
4.4.3 Resultados.....	104
4.5 MURO DE CONTENCION	104
4.6 DETERMINACION DE CANTERAS Y DME	106
4.6.1 canteras y DME	106
4.6.2 Ubicación de puntos	106
4.6.3 Justificación	107
CAPITULO V: TRAZO DE EJE DE CARRETERA	108

5.1 TOPOGRAFÍA.....	108
5.2 VELOCIDAD DE DISEÑO	109
5.2.1 Inicio y fin del trazo.	109
5.2.2. Clasificación Orográfica	110
5.2.3 Clasificación por demanda.....	110
5.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	111
5.3.1 distancia de parada.....	112
5.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA.....	112
5.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL.....	113
5.6 DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCIÓN TRANSVERSAL	114
CAPITULO VI: MODELAMIENTO DE ESPECIALIDADES DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON INFRAWORKS 2020 Y AUTOCAD CIVIL 3D	116
6.1 MODELAMIENTO CON PROGRAMA INFRAWORKS 2020.	116
6.2 MODELAMIENTO CON PROGRAMA CIVIL 3D.....	130
CAPITULO VII: CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS PROPORCIONADOS POR CADA FUENTE DE INFORMACIÓN	140
7.1 ANALISIS COMPARATIVO DE LA PRESICION	140
7.1.1 Resultado con metodología planteada	140
7.1.2 Resultado con metodología tradicional	140
7.2 ANALISIS COMPARATIVO DEL COSTO.....	142
7.2.1 Resultado con metodología planteada.....	142
7.2.2 Resultado con metodología tradicional (estacion total)	142
7.3 ANALISIS COMPARATIVO DEL TIEMPO.....	143
7.3.1 Resultado con metodología Dron + Infracworks 2020.....	143
7.3.2 Resultado con metodología Estacion Total	143
7.4 ANALISIS COMPARATIVO DE LA PRESENTACION	144
7.4.1 Resultado con metodología Dron + Infracworks 2020.....	144
7.4.2 Resultado con metodología Esracion T0tal	144
CONCLUSIONES.....	146
RECOMENDACIONES.....	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
ANEXOS	149
ANEXO I TOPOGRAFIA TRADICIONAL.....	149
ANEXO II TOPOGRAFIA CON DRON	149
ANEXO III PANEL FOTOGRAFICO	149
ANEXO IV ESTUDIO HIDROLOGICO	149

ANEXO V ESTUDIO DE SUELOS	149
ANEXO VI MUROS DE CONTENCION	149
ANEXO VII METRADOS Y PRESUPUESTO	149
ANEXO VII TERMINOS DE REFERENCIA	149
ANEXO IX PLANOS.....	149

RESUMEN

En el creciente mundo actual los avances tecnológicos se ven reflejados en muchas ingenierías, una de las cuales es la ingeniería civil y específicamente en la ingeniería vial para lo cual ya se vienen implementando nuevas herramientas y software para la realización del trazado de las vías. En el presente marco se ha introducido la metodología BIM para una optimización de los diseños al otorgar un panorama más amplio al diseñador que permite contar con una perspectiva global y poder optar por decisiones más eficaces en el diseño, a parte de la evaluación de varias opciones de trazado de manera más rápida.

Al aplicar la herramienta del vuelo no tripulado (DRON) para obtener los datos de campo cubriendo una extensión mayor en un menor tiempo y costo, el aporte que proporciona este método de levantamiento topográfico es trabajar sobre una superficie donde se muestra mayor cantidad de datos como límites de propiedades, uso de terrenos, bosques, etc. Que facilita la labor de diseño.

Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia y bondad de toma de datos en campo y realizar toma de decisiones rápidas al poder tener un panorama amplio al momento de elegir el trazo óptimo que seguirá la carretera. Ya que al tener mayor cantidad de data permite observar la posible afectación de terrenos privados, ver los límites y linderos de aquellos. Además, al utilizar la metodología BIM poder tener muchas alternativas de trazado con mucha más facilidad y poder trabajar en sincronía con el CIVIL 3D para poder afinar el diseño acorde al manual DG-2018 y obtener los planos de detalle que se requerirán para la construcción.

Dentro de la categoría de costos y tiempo el método demostró ser más económico y tomar menor tiempo tanto en toma de datos como en diseño del trazo, entregando más información que la que brinda la metodología tradicional.

ABSTRACT

In the growing world where technological advances are reflected in many areas, one of which is civil engineering and specifically in road engineering, for which new tools and software are already being implemented to carry out the design of the tracks and in the In this framework, the BIM methodology has been introduced to optimize designs by giving the designer a broader perspective and giving it a global perspective and being able to make broader design decisions, as well as being able to handle several layout options in a more efficient way fast.

When working with the tool of unmanned flights (DRON) to obtain field data in a much shorter time covering a greater extent in a shorter time and cost, its main contribution that this method of topographic survey provides is to work on a surface where the designer can obtain all the visual data such as limits of properties, land, forests, etc.

The results obtained could be observed efficiency and the goodness of being able to take faster decisions to be able to have a broad picture when choosing the optimal route that will follow the road to have a wider data it allows to see if you have to avoid going through For private lands see the boundaries and boundaries in addition to using the BIM methodology to have many layout alternatives much more easily and work in sync with the CIVIL 3D to fine tune the design according to Peruvian standards and obtain the engineering plans that they will be required for the construction and to compare the precision that exists between a traditional topographic survey and a topographic survey using the unmanned flight (DRON) with control points in the working polygon.

PROLOGO

El autor de la presente tesis el Sr. Bach. Sak Inga Pariona propicia la apertura a una nueva metodología de levantamiento topográfico y trazado de carreteras utilizando las herramientas BIM cambiando el modo tradicional de realizar los trazos de carreteras y proponiendo para ello el uso de los drones y las herramientas virtuales BIM para agilizar la labor de levantamiento topográfico y el trazo geométrico de carreteras.

En la búsqueda del estado del arte en el trabajo de trazo geométrico de carretera del cual trata como parte de la presente tesis, se logró que utilizando el vuelo no tripulado (dron) y las herramientas virtuales de diseño BIM. Permitiendo la aplicación de nuevas metodologías de trabajo en cuanto a carreteras se refiere.

El trabajo aplicado a un proyecto real revela la realidad que afrontamos ante la falta de infraestructura vial en ciudades y poblados alejados y esto evita se pueda desarrollar sus actividades con facilidad. Los gobiernos Locales ante la falta de profesionales aptos para la labor y la falta de presupuestos se ven limitados en cuanto a la búsqueda de planteamientos que solucionen esta deficiencia.

La presente tesis permitirá la apertura a nuevas líneas de investigación y aplicación de metodologías para poder continuar innovando y tener más alternativas al momento de realizar levantamientos topográficos, trazo geométrico de carreteras y demás especialidades de las vías de comunicación, empleando los vuelos no tripulados (drones) y las herramientas virtuales de diseño BIM. Con la finalidad de poder reducir los costos y tiempos asegurando una buena inversión por parte de las entidades que estatales y privadas que decidan invertir en la infraestructura vial.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2. 1 Cuadro de velocidad de diseño otta	24
Cuadro 2. 2 Distancia de visibilidad de parada (metros)	25
Cuadro 2. 3 Velocidad de diseño (km/h)	26
Cuadro 2. 4 Cuadro de diseño en función de la deflexión máxima	26
Cuadro 2. 5 Longitudes de tramos en tangente.	26
Cuadro 2. 6 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	27
Cuadro 2. 7 Fricción transversal máxima en curvas.....	28
Cuadro 2. 8 Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.	28
Cuadro 2. 9 Holguras teóricas para vehículos comerciales de 2,60 m de ancho.	29
Cuadro 2. 10 Pendientes máximas (%).....	30
Cuadro 2. 11 Anchos mínimos de calzada en tangente.	35
Cuadro 2. 12 Ancho de bermas.	36
Cuadro 2. 13 Valores del bombeo de la calzada.....	36
Cuadro 2. 14 Valores de peralte máximo.	37
Cuadro 2. 15 Peralte mínimo.	37
Cuadro 2. 16 Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente.	38
Cuadro 2. 17 Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V).	38
Cuadro 2. 18 Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).	39
Cuadro 2. 19 Clasificación de los Drones según su Capacidad de Vuelo.	42
Cuadro 2. 20 Clasificación de un Dron Según la Carga Máxima de Despegue15.	42
Cuadro 2. 21 Clasificación de un Dron Según Su Nivel de Autonomía.	43
Cuadro 2. 22 Características de los Principales Tipos de Aeronaves.	43
Cuadro 2. 23 Características de RPAS de ala fija y Rotatoria16.....	44
Cuadro 3. 1 Parámetros de Visibilidad.....	61
Cuadro 3. 2 Parámetros Hidrológicos.	64
Cuadro 4. 1 Coordenadas BM 1.	72
Cuadro 4. 2 Coordenadas BM 2	72
Cuadro 4. 3 Puntos tomados con estación total.....	75
Cuadro 4. 4 Parámetros micro cuenca 1.....	93
Cuadro 4. 5 Parámetros micro cuenca 1.....	93
Cuadro 4. 6 Parámetros estadísticos.	94
Cuadro 4. 7 Modelo Hidrológico.....	94
Cuadro 4. 8 Clasificación del suelo.	103
Cuadro 4. 9 Cuadro de datos de diseño	105
Cuadro 5. 1 Coordenadas de paso	109
Cuadro 5. 2 Lugares de paso.....	110
Cuadro 5. 3 Clasificación orográfica.	110
Cuadro 7. 1 cuadro comparativo de precisión en cotas.....	140
Cuadro 7. 2 Comparación de precisión total de puntos.....	140
Cuadro 7. 3 Cuadro estadístico del total de puntos.....	141
Cuadro 7. 4 presupuesto levantamiento con vuelo no tripulado	142
Cuadro 7. 5 presupuesto de levantamiento tradicional	142

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2. 1</i>	<i>carretera Panamericana.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2. 2</i>	<i>Carretera Pampas-Huancayo</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2. 3</i>	<i>Carretera Quilcas Colpar</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2. 4</i>	<i>Vehículo de diseño C2 (Camión de dos ejes)</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2. 5</i>	<i>Simbología de la curva circular</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2. 6</i>	<i>Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2. 7</i>	<i>Valores de sobreancho en función a “L” del tipo de vehículo de diseño C2.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2. 8</i>	<i>Disminución de velocidad (a) y magnitud crítica (b), en pendientes.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2. 9</i>	<i>Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2. 10</i>	<i>Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 2. 11</i>	<i>Elementos de la curva vertical convexa simétrica.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 2. 12</i>	<i>Elementos de la curva vertical convexa asimétrica</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2. 13</i>	<i>Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2. 14</i>	<i>Sección transversal típica en carretera de una calzada a media ladera.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 2. 15</i>	<i>Sección transversal con calzada para la población en zona urbana</i>	<i>35</i>
<i>Figura 2. 16</i>	<i>Casos de bombeo.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 2. 17</i>	<i>Sección transversal típica en tangente.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 2. 19</i>	<i>Alabeo de taludes en transiciones de corte y relleno</i>	<i>39</i>
<i>Figura 2. 20</i>	<i>Clasificación RPAS según el tipo de alas.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 2. 21</i>	<i>Clasificación RPAS según su uso.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 2. 22</i>	<i>Clasificación RPAS según el método de control.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 2. 23</i>	<i>Ala Fija.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 2. 24</i>	<i>Ala Rotatoria.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 2. 25</i>	<i>Partes de la Aeronave RPAS.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 2. 26</i>	<i>Comando y Control.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 2. 27</i>	<i>Estación de Control.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 2. 28</i>	<i>Fotografía 3D de una explotación a cielo abierto obtenida con un sistema láser LIDAR.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 2. 29</i>	<i>Dron con cámara termográfica e imagen de infrarrojos.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3. 1</i>	<i>diseño de carreteras InfraWorks 2020</i>	<i>57</i>
<i>Figura 3. 2</i>	<i>Editor de carreteras compuestas.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 3. 3</i>	<i>Configuración de intersección.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 3. 4</i>	<i>Definición de zonas de intersección.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 3. 5</i>	<i>Configuración de ensanches.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 3. 6</i>	<i>Transformación de intersección a Glorieta.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 3. 7</i>	<i>Análisis de visibilidad.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 3. 8</i>	<i>diseño de puente.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 3. 9</i>	<i>Delimitación de una Cuenca.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 3. 10</i>	<i>Esquema de diseño.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 3. 11</i>	<i>Limites de análisis.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 3. 12</i>	<i>Un perfil aproximado.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 3. 13</i>	<i>Perfil Optimizado.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 3. 14</i>	<i>Simulación de Tráfico.</i>	<i>69</i>

Figura 3. 15 Simulación de inundación.....	69
Figura 4. 1 plaza principal Distrito de Quilcas.....	71
Figura 4. 2 comuneras trabajo de campo.....	71
Figura 4. 3 Ubicación BM 1.....	72
Figura 4. 4 Ubicación BM2.....	73
Figura 4. 5 Nivelación poligonal de trabajo.....	73
Figura 4. 6 poligonales de nivelación.....	74
Figura 4. 7 proceso de recolección de datos de campo.....	74
Figura 4. 8 Superficie de curvas de nivel.....	76
Figura 4. 9 Esquema de trabajo tradicional.....	77
Figura 4. 10 Dron Phantom 4.....	78
Figura 4. 11 Cámara 4K profesional.....	78
Figura 4. 12 sistema estabilizador Phantom 4.....	79
Figura 4. 13 sistema anticolidión Phantom 4.....	79
Figura 4. 14 Sistema de posicionamiento Phantom 4.....	80
Figura 4. 15 Batería de 6000 mAh Phantom 4.....	80
Figura 4. 16 recorrido de la zona.....	81
Figura 4. 17 vuelo de dron a altura de 30 m.....	83
Figura 4. 18 Captura de imagen Phantom 4.....	83
Figura 4. 19 vuelo del dron en condiciones de poca sombra a las 10 am.....	84
Figura 4. 20 Interpolación de fotografías optima.....	85
Figura 4. 21 Cargando las imágenes provenientes del Dron.....	86
Figura 4. 22 Plan de vuelo realizado.....	87
Figura 4. 23 Introduciendo poligonal de trabajo.....	87
Figura 4. 24 poligonal de ajuste.....	88
Figura 4. 25 Proceso de restitución de imágenes.....	89
Figura 4. 26 Nube de puntos.....	89
Figura 4. 27 Importación de Data a Infraworks 2020.....	90
Figura 4. 28 Superficie de trabajo en Infraworks 2020.....	90
Figura 4. 29 Esquema de trabajo Dron.....	91
Figura 4. 30 Estación Ingenio.....	92
Figura 4. 31 Hoja de registro de precipitación.....	92
Figura 4. 32 Curva IDF de cuenca en estudio.....	95
Figura 4. 33 Esquema de diseño.....	95
Figura 4. 34 resultados de análisis.....	96
Figura 4. 35 Resultado Hcanales.....	96
Figura 4. 36 Detalle elevación alcantarilla.....	97
Figura 4. 37 detalle planta alcantarilla.....	97
Figura 4. 38 ODT-1 drenaje.....	98
Figura 4. 39 ODT-2 drenaje.....	99
Figura 4. 40 ODT-3 drenaje.....	99
Figura 4. 41 ODT-4 drenaje.....	100
Figura 4. 42 ODT-5 drenaje.....	101
Figura 4. 43 ODT-6 drenaje.....	101
Figura 4. 44 Resultado cuneta.....	102
Figura 4. 45 Detalle Cuneta Triangular.....	102
Figura 4. 46 Procesamiento con Plaxis.....	103
Figura 4. 47 Resultado gráfico.....	104
Figura 4. 48 Esquema de diseño.....	104
Figura 4. 49 Distribución de fuerzas.....	105

<i>Figura 4. 50 Distribución del acero en elevación.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 4. 51 Distribución del acero en planta</i>	<i>106</i>
<i>Figura 4. 52 Área de botaderos y canteras.</i>	<i>106</i>
<i>Figura 4. 53 Excavación ladrilleras artesanales</i>	<i>107</i>
<i>Figura 5. 1 Imagen restituida</i>	<i>108</i>
<i>Figura 5. 2 Curvas de nivel.</i>	<i>109</i>
<i>Figura 5. 3 Trazo tentativo.</i>	<i>111</i>
<i>Figura 5. 4 sección típica de carretera</i>	<i>115</i>
<i>Figura 5. 5 sección típica a media ladera.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 5. 6 sección típica en terraplén</i>	<i>115</i>
<i>Figura 5. 7 sección típica en corte cerrado</i>	<i>115</i>
<i>Figura 6. 1 creación de nuevo modelo.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 6. 2 Configuración Nombre y Ubicación</i>	<i>116</i>
<i>Figura 6. 3 cargar coordenadas del modelo.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 6. 4 sistema geodésico de trabajo</i>	<i>117</i>
<i>Figura 6. 5 Normas de diseño pre cargadas</i>	<i>118</i>
<i>Figura 6. 6 Modelo en blanco Infracworks 2020</i>	<i>118</i>
<i>Figura 6. 7 Ingreso de datos de restitución</i>	<i>119</i>
<i>Figura 6. 8 Datos de restitución cargados al modelo</i>	<i>119</i>
<i>Figura 6. 9 Modelo Geo Referenciado</i>	<i>120</i>
<i>Figura 6. 10 Generación del modelo.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 6. 11 Modelo restituido.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 6. 12 Modelo generado directamente del Infracworks.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 6. 13 Configuración para Optimización</i>	<i>122</i>
<i>Figura 6. 14 Optimización de trazo.</i>	<i>122</i>
<i>Figura 6. 15 Vista en planta y perfil alternativa 1</i>	<i>123</i>
<i>Figura 6. 16 Vista del desarrollo talud alternativa 1.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 6. 17 Vista en planta y perfil alternativa 2</i>	<i>124</i>
<i>Figura 6. 18 Vista del desarrollo talud alternativa 2.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 6. 19 Vista en planta y perfil alternativa 3</i>	<i>125</i>
<i>Figura 6. 20 Vista del desarrollo talud alternativa 2.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 6. 21 Modulo de Hidrología e Hidráulica</i>	<i>126</i>
<i>Figura 6. 22 Alcantarilla de drenaje</i>	<i>126</i>
<i>Figura 6. 23 Cuadro de configuración alcantarilla</i>	<i>127</i>
<i>Figura 6. 24 Parámetros Estructurales de diseño</i>	<i>128</i>
<i>Figura 6. 25 Parámetros hidráulicos e Hidrológicos</i>	<i>128</i>
<i>Figura 6. 26 Comportamiento hidráulico evento extremo.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 6. 27 Esquema de trabajo.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 6. 28 Configuración Alineamiento.</i>	<i>130</i>
<i>Figura 6. 29 Configuración tabla de elementos.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 6. 30 Parámetros de sección transversal.</i>	<i>131</i>
<i>Figura 6. 31 Configuración rasante.....</i>	<i>131</i>
<i>Figura 6. 32 Configuración de curvas convexas y cóncavas.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 6. 33 Cuadro de elementos rasante.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 6. 34 Diseño curva vertical.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 6. 35 Configuración de información en bandas.</i>	<i>133</i>
<i>Figura 6. 36 Cuadro de configuración assembly.....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 6. 37 Taludes de corte y cunetas</i>	<i>134</i>

<i>Figura 6. 38 Estilo de carretera.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 6. 39 Configuración sección transversal</i>	<i>135</i>
<i>Figura 6. 40 Configuración sección transversal</i>	<i>136</i>
<i>Figura 6. 41 Estilo de la sección Transversal.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 6. 42 Configuración del Cálculo del peralte.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 6. 43 Configuración del bombeo.</i>	<i>137</i>
<i>Figura 6. 44 Configuración de volúmenes totales.</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6. 45 Cuadro de diagrama masa.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6. 46 Áreas de relleno y corte en sección</i>	<i>139</i>
<i>Figura 6. 47 modelo exportado del Civil 3D según DG-2018</i>	<i>139</i>
<i>Figura 7. 1 presentación Infraworks 2020</i>	<i>144</i>
<i>Figura 7. 2 Presentación de plano Civil 3D</i>	<i>144</i>

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

P_f :	Tránsito final.
P_0 :	Tránsito inicial (año base).
Tc :	Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.
n :	Año a estimarse.
Dp :	Distancia de parada (m)
tp :	Tiempo de percepción + reacción (seg.)
f :	Coefficiente de fricción, pavimento húmedo longitudinal
i :	Pendiente longitudinal (tanto por uno)
$+i$:	Subidas respecto al sentido de circulación
$-i$:	Bajadas respecto al sentido de circulación.
d :	Distancia de frenado en metros
V :	Velocidad de diseño en km/h
a :	Deceleración en m/s^2 (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo)
$P.C.$:	Punto de inicio de la curva
$P.I.$:	Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas
$P.T.$:	Punto de tangencia
E :	Distancia a externa (m)
M :	Distancia de la ordenada media (m)
T :	Longitud de la sub tangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
L :	Longitud de la curva (m)
$L.C$:	Longitud de la cuerda (m)
Δ :	Ángulo de deflexión ($^\circ$)

p :	Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)
Sa :	Sobre ancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)
R :	Radio mínimo absoluto (m)
Sa_n :	Sobreancho correspondiente a un punto distante en metros desde el origen de la curva.
l_n :	Longitud en cualquier punto de la curva, medido desde su origen (m).
PCV :	Principio de la curva vertical
PIV :	Punto de intersección de las tangentes verticales
PTV :	Término de la curva vertical
S_1 :	Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
S_2 :	Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
L_1 :	Longitud de la primera rama de la curva, medida por su proyección horizontal en metros (m).
L_2 :	Longitud de la segunda rama de la curva, medida por su proyección horizontal, en metros (m).
A :	Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).
ODT :	Obra de drenaje transversal

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Las carreteras tienen como objetivo ser funcionales, económicas y brindar facilidad para la comunicación entre puntos conectados por estas. Las diferentes partes involucradas en la concepción de la carretera tales como los estudios básicos previos, elaboración de expediente, construcción y mantenimiento de la carretera, así como los profesionales y técnicos involucrados, son muy importantes para desarrollar cada parte del proceso de estas obras de vital importancia para el desarrollo del país.

La tesis aportará una metodología más dinámica en la fase de levantamiento topográfico y concepción del trazo geométrico de la carretera que permitirá reducir el tiempo y costo respecto a realizar estas dos etapas con la metodología tradicional y brindando más información.

Debido a la necesidad de comunicar a las poblaciones aisladas, las carreteras surgen como una alternativa muy eficiente, económica y práctica de realizar esta tarea y llevar mejor calidad de vida y desarrollo al país.

El objetivo principal consta en realizar el trazo geométrico de carreteras apoyándonos en topografía obtenida mediante vuelo no tripulado (dron) y utilizando herramientas virtuales (BIM).

Los objetivos secundarios son poder realizar el diseño y modelado del trazo de una carretera mediante el programa Autodesk Infracad 2020 y Autocad Civil 3D.

Realizar todo el proceso de levantamiento topográfico apoyado con el vuelo no tripulado (dron) y restituir las imágenes obtenidas con este instrumento para obtener las curvas de nivel.

Realizar el proceso de modelado y diseño del trazo geométrico de la carretera utilizando los programas Infracad 2020

El presente trabajo se divide en 7 capítulos. Los cuales se explicará brevemente a continuación.

En el segundo capítulo se contempla los conceptos y fundamentos teóricos que guardan relación con presente trazo y diseño geométrico de la carretera que nos servirán para el alineamiento del diseño en función a las normas y conceptos requeridos en la normativa peruana

En el tercer capítulo se analizan e interpretan los parámetros de la herramienta virtual de diseño INFRAWORKS 2020 y los valores estimados en el diseño geométrico de la carretera para ajustarlos al proyecto junto con toda la funcionalidad BIM que el programa ofrece.

En el cuarto capítulo se toma la información topográfica para la realización del trazo del eje de la carretera donde se detalla la ubicación del poblado donde se realizara el trazo, puntos de referencia, imágenes del emplazamiento del trabajo, zona de levantamiento topográfico, plan de vuelo no tripulado (dron), nivelación geométrica de la poligonal, uso de los terrenos, quebradas, limite de propiedad de los terrenos, etc.

En el quinto capítulo disponiendo de los datos y parámetros obtenidos en el capítulo anterior se procedió a realizar el trazado del eje de la carretera utilizando el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018 y en función de las condiciones topográficas determinadas, los diversos parámetros de diseño calculados y aplicando el criterio técnico-económico se obtuvo un trazo óptimo del eje de la carretera.

En el sexto capítulo en función a eje trazado se procedió a la aplicación de las herramientas de modelamiento como son el INFRAWORKS 2020 y el CIVIL 3D para desarrollar el modelamiento de la infraestructura vial en conjunto obteniendo de cada fuente un resultado que se traduce en planos de detalle y modelo tridimensional.

En el séptimo capítulo se resume los parámetros que se compararon en función a las dos metodologías de trabajo tanto en costo tiempo, precisión y presentación de planos. Nombrando en que aspectos destaca cada metodología.

Finalmente, las conclusiones y recomendaciones se derivan de los resultados obtenidos en el desarrollo de los siete capítulos anteriores.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 CRITERIO PARA EL DISEÑO GEOMETRICO

2.1.1 CRITERIO PARA LA ELECCION DEL TIPO DE CARRETERA

2.1.1.1 Clasificación por Función, Demanda y Orografía

Para la elección del tipo de carretera a ser elegida por factores de demanda se toma como parámetro de elección el IMDA (índice medio diario anual) con el cual se define qué tipo de sistema y que clasificación tendrá la carretera de diseño.

FUNCIÓN

Red Vial primaria

Es el sistema que une a las ciudades más importantes entre ellas y hacia las fronteras puertos aeropuertos también llamada red nacional.



Figura 2. 1 carretera Panamericana
Fuente Propia

Red Vial Secundaria

Une las ciudades con otras ciudades con rango provincial o zonas con gran influencia económica aquí se constituyen las carreteras troncales departamentales



Figura 2. 2 Carretera Pampas-Huancayo
Fuente Propia

Red Vial Terciaria

Aquí se encuentran las carreteras o caminos llamados vecinales que tiene por función unir pequeñas poblaciones, aldeas o asentamientos de población entre sí.



Figura 2. 3 Carretera Quilcas Colpar
Fuente Propia

DEMANDA

Esto se resume en el parámetro del IMDA que nos define por la cantidad de vehículos que transitan sobre la misma

- ✓ Autopistas de Primera Clase (IMDA > 6000 veh./día)
- ✓ Autopistas de Segunda Clase (4000 veh./día<IMDA<6000 veh./día)
- ✓ Carreteras de Primera Clase (2000 veh./día<IMDA<4000 veh./día)
- ✓ Carreteras de Segunda Clase (400 veh./día<IMDA<2000 veh./día)
- ✓ Carreteras de Tercera Clase (IMDA < 400 veh./día)

OROGRAFÍA

El factor que determina la clasificación es la pendiente longitudinal y transversal del terreno que nos llevara a entre algunas de las clasificaciones mostradas a continuación.

- ✓ Terreno plano (P. transversal<10%; P. longitudinal<3%)
- ✓ Terreno ondulado (11%<P. transversal<50%; 3%<P. longitudinal<6%)
- ✓ Terreno accidentado (50%<P. transversal<100%; 6%<P. longitudinal<8%)
- ✓ Terreno escarpado (50%<P. transversal<100%; 8%<P. longitudinal)

2.1.2 VEHÍCULOS DE DISEÑO

2.1.2.1 Características del vehículo C2.

Para determinar el vehículo de diseño se debe realizar un estudio de tráfico del cual se determina. La presente está centrada en el vehículo de diseño C2 dado que en la zona sus características cumplen con los requerimientos de la población.

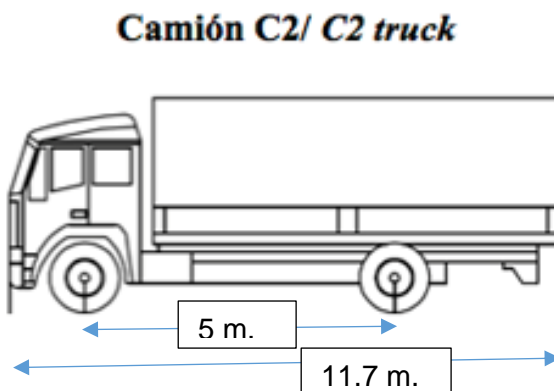


Figura 2. 4 Vehículo de diseño C2 (Camión de dos ejes)
Fuente Elaboración propia

2.1.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

2.1.3.1 Definición

Es la velocidad que se utilizara para determinar los parámetros geométricos del diseño de la carretera como son el radio de curvatura de la carretera, distancia de visibilidad, etc.

2.1.3.2 Para tramo homogéneo

Para elegir la velocidad adecuada en el diseño geométrico del tramo homogéneo, se debe tener en cuenta los parámetros: tipo de carretera según su IMDA y el tipo de orografía que nos presenta el terreno.

Cuadro 2. 1 Cuadro de velocidad de diseño
Fuente Manual DG-2018

Clasificación	Orografía	Velocidad de diseño de un tramo homogéneo (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

2.1.4 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

2.1.4.1 Definición

Es la distancia en donde conductor puede realizar las maniobras de forma segura pudiendo tener la visibilidad necesaria para poder reaccionar ante cualquier imprevisto.

2.1.4.2 Distancia de visibilidad de parada

Esta es la mínima distancia que tendrá el conductor que recorre la vía con una velocidad que es la de diseño para frenar sin ningún imprevisto incidente que lleve a accidentes.

Cuadro 2. 2 Distancia de visibilidad de parada (metros)
Fuente: Manual DG-2018

Velocidad de diseño (Km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

(*) Para la presente carretera no se precisa tener en cuenta dado que por la velocidad de diseño es baja

2.1.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA, PERFIL Y SECCIÓN TRANSVERSAL

2.1.5.1 Diseño geométrico en planta

Para el diseño geométrico en planta se debe tener en cuentas con los siguientes criterios.

- ✓ Evitar tener desarrollos rectos y si así fuera el caso incluirle curvas suaves que hagan que el conductor no caiga en una monotonía mantenga activos sus reflejos evitando que este se duerma y pueda accidentarse.
- ✓ Utilizar preferentemente radios amplios para el desarrollo de curvas circulares para los cuales se utiliza como criterio lo determinado en el manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018, que se muestra en el cuadro 2.3.

Cuadro 2. 3 Velocidad de diseño (km/h)
Fuente: Manual DG-2018

Carretera red Nacional	L (m)
Autopista primera y segunda clase	6 V
Primera, Segunda y tercera Clase	3 V

Para realizar curvas adecuadas en planta, se debe tener en cuenta los valores de ángulos de deflexión máxima aceptable sin curva circular mostrada en el cuadro 2.4.

Cuadro 2. 4 Cuadro de diseño en función de la deflexión máxima.
Fuente: Manual DG-2018

velocidad de diseño (Km/h)	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2°30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'
70	1° 20'
80	1° 10'

Tramos en tangente

Para determinar los tramos en tangente se tomara los valores que se muestran en la siguiente tabla de longitud tangente mínima de diseño y la máxima, para el correcto diseño no tomar el mínimo.

Cuadro 2. 5 Longitudes de tramos en tangente.
Fuente: Manual DG-2018

V (Km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L max. (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

La curva circular en planta es un elemento importante en el trazo en planta por ello se debe conocer sus elementos geométricos.

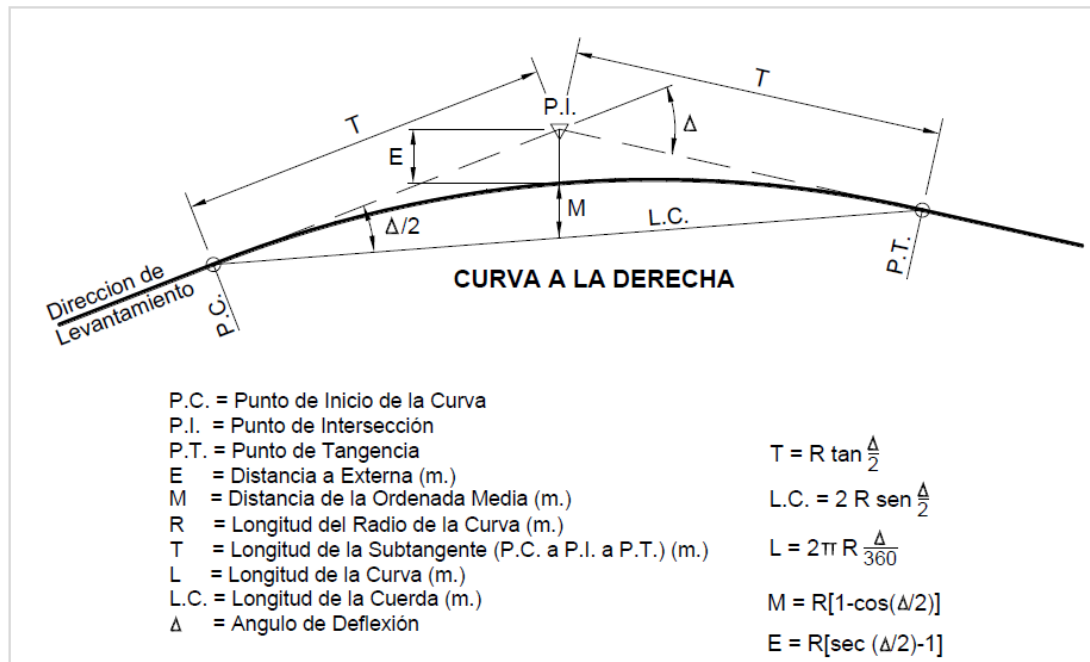


Figura 2. 5 Simbología de la curva circular
Fuente: Manual DG-2018

Para determinar el valor mínimo de radio de curva de diseño en planta se tendrá como factores la orografía, el uso de los suelos y la velocidad de diseño mostrada en el cuadro 2.6, a partir de ellos determinar el valor adecuado de peralte a partir de la velocidad de diseño y el radio calculado tal como se observa en la figura 2.6.

Cuadro 2. 6 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras
Fuente: Manual DG-2018

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P max. (%)	f max.	Radio Calculado (m)	Radio redondeado (m)
área rural (accidentada o escapada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
130	12	0.08	665.4	665	

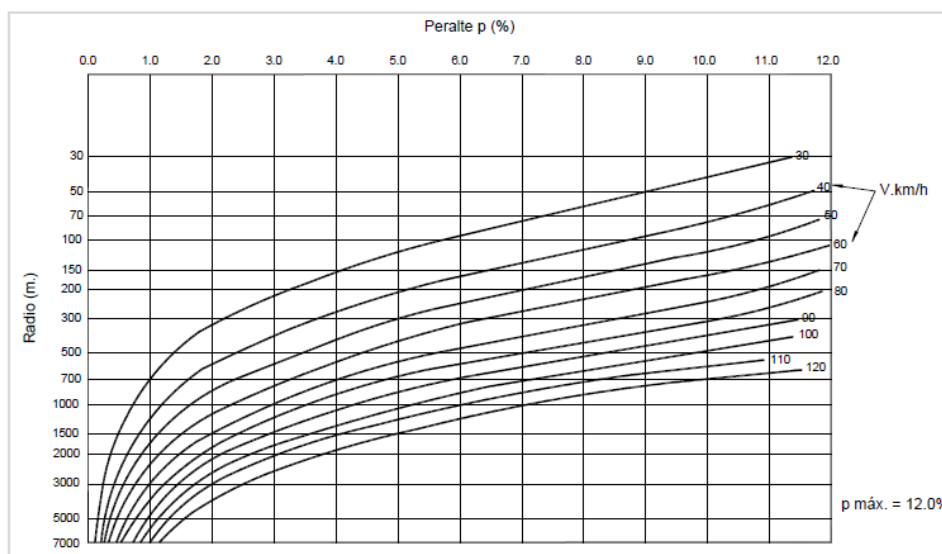


Figura 2. 6 Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)
Fuente: Manual DG-2018

Para el caso de carretera de tercera clase y para $v \leq 60 \text{ km/h}$, las fórmulas de diseño geométrico se deberá utilizar el valor de la fricción trasversal que se muestra en el cuadro 2.7 y la longitud de radio mínimo mostrada en el cuadro 2.8.

Cuadro 2. 7 Fricción transversal máxima en curvas
Fuente: Manual DG-2018

Velocidad de diseño Km/h	f max.
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Cuadro 2. 8 Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.
Fuente: Manual DG-2018

Velocidad (km/h)	Peralte Max (%)	Valor límite de fricción (f max.)	calculo radio mínimo (m)	radio redondeado (m)
20	12	0.18	10.5	10
30	12	0.17	24.4	25
40	12	0.17	43.4	45
50	12	0.16	70.3	70
60	12	0.15	104.9	105

2.1.5.2 Sobreancho

Es el valor que se le asigna en las curvas en planta para que el vehículo pueda ingresar con más comodidad a las curvas y salir de ellas respectivamente. Esta se desarrolla progresivamente hasta entrar a su valor máximo en el desarrollo de la curvatura.

Cuadro 2. 9 Holguras teóricas para vehículos comerciales de 2,60 m de ancho.
Fuente: Manual DG-2018

Calzada de 7.20 m		calzada de 6.0 m	
en recta	en curva ensanchada	en recta	en curva ensanchada
h1 0.5 m	0.6 m	0.3 m	0.45 m
h2 0.4 m	0.4 m	0.1 m	0.05 m
h2 ext. 0.4 m	0.0 m	0.1 m	0.0 m

Abaco para realizar el cálculo del valor en función a los valores de diseño.

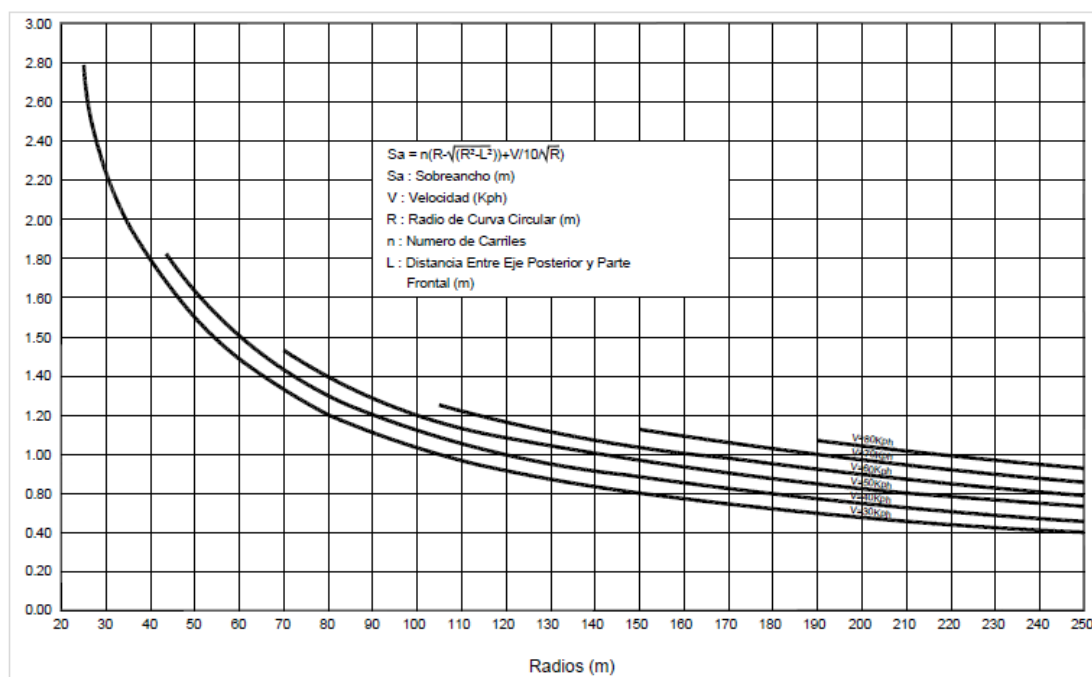


Figura 2. 7 Valores de sobreancho en función a "L" del tipo de vehículo de diseño C2.
Fuente: Manual DG-2018

2.1.6 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

2.1.6.1 Generalidades

Aquí se realiza todo lo concerniente al diseño de los elementos que están relacionados al perfil del terreno donde realizaremos el trazo de la carretera.

2.1.6.2 Consideraciones de diseño

Para tener un adecuado diseño en perfil se tendrá en consideración los siguientes factores de mucha importancia.

2.1.6.3 Pendiente

A.- Pendiente mínima

La pendiente será de 0.5%, con este valor podemos asegurar que la plataforma de la carretera cuente con un drenaje eficiente de las aguas superficiales.

B.- Pendiente máxima

Es la máxima pendiente que se permite en función a los parámetros como son la velocidad de diseño y el tipo de carretera que se haya determinado en función del IMDA.

Cuadro 2. 10 Pendientes máximas (%)
Fuente: Manual DG-2018

Demanda	Carretera			
Vehículo/día	< 400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
30 km/h			10.00	10.00
40 km/h	8.00	9.00	10.00	
50 km/h	8.00	8.00	8.00	
60 km/h	8.00	8.00		
70 km/h	7.00	7.00		
80 km/h	7.00	7.00		
90 km/h	6.00	6.00		

C.- Pendientes máximas excepcionales

Es la pendiente que se adopta de forma excepcional cuando el proyectista lo justifique con un análisis técnico económico que demuestre que es necesario y en tramos cortos siendo el máximo incremento del 1% en la pendiente, teniendo en cuenta la necesidad de tramos de descanso y no se empleen pendientes mayores a 10% y de ser el caso no tengan más de 180 m.

D.- Longitud en pendiente

Para determinar la longitud del peralte en las curvas se determinará a partir del siguiente Abaco mostrado en la figura 2.8.

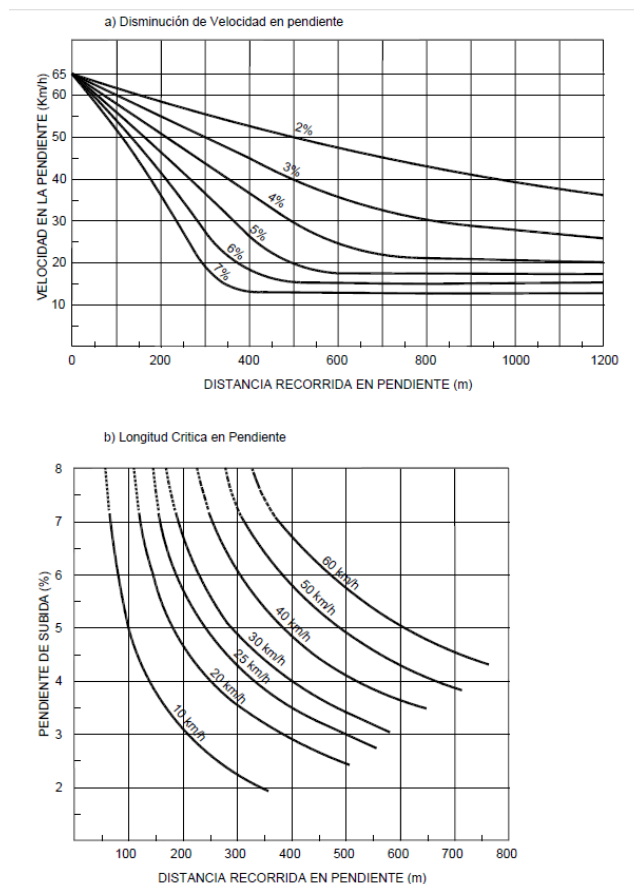


Figura 2. 8 Disminución de velocidad (a) y magnitud crítica (b), en pendientes.
Fuente: Manual DG-2018

2.1.6.4 Curvas verticales

Las curvas tendrán los siguientes casos:

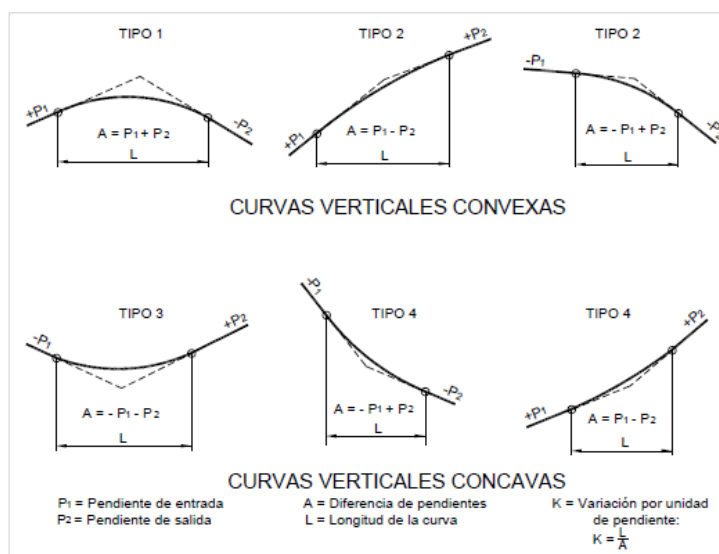


Figura 2. 9 Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.
Fuente: Manual DG-2018

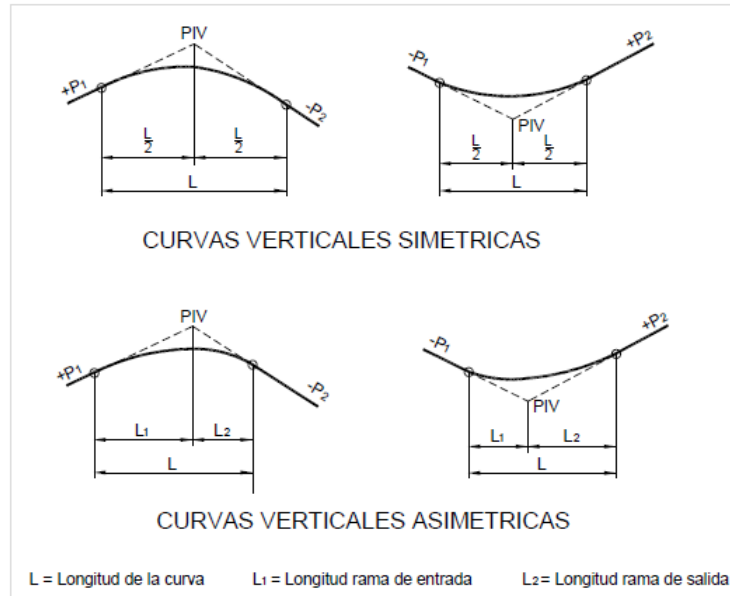
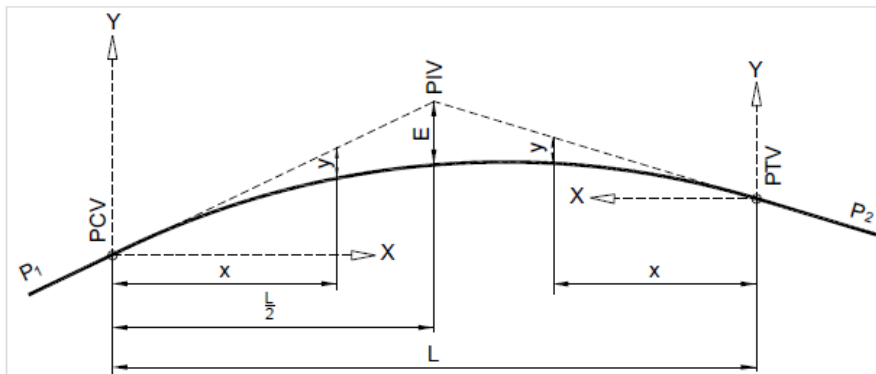


Figura 2. 10 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.
Fuente: Manual DG-2018

A.- Longitud Curvas convexas

Estas curvas verticales se desarrollan con una geometría donde se tendrá un Angulo de deflexión vertical convexo de aquí viene el nombre que las define, se utilizan para atravesar cumbres o relieve de subidas.



Cuando $D_p < L$;

$$L = \frac{AD_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Cuando $D_p > L$;

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

$$y = x^2 \left(\frac{A}{200L} \right)$$

L : Longitud de la curva vertical (m)

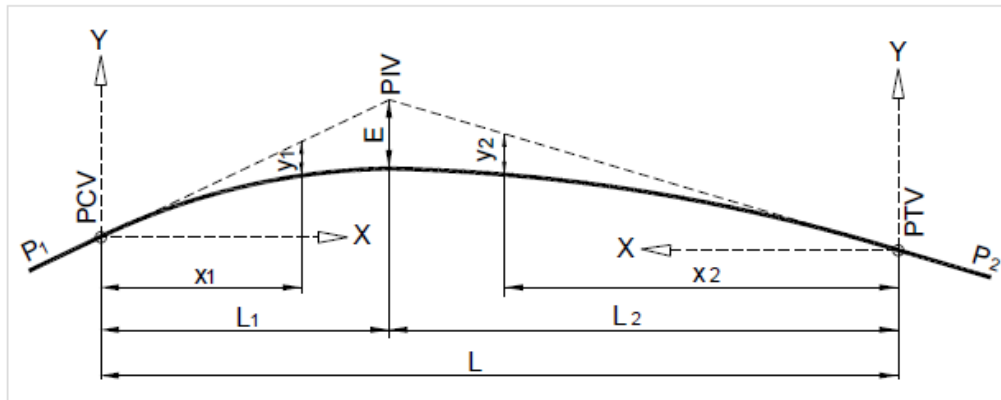
D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

Figura 2. 11 Elementos de la curva vertical convexa simétrica.
Fuente: Manual DG-2018



Cuando $D_p < L$;

$$L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \quad y_1 = E \left(\frac{X_1}{L_1} \right)^2$$

Cuando $D_p > L$;

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \quad y_2 = E \left(\frac{X_2}{L_2} \right)^2$$

L : Longitud de la curva vertical (m)

D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

Figura 2. 12 Elementos de la curva vertical convexa asimétrica

Fuente: Manual DG-2018

B.- Longitud de las curvas cóncavas

Es la curva que se genera cuando el Angulo de deflexión es cóncavo y se utiliza para hacer inflexión en los puntos más bajos del trazo y cambiar una pendiente negativa a positiva.

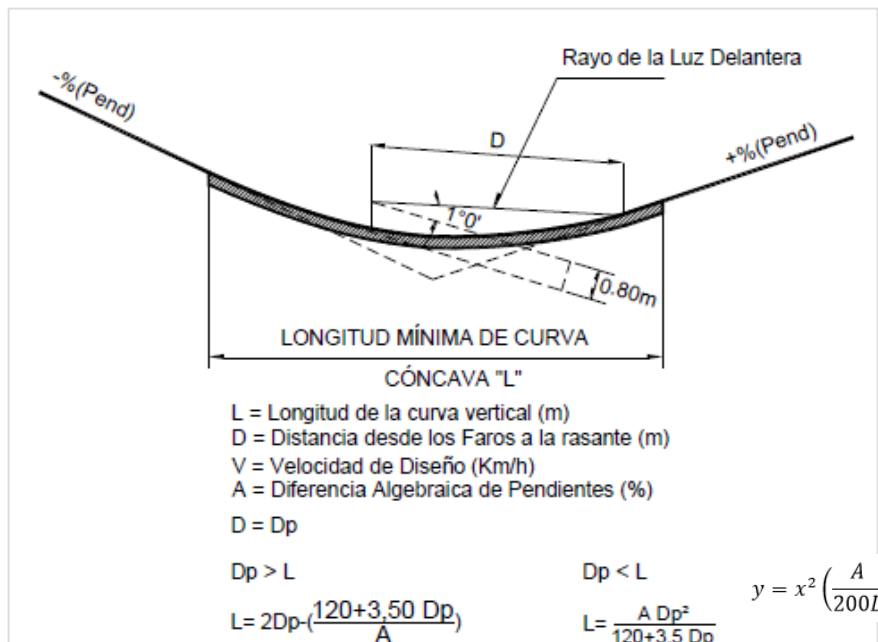


Figura 2. 13 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.

Fuente: Manual DG-2018

2.1.7 DISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL

2.1.7.1 Generalidades

Para el diseño de la sección transversal se tendrá en cuenta los elementos que componen la carretera, los mismos que servirán para definir la sección típica, terraplén, corte cerrado a media ladera.

2.1.7.2 Elementos de la sección transversal

La sección cuenta con los elementos que se pueden visualizar gráficamente en la figura 2.15 para tramos de carretera que cruza por zona urbana se puede tener en cuenta, según corresponda los elementos mostrados en la figura 2.16

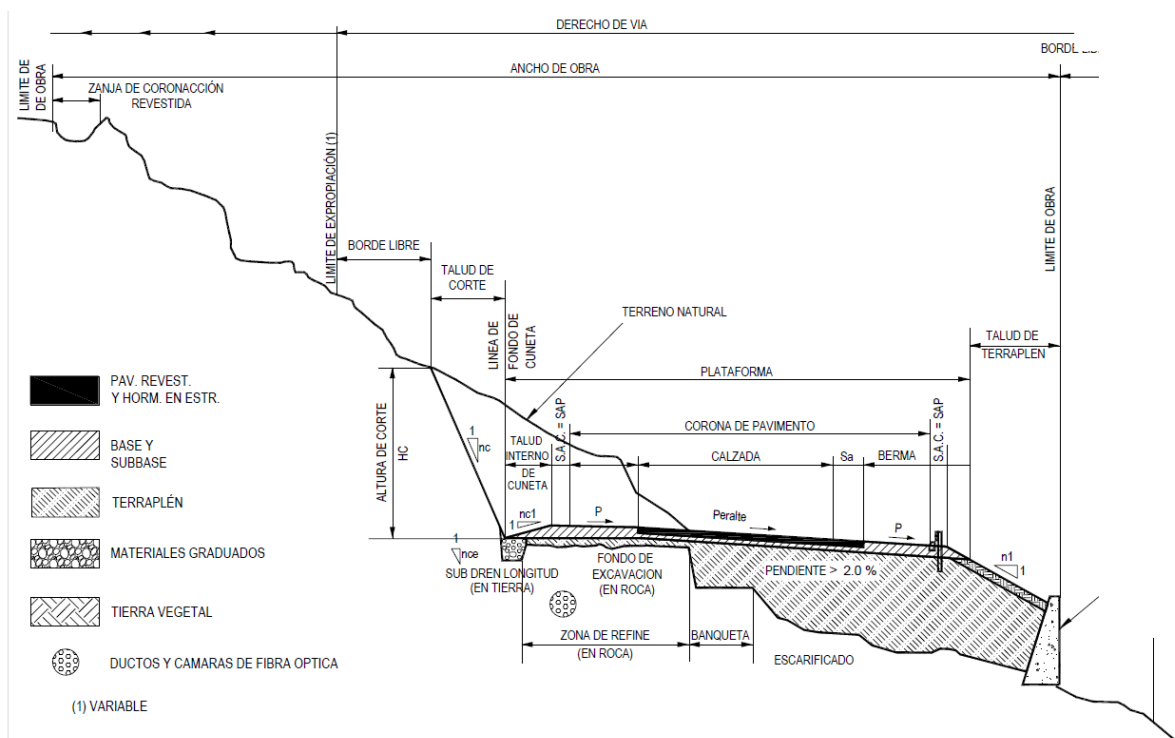


Figura 2. 14 Sección transversal típica en carretera de una calzada a media ladera.

Fuente: Manual DG-2018

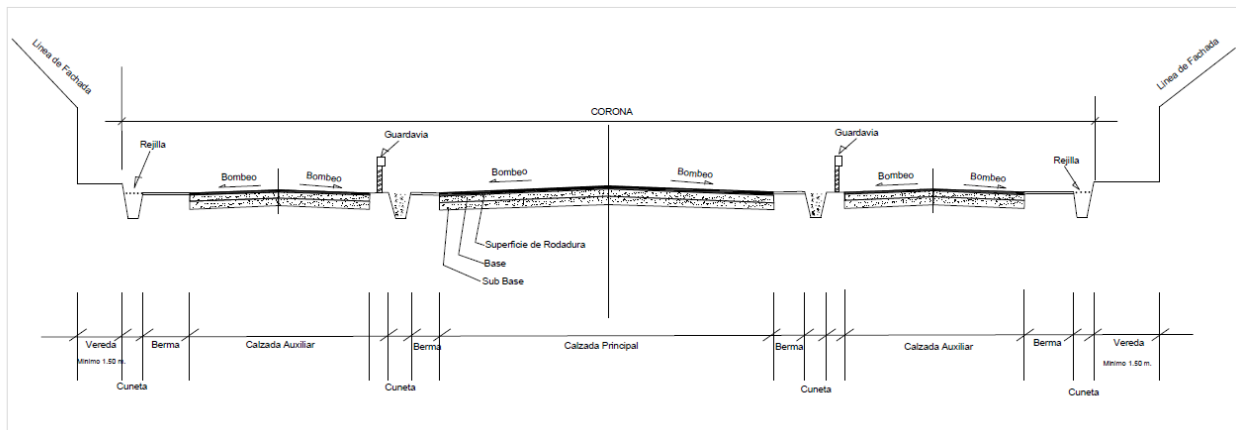


Figura 2. 15 Sección transversal con calzada para la población en zona urbana
Fuente: Manual DG-2018

2.1.7.3 Calzada o superficie de rodadura

A.- Ancho de la calzada en tangente

Para determinar el ancho de la calzada se procede a determinar usando la tabla que fue calculada la sección de 2.60 m del vehículo pesado y los factores como el IMDA, la velocidad de diseño.

Cuadro 2. 11 Anchos mínimos de calzada en tangente.
Fuente: Manual DG-2018

Demanda	Carretera			
Vehículo/día	< 400			
Características	tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
30 km/h			6.00	6.00
40 km/h	6.60	6.60	6.00	
50 km/h	6.60	6.60	6.00	
60 km/h	6.60	6.60		
70 km/h	6.60	6.60		
80 km/h	6.60	6.60		
90 km/h	6.60	6.60		

B.- Ancho de tramos en curva

El ancho en curva es el ancho calculado en tangente sumado al ancho que se genera por el sobrancho de diseño que se calcula en la sección en planta.

2.1.7.4 Bermas

Es el espacio adyacente a la calzada, que funciona como elemento de continuidad de la calzada y como estacionamiento de los vehículos en caso de emergencia.

A.- Ancho de las bermas

Este se calcula a partir de los valores de la velocidad de diseño y el IMDA de diseño.

Cuadro 2. 12 Ancho de bermas.
Fuente: Manual DG-2018

Demanda	Carretera			
Vehículo/día	< 400			
Características	tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
30 km/h			0.50	0.50
40 km/h	1.20	0.90	0.50	
50 km/h	1.20	0.90	0.90	
60 km/h	1.20	1.20		
70 km/h	1.20	1.20		
80 km/h	1.20	1.20		
90 km/h	1.20	1.20		

2.1.7.5 Bombeo

El bombeo es una inclinación transversal mínima de la calzada que permite drenar las aguas provenientes de precipitación pluvial, permitiendo desplazarlas hacia las estructuras de drenaje longitudinal como son las cunetas de estas a las alcantarillas que llevan el agua recolectada a alguna cuenca donde será evacuado.

Cuadro 2. 13 Valores del bombeo de la calzada
Fuente: Manual DG-2018

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2	2.5
tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

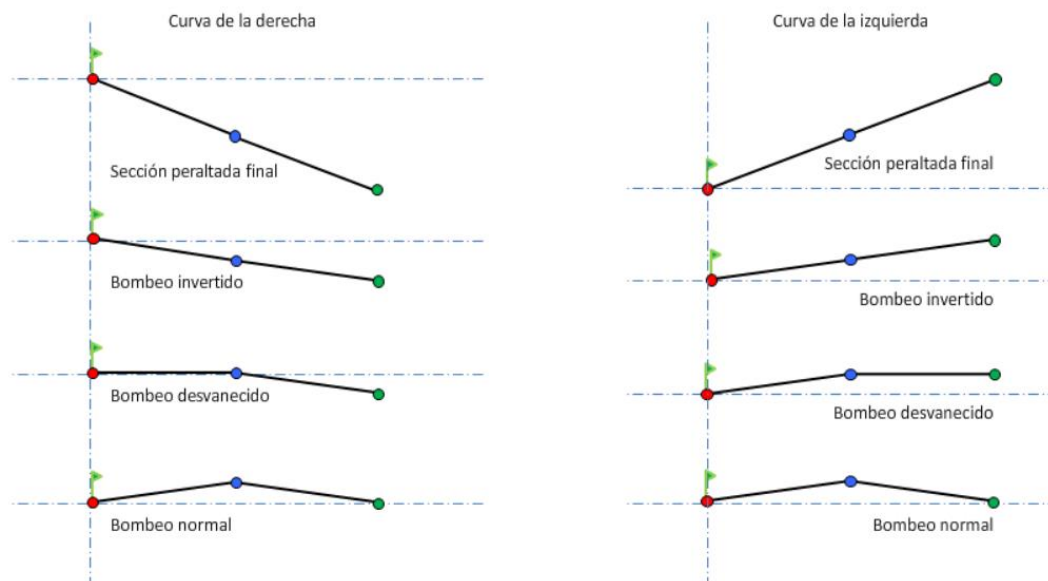


Figura 2. 16 Casos de bombeo.
Fuente: Elaboración propia

2.1.7.6 Peralte

A.- Valores del peralte (máximos y mínimos)

Se define los valores que se elegirán en función a la velocidad de diseño y la orografía del terreno.

Cuadro 2. 14 Valores de peralte máximo.
Fuente: Manual DG-2018

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%
Zona rural (T. plano, Ondulado o Accidentado)	8.00%	6.00%
Zona rural (T. accidentado o escarpado)	12.00%	8.00%
Zona rural con peligro de hielo	8.00%	6.00%

El peralte mínimo será de 2% para radios y velocidades indicados en el cuadro 2.15

Cuadro 2. 15 Peralte mínimo.
Fuente: Manual DG-2018

Velocidad de diseño Km/h	Radio de curvatura
$V \geq 100$	$5.000 \leq R < 7.500$
$40 \leq V < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

B.- Transición del bombeo al peralte

La transición del bombeo en tangente al peralte en curva se desarrolla en forma gradual y en porcentajes conforme se ingresa a la curva en forma secuencial.

Cuadro 2. 16 Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente.
Fuente: Manual DG-2018

$P < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0.5p	0.7p	0.8p

2.1.7.7 Taludes

Los taludes en corte es con pendiente que se genera a partir del Angulo de reposo del material y los parámetros de estabilidad geotécnicos del mismo.

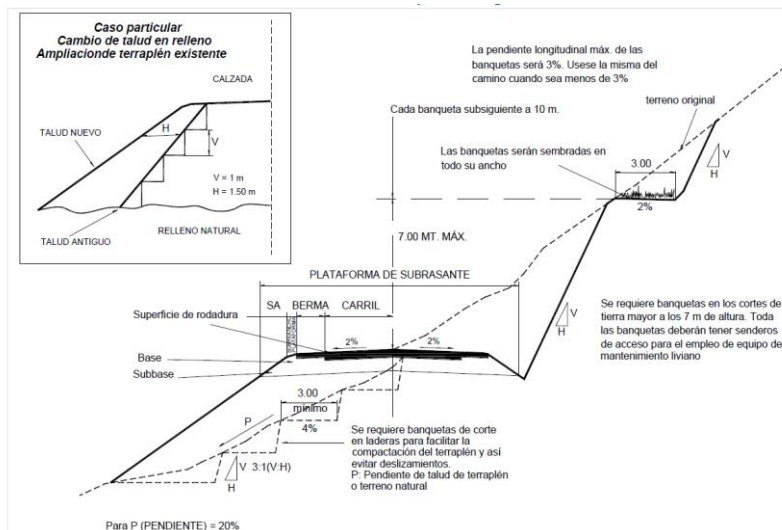


Figura 2. 17 Sección transversal típica en tangente
Fuente: Manual DG-2018

En el cuadro 2.17 se observa los valores de taludes para los diferentes tipos de materiales existentes

Cuadro 2. 17 Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V).
Fuente: Manual DG-2018

Clasificación de material de corte	altura de corte	roca fija	roca suelta	material		
				grava	limo arcilloso o arcilla	arenas
	< 5 m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5 - 10 m	1:10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	*
	> 10 m	1:8	1:2		*	*

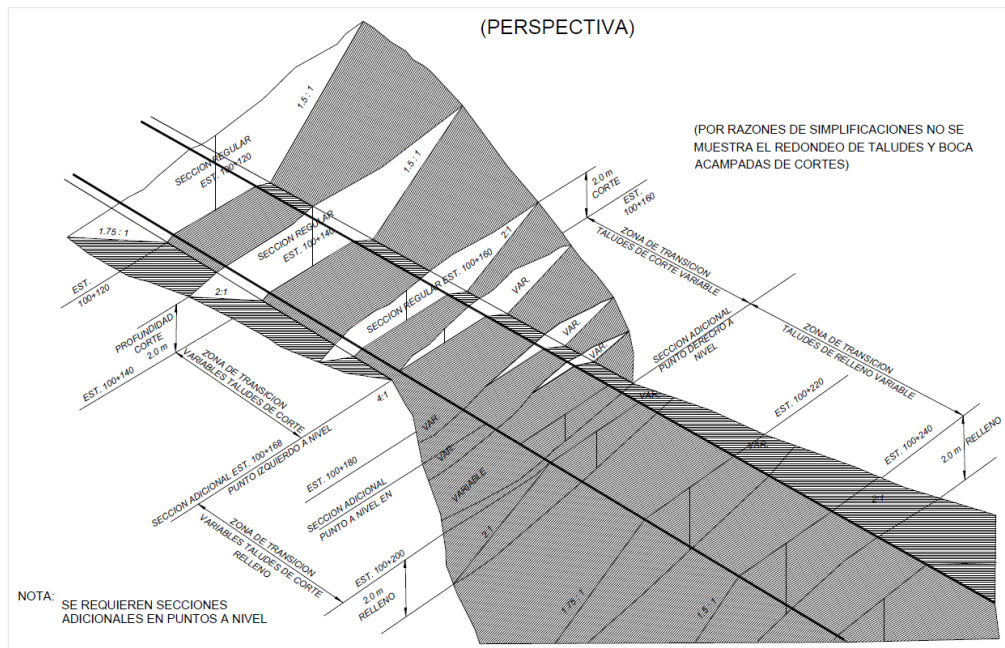


Figura 2. 18 Alabeo de taludes en transiciones de corte y relleno
Fuente: Manual DG-2018

Los taludes para zonas de relleno o terraplenes es según el tipo de material granular o roca que se utilice y altura del mismo.

Cuadro 2. 18 Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).
Fuente: Manual DG-2018

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	< 5	5-10,	> 10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:02
Arenas	1:02	1:2,75	1:2,5
Enrocado	1:01	1:1,25	1:1,15

2.2 VUELO NO TRIPULADO

2.2.1 DRON

Los Drones son aeronaves, controlados de forma remota y no llevan tripulación a bordo. Están equipados con tecnología de última generación como sensores infrarrojos, GPS, cámaras con alta resolución y radares. Pueden variar en tamaño y tipo dependiendo de la actividad que se desee realizar.

Actualmente existe una gran variedad de términos que han sido utilizados para referirse a estas aeronaves.

- **UA** (“Unmanned Aircraft” o “Uninhabited Aircraft”), Aeronave No Tripulada.
- **UAV** (“Unmanned Aerial Vehicle”), Aeronave que vuela sin un piloto o sea que están configuradas.
- **UAS** (“Unmanned Aircraft System”), sistemas de aeronaves no tripuladas.
- **RPA** (“Remotely Piloted Aircraft”), aeronave pilotada remotamente es la aeronave en sí.
- **RPAS** (“Remotely Piloted Aircraft System”), Sistema de Aeronave Pilotada Remotamente, es el conjunto de dispositivos y componentes indispensables para poder operarlo = Dron + la estación en tierra. Son los drones que hay actualmente y es la forma más adecuada de llamar un dron. (cuadricopteros maniobrados a través de control remoto asistido)

Según la Organización Civil Internacional (OACI) 13, que la aeronave sea tripulada o no, no cambia su condición de aeronave, por tal razón se someten a las mismas reglas que las aeronaves no tripuladas. (Referido a las normativas que rigen los vuelos de estas aeronaves)

Dentro del mismo documento de la OACI se establecen unos parámetros que deben ser tenidos en cuenta:

- Por un lado considerando el sistema completo Aeronave + Estación de Control, es así como hablamos de UAS y de RPAS; dejando de lado los términos UA, UAV Y RPA para hacer referencia únicamente a las aeronaves.
- Por otro lado, distinguir entre un RPAS (dron como se conoce comúnmente) y las Aeronaves con autonomía completa, donde no existe un control total y efectivo del piloto sobre la aeronave, en todo el vuelo o solo en parte de él.

Es así como queda demostrado que todos los RPAS son UAS, pero no todos los UAS son RPAS. Un RPAS es un sistema completo ya que está compuesto de la aeronave, sistemas de telecomunicación, comando y control, telemetría, equipos de navegación (GPS), cámaras, sensores infrarrojos, equipo de programación en tierra, accesorios de lanzamiento y recuperación, etc.

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RPAS

2.2.2.1 Según el Tipo de Alas

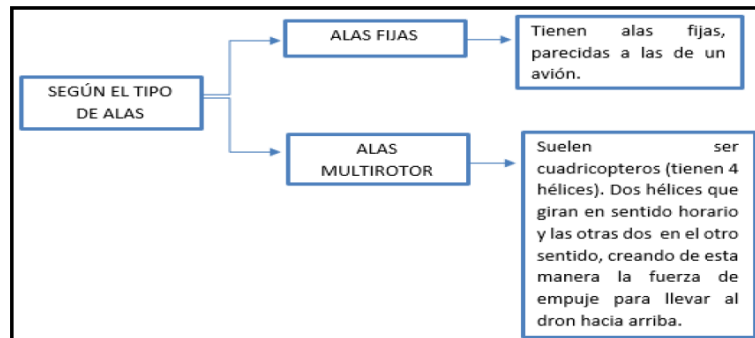


Figura 2. 19 Clasificación RPAS según el tipo de alas.
Fuente UDB-2016

2.2.2.2 Según su Uso



Figura 2. 20 Clasificación RPAS según su uso.
Fuente UDB-2016

2.2.2.3 Según el Método de Control



Figura 2. 21 Clasificación RPAS según el método de control.
Fuente UDB-2016

2.2.2.4 Según su Capacidad de Vuelo

Esta clasificación incluye todas las aplicaciones civiles y militares por ser mayoría; actualmente los drones más utilizados son los que encontramos en la categoría Mini (de capacidad de vuelo mínima) y MR (Multi Rotor).

Cuadro 2. 19 Clasificación de los Drones según su Capacidad de Vuelo.
Fuente UDB-2016

capacidad de vuelo según tamaño				
categoría	alcance (km)	altitud de vuelo (m)	horas de vuelo	carga máxima de despegue (kg)
micro	< 10	250	1	< 5
mini	<10	150 a 300	< 2	< 30
alcance cercano	10 a 30	3000	2 a 4	150
alcance corto	30 a 70	3000	3 a 6	200
alcance medio	70 a 200	5000	6 a 10	1250
altitud baja penetración profunda	> 250	50 a 9000	0.5 a 1	350
autonomía media	> 500	8000	10 a 18	1250
autonomía alta altitud baja	> 500	3000	> 24	< 30
autonomía alta altitud media	> 500	14000	24 a 28	1500
autonomía alta altitud alta	> 2000	20000	24 a 48	12000

2.2.2.5 Según La Máxima Carga de Despegue

Esta clasificación se realiza basándose en la capacidad de carga útil.

Cuadro 2. 20 Clasificación de un Dron Según la Carga Máxima de Despegue.
Fuente UDB-2016

Carga máxima de despegue de un Dron				
Clase	Carga Máxima (kg)	Rango	Alcance (Km)	Altura máxima (m)
0	< 25	cercano	15	300
1	25 a 500	Corto	15 a 150	4500
2	500 a 2000	medio	150 a 1000	9000
3	> 2000	Largo	> 1000	> 3000

La altura máxima se diferencia de la altitud de vuelo en que esta es la altura máxima que se puede operar el equipo sin inestabilidad que genera la carga afectada por la presencia de vientos fuertes.

2.2.2.6 Según su Nivel de Autonomía

Esta clasificación tiene muy en cuenta la regulación existente para la operación de un RPAS en el espacio aéreo civil.

Cuadro 2. 21 Clasificación de un Dron Según Su Nivel de Autonomía.
Fuente UDB-2016

	Blanco móvil (Drone)	Nivel 1 autónomo	Nivel 2 maniobra autónoma	Nivel 3 piloto inteligente limitado	Nivel 4 inteligente completo
Trayectoria de vuelo en 4 dimensiones	pre programada	Pre planificada pre programada	Pre planificada Reprogramada	Parcialmente autónomo	posibilidad de cálculo de ruta
Presencia de piloto	por seguridad	como nivel	Como Nivel 1	guiado y control ocasional	solo como respaldo
Posibilidad de actuación del piloto	Solo en despegue y aterrizaje	como nivel	Como Nivel 1	posible	solo como respaldo
necesidad de actuación del piloto	solo en FTS	cuando no haya maniobra automática	Cuando No Haya Maniobra Automática 1	ocasionalmente	solo como respaldo
piloto automático	No	No	No	limitado	completo
presencia de ATC	supervisión	contacto continuo con el operador	Contacto Continuo Con El Operador	contacto continuo con el operador	operador de respaldo
Intervención de ATC	petición o activación del FTS	por petición del operador	Por Petición Del Operador 1	por petición del operador	por petición del piloto automático

2.2.2.7 Clasificación por Prestaciones

Las prestaciones (características) junto con sus aplicaciones tienen una variación dependiendo de la aeronave y ofrecen modelos de aplicabilidad diferente. En el cuadro 2.22 se muestra de forma clara una escala de prestaciones según el tipo de aeronave

Cuadro 2. 22 Características de los Principales Tipos de Aeronaves.
Fuente UDB-2016

Calificación 0 a 4 (Deficiente-Optima)				
características	helicópteros	aeroplanos	dirigibles	Quad-rotors
capacidad vuelo estacionario	3	0	3	3
velocidad de desplazamiento	3	4	1	2
maniobrabilidad	3	4	1	3
autonomía de vuelo	2	3	3	1
resistencia al viento	2	4	1	2
auto estabilidad	1	3	3	2
capacidad vuelo vertical	4	1	2	4
capacidad de carga	3	3	1	2
capacidad de vuelo interiores	2	3	3	1

2.2.3 Ejemplo de RPAS de ala fija y rotatoria

En las imágenes que a continuación se presentan hay dos ejemplos de RPAS del mismo tamaño, que presentan características de ambos tipos de alas



Figura 2. 22 Ala Fija.
Fuente UDB-2016



Figura 2. 23 Ala Rotatoria.
Fuente UDB-2016

A continuación, se tiene el cuadro comparativo entre los dos tipos de drones.

Cuadro 2. 23 Características de RPAS de ala fija y Rotatoria16.
Fuente UDB-2016

Características de los RPAS de ala fija y ala Rotatoria		
Características	ALA FIJA	ALA ROTATORIA
Peso total	3.5 kg	3.5 kg
Carga	1 kg	1 kg
Autonomía de Vuelo	3 h	40 min
Propulsión	eléctrica	eléctrica
Velocidad máxima	Longitudinal	Vertical
Tipo de despegue	Catapulta	vertical
Vientos máximos para vuelo	15 m/s	10 m/s

2.2.4 MODOS DE OPERACIÓN DE UN RPAS

Solo existen 4 formas de pilotar una aeronave de forma remota:

Manual: El piloto tiene control total sobre la potencia del motor, por medio de un radiocontrol.

Asistido: En este modo el piloto no tiene contacto ni control directo sobre los motores, simplemente se limita a dar órdenes que se transforman en actuaciones con el fin de conseguir un propósito.

Automático: Aquí el piloto tiene un plan de vuelo previo al inicio de la operación además el piloto mantiene el control de la aeronave en todo momento y por este motivo puede modificar en el momento que desee el plan de vuelo.

Autónomo: Al igual que el anterior se tiene un plan de vuelo, pero con la diferencia que después de iniciado el vuelo de la aeronave el ejecuta el plan de forma totalmente autónoma, sin que el piloto pueda intervenir.

2.2.5 VENTAJAS DE LOS RPAS DE ALA FIJA Y VARIABLE

Teniendo en cuenta que la mayor parte de los RPAS utilizados en el ámbito civil son multirrotores, las principales ventajas que se destacan las siguientes:

- 1) Tienen despegue y aterrizaje vertical, lo cual reduce el espacio en tierra para la respectiva operación.
- 2) Posibilidad de volar a un punto fijo y a una baja velocidad.
- 3) Mejor maniobrabilidad y buena precisión de vuelo, lo que permite acercarse más fácilmente al objetivo combinando el movimiento de la cámara y la aeronave para poder conseguir imágenes que antes eran imposibles de conseguir.
- 4) El diseño les permite soportar cargas en relación con su tamaño.

2.2.6 ASPECTOS TÉCNICOS

Como es de saber los RPAS se convirtieron en la novedad del siglo XXI, han ido evolucionando a la par con la aviación convencional y actualmente han tenido gran acogida gracias a factores tecnológicos que han ayudado con su desarrollo. RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), es una Aeronave Pilotada Remotamente, por lo cual se entiende que es un sistema porque está compuesta por varios

elementos que interactúan. Es una aeronave que esta pilotada, no es autónoma y siempre debe tener un piloto que controle su plan de vuelo.

2.2.6.1 Partes Fundamentales Del Sistema Que Conforman Un RPAS

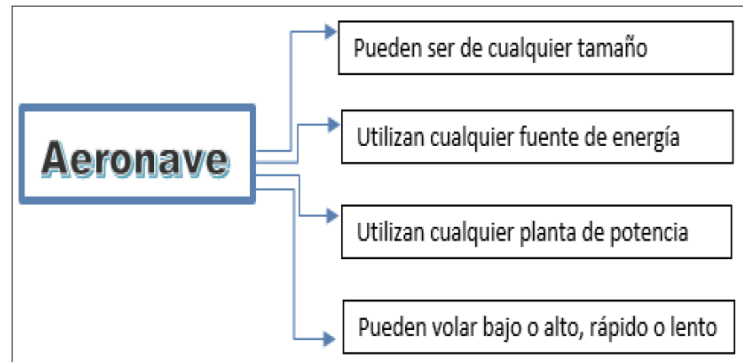


Figura 2. 24 Partes de la Aeronave RPAS.
Fuente UDB-2016

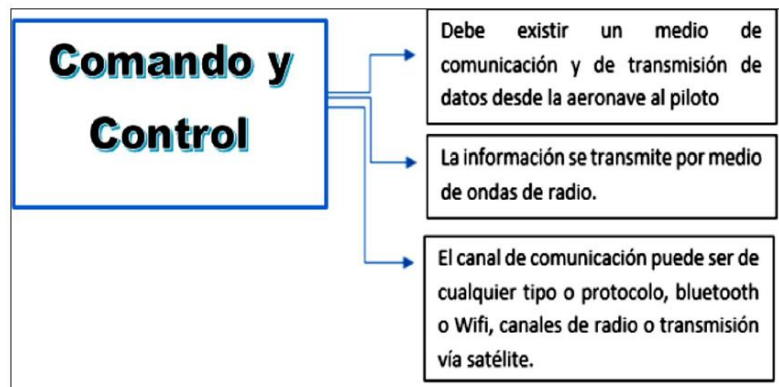


Figura 2. 25 Comando y Control.
Fuente UDB-2016

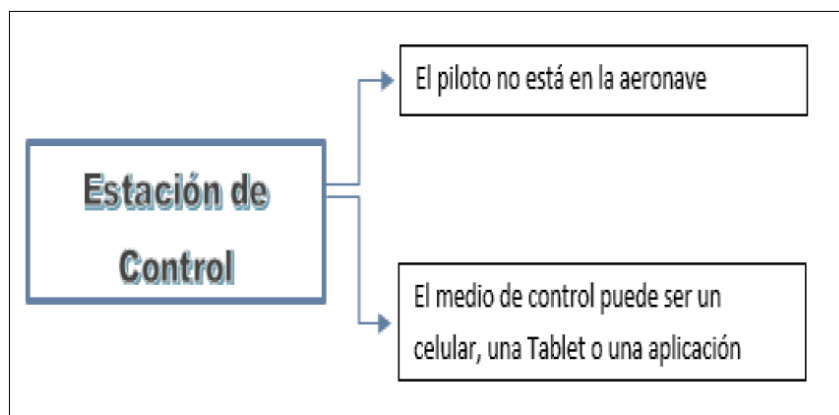


Figura 2. 26 Estación de Control.
Fuente UDB-2016

2.2.7 ASPECTOS OPERACIONALES

Todo operador que tenga la intención de realizar un vuelo debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- (1) Tener en cuenta las condiciones climáticas en las que se quiere realizar en vuelo, las cuales deben cumplir con los límites de operación del RPAS que vienen estipuladas en el manual correspondiente.
- (2) Realizar un análisis de la zona donde se detalle si es un espacio aéreo adecuado para el vuelo que se quiere ejecutar.
- (3) Se realiza una inspección de pre-vuelo para determinar si el aparato está en condiciones adecuadas para realizar el vuelo.
- (4) Se debe tener un plan de vuelo en donde se especifique que tipo de actividad de va a realizar durante el vuelo.
- (5) Finalmente se realiza el vuelo se obtiene la información deseada y posteriormente se recoge el equipo para guardarlo de manera correcta.

Por otra parte, el operador de un RPAS debe cumplir con normas exigentes referidos a la profesionalidad de la operación, con niveles rigurosos de seguridad y planificación completa. Por último, lo más importante es que se deben tener las licencias y certificados mínimos requeridos.

2.2.8 LOS RPAS Y SUS APLICACIONES CIVILES

Como se ha demostrado, el sector militar fue el que impulso la utilización de los RPAS, y de ahí en adelante ha surgido gran interés por su desarrollo para su aplicabilidad en diferentes áreas del ámbito civil; lo que ha impulsado el interés y desarrollo por estas aeronaves y a su vez ha generado que se implementen nuevos requisitos para operarlos.

2.2.8.1 Aplicaciones Topográficas

Los requerimientos para la información topográfica de los trabajos mineros se encuentran distribuidas en distintas fases (conceptuales y constructivas), que incluyen vuelos con LIDAR, aerofotogrametría y levantamientos topográficos detallados. La solución más adecuada a este tipo de necesidades es la obtención de imágenes digitales y puntos coordenados de la superficie utilizando LIDAR y fotografías digitales a la vez con densidad ajustada a las necesidades de cada

proyecto. Para la minería se aplicaría en el levantamiento de sus áreas de estudio para sus tajos explotación de minerales, taludes, etc. La topografía por ser tan importante en casi todos los ámbitos de la ingeniería se sigue extendiendo a diario y de ahí que sea tan importante contar con una información de alta calidad y exacta.

Las principales aplicaciones en la minería a cielo abierto se dan mediante la planificación y el seguimiento de todos los trabajos de excavación, vertido de escombreras, control de volúmenes de agua, afección de terrenos propensos a deslizamientos, etc. Para este tipo de características se efectúa el levantamiento por medio de sistema laser aerotransportado LIDAR, que consiste en utilizar transmisor-receptor de pulsos laser para realizar un barrido de la superficie del terreno y de esta manera registrar la topografía del área en estudio. Además también se pueden obtener de forma simultanea fotos geo-referenciadas (ortofotos), por medio de una cámara digital de alta resolución que se acopla al sistema. El LIDAR es acondicionado en el RPA, y su trayectoria estará vinculada con una red de estaciones terrestres compuestas por GPS de alta precisión ubicados en puntos coordenados conocidos. La densidad de puntos alcanzados por este LIDAR es alta y junto con la alta resolución que se puede alcanzar, hacen que se convierta en una herramienta poderosa para estudios de ingeniería de detalle en los proyectos mineros.

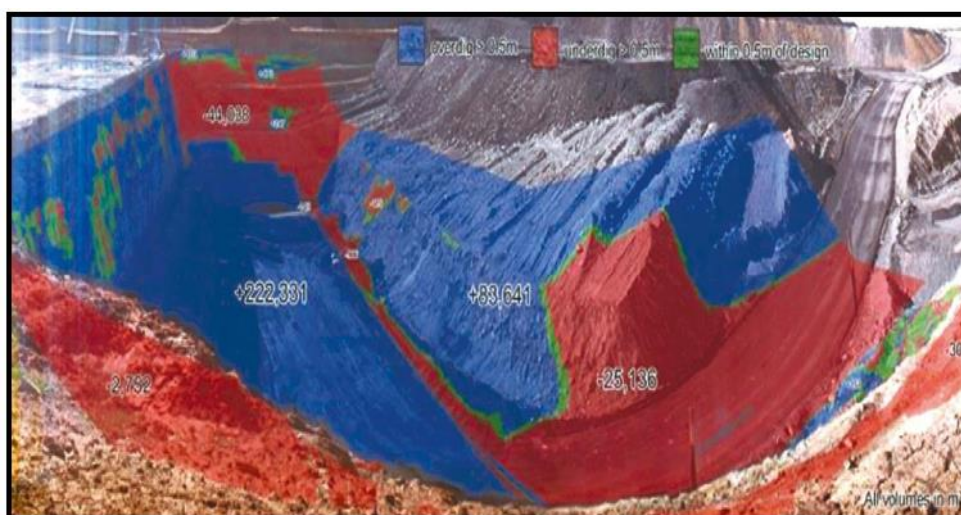


Figura 2. 27 Fotografía 3D de una explotación a cielo abierto obtenida con un sistema láser LIDAR.

Fuente UDB-2016

La diferencia con solo realizar el plan de vuelo convencional es que para mejorar la precisión se apoya en los puntos de control geodésicos con los cuales se compensan los errores en pendientes. El procesamiento de la información facilita la generación de planos a distintas escalas, georeferenciación en distintos sistemas coordenados etc. Las ventajas más importantes que ofrece este tipo de tecnología son la capacidad de cubrir extensiones grandes de terrenos en poco tiempo, se puede llegar a lugares de difícil acceso sin arriesgar la vida de personas, además de complementar la información adquirida por medio de fotografías.

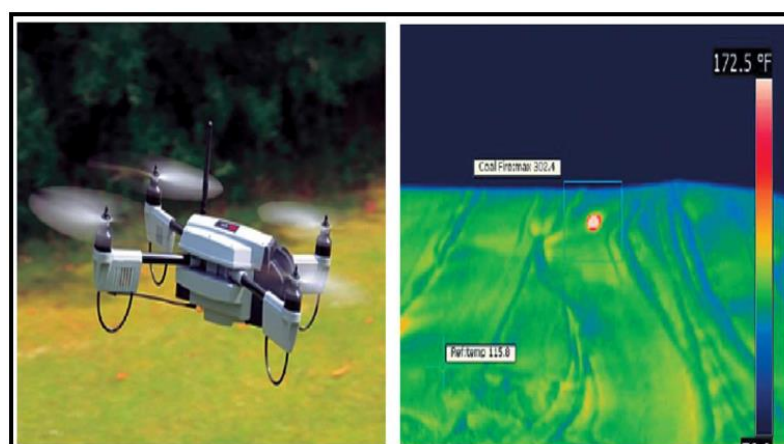


Figura 2. 28 Dron con cámara termográfica e imagen de infrarrojos.
Fuente UDB-2016

2.3 BIM (Modelo de Información de Edificaciones)

2.3.1 DEFINICIÓN

El glosario del "BIM Handbook" (Eastman, 2011) define BIM describiendo herramientas, procesos y tecnologías que están facilitadas por una documentación digital e inteligible por la máquina acerca de la edificación, su desempeño, su planeamiento, su construcción y su posterior operación. El resultado de una actividad BIM es un modelo de información de la edificación. Los programas de la generación BIM están caracterizados por la capacidad de compilar modelos virtuales de las edificaciones usando objetos paramétricos legibles por la máquina que exhiben su comportamiento en proporción con las necesidades del diseño, análisis y pruebas del diseño. Como algo semejante, los modelos CAD 3D no están expresados como objetos que exhiben formas,

funciones y comportamientos; por lo tanto, no pueden ser considerados modelos BIM.

BIM (Building Information Modeling) por sus siglas en inglés, puede ser traducido como "Modelo de la Información de la Edificación", permite representar virtualmente los componentes del proyecto. Tradicionalmente, el sector de la construcción ha comunicado la información de los proyectos por medio de planos y especificaciones técnicas en documentos separados, sin embargo, el proceso de modelado en BIM tiene como objetivo reunir toda la información de un proyecto en una sola base de datos de información completamente integrada e interoperable para que pueda ser utilizada por todos los miembros del equipo de diseño y construcción y al final por los propietarios para su operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación.

El BIM también es una forma de trabajar en equipo, en la que tanto los proyectistas, arquitectos, ingenieros y el cliente trabajan en torno a modelos BIM del proyecto. Esto se da ya que el BIM se soporta en herramientas tecnológicas que permiten crear, administrar y gestionar estos modelos BIM generando la fuente de información necesaria que pueda ser usada en cualquier etapa del ciclo de entrega de proyectos. La teoría original del BIM recomienda un solo repositorio (modelo) con todas las partes extraíbles de información. Sin embargo, cada disciplina requerirá su propio modelo BIM para cumplir con sus obligaciones contractuales. Las soluciones coordinadas pueden entenderse como un modelo de integración del proyecto

2.3.2 BENEFICIOS DEL USO DEL BIM EN EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN

La gestión de proyectos usando la tecnología BIM reduce la incertidumbre en su manejo, ya que aumenta las posibilidades de controlarlo, pues elimina las aproximaciones abstractas. Asimismo, la integración de las labores de diseño y construcción abre las puertas a una ingeniería en la que los profesionales se dedicarán a mejorar los diseños, la planificación de las obras y su control, reduciendo con ello el costo de los proyectos. Algunos de los beneficios de aplicar BIM en una empresa que haya realizado un maduro proceso de implementación son:

2.3.2.1 En la etapa de diseño

En las primeras etapas del diseño, para probar que se ha cumplido con las expectativas del cliente, se puede obtener listados de materiales y cómputos de materiales generales. • Obtención de los planos del proyecto: de plantas, de secciones, de elevaciones, de detalles y vistas 3D isométricas. • Creación de imágenes fotorrealistas (renders), vistas de perspectivas, animaciones y escenas de realidad virtual para el marketing del edificio. • Gestión de espacios y usos de los ambientes del edificio. • Proveen datos para el análisis estructural de elementos del edificio.

2.3.2.2 En la etapa de construcción.

La revisión visual del diseño del proyecto. • Realizar análisis visuales o automatizados de interferencias físicas entre los diseños (detección de interferencias). • Obtener reportes de cantidades de materiales (metrados). • Intercambio electrónico de datos de diseño con proveedores (e.g. para detalles y fabricación de acero estructural, prefabricación de instalaciones) • Simulación del proceso constructivo BIM-40. • Con la tecnología del edificio virtual, los propietarios están en una posición privilegiada que confirma la importancia de su papel, no sólo en los inicios del diseño de edificios, sino también en su planteamiento, mantenimiento y operación a largo de su ciclo de vida.

2.3.3 ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM EN EL PERÚ Y EL MUNDO

2.3.3.1 Norte América

En los Estados Unidos la adopción del BIM está más generalizada que en Latinoamérica, y cada vez más son los mismos clientes quienes exigen el desarrollo de sus proyectos en base a estos modelos. , Por ejemplo, a nivel federal la Administración de Servicios Generales (USGC, U.S. General Services Administration) exige el uso del BIM para todos sus proyectos, del mismo modo el cuerpo de ingenieros del ejército (U. S. Army Corp.) exigen BIM para algunos tipos de sus edificaciones estándar. De esta manera el propio gobierno, por medio de algunas de sus entidades gubernamentales, pide los modelos BIM como entregables, algunos de estos son:

- US Army
- US General Services Administration

- Department of Defense
- Air Force

Esto ha propiciado un entorno generalizado de difusión del uso de estas tecnologías como parte del común desarrollo de los proyectos. A consecuencia de ello, la adopción del BIM en los procesos de diseño y construcción está creciendo año tras año, se observa que aunque algunos estados de Norte América han alcanzado un crecimiento notable en la adopción del BIM, el crecimiento no es tan uniforme como se puede pensar, y que el uso y adopción del BIM aún está en proceso de generalización.

2.3.3.2 Latinoamérica

A falta de la información necesaria e involucramiento en las políticas de las empresas públicas, privadas y entidades gubernamentales, la adopción del BIM en Latinoamérica aún no es una realidad concreta. Sin embargo, ya existen iniciativas para la difusión y adopción de estas tecnologías, siendo los realizados en Chile uno de los casos más resaltantes. En Chile, la Cámara Chilena de la Construcción (el símil de Capeco en el Perú) desde el año 2007 viene asumiendo el liderazgo para romper la barrera del desconocimiento, promoviendo la difusión del uso del BIM por medio de charlas dictadas gratuitamente. Tres años después, el mismo gobierno aprobó con financiamiento una política de "Implementación y promoción de la tecnología BIM en Chile", a cargo de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) y de siete importantes constructoras de ese país. Sin embargo, según información directamente obtenida de la Web de la CDT, ellos mencionan que: "Si bien en Chile ya se han desarrollado algunos proyectos con el uso del BIM, estos han estado principalmente enfocados a una sola especialidad de construcción, y por empresas muy destacadas del rubro".

2.3.3.3 Perú

En el Perú, el uso del BIM está poco difundido y no se cuenta con estadísticas o casos reales de implementación. Si bien es cierto existen algunas empresas grandes y pequeñas que los vienen usando, sólo se enfocan en algunas de sus áreas de aplicación de manera aislada, dependiendo de sus necesidades y de las utilidades que desean aprovechar. De otro lado, muchas empresas desconocen de sus potenciales ventajas. Esto se debe a que el BIM como panorama general no es en sí aprovechar los beneficios de utilizar un software, sino un cambio en la

manera de pensar y gestionar los proyectos. Para que el uso del BIM alcance el éxito ideal, según los términos que la definen, tanto los ingenieros, arquitectos, proyectistas, contratistas y demás partes involucradas en el proyecto deben gestionar su información y canalizarla al resto de los involucrados usando herramientas BIM. Esto pone en agenda política el liderazgo que debería asumir el Estado en buscar difundir el uso de estas tecnologías, similarmente como viene sucediendo en el mundo, teniendo a las empresas privadas y consultorías con un rol protagónico. De todas formas, queda claro que el uso del BIM, aplicado a los proyectos de construcción, está en pleno desarrollo y es una oportunidad para mejorar los tradicionales procesos de gerencia del diseño y/o construcción de los proyectos y cuyos beneficios podrían ser percibidos en cualquiera de las etapas del proyecto.

CAPITULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS DEL INFRAWORKS 2020

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Autodesk InfraWorks 2020 ofrece las últimas tecnologías de modelado 3D, visualización y colaboración basadas en la nube.

Consiste en un software de diseño preliminar que ayuda a ver su proyecto en 3D y mejorar los resultados al combinar y conectar datos e información de diversos archivos de trabajo y programas, para tener una mejor visualización del proyecto, hacer mejores análisis, compartir los resultados y tomar mejores decisiones.

Todo ello conlleva a mejorar y hacer mucho más completo el trabajo de diseño que se realice en los proyectos de infraestructura vial, asimismo por ser un programa BIM permite la interacción con otras plataformas de trabajo de diversas especialidades que ayuden a complementar los proyectos.

También ha desarrollado una plataforma de trabajo mucho más fácil de sencilla de interactuar ya que el diseño es dinámico y en tiempo real y su producto final es mucho más fácil de comprender por cualquier persona ajena al campo profesional que desarrolla.

3.2 ARCHIVOS DE ENTRADA

Los formatos que puede trabajar el programa infraworks 2020 se dividen en los siguientes:

3.2.1 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN DWG O CIVIL 3D

Estos archivos con esta extensión son los comprendidos todos los archivos procedentes de la plataforma Civil 3d

3.2.2 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN RVT O REVIT

Archivos provenientes del Programa Revit o que tenga la extensión RVT pueden ser abiertos en el programa Infraworks 2020 y poder desarrollar la especialidad.

3.2.3 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN RTD O ROBOT STRUCTURAL

Archivos provenientes del programa Robot Structural o formato RTD que puedan ser abiertos en el infraworks 2020.

3.2.4 ARCHIVOS DE NUBE DE PUNTOS

Cuando se tiene unos archivos que poseen un grupo de puntos que provengan de levantamientos tradicionales, también de data proveniente de la restitución fotogramétrica de un trabajo realizado por un vehículo no tripulado (Dron) el programa permite poder visualizarlo y trabajar con estos archivos

3.2.5 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN GIS

Para archivos que provengan de la extensión GIS en el cual mediante la inclusión de un icono específico para ello podemos realizar la importación de los archivos a la plataforma de infraworks 2020 y además de poder trabajar en estos mismos.

3.2.6 ARCHIVOS RASTER

Si para los archivos que dentro de su contenido posean un conjunto de puntos donde cada cual posea varias características cantidad de pixeles coordenadas etc.

Estos archivos son aceptados por el programa y dentro de estos se puede realizar todas las especialidades que posee el programa

3.2.7 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN AUTOCAD 2D

Para poder importar planos y bloques provenientes del diseño del entorno del Cad al entorno del infraworks 2020 y así poderlos combinar con demás formatos y poder obtener un archivo más completo sobre el cual se pueda realizar el diseño.

3.3 ARCHIVOS DE SALIDA

El programa permite exportar sus archivos en los siguientes formatos aceptados por cada programa respectivamente y estos son los siguientes.

3.3.1 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN DWG O CIVIL 3D

Los diseños realizados dentro del entorno del programa pueden ser exportados a la plataforma del programa Civil 3D donde una vez abierto directamente se puede trabajar sobre el archivo con la ventaja que se reconoce los trazos dados.

3.3.2 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN RVT O REVIT

Los diseños del entorno de transporte como las vías de acceso y comunicaciones pueden llevarse a la plataforma del Revit donde complementa el diseño propio de esta plataforma de trabajo.

3.3.3 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN RTD O ROBOT STRUCTURAL

Aquí se puede llevar las estructuras que necesitan del diseño estructural como pueden ser los puentes pasos a desnivel y demás los cuales pueden ser diseñados dentro de esta plataforma estructural con la cual tiene comunicación directa.

3.3.4 ARCHIVOS DE NUBE DE PUNTOS

Dentro de los proyectos que poseen extensión de superficie poder extraer su nube de puntos y poderla exportarla a los programas que procesan esta data como el Recap y similares.

3.3.5 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN GIS

Los proyectos que se trabajan dentro de la plataforma pueden ser exportados directamente a programas que trabajen con la extensión GIS con las propiedades de diseño que se trabajaron dentro del programa

3.3.6 ARCHIVOS DE EXTENSIÓN AUTOCAD 2D

Poder exportar modelo a formatos de bloques o formato de líneas a la plataforma AutoCAD con las restricciones que tiene esta plataforma de trabajo

3.4 ESPECIALIDADES DE DISEÑO

3.4.1 CARRETERAS

3.4.1.1 Carreteras de diseño

Las carreteras de diseño utilizadas en el módulo Roadway Design para InfraWorks 2020 permiten un control preciso de la geometría, relieve, taludes, linderos y secciones transversales del diseño de carretera que se desarrolle. Las carreteras desarrolladas en este modulo son en 3D y tiene como contexto el mundo real y permite la modificación en tiempo real tanto de perfil como en planta al mismo tiempo. (Ver Figura 3.1)



Figura 3. 1 diseño de carreteras InfraWorks 2020
Fuente Autodesk

Se puede optimizar los diseños de carreteras y ser un modelo más eficiente donde se minimice los costos y se maximice el avance tanto en proyecto como en la construcción. En este módulo disponemos de la opción de optimización del trazo con esta herramienta podemos reducir el tiempo que se invierte en la búsqueda del trazo ideal al darnos un trazo bastante acertado según nuestros requerimientos de diseño. Al realizar este trabajo el trazo óptimo se procesa directamente en la nube (para poder acceder a esta información desde donde uno se conecte a internet) para lo cual se requerirá una buena conexión a internet una vez terminado el análisis se recibirá un informe detallado donde se podrá observar el trazo.

Esta información obtenida y plasmada en el modelo puede ser exportada al programa Civil 3D donde se puede dar algunos ajustes de presentación requeridos según la normativa vigente.

3.4.1.2 Carreteras compuestas

Las carreteras compuestas (terminología del programa) permiten añadir, suprimir y modificar todos los componentes y ensamblajes que conforman una carretera de diseño. Se aplica el estilo de carretera compuesta al alineamiento diseñado, ahora se puede realizar el diseño de las carreteras del tipo que se requiera de forma dinámica. Por ejemplo, añadir carriles y bordillos donde sea necesario. Crear y guardar los ensamblajes de carretera para su reutilización en futuros proyectos.

Para trabajar con carreteras compuestas, se debe activar la vista preliminar del Modelo en el componente de carretera en la sección vista preliminar de Inicio de InfraWorks 2020, y así poder trabajar de forma directa con la configuración en modo dinámico. (Ver Figura 3.2)



Figura 3. 2 Editor de carreteras compuestas.
Fuente Autodesk

3.4.1.2 Diseño geométrico

La geometría vertical de una carretera de diseño esta explicada en el desarrollo de los siguientes párrafos:

Primero seleccionamos una carretera de diseño y visualizamos en vista en planta. Luego manipulamos la línea para modificar la geometría horizontal introducimos los valores, para mostrar las barras de herramientas de valores como radio y coordenadas luego se visualizará un menú contextual en el cual se tendrá que definir el radio de curva o la longitud de espiral.

Para añadir o modificar elementos, se tendrá que visualizar opciones para añadir o quitar elementos, o bien para cambiar el tipo de elemento. Acceder a las propiedades de curva con el botón derecho en una curva y seleccionar Propiedades de curva para visualizar el panel Propiedades de curva. En este panel muestra las propiedades y la geometría de curva horizontal. Los valores de Propiedades de curva son de solo lectura. Para cambiar las propiedades, se utilizará opciones de edición del lienzo como los manipuladores y las barras de herramientas.

A.-Parámetros de diseño de intersecciones de carreteras de diseño

Se utilizará los recursos de Intersección para especificar la clase de vehículo patrón de la intersección seleccionada. Utilizando la tarjeta de recursos determinamos el radio de giro para especificar opciones de empalme de intersección. También puede añadir ensanchamiento a zonas de giro. Seguidamente aplicamos a la carretera de diseño según se necesite. Las

intersecciones se forman de manera automática. Haga clic en una intersección para seleccionarla. Ver Figura 3.3.

Seleccionamos la clase de vehículo patrón calificada para la intersección. La geometría de intersección se ajusta a la clase de vehículo patrón. Cambiamos del modo de edición y especificamos las opciones de configuración que se adecue al diseño geométrico que se desarrolle.



Figura 3. 3 Configuración de intersección.
Fuente Autodesk

Se configura el radio de giro dentro de la intersección para visualizar una tarjeta de recursos de la zona de giro y especificando las opciones de retorno de bordillo según requiera el trazo de carretera.



Figura 3. 4 Definición de zonas de intersección.
Fuente Autodesk.

Seleccione una zona de giro y arrastre el manipulador Añadir ensanchamiento para cambiar el tamaño de la zona.

Suelte el manipulador para terminar la definición de la nueva zona de ensanchamiento.

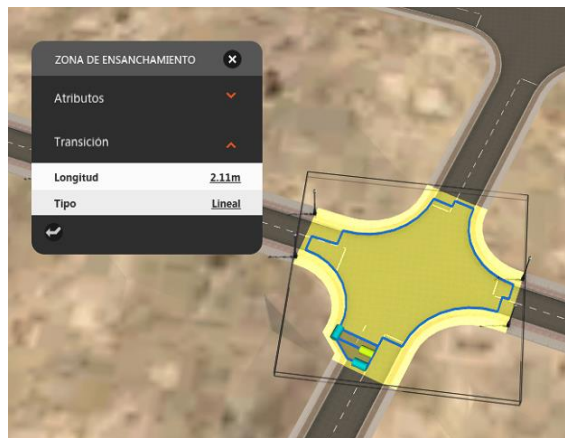


Figura 3. 5 Configuración de ensanches.
Fuente Autodesk.

B.-Convertir una intersección en una glorieta

Utilizando la tarjeta de recursos interceptamos el cruce de dos carreteras formando una intersección seleccionando la unión se abre la configuración. Buscamos la opción convertir en glorieta y aplicamos sobre la intersección antes configurada.

Se configura la intersección en InfraWorks 2020 y aquí se nos brinda la opción de configurar la intersección con el vehículo de diseño. Ver Figura 3.6

Configuramos la intersección para convertirla en una glorieta. Puede hacer clic en agregar para hacer que la glorieta vuelva a ser una intersección.

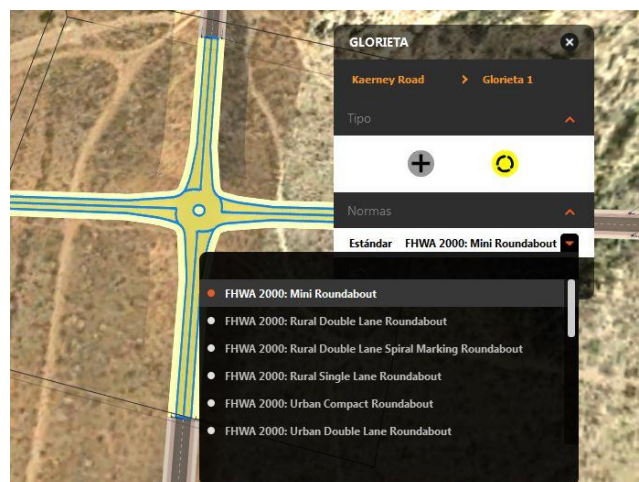


Figura 3. 6 Transformación de intersección a Glorieta.
Fuente Autodesk.

3.4.1.3 Análisis de visibilidad

Se realiza el análisis de la visibilidad en el Infraworks 2020 ya que este ayuda a detectar ángulos muertos y un adecuado diseño por visibilidad que apoya a reducir los accidentes generados debido a la visibilidad en las carreteras.

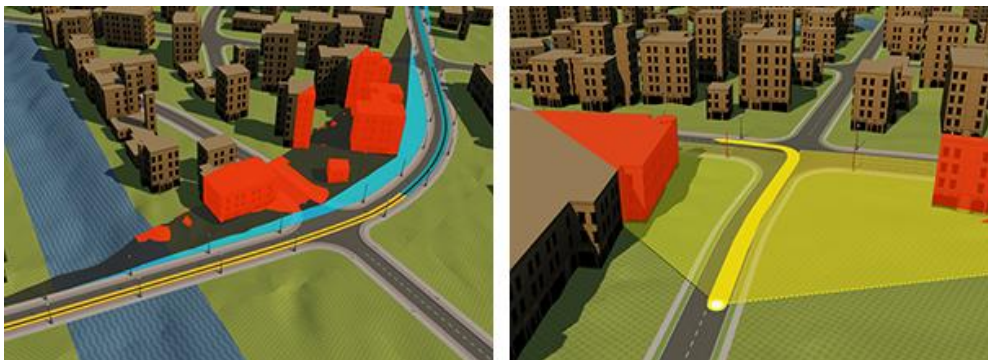


Figura 3. 7 Análisis de visibilidad.
Fuente Autodesk.

Cuadro 3. 1 Parámetros de Visibilidad.
Fuente Autodesk.

Opción visual	Descripción
Zonas de visibilidad	Muestra los colores del carril analizado para indicar zonas de visibilidad segura y afectada. El color azul claro indica zonas con buena visibilidad. El color amarillo indica zonas con error de visibilidad, con obstrucción de la visibilidad respecto al punto de mira deseado. Las áreas oscurecidas indican zonas con riesgo potencial de accidente donde los problemas de visibilidad incrementan la probabilidad de accidentes.
Zonas de accidente	Las zonas oscurecidas del carril analizado indican los puntos en que los problemas de visibilidad incrementan la probabilidad de accidentes.
Envolturas de visibilidad	Muestra colores del rango de visibilidad deseada más allá del contorno de carretera, así como el efecto de las obstrucciones. El color azul claro indica zonas con buena visibilidad. El color rojo indica obstrucciones. Las áreas oscurecidas indican dónde hay obstrucciones que afectan a la visibilidad.
Regiones de visibilidad	Muestra regiones de visibilidad respecto a indicadores de visibilidad insertados manualmente. El color amarillo indica zonas de error de líneas de visibilidad. El color rojo indica obstrucciones. Las zonas oscurecidas indican dónde hay obstrucciones que afectan a la línea de visibilidad.
Líneas de visibilidad	Muestra la línea de visibilidad desde el punto de visión hasta la visibilidad de destino deseada. Si cualquiera de

	<p>las obstrucciones en las regiones de visibilidad afecta negativamente al punto de visión en el que se ubica el indicador de visibilidad, también se muestran la primera y la última línea de visibilidad bloqueadas. El color amarillo indica zonas de error de líneas de visibilidad. El color rojo indica obstrucciones.</p>
Línea de distancia	Muestra una línea desde la altura del ojo en indicadores de visibilidad insertados manualmente hasta la visibilidad deseada.

3.4.2 PUENTES

Autodesk diseño de puentes para InfraWorks 2020 proporciona herramientas para modelar y diseñar puentes en el contexto de todo el proyecto de diseño de infraestructuras.

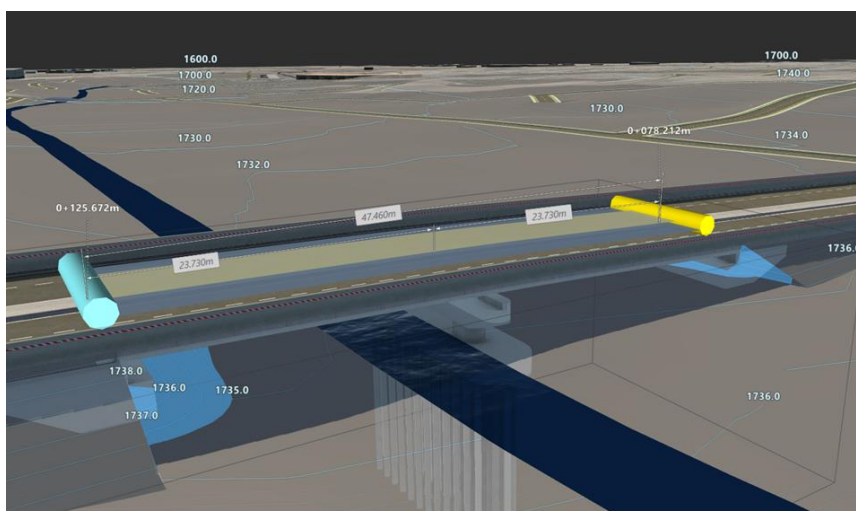


Figura 3. 8 diseño de puente.
Fuente Autodesk.

InfraWorks 2020 admite puentes de concreto y estructuras metálicas, también admítelos diferentes componentes como tablero, contrafuerte, pilar, jácena y apoyo del puente. Los parámetros por defecto de estos tipos de puente de hormigón y acero se representan mediante ensamblajes de puente de hormigón y acero en el catálogo Bridge de la Paleta de estilos. También puede modificar estos estilos de puente o crear nuevos para aplicarlos al puente. Los puentes se pueden añadir a carreteras compuestas mediante opciones de menú contextual. Para añadir un puente a una carretera compuesta se realiza similar al que se realiza para una carretera simple.

A.- Parámetros para diseño

InfraWorks 2020 nos permite visualizar las propiedades de los puentes tanto la dimensión, galibo, material tipo de demás características.

Las etiquetas de dimensiones de componentes de puente no se pueden modificar en el lienzo, pero proporcionan detalles e información visual para ayudar en la modificación y la revisión del diseño general del puente. Puede modificar las dimensiones de componentes de puente correspondientes en la pila. Si necesita más información acerca de una etiqueta de dimensión específica, coloque el cursor sobre el valor correspondiente en la pila para ver información de herramientas con más detalles.

En función de su selección y la posición de la ventana gráfica, en el modelo se mostrarán valores para los siguientes elementos:

- Desfases de los P.K. inicial y final del puente.
- Longitud entre contrafuertes.
- Desfase inicial y final, longitud y altura de la envolvente libre.
- Espaciado inicial y final de los segmentos de grupo de jácenas.
- Longitud nominal de los segmentos de grupo de jácenas.
- Desfases inicial y final, y longitud de la jácena.

De forma similar al funcionamiento de las etiquetas de carreteras compuestas en InfraWorks 2020, las etiquetas de dimensiones del puente son dinámicas y también responden al nivel de zoom. Si modifica el valor de un puente o una dimensión de componente de puente en la pila, el valor de la etiqueta correspondiente se actualizará en el lienzo. Además, si se reduce en exceso la vista del puente o el componente de puente seleccionados, no verá ninguna etiqueta de dimensión. Solo tiene que ampliar la vista para ver de nuevo las etiquetas de dimensiones.

3.4.3 HIDROLOGÍA

Utilice Drainage Design for InfraWorks para modelar cuencas de captación, O.D.T. (obra de drenaje transversal) y redes de drenaje. Aplique los datos del contenido de lluvia a los diseños basados en análisis. Revise y analice el rendimiento de las estructuras de drenaje individuales o las secciones de una red de drenaje. Ejecute animaciones de simulación de inundación para situaciones costeras o interiores. Seleccione las tuberías y los conectores de un catálogo de piezas de

componentes personalizado por defecto, que Drainage Design puede compartir con Autodesk Civil 3D.



Figura 3. 9 Delimitación de una Cuenca.
Fuente Autodesk.

Cuadro de parámetros ofrecidos por esta especialidad de diseño del infraworks
360

Cuadro 3. 2 Parámetros Hidrológicos.
Fuente Autodesk.

Cuencas de captación	Identifique y analice las cuencas de captación y sus caudales.
Redes de drenaje	<p>Trabaje con los datos del contenido de lluvia para crear un diseño de red de drenaje más preciso.</p> <p>Añada un diseño de red de drenaje a la carretera compuesta seleccionada.</p> <p>Coloque, tuberías, tragantes, bocas de inspección, embocaduras o combinaciones de una en una y modifique elementos de red de drenaje.</p> <p>Resaltar red de drenaje muestra toda la extensión de una red conectada a cualquier estructura seleccionada de dicha red.</p> <p>Ejecute Aplicar tamaño a red de drenaje para ajustar diámetros de tubería, taludes y estructuras del subsuelo. Esta herramienta utiliza criterios de funcionamiento en toda su capacidad de caudal. Utilícela después de ajustar el diseño del borrador.</p> <p>Elimine estructuras de drenaje o toda una red si la carretera cambia de manera considerable.</p>
O.D.T.	<p>Añadir una O.D.T. manualmente</p> <p>Modifique el tamaño o la posición de la O.D.T.</p>

Simulación de inundación	Prepare una simulación de inundación. Ejecute una animación de simulación de inundación en el lienzo. Cree una instantánea de inundación.
---------------------------------	---

A.- Herramientas y diseño de drenaje mediante análisis

Drainage Design for InfraWorks aplica reglas de diseño mediante análisis basadas en las normas del sector para el tamaño, el material y la posición de las estructuras. Por ejemplo, el análisis de Drainage Design responde a la colocación, la pendiente y los materiales contextuales de las carreteras compuestas. El análisis de la ubicación de alcantarillas, el área afluente, la anchura de cauce y el rendimiento de la alcantarilla utiliza tanto los materiales de los componentes (que pueden tener distintos coeficientes de escorrentía) como las pendientes transversales para ajustar la colocación y la pendiente de una alcantarilla para obtener la mejor solución en condiciones de tormenta.

Se puede visualizar los valores de diseño al picar la obra en planta. Puede cambiar las decisiones de diseño para satisfacer las necesidades del modelo, y realizar cambios en el lienzo o mediante la edición de los atributos en la pila. También puede seleccionar distintas piezas del catálogo de piezas de componentes.

Las herramientas de análisis permiten analizar e inspeccionar el rendimiento de las estructuras clave de drenaje en el modelo:

Análisis de tragantes permite comprobar el rendimiento de drenaje de la superficie entre dos tragantes simplemente seleccionando uno de ellos. La herramienta responde ante los cambios en tiempo real.

Inspeccionar rendimiento muestra los datos y una visualización del rendimiento de línea de energía e hidráulica de una tubería entre dos conectores. La herramienta identifica las tuberías sobrecargadas y las bocas de inspección inundadas.

B.- Trabajo con O.D.T.

Añada O.D.T., donde los caudales crucen una carretera o siempre que se necesite. Examine y modifique una solución de O.D.T. propuesta. Las O.D.T. se pueden añadir al diseño de dos maneras: Haga clic en Desagüe Añadir O.D.T. en un menú contextual de la carretera compuesta seleccionada para añadirlas cada vez que los caudales crucen la carretera. Utilice la herramienta O.D.T. para añadir una O.D.T., una cada vez. Este método es útil para añadir una O.D.T. cuando un

análisis de cuencas de captación no devuelve una cuenca de captación para una parte de una carretera o para O.D.T. no asociada a una carretera.



Figura 3. 10 Esquema de diseño.
Fuente Autodesk.

Utilice la opción Añadir O.D.T. para añadir una o varias O.D.T. a una carretera compuesta, al margen del lugar donde los caudales crucen la carretera. Examine y modifique una solución de O.D.T. propuesta.

Para añadir una O.D.T como se ve en la Figura 3.11, en un lugar donde un análisis de cuencas de captación no identifica una cuenca de captación para una parte de la carretera, consulte Para añadir una O.D.T. manualmente. Utilice el análisis de cuencas de captación para identificar dónde cruzan los caudales una carretera. Para obtener más información, consulte Para analizar cuencas de captación desde un punto de salida o una carretera. Drainage Design muestra un alfiler en cada ubicación de cruce.

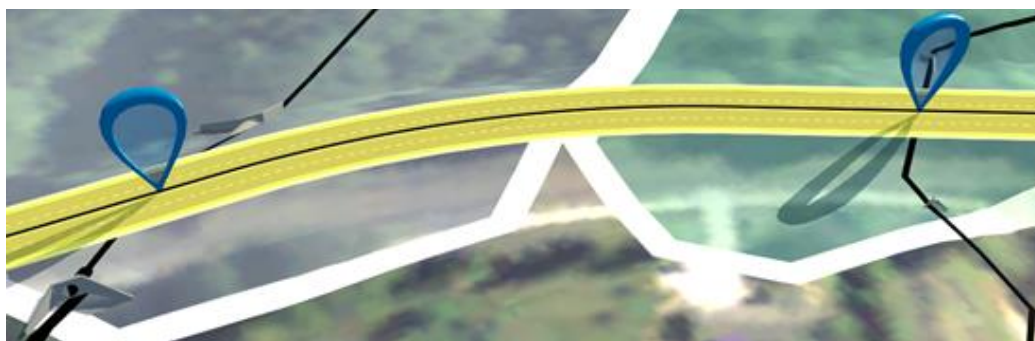


Figura 3. 11 Límites de análisis.
Fuente Autodesk.

En el modo de edición, haga clic con el botón derecho en la carretera y seleccione Desagüe Añadir O.D.T. en el menú contextual.

Drainage Design añade una O.D.T. en cada caudal que cruza, como se detallara a continuación.

Coloca las O.D.T. en la intersección del canto de los taludes de la carretera. Utiliza el caudal de la cuenca de captación (Qd) y la elevación de la carretera en el cruce. Utiliza una proporción máxima de profundidad aguas arriba/diámetro (HW/D) de 1.5:1 para el tamaño del conducto de la O.D.T.

3.5 ANALISIS EN LA NUBE

3.5.1 TRAZO ÓPTIMO

Optimización de obra lineal (vista preliminar) y Optimización del perfil generan varios diseños que pueden compararse en lo concerniente a costos e impacto medioambiental.

Puede enviar varias tareas de optimización, cada cual con su propia combinación de parámetros:

Velocidad de proyecto

Pendiente máxima

Pendiente mínima de desagüe

Cómo aplicar pendiente en taludes en desmonte y en terraplén (transversales) de carretera

Cuando utilizar carreteras, puentes y túneles

Frecuencia de VAV y distancia mínima entre VAV

Los VAV que deben permanecer en un P.K. y una elevación fija

Áreas que evitar

Colocación y capacidad de canteras de préstamo y pozos de aguas residuales

Las tareas de optimización se procesan en la nube y devuelven perfiles de terreno existente a lo largo del eje de la carretera. El proceso detecta si el perfil cruza otras carreteras y crea intersecciones. Un algoritmo detecta los cruces de agua y calcula el costo de colocación de puentes.

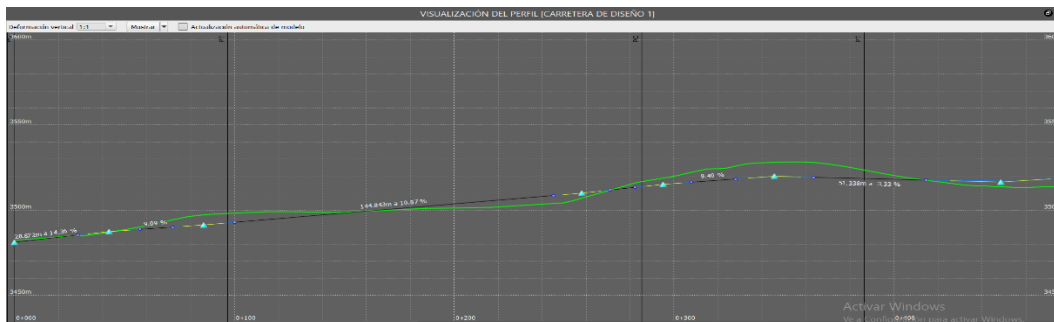


Figura 3. 12 Un perfil aproximado.
Fuente Autodesk.

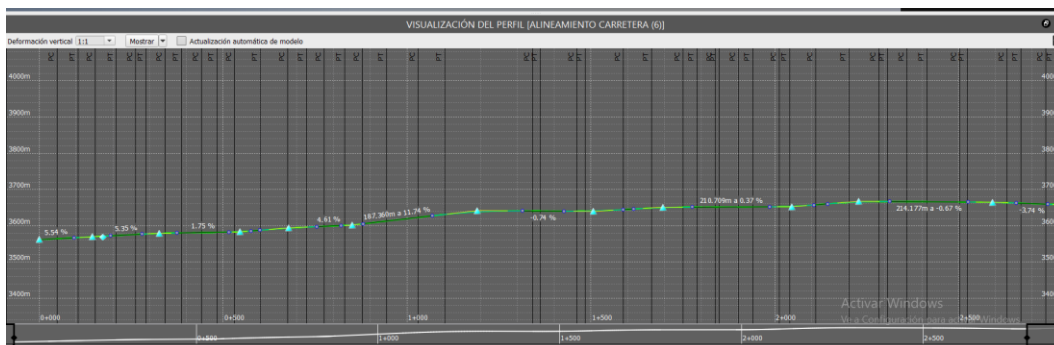


Figura 3. 13 Perfil Optimizado.
Fuente Autodesk.

Cada tarea de optimización devuelve un informe en PDF que muestra detalles sobre el perfil del eje, las secciones transversales y los costos de construcción y explanación. La carretera optimizada se puede importar en el modelo como propuesta y después comparar propuestas diferentes para decidir la cuál es la solución más adecuada para el proyecto.

Optimización del perfil consume créditos de nube. Cuando se envía una tarea de optimización, el servidor calcula los créditos de nube que son necesarios para completar la tarea. La longitud de la carretera que se optimiza determina los costos de una tarea de optimización del perfil.

Le notificaremos por correo electrónico cada notificación del perfil que esté lista. También puede ver el estado de cada tarea en el Monitor de tareas.

3.5.2 SIMULACIÓN DE TRAFÍCO

Utilice la herramienta Simulación de tráfico para analizar el flujo de tráfico en las intersecciones, mostrar los resultados del análisis de tráfico con códigos de color y generar animaciones de simulación de tráfico para reproducir en el modelo.

Utilice el panel del Analista de tráfico para especificar matrices de petición avanzadas, perfiles, tipos de vehículos, tipos de conductores y otras variables. O bien utilice la petición de tráfico por defecto para una breve demostración.



Figura 3. 14 Simulación de Tráfico.
Fuente Autodesk.

La herramienta Simulación de tráfico solo funciona con carreteras compuestas, de modo que es necesario convertir las carreteras de planificación. Convierta una carretera de planificación en una carretera compuesta mediante el menú contextual.

3.5.3 SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN

Utilice Simulación de inundación para simular, visualizar y analizar las simulaciones de inundación 2D del modelo. La simulación de inundación puede utilizarse para los proyectos de inundación interiores y costeros en función de los parámetros que defina.

InfraWorks 2020 solo admite funciones de simulación de inundación para usuarios que hayan adquirido e instalado el módulo de extensión de terceros RiverFlow2D de Hydronia, LLC.

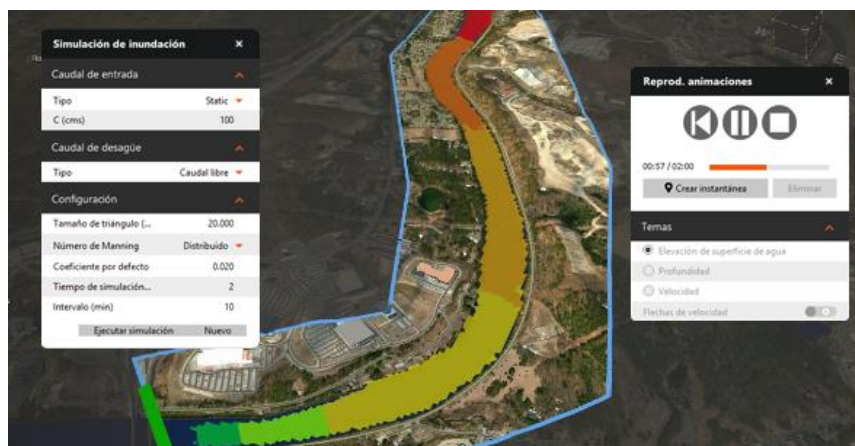


Figura 3. 15 Simulación de inundación.
Fuente Autodesk.

La simulación de inundación utiliza un modelo de ecuación de agua superficial. En función de los parámetros de lluvia o desplazamiento de las mareas que defina, el modelo puede predecir y simular con precisión la inundación interior o costera. Puede realizar esta tarea, junto con el enrutamiento hidráulico de modelado de la inundación.

Empiece por definir un contorno para el área de estudio de la simulación de inundación. InfraWorks 2020 remallará la superficie del terreno para el área especificada. Después de asignar los contornos de los canales de entrada y de desagüe, y definir los parámetros de la simulación, InfraWorks 2020 transfiere esta información a Hydronia RiverFlow2D para el cálculo.

Creación de un área de simulación, y un caudal de entrada y de desagüe del modelo.

Asignación de una o varias ubicaciones de canal de entrada. Uso de canales de entrada de hidrograma de tipo Descarga frente a tiempo o canales de entrada de hidrograma de fases de tipo Elevación frente a tiempo. Creación automática de malla de superficie simplificada. Establecimiento de un valor n de Manning uniforme o distribuido para el modelo. Definición del tiempo y los intervalos de simulación. Uso del modelo de Hydronia RiverFlow2D para realizar las simulaciones.

CAPITULO IV: INFORMACIÓN BÁSICA

4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCION

4.1.1 UBICACIÓN

El presente proyecto se ubica en la comunidad campesina de Colpar perteneciente al distrito de Quilcas, provincia de Huancayo región de Junín - Perú



Figura 4. 1 plaza principal Distrito de Quilcas
Fuente propia

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD

El proyecto se desarrolla para el fin de dar comunicación a la comunidad campesina de Colpar dedicada mayoritariamente a la actividad agrícola y tala de madera, pero dichas actividades se ven limitadas ante su falta de un medio de transporte adecuado motivo por el cual se plantea el trazo geométrico de una cartería adecuada para el transporte de sus productos.



Figura 4. 2 comuneras trabajo de campo
Fuente Elaboración Propia

4.2 TOPOGRAFIA

A continuación, se presentará la topografía mediante una descripción acompañada de imágenes.

4.2.1 TOPOGRAFÍA TRADICIONAL

Para comenzar el trabajo se recurrió a información brindada por la Municipalidad Distrital de Quilcas que brindo la información de dos BM con coordenadas colocadas en el límite del distrito

BM 1

Ubicado en la plaza principal del anexo de Colpar

Cuadro 4. 1 Coordenadas BM 1.
 Fuente Elaboración Propia

NOMBRE	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
BM-1	8682088.77	473111.542	3527.946

Imagen BM 1



Figura 4. 3 Ubicación BM 1
 Fuente Elaboración Propia

BM 2

Ubicado en las afueras del jardín de niños de la comunidad campesina de Colpar

Cuadro 4. 2 Coordenadas BM 2
 Fuente Elaboración Propia

NOMBRE	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)
B	8682014.08	473101.085	3540.569

Imagen BM 2



Figura 4. 4 Ubicación BM2.
Fuente Elaboración Propia

Poligonal de trabajo

Para realizar un correcto trabajo de campo se realizó una poligonal abierta de trabajo la cual tiene por objetivo reducir al mínimo el error por cota que se pueda producir al momento de realizar el levantamiento de puntos para lo cual se utiliza el nivel de ingeniero para la toma de datos de la poligonal de trabajo.



Figura 4. 5 Nivelación poligonal de trabajo
Fuente Propia

Obtenemos dos poligonales de trabajo que se muestran en el esquema de trabajo

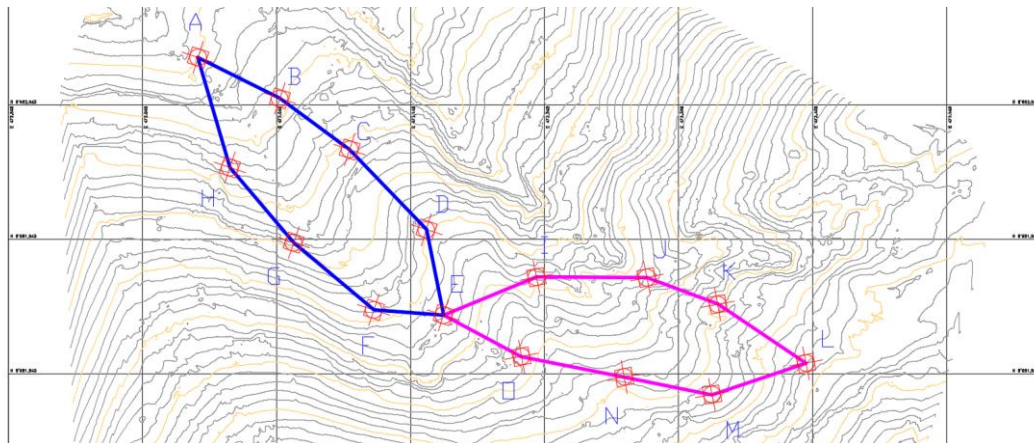


Figura 4. 6 poligonales de nivelación
Fuente Elaboración Propia

Luego realizada la poligonal se realiza se toma los datos de campo utilizando la estación total como se puede observar



Figura 4. 7 proceso de recolección de datos de campo
Fuente Elaboración Propia

De aquí se obtiene la nube de puntos provenientes de la estación total que se reflejara en un extracto de esta nube que se detalla en el Anexo I

Cuadro 4. 3 Puntos tomados con estación total
Fuente Elaboración Propia

Nombre	Norte	Este	Cota
Jardin	8682150.73	473046.531	3518.531
A	8682088.77	473111.542	3527.946
Jrd	8682150.73	473046.531	3518.531
Jardin-1	8682150.73	473046.531	3518.531
B	8682014.08	473101.085	3540.569
B-2	8682014.08	473101.085	3540.569
B-3	8682014.08	473101.085	3540.569
C	8681985.68	473092.234	3547.525
R1	8682013.73	473083.59	3544.814
R2	8682013.27	473086.123	3544.502
R3	8682012.89	473090.031	3543.898
R4	8682012.27	473093.771	3542.048
R5	8682012.13	473097.384	3541.206
R6	8682010.19	473100.738	3541.049
R7	8682009.46	473102.32	3540.418
R8	8682005.22	473102.373	3540.682
R9	8682004.99	473100.381	3541.563
R10	8682005.44	473098.461	3542.436
R11	8682006.17	473096.142	3542.454
R12	8682006.85	473093.516	3542.858
R13	8682008.08	473091.36	3543.98
R14	8682009	473087.486	3544.908
R15	8682009.49	473084.64	3545.522
R16	8682007.62	473082.383	3545.985
R17	8682006.87	473086.97	3545.729
R18	8682005.77	473088.902	3544.827
R19	8682004.14	473091.619	3544.135
R20	8682002.7	473093.596	3543.673
R21	8682001.35	473095.608	3543.635
R22	8681999.4	473097.501	3543.678
R23	8681998.76	473099.407	3542.495
R24	8681998.34	473101.721	3540.678
R25	8681994.94	473101.082	3541.005
R26	8681995.42	473098.945	3542.651
R27	8681996.93	473097.456	3543.612
R28	8681996.84	473094.799	3544.41
R29	8681998.5	473092.286	3544.655
R30	8681999.18	473089.742	3545.088
R31	8682001.59	473088.124	3547.057
R32	8682002.32	473085.826	3547.107
R33	8681996.97	473089.349	3545.594

De la obtención de la nube de puntos se procesó los datos obtenidos en campo para obtener la superficie de trabajo el proceso del levantamiento tradicional

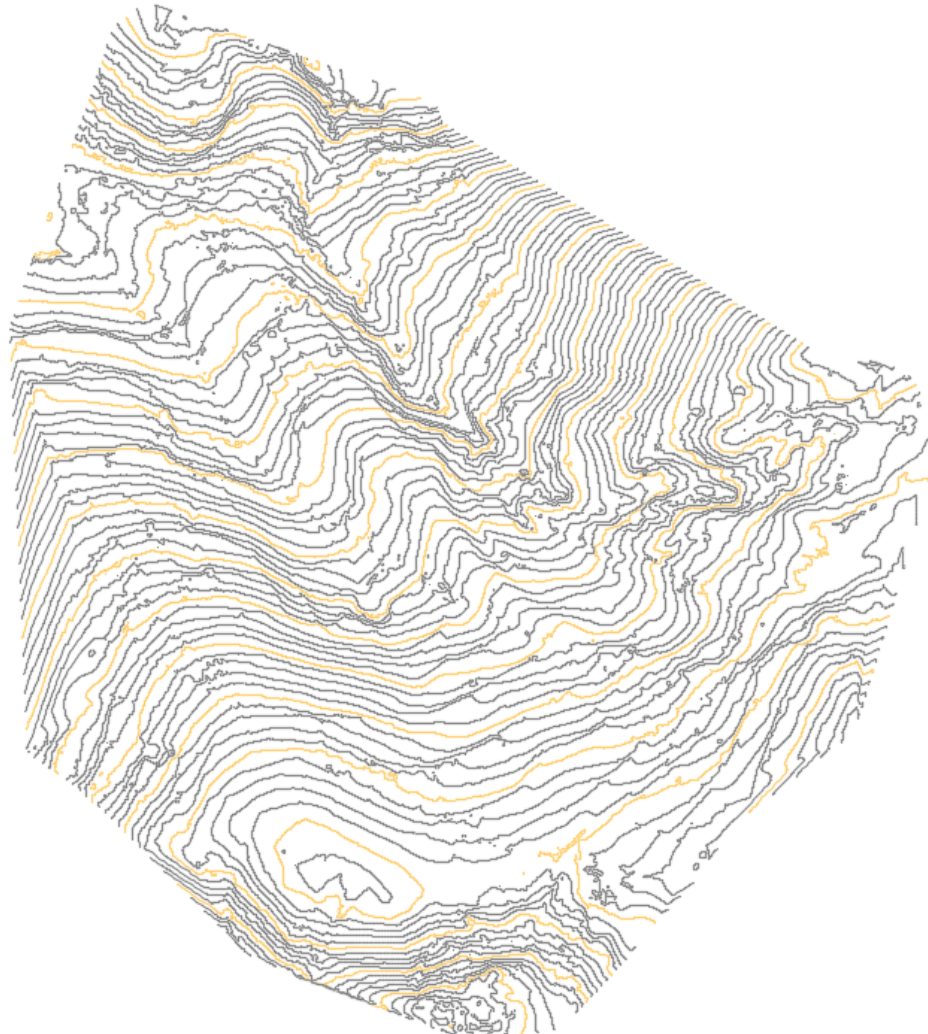


Figura 4. 8 Superficie de curvas de nivel
Fuente Elaboración Propia

Obtenidas las curvas de nivel de la superficie se puede proceder a realizar todos los trazos sobre la superficie de trabajo obtenida mediante la metodología tradicional utilizando nivel de ingeniero y estación total y el software de procesamiento de datos Civil 3D para poder obtener a partir de los puntos la información vista

Esquema de trabajo

A continuación se detallara el esquema de trabajo que se adoptó para obtener la información topográfica de campo de forma tradicional

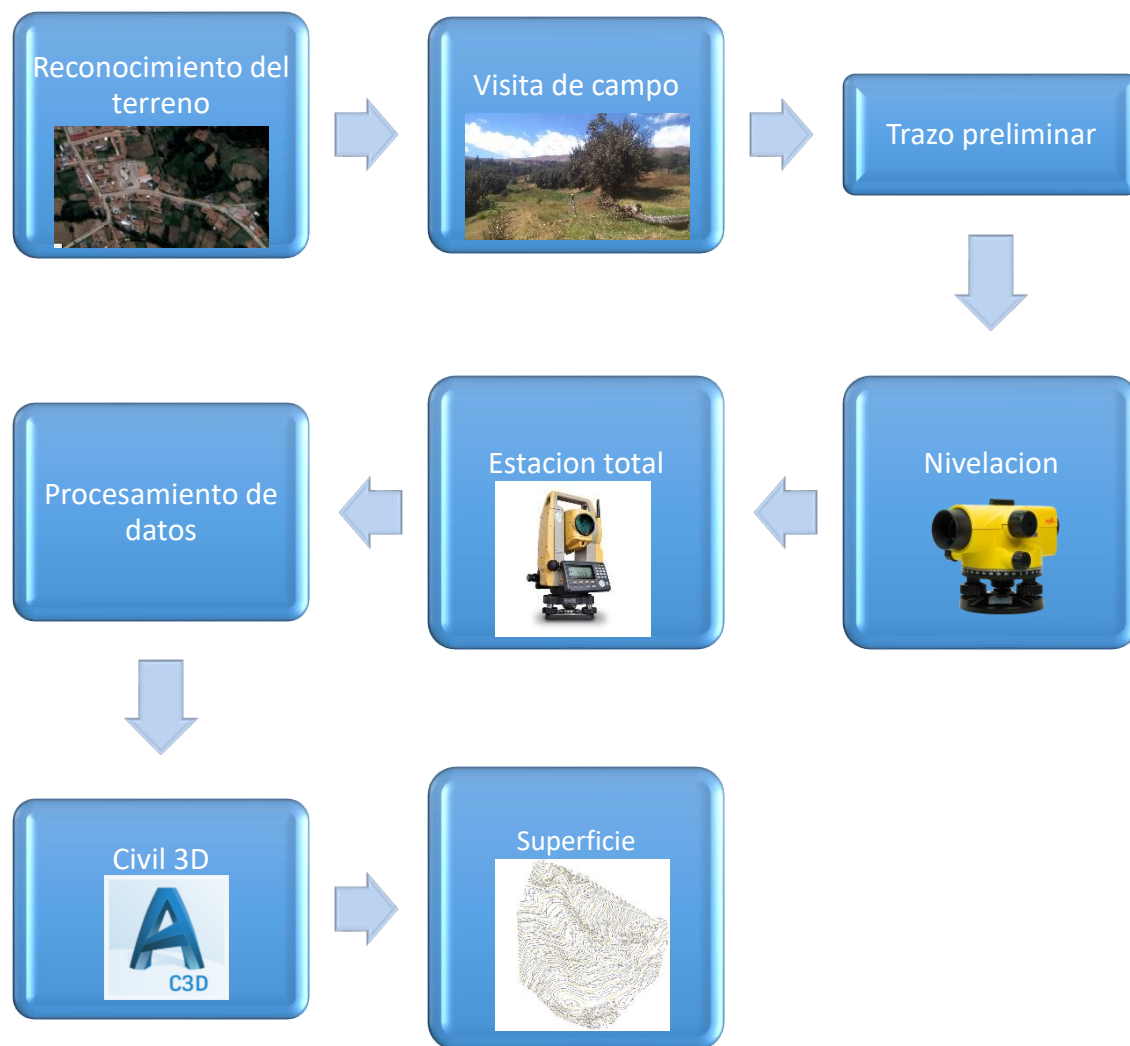


Figura 4. 9 Esquema de trabajo tradicional
Fuente Elaboración Propia

4.2.2 TOPOGRAFÍA CON DRON

Aquí se realizara el procedimiento de toma de datos empleando el vuelo no tripulado que comprende la utilización de un dron con las siguientes características

PHANTON 4

El Phantom 4 es un cuadricoptero de reducidas dimensiones, englobado en la categoría de peso inferior a los 2kg. Dispone de cámara alta definición con grabación en formato 4K y transmisión de imágenes a tierra en HD, la cámara está incluida con el gimbal estabilizado de 3 ejes, controlable por el piloto mediante la emisora, ayudado por una pantalla o dispositivo móvil que muestra al piloto imágenes y telemetría en tiempo real.

Tiene como sistemas de seguridad la vuelta al punto de despegue de forma automática en el caso de perder la comunicación con el piloto o por tener la batería demasiado baja para seguir volando

CÁMARA DE ALTO RENDIMIENTO

Graba vídeo 4k limpio y definido hasta a 30fps y Full HD 1080p a 120fps para slow motion, con una lente de nuevo diseño que aumenta drásticamente la nitidez.



Figura 4. 10 Dron Phantom 4
Fuente DJI

CÁMARA DE ALTO RENDIMIENTO

Graba vídeo 4k limpio y definido hasta a 30fps y Full HD 1080p a 120fps para slow motion, con una lente de nuevo diseño que aumenta drásticamente la nitidez.



Figura 4. 11 Cámara 4K profesional
Fuente DJI

ESTABILIZADOR INTEGRADO

Una avanzada rótula de estabilización en 3 ejes elimina la vibración y movimientos no deseados en vuelo, permitiendo que la cámara grabe vídeo fluido en maniobras complejas.



Figura 4. 12 sistema estabilizador Phantom 4
Fuente DJI

SISTEMA ANTICOLISIÓN

Los sensores frontales, combinados con visión artificial y procesamiento avanzados le dan al Phantom un Sistema Anticolisión que le permite esquivar obstáculos en su camino. Además, el Sistema de Posicionamiento Visual ha incrementado su altitud efectiva en un 300% sobre el Phantom 3 hasta los 10 metros y agudizando sus capacidades de posicionamiento, ofrece una mayor seguridad y tranquilidad volando en interiores.



Figura 4. 13 sistema anticolisión Phantom 4
Fuente DJI

POSICIONAMIENTO DE VUELO INTELIGENTE

El Phantom 4 se conecta tanto a GPS como a GLONASS, permitiendo que se conecte a los satélites más rápido y posicionándose con una precisión extrema en el aire.



Figura 4. 14 Sistema de posicionamiento Phantom 4
Fuente DJI

BATERIA

El dron posee una batería con autonomía de vuelo de 25 minutos los cuales pueden reducirse debido a las condiciones atmosféricas temperatura y demás variables.



Figura 4. 15 Batería de 6000 mAh Phantom 4
Fuente DJI

Descrito el equipo utilizado para el levantamiento se procede a describir el proceso que se desarrolla para realizar el trabajo de campo con el vuelo no tripulado

PROCESO

Para realizar el vuelo no tripulado se lleva a cabo una serie de pasos para garantizar la eficiencia y calidad del trabajo

Reconocimiento del terreno

A diferencia del reconocimiento tradicional que se realiza para el levantamiento topográfico este se centra en los obstáculos para el dron y en la altura donde se debe posicionar el operario para operar el equipo.



Figura 4. 16 recorrido de la zona
Fuente Elaboración Propia

El reconocimiento se resume en los siguientes pasos

- ✓ Reconocer el punto más alto
- ✓ Ubicar una zona despejada
- ✓ Ubicar una zona plana
- ✓ Determinar altura de obstáculos
- ✓ Condiciones climáticas
- ✓ Determinar el área a levantar
- ✓ Velocidad del viento
- ✓ Altitud a la que se realiza el trabajo

La razón de estos pasos es por los siguientes factores, el dron está afectado por muchas variables desde que despegue hasta que aterriza por lo cual se debe procurar que todos los pasos se cumplan a cabalidad para poder obtener la información con una precisión adecuada y sin errores y accidentes o choques del equipo.

PLAN DE VUELO

Este paso es importante ya que con el plan de vuelo la aplicación de DJI propia del dron nos permite realizar la captura de las fotos con una programación y condiciones óptimas que detallaremos a continuación.

CONDICIONES DE CAPTURA DE FOTOS

Altura de vuelo

La altura es un factor muy importante ya que entre más cercano este al suelo podrá tener mayor nitidez lo que se reflejara en la calidad de la nube de puntos y aquí también juega un rol principal la cámara con la que se cuente en el equipo en nuestro caso se cuenta con una cámara 4K Profesional que permite obtener una mejor calidad.

Pero esto trae un factor si las condiciones son óptimas de bajar la altura para obtener mejor resolución del terreno implica una mayor cantidad de fotografías lo que implica una un mayor consumo de batería y un procesamiento mucho más saturado.

Por ello con las condiciones del equipo tanto en batería y resolución de la cámara que posee la altura optima recomendada borde entre los 30 a 50 metros donde se obtiene una calidad de imagen requerida para mantener una buena resolución con una cantidad de imágenes óptima para procesar en menor tiempo y con menos capacidad de procesador



Figura 4. 17 vuelo de dron a altura de 30 m
Fuente Elaboración propia

Angulo de captura

El ángulo adecuado para las imágenes varía de acuerdo al trabajo que se realice para levantamiento topográfico se optara por un Angulo de 90° de la cámara apoyada con el sistema de estabilización ya que los vientos fuertes pueden generar problemas al momento de tomar la imagen.

Si se desea realizar el levantamiento de información de infraestructura el ángulo varía de acuerdo con el plan de vuelo que se adopte.



Figura 4. 18 Captura de imagen Phanton 4
Fuente Elaboración Propia

Rango de horas de vuelo

La hora es un factor importante ya que la presencia del sol puede arruinar lo que necesitamos en una imagen para restituir.

Para garantizar una buena calidad de las imágenes tomadas se procura realizar el trabajo entre las 10 am hasta las 2 pm que son las horas donde el sol está en la parte superior y la cantidad de sombras son mínimas o en condiciones donde el día este con poca presencia de brillo solar o nublado ya que no generara sombras en las imágenes que ´puedan ser interpretadas como superficies al restituir las imágenes obtenidas



Figura 4. 19 vuelo del dron en condiciones de poca sombra a las 10 am
Fuente Elaboración Propia

Interpolación

La interpolación que se configura es importante ya que a mayor interpolación se dé a las imágenes capturadas estas tendrán una mejor restitución por teoría se toma como un 80% como interpolación óptima para hacer eficiente el trabajo que se realiza.

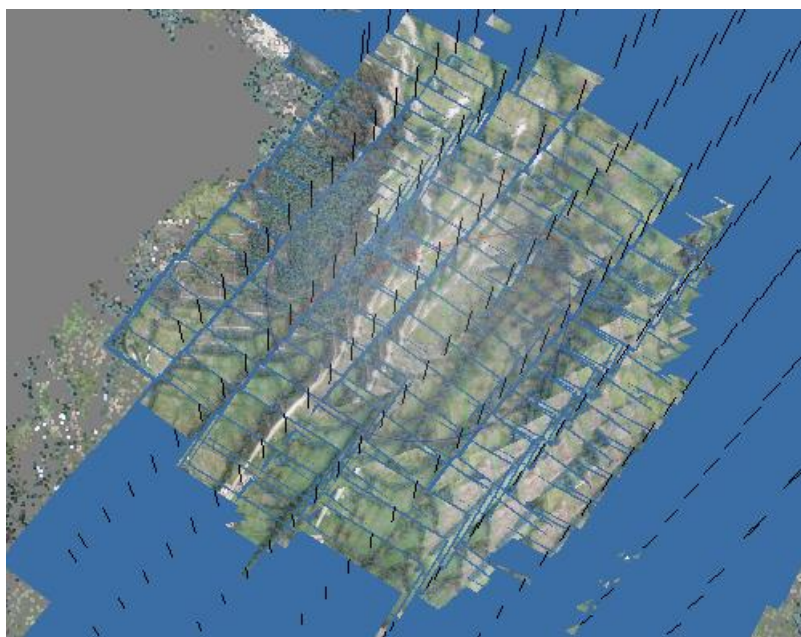


Figura 4. 20 Interpolación de fotografías optima
Fuente Elaboración Propia

Restitución

Para el proceso de restitución fotogramétrica se tiene varios programas disponibles como **Pix4D, Agisoft profesional, Recap Pro, Context Capture, etc.**

De los cuales he elegido utilizar el software Agisoft Professional debido a que es mucho más ligero al momento de procesar la data y entrega el mismo resultado utilizando una memoria RAM de entre 8 a 16 GB, un procesador CORE i5 mientras que sus pares como el **Pix4D, Context Capture** trabajan un formato que requiere una mayor capacidad como 32 GB de memoria RAM y un procesador CORE i7 para realizar la misma labor de restitución.

Para lo cual se lleva a cabo los siguientes pasos que constaran de los siguiente

Procesamiento de imágenes

En esta fase se tienen ya las imágenes debidamente tomadas por el dron en la secuencia del plan de vuelo programado y estas fotos son subidas al programa

desde un archivo donde se tiene toda la data debidamente ordenada para que el programa las ubique secuencialmente.

Cabe resaltar que las imágenes del dron estan georeferenciadas así que el programa las ubicara dentro de su posición exacta

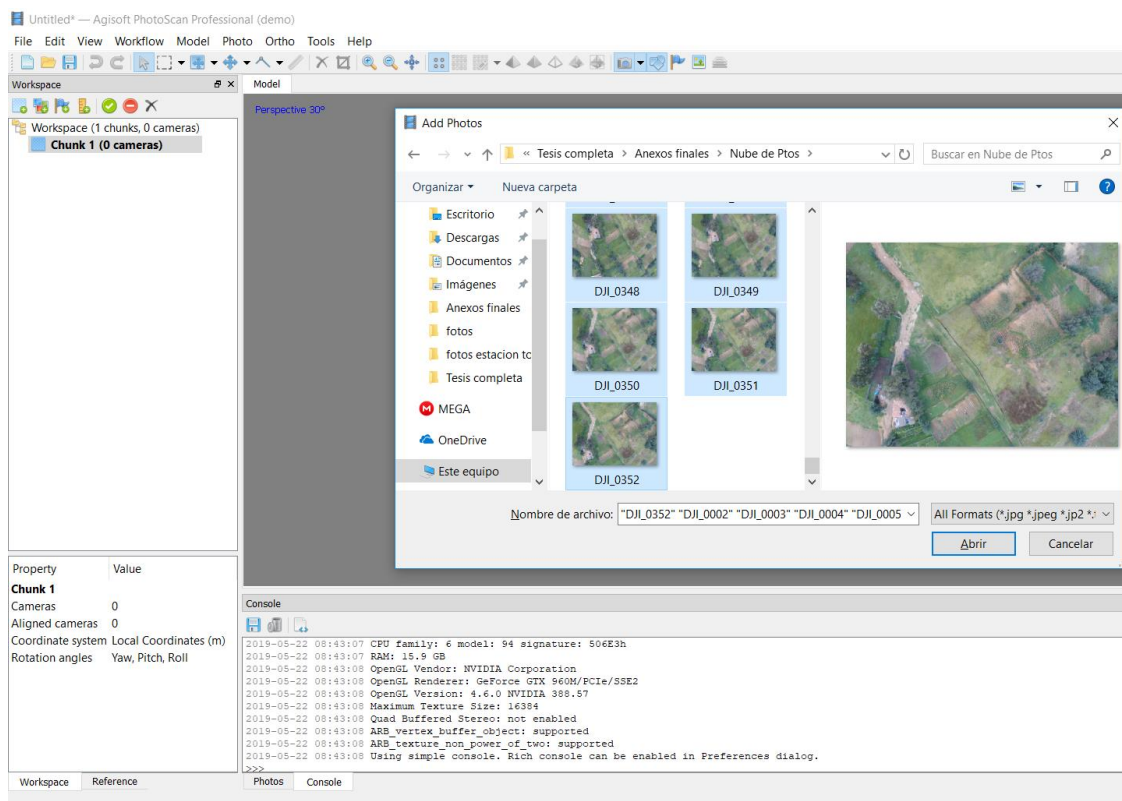


Figura 4. 21 Cargando las imágenes provenientes del Dron
 Fuente Elaboración Propia

Una vez se tiene la información cargada se carga el total de las imágenes dentro del programa al estar estas georeferenciadas automáticamente se cargan al programa lo cual no deja visible el plan de vuelo efectuado por el dron al quedar ubicadas todas las fotografías en su posición.

Cabe recalcar que en ese momento las coordenadas de las imágenes son casi exactas solo fallando en la cota que tiene el error propio del GPS navegador que tiene incorporado el dron utilizado para el trabajo de campo y esto se reduciría entre más precisión tenga el GPS incorporado en el equipo.

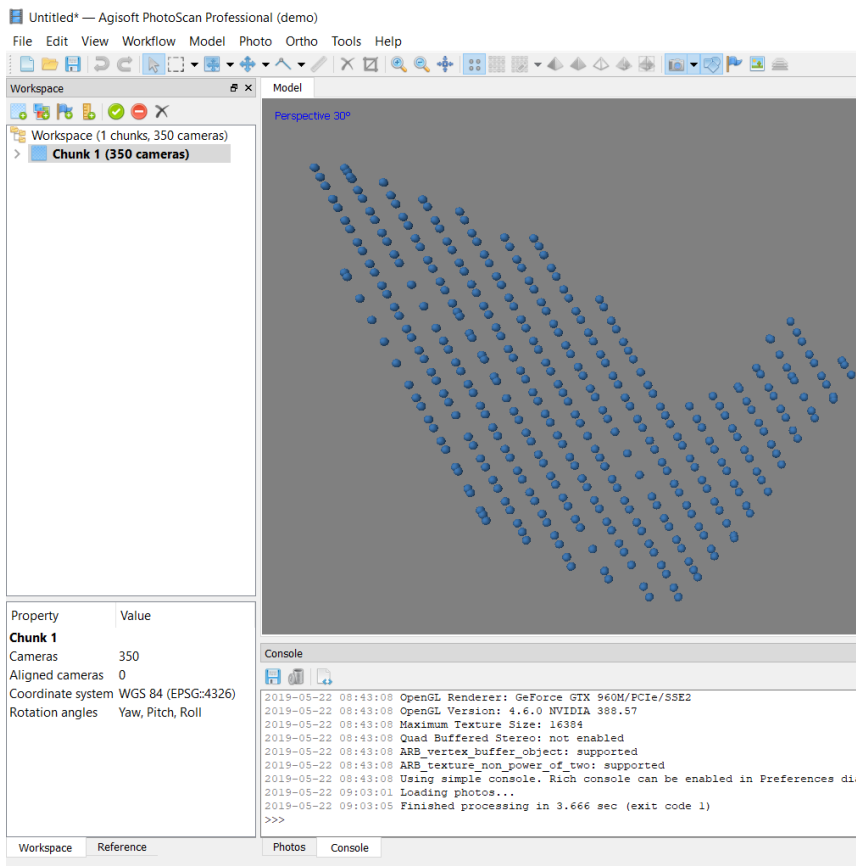


Figura 4. 22 Plan de vuelo realizado
Fuente Elaboración Propia

Una vez se tenga este proceso se procede a insertar los puntos de control para ajustar la cota principalmente y las coordenadas hacerlas aún más finas esta información será utilizada de la poligonal con coordenadas seleccionando los puntos requerido

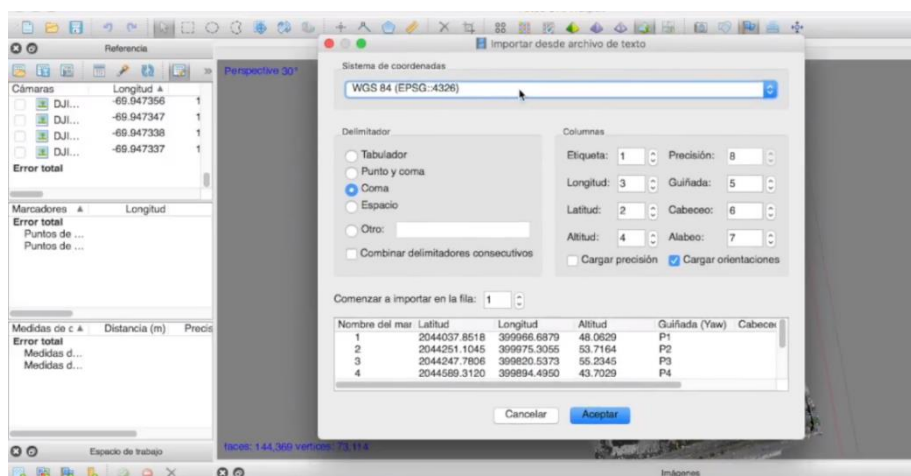


Figura 4. 23 Introduciendo poligonal de trabajo
Fuente Elaboración Propia

Luego de este proceso se observará la poligonal trazada sobre el plan de vuelo que donde tendremos cada imagen capturada por el dron de ingeniería

Esta lleva tener una reducción del error principalmente en las cotas y en menor grado en las coordenadas de trabajo.

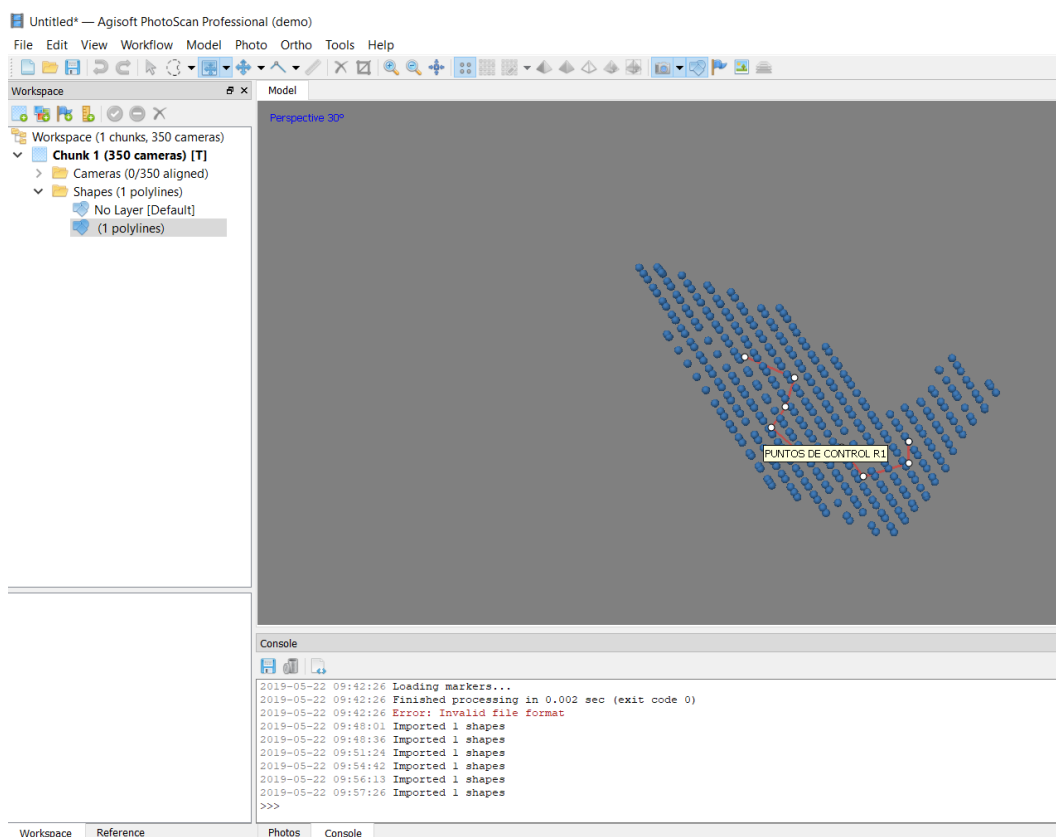


Figura 4. 24 poligonal de ajuste
Fuente Elaboración Propia

Ya con las imágenes colocadas en el orden del plan de vuelo se procede a realizar el procesamiento de las imágenes obtenidas para llegar a la nube de puntos.

Este proceso de restitución tarda un tiempo aproximado de tres días con un procesador de última generación Core I7 memoria Ram de 32 Gb tardando mucho más tiempo si se tiene menores características de computadora.

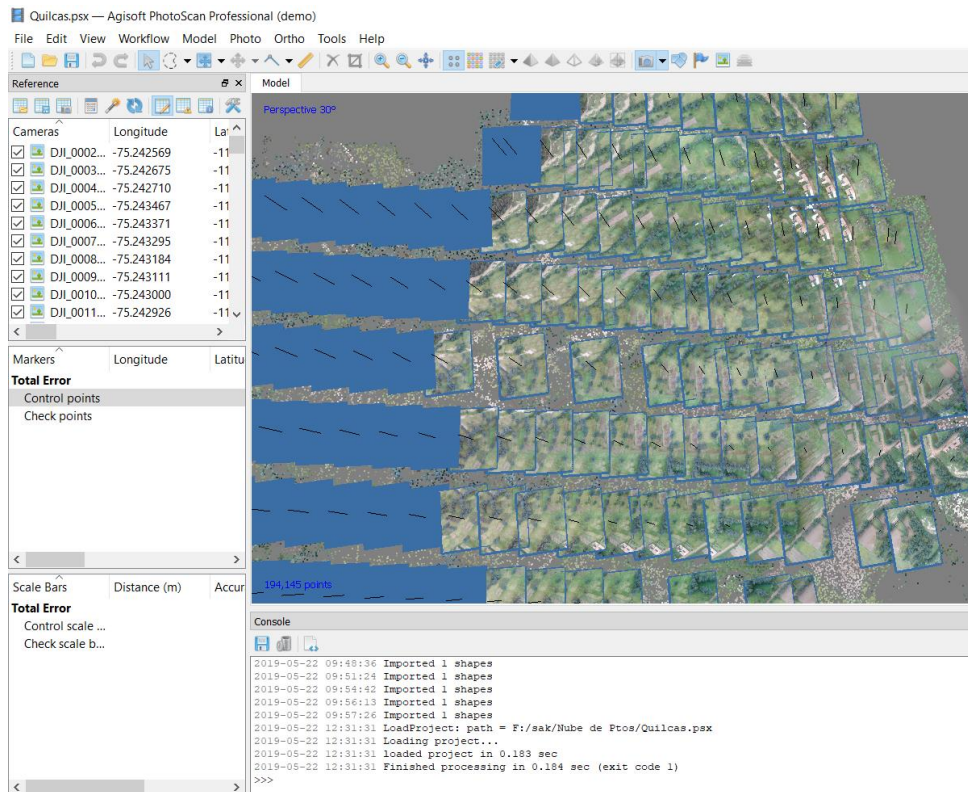


Figura 4. 25 Proceso de restitución de imágenes
Fuente Elaboración Propia

Al terminar el proceso de restitución se obtendrá la nube de puntos corregida principalmente en cota

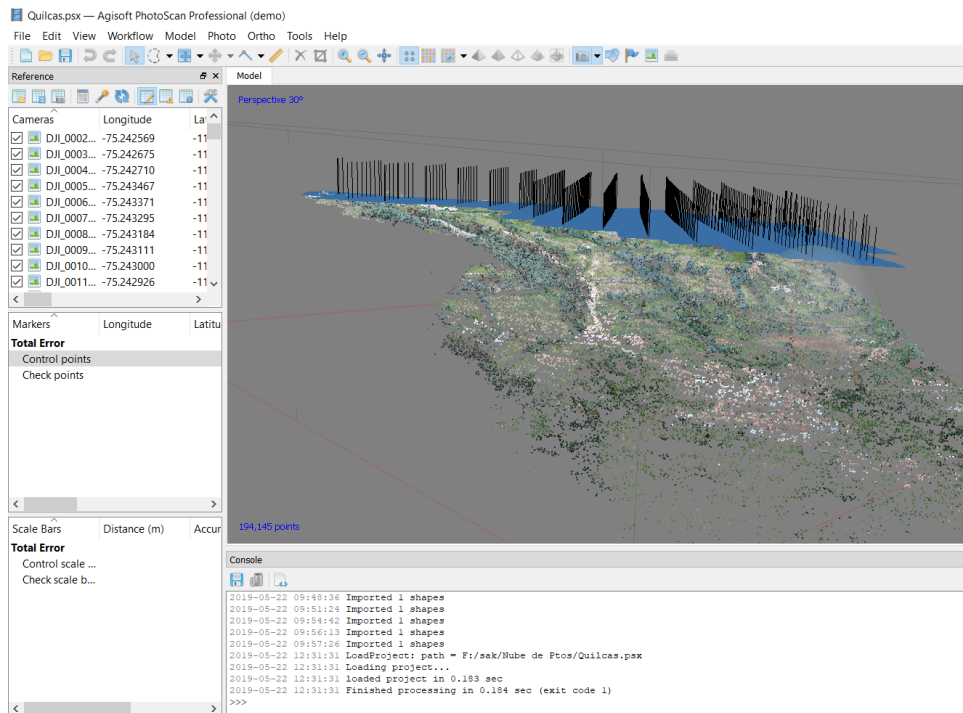


Figura 4. 26 Nube de puntos
Fuente Elaboración Propia

Luego importamos las nube de puntos junto con la ortofoto generada a Infraworks 2020.

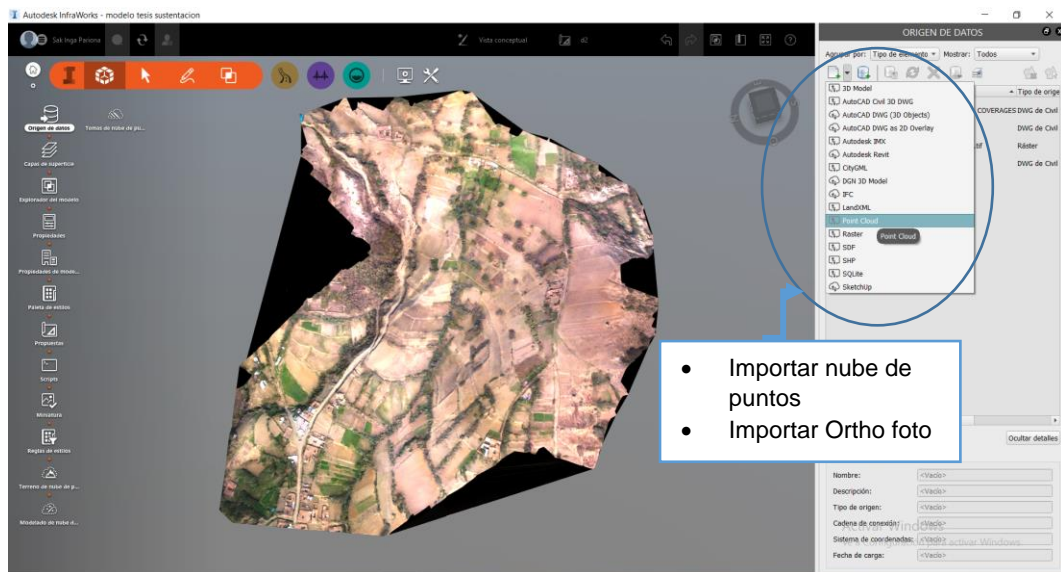


Figura 4. 27 Importación de Data a Infraworks 2020
Fuente Elaboración Propia

Al final tenemos la superficie de trabajo en Infraworks 2020 donde podemos proceder a realizar el trazo geométrico de la carretera.

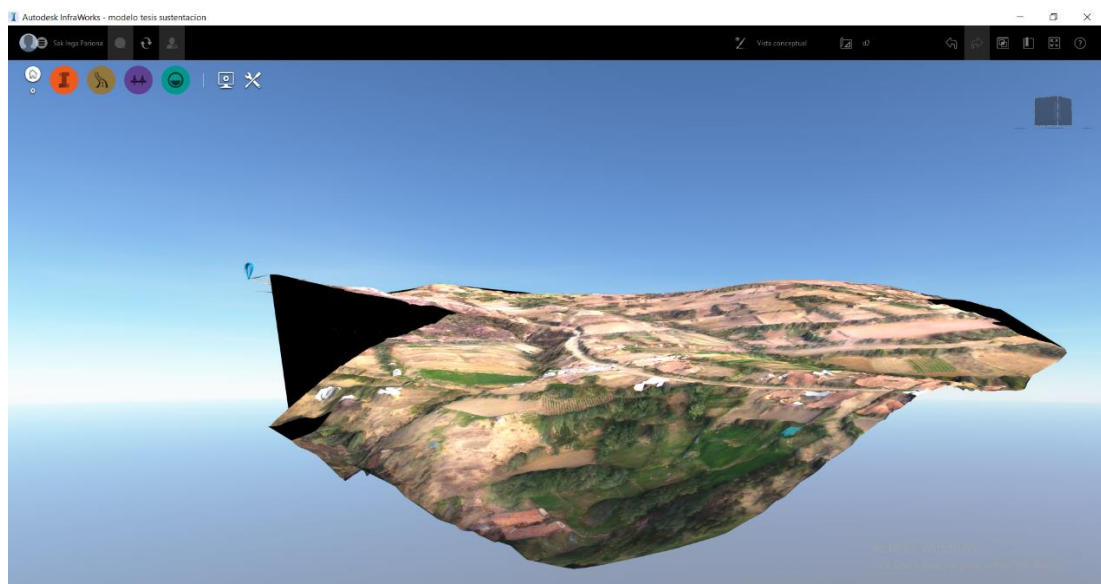


Figura 4. 28 Superficie de trabajo en Infraworks 2020
Fuente Elaboración Propia

A continuación, se procede a detallar un esquema de trabajo del levantamiento topográfico utilizando drones

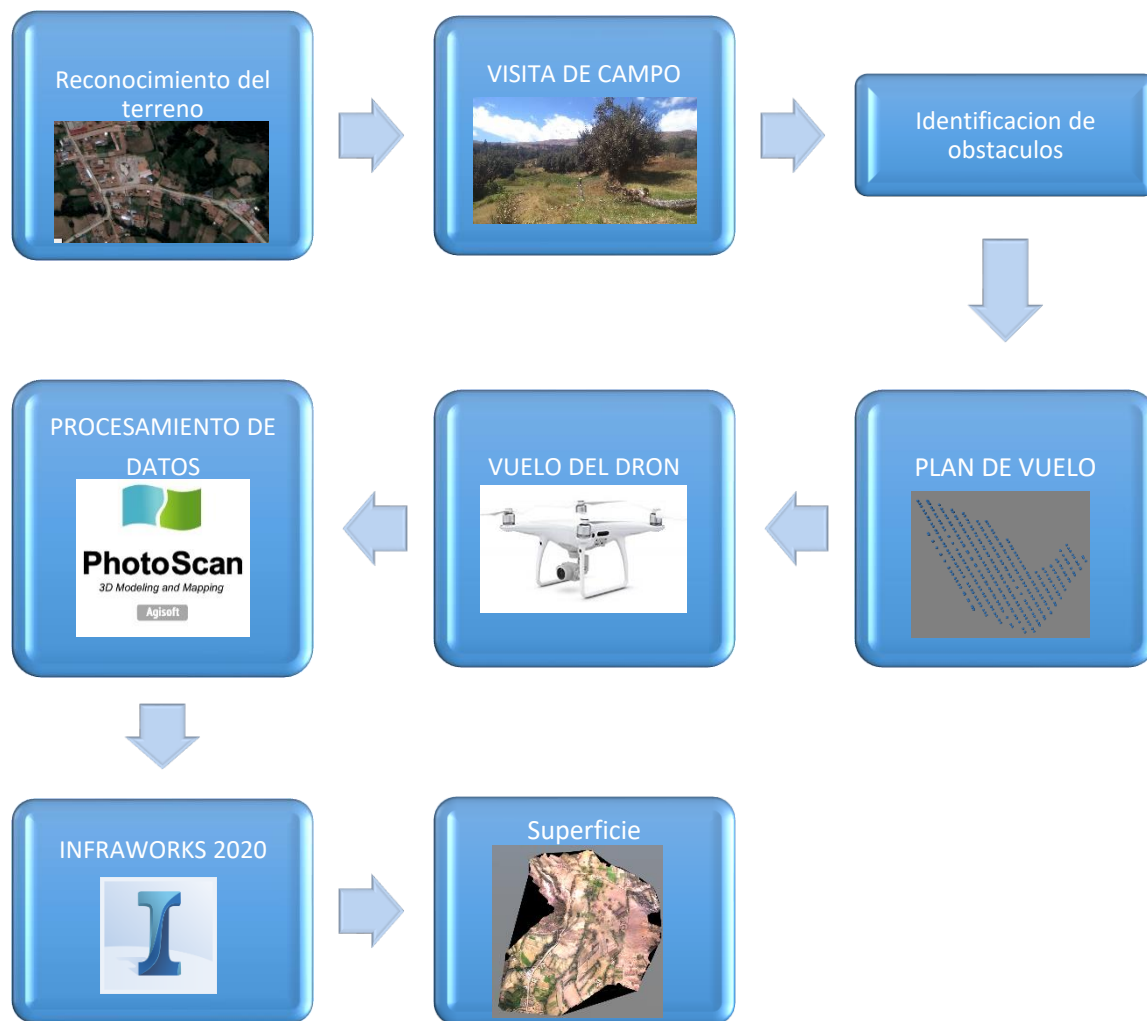


Figura 4. 29 Esquema de trabajo Dron
Fuente Elaboración Propia

4.3 HIDROLOGÍA

4.3.1 REGISTRO DE PRECIPITACIONES

Se tiene que la zona de análisis se ubica dentro de la cuenca del río ingenio en el cual se cuenta con una estación meteorológica muy cercana llamada estación Ocopa como se puede apreciar.

Red de estaciones a nivel nacional



Figura 4. 30 Estación Ingenio.

Fuente Elaboración Propia

Registros

En la cual se obtuvo la siguiente data de precipitaciones de la cuenca donde esta ubicada las dos micros cuencas a ser analizadas para el diseño de las obras de drenaje comprendidas dentro del trazo de la carretera. (Ver anexo 4).

Estación : INGENIO , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : JUNIN			Provincia : CONCEPCION			Distrito : SANTA ROSA DE OCOPA			Ir : 2018-01 ▾			
Latitud : 11° 52' 51"			Longitud : 75° 17' 16"			Altitud : 3390						
Dia/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2018	14.8	7.2	8.2	13.8	12	7.5	9.6	9.2	5.6	.6	E	4
02-Ene-2018	16.8	7.8	9.2	15.2	9.8	8.3	9.9	7	0	2.1	SE	2
03-Ene-2018	19.4	5.6	7.3	15	10.9	6.5	9.5	7.9	1.1	0	N	2
04-Ene-2018	19.5	5.1	6.8	15.5	13.7	5.7	9	8.9	0	0	SE	4
05-Ene-2018	17.2	8.8	9.8	11.8	12	8.9	9.3	9.2	0	1.8	SE	2
06-Ene-2018	14.9	6.2	7.7	12.3	11.3	6.8	9.4	9	4.6	6.1	NW	2
07-Ene-2018	17.6	5.1	7	15	11.8	6.2	9	8.8	0	0	SE	2
08-Ene-2018	15.6	6.5	7.2	13	11.8	6.6	9.7	9	17.2	0	SE	2
09-Ene-2018	16.4	7.9	9	14.9	10.8	8.1	9.1	8	0	4.4	SW	2
10-Ene-2018	16.6	7.8	8.9	14	11.5	8	8.9	8.1	0	0	NW	2
11-Ene-2018	16.3	7	7.8	12.3	10.6	7.1	9.1	8.5	2.1	2.5	SW	2
12-Ene-2018	19.6	7.4	8.1	17	9.8	7.5	10	7	2.4	3.8	SE	4
13-Ene-2018	19.8	6.6	7.5	18.4	11	6.7	11.5	8.9	0	.9	W	2
14-Ene-2018	20.8	4.2	7.8	16.9	9.8	6.9	10.1	7.3	0	3.9	W	2
15-Ene-2018	12.3	8	9.2	10.5	9.4	8.4	9	7.7	0	2.5	N	2
16-Ene-2018	15.4	6.4	7.9	11.1	9.1	7	8.9	7.8	2.2	3.4	NE	2
17-Ene-2018	17	5.3	6.1	12.8	11.6	5.4	9.4	8.3	24.3	.5	N	2
18-Ene-2018	15.4	7	7.8	11.1	11	7.1	9	8.9	7.7	3.9	W	2
19-Ene-2018	16.9	7.2	7.9	13.1	11.1	7.3	9.5	8.7	5.1	0	E	2
20-Ene-2018	15.6	7.3	8	14.5	9.5	7.4	9	7	6.8	1.4	W	2
21-Ene-2018	16.6	7.6	8.5	13.5	12.8	7.7	8.9	9	0	0	W	2
22-Ene-2018	13.2	6.6	7.5	11.8	11	6.8	9.3	9	14.3	2.3	NW	2
23-Ene-2018	16.7	6.4	9.4	15.2	10.5	8.7	10	8	0	1.3	SE	2
24-Ene-2018	19.2	5.3	7.8	15.8	13.1	6.9	9.5	9.2	.7	0	NE	2
25-Ene-2018	16.2	4.2	5.1	14.2	11.4	4.3	9.7	8.6	0	0	N	2
26-Ene-2018	16.7	4.1	6.1	14.6	10	5	9	8	0	2.5	NE	4
27-Ene-2018	19	3.8	6.3	17.7	10	5.2	10.3	7.8	2.5	0	NW	2
28-Ene-2018	22	4.4	7.7	16.8	13.5	6.6	10.2	9.1	0	0	NE	2
29-Ene-2018	18.7	3.9	6.8	16.4	10.1	5.8	9.7	8	0	.9	SW	2
30-Ene-2018	20	3.6	7	17.3	11.8	6	10.5	8.2	4.9	0	W	2
31-Ene-2018	19.1	4.1	6.9	19	10.2	5.8	12.2	7.7	0	1.8	W	2

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos
* Información sin Control de Calidad
* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Figura 4. 31 Hoja de registro de precipitación.

Fuente Elaboración Propia

Con los datos que se obtuvieron fueron complementados con registros de precipitaciones obtenidos del “Memoria Descriptiva del Estudio Hidrológico y de Cuencas del Departamento de Junín a Escala 1:100000” con el cual se complementó la data para poder realizar el análisis hidrológico necesario.

4.3.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE CUENCA

En este capítulo se realizó el análisis de los parámetros básicos de la cuenca con los cuales obtendremos los datos necesarios para realizar el análisis hidrológico con los programas y elegir el método más adecuado para la modelación.

Primera Micro cuenca

La micro cuenca se llama micro cuenca Pachapaqui y tiene el siguiente cuadro de resultados en sus parámetros.

Cuadro 4. 4 Parámetros micro cuenca 1.
 Fuente Elaboración Propia

MICROCUENCA PACHAPAQUI		
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
ÁREA	0.07	Km2
LONG CAUCE PRINCIPAL	1.6	Km
ABSTRACCIÓN	6.5	mm
CURVA NUMERO	98	N°
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	12.6	min
TIEMPO DE RETARDO	11	min
TIPO DE TORMENTA	2	N°

Segunda micro cuenca

La segunda micro cuenca contemplada aquí tiene el nombre de micro cuenca Anya y tiene el siguiente cuadro de resultados

Cuadro 4. 5 Parámetros micro cuenca 1.
 Fuente Elaboración Propia.

MICROCUENCA ANYA		
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDAD
ÁREA	0.06	Km2
LONG CAUCE PRINCIPAL	1.5	Km
ABSTRACCIÓN	6.2	mm
CURVA NUMERO	96	N°
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	11.5	min
TIEMPO DE RETARDO	10	min
TIPO DE TORMENTA	2	N°

De estos cuadros se obtiene la información necesaria para poder realizar los cálculos hidrológicos que requiere la cuenca

4.3.3 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Una vez tenemos los datos de la precipitación histórica correspondiente a las micro cuencas que se está analizando se procede a realizar la determinación del cálculo de las variables estadísticas necesarias para aplicar el método hidrológico más óptimo.

Cuadro 4. 6 Parámetros estadísticos.
Fuente Elaboración Propia.

Cálculo de variables estadísticas		
nombre	valor	unidad
media	3.98	mm
desviación estándar	1.34	mm
significancia	1.04	mm
varianza	3.38	mm

4.3.4 MODELO GUMBEL

Para la elección del método a trabajar se utilizó la variable de Gumbel por tener un mejor ajuste al aplicar la prueba de kolgomoriv smirov y al aplicar esta metodología apoya en las fórmulas tenemos

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Donde:

De aquí obtenemos el cuadro de valores de calibración para la formula

Cuadro 4. 7 Modelo Hidrológico.
Fuente Elaboración Propia.

<i>Periodo</i>	<i>Variable</i>	<i>Precip.</i>	<i>Prob. de</i>	<i>Corrección</i>
<i>Retorno</i>	<i>Reducida</i>	<i>(mm)</i>	<i>ocurrencia</i>	<i>intervalo</i>
<i>Años</i>	<i>YT</i>	<i>XT'(mm)</i>	<i>F(xT)</i>	<i>XT (mm)</i>
2	0.3665	3.7642	0.5000	4.2536
5	1.4999	4.9459	0.8000	5.5889
10	2.2504	5.7282	0.9000	6.4729
25	3.1985	6.7167	0.9600	7.5899
50	3.9019	7.4501	0.9800	8.4186
100	4.6001	8.1780	0.9900	9.2411
200	5.2958	8.9032	0.9950	10.0607
500	6.2136	9.8601	0.9980	11.1419
1000	6.9073	10.5832	0.9990	11.9591
10000	9.2103	12.9842	0.9999	14.6722

4.3.5 CURVAS IDF DE LA CUENCA

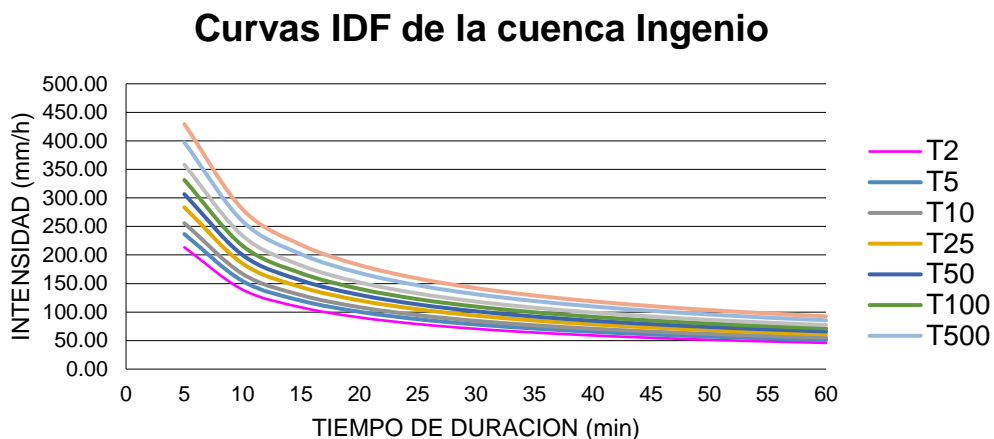


Figura 4. 32 Curva IDF de cuenca en estudio
Fuente Elaboración Propia.

4.3.6 MODELAMIENTO EN HEC-HMS Y HCANALES

En esta parte del estudio se tomará todos los datos antes mencionados para colocarlos en el programa HEC HMS y modelar la hidrología del canal lo que nos permitirá obtener los resultados de los caudales como se muestra a continuación

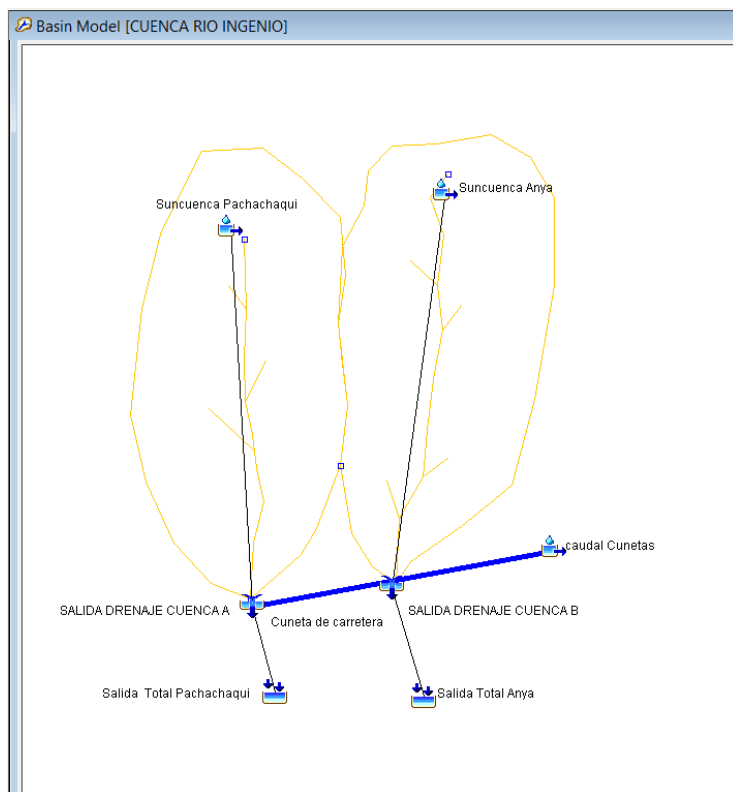


Figura 4. 33 Esquema de diseño.
Fuente Elaboración Propia.

Luego procesando la data de las cuencas procedemos a obtener la tabla de caudales de cada subvengia y de las cunetas respectivamente.

Project: drenaje Carretera Tesis UNI Simulation Run: Run 500

Start of Run: 01ene2019, 00:00 Basin Model: CUENCA RIO INGENIO
End of Run: 01ene2019, 01:00 Meteorologic Model: TR_500
Compute Time: 20mar2019, 17:53:38 Control Specifications: TR_500 años

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
caudal Cunetas	0,700	0,2	01ene2019, 01:00	0,30
Cuneta de carretera	0,700	0,1	01ene2019, 01:00	0,28
Suncuenca Pachachaqui	0,010	15,9	01ene2019, 01:00	2723,42
SALIDA DRENAJE CUEN...	0,710	16,0	01ene2019, 01:00	38,64
Salida Total Pachachaqui	0,710	16,0	01ene2019, 01:00	38,64
Suncuenca Anya	0,008	12,7	01ene2019, 01:00	2736,92
SALIDA DRENAJE CUEN...	0,008	12,7	01ene2019, 01:00	2736,92
Salida Total Anya	0,008	12,7	01ene2019, 01:00	2736,92

Figura 4. 34 resultados de análisis.
Fuente Elaboración Propia.

Una vez se dispone de esta información se procede a determinar las dimensiones de las cunetas y alcantarillas de la carretera mediante el uso del Programa HCANALES en el cual se determino

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: QUILCAS-PACHAPAQUI Proyecto: CARRETERA
Tramo: 1+867.66 Revestimiento: CONCRETO

Datos:

Caudal (Q): 12.7 m³/s
Diámetro (d): 0.9 m
Rugosidad (n): 0.0012
Pendiente (S): 0.1 m/m

Resultados:

Tirante normal (y): 0.2763 m
Área hidráulica (A): 0.1657 m²
Espejo de agua (T): 0.8303 m
Número de Froude (F): 54.7550
Tipo de flujo: Supercrítico

Perímetro mojado (p): 1.0571 m
Radio hidráulico (R): 0.1568 m
Velocidad (v): 76.6246 m/s
Energía específica (E): 299.5286 m-Kg/Kg

Buttons: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Footer: Ingresar el nombre del lugar del Proyecto 7:27 a. m. 27/05/2019

Figura 4. 35 Resultado Hcanales.
Fuente Elaboración Propia.

Una vez disponemos la dimensión de diseño proveniente de la hidrología y el diseño hidráulico pasaremos a tener los detalles de las alcantarillas

Detalle alcantarilla elevación

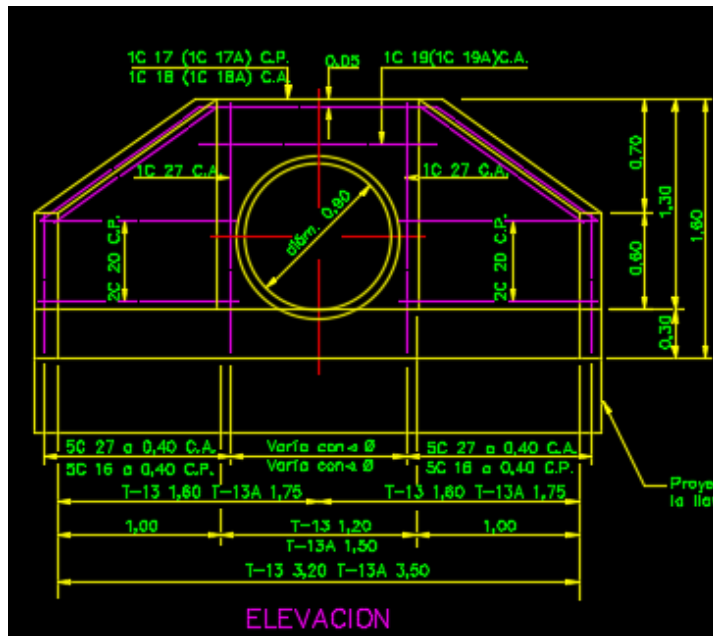


Figura 4. 36 Detalle elevación alcantarilla
 Fuente Elaboración Propia

Detalle alcantarilla planta

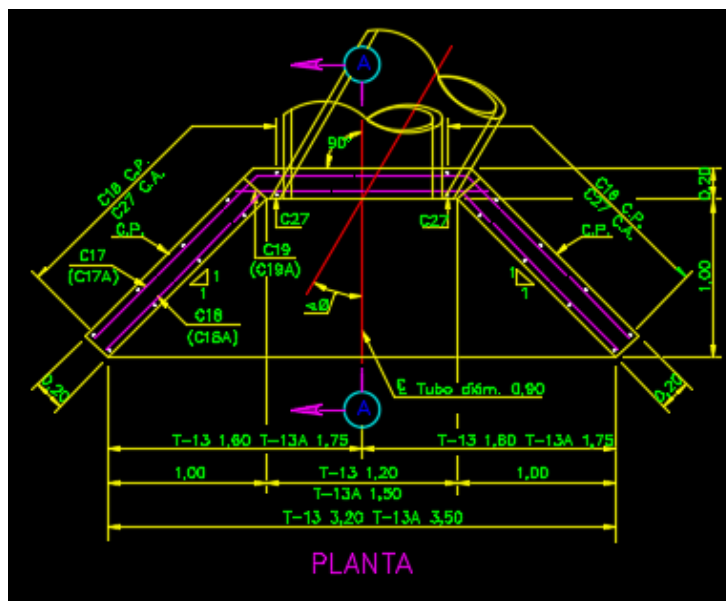


Figura 4. 37 detalle planta alcantarilla
 Fuente Elaboración Propia

Obras de Drenaje transversal (O.D.T)

Dentro del trazo geométrico se cuenta con seis puntos donde se concentra el flujo ya sea por ser salida de las micro cuencas o por tener elevado el trazo del eje de la carretas.

ODT-1

Esta obra de drenaje se encuentra ubicada en la progresiva KM 0 + 160.00 m y esta tiene la característica de estar ubicada en la micro cuenca Pachapaqui por lo cual se tendrá los siguientes datos

Datos:

- ✓ $Q = 12.7 \text{ m}^3/\text{seg}$
- ✓ $D = 0.90 \text{ m}$
- ✓ $T_r = 200 \text{ años}$
- ✓ Atraviesa micro cuenca

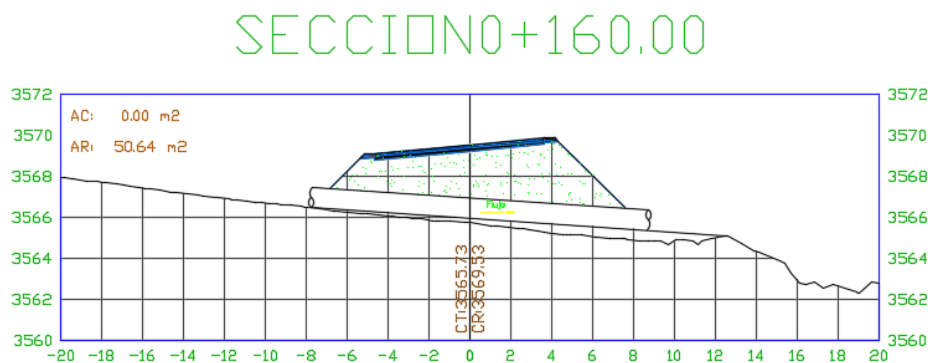


Figura 4. 38 ODT-1 drenaje
 Fuente Elaboración Propia

ODT-2

Esta obra de drenaje se encuentra ubicada en la progresiva KM 0 + 470.00 m y esta tiene la característica de estar ubicada en la micro cuenca Anya por lo cual se tendrá los siguientes datos

Datos:

- ✓ $Q = 12.7 \text{ m}^3/\text{seg}$
- ✓ $D = 0.90 \text{ m}$
- ✓ $T_r = 200 \text{ años}$
- ✓ Atraviesa micro cuenca

SECCION 0+470.00

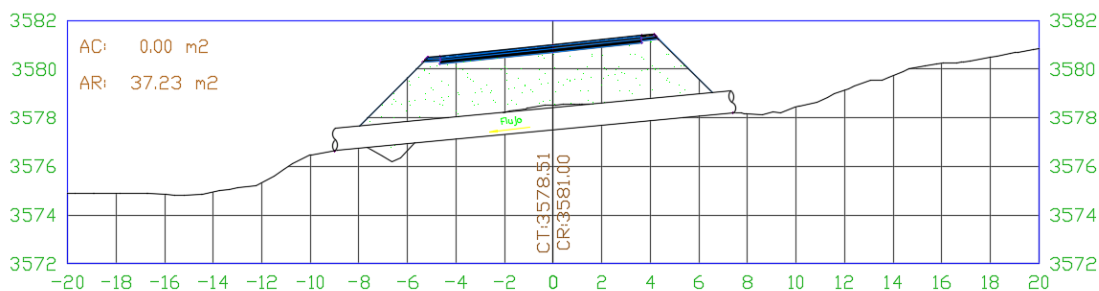


Figura 4. 39 ODT-2 drenaje
Fuente Elaboración Propia

ODT-3

Esta obra de drenaje se encuentra ubicada en la progresiva KM 0 + 700.00 m y esta tiene la característica de estar ubicada en la micro cuenca Anya por lo cual se tendrá los siguientes datos

Datos:

- ✓ $Q = 6.45 m^3 / seg$
- ✓ $D = 0.60 m$
- ✓ $T_r = 200 años$
- ✓ Elevación de trazo geométrico

SECCION 0+700.00

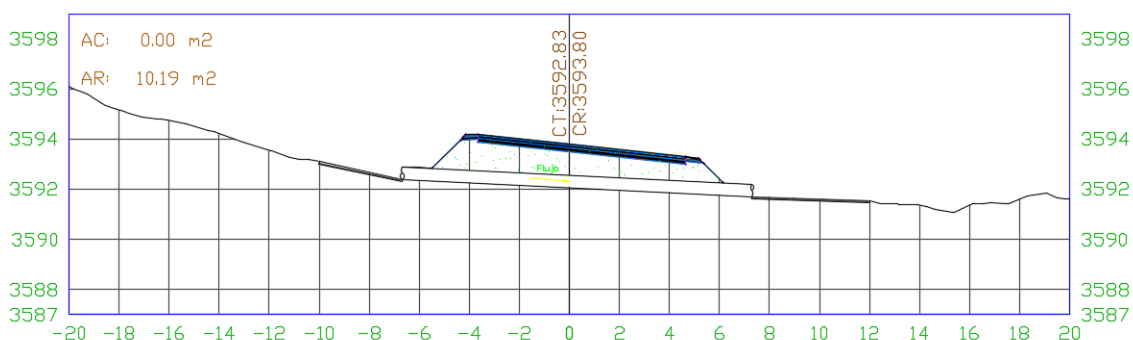


Figura 4. 40 ODT-3 drenaje
Fuente Elaboración Propia

ODT-4

Esta obra de drenaje se encuentra ubicada en la progresiva KM 1 + 050.00 m y esta tiene la característica de estar ubicada en la micro cuenca Anya por lo cual se tendrá los siguientes datos

Datos:

- ✓ $Q = 12.7 \text{ m}^3/\text{seg}$
- ✓ $D = 0.90 \text{ m}$
- ✓ $T_r = 200 \text{ años}$
- ✓ Atraviesa micro cuenca

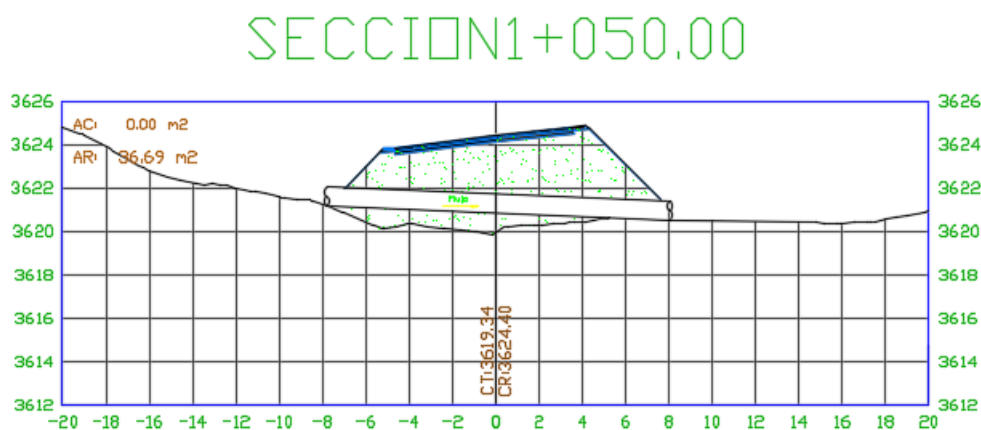


Figura 4. 41 ODT-4 drenaje
Fuente Elaboración Propia

ODT-5

Esta obra de drenaje se encuentra ubicada en la progresiva KM 1 + 610.00 m y esta tiene la característica de estar ubicada en la micro cuenca Pachapaqui por lo cual se tendrá los siguientes datos

Datos:

- ✓ $Q = 12.7 \text{ m}^3/\text{seg}$
- ✓ $D = 0.90 \text{ m}$
- ✓ $T_r = 200 \text{ años}$
- ✓ Atraviesa micro cuenca

SECCION1+610.00

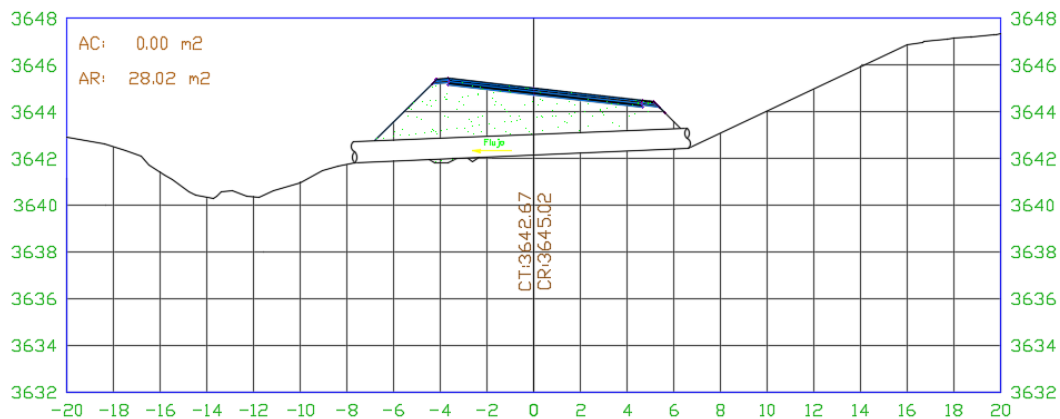


Figura 4. 42 ODT-5 drenaje
 Fuente Elaboración Propia

ODT-6

Esta obra de drenaje se encuentra ubicada en la progresiva KM 2 + 150.00 m y esta tiene la característica de estar ubicada en la micro cuenca Anya por lo cual se tendrá los siguientes datos

Datos:

- ✓ $Q = 12.7m^3/seg$
- ✓ $D = 0.90 m$
- ✓ $T_r = 200 años$
- ✓ Elevación de trazo geométrico

SECCION2+150.00

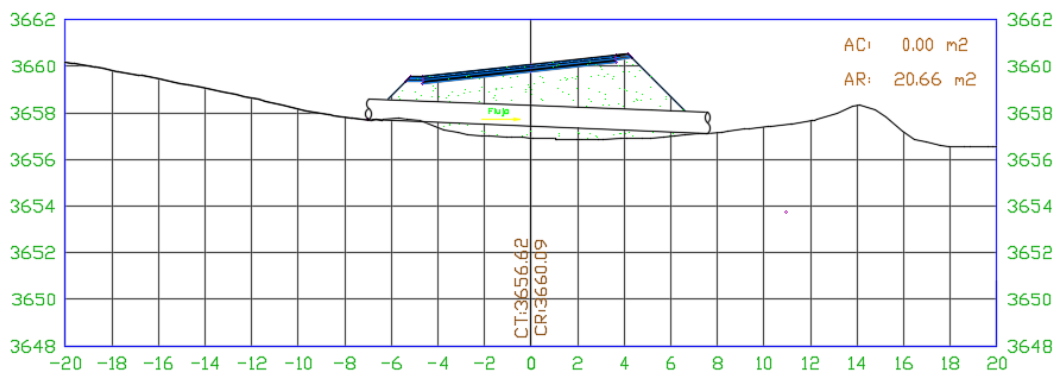


Figura 4. 43 ODT-6 drenaje
 Fuente Elaboración Propia

Y también para diseñar las cunetas se procedió a realizar el cálculo utilizando el caudal determinado

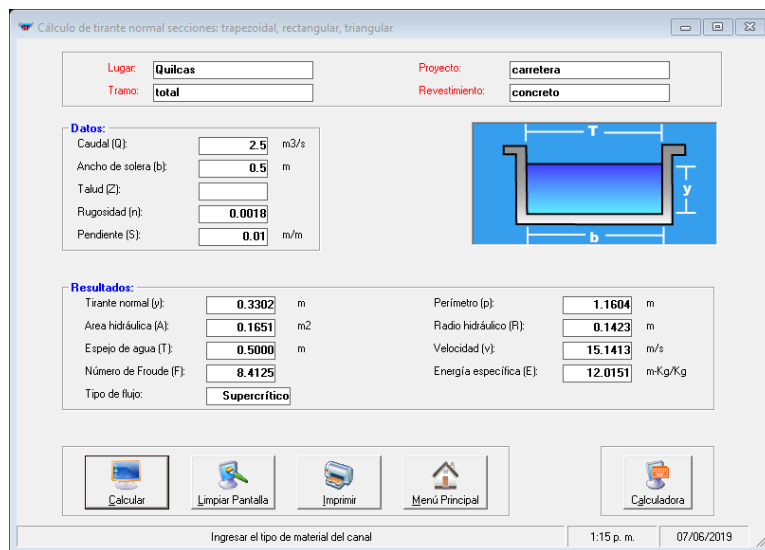


Figura 4. 44 Resultado cuneta.
Fuente Elaboración Propia.

Del diseño obtenido del análisis hidrológico y el diseño hidráulico realizado se tienen los siguientes detalles de diseño de la cuneta

Detalle cuneta transversal

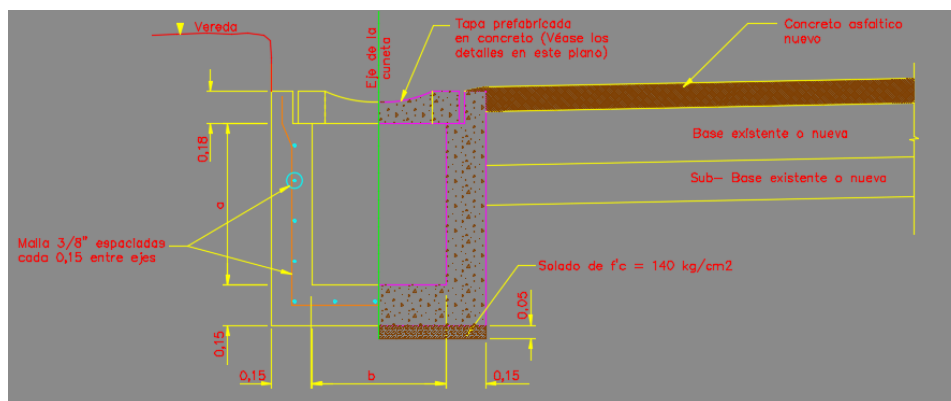


Figura 4. 45 Detalle Cuneta Triangular
Fuente Elaboración Propia

4.4 GEOTÉCNICA

4.4.1 CLASIFICACIÓN DE SUELO

El suelo que se clasifica fue producto de una calicata para el tramo anterior de la carretera que llega hasta el inicio del trazo desarrollado se documentó un material limo arcilloso.

Cuadro 4. 8 Clasificación del suelo.
Fuente Elaboración Propia.

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido Acumulado (%)	Retenido Parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	100.00	100.00	0.00	0.00
20	100.00	100.00	0.00	0.00
12.5	100.00	100.00	0.00	0.00
10	100.00	100.00	0.00	0.00
6.3	100.00	100.00	0.00	0.00
5	99.86	99.86	0.14	0.14
2	99.89	99.89	0.11	-0.03
1.25	98.40	98.40	1.60	1.49
0.4	87.51	87.51	12.49	10.89
0.160	86.00	86.00	14.00	1.51
0.080	85.00	85.00	15.00	1.00

De este cuadro podemos obtener la granulometría y clasificación del material que se encuentra en la zona del estudio que según la clasificación SUCS vendría a ser un material ML-CL. (Limo arcilloso).

4.4.2 MODELAMIENTO CON PROGRAMA PLAXIS

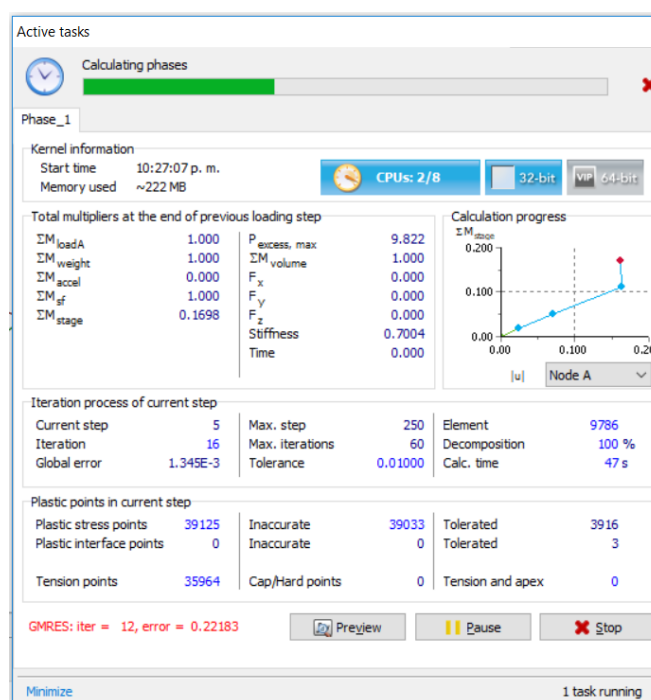


Figura 4. 46 Procesamiento con Plaxis.
Fuente Elaboración Propia.

De aquí tenemos el cuadro de resultados que nos permite explicar el comportamiento

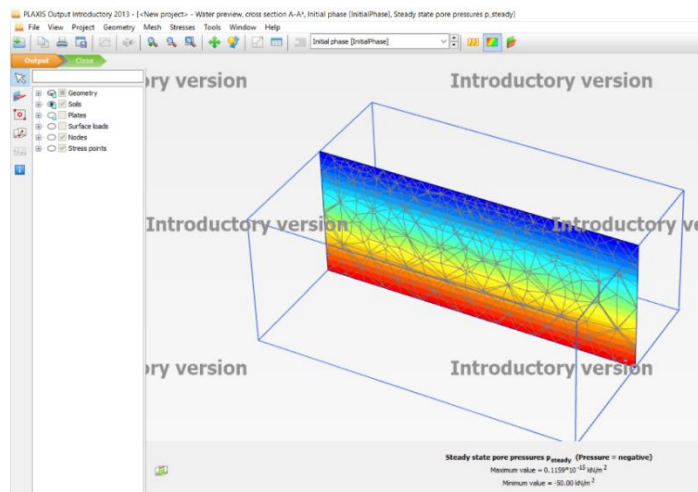


Figura 4. 47 Resultado gráfico.
Fuente Elaboración Propia.

4.4.3 RESULTADOS

De aquí se determina que los taludes son estables por encima de los 6 metros sin llegar a necesitar ningún refuerzo adicional para sostenerse adoptando el talud 1:1.5

4.5 MURO DE CONTENCIÓN

El trazo presenta una zona donde el talud de relleno es inestable por ello se optó por colocar una estructura de contención cuyo diseño se resumirá a continuación.

MT-1,MT2

Características

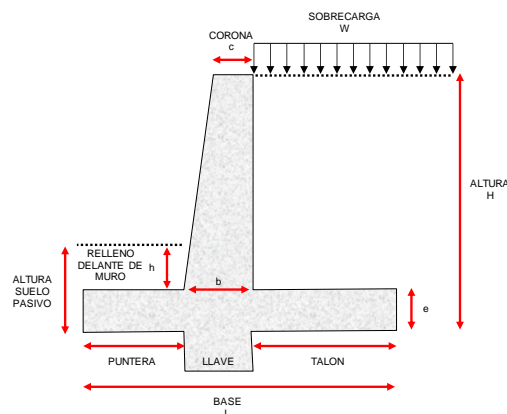


Figura 4. 48 Esquema de diseño
Fuente Elaboración Propia

Datos de diseño

Cuadro 4. 9 Cuadro de datos de diseño
Fuente Elaboración Propia

Fc	210.00	Kg/cm2
Fy	4200.00	Kg/cm2
Ø	31.00	grados
μ	0.30	
γ	1.80	Tn/m3
ALTURA (H)	2.00-3.00	m
SOBRECARGA (W)	1.00	Tn/m2
h	0.30	m

Análisis de estabilidad

Aquí tenemos las fuerzas ya calculadas distribuidas en los respectivos lugares a aplicación dentro de la estructura calculada.

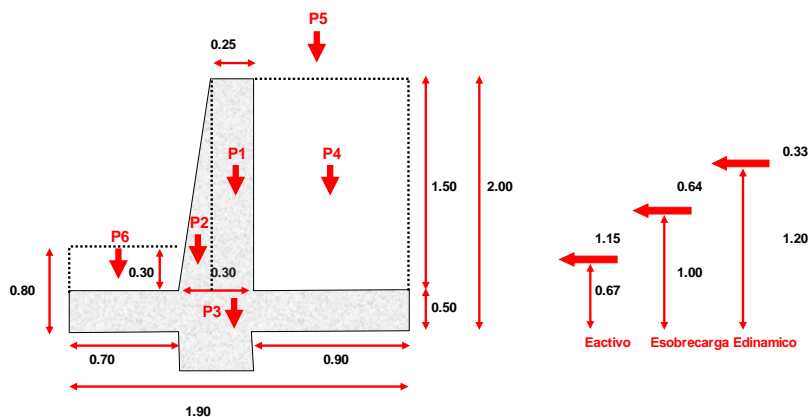


Figura 4. 49 Distribución de fuerzas
Elaboración Propia

Distribución de acero elevación

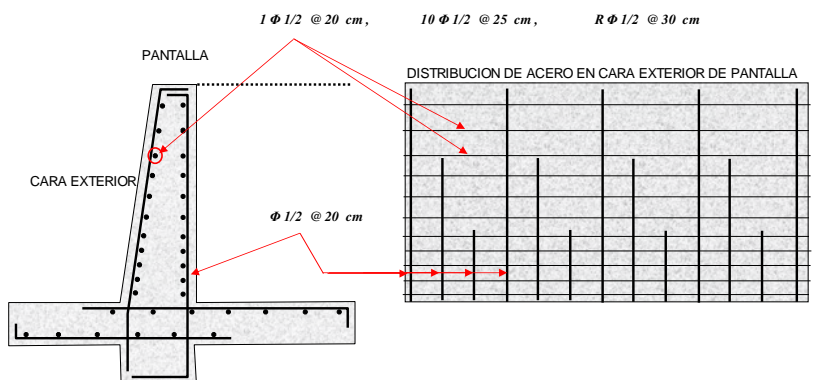


Figura 4. 50 Distribución del acero en elevación
Fuente Elaboración Propia

Distribución en planta

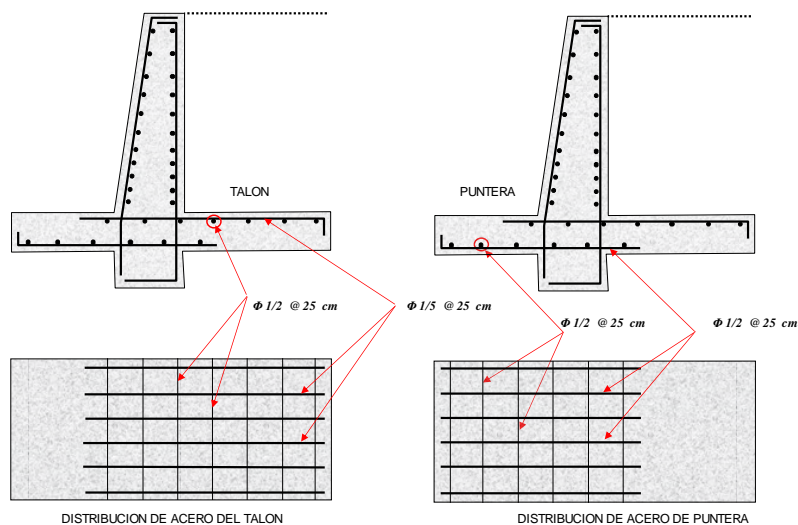


Figura 4. 51 Distribución del acero en planta
Fuente Elaboración Propia

4.6 DETERMINACION DE CANTERAS Y DME

4.6.1 CANTERAS Y DME

Estos dos espacios son importantes y definirlos es parte fundamental para tener en cuenta los accesos y salidas de los mismos.

4.6.2 UBICACIÓN DE PUNTOS



Figura 4. 52 Área de botaderos y canteras.
Fuente Elaboración Propia.

4.6.3 JUSTIFICACIÓN

Se tomará la alternativa de la cantera del distrito de san Jerónimo por la cantidad de material disponible y el fácil acceso que este tiene hacia el lugar del proyecto

Se tomará la alternativa de utilizar las excavaciones de las ladrilleras para utilizarlas como DME (depósito de material excedente) ya que el material que se desplazara es un material limo arcilloso que puede ser de utilidad para la elaboración de ladrillo de arcilla cocida.

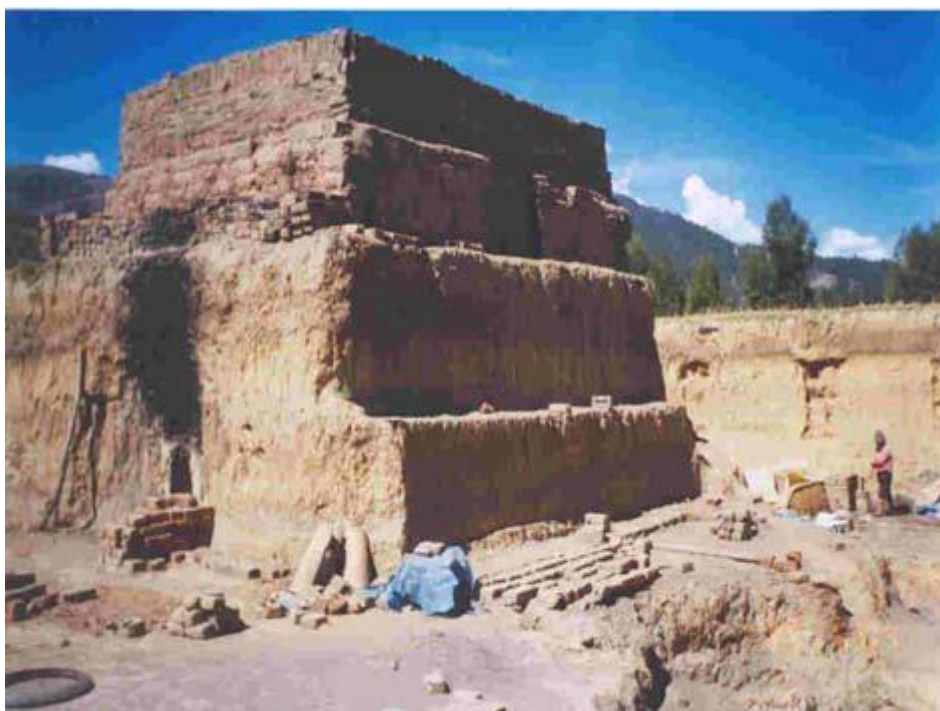


Figura 4. 53 Excavación ladrilleras artesanales
Fuente Elaboración Propia

CAPITULO V: TRAZO DE EJE DE CARRETERA

5.1 TOPOGRAFÍA

Utilizando la información recolectada en el capítulo anterior se procedió a procesar la información contenida de las dos fuentes trabajadas con las cuales se procedió a obtener las curvas de nivel que servirán para el trazo de la carretera. Y con la imagen de restitución obtenida del levantamiento con dron podemos obtener lo siguiente.



Figura 5. 1 Imagen restituida
Fuente Elaboración Propia.

Para realizar el trazo del eje de la carretera se tienen una información más completa que se obtiene se las curvas de nivel y la imagen restituida que nos proporciona el uso del dron y esta información se puede realizar un trazo más eficiente que nos dé una vista más óptima del terreno las propiedades que estén cercanas por donde atravesar.

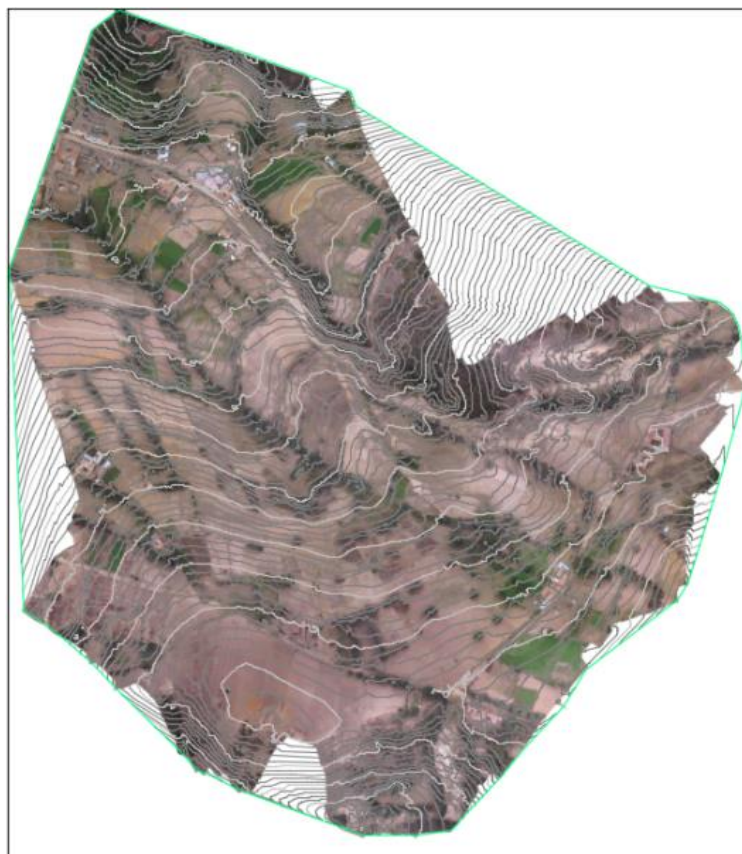


Figura 5. 2 Curvas de nivel.
Fuente Elaboración Propia.

Ahora que se tiene la información necesaria para poder realizar el trazo recurriremos al manual de carreteras DG-2018 para obtener los criterios que necesitamos para el trazo de la carreta en las condiciones que se requiera.

5.2 VELOCIDAD DE DISEÑO

5.2.1 INICIO Y FIN DEL TRAZO.

Primero elegimos definimos los puntos de inicio y fin del trazo del eje que los tenemos definidos

Cuadro 5. 1 Coordenadas de paso
Fuente Elaboración Propia.

tramo	referencia	coordenadas		
		norte	sur	cota
inicio	Jardín de niños	8682088.77	473111.542	3527.946
paso obligado	local de la comunidad	8682054.37	472924.872	3616.083
fin	ultima casa del anexo	8682149.8	472950.857	3621.754

Luego se debe calcular la distancia aproximada que tendrá el trazo de la carretera.

Cuadro 5. 2 Lugares de paso.
Fuente Elaboración Propia.

tramo	referencia	distancia (km)
inicio	Jardín de niños	0
paso obligado	local de la comunidad	2.2
fin	ultima casa del anexo	2.6

5.2.2. CLASIFICACIÓN OROGRÁFICA

Ahora determinamos la pendiente aproximada del terreno para determinar que clasificación tendrá de acuerdo a la teoría expresada en el Capítulo II antes mencionado.

Cuadro 5. 3 Clasificación orográfica.
Fuente Elaboración Propia.

tramo	referencia	distancia (km)	cota (m)	Pendiente tramos (%)	Pendiente longitudinal total (%)
inicio	Jardín de niños	0	3527.946	0	11%
paso obligado	local de la comunidad	2.2	3616.083	12.6%	
fin	ultima casa del anexo	2.6	3621.754	0.5%	

Teniendo la pendiente total del trazo y la pendiente transversal de 100% determinamos su clasificación según el marco teórico.

El terreno está clasificado como terreno ESCARPADO

5.2.3 CLASIFICACIÓN POR DEMANDA

Ahora basándonos en el CAPITULO IV que nos describe a la comunidad campesina que vive en los poblados que unirá el trazo de la carretera tenemos que determinar el tipo de carretera correspondiente a nuestro trazo y este es una carretera de tercera clase dado que une la población con un aproximado de 500 personas, con un valor IMDA < 400 Veh/día.

Para la utilización de las tablas contempladas en el manual de diseño geométrico DG-2018 se toma como vehículo de diseño camión C2 (Camión de dos ejes)

Según los datos obtenidos y basándonos en el cuadro 2.1 tenemos que nuestra velocidad de diseño será de 30 km/h y la carretera será de tercera clase.

Ahora tenemos en los datos de la carretera y determinaremos el alineamiento en base a los parámetros ya antes mencionados. Al tener la topografía con la imagen restituída de la zona de trabajo se puede optimizar el trazo realizado.

Utilizamos la pendiente de diseño de 10% para determinar un alineamiento tentativo para el trazo del eje de la carretera, la Longitud $L = 11.7$ m determinada para el vehículo de diseño C2.

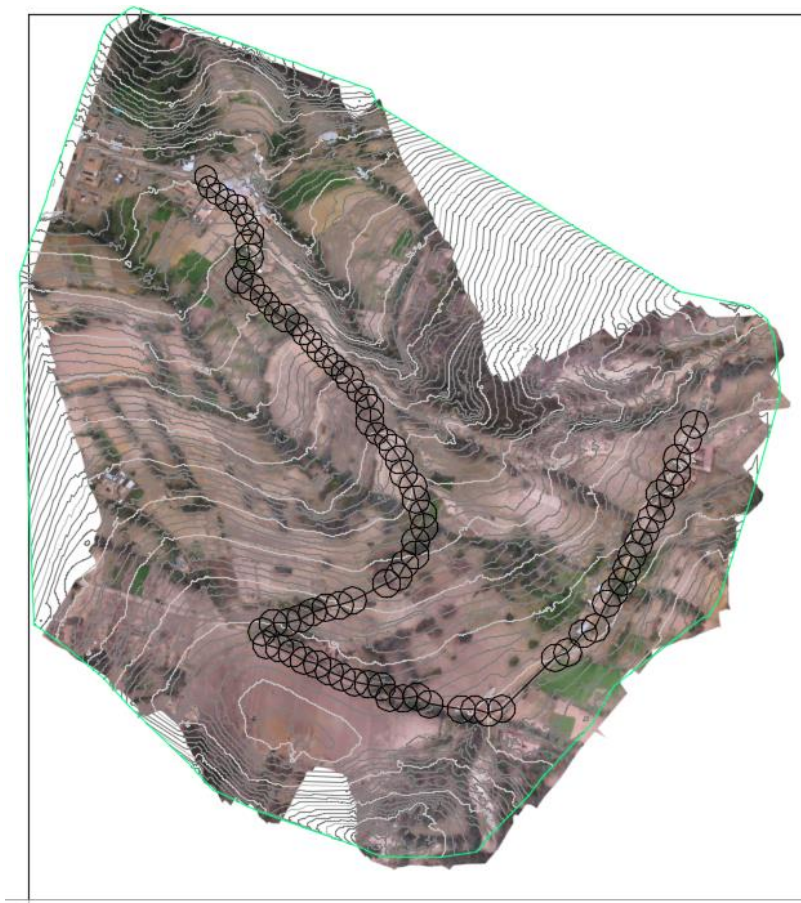


Figura 5. 3 Trazo tentativo.
Fuente Elaboración Propia.

De aquí teniendo ya el alineamiento tentativo se procederá a utilizar los programas de cómputo como el Civil 3D y el Infra Works 360 para modelar las especialidades de infraestructura vial.

5.3 DISTANCIA DE VISIBILIDAD

5.3.1 DISTANCIA DE PARADA

La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_p = \frac{V t_p}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

De aquí se tiene una distancia de parada de 35 m

5.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

5.4.1 Radio de diseño

Para el diseño en planta se determina el valor del radio de giro utilizando adicionalmente al cuadro de norma para el vehículo de diseño C2 lo cual nos permitirá corroborar el valor que nos proporciona las tablas de diseño.

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

Dónde:

R_{min} : Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

P_{max} : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{max} : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V .

De aquí se determina el parámetro correspondiente al radio mínimo de diseño que se adoptara para el correspondiente trazo de la carretera, según cuadro 2.6 es:

$$R_{min} = 24.5 \text{ m}$$

Redondeando el valor tomaremos el valor de 25 m

5.4.2 Sobreancho

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente fórmula:

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

Dónde:

Sa : Sobreechancho (m)

n : Número de carriles

R : Radio (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

De aquí se determinó el sobre ancho mínimo para poder realizar el diseño del trazo de carretera requerido

$$Sa = 2.50 \text{ m}$$

5.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

A.- Longitud de las curvas convexas

La longitud de las curvas verticales convexas se determina con las siguientes fórmulas:

a) Para contar con la visibilidad de parada (D_p).

$$L = \frac{AD_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Cuando $D_p > L$;

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Dónde, para todos los casos:

L : Longitud de la curva vertical (m)

D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

De aquí determinamos el valor requerido para cada tipo de curva a usar en el trazo $L=150$ m

B.- Longitud de las curvas cóncavas

La longitud de las curvas verticales cóncavas se determina con las siguientes fórmulas:

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

De aquí determinamos el valor requerido para cada tipo de curva a usar en el trazo $L=150$ m (al aplicar la formula)

5.6 DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCIÓN TRANSVERSAL

Aquí se determina el ancho mínimo de la calzada que se determinara a partir de la teoría mencionada en capítulo II

Teniendo un ancho de calzada de 6 metros definido en el cuadro 2.11

Berma de 0.5 m según la clasificación de la carretera mostrado en el cuadro 2.12

Un peralte que va desde 8% a 12 % según la clasificación de la carretera, mostrado en el cuadro 2.14

Teniendo esto en consideración se tomará toda la información calculada y recolectada en el campo para poder elaborar el trazo asistido por computadora utilizando los dos programas que se plantean en la investigación.

La hidrología determinada nos permitirá determinar el tamaño de la alcantarilla la sección y tamaño de las cunetas que tendrá la carretera además del bombeo necesario para evitar que el agua se acumule en la pista

La Geotecnia nos permitirá determinar las condiciones del suelo de fundación y determinar si es requerido un mejoramiento espesor de la base y subbase

Así mismo determinar los taludes de corte y relleno importante para determinar un adecuado volumen de corte y relleno y así evitar excesos en esta partida que significa mucho recurso en cuanto a obras viales se refiere.

SECCIÓN DE CARRETERA

El trazo de la carretera se enmarca en un proyecto siendo esta la tercera etapa de este, por ende en un futuro esta será pavimentada ergo en el presente será afirmada hasta que el proyecto concluya su etapa dos por ello se considera una sección típica ya que el diseño cumple con ambos sistemas.

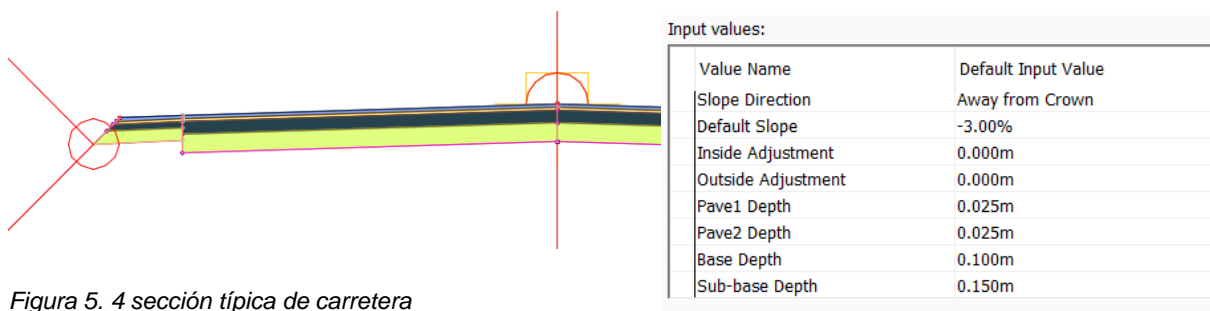


Figura 5. 4 sección típica de carretera
Fuente Elaboración Propia

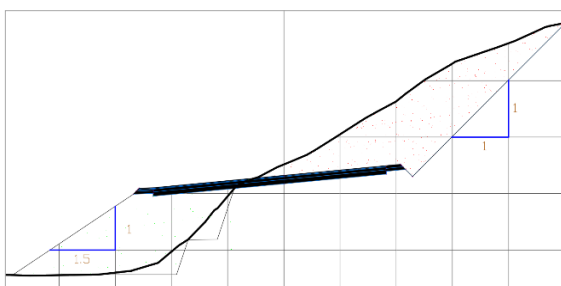


Figura 5. 5 sección típica a media ladera
Fuente Elaboración Propia

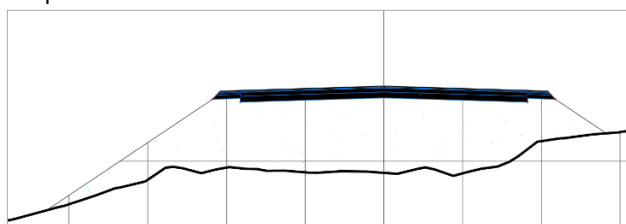


Figura 5. 6 sección típica en terraplén
Fuente Elaboración Propia

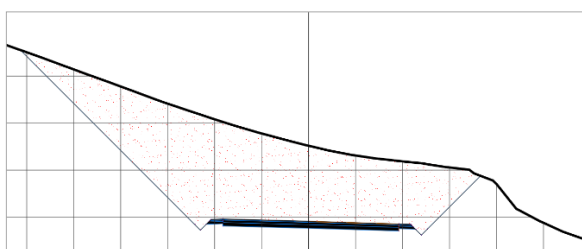


Figura 5. 7 sección típica en corte cerrado
Fuente Elaboración Propia

CAPITULO VI: MODELAMIENTO DE ESPECIALIDADES DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON INFRAWORKS 2020 Y AUTOCAD CIVIL 3D

6.1 MODELAMIENTO CON PROGRAMA INFRAWORKS 2020.

El método de trabajo parte desde el modelo de nube de puntos que se procesó anteriormente.

Primero se creara un nuevo proyecto en blanco que nos permita cargar todos nuestros archivos obtenidos en la restitución como son la nube de puntos orthofoto

Se da click derecho en el ítem de nuevo para acceder a un nuevo proyecto en blanco

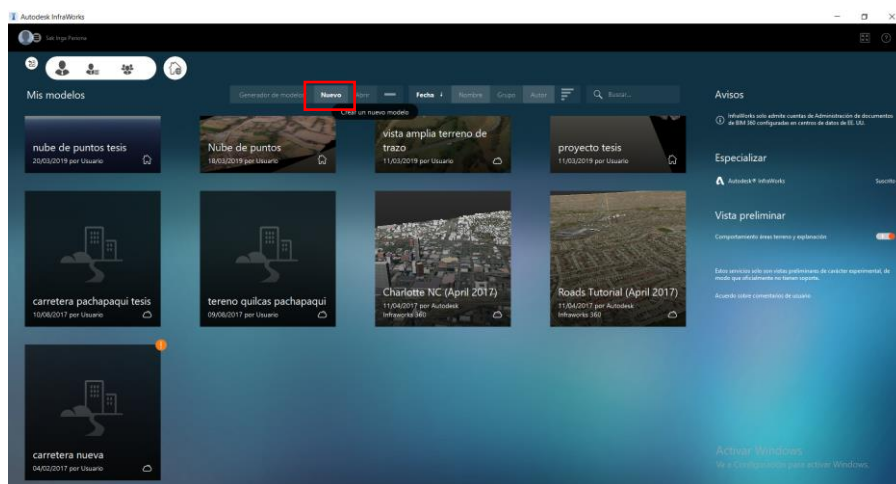


Figura 6. 1 creación de nuevo modelo
Fuente Elaboración Propia

Una vez se realice el proceso antes mencionado se deberá configurar los parámetros del modelo a crear

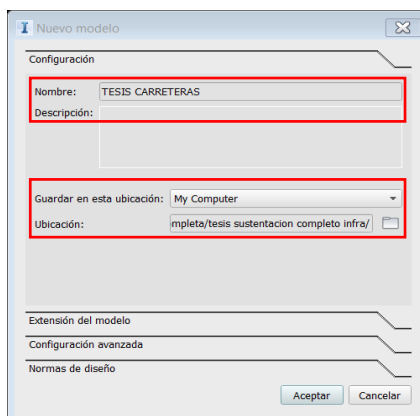


Figura 6. 2 Configuración Nombre y Ubicación
Fuente Elaboración Propia

Se configura el nombre del proyecto y la ubicación donde se guardara, se continúa con la configuración de los demás parámetros

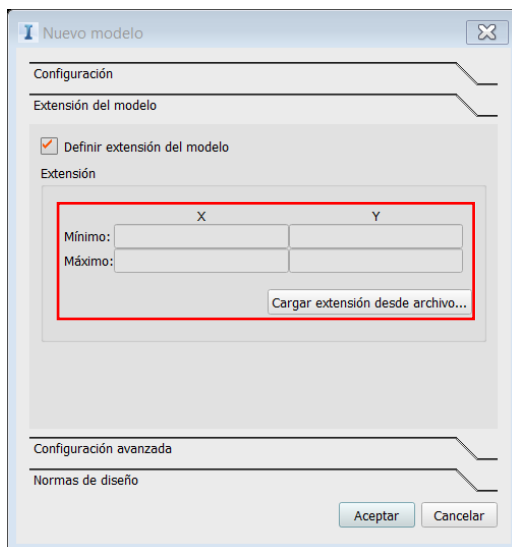


Figura 6. 3 cargar coordenadas del modelo
Fuente Elaboración Propia

Ahora configuraremos el sistema geodésico en el que se trabajara el modelo a partir de los sistemas que tiene pre cargados el infraworks 2020 y en caso no contar con el sistema geodésico cargar una plantilla con sus parámetros de forma manual

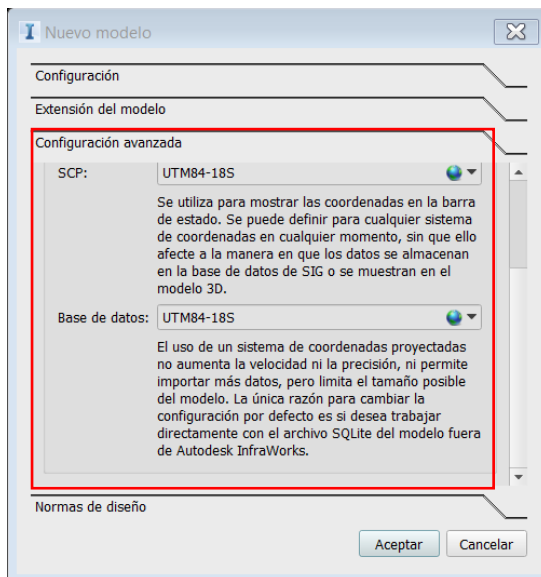


Figura 6. 4 sistema geodésico de trabajo
Fuente Elaboración Propia

Y finalmente se configura la norma de diseño sobre el cual el modelo se parametrizará.

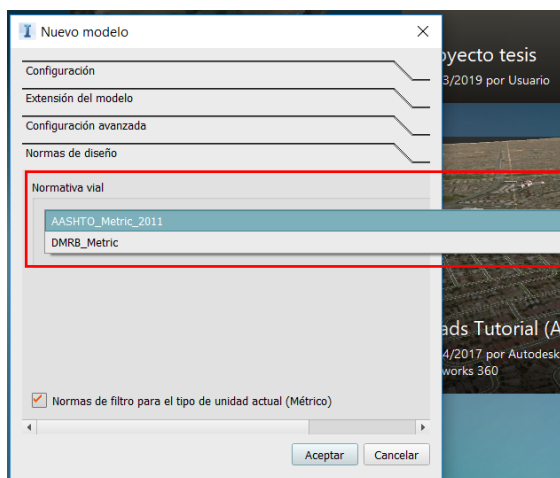


Figura 6. 5 Normas de diseño pre cargadas
Fuente Elaboración Propia

Cabe resaltar que el programa aun no permite ingresar de forma manual las normas motivo por el cual el modelo se afina en el Civil 3D que si permite ingresar las normas de forma manual.

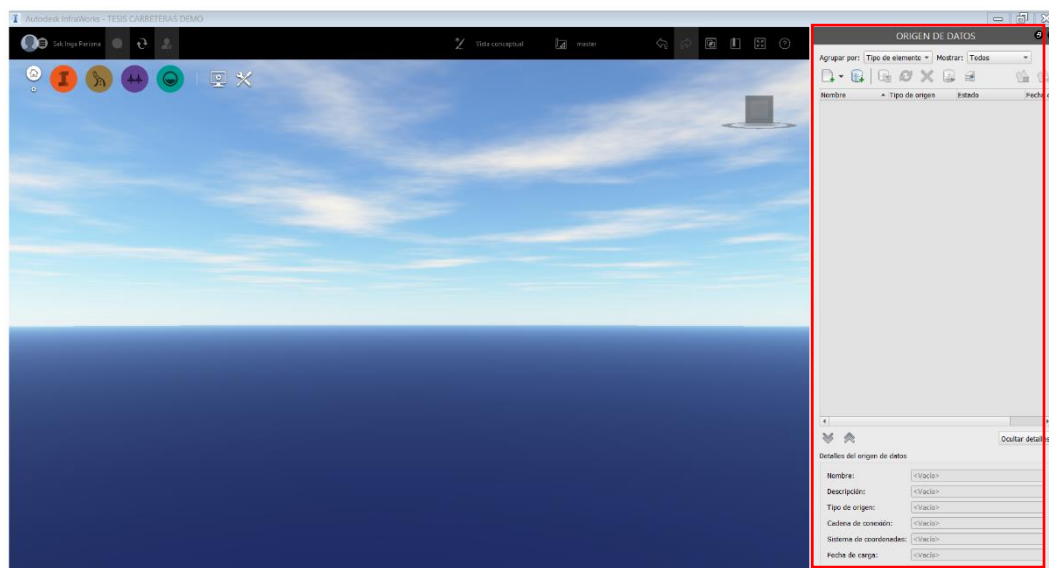


Figura 6. 6 Modelo en blanco Infracworks 2020
Fuente Elaboración Propia

Con formato ya configurado procedemos a ingresar los datos obtenidos de la restitución fotogramétrica como son la nube de puntos y la orthofoto que se generó en el proceso.

Para ello nos dirigimos a la pestaña de ingreso de datos de fuentes externas y hacemos click.

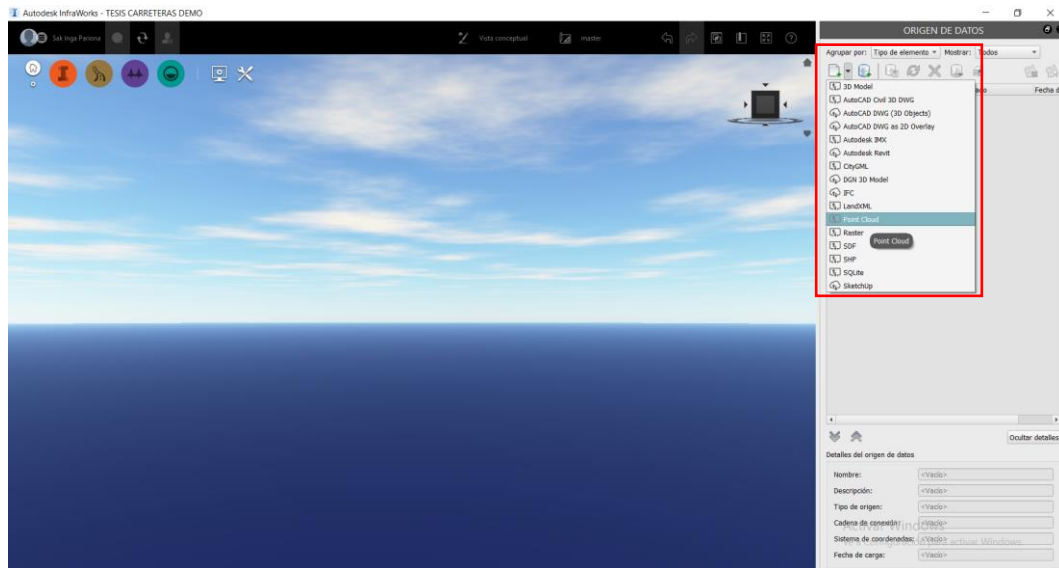


Figura 6. 7 Ingreso de datos de restitución
Fuente Elaboración Propia

Una vez se haya cargado al modelo todos los archivos se procederá a la configuración de los mismos para poder ser integrados en un mismo y único modelo de trabajo

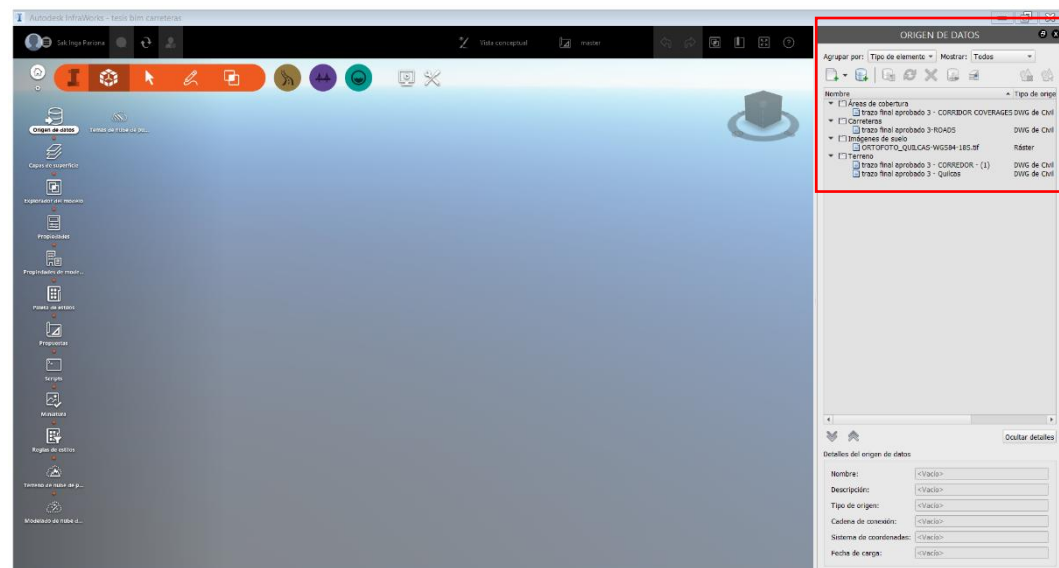


Figura 6. 8 Datos de restitución cargados al modelo
Fuente Elaboración Propia

Ahora ya los datos en un único archivo procedemos a geo referenciar el modelo utilizando para ello las coordenadas que nos trae la nube de puntos que tiene ya una muy buena precisión gracias a haber sido procesada con una poligonal de apoyo que ayudo a corregir los errores principalmente en cota.

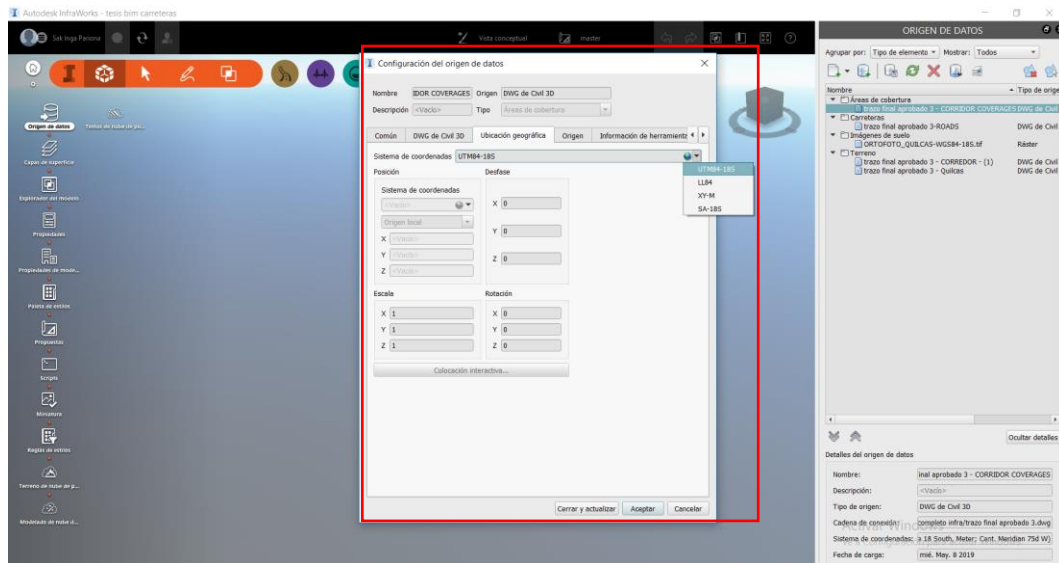


Figura 6. 9 Modelo Geo Referenciado
Fuente Elaboración Propia

Una vez que tenemos todos los elementos procedemos a dar click en cerrar y actualizar con lo cual se generara el modelo único de diseño el cual esta parametrizado con la norma americana de diseño y la topografía proveniente de vuelo no tripulado y el programa de restitución.

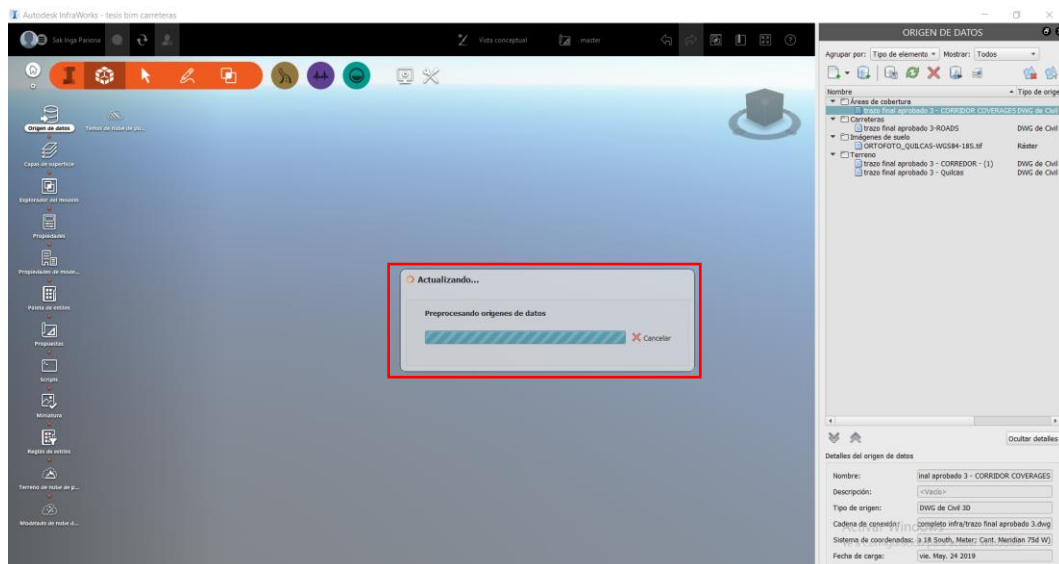


Figura 6. 10 Generación del modelo
Fuente Elaboración Propia

Terminado el proceso de generación se tendrá el modelo que integra la nube de puntos orthofoto puntos de control de la poligonal que nos brinda gran cantidad de información en un solo modelo completo e integrado por muchas fuentes de datos.

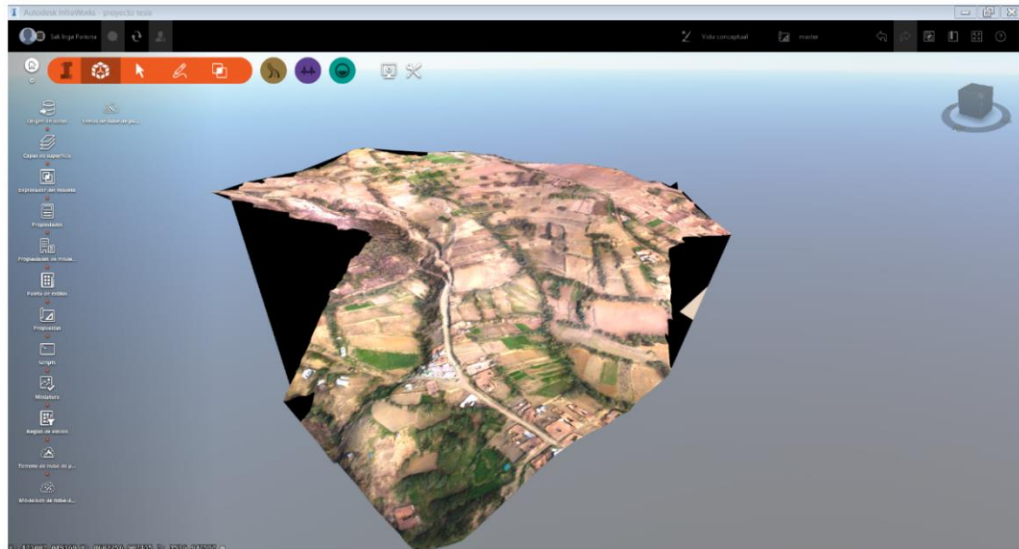


Figura 6. 11 Modelo restituído
Fuente Elaboración Propia.

Al tener ya el modelo restituído y con todos los elementos que se trabajó en los anteriores capítulos se realiza una presentación con el modelo generado desde el Maps del InRoads 2020

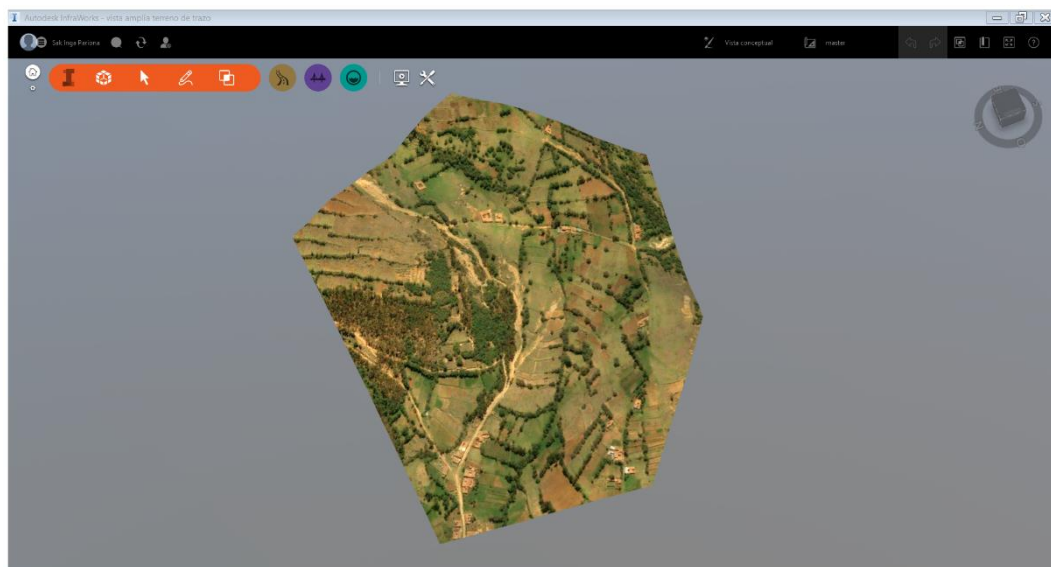


Figura 6. 12 Modelo generado directamente del InRoads
Fuente Elaboración Propia

Optimización de perfil

La ventaja de tener un área extensa en el generador de modelos nos permite trabajar una herramienta muy potente que es el generador de trazo óptimo que facilita mucho el trabajo del diseñador ya que brinda mucho panorama al momento de elegir el trazo.

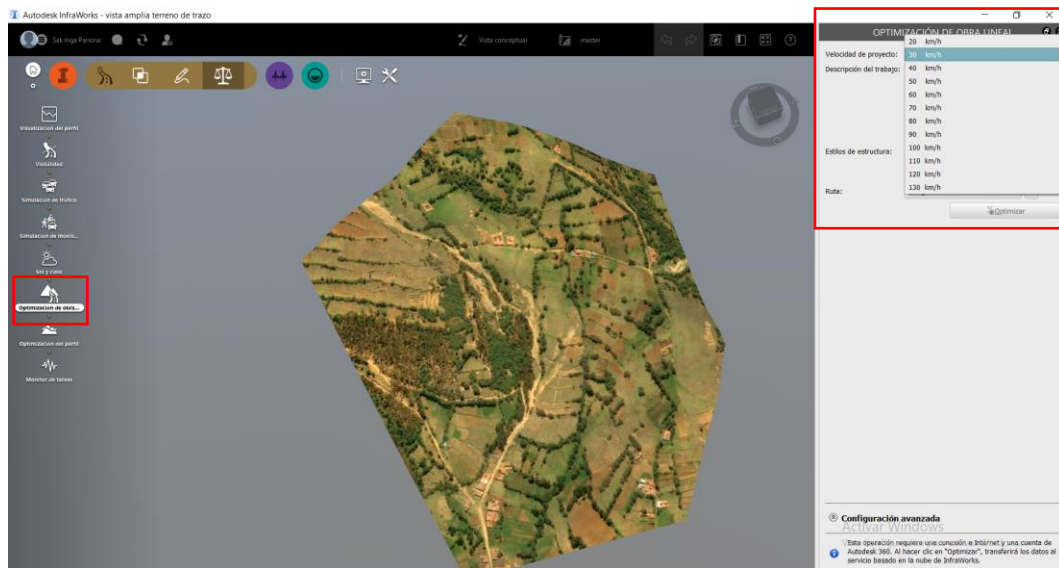


Figura 6. 13 Configuración para Optimización
Fuente Elaboración Propia

Cabe señalar que el proceso de optimización se realiza en la nube y que al finalizar se obtiene un reporte con las consideraciones de diseño en función a la norma con la que se configuro el modelo.

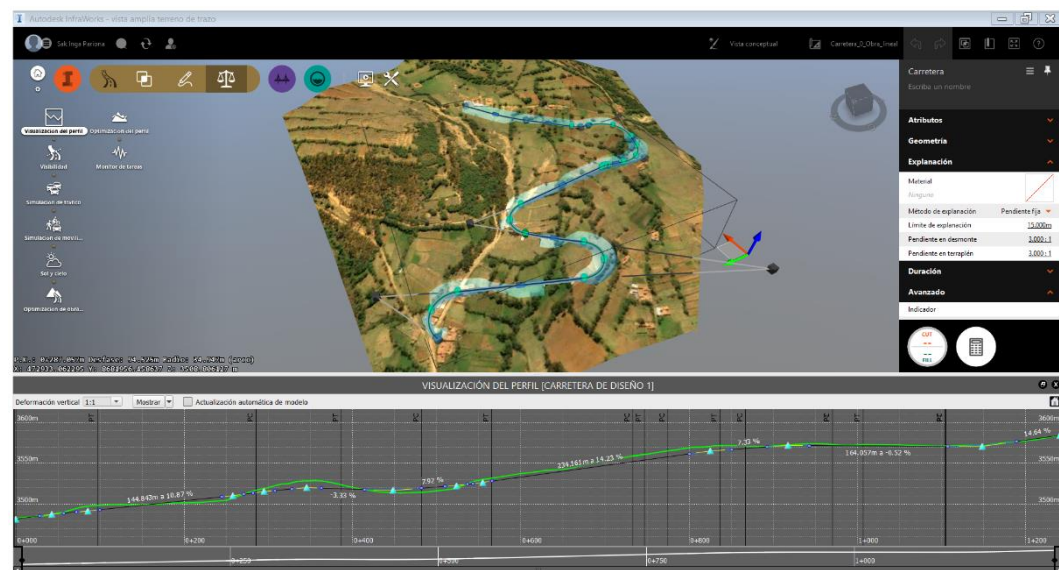


Figura 6. 14 Optimización de trazo.
Fuente Elaboración Propia.

Esta herramienta trabaja sobre una gran extensión del terreno a utilizar para poder abarcar con mayor facilidad múltiples opciones de trazo y lo hace a partir de cualquier base de información propia o del mismo programa. Esto nos da una idea de cómo podríamos realizar el trazo según las velocidades de diseño.

Ahora disponiendo de una base que nos da el trazo óptimo, según programa tendremos tres alternativas de las cuales se elegirá una lo cual será justificada según criterios técnicos, económicos, etc.

ALTERNATIVA 1

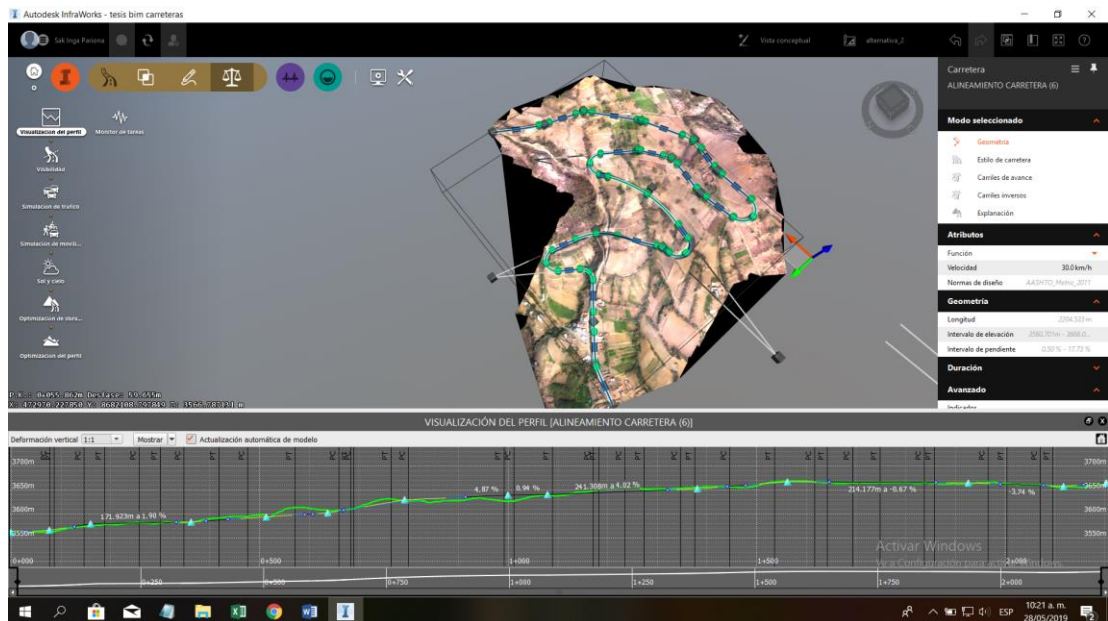


Figura 6. 15 Vista en planta y perfil alternativa 1
Fuente Elaboración Propia

Esta alternativa 1 tiene las siguientes características

- ✓ La longitud del tramo es de 2+200.00 km
- ✓ Pendiente máxima 12.5 %
- ✓ Profundidad de corte máxima 5.2 m

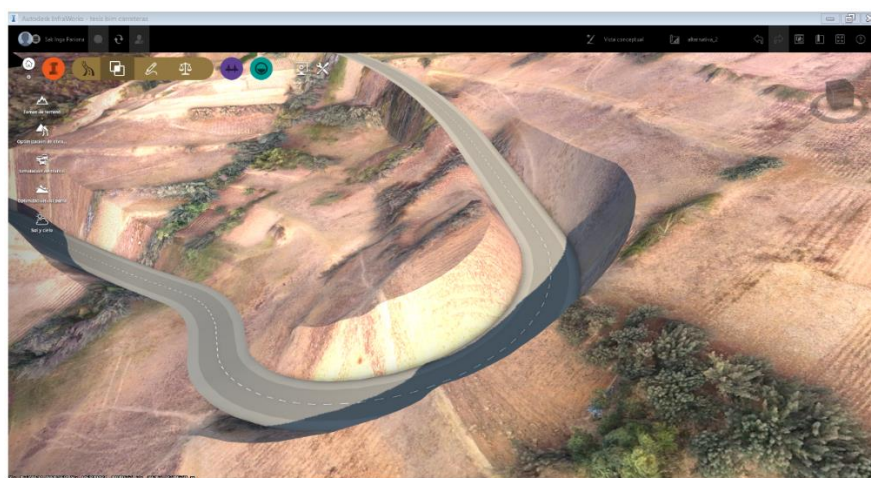


Figura 6. 16 Vista del desarrollo talud alternativa 1
Fuente Elaboración Propia

ALTERNATIVA 2

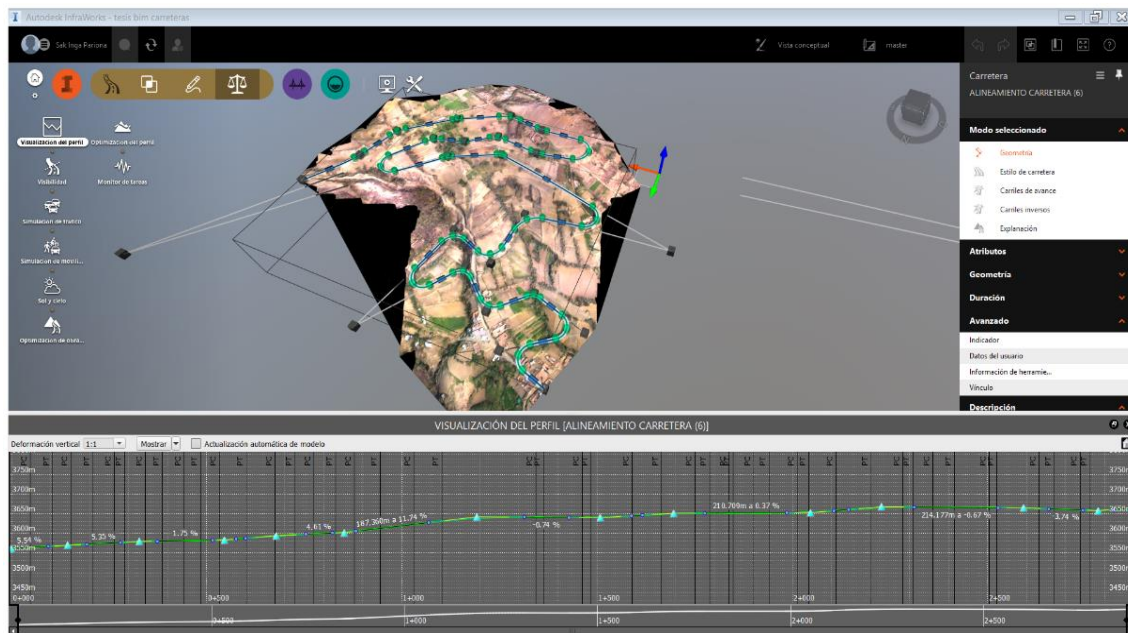


Figura 6. 17 Vista en planta y perfil alternativa 2
Fuente Elaboración Propia.

Esta alternativa 2 tiene las siguientes características

- ✓ La longitud del tramo es de 2+867.66 km
- ✓ Pendiente máxima 11.5 %
- ✓ Profundidad de corte máxima 2.8 m

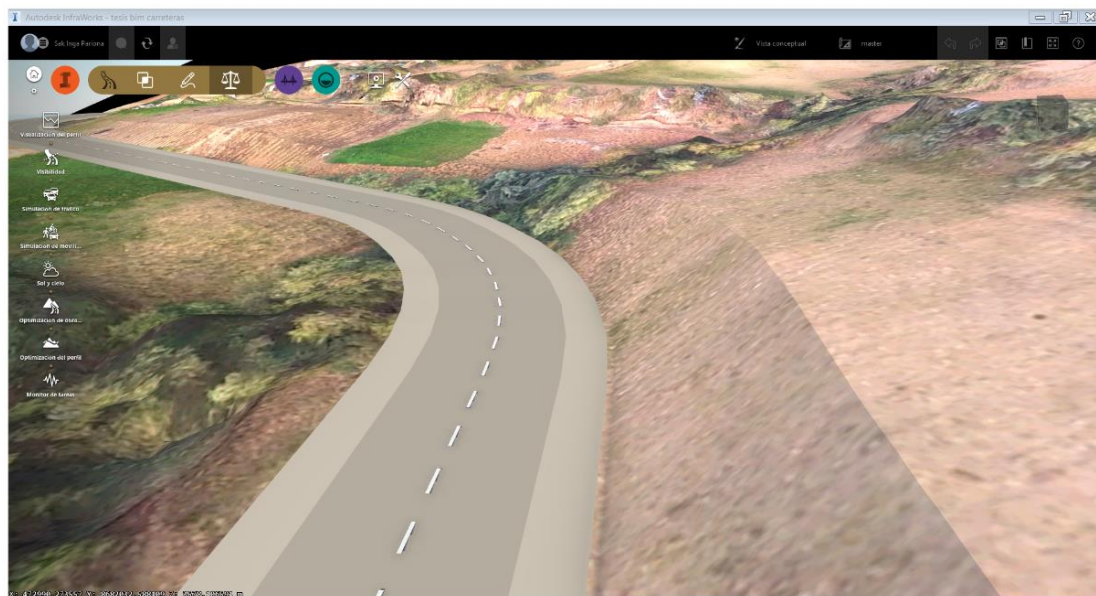


Figura 6. 18 Vista del desarrollo talud alternativa 2
Fuente Elaboración Propia.

ALTERNATIVA 3

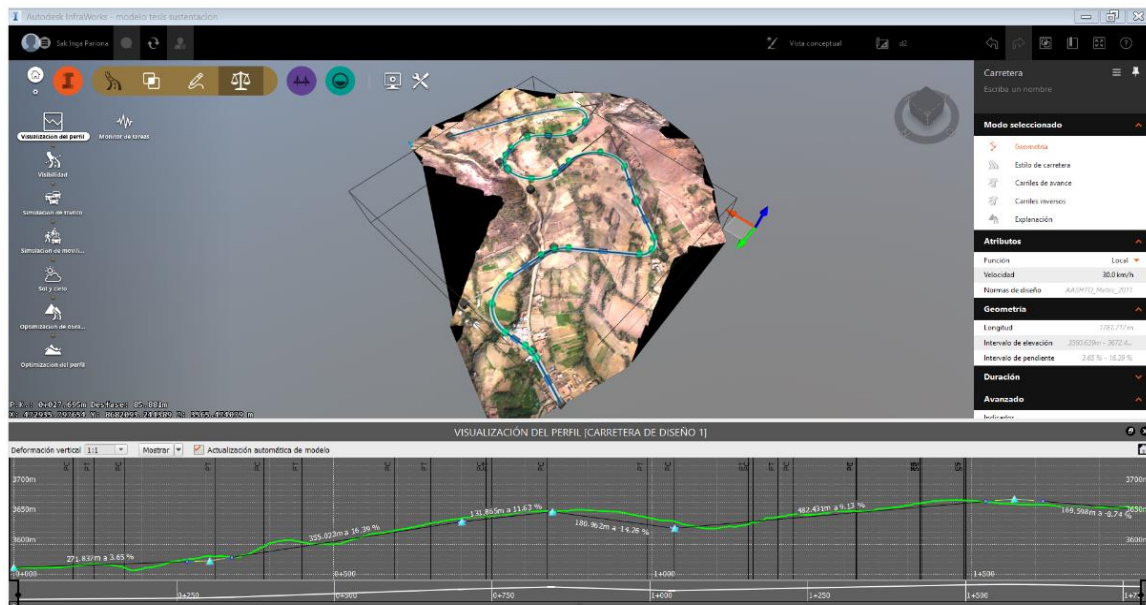


Figura 6. 19 Vista en planta y perfil alternativa 3
Fuente Elaboración Propia.

Esta alternativa 2 tiene las siguientes características

- ✓ La longitud del tramo es de 1+190.52 km
- ✓ Pendiente máxima 12.8 %
- ✓ Profundidad de corte máxima 4.5 m

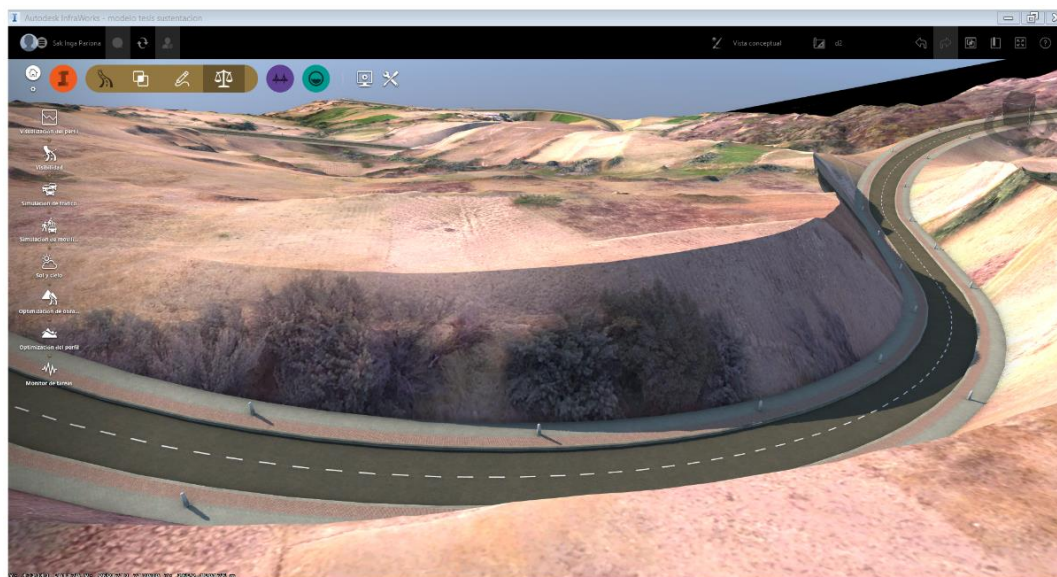


Figura 6. 20 Vista del desarrollo talud alternativa 2
Fuente Elaboración Propia

Finalmente se elige la **alternativa 2** de entre las tres alternativas de trazado geométrico que se evaluó en el Infracworks 2020 por las siguientes razones

- ✓ El desarrollo que se genera tiene un mejor confort para el conductor
- ✓ La pendiente que desarrolla es más suave que las otras alternativas
- ✓ El movimiento de tierras es menor en las dos alternativas

Alcantarillas

Infracworks 2020 nos permite introducir las obras de drenaje transversal como son las alcantarillas para ello debemos seleccionar la especialidad de hidrología e hidráulica del programa



Figura 6. 21 Modulo de Hidrología e Hidráulica
Fuente Elaboración Propia

Ahora trazamos la alcantarilla sobre el eje de nuestra carretera para crearla y luego poder configurarla de acuerdo a los parámetros de diseño calculados la especialidad de hidrología

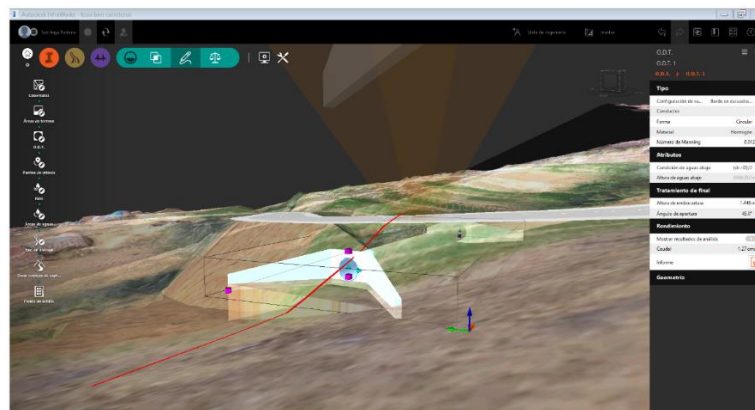


Figura 6. 22 Alcantarilla de drenaje
Fuente Elaboración Propia

Una vez se tiene la alcantarilla se procede a configurar los parámetros de diseño que se ingresan del análisis de hidrología como el caudal máximo la profundidad de la alcantarilla diámetro número de manning.

O.D.T. > O.D.T. 1	
Tipo	
Configuración de su...	Borde en escuadra...
Conductos	1
Forma	Circular
Material	Hormigón
Número de Manning	0.012
Atributos	
Condición de aguas abajo	(dc+D)/2
Altura de aguas abajo	3569.052 m
Tratamiento de final	
Altura de embocadura	1.448 m
Ángulo de apertura	45.0°
Rendimiento	
Mostrar resultados de análisis	<input type="checkbox"/>
Caudal	1.27 cms
Informe	
Geometría	

Figura 6. 23 Cuadro de configuración alcantarilla
Fuente Elaboración Propia

Adicionalmente el programa entrega un reporte resumido sobre la alcantarilla de diseño donde se visualizara los principales parámetros a tomar en consideración para su adecuado diseño. Además como una visualización en esquema del caudal extraordinario de diseño que se le coloco brindando un diámetro de alcantarilla según el cálculo hidráulico que desarrolla el Infraworks 2020 en el módulo de Hidrología sección de ODT (Obra de drenaje transversal). Ver figura 6.24.

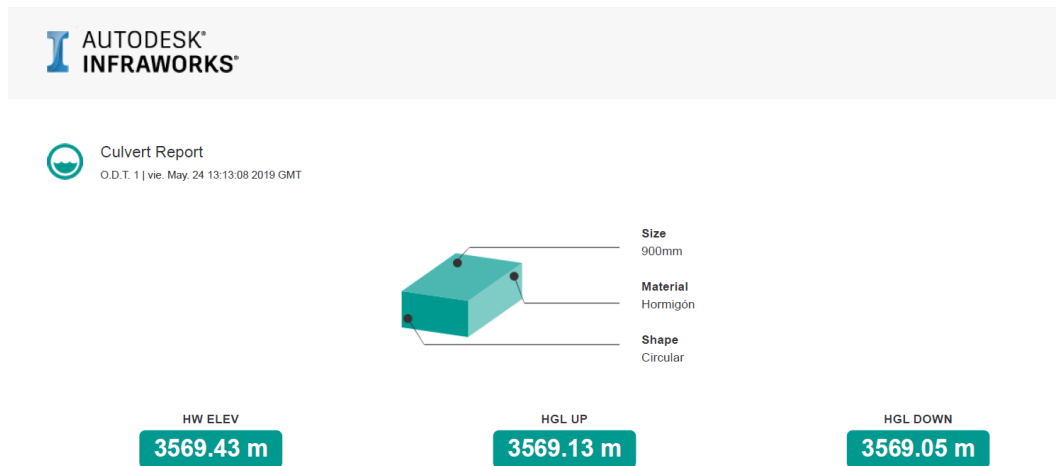


Figura 6. 24 Parámetros Estructurales de diseño
Fuente Elaboración Propia

A continuación si visualizara los parámetros hidráulicos e hidrológicos ver Figura 6.25

CULVERT			
Culvert Length (m)	15.70	Slope (%)	0.01
Invert Elev Entrance (m)	3568.26	Invert Elev Exit (m)	3568.26
Size	900mm	Shape	Circular
No. Barrels	1	Manning's n	0.012
Culvert Material	Hormigón	Inlet Configuration	Borde en escuadra con embocadura
CALCULATION			
Design Flow (cms)	1.27	Flow per Barrel (cms)	1.27
Tailwater Condition	(dc+D)/2	Tailwater Elev (m)	3569.05
Velocity Up (m/s)	1.97	Velocity Down (m/s)	2.11
HGL Up (m)	3569.13	HGL Down (m)	3569.05
Headwater Elev (m)	3569.43	Hw/D	1.28
Flow Regime	Outlet Control		
EMBANKMENT			
Top Elevation (m)	3569.43	Top Width (m)	30.00

Figura 6. 25 Parámetros hidráulicos e Hidrológicos
Fuente Elaboración Propia

Con el caudal proporcionado, se procederá a realizar el cálculo hidráulico de la alcantarilla en el evento extremo calculado para 200 años y este es el resultado que nos arroja el reporte donde se refuerza el diseño hidráulico e hidrológico arrojando el mismo parámetro de diseño en diámetro tipo y comportamiento ante eventos extremos. Ver Figura 6.26.

Water Surface Profile

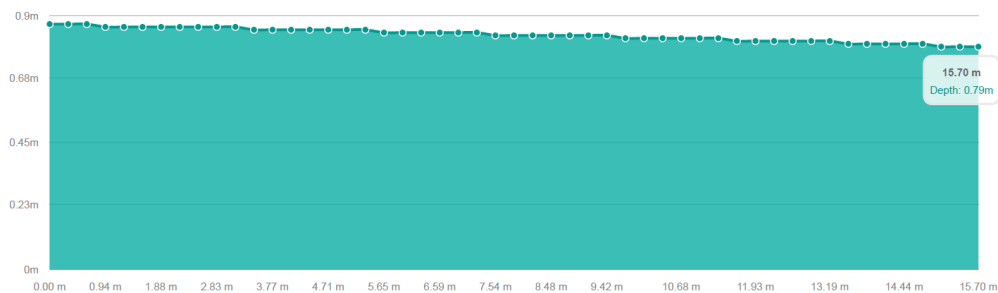


Figura 6. 26 Comportamiento hidráulico evento extremo
Fuente Elaboración Propia

Ahora se tendrá el esquema de trabajo que se desarrolló aplicado dentro del programa Infracworks 2020 (ver figura 6.27).

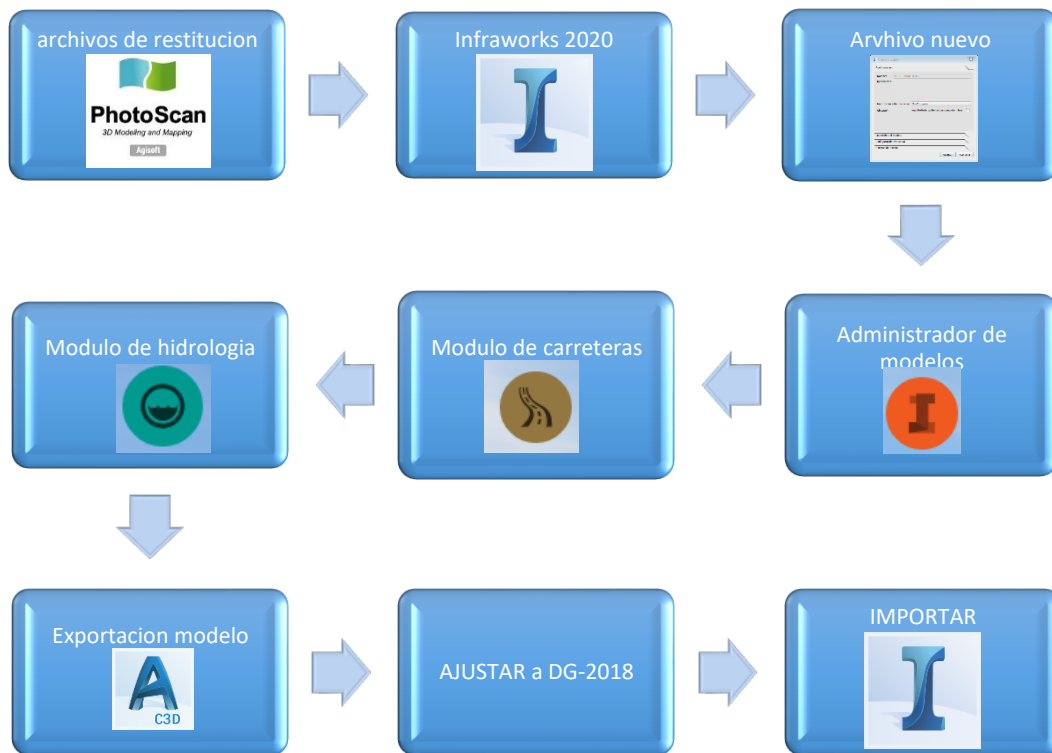


Figura 6. 27 Esquema de trabajo
Fuente Elaboración Propia

Teniendo este modelo de trazo más directo podemos exportarlo al programa Civil 3D para poder darle los ajustes necesarios que requiere la norma de diseño de carreteras DG-2018.

6.2 MODELAMIENTO CON PROGRAMA CIVIL 3D

Para realizar el diseño en civil 3D partimos desde las curvas de nivel para proceder a realizar el trazo de la carretera y para ello se seguirá el siguiente proceso de modelamiento.

6.2.1 Configuración en planta

Se traza el alineamiento de la carretera en función a los datos de radio mínimo longitud en tangente mínima que se determinaron en Capítulo V y ello se muestra en la Figura 6.28.

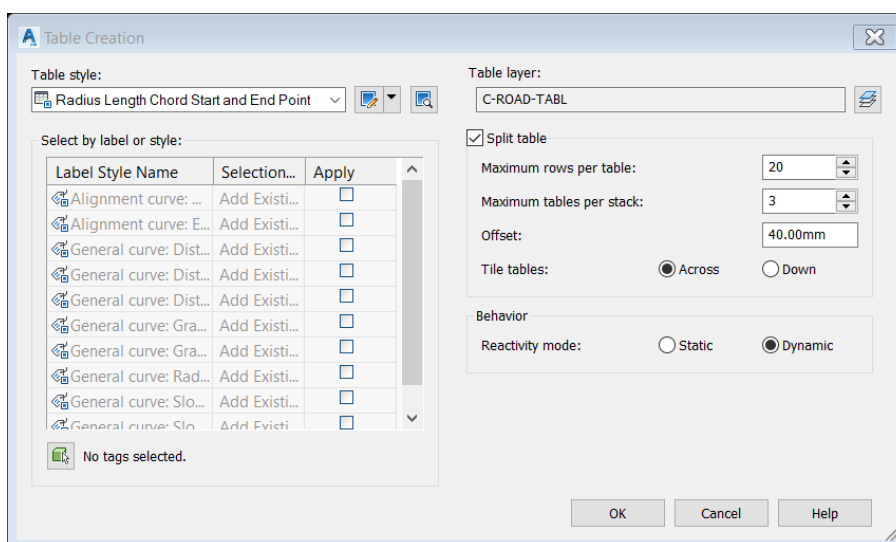


Figura 6. 28 Configuración Alineamiento.
Fuente Elaboración Propia.

Seguidamente teniendo ya el alineamiento se procede a determinar el cuadro de elementos de curva según el manual DG-2018 para lo cual se configura como se muestra en la Figura 6.29

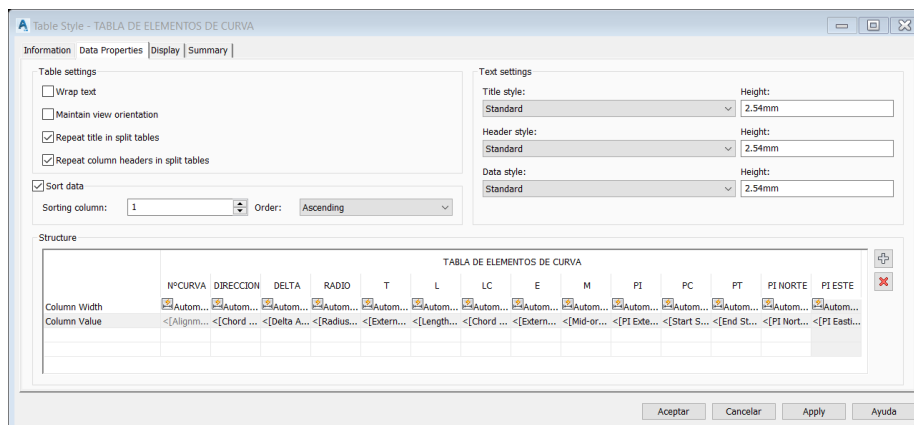


Figura 6. 29 Configuración tabla de elementos.
Fuente Elaboración Propia.

PROGRAMACION DE TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

Luego de ello se procede a trabajar la sección transversal para lo cual se configura la sección transversal según el manual DG-2018 esto se muestra en la siguiente Figura 6.30

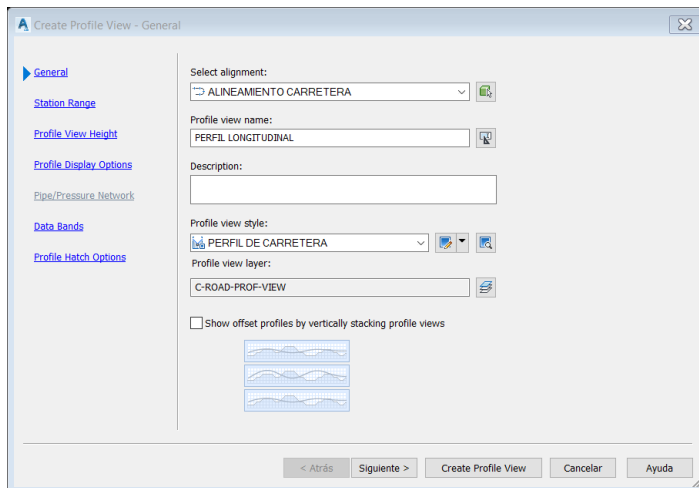


Figura 6. 30 Parámetros de sección transversal.
Fuente Elaboración Propia.

Se procede a configurar la rasante de diseño para lo cual se configura el cuadro según especifica el manual de diseño DG-2018 según se observa en la Figura 6.31

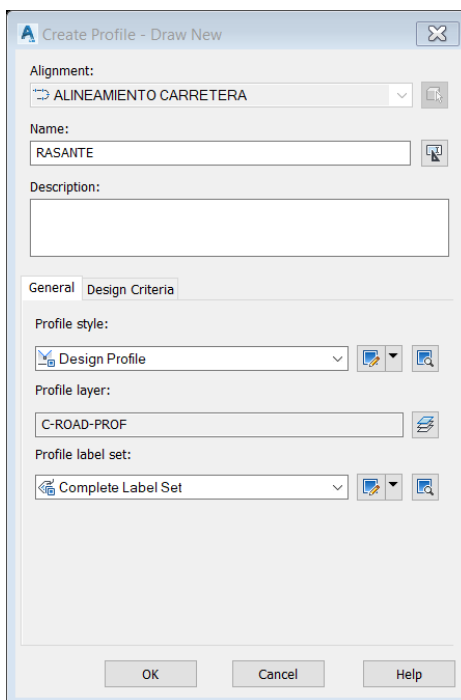


Figura 6. 31 Configuración rasante.
Fuente Elaboración Propia.

Se configura las curvas convexas y cóncavas según lo determinada en el Capítulo V y se muestra en la Figura 6.32

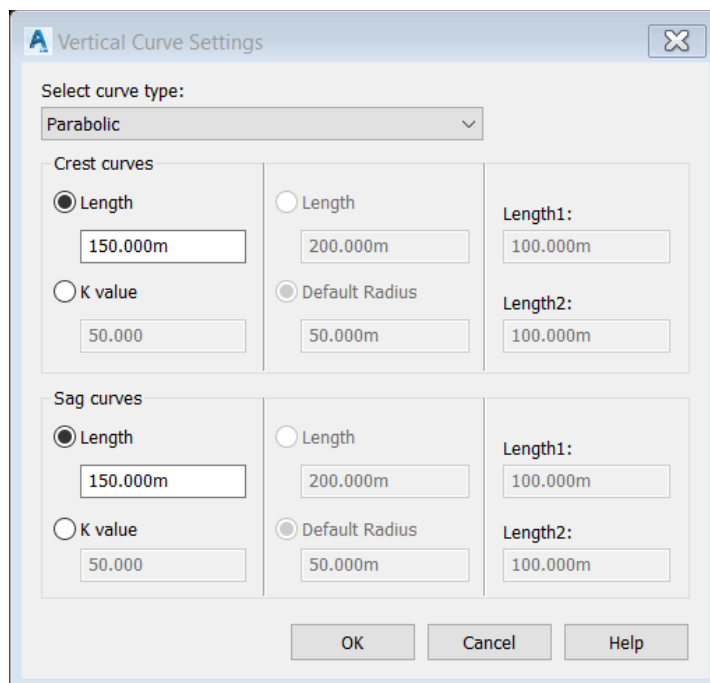


Figura 6. 32 Configuración de curvas convexas y cóncavas
Fuente Elaboración Propia.

Se obtiene en la Figura 6.33 el cuadro de elementos en el cual se puede tener en forma directa todos los datos y así poder contrastar si cumplen con lo que determina el manual de diseño DG-2018

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Profile Curve Length	K Value
1	0+000.00m	3560.701m		5.54%				
2	0+144.69m	3568.718m	5.54%	5.35%	0.19%	Crest	100.615m	525.197
3	0+327.54m	3578.499m	5.35%	1.75%	3.60%	Crest	95.699m	26.613
4	0+546.55m	3582.339m	1.75%	11.06%	9.31%	Sag	60.488m	6.498
5	0+666.27m	3595.583m	11.06%	3.01%	8.05%	Crest	152.390m	18.928
6	0+852.35m	3601.186m	3.01%	11.74%	8.73%	Sag	62.081m	7.108
7	1+192.21m	3641.101m	11.74%	-0.39%	12.14%	Crest	245.229m	20.201
8	1+527.28m	3639.778m	-0.39%	5.85%	6.25%	Sag	160.804m	25.739
9	1+732.84m	3651.809m	5.85%	0.67%	5.18%	Crest	159.855m	30.871
10	2+082.42m	3654.166m	0.67%	8.33%	7.65%	Sag	118.380m	15.471
11	2+240.59m	3667.336m	8.33%	-0.91%	9.23%	Crest	169.338m	18.341
12	2+592.46m	3664.146m	-0.91%	-3.73%	2.83%	Crest	125.359m	44.341
13	2+784.01m	3656.994m	-3.73%	7.81%	11.55%	Sag	77.335m	6.697
14	2+867.66m	3663.530m	7.81%					

Figura 6. 33 Cuadro de elementos rasante.
Fuente Elaboración Propia.

En la Figura 6.34 se configura la presentación de las curvas verticales cóncavas y convexas en la sección transversal según el manual de diseño geométrico DG-2018.

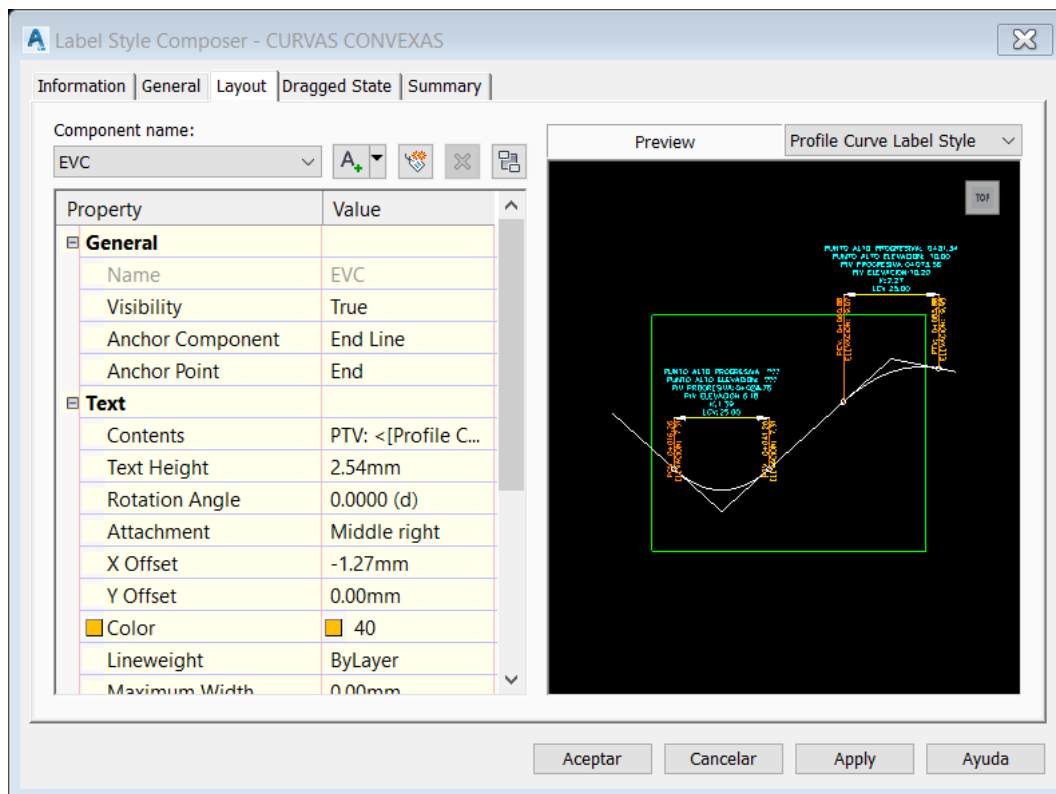


Figura 6. 34 Diseño curva vertical.
Fuente Elaboración Propia.

En la Figura 6.35 configura las bandas y la información que mostrarán en la sección según determina el manual de diseño DG-2018

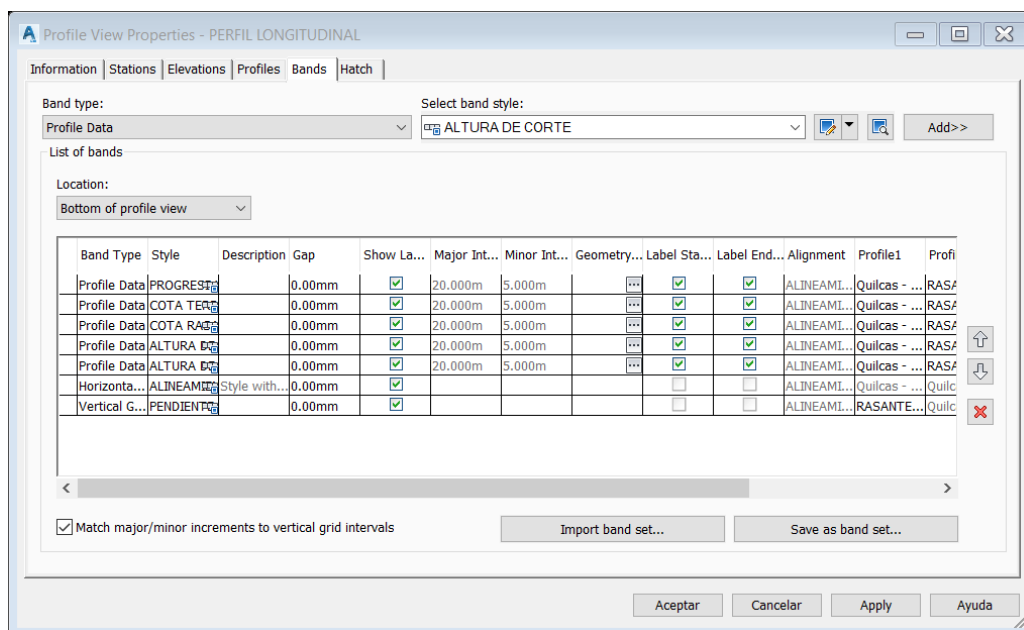


Figura 6. 35 Configuración de información en bandas.
Fuente Elaboración Propia.

6.2.2 Sección Transversal

Se configura la sección transversal según lo calculado en el capítulo V para ello se configura en función del tipo de material determinado en el estudio de mecánica de suelos.

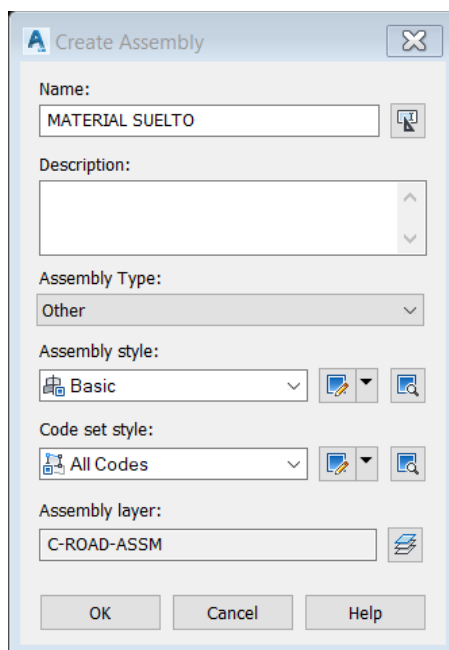


Figura 6. 36 Cuadro de configuración assembly.
Fuente Elaboración Propia.

Se configura las cunetas en función al estudio hidrológico e hidráulico dándoles las dimensiones que se muestran en la Figura 6.37.

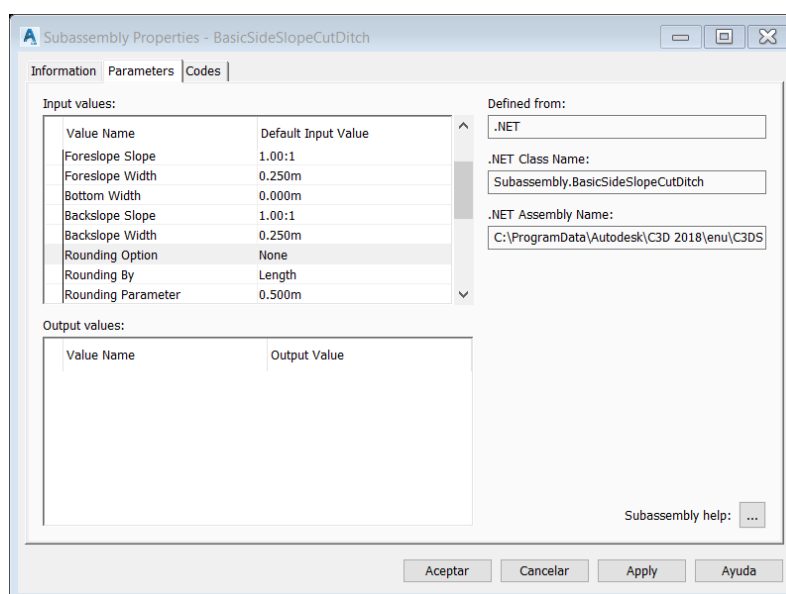


Figura 6. 37 Taludes de corte y cunetas
Fuente Elaboración Propia.

En la figura 6.38 se muestra la sección típica de diseño para la carretera según el tipo de material y la hidrología de la zona en estudio.

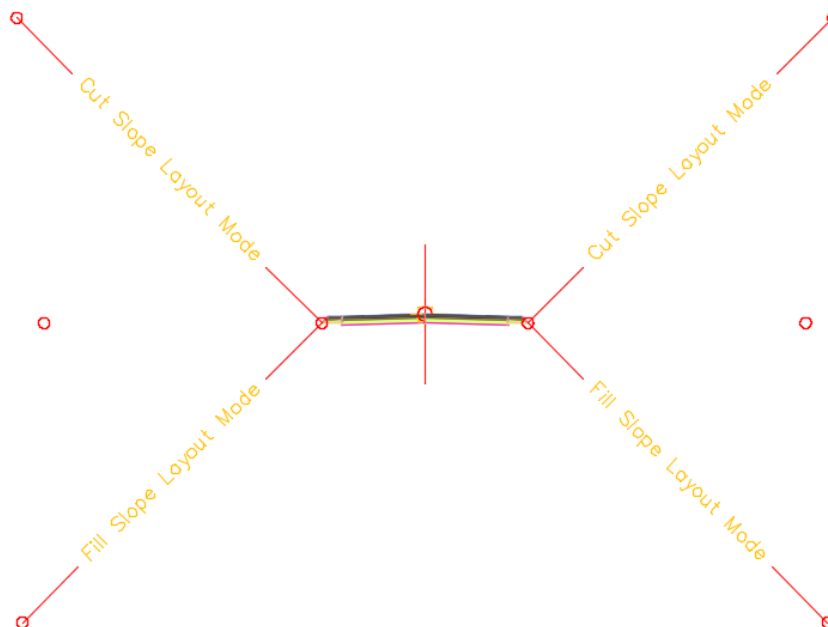


Figura 6. 38 Estilo de carretera
Fuente Elaboración Propia.

Ahora se configura la sección transversal que se utilizara para ello nos basaremos en el manual de diseño geométrico DG-2018 para realizar la configuración que se muestra en la Figura 6.39.

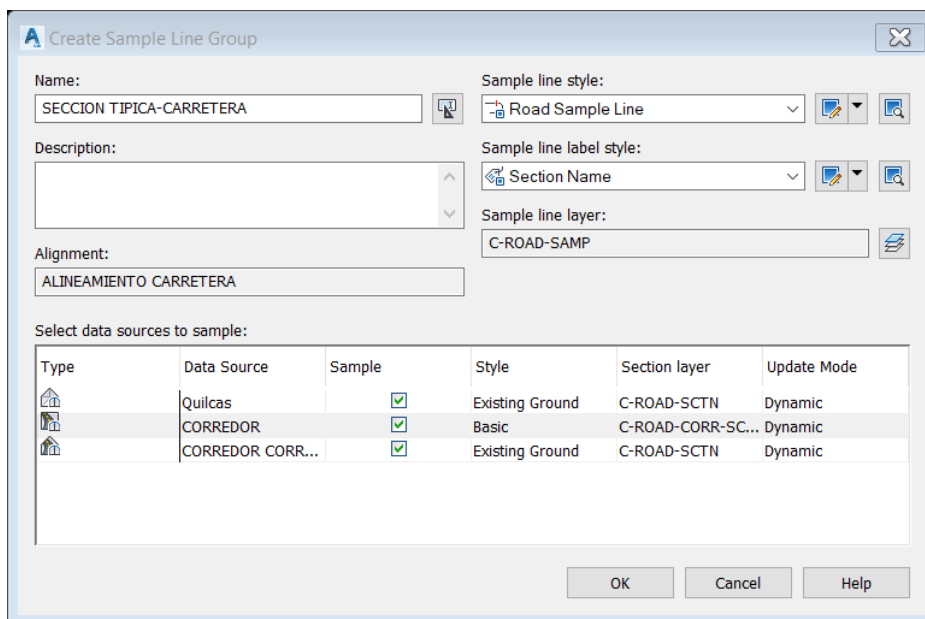


Figura 6. 39 Configuración sección transversal
Fuente Elaboración Propia.

Ahora se configura el orden que tendrá las secciones transversales dentro del plano de diseño el cual se determina mediante el tamaño del plano donde se ploteará las secciones transversales y la escala de las mismas.

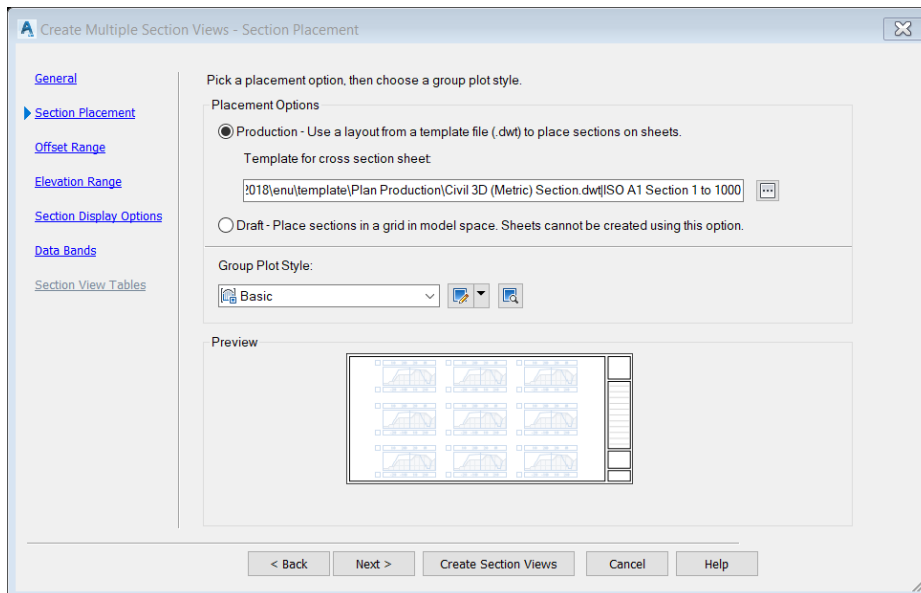


Figura 6. 40 Configuración sección transversal
Fuente Elaboración Propia.

Se configura la sección transversal de tal forma que en ella se puedan observar la mayor cantidad de información como se observa en la Figura 6.41.

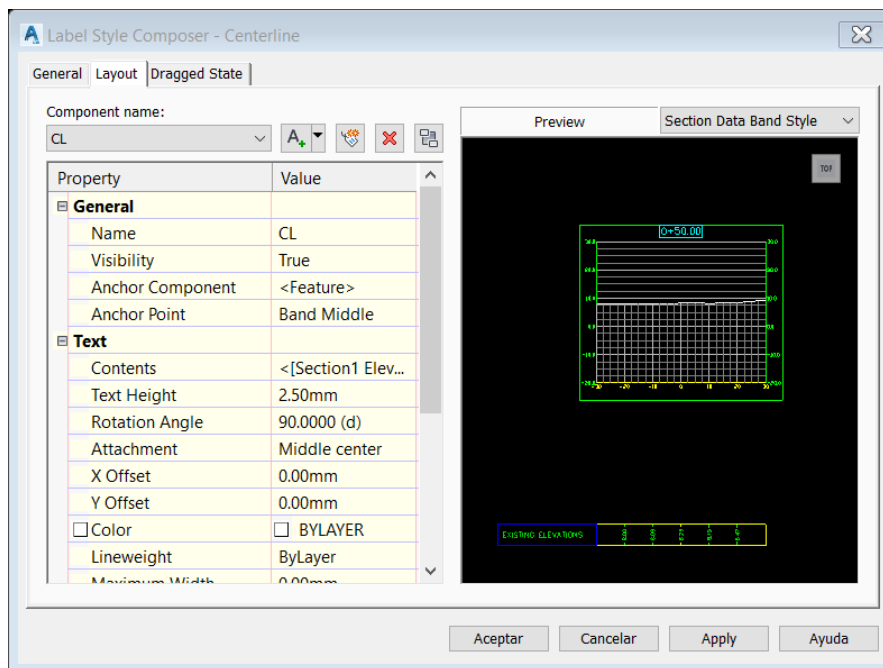


Figura 6. 41 Estilo de la sección Transversal
Fuente Elaboración Propia.

Se configura el peralte y bombeo según lo determinado en el capítulo V que se determinó en función a lo que determina el manual de diseño geométrico DG-2018 (Figura 6.42; 6.43).

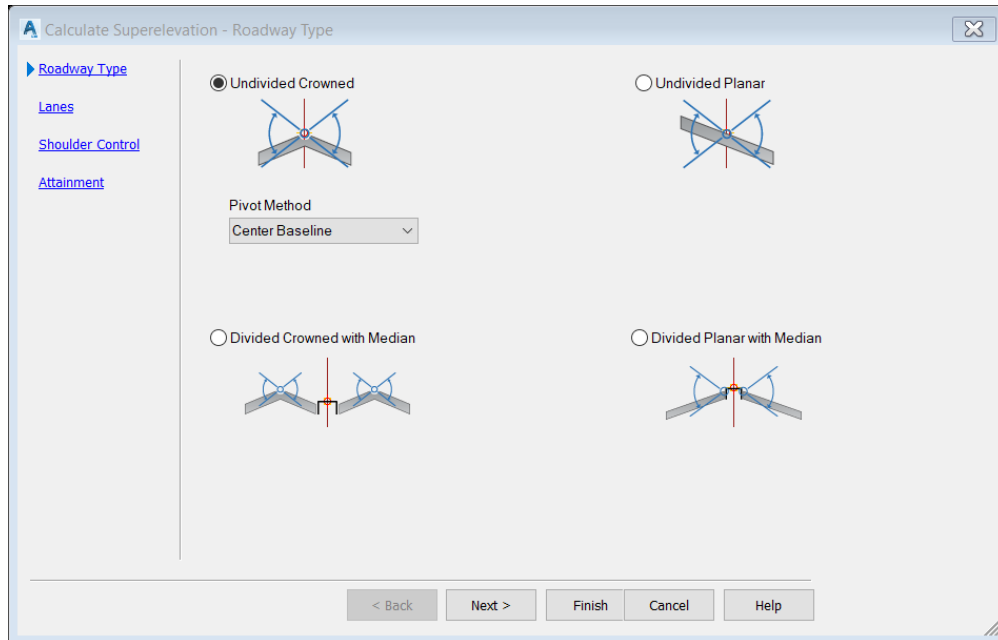


Figura 6. 42 Configuración del Cálculo del peralte
Fuente Elaboración Propia.

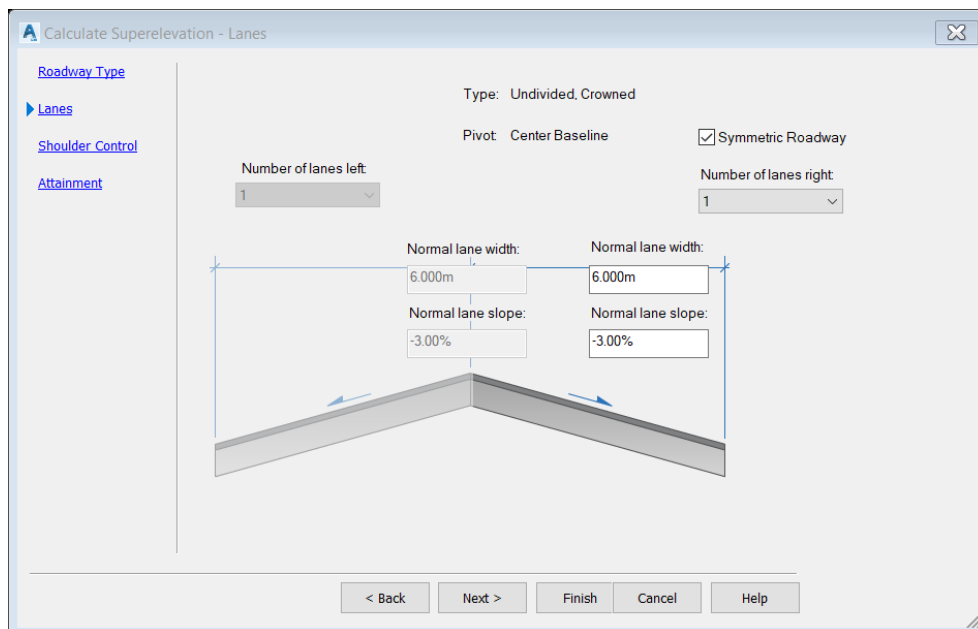


Figura 6. 43 Configuración del bombeo.
Fuente Elaboración Propia.

Se procede a realizar el cálculo del volumen de material proveniente del corte y relleno esta configuración se muestra en la Figura 6.41

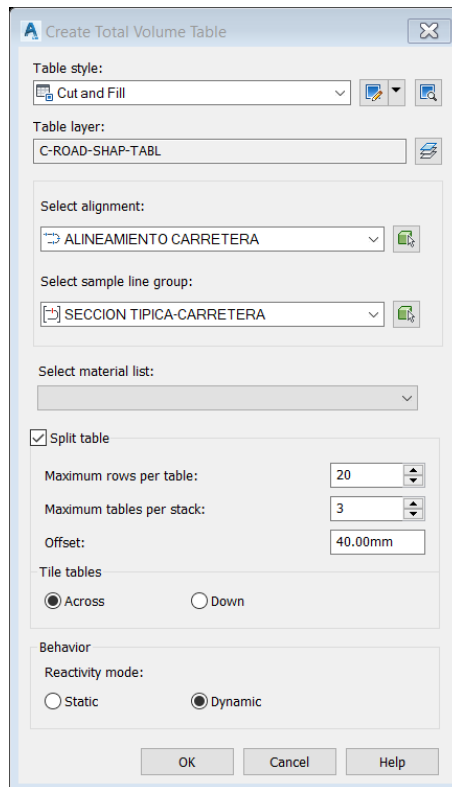


Figura 6. 44 Configuración de volúmenes totales.
Fuente Elaboración Propia.

Se configura el cuadro de movimiento de tierras según determina el manual de diseño geométrico DG-2018 y se muestra en la figura 6.45.

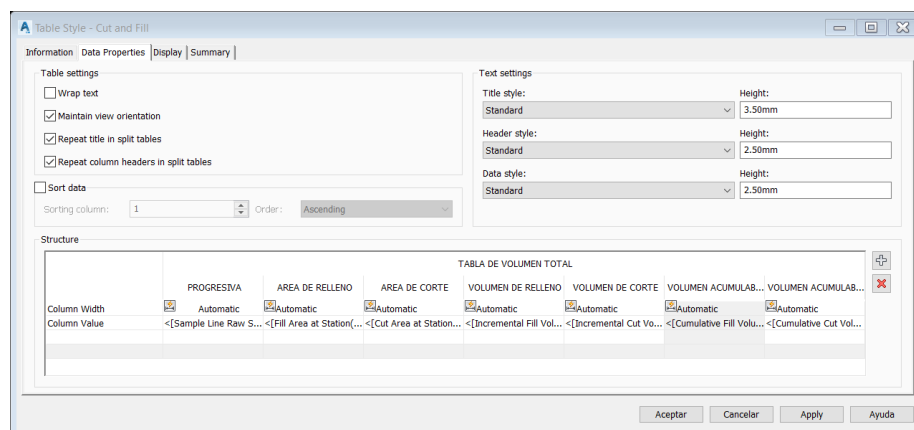


Figura 6. 45 Cuadro de diagrama masa.
Fuente Elaboración Propia.

Se configura dentro de las secciones las áreas de corte y relleno para ser visualizadas dentro de las secciones transversales como se muestra en la Figura 6.46

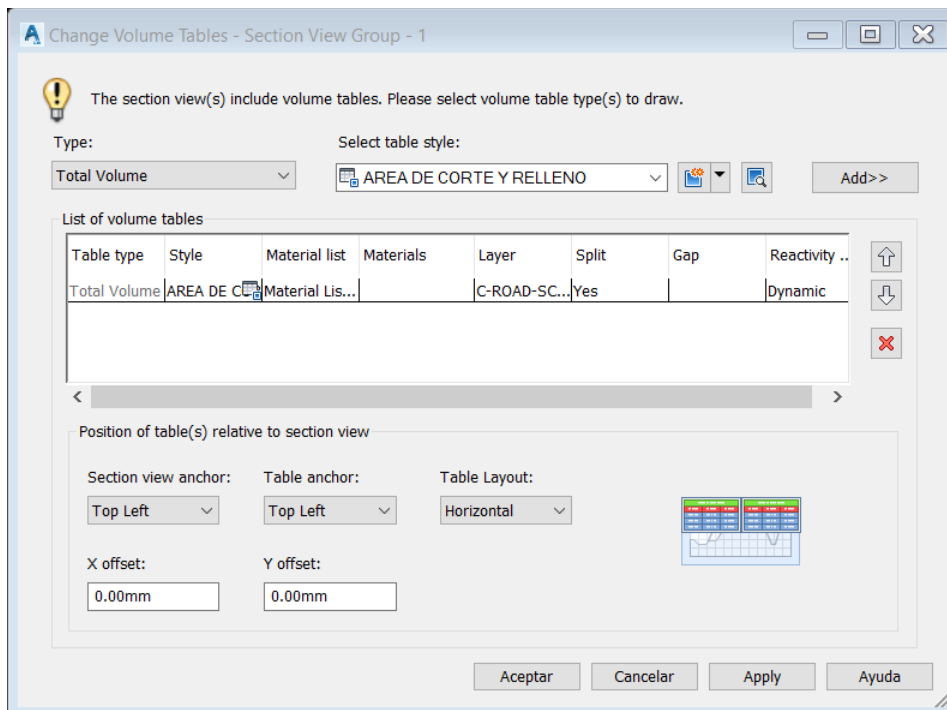


Figura 6. 46 Áreas de relleno y corte en sección
Fuente Elaboración Propia.

De aquí se exporta el modelo ya afinado con la DG-2018 al Infraworks con lo cual ya tenemos el modelo ajustado a los parámetros del manual de carretas

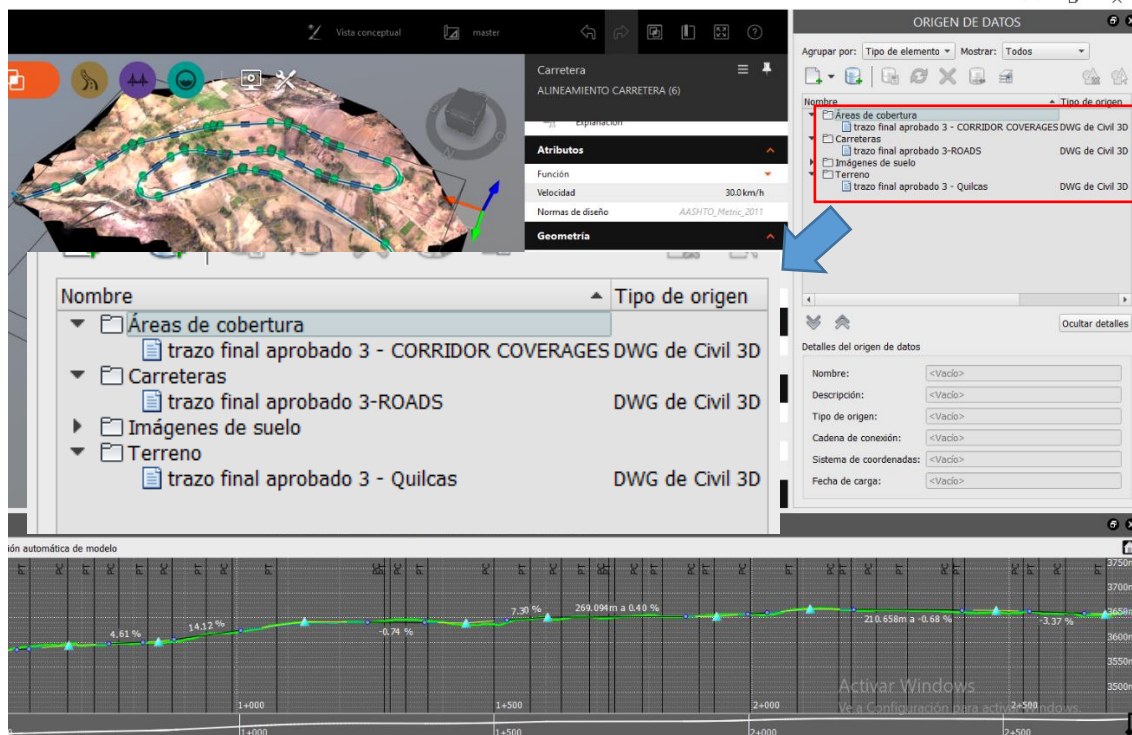


Figura 6. 47 modelo exportado del Civil 3D según DG-2018
Fuente Elaboración Propia

CAPITULO VII: CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS PROPORCIONADOS POR CADA FUENTE DE INFORMACIÓN

7.1 ANALISIS COMPARATIVO DE LA PRECISION

7.1.1 RESULTADO CON METODOLOGÍA PLANTEADA

Utilizando el vuelo no tripulado Dron se obtuvo solo una variación en las cotas que va de 0.5 cm a 0.7 cm de variación, cuya precisión es mayor a la desarrollada por las fotos satelitales y las cartas nacionales.

7.1.2 RESULTADO CON METODOLOGÍA TRADICIONAL

Con esta metodología mucho depende de los puntos de control y la precisión de los mismos, así como de la precisión de la poligonal que se desarrolle y el equipo usado.

Cuadro 7. 1 cuadro comparativo de precisión en cotas
Fuente elaboración propia

COMPARATIVO DE PUNTOS CON COORDENADAS SIMILARES							
Descripción	ESTACION TOTAL			TOPOGRAFIA CON DRONES			Variación en cota (mm)
	NORTE	ESTE	COTA	NORTE	ESTE	COTA	
A	868292.167	472982.44	3527.944	8682292.16	472982.44	3527.949	5
B	8682014.08	473101.09	3540.569	8682014.08	473101.09	3540.561	8
C	8681985.68	473092.23	3547.525	8682014.68	473092.23	3547.531	6
D	8682003.32	473051.07	3555.772	8382003.32	473051.07	3555.761	11
E	8682040.08	473056.70	3559.049	8682272.08	473056.70	3559.058	9

Realizando comparativo con misma metodología tomando el total de los puntos visados con la estación total que están contenidos dentro de la nube de puntos generada por el vuelo no tripulado y el programa de restitución

Cuadro 7. 2 Comparación de precisión total de puntos
Fuente Elaboración Propia

COMPARATIVO DE PUNTOS CON COORDENADAS SIMILARES							
Descripción	ESTACION TOTAL			TOPOGRAFIA CON DRONES			Variación en cota (mm)
	Norte	Este	Cota	Norte	Este	Cota	
Jardín	8682150.727	473046.531	3518.531	8682150.728	473046.53	3527.949	5
A	8682088.767	473111.542	3527.946	8682088.768	473111.541	3540.561	8
Jrd	8682150.727	473046.531	3518.531	8682150.728	473046.53	3547.531	6
Jardin-1	8682150.727	473046.531	3518.531	8682150.728	473046.53	3555.761	11
B	8682014.076	473101.085	3540.569	8682014.077	473101.084	3559.058	9
B-2	8682014.08	473101.085	3540.569	8682014.077	473101.084	3540.572	4

B-3	8682014.08	473101.085	3540.569	8682014.077	473101.084	3540.572	6
C	8681985.68	473092.234	3547.525	8681985.682	473092.233	3547.528	7
R1	8682013.73	473083.59	3544.814	8682013.728	473083.589	3544.817	3
R2	8682013.27	473086.123	3544.502	8682013.268	473086.122	3544.506	9
R3	8682012.89	473090.031	3543.898	8682012.889	473090.03	3543.901	4
R4	8682012.27	473093.771	3542.048	8682012.274	473093.77	3542.051	7
R5	8682012.13	473097.384	3541.206	8682012.135	473097.383	3541.209	4
R6	8682010.19	473100.738	3541.049	8682010.186	473100.737	3541.052	5
R7	8682009.46	473102.32	3540.418	8682009.457	473102.319	3540.421	5
R8	8682005.22	473102.373	3540.682	8682005.22	473102.372	3540.685	2
R9	8682004.99	473100.381	3541.563	8682004.989	473100.38	3541.566	7
R10	8682005.44	473098.461	3542.436	8682005.442	473098.46	3542.439	6
R11	8682006.17	473096.142	3542.454	8682006.17	473096.141	3542.457	8
R12	8682006.85	473093.516	3542.858	8682006.855	473093.515	3542.861	10
R13	8682008.08	473091.36	3543.98	8682008.081	473091.359	3543.983	7
R14	8682009	473087.486	3544.908	8682009.004	473087.485	3544.911	6
R15	8682009.49	473084.64	3545.522	8682009.491	473084.639	3545.525	2
R16	8682007.62	473082.383	3545.985	8682007.621	473082.382	3545.988	7
R17	8682006.87	473086.97	3545.729	8682006.87	473086.969	3545.732	9
R18	8682005.77	473088.902	3544.827	8682005.769	473088.901	3544.830	8
R19	8682004.14	473091.619	3544.135	8682004.136	473091.618	3544.138	5
R20	8682002.7	473093.596	3543.673	8682002.701	473093.595	3543.676	5
R21	8682001.35	473095.608	3543.635	8682001.348	473095.607	3543.638	6
R22	8681999.4	473097.501	3543.678	8681999.403	473097.5	3543.681	4
R23	8681998.76	473099.407	3542.495	8681998.756	473099.406	3542.498	3
R24	8681998.34	473101.721	3540.678	8681998.341	473101.72	3540.681	3
R25	8681994.94	473101.082	3541.005	8681994.94	473101.081	3541.008	3
R26	8681995.42	473098.945	3542.651	8681995.425	473098.944	3542.654	4
R27	8681996.93	473097.456	3543.612	8681996.931	473097.455	3543.615	2
R28	8681996.84	473094.799	3544.41	8681996.837	473094.798	3544.413	5
R29	8681998.5	473092.286	3544.655	8681998.499	473092.285	3544.658	6
R30	8681999.18	473089.742	3545.088	8681999.176	473089.741	3545.091	6
R31	8682001.59	473088.124	3547.057	8682001.595	473088.123	3547.060	8

Del cuadro comparativo global que se colocó un extracto se procede a realizar el análisis de las variables estadísticas que nos dan un panorama más completo del trabajo realizado.

Cuadro 7. 3 Cuadro estadístico del total de puntos
Fuente Elaboración Propia

Medidas Estadísticas		
Media	5.769	mm
Varianza	5.049	
Desviación estándar	2.276	mm

Este análisis realizado se interpreta lo siguiente

- ✓ El error promedio que se genera al comparar los puntos tomados con la estación total con la nube de puntos generada con el dron de ingeniería y el programa de restitución es de 5.8 mm
- ✓ La variación de este error en la muestra es de 2.3 que se nos expresa que los errores varían en una margen de 3.5 mm a 8.1 mm.

7.2 ANALISIS COMPARATIVO DEL COSTO

7.2.1 RESULTADO CON METODOLOGÍA PLANTEADA

El costo se determina de acuerdo con el área el acceso al mismo y las condiciones climáticas de la zona en función a esto se tienen el siguiente costo para la zona de estudio.

Cuadro 7. 4 presupuesto levantamiento con vuelo no tripulado
Fuente elaboración propia

Equipos	PU	Cantidad	Días	Total
Dron Phanton 4	1500	1	1	1500
operario	220	1	1	220
apoyo	120	2	1	120
viáticos	18	3	1	18
transporte	15	1	1	15
TOTAL				S/. 1873

7.2.2 RESULTADO CON METODOLOGÍA TRADICIONAL (ESTACION TOTAL)

Aquí se consta la disponibilidad de equipo topográfico en la zona y el personal calificado, así como el relieve topográfico al que se enfrenta el operario y su equipo de trabajo y las condiciones climáticas según ello se tiene el siguiente costo para la misma zona de trabajo.

Cuadro 7. 5 presupuesto de levantamiento tradicional
Fuente Elaboración Propia

EQUIPOS	PU	CANTIDAD	DÍAS	TOTAL
Estación total ES-105	180	1	6	1080
Topógrafo	120	1	6	720
Prismero	90	2	6	540
viáticos	18	3	6	108
transporte	15	1	6	90
TOTAL				S/. 2538

Acotación de campo

De la experiencia, desarrollando el presente trabajo, al alquilar los equipos los costos que implican su implementación generan las siguientes acotaciones

- ✓ Respecto a los precios de alquiler, el dron es más costoso y más difícil de hallar que los equipos tradicionales como la estación total así como el personal de apoyo.
- ✓ El riesgo económico que se corre en el dron es mayor ya que este equipo tiene más variables que se deben tener controladas para su correcto funcionamiento.

7.3 ANALISIS COMPARATIVO DEL TIEMPO

7.3.1 RESULTADO CON METODOLOGÍA DRON + INFRAWORKS 2020

El tiempo empleado por el vuelo fotogramétrico es aproximadamente de 30 minutos para la zona en estudio y el tiempo de procesamiento varía de acuerdo al tipo de ordenador que se posea. Con uno estándar Core i7 se procesa la zona de estudio en 2 días aproximadamente teniendo un total de 3 días promedio aplicando esta metodología.

7.3.2 RESULTADO CON METODOLOGÍA ESTACION TOTAL

Considerando la zona escarpada donde se encuentra el proyecto y la vegetación que obstaculiza se tiene una semana de trabajo para realizar el levantamiento topográfico con la estación total y el nivel de ingeniero más 1 día de procesamiento de la información dándonos un total de 8 días promedio.

Acotación de campo

- ✓ En la experiencia realizando el trabajo de campo el utilizar el vuelo no tripulado representa un ahorro considerable de tiempo así como recursos ya que es mucho más fácil realizar el procesamiento de los datos desde gabinete.
- ✓ En tramos largos se desarrolla muy bien la metodología usando varias baterías adicionales. En el presente han sido necesarias el uso de dos baterías cargadas lo que ayuda a reducir el tiempo, aún más, al tener las actividades programadas previamente.

7.4 ANALISIS COMPARATIVO DE LA PRESENTACION

7.4.1 RESULTADO CON METODOLOGÍA DRON + INFRAWORKS 2020

El producto final contiene tanto la información de coordenadas, así como la información fotográfica lo cual nos permite poder visualizar todo el entorno de la zona del proyecto como propiedad de terrenos, zonas de árboles, linderos, etc. de forma muy sencilla que puede ser entendido por cualquier persona.

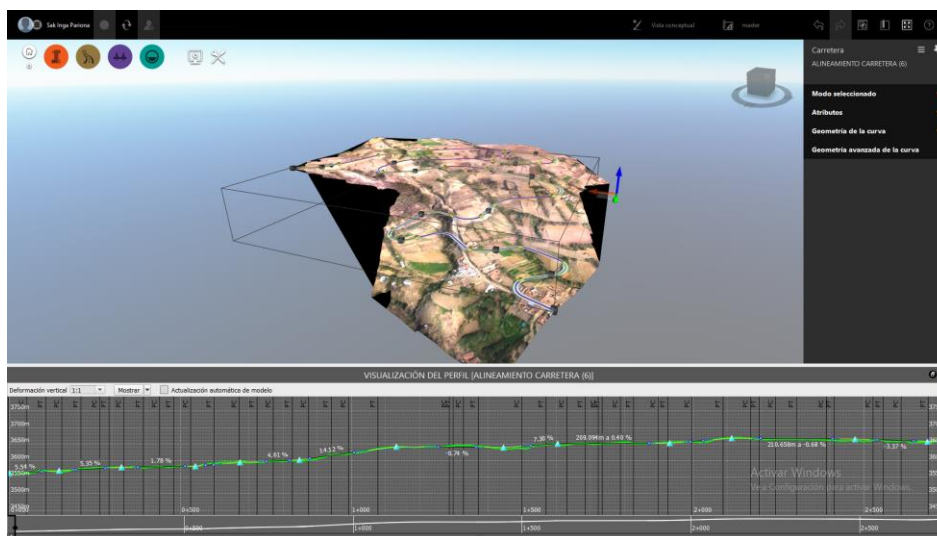


Figura 7. 1 presentación Infracore 2020
Fuente Elaboración Propia

7.4.2 RESULTADO CON METODOLOGÍA ESRACION TOTAL

Aquí se obtiene las curvas de nivel con las características más resaltantes de la zona sin ninguna información adicional.

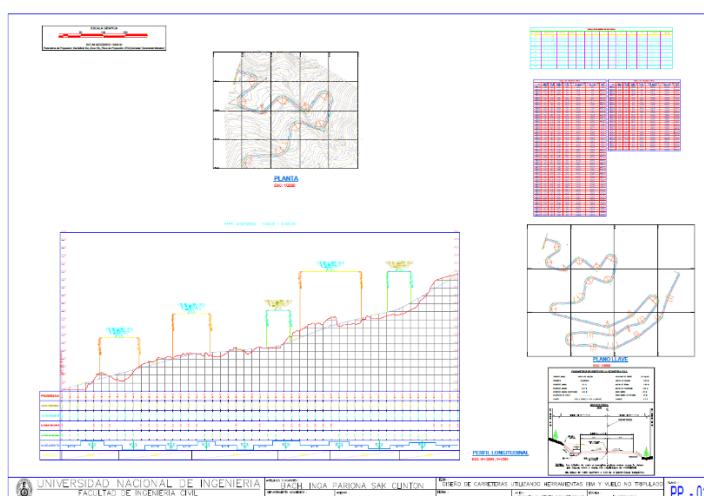


Figura 7. 2 Presentación de plano Civil 3D
Fuente Elaboración Propia

Acotación de campo

- ✓ Al tener ambos modelos a disposición brinda un modelo más completo ya que al momento de la ejecución el modelo BIM del Infracworks 2020 brindara un soporte al constructor al poder visualizar la presentación que brinda el programa complementado con los planos de ingeniería de detalle que brinda el civil 3D
- ✓ La aplicación del software Infracworks 2020 en esta experiencia de trabajo permite realizar modificaciones que no conlleven procedimientos complejos que se tendrían que seguir en el civil 3d para lograr el mismo resultado, por ende, la presentación del software Infracworks 2020 brinda una presentación con más facilidad de generar más modelos.

CONCLUSIONES

- La aplicación del flujo de trabajo BIM permite un cambio en la forma de toma de datos de campo, procesamiento análisis y diseño de las obras viales como carreteras puentes alcantarillas de drenaje, etc. Desarrolla un modelo que relaciona a los especialistas obteniendo un modelo interdisciplinario completo que maneje una sola plataforma de trabajo.
- La metodología de trabajo BIM aplicada en el trazo geométrico de la carretera Colpa – Pachapaqui es una novedosa propuesta que permite tener un enfoque global del diseño que permite manejar varias alternativas de trazo con mucha facilidad lo cual nos permite tener una abanico más amplio de opciones y elegir la mejor alternativa de diseño, al disponer de una información más amplia, permite eliminar las posibles ambigüedades que suponen diversas interpretaciones y así obtener mejoras tanto en diseño y productividad.
- Para realizar el diseño de la infraestructura se debe contar con la información básica de ingeniería necesaria a fin de garantizar el correcto análisis y diseño de estas.
- El proyecto resultante abandona los conceptos de 2D que se aplican a los modelos actualmente, para optar por un modelo digital único del terreno que brinda más información a la hora de realizar la ejecución del proyecto.
- La información obtenida utilizando la metodología de trabajo BIM brinda un modelo enriquecido que permite realizar la toma, procesamiento y análisis de datos con una menor cantidad de recursos humanos y económicos lo cual representa un ahorro tanto en recursos y tiempo haciendo que el flujo de trabajo sea más eficiente.
- Se comprobó que la metodología aplicada del vuelo no tripulado y las herramientas BIM al ser aplicados de manera secuencial y correcta presenta errores promedio de 0.7 cm en precisión de cota comparada con la topografía tradicional que son menores a lo señalado en la norma EG-2013, en condiciones climáticas, geográficas y topográficas del terreno imperantes en la Sierra Peruana.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los trabajos con Dron teniendo la licencia de vuelo para garantizar la seguridad del equipo y los resultados del trabajo.
- Se recomienda realizar el vuelo no tripulado sin presencia de lluvias ni vientos fuertes ya que estos dañan el equipo y reducen el tiempo útil de la batería considerablemente.
- Se recomienda realizar el vuelo no tripulado entre las 10 a 14 horas del día para evitar los inconvenientes atmosféricos como son los vientos, lluvias, radiación solar que genera sombras que dificulten la restitución.
- Se recomienda buscar una zona amplia y plana donde hacer despegar y aterrizar el Dron así evitar accidentes y daños en el equipo
- Se recomienda calibrar la cámara según las especificaciones del fabricante antes de realizar el vuelo no tripulado, así como determinar el plan de vuelo.
- Se recomienda realizar un recorrido presencial dentro de la zona de trabajo a fin de determinar posibles obstáculos que dañen el equipo y aves de rapiña que puedan hacer daño al equipo.
- Se recomienda ubicar el punto más alto dentro de la zona de trabajo a fin de estar siempre por encima de todo obstáculo posible
- Se recomienda operar el equipo con un mínimo de dos personas uno que operara el equipo y el otro que vigilara desde un punto de visión del equipo a fin de prevenir cualquier incidente que pueda ocasionar algún accidente o deterioro del equipo
- Se recomienda utilizar el modo ingeniería en el Infracad 2020 ya que facilita visualizar las propiedades del trazo de forma más sencilla
- Para realizar la importación del modelo se recomienda descargar el archivo a la computadora, así será más fácil de reconocer por el Civil 3D y viceversa
- Se recomienda realizar la importación y exportación utilizando las carpetas directamente, que permitirá el proceso de manera mucho más rápido.
- Se recomienda disponer de una computadora con un procesador CORE i7, 16 gb de RAM y tarjeta de video de 2048 Mb mínimo a fin de procesar las imágenes sin ningún contratiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alaya Flores, Ernesto Cesar. Estudio de Suelos para la Cimentación de Puentes; Tesis para optar el título profesional, FIC – UNI, Lima 1997.
2. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras - Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima, 2013
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas para Construcción EG-2013. Lima, 2013.
4. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Resolución Ministerial R.D. N° 19-2018-MTC/14. Manual de Diseño de Puentes. Lima, 2018.
5. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras - Diseño Geométrico DG-2018. Lima, 2018
6. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Resolución Directoral N° 501-2015-MTC/12. "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia". Lima 2015.
7. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, 2018.
8. Memoria Descriptiva Del Estudio Hidrológico Y De Cuencas Del Departamento De Junín A Escala 1:100000, Gobierno Regional Junín, Huancayo-Perú
9. Cuba Cárdenas Lolin. "Influencia del Tiempo de Espera para Compactación en las Propiedades Mecánicas de la Carpeta Asfáltica en frío con Emulsión CSS-lh, Aplicado en el distrito de Quilcas-Huancayo 2017."; Tesis para optar el título profesional, FIC – UC, Huancayo 2018.
10. Pomalaza Bacillo, Frank Jim. "Determinación de Los Factores de Volumen a Través del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y American Association Of State Highway Officials para generar una Tabla De Conversión Volumétrica En Movimiento De Tierras, Huancayo". Tesis para optar el título profesional, FIC – UNCP, Huancayo 2018.
11. Marvy Ximena Guzmán Henao. Normatividad Para El Uso De Drones En El Ámbito Civil. Tesis para optar el título profesional, FIC- UDB, Bogota 2016.
12. Paul Vladimir Alcántara Rojas. "Metodología Para Minimizar Las Deficiencias De Diseño Basada En La Construcción Virtual Usando Tecnologías BIM". Tesis para optar el título profesional, FIC – UNI, Lima 2013.

ANEXOS

ANEXO I TOPOGRAFIA TRADICIONAL

ANEXO II TOPOGRAFIA CON DRON

ANEXO III PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO IV ESTUDIO HIDROLOGICO

ANEXO V ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO VI MUROS DE CONTENCION

ANEXO VII METRADOS Y PRESUPUESTO

ANEXO VII TERMINOS DE REFERENCIA

ANEXO IX PLANOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**DISEÑO DE CARRETERAS UTILIZANDO HERRAMIENTAS
BIM Y VUELO NO TRIPULADO**

**TOMO II
(Anexos)**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

SAK CLINTON INGA PARIONA

ASESOR

Mag. FÉLIX WILFREDO ULLOA VELÁSQUEZ

Lima- Perú

2019

ANEXO I
TOPOGRAFÍA
TRADICIONAL

Toma de datos topografía del terreno con estacion total

Nombre	Norte	Este	Cota
Jardín	8682150.73	473046.531	3518.531
A	8682088.77	473111.542	3527.946
Jrd	8682150.73	473046.531	3518.531
Jardin-1	8682150.73	473046.531	3518.531
B	8682014.08	473101.085	3540.569
B-2	8682014.08	473101.085	3540.569
B-3	8682014.08	473101.085	3540.569
C	8681985.68	473092.234	3547.525
R1	8682013.73	473083.59	3544.814
R2	8682013.27	473086.123	3544.502
R3	8682012.89	473090.031	3543.898
R4	8682012.27	473093.771	3542.048
R5	8682012.13	473097.384	3541.206
R6	8682010.19	473100.738	3541.049
R7	8682009.46	473102.32	3540.418
R8	8682005.22	473102.373	3540.682
R9	8682004.99	473100.381	3541.563
R10	8682005.44	473098.461	3542.436
R11	8682006.17	473096.142	3542.454
R12	8682006.85	473093.516	3542.858
R13	8682008.08	473091.36	3543.98
R14	8682009	473087.486	3544.908
R15	8682009.49	473084.64	3545.522
R16	8682007.62	473082.383	3545.985
R17	8682006.87	473086.97	3545.729
R18	8682005.77	473088.902	3544.827
R19	8682004.14	473091.619	3544.135
R20	8682002.7	473093.596	3543.673
R21	8682001.35	473095.608	3543.635
R22	8681999.4	473097.501	3543.678
R23	8681998.76	473099.407	3542.495
R24	8681998.34	473101.721	3540.678
R25	8681994.94	473101.082	3541.005
R26	8681995.42	473098.945	3542.651
R27	8681996.93	473097.456	3543.612
R28	8681996.84	473094.799	3544.41
R29	8681998.5	473092.286	3544.655
R30	8681999.18	473089.742	3545.088
R31	8682001.59	473088.124	3547.057
R32	8682002.32	473085.826	3547.107
R33	8681996.97	473089.349	3545.594
R34	8681999.25	473085.609	3547.758
R35	8681994.25	473090.578	3545.866
R36	8681997.86	473087.43	3547.883
R37	8681993.82	473092.139	3545.355
R38	8681994.96	473084.718	3548.731
R39	8681992.78	473093.512	3544.714
R40	8681993.67	473087.116	3548.729
R41	8681992.04	473095.646	3544.636
R42	8681991.45	473082.911	3549.488

Nombre	Norte	Este	Cota
R43	8681992.14	473097.044	3544.486
R44	8681989.93	473086.293	3549.523
R45	8681990.33	473101.772	3540.809
R46	8681988.78	473083.884	3550.009
R47	8681988.69	473101.721	3541.063
R48	8681987.48	473086.496	3550.01
R49	8681987.98	473096.769	3544.712
R50	8681987.6	473095.609	3544.752
R51	8681987.19	473093.537	3545.12
R52	8681986.68	473087.931	3548.086
C-4	8681985.68	473092.234	3547.525
B-5	8682014.08	473101.085	3540.569
R53	8681995.1	473095.397	3551.419
R54	8681991.73	473091.263	3549.384
R55	8681993.51	473093.415	3551.279
R56	8681989.93	473088.954	3548.659
R57	8681992.53	473091.214	3550.929
R58	8681987.66	473087.131	3548.606
R59	8681997.91	473093.876	3552.15
R60	8681987.19	473085.862	3548.155
R61	8681996.31	473091.196	3552.026
R62	8681988.46	473084.608	3548.71
R63	8681995.18	473088.702	3551.731
R64	8681991.48	473085.455	3549.427
R65	8681996.07	473089.218	3552.041
R66	8681994.45	473086.567	3550.118
R67	8681998.61	473091.672	3552.491
R68	8681996.13	473084.099	3550.921
R69	8681997.27	473088.591	3552.303
R70	8681993.15	473081.127	3550.35
R71	8681996.37	473087.29	3552.192
R72	8681990.66	473078.794	3548.327
R73	8681999.84	473090.333	3552.889
R74	8681991.2	473074.22	3549.258
R75	8681998.81	473088.35	3552.85
R76	8681994.27	473074.651	3550.698
R77	8681997.78	473086.624	3552.581
R78	8681997.16	473077.955	3551.434
R79	8682001.6	473086.191	3554.043
R80	8681999.1	473078.844	3551.984
R81	8682000.86	473084.443	3553.764
R82	8682001.58	473075.582	3553.373
R83	8682004.01	473084.44	3554.692
R84	8681997.35	473073.465	3552.417
R85	8681998.44	473081.891	3551.948
R86	8681993.9	473071.377	3551.457
R87	8682001.01	473073.736	3553.094
R88	8681990.2	473069.642	3549.646
R89	8682004.14	473070.269	3556.01
R90	8681989.81	473065.444	3548.98

Nombre	Norte	Este	Cota
R1165	8682068.74	473021.344	3573.969
R1166	8682063.3	473022.84	3575.257
R1167	8682058.66	473023.786	3576.503
AX1	8682056.31	473029.456	3577.524
R1168	8682057.66	473034.233	3578.475
R1169	8682062.03	473031.525	3577.451
R1170	8682066.04	473029.951	3576.604
R1171	8682070.32	473032.697	3576.962
R1172	8682066.13	473035.957	3577.886
R1173	8682061.97	473037.184	3578.98
R1174	8682063.6	473042.141	3580.515
R1175	8682068.12	473039.456	3578.586
R1176	8682074.58	473036.994	3577.717
R1177	8682075.71	473041.941	3578.951
R1178	8682077.23	473045.971	3579.493
R1179	8682079.93	473049.393	3580.479
R1180	8682081.71	473053.39	3580.963
R1181	8682079.74	473055.599	3582.242
R1182	8682077.77	473058.799	3584.127
R1183	8682072.94	473056.932	3584.907
R1184	8682068.51	473058.1	3585.841
R1185	8682062.75	473059.406	3585.045
R1186	8682058.7	473059.606	3585.222
R1187	8682056.37	473052.973	3583.065
R1188	8682060.96	473054.361	3583.111
R1189	8682065.74	473053.299	3584.013
R1190	8682069.77	473052.504	3584.267
R1191	8682071.08	473048.783	3582.608
R1192	8682066.1	473050.039	3583.381
R1193	8682069.8	473045.696	3581.821
R1194	8682064.44	473048.363	3582.471
R1195	8682059.25	473048.59	3581.672
R1196	8682052.99	473051.362	3580.558
R1197	8682051.74	473047.932	3579.202
R1198	8682050.44	473043.996	3578.236
R1199	8682049.07	473039.534	3577.813
R1200	8682047.36	473035.463	3576.787
R1201	8682047.02	473025.764	3575.31
R1202	8682043.38	473023.623	3575.436
R1203	8682041	473033.189	3576.884
R1204	8682040.45	473038.694	3577.754
R1205	8682039.87	473043.995	3578.786
R1206	8682039.56	473048.869	3579.735
R1207	8682039.75	473054.157	3580.813
R1208	8682034.79	473055.064	3581.248
R1209	8682034	473048.76	3579.957
AX2	8682032.65	473052.701	3580.949
R1210	8682033.98	473048.78	3579.952
R1211	8682033.91	473043.924	3578.989
R1212	8682033.34	473037.961	3578
R1213	8682032.99	473029.866	3576.613
R1214	8682027.63	473024.764	3576.397

R1215	8682026.77	473029.994	3577.222
-------	------------	------------	----------

Nombre	Norte	Este	Cota
R1216	8682025.99	473036.136	3578.462
R1217	8682025.96	473041.682	3579.297
R1218	8682025.17	473047.229	3580.473
R1219	8682024.68	473052.697	3581.522
R1220	8682017.58	473051.615	3582.921
R1221	8682017.73	473045.267	3581.641
R1222	8682018	473038.064	3580.176
R1223	8682018.03	473030.386	3578.664
AX3	8682018.37	473024.062	3577.81
R1224	8682013.01	473017.205	3578.263
R1225	8682011.17	473023.708	3578.935
R1226	8682010.71	473029.767	3579.787
R1227	8682009.4	473038.279	3581.118
R1228	8682008.96	473043.197	3582.202
R1229	8682007.78	473049.438	3583.38
AX4	8682000.35	473045.91	3583.57
R1230	8682001.02	473038.801	3582.02
R1231	8682001.62	473031.317	3580.89
AX5	8682004.23	473020.398	3579.387
R1232	8681997.8	473019.384	3580.427
R1233	8681996.75	473027.038	3581.59
R1234	8681995.81	473033.465	3582.508
R1235	8681995	473040.587	3583.714
R1236	8681990.28	473044.181	3585.612
R1237	8681988.9	473037.965	3584.963
R1238	8681988.82	473030.432	3583.642
G1	8681989.37	473023.716	3582.465
G1-55	8681989.37	473023.716	3582.465
G2	8682065.68	473044.511	3581.328
R1239	8682005.98	473023.989	3580.173
R1240	8682005.3	473018.671	3579.854
R1241	8681999.82	473017.685	3580.657
R1242	8681993.1	473016.771	3581.723
R1243	8681987.68	473015.111	3582.612
R1244	8681981.93	473014.789	3583.959
R1245	8681980.68	473009.474	3583.573
R1246	8681987.02	473010.774	3582.385
R1247	8681992.5	473010.735	3581.355
R1248	8681998.4	473011.434	3580.453
R1249	8682002.13	473010.959	3580.035
R1250	8682002.65	473006.522	3579.005
R1251	8681997.87	473005.421	3579.361
R1252	8681991.91	473005.518	3580.908
R1253	8681989.07	473004.116	3581.87
R1254	8681990.03	472999.247	3580.961
R1255	8681993.82	472998.737	3579.849
R1256	8681999.68	472998.376	3578.68
R1257	8682005.33	472997.635	3577.975
R1258	8682009.09	472992.854	3576.53
R1259	8682005.56	472991.462	3577.507
R1260	8682000.22	472989.858	3578.328

R1261	8681995.36	472989.007	3579.361
R1262	8681991.42	472989.134	3580.644

S-74	8682054.37	472924.872	3616.083
AX29	8682134.42	472941.942	3621.056
AX29-75	8682037.82	472919.89	3612.021

Nombre	Norte	Este	Cota
R1448	8682017.1	472999.252	3597.699
R1449	8682011.51	473003.08	3598.367
R1450	8682007.77	473005.077	3598.912
R1451	8682005.94	473011.159	3599.532
R1452	8682011.45	473010.311	3598.913
P13	8682017.86	473009.971	3598.345
R1453	8682024.09	473009.13	3597.006
R1454	8682025.93	473015.349	3597.373
R1455	8682020.21	473017.71	3597.918
R1456	8682012.52	473020.861	3599.379
R1457	8682005.93	473022.545	3600.139
R1458	8682006.56	473028.292	3600.264
R1459	8682011.99	473027.398	3599.691
R1460	8682018.1	473027.602	3598.854
R1461	8682021.67	473027.215	3598.373
R1462	8682025.28	473026.113	3597.397
R1463	8682027.57	473025.398	3597.837
G9	8682022.96	473028.009	3598.16
G9-69	8682022.96	473028.009	3598.16
G10	8682014.88	472976.57	3596.246
R1464	8682013.07	473025.457	3597.263
R1465	8682016.34	473022.342	3597.828
R1466	8682021.48	473019.895	3598.631
R1467	8682027.26	473017.431	3599.566
R1468	8682032.29	473015.942	3600.197
R1469	8682036.58	473012.669	3600.704
AX15	8682030.84	473003.77	3600.815
R1470	8682024.74	473007.155	3599.914
R1471	8682018.42	473007.412	3599.428
R1472	8682012.69	473009.185	3598.417
P15	8682010.91	473003.618	3598.676
R1473	8682016.67	473000.777	3599.707
AX16	8682027.29	472985.075	3601.927
AX17	8682023.25	472993.158	3600.635
AX18	8682010.99	472962.317	3602.219
G10-70	8682001.69	472974.663	3600.367
G10-71	8682001.69	472974.663	3600.367
G11	8682022.96	473028.009	3598.16
AX19	8682013.98	473005.204	3596.889
W-72	8682088.28	472917.35	3611.055
AX20	8682074.59	472910.16	3611.963
AX21	8682117	472959.74	3603.86
AX22	8682097.53	472947.839	3606.732
AX23	8682082.89	472934.526	3609.801
AX24	8682055.58	472948.354	3611.072
AX25	8682035.73	472954.434	3611.166
U-73	8682017.01	472947.066	3613.732
AX26	8681962.05	472960.225	3614.537
AX27	8682012.03	472972.668	3616.463
AX28	8682009.83	472989.091	3617.002

Nombre	Norte	Este	Cota
AX30	8682028.16	472886.147	3613.827
R-76	8682134.42	472941.942	3621.056
AX31	8682112.66	472967.916	3618.915
AX31-77	8682149.8	472950.857	3621.754
AX32	8682160.75	472913.536	3614.891
AX33	8682199.52	472890.297	3622.239
R-78	8682003.88	473069.003	3565.96
AX34	8682040.88	473056.697	3559.049
AX34-79	8681995.88	473045.95	3568.023
AX35	8682043.91	473030.296	3560.734
R-80	8682040.08	473056.697	3559.049
AX36	8682003.32	473051.073	3555.772
AX36-81	8682057.37	473045.125	3560.095
D-82	8682003.32	473051.073	3555.772
AX36-83	8681985.68	473092.234	3547.525
AX36-84	8681995.09	473070.233	3556.82

Lo que se muestra es un extracto del total de puntos que se tomo en campo con la estacion total con el cual se realizo una comparacion estadistica con los puntos obtenidos con el vuelo no tripulado (dron).

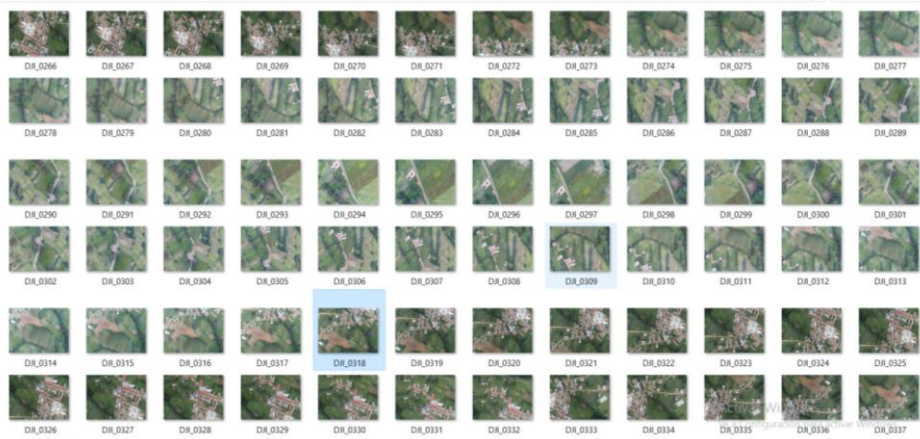


Fotografía 1. 1 toma de datos en campo con estación total
Fuente Elaboración Propia

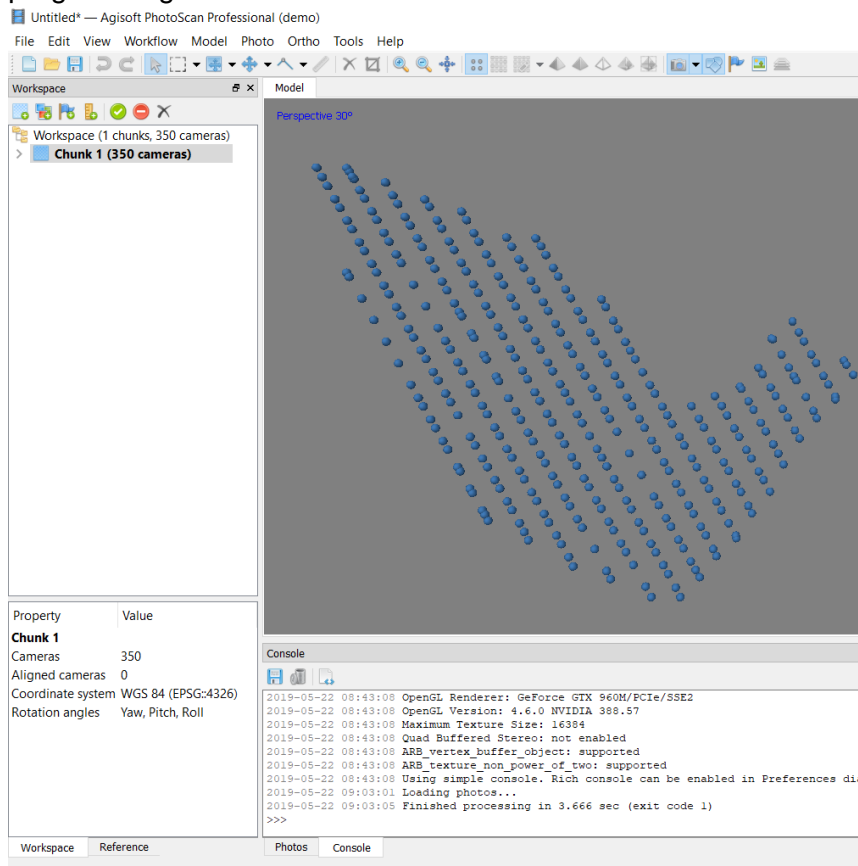
ANEXO II

TOPOGRAFÍA DRON

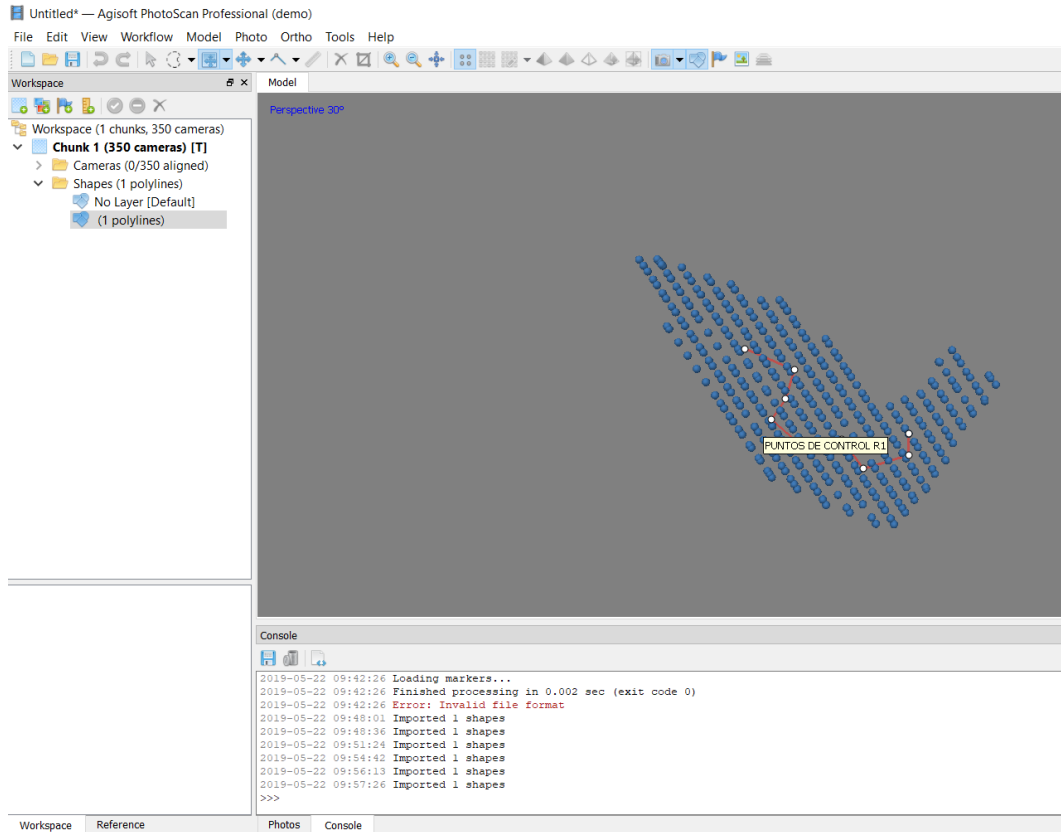
Levantamiento topografico con dron Base de fotografías del levantamiento con dron



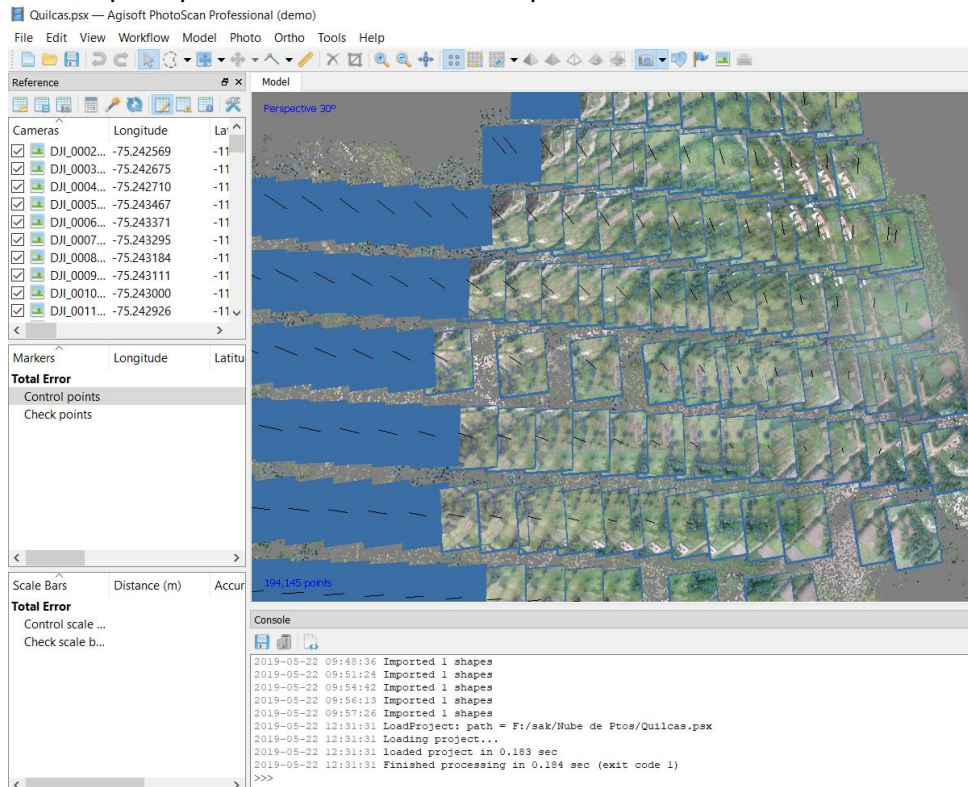
Con la disposicion de las imágenes se procesa las imágenes obtenidas en el programa agisoft



De acuerdo al plan de vuelo se tiene las imágenes georeferenciadas, en su posicion, mediante coordenadas.

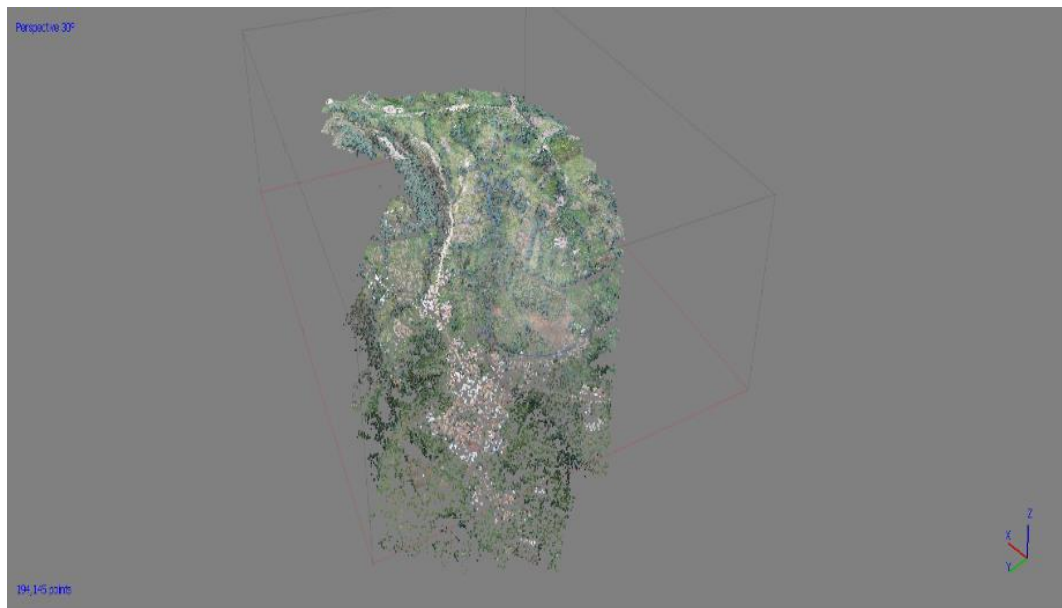


Colocamos la poligonal de nivelecion geometrica que nos apoyara a corregir los errores principalmente en la cota de los puntos.

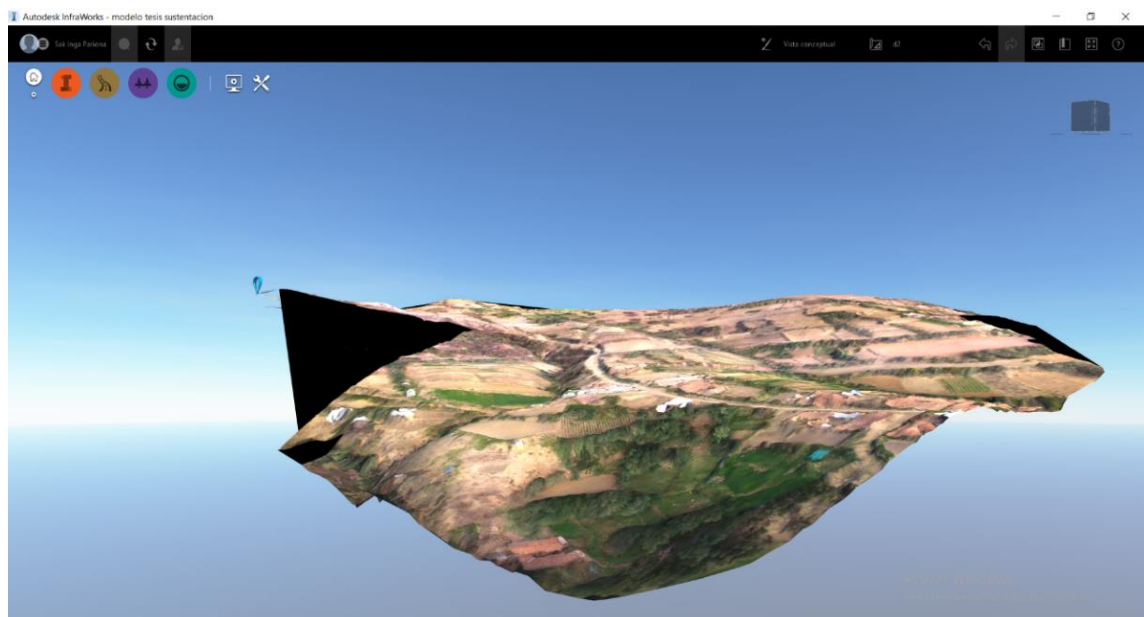


TOPOGRAFIA OBTENIDA CON DRON

Nube de puntos obtenida con dron

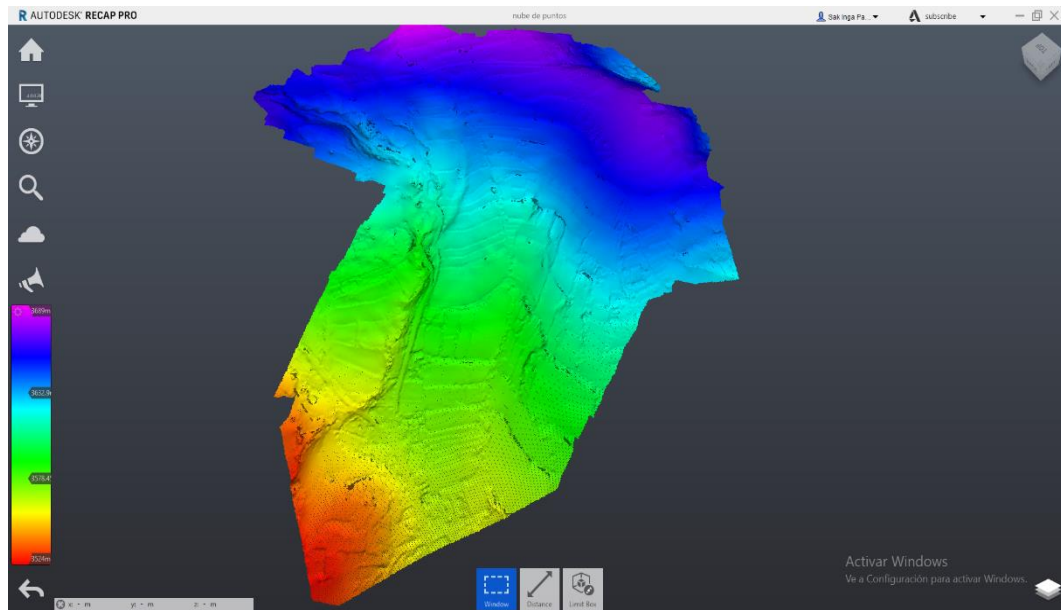


Superficie procesada por el Infraworks 2020

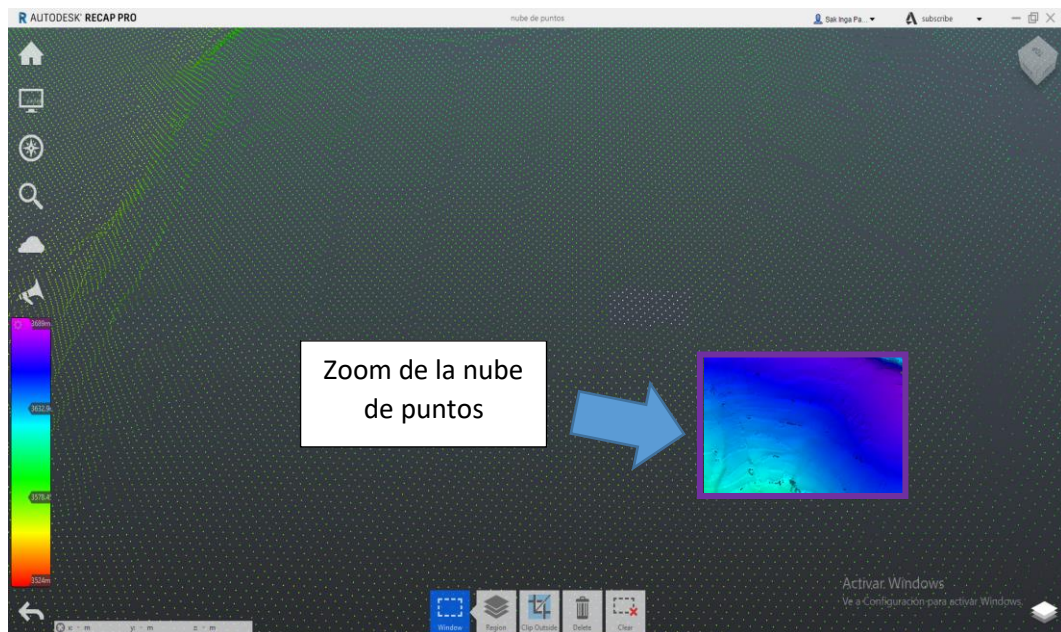


Utilizando el programa Recap pro, podemos obtener la nube de puntos en formato coordenadas las cuales podemos exportar a Excel donde se las ordena y se tiene la nube de puntos generada por el programa al momento de convertir

Modelo de nube de puntos generada en Recap pro del cual se extraerá la información de coordenadas de los puntos que conforman la nube



Donde se apreciara cada detalle como los puntos juntos componen la superficie que se observa



Se obtiene un archivo que se puede abrir en el block de notas del cual se realizara la exportación de los datos a Excel

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
472989.19	8682297.42	3526.633		
472987.19	8682296.42	3526.935		
472988.19	8682296.42	3526.794		
472989.19	8682296.42	3526.662		
472990.19	8682296.42	3526.540		
472991.19	8682296.42	3526.427		
472992.19	8682296.42	3526.323		
472993.19	8682296.42	3526.228		
472986.19	8682295.42	3527.125		
472987.19	8682295.42	3526.973		
472988.19	8682295.42	3526.830		
472989.19	8682295.42	3526.696		
472990.19	8682295.42	3526.571		
472991.19	8682295.42	3526.454		
472992.19	8682295.42	3526.346		
472993.19	8682295.42	3526.247		
472994.19	8682295.42	3526.156		
472995.19	8682295.42	3526.074		
472984.19	8682294.42	3527.497		
472985.19	8682294.42	3527.330		
472986.19	8682294.42	3527.169		
472987.19	8682294.42	3527.016		
472988.19	8682294.42	3526.871		
472989.19	8682294.42	3526.734		
472990.19	8682294.42	3526.605		
472991.19	8682294.42	3526.484		
472992.19	8682294.42	3526.372		
472993.19	8682294.42	3526.267		
472994.19	8682294.42	3526.171		
472995.19	8682294.42	3526.082		
472996.19	8682294.42	3526.002		
472997.19	8682294.42	3525.932		
472998.19	8682294.42	3525.872		
472984.19	8682293.42	3527.548		
472985.19	8682293.42	3527.381		
472986.19	8682293.42	3527.218		
472987.19	8682293.42	3527.064		
472988.19	8682293.42	3526.916		

Tabla 1 Nube de puntos para exportar a Excel

De aquí obtenemos la nube de puntos que se lleva a una hoja de cálculo Excel donde se le da el formato necesario de coordenada, como se muestra a continuación

NORTE	ESTE	COTA
472989.19	8682297.42	3526.633
472987.19	8682296.42	3526.935
472988.19	8682296.42	3526.794
472989.19	8682296.42	3526.662
472990.19	8682296.42	3526.54
472991.19	8682296.42	3526.427
472992.19	8682296.42	3526.323
472993.19	8682296.42	3526.228
472986.19	8682295.42	3527.125
472987.19	8682295.42	3526.973
472988.19	8682295.42	3526.83
472989.19	8682295.42	3526.696
472990.19	8682295.42	3526.571
472991.19	8682295.42	3526.454
472992.19	8682295.42	3526.346
472993.19	8682295.42	3526.247
472994.19	8682295.42	3526.156
472995.19	8682295.42	3526.074
472984.19	8682294.42	3527.497
472985.19	8682294.42	3527.33
472986.19	8682294.42	3527.169
472987.19	8682294.42	3527.016
472988.19	8682294.42	3526.871
472989.19	8682294.42	3526.734
472990.19	8682294.42	3526.605
472991.19	8682294.42	3526.484
472992.19	8682294.42	3526.372
472993.19	8682294.42	3526.267
472994.19	8682294.42	3526.171
472995.19	8682294.42	3526.082
472996.19	8682294.42	3526.002
472997.19	8682294.42	3525.932
472998.19	8682294.42	3525.872
472984.19	8682293.42	3527.548
472985.19	8682293.42	3527.381
472986.19	8682293.42	3527.218
472987.19	8682293.42	3527.064
472988.19	8682293.42	3526.916
472989.19	8682293.42	3526.776
472990.19	8682293.42	3526.644
472991.19	8682293.42	3526.519
472992.19	8682293.42	3526.401
472993.19	8682293.42	3526.29
472994.19	8682293.42	3526.188
472995.19	8682293.42	3526.092
472996.19	8682293.42	3526.003

NORTE	ESTE	COTA
472997.19	8682293.42	3525.921
472998.19	8682293.42	3525.847
472999.19	8682293.42	3525.758
473000.19	8682293.42	3525.641
472982.19	8682292.42	3527.949
472983.19	8682292.42	3527.774
472984.19	8682292.42	3527.602
472985.19	8682292.42	3527.433
472986.19	8682292.42	3527.27
472987.19	8682292.42	3527.113
472988.19	8682292.42	3526.963
472989.19	8682292.42	3526.82
472990.19	8682292.42	3526.684
472991.19	8682292.42	3526.554
472992.19	8682292.42	3526.431
472993.19	8682292.42	3526.314
472994.19	8682292.42	3526.205
472995.19	8682292.42	3526.101
472996.19	8682292.42	3526.003
472997.19	8682292.42	3525.91
472998.19	8682292.42	3525.822
472999.19	8682292.42	3525.711
473000.19	8682292.42	3525.559
473001.19	8682292.42	3525.37
473002.19	8682292.42	3525.13
473003.19	8682292.42	3525.009
473004.19	8682292.42	3525.052
472981.19	8682291.42	3528.187
472982.19	8682291.42	3528.007
472983.19	8682291.42	3527.831
472984.19	8682291.42	3527.657
472985.19	8682291.42	3527.487
472986.19	8682291.42	3527.321
472987.19	8682291.42	3527.162
472988.19	8682291.42	3527.01
472989.19	8682291.42	3526.864
472990.19	8682291.42	3526.724
472991.19	8682291.42	3526.591
472992.19	8682291.42	3526.462
472993.19	8682291.42	3526.339
472994.19	8682291.42	3526.222
472995.19	8682291.42	3526.109
472996.19	8682291.42	3526.002
472997.19	8682291.42	3525.899
472998.19	8682291.42	3525.799

NORTE	ESTE	COTA
472949.19	8681969.42	3596.89
472950.19	8681969.42	3596.916
472951.19	8681969.42	3596.877
472952.19	8681969.42	3596.777
472953.19	8681969.42	3596.804
472954.19	8681969.42	3596.833
472955.19	8681969.42	3596.844
472956.19	8681969.42	3596.778
472957.19	8681969.42	3596.83
472958.19	8681969.42	3596.776
472959.19	8681969.42	3596.611
472960.19	8681969.42	3596.635
472961.19	8681969.42	3596.665
472962.19	8681969.42	3596.57
472963.19	8681969.42	3596.542
472964.19	8681969.42	3596.537
472965.19	8681969.42	3596.668
472966.19	8681969.42	3596.607
472967.19	8681969.42	3596.462
472968.19	8681969.42	3596.399
472969.19	8681969.42	3596.418
472970.19	8681969.42	3596.309
472971.19	8681969.42	3596.382
472972.19	8681969.42	3596.308
472973.19	8681969.42	3596.209
472974.19	8681969.42	3596.087
472975.19	8681969.42	3596.098
472976.19	8681969.42	3596.141
472977.19	8681969.42	3596.133

NORTE	ESTE	COTA
473003.19	8682291.42	3524.926
473004.19	8682291.42	3525.092
473005.19	8682291.42	3525.475
473006.19	8682291.42	3525.915
472979.19	8682290.42	3528.622
472980.19	8682290.42	3528.434
472981.19	8682290.42	3528.25
472982.19	8682290.42	3528.069
472983.19	8682290.42	3527.89
472984.19	8682290.42	3527.714
472985.19	8682290.42	3527.541
472986.19	8682290.42	3527.373
472987.19	8682290.42	3527.212
472988.19	8682290.42	3527.056
472989.19	8682290.42	3526.907
472990.19	8682290.42	3526.765
472991.19	8682290.42	3526.627
472992.19	8682290.42	3526.494
472993.19	8682290.42	3526.365
472994.19	8682290.42	3526.239
472995.19	8682290.42	3526.117
472996.19	8682290.42	3526
472997.19	8682290.42	3525.887
472998.19	8682290.42	3525.779
472999.19	8682290.42	3525.678
473000.19	8682290.42	3525.563
473001.19	8682290.42	3525.416
473002.19	8682290.42	3525.463

El contenido que se muestra aquí es un extracto resumido del total de los puntos generados ya que colocar el total dentro de un entregable sobrepasaría el volumen de hojas permitidas por lo cual el archivo completo se encuentra en digital.

ANEXO III
PANEL FOTOGRAFÍCO

Anexo II: panel fotográfico de control terrestre de poligonal, levantamiento topográfico con estación total y vuelo de dron.



Fotografía 1: inicio del trabajo con estación total



Fotografía 2: recoleccion de datos



fotografia 3: intalacion equipo



Fotografía 4: nivelacion del equipo



Fotografía 5: recoleccion de datos



Fotografía 6: prismsas en toma de datos



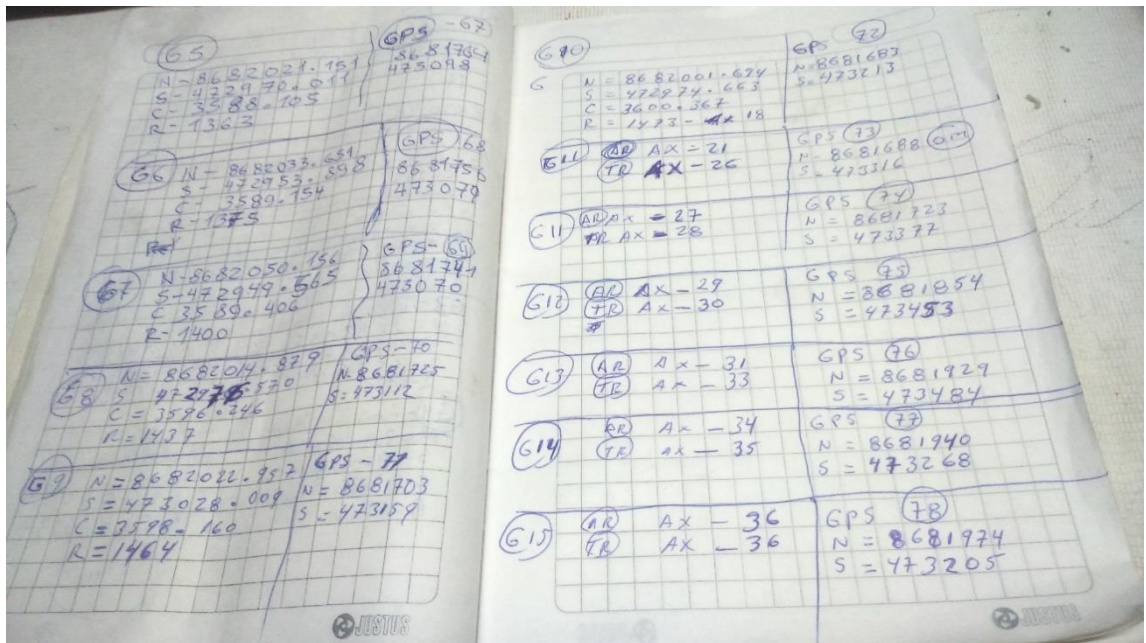
Fotografía 7: verificacion de coordenadas



Fotografía 8: toma de coordenada GPS



Fotografía 9: trabajo en zona libre



Fotografía 10: libreta de apuntes coordenadas de poligonal



Fotografía 11: equipo de trabajo



Fotografía 12: relieve de trabajo escarpado



Fotografía 13: equipo de trabajo comunidad



Fotografía 14: Dron aplicado a topografía



Fotografía 15: maniobrando Dron



Fotografía 16: Despegue del Dron



Fotografía 17: inicio del plan de vuelo



Fotografía 18: vuelo estable a altitud calculada



Fotografía 19: coordinacion con el tecnico de apoyo en el vuelo



Fotografía 20: indumentaria de trabajo y Dron antes del vuelo

ANEXO IV
HIDROLOGÍA
(HEC-HMS;HCANALES)

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA						
Estación:	INGENIO	Coordenadas UTM Huso 31 (m)	X =	11°52'51"	Cota =	3390
Denominación:	METEROLOGICA		Y =	75°17'16"		

Datos mensuales de precipitación máxima en 24 Horas (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1976	93.10	97.30	141.90	54.70	18.50	5.60	13.20	5.60	23.80	58.90	63.30	106.20	141.90
1977	45.20	89.40	86.90	51.90	16.80	16.60	25.70	15.60	41.70	113.90	103.40	127.20	127.20
1978	91.10	146.20	137.70	15.50	-5.50	-2.90	2.70	-9.30	17.70	57.60	74.50	134.00	146.20
1979	149.40	110.60	204.90	30.10	6.40	-8.60	-1.40	-8.60	7.40	43.20	63.70	77.70	204.90
1980	100.00	120.40	63.90	30.40	15.50	14.50	1.60	2.20	24.70	52.00	62.80	65.10	120.40
1981	36.50	80.70	78.20	43.20	8.10	7.90	17.00	6.90	33.00	105.20	94.70	118.50	118.50
1982	78.90	28.70	71.30	-17.00	-56.40	-54.10	-54.90	-55.00	-35.20	0.30	49.20	33.90	78.90
1983	87.65	80.55	110.65	28.15	10.65	4.95	4.95	20.65	17.45	90.85	67.55	126.65	126.65
1984	89.86	94.06	138.66	51.46	15.26	2.36	9.96	2.36	20.56	55.66	60.06	102.96	138.66
1985	94.70	98.90	143.50	56.30	20.10	7.20	14.80	7.20	25.40	60.50	64.90	107.80	143.50
1986	33.20	77.40	74.90	39.90	4.80	4.60	13.70	3.60	29.70	101.90	91.40	115.20	115.20
1987	90.84	145.94	137.44	15.24	-5.76	-3.16	2.44	-9.56	17.44	57.34	74.24	133.74	145.94
1988	101.60	156.70	148.20	26.00	5.00	7.60	13.20	1.20	28.20	68.10	85.00	144.50	156.70
1989	84.90	89.10	133.70	46.50	10.30	-2.60	5.00	-2.60	15.60	50.70	55.10	98.00	133.70
1990	102.00	157.10	148.60	26.40	5.40	8.00	13.60	1.60	28.60	68.50	85.40	144.90	157.10
1991	95.48	99.68	144.28	57.08	20.88	7.98	15.58	7.98	26.18	61.28	65.68	108.58	144.28
1992	40.17	84.37	81.87	46.87	11.77	11.57	20.67	10.57	36.67	108.87	98.37	122.17	122.17
1993	112.73	80.53	59.13	20.23	1.03	5.93	2.23	-3.07	33.03	76.53	30.93	91.03	112.73
1994	113.00	80.80	59.40	20.50	1.30	6.20	2.50	-2.80	33.30	76.80	31.20	91.30	113.00
1995	124.55	102.95	50.75	23.65	8.35	-5.65	-4.65	-5.05	42.15	45.15	55.95	58.25	124.55
1996	99.91	120.31	63.81	30.31	15.41	14.41	1.51	2.11	24.61	51.91	62.71	65.01	120.31
1997	87.20	80.10	110.20	27.70	10.20	4.50	4.50	20.20	17.00	90.40	67.10	126.20	126.20
1998	90.98	95.18	139.78	52.58	16.38	3.48	11.08	3.48	21.68	56.78	61.18	104.08	139.78
1999	149.71	128.11	78.11	49.71	-3.69	16.21	-5.89	-5.89	2.81	56.01	51.31	124.11	149.71
2000	211.5	168.8	116.5	31.6	11.8	0	8.7	8.4	25.4	59.4	55.7	119.8	211.50

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA						
Estación:	INGENIO	Coordenadas UTM Huso 31 (m)	X =	11°52'51"	Cota =	3390
Denominación:	METEROLOGICA		Y =	75°17'16"		

Datos mensuales de precipitación máxima en 24 Horas (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
2001	158	119.2	213.5	38.7	15	0	7.2	0	16	51.8	72.3	86.3	213.5
2002	29.6	73.8	71.3	36.3	1.2	1	10.1	0	26.1	98.3	87.8	111.6	111.6
2003	124.8	76.4	175.2	78.1	9	0	0	16	16.6	8.9	59.7	130	175.2
2004	100.4	155.5	147	24.8	3.8	6.4	12	0	27	66.9	83.8	143.3	155.5
2005	82.7	75.6	105.7	23.2	5.7	0	0	15.7	12.5	85.9	62.6	121.7	121.7
2006	135.3	85.1	127.7	39.4	0	2.3	1.5	1.4	21.2	56.7	105.6	90.3	135.3
2007	87.5	91.7	136.3	49.1	12.9	0	7.6	0	18.2	53.3	57.7	100.6	136.3
2008	118.6	86.4	65	26.1	6.9	11.8	8.1	2.8	38.9	82.4	36.8	96.9	118.6
2009	113.9	99	104.3	84.1	16.6	4.9	0	9.3	32.3	70.3	95.9	172.9	172.9
2010	155.6	134	84	55.6	2.2	22.1	0	0	8.7	61.9	57.2	130	155.6
2011	126.4	78	176.8	79.7	10.6	1.6	1.6	17.6	18.2	10.5	61.3	131.6	176.8
2012	101.6	156.7	148.2	26	5	7.6	13.2	1.2	28.2	68.1	85	144.5	156.7
2013	115.6	103.5	58.64	28.6	15.6	8.7	0	20.2	17.8	60	44.6	76.7	115.6
2014	134	112.4	60.2	33.1	17.8	3.8	4.8	4.4	51.6	54.6	65.4	67.7	134
2015	102.6	123	66.5	33	18.1	17.1	4.2	4.8	27.3	54.6	65.4	67.7	123
2016	116.6	108.6	71.6	53.8	9	0	1.3	7.8	40.9	66.8	34.2	80.3	116.6
2017	112.1	100	71.9	58	14.6	1	7.4	2.5	30	53.8	72.6	67.6	112.1
2018	117.1	64.057	108.6	20.3	21.5	2.1	5.3	8.8	33.3	122.4	84.7	67.6	122.4
MAX	211.5	168.8	213.5	84.1	21.5	22.1	25.7	20.65	51.6	122.4	105.6	172.9	213.5

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - x)^2$
6	1976	4.60	141.90	304.88
7	1977	3.50	127.20	7.62
8	1978	2.23	146.20	473.53
9	1979	3.10	204.90	6473.95
10	1980	4.80	120.40	16.31
11	1981	3.00	118.50	35.27
12	1982	4.00	78.90	2073.82
13	1983	4.52	126.65	4.89
14	1984	4.00	138.66	202.23
15	1985	7.83	143.50	363.32
16	1986	3.50	115.20	85.36
17	1987	3.14	145.94	462.29
18	1988	5.02	156.70	1040.76
19	1989	5.90	133.70	85.76
20	1990	4.11	157.10	1066.73
21	1991	4.35	144.28	393.66
22	1992	4.78	122.17	5.15
23	1993	3.05	112.73	137.10
24	1994	4.38	113.00	130.85
25	1995	4.51	124.55	0.01
26	1996	3.68	120.31	17.05
27	1997	4.26	126.20	3.10
28	1998	3.90	139.78	235.34
29	1999	5.15	149.71	638.62
30	2000	5.90	211.50	7579.59
31	2001	3.33	213.50	7931.83
32	2002	2.30	111.60	164.84
33	2003	3.36	175.20	2576.66
34	2004	2.95	155.50	964.78
35	2005	3.37	121.70	7.50
36	2006	4.45	135.30	117.96
37	2007	3.01	136.30	140.68
38	2008	3.52	118.60	34.10
39	2009	2.82	172.90	2348.45
40	2010	6.74	155.60	971.00
41	2011	3.83	176.80	2741.66
42	2012	6.45	156.70	1040.76
43	2013	4.53	115.60	78.13
44	2014	3.21	134.00	91.41
45	2015	6.40	123.00	2.07
46	2016	2.41	116.60	61.45
47	2017	4.48	112.10	152.26
48	2018	2.37	122.40	4.16
48		Suma	5973.1	41266.9

Calculo estadístico de variables

Cálculo variables probabilísticas		
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	124.44	mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$	29.63	mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S =$	23.10	mm
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$	111.10	mm

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	119.5716	0.5000	135.1159
5	1.4999	145.7577	0.8000	164.7062
10	2.2504	163.0952	0.9000	184.2976
25	3.1985	185.0012	0.9600	209.0513
50	3.9019	201.2523	0.9800	227.4150
100	4.6001	217.3834	0.9900	245.6432
200	5.2958	233.4556	0.9950	263.8048
500	6.2136	254.6599	0.9980	287.7657
1000	6.9073	270.6856	0.9990	305.8747
10000	9.2103	323.8937	0.9999	365.9999

Formulacion Gumbel:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	X24	135.1159	164.7062	184.2976	209.0513	227.4150	245.6432	263.8048	287.7657
18 hr	X18 = 91%	122.9554	149.8826	167.7108	167.2410	206.9477	223.5353	240.0624	261.8668
12 hr	X12 = 80%	108.0927	131.7649	147.4380	167.2410	181.9320	196.5146	211.0439	230.2125
8 hr	X8 = 68%	91.8788	112.0002	125.3223	142.1549	154.6422	167.0374	179.3873	195.6807
6 hr	X6 = 61%	82.4207	100.4708	112.4215	127.5213	138.7232	149.8424	160.9209	175.5371
5 hr	X5 = 57%	77.0160	93.8825	105.0496	119.1592	129.6266	140.0166	150.3688	164.0264
4 hr	X4 = 52%	70.2602	85.6472	95.8347	108.7067	118.2558	127.7345	137.1785	149.6381
3 hr	X3 = 46%	62.1533	75.7648	84.7769	96.1636	104.6109	112.9959	121.3502	132.3722
2 hr	X2 = 39%	52.6952	64.2354	71.8760	81.5300	88.6919	95.8008	102.8839	112.2286
1 hr	X1 = 30%	40.5348	49.4119	55.2893	62.7154	68.2245	73.6930	79.1415	86.3297

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

$$I = \frac{P \text{ [mm] }}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	1440	5.6298	6.8628	7.6791	8.7105	9.4756	10.2351	10.9919	11.9902
18 hr	1080	6.8309	8.3268	9.3173	9.2912	11.4971	12.4186	13.3368	14.5482
12 hr	720	9.0077	10.9804	12.2865	13.9368	15.1610	16.3762	17.5870	19.1844
8 hr	480	11.4848	14.0000	15.6653	17.7694	19.3303	20.8797	22.4234	24.4601
6 hr	360	13.7368	16.7451	18.7369	21.2535	23.1205	24.9737	26.8202	29.2562
5 hr	300	15.4032	18.7765	21.0099	23.8318	25.9253	28.0033	30.0738	32.8053
4 hr	240	17.5651	21.4118	23.9587	27.1767	29.5640	31.9336	34.2946	37.4095
3 hr	180	20.7178	25.2549	28.2590	32.0545	34.8703	37.6653	40.4501	44.1241
2 hr	120	26.3476	32.1177	35.9380	40.7650	44.3459	47.9004	51.4419	56.1143
1 hr	60	40.5348	49.4119	55.2893	62.7154	68.2245	73.6930	79.1415	86.3297

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno:

En la cual:

- I = Intensidad (mm/hr)
- t = Duración de la lluvia (min)
- T = Período de retorno (años)
- K, m, n = Parámetros de ajuste

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Realizando un cambio de variable:

$$d = K \cdot T^m$$

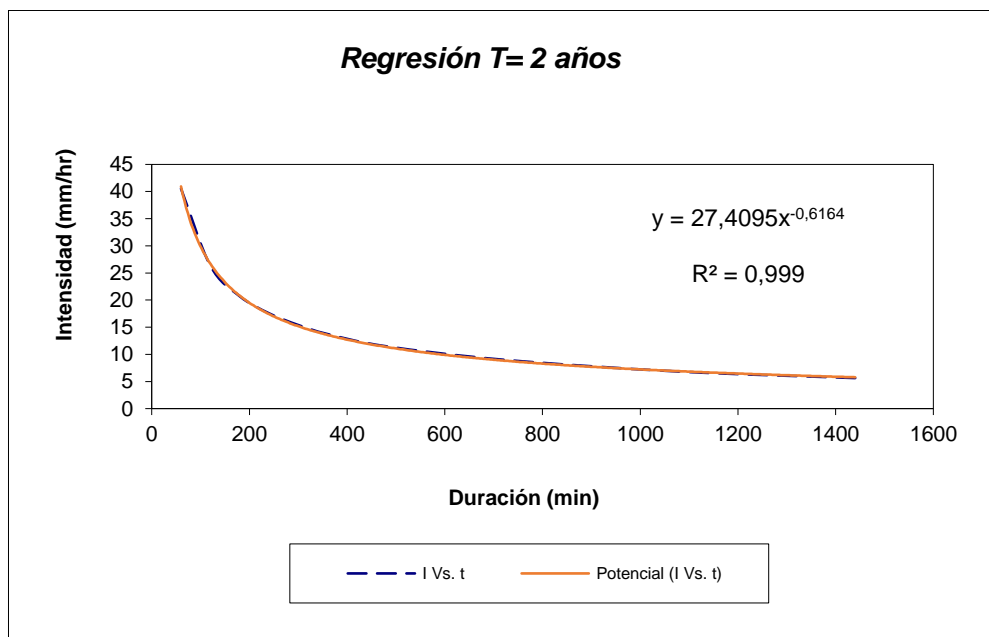
Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Para Tr 2 años

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.6298	7.2724	1.7281	12.5673	52.8878
2	1080	6.8309	6.9847	1.9215	13.4208	48.7863
3	720	9.0077	6.5793	2.1981	14.4617	43.2865
4	480	11.4848	6.1738	2.4410	15.0704	38.1156
5	360	13.7368	5.8861	2.6201	15.4220	34.6462
6	300	15.4032	5.7038	2.7346	15.5974	32.5331
7	240	17.5651	5.4806	2.8659	15.7070	30.0374
8	180	20.7178	5.1930	3.0310	15.7398	26.9668
9	120	26.3476	4.7875	3.2714	15.6617	22.9201
10	60	40.5348	4.0943	3.7022	15.1579	16.7637
10	4980	167.2584	58.1555	26.5137	148.8061	346.9435
Ln (d) = 6.2360		d = 510.8089		n = -0.6164		

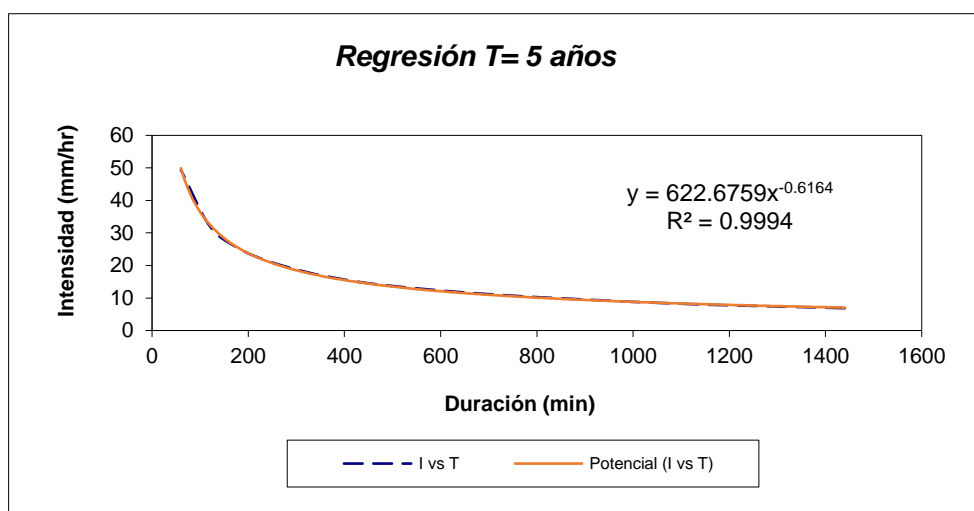
Grafico



Para Tr 5 años

Periodo de retorno para $T = 5$ años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	6.8628	7.2724	1.9261	14.0074	52.8878
2	1080	8.3268	6.9847	2.1195	14.8040	48.7863
3	720	10.9804	6.5793	2.3961	15.7646	43.2865
4	480	14.0000	6.1738	2.6391	16.2930	38.1156
5	360	16.7451	5.8861	2.8181	16.5877	34.6462
6	300	18.7765	5.7038	2.9326	16.7269	32.5331
7	240	21.4118	5.4806	3.0639	16.7924	30.0374
8	180	25.2549	5.1930	3.2290	16.7682	26.9668
9	120	32.1177	4.7875	3.4694	16.6098	22.9201
10	60	49.4119	4.0943	3.9002	15.9687	16.7637
10	4980	203.8880	58.1555	28.4940	160.3227	346.9435
$Ln(d) = 6.4340$		$d = 622.6759$		$n = -0.6164$		

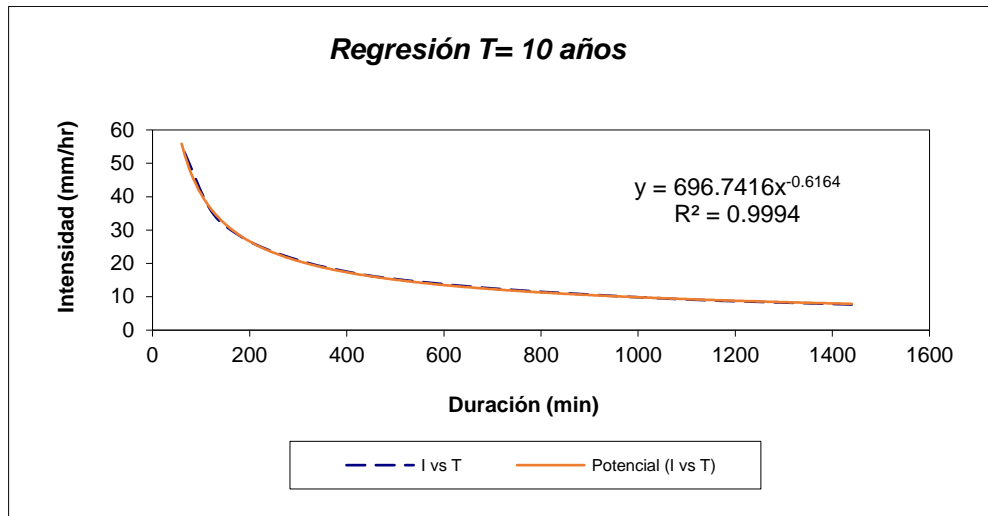
Grafico



Para Tr 10 años

Periodo de retorno para $T = 10$ años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	7.6791	7.2724	2.0385	14.8248	52.8878
2	1080	9.3173	6.9847	2.2319	15.5890	48.7863
3	720	12.2865	6.5793	2.5085	16.5041	43.2865
4	480	15.6653	6.1738	2.7514	16.9868	38.1156
5	360	18.7369	5.8861	2.9305	17.2492	34.6462
6	300	21.0099	5.7038	3.0450	17.3680	32.5331
7	240	23.9587	5.4806	3.1763	17.4083	30.0374
8	180	28.2590	5.1930	3.3414	17.3518	26.9668
9	120	35.9380	4.7875	3.5818	17.1478	22.9201
10	60	55.2893	4.0943	4.0126	16.4289	16.7637
10	4980	228.1399	58.1555	29.6179	166.8587	346.9435
$Ln(d) = 6.5464$		$d = 696.7416$		$n = -0.6164$		

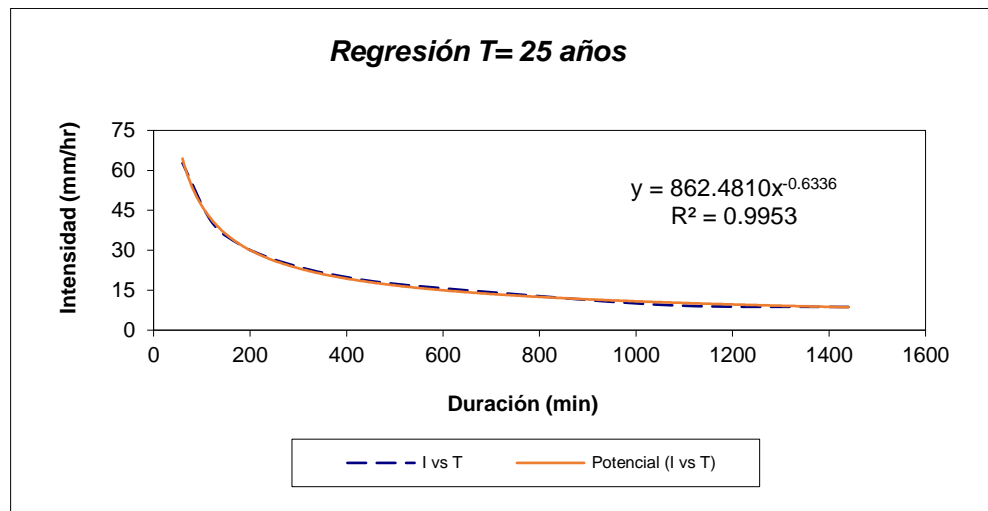
Grafico



Para Tr 25 años

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	8.7105	7.2724	2.1645	15.7413	52.8878
2	1080	9.2912	6.9847	2.2291	15.5694	48.7863
3	720	13.9368	6.5793	2.6345	17.3332	43.2865
4	480	17.7694	6.1738	2.8775	17.7649	38.1156
5	360	21.2535	5.8861	3.0565	17.9910	34.6462
6	300	23.8318	5.7038	3.1710	18.0868	32.5331
7	240	27.1767	5.4806	3.3024	18.0990	30.0374
8	180	32.0545	5.1930	3.4674	18.0063	26.9668
9	120	40.7650	4.7875	3.7078	17.7512	22.9201
10	60	62.7154	4.0943	4.1386	16.9449	16.7637
10	4980	257.5048	58.1555	30.7494	173.2880	346.9435
$Ln(d) = 6.7598$		$d = 862.4810$		$n = -0.6336$		

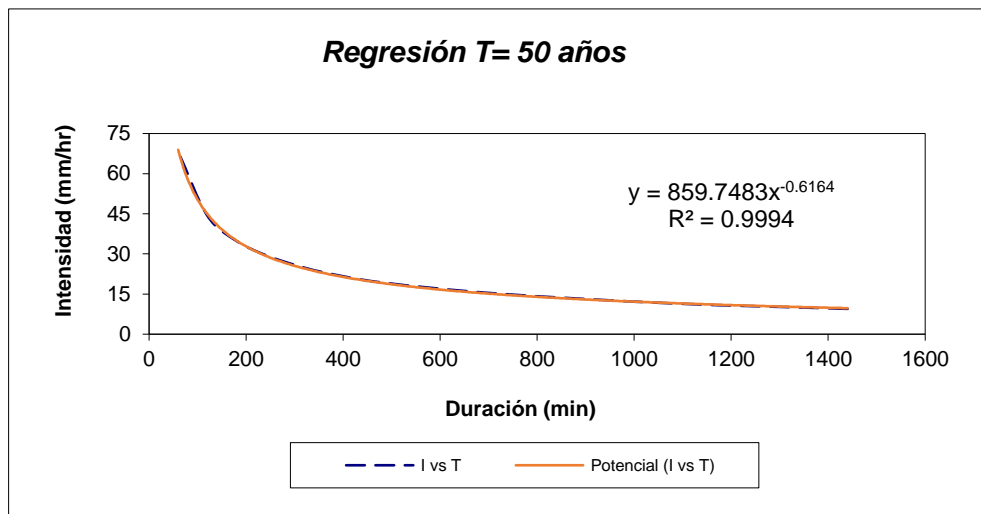
Grafico



Para Tr 50 años

Periodo de retorno para $T = 50$ años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	9.4756	7.2724	2.2487	16.3536	52.8878
2	1080	11.4971	6.9847	2.4421	17.0573	48.7863
3	720	15.1610	6.5793	2.7187	17.8872	43.2865
4	480	19.3303	6.1738	2.9617	18.2847	38.1156
5	360	23.1205	5.8861	3.1407	18.4866	34.6462
6	300	25.9253	5.7038	3.2552	18.5671	32.5331
7	240	29.5640	5.4806	3.3866	18.5605	30.0374
8	180	34.8703	5.1930	3.5516	18.4435	26.9668
9	120	44.3459	4.7875	3.7920	18.1543	22.9201
10	60	68.2245	4.0943	4.2228	17.2896	16.7637
10	4980	281.5146	58.1555	31.7202	179.0844	346.9435
$Ln(d) = 6.7566$		$d = 859.7483$		$n = -0.6164$		

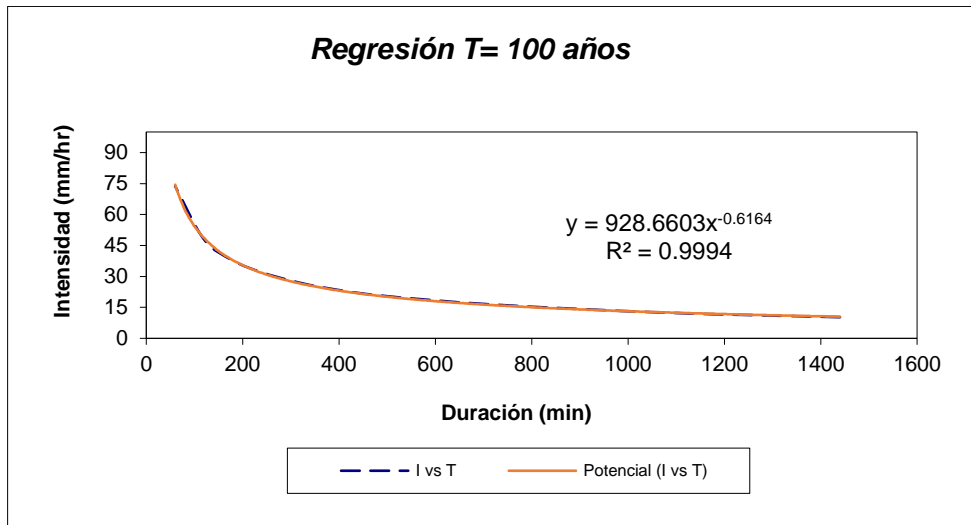
Grafico



Para Tr 100 años

Periodo de retorno para $T = 100$ años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	10.2351	7.2724	2.3258	16.9143	52.8878
2	1080	12.4186	6.9847	2.5192	17.5959	48.7863
3	720	16.3762	6.5793	2.7958	18.3945	43.2865
4	480	20.8797	6.1738	3.0388	18.7608	38.1156
5	360	24.9737	5.8861	3.2178	18.9404	34.6462
6	300	28.0033	5.7038	3.3323	19.0068	32.5331
7	240	31.9336	5.4806	3.4637	18.9831	30.0374
8	180	37.6653	5.1930	3.6287	18.8439	26.9668
9	120	47.9004	4.7875	3.8691	18.5234	22.9201
10	60	73.6930	4.0943	4.2999	17.6053	16.7637
10	4980	304.0790	58.1555	32.4912	183.5684	346.9435
$Ln(d) = 6.8337$		$d = 928.6603$		$n = -0.6164$		

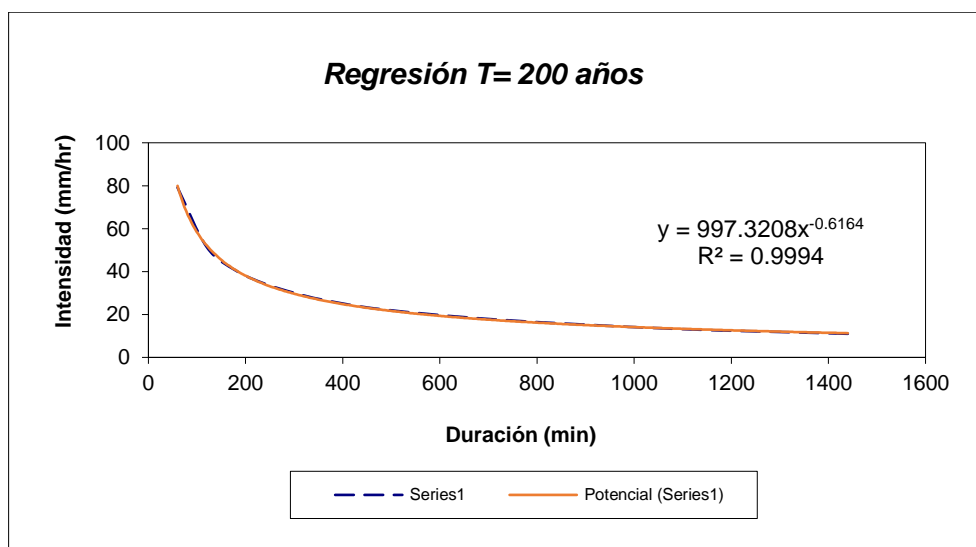
Grafico



Para Tr 200 años

Periodo de retorno para T = 200 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	10.9919	7.2724	2.3972	17.4331	52.8878
2	1080	13.3368	6.9847	2.5905	18.0941	48.7863
3	720	17.5870	6.5793	2.8672	18.8638	43.2865
4	480	22.4234	6.1738	3.1101	19.2011	38.1156
5	360	26.8202	5.8861	3.2892	19.3603	34.6462
6	300	30.0738	5.7038	3.4037	19.4137	32.5331
7	240	34.2946	5.4806	3.5350	19.3740	30.0374
8	180	40.4501	5.1930	3.7001	19.2143	26.9668
9	120	51.4419	4.7875	3.9405	18.8649	22.9201
10	60	79.1415	4.0943	4.3712	17.8973	16.7637
10	4980	326.5611	58.1555	33.2045	187.7166	346.9435
Ln (d) = 6.9051		d = 997.3208		n = -0.6164		

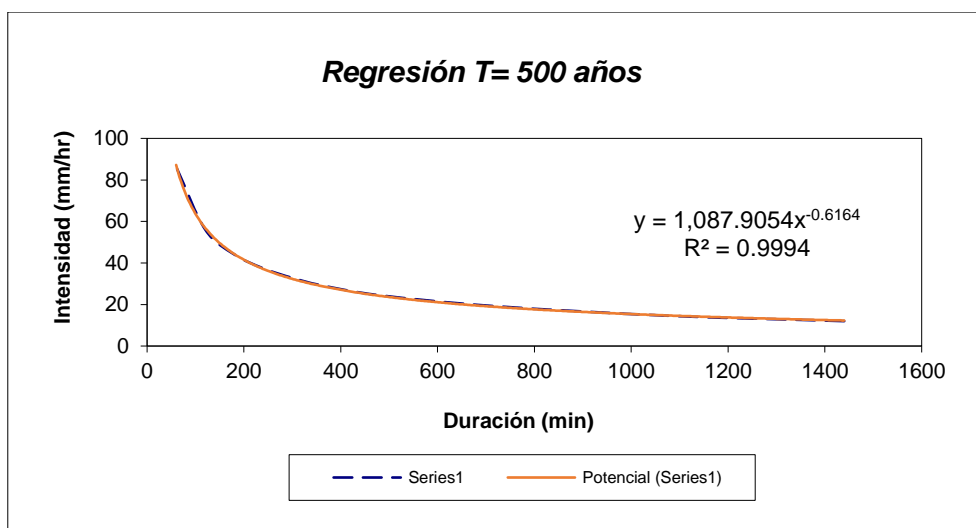
Grafico



Para Tr 500 años

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	11.9902	7.2724	2.4841	18.0653	52.8878
2	1080	14.5482	6.9847	2.6775	18.7013	48.7863
3	720	19.1844	6.5793	2.9541	19.4357	43.2865
4	480	24.4601	6.1738	3.1970	19.7379	38.1156
5	360	29.2562	5.8861	3.3761	19.8720	34.6462
6	300	32.8053	5.7038	3.4906	19.9096	32.5331
7	240	37.4095	5.4806	3.6219	19.8505	30.0374
8	180	44.1241	5.1930	3.7870	19.6658	26.9668
9	120	56.1143	4.7875	4.0274	19.2811	22.9201
10	60	86.3297	4.0943	4.4582	18.2533	16.7637
10	4980	356.2219	58.1555	34.0739	192.7724	346.9435
Ln (d) =	6.9920	d =	1087.9054	n =	-0.6164	

Grafico



Resumen

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	510.80892102562	-0.61638608809
5	622.67589226635	-0.61638608809
10	696.74156109406	-0.61638608809
25	862.48097404710	-0.63362500463
50	859.74832885013	-0.61638608809
100	928.66030735778	-0.61638608809
200	997.32083763156	-0.61638608809
500	1087.90536973896	-0.61638608809
Promedio =	910.63811684422	-0.61810997974

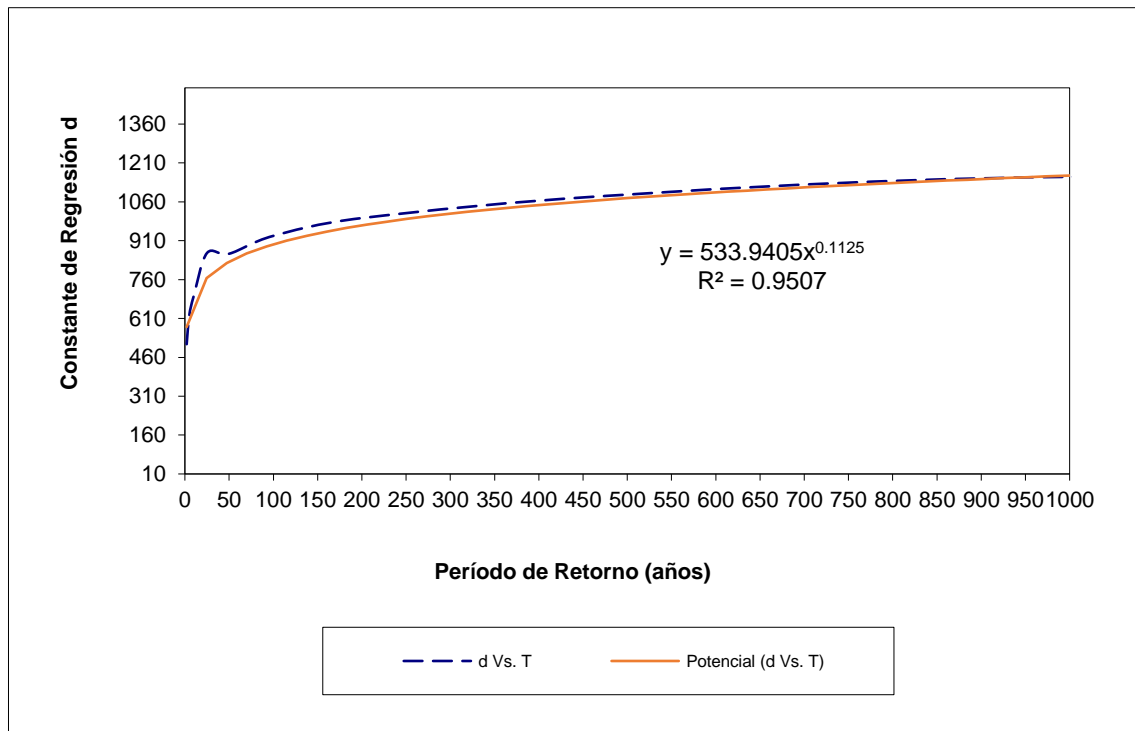
En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	510.8089	0.6931	6.2360	4.3225	0.4805
2	5	622.6759	1.6094	6.4340	10.3552	2.5903
3	10	696.7416	2.3026	6.5464	15.0737	5.3019
4	25	862.4810	3.2189	6.7598	21.7590	10.3612
5	50	859.7483	3.9120	6.7566	26.4321	15.3039
6	100	928.6603	4.6052	6.8337	31.4705	21.2076
7	200	997.3208	5.2983	6.9051	36.5853	28.0722
8	500	1087.9054	6.2146	6.9920	43.4526	38.6214
9	1000	1156.3670	6.9078	7.0530	48.7207	47.7171
10	10000	1383.6720	9.2103	7.2325	66.6138	84.8304
10	11892	9106.3812	43.9723	67.7492	304.7853	254.4863
<i>Ln (K) =</i>	6.2803	<i>K =</i>	533.9405	<i>m =</i>	0.1125	

Termino constante de regresión (K) = 533.9405
 Coef. de regresión (m) = 0.112489

Gráfico de calibración del modelo hidrológico



La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{533.9405 * T^{0.112489}}{0.01246 t}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

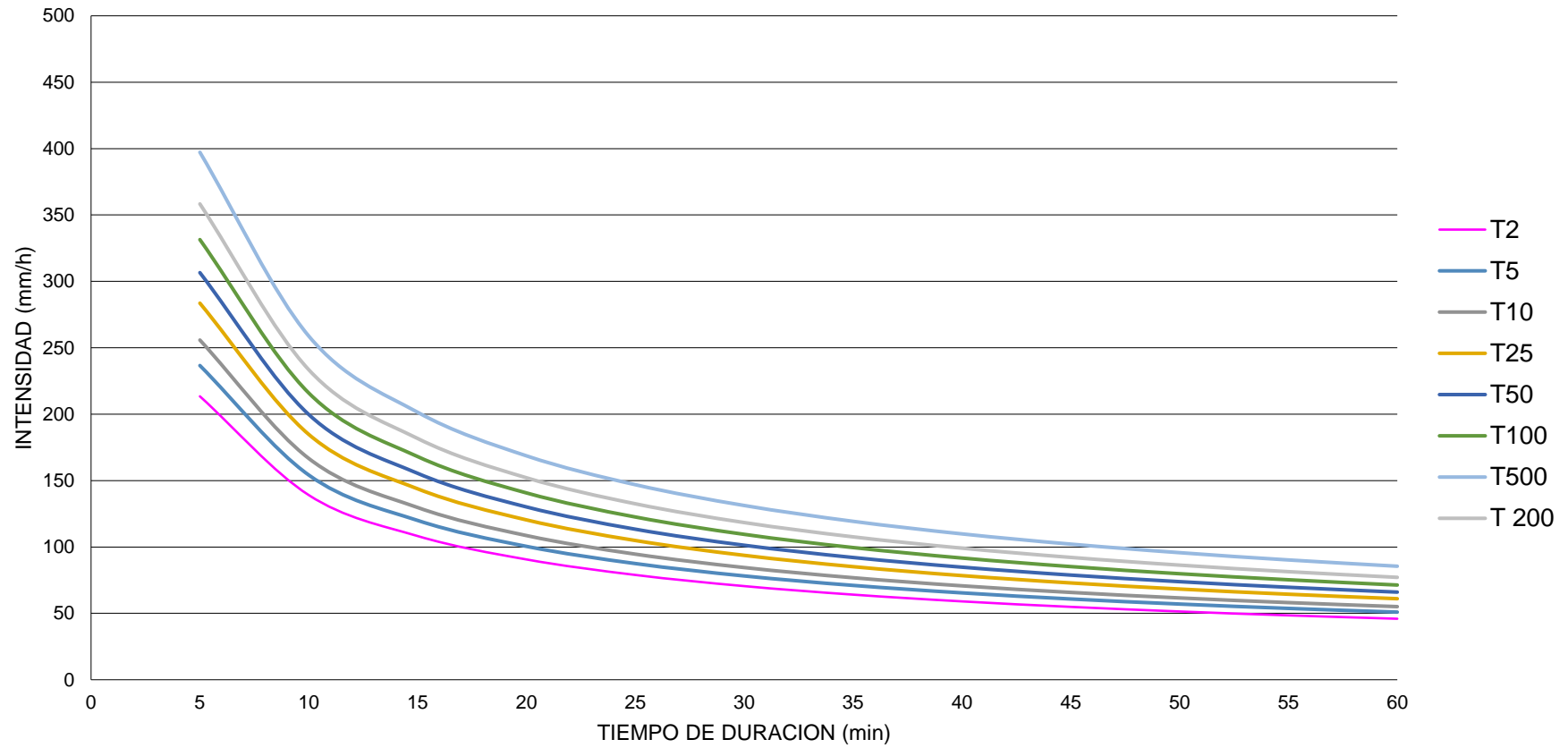
t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Cuadro

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	213.46	139.07	108.24	90.61	78.94	70.52	64.11	59.03	54.89	51.43	48.49	45.95
5	236.64	154.17	120.00	100.45	87.51	78.18	71.07	65.44	60.85	57.01	53.75	50.94
10	255.82	166.68	129.73	108.59	94.60	84.52	76.84	70.75	65.78	61.64	58.11	55.07
25	283.60	184.77	143.81	120.38	104.87	93.70	85.18	78.43	72.93	68.33	64.42	61.05
50	306.60	199.76	155.47	130.15	113.38	101.29	92.09	84.79	78.84	73.87	69.64	66.00
100	331.46	215.95	168.08	140.70	122.57	109.51	99.56	91.67	85.23	79.86	75.29	71.35
200	358.34	233.47	181.71	152.11	132.51	118.39	107.63	99.10	92.14	86.33	81.40	77.13
500	397.24	258.81	201.44	168.62	146.90	131.24	119.31	109.86	102.15	95.71	90.23	85.51

Grafico final

Curvas IDF de la cuenca



ANEXO V
ESTUDIO DE SUELOS

Clasificación de suelos SUCS.

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
			SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
					CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
	CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.				
	OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				
Suelos muy orgánicos		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW, GP, SW, SP. >12% - >GM, GC, SM, SC. 5 al 12% - >casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
	No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
	Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	

Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa:											
Nº 10 (2mm)	50 máx	-	-	-				-			
Nº 40 (0,425mm)	30 máx	50 máx	51 mín	-				-			
Nº 200 (0,075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx				36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40											
Límite líquido	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx	-	NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

- (1): No plástico
 (2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30
 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Índice de grupo :

$$IG = (F - 35) \cdot [0,2 + 0,005 \cdot (LL - 40)] + 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$$

Siendo :

F : % que pasa el tamiz ASTM n° 200.
 LL : límite líquido.
 IP : índice de plasticidad.

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A - 2 - 6 y A - 2 - 7 se calcula usando sólo : $IG = 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$

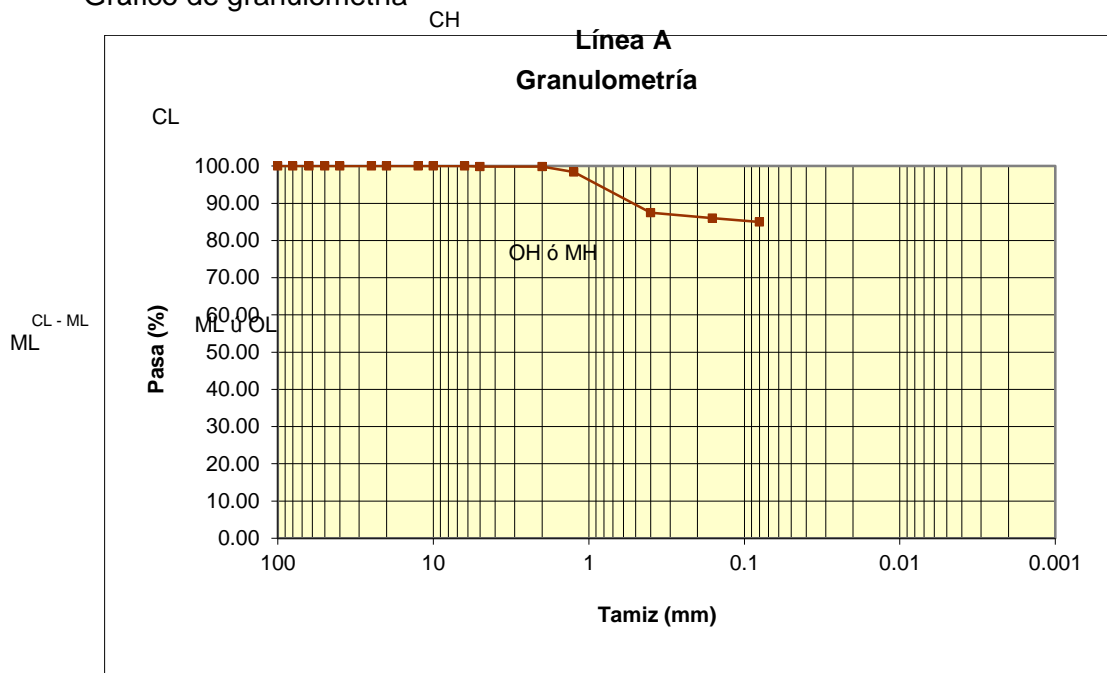
Clasificación granulométrica muestra carretera Pachapaqui - Colpar

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido Acumulado (%)	Retenido Parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	100.00	100.00	0.00	0.00
50	100.00	100.00	0.00	0.00
40	100.00	100.00	0.00	0.00
25	100.00	100.00	0.00	0.00
20	100.00	100.00	0.00	0.00
12.5	100.00	100.00	0.00	0.00
10	100.00	100.00	0.00	0.00
6.3	100.00	100.00	0.00	0.00
5	99.86	99.86	0.14	0.14
2	99.89	99.89	0.11	-0.03
1.25	98.40	98.40	1.60	1.49
0.4	87.51	87.51	12.49	10.89
0.160	86.00	86.00	14.00	1.51
0.080	85.00	85.00	15.00	1.00

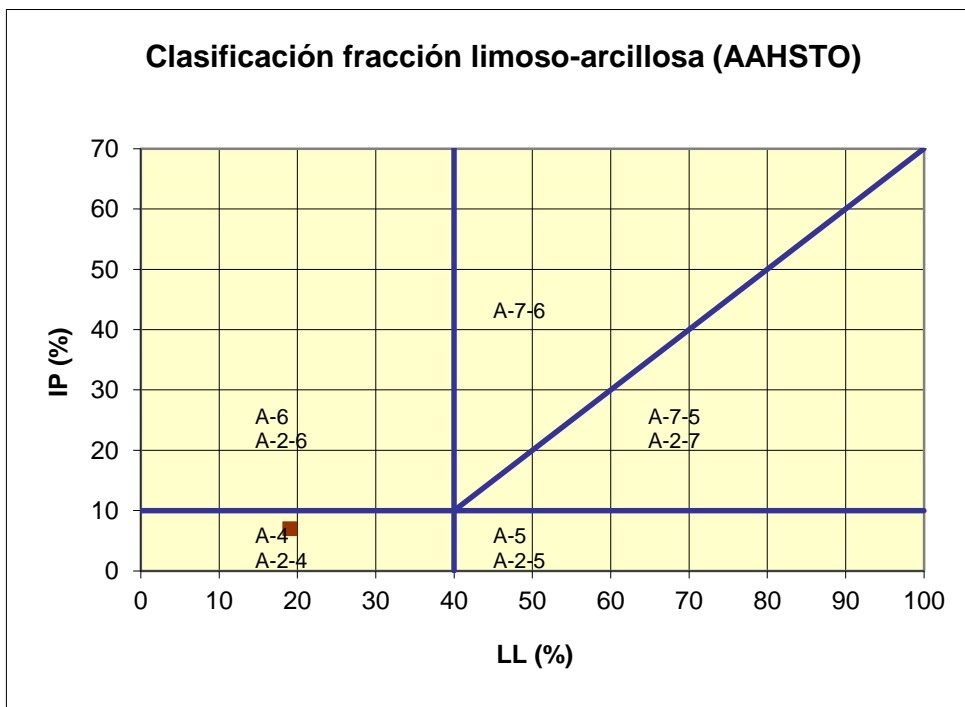
Tenemos los siguientes datos de campo

Límite líquido LL	19.00	%		
Límite plástico LP	12.00	%		
Índice plasticidad IP	7.00	%		

Gráfico de granulometría



Clasificación AAHSTO



Obteniendo los siguientes datos

Material limoso-arenoso
 Pobre a malo como sagrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG): **3**

Sondeo de cuatro calicatas carretera Pachapaqui – Colpar

Sondeo / cata:	1	2	1	1
Profundidad inicial (m):	0.75	2.20	2.70	4.00
Profundidad final (m):	1.35	2.40	3.00	4.20
Profundidad media (m):	1.05	2.30	2.85	4.10

Granulometría de las muestras analizadas

Tamiz (mm)	Granulometría 1 Pasa (%):	Granulometría 2 Pasa (%):	Granulometría 3 Pasa (%):	Granulometría 4 Pasa (%):
100	100.00	100.00	100.00	100.00
80	100.00	100.00	100.00	100.00
63	100.00	100.00	100.00	100.00
50	100.00	100.00	100.00	100.00
40	100.00	100.00	100.00	100.00
25	100.00	100.00	100.00	100.00
20	100.00	100.00	100.00	100.00
12.5	100.00	100.00	100.00	100.00
10	100.00	100.00	100.00	100.00
6.3	100.00	100.00	100.00	100.00
5	99.80	99.00	99.70	99.30
2	97.80	92.80	98.30	96.30
1.25	91.30	81.00	95.00	86.70
0.4	75.00	62.70	78.90	66.50
0.160	69.20	57.40	71.10	59.80
0.080	64.40	53.30	62.20	54.90

Ahora analizaremos las propiedades mecánicas de las muestras

LL (%)	41.00	41.00	37.00	39.00
LP (%)	17.60	18.60	17.10	17.00
IP (%)	23.40	22.40	19.90	22.00
Humedad natural (%)	18.32	17.66		19.36
Densidad seca (gr/cm ³)	1.81	1.84		1.81
H/LL	0.45	0.43		0.50
H/LP	1.04	0.95		1.14

Análisis de suelo colapsable

Colapsabilidad	No colapsable	No colapsable	No Colapsable	No colapsable
	1.26	1.26	1.33	1.29

Marcador	Rombo	Cuadrado	Círculo	Triángulo

Parámetros para análisis en programa Plaxis

Indice de consistencia				
I _c (C.R.)=	0.969	1.042		0.893
Indice de liquidez				
I _L =	0.031	-0.042		0.107
Indice de compresión				
C _c =	0.279	0.279	0.243	0.261
Contracción lineal				
CL (%)=	10.986	10.516	9.343	10.329

Indice de consistencia (consistencia relativa) :

$$I_c = \frac{LL - H}{I_p}$$

Cerca de 0 $\Rightarrow q_u = 0.25 - 1.00 \text{ kg/cm}^2$
 Cerca de 1 $\Rightarrow q_u = 1.00 - 5.00 \text{ kg/cm}^2$

Indice de liquidez :

$$I_L = \frac{H - L_p}{I_p}$$

$I_L \approx 0 \Rightarrow$ Suelo preconsolidado
 $I_L \approx 1 \Rightarrow$ Suelo normalmente consolidado
 Si $I_L \geq 0.2$ aun siendo el suelo altamente plástico tendrá poca o nula expansión.

Indice de compresión (Cc) :

$Cc = 0.009(L_L - 10)$ Terzaghi y Peck
 $Cc 0.0$ a $0.19 \Rightarrow$ compresibilidad baja
 $Cc 0.2$ a $0.39 \Rightarrow$ compresibilidad media
 $Cc > 0.4 \Rightarrow$ compresibilidad alta

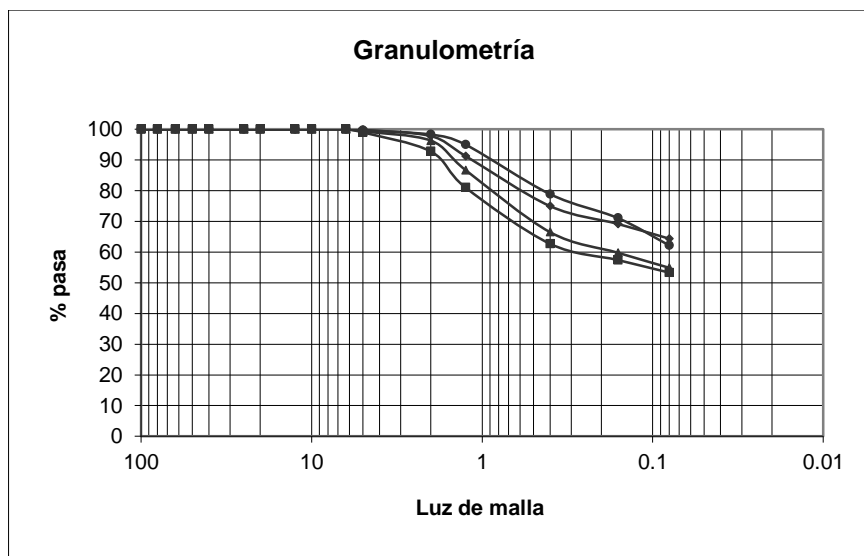
Contracción lineal :

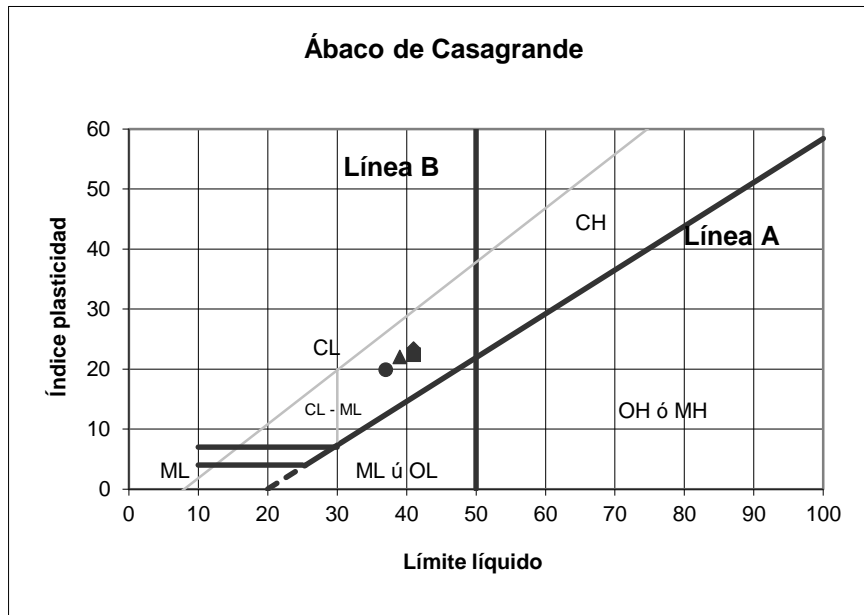
Porcentaje de contracción con respecto a la dimensión original que sufre una barra de suelo de 2cm x 2 cm x 10 cm al secarse en un horno a 100 - 110°c desde una humedad equivalente a la humedad del límite líquido hasta el límite de contracción.

$$CL = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \cdot 100 \quad \left(CL = \frac{IP}{2.13} \right)$$

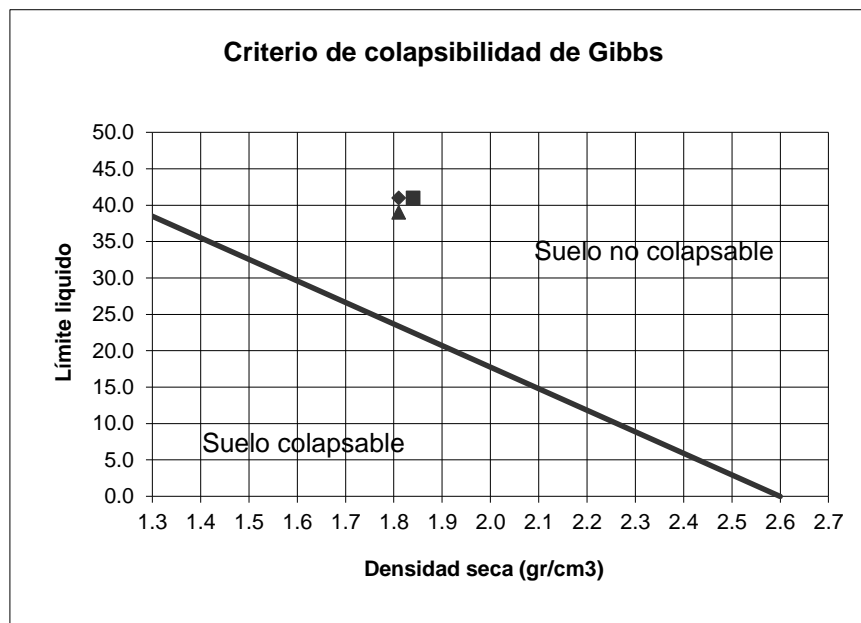
Si $CL > 9$ se puede esperar una actividad significativa de contracción - expansión.

Análisis gráfico de las muestras ensayadas





Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baja: $LL < 30$; Media: $30 < LL < 50$; Alta: $LL > 50$



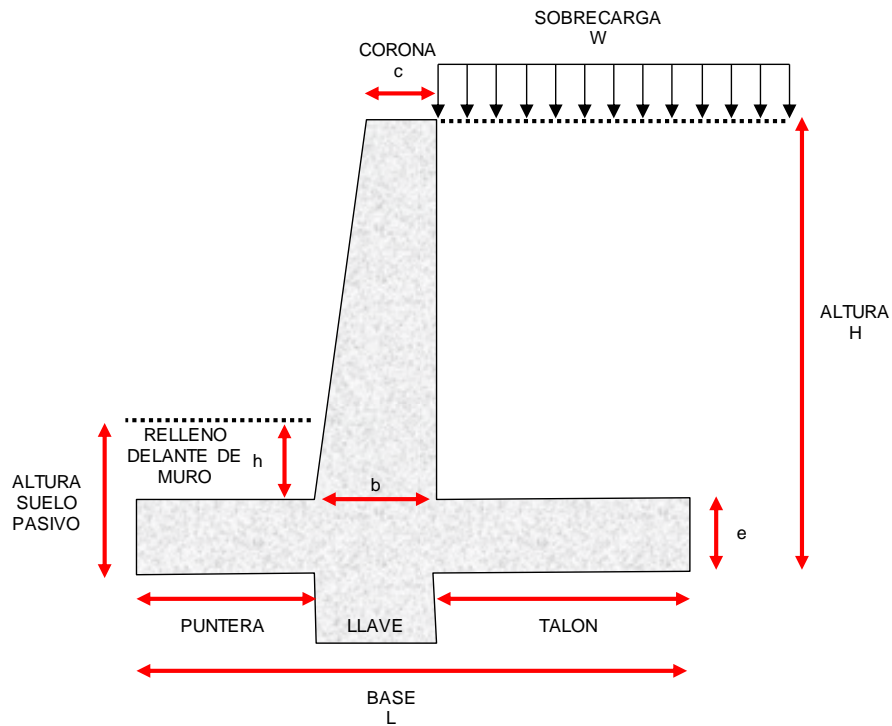
ANEXO VI
MUROS DE CONTENCIÓN
(HOJA DE CÁLCULO
EXCEL)

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

Se tiene dos muros de contención de distinta altura y características los cuales se procederá a diseñar a fin de determinar sus dimensiones óptimas distribución de acero y resistencia del concreto a usarse en su construcción

MT-1, MT2

Características



Datos de diseño

Ingresar valores solo en celdas de color celeste

F_c	210.00	Kg/cm ²
F_y	4200.00	Kg/cm ²
ϕ	31.00	grados
μ	0.30	
γ	1.80	Tn/m ³
ALTURA (H)	2.00-3.00	m
SOBRECARGA (W)	1.00	Tn/m ²
h	0.30	m

Predimensionamiento

ESPESOR DE ZAPATA (e)	0.17	0.50
c	0.08	0.25
b	0.17	0.30
BASE (L)	1.33	1.90
PUNTERA	0.44	0.70
TALON	0.72	0.90

NOTA IMPORTANTE:

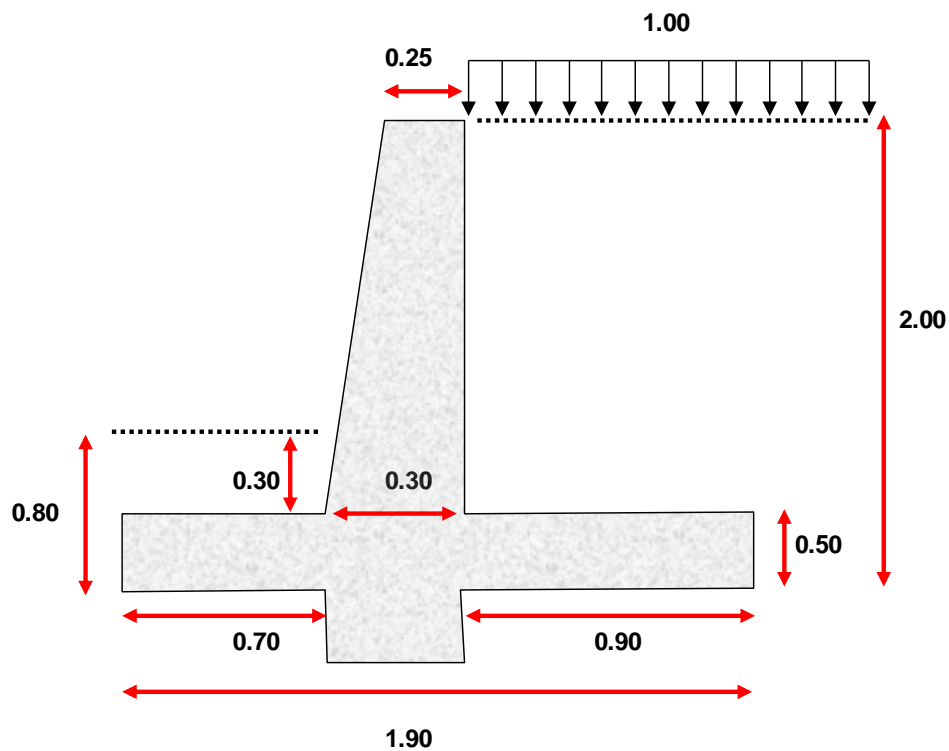
$B = (0.5-0.66)H$

$c = H/24$ o 0.25 el mayor de los dos
 espesor zapata = $H/12$ mínimo

$b = H/12$

Puntera = 1/3 del ancho de la base

Esquema de distribución



Analisis

Calculo de los empujes

EMPUJE ACTIVO

\emptyset	0.541	radianes
$1-\text{Sen}\emptyset$	0.48496193	
$1+\text{Sen}\emptyset$	1.51503807	
Ka	0.320	

De aquí obtendremos los siguientes resultados

E a	1.152	
Pto. Aplicación	0.667	m

EMPUJE POR SOBRECARGA

Con los datos que se dispone se calcula las siguientes fuerzas

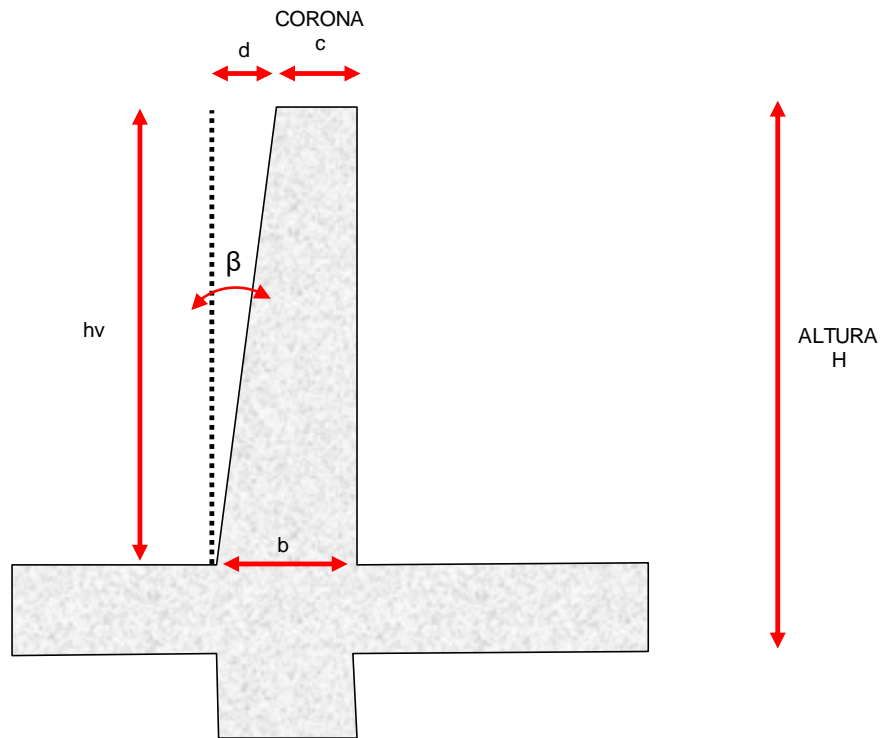
$h_s = W / \gamma =$	0.556	m
E sobrecarga	0.640	
Pto aplicación	1.000	m

EMPUJE DINAMICO

Determinado por el método de Mononobe Okabe

hv	1.5		
d	0.05		
i	0		
delta (δ)	0		
phi (\emptyset)	31	= 0.541	radianes
a	0.25		
Kh	0.125		
Kv	0		
teta (θ)	0.124	= 7.13	grados
beta (β)	0.0333	= 1.91	grados
Cos2(phi-teta-beta)	0.860		
Cos(delta+beta+teta)	0.988		
Sen(phi+delta)	0.515		
Sen(phi-teta-i)	0.405		
Cos(i-beta)	0.999		
Cos(teta)	0.992		
Cos2(beta)	0.999		

Esquema de datos del método



$$\sqrt{\frac{\text{Sen}(\text{phi}+\text{delta}) * \text{Sen}(\text{phi}-\text{teta}-\text{i})}{\text{Cos}(\text{delta}+\text{beta}+\text{teta}) * \text{Cos}(\text{i}-\text{beta})}} = 0.460$$

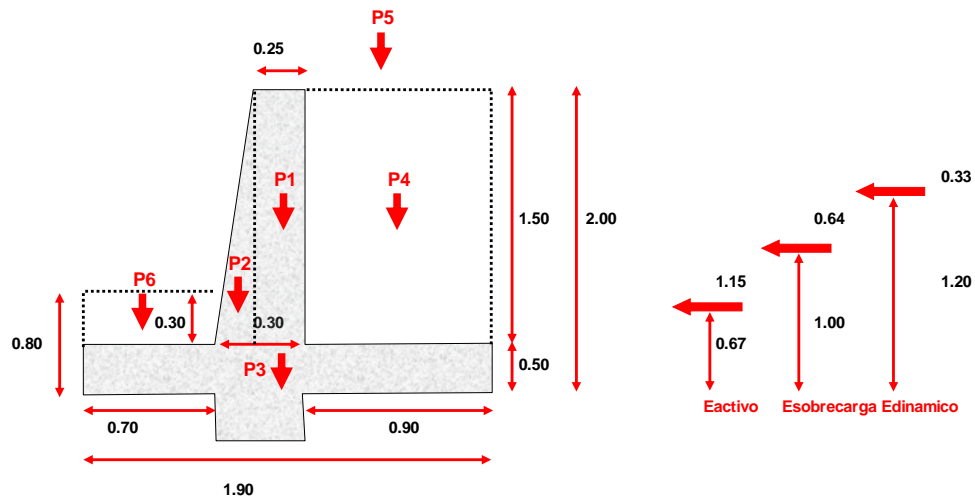
$$\psi = 2.130$$

Con los datos se obtiene los siguientes resultados

K ae	0.412	
E ae	1.485	Empuje activo dinámico
Δ E ea	0.33	Diferencia de empujes
Pto aplicación	1.20	m

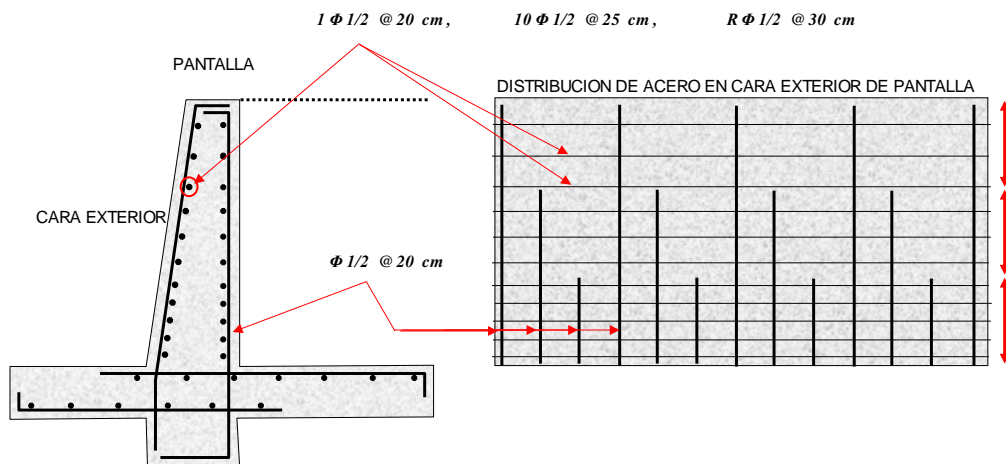
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Aquí tenemos las fuerzas ya calculadas distribuidas en los respectivos lugares a aplicación dentro de la estructura calculada.

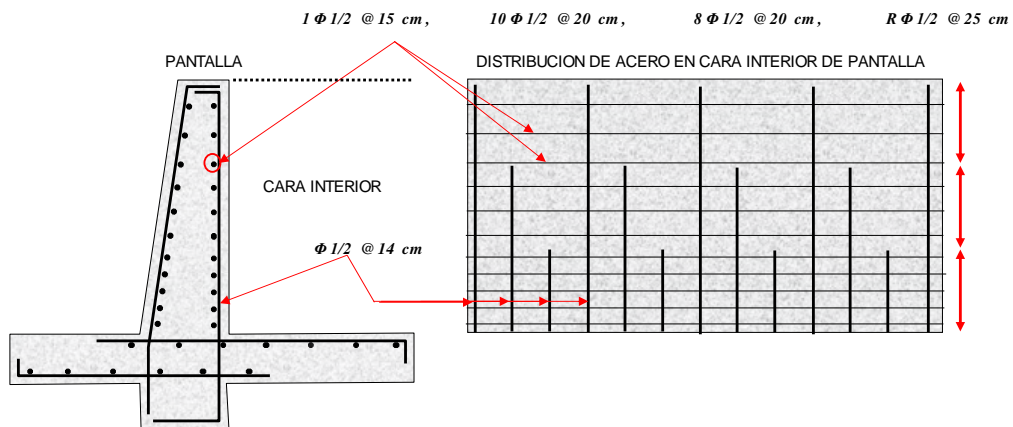


De aquí obtenemos las cuantías de acero distribuidas en el orden mostrado a continuación

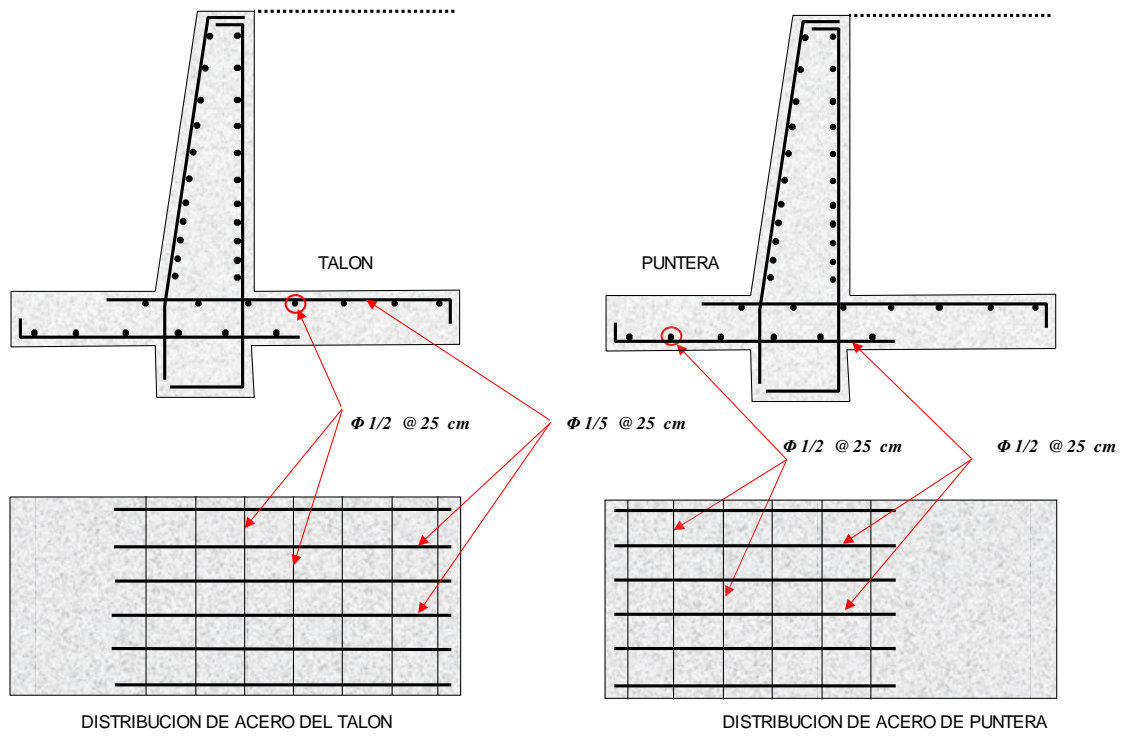
Distribución de acero cara exterior



Distribución de acero cara interior



Distribución de acero en el talón y punta



ANEXO VII
METRADOS Y
PRESUPUESTO

En este anexo se realiza el metrado de las principales partidas del proyecto que incidan en mayor porcentaje en el presupuesto que se generara con un metrado mas detallado. **Rendimientos son obtenidos del proyecto. Primera etapa Construcción Del Pavimento Rígido Integral Que Unirá A Los Distritos De San Jerónimo Y Quilcas (Por La Avenida Centenario). Fecha Setiembre De 2016**

APU CARRETERAS

Partida	102	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	KM/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : KM			1,707.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
014700032	TOPOGRAFO	HH	2.0000	16.0000	18.44	295.04		
014700052	NIVELADOR	HH	1.0000	8.0000	14.75	118.00		
014701001	CAPATAZ	HH	0.1000	0.8000	18.44	14.75		
014701004	PEON	HH	9.0000	72.0000	11.58	833.76		
							1,261.55	
Materiales								
020210091	CLAVOS	KG		5.0000	3.29	16.45		
0203010000	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	KG.		1.5000	2.80	4.20		
0243000031	MADERA TORNILLO	P2		2.1200	3.81	8.08		
0254020084	PINTURA ESMALTE SINTETICO	GLN		0.2300	37.79	8.69		
0254440028	THINNER STANDARD	GLN		0.0383	29.88	1.14		
0277010001	PLACA DE BRONCE	und		0.1071	13.83	1.48		
							40.04	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1,261.55	63.08		
0348080008	ESTACION TOTAL	HM	2.0000	16.0000	15.00	240.00		
0348080011	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	2.0000	16.0000	2.75	44.00		
							347.08	
Subpartidas								
930101944904	CONCRETO CLASE F (F' C =140 Kg/cm2)	M3		0.2000	294.38	58.88		
							58.88	

Partida	103.A	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL						
Rendimiento	MES/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : MES			75,977.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Subcontratos								
0404010001	MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL	EST		1.0000	75,977.67	75,977.67		
							75,977.67	

Partida	201.B	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS						
Rendimiento	HA/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : HA			3,066.06	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	HH	1.0000	8.0000	18.44	147.52		
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	8.0000	14.75	118.00		
0147010004	PEON	HH	2.0000	16.0000	11.58	185.28		
							450.80	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	450.80	22.54		
0348080010	MOTOSIERRA	HM	1.0000	8.0000	8.13	65.04		
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.0000	8.0000	315.96	2,527.68		
							2,615.26	

Partida	205.B1		EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN ROCA FIJA				
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3			27.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas						
930101990103	PERFORACION Y DISPARO - ROCA FIJA		M3		1.0000	18.45	18.45
930101990104	EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES - ROCA FIJA		M3		1.0000	8.71	8.71
							27.16

Partida	205.B2		EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN ROCA SUELTA				
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3			15.35
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas						
930101990101	PERFORACION Y DISPARO - ROCA SUELTA		M3		1.0000	8.42	8.42
930101990102	EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO		M3		1.0000	6.93	6.93
							15.35

Partida	205.C		EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN MATERIAL COMUN				
Rendimiento	M3/DIA	MO. 570.0000	EQ. 570.0000	Costo unitario directo por : M3			4.32
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.5000	0.0070	18.44	0.13
0147010004	PEON		HH	2.0000	0.0281	11.58	0.33
							0.46
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.46	0.02
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		HM	0.6000	0.0084	315.96	2.65
0349040038	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75 - 1.6 YD3		HM	0.4000	0.0056	212.17	1.19
							3.86

Partida	206.A		REMOCION DE DERRUMBES				
Rendimiento	M3/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : M3			8.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		HH	0.3900	0.0104	12.84	0.13
							0.13
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.13	0.01
0348110004	VOLQUETE DE 15 M3		H.M	1.0000	0.0267	233.62	6.24
0349040039	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 - 4.1 YD3		HM	0.3900	0.0104	215.70	2.24
							8.49

Partida	210.A		CONFORMACION DE TERRAPLENES				
Rendimiento	M3/DIA	MO. 1,020.0000	EQ. 1,020.0000	Costo unitario directo por : M3			10.10
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	1.0000	0.0078	18.44	0.14
0147010004	PEON		HH	3.0000	0.0235	11.58	0.27
							0.41
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.41	0.02
0349030046	RÓDILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T		HM	1.0000	0.0078	135.08	1.05
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		HM	0.5000	0.0039	315.96	1.23
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP		HM	1.0000	0.0078	187.97	1.47
							3.77
	Subpartidas						
905102010501	SELECCION DE MATERIAL DE CORTE		M3		1.0000	3.77	3.77
930101130101	AGUA PARA LA OBRA		M3		0.1200	17.94	2.15
							5.92

Partida	220.B		MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE				
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3			11.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas						
930101140101	CORTE PARA MEJORAMIENTO		M3		1.0000	4.05	4.05
930101140102	CONFORMACION DE MEJORAMIENTO		M3		1.0000	7.88	7.88
							11.93

Partida	225.A PERFILADO Y COMPACTACIÓN EN ZONAS DE CORTE						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 3,080.0000	EQ. 3,080.0000	Costo unitario directo por : M2			1.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	HH	1.0000	0.0026	18.44	0.05	
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.0026	12.84	0.03	
0147010004	PEON	HH	4.0000	0.0104	11.58	0.12	
0.20							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.20	0.01	
0349030046	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.0000	0.0026	135.08	0.35	
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.0000	0.0026	187.97	0.49	
0.85							
Subpartidas							
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0300	17.94	0.54	
0.54							

Partida	230.A PRESTAMO MATERIAL DE CANTERA						
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3			9.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas							
930101140201	ZARANDEO ESTÁTICO	M3		1.1111	3.59	3.99	
930101931505	EXTRACCION EN CANTERA	M3		1.1111	4.99	5.54	
9.53							

Partida	303.A SUB BASE GRANULAR						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 424.0000	EQ. 424.0000	Costo unitario directo por : M3			34.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	HH	1.0000	0.0189	18.44	0.35	
0147010004	PEON	HH	4.0000	0.0755	11.58	0.87	
1.22							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.22	0.06	
0349030046	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.0000	0.0189	135.08	2.55	
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.0000	0.0189	187.97	3.55	
6.16							
Subpartidas							
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1200	17.94	2.15	
930101930306	MATERIAL GRANULAR P/ SUB BASE	M3		1.2000	20.54	24.65	
26.80							

Partida	305.A BASE GRANULAR						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 357.0000	EQ. 357.0000	Costo unitario directo por : M3			53.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	HH	1.0000	0.0224	18.44	0.41	
0147010004	PEON	HH	4.0000	0.0896	11.58	1.04	
1.45							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.45	0.07	
0349030046	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.0000	0.0224	135.08	3.03	
0349090001	MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.0000	0.0224	187.97	4.21	
7.31							
Subpartidas							
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1200	17.94	2.15	
930101930301	MATERIAL GRANULAR	M3		1.2000	35.18	42.22	
44.37							

Partida	635.A		CUNETAS TRIANGULARES				
Rendimiento	M/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : M			73.42
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas						
905106010905	JUNTA DE CUNETA TRIANGULAR		M		0.3333	15.31	5.10
905106011425	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE		M3		0.1498	18.43	2.76
905106020103	CONCRETO CLASE E (F'c = 175 Kg/cm2)		M3		0.1498	320.32	47.98
930101120101	ENCOFRADO Y DESENCOFADO		M2		0.0499	62.64	3.13
930101950202	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL		M2		0.9699	11.03	10.70
930101990201	EXCAVACION MANUAL		M3		0.1498	25.06	3.75
							73.42

Partida	622.B		TUBERIA METALICA CORRUGADA CIRCULAR D=0.90 m				
Rendimiento	M/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : M			421.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	1.0000	0.5714	18.44	10.54
0147010002	OPERARIO		HH	2.0000	1.1429	14.75	16.86
0147010004	PEON		HH	6.0000	3.4286	11.58	39.70
							67.10
	Materiales						
0209120053	ALCANTARILLA METALICA DIAM 36"		M		1.0000	338.17	338.17
							338.17
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	67.10	3.36
0349030047	COMPACTADOR TIPO PLANCHA 7 HP		HM	0.5000	0.2857	26.17	7.48
							10.84
	Subpartidas						
930101130101	AGUA PARA LA OBRA		M3		0.0225	17.94	0.40
930101930306	MATERIAL GRANULAR P/ SUB BASE		M3		0.2250	20.54	4.62
							5.02

Partida	612.A		ENCOFRADO Y DESENCOFADO				
Rendimiento	M2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : M2			53.96
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.1000	0.0571	18.44	1.05
0147010002	OPERARIO		HH	1.0000	0.5714	14.75	8.43
0147010003	OFICIAL		HH	1.0000	0.5714	12.84	7.34
0147010004	PEON		HH	2.0000	1.1429	11.58	13.23
							30.05
	Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO NACIONAL # 8		KG		0.2000	3.12	0.62
0202100091	CLAVOS		KG		0.2000	3.29	0.66
0230910001	ADITIVO CURADOR		GLN		0.0450	7.03	0.32
0230910003	DESMOLDANTE PARA MADERA		GLN		0.0556	74.34	4.13
0243000031	MADERA TORNILLO		P2		2.5000	3.81	9.53
0245010003	TRIPLAY DE 4' x 8' x 18 MM.		PLN		0.0800	89.36	7.15
							22.41
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	30.05	1.50
							1.50

Partida	615.A		ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2				
Rendimiento	KG/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : KG			4.48
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		HH	0.1000	0.0032	18.44	0.06
0147010002	OPERARIO		HH	1.0000	0.0320	14.75	0.47
0147010003	OFICIAL		HH	1.0000	0.0320	12.84	0.41
0147010004	PEON		HH	1.0000	0.0320	11.58	0.37
							1.31
	Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO NACIONAL # 16		KG		0.0500	3.12	0.16
0203010000	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60		KG.		1.0500	2.80	2.94
							3.10
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.31	0.07
							0.07

Partida	610.D		CONCRETO CLASE D (F'c = 210 Kg/cm2)					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : M3		350.25		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	HH	0.5000	0.2222	18.44	4.10		
0147010002	OPERARIO	HH	3.0000	1.3333	14.75	19.67		
0147010003	OFICIAL	HH	3.0000	1.3333	12.84	17.12		
0147010004	PEON	HH	6.0000	2.6667	11.58	30.88		
						71.77		
Materiales								
0221000031	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		9.0000	19.56	176.04		
0230910002	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	GLN		0.1182	29.84	3.53		
0253910001	COMBUSTIBLE	GLN		0.2800	10.15	2.84		
0253910002	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%EQ		5.0000	6.21	0.31		
						182.72		
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	71.77	3.59		
0348010012	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 18 HP	HM	1.0000	0.4444	8.96	3.98		
0349520001	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.25"	H.M	1.0000	0.4444	5.02	2.23		
						9.80		
Subpartidas								
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1700	17.94	3.05		
930101140301	TRANSPORTE DE AGREGADOS	M3		1.0000	31.65	31.65		
930101140302	PIEDRA CHANCADA	M3		0.7500	46.24	34.68		
930101140303	ARENA ZARANEADA	M3		0.5000	33.15	16.58		
						85.96		

Partida	601.A		EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : M3		14.06		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	HH	0.1000	0.0080	18.44	0.15		
0147010004	PEON	HH	4.0000	0.3200	11.58	3.71		
						3.86		
Materiales								
0230080015	BARRENO 5' X 7/8"	und		0.0002	344.82	0.07		
						0.07		
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.86	0.19		
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	H.M	0.3000	0.0240	67.17	1.61		
0349040043	EXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1. YD3	HM	1.0000	0.0800	101.69	8.14		
0349060054	MARTILLO NEUMATICO DE 29 Kg.	HM	0.6000	0.0480	3.92	0.19		
						10.13		

Partida	605.A		RELLENOS PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : M3		23.60		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	HH	0.1000	0.0160	18.44	0.30		
0147010003	OFICIAL	HH	1.0000	0.1600	12.84	2.05		
0147010004	PEON	HH	3.0000	0.4800	11.58	5.56		
						7.91		
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.91	0.40		
0349030047	COMPACTADOR TIPO PLANCHA 7 HP	HM	2.0000	0.3200	26.17	8.37		
0349050027	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8 HP 0.8-1.1 TON	HM	1.0000	0.1600	29.83	4.77		
						13.54		
Subpartidas								
930101130101	AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1200	17.94	2.15		
						2.15		

Con los APU se procede a elaborar un **presupuesto preliminar** que nos dara un valor aproximado de cuanto sera el costo de la obra al ser ejecutada.

ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

TOPOGRAFIA

CON DRON

Equipos	PU	Cantidad	Días	Total
Dron Phantom 4	1500	1	1	1500
operario	220	1	1	220
apoyo	120	2	1	120
viáticos	18	3	1	18
transporte	15	1	1	15
TOTAL				S/. 1873

TRADICIONAL

EQUIPOS	PU	CANTIDAD	DÍAS	TOTAL
Estación total ES-105	180	1	6	1080
Topógrafo	120	1	6	720
Prismero	90	2	6	540
viáticos	18	3	6	108
transporte	15	1	6	90
TOTAL				S/. 2538

PRELIMINARES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	APU	TOTAL
Movilización y desmovilización	GLB	1.00	1700	S/. 1,700.00
Trazo y georeferenciación	GLB	1.000	2800	S/. 2,800.00
Mantenimiento de tránsito	GLB	1.00	70000	S/. 70,000.00
TOTAL				S/. 74,500.00

MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	APU	TOTAL
Desbroce y limpieza en zonas boscosas	ha	0.85	3600	S/. 3,060.00
Excavación en explanaciones en material suelto	m3	6,952.06	4.32	S/. 30,032.90
Remoción de derrumbes	m3	695.21	8.62	S/. 5,992.68
Terraplenes	m3	834.25	10.1	S/. 8,425.90

Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante	m3	903.77	11.93	S/.	10,781.95
Compactación y perfilado en zonas de corte	m2	1,042.81	1.59	S/.	1,658.07
TOTAL				S/.	59,951.49

BASE Y SUB BASE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	APU	TOTAL	
Sub Base	m3	5,017.86	34.18	S/.	171,510.54
Base Granular	m3	3,010.72	53.13	S/.	159,959.42
TOTAL				S/.	331,469.96

OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL	APU	TOTAL	
Excavación para estructuras en material común seco	m3	142.6	14.06	S/.	2,004.39
Rellenos para estructuras	m3	285.7	23.6	S/.	6,741.34
Material filtrante	m3	200.0	80.41	S/.	16,078.38
Cama de arena	m3	72.0	32.15	S/.	2,314.80
Concreto Clase D (f'c 210.kg/cm2)	m3	95.2	350.26	S/.	33,344.75
Concreto Clase E (f'c 175.kg/cm2)	m3	35.2	321.15	S/.	11,312.19
Concreto Clase H (Ciclópeo f'c 175.kg/cm2 + 30%PG)	m3	23.8	269.45	S/.	6,412.91
Concreto Clase I (f'c 100.kg/cm2)	m3	9.5	210.56	S/.	2,004.53
Encofrado y desencofrado	m2	135.0	53.96	S/.	7,284.60
Acero de refuerzo	kg	3,500.0	4.48	S/.	15,680.00
Tubería corrugada de acero galvanizado circular Diámetro 0.90 m	m	48.0	421.13	S/.	20,214.24
Tubería HDPE corrugada 4" para muros	m	45.0	57.64	S/.	2,593.80
Tubería PVC SAP 6" para subdren perforada	m	27.0	46.7	S/.	1,260.90
Subdrenaje profundo	m3	72.0	70.28	S/.	5,060.16
Tubería de ventilación	m	35.1	11.46	S/.	402.25
Cuneta triangular	m	600.0	73.42	S/.	44,052.00
Piedra emboquillada de 0.20 m	m2	17.4	69.49	S/.	1,209.13
Piedra emboquillada de 0.40 m	m2	13.8	95.67	S/.	1,320.25
Piedra emboquillada de 0.50 m	m2	9.6	115.64	S/.	1,110.14
Geotextil no tejido para subdrenaje	m2	135.0	3.92	S/.	529.20
Juntas para badenes	m	6.0	67.85	S/.	407.10

Junta para muros	m2	3.0	40.91	S/.	122.73
TOTAL				S/.	181,459.79

RESUMEN

Aquí colocamos el total de cada partida y por ende el costo aproximado para realizar la ejecución de la carretera diseñada.

PARTIDA	SUBTOTAL
ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERA	S/. 1,873.00
PRELIMINARES	S/. 74,500.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 59,951.49
BASE Y SUB BASE	S/. 331,469.96
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	S/. 181,459.79
TOTAL COSTO DIRECTO	S/. 649,254.24

ANEXO VIII
TERMINOS DE
REFERENCIA

TERMINOS DE REFERENCIA

ESTUDIO DEFINITIVO DE LAS OBRAS CIVILES DEL PROYECTO

“TRAZO DE LA CARRETERA COLPAR PACHAPAQUI”

1.- NOMBRE DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

TRAZO DE LA CARRETERA COLPAR PACHAPAQUI.

2.- UBICACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en la localidad de Colpar en el distrito de Quilcas en la Provincia de Huancayo en la Región de Junin.

3.- ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

El Gobierno Regional de Junin, es un organismo público con personería jurídica de derecho público interno y con autonomía económica, administrativa y financiera; fue creado mediante Ley N° 27867- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y sus relaciones, funciones, estructura orgánica presupuestaria y recursos están sujetos a lo dispuesto en la Ley N° 27783- Ley Orgánica de bases de la Descentralización y demás normas reglamentarias complementarias, en lo que fuera pertinente.

El Gobierno Regional de Junin tiene como misión organizar y conducir la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias exclusivas, compartidas y delegadas en el marco de las políticas nacionales y sectoriales para contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región.

Con la finalidad de poder desarrollar la transitabilidad de la región Junin el Gobierno Regional de Junin contrató la ejecución del Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil del proyecto “**TRAZO DE LA CARRETERA COLPAR PACHAPAQUI**”

4.- MARCO LEGAL

- *Ley N°28927- LEY DE PRESUPUESTO DEL SECTOR PUBLICO PARA EL AÑO 2007.*
- *LEY N° 27783- LEY DE BASES DE LA DESCENTRAIACIÓN.*
- *LEY N° 27867- LEY ORGÁNICA DE GOBIERNOS REGIONALES.*
- *LEY N° 27902- LEY MODIFICATORIA DE LA LEY ORGANICA DE GOBIERNOS REGIONALES N° 27867.*

- *DIRECTIVA N° 004-2002-EF/68.01-DIRECTIVA GENERAL DEL SISTEMA NACIONAL DE INVERSIÓN PÚBLICA APROBADA POR RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 012-2002-EF/68.01*
- *RESOLUCION MINISTERIAL N° 372-2004-EF-15 QUE DEJA SIN EFECTO LAS RESOLUCIONES MINISTERIALES N° 458-2003-EF-15 Y 694-2003-EF-15.*

5.- OBJETIVO

Los Términos de Referencia servirán de base para la formulación y elaboración del Estudio Definitivo de las Obras Civiles y el equipamiento del proyecto **TRAZO DE LA CARRETERA COLPAR PACHAPAQUI**, a nivel de ejecución de obra.

El estudio definitivo deberá ser elaborado con el objeto de buscar la solución más conveniente y técnica, a fin de garantizar la seguridad, estabilidad y durabilidad de la infraestructura a construir, **en cumplimiento con las metas indicadas en el perfil aprobado y Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018.**

Para ello se debe considerar en el Proyecto Global el Trazo de 2.86 Km., con sus respectivas señalizaciones, además de considerar las diferentes Alcantarillas que cruzan dicha Vía Principal, lo que permitirá evacuar las aguas de las lluvias y de los terrenos agrícolas paralelos a la carretera, complementándose estas con los muros de mampostería de piedra.

La ejecución del presente Proyecto considera el Trazo de 2.86 Km. Que une el anexo de Colpar con el centro Poblado de Pachapaqui.

6.- ALCANCES DEL SERVICIO

6.1. Para la elaboración del Expediente Técnico se tomará como base para la formulación y elaboración del Estudio Definitivo el perfil aprobado en donde indica las metas del proyecto (infraestructura).

6.2. Para el estudio definitivo, EL CONSULTOR, desarrollará el servicio, realizando las siguientes actividades:

PRIMERA ETAPA

6.2.1. Reconocimiento del Terreno

El Consultor deberá ejecutar un minucioso recorrido de la zona donde se ejecutará el proyecto para evaluar, comprobar y verificar, las condiciones en que se encuentra la misma. En este procedimiento comprobará cualquier modificación que se haya presentado en el área del proyecto respecto de la información existente y que serán considerados en el estudio, procurando actualizar cualquier cambio producido por nuevas instalaciones o construcciones, cambios o variaciones en la topografía o cualquier otra característica o condicionante física que se haya presentado en el área del proyecto.

6.2.2. Levantamiento Topográfico:

Levantamiento topográfico:

Con el Coordinador del Estudio, se determinará los días de visita al campo para la ejecución del levantamiento del en el área del proyecto utilizando el dron aplicado a Ingeniería Phantom 4.

Deberá ponerse especial atención a las condiciones topográficas existentes a lo largo de todo el tramo en estudio, garantizándose la ejecución del correcto proceso de levantamiento de datos.

Sistema de coordenadas del levantamiento topográfico:

Los planos definitivos que se presentarán al Gobierno Regional estarán referidos al Sistema Básico Nacional de coordenadas topográficas (UTM modificado). Se determinará la ubicación de los puntos de control de terreno y se dejarán materializadas las referencias necesarias en el terreno las cuales servirán para trabajos posteriores.

Relleno Topográfico:

Se plasma en el plano topográfico todos los elementos planimétricos existentes se debe efectuar el relleno topográfico a partir de un sistema de poligonal y puntos de control para reducir el error del levantamiento con

dron aplicado a ingeniería y partir de los datos correspondientes enmarcar los elementos principales del relieve topográfico.

Control Horizontal:

El control horizontal estará ligado al sistema de coordenadas del Instituto Geográfico Nacional que permitan cumplir con las especificaciones técnicas requeridas.

Control Vertical:

Todos los puntos del levantamiento topográfico tendrán una elevación respecto al nivel medio del mar enlazadas a un Bench Mark, ID del IGN.

Trazo:

Tomando como base los resultados de reconocimiento de campo y definiendo los puntos de paso obligatorio, se efectuará el trazo de los ejes y las correcciones que fueran necesarias mediante los respectivos P.I(s), estacando éstos a distancias de 20 metros, en tramos en tangente y de 10 metros en tramos en curva, de ser necesarias cada 5 m o menos distancia en caso requiera.

Estas distancias se reducirán en caso que existan elementos importantes del terreno que sea necesario mostrar en los planos.

Nivelación:

Se efectuará una nivelación geométrica del eje vial y de las secciones transversales de cada estaca replanteada, levantándose el perfil longitudinal del terreno.

6.2.3. Estudio de Suelos:

a. Trabajo de Campo

- Excavación de calicatas de 1.50 m. de profundidad mínima, con espaciamiento de 500 metros distribuidos a lo largo del eje del área a pavimentar. La distancia y ubicación de los sondeos podrá variar en función de la homogeneidad del suelo.

- Toma de muestras alteradas representativas de cada uno de los estratos encontrados en los sondeos.
- Toma de muestras inalteradas en caso de encontrarse suelos compresibles o cohesivos blandos.
- Registro del perfil del suelo en cada sondeo ubicando el nivel freático en caso de ser hallado.
- Evaluación y clasificación del tránsito previsto.

b. Ensayos de Laboratorio:

En muestras alteradas

- Ensayos para identificación y clasificación de suelos.
- Clasificación de suelos SUCS y AASTHO
- Ensayos para determinar: Peso Específico, Humedad Natural, California Bearing Ratio

En muestras inalteradas

- Ensayos de consolidación, compresión simple, compresión triaxial.

c. Trabajos de gabinete

- Análisis e interpretación de los resultados de campo y laboratorio.
- Registro de los perfiles de suelos de los sondeos, de acuerdo con los resultados de los ensayos de laboratorio, ubicando el nivel freático en caso de haber sido detectado.
- Recomendaciones de drenaje en caso necesario

d. Presentación del Informe Técnico

Se presentará en duplicado y deberá contener lo siguiente:

- Memoria descriptiva
- Descripción de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio
- Plano del área de estudio
- Plano de ubicación de los sondeos

- Perfil estratigráfico de los sondeos
- Certificados de los ensayos de laboratorio
- Fotografías

6.2.4. Coordinaciones Iniciales con terceros

Esta actividad consistirá en la ejecución de gestiones para solucionar posibles problemas que pudieran presentarse al inicio de las actividades del contratista y/o de sus proyectistas, debiendo verificarse fehacientemente, en el campo, la información recibida. Para ello se coordinará con las Comunidades relacionadas directa o indirectamente al área del proyecto.

6.2.5. Entrega del terreno al consultor, anotación que se realizará en el cuaderno de seguimiento del estudio.

Efectuada la entrega del terreno al consultor, se detallará el evento en el cuaderno del estudio para el seguimiento y secuencia del trabajo y demás anotaciones, recomendaciones y/o observaciones. Se verificará que el cuaderno de estudio tenga páginas originales con dos copias desglosables, correspondiendo las copias, una al consultor y el original para el Gobierno regional.

6.2.6. Alcances del servicio: El consultor, deberá realizar las siguientes actividades: Elaboración del expediente técnico para su ejecución respectiva.

El Expediente Técnico será propiedad del Gobierno Regional de Junín por lo tanto, podrá ser utilizado para revisiones y/o adecuaciones.

SEGUNDA ETAPA

6.2.7. Geometría Vial: Comprende el diseño geométrico incluyendo los elementos de la sección vial y las obras de drenaje tales como cunetas, Alcantarillas, Tajeas y Puente, Plazoletas de cruce, Pontones, etc.

Dibujo del plano en Planta: Escala 1/1500, incluye estacado del eje de vía a intervenir y de las secciones transversales, elementos de las curvas tales como radios, tangentes, externas y longitudes de curva y curvas de transición.

Dibujo de Secciones Transversales: Escala 1/200 y contiene cada 20 metros en las tangentes, cada 10 metros en las curvas y otra replanteada a menor distancia, donde se indica el área de corte y área de relleno.

Dibujo de perfiles longitudinales: Escalas 1/2000 (H) 1/400 (V) y contiene cotas de terreno, cota de sub-rasante, pendiente, distancias y alineamiento.

Impacto ambiental

Es necesario cuantificar los impactos ambientales potenciales negativos que podrían generarse como producto de las interacciones al ejecutar el Proyecto con el ecosistema y costearlos con la finalidad de evitar y/o mitigar dichos impactos ambientales.

6.3. Para la re evaluación del Proyecto (en caso sea necesario)

De ser el caso y el monto de inversión resultante se encuentre fuera del rango establecido en el perfil aprobado (Análisis de sensibilidad), el consultor deberá presentar en forma detallada mediante informe técnico las variables de costos que han determinado modificaciones en la composición de los componentes del PIP, respecto al Perfil, documento que será presentado simultáneamente con el Expediente Técnico de Obra, a fin de hacer traslado al órgano competente en cumplimiento a lo dispuesto en la directiva N° 004-2003-EF/68.01, Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública para Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, en el numeral 25.2 del artículo 25- Seguimiento.

7.- PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo previsto para la ejecución del estudio es de **60 días naturales.**

El inicio de los plazos se contabilizará desde el día siguiente de la entrega del terreno.

Se deja constancia que dentro del plazo de ejecución del estudio no está comprendido: - El tiempo de revisión por parte del Gobierno Regional de Junín.

Para el levantamiento de observaciones de los informes el Consultor dispondrá del plazo que la entidad le concederá de acuerdo a la reglamentación vigente.

En el caso que el consultor no hubiese levantado las observaciones en el plazo concedido por la entidad se le aplicará la sanción y/o penalidad correspondiente en concordancia a lo establecido en el contrato y/o Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y su Reglamento, las cuales se encuentran definidas en las bases del contrato.

8.- VALOR REFERENCIAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

El valor referencial para la ejecución de los estudios definitivos asciende a la suma de: **S/. 45,938.00** (Cuarenta y Cinco mil Novecientos Treinta y Ocho con 00/100 nuevos soles), calculado al mes de Mayo del 2019.

9.- FORMA DE PAGO

Los desembolsos que el Gobierno Regional efectuará, serán de la siguiente forma:

ADELANTO DIRECTO

30% a solicitud del contratista	El Gobierno Regional a solicitud del Consultor, entregará a este dentro del plazo de quince (15) días naturales posteriores a la firma del contrato, un adelanto directo equivalente al treinta (30%) del monto del contrato, bastando para tal efecto la presentación de una carta fianza a favor del Gobierno Regional de Junin, por un monto
---------------------------------	---

	<p>igual al del adelanto, de características solidarias, irrevocable de realización automática y con renuncia expresa al beneficio de excusión (del fiador) previsto en el Art. 1883 inciso I del Código Civil. El plazo para la solicitud del adelanto será dentro de los 7 días calendario de suscrito el contrato respectivo, y la carta fianza deberá estar vigente durante el plazo de ejecución.</p> <p>La amortización del adelanto se hará mediante descuentos proporcionales en cada uno de los pagos que se efectúe al consultor. Cualquier diferencia que se produzca respecto de la amortización del adelanto, se tomará en cuenta al momento de la liquidación. Tanto la solicitud del adelanto como su pago no interferirán ni diferirán la fecha de inicio del estudio ni el plazo contractual.</p>
--	--

VALORIZACIONES

Pagos	Plazo	Actividades
50%	30 d.n.	<p>A LA PRESENTACIÓN Y APROBACIÓN DEL 1° INFORME:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planos de ubicación y localización. - Memoria Descriptiva. - Topografía (planos) - Estudio de suelos.

40%	60 d.n.	<p>A LA PRESENTACIÓN Y CONFORMIDAD DEL 2° INFORME POR LA REGION Y LA APROBACIÓN DEL PROYECTO POR LA MUNICIPALIDAD:</p> <p>Carta de coordinaciones con las comunidades que tengan injerencia en el desarrollo del estudio definitivo.</p> <p>Memoria descriptiva</p> <p>Especificaciones técnicas</p> <p>Estudio de suelos.</p> <p>Planilla de metrados</p> <p>Valor referencial</p>
-----	---------	---

		<p>Análisis de costos unitarios.</p> <p>Relación de insumos</p> <p>Fórmulas polinómicas.</p> <p>Desagregado de gastos generales.</p> <p>Relación de equipo mínimo.</p> <p>Cronograma valorizado de ejecución de obra.</p> <p>PERT, CPM.</p> <p>Diagrama de GANTT .</p>
		<p>Cartel de obra.</p> <p>Anexos</p> <p>NOTA: Toda la documentación a desarrollarse por el consultor deberá estar concordada con las Norma E.600-norma de control interno para obras del sector público.</p>
10%		<p>A LA PRESENTACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO COMPLETO Y A LA APROBACIÓN MEDIANTE ACTA DE RECEPCIÓN DEL ESTUDIO Y EMISIÓN DE LA RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN</p>

10.- ENTREGA DEL TERRENO

La entrega el terreno se efectuará en el plazo establecido en el contrato y lo realizará un coordinador designado por la entidad, debiendo el consultor asistir y firmará un acta de entrega de terreno.

11.- CONTROL DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Al inicio del estudio se aperturará el cuaderno de estudios.

Dicho cuaderno constituye el medio de comunicación entre el consultor y el supervisor y/o coordinador del estudio designado por el Gobierno Regional, quien actuará en su nombre y representación; el cuaderno estará bajo custodia del coordinador.

En el cuaderno de estudio, el CONSULTOR anotará sus consultas, aclaraciones, observaciones, planeamientos. La entidad dará respuesta a los planeamientos del CONSULTOR, dentro de los plazos establecidos en concordancia con la normatividad vigente. Así mismo, en el cuaderno de estudios, se anotarán, observaciones, respuestas a consultas y/o aclaraciones, la opinión sobre los planeamientos del CONSULTOR, así mismo, transcribirá directivas específicas recibidas del Gobierno Regional y disposiciones administrativas relacionadas con el estudio; también anotarán las observaciones y/o comentarios que las autoridades del Gobierno Regional tengan a bien formular, especificando el plazo para ser respondidas. El consultor dará respuesta a los lineamientos del coordinador del estudio dentro del plazo establecido en concordancia con la normatividad vigente.

12.- CONTENIDO Y PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO

El contratista presentará el estudio definitivo en la siguiente forma:

I.- EXPEDIENTE

- 1.-Resumen Ejecutivo.
- 2.- Memorias descriptivas por especialidades
- 3.- Archivo fotográfico.
- 4.-Especificaciones técnicas por especialidades
- 5.- Estudio de suelos.
- 6.- Memoria del Levantamiento topográfico.
- 7.- Planilla de metrados (sustentado) por especialidad.
- 8.- Valor referencial
- 9.- Análisis de costos unitarios.
- 10.- Relación de materiales
- 11.- Fórmulas polinómicas.
- 12.- Desagregado de gastos generales.
- 13.- Relación de equipo mínimo.
- 14.- Cronograma de desembolsos.
- 15.- cronograma valorizado de ejecución de obra.
- 16.- PERT, CPM.
- 17.- Diagrama de GANTT.
- 18.- Cartel de obra.
- 19- Anexos (conformidades técnicas)

II.- PLANOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

Se deberán incluir una lista de todos y cada uno de los planos por especialidad (incluyendo los planos topográficos)

13.- PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO

El contratista presentará el estudio definitivo en la siguiente forma:

Los documentos escritos de los estudios definitivos deberán ser presentados debidamente numerados, sellados y firmados por los profesionales de las diferentes especialidades, en el rubro que les corresponda y en todas las hojas por el jefe del proyecto.

La presentación se realizará en formato A-4, en un (01) original y una (01) copia. Así mismo la presentación final del estudio definitivo al Gobierno Regional deberá enmarcarse en lo establecido en las normas técnicas de control interno para el área de obras públicas (normas 600-01 al 600-17) dispuestas por resolución de contraloría N° 072-98 CG del 26.06.98 y demás normas vigentes.

Las especificaciones técnicas deberán elaborarse por cada una de las partidas que conforman el presupuesto de obra, definiendo la naturaleza de los trabajos, procedimientos constructivos y formas de pago. Dichas especificaciones técnicas constituyen las reglas que definen las presentaciones específicas de la etapa de ejecución de obra; esto es, descripción de los trabajos, métodos de construcción, calidad de los materiales, sistema de control de calidad, métodos de medición y condiciones de pago. Dichas especificaciones técnicas presentarán los mismos códigos numéricos o ÍTEM del presupuesto base y del resume de metrados.

Los metrados deberán estar sustentados por cada partida, con la planilla respectiva y con los gráficos y/o croquis explicativos que el caso requiera. Los metrados constituyen la expresión cuantificada de los trabajos de construcción programados a ejecutarse en un plazo determinado; así mismo, dado que representan el volumen de trabajo por cada partida, el consultor entregará la respectiva planilla sustentatoria de las partidas que conforman el valor referencial. Los planos del proyecto deberán ser presentados en un (01) original (papel bond 90 gr), debidamente sellados y firmados por el profesional responsable en cada especialidad, por el jefe del proyecto y un (01) copia; los planos serán digitalizados en auto CAD y modelo digital en Infracad 2020. El anteproyecto y borradores

para revisión serán presentados en papel bond 75 gr. La documentación escrita se desarrollará en OFFICE WINDOWS.

En lo que respecta los costos y presupuestos, este será desarrollado en SOFTWARE S-10.

La presentación final del estudio definitivo estará complementada con un CD de 650 MB que contendrá toda la información del expediente técnico (planos y documentación escrita), el cual formará parte del banco de proyectos de la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Junín. Dicha presentación será de acuerdo al modelo de expedientes técnicos que será mostrado al consultor por el coordinador al inicio del estudio. Dicha presentación será considerada como requisito en la recepción final del estudio definitivo.

14.- COMPROMISO DEL GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN

El Gobierno Regional de Junín, designará un coordinador del estudio, quien brindará el apoyo necesario para el correcto desarrollo del proyecto.

El Gobierno Regional de Junín, entregará al contratista las copias de los siguientes documentos que servirán de modelo, lo cual permitirá uniformizar la presentación final del estudio definitivo:

UNA COPIA DEL ESTUDIO DE PRE INVERSIÓN DECLARADO VIABLE
CARÁTULA- POWER POINT, que contendrá el LOGO de la Institución.

MEMBRETES- Que tendrá el LOGO de la Institución.

MODELO DEL CARTEL DE OBRA

15- COMPROMISO DEL CONSULTOR

El consultor conformará un equipo técnico calificado y con experiencia profesional, quienes serán los responsables de la elaboración de los estudios definitivos, deberá contar como mínimo con el equipo de técnicos y profesionales que se describen en el ítem de recursos humanos y físicos que proporcionará en consultor.

El consultor presentará la relación de los profesionales, participantes en cada especialidad, reservándose el Gobierno Regional de Junín el derecho de solicitar en cambio del o de los profesionales del equipo técnico propuesto, cuyo desempeño no esté acuerdo a la envergadura del proyecto.

El consultor, es directamente responsable de que el proyecto se ejecute con la calidad técnica requerida en los términos de referencia y la propuesta técnica ofertada; por lo que los errores u omisiones y las consecuencias cometidas por el o los profesionales de su equipo serán de su entera y exclusiva responsabilidad. El plazo de responsabilidad no podrá ser inferior a siete (7) años lo cual se encuentra establecido en las bases del Contrato y Código Civil.

No se considerará recepcionada la presentación de la etapa correspondiente, cuando se encuentre incompleto o de escaso desarrollo, procediéndose de acuerdo a la normatividad vigente.

El consultor y su equipo de trabajo propuesto en el contrato realizarán las reuniones de trabajo que sean necesarias con los profesionales de la entidad.

Los planos y documentos de todas las presentaciones deberán ser debidamente foleados, sellados y firmados por el personal responsable de cada especialidad, consultor, jefe del estudio y/o representante legal, siendo considerado como requisito imprescindible para proceder a su revisión.

El consultor en la elaboración de las láminas en AutoCAD, deberá regirse a lo indicado por el Gobierno Regional de Junin, en cuanto al código de colores que caracteriza cada grosor de pluma y el uso respectivo.

Todo cambio del personal profesional se hará previa aprobación del Gobierno Regional de Junin, el profesional reemplazado presentará el perfil del profesional que lo reemplazará con características similares o que superen lo ofertado en la especialidad correspondiente. Es responsabilidad del consultor el cumplimiento de la programación de las metas previstas y de adoptar las medidas necesarias o correctivas para su cumplimiento.

El cumplimiento estricto del cronograma de los estudios definitivos de acuerdo a lo establecido en el contrato y/o en el TUO de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado.

16.- RECURSOS-HUMANOS Y FÍSICOS QUE PROPORCIONARÁ EL CONSULTOR

Recursos Físicos:

Oficina con área suficiente para el desarrollo que se contratan, equipo de oficina y de dibujo, equipo de topografía e ingeniería y documentación, indicando la dirección y teléfono fijo en el cual se le pueda ubicar.

Durante el desarrollo de los estudios definitivos, el consultor deberá contar como mínimo con el siguiente equipo de profesionales y técnicos:

Personal Profesional	Experiencia Mínima
Un (01) Ingeniero Civil Jefe del estudio, con experiencia en diseño de pistas y carreteras.	02 años
Un (01) Ingeniero Civil, especialista en estudio de suelos	01 años
Un (01) Ingeniero Especialista en costos y presupuestos	01 años

Personal de apoyo: Dibujante y digitadores
Auxiliar de oficina

17.- DE LA RECEPCIÓN Y ENTREGA DE LOS SERVICIOS

Una vez concluida la etapa de formulación de los estudios, el consultor hará entrega de todos los documentos correspondientes al desarrollo de los estudios definitivos al Gobierno Regional de Junin; en dicha entrega se acompañarán todos los planos, documentos, estudios, etc que hayan sido indicados en los términos de referencia y en el contrato, así como el archivo electrónico correspondiente.

18.- ACLARACIONES

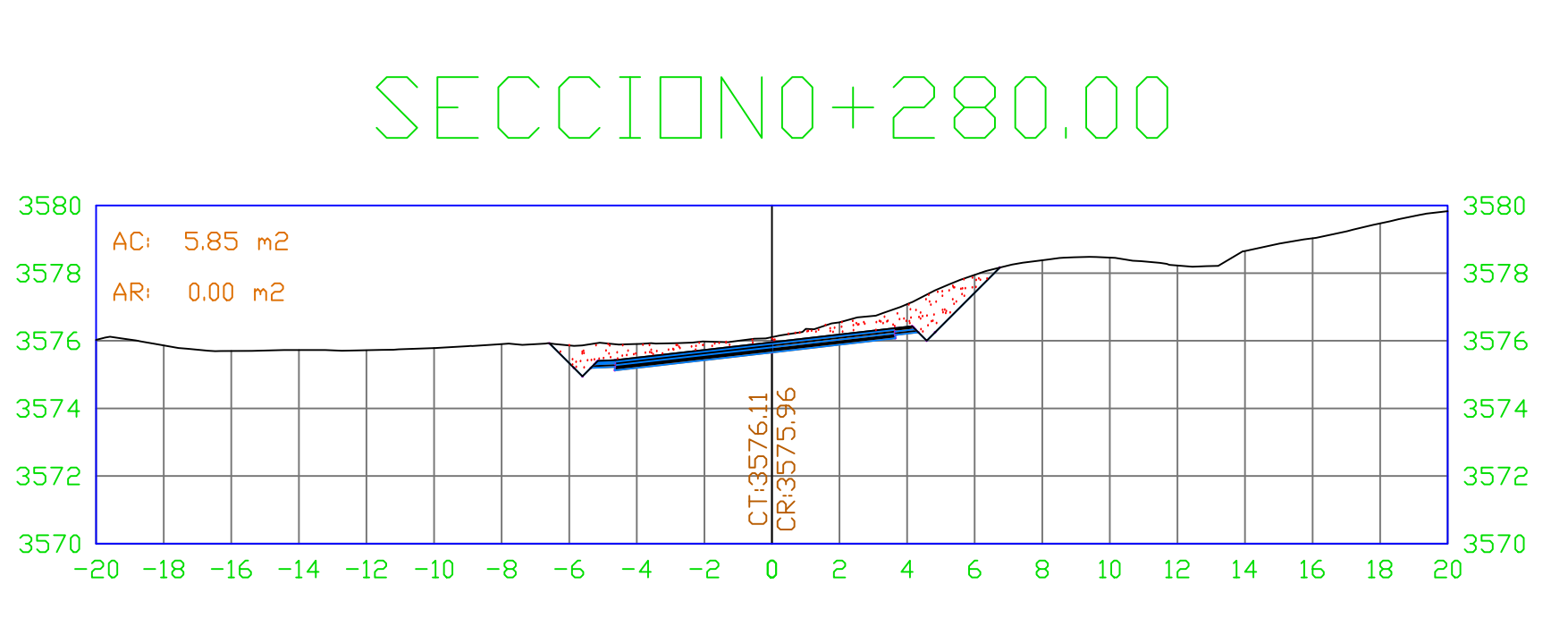
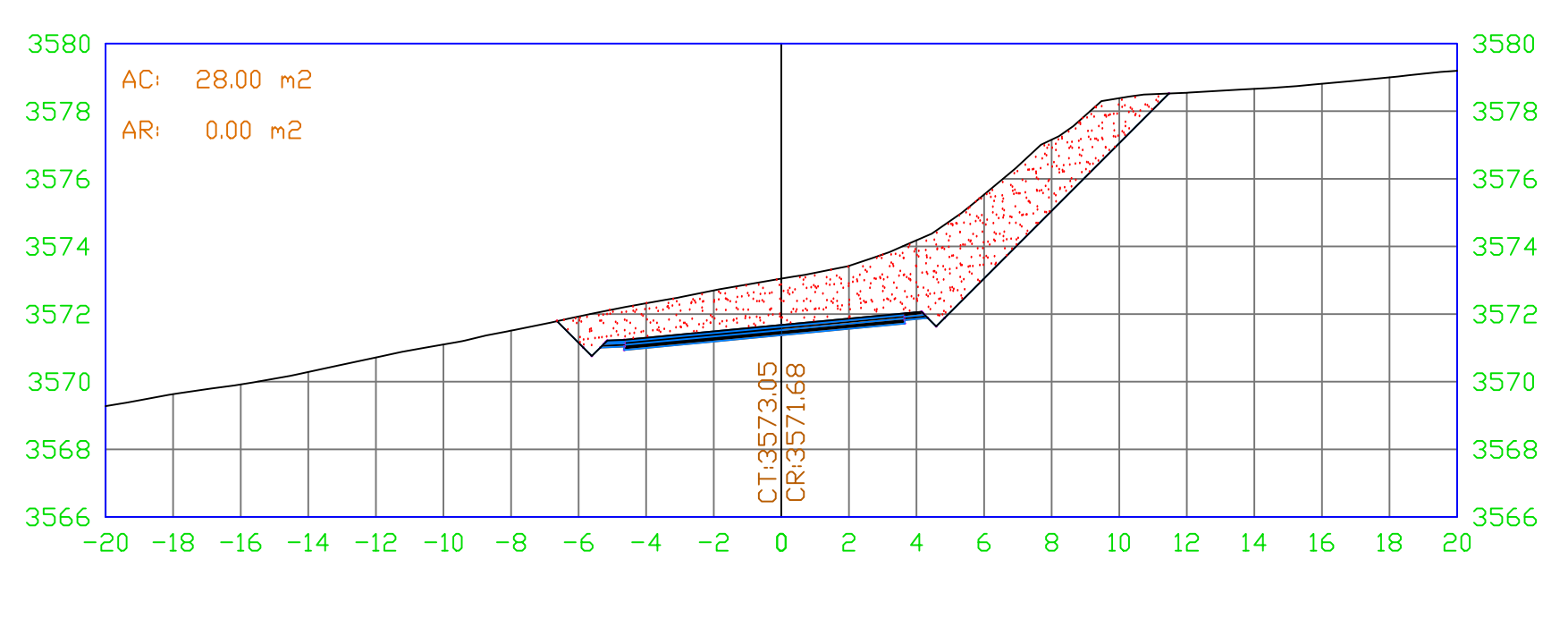
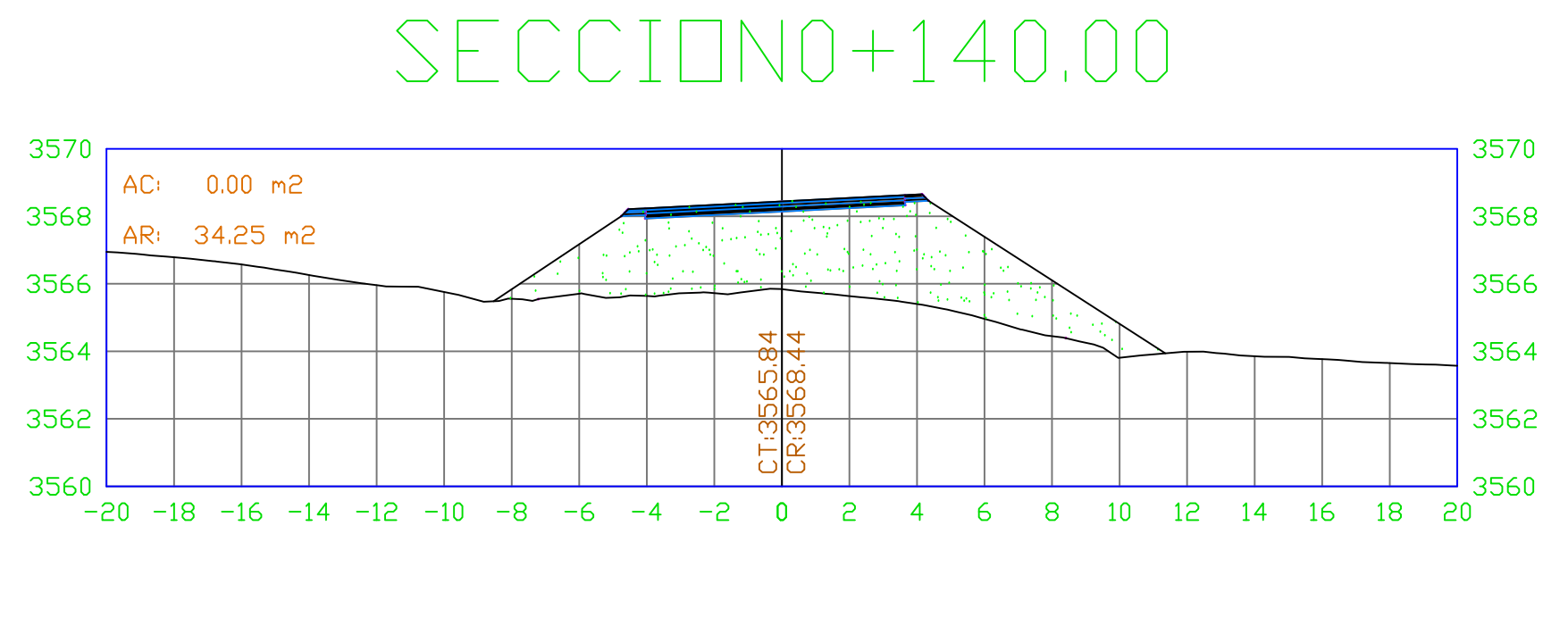
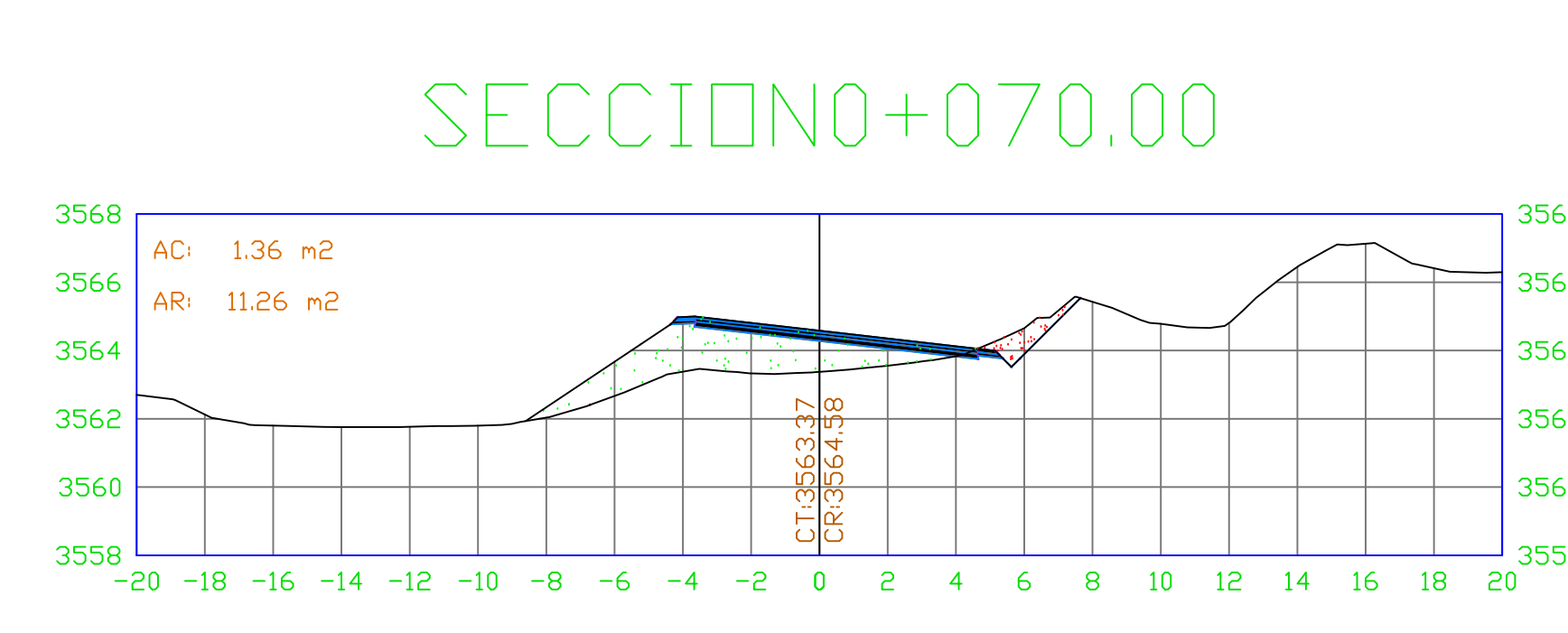
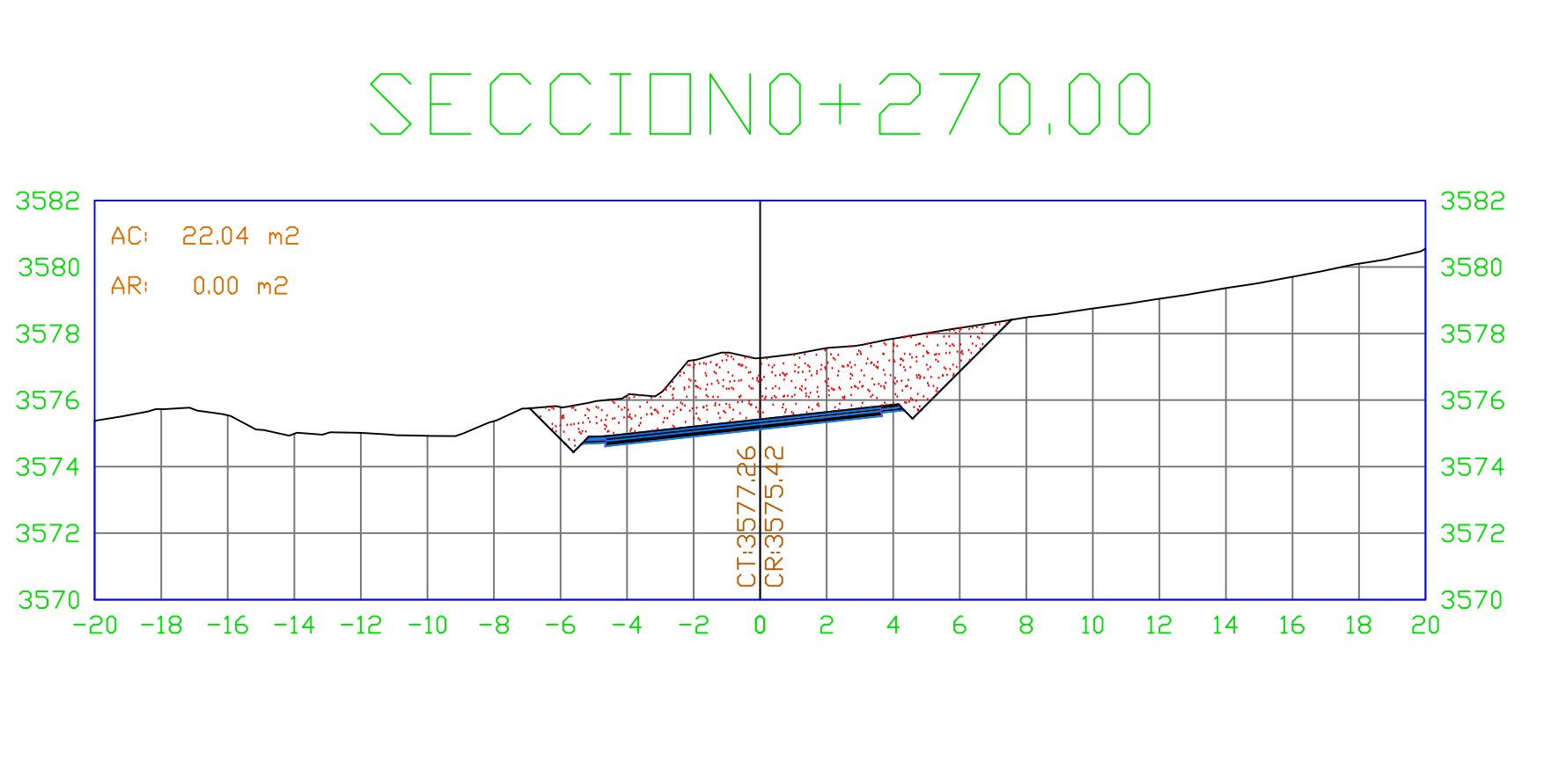
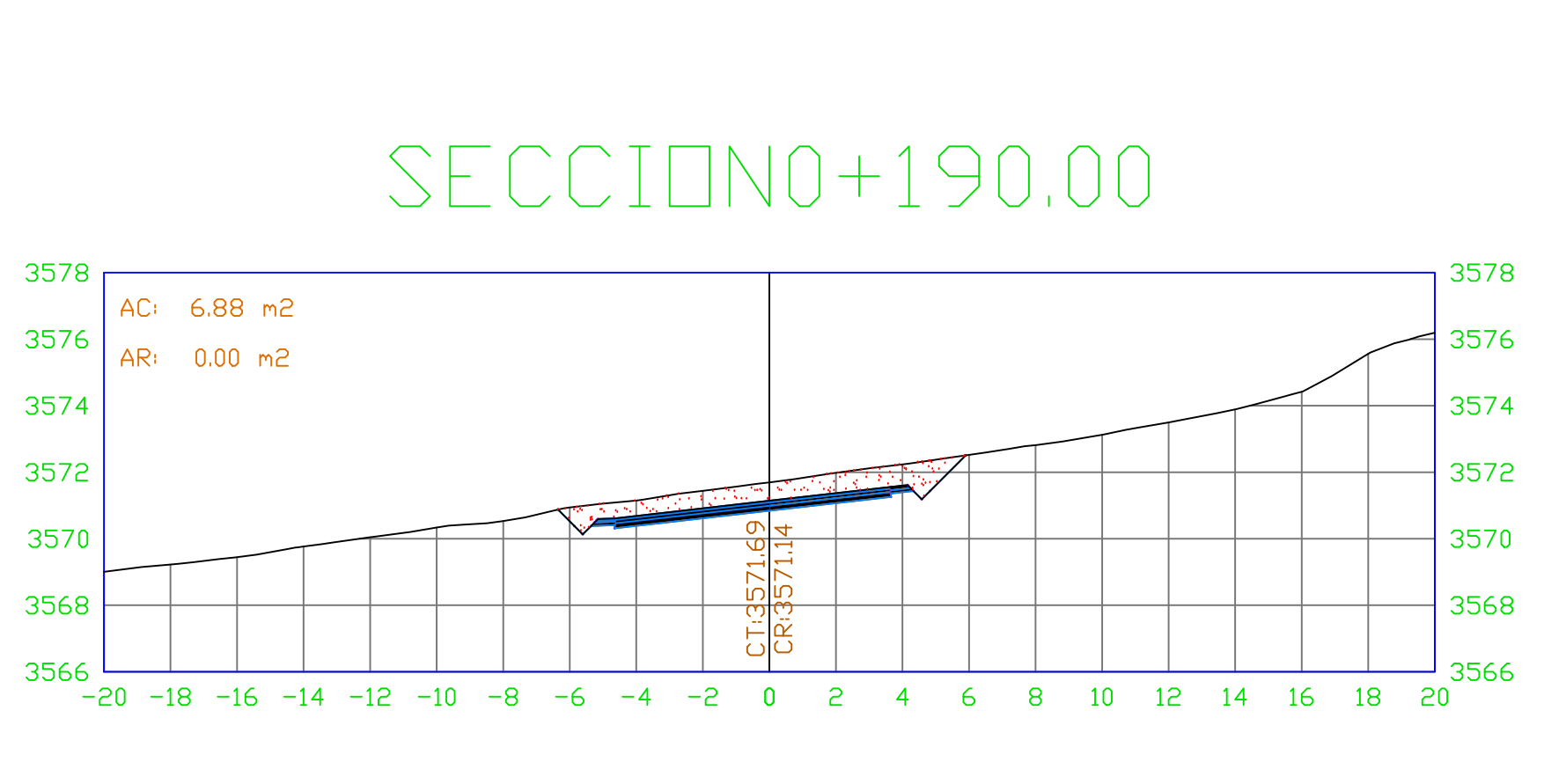
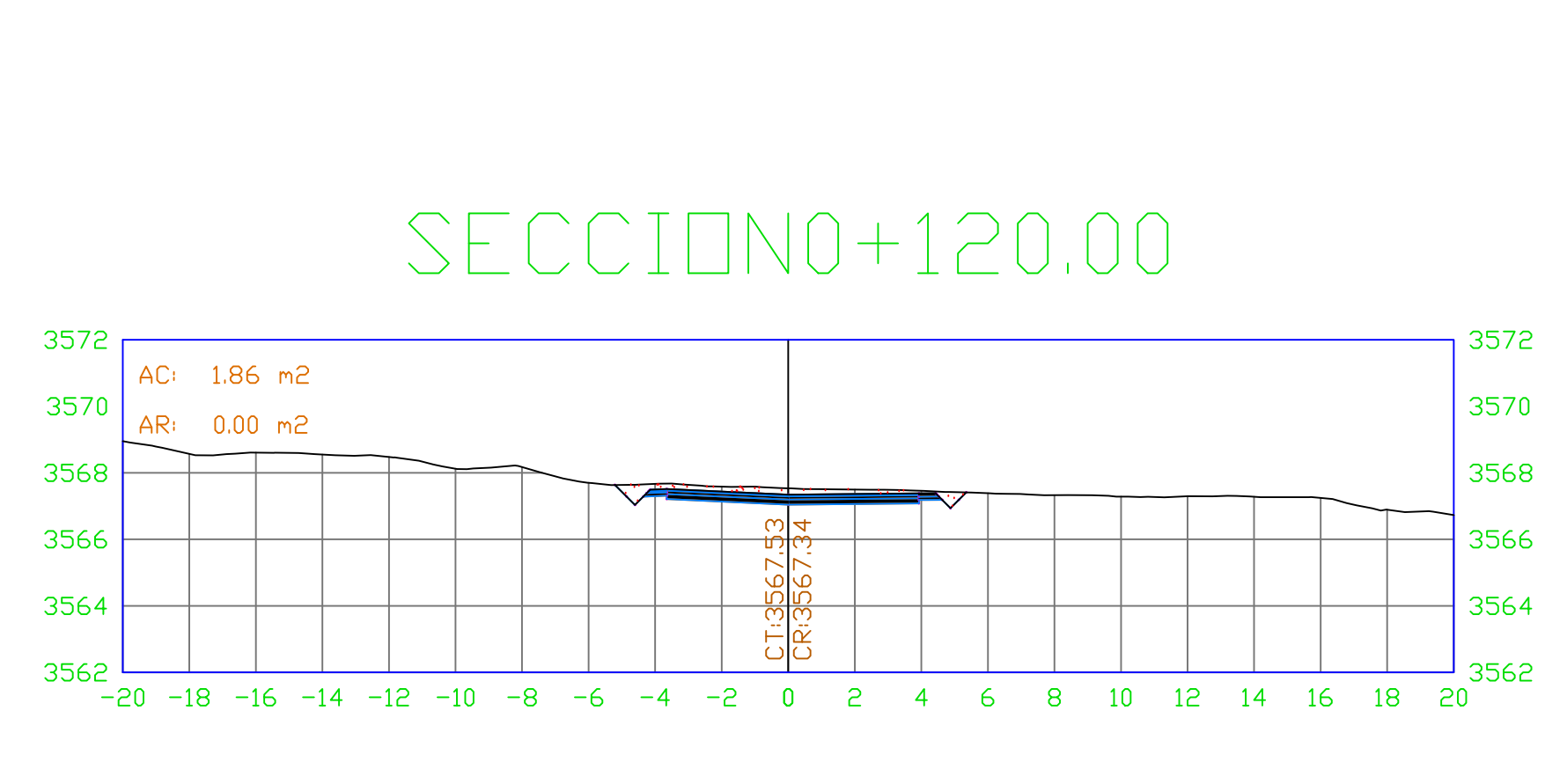
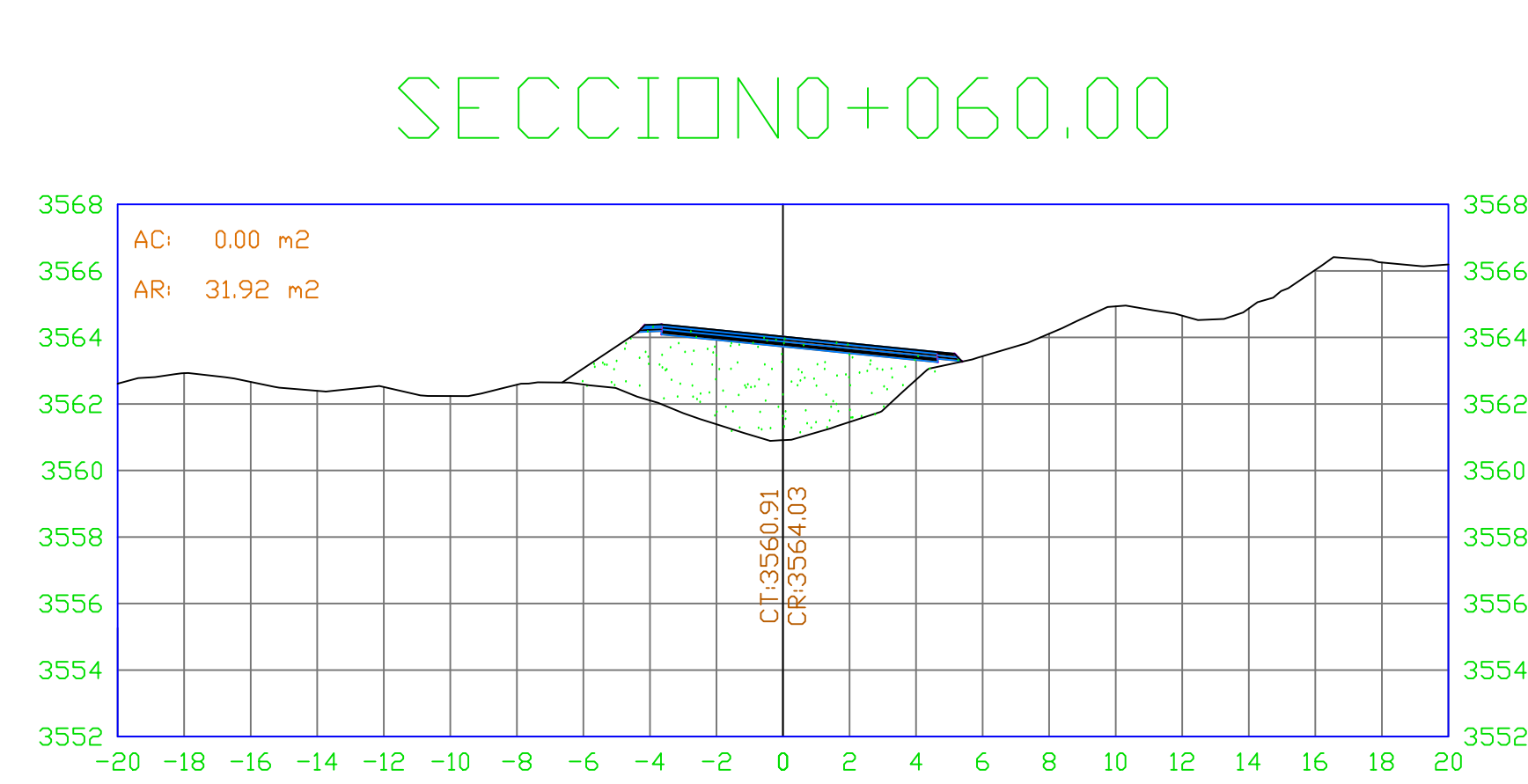
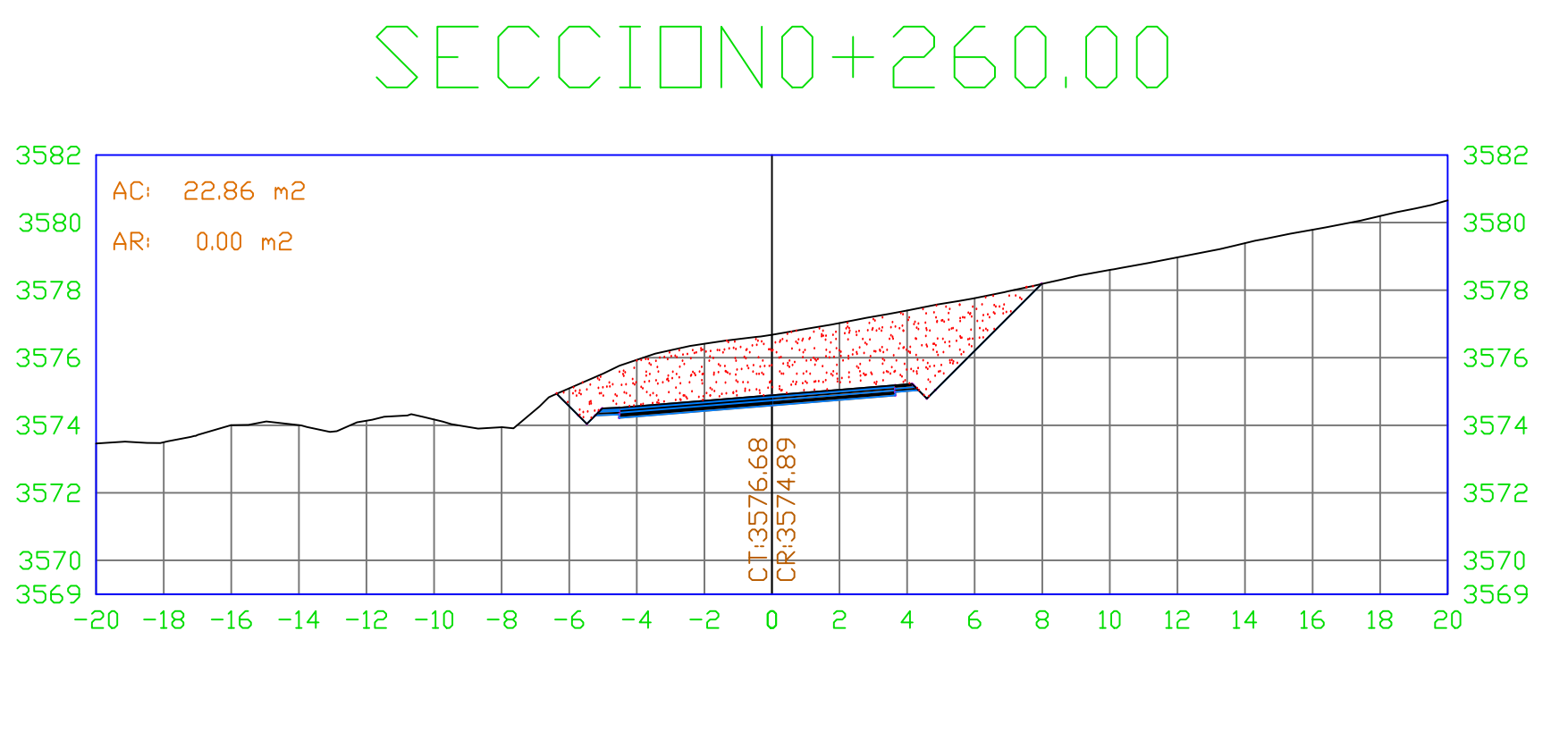
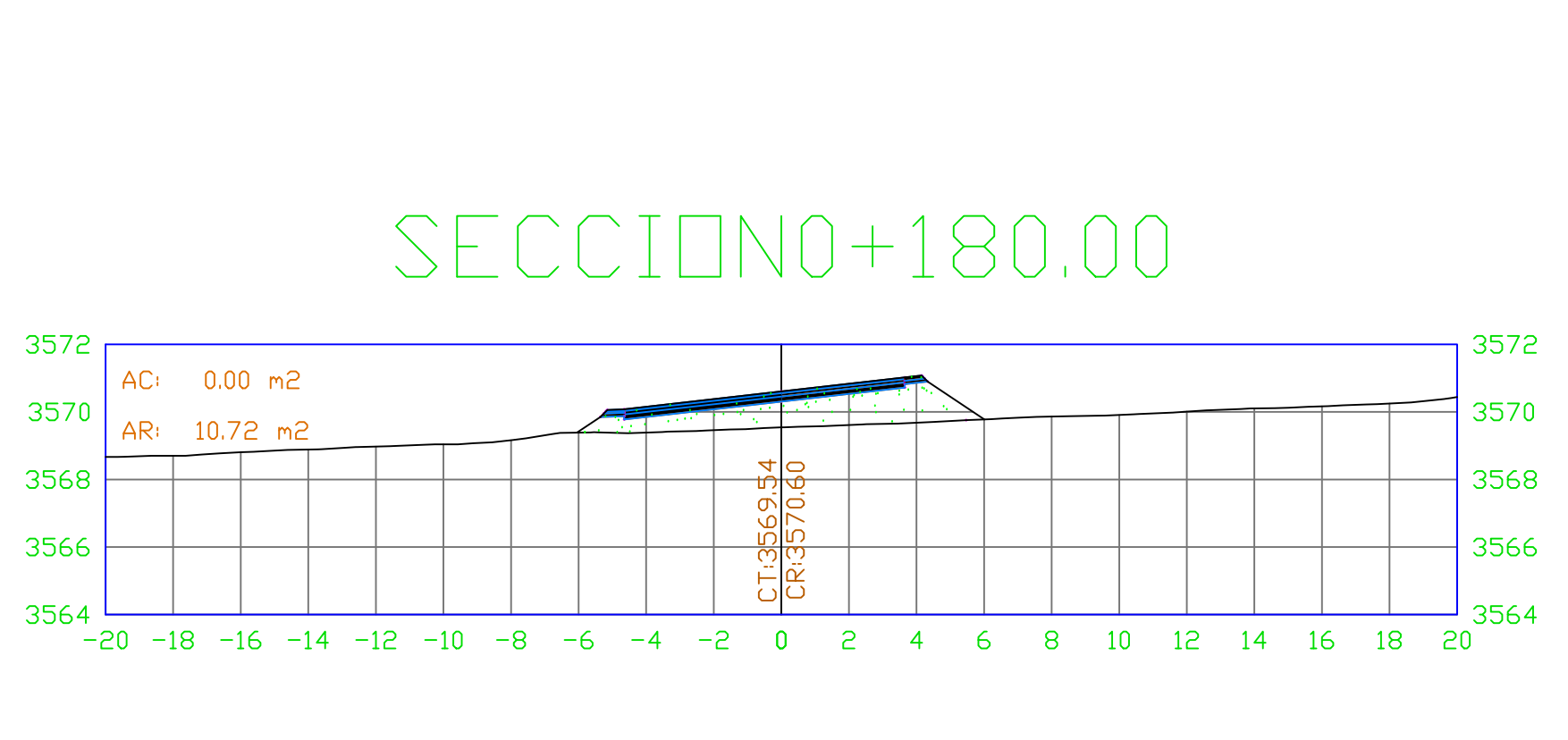
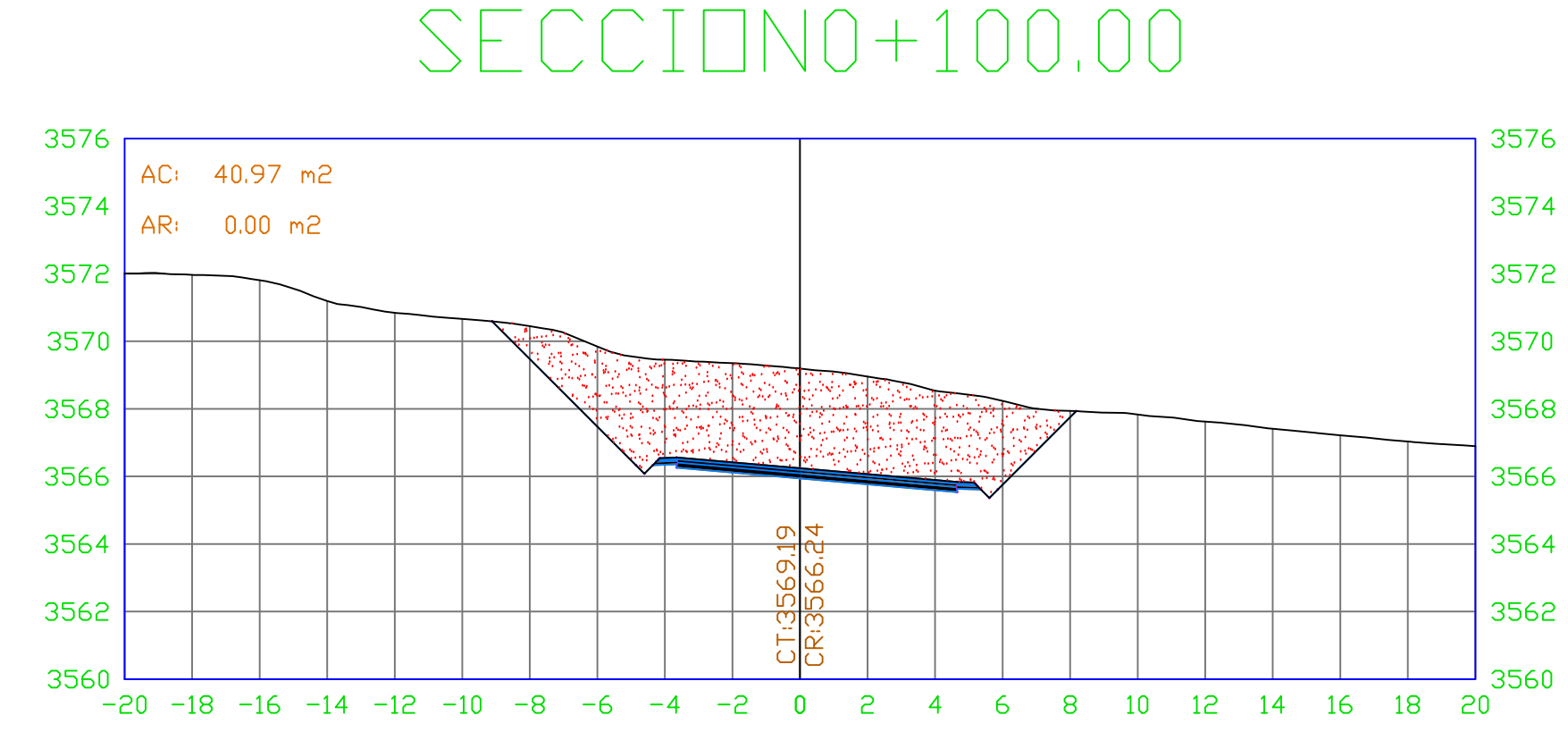
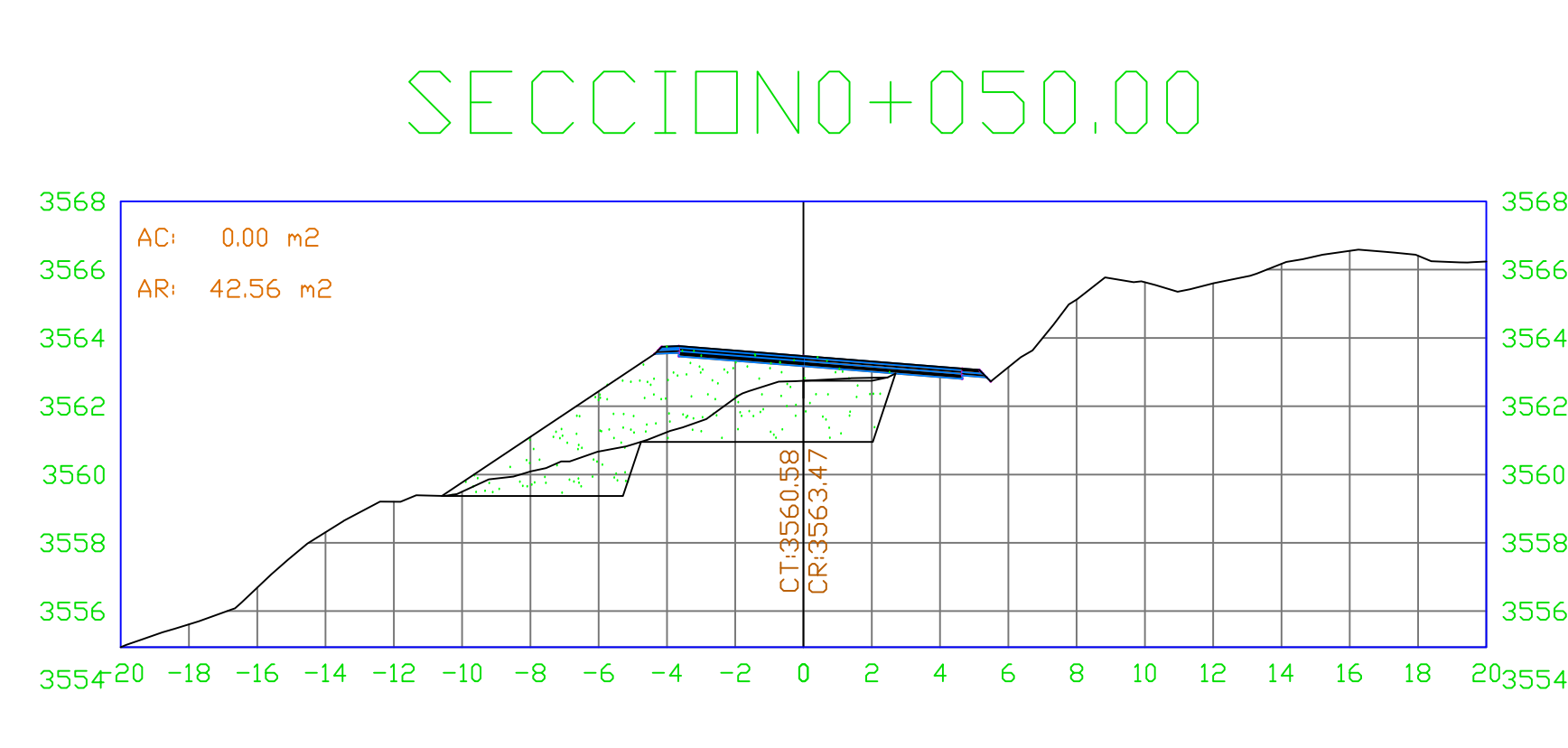
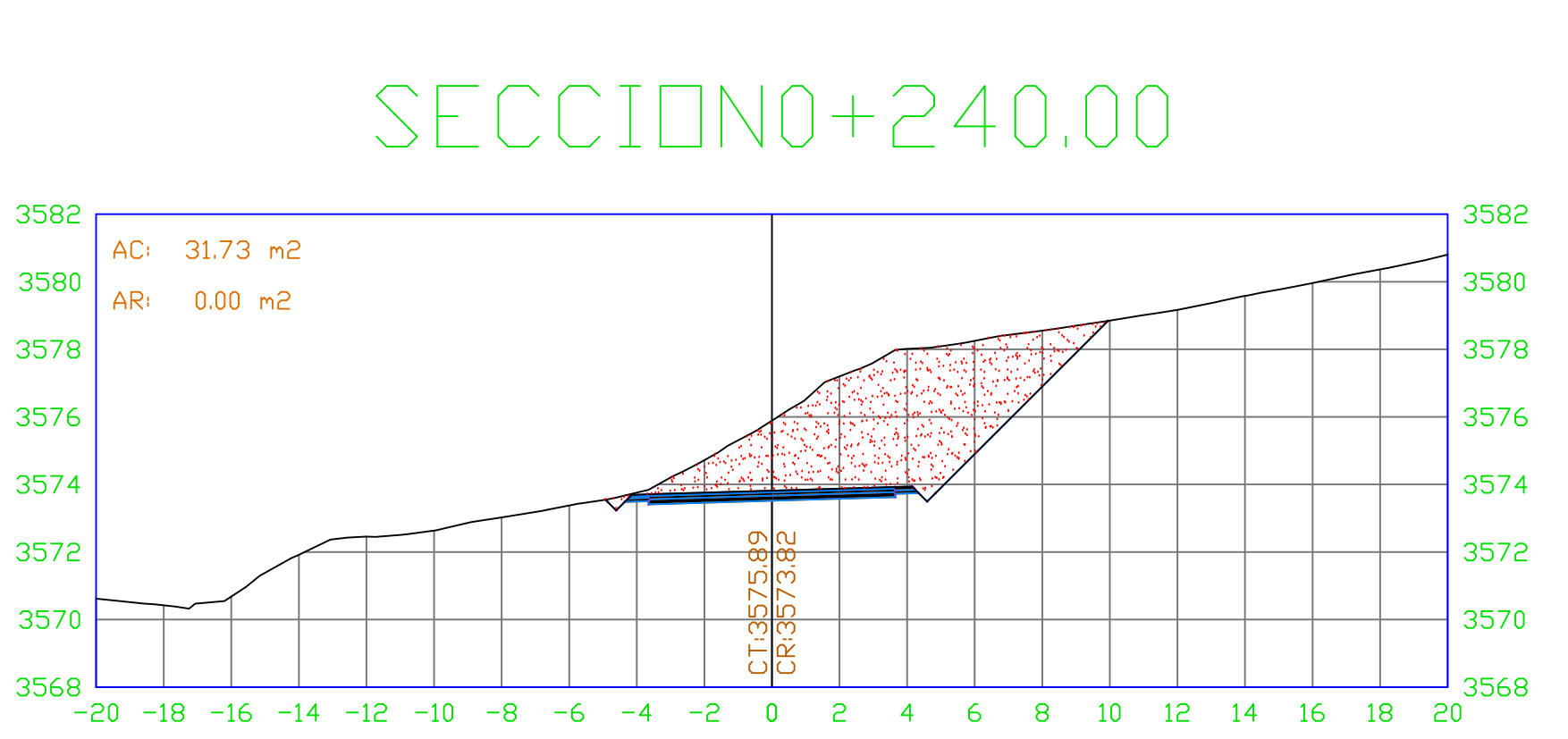
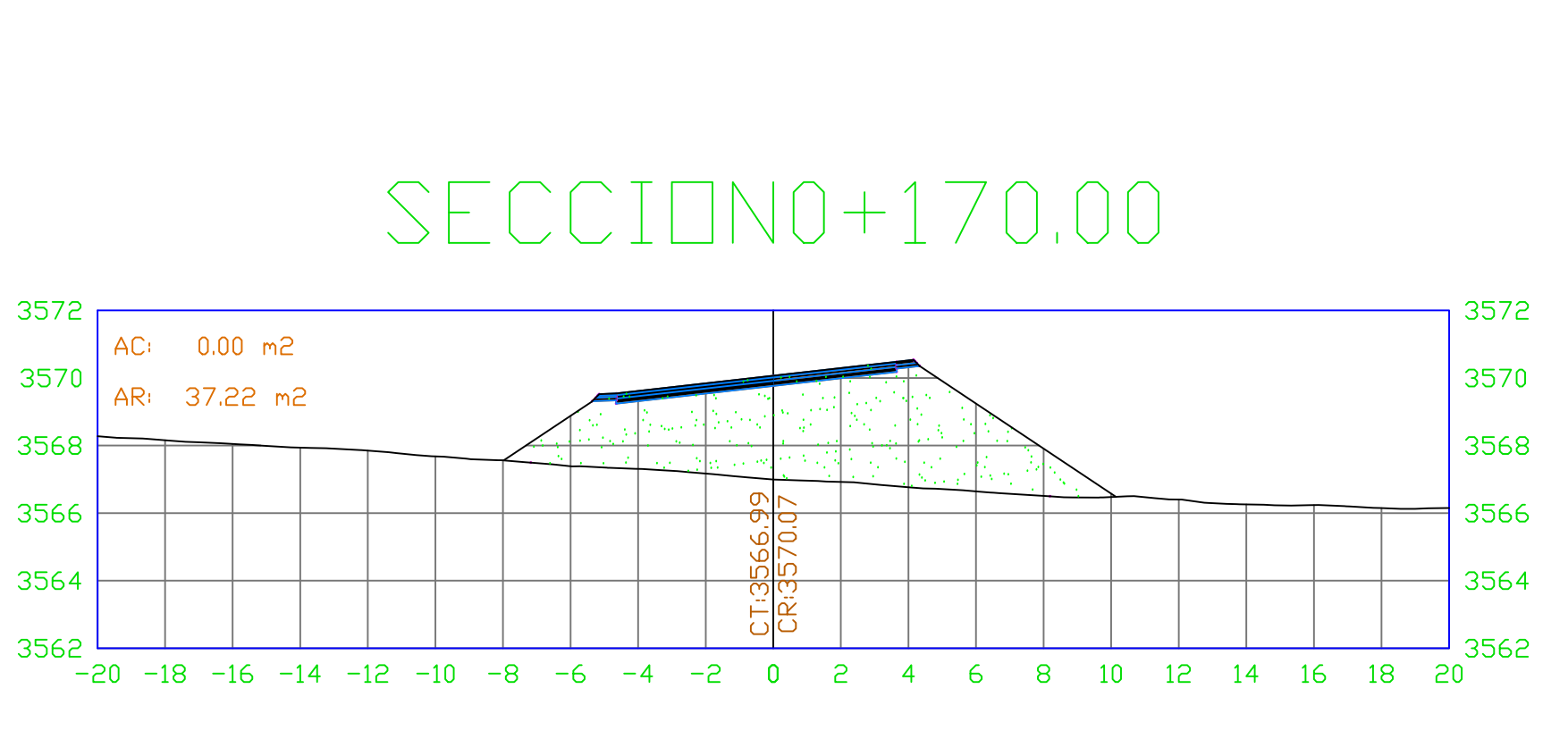
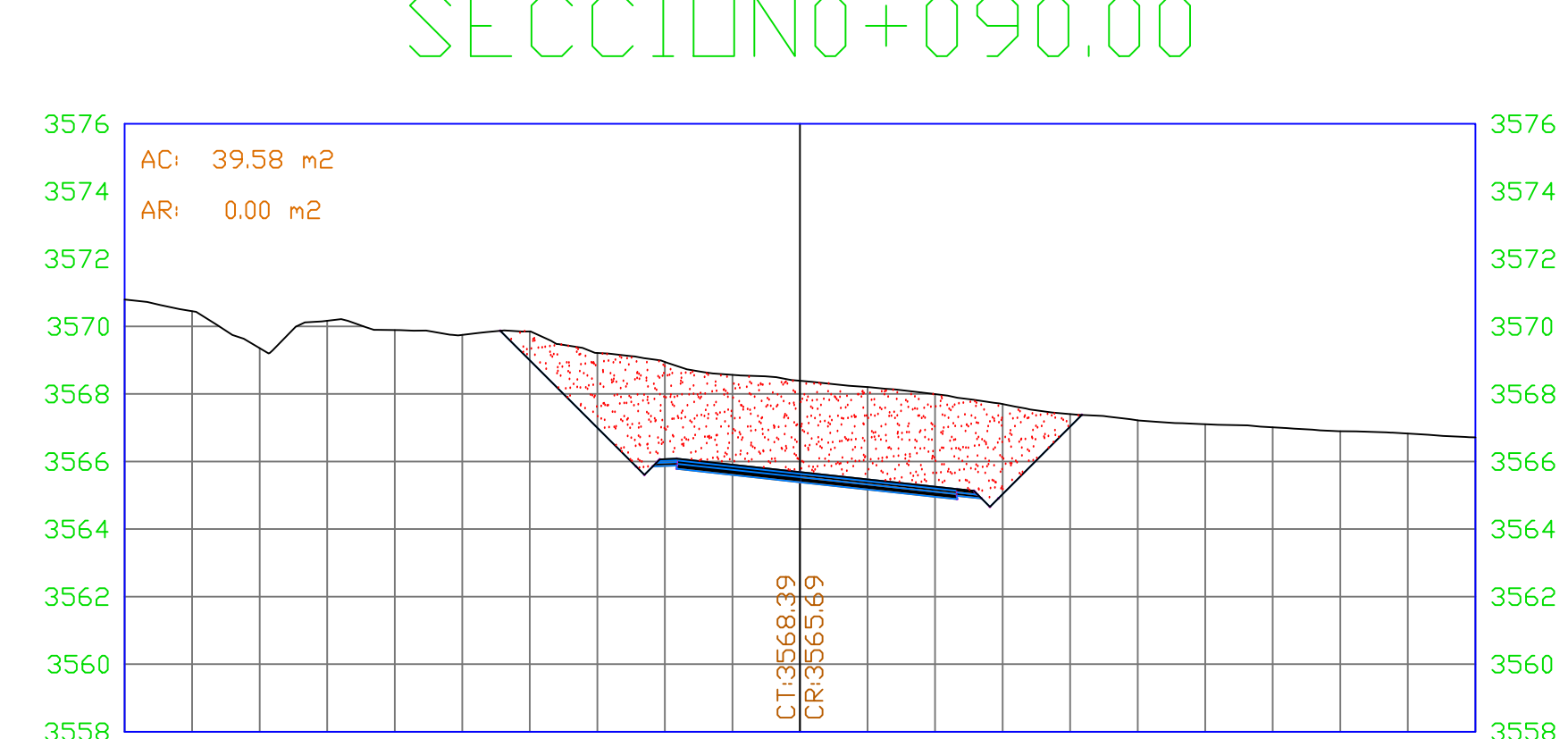
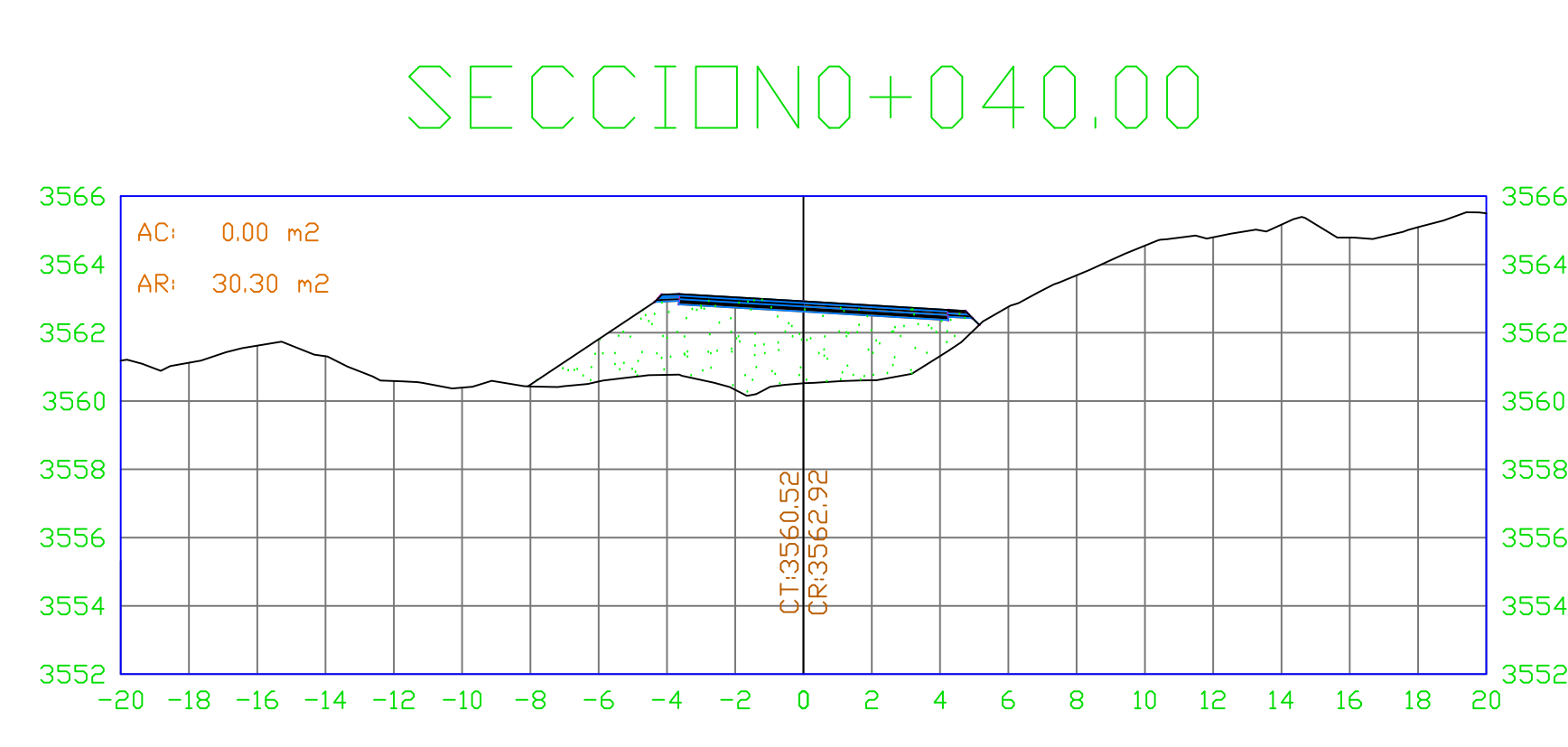
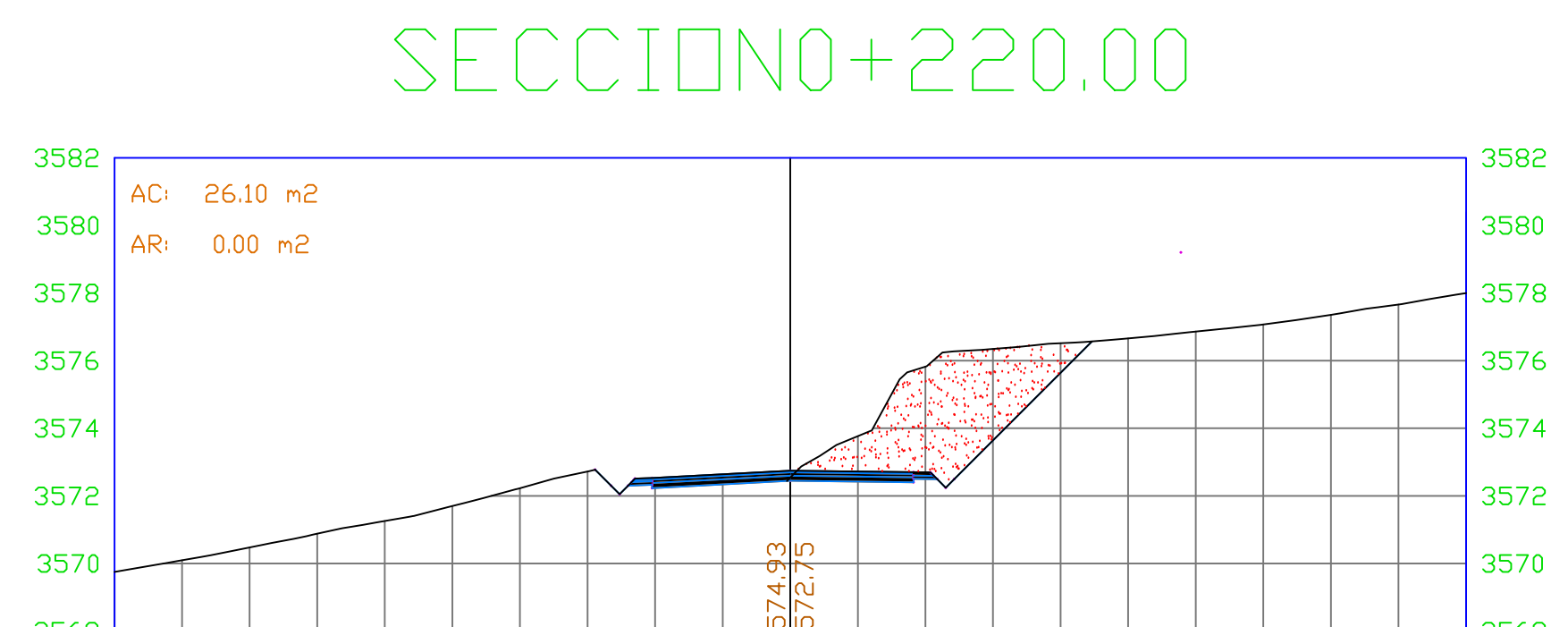
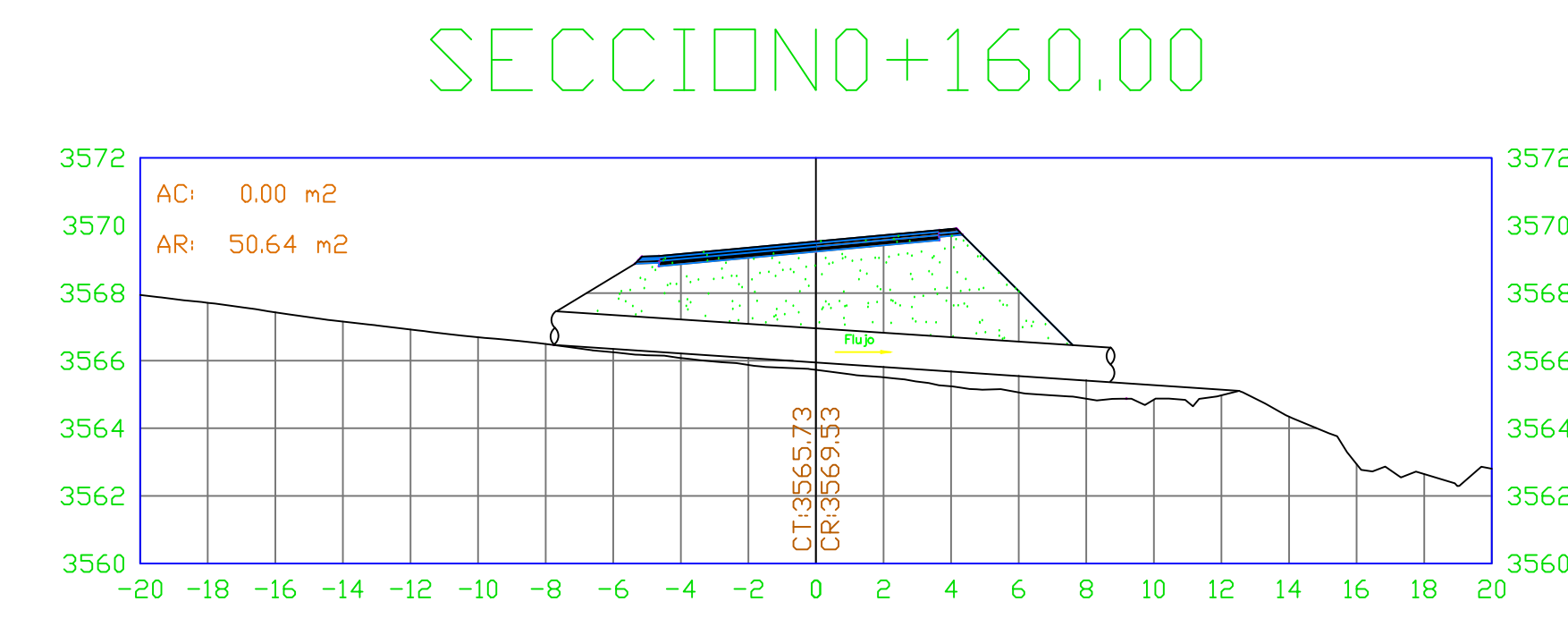
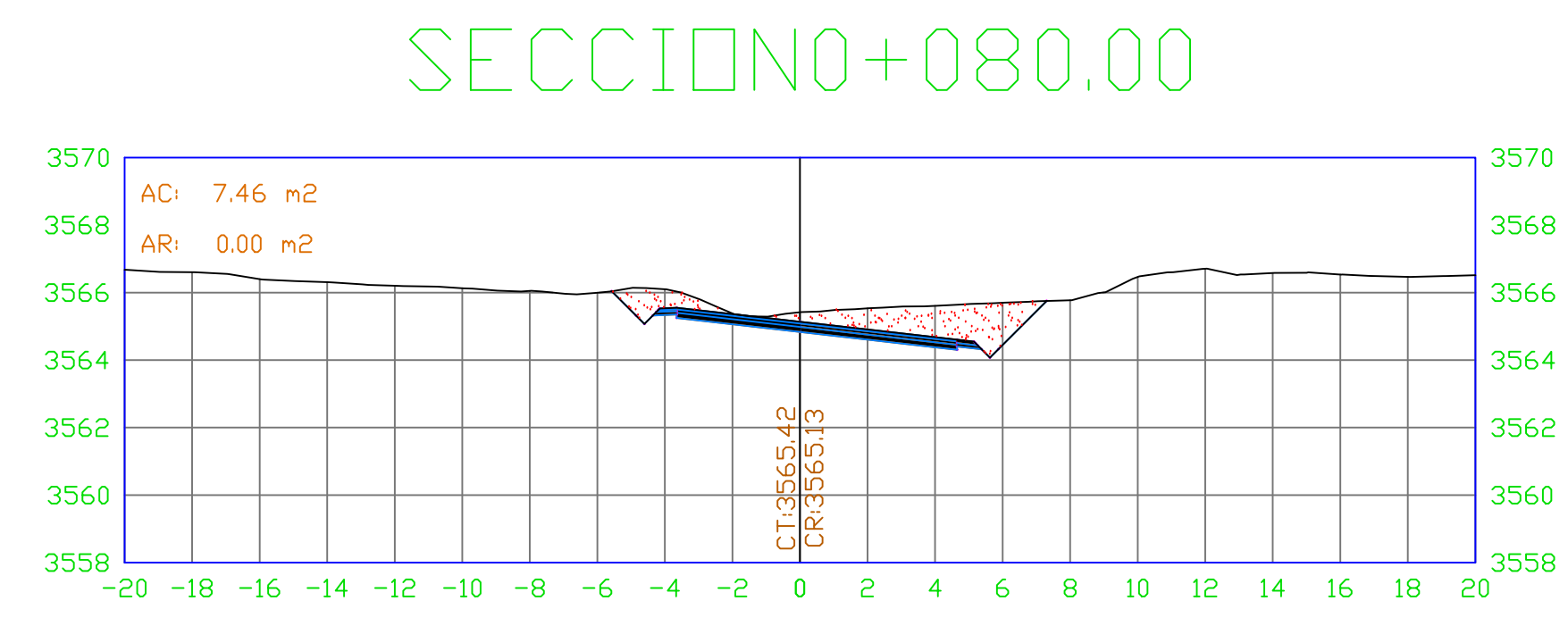
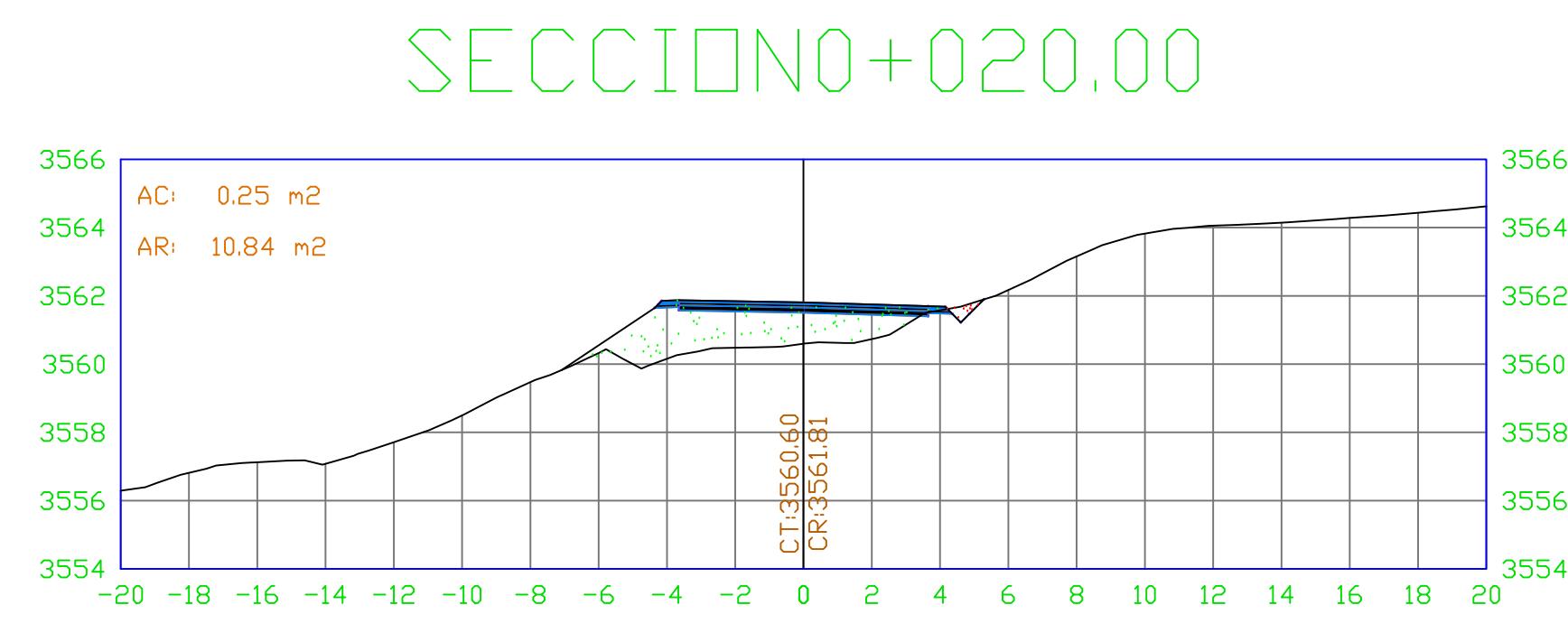
El presente proceso de selección se regirá en conformidad con los Lineamientos Generales para el desarrollo de procesos de selección establecidos por la OEI (Organización de Estados Americanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y supletoriamente por el Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado- D.S. 083-2004- PCM y su Reglamento D.S. N° 084-2004-PCM y las Bases Generales definidas por el Gobierno Regional de Junin.

19.- PENALIDADES

Las penalidades se aplicarán de acuerdo a lo establecido en el Contrato en concordancia con el Artículo 222° del Reglamento de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado.

ANEXO IX

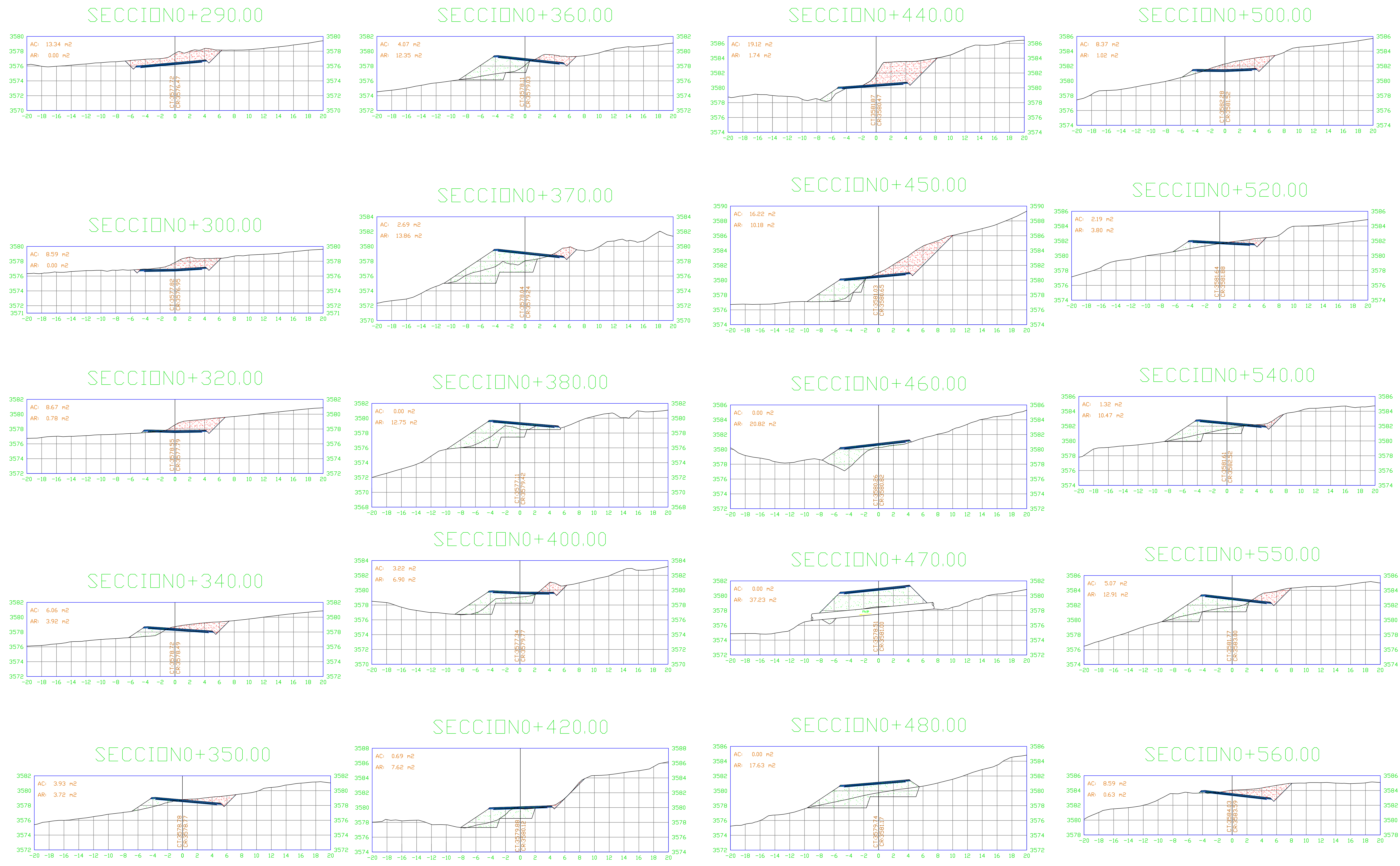
PLANOS



SECCIONES TRANSVERSALES

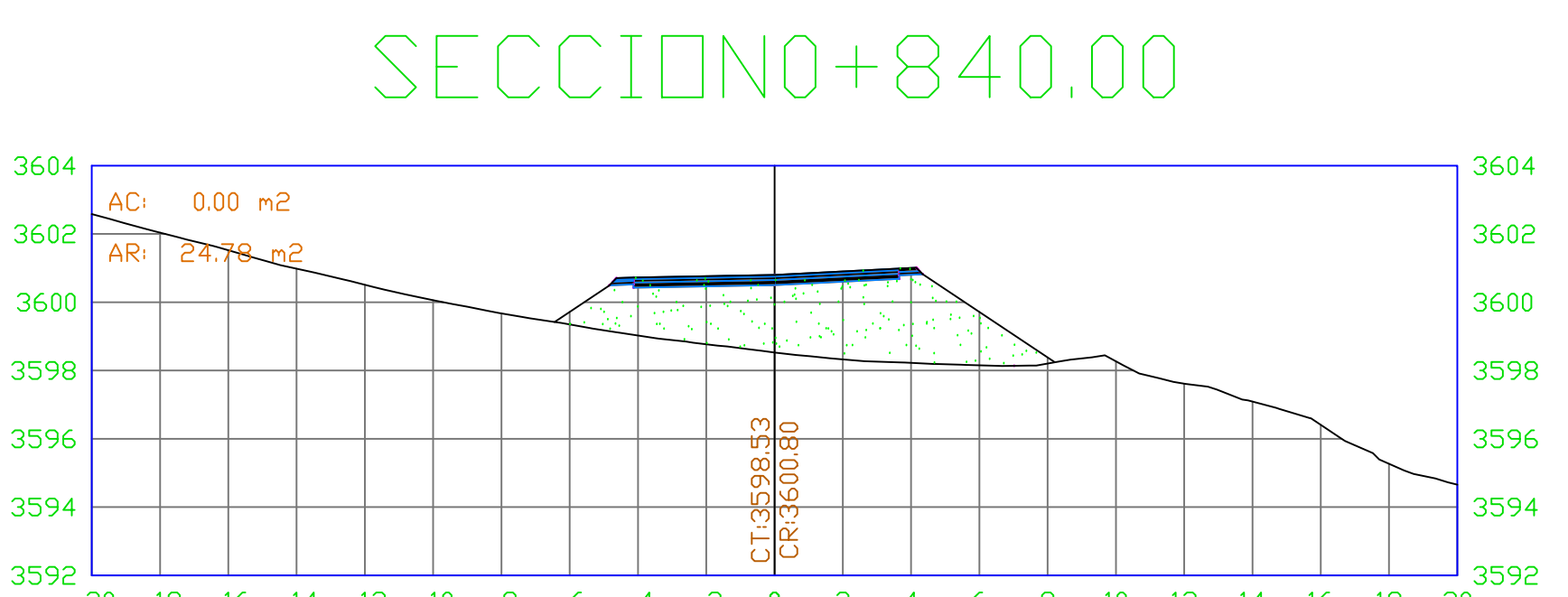
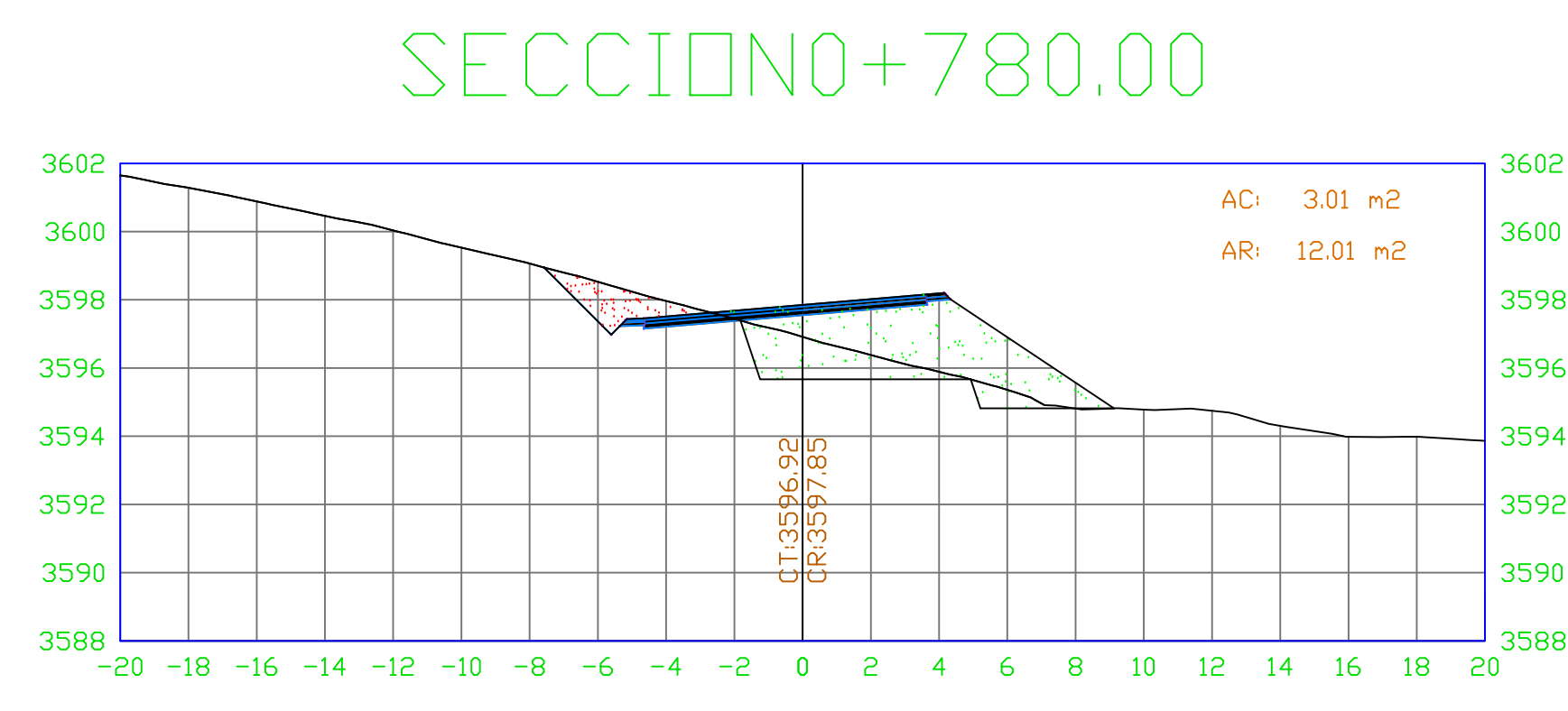
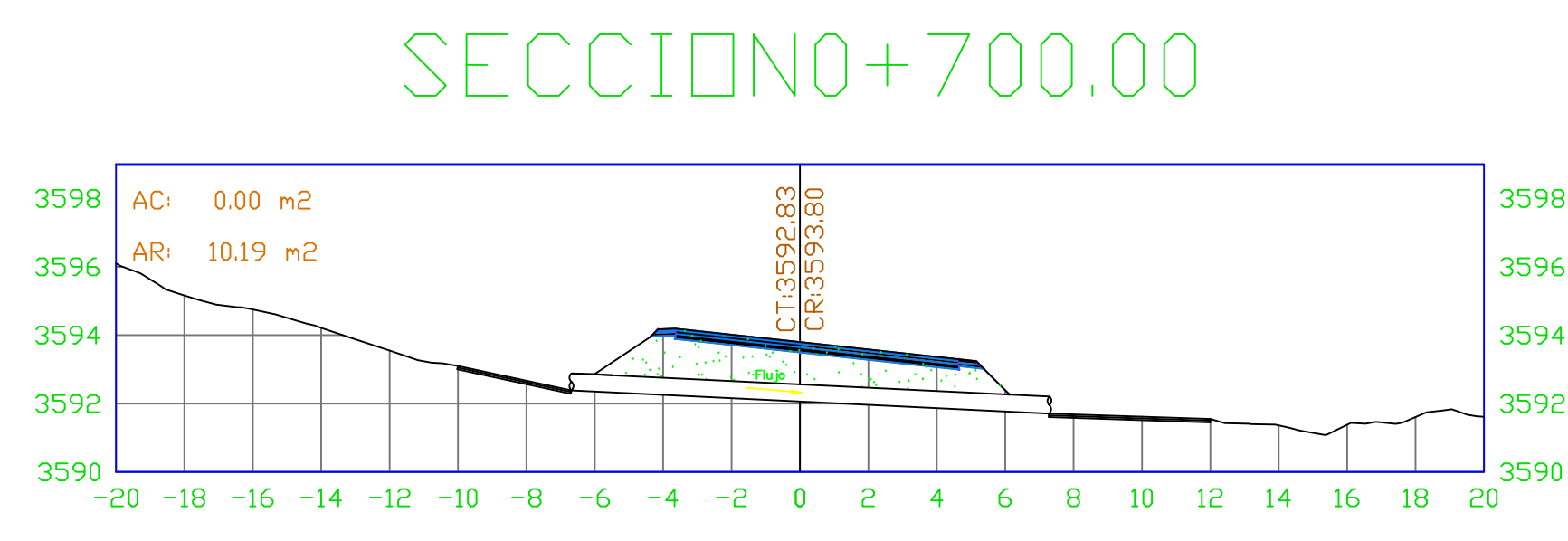
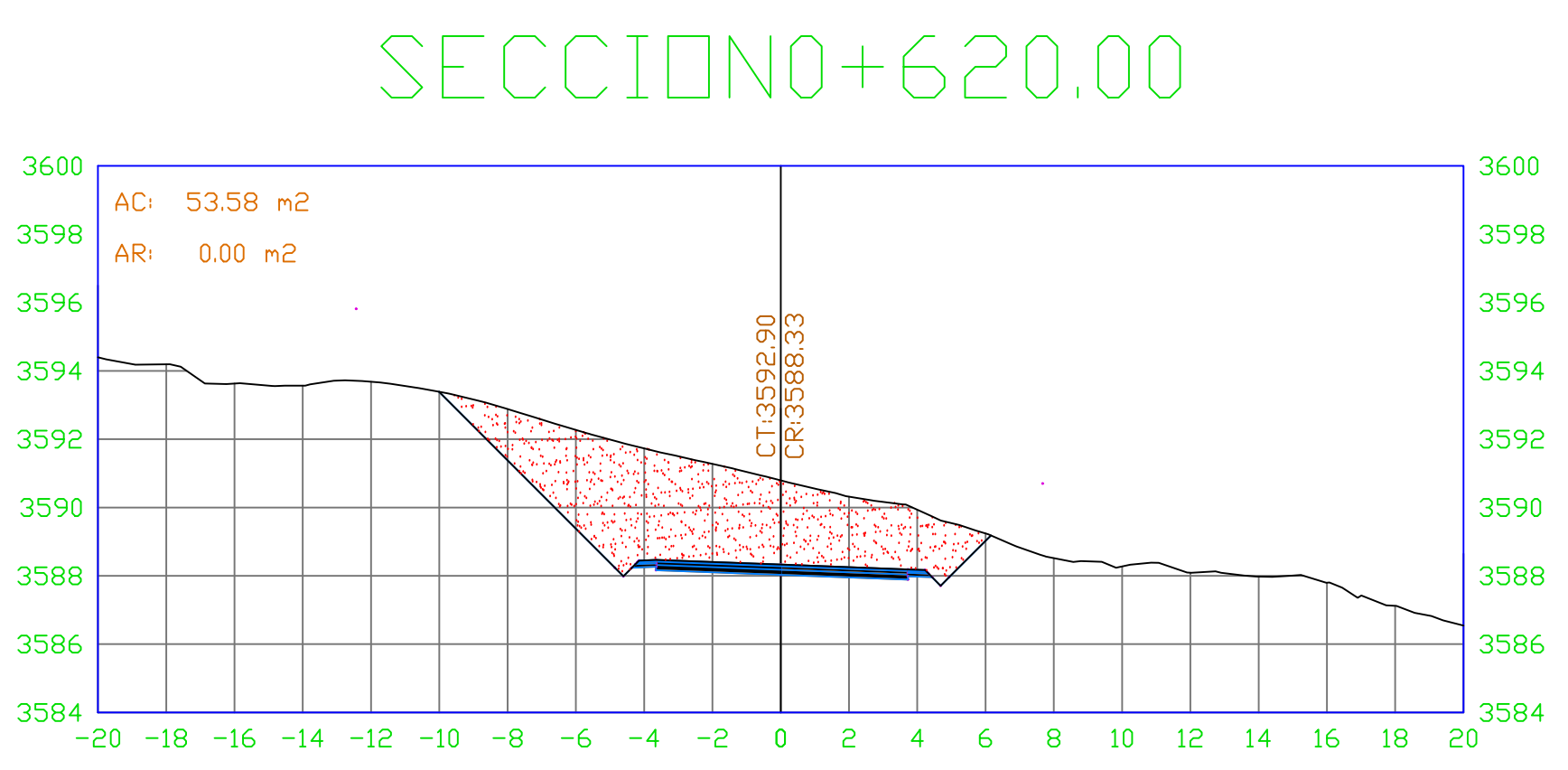
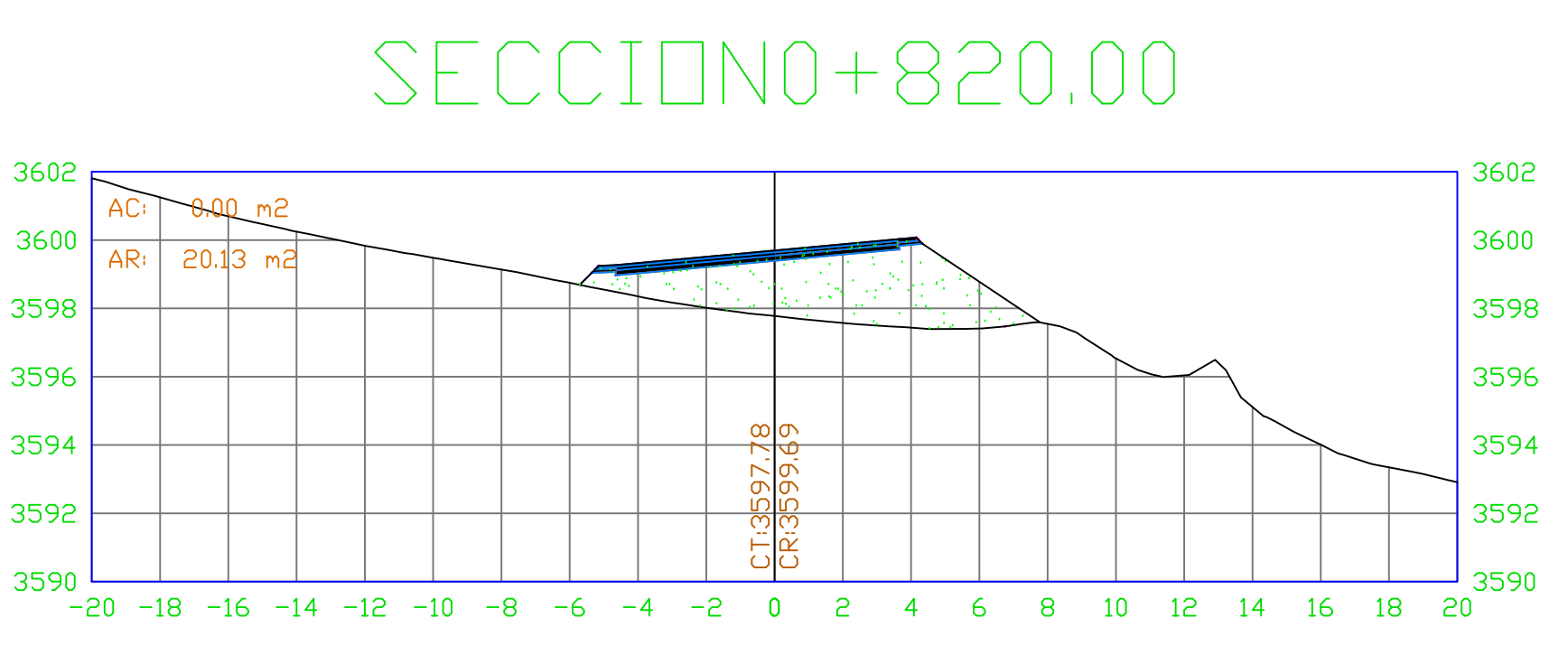
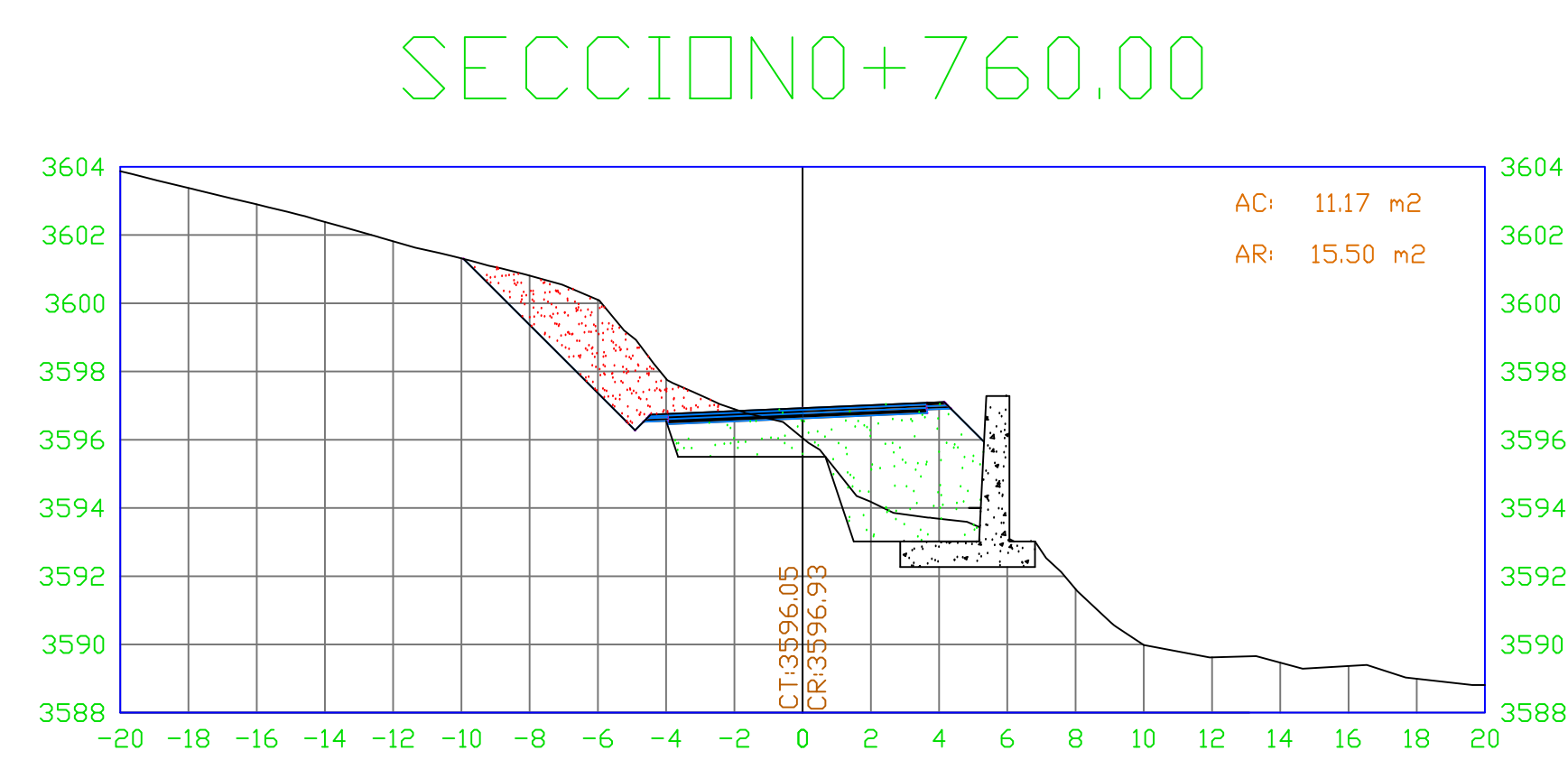
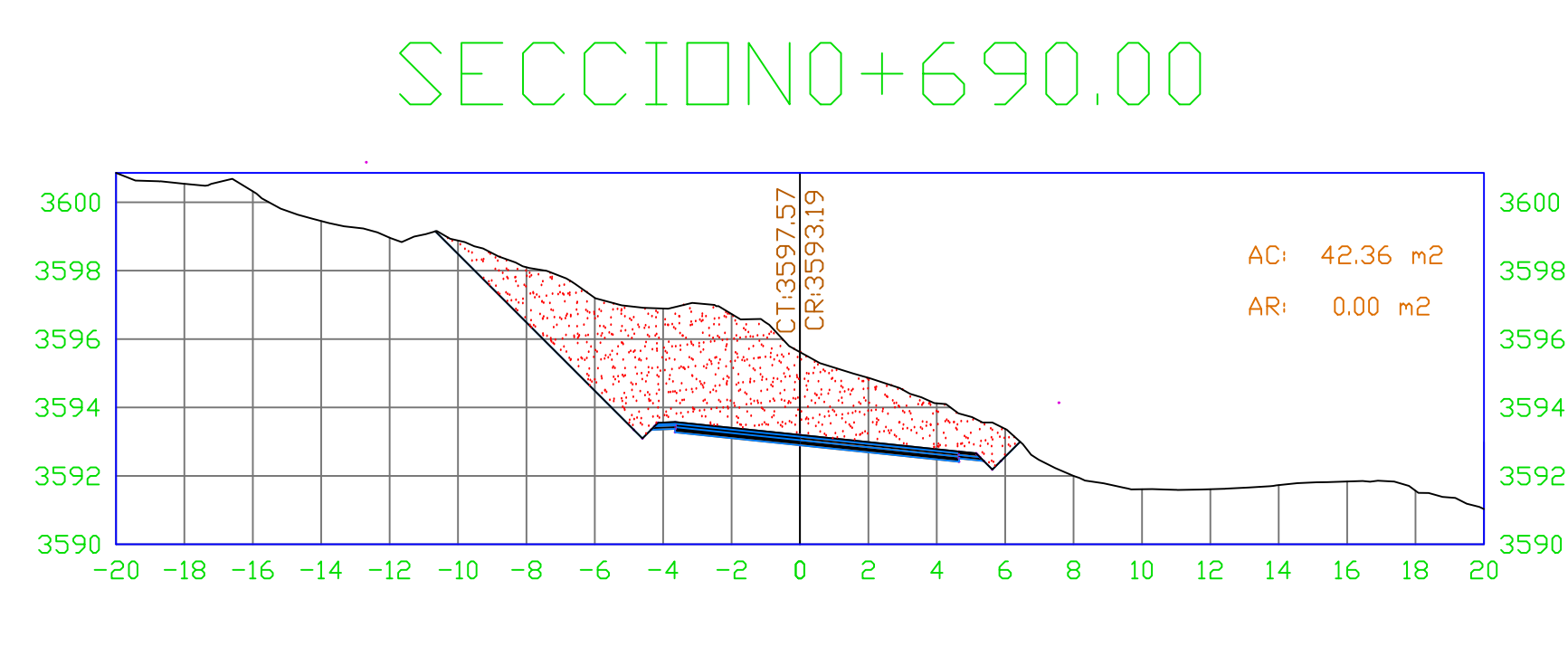
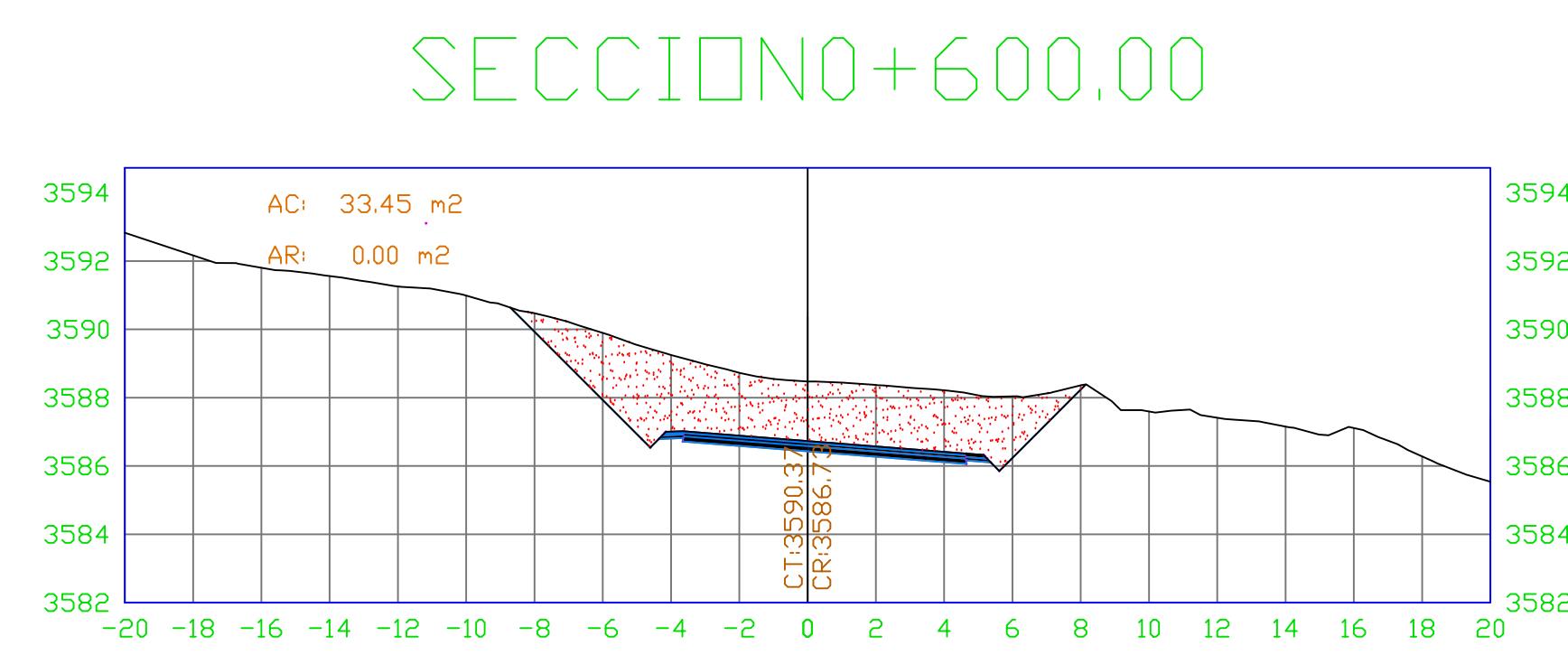
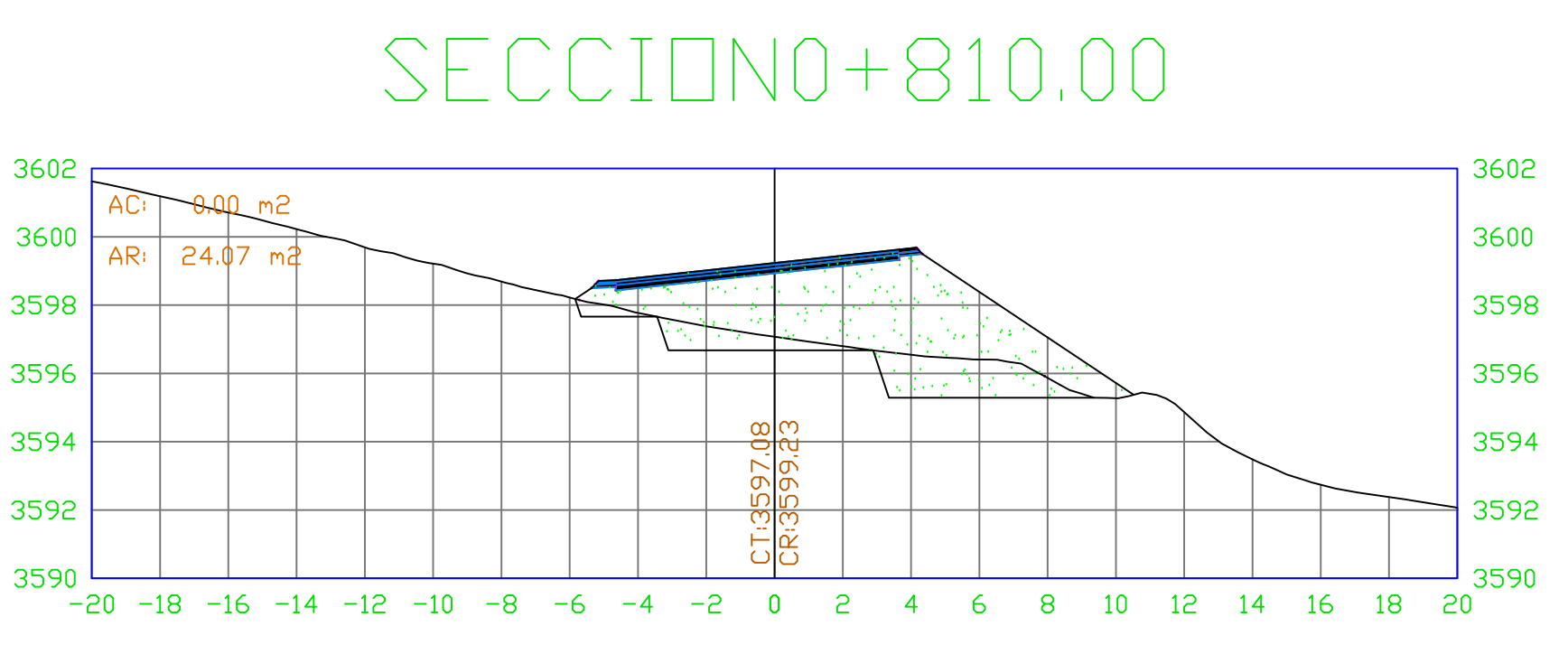
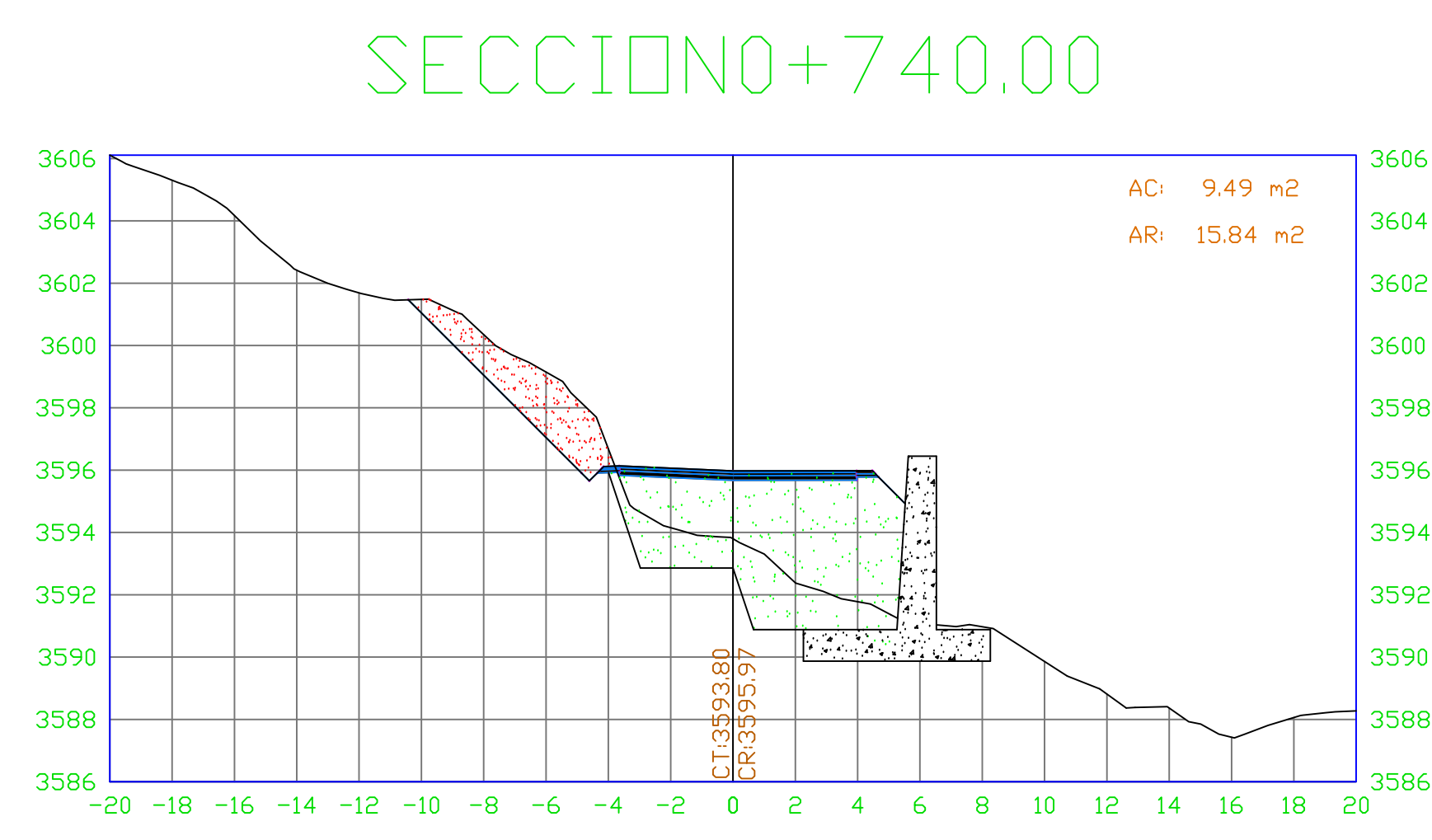
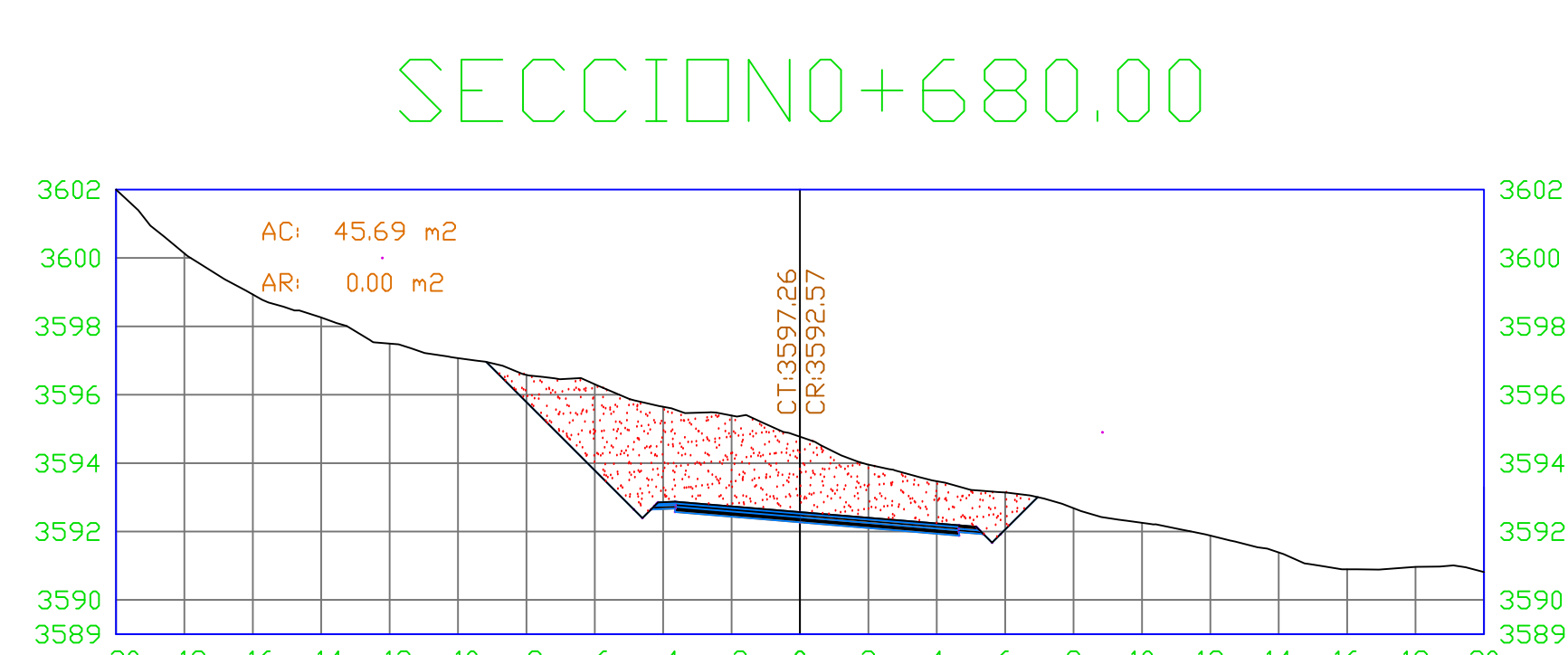
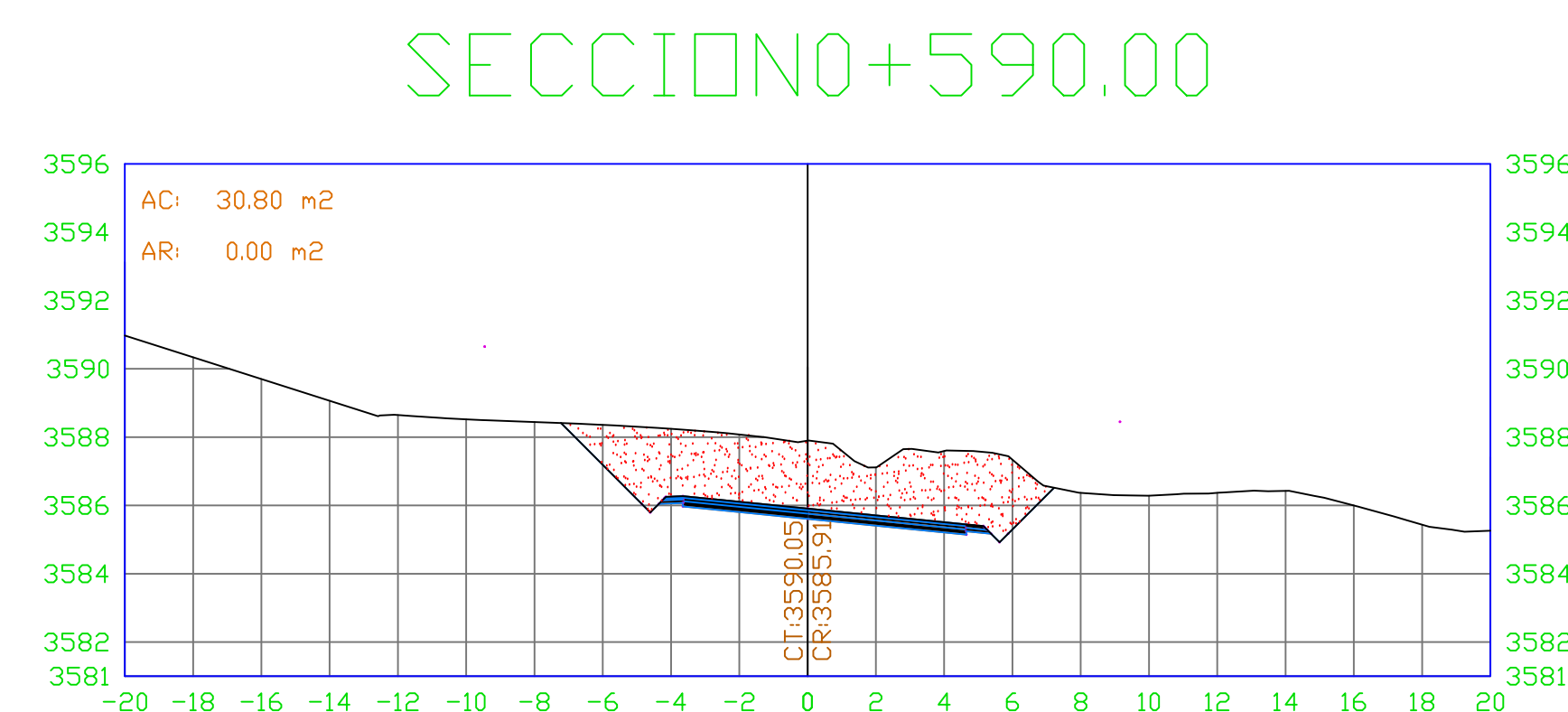
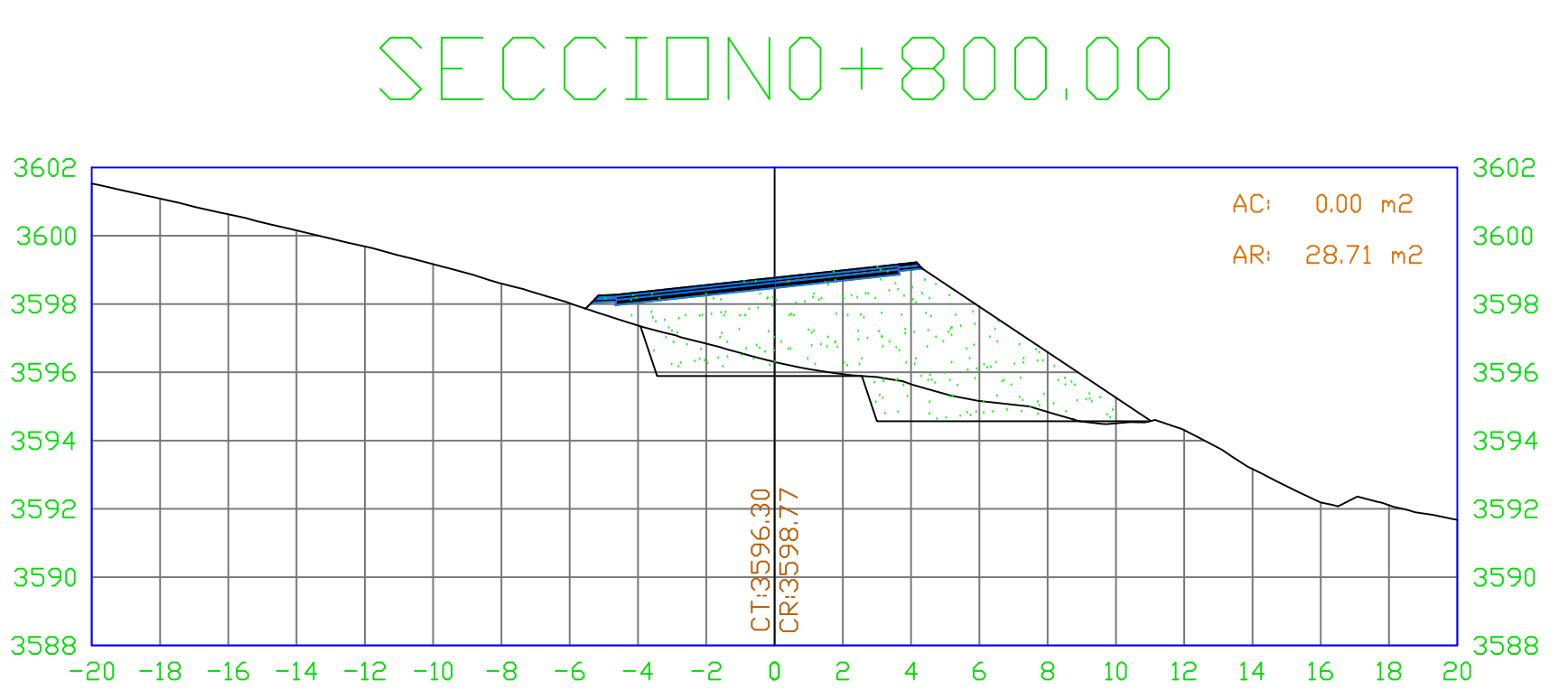
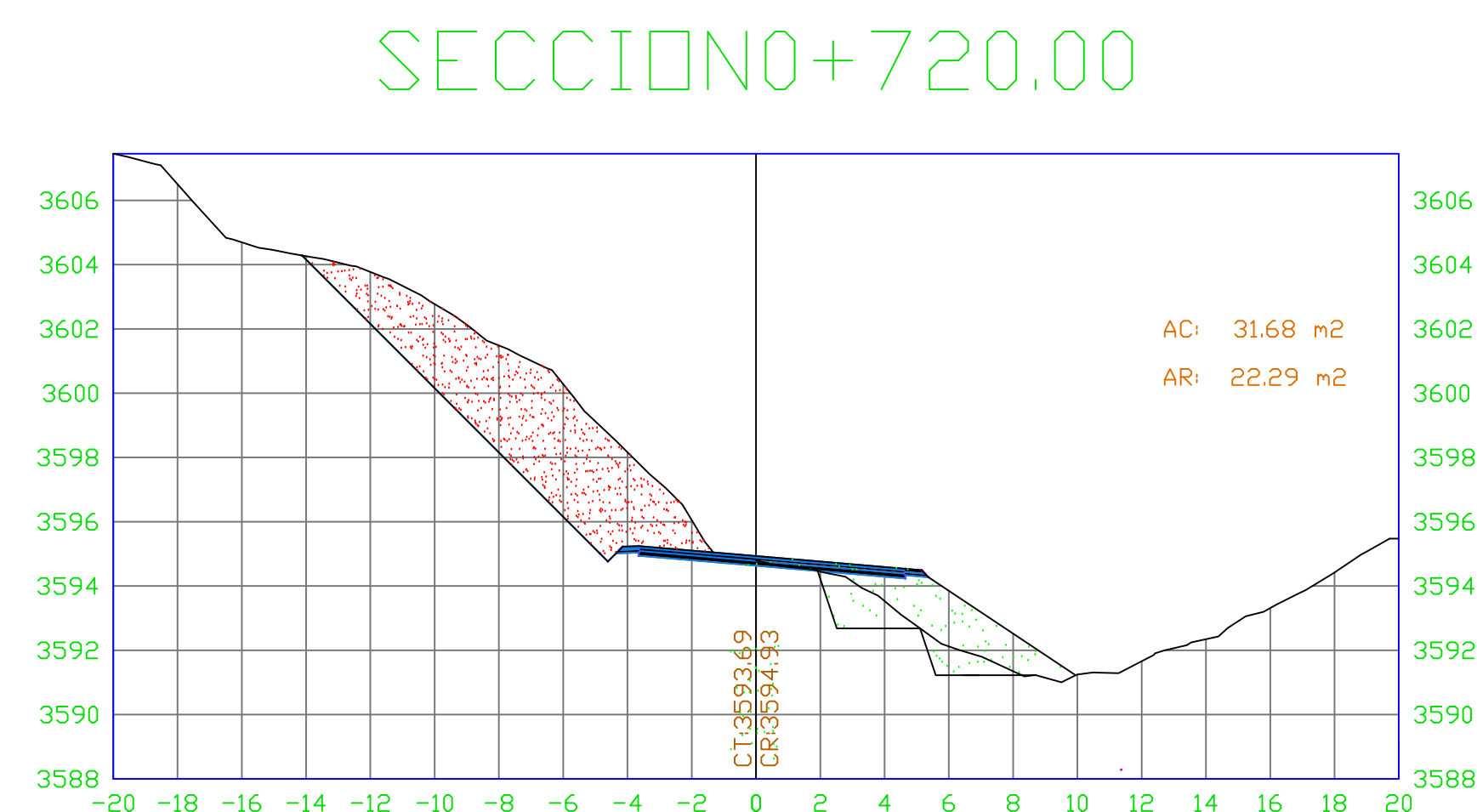
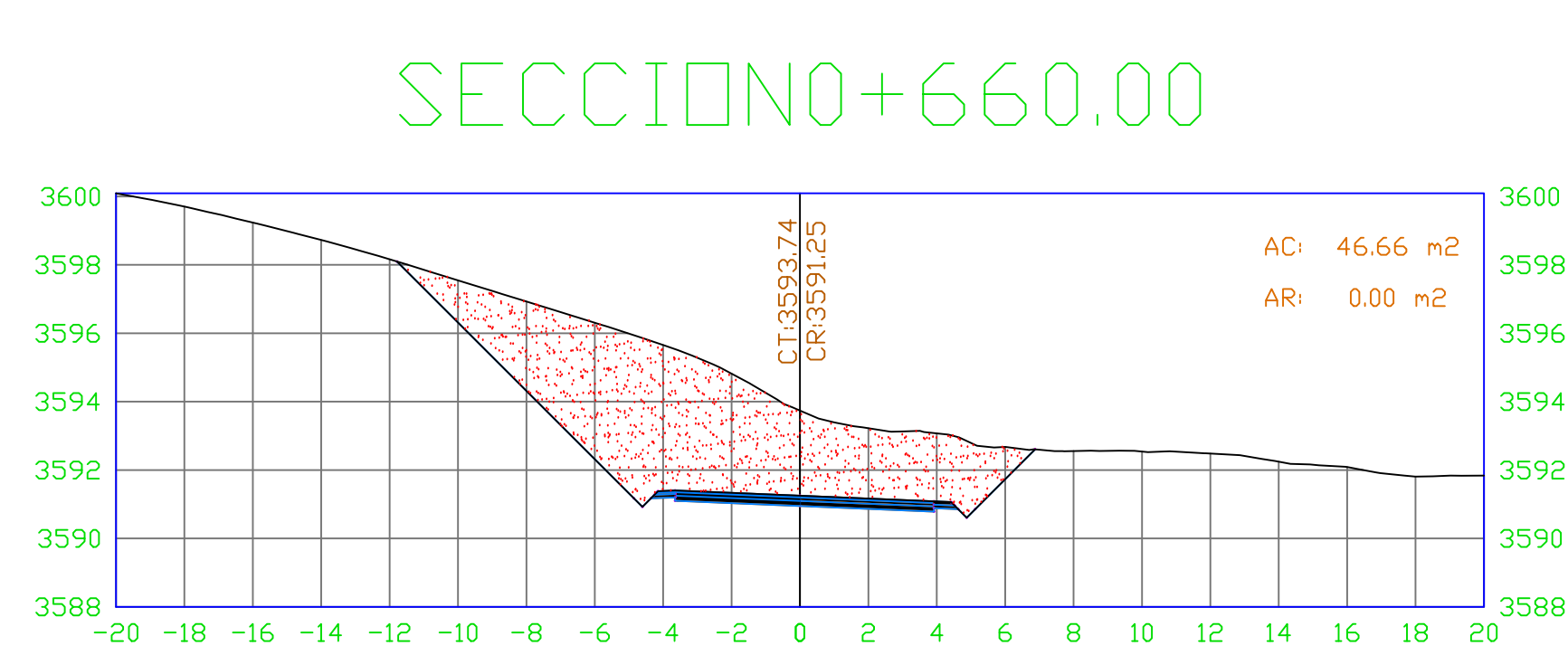
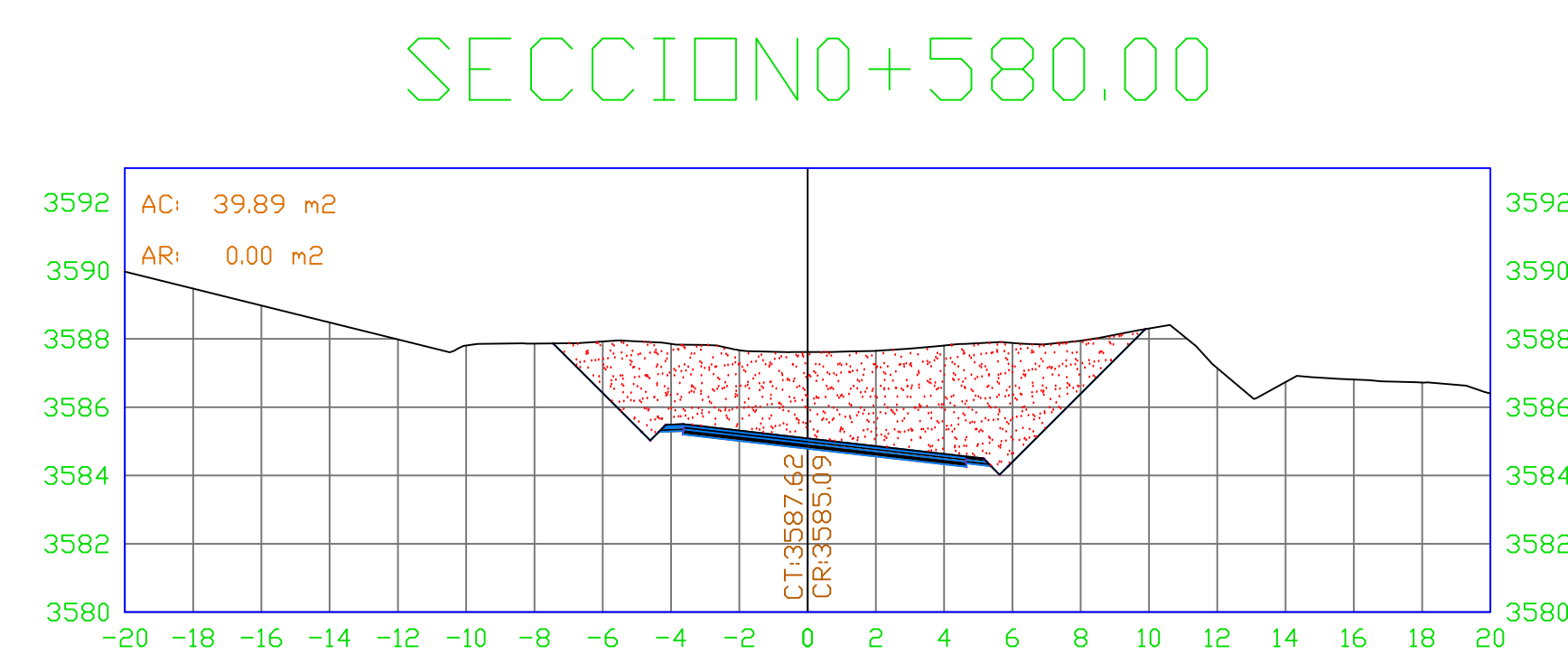
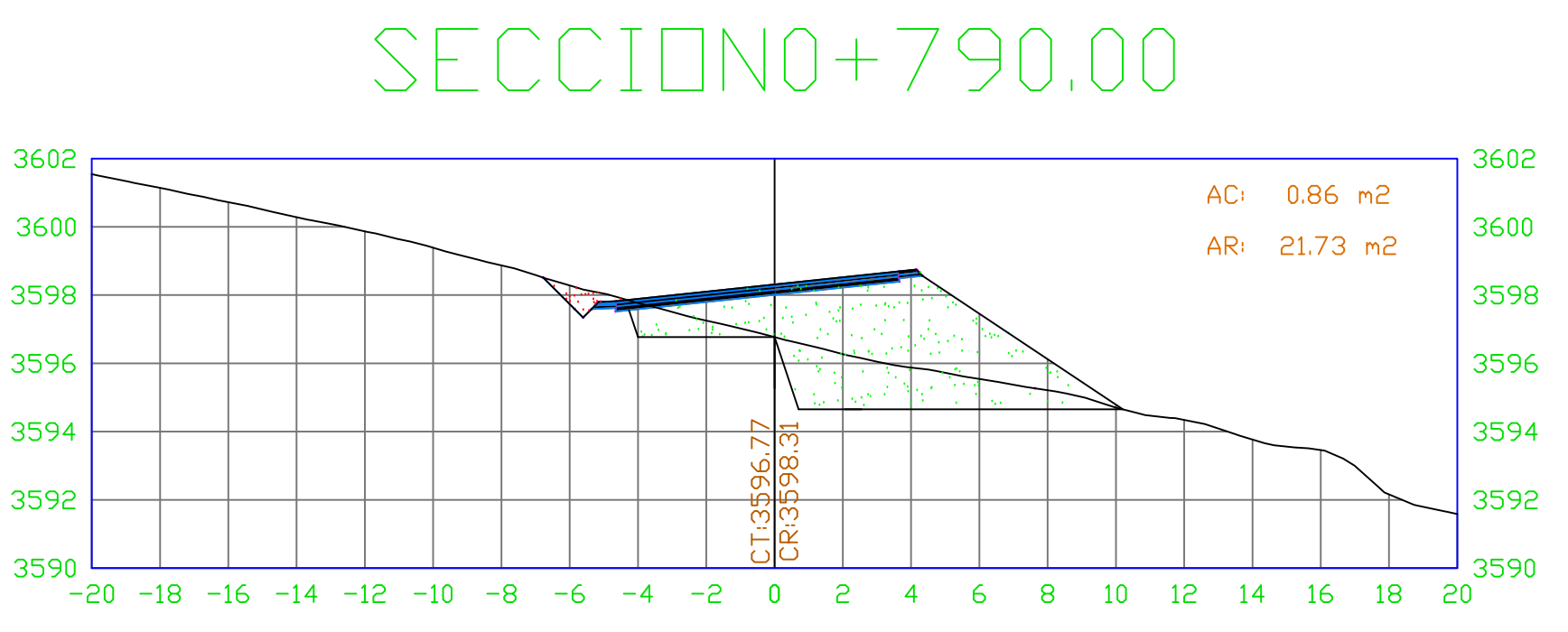
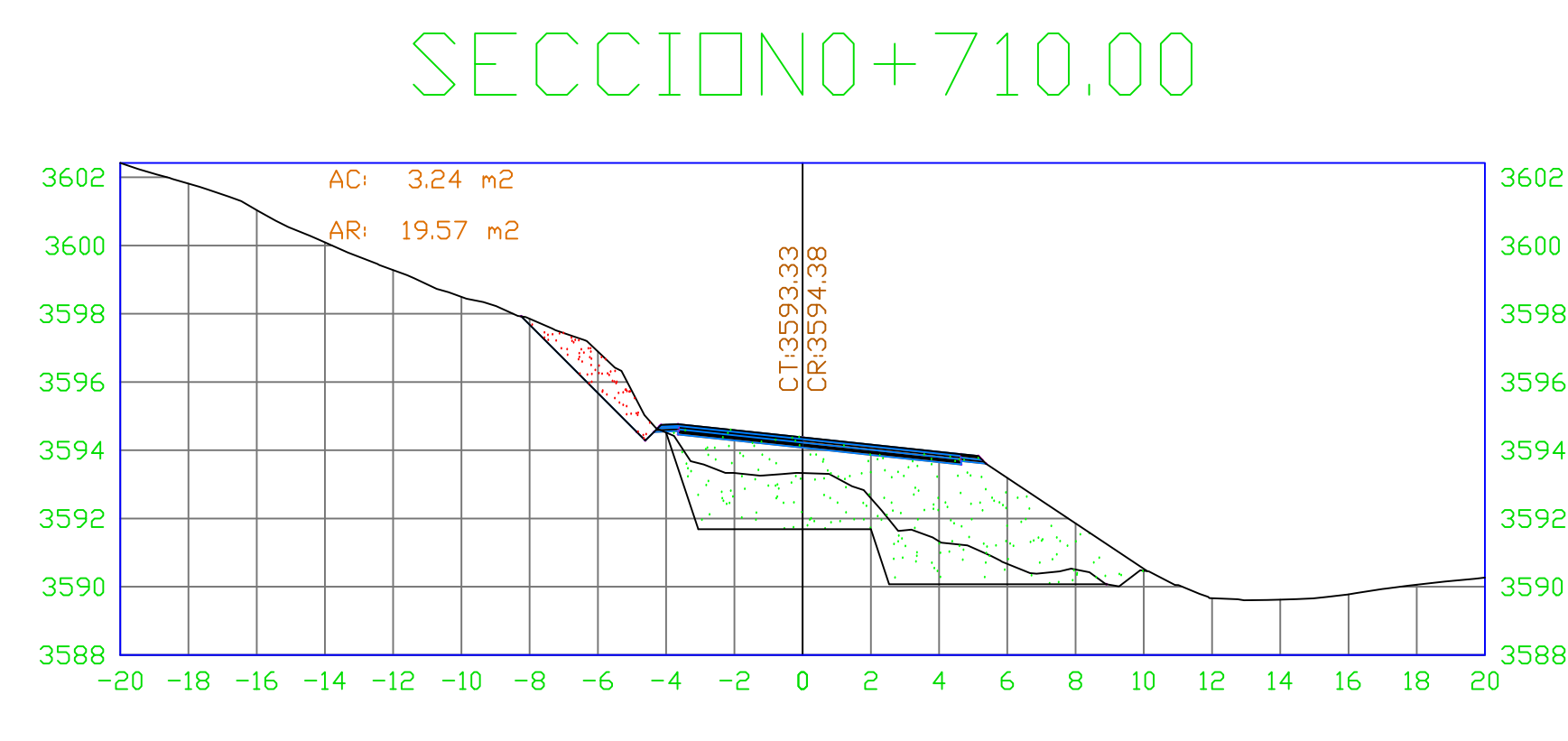
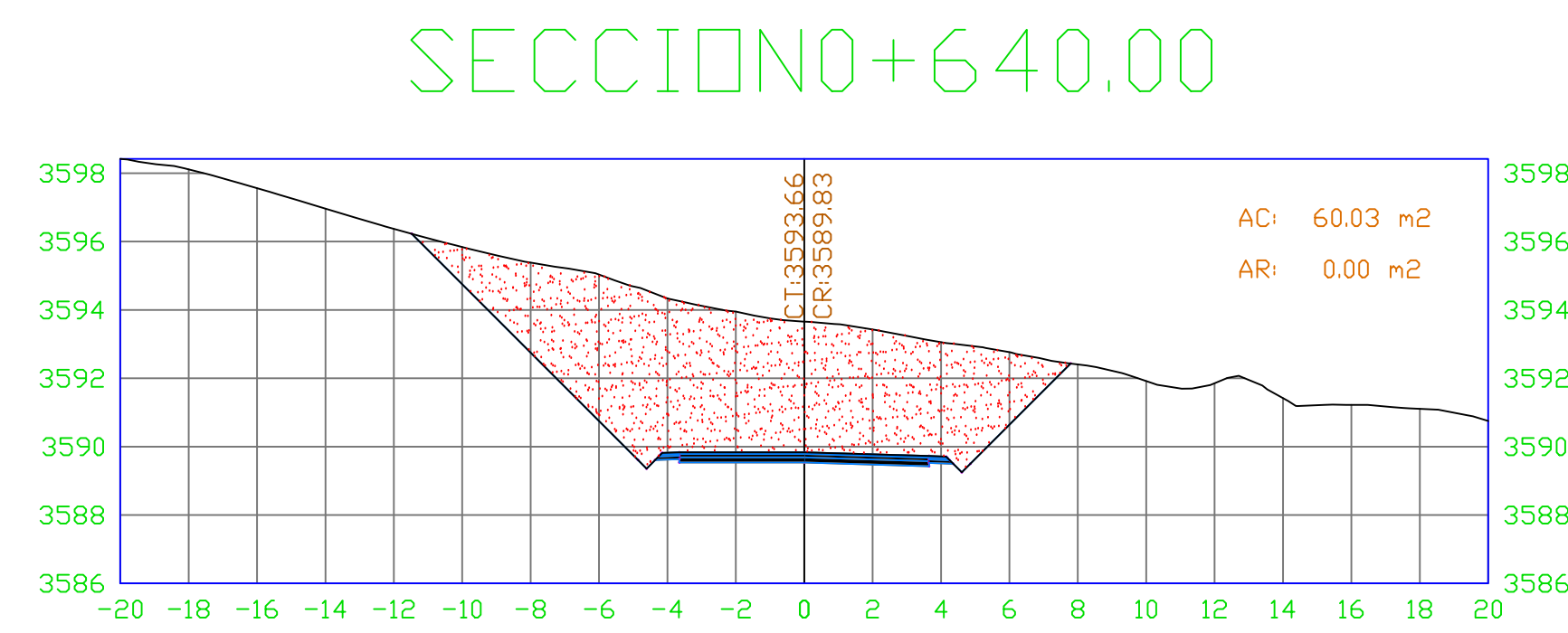
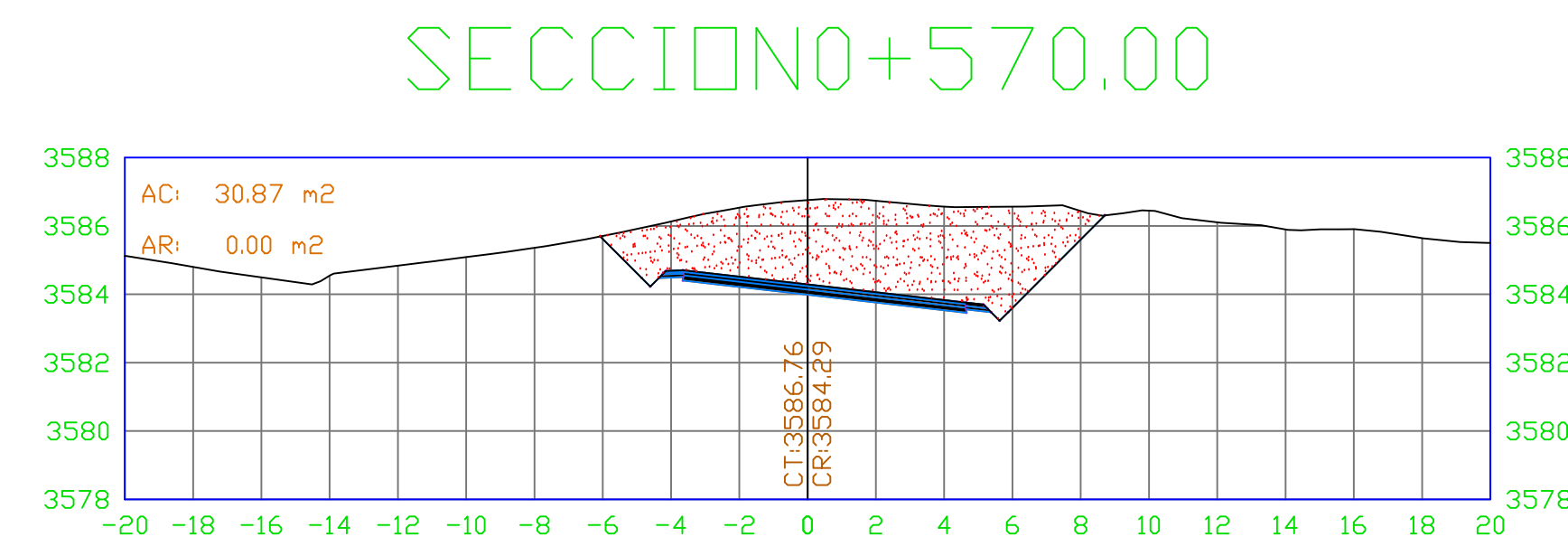
ESC=1/200

REVISIONES		
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION
REV_0	FECHAREV_0	DESCRIPCIONREV_0
REV_1	FECHAREV_1	DESCRIPCIONREV_1
REV_2	FECHAREV_2	DESCRIPCIONREV_2
REV_3	FECHAREV_3	DESCRIPCIONREV_3



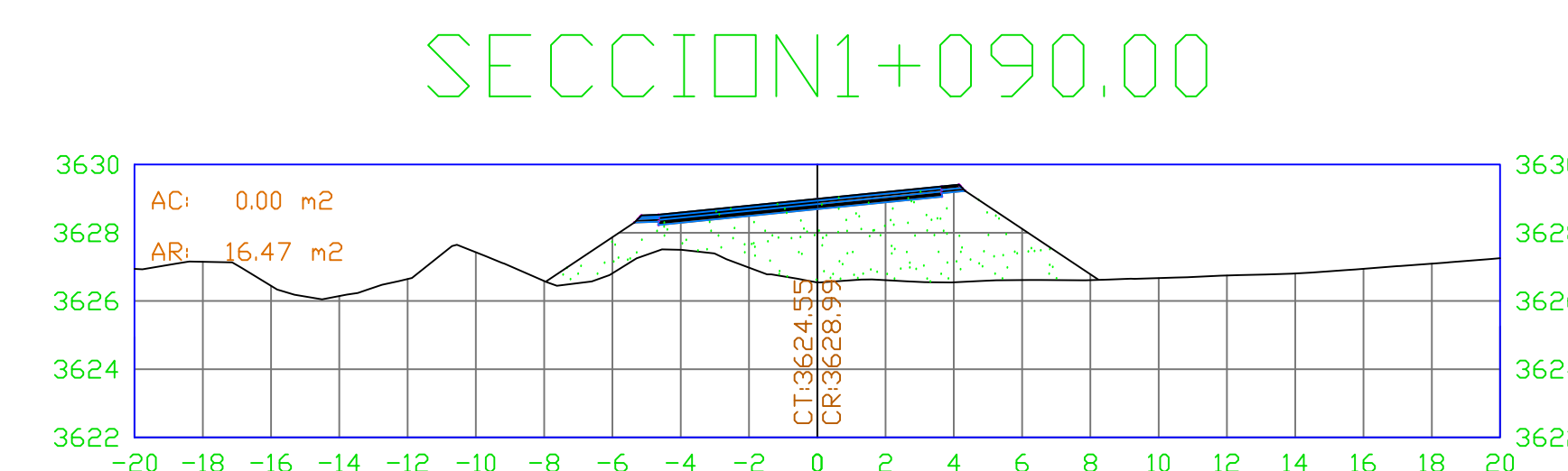
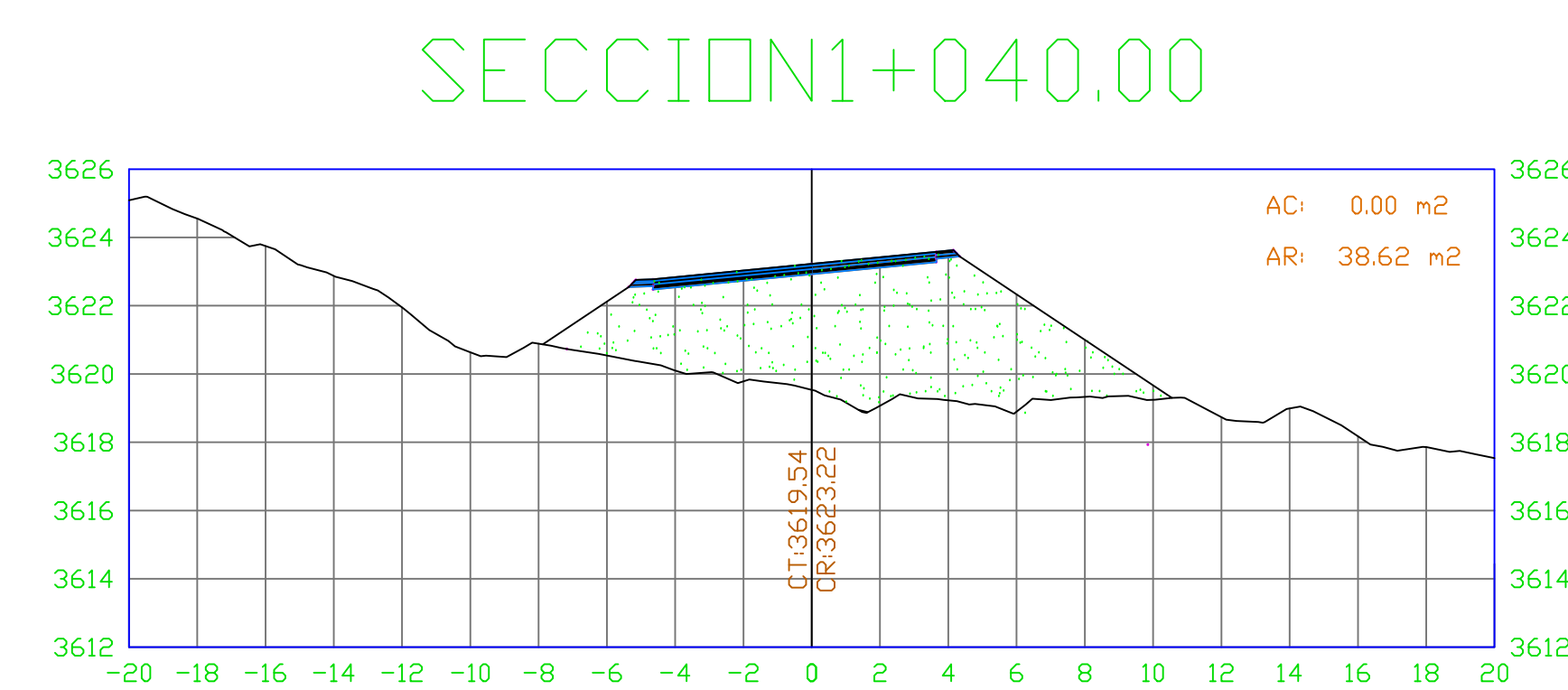
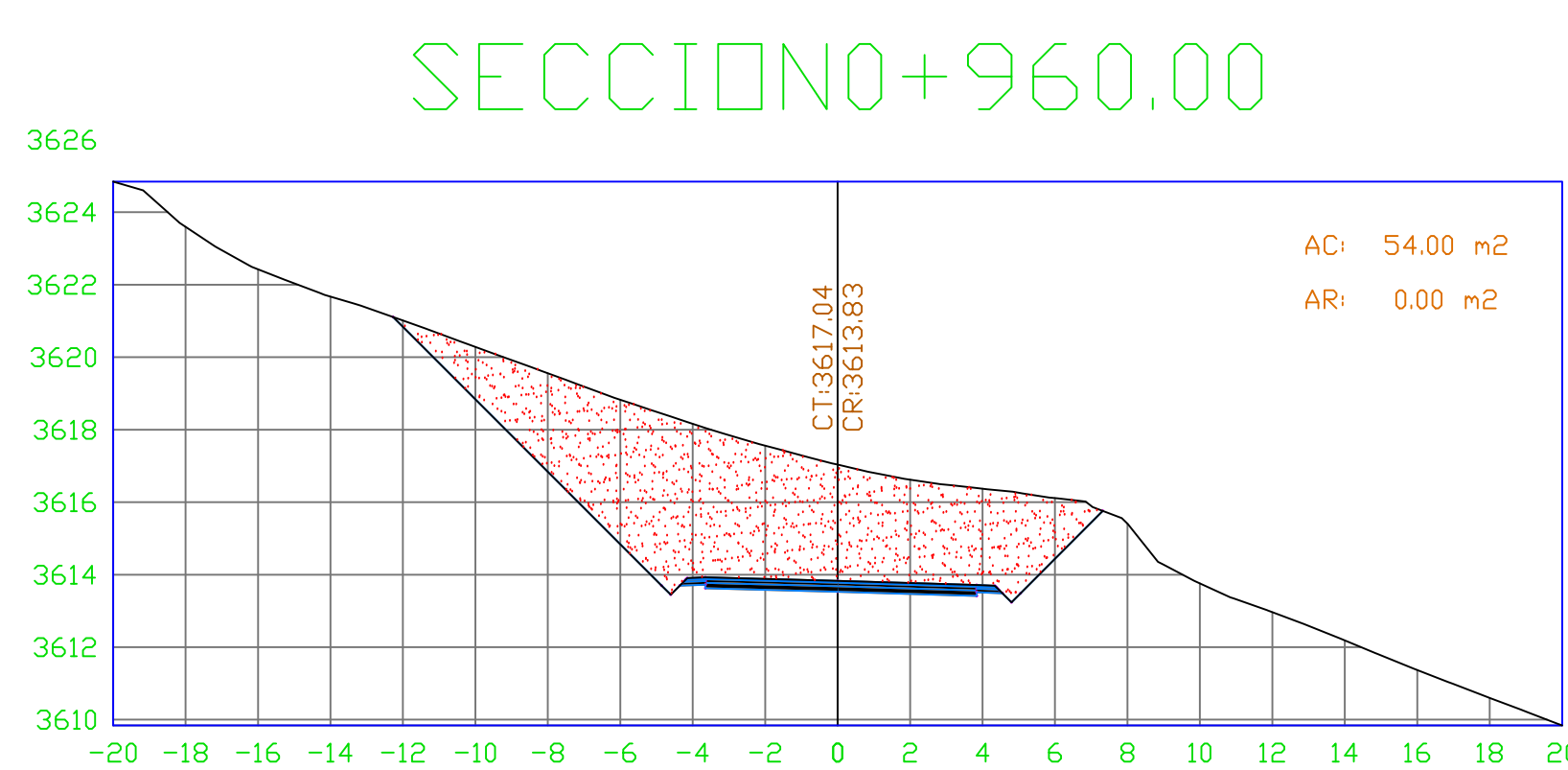
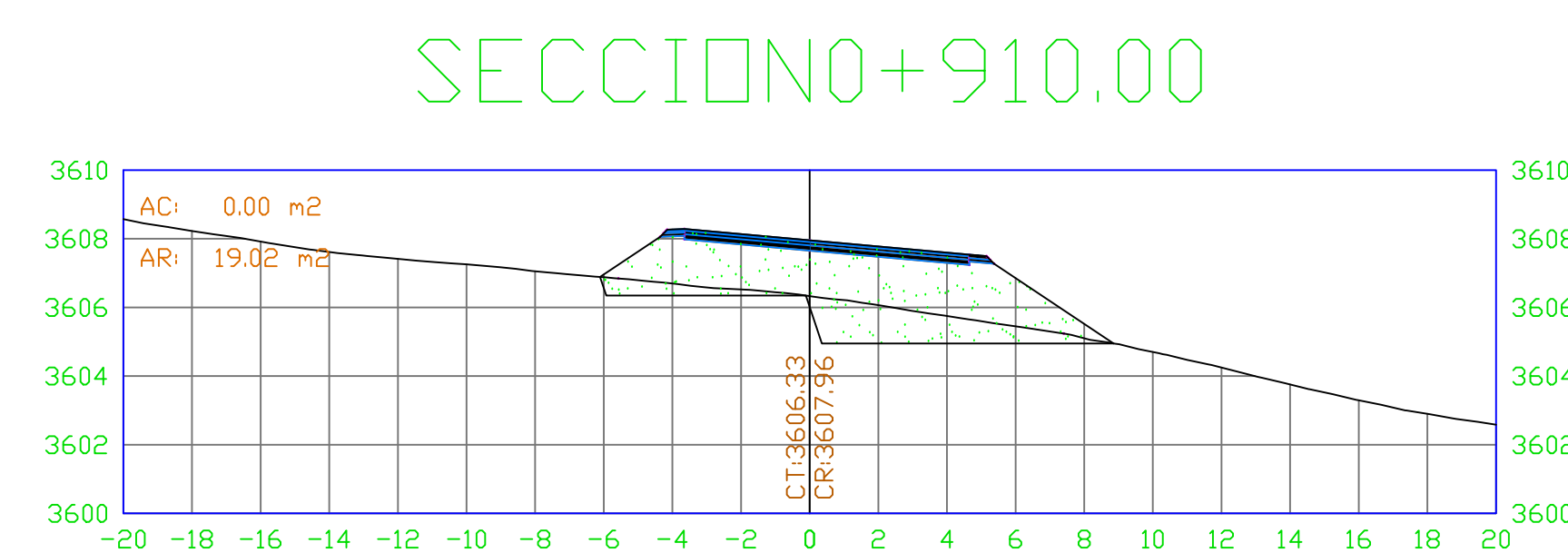
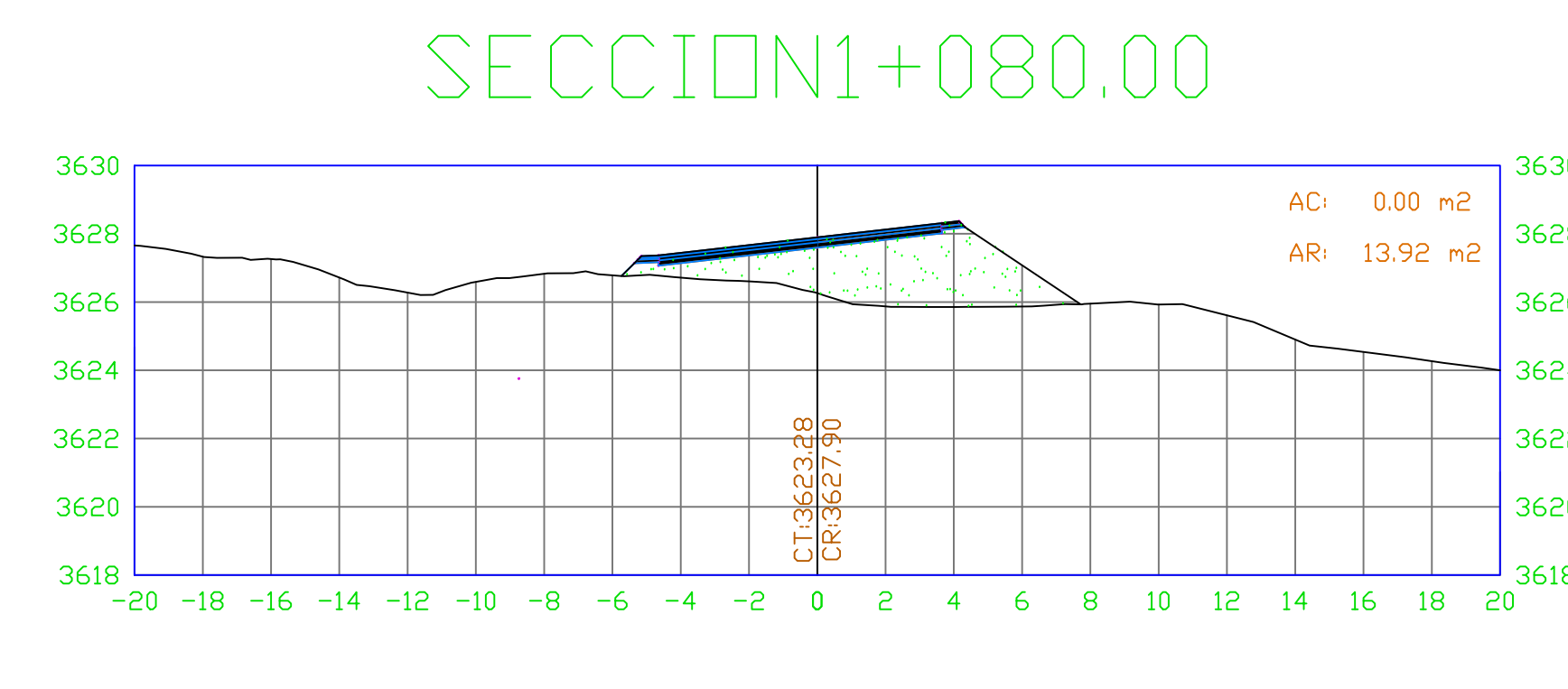
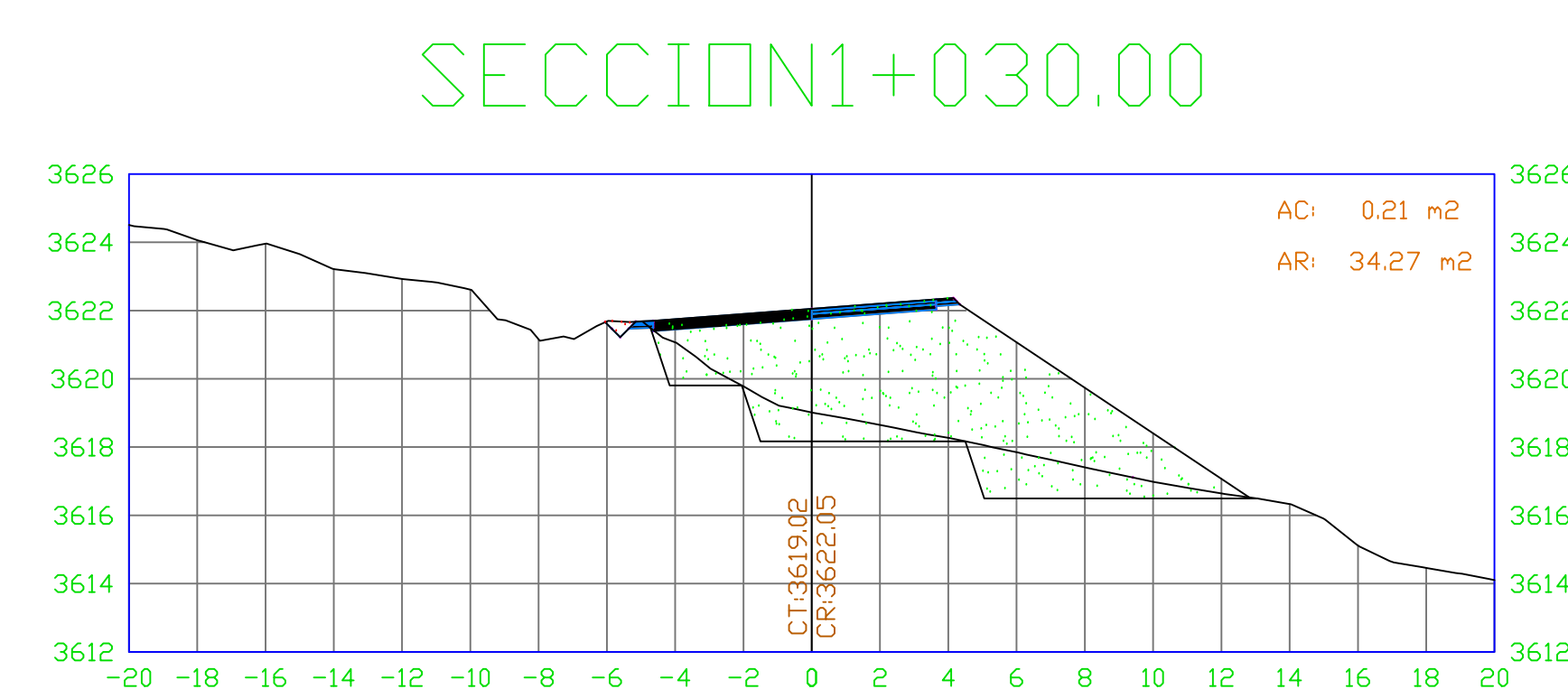
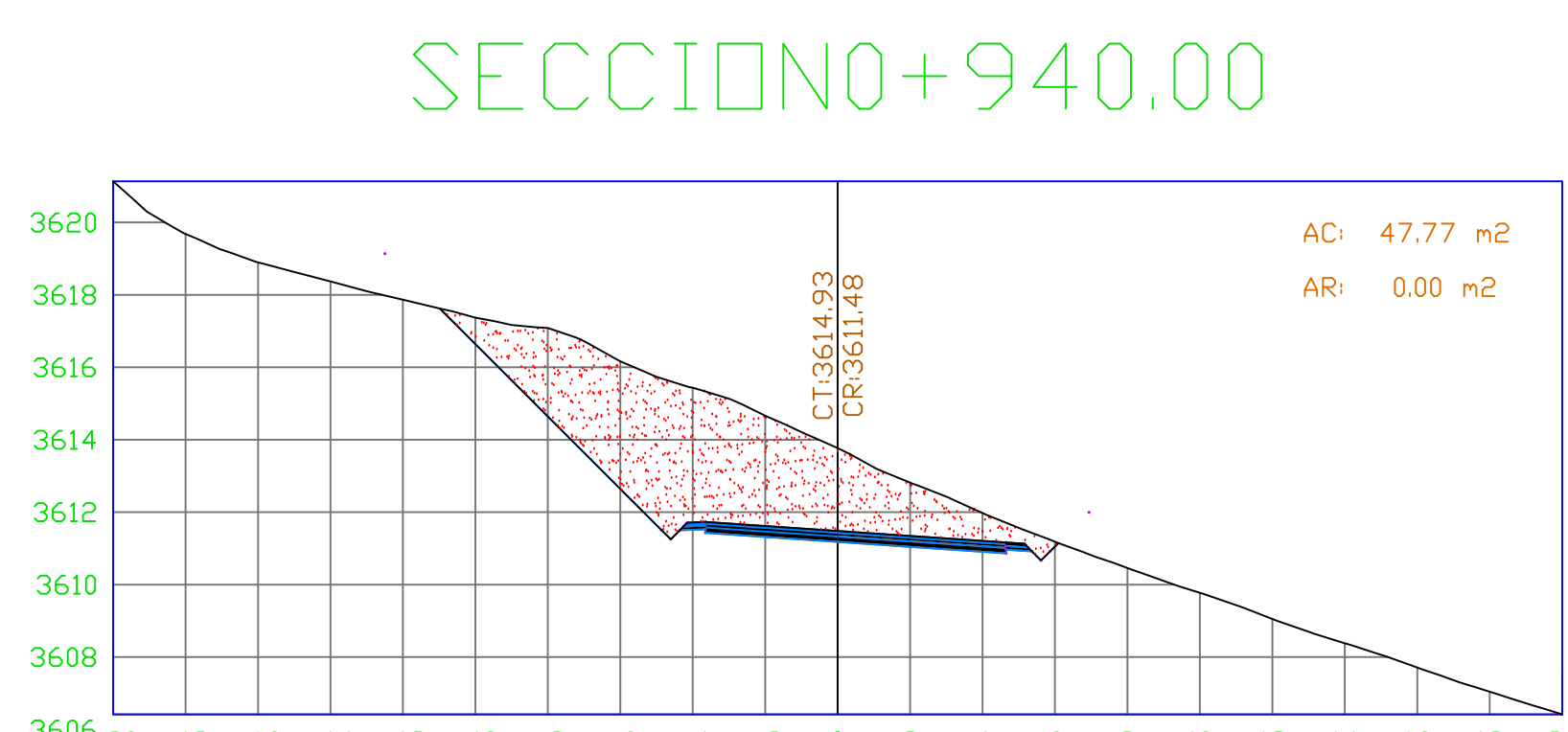
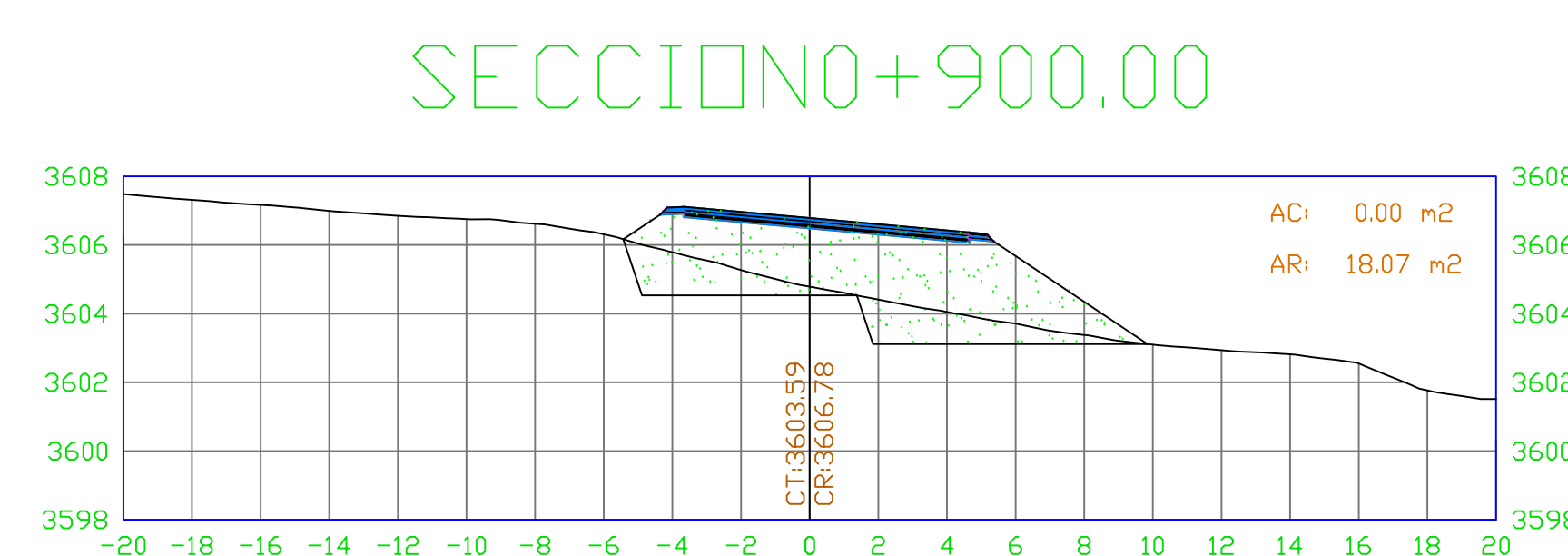
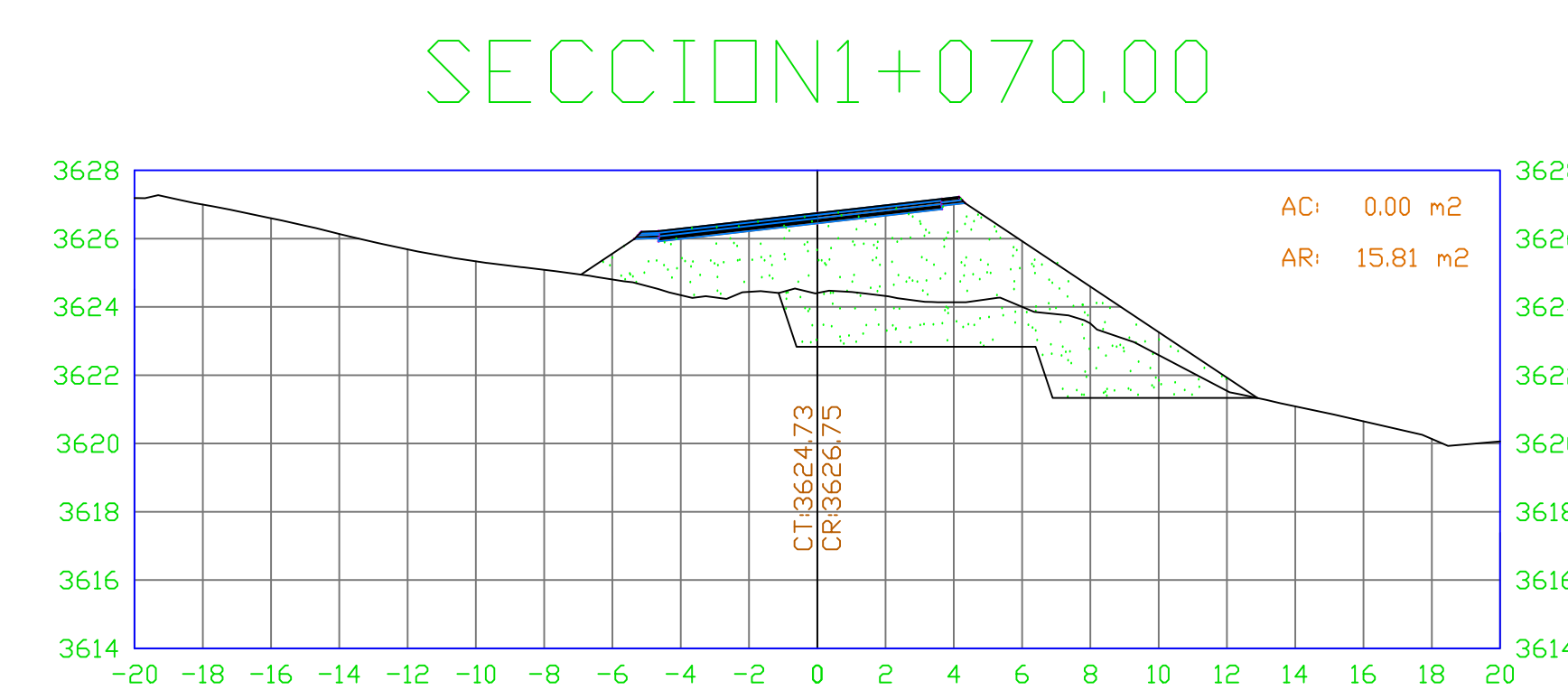
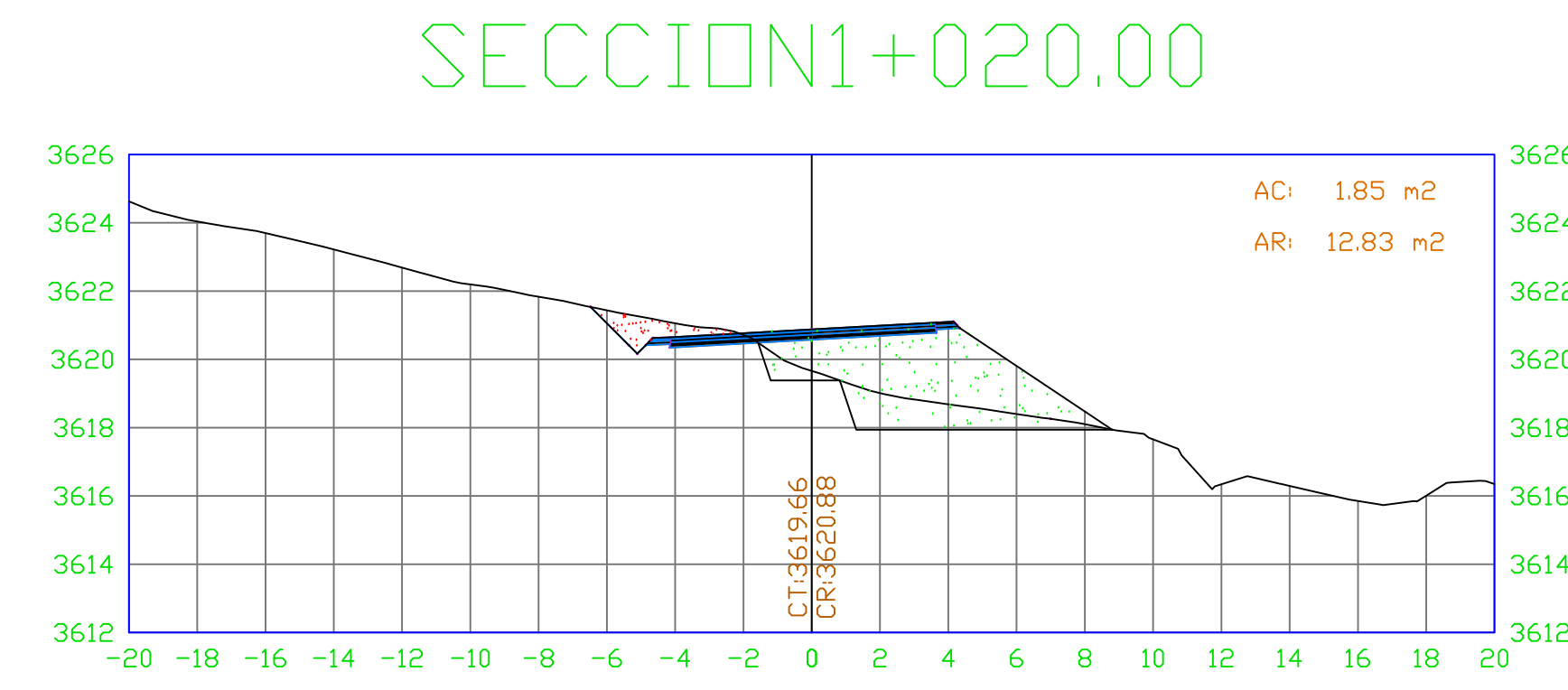
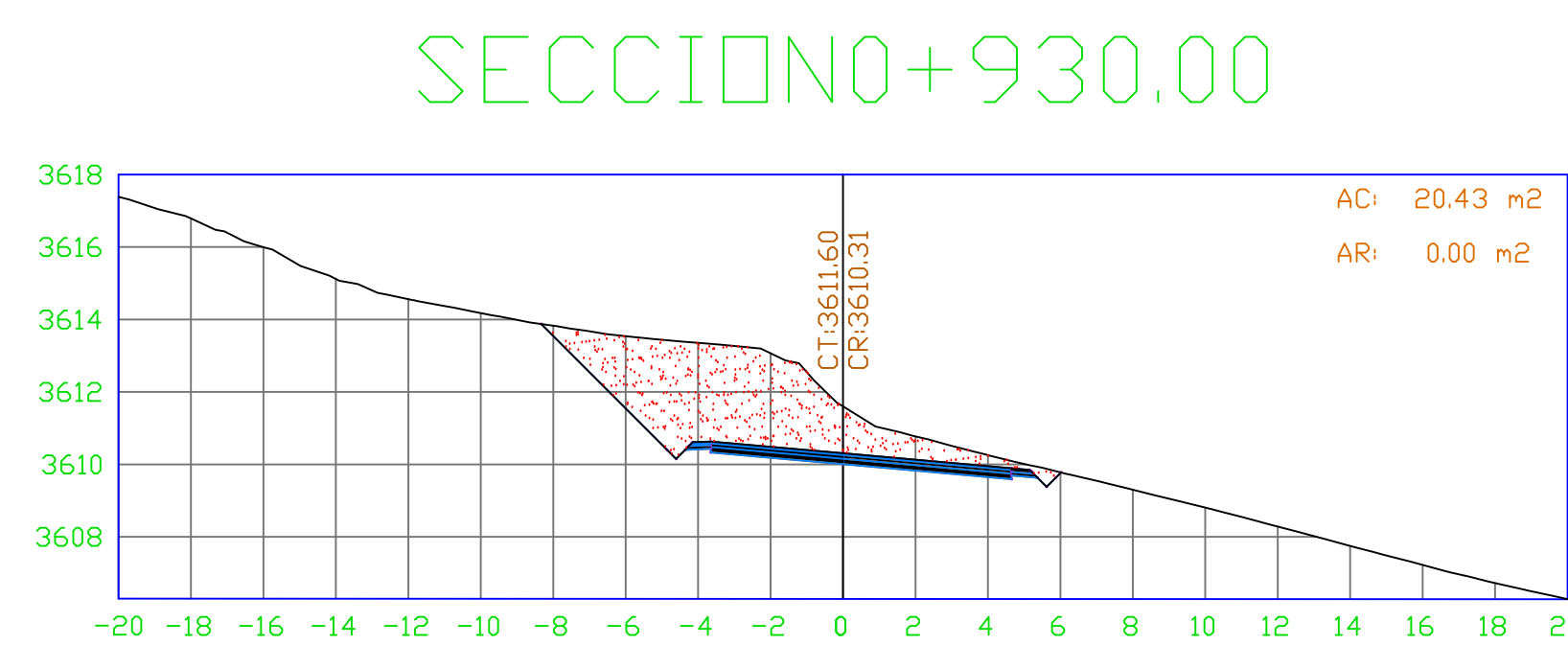
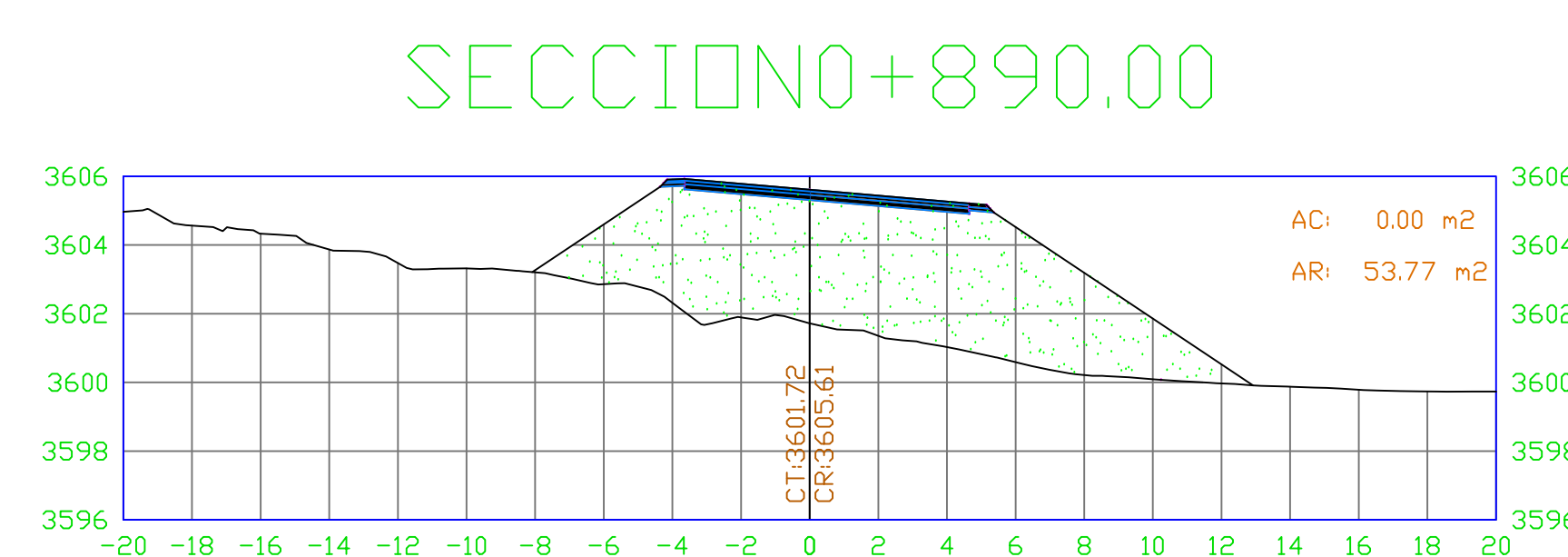
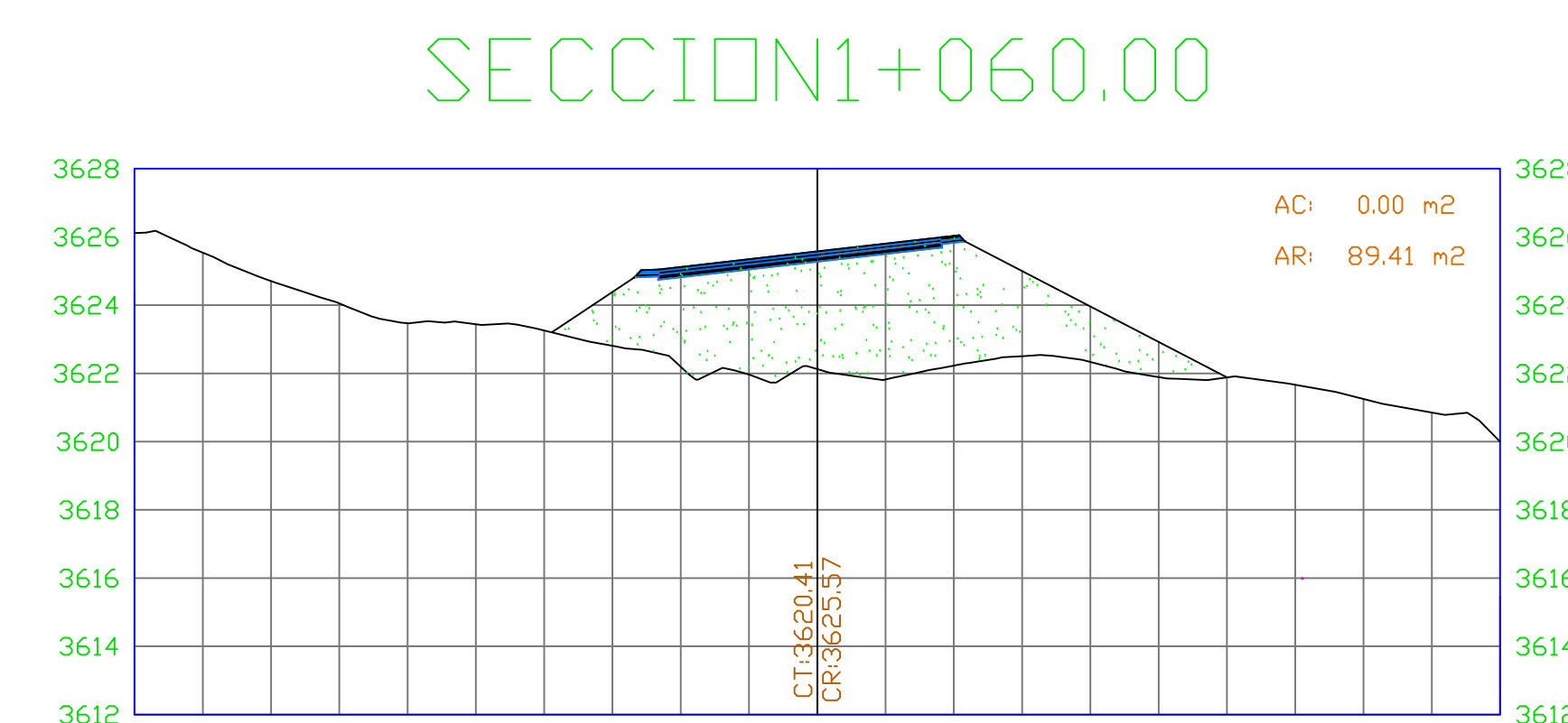
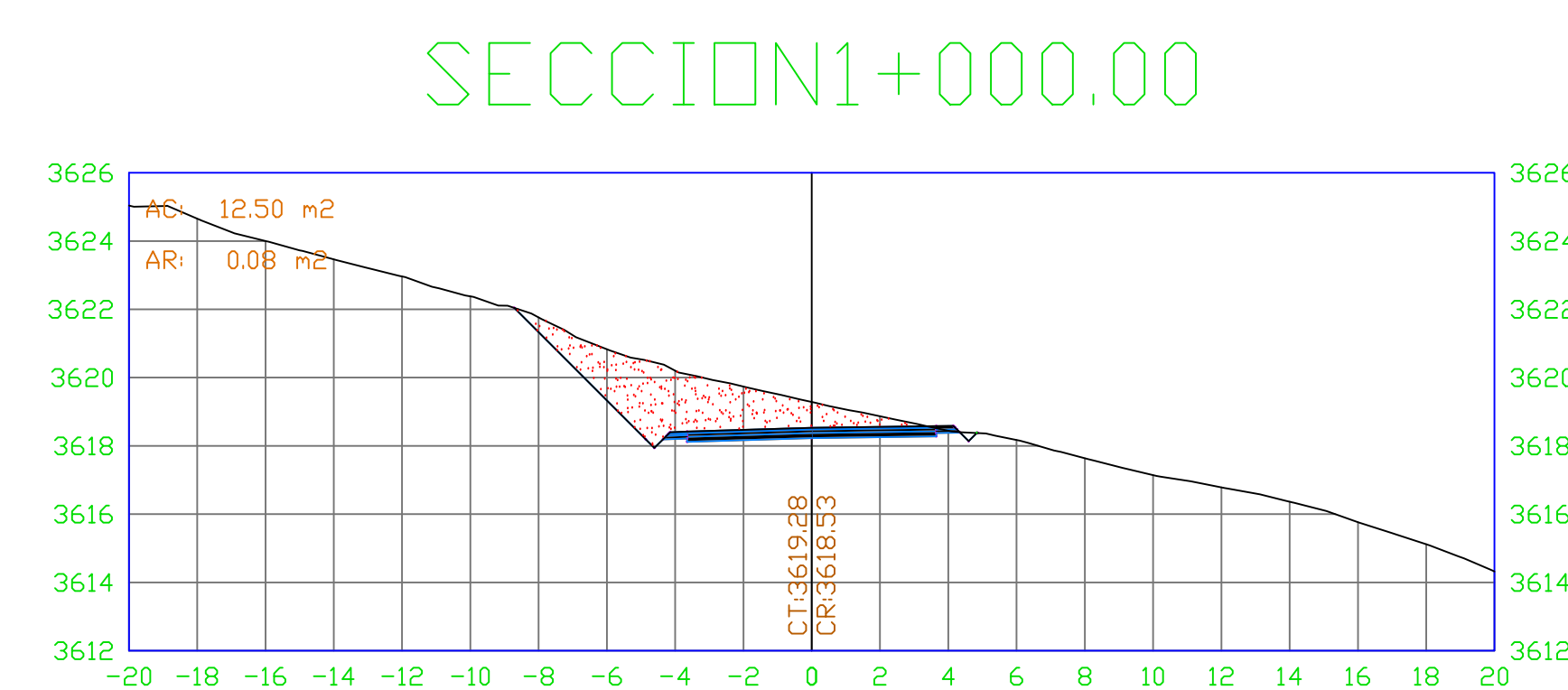
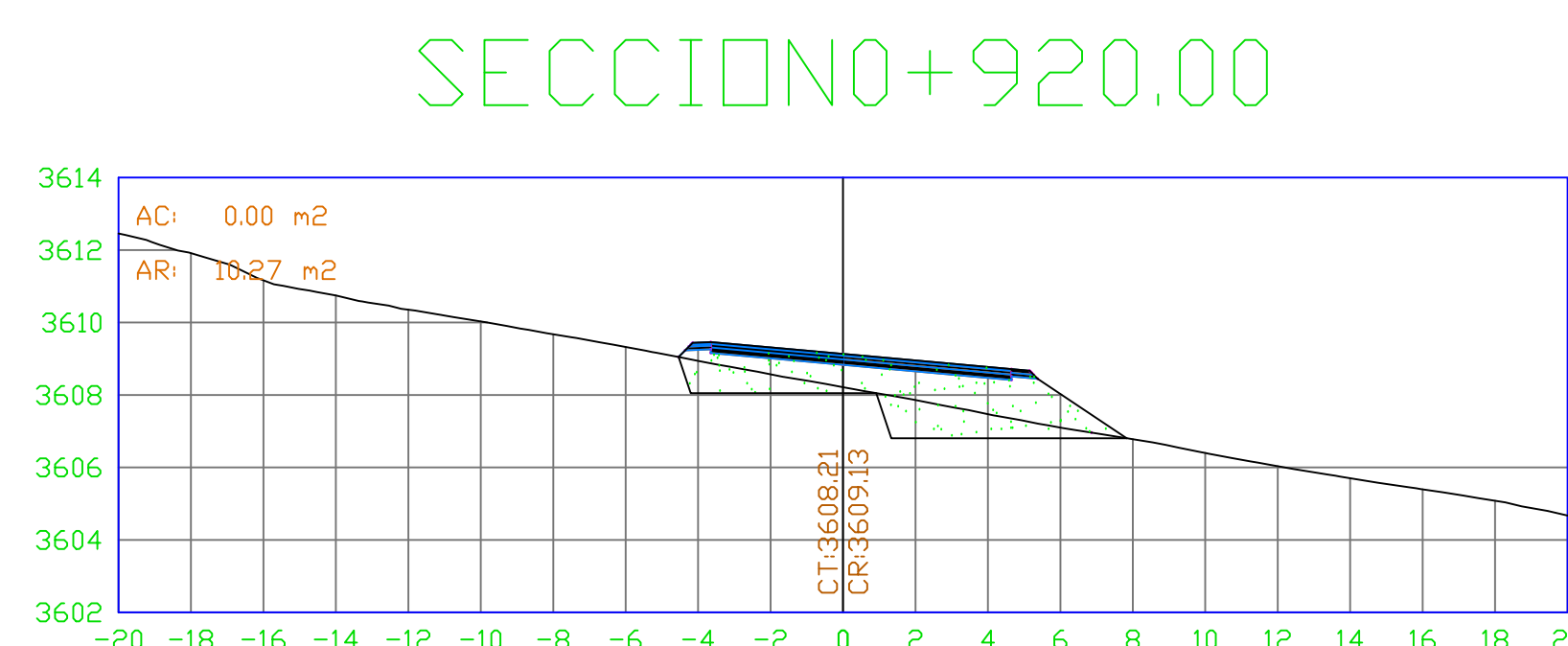
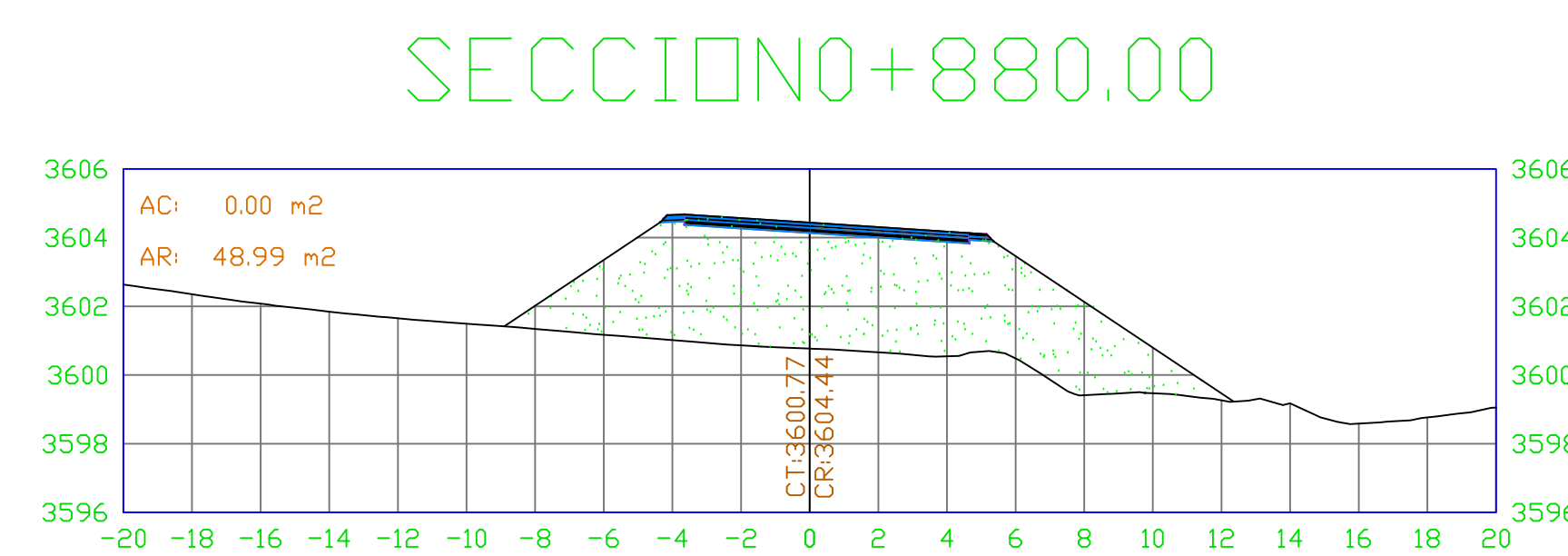
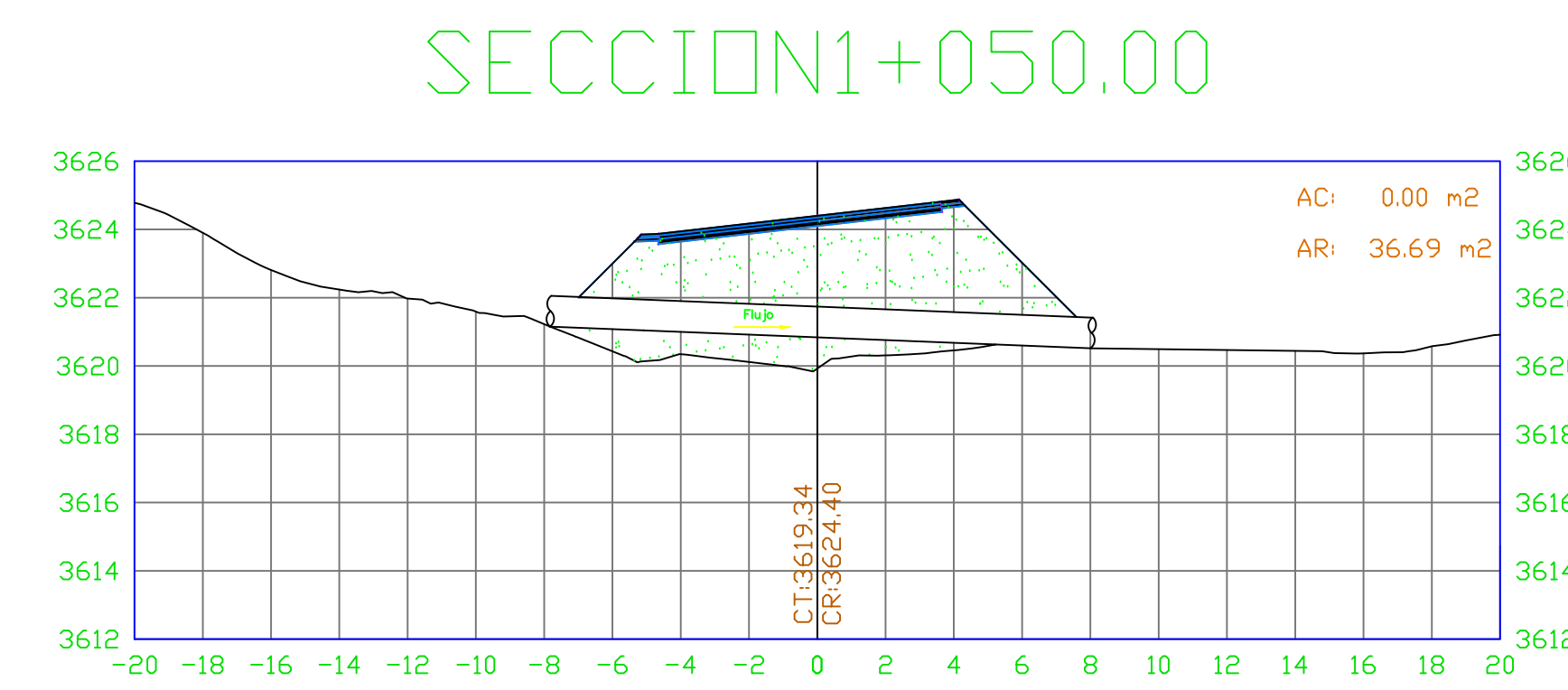
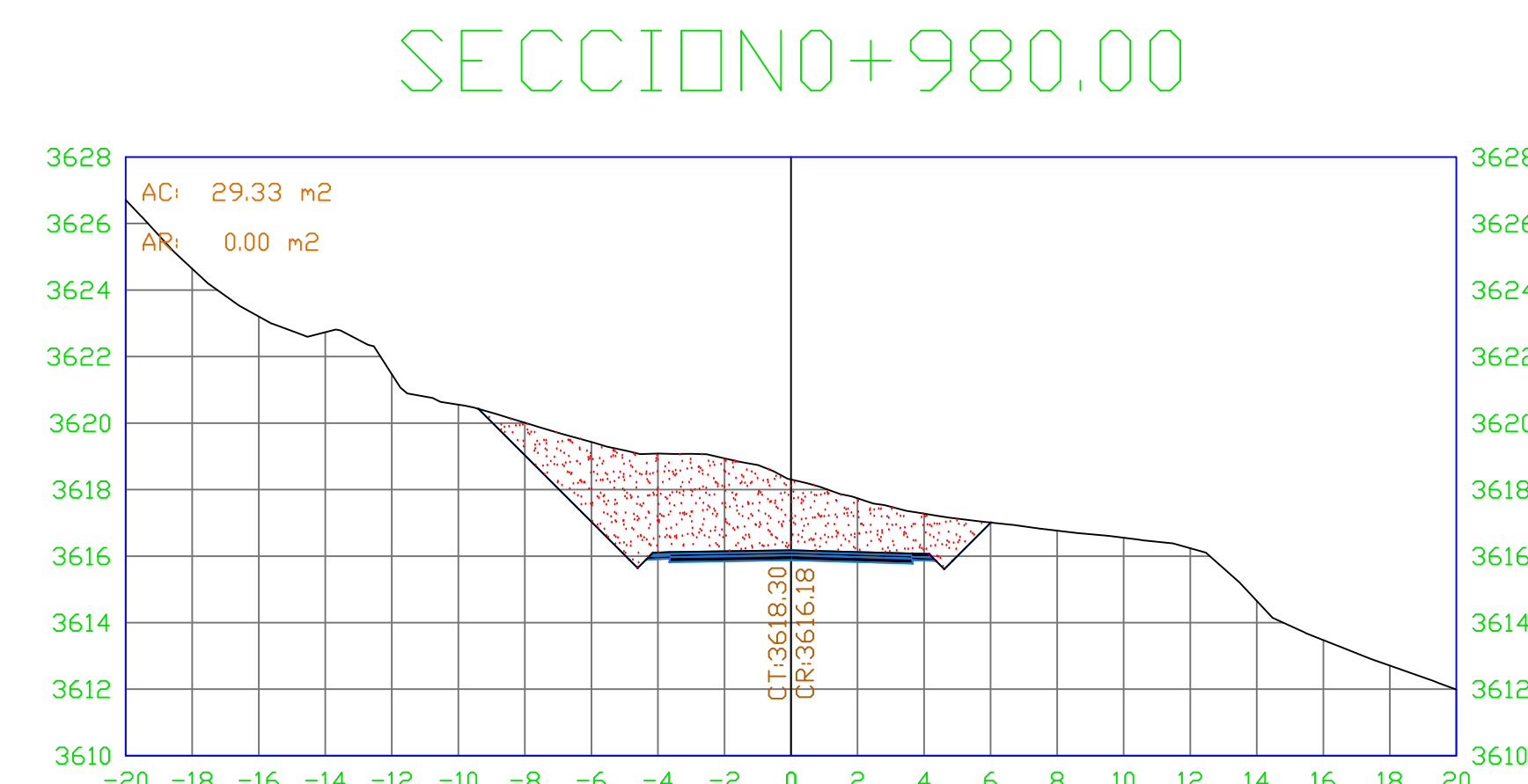
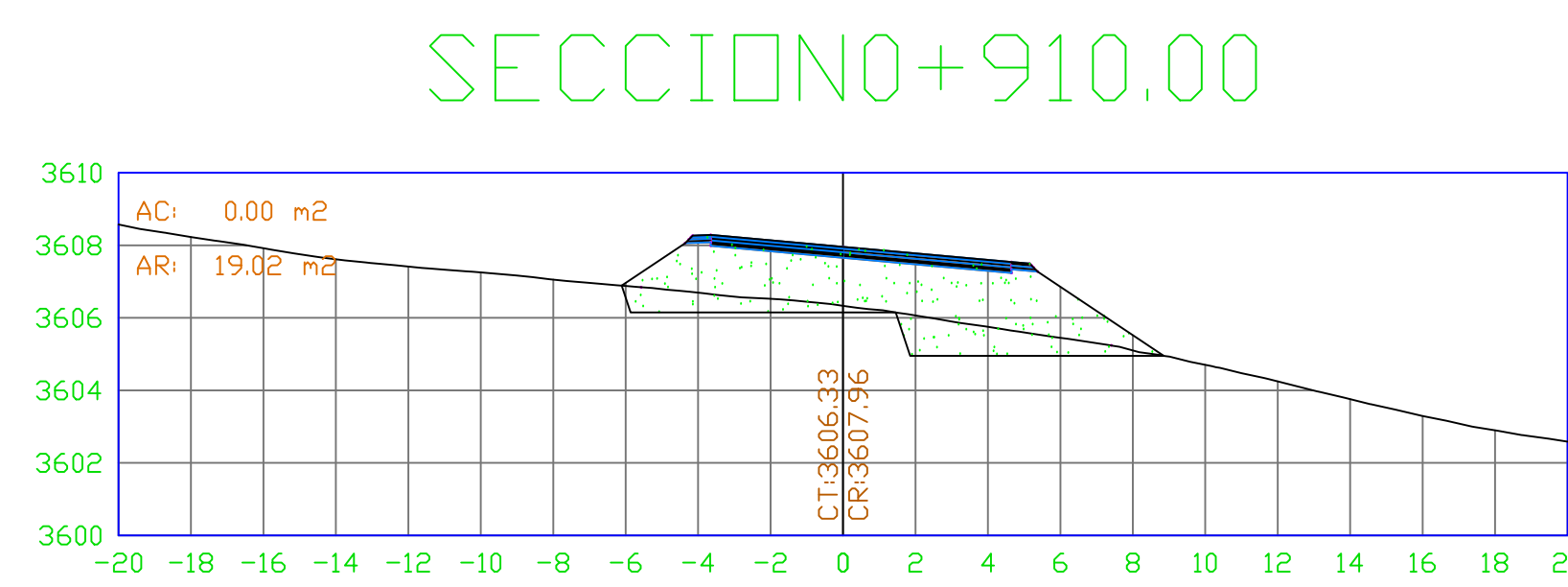
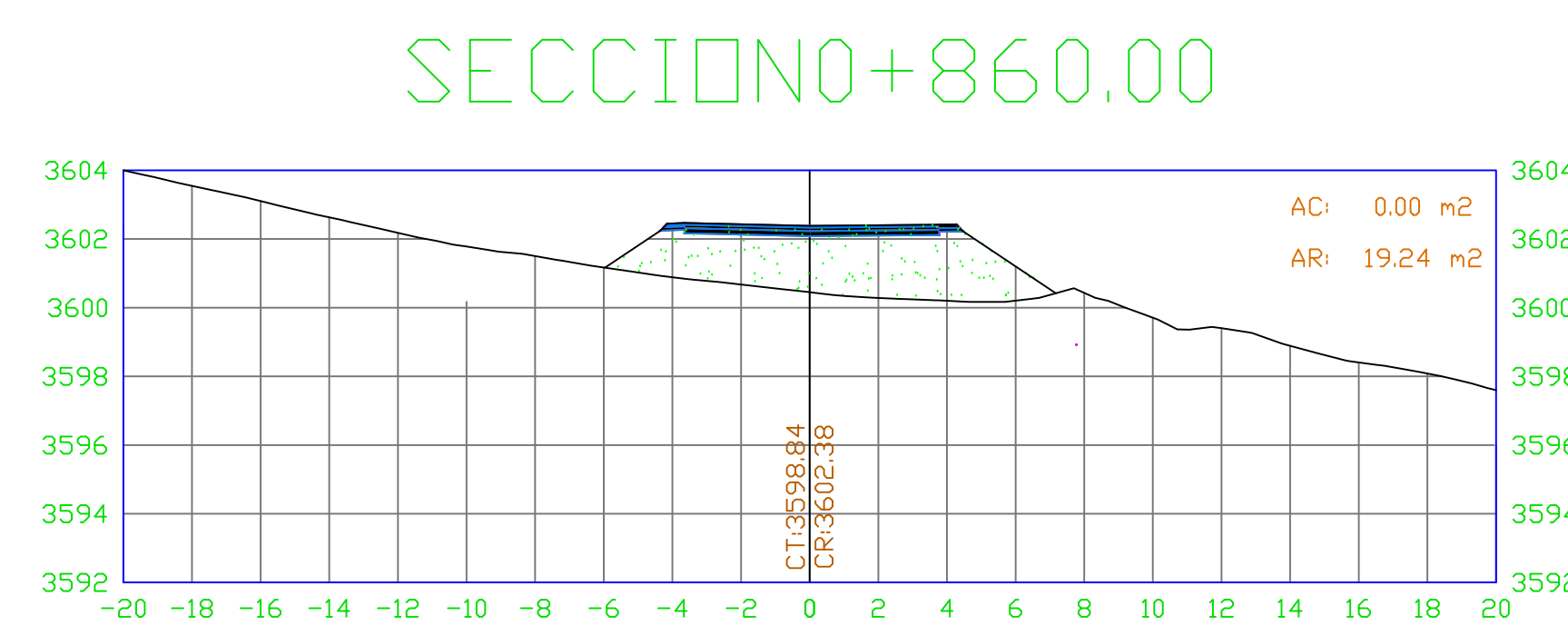
SECCIONES TRANSVERSALES
ESC=1/200

REVISIONES			
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	DESCRIPCION
REV_0	FECHAREV_0	DESCRIPCIONREV_0	
REV_1	FECHAREV_1	DESCRIPCIONREV_1	
REV_2	FECHAREV_2	DESCRIPCIONREV_2	
REV_3	FECHAREV_3	DESCRIPCIONREV_3	



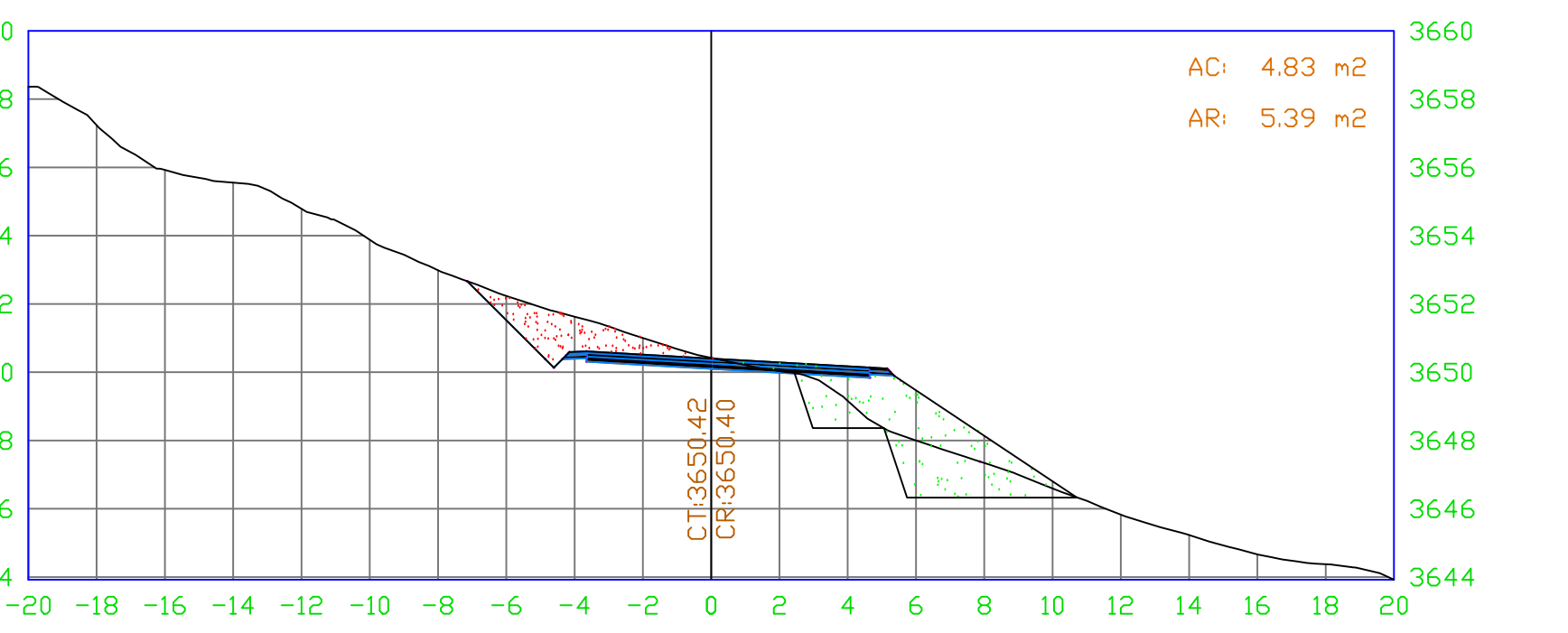
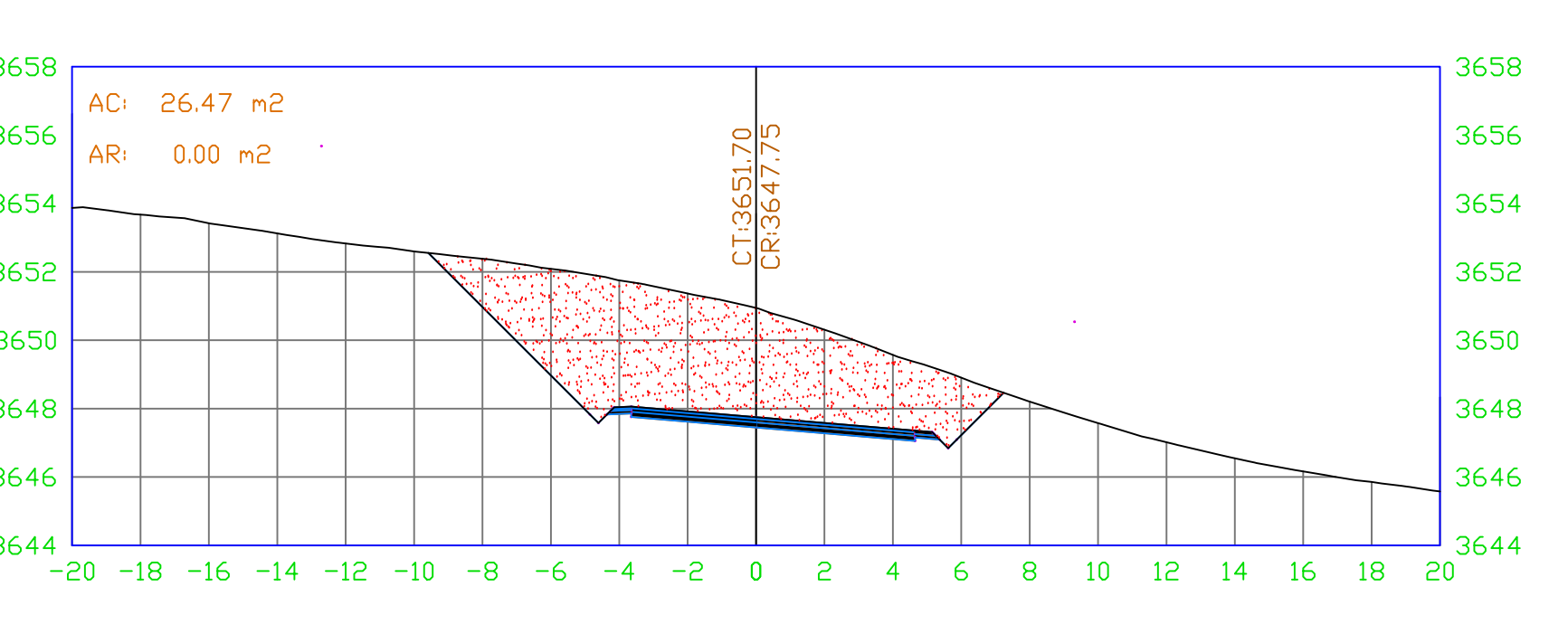
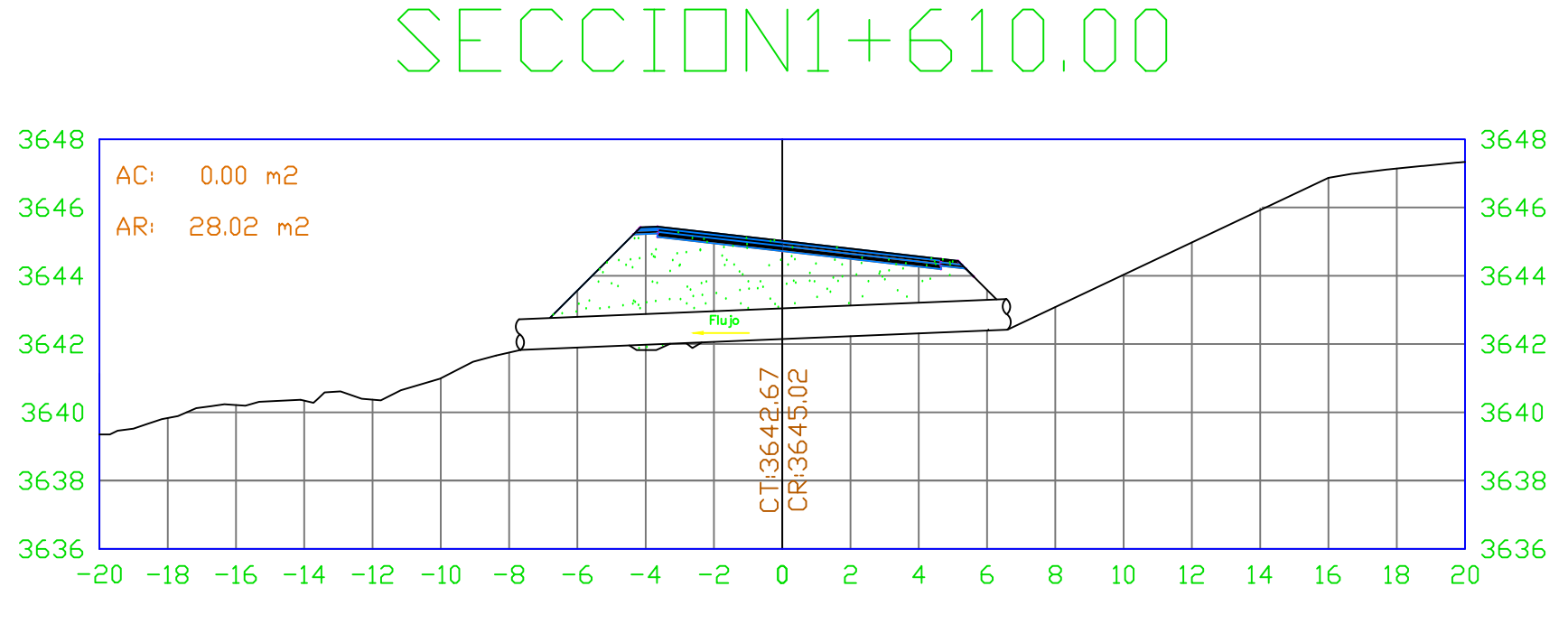
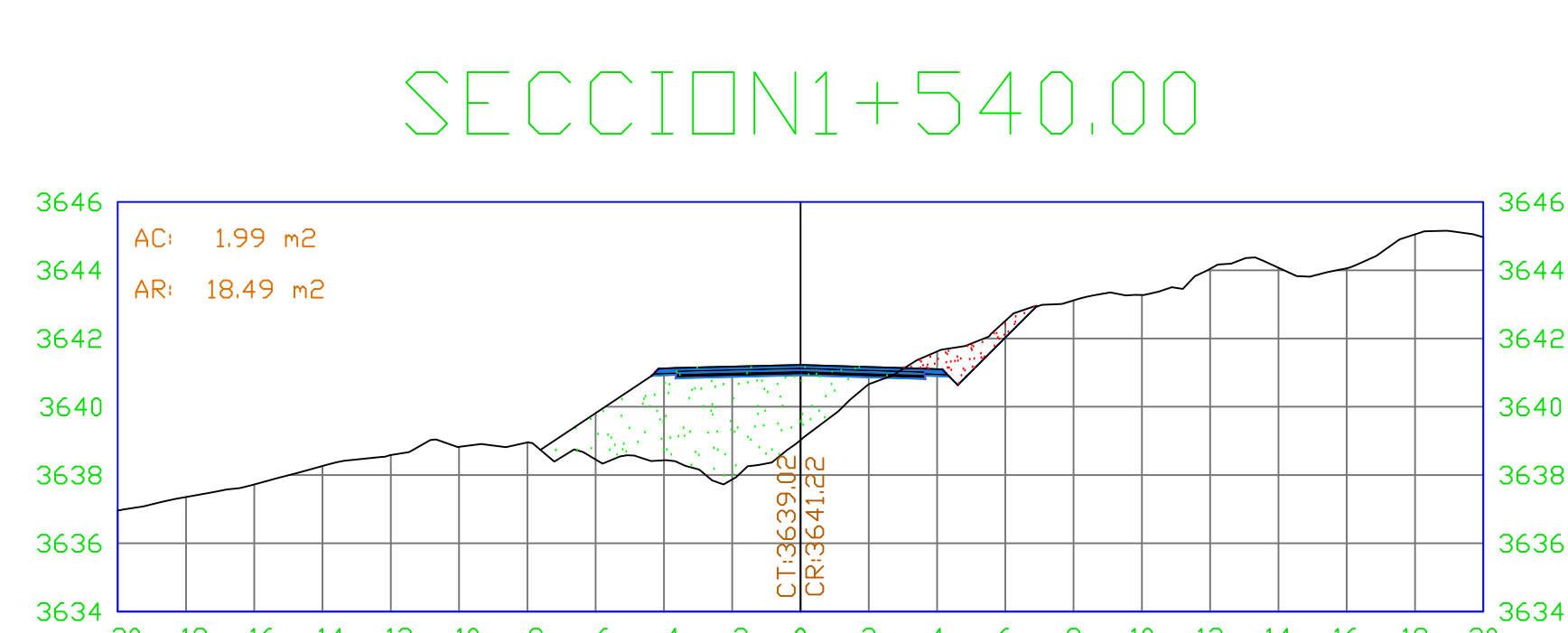
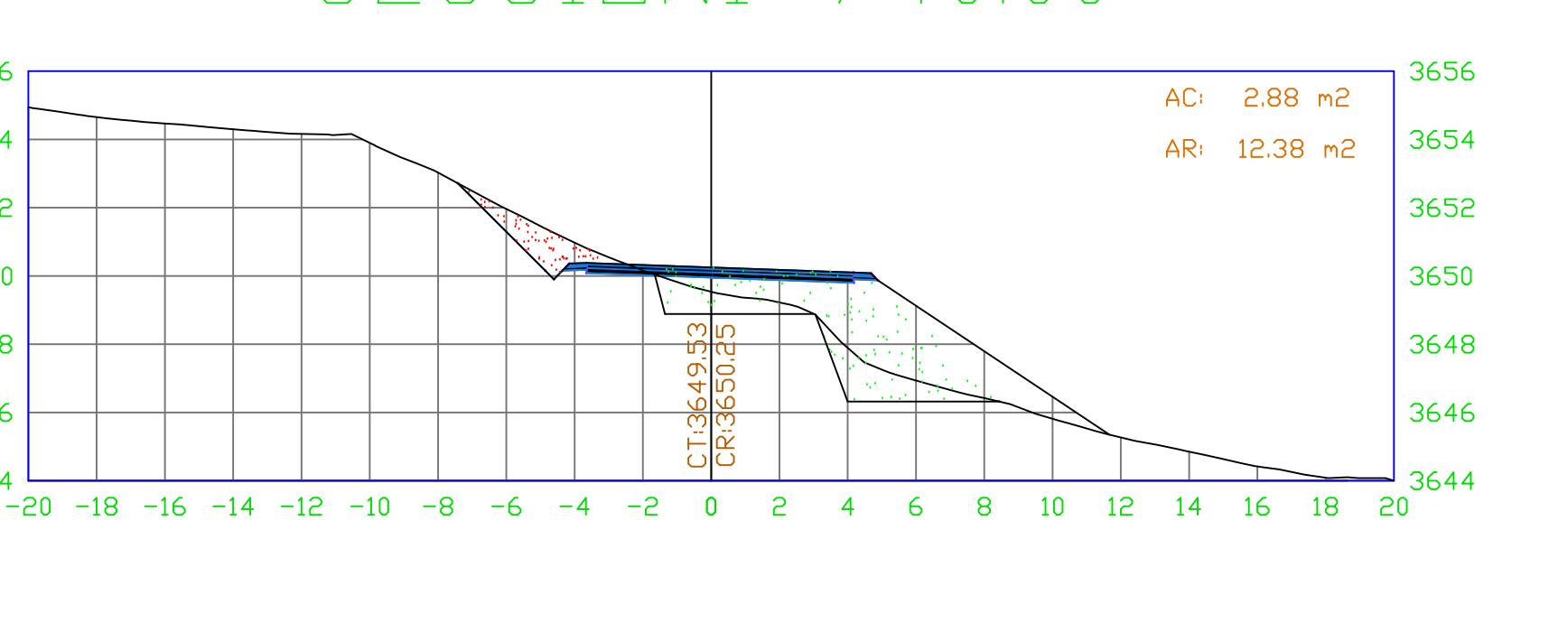
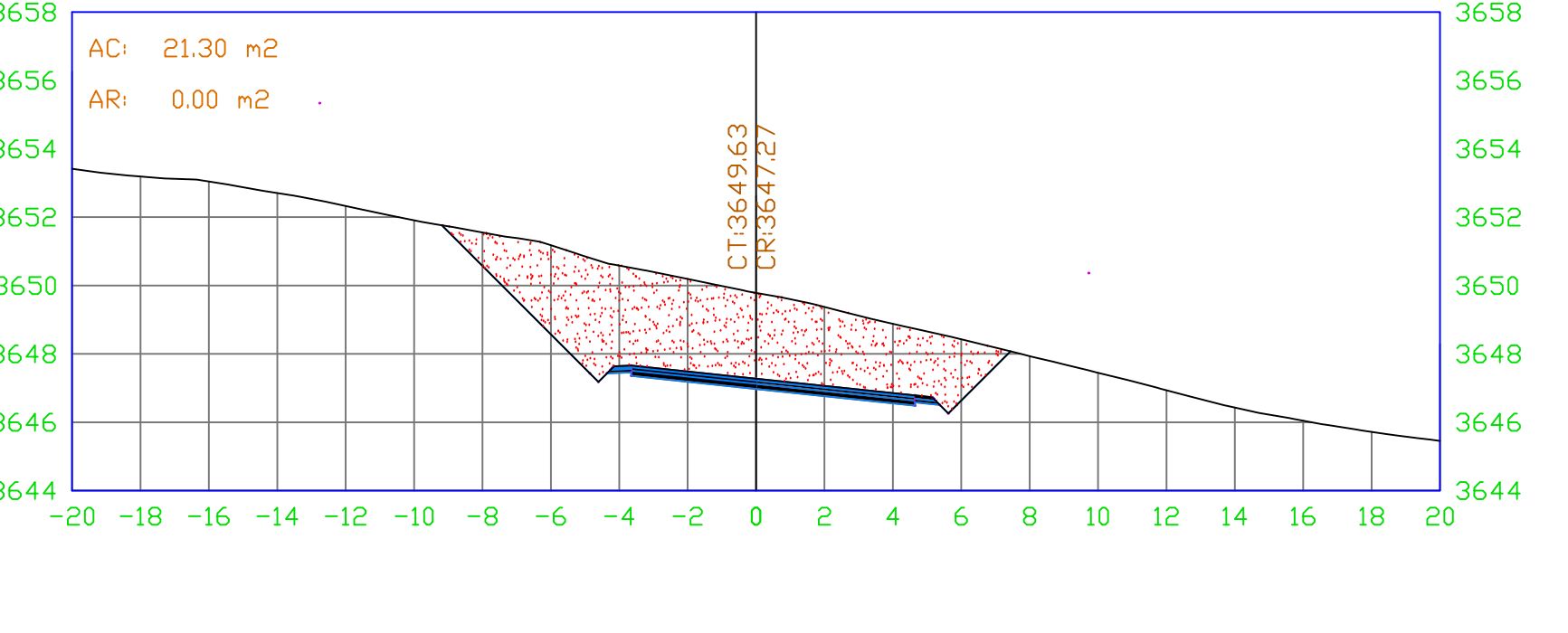
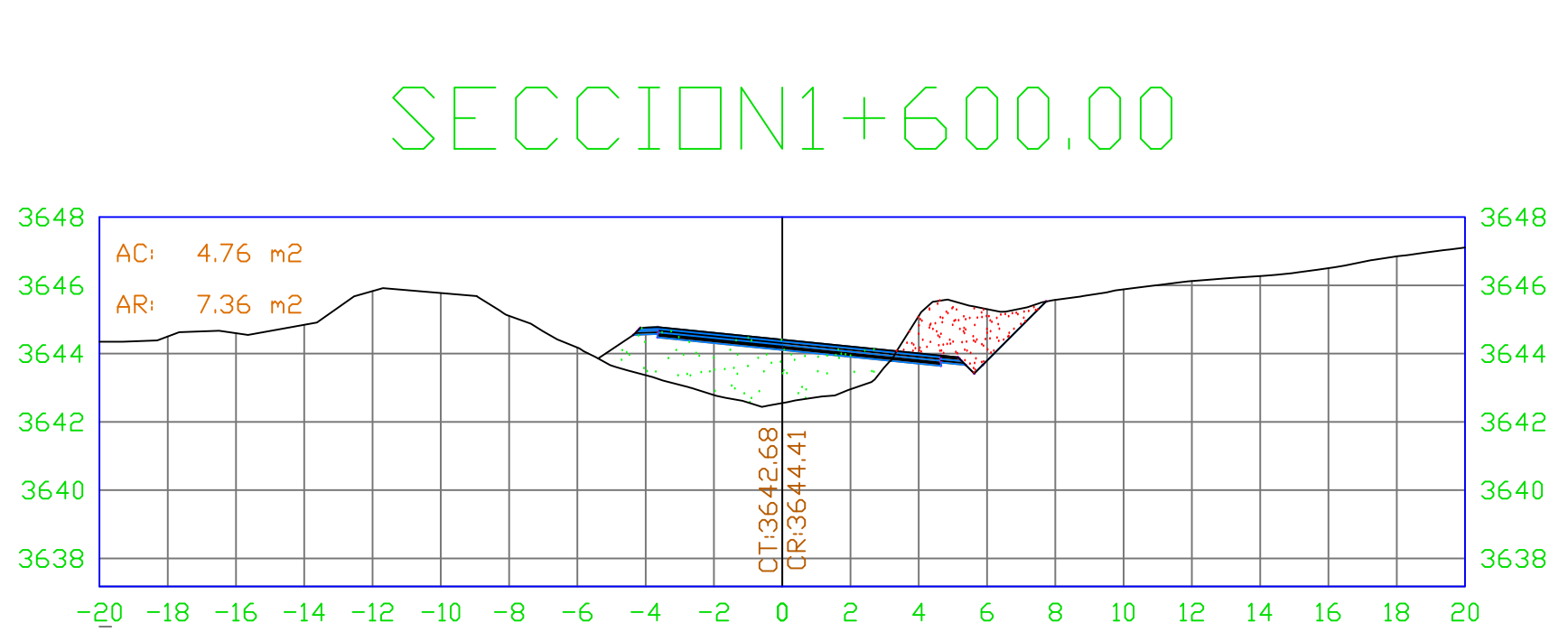
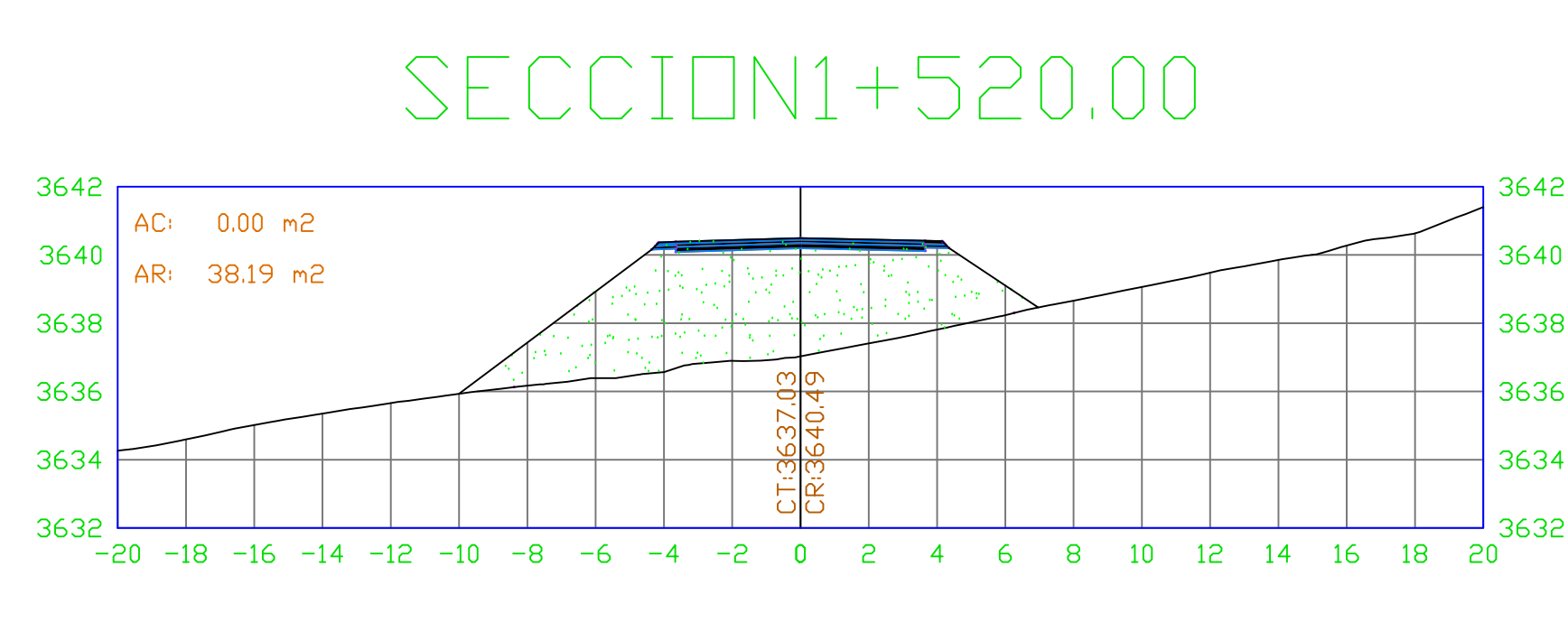
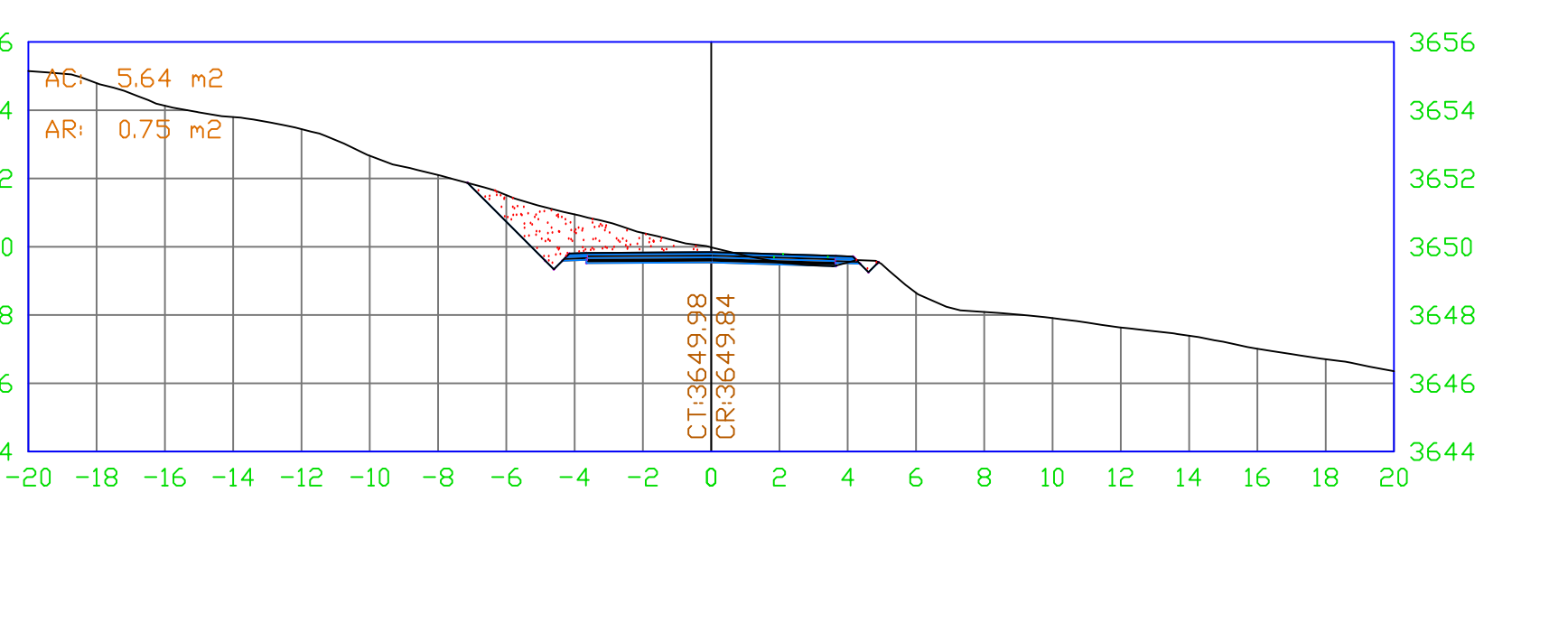
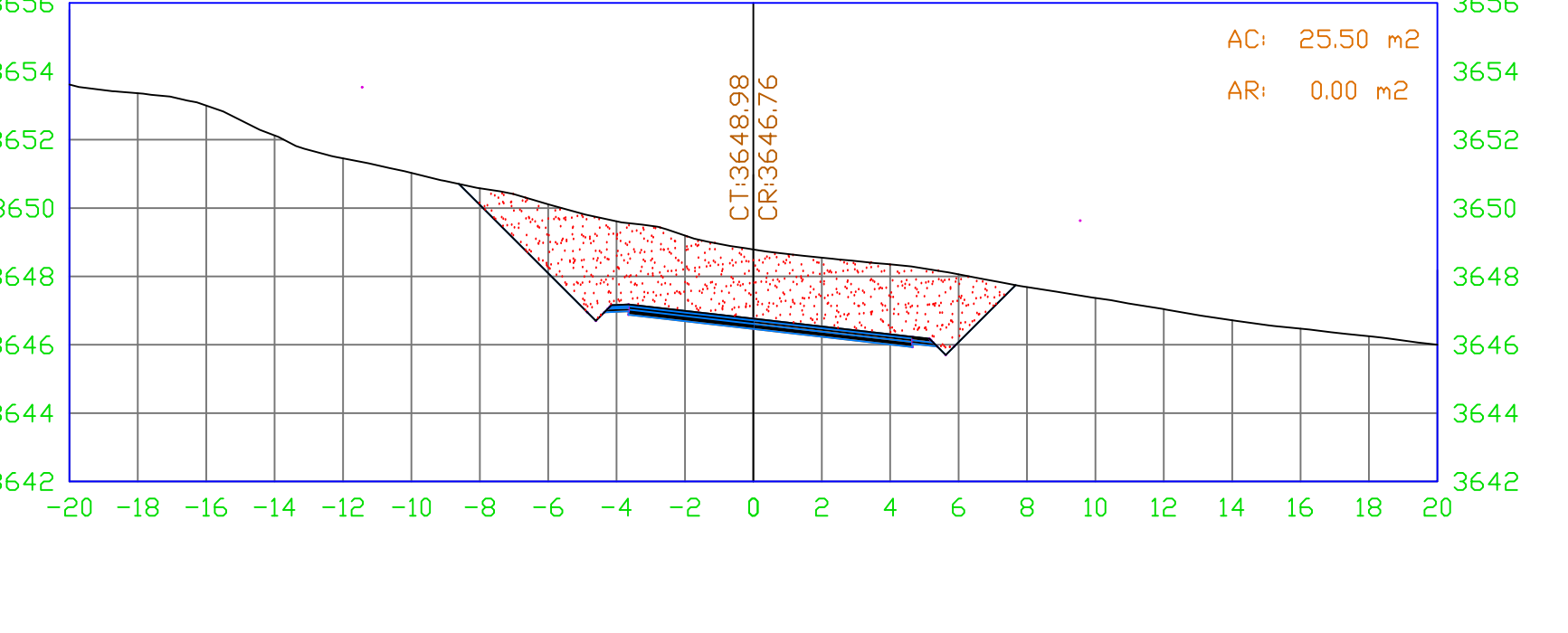
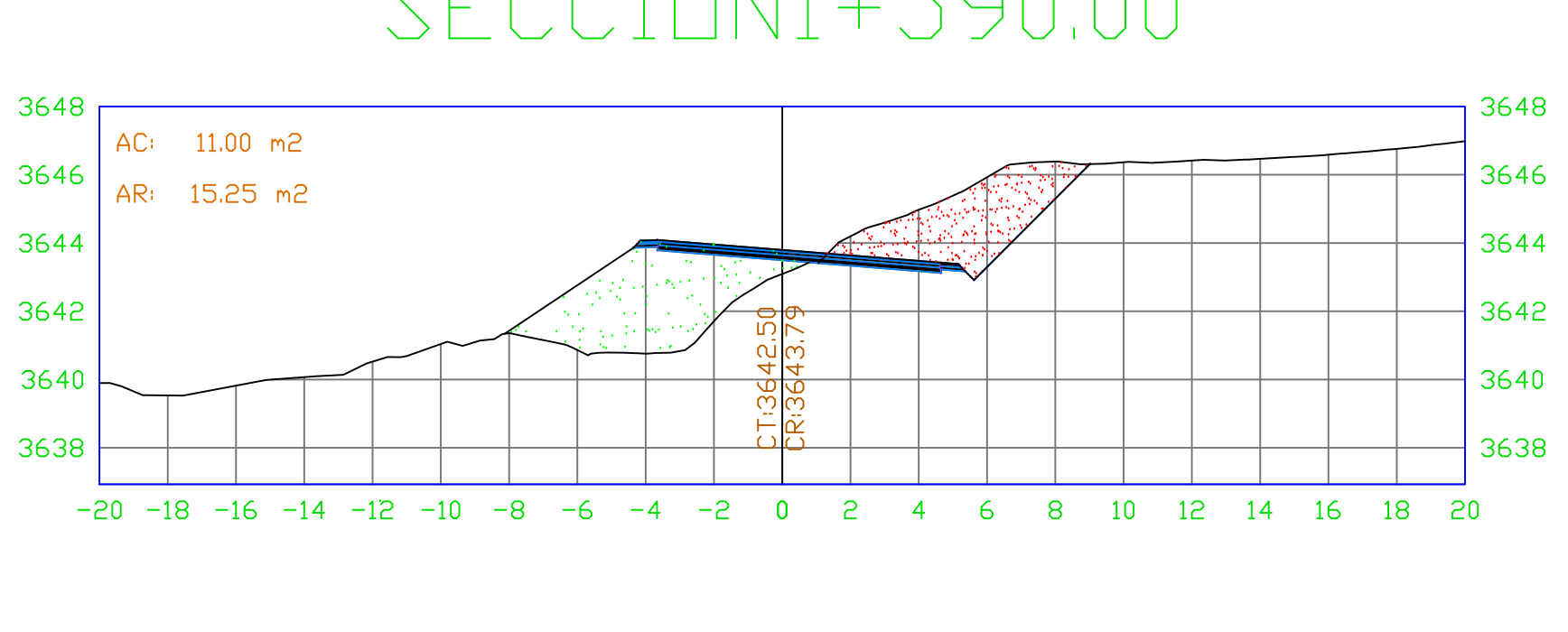
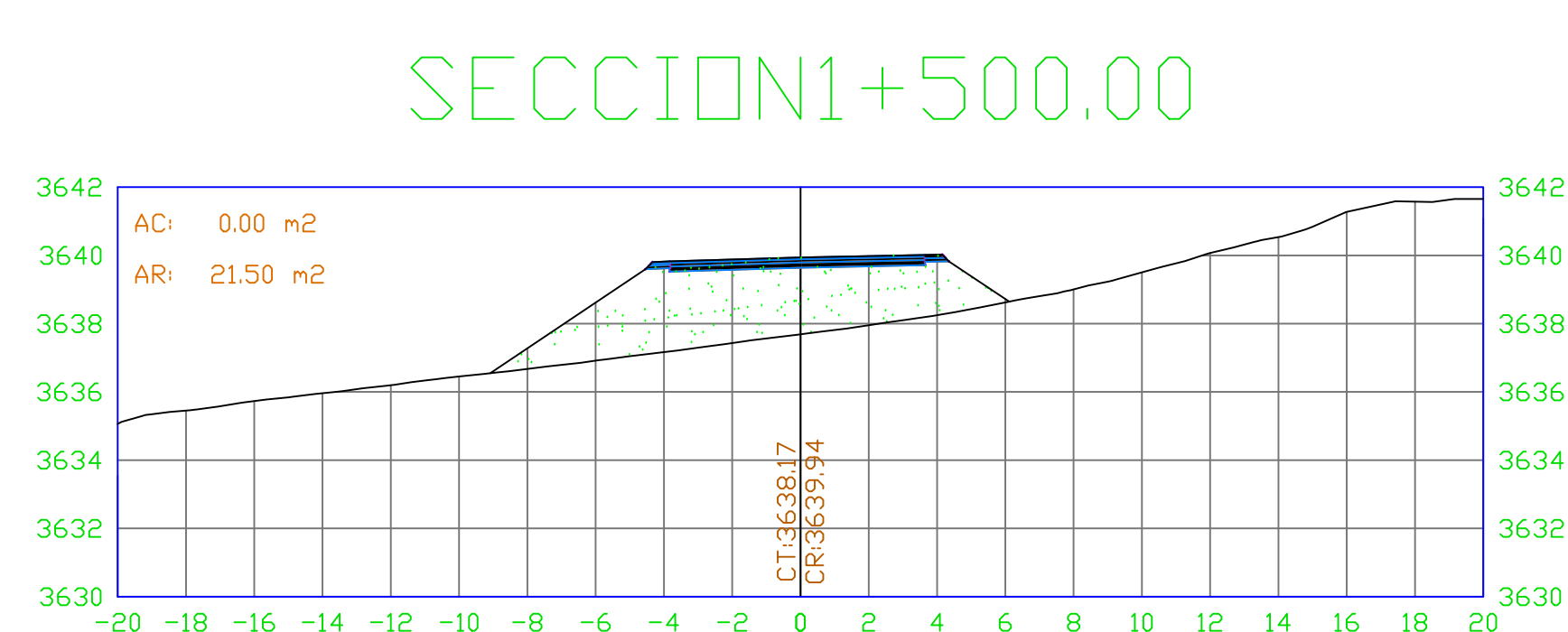
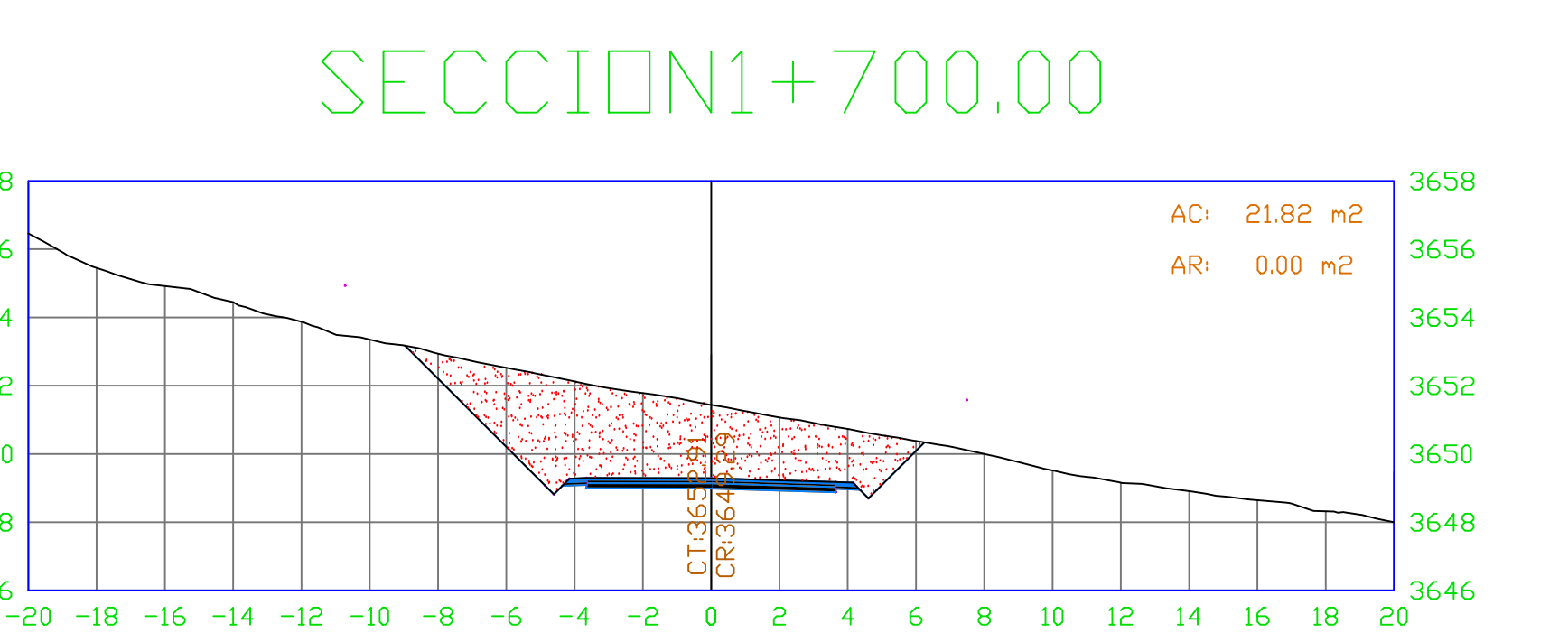
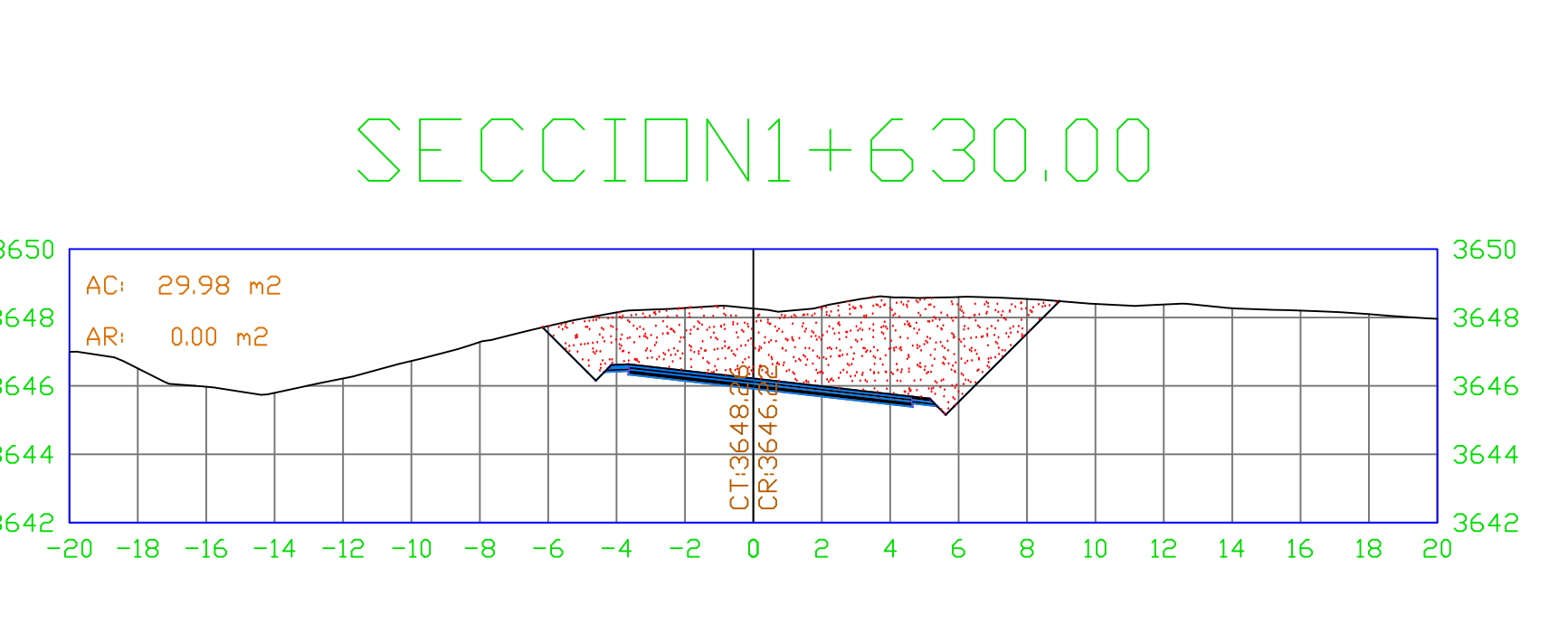
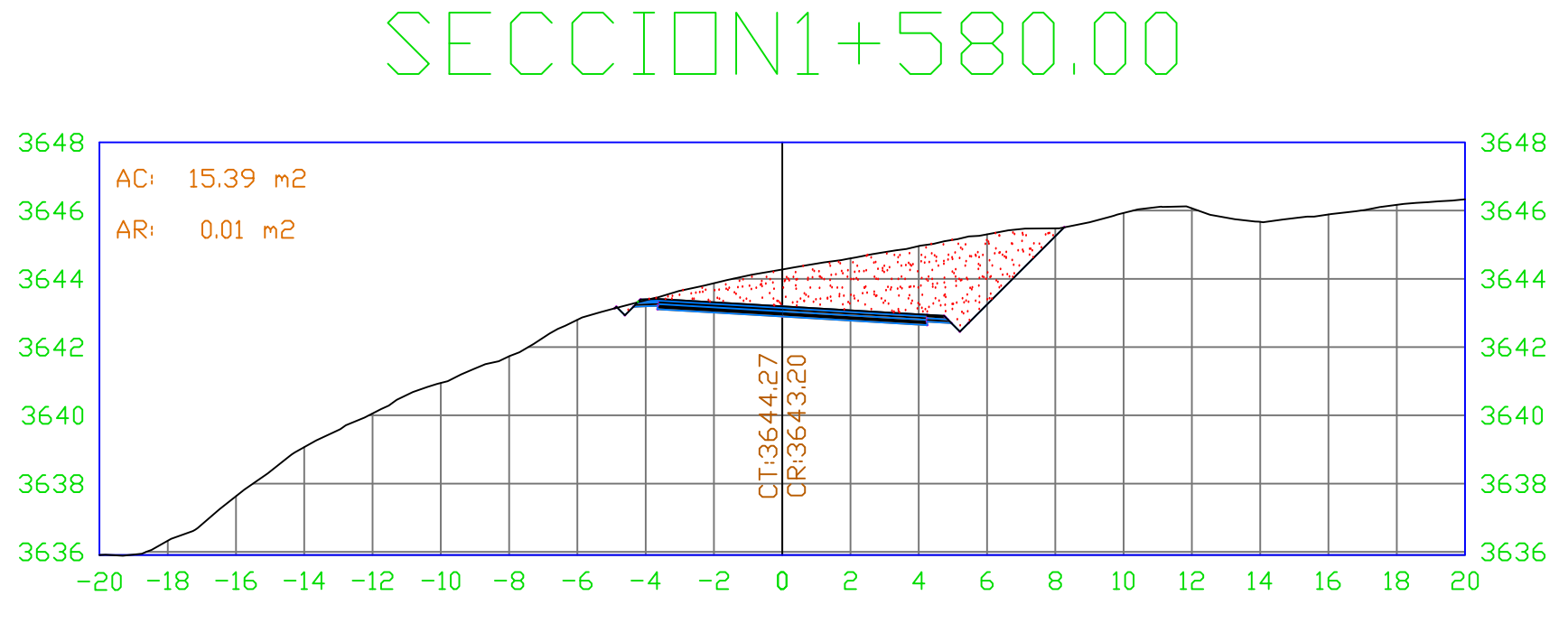
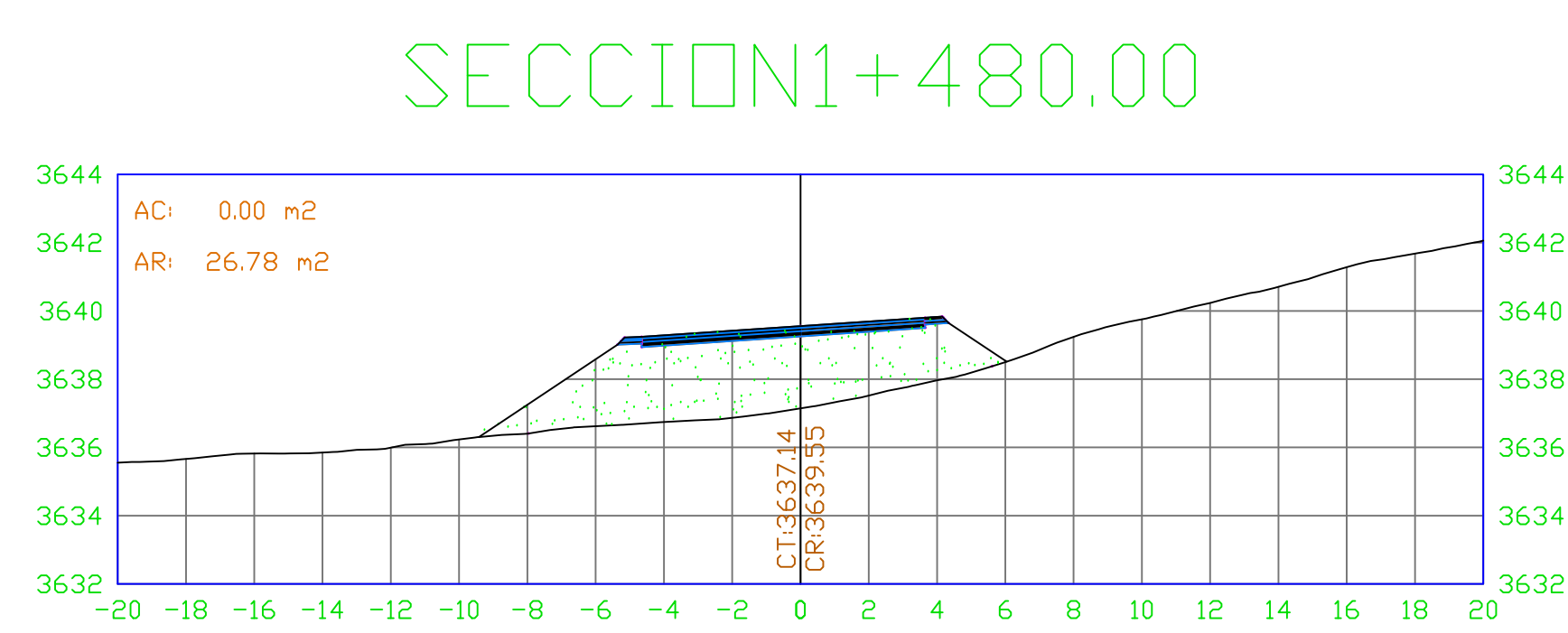
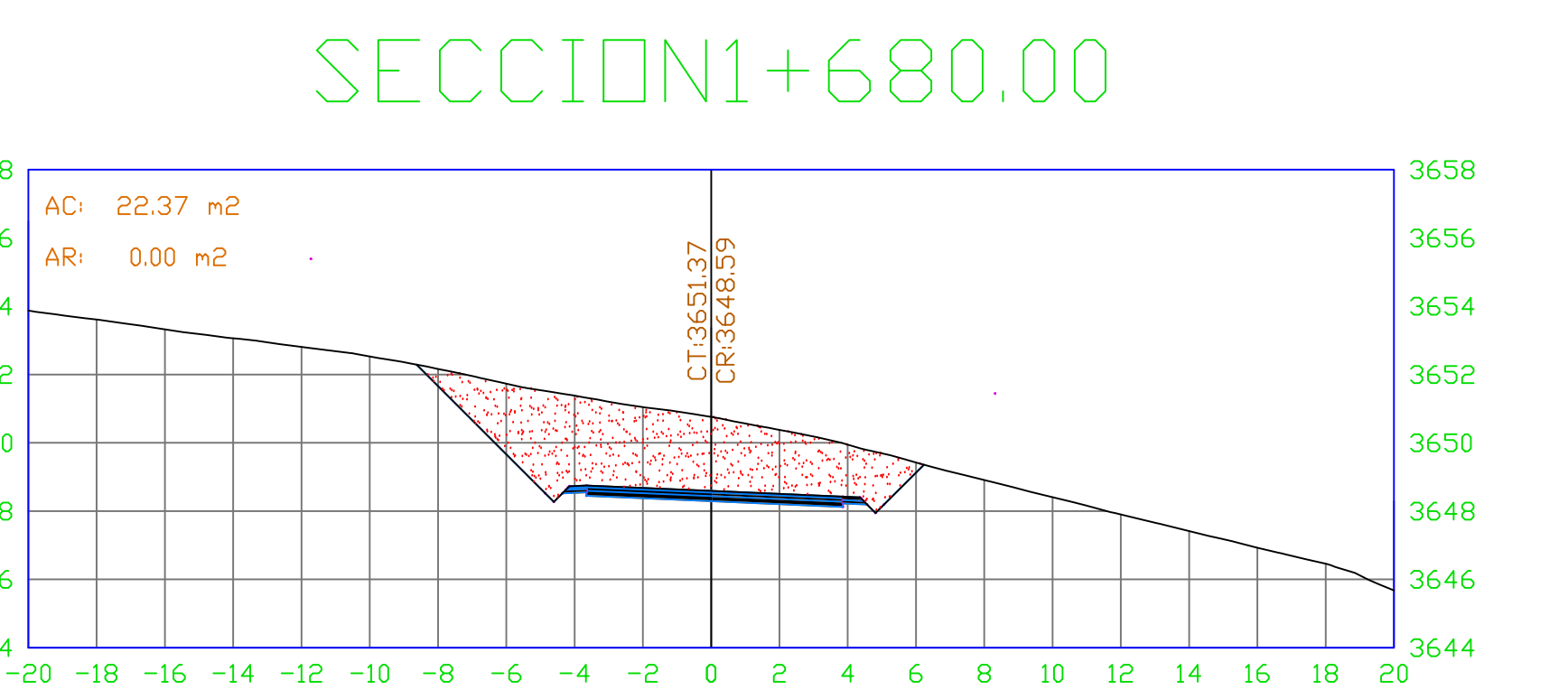
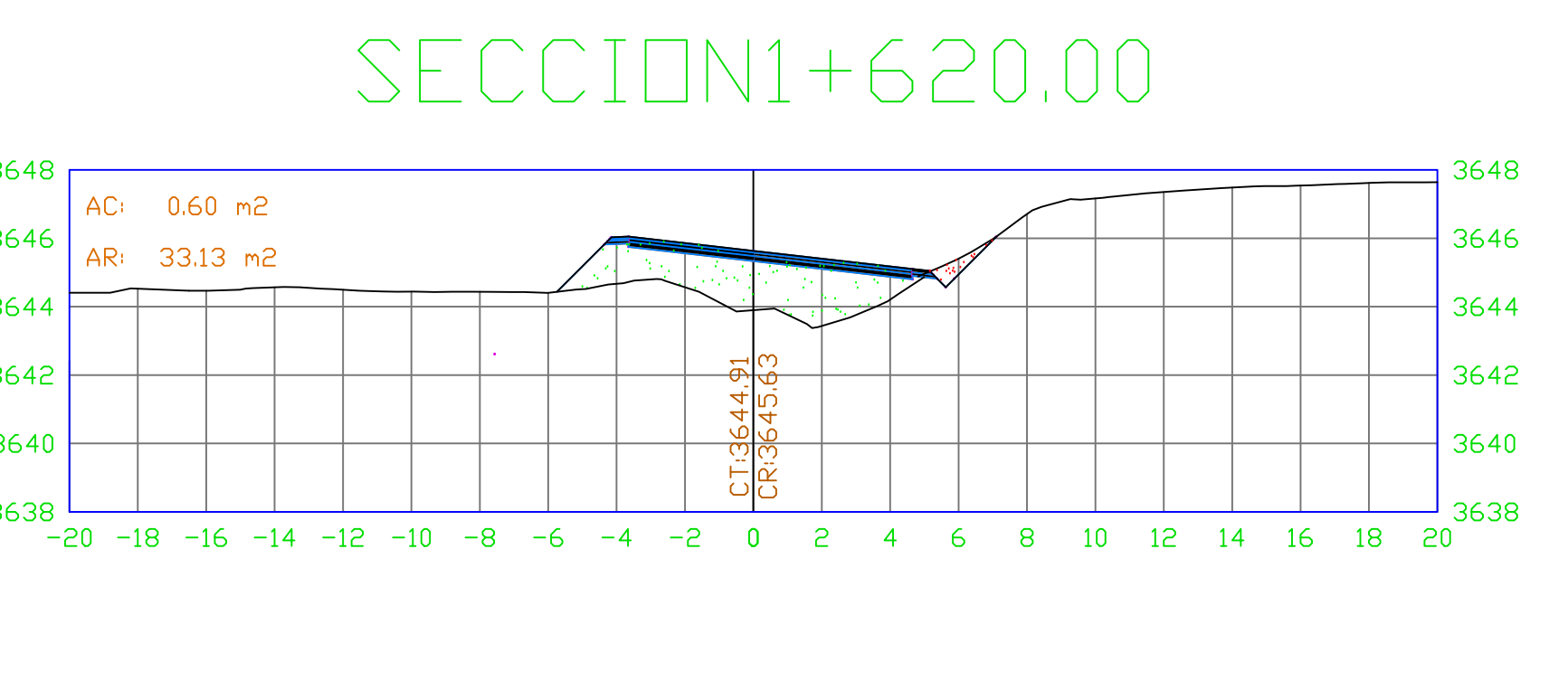
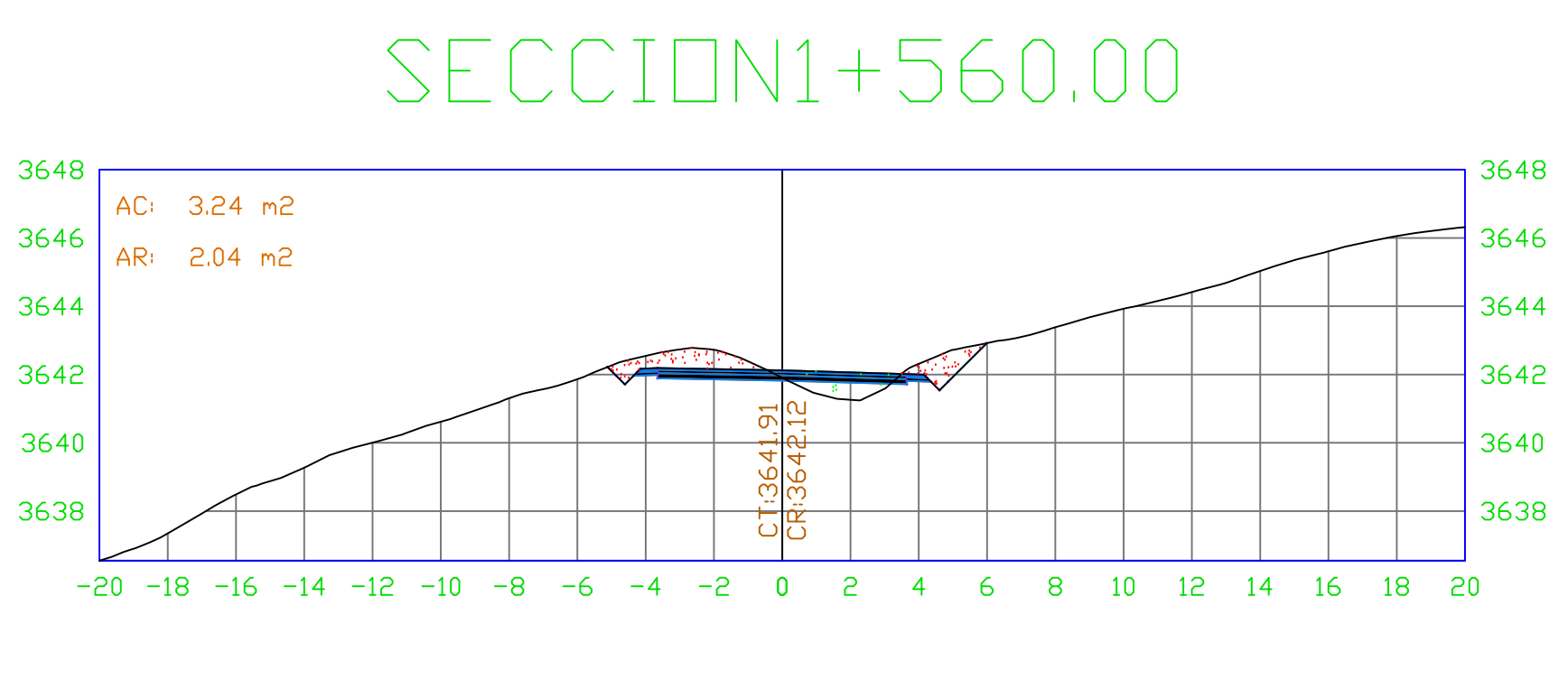
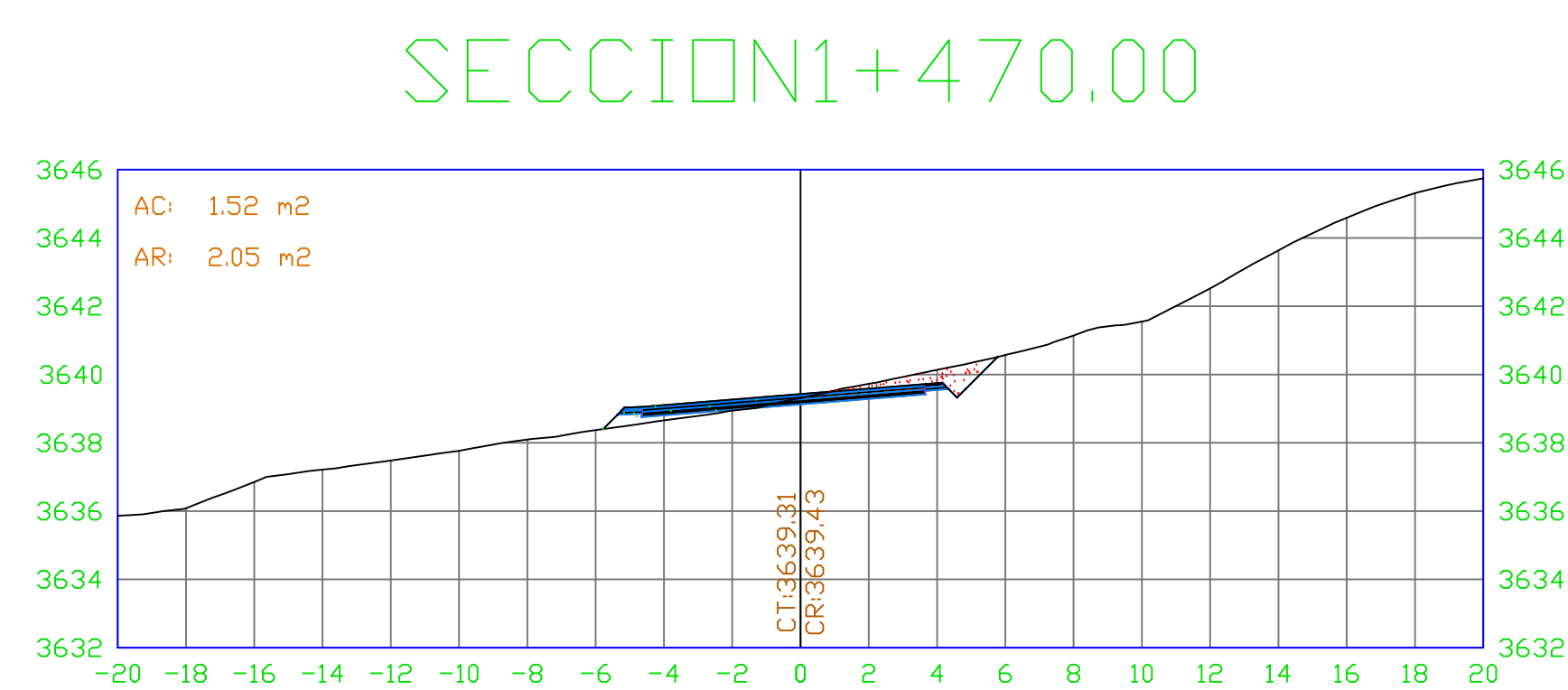
SECCIONES TRANSVERSALES

ESC=1/200



SECCIONES TRANSVERSALES

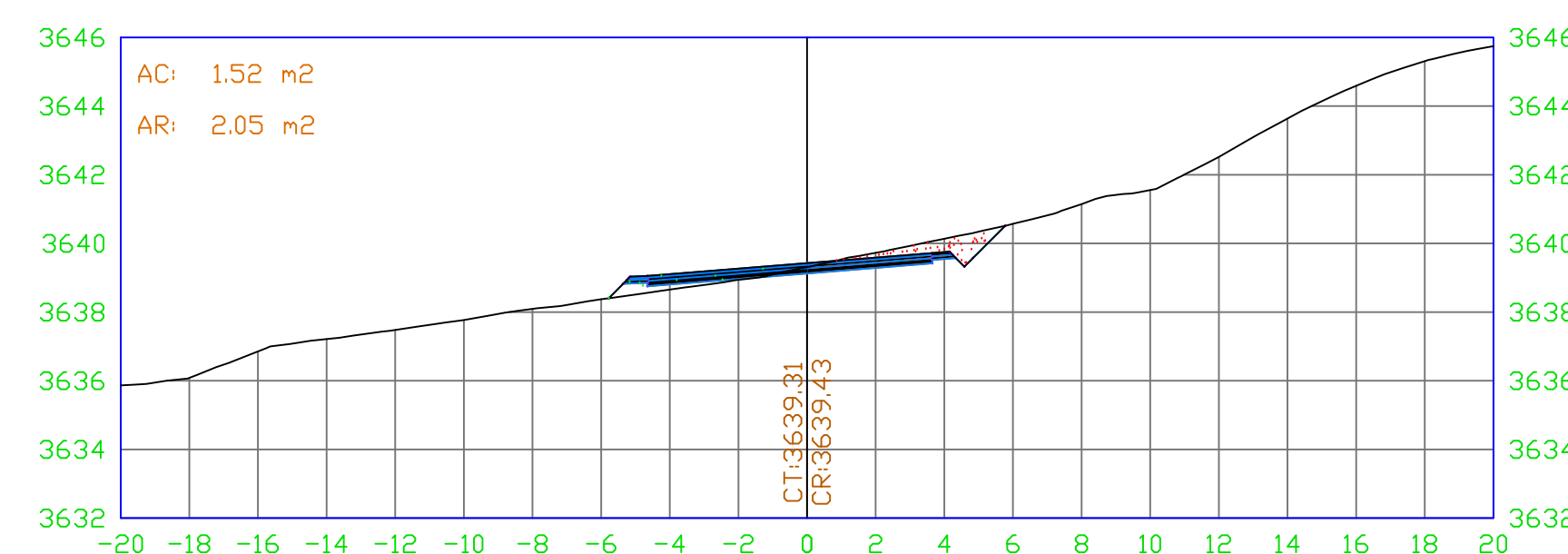
ESC=1/200



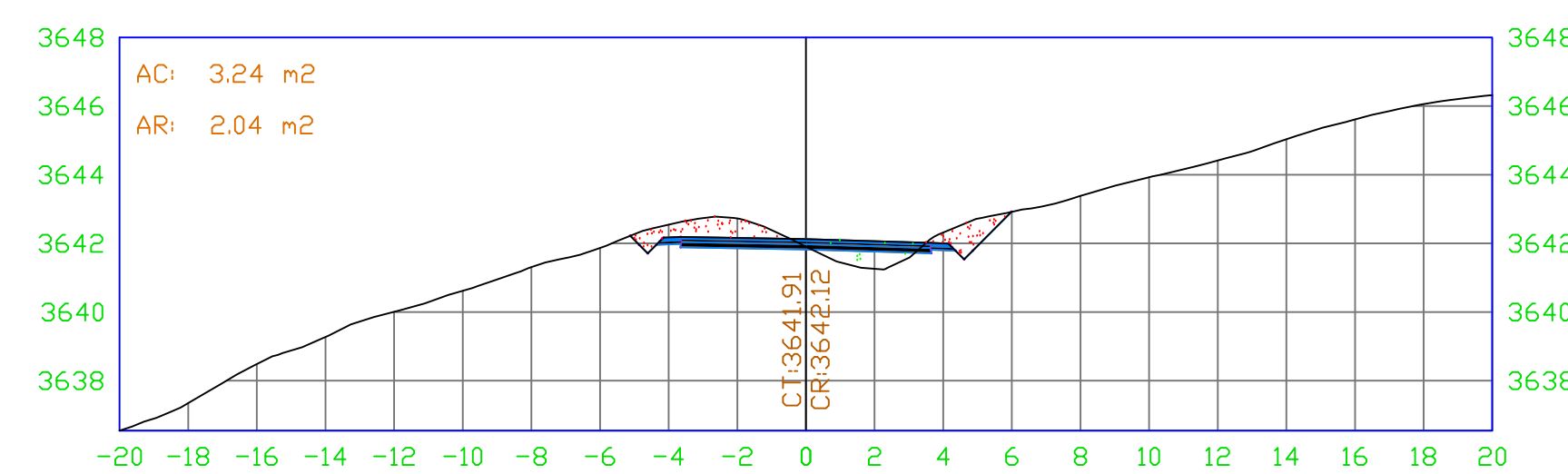
SECCIONES TRANSVERSALES
ESC=1/200

REVISIONES	
REV. N°	FECHA DESCRIPCION
REV. 0	FECHAREV_0 DESCRIPCIONREV_0
REV. 1	FECHAREV_1 DESCRIPCIONREV_1
REV. 2	FECHAREV_2 DESCRIPCIONREV_2
REV. 3	FECHAREV_3 DESCRIPCIONREV_3

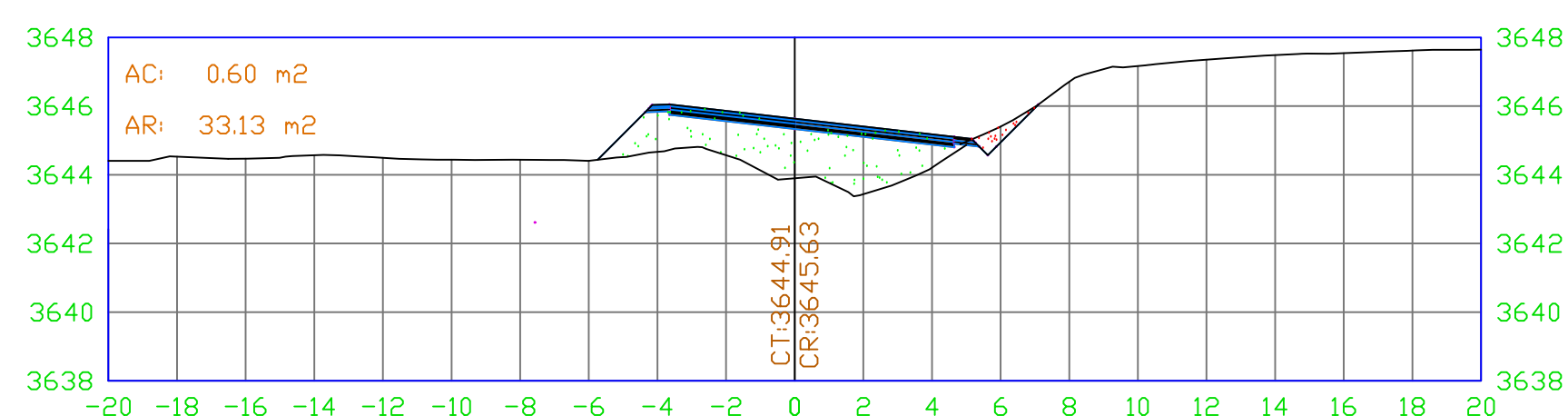
SECCION1+470.00



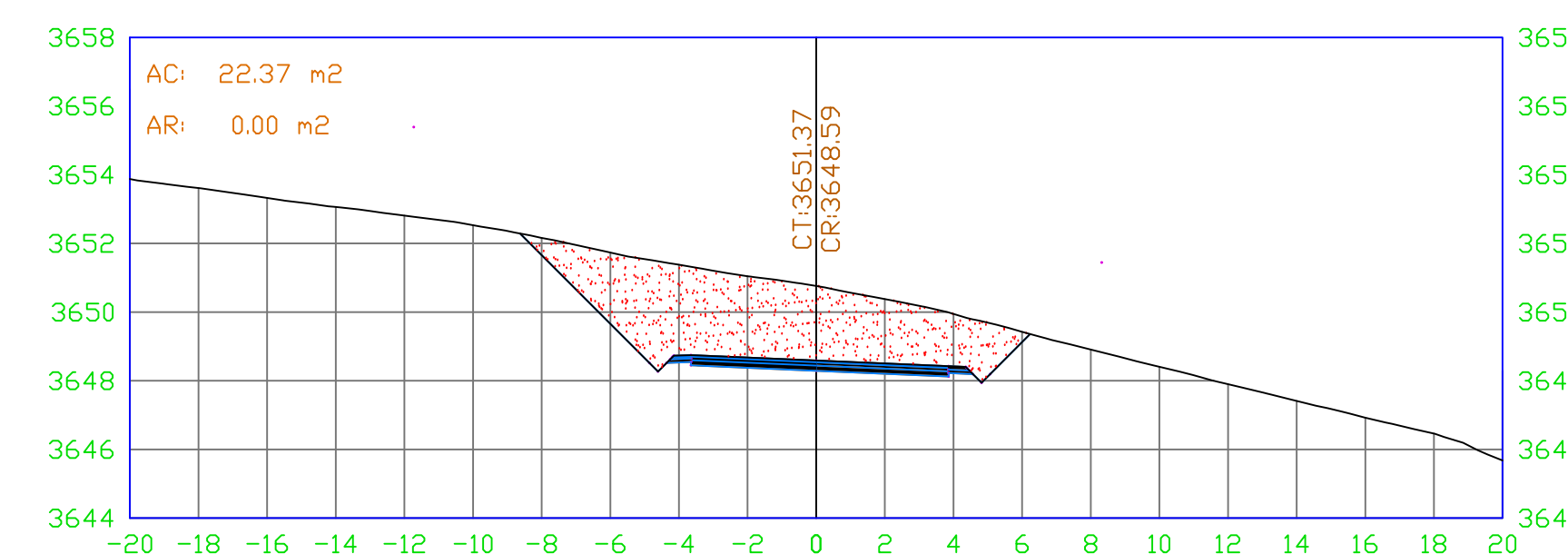
SECCION1+560.00



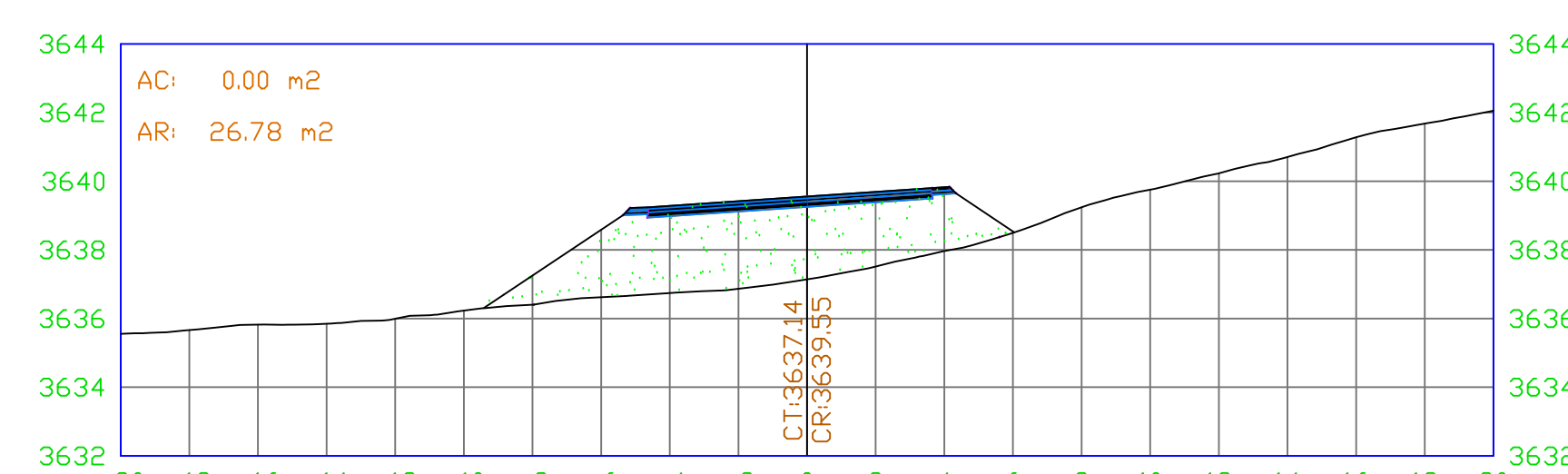
SECCION1+620.00



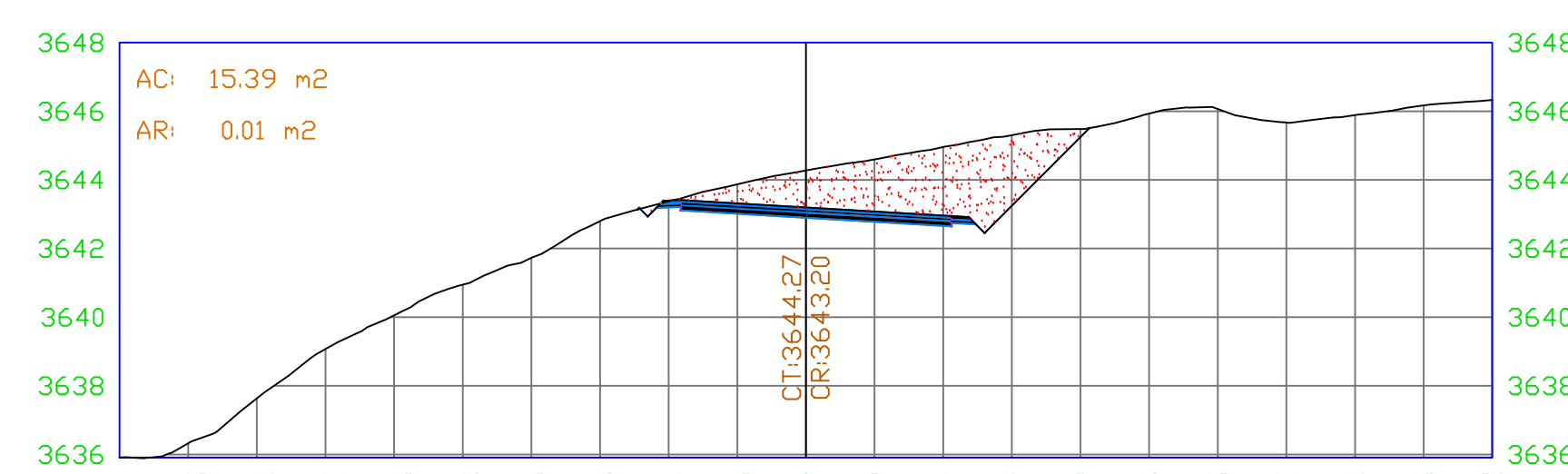
SECCION1+680.00



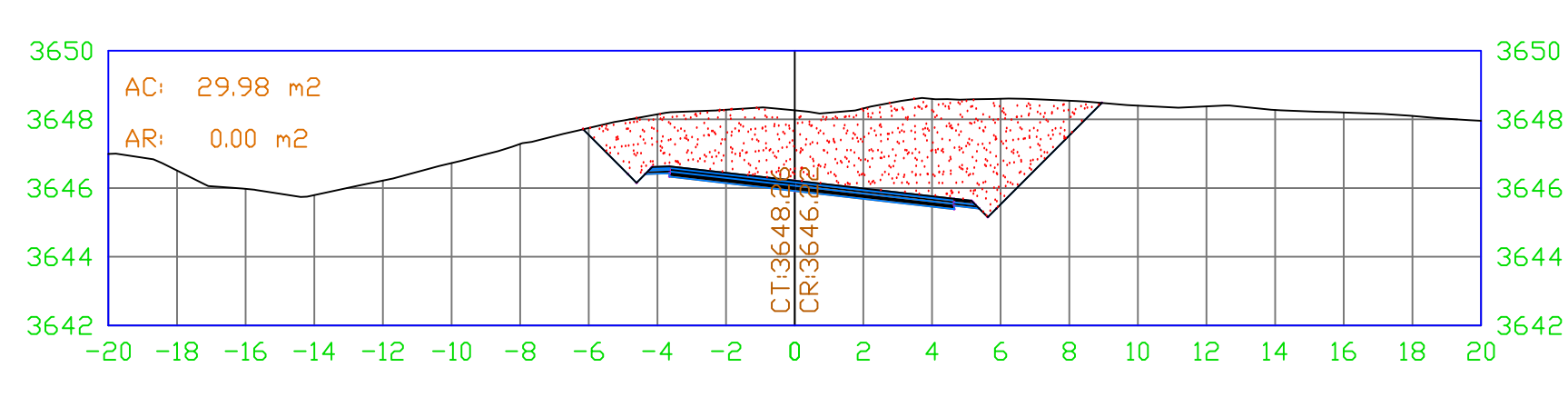
SECCION1+480.00



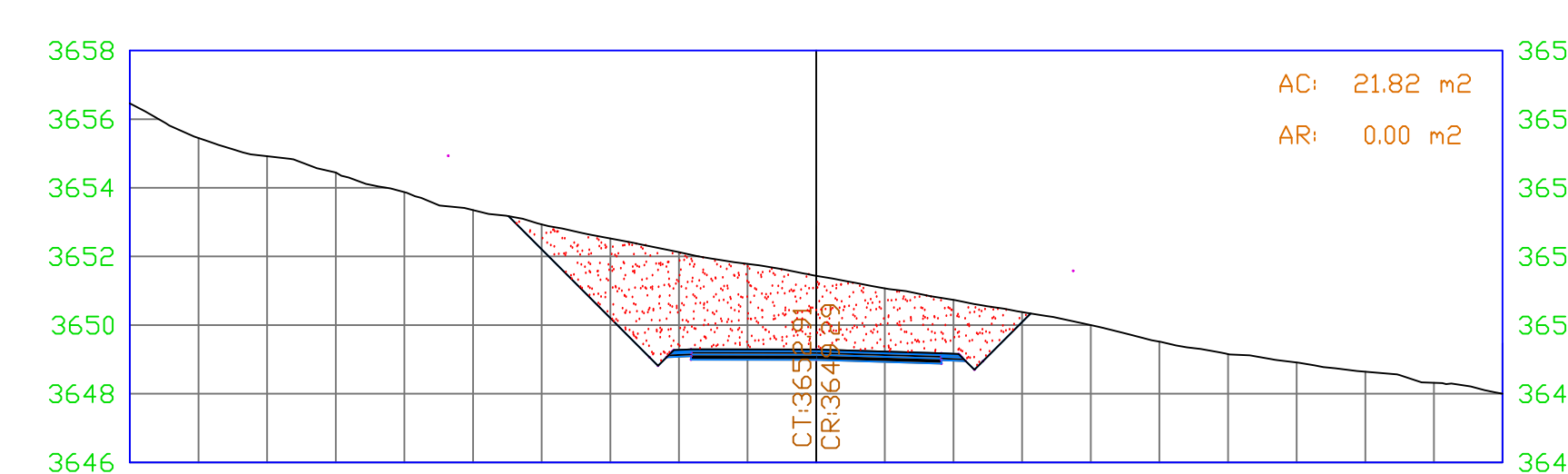
SECCION1+580.00



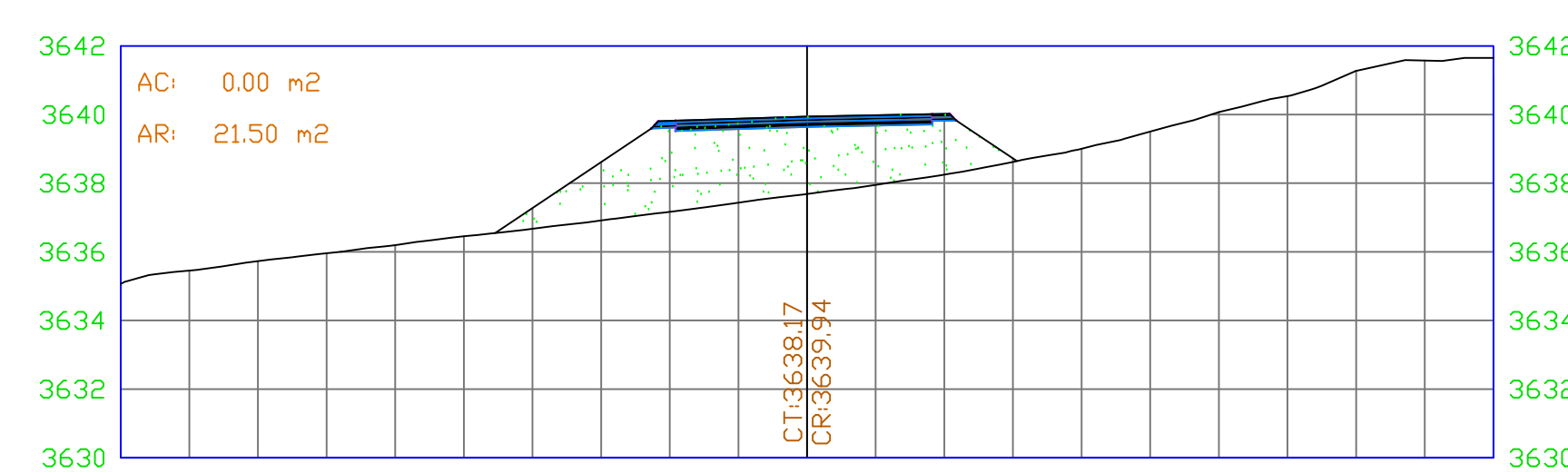
SECCION1+630.00



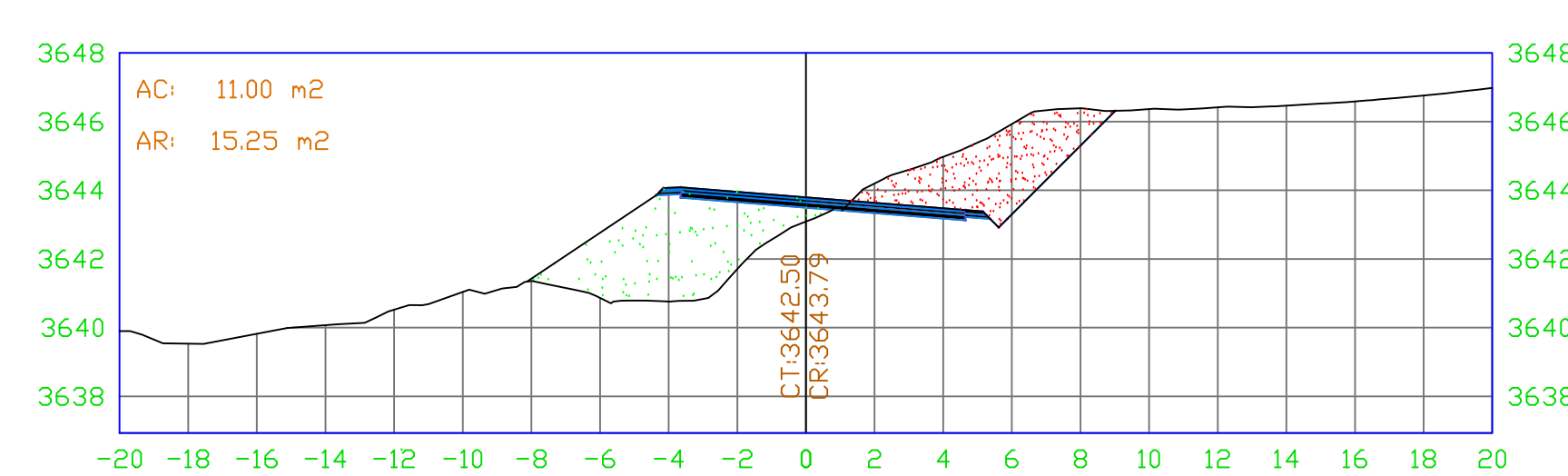
SECCION1+700.00



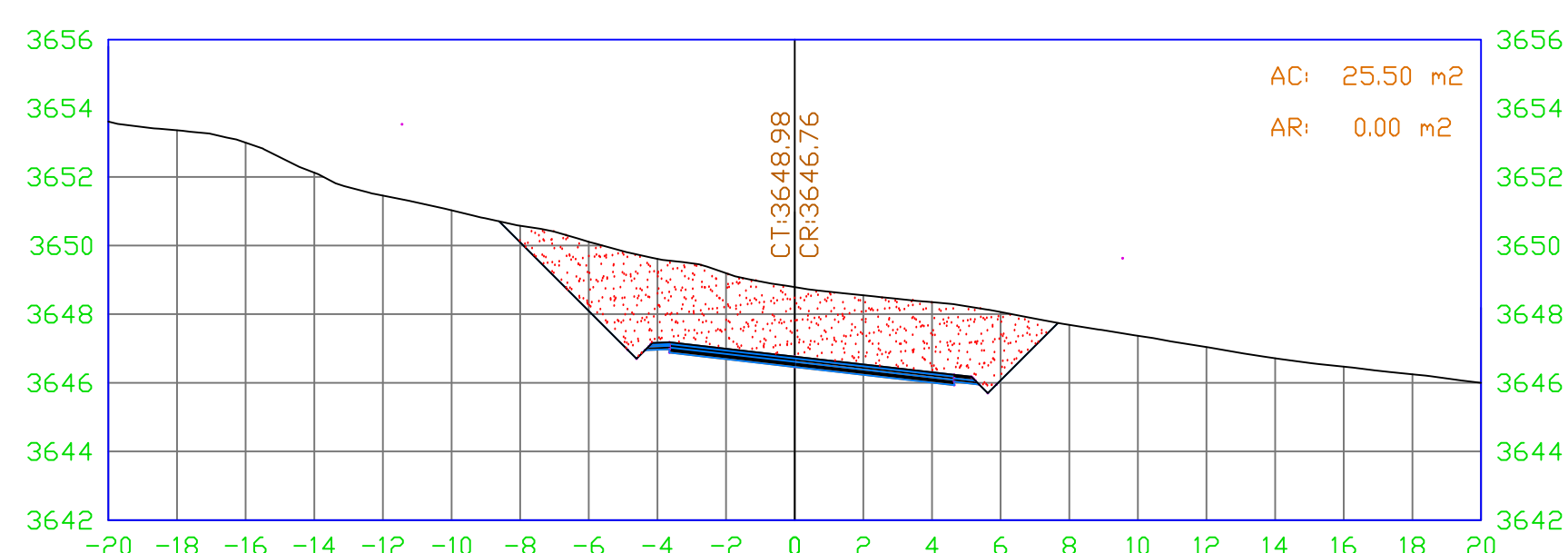
SECCION1+500.00



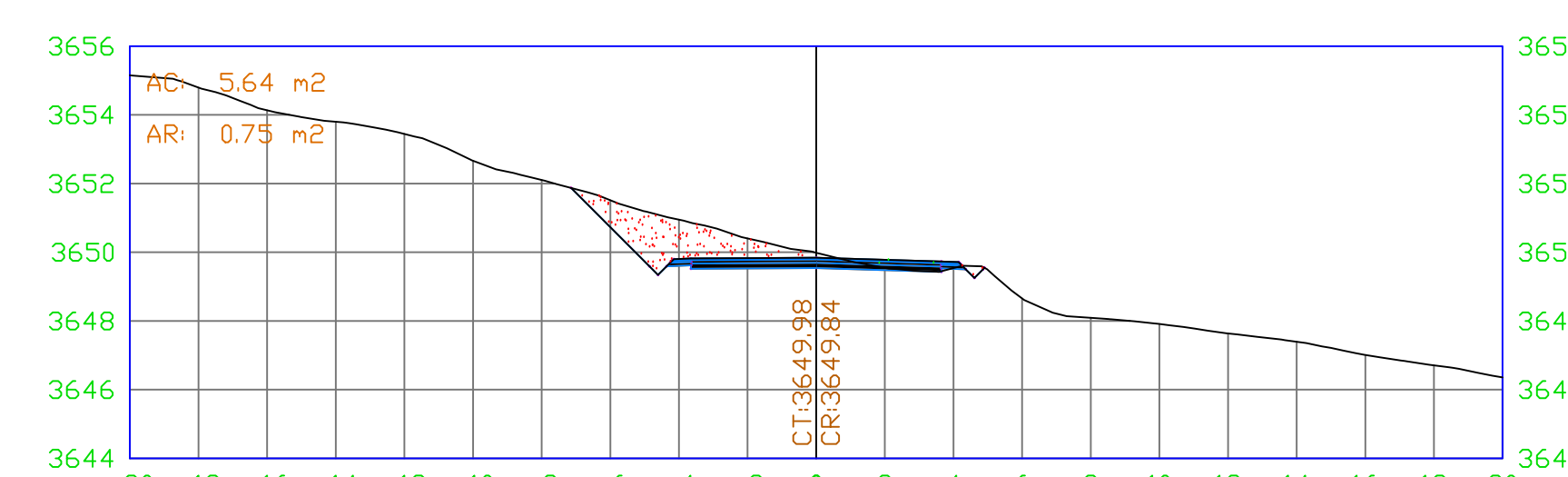
SECCION1+590.00



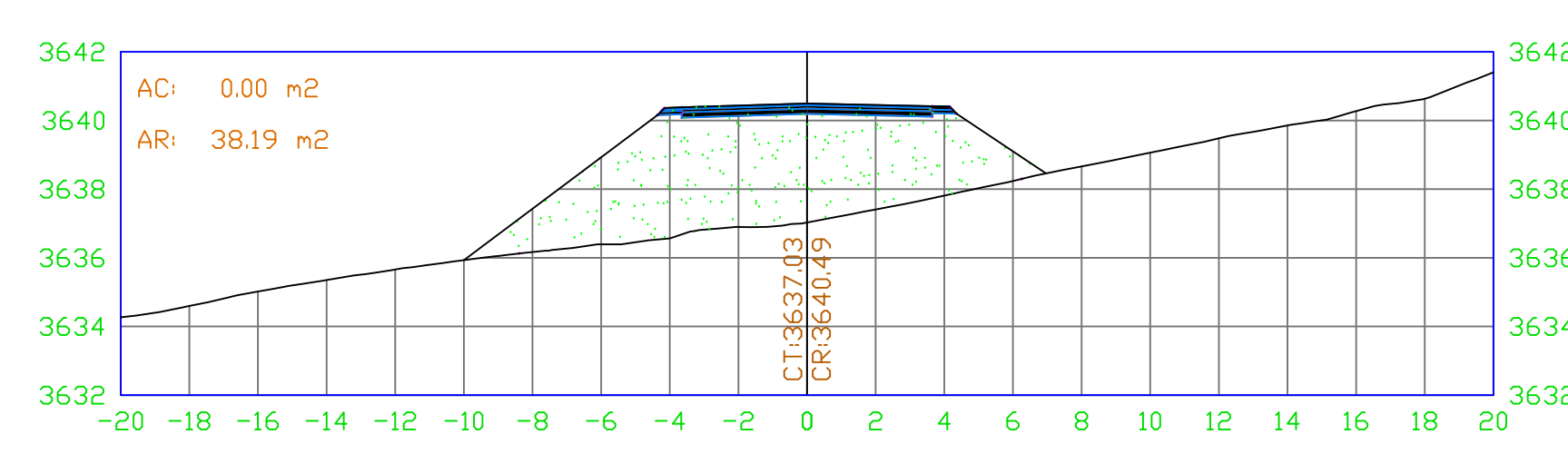
SECCION1+640.00



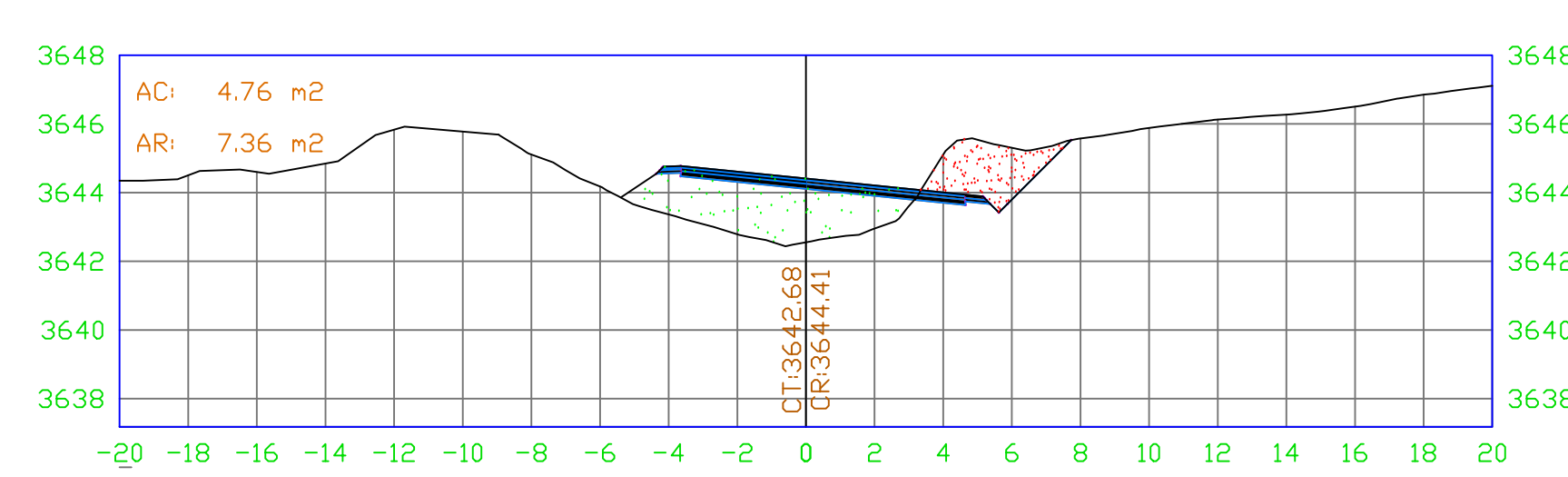
SECCION1+720.00



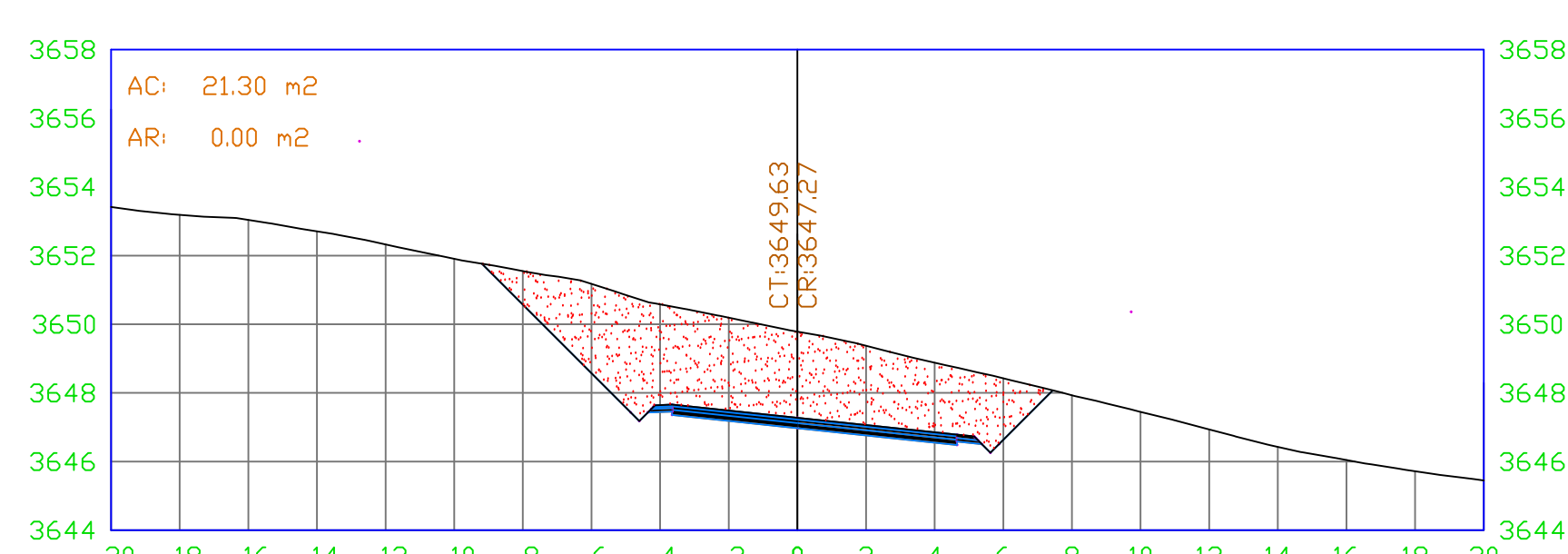
SECCION1+520.00



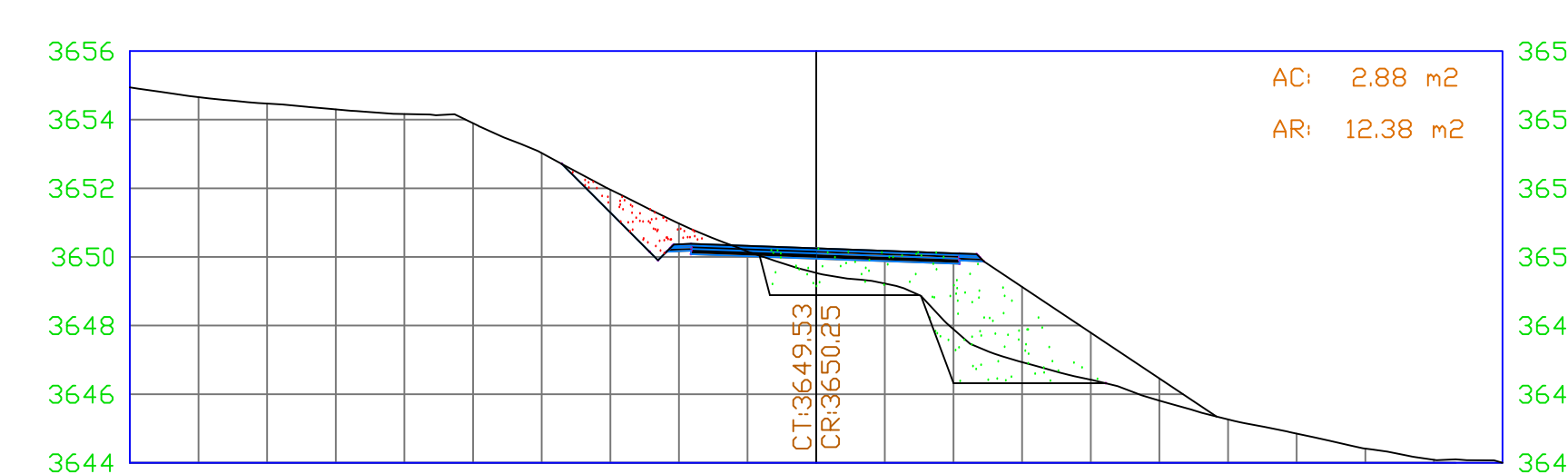
SECCION1+600.00



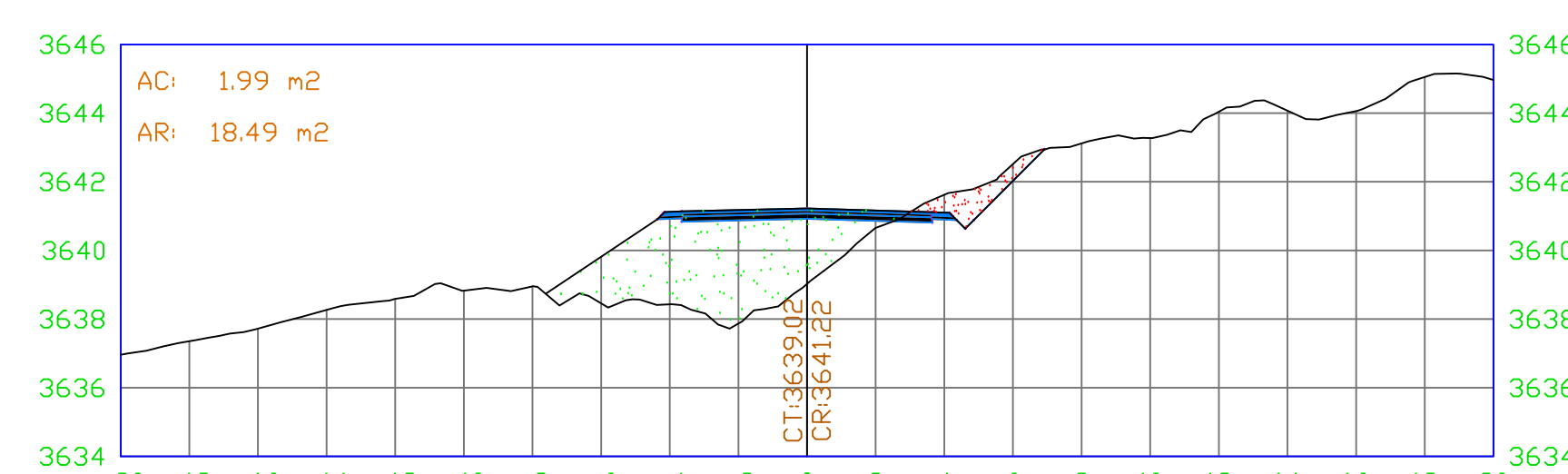
SECCION1+650.00



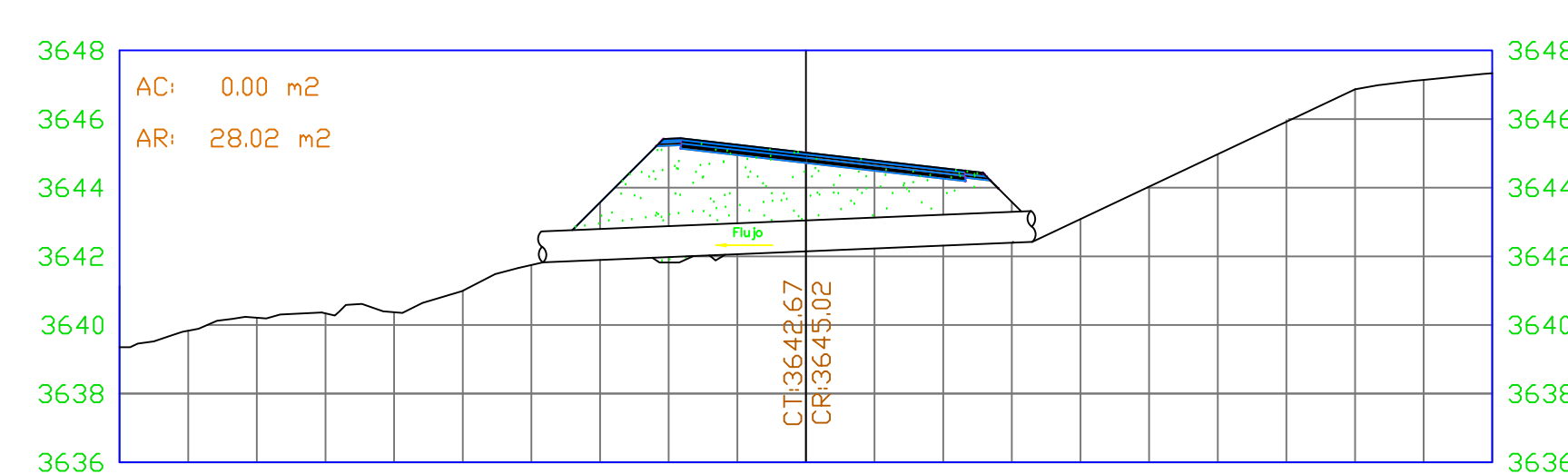
SECCION1+740.00



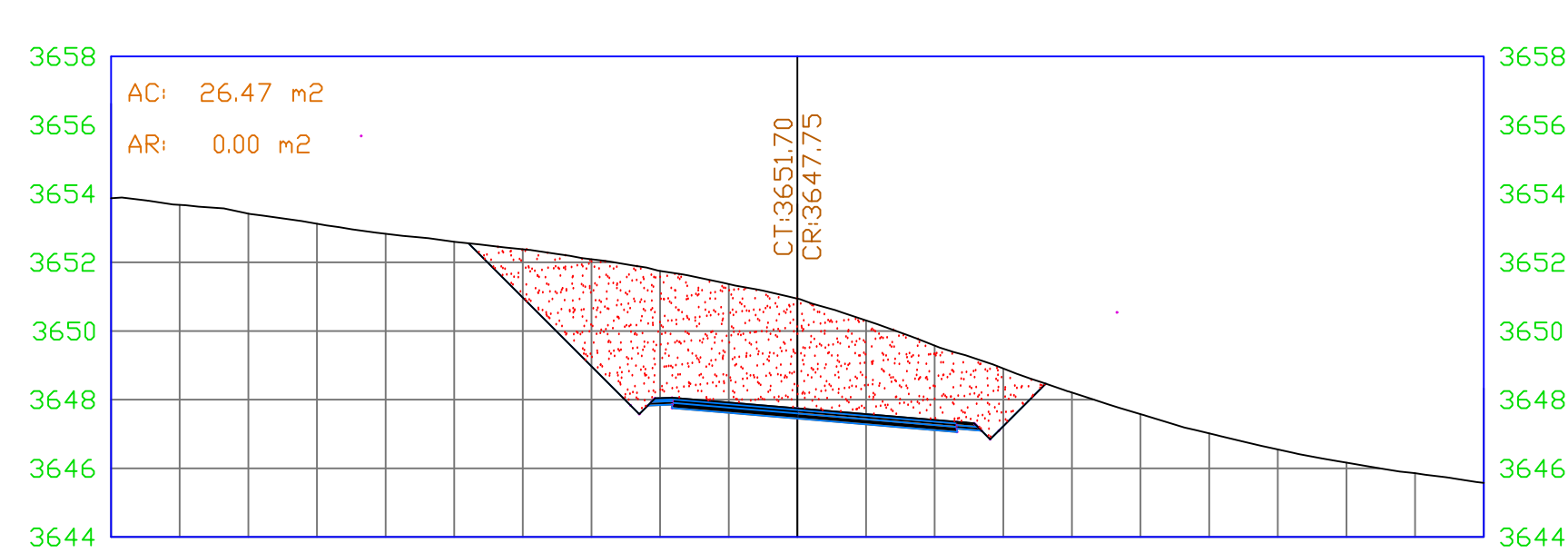
SECCION1+540.00



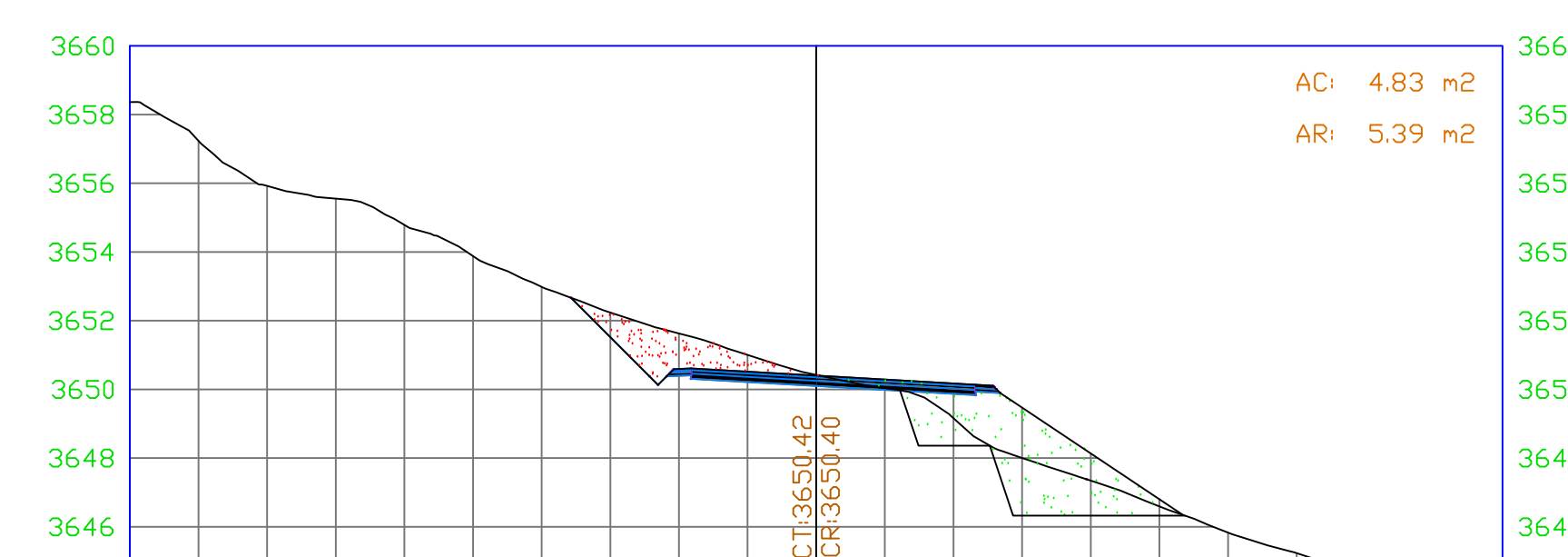
SECCION1+610.00



SECCION1+660.00

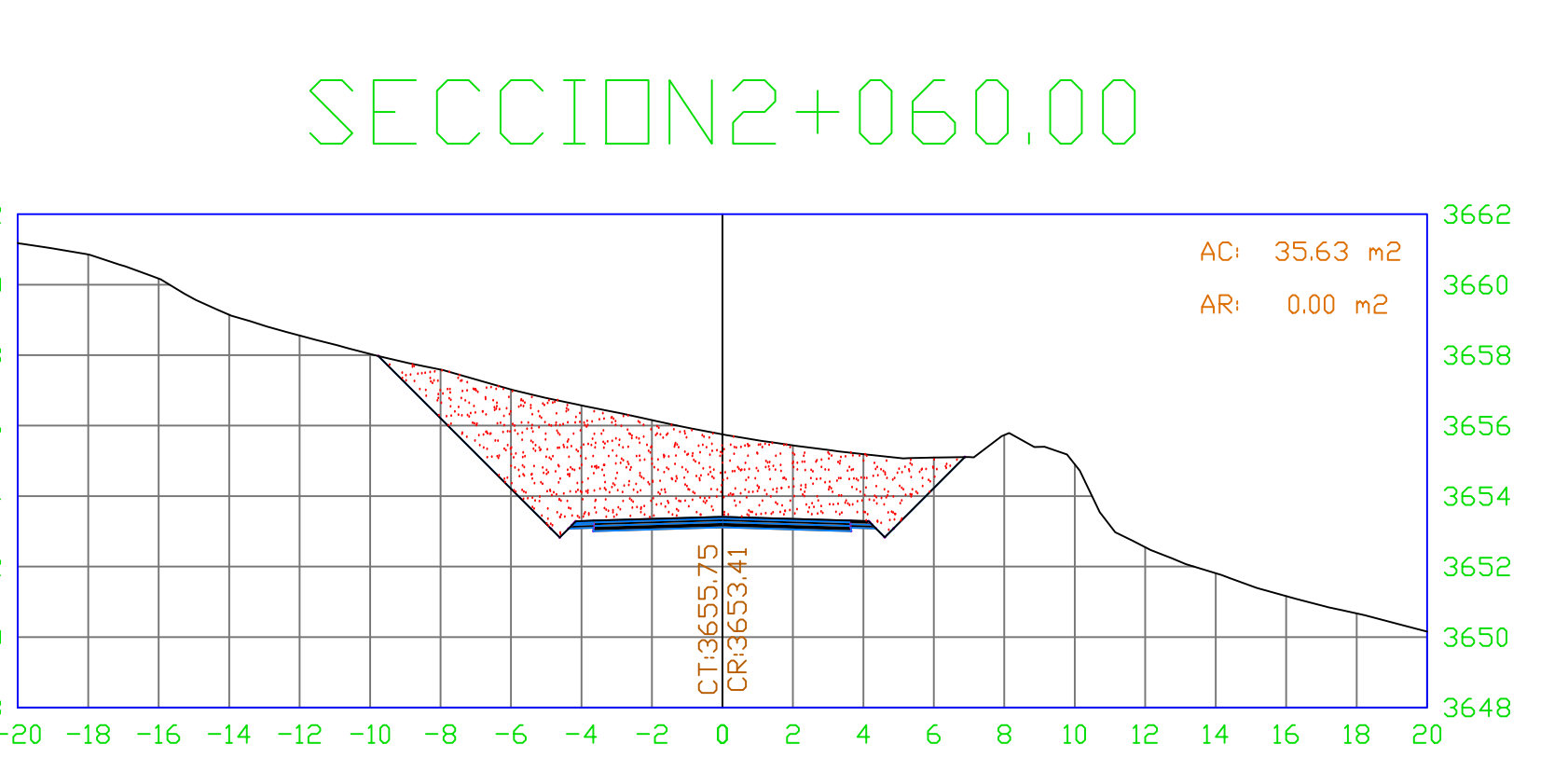
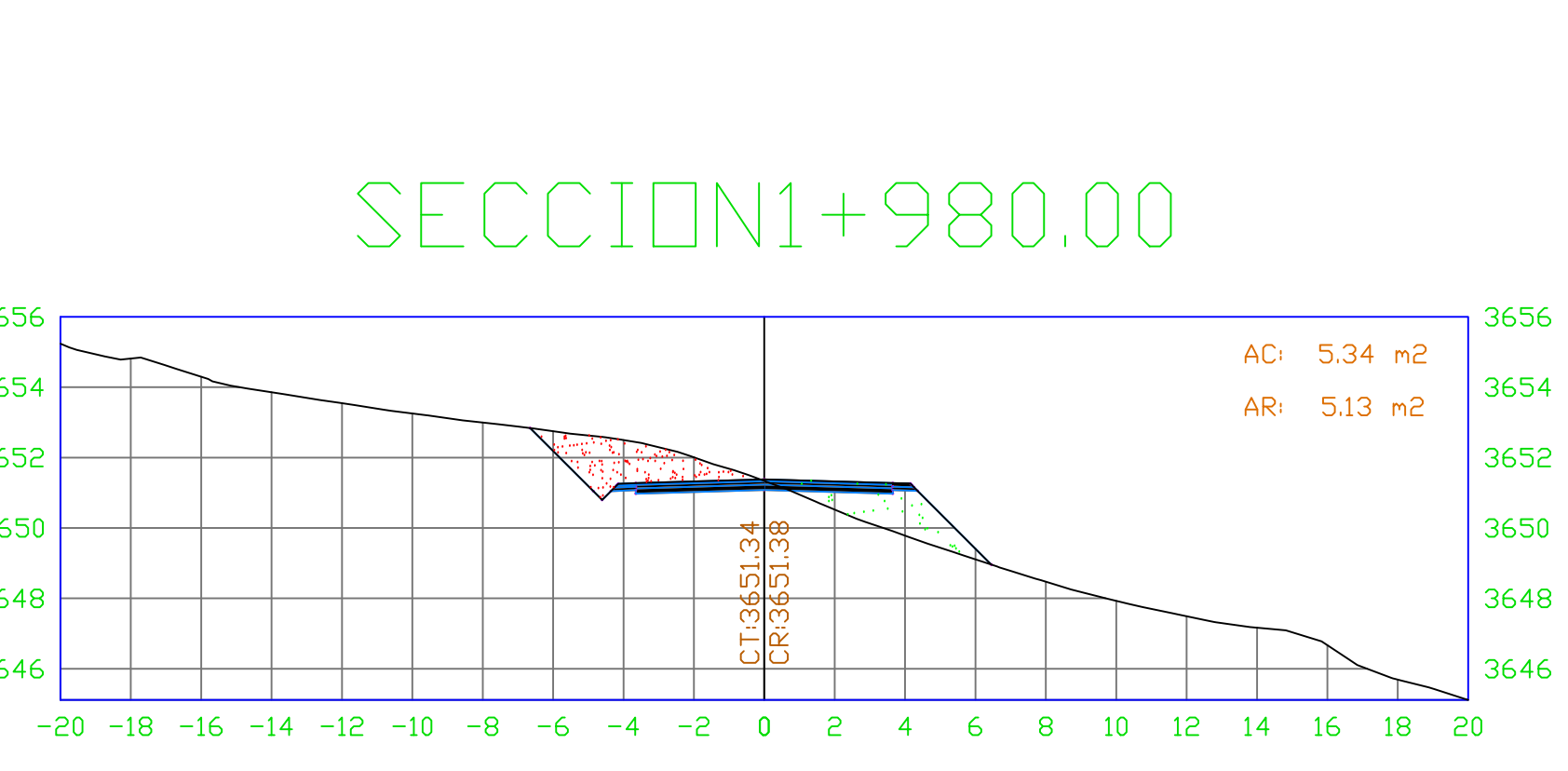
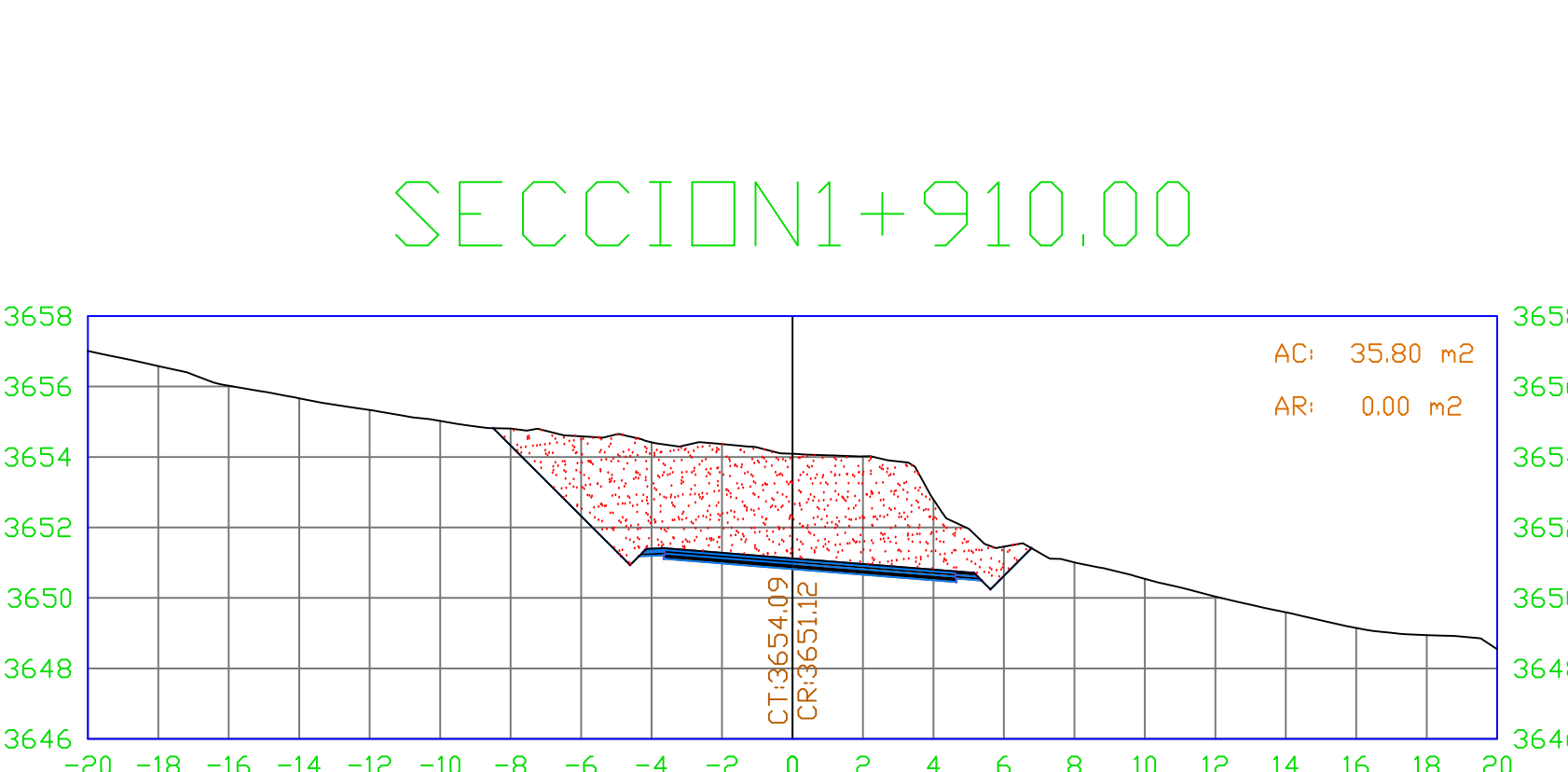
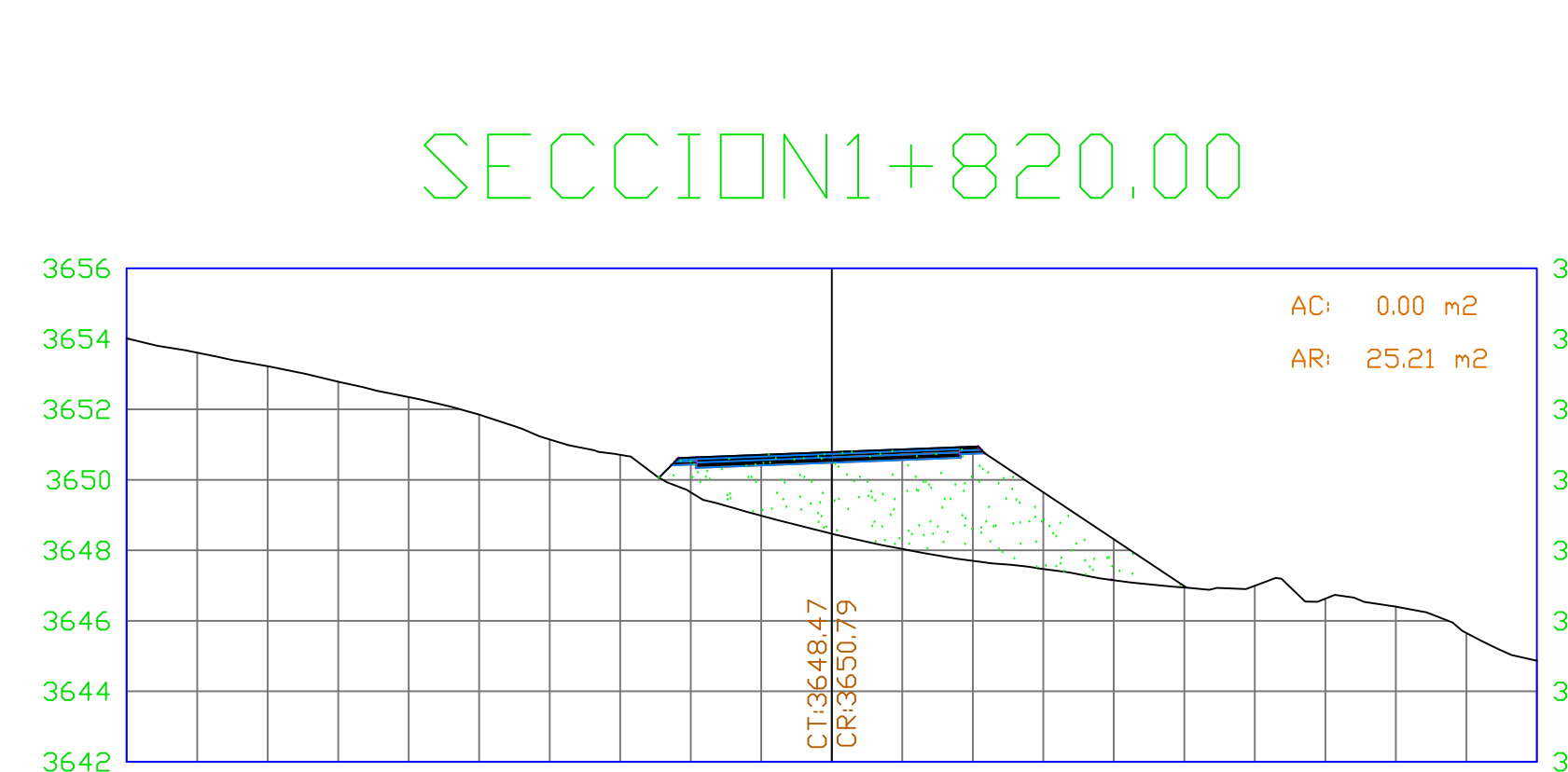
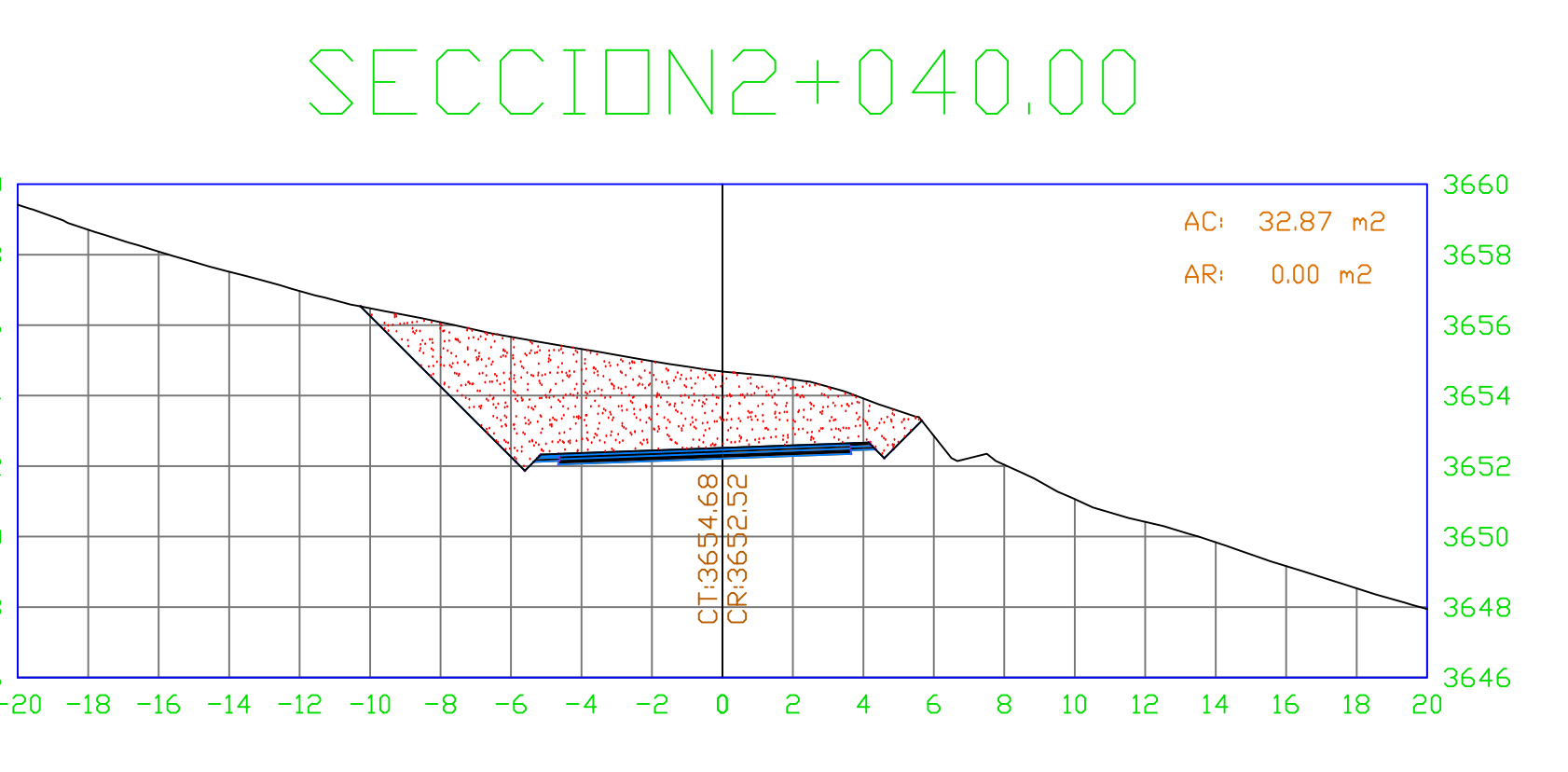
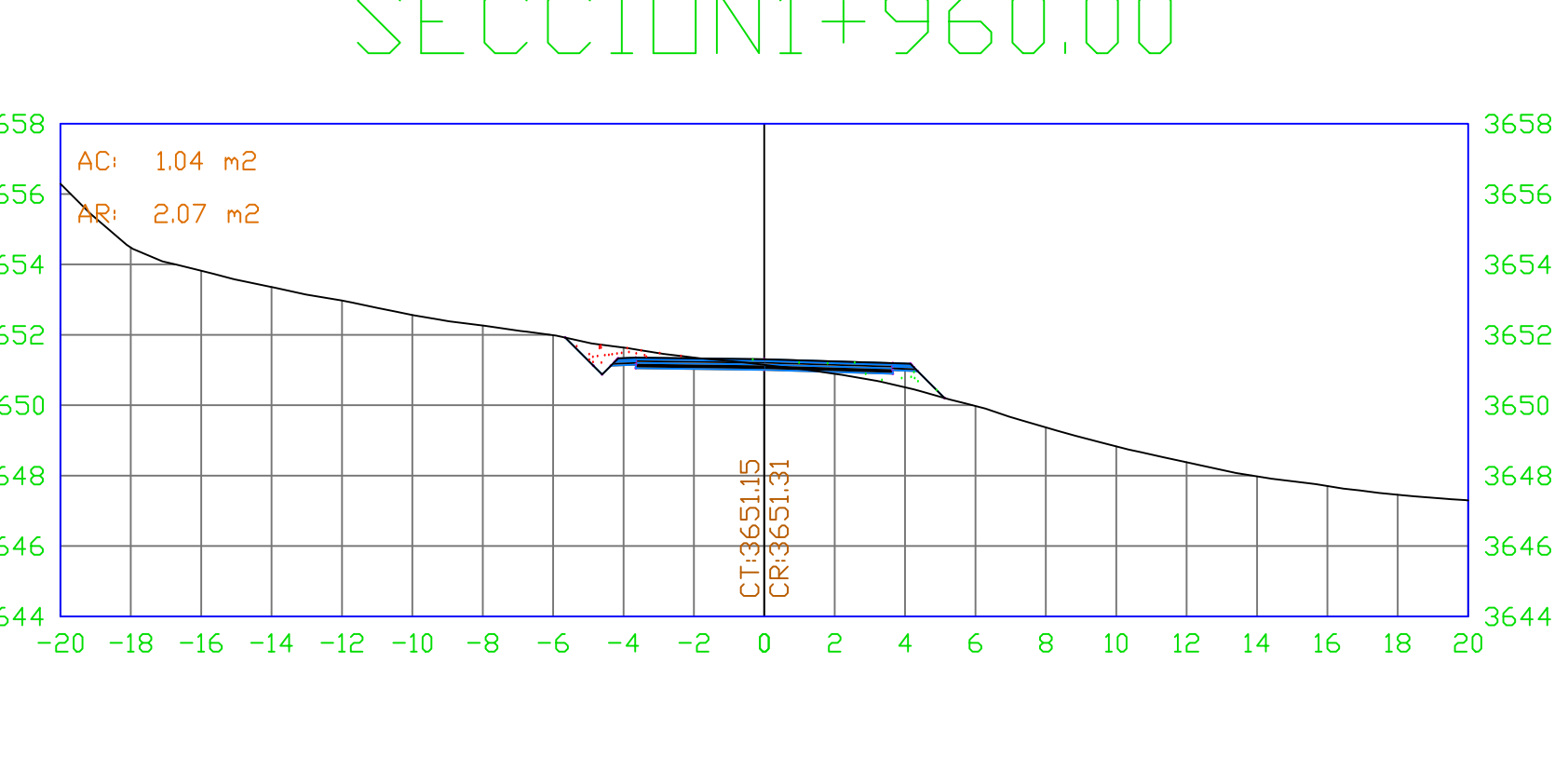
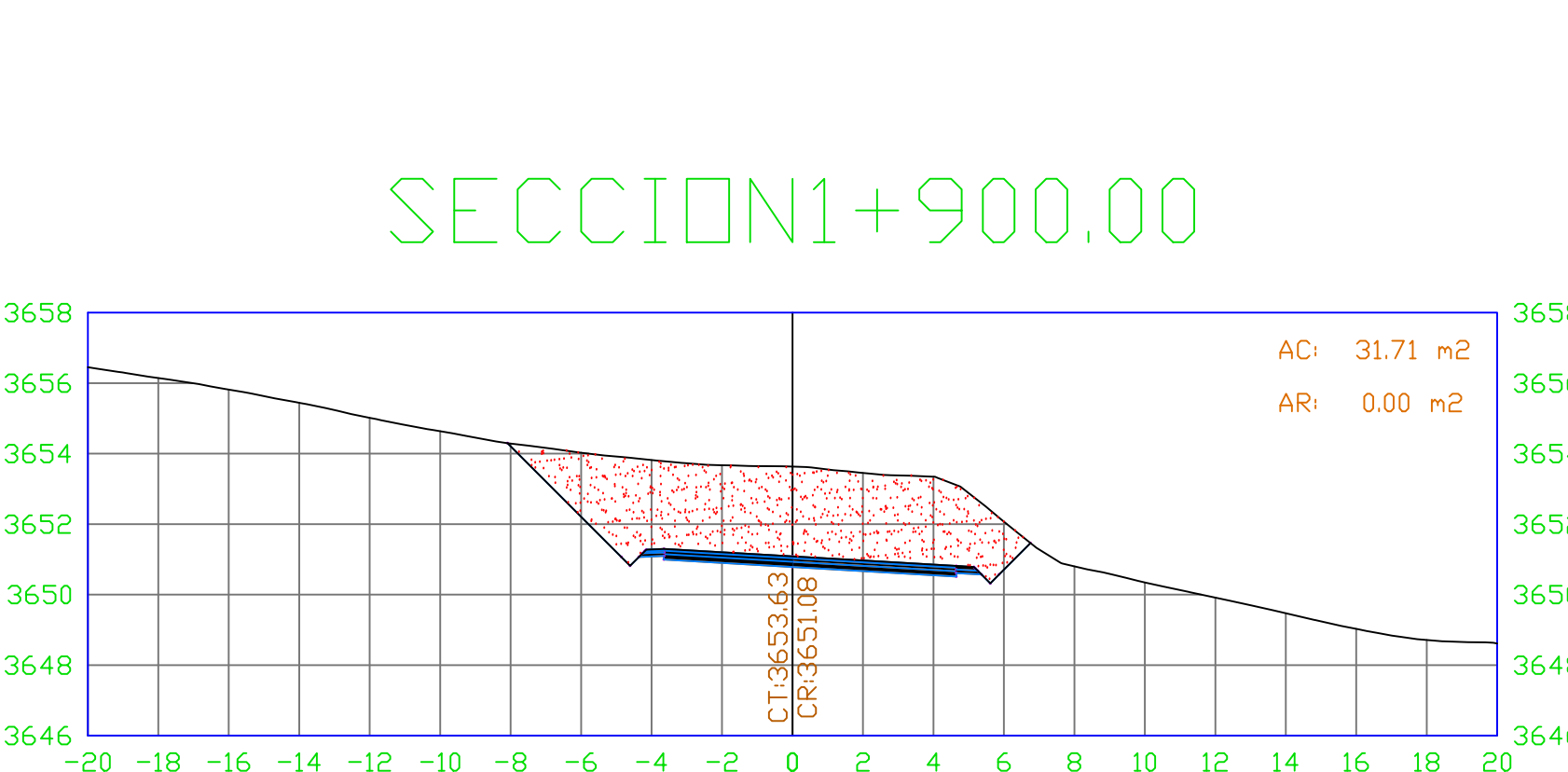
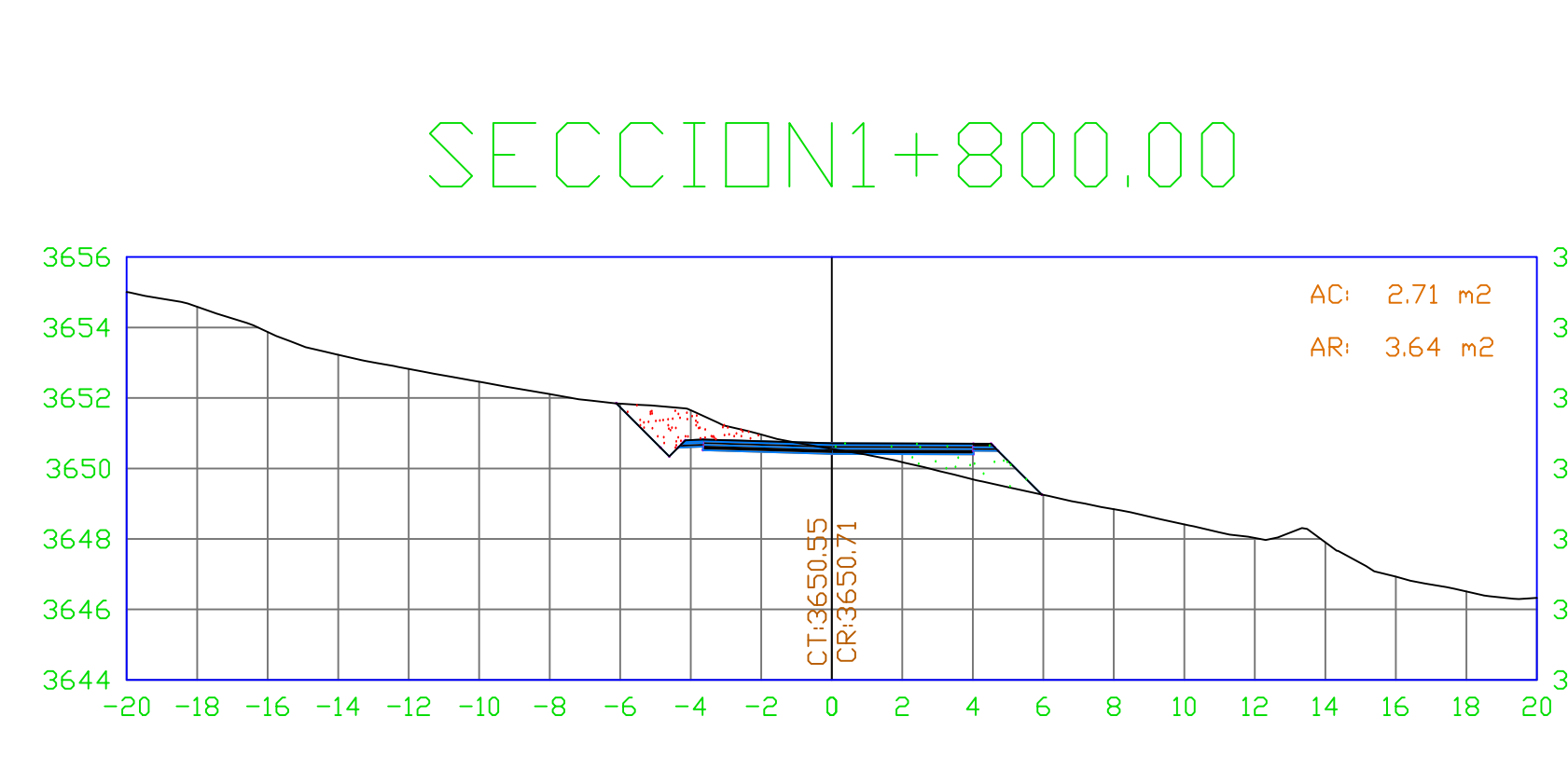
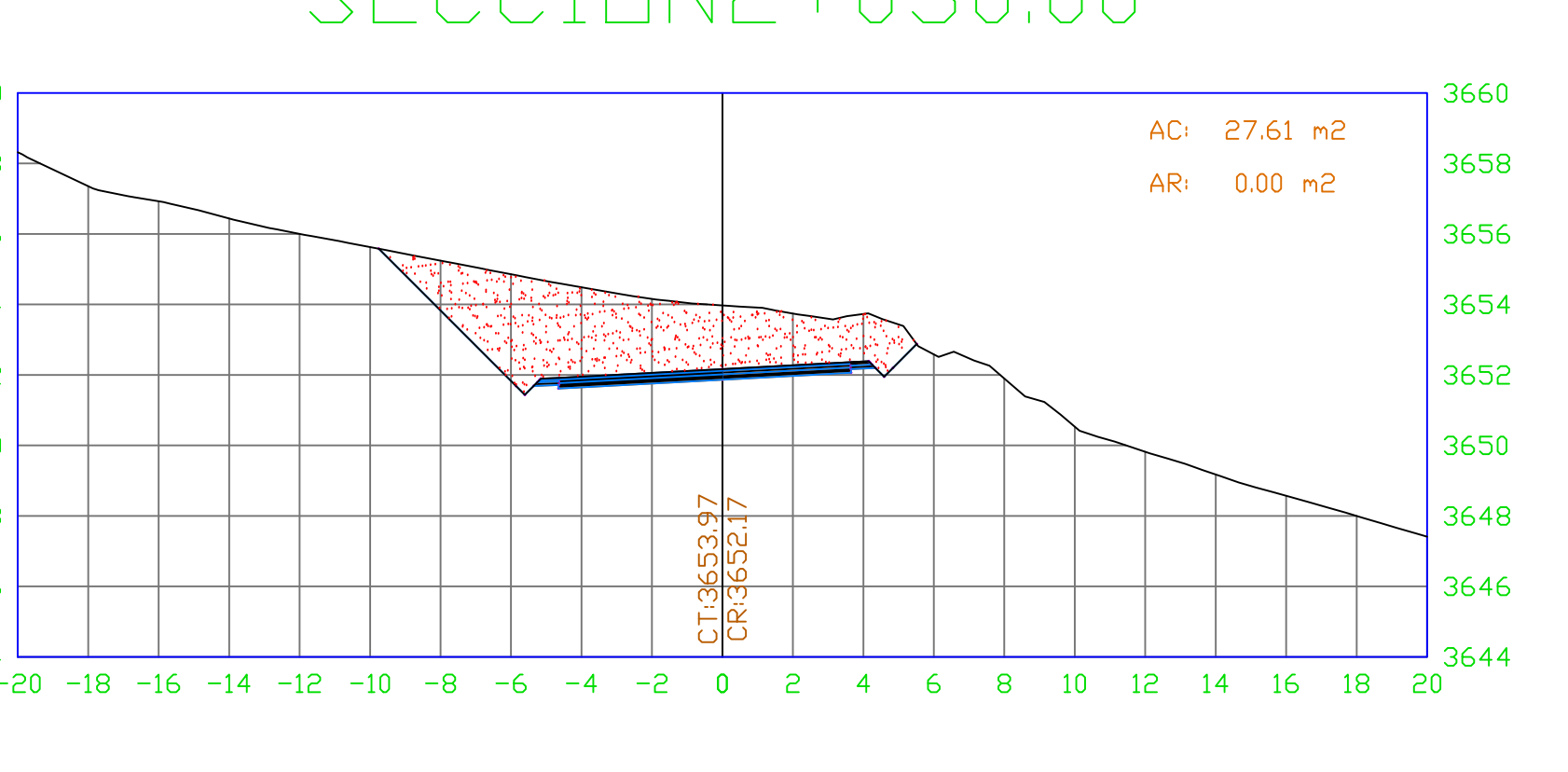
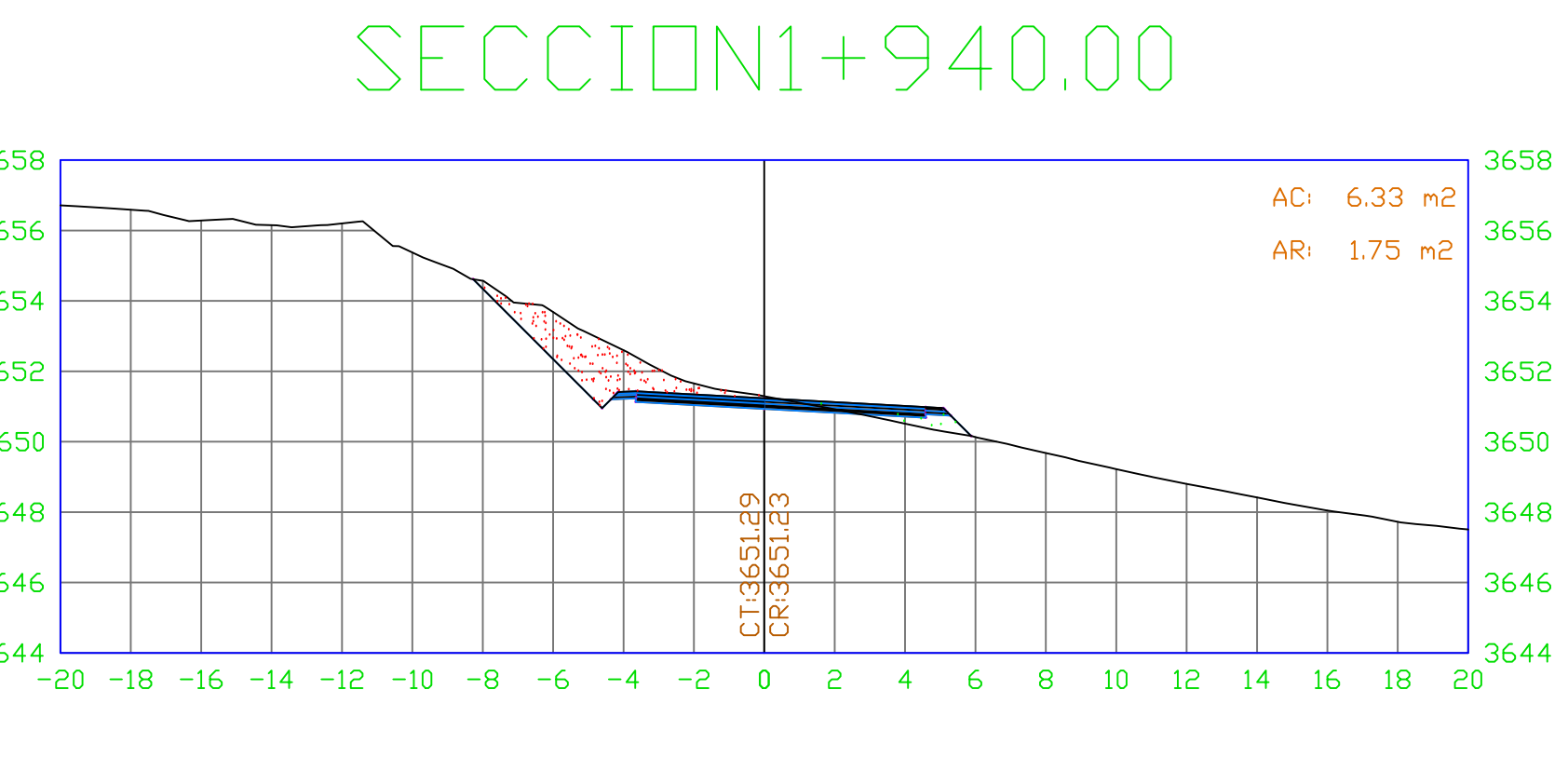
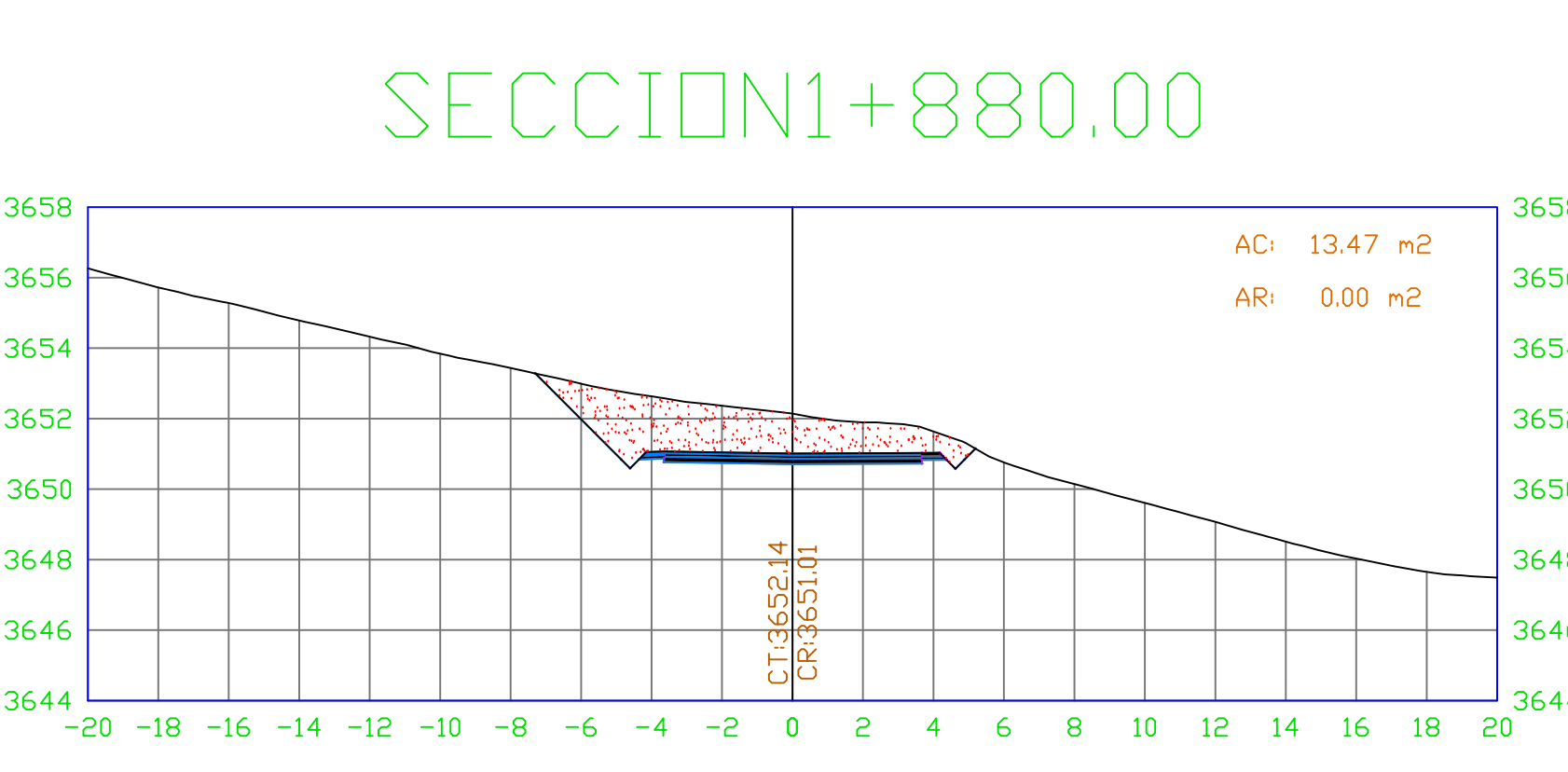
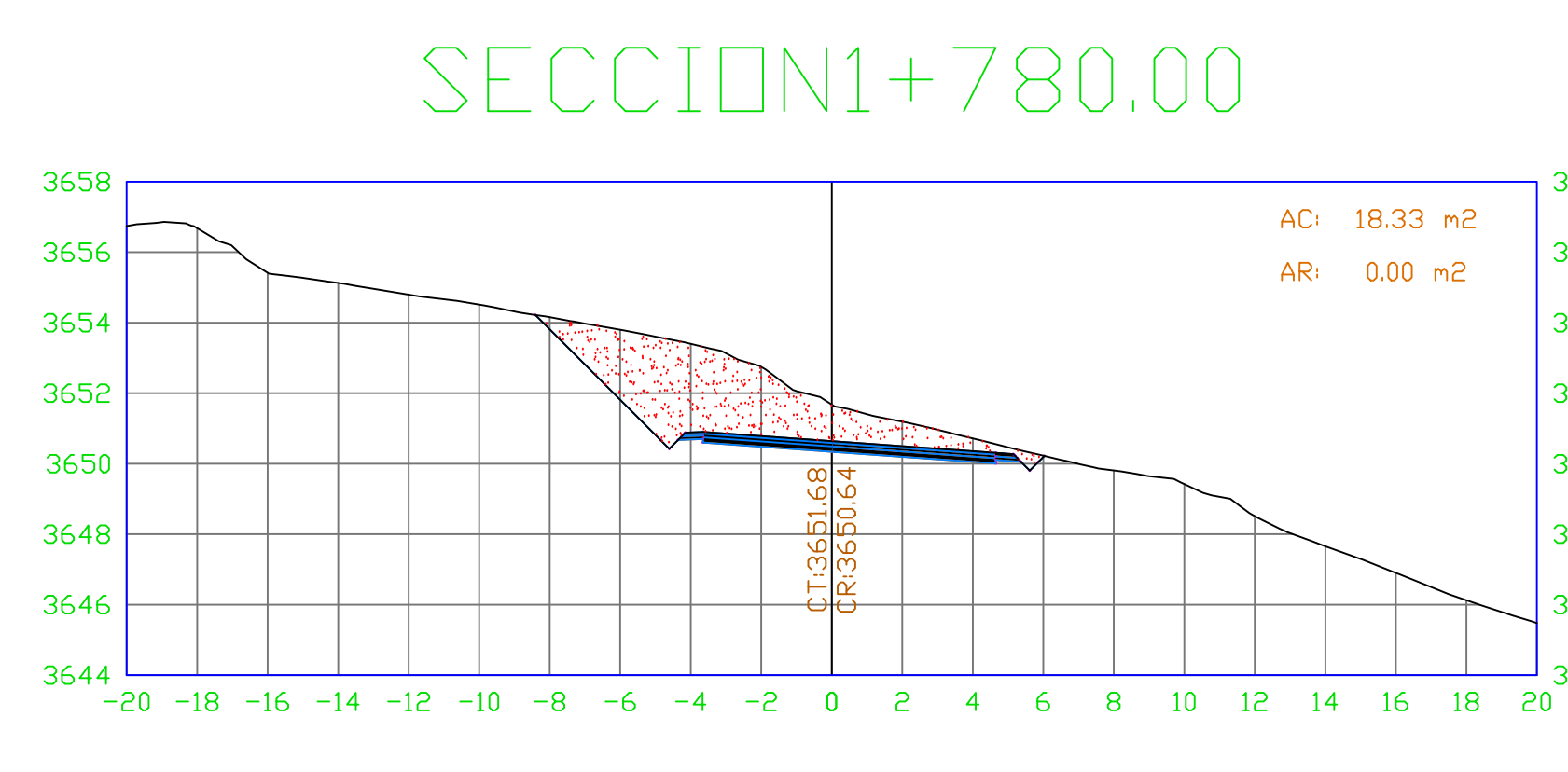
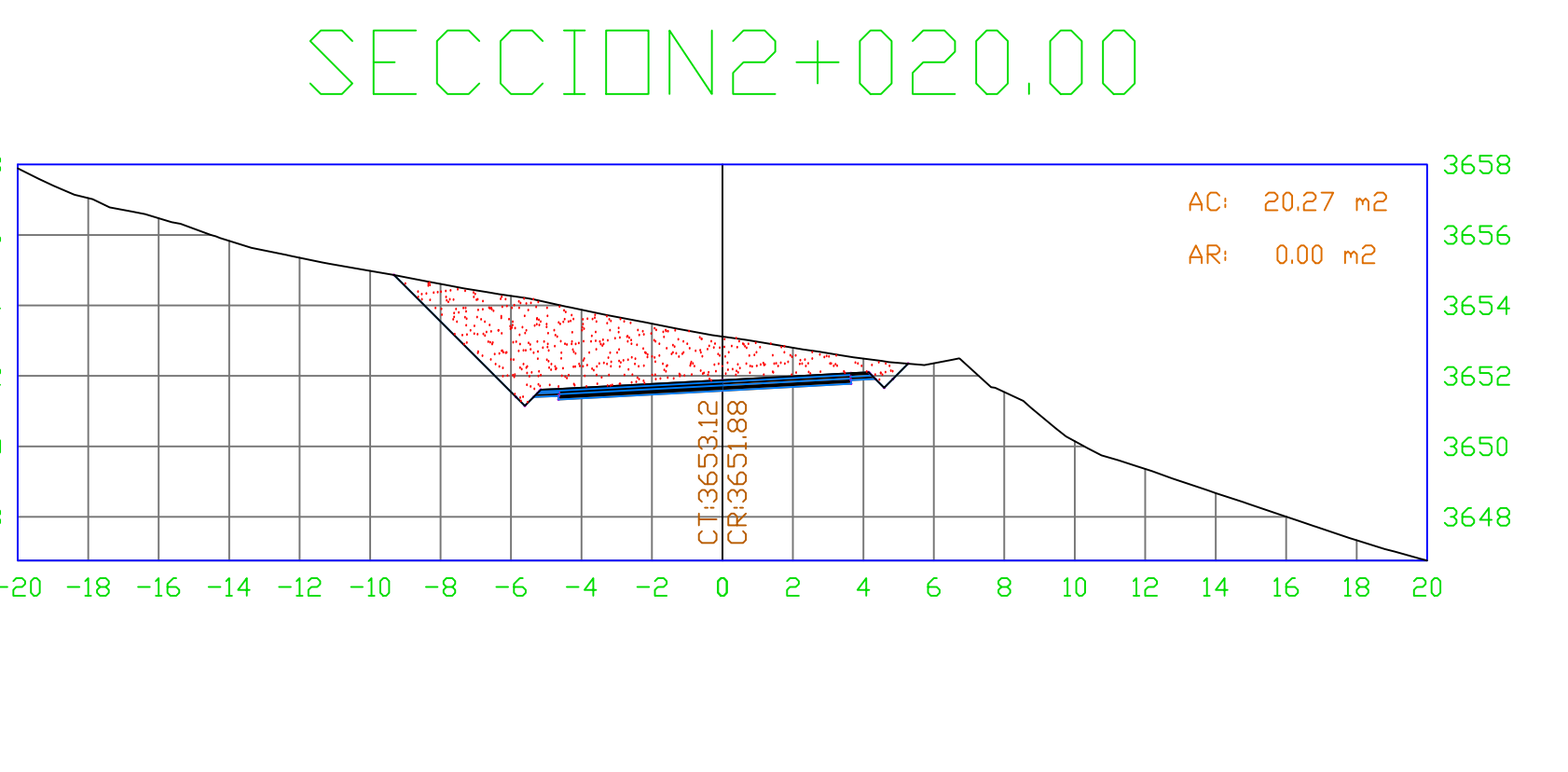
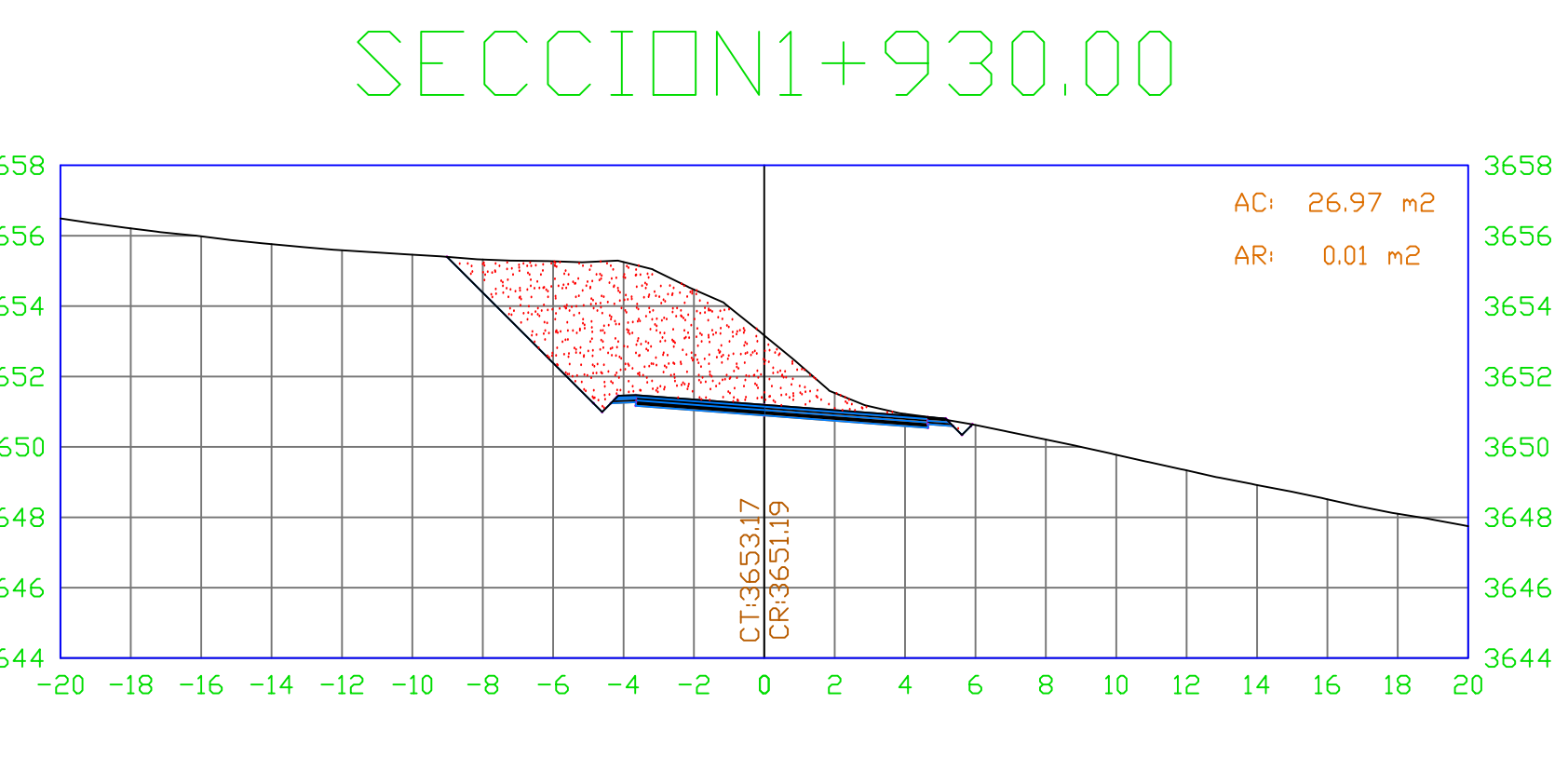
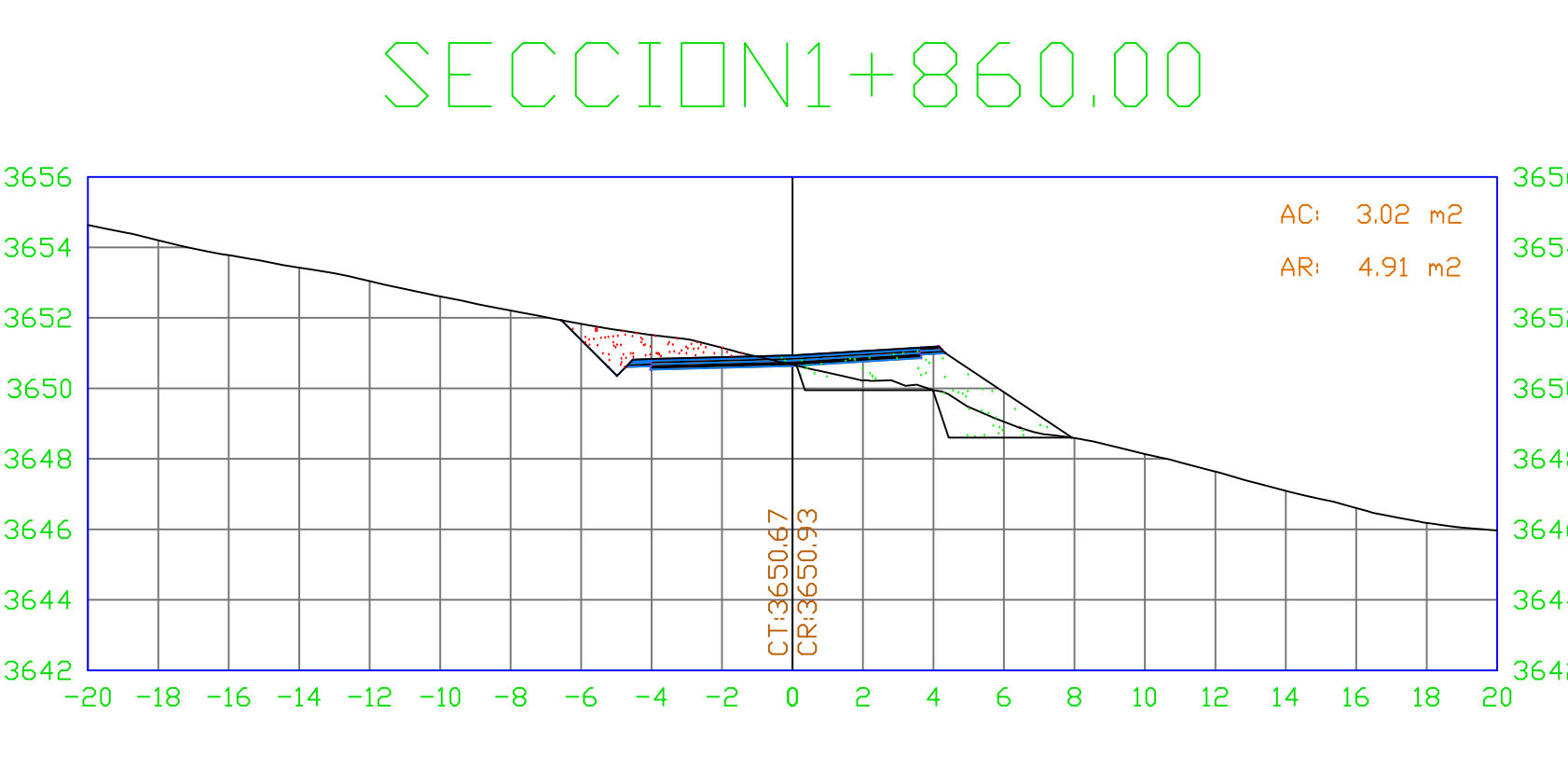
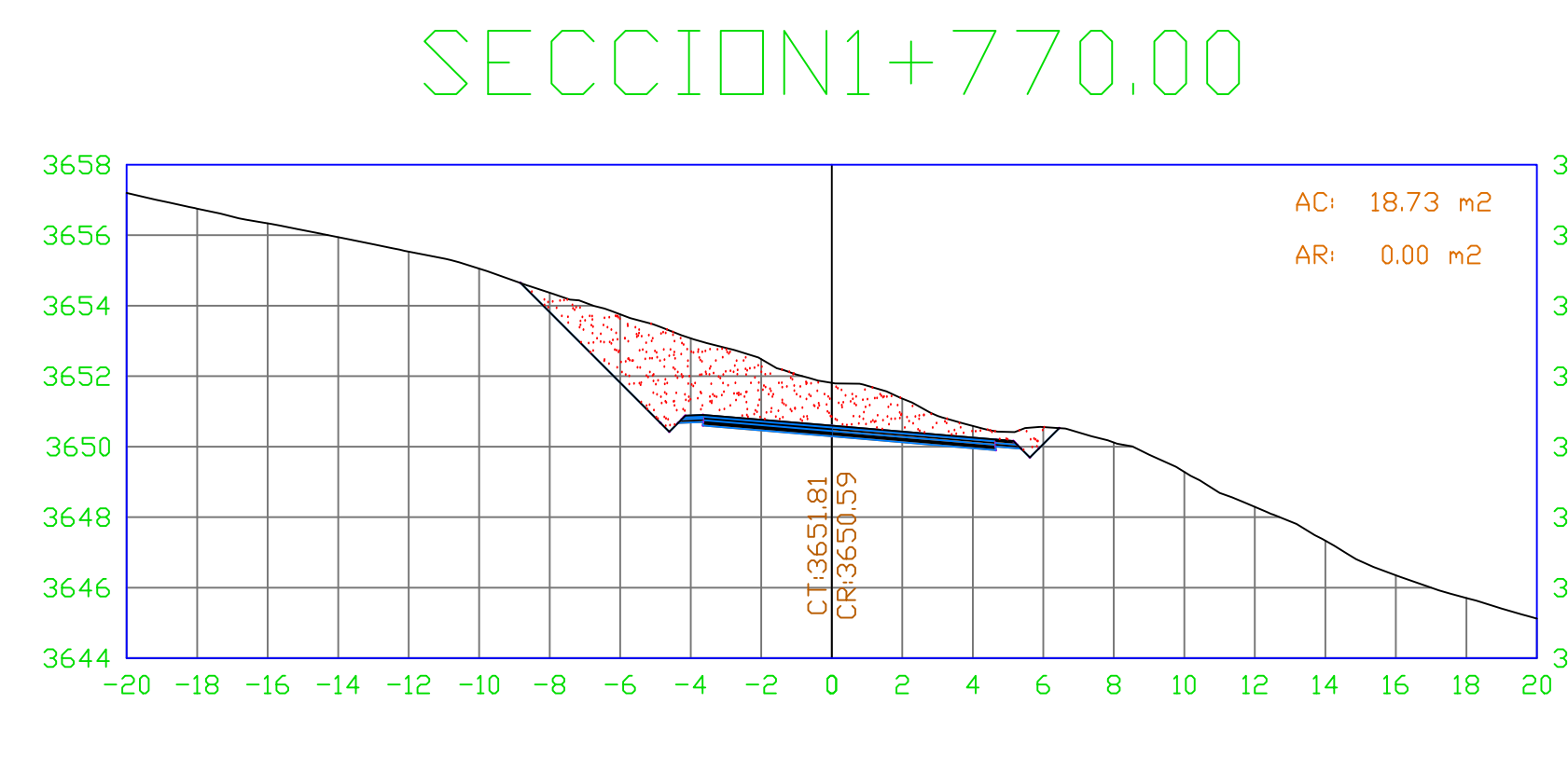
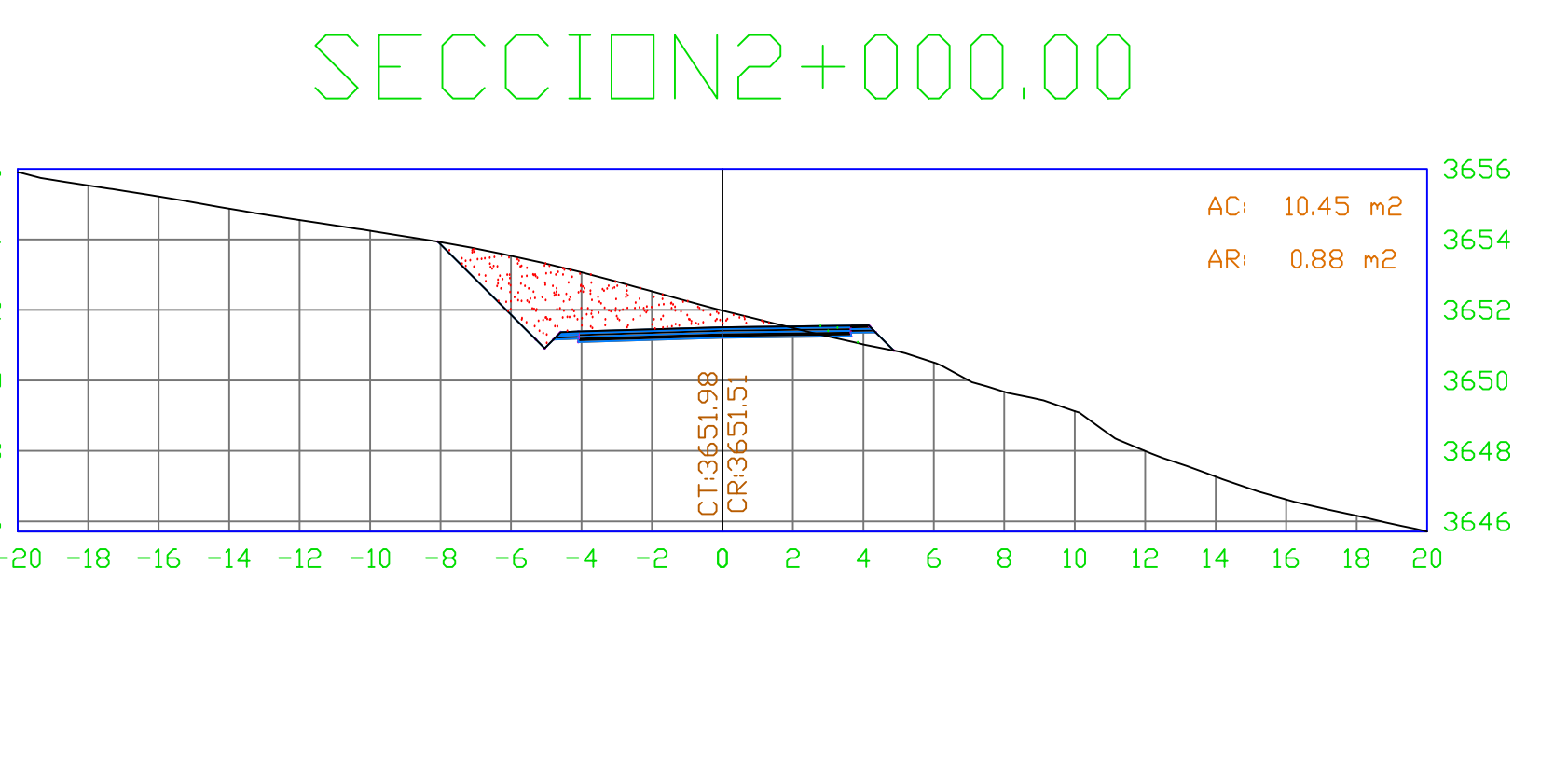
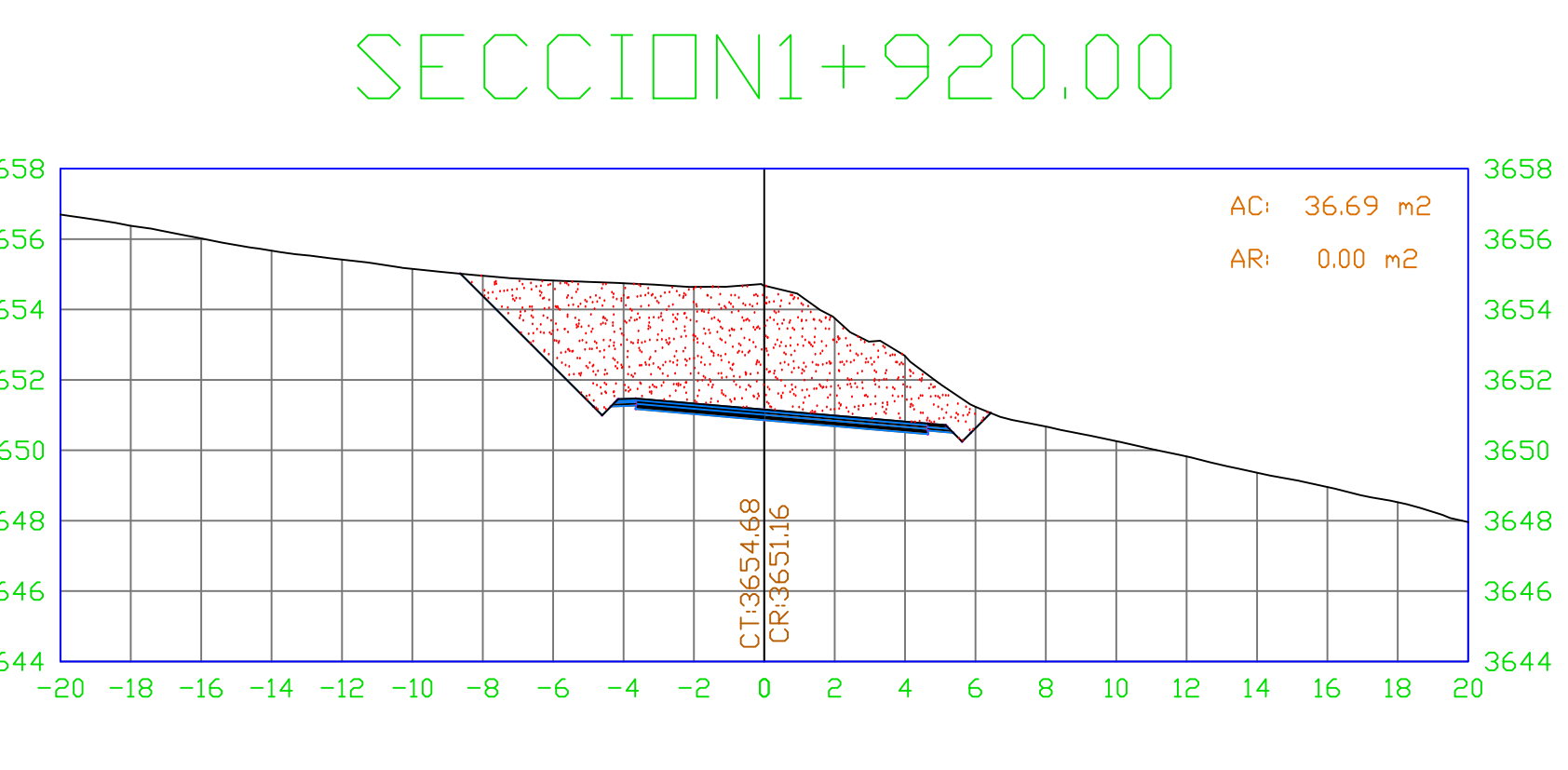
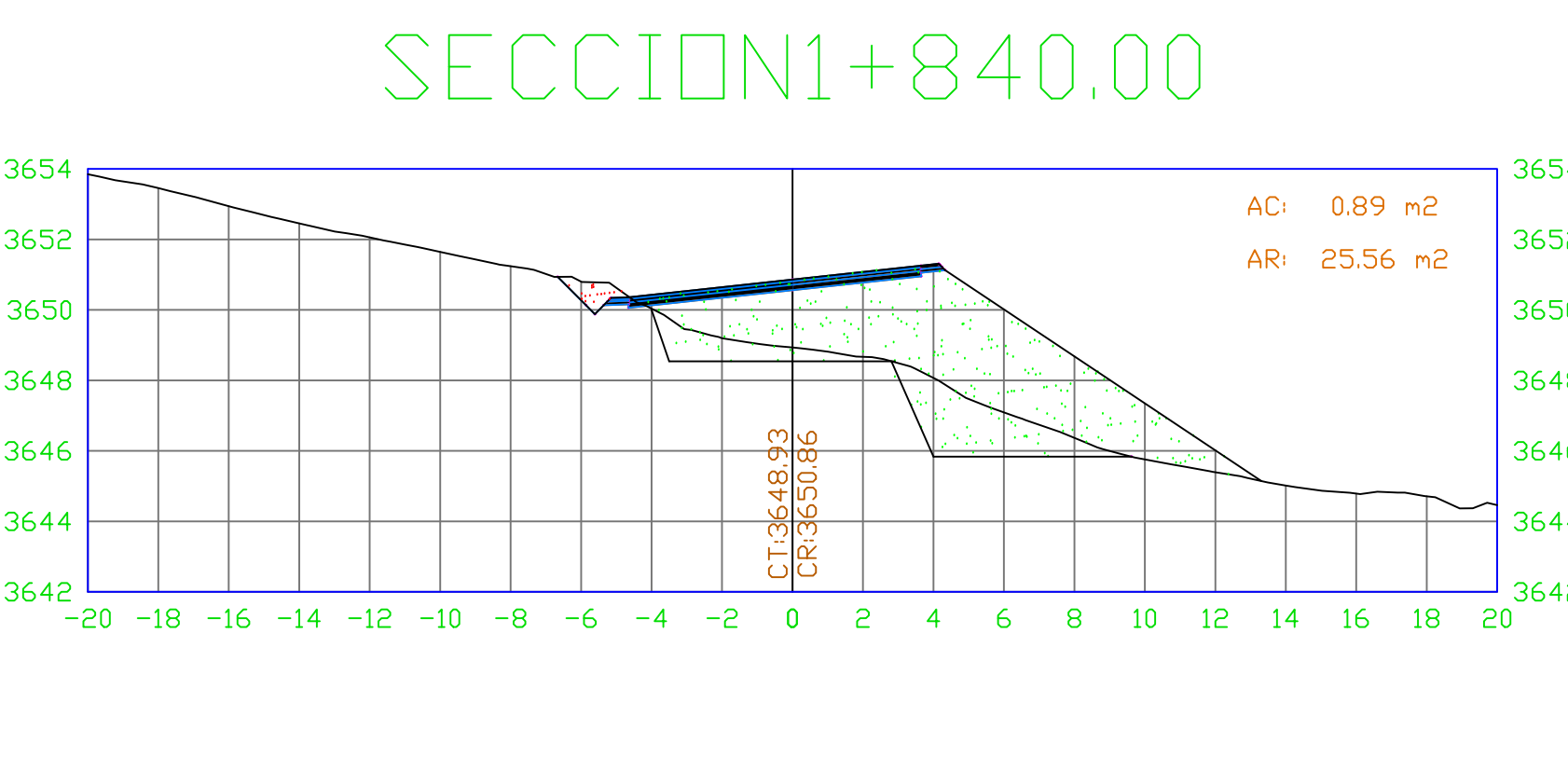
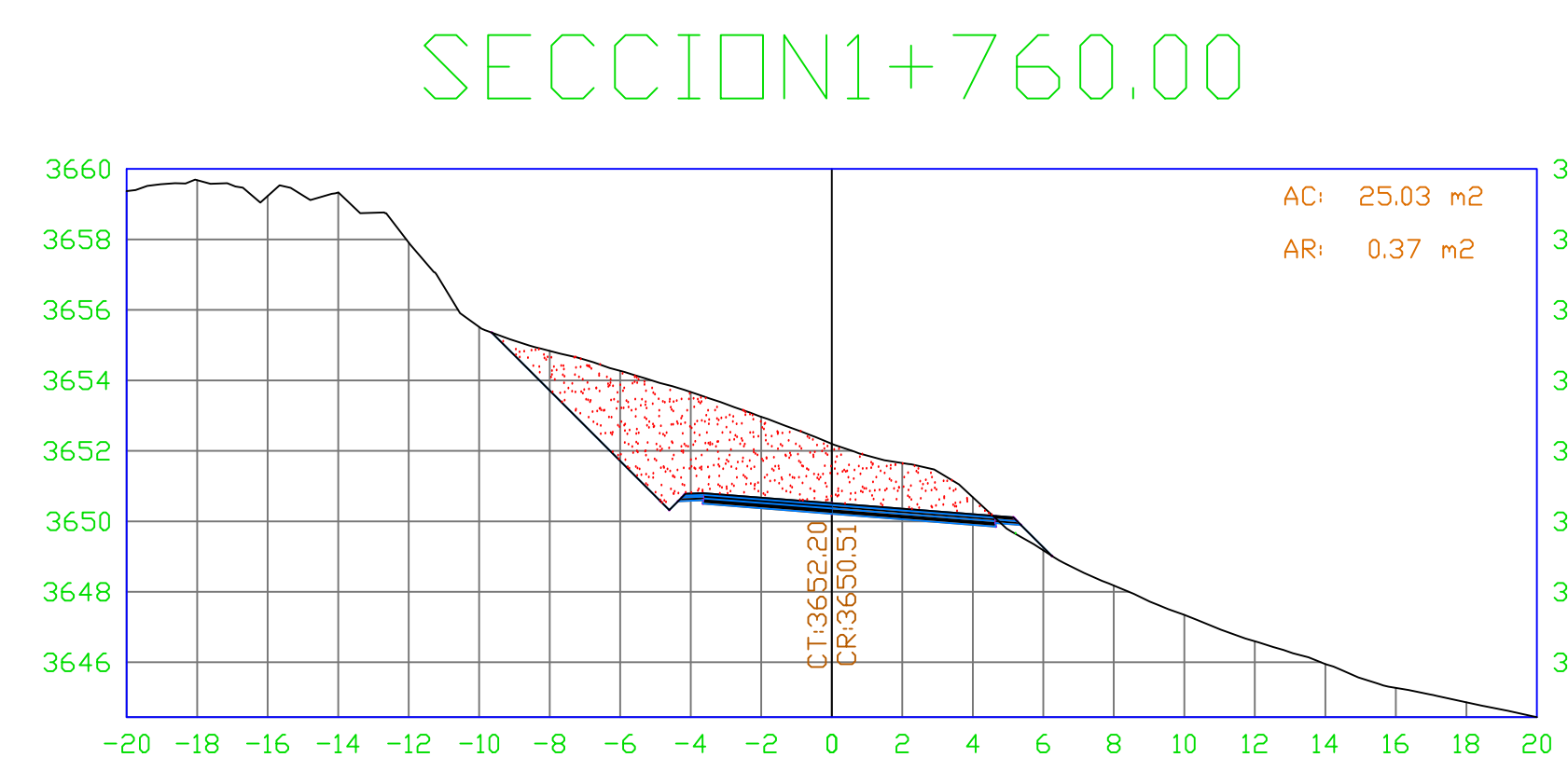


SECCION1+750.00



SECCIONES TRANSVERSALES

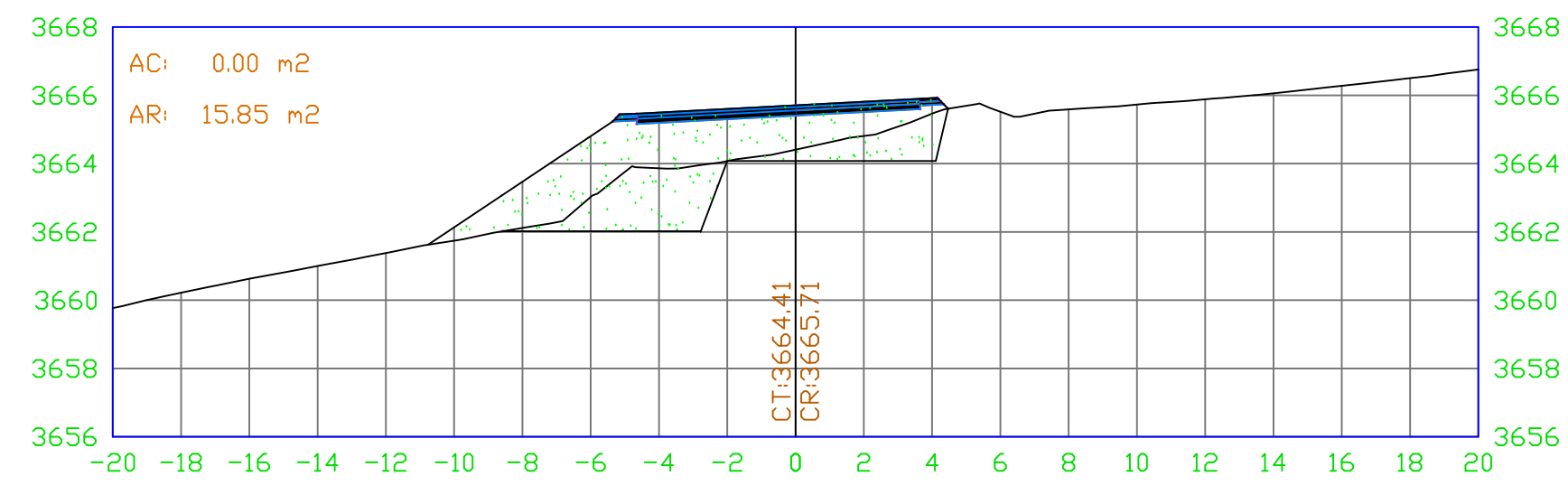
ESC=1/200



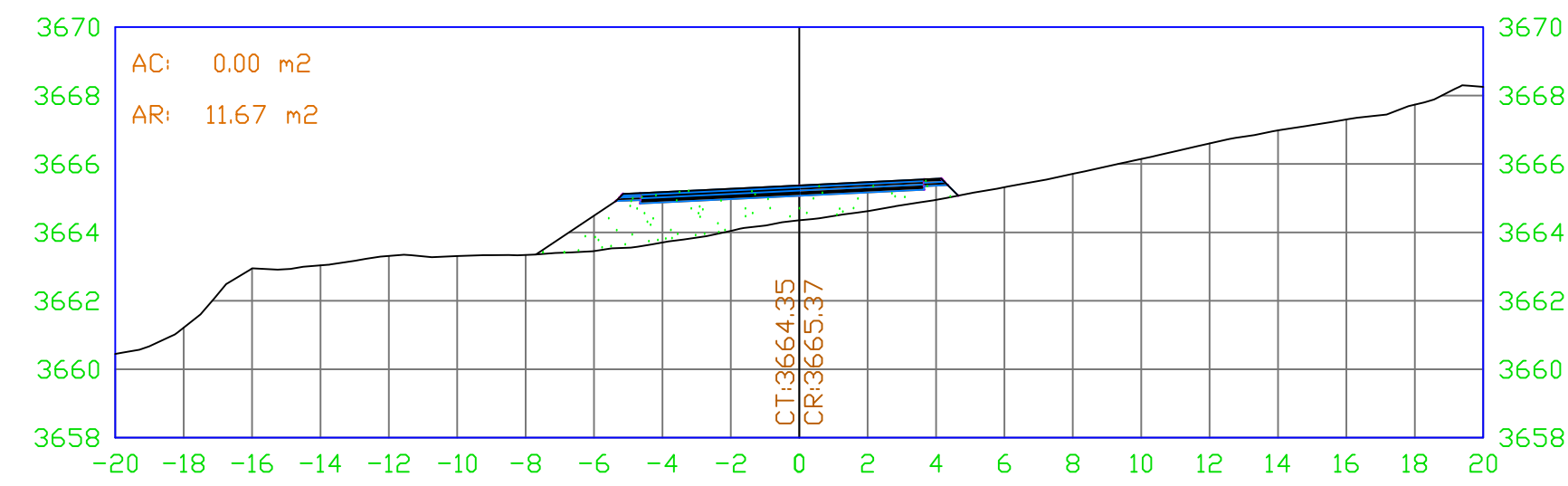
SECCIONES TRANSVERSALES
ESC=1/200

REVISIONES		
REV. N°	FECHA	DESCRIPCION
REV_0	FECHAREV_0	DESCRIPCIONREV_0
REV_1	FECHAREV_1	DESCRIPCIONREV_1
REV_2	FECHAREV_2	DESCRIPCIONREV_2
REV_3	FECHAREV_3	DESCRIPCIONREV_3

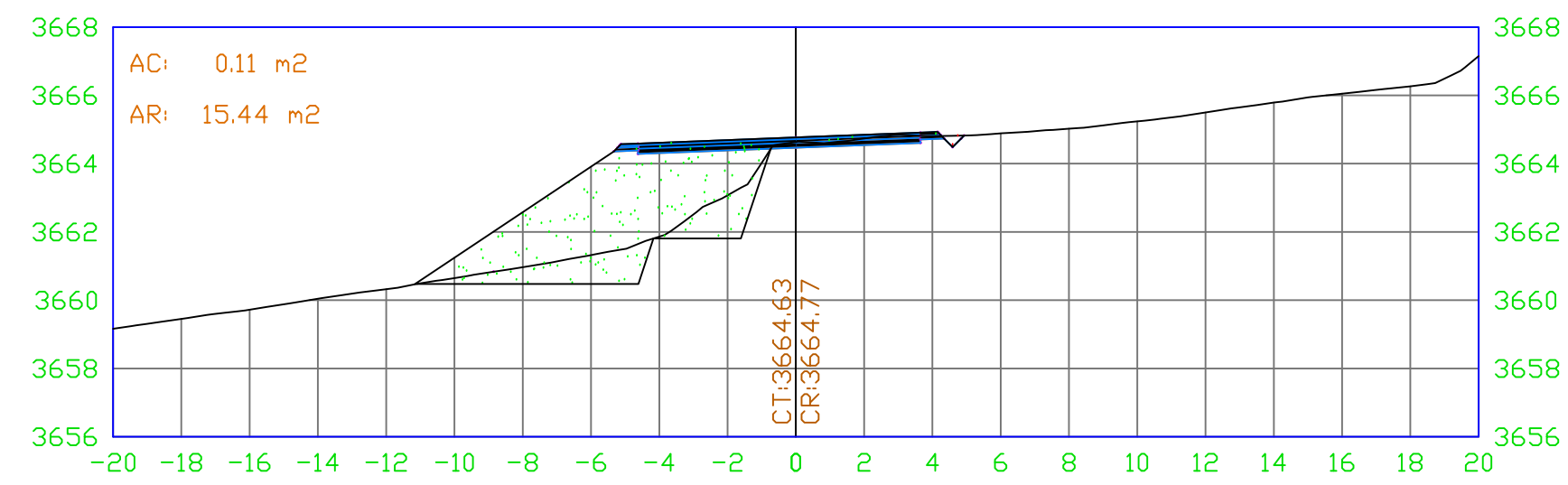
SECCION2+360.00



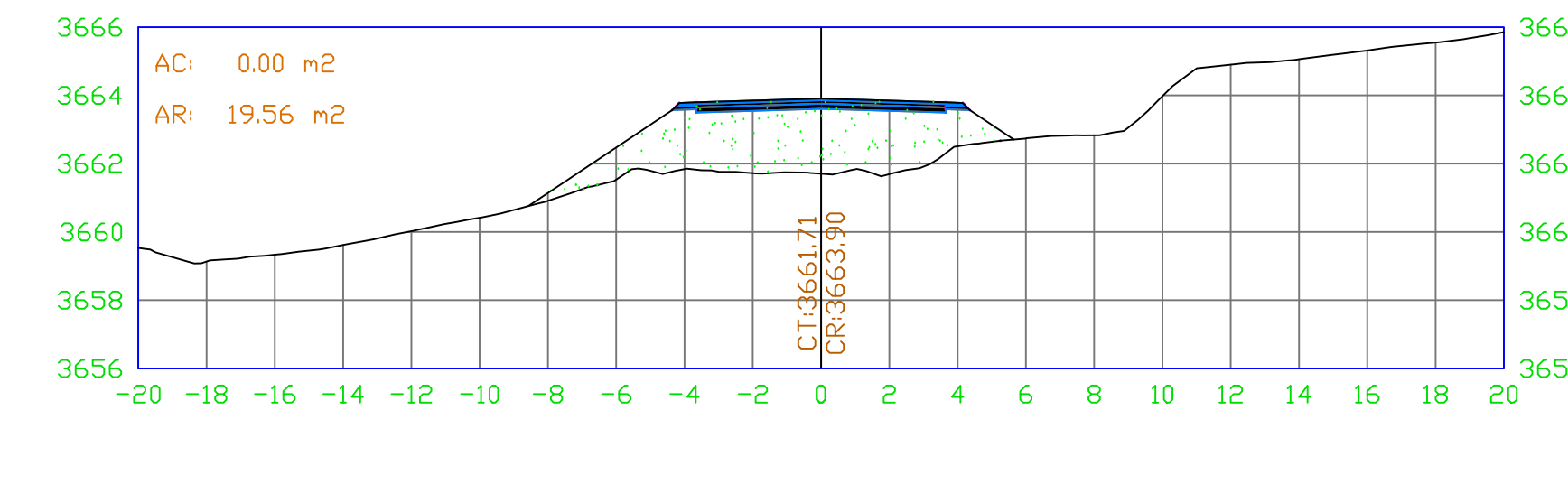
SECCION2+410.00



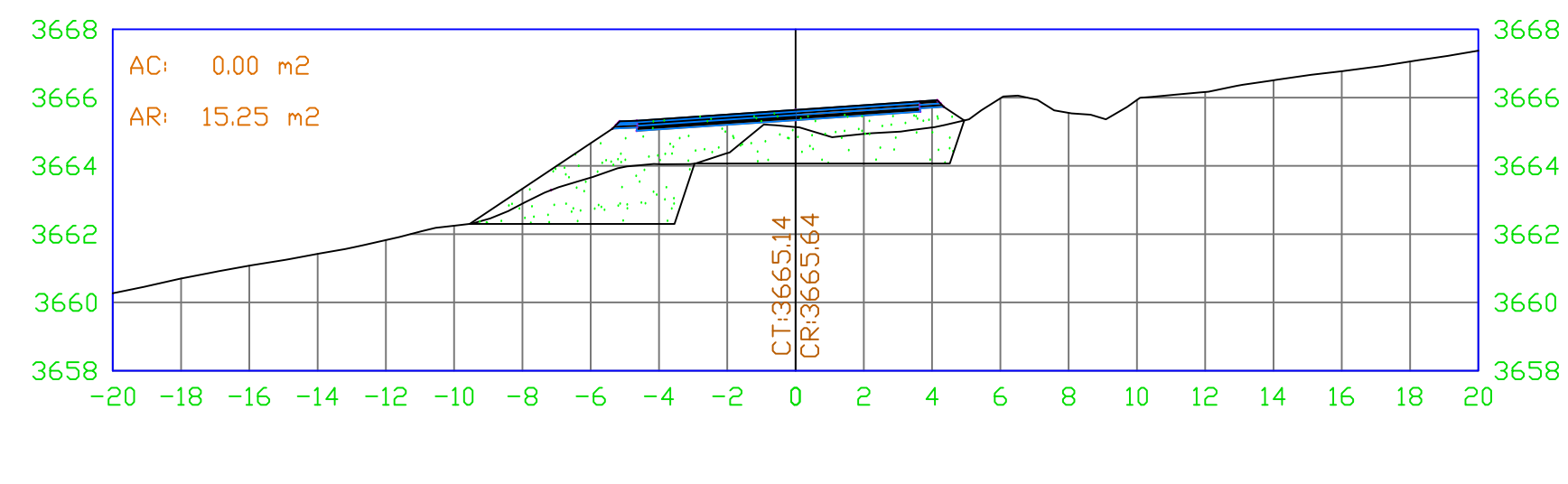
SECCION2+500.00



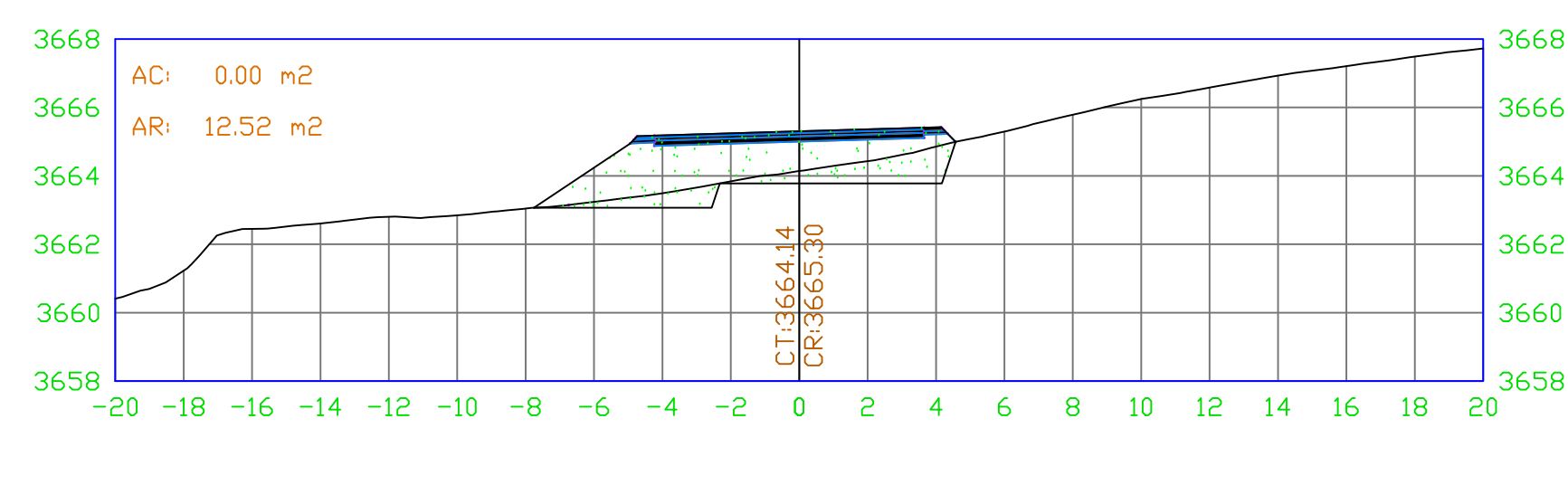
SECCION2+580.00



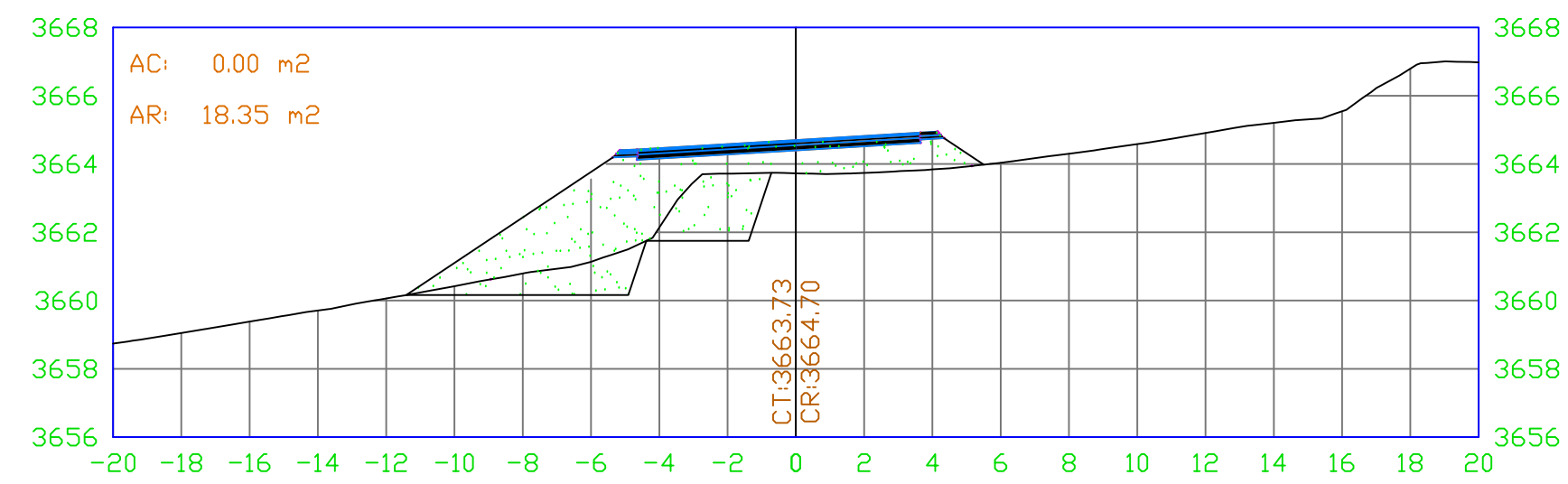
SECCION2+370.00



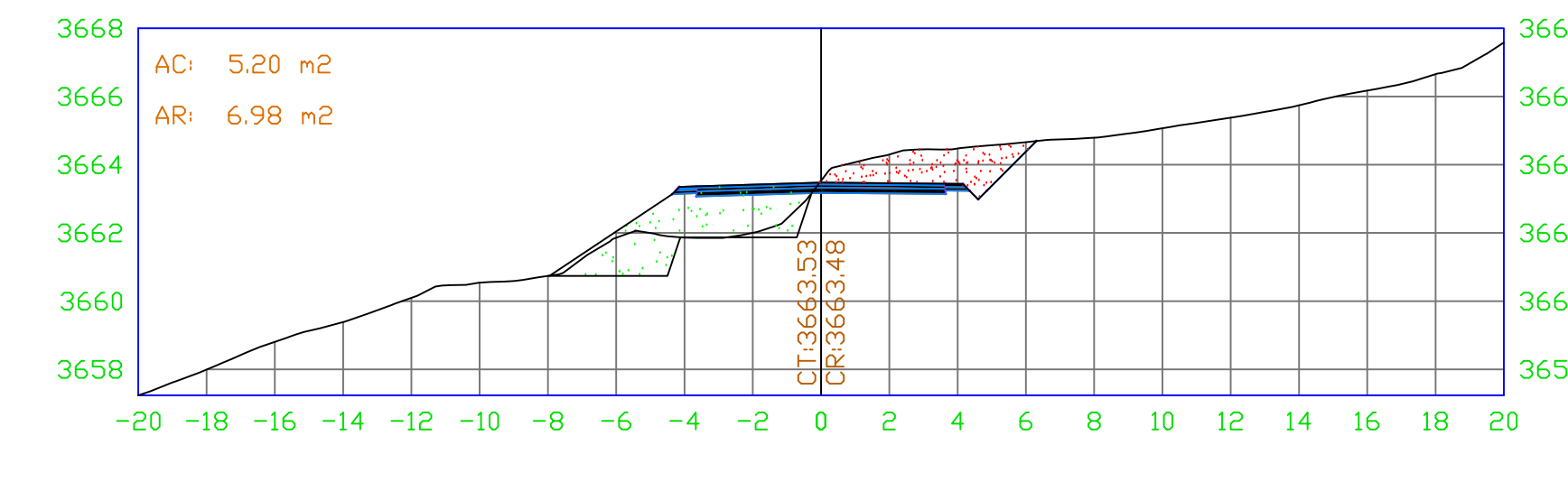
SECCION2+420.00



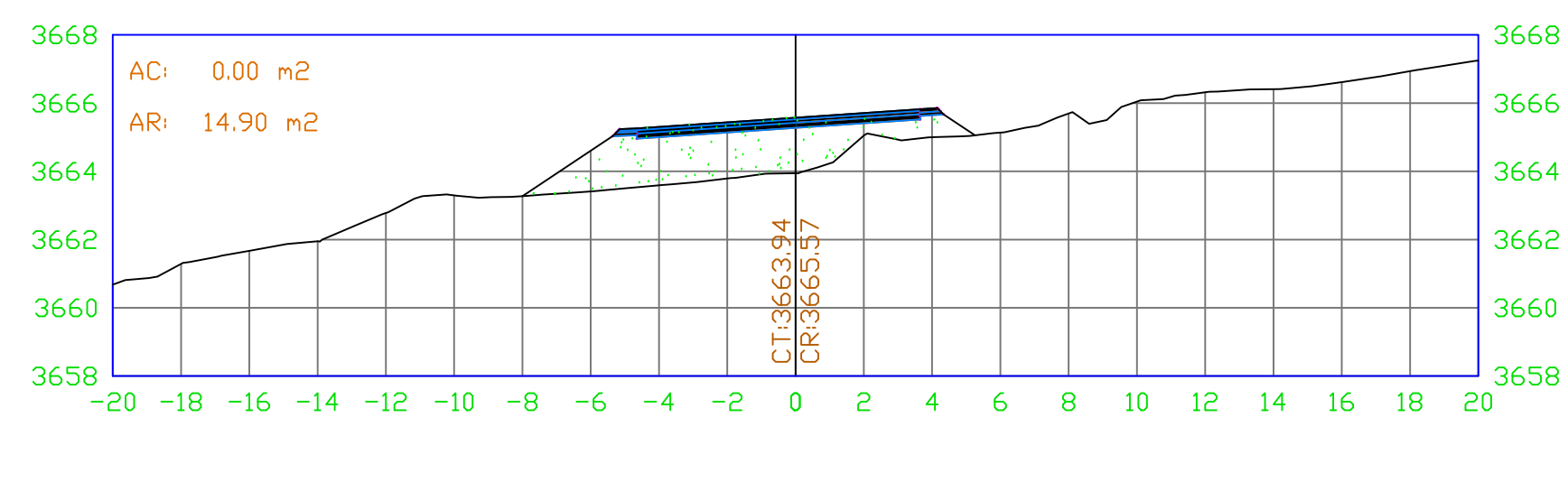
SECCION2+510.00



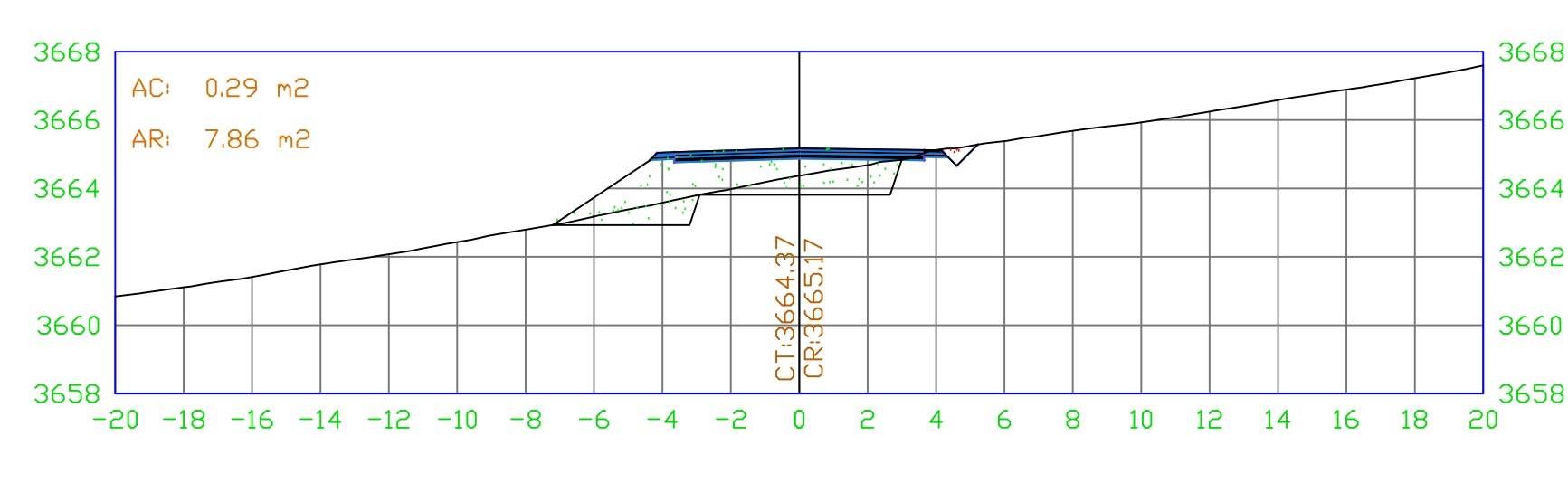
SECCION2+600.00



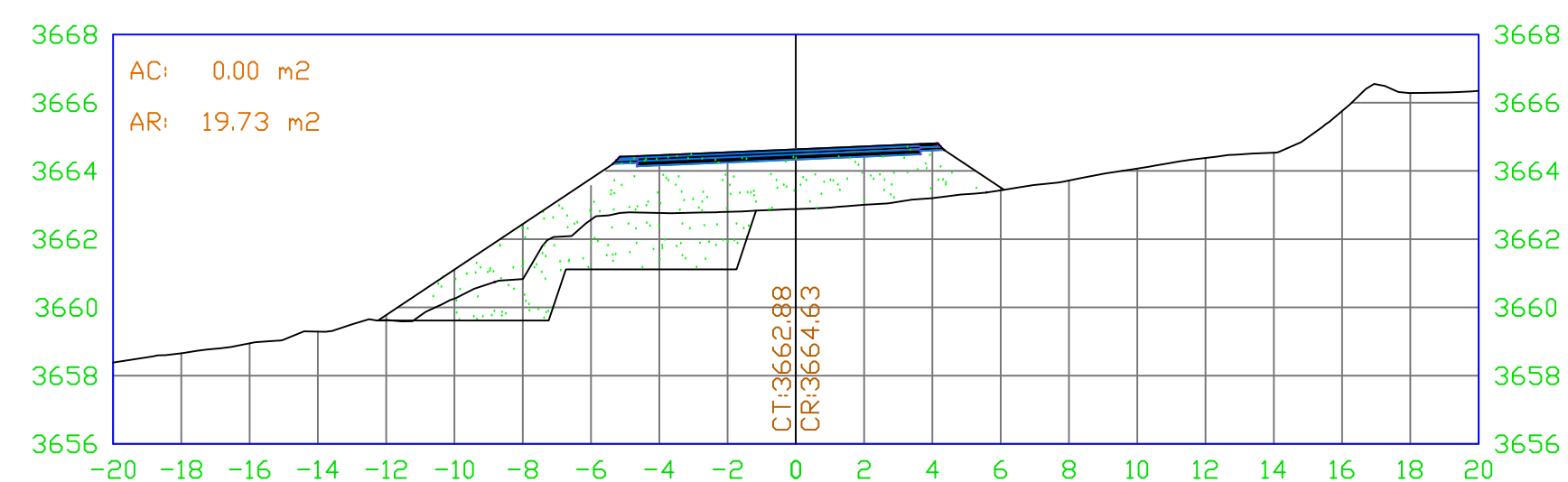
SECCION2+380.00



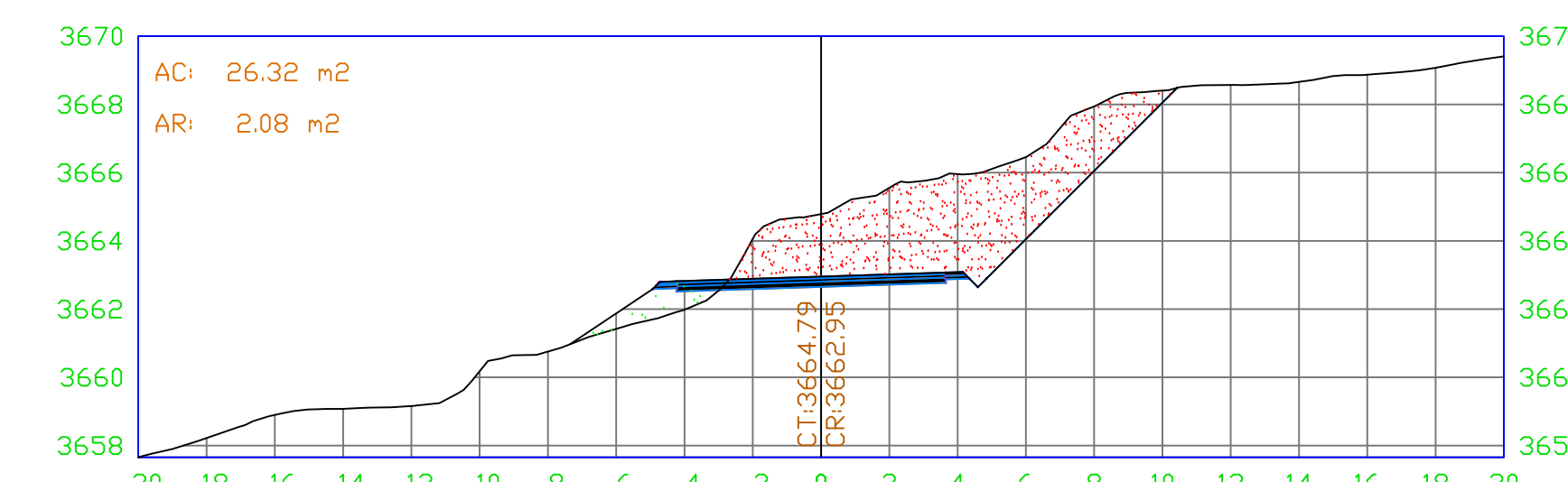
SECCION2+440.00



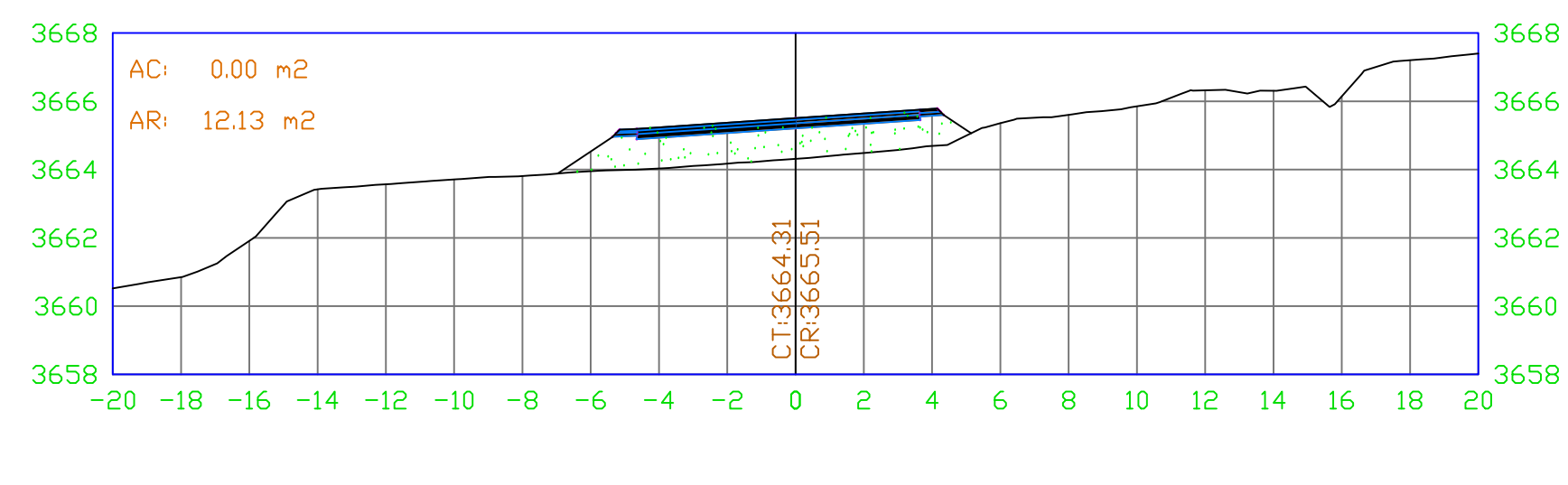
SECCION2+520.00



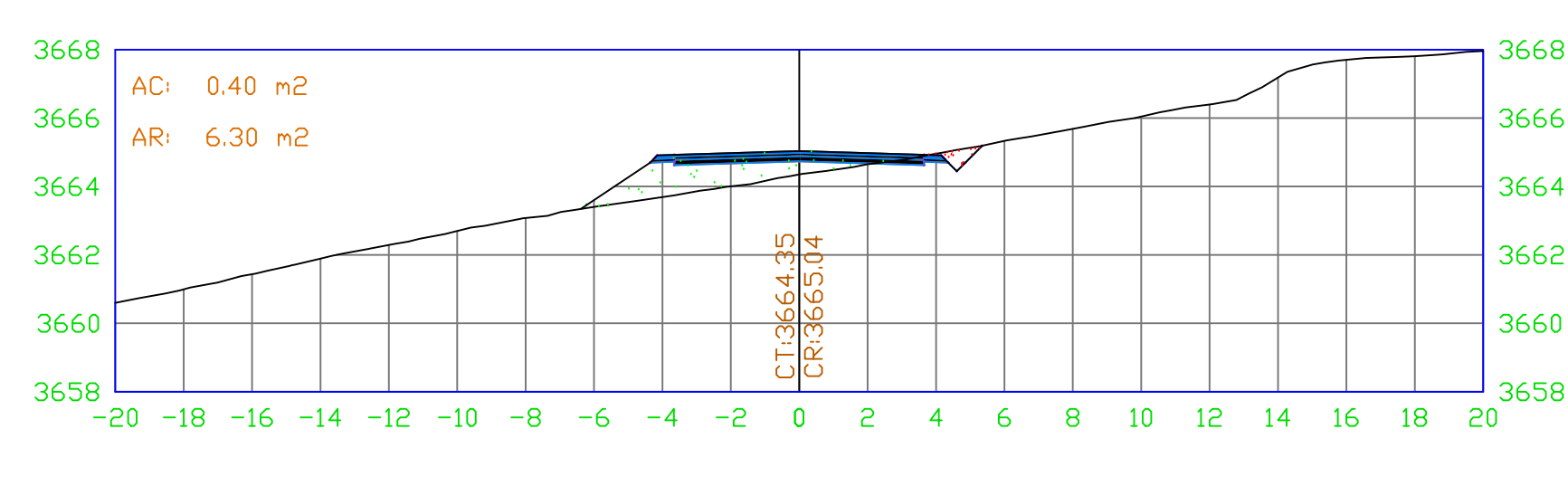
SECCION2+620.00



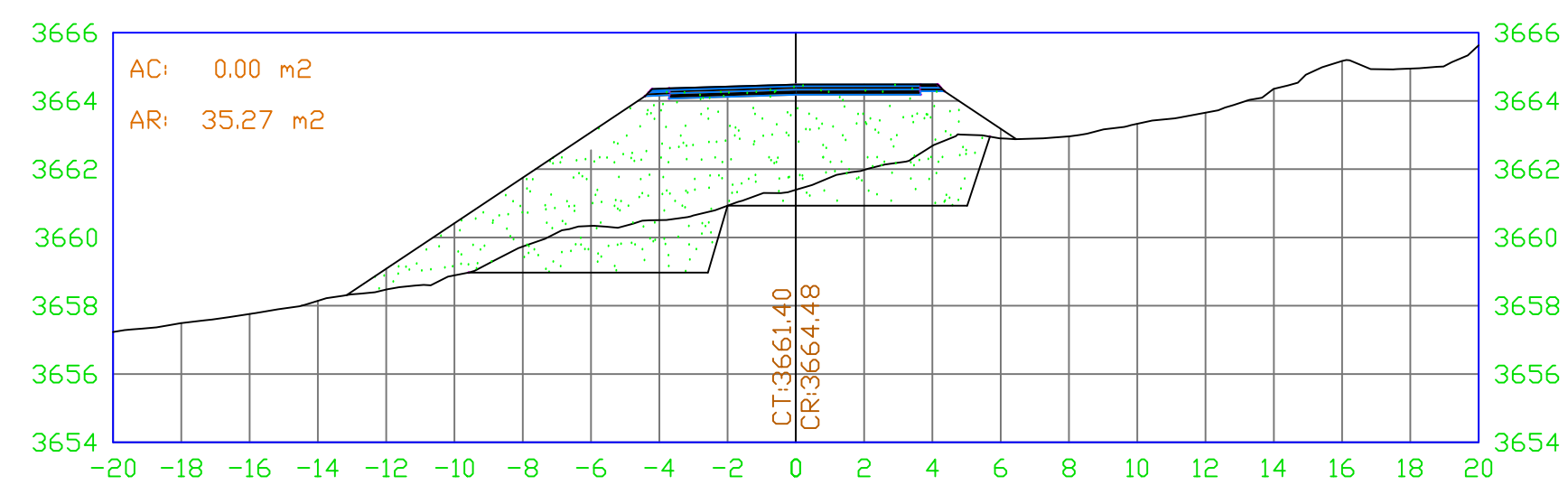
SECCION2+390.00



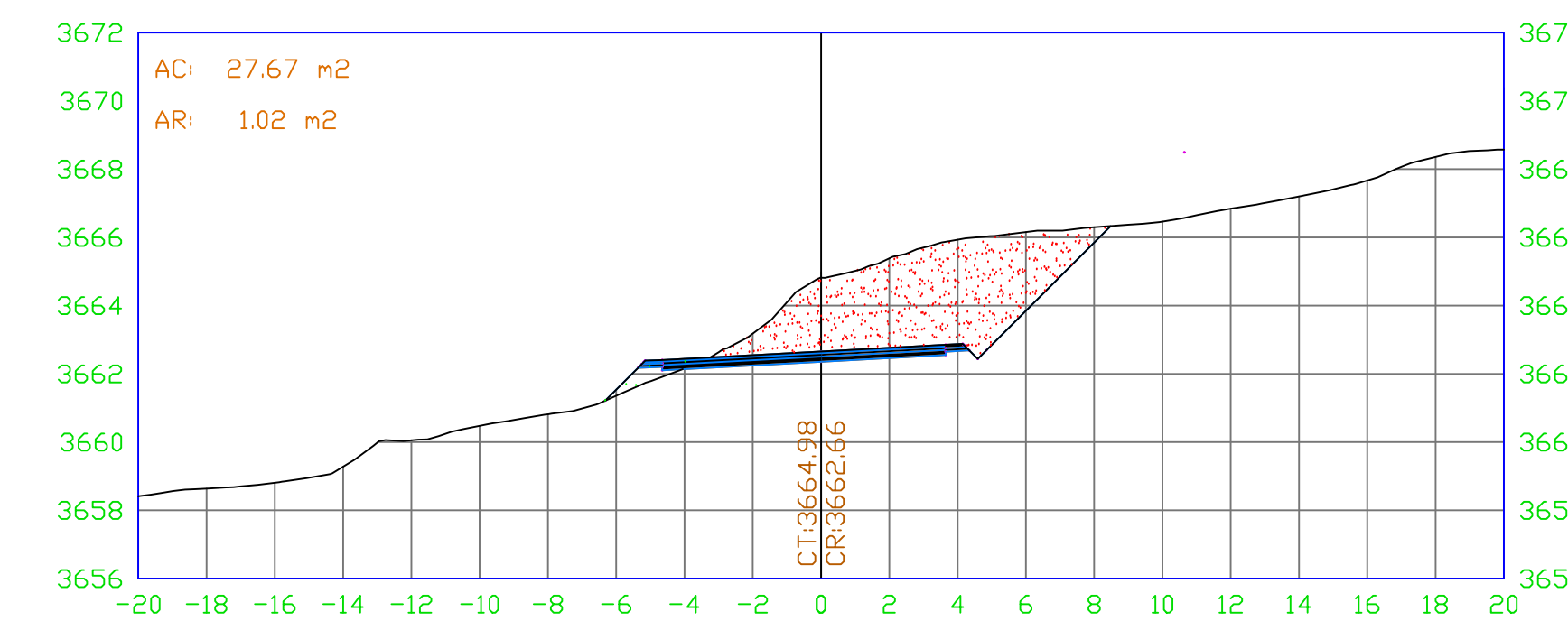
SECCION2+460.00



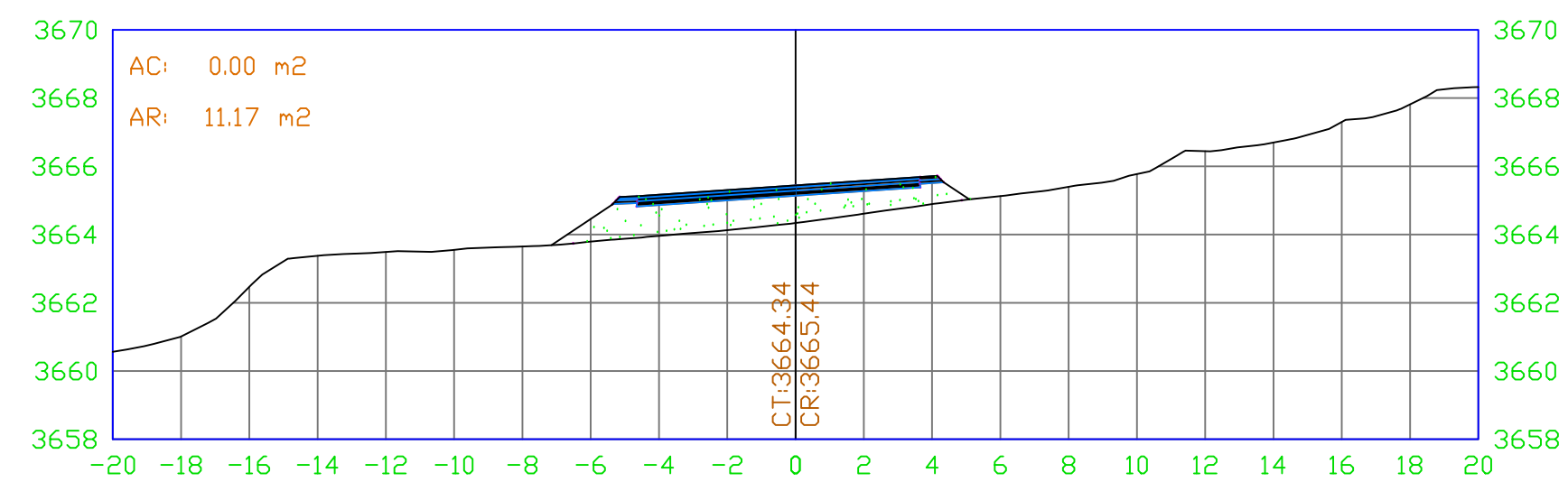
SECCION2+540.00



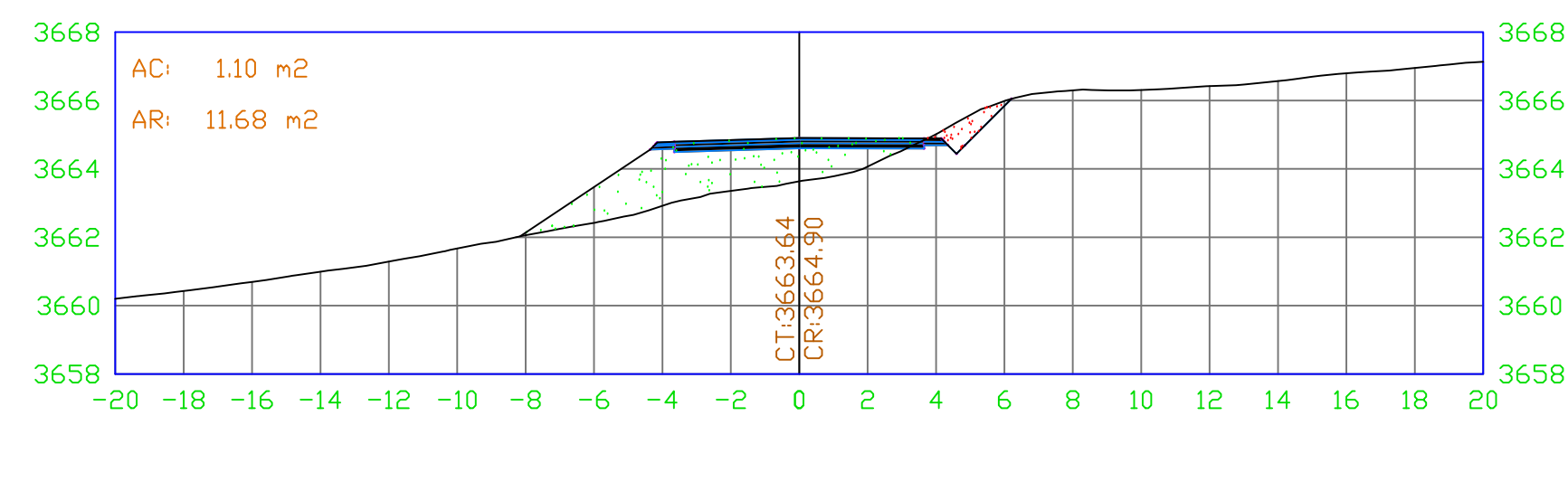
SECCION2+630.00



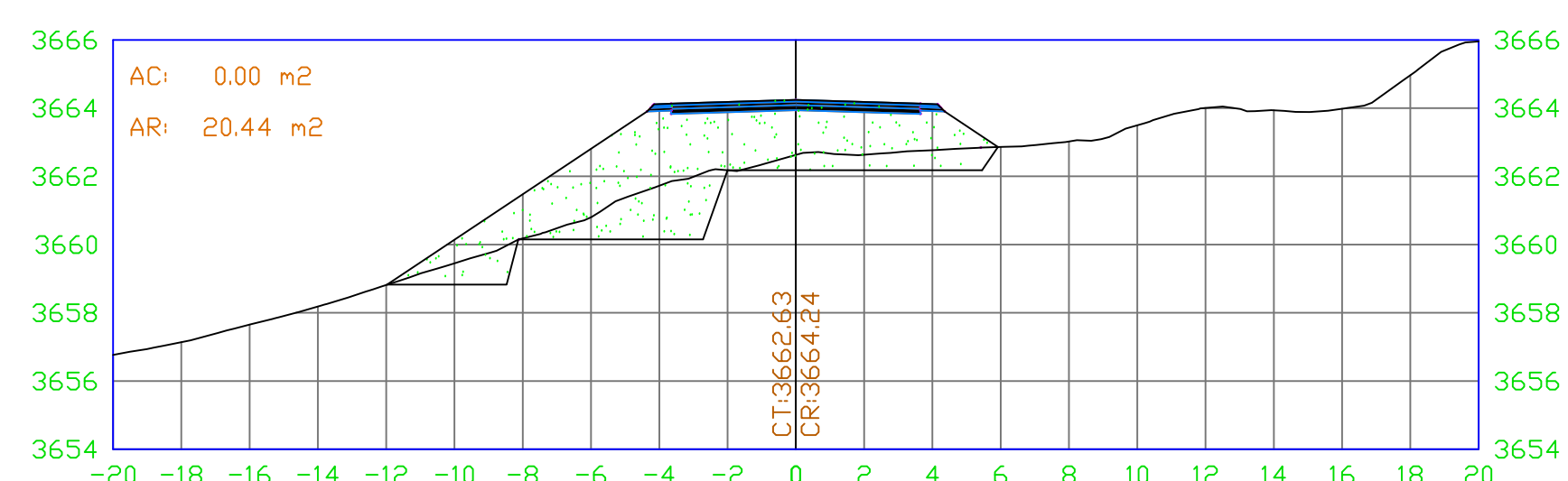
SECCION2+400.00



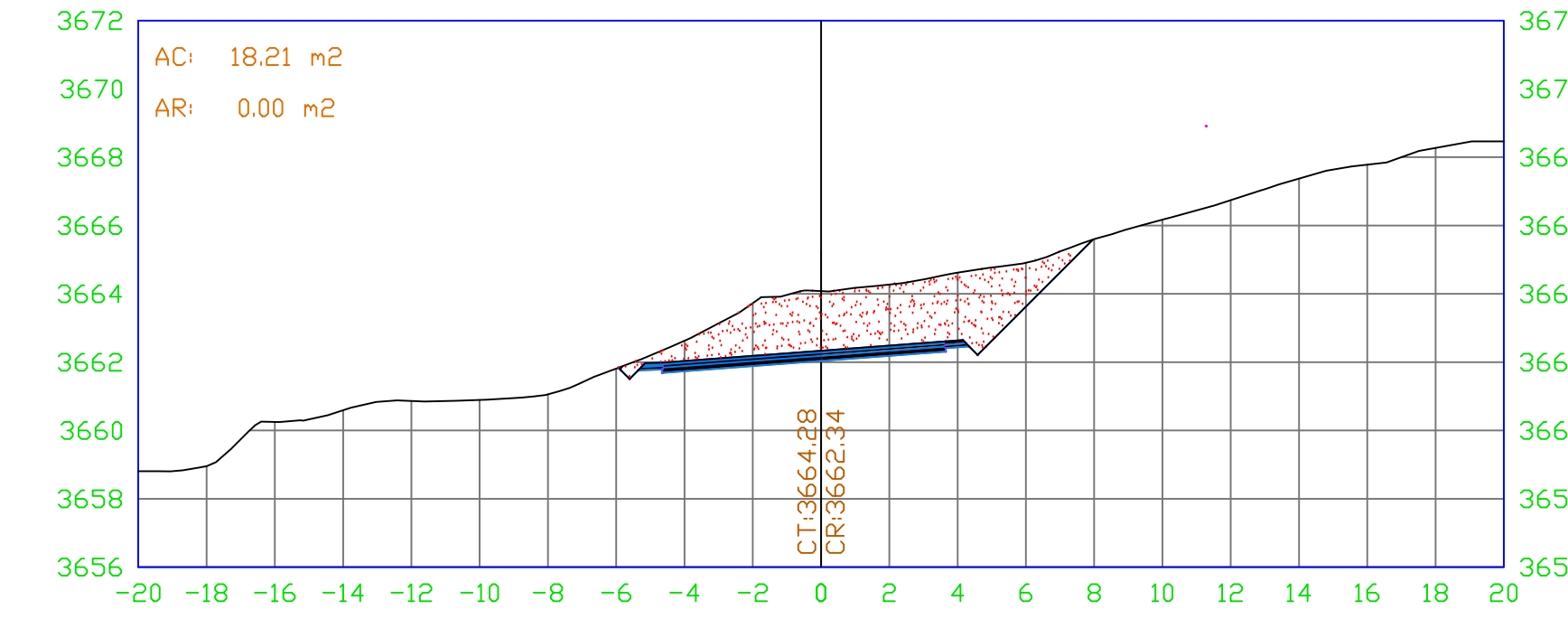
SECCION2+480.00



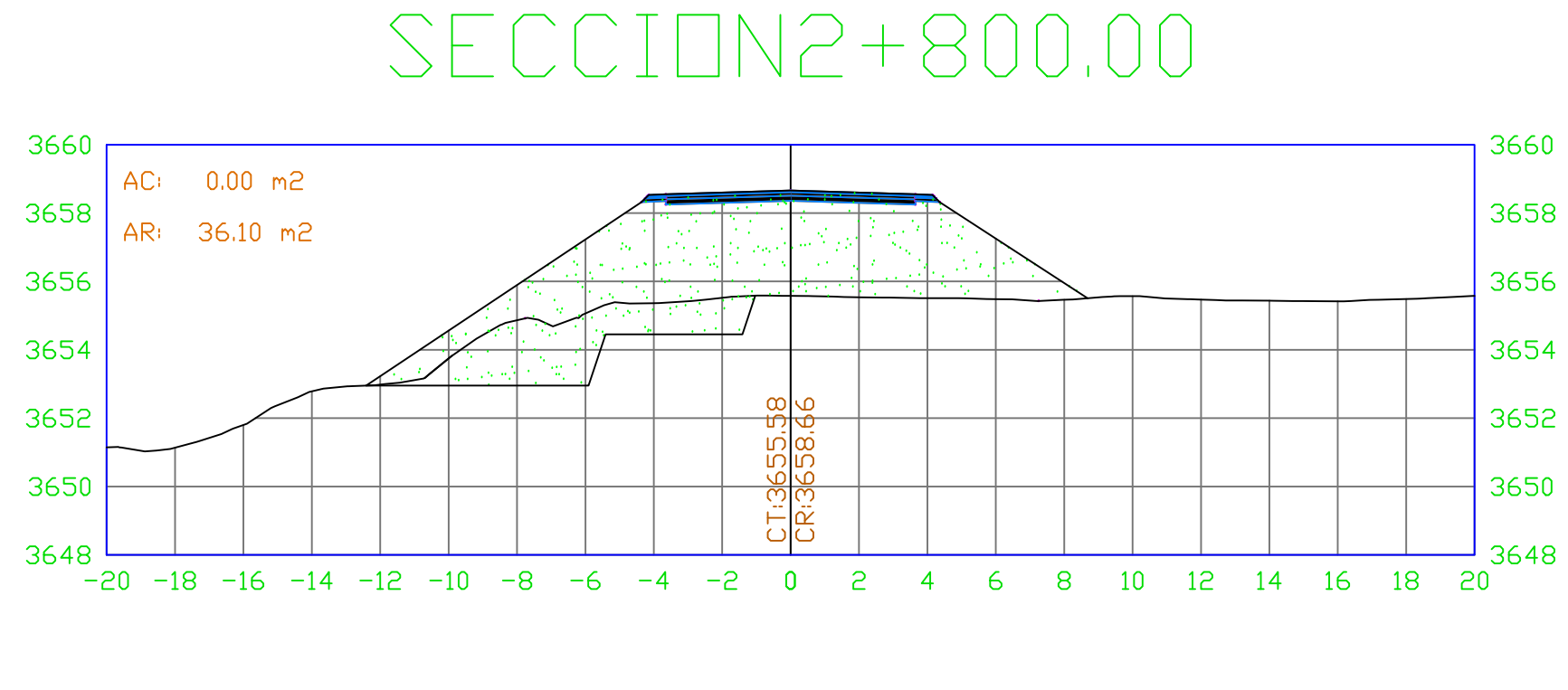
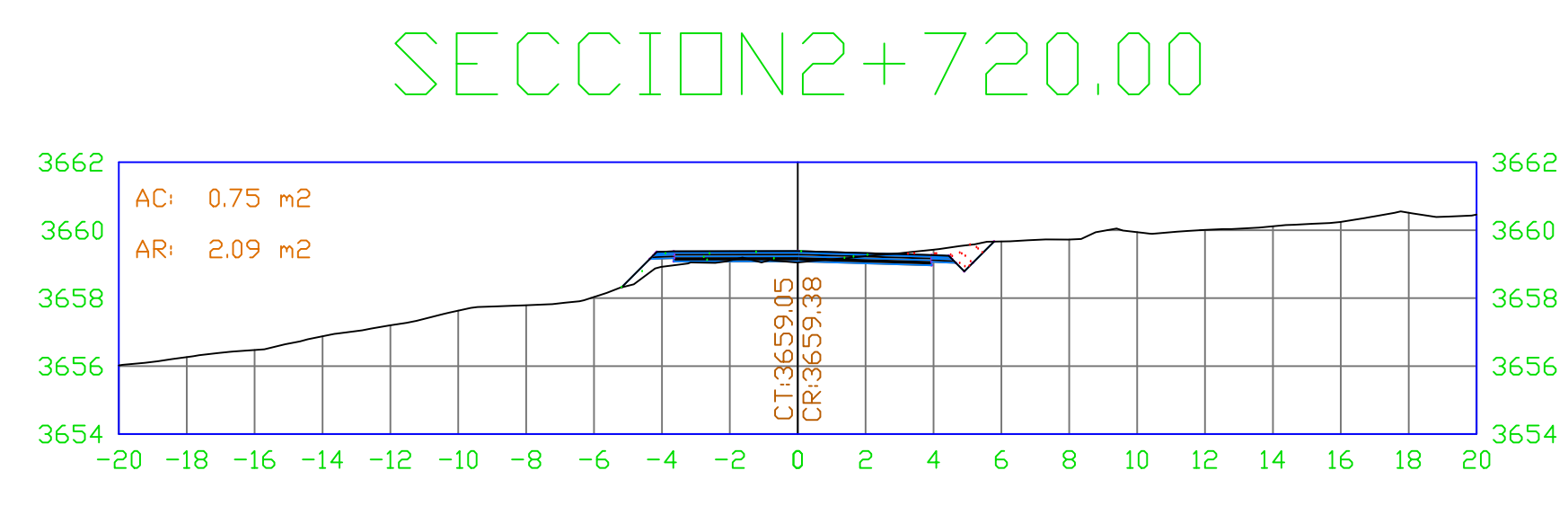
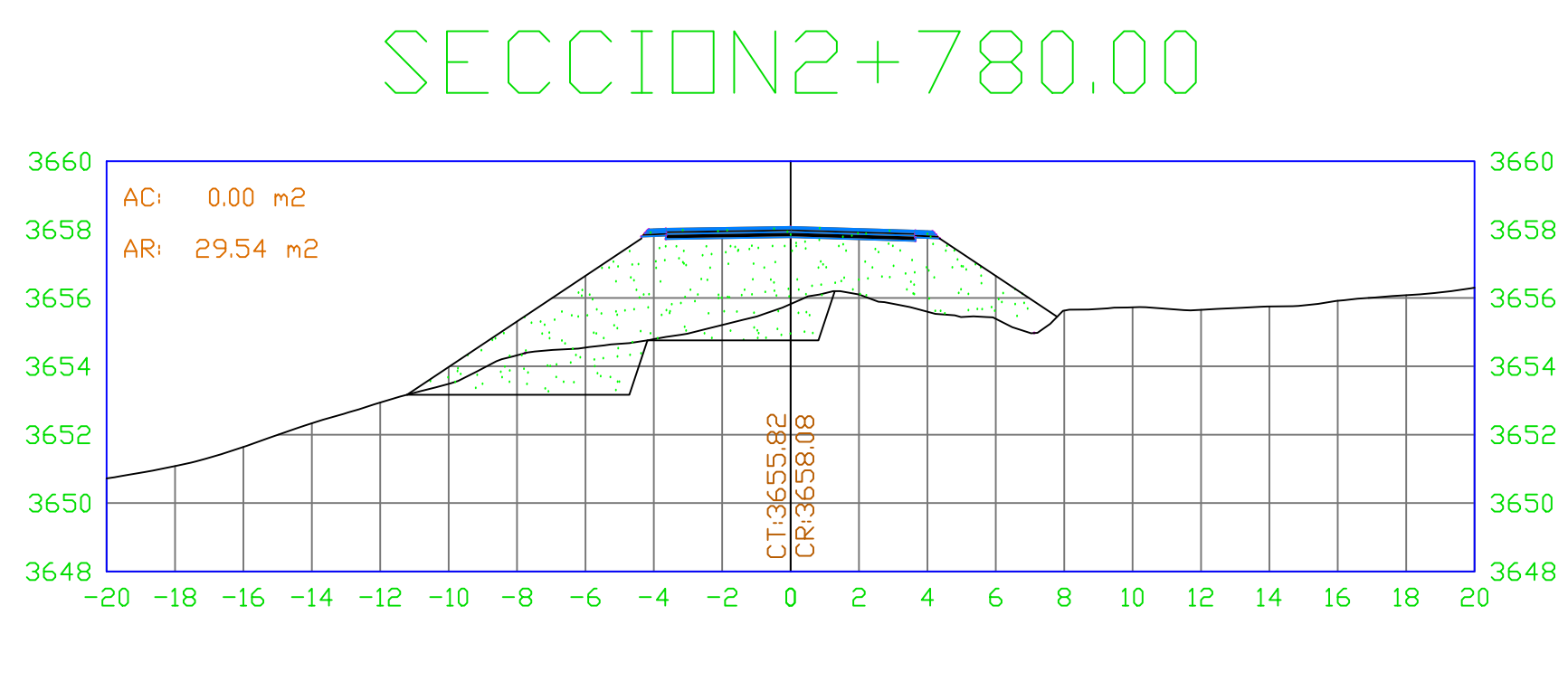
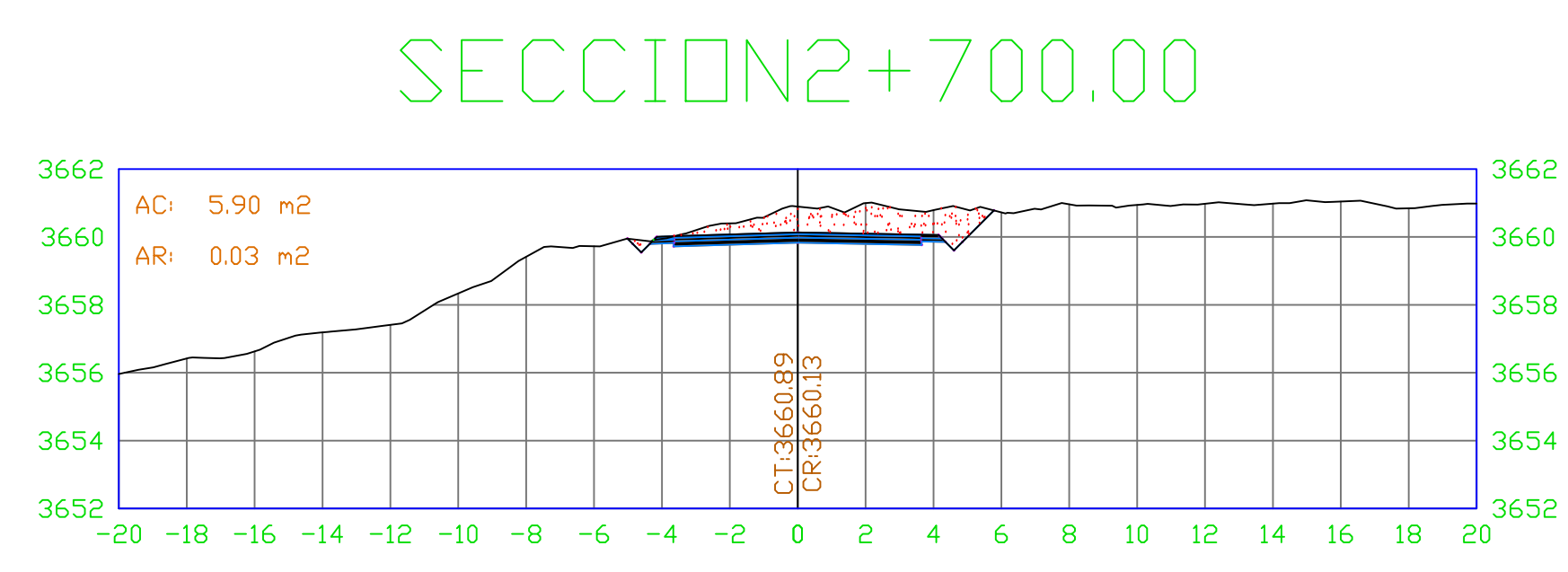
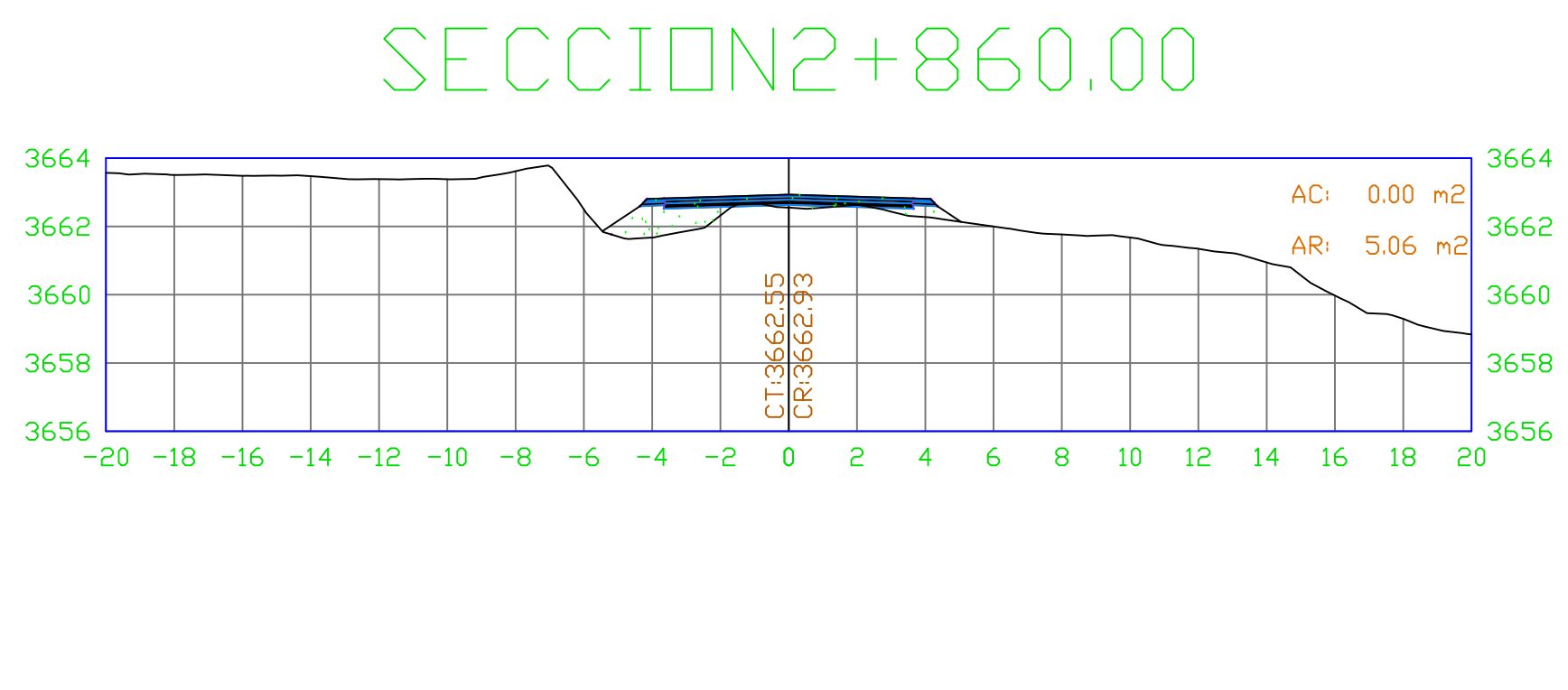
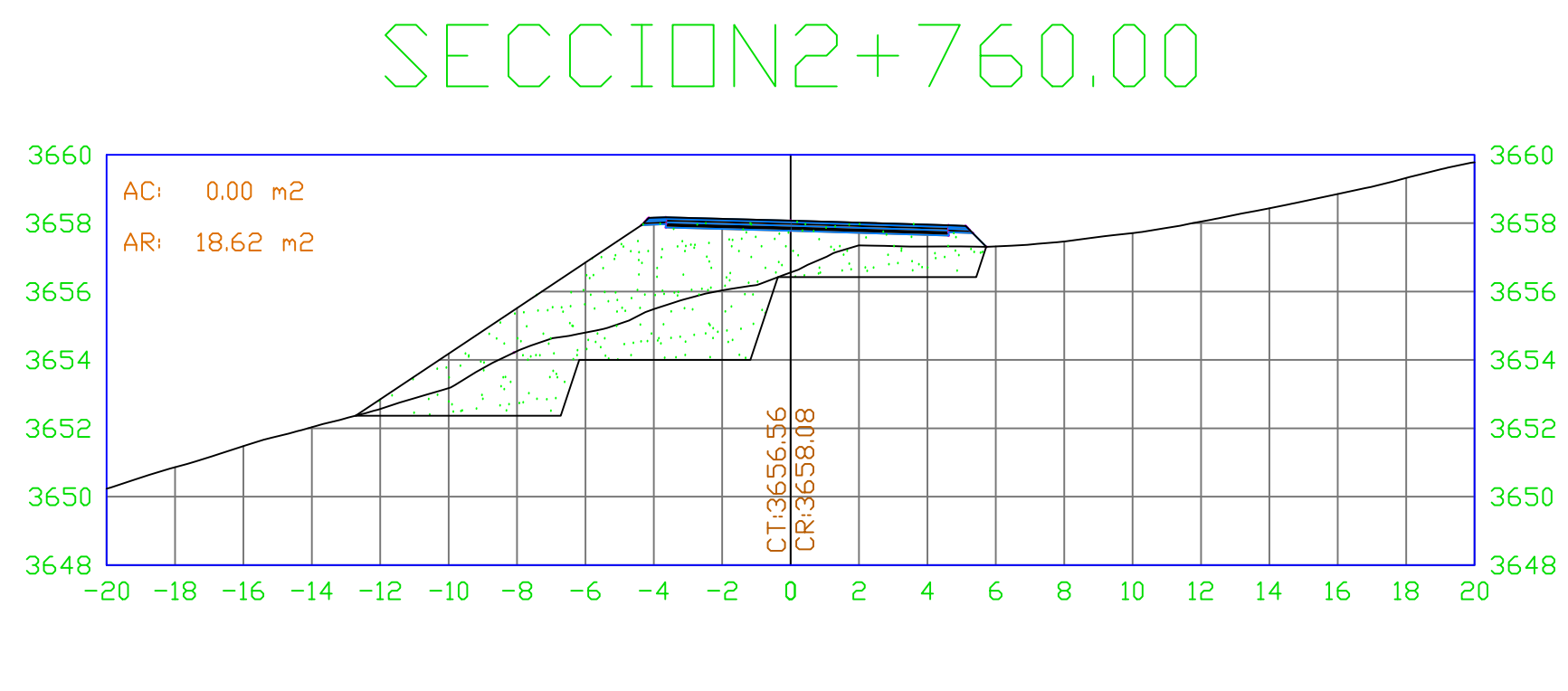
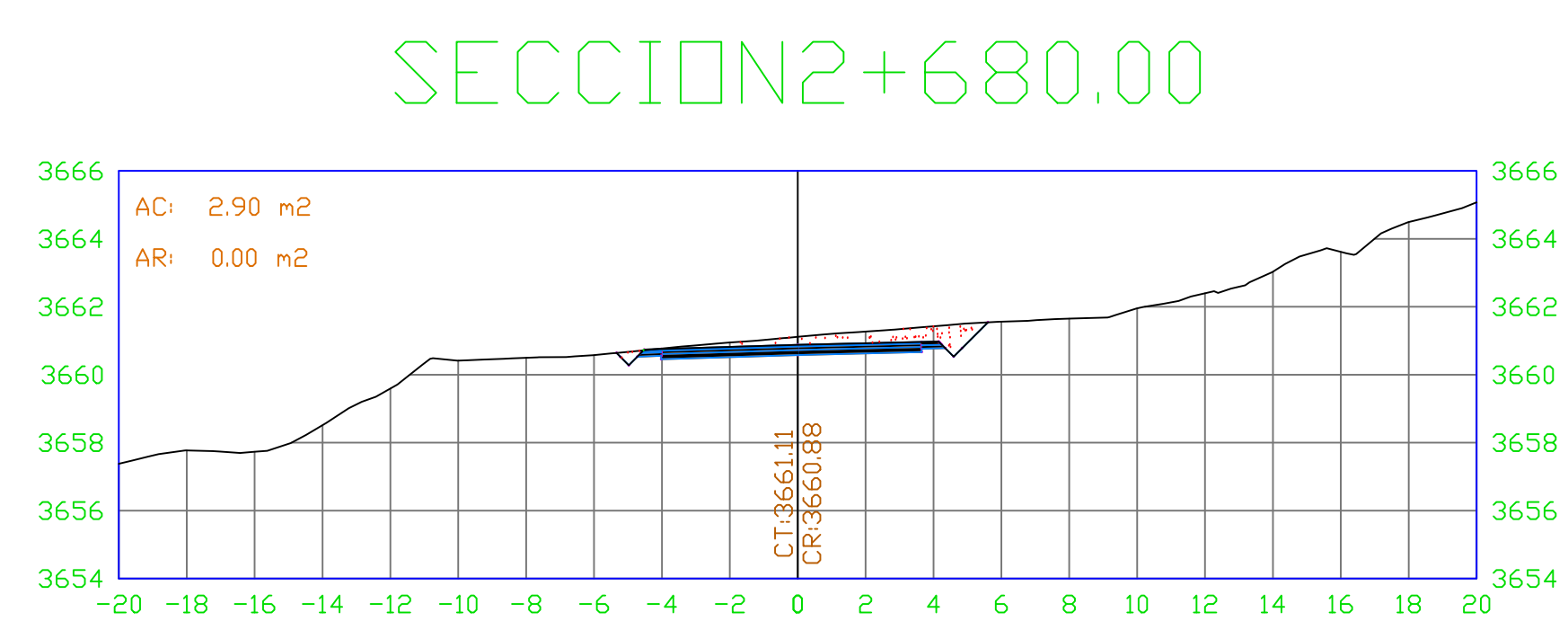
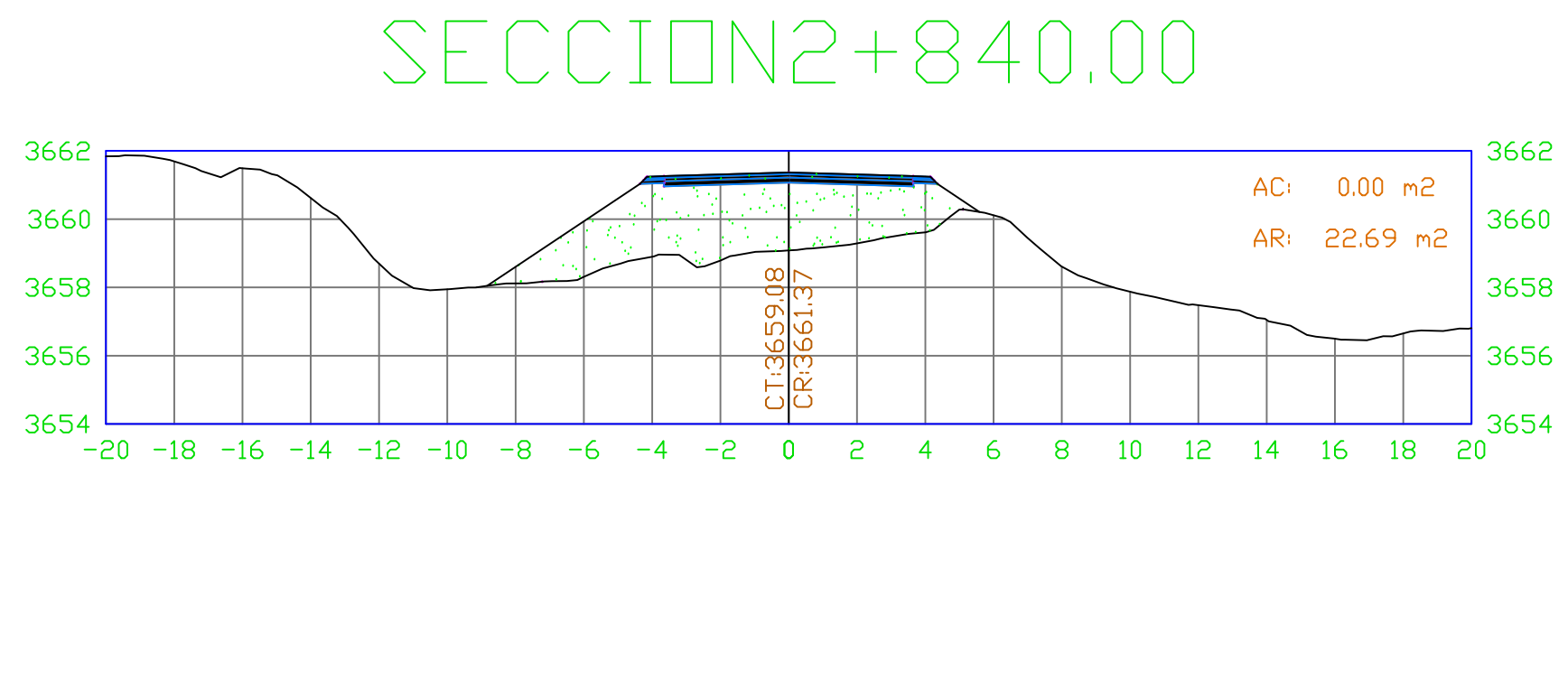
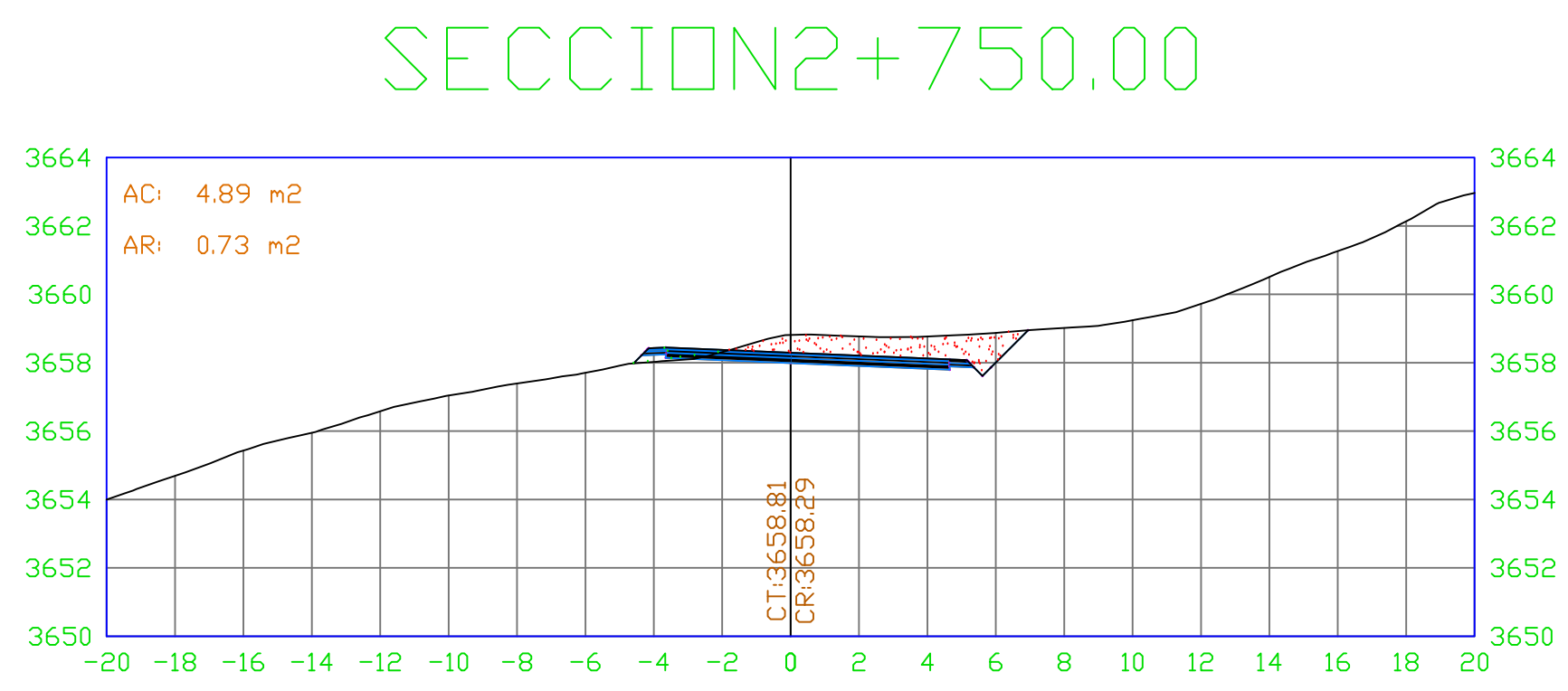
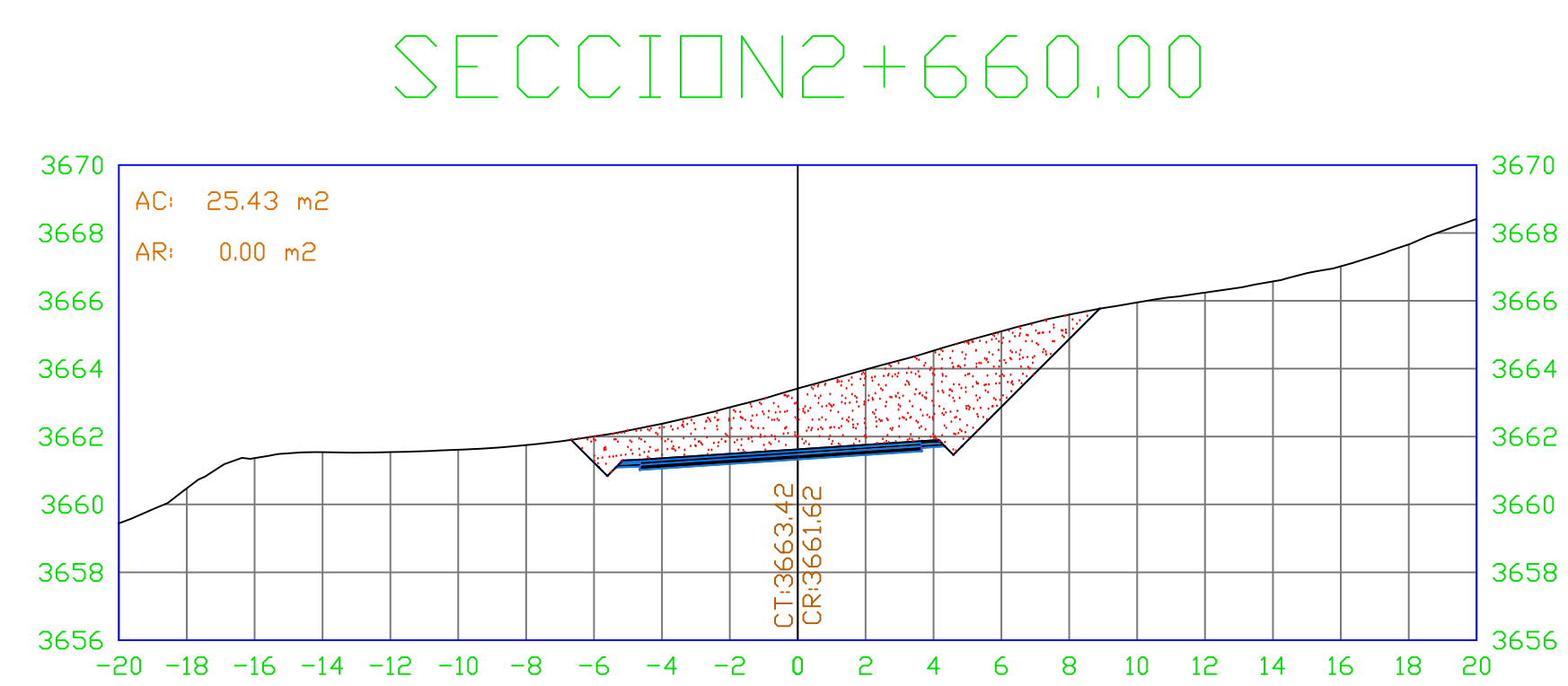
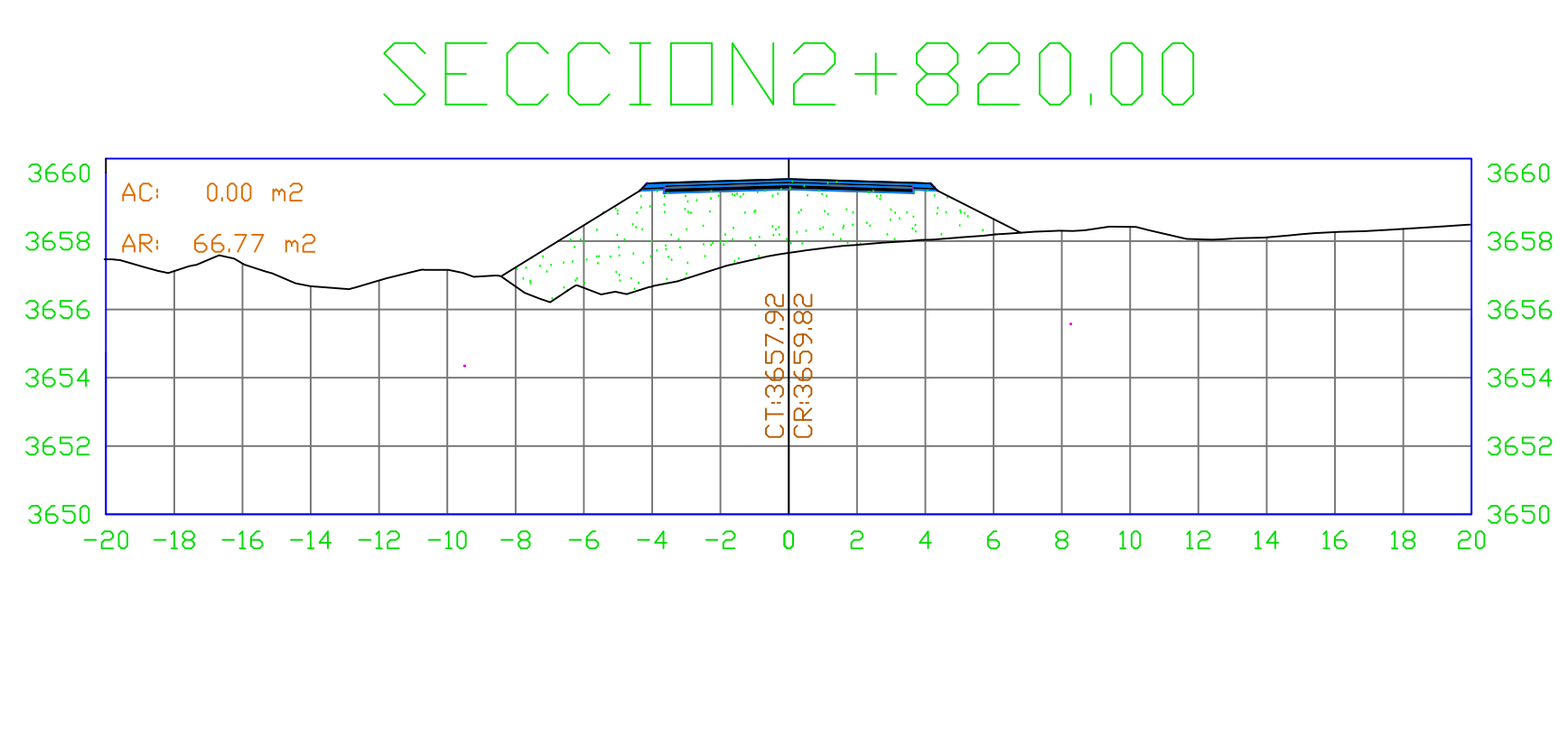
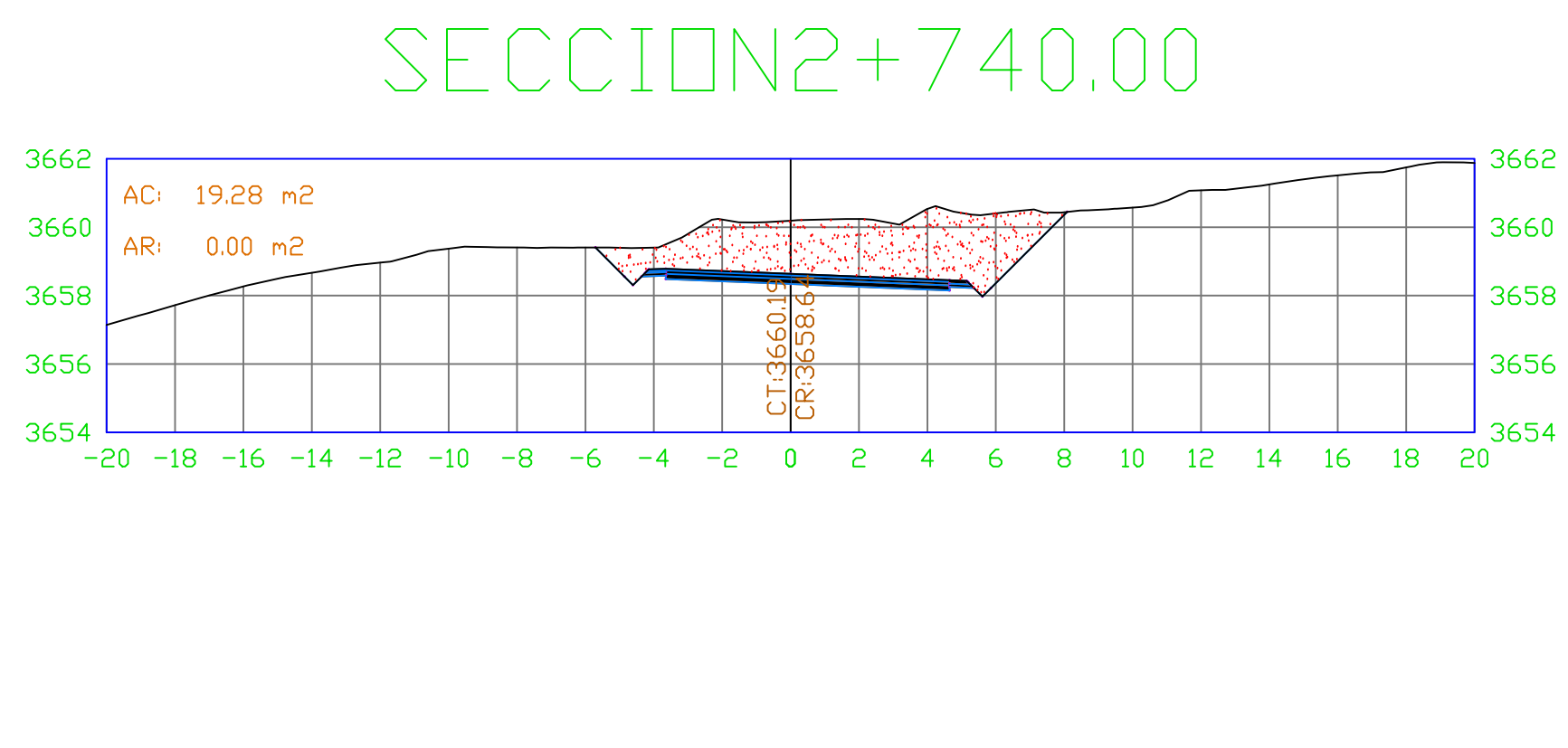
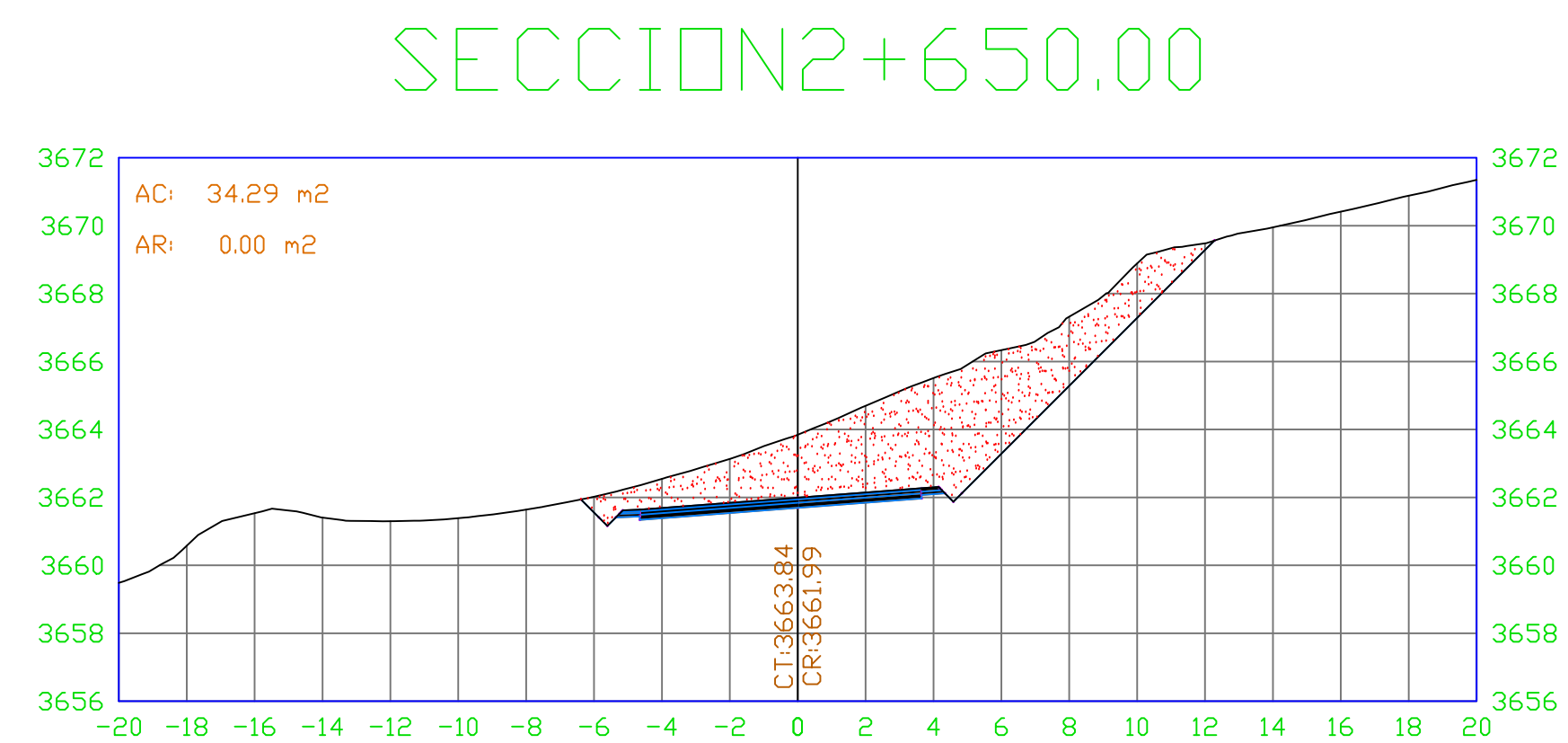
SECCION2+560.00



SECCION2+640.00



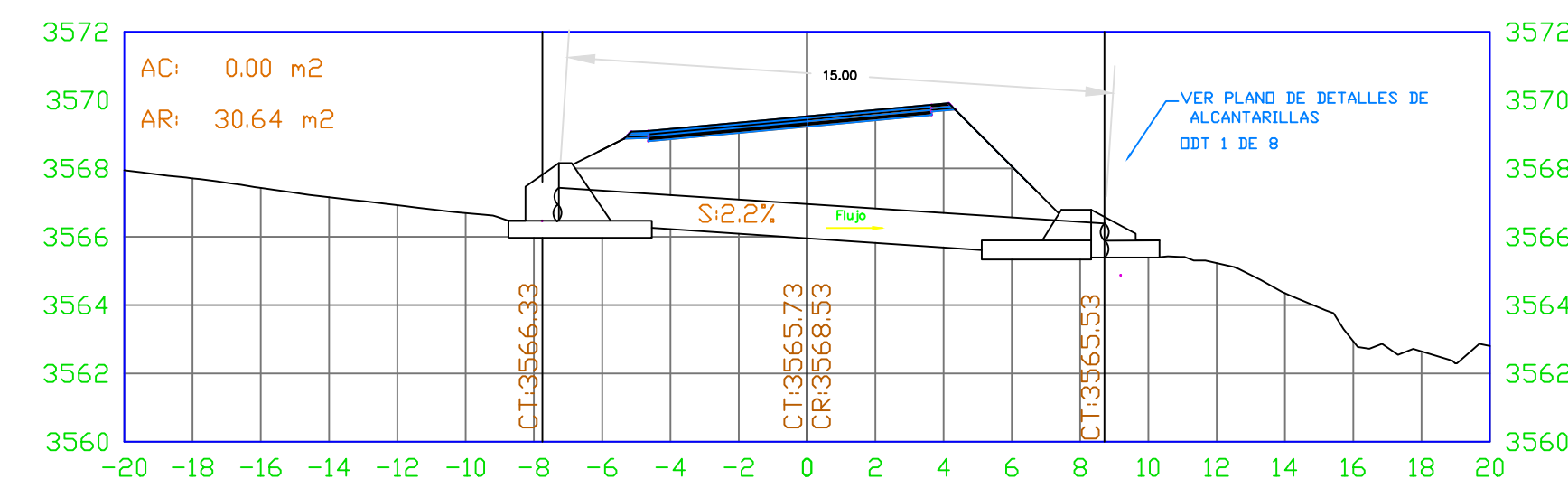
SECCIONES TRANSVERSALES
ESC=1/200



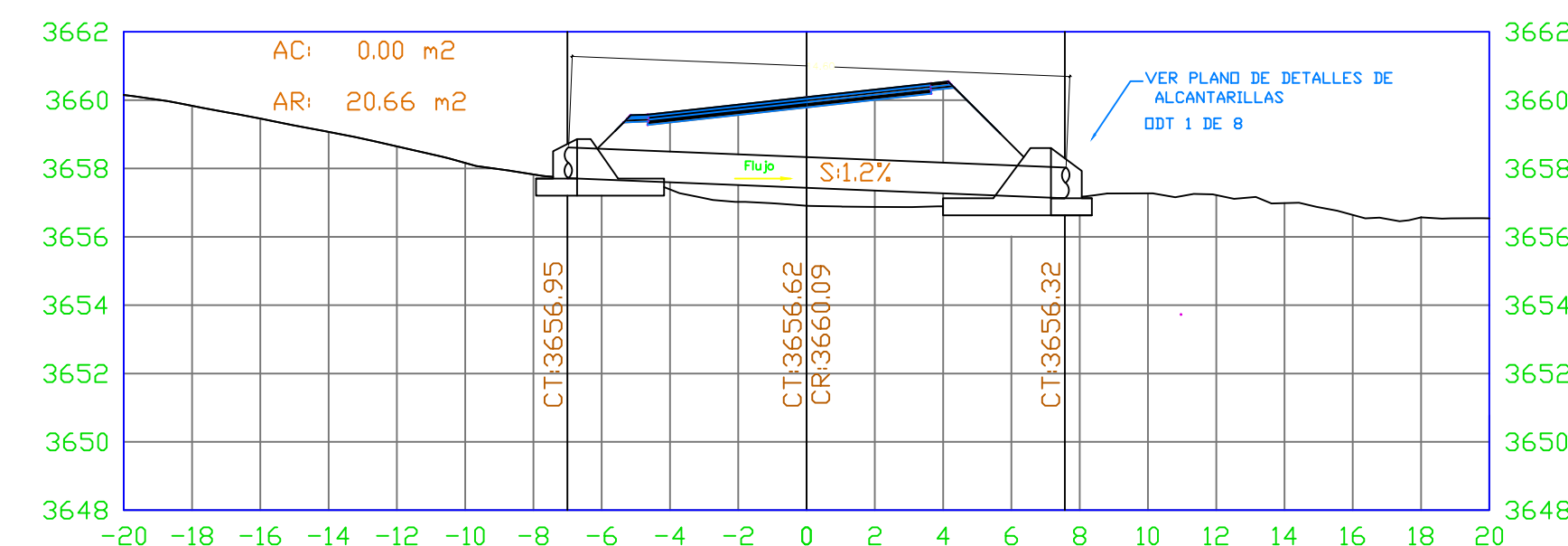
SECCIONES TRANSVERSALES

ESC=1/200

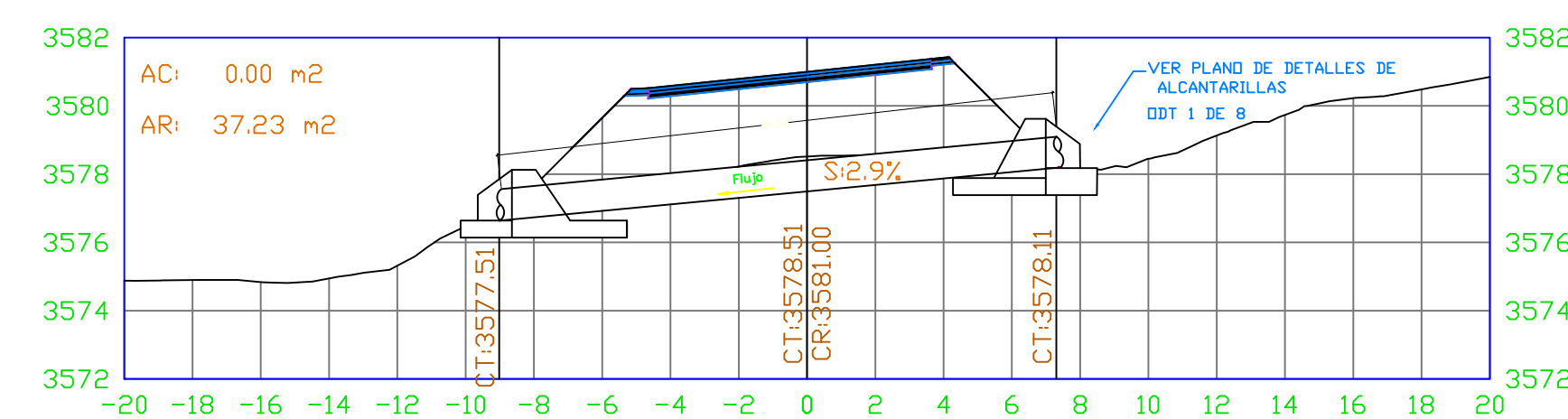
SECCION 0+160.00



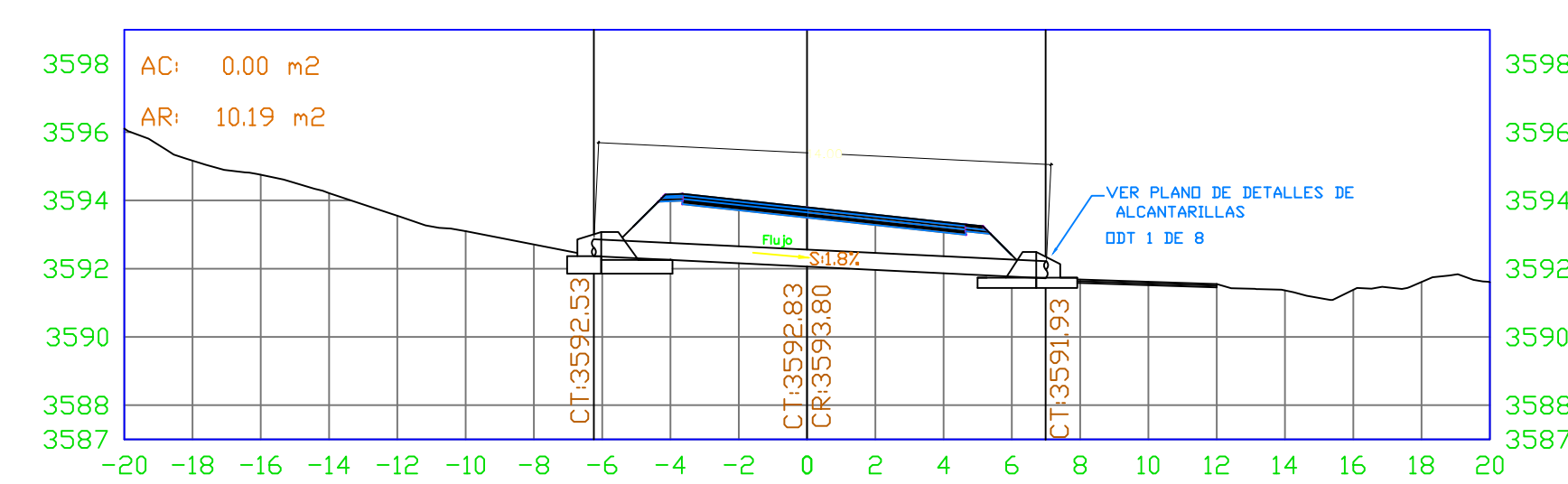
SECCION 2+150.00



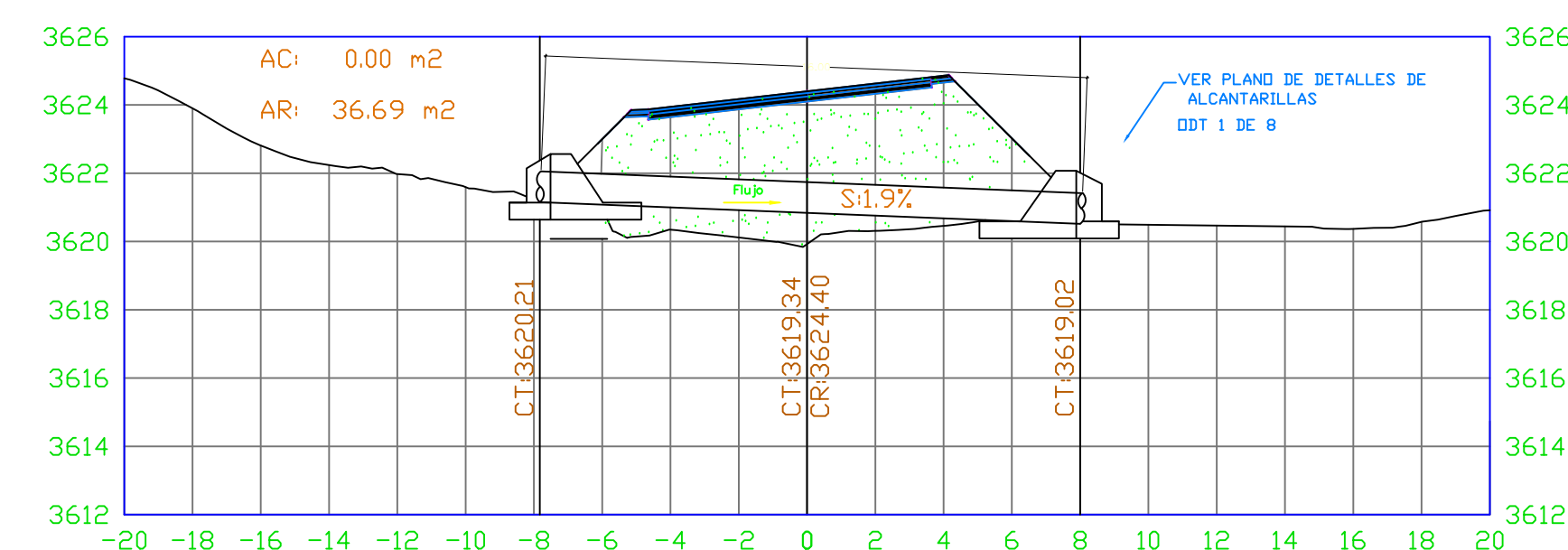
SECCION 0+470.00



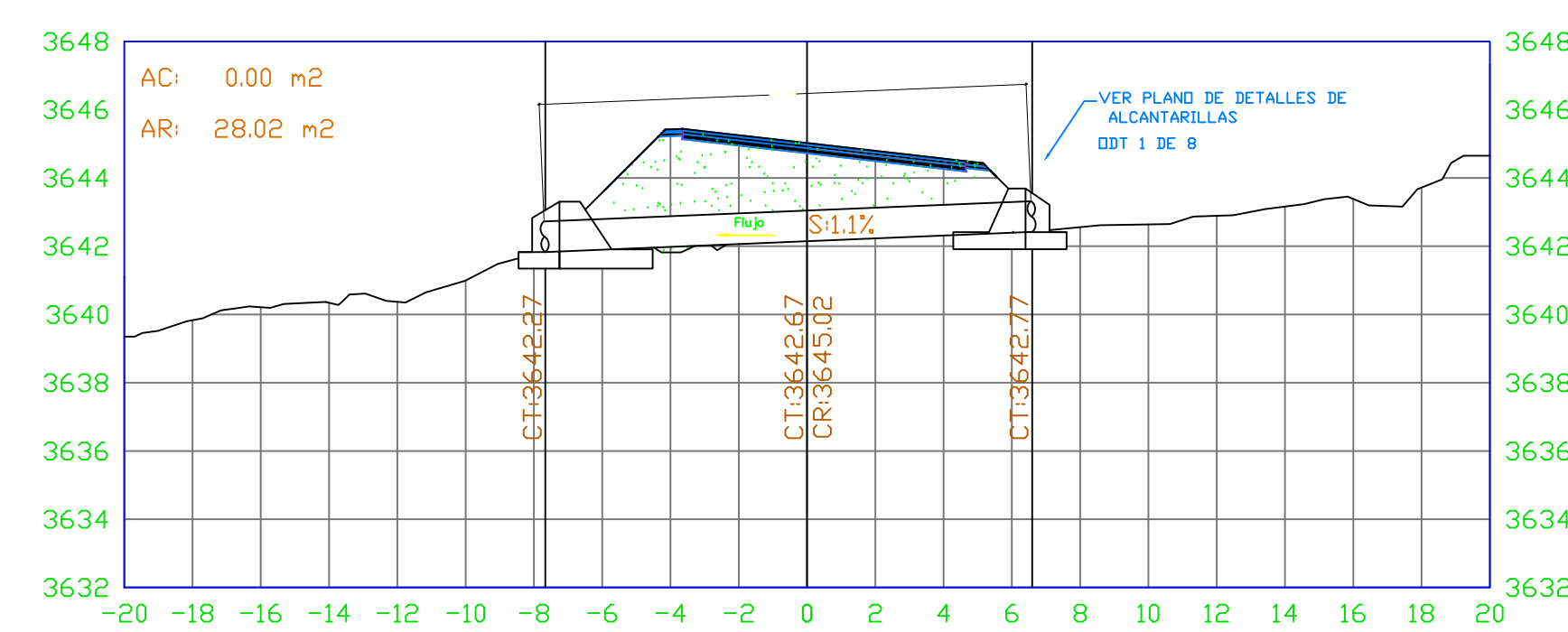
SECCION 0+700.00



SECCION 1+050.00



SECCION 1+610.00



CUADRO DE TALUDES					
PROGRESIVA		TALUD DE CORTE		TALUD DE RELLENO	
INICIO	FIN	H	V	H	V
0+000	2+867	1	1.5	1	1.5

LEYENDA EN PLANTA

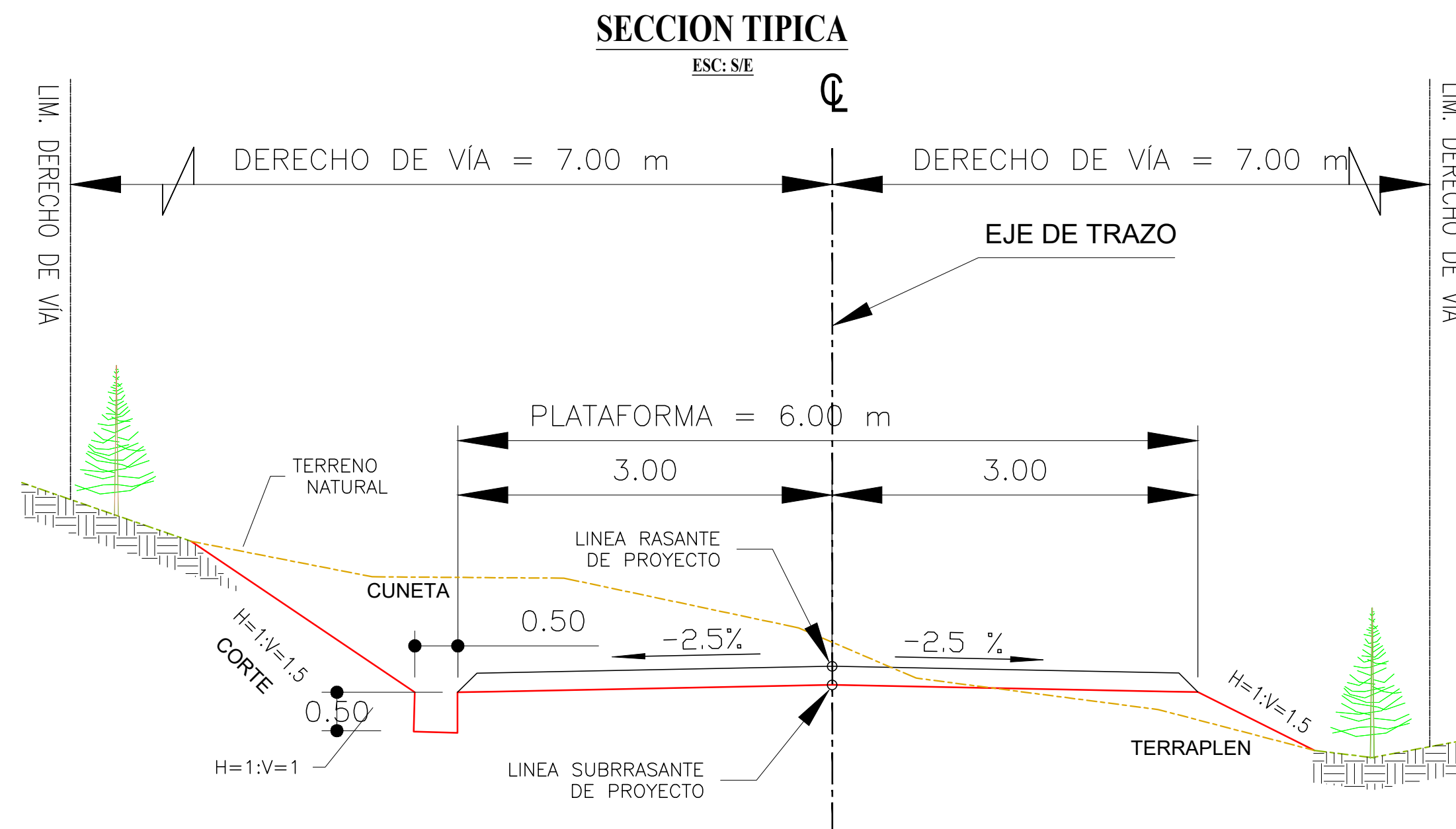
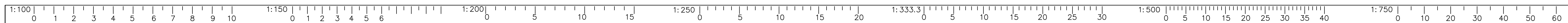
- CURVA DE NIVEL MAYORES
- CURVA DE NIVEL MENORES
- PUNTO DE CONTROL HORIZONTAL
- PUNTO DE CONTROL VERTICAL
- EJE DE VIA DISEÑO
- ANCHO DE VIA DISEÑO
- CARRETERA EXISTENTE
- PAVIMENTO EXISTENTE
- ACCESO
- ALCANTARILLA
- PONTON
- PUENTE
- PLAZOLETA
- MURO DE CONTENCIÓN
- LIMITE DE PROPIEDAD
- ZONA DE ROCA
- RIO
- ZONA DE CULTIVO
- CERCO
- QUEBRADA
- POSTE CONCRETO
- BUZON EXISTENTE
- LETRERO

LEYENDA DE VISTA EN PERFIL

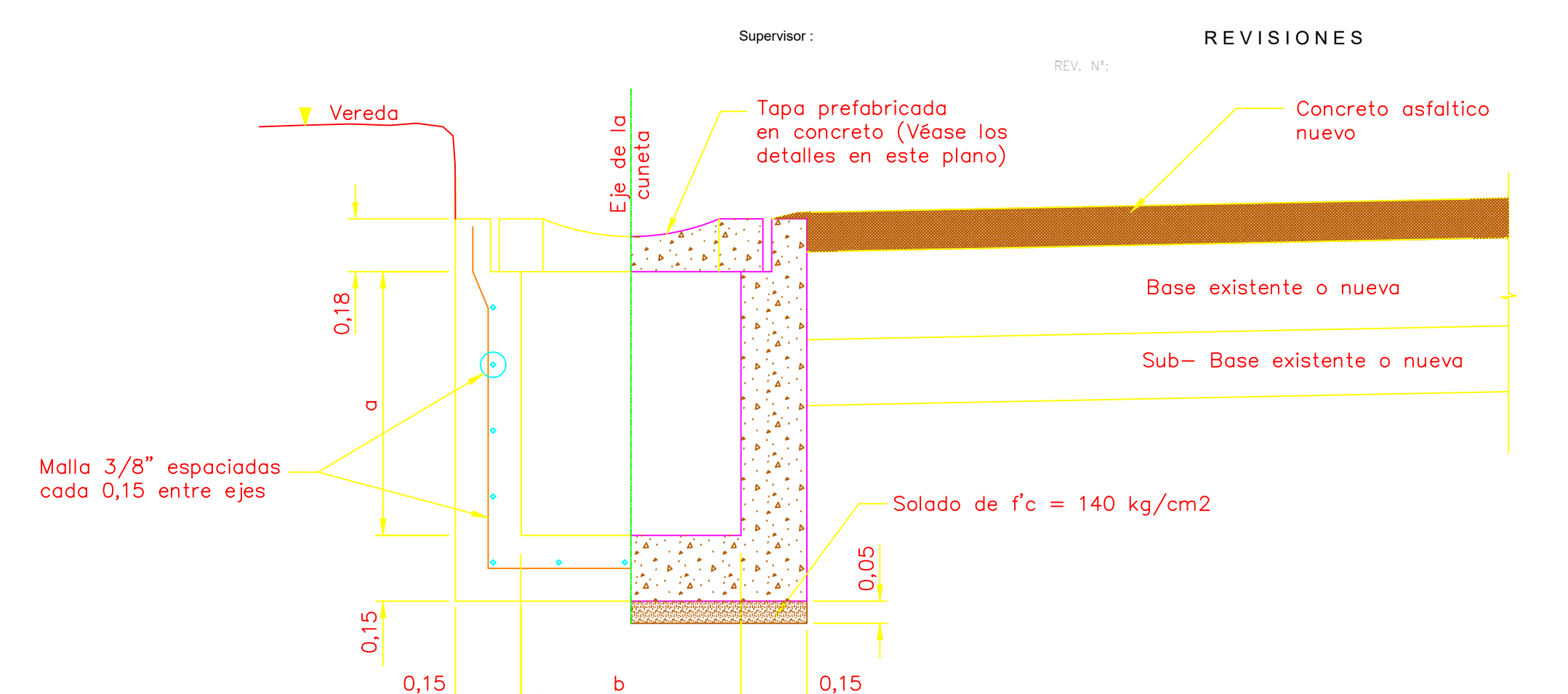
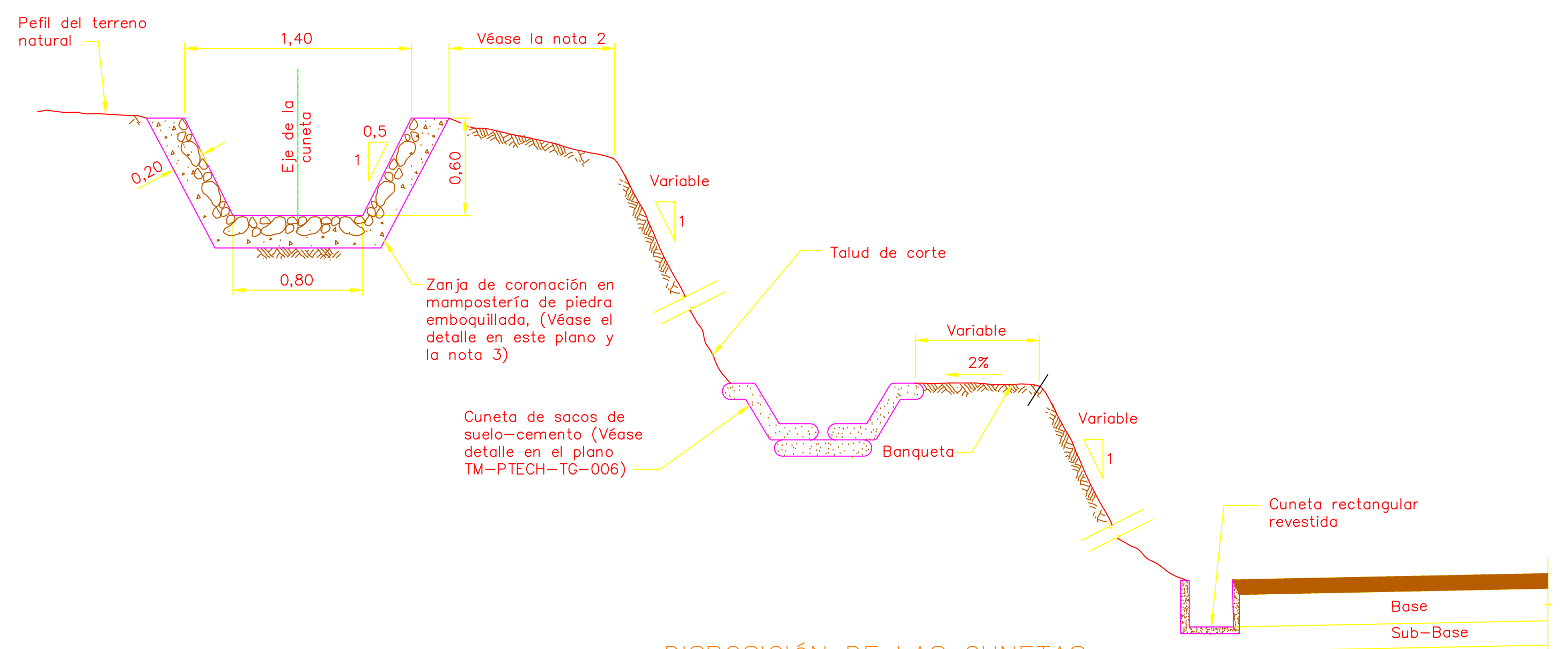
- SUBRASANTE PROYECTADA
- TERRENO EXISTENTE
- AREA DE CORTE
- AREA DE RELLENO
- ALCANTARILLA

SECCIONES TRANSVERSALES

ESC=1/200

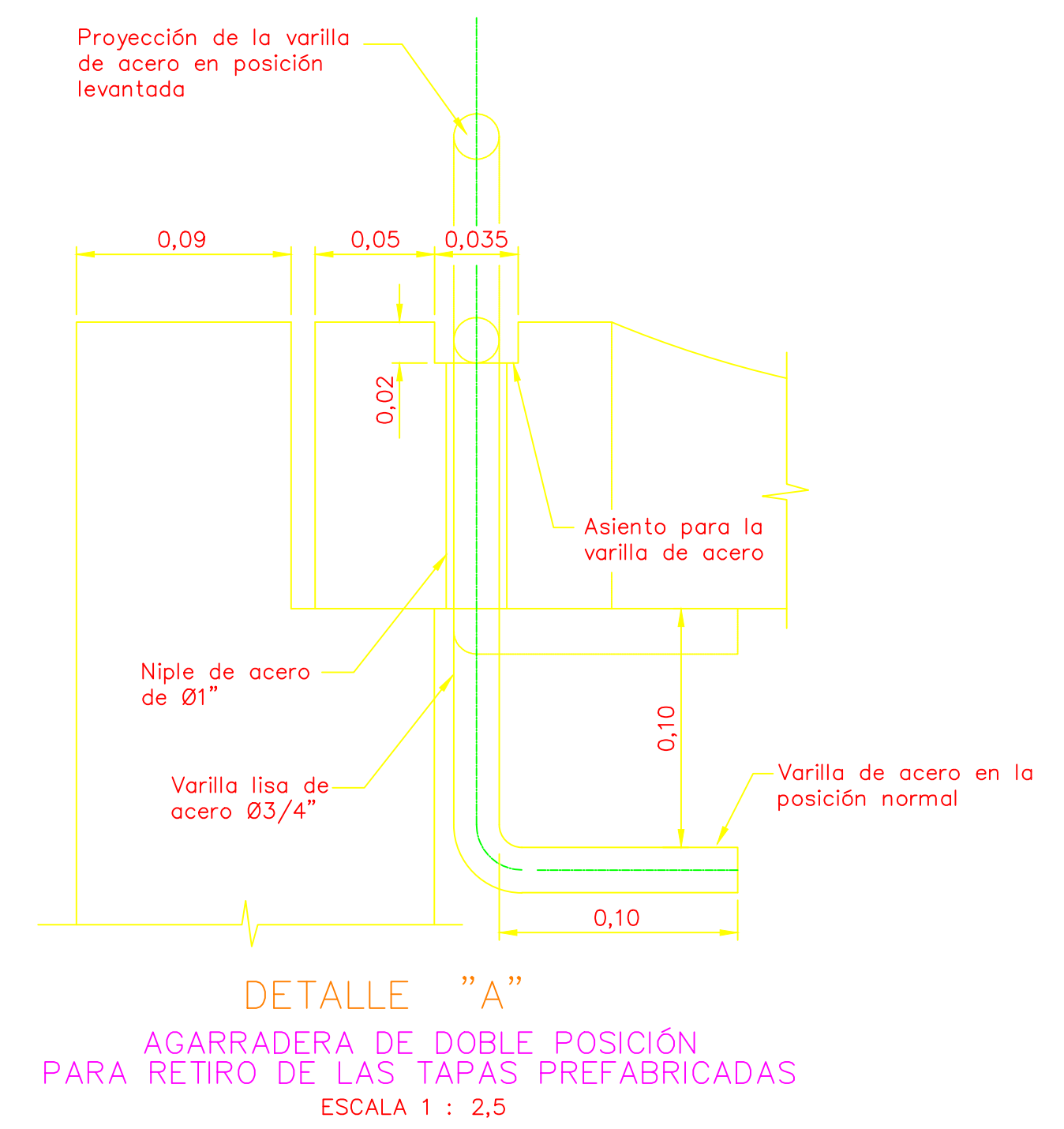
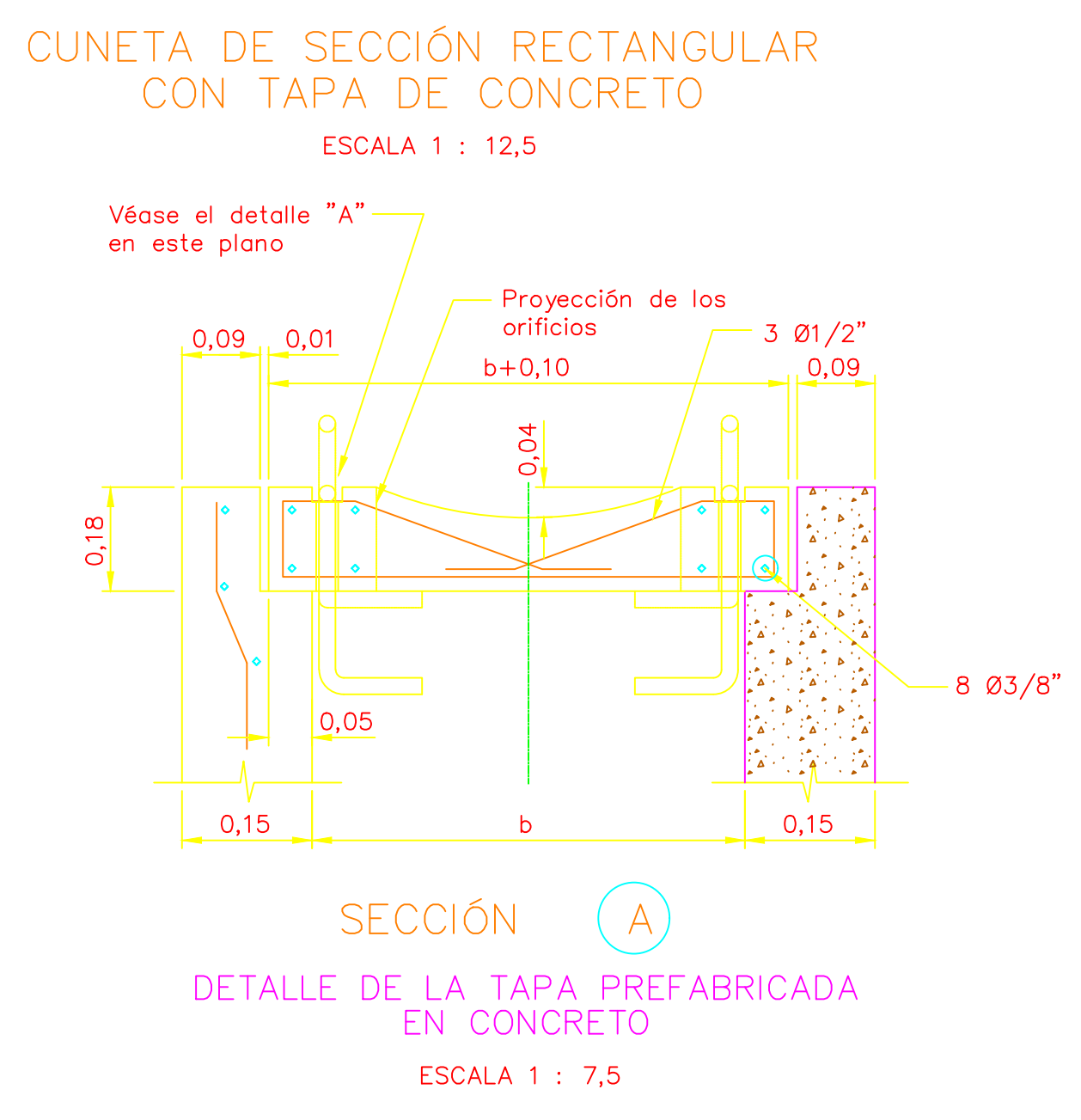
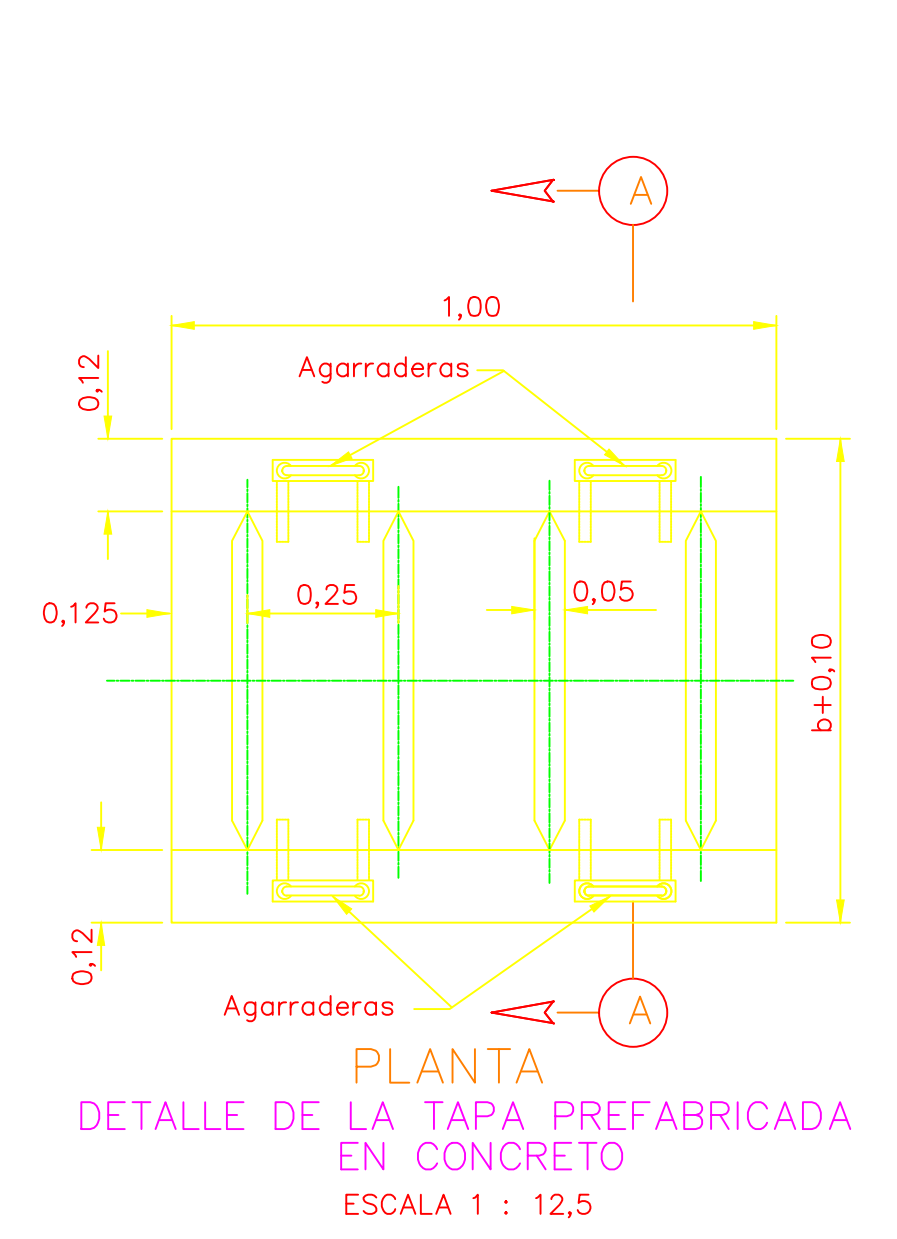
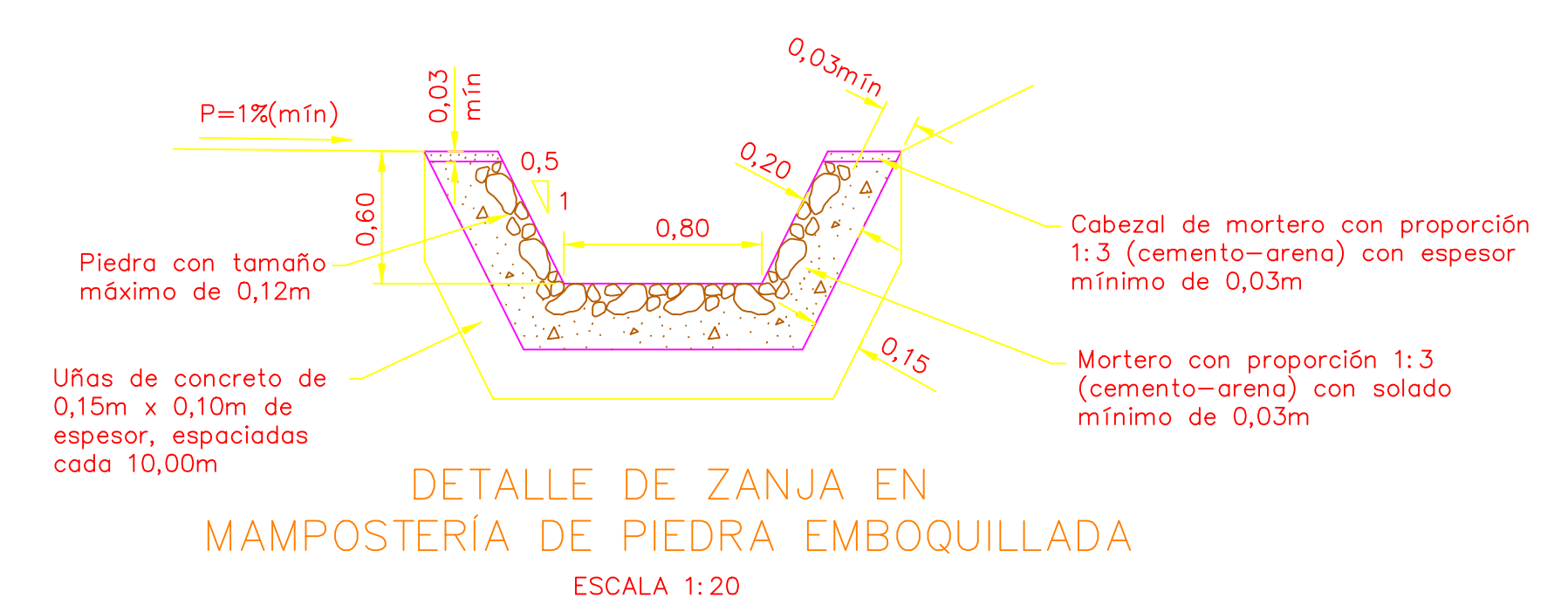


NOTA: Los taludes de corte y terraplen podran variar segun la altura que tengan estos o segun sus condiciones de estabilidad.
En Zonas de Corte mayores a 7.00 m se proyectaran banquetas.

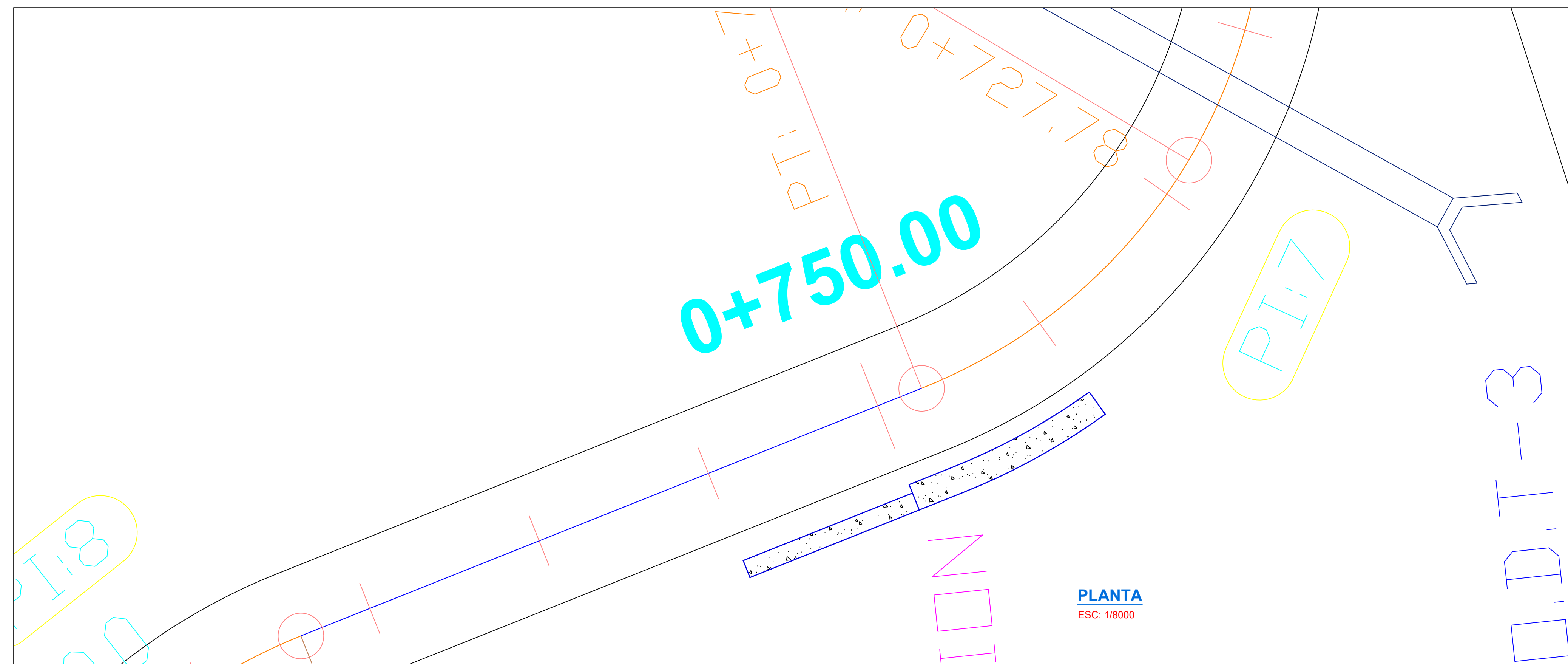


DIMENSIONES DE LAS CUNETAS RECTANGULARES

PENDIENTE DE LA VIA (S)	DIMENSIONES (m)	
	a	b
0,004 < S ≤ 0,006	0,50	0,40
0,006 < S ≤ 0,009	0,45	0,40
S ≥ 0,010	0,45	0,35

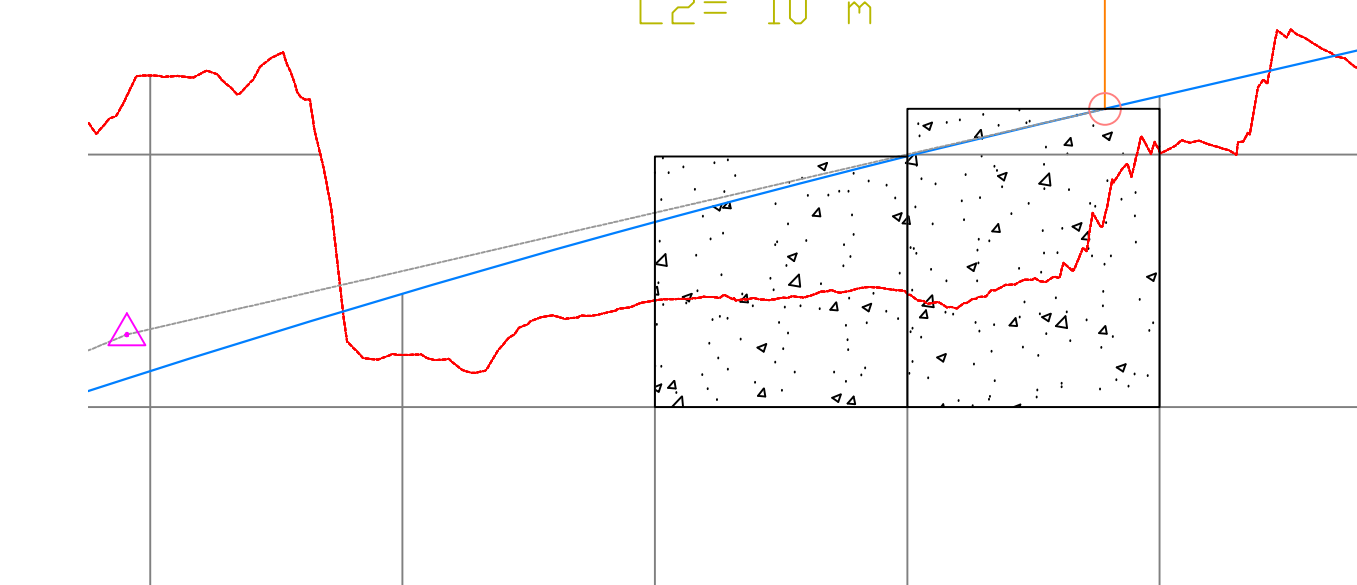


- NOTAS**
1. El talud de inclinación (0,6H:1V) de este costado de la cuneta podrá modificarse de acuerdo a las condiciones del terreno.
 2. Varía de 5,00m a 7,50m.
 3. El concreto para la cuneta triangular típica y para la zanja de coronación será de f'c=175 Kg/cm2. Para las cunetas rectangulares y las tapas prefabricadas se utilizará concreto de f'c=280 Kg/cm2. El acero será de 4200kg/cm2.
 4. La ubicación de las zonas que requieren cunetas de coronación serán verificadas por el supervisor.
 5. Las cunetas triangulares típicas serán construidas con juntas rellenas con material bituminoso, espaciadas a 3,00 m.
 6. El agua que se colecta en las zanjas de coronación será descargada en las quebradas cercanas o en las cajas receptoras.

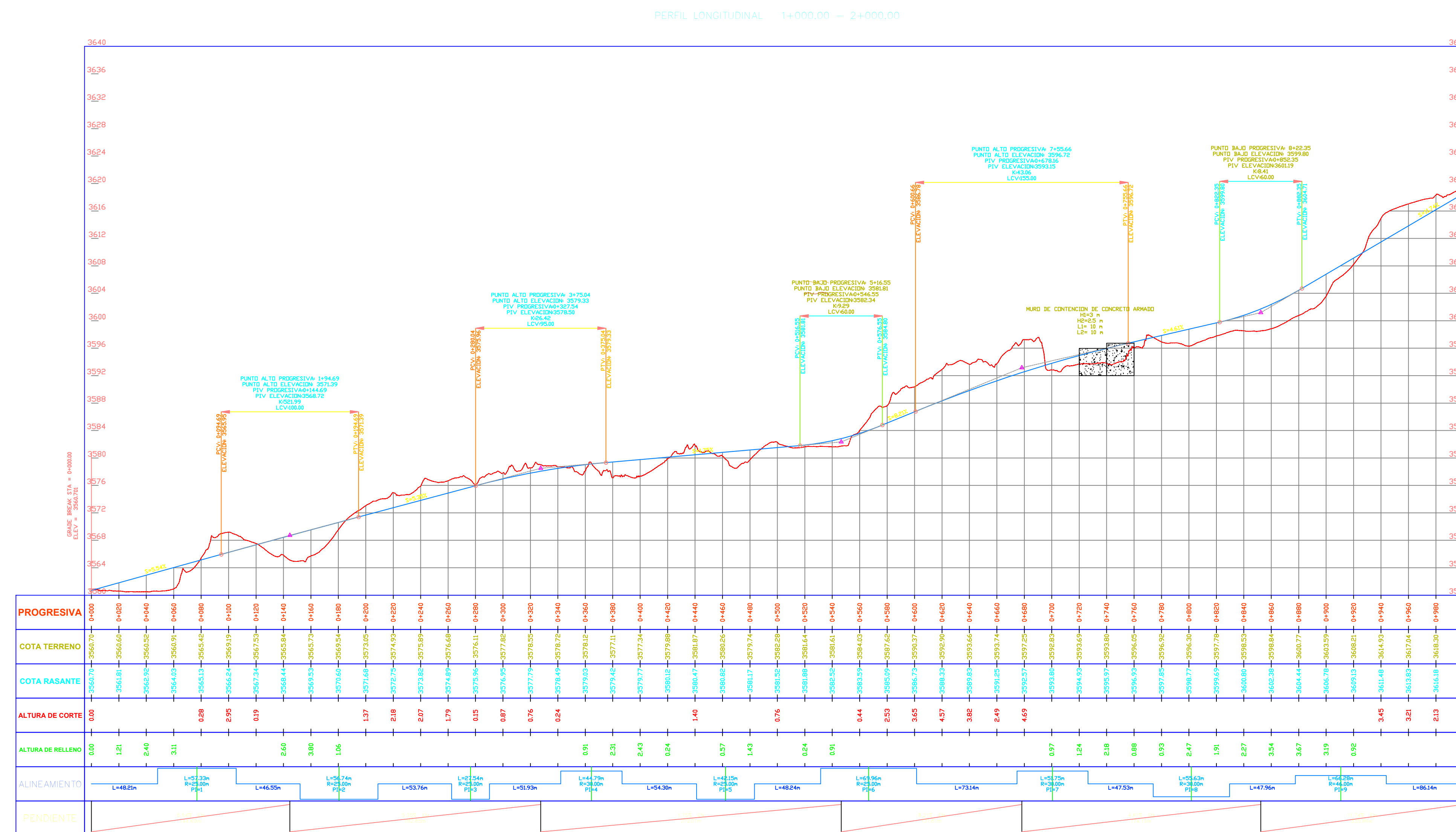


LEYENDA	
	EJE DE REPLANTEO
	MURO DE CONTENCIÓN
	ANCHO DE CALZADA
	EJE DE CALZADA
	CERCO
	HOMBRO DE CORTE
	PIE DE TALUD
	CURVA NIVEL MAORE
	CURVA NIVEL SIMPLE
	ALCANTARILLA

MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO
 H1=3 m
 H2=2.5 m
 L1= 10 m
 L2= 10 m



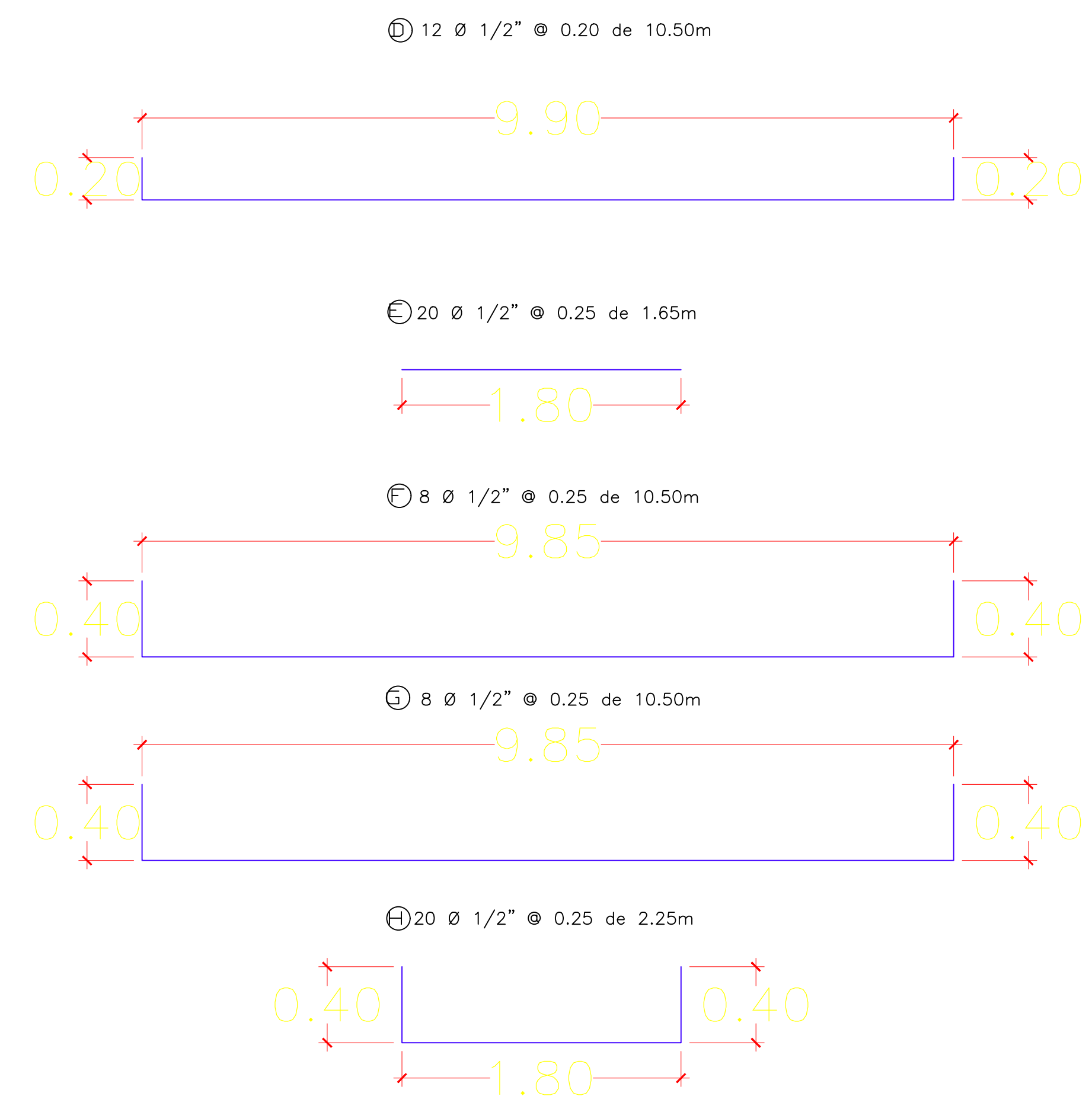
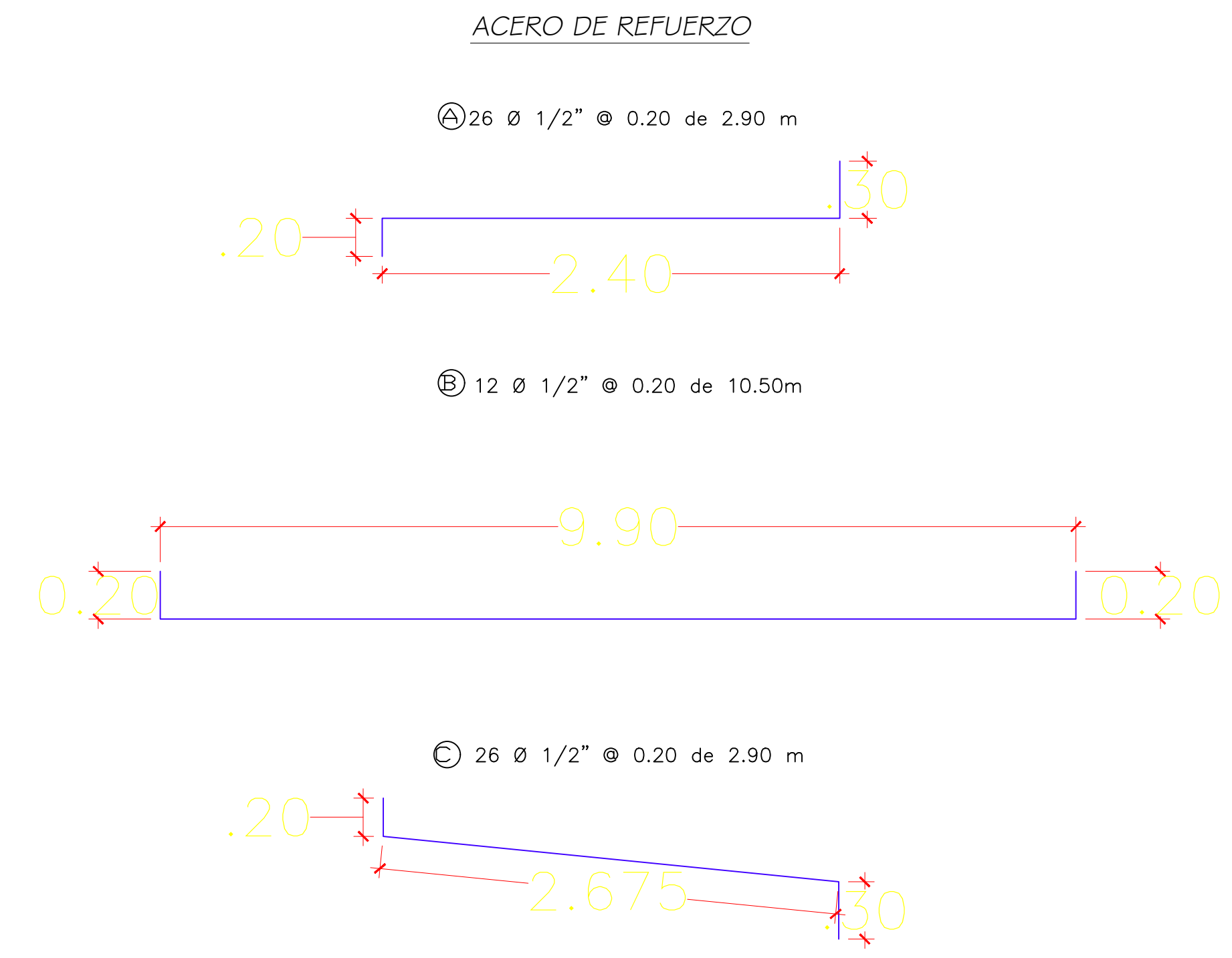
DETALLE MURO DE CONTENCIÓN
 ESC: H=1/4000, V=1/400



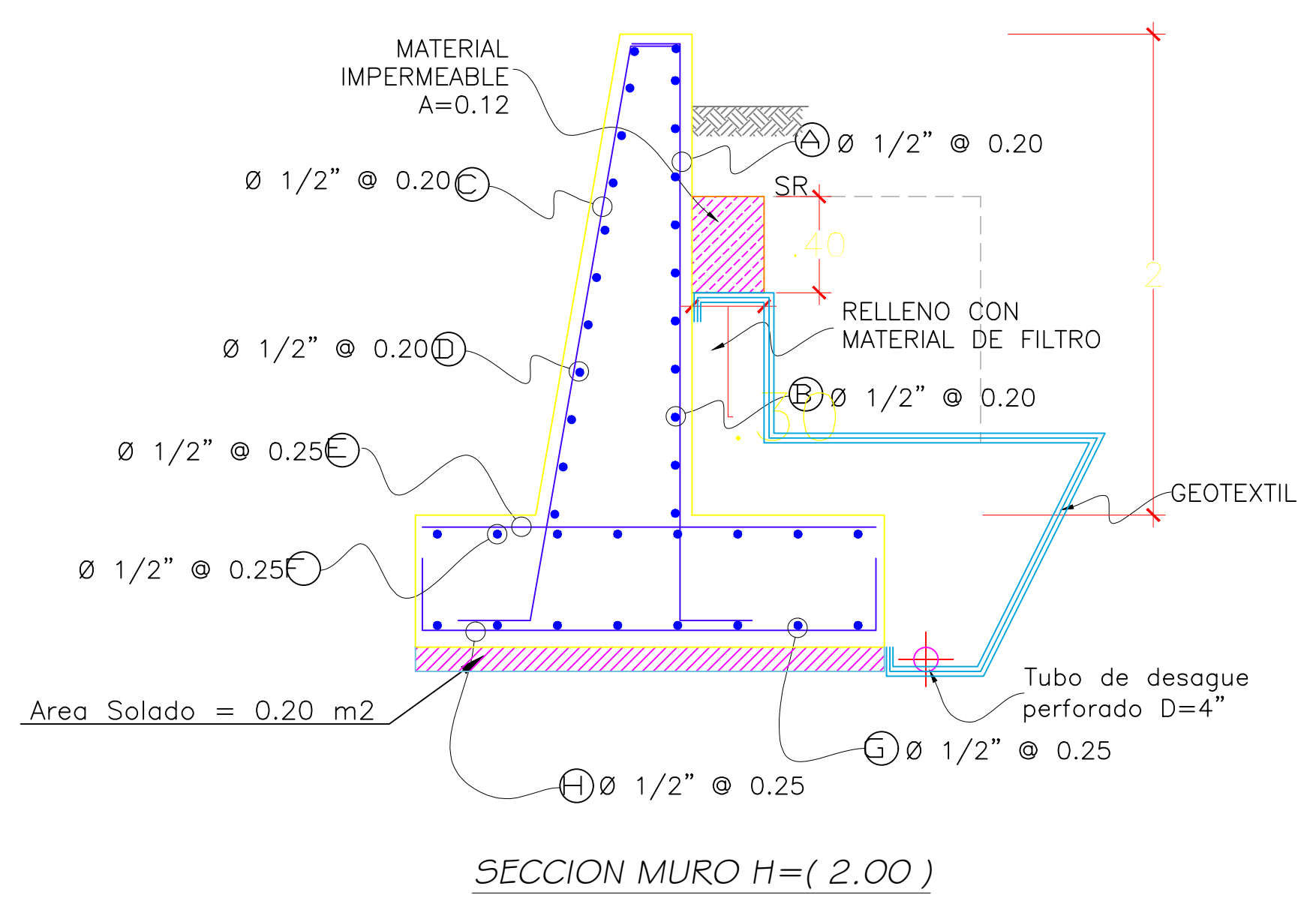
PERFIL LONGITUDINAL
 ESC: H=1/2000, V=1/200

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

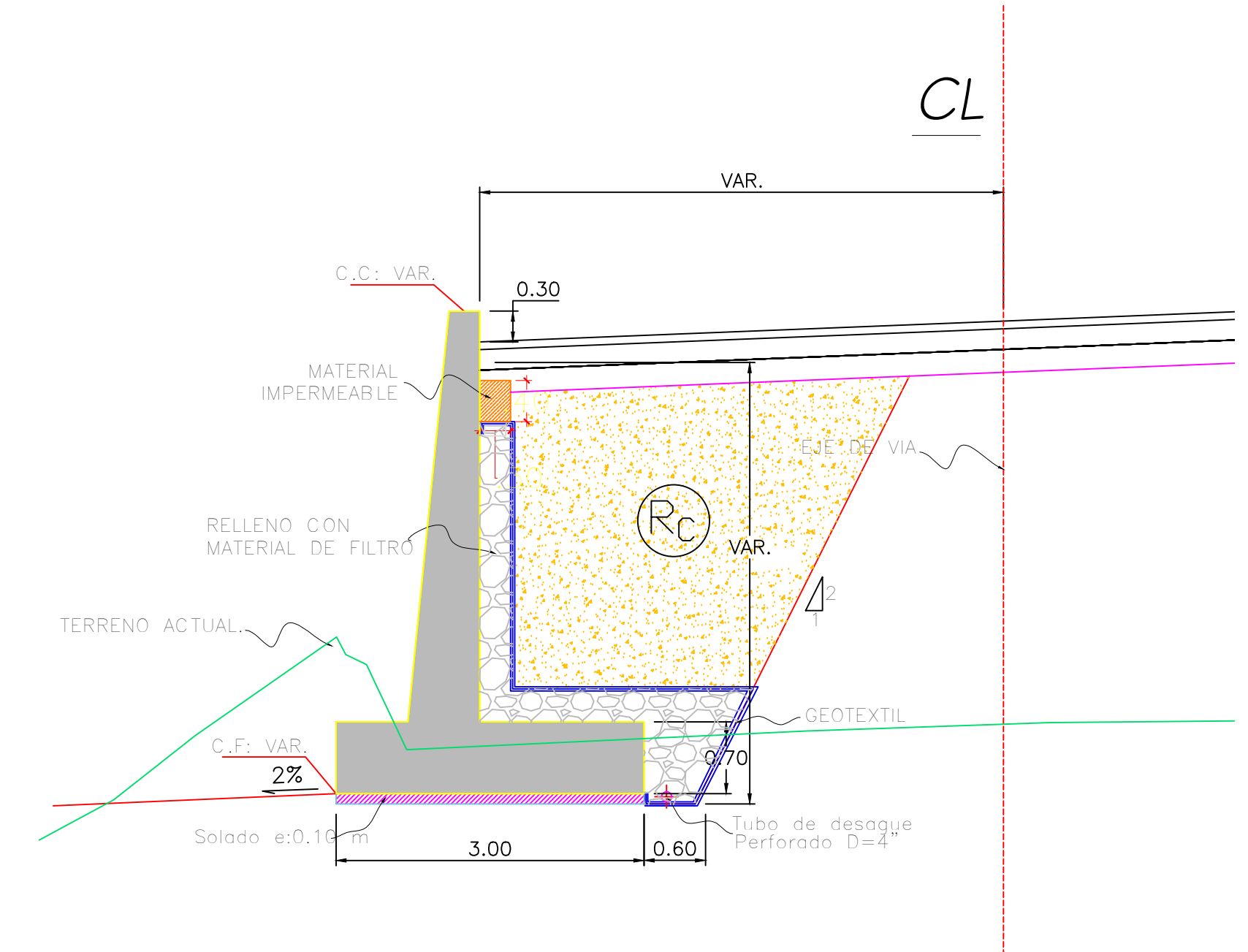
- CONCRETO ARMADO
 $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$
- CONCRETO PARA SOLADO
 $f'_c=100 \text{ kg/cm}^2$
 GEOTEXTIL MT 270
 No tejido
 RELLENO DE FILTRO
 Material seleccionado para filtro
 TUBO
 Serán de PVC SAP Clase 10, pesado de 4" de diametro perforado para el talon del muro sin perforar para el cuerpo del muro de 3" de diametro
- JUNTAS DE DILATACION CADA 20 METROS



DETALLES DISTRIBUCION ACERO DE REFUERZO
ESCALA: 1/50



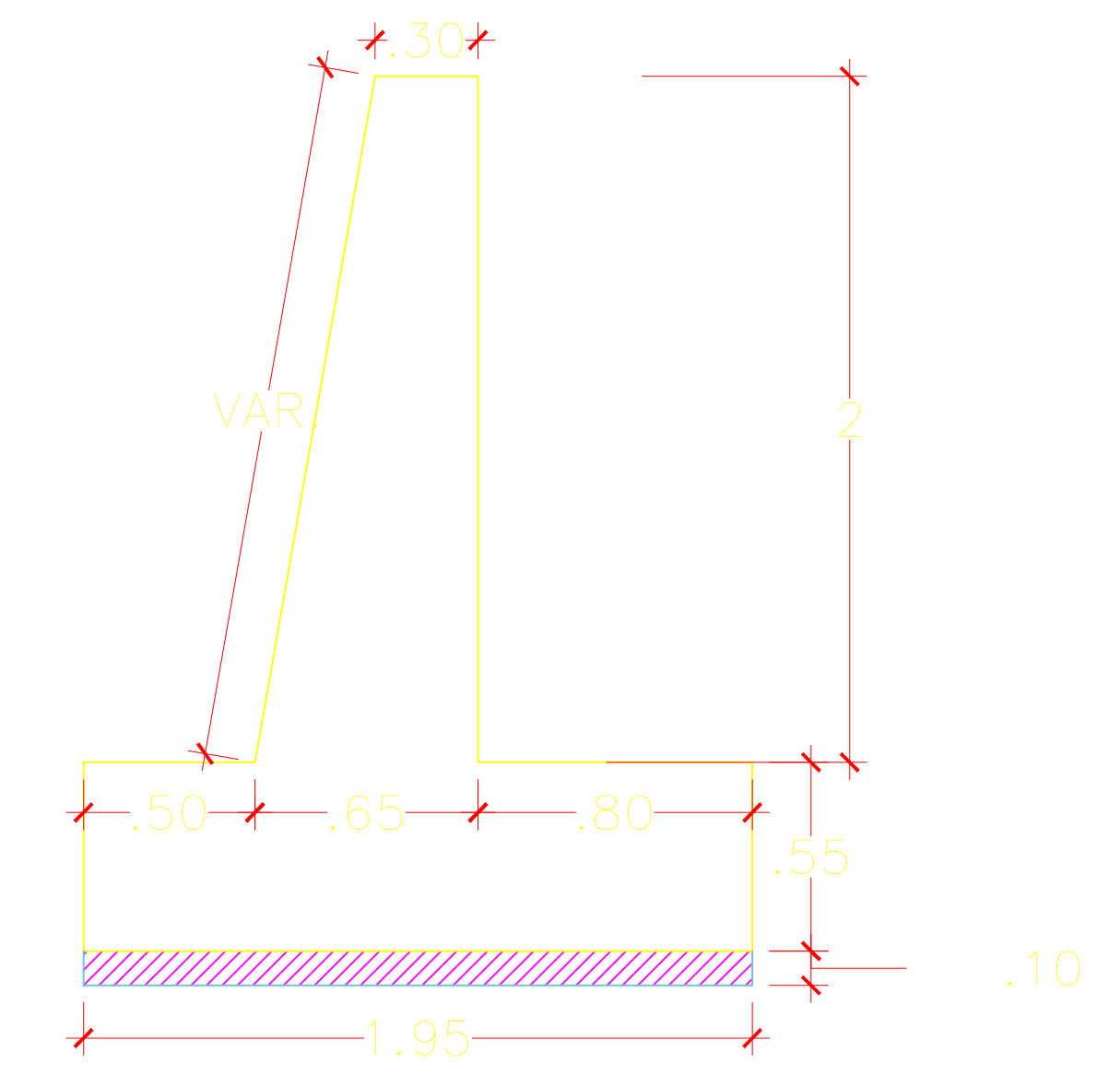
SECCION TIPO - DISTRIBUCION DE ACERO
ESCALA: 1/50



SECCION TIPICA
ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- CONCRETO ARMADO
 $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
 - 2.- CONCRETO PARA SOLADO
 $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$
- GEOTEXTIL MT 270
No tejido
RELLENO DE FILTRO
Material seleccionado para filtro
TUBO
Seran de PVC SAP Clase 10, pesado de 4" de diametro perforado para el talon del muro sin perforar para el cuerpo del muro de 3" de diametro



SECCION TIPO - DIMENSIONES
ESCALA: 1/50

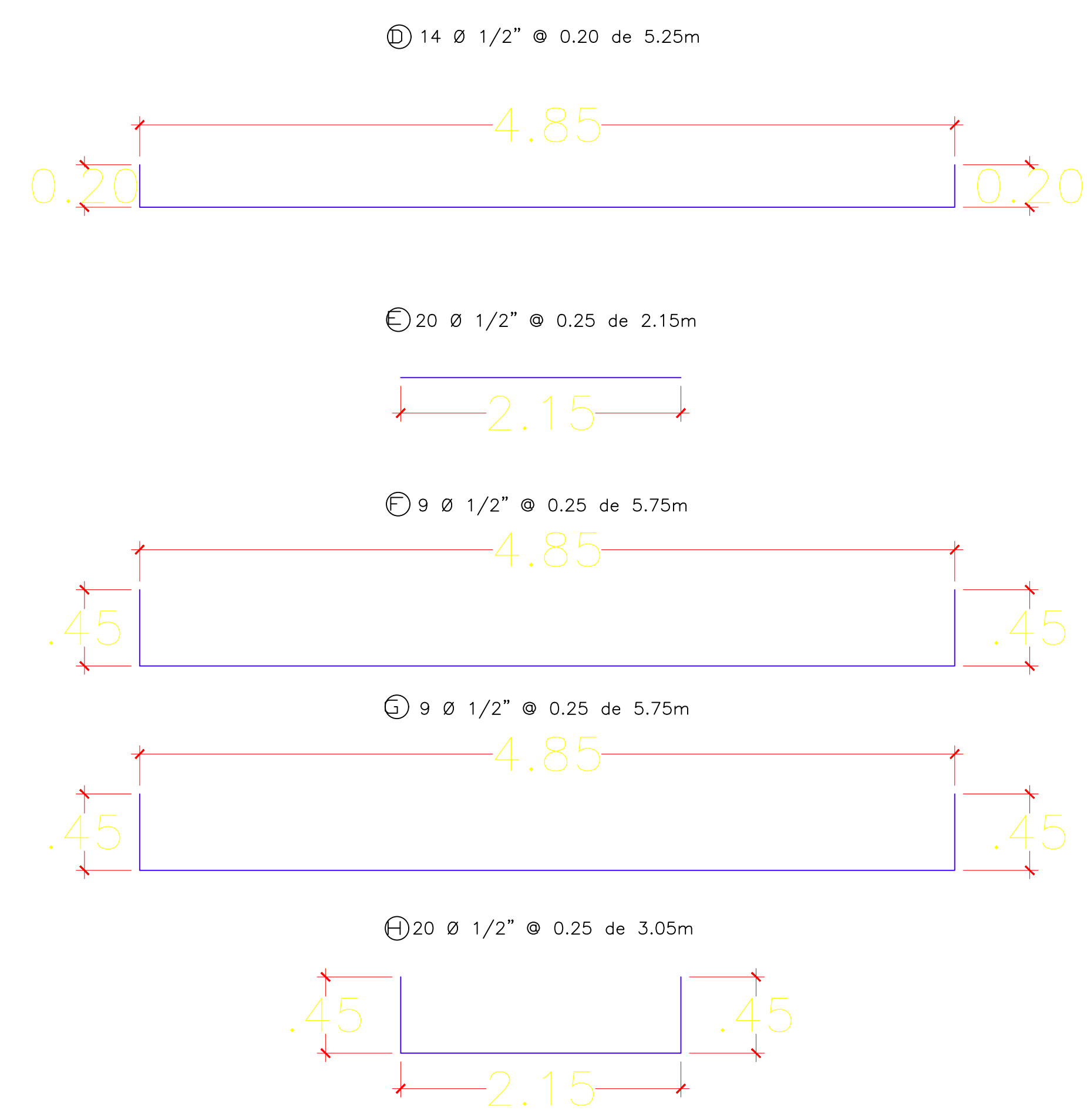
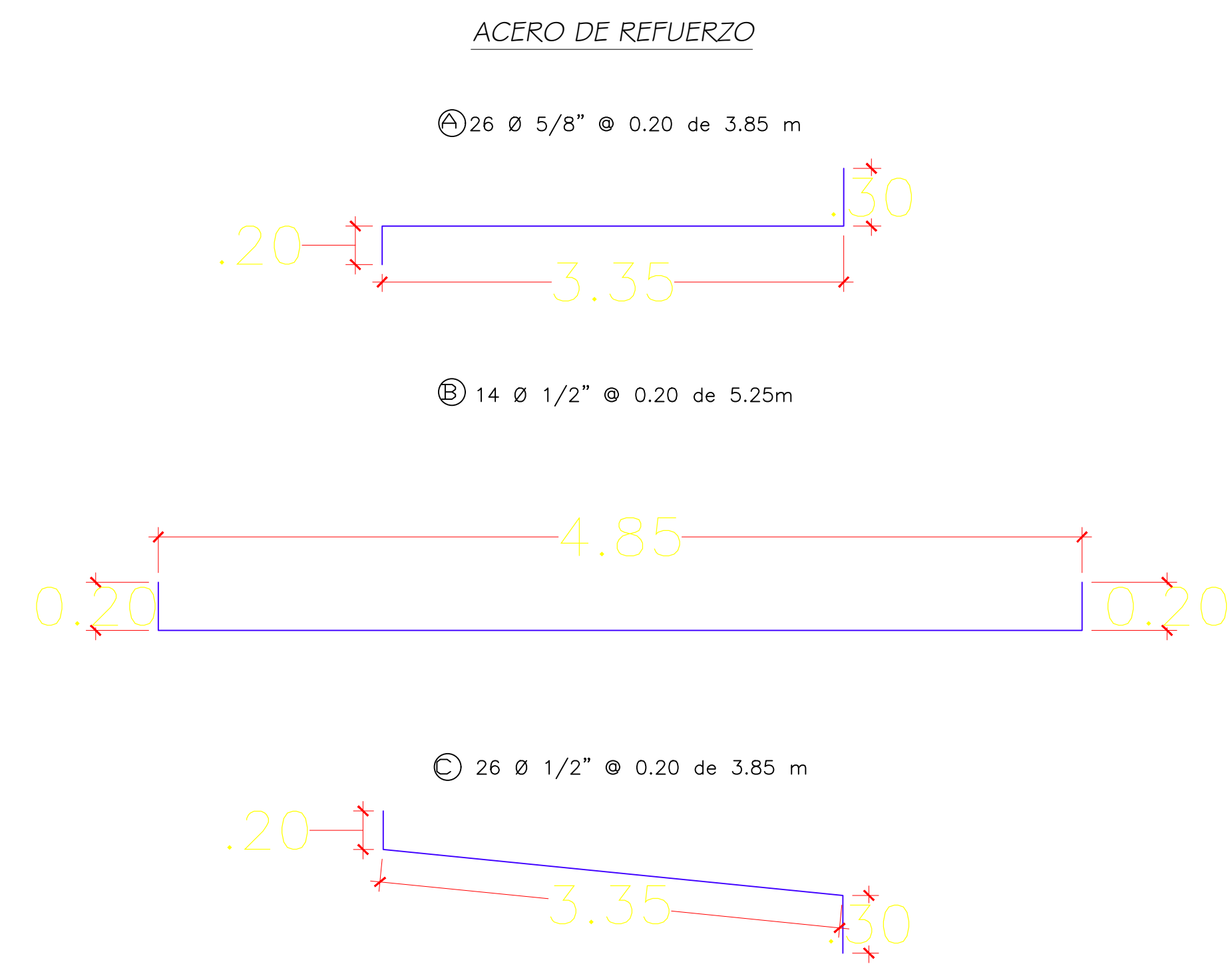
TIPO	Ø	TOTAL PIEZAS	LONGITUD (m)	
			UNITARIO	TOTAL
A	1/2"	50	2.90	145.00
B	1/2"	10	10.30	103.00
C	1/2"	50	2.90	145.00
D	1/2"	10	10.30	103.00
E	1/2"	40	1.65	66.00
F	1/2"	7	10.65	74.50
G	1/2"	7	10.65	74.50
H	1/2"	40	2.60	104.00

RESUMEN DE ACERO			
Ø	KG/M	LONG. (m)	PESO (kg)
1/2"	0.99	815.00	806.85
TOTAL (Kg)			806.85
DESPERDICIO 5 % (kg)			40.342
TOTAL ACERO			847.192

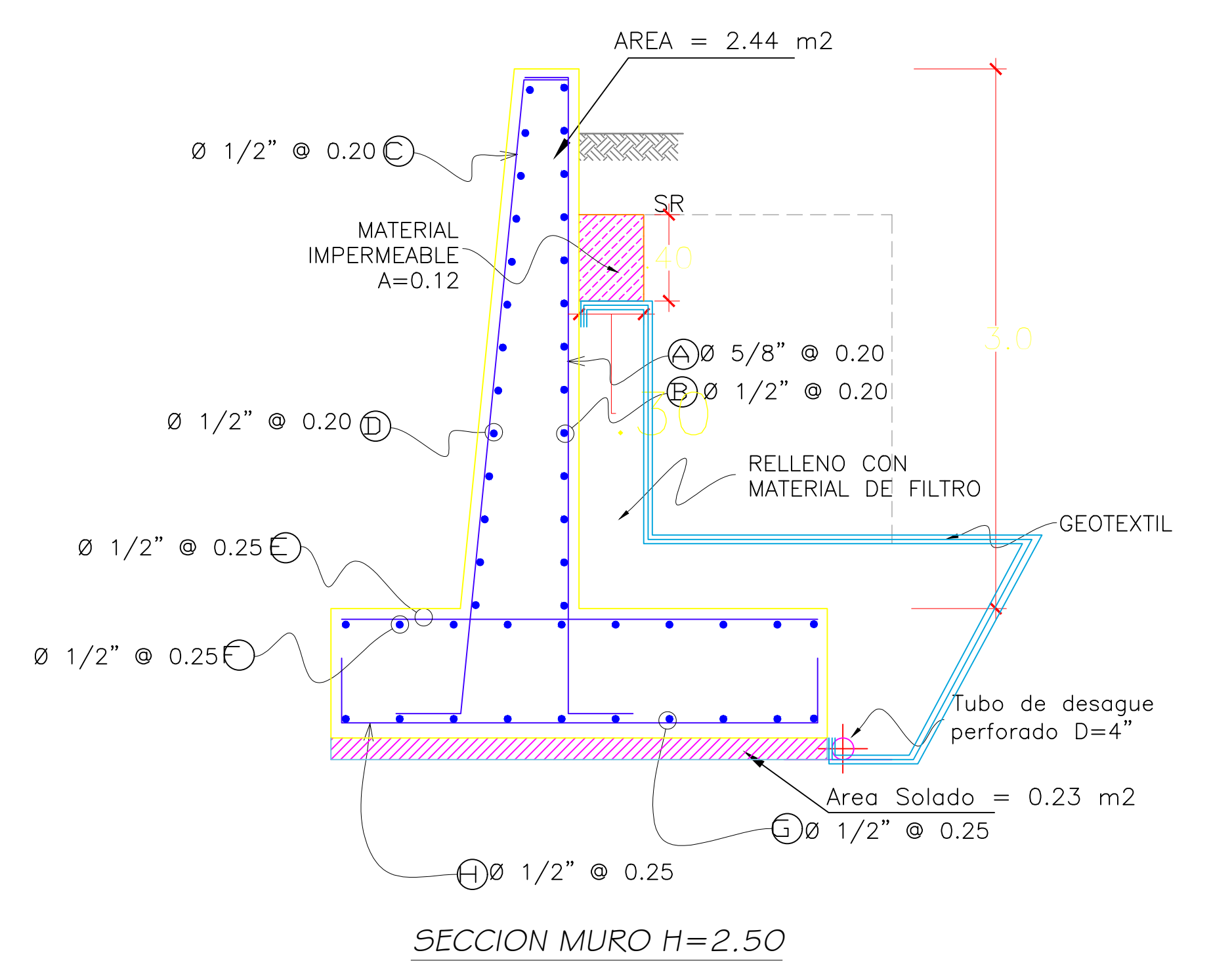
CUADRO DE METRADOS
ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

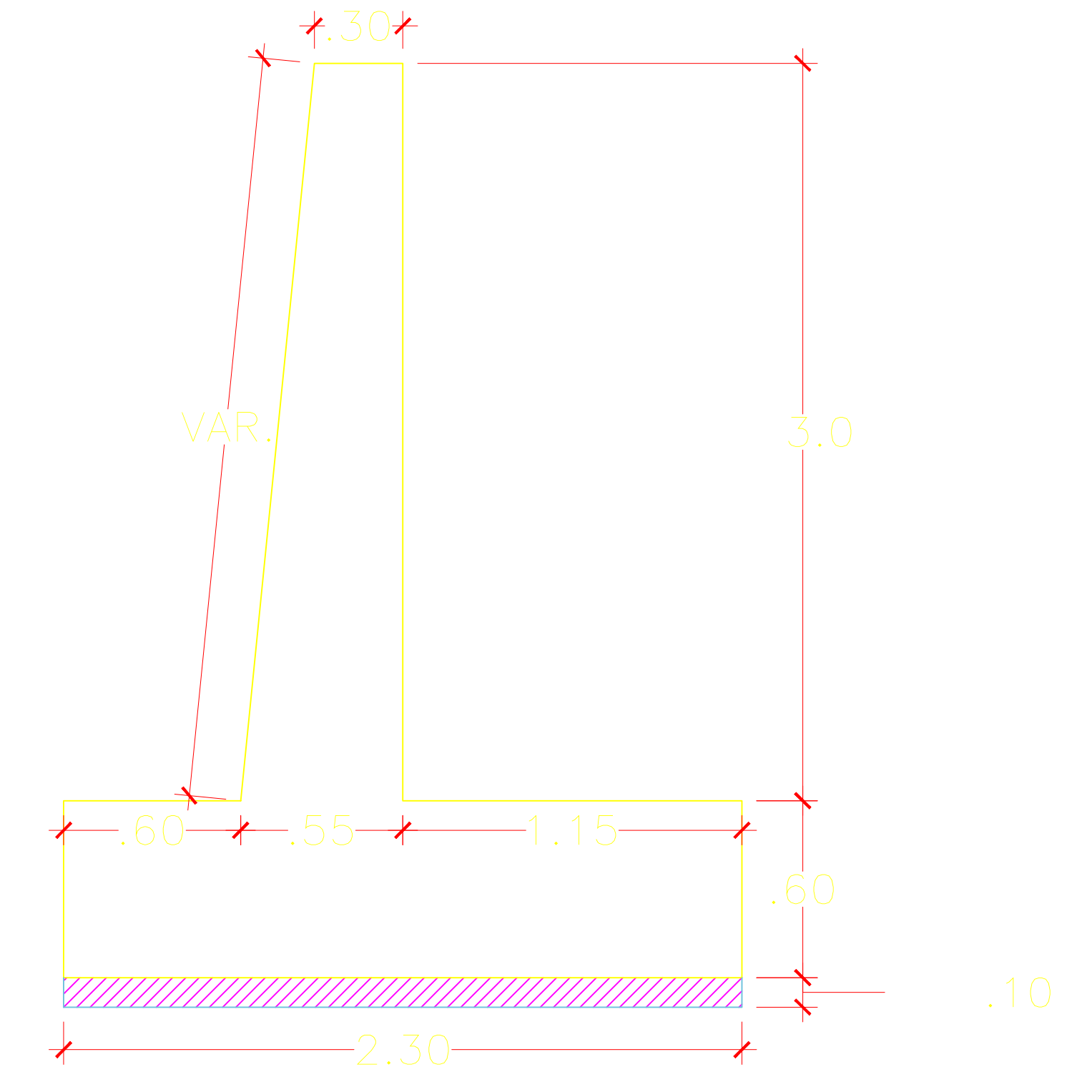
- 1.- ACERO DE REFUERZO
 $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- 2.- RECUBRIMIENTOS MINIMOS
Zapata: 7.5 cm
Pantalla: 5.0 cm
- 3.- TRANSLAPES: 0.60 mt



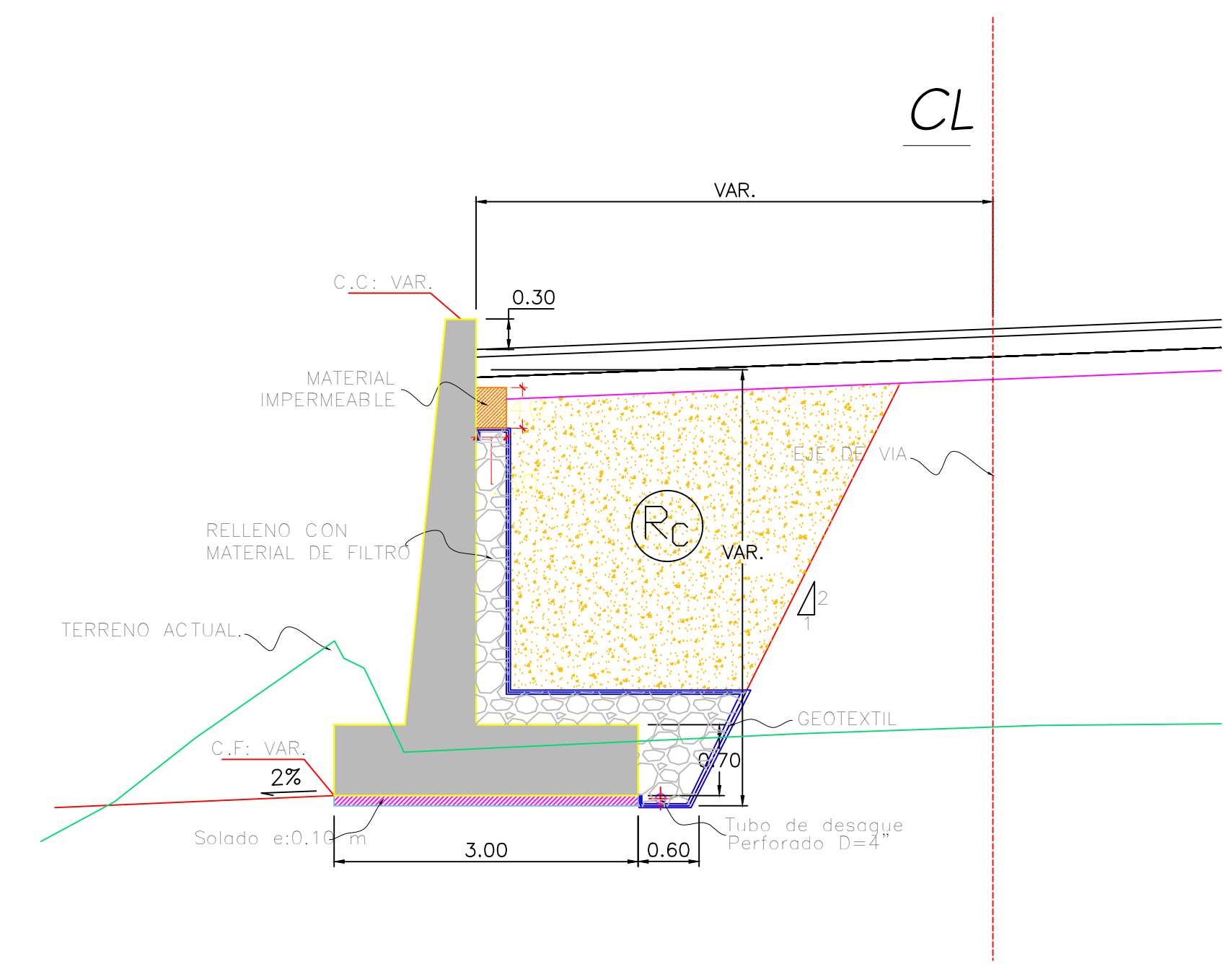
DETALLES DISTRIBUCION ACERO DE REFUERZO
ESCALA: 1/50



SECCION TIPO - DISTRIBUCION DE ACERO
ESCALA: 1/50



SECCION TIPO - DIMENSIONES
ESCALA: 1/50



SECCION TIPICA
ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- CONCRETO ARMADO
f'c=210 kg/cm²
- 2.- CONCRETO PARA SOLADO
f'c=100 kg/cm²
- GEOTEXTIL MT 270
No tejido
- RELLENO DE FILTRO
Material seleccionado para filtro
- TUBO
Seran de PVC SAP Clase 10, pesado de 4" de diametro perforado para el talon del muro sin perforar para el cuerpo del muro de 3" de diametro

METRADOS DE ACERO

TIPO	Ø	TOTAL PIEZAS	LONGITUD (m) x Paño (5 mt)	
			UNITARIO	TOTAL
A	5/8"	26	3.85	123.75
B	1/2"	14	5.25	63.000
C	1/2"	26	3.85	93.750
D	1/2"	14	5.25	78.750
E	1/2"	20	2.15	43.000
F	1/2"	9	5.75	51.750
G	1/2"	9	5.75	51.750
H	1/2"	20	3.05	61.000

RESUMEN DE ACERO x Paño (5 mt)

Ø	KG/M	LONG. (m)	PESO (kg)
1/2"	0.99	433.00	428.670
5/8"	1.55	123.75	191.813
TOTAL (Kg)			620.483
DESPERDICIO 5 % (kg)			31.024
TOTAL ACERO			651.507

CUADRO DE METRADOS
ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- ACERO DE REFUERZO
f'y=4200 kg/cm²
- 2.- RECUBRIMIENTOS MINIMOS
Zapata: 7.5 cm
Pantalla: 5.0 cm
- 3.- TRANSLAPES: 0.60 mt