



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño Geométrico para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Minchola Arteaga, Richard Niell. (ORCID: 0000-0002-8920-3781)

ASESOR:

Dr. Castillo Chávez, Juan Humberto. (ORCID: 0000-0002-4701-3074)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza de continuar en los momentos difíciles e iluminar mi camino a lo largo de mi formación académica.

A mi familia, por ese cariño y apoyo incondicional durante todos estos años, compartiendo triunfos, sueños y logros.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, por los conocimientos transmitidos durante todos estos años de formación académica; en especial a mi asesor el Ing. Juan Humberto Castillo Chávez por la asesoría brindada y el apoyo constante.

Mi agradecimiento a las autoridades de la Municipalidad Distrital de Mache, Otuzco, La Libertad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenido | iv |
| Índice de tablas | v |
| Resumen | vi |
| Abstrac | vii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 01 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 03 |
| III. METODOLOGÍA..... | 09 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 09 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 09 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 09 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 10 |
| 3.5. Procedimiento..... | 11 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 11 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 12 |
| IV. RESULTADOS..... | 13 |
| 4.1 Estudio topográfico | 13 |
| 4.2 Estudio de mecánica de suelos y cantera | 13 |
| 4.3 Estudio hidrológico y obras de arte | 17 |
| 4.4 Diseño Geométrico de la carretera..... | 19 |
| 4.5 Estudio de impacto ambiental..... | 25 |
| 4.6 Presupuesto..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN..... | 28 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 32 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 34 |
| REFERENCIAS..... | 35 |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| TABLA 01 | Relación de BM's..... | 13 |
| TABLA 02 | Ubicación de calicatas | 14 |
| TABLA 03 | Tipos de ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo – filial Moche | 14 |
| TABLA 04 | Resultados de las calicatas..... | 15 |
| TABLA 05 | Tipos de ensayos realizados a la muestra de cantera..... | 16 |
| TABLA 06 | Resultados de la muestra de cantera..... | 16 |
| TABLA 07 | Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas (mm)..... | 17 |
| TABLA 08 | Precipitación máxima en 24 horas promedio (mm)..... | 18 |
| TABLA 09 | IMDs y IMDa en la Estación N° 01: Mache – Olaya..... | 19 |
| TABLA 10 | IMDs y IMDa en la Estación N° 02: Olaya – Buenos Aires.... | 19 |
| TABLA 11 | IMDs y IMDa en la Estación N° 03: Buenos Aires – Pampas de Cochaya..... | 20 |
| TABLA 12 | IMDa en el año 2031 de las Estaciones N° 01, 02 y 03..... | 20 |
| TABLA 13 | Resultados del diseño geométrico..... | 21 |
| TABLA 14 | Factor de ejes equivalentes (EE 8.2 TN) para afirmado y factor del vehículo..... | 22 |
| TABLA 15 | Ejes equivalentes (EE 8.2 TN) para afirmado y factor del vehículo..... | 24 |
| TABLA 16 | Impactos ambientales negativos y positivos..... | 25 |
| TABLA 17 | Metrados..... | 26 |
| TABLA 18 | Costo y presupuesto..... | 27 |

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo demostrar que el Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad, ante el mal estado de la trocha carrozable existente. La propuesta incluye los estudios previos de topografía, mecánica de suelos, hidrológico, tráfico e impacto ambiental, basados en la normativa de Diseño Geométrico 2018 y otros afines.

La investigación es aplicada con enfoque cuantitativo, no experimental – descriptiva, con la variable independiente “Diseño Geométrico” y la variable dependiente “Mejoramiento a nivel de afirmado”. La observación y el análisis documental son las técnicas de recolección de datos para la muestra de siete calicatas ubicadas a largo de los 6.39 km de la carretera Mache - Pampas de Cochaya.

Como resultado, la carretera es denominada de tercera clase, por su aforo de 56 veh/día en el año 2031, de terreno accidentado Tipo 3, cuenta con una velocidad de diseño de 30 km/h, dos carriles de transitabilidad, superficies de rodaduras de 7m, anchos de calzadas de 6m, bermas de 0.50m, radios mínimos de 35m, pendientes entre 0.50 % y 12 %, peraltes máximos del 8 %, entre otras.

Palabras clave: Diseño Geométrico, mejoramiento a nivel de afirmado, calicatas.

ABSTRACT

The objective of this research project is to demonstrate that Geometric Design is an adequate technique for the improvement of the soil compaction of the Mache - Pampas de Cochaya road section, Mache - Otuzco - La Libertad, given the poor condition of the existing carriageway. The proposal includes the previous studies of topography, soil mechanics, hydrology, traffic and environmental impact, based on the 2018 Geometric Design regulations and other related ones.

The research is applicative with a quantitative approach, not experimental - descriptive, with the independent variable "Geometric Design" and the dependent variable " improvement of the soil compaction ". Observation and documentary analysis are the data collection techniques for the sample of seven pits located along the 6.39 km of the Mache - Pampas de Cochaya highway.

As a result, the highway is called third class, due to its capacity of 56 vehicles/day in 2031, Type 3 rough terrain, has a design speed of 30 km/h, two traffic lanes, rolling surfaces of 7m, width of roads of 6m, berms of 0.50m, minimum radius of 35m, slopes between 0.50% and 12%, maximum depths of 8%, and others.

Keywords: Geometric Design, improvement of the soil compaction, pits.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, a lo largo de los años, se ha percibido la construcción y/o mejoramiento de la infraestructura vial como una actividad que permite el desarrollo económico y social en la comunidad, localidad o región; dado que, facilita el acceso a bienes y servicios, así como la comunicación entre los pueblos.

En el departamento de La Libertad solo el 16.60% de la red vial vecinal se encuentra asfaltada o afirmada (MTC, 2021), ocasionando un estancamiento en sus actividades económicas: agricultura, ganadería, mina, turismo, entre otras. Además, según el MEF (2020), en el año 2019 solo el 45% de los recursos destinados para el sector transporte se direccionó para las vías rurales; y del cual, menos del 60% se utilizó para la ejecución de los proyectos.

Actualmente, para trasladarse del centro poblado de Mache (distrito de Mache) a las Pampas de Cochaya (distrito de Salpo), provincia de Otuzco, La Libertad, se tiene que pasar por el pueblo de Agallpampa (distrito de Agallpampa), recorriendo 16.6 km en 44 minutos; ante ello, se propone mejorar el atajo más corto, la trocha carrozable Mache - Pampas de Cochaya (10.21 km menos que la ruta actual), convirtiéndola en una carretera afirmada de tercera clase.

El atajo antes mencionado es de un solo sentido, estrecho y presenta curvas y pendientes que no están sujetas a los parámetros instaurados por las normas peruana de carreteras; para esto, el presente proyecto de investigación tiene la interrogante de si el Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya.

Bajo esta problemática, la justificación técnica se basa en el uso del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico – 2018, la norma del MTC, la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes – AASHTO, y las especificaciones técnicas vigentes; la justificación socioeconómica se refleja en el crecimiento de las actividades económicas de las zona, incluyendo su desarrollo urbanístico, los accesos directos a centros de salud, entre otras; y la justificación

ambiental, con la reducción de los problemas respiratorio de los pobladores, al eliminar los agentes contaminantes que se generan por el polvo de la trocha carrozable.

El objetivo principal del proyecto es demostrar que el Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad; y como objetivos específicos tenemos: realizar el estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos y cantera, estudio hidrológico y obras de arte, el diseño de la carretera según la norma DG-2018, el estudio del impacto ambiental y la tentativa del presupuesto del proyecto.

La hipótesis de esta investigación es que el Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya.

II. MARCO TEÓRICO

Definimos a la infraestructura vial como el conjunto de vías de circulación, badenes, señalización, puestes, entre otros; que facilitan la movilización de vehículos de forma segura, confortable y minimizando los riesgos; además, de posibilitar que las comunidades crezcan en lo cultural, social y económico en la medida que existe la posibilidad de comunicarse y trasladarse (Solminihac et al., 2018).

Por otro lado, Guzmán (como citó a Rivera, 2015) indica que las vías de comunicación pueden mejorar la situación económica y reducir la pobreza; algo relevante, si pretendemos reducir el 24,70% de pobreza total que existe en la región La Libertad (Dirección General de Seguimiento y Evaluación, 2021); en resumen, al conectar los centros poblados se reducen los costos de traslado, hay más oportunidades de trabajo, los establecimientos de salud son accesibles, ingresan nuevas tecnologías, hay competencia entre mercados, entre otras.

Según García et al., toda planificación y construcción de una carretera tiene que concebirse bajo factores externos, como las características geométricas del territorio, su topografía, climatología, hidrología, geología, medio ambiente, entre otros; y factores internos, como el presupuesto de obra, la elección de los materiales, la técnica de construcción, la tipología y características de vehículos que transitan, etc. Este método de ingeniería civil es conocido como Diseño Geométrico, que tiene como objetivos priorizar la funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con el entorno, armonía con el paisaje, rentabilidad y la elasticidad (proyectarse a cualquier modificación o mejora).

Para García et al., dicha técnica se desenvuelve como un proceso cíclico, donde primero se modela la geometría de la carretera, para luego evaluar y mejorar constantemente el diseño. El objetivo principal del proceso es lograr la funcionalidad, sin alterar la realidad física.

Florida Greebook Users (2016) indica que el Diseño Geométría de debe realizarse en estrecha coordinación con otros elementos: diseño de pavimentos, iluminación de carreteras, control de tráfico dispositivos, tránsito, drenaje y diseño estructural. El diseño debe considerar la seguridad en la carretera.

Para Montañó et al. (2015) la localización es una de las principales consideraciones al planificar y ejecutar una carretera, si se emplea el Diseño Geométrico, pues de esta depende la funcionalidad y rentabilidad del proyecto; es decir, verificar si la ubicación propuesta es viable. También, estos autores prevén que una nueva carretera puede significar un cambio en la zonificación y/o uso de suelo de las comunidades, ya sea por el incremento de viviendas, áreas comerciales, recreacionales, industriales, etc.; la modificación del perfil e imagen urbana; un aumento de ruido y contaminación; incremento de accidentes; y más. Todos estos efectos tienen que ser considerados y resueltos desde la planificación.

Después de mostrar la pluralidad teórica que avala el Diseño Geométrico, podemos indicar que el Perú también la refiere como fuente confiable; así lo demuestran los acápites de los documentos de Requerimiento de Contratación de Ejecutor de Obra (requerimiento y requisitos de calificación) que PROVIAS Nacional del MTC adjunta cada vez que se lanza una convocatoria pública de mejoramiento o construcción de carreteras.

Una de las normas técnicas más citadas en el Perú es el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018), donde se establece los lineamientos obligatorios para construir una carretera; asimismo, se difunde los pasos para ejecutar el Diseño Geométrico en base a su categorización, nivel de servicio y los criterios y controles básicos: tipos de vehículos, velocidad, longitud de visibilidad, curvas, pendientes, secciones transversales, etc. Adicional a esto, el manual recalca que el reconocimiento en el lugar de emplazamiento resulta indispensable para realizar cualquier alteración, modificación y/o construcción de carreteras.

Por su parte, el Manual de Carreteras: sección suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014) proporciona criterios técnicos para diseñar la estructura de una carretera, considerando el estudio de materiales, condiciones externas (el tráfico, clima y gestión vial) y las experiencias a lo largo de los años; de tal manera que, las carreteras sean dotadas de estabilidad y eficiencia.

Otros textos de apoyo son El Manual de Mecánica de Suelos y Cimentaciones (2010) que orienta el cómo clasificar el suelo para tener una noción del sistema estructuras utilizar; el libro de Gonzales (2007) que detalla cómo hacer el levantamiento topográfico del lugar de emplazamiento para saber dónde se debe emplazar; y el libro de Villón (2011) que enseña cómo diseñar las instalaciones de drenaje para conducir el agua de precipitaciones, prevenir inundaciones de las calzadas y el empobrecimiento estructural de la carretera y los derrumbes o erosión de los taludes.

El expediente técnico de la obra pública “Mejoramiento, rehabilitación del Camino Vecinal Sicchal – Huagal - Barro Negro - Chinchinvara – Uningambal I - Huasochugo, Provincia de Julcán - La Libertad” (2015), con sus 64.9 km, muestra un claro ejemplo de los atributos que se pueden obtener del Diseño Geométrico como técnica constructiva: una velocidad de diseño de 35 km/hr con 4.50 m de ancho de calzada, un radio mínimo de diseño de 25 m, un peralte mínimo de 8% y máximo de 12%, 70 alcantarillas, 07 pontones, 07 badenes, plazoletas c/500m. Dicho mejoramiento aumentó la afluencia vehicular y peatonal a lo largo de la carretera.

Un siguiente ejemplo es el expediente técnico de la “Construcción de la trocha carrozable desde el cruce de Chinchinvara hasta el cruce Uningambal, distrito de Huaso - Julcán - La Libertad” (2014) que detalla las características de 3.20 Km de vía rural; además de sustentar la implantación de una alcantarilla de concreto tipo marco.

Rodríguez, M. (2015) en la tesis “Mejoramiento de la Carretera a Nivel de Afirmado de los caseríos El Progreso – Jaulabamba, del Distrito de Huaso – Julcán – La Libertad” expresa que cómo la norma técnica del Manual de Carreteras - Diseño Geométrico de DG – 2014 es considerada óptima para ejecutar proyectos de gran envergadura. A su vez, se demuestra cómo los aspectos físicos y geográficos del terreno, y los factores socio-económicos del lugar son considerados para el diseño de la carretera.

Con los proyectos antes presentados, podemos deducir que el Diseño Geométrico es un referente sustentado como método constructivo, ya que los distritos de Julcán y Huaso se encuentran cerca de Mache, compartiendo similar accidentabilidad topográfica, climatología, entre otros. Además, se deduce que el estudio del contexto mediado e inmediato de la zona es fundamental para concebir una edificación acorde a su entorno.

Respecto al nivel de construcción de la carretera de tercera clase, se consideró llegar hasta la partida de afirmado, donde el MEF (2015) la define como un revestimiento de compactación de material granular con cualidades de resistencia al peso y tránsito. Habitualmente se ve expuesta en superficies de caminos o rutas no pavimentadas.

Además, el MEF (2015) hace referencia que una alternativa tecnológica de pavimento es el afirmado mejorado. La diferencia entre esta propuesta y al convencional es que no solo se emplea la arcilla, arena y piedra, sino que también se le incluye asfalto, cemento, cal, aditivo químico u otro componente; proporcionando una prolongada vida útil y calidad en el servicio. Cabe resaltar, que el espesor máximo de la capa de afirmado puede ir de 25 mm a 15mm.

Por otro lado, no debemos obviar el impacto ambiental que toda construcción de carreteras conlleva, tal como lo presenta Andrés, M. et al. (2006), indicando que el movimiento de tierras, la eliminación de cubierta vegetal, la modificación del uso de suelo, el movimiento de maquinaria (ruidos emitidos por las mismas), las

expropiaciones y las contrataciones con empleados, son algunos aspectos que deberán de ser tratados; y con ello desarrollar planes de contingencia.

Otro aspecto de impacto ambiental, según el MEF (2015), es el control del polvo que proviene del desprendimiento de los agregados finos del pavimento afirmado; elemento que si no es tratado a tiempo puede perjudicar la salud de los residentes de la zona (proliferación de agentes contaminantes), la producción agrícola y al patrimonio cultural. Es por eso, que el MEF propone al afirmado mejorado como alternativa constructiva que puede controlar el polvo.

Para Sánchez A. (2011) el estudio del impacto ambiental debe concebirse desde la etapa inicial y de planificación del proyecto, para prevenir y/o atenuar los efectos negativos que estos pueden traer, como es el caso de los derrumbes, contaminación sonora, audiovisual, de suelos, entre otros.

Según el Collazos, J. (2009), el análisis y evaluación de la afectación ambiental está conformado por un conjunto de procesos que tienen como objetivo informar a los próximos proyectistas las consecuencias de ignorar los aspectos ambientales en la planificación de los proyectos. El autor introduce la variable “ambiente” para ser considerada desde los inicios del proyecto, desde su diseño; así, preservar los recursos naturales, respetar los ecosistemas y tomar medidas para eliminar o minimizar las acciones que puedan repercutir en el medio donde se desarrollan los proyectos.

Por su parte, ACI USA, Inc. – Civil Engineering Firm & LiDAR Surveying (2018) afirma que la fase de planificación es primordial por prever las consecuencias del impacto ambiental en la construcción de carreteras; orillándonos a evaluar si la propuesta del Diseño Geométrico cumple desde ya una baja incidencia.

Para finalizar, no debemos deslindar el factor económico de un proyecto civil; pues según Dussán, S. (2014), un presupuesto definido garantiza el cumplimiento

de los objetivos trazados, brindando una total disposición del capital humano, materiales, ejercicio de los métodos propuestos, etc., cumpliendo en el tiempo estimado. Cabe resaltar que, Montaña et al. (2015) hace hincapié que los presupuestos de las obras viales rurales se ven afectadas por la lejanía de estas, incrementando el precio por traslado de material, estudio in situ, transporte de personal, etc.; por eso, se debe considerar un mapeo de las rutas de acceso óptimas.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada y el diseño de investigación es no experimental, descriptivo.

La investigación cumplirá con la secuencia de como una población beneficiaria es observada y analizada, para luego ofrecerle una propuesta de diseño.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

- Variable independiente: Diseño Geométrico. (ver anexo 1)
- Variable dependiente: Mejoramiento a nivel de afirmado. (ver anexo 1)

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

- Población: Residentes de los distritos de Mache y Salpo, beneficiados por la construcción a nivel de afirmado de la carretera. Su proyección para el año 2031 es de 12404 pobladores. (ver anexo 3)
- Muestra: Residentes de los centros poblados de Mache, Olaya, Buenos Aires y Pampas de Cochaya. Su proyección para el año 2031 es de 1167 pobladores. (ver anexo 3)
- Muestreo: Se empleará la fórmula de tasa de crecimiento y el método aritmético de interés compuesto para su proyección al año 2031; utilizando los datos estadísticos de los censos del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática a los centros poblados.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A. TÉCNICA DE OBSERVACIÓN Y EL INSTRUMENTO DE GUÍAS DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

Según Orellana, D. et al. (2006), la técnica de la observación permite que el investigador se involucre directamente con el área de trabajo, y éste la pueda analizar de forma objetiva y directa; además su participando varía según la finalidad, tipo y diseño de investigación.

Borja, M. (2012) define a la técnica de observación como “(...) la percepción intencionada e ilustrada de un hecho o un conjunto de hechos o fenómenos, donde el objeto es un hecho de la realidad” (p.33). En los proyectos de investigación en ingeniería civil, la data obtenida se plasma en los formatos de las notas o guías de campo, para los estudios topográficos, diseño de mezclas, estudios de suelos, tráfico, etc.; estos vienen a ser los instrumentos de recolección de datos de dicha técnica.

Para Corral, M. (2009), la técnica de observación a implantar es la directa, pues la toma de datos no requiere cuestionarios o entrevistas.

B. TÉCNICA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL Y EL INSTRUMENTO DE FICHAS DE INVESTIGACIÓN

Orellana, D. et al. (2006) menciona que las acciones de explorar, elegir, leer, comprender e interpretar información relacionada con el objeto de estudio de una investigación, originan data esencial para el marco teórico; por lo tanto, esta técnica es indispensable en cualquier tipo de investigación.

La información adquirida en los libros, revistas, artículos científicos, videos, actas, informes, etc., no siempre son exacta o verás, para lo cual siempre debe de ser analizada en relación con otros datos para que pueda ser útil a la

investigación. Los instrumentos de dicha técnica son las fichas de investigación, apuntes que permiten rescatar lo esencial y cotejar información.

Corral, M. (2009) nos refiere que los instrumentos de recolección de datos deben de ser confiables, pues con ello se ve la exactitud y precisión al momento de medir la data; y válidos, referido al nivel en que un instrumento es aceptado para considerar sus resultados.

3.5. PROCEDIMIENTO

El desarrollo de la investigación seguirá el siguiente proceso:

1° Análisis documental. - Recopilación de información bibliográfica, tanto de libros, revistas, censos, actas, informes, manuales, entre otras; para concluir en antecedentes, marcos teóricos y referenciales, datos estadísticos y situacionales, etc.; a fin de obtener un panorama general del proyecto y proponer los objetivos a alcanzar.

2° Observación directa. – Recorrer los centros poblados beneficiados, la ruta actual y la propuesta de la carretera, observar cómo se desenvuelven la población; así recopilar toda la información posible que nos ayude a generar una idea del proyecto.

3° Trabajos de campo. - Se realizará el levantamiento topográfico, el estudio hidrológico e hidráulico de la zona y terreno y la excavación controlada de calicatas para el EMS.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

A. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Para el análisis de datos se requiere el empleo de este método estadístico, permitiendo hallar la tasa de crecimiento poblacional y su proyección y la

proyección el tráfico vehicular. Con esto se puede generalizar los resultados obtenidos de la muestra hacia la población.

B. PROCESAMIENTO CON PROGRAMAS ASISTIDOS POR COMPUTADOR

La información recabada *in situ* será procesada con los siguientes programas asistidos por computador: AutoCAD, AutoCAD Civil3D, Ms Project, S10 Project, Microsoft Excel, entre otros.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Antes de iniciar con la investigación, se entablará contacto con las autoridades de del distrito de Mache, para adquirir las facilidades y el apoyo de ésta.

Durante la expedición en campo no se vulnerará la propiedad privada ni la integridad física o mental de los habitantes; además de levantar los datos en campo de forma transparente y veraz.

La información adquirida de libros, revistas, manuales, etc. será citada y referenciada según el Reglamento de la Universidad César Vallejo, a fin de respetar la propiedad intelectual.

IV. RESULTADOS

4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Empleando el método combinado del GPS Navegador Datum WGS 84 y la Estación Total se desarrolló el plano topográfico de los 6.39 km de la propuesta de carretera. El programa asistido por computador AutoCAD Civil 3D permitió su modelación digital.

Durante el proceso, los puntos BM's instalados fueron los siguientes:

Tabla 01

Relación de BM's.

| N° | NORTE | ESTE | COTA |
|---------|--------------|-------------|-----------|
| BM – 01 | 9111686.3401 | 771629.2169 | 3309.4500 |
| BM – 02 | 9111948.0946 | 771355.1553 | 3282.0100 |
| BM – 03 | 9112142.1638 | 771283.3965 | 3258.1200 |
| BM – 04 | 9112820.9730 | 770936.2363 | 3147.0100 |
| BM – 05 | 9112369.3862 | 770600.9541 | 3121.8400 |
| BM – 06 | 9112433.8081 | 770487.2978 | 3121.8600 |
| BM – 07 | 9112185.0376 | 769703.6431 | 3085.1000 |
| BM – 08 | 9112432.4168 | 769344.7890 | 3017.2200 |
| BM – 09 | 9113371.7323 | 769028.7594 | 3126.9640 |

Fuente: Elaboración propia.

4.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERA

A. ESTUDIO DE SUELOS

Los resultados del estudio de mecánica de suelos provienen de la intervención en siete calicatas separadas cada 1 km y de los ensayos CBR cada 3 km.

Tabla 02

Ubicación de calicatas.

| UBICACIÓN | CALICATA | KILOMETRÍA | LADO | MUESTRA |
|-------------------|----------|-------------|-----------|---------|
| Mache | C-01 | Km 01 + 000 | Derecho | E-1 |
| Mache | C-02 | Km 02 + 000 | Izquierdo | E-1 |
| Olaya | C-03 | Km 03 + 000 | Derecho | E-1 |
| Buenos Aires | C-04 | Km 04 + 000 | Izquierdo | E-1 |
| Buenos Aires | C-05 | Km 05 + 000 | Derecho | E-1 |
| Pampas de Cochaya | C-06 | Km 06 + 000 | Izquierdo | E-1 |
| Pampas de Cochaya | C-07 | Km 06 + 500 | Derecho | E-1 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 03

Tipos de ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo – filial Moche.

| NOMBRE | USO | MÉTODO AASHTO | ENSAYO ASTM | TAMAÑO DE MUESTRA | FIN DEL ENSAYO |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|-------------|-------------------|---|
| Análisis granulométrico por tamizado | Clasificación | T88 | D422 | 5.0 kg | Obtener la distribución por tamaño de partículas del suelo del tramo en estudio. |
| Contenido de humedad | | | D2216 | 5.0 kg | Determinar cantidad de agua contenida en el suelo del tramo en estudio. |
| Limite líquido | | T89 | D4318 | 5.0 kg | Hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico. |
| Limite plástico | | T90 | D4318 | 5.0 kg | Hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico. |
| Índice plástico | | T90 | D1557 | 5.0 kg | Determinar el rango de contenido de agua por encima del cual el suelo está en un estado plástico. |
| Compactación Proctor Modificado | Diseño de espesor | T180 | D1557 | 16.0 kg | Determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario de los suelos. |
| California Bearing Ratio | | T193 | D1883 | 45.0 kg | Hallar la capacidad de carga, permite inferir el módulo resiliente y el espesor de las capas. |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 04

Resultados de las calicatas.

| NOMBRE | DESCRIPCIÓN | PORCENTAJE DE MUESTRA QUE PASA POR LA MALLA N° 200 | CLASIFICACIÓN DE SUELO | | CONTENIDO DE HUMEDAD |
|----------------|--|--|--|----------------|----------------------|
| | | | SISTEMA SUCS | SISTEMA AASHTO | |
| Calicata N° 01 | C-01 E-1 km 0+500 / 0.00 - 1.50 m | 40.27% | Arena arcillosa con grava (SC) | A-4(0) | 6.75% |
| Calicata N° 02 | C-02 E-1 km 1+500 / 0.00 - 1.50 m | 48.04% | Arcilla limosa con arena (CL-ML) | A-4(3) | 9.99% |
| Calicata N° 03 | C-03 E-1 km 2+500 / 0.00 - 1.50 m | 54.98% | Arcilla ligera arenosa con grava (CL) | A-7-6(7) | 24.07% |
| Calicata N° 04 | C-04 E-1 km 3+500 / 0.00 - 1.50 m | 46.31% | Grava arcillosa con arena (GC) | A-4(1) | 9.72% |
| Calicata N° 05 | C-05 E-1 km 4+500 / 0.00 - 1.50 m | 40.29% | Arena arcillosa con grava (SC) | A-4(1) | 19.10% |
| Calicata N° 06 | C-06 E-1 km 5+500 / 0.00 - 1.50 m | 44.10% | Arena arcillosa con grava, con baja plasticidad (SC) | A-6(6) | 17.07% |
| Calicata N° 07 | C-07 E-1 km 6+500 / 0.00 - 1.50 m | 11.76% | Grava mal graduada con limo y arena (GP-GM) | A-1-a (0) | 7.67% |

Fuente: Elaboración propia.

B. ESTUDIO DE CANTERA

La cantera “La Curva” se encuentra a 4 km de la vía de estudio. Para la extracción del material se emplea maquinaria pesada (cargadores frontales y retroexcavadoras) y para su transporte se requiere volquetes de 10 a 15 m³.

La muestra de cantera fue sometida a los ensayos del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo – filial Moche.

Tabla 05

Tipos de ensayos realizados a la muestra de cantera.

| NOMBRE DEL ENSAYO | NORMA MTC | NORMA ASTM |
|--|-----------|--------------|
| Análisis granulométrico por tamizado | MTC E 107 | ASTM D-422 |
| Humedad natural | MTC E 108 | ASTM D-22216 |
| Límites de Atterberg | MTC E 110 | |
| Límite Líquido | | ASTM D-4318 |
| Límite Plástico | MTC E 111 | ASTM D-4318 |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | |
| Clasificación de Suelos. Método SUCS | | ASTM D-2487 |
| Clasificación de Suelos. Método AASHTO | M-145 | |
| Proctor Modificado | MTC E 115 | ASTM D-1557 |
| California Bearing Ratio | MTC E 132 | ASTM D-1883 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 06

Resultados de la muestra de cantera.

| DATOS DE ENSAYO | | | | | |
|--------------------------|--------------|--|--|--|--|
| Muestra: | M1 – CANTERA | | | | |
| Peso de muestra seca: | 1500.00 | | | | |
| Peso perdido por lavado: | 302.25 | | | | |

| HUMEDAD NATURAL | |
|------------------|--------|
| Sh + Tara: | 109.06 |
| Ss + Tara: | 100.45 |
| Tara: | 10.13 |
| Peso agua: | 8.61 |
| Peso suelo seco: | 90.32 |
| Humedad: | 9.45 |

| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso retenido | % Retenido parcial | % Retenido Acumulado | % que pasa |
|--------------|-----------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 166.52 | 11.10 | 11.10 | 88.90 |
| 3/4" | 19.050 | 86.25 | 5.75 | 16.85 | 83.15 |
| 1/2" | 12.700 | 60.880 | 4.06 | 20.91 | 79.09 |
| 3/8" | 9.525 | 81.120 | 5.41 | 26.32 | 73.68 |
| 1/4" | 6.350 | 154.960 | 10.33 | 36.65 | 63.35 |
| N° 4 | 4.178 | 84.020 | 5.60 | 42.25 | 57.75 |
| 8 | 2.360 | 119.560 | 7.97 | 50.22 | 49.78 |
| 10 | 2.000 | 24.130 | 1.61 | 51.83 | 48.17 |
| 16 | 1.180 | 21.680 | 1.45 | 53.27 | 46.73 |
| 20 | 0.850 | 18.140 | 1.21 | 54.48 | 45.52 |
| 30 | 0.600 | 13.890 | 0.93 | 55.41 | 44.59 |
| 40 | 0.420 | 51.260 | 3.42 | 58.83 | 41.17 |
| 50 | 0.300 | 42.310 | 2.82 | 61.65 | 38.35 |
| 60 | 0.250 | 35.260 | 2.35 | 64.00 | 36.00 |
| 80 | 0.180 | 89.250 | 5.95 | 69.95 | 30.05 |
| 100 | 0.150 | 53.340 | 3.56 | 73.50 | 26.50 |
| 200 | 0.074 | 95.180 | 6.35 | 79.85 | 20.15 |
| < 200 | | 302.25 | 20.15 | 100 | 0.00 |
| Total | | 1500.00 | | | |

| LÍMITE E ÍNDICES DE CONSISTENCIA | |
|----------------------------------|-----------|
| L. Líquido: | 27 |
| L. Plástico: | 21 |
| Ind. Plástico: | 6 |
| Clas. SUCS: | GC-GM |
| Clas. AASHTO: | A-1-b (0) |

| DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | |
|--|--|
| Grava arcillosa limosa, de baja plasticidad, con un 20.15% que pasa la malla N° 200. | |

| MÉTODO DE COMPACTACIÓN: ASTM D 1557 | |
|--|--------|
| Máx. densidad seca (gr./cm3): | 2.106 |
| Máx. densidad seca (gr./cm3) al 95%: | 2.001 |
| Óptimo contenido de humedad: | 11.15% |
| C.B.R. al 100% de la máx. densidad seca: | 83.52% |
| C.B.R. al 95% de la máx. densidad seca: | 64.50% |

| | |
|---|---------|
| IP: | 6 |
| LL: | Máx 29% |
| CBR (referido al 100% y carga de penetración de 0.1") | Min 20% |

Fuente: Elaboración propia.

C. ESTUDIO DE FUENTE DE AGUA

La zona de estudio cuenta con las fuentes de agua del río Moche y los manantiales; recursos hídricos que permiten la realización de las partidas necesarias del proyecto.

4.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y OBRAS DE ARTE

A. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS

Tabla 07

Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 horas (mm).

| ESTACIÓN JULCAN | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|--------|-------|-------|----------|-------|----------|-------|-------|--------------|-------|-------------|-------|-----------|--|
| Estación | : | Julcán | | | Latitud | : | 8°2'33" | | | Departamento | : | La Libertad | | | |
| | | | | | Longitud | : | 78°29'9" | | | Provincia | : | Julcán | | | |
| | | | | | Altitud | : | 3170 m | | | Distrito | : | Julcán | | | |
| REGISTRO | AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | PREC. MAX | |
| 1 | 1996 | 21.80 | 54.20 | 23.30 | 22.90 | 14.30 | 3.60 | 0.60 | 10.50 | 9.70 | 18.20 | 15.70 | 22.60 | 54.20 | |
| 2 | 1997 | 7.10 | 19.60 | 24.50 | 26.60 | 12.90 | 1.50 | 0.00 | 5.20 | 14.30 | 15.00 | 22.50 | 40.00 | 40.00 | |
| 3 | 1998 | 50.80 | 31.20 | 23.40 | 26.00 | 7.70 | 5.00 | 0.70 | 8.80 | 21.00 | 16.50 | 11.60 | 17.30 | 50.80 | |
| 4 | 1999 | 35.90 | 43.10 | 30.00 | 24.20 | 14.70 | 12.90 | 19.90 | 9.30 | 26.90 | 18.40 | 12.50 | 17.00 | 43.10 | |
| 5 | 2000 | 38.90 | 33.70 | 33.80 | 33.10 | 22.00 | 12.90 | 5.30 | 32.60 | 7.40 | 7.60 | 18.20 | 22.10 | 38.90 | |
| 6 | 2001 | 38.90 | 18.50 | 56.60 | 18.10 | 12.80 | 13.30 | 4.30 | 0.00 | 13.00 | 18.00 | 10.80 | 15.90 | 56.60 | |
| 7 | 2002 | 14.90 | 33.70 | 37.60 | 28.90 | 6.10 | 8.00 | 2.30 | 0.00 | 0.00 | 12.00 | 26.90 | 10.00 | 37.60 | |
| 8 | 2003 | 20.00 | 24.50 | 25.00 | 24.80 | 4.70 | 3.90 | 4.50 | 5.50 | 3.50 | 13.10 | 12.60 | 38.40 | 38.40 | |
| 9 | 2004 | 8.00 | 47.70 | 21.30 | 12.20 | 12.50 | 4.20 | 7.70 | 0.00 | 12.20 | 19.20 | 25.70 | 22.00 | 47.70 | |
| 10 | 2005 | 24.50 | 21.90 | 40.70 | 14.00 | 5.30 | 2.20 | 0.00 | 3.50 | 2.20 | 18.70 | 6.60 | 17.50 | 40.70 | |
| 11 | 2006 | 19.70 | 28.40 | 34.10 | 18.00 | 2.90 | 8.20 | 2.10 | 8.10 | 14.70 | 9.50 | 41.00 | 26.60 | 41.00 | |
| 12 | 2007 | 25.70 | 22.90 | 40.20 | 27.30 | 25.70 | 3.70 | 4.90 | 11.20 | 20.50 | 22.90 | 14.40 | 26.10 | 40.20 | |
| 13 | 2008 | 24.50 | 45.90 | 25.10 | 20.60 | 5.60 | 13.50 | 2.00 | 3.10 | 29.00 | 29.60 | 25.40 | 22.00 | 45.90 | |
| 14 | 2009 | 26.30 | 24.10 | 40.80 | 24.00 | 17.90 | 13.20 | 8.60 | 9.40 | 8.30 | 21.60 | 26.30 | 15.90 | 40.80 | |
| 15 | 2010 | 35.00 | 32.00 | 19.20 | 31.20 | 10.20 | 9.60 | 18.40 | 3.60 | 12.30 | 3.30 | 12.00 | 22.60 | 35.00 | |
| 16 | 2011 | 34.10 | 19.60 | 54.50 | 47.40 | 8.70 | 3.80 | 12.70 | 0.00 | 15.40 | 8.00 | 8.60 | 16.80 | 54.50 | |
| 17 | 2012 | 31.50 | 36.40 | 40.30 | 23.10 | 11.90 | 3.50 | 0.00 | 2.30 | 13.80 | 17.00 | 14.50 | 36.10 | 40.30 | |
| 18 | 2013 | 13.10 | 30.40 | 36.70 | 10.80 | 9.70 | 19.80 | 1.20 | 2.50 | 2.00 | 29.80 | 16.90 | 22.50 | 36.70 | |
| 19 | 2014 | 12.90 | 13.60 | 25.40 | 29.90 | 9.60 | 4.60 | 2.70 | 1.70 | 17.10 | 22.70 | 16.90 | 31.10 | 31.10 | |
| 20 | 2015 | 23.60 | 18.20 | 26.00 | 26.00 | 29.60 | 3.20 | 3.70 | 0.00 | 10.10 | 16.30 | 28.90 | 26.80 | 29.60 | |
| PROMEDIO | | 25.36 | 29.98 | 32.93 | 24.46 | 12.24 | 7.53 | 5.08 | 5.87 | 12.67 | 16.87 | 18.40 | 23.47 | | |
| PREC. MIN | | 7.10 | 13.60 | 19.20 | 10.80 | 2.90 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.30 | 6.60 | 10.00 | | |
| PREC. MAX | | 50.80 | 54.20 | 56.60 | 47.40 | 29.60 | 19.80 | 19.90 | 32.60 | 29.00 | 29.80 | 41.00 | 40.00 | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 08

Precipitación máxima en 24 horas promedio (mm).

| REGISTRO | AÑO | PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm) |
|----------|------|--|
| 1 | 1996 | 54.20 |
| 2 | 1997 | 40.00 |
| 3 | 1998 | 50.80 |
| 4 | 1999 | 43.10 |
| 5 | 2000 | 38.90 |
| 6 | 2001 | 56.60 |
| 7 | 2002 | 37.60 |
| 8 | 2003 | 38.40 |
| 9 | 2004 | 47.70 |
| 10 | 2005 | 40.70 |
| 11 | 2006 | 41.00 |
| 12 | 2007 | 40.20 |
| 13 | 2008 | 45.90 |
| 14 | 2009 | 40.80 |
| 15 | 2010 | 35.00 |
| 16 | 2011 | 54.50 |
| 17 | 2012 | 40.30 |
| 18 | 2013 | 36.70 |
| 19 | 2014 | 31.10 |
| 20 | 2015 | 29.60 |
| PROMEDIO | | 42.16 |

Fuente: Elaboración propia.

En base a los datos registrados por SENAMHI, la precipitación máxima en 24 horas a considerar es de 56.60 mm (dato registrado en marzo del 2001). Y su precipitación máxima en 24 horas promedio es de 42.16 mm.

B. CUNETAS

Las cunetas tienen las siguientes características: 0.30m de profundidad, 0.75m de ancho, taludes interiores de 1:02 y 1:03 de pendiente (velocidad menor de 70 km/h y un IMDA menor de 750 veh/día); y taludes exteriores de 1:1 dependiente (igual que los taludes de corte).

4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

A. ESTUDIO DE TRÁFICO

Los índices medios diarios semanal (IMDs) obtenidos del conteo vehicular en la 2° semana del mes de julio del 2021 (de lunes a domingo, entre los horarios de 08:00 a.m. a 09:00 p.m.) y los índices medios diarios anuales (IMDa) del presente año, son:

Tabla 09

IMDs y IMDa en la Estación N° 01: Mache - Olaya.

| | AUTOMOVIL | CAMIONETA | CAMIONETA RURAL | MICROBUS | OMINIBUS 2E | OMINIBUS 3E | CAMIÓN 2E C2 | CAMIÓN 3E C3 | CAMIÓN 4E | SEMITRAYLERS T3S1 | TRAYLERS | TOTAL |
|---|-----------|-----------|-----------------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|----------|-------|
| IMDs | 15 | 13 | 3 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 32 |
| Factor de corrección. Peaje Menocucho, entre los años 2010 - 2016 | 0,95021 | | | | | | 0,94669 | | | | | |
| IMDa (redondeo) | 15 | 13 | 3 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 32 |

Fuente: Elaboración propia. (Julio, 2021)

Tabla 10

IMDs y IMDa en la Estación N° 02: Olaya – Buenos Aires.

| | AUTOMOVIL | CAMIONETA | CAMIONETA RURAL | MICROBUS | OMINIBUS 2E | OMINIBUS 3E | CAMIÓN 2E C2 | CAMIÓN 3E C3 | CAMIÓN 4E | SEMITRAYLERS T3S1 | TRAYLERS | TOTAL |
|---|-----------|-----------|-----------------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|----------|-------|
| IMDs | 5 | 10 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 20 |
| Factor de corrección. Peaje Menocucho, entre los años 2010 - 2016 | 0,95021 | | | | | | 0,94669 | | | | | |
| IMDa (redondeo) | 5 | 10 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 20 |

Fuente: Elaboración propia. (Julio, 2021)

Tabla 11

IMDs y IMDa en la Estación N° 03: Buenos Aires – Pampas de Cochaya.

| | AUTOMOVIL | CAMIONETA | CAMIONETA RURAL | MICROBUS | OMNIBUS 2E | OMNIBUS 3E | CAMIÓN 2E C2 | CAMIÓN 3E C3 | CAMIÓN 4E | SEMITRAYLERS T3S1 | TRAYLERS | TOTAL |
|---|-----------|-----------|-----------------|----------|------------|------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|----------|-------|
| IMDs | 5 | 3 | - | - | - | - | - | 6 | - | 2 | - | 16 |
| Factor de corrección. Peaje Menocucho, entre los años 2010 - 2016 | 0,95021 | | | | | | 0,94669 | | | | | |
| IMDa (redondeo) | 5 | 3 | - | - | - | - | - | 6 | - | 2 | - | 16 |

Fuente: Elaboración propia. (Julio, 2021)

Para obtener los índices medios diarios anuales (IMDa) proyectados al año 2031 se utilizó el método de interés compuesto ($Tt = T0 (1 + r)^t$). Los vehículos de pasajeros emplean la tasa del crecimiento anual poblacional del distrito de Mache de 1.9% y los vehículos de carga, la tasa de crecimiento anual PBI de La Libertad de 2.5%. La primera tasa se obtuvo de la proyección censal del INEI y la segunda, del Departamento de Estudios Económicos - Sucursal Trujillo del BCRP, julio – 2021.

Tabla 12

IMDa en el año 2031 de las Estaciones N° 01, 02 y 03.

| | | AUTOMOVIL | CAMIONETA | CAMIONETA RURAL | MICROBUS | OMNIBUS 2E | OMNIBUS 3E | CAMIÓN 2E C2 | CAMIÓN 3E C3 | CAMIÓN 4E | SEMITRAYLERS T3S1 | TRAYLERS | TOTAL |
|---------------------|----------------|-----------|-----------|-----------------|----------|------------|------------|--------------|--------------|-----------|-------------------|----------|-------|
| IMDa 2021 | Estación N° 01 | 15 | 13 | 3 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 32 |
| | Estación N° 02 | 5 | 10 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 20 |
| | Estación N° 03 | 5 | 3 | - | - | - | - | - | 6 | - | 2 | - | 18 |
| Tasa de crecimiento | | 1.9 % | | | | | | 2.5 % | | | | | |
| IMDa 2031 | | 19 | 16 | 5 | - | - | - | 2 | 8 | - | 3 | - | 53 |

Nota: De las tres estaciones se escoge el valor máximo como dato de trabajo. Fuente: Elaboración propia. (Julio, 2021). Como resultado, en el año 2031 se proyecta un tránsito vehicular de 53 veh/día.

B. VEHÍCULO DE DISEÑO

El vehículo de diseño elegido es el C3 (camión simple de 3 ejes). Cuenta con una longitud máxima de 13.20 m.

C. DISEÑO GEOMÉTRICO

Tabla 13

Resultados del diseño geométrico.

| | | |
|--|--|--------------------------------------|
| Clasificación por demanda | | Tercera clase con IMDa ≤ 400 veh/día |
| Clasificación del vehículo | | C3 |
| Clasificación por su orografía | | Terreno accidentado - Tipo 3 |
| Velocidad de diseño | | 30 km/h |
| Distancia de visibilidad de parada, en pendiente 0% | Distancia de percepción reacción | 20.9 m |
| | Distancia durante el frenado a nivel | 10.3 m |
| | Distancia de visibilidad parada redondeada | 35 m |
| Distancia de visibilidad de parada, con pendiente nula o en bajada | 3% | 35 m |
| | 6% | |
| | 9% | |
| Distancia de visibilidad de parada, con pendiente en subida | 3% | 31 m |
| | 6% | 30 m |
| | 9% | 29 m |
| Peralte máximo | | 12% |
| Radio mínimo | | 25 m |
| Pendiente máxima | | 10% |
| Pendiente mínima | | 0.50 % |
| Ancho mínimo de calzada | | 6 m |
| Ancho de berma | | 0.50 m |
| Valor del bombeo de la calzada para afirmado | | 3 – 3.5 % |
| Superficie de rodadura | | 6m |
| Peralte máximo | Absoluto | 12% |
| | Normal | 8% |
| Taludes en corte (altura: velocidad) | | 1:1 |
| Taludes referenciales en zona de relleno (terraplenes) | | 1:1.5 |

Fuente: Elaboración propia.

D. DISEÑO DE AFIRMADO

- **SUBRASANTE DE LA CARRETERA**

Se encuentra en la categoría S4 (subrasante muy buena); considerando un CBR mínimo del 20%.

- **FACTOR DE EJES EQUIVALENTES Y FACTOR DEL VEHÍCULO**

Tabla 14

Factor de ejes equivalentes (EE 8.2 TN) para afirmado y factor del vehículo.

| TIPO DE VEHÍCULOS | IMDa 2031 | CARGA DE VEHÍCULO EJE (TN) | FÓRMULA PARA HALLAR FACTOR DE EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 TN) | FACTOR DE EJE EQUIVALENTE (EE 8.2 TN) | FACTOR DEL VEHÍCULO |
|--|-----------|----------------------------|---|---------------------------------------|---------------------|
| Automóvil, camioneta y camioneta rural | 40 | 1 | $(P/6.6)^4$ | 5.27 | 10.54 |
| | 40 | 1 | $(P/6.6)^4$ | 5.27 | |
| Camión 2E C2 | 3 | 7 | $(P/6.6)^4$ | 1.265 | 4.503 |
| | 3 | 11 | $(P/8.2)^4$ | 3.238 | |
| Camión 3E C3 | 9 | 7 | $(P/6.6)^4$ | 1.265 | 3.284 |
| | 9 | 18 | $(P/15.1)^4$ | 2.019 | |
| Semitraylers T3S1 | 4 | 7 | $(P/6.6)^4$ | 1.265 | 6.522 |
| | 4 | 18 | $(P/15.1)^4$ | 2.019 | |
| | 4 | 11 | $(P/8.6)^4$ | 3.238 | |

Fuente: Elaboración propia.

- **NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES**

Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) se trabajó con los siguientes datos:

-Factor direccional para dos calzadas con separador central y un carril por sentido: 0.5.

-Factor carril para dos calzadas con separador central y un carril por sentido: 1.00.

-Factor de crecimiento acumulado (Fca) en un periodo de 10 años y una tasa anual de crecimiento PBI de 2.5%: 11.20.

-Factor de ajuste por presión de neumáticos: 1.

Siguiendo la fórmula:

$$N_{\text{rep de EE}_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [EE_{\text{día - carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

$$N_{\text{rep de EE}_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi} \times F_{ca} \times 365]$$

Donde:

- $N_{\text{rep de EE}_{8.2 \text{ tn}}}$: Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn.

- \sum : Sumatoria de ejes equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por el factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

- IMD_{pi} : índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado.

-F_d: Factor direccional.

-F_c: Factor carril de diseño.

-F_{vpi}: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado.

-F_{pi}: Factor de presión de neumáticos.

-F_{ca}: Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

-365: Número de días del año.

Se obtuvo:

Tabla 15

Ejes equivalentes (EE 8.2 TN) para afirmado y factor del vehículo.

| TIPO DE VEHÍCULOS | IMD _{pi} | F _d | F _c | F _{vpi} | F _{pi} | F _{ca} | NÚMERO DE DÍAS AL AÑO | NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES |
|---------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|
| Camión 2E - C2 | 3 | 0.5 | 1 | 4.503 | 1 | 11.20 | 365 | 27 612.396 |
| Camión 3E - C3 | 9 | 0.5 | 1 | 3.284 | 1 | 11.20 | 365 | 60 412.464 |
| Semitraylers - T3S1 | 4 | 0.5 | 1 | 6.522 | 1 | 11.20 | 365 | 53 323.872 |
| TOTAL | | | | | | | | 141 348.732 |
| TOTAL (REDONDEO) | | | | | | | | 141 349 |

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, el tipo de tráfico pesado expresado en ejes equivalentes es T_{NP3}, ya que se encuentra entre los rangos de $> 75\ 000\ EE \leq 150\ 000\ EE$.

- **ESPESOR DE AFIRMADO**

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014), el espesor de material de afirmado es de 150 mm; ya que el CBR de diseño es del 20% y los ejes equivalentes no sobrepasan los 150 000 EE.

4.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 16

Impactos ambientales negativos y positivos.

| IMPACTOS NEGATIVOS | IMPACTOS POSITIVOS |
|---|--|
| <p>* EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Por las excavaciones, el suelo se desestabiliza. -Por el ruido de la maquinaria pesada, la fauna tiende alejarse. Contaminación sonora. -Los materiales de construcción y la tránsitobilidad de la maquinaria pesada levantan polvo. Contaminación del aire. -Los derrames de aceites, lubricantes o combustibles. Contaminación del suelo. | <p>*EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Puestos de trabajo para los residentes de los centros poblados involucrados. -Respeto la reglamentación ambiental existente en el Perú. <p>*EN LA ETAPA DE OPERATIVIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Los centros poblados involucrados tendrán un rápido acceso a los centros de salud y educación. Transporte fluido, cómodo. -Favorable impacto económico y socio cultural en la zona. |

Fuente: Elaboración propia.

4.6. PRESUPUESTO

Tabla 17

Metrados.

| "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD" | | | |
|--|--|--------|------------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | METRADO |
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | |
| 1.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | glb | 1.00 |
| 1.02 | CATEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.80m x 2.40m | und | 1.00 |
| 1.03 | TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRAFICO | km | 6.39 |
| 1.04 | ACCESOS PROVISIONALES | km | 0.20 |
| 1.05 | REUBICACION DE POSTES ELECTRICOS DE BAJA TENSION | und | 9.00 |
| 2 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | |
| 2.01 | DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO | ha | 1.92 |
| 2.02 | DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES | m3 | 4.80 |
| 2.03 | EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO | m3 | 291,724.64 |
| 2.04 | EXCAVACION EN ROCA SUELTA | m3 | 35,817.40 |
| 2.05 | EXCAVACION EN ROCA FIJA | m3 | 747.12 |
| 2.06 | PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE | m2 | 56,773.80 |
| 2.07 | TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO | m3 | 68,291.43 |
| 3 | AFIRMADO | | |
| 3.01 | BASE GRANULAR CON AFIRMADO DE E=0.15m C/EQUIPO. EN AREA DE 46,903.80 m2. | m3 | 7,035.54 |
| 4 | OBRAS DE ARTE Y DRENAJE | | |
| 4.01 | ALCANTARILLAS CIRCULARES MULTIPLATE (TMC) | | |
| 4.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL | m2 | 92.70 |
| 4.01.02 | EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS | m3 | 170.48 |
| 4.01.03 | RELLENO CON MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE PARA ESTRUCTURAS | m3 | 37.70 |
| 4.01.04 | RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO | m3 | 6.86 |
| 4.01.05 | AFIRMADO E=0.10 M | m3 | 22.20 |
| 4.01.06 | CAMA DE ARENA e=0.10m P/ALCANTARILLA MULTIPLATE | m3 | 3.25 |
| 4.01.07 | EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.80 M | m2 | 24.90 |
| 4.01.08 | SOLADO DE CONCRETO F'c 100 kg/cm2, E=0.075 M | m3 | 2.85 |
| 4.01.09 | CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 INC. CURADO | m3 | 32.48 |
| 4.01.10 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLA | m2 | 158.16 |
| 4.01.11 | ALCANTARILLA TMC Ø=24" c=12 R=14m/día | m | 32.50 |
| 4.01.12 | PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA (INCL. ARENADO) | t | 1.01 |
| 4.02 | CUNETAS | | |
| 4.02.01 | CONFORMACION DE CUNETAS EN TERRENO NORMAL | m | 10,250.00 |
| 4.02.02 | PASE PEATONAL | und | 65.00 |
| 5 | TRANSPORTE | | |
| 5.01 | TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE A DME D<= 1KM | m3k | 316,743.18 |
| 5.02 | TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE A DME D> 1KM | m3k | 388,438.70 |
| 5.03 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE D<= 1KM | m3k | 10,845.25 |
| 5.04 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE D> 1KM | m3k | 83,197.06 |
| 6 | SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL | | |
| 6.01 | POSTES KILOMETRICOS | und | 8.00 |
| 6.02 | SENALES INFORMATIVAS | m2 | 4.00 |
| 6.03 | SENALES REGLAMENTARIAS | und | 23.00 |
| 6.04 | SENALES PREVENTIVAS | und | 67.00 |
| 6.05 | SEÑALIZACION HORIZONTAL | m2 | 2,205.53 |
| 6.06 | TACHA REFLECTIVAS BIDIRECCIONALES | und | 1,589.00 |
| 6.07 | GIBAS O RESALTO LOMO DE TORO | m | 90.00 |
| 7 | PROTECCION AMBIENTAL | | |
| 7.01 | ELIMINACION DE RESIDUOS INDUSTRIALES | ha | 1.00 |
| 7.02 | CAPA SUPERFICIAL DEL SUELO | ha | 1.00 |
| 7.03 | RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS | ha | 1.00 |
| 7.04 | SEÑALIZACION AMBIENTAL | und | 12.00 |
| 7.05 | MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA | und | 2.00 |
| 7.06 | MONITOREO DE RUIDOS | und | 2.00 |
| 7.07 | MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE | und | 2.00 |
| 8 | FLETE TERRESTRE | | |
| 8.01 | FLETE TERRESTRE | glb | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Costo y presupuesto.

| MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD* | | | | | |
|---|--|-----|------------|-------------|---------------------|
| PRECIO AL: 21/12/2021 | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | UN. | MET. | PRECIO (S/) | PRECIO PARCIAL (S/) |
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 55,180.97 |
| 1.01 | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS | gib | 1.00 | 29,058.73 | 29,058.73 |
| 1.02 | CATEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60m x 2.40m | und | 1.00 | 1,328.54 | 1,328.54 |
| 1.03 | TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRAFICO | km | 6.39 | 2,229.71 | 14,247.85 |
| 1.04 | ACCESOS PROVISIONALES | km | 0.20 | 6,571.75 | 1,314.35 |
| 1.05 | REUBICACION DE POSTES ELECTRICOS DE BAJA TENSION | und | 9.00 | 1,023.50 | 9,211.50 |
| 2 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 2,137,186.91 |
| 2.01 | DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO | ha | 1.92 | 3,212.11 | 6,167.25 |
| 2.02 | DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES | m3 | 4.80 | 59.25 | 284.40 |
| 2.03 | EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO | m3 | 291,724.64 | 3.48 | 1,015,201.75 |
| 2.04 | EXCAVACION EN ROCA SUELTA | m3 | 35,817.40 | 18.44 | 660,472.86 |
| 2.05 | EXCAVACION EN ROCA FIJA | m3 | 747.12 | 23.71 | 17,714.22 |
| 2.06 | PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE | m2 | 56,773.60 | 1.28 | 72,670.21 |
| 2.07 | TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO | m3 | 68,291.43 | 5.34 | 364,676.24 |
| 3 | AFIRMADO | | | | 278,888.81 |
| 3.01 | BASE GRANULAR CON AFIRMADO DE E=0.15m C/EQUIPO. EN AREA DE 46,903.60 m2. | m3 | 7,035.54 | 39.64 | 278,888.81 |
| 4 | OBRAS DE ARTE Y DRENAJE | | | | 79,977.78 |
| 4.01 | ALCANTARILLAS CIRCULARES MULTIPLATE (TMC) | | | | 44,065.98 |
| 4.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL | m2 | 92.70 | 0.28 | 25.96 |
| 4.01.02 | EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS | m3 | 170.48 | 8.15 | 1,389.41 |
| 4.01.03 | RELLENO CON MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE PARA ESTRUCTURAS | m3 | 37.70 | 7.94 | 299.34 |
| 4.01.04 | RELLENO COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO | m3 | 6.86 | 31.38 | 215.27 |
| 4.01.05 | AFIRMADO E=0.10 M | m3 | 22.20 | 18.20 | 404.04 |
| 4.01.06 | CAMA DE ARENA e=0.10m P/ALCANTARILLA MULTIPLATE | m3 | 3.25 | 169.70 | 551.53 |
| 4.01.07 | EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.60 M | m2 | 24.90 | 191.35 | 4,764.62 |
| 4.01.08 | SOLADO DE CONCRETO F'c 100 kg/cm2. E=0.075 M | m3 | 2.85 | 236.47 | 673.94 |
| 4.01.09 | CONCRETO F'C=175 Kg/cm2 INC. CURADO | m3 | 32.48 | 308.94 | 10,034.37 |
| 4.01.10 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLA | m2 | 158.16 | 87.45 | 13,831.09 |
| 4.01.11 | ALCANTARILLA TMC Ø=24" c=12 R=14m/dia | m | 32.50 | 345.89 | 11,241.43 |
| 4.01.12 | PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA (INCL. ARENADO) | t | 1.01 | 628.71 | 635.00 |
| 4.02 | CUNETAS | | | | 35,911.80 |
| 4.02.01 | CONFORMACION DE CUNETAS EN TERRENO NORMAL | m | 10,250.00 | 1.53 | 15,682.50 |
| 4.02.02 | PASE PEATONAL | und | 65.00 | 311.22 | 20,229.30 |
| 5 | TRANSPORTE | | | | 2,971,591.11 |
| 5.01 | TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE A DME D<= 1KM | m3k | 316,743.18 | 7.19 | 2,277,383.46 |
| 5.02 | TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE A DME D> 1KM | m3k | 388,438.70 | 1.32 | 512,739.08 |
| 5.03 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE D<= 1KM | m3k | 10,845.25 | 6.99 | 75,808.30 |
| 5.04 | TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA BASE D> 1KM | m3k | 83,197.06 | 1.27 | 105,660.27 |
| 6 | SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL | | | | 182,056.57 |
| 6.01 | POSTES KILOMETRICOS | und | 8.00 | 156.94 | 1,255.52 |
| 6.02 | SENALES INFORMATIVAS | m2 | 4.00 | 483.29 | 1,933.16 |
| 6.03 | SENALES REGLAMENTARIAS | und | 23.00 | 387.27 | 8,907.21 |
| 6.04 | SENALES PREVENTIVAS | und | 67.00 | 285.39 | 19,121.13 |
| 6.05 | SEÑALIZACION HORIZONTAL | m2 | 2,205.53 | 10.24 | 22,584.63 |
| 6.06 | TACHA REFLECTIVAS BIDIRECCIONALES | und | 1,599.00 | 14.98 | 23,953.02 |
| 6.07 | GIBAS O RESALTO LOMO DE TORO | m | 90.00 | 1,158.91 | 104,301.90 |
| 7 | PROTECCION AMBIENTAL | | | | 30,407.24 |
| 7.01 | ELIMINACION DE RESIDUOS INDUSTRIALES | ha | 1.00 | 6,411.48 | 6,411.48 |
| 7.02 | CAPA SUPERFICIAL DEL SUELO | ha | 1.00 | 7,978.18 | 7,978.18 |
| 7.03 | RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS | ha | 1.00 | 3,330.46 | 3,330.46 |
| 7.04 | SEÑALIZACION AMBIENTAL | und | 12.00 | 557.26 | 6,687.12 |
| 7.05 | MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA | und | 2.00 | 500.00 | 1,000.00 |
| 7.06 | MONITOREO DE RUIDOS | und | 2.00 | 1,000.00 | 2,000.00 |
| 7.07 | MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE | und | 2.00 | 1,500.00 | 3,000.00 |
| 8 | FLETE TERRESTRE | | | | 18,858.15 |
| 8.01 | FLETE TERRESTRE | gib | 1.00 | 18,858.15 | 18,858.15 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 5,752,127.53 |
| | GASTOS GENERALES 10% | | | | 575,212.75 |
| | UTILIDAD 5% | | | | 287,606.38 |
| | SUBTOTAL | | | | 6,614,946.66 |
| | IGV 18% | | | | 1,190,690.40 |
| | TOTAL, PRESUPUESTO | | | | 7,805,637.06 |

SON: SIETE MILLONES OCHOCIENTOS CINCO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y SIETE Y 06/100 SOLES

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Ejecutando las técnicas de análisis documental y observación fue posible determinar el diagnóstico situacional, el estudio topográfico, el estudio de mecánica de suelos y cantera, el estudio hidrológico y obras de arte, el diseño de la carretera según la norma DG-2018, el estudio del impacto ambiental y los costos y presupuesto del proyecto.

En el diagnóstico situacional se percibe que la trocha carrozable que conecta los centros poblados de Mache, Olaya, Buenos Aires y Pampas de Cochaya se encuentra en mal estado, obligando a que los pobladores tomen un camino aledaño con 10.21 km extras, generando incomodidad en la población; ante ello, se propone reemplazar la trocha por una carretera afirmada de tercera clase, utilizando el Diseño Geométrico como una técnica de ingeniería civil.

Este proyecto tendrá como involucrados al Gobierno Regional de La Libertad, la Municipalidad Provincial de Otuzco, la Municipalidad Distrital de Mache, los pobladores de los centros poblados de Mache, Olaya, Buenos Aires y Pampas de Cochaya y la empresa acreedora de la ejecución del proyecto.

En el estudio topográfico, empleando el método combinado del GPS Navegador Datum WGS 84, la Estación Total y la modelación digital (con el programa asistido por computador AutoCAD Civil 3D), se obtuvo el plano topográfico de los 6.39km de carretera; el cual nos permite saber las condiciones físicas actuales del terreno.

En el estudio de mecánica de suelos y cantera se excavó y analizó siete calicatas, consiguiendo el porcentaje de cada muestra que pasa por la malla N° 200, su clasificación de suelo y contenido de humedad. La finalidad de este estudio fue conocer la calidad del suelo natural a nivel de subrasante con el que cuenta la carretera, y ver si se adecua a las normas del MTC-2018.

La cantera “La Curva”, ubicada a 4 km de la zona de intervención, permitirá la extracción de los agregados necesarios para la construcción del proyecto. El traslado del material será en volquetes de 10 a 15 m³ y su extracción, con maquinaria pesada (cargadores frontales y retroexcavadoras).

Por otro lado, gracias a los datos proporcionados por la Estación de Julcán del SENAMHI (estación más cerca de la zona de estudio), se pudo realizar el estudio hidrológico y obras de arte. Se determinó que la precipitación máxima en 24 horas promedio es de 42.16 mm y la precipitación máxima en 24 horas a considerar es de 56.60 mm; además, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, las cunetas deben tener como mínimo 0.30m de profundidad, 0.75m de ancho, taludes interiores de 1:02 y 1:03 de pendiente (velocidad menor de 70 km/h y un IMDA menor de 750 veh/día) y taludes exteriores de 1:1 de pendiente (igual que los taludes de corte).

Para el estudio de tráfico se realizó tres conteos vehiculares: en la estación N° 01: Mache – Olaya, la estación N° 02: Olaya - Buenos Aires y la estación N° 03: Buenos Aires – Pampas de Cochaya, todos durante el mes de julio. Una vez obtenido el total de vehículos según su tipología, se escogió los de máximo valor para ser proyectadas al año 2031. Las tasas de crecimiento que se manejan son del 1,9% (según el crecimiento poblacional del distrito de Mache) para automóviles, camionetas, camionetas rurales, microbuses, ómnibus 2E y ómnibus 3E, y 2,5% (correspondiente a la tasa de crecimiento anual PBI de La Libertad) para camiones 2E-C2, camiones 3E-C3, camiones 4E, Semitrailers T3S1 y tráileres. Al finalizar, se proyecta que para el año 2031 habrá un tránsito vehicular de 53 veh/día. Como vehículo de diseño se escogió el camión C3.

Teniendo como guía el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, se determinó que la carretera es de tercera clase con un IMDa \leq a 400 veh/día, que el terreno es accidentado – tipo 3, que la velocidad de diseño es 30km/h, el peralte máximo de trabajo es 12%, la pendiente máxima es 10% y mínima 0.5%, el radio mínimo debe ser 25m, el ancho mínimo de calzada debe ser 6m, el ancho de berma debe ser 0.50m y la superficie de rodadura de 6m.

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, determinando la categorización de la subrasante de la carretera, los factores vehiculares y el número de ejes equivalentes se puede conocer el espesor del material de afirmado. Si la subrasante de la carretera es de categoría S4 (subrasante muy buena, con un CBR mínimo del 20%), los factores vehiculares son: 4.503 para los camiones - C2, 3.284 para los camiones - C3 y 6.522 para los semitrailers T3S1 y el número total de repeticiones de ejes equivalentes son 141 349 (ejes equivalentes de tipo TNP3); entonces el espesor de afirmado es 15cm.

Los impactos ambientales negativos que se pueden generar en la etapa de construcción son: la desestabilización del suelo por las excavaciones en la zona, la contaminación sonora por el ruido de la maquinaria pesada en uso, la contaminación del aire por el polvo que se pueda generar y la contaminación del suelo por el derrame de aceites, lubricantes o combustibles. Las medidas preventivas, de mitigación o correctivas son: planificar correctamente el expediente técnico; trabajar con maquinaria pesada solo en horarios de trabajo, avisando oportunamente a la población; regar frecuentemente la zona de trabajo; entre otros.

Los impactos ambientales positivos son: la creación de puestos de trabajos, el acceso rápido a los centros de salud y educación, el transporte fluido y el incremento económico y sociocultural en la zona.

La tabla de Metrados nace de las ocho partidas involucradas en el proyecto (trabajos preliminares, movimiento de tierras, afirmado, obras de arte y drenaje, transporte, señalización y seguridad vial, protección ambiental y flete terrestre) y sus cuarenta y seis subpartidas; mientras que la tabla de Costo y Presupuesto nace de esta última, incluyendo sus precios respectivos.

El costo directo del proyecto es S/ 5 752 127.53, los gastos generales (10% del costo directo) son S/ 575 212.75 y las utilidades (5% del costo directo) son S/ 287 606.38, haciendo un sub total de S/ 6 614 946.66. El sub total más su 18% (IGV) es S/ 7 805 637.06, presupuesto para la ejecución total del proyecto

Si bien el proyecto se encuentra en el distrito de Mache, podemos atrevernos a decir que el Diseño Geométrico puede funcionar como método prototipo para cualquier proyecto de mejoramiento o construcción vial, ya que, según lo demostrado, se diseña acomodándose al contexto físico – ambiental de la zona de emplazamiento.

VI. CONCLUSIONES

1. El Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad. Nos permite conocer la situación real y actual de la carretera, para mantener una relación coherente entre la propuesta de diseño y su contexto físico.
2. La carretera Mache – Pampas de Cochaya tiene 6.39 km de extensión, con 09 BM's. Terreno accidentado tipo 3. Predomina el suelo arcilloso. Nos abasteceremos de la cantera "La Curva", a 4 km de la zona de estudio. El río Mache es la principal fuente de agua.
3. La precipitación máxima en 24 horas promedio es 42.16 mm. Las cunetas son de 0.30m de profundidad x 0.75 de ancho.
4. Para el año 2031 se proyecta un tránsito vehicular de 53 veh/día.
5. La carretera tiene una clasificación de tercera clase con IMDa \leq 400 veh/día; una velocidad de diseño de 30 km/h; una distancia de visibilidad de parada en pendiente 0% de 20.9m (distancia de percepción reacción), 10.3m (distancia durante el frenado a nivel) y 35m (distancia de visibilidad parada redondeada); una distancia de visibilidad de parada, con pendiente nula o de bajada de 35m (para 3%, 6% y 9%); una distancia de visibilidad en parada con pendiente en subida de 31m (en 3%), 30m (en 6%) y 29m (en 9%); un peralte máximo de 12%; un radio mínimo de 25m; una pendiente máxima de 10% y una mínima de 0.50%; un ancho mínimo de calzada de 6m; un ancho de berma de 0.50m; un valor de bombeo de la calzada para afirmado del 3 a 3.5%; una superficie de rodadura de 6m; un peralte máximo absoluto de 12% y un normal de 8%; taludes de corte 1:1; y taludes referenciales en zona de relleno 1;1.5.
6. La subrasante es de categoría S4, con ejes equivalentes de tipo TNP3 (entre $>75\ 000$ EE- $<$ 150 000) y 15cm de espesor de afirmado.

7. Los impactos negativos se reflejan en la etapa de construcción y los impactos positivos en las etapas de planificación y operatividad.

8. La obra está presupuestada en S/ S/ 7 805 637.06.

VII. RECOMENDACIONES

1. Respetar y darle la debida importancia al diagnóstico situacional, pues así sabremos como responder ante posibles conjeturas en la planificación, ejecución y operatividad del proyecto.
2. Considerar que los meses de mayo, junio, julio y setiembre son apropiados para construir, por la baja probabilidad de lluvia.
3. Abastecerse oportunamente de materiales e insumos, ya que algunos de estos se piden con anticipación.
4. Mantener informada a los pobladores involucrados del cronograma de trabajo, para evitar posibles altercados.
5. No olvidar que la carretera va a requerir mantenimiento, mínimo cada dos años.

REFERENCIAS

ACI USA, Inc. – Civil Engineering Firm & LiDAR Surveying. (2018). *El gran proceso de diseño de las carreteras de Estados Unidos*. Recuperado de <https://acicorporation.com/espanol/el-gran-proceso-de-diseno-de-las-carreteras-de-estados-unidos/>

Andrés, M. et al. (2006). *La evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos y Actividades Agroforestales*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=uYkQp1MGSH0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-investigacion-cientifica-para-ing-civil>

Collazos, J. (2009). *Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos*. Perú, Lima: Editorial San Marcos.

Corral, M. (2009). *Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos*. Recuperado de <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/1949/1/ycorral.pdf>

Departamento de Estudios Económicos – Sucursal Trujillo del BCRP. (2021). *Caracterización del Departamento de la Libertad*. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/la-libertad-caracterizacion.pdf>

Dirección General de Seguimiento y Evaluación – DGSE – MIDIS. (2021). *Reporte regional de indicadores sociales del departamento de La Libertad*. Recuperado de <https://sdv.midis.gob.pe/redinforma/Upload/regional/La%20Libertad.pdf>

- Dussán, S. (2014). *Importancia del presupuesto como indicador de Política en la obtención de resultados*. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13897/Dussanreyesandramilena2015.pdf;sequence=2>
- El Peruano. (2018). *Decreto Supremo N.º 019-2018-MTC*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/376966/DS_019-2018-MTC.pdf
- García et al. *Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16911/Introducci%C3%B3n%20al%20dise%C3%B1o%20geom%C3%A9trico%20de%20carreteras.pdf?sequence=1>
- Gonzales, C. (2007). *Topografía para Ingenieros Civiles*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Topografia_para_ing_civiles.pdf
- Guzmán, A. (2015, 05 de diciembre). *La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país*. Revista Amigo. Recuperado de <https://udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>
- Máximo, B. (2011). *Hidrología*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1sU9-zofESdLUOKpUNd6HYGZI2yVQ4UfV/view>
- Florida Greebook Users. (2016). *Manual of Uniform Minimum Standards for Design, Construction and Maintenance for Streets and Highways*. Recuperado de https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitefinity/docs/default-source/roadway/floridagreenbook/2016floridagreenbookfinal-982972170.pdf?sfvrsn=946ed802_2

Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad*. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2021). *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios*. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1549141/Diagn%C3%B3stico%20de%20Situaci%C3%B3n%20de%20las%20Brechas%20de%20Infraestructura%20o%20de%20Acceso%20a%20Servicios%20del%20Sector%20Transportes%20y%20Comunicaciones%20periodo%202022%20-%202024.pdf>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-07-11%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras. Sección suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-

14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*.

Montaño et al. (2015). *Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geométrico de carreteras*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Dialnet-ConsideracionesProcedimientosYConceptosParaLaReali-7137425.pdf

Muelas, Á. (2010). *Manual de mecánica de suelos y cimentaciones*. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/MANUAL_DE_MECANICA_DEL_SUELO_Y_CIMENTACI.pdf

Municipalidad Distrital de Huaso. (2014). *Construcción de la trocha carrozable desde el cruce de Chinchinvara hasta el cruce Uningambal, Distrito de Huaso - Julcán - La Libertad*. Expediente Técnico.

Municipalidad Provincial de Julcán. (2015). *Mejoramiento, Rehabilitación del Camino Vecinal Sicchal – Huagal - Barro Negro-Chinchinvara – Uningambal I- Huasochugo, Provincia de Julcán - La Libertad*. Expediente Técnico.

Orellana, D. et al. (2006). *Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2833/283321886011.pdf>

Rodríguez, M. (2015). *Estudio para el Mejoramiento de la Carretera a Nivel de Afirmado de los caseríos El Progreso – Jaulabamba, del Distrito de Huaso – Julcán – La Libertad*. Tesis de Ingeniería Civil.

Sánchez, A. (2011). *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*. Recuperado de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/06/conceptosbasicosgestionambientaldesarrollosustentable.pdf>

Solminihaq, H., Echeveguren N., Chamorro A. (2018). *Gestión de Infraestructura Vial: Tercera edición*. Recuperado de <https://books.google.com.p>

ANEXOS

1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 19

Matriz de Operacionalización de Variables.

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|---|---|------------------------------|--------------------|
| <p>Variable independiente: Diseño Geométrico.</p> <p>Variable dependiente: Mejoramiento a nivel de afirmado.</p> | <p>-El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo en base a los condicionantes o factores existentes la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad de la solución final. (García et al.)</p> <p>-El MTC (2006) define el término de "mejoramiento de carreteras" como la acción de mejorar o ampliar éstas, modificando sus características técnicas y geométricas.</p> <p>-El MEF (2015) define al afirmado como un revestimiento de compactación de material granular con cualidades de resistencia al peso y transitabilidad.</p> | <p>La aplicación del Diseño Geométrico se ejecutará de acuerdo a los reglamentos y normas actuales, permitiendo mejorar la carretera a nivel de afirmado.</p> <p>Se realizará un diagnóstico situacional, estudios topográficos, de mecánica de suelos y cantera, hidrológicos y obras de arte, de diseño geométrico, de impacto ambiental y de costos y presupuesto.</p> | Diagnóstico situacional | Ubicación geográfica | Intervalo (km) |
| | | | | Climatología | Intervalo (°) |
| | | | | Topografía | Nominal |
| | | | | Actividades económicas | Nominal |
| | | | | Infraestructura de servicios | Nominal |
| | | | Estudio topográfico | Población beneficiada | Intervalo (Hab) |
| | | | | Trazo de poligonal | Ordinal (km) |
| | | | | Perfiles longitudinales | Intervalo (km) |
| | | | | Sección transversal | Intervalo (km) |
| | | | | Pendientes | Intervalo (m/m) |
| | | | Estudio de mecánica de suelos y cantera | Alineamiento | Ordinal (km) |
| | | | | Granulometría | Razón (%) |
| | | | | Límites de consistencia | Razón (%) |
| | | | | Proctor modificado | Razón (gr/cm3) |
| | | | | Ensayo CBR | Razón (%) |
| | | | | Contenido de humedad | Razón (%) |
| | | | | Peso específico | Razón (gr/cm3) |
| | | | Estudio hidrológico y obras de arte | Estudio de canteras | Ordinal (Glb) |
| | | | | Precipitaciones | Intervalo (m/m) |
| | | | Diseño Geométrico | Diseño de obras de arte | Ordinal (und) |
| | | | | Índice medio diario | Razón (veh/día) |
| | | | | Carga máxima de diseño | Razón (Tn/m) |
| | | | | Velocidad de diseño | Razón (m/s) |
| Sección de diseño | Ordinal (m) | | | | |
| Distancia de visibilidad | Razón (m) | | | | |
| Radio mínimos | Ordinal (m) | | | | |
| Pendientes máximas | Intervalo (%) | | | | |
| Diseño de badenes | Ordinal (und) | | | | |
| Diseño de capa de afirmado | Intervalo (m2) | | | | |
| Estudio de impacto ambiental | Diseño de intersecciones | Razón (und) | | | |
| | Impacto positivo | + | | | |
| Elaboración de presupuesto | Impacto negativo | - | | | |
| | Metrados | Intervalo (m, m2, m3) | | | |
| | Costos directos | Intervalo (S/) | | | |
| | Costos indirectos | Intervalo (S/) | | | |
| | Gastos generales | Intervalo (S/) | | | |

Fuente: Elaboración propia.

2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 20

Matriz de Consistencia.

| PROBLEMA | OBJETIVO | VARIABLES | MUESTRA | METODOLOGÍA |
|---|--|---|---|--------------------------------------|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | | | |
| ¿El Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Demostrar que el Diseño Geométrico es una técnica adecuada para el mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad. | | | |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | | | |
| ¿Cuál es el diagnóstico situacional del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Realizar un diagnóstico situacional. | | | |
| ¿Qué características topográficas encontramos en el tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Realizar un estudio topográfico. | | | •Según su naturaleza: cuantitativa. |
| ¿Qué características de suelo encontramos en el tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Realizar un estudio de mecánica de suelos y cantera. | Variable independiente: Diseño Geométrico. | Pobladores de los centros poblados de Mache, Olaya, Buenos Aires y Pampas de Cochaya. | •Según su temporalidad: Transversal. |
| ¿Qué características hidrológicas encontramos en el tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Realizar un estudio hidrológico. | Variable dependiente: Mejoramiento a nivel de afirmado. | | •Según su carácter: Aplicativa. |
| ¿Cómo es el Diseño Geométrico para tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Realizar un diseño geométrico. | | | •Según su finalidad: Descriptiva. |
| ¿Cuál es el impacto ambiental del mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Realizar un estudio de impacto ambiental. | | | |
| ¿Cuál es el presupuesto del mejoramiento a nivel de afirmado del tramo Mache - Pampas de Cochaya, distrito de Mache – Otuzco - La Libertad? | Elaborar el presupuesto. | | | |

Fuente: Elaboración propia.

3. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA

Para proyectar la población y muestra al año 2031 fue necesario conocer la tasa de crecimiento de cada distrito. En este caso, utilizamos la misma tasa tanto para la población y muestra, ya que no se registran datos estadístico anteriores al censo del INEI 2017 de los centros poblados involucrados.

Tabla 21

Población de los distritos de Mache y Salpo, según el censo.

| AÑO | DISTRITOS | |
|------|-----------|-------|
| | MACHE | SALPO |
| 2017 | 3188 | 6293 |
| 2020 | 3439 | 6748 |

Fuente: Oficina general de tecnología de la información del Ministerio de Salud. Recuperado de https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/poblacion_estimada.asp

Con los datos presentados y utilizando el método de interés compuesto, donde la población futura es igual a la población inicial multiplicada por la sumatoria de uno más la tasa de crecimiento, suma que está elevada al número de datos de información censal ($P_t = P_0 (1 + r)^t$); obtenemos que la tasa de crecimiento anual que existe entre los años 2017 y 2020 es de 1.9% para distrito de Mache y 1.76% para Salpo.

Tabla 22

Estimación poblacional de los centros poblados.

| AÑO | CENTROS POBLADOS | | | | |
|------|------------------|-------|--------------|-------------------|-------|
| | MACHE | OLAYA | BUENOS AIRES | PAMPAS DE COCHAYA | TOTAL |
| 2017 | 701 | 52 | 99 | 27 | 879 |
| 2031 | 930 | 69 | 132 | 36 | 1167 |

Fuente: Censos del INEI. Edición: Elaboración propia.

Tabla 23

Estimación poblacional de los distritos de Mache y Salpo.

| AÑO | DISTRITOS | | TOTAL |
|------|-----------|-------|-------|
| | MACHE | SALPO | |
| 2017 | 3188 | 6293 | 9481 |
| 2031 | 4228 | 8176 | 12404 |

Fuente: Censos del INEI. Edición: Elaboración propia.

Como resultado, al año 2031 la muestra será de 1167 habitantes y la población de 12404 habitantes.

4. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 24

Ejemplo de tabla de conteo vehicular.

| HORA | AUTO | CAMIONETA | | MICRO | BUS | | CAMION | | | SEMIRRECAMION | | | | TRAYECTOR | | | | TOTAL | PORC. % | | |
|-------|-------|-----------|-------------|-------|------|------|--------|------|------|---------------|------|-------|------|-----------|------|------|------|-------|---------|--------|--------|
| | | PICKUP | RURAL CROSS | | 2E | 3E | 2E | 3E | 4E | 20100 | 250 | 20100 | >250 | 270 | 270 | 270 | 270 | | | | |
| 00-01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 01-02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 02-03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 03-04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 04-05 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 05-06 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 06-07 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 07-08 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| 08-09 | 1 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 20.00 | |
| 09-10 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 5.00 |
| 10-11 | - | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 20.00 |
| 11-12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| 12-13 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 10.00 |
| 13-14 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 10.00 |
| 14-15 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 10.00 |
| 15-16 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 10.00 |
| 16-17 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 10.00 |
| 17-18 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 5.00 |
| 18-19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| 19-20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| 20-21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| 21-22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| 22-23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| 23-24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.00 |
| TOTAL | 5 | 10 | 4 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 100.00 |
| % | 25.00 | 50.00 | 20.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |

Fuente: Elaboración propia.

5. PANNEAUX FOTOGRAFICO



Figura 01. Reconocimiento de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.



Figura 02. Punto inicial de la propuesta de mejoramiento de carretera. Fuente: Elaboración propia.



Figura 03. Institución Educativa N° 80335. Centro poblado Olaya. Fuente: Elaboración propia.



Figura 04. Punto de referencia (Este: 827087.9179 m, Norte: 9134381.2930 m, Altura: 3189.930 msnm). Fuente: Elaboración propia.



Figura 05. Instalación de equipo topográfico: Estación total. Fuente: Elaboración propia.



Figura 06. Excavación de pozos exploratorios (calicatas). Fuente: Elaboración propia.

6. ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

- ◆ Análisis Granulométrico y Clasificación C1-C7
 - ◆ Contenido de Humedad C1-C7
 - ◆ Límites de Atterberg C1-C7
 - ◆ Capacidad Portante C3
 - ◆ CBR y Proctor C1, C4 y C7

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

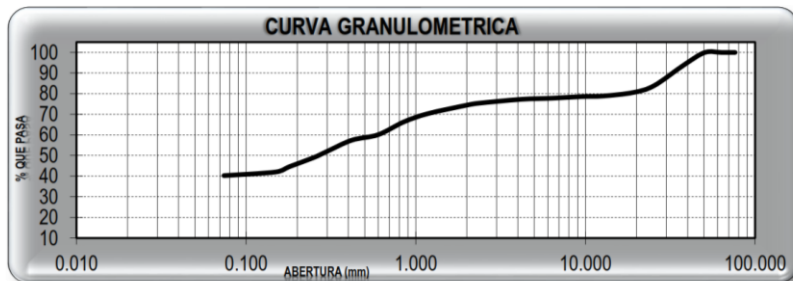
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 895.99

Peso perdido por lavado : 604.01

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | %Que Pasa | Contenido de Humedad | |
|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|---|------------------|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 6.75 % | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 90.74 | 6.05 | 6.05 | 93.95 | Límites e Índices de Consistencia | |
| 1" | 25.400 | 150.79 | 10.05 | 16.10 | 83.90 | | L. Líquido : 25 |
| 3/4" | 19.050 | 50.18 | 3.35 | 19.45 | 80.55 | | L. Plástico : 18 |
| 1/2" | 12.700 | 25.06 | 1.67 | 21.12 | 78.88 | Ind. Plasticidad : 7 | |
| 3/8" | 9.525 | 4.18 | 0.28 | 21.40 | 78.60 | Clasificación de la Muestra | |
| 1/4" | 6.350 | 11.90 | 0.79 | 22.19 | 77.81 | | |
| No4 | 4.178 | 8.08 | 0.54 | 22.73 | 77.27 | | Clas. SUCS : SC |
| 8 | 2.360 | 28.09 | 1.87 | 24.60 | 75.40 | Clas. AASHTO : A-4 (0) | |
| 10 | 2.000 | 14.37 | 0.96 | 25.56 | 74.44 | Descripción de la Muestra | |
| 16 | 1.180 | 61.52 | 4.10 | 29.66 | 70.34 | | |
| 20 | 0.850 | 60.27 | 4.02 | 33.68 | 66.32 | | |
| 30 | 0.600 | 93.14 | 6.21 | 39.89 | 60.11 | SUCS: Arena arcillosa con grava. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 40.27% de finos. | |
| 40 | 0.420 | 39.78 | 2.65 | 42.54 | 57.46 | | |
| 50 | 0.300 | 81.68 | 5.45 | 47.99 | 52.01 | | |
| 60 | 0.250 | 45.11 | 3.01 | 50.99 | 49.01 | | |
| 80 | 0.180 | 65.76 | 4.38 | 55.38 | 44.62 | | |
| 100 | 0.150 | 38.63 | 2.58 | 57.95 | 42.05 | Descripción de la Calicata | |
| 200 | 0.074 | 26.71 | 1.78 | 59.73 | 40.27 | | |
| < 200 | | 604.01 | 40.27 | 100.00 | 0.00 | | C-1 E-1 |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | Profundidad : 0 - 1.5 m | |



D10 : 0.01838
D30 : 0.05513
D60 : 0.5924
Cu : 32.2
Cc : 0.3

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

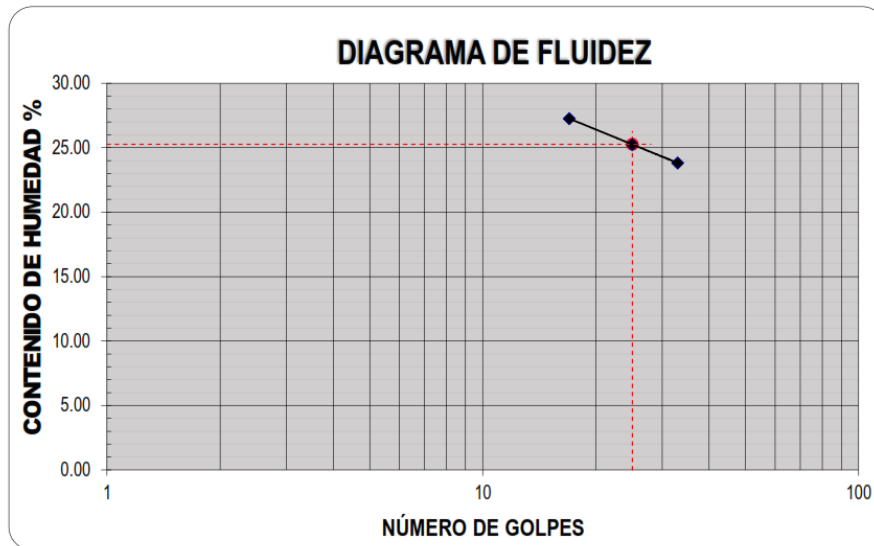
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| Descripción | Limite Líquido | | | Limite Plástico | |
| | 17 | 25 | 33 | - | - |
| N° de golpes | 17 | 25 | 33 | - | - |
| Peso de tara (g) | 8.69 | 9.46 | 9.49 | 8.39 | 8.65 |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | 17.42 | 20.09 | 20.04 | 10.05 | 10.37 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 15.55 | 17.95 | 18.01 | 9.80 | 10.11 |
| Contenido de Humedad % | 27.26 | 25.24 | 23.83 | 17.74 | 17.77 |
| Límites % | 25 | | | 18 | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-11.91809 \log(x) + 41.92407$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|-------------|------------|------------|
| Peso del tarro (g) | 9.43 | 9.88 | 9.57 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 74.77 | 96.86 | 85.83 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 70.67 | 91.37 | 80.97 |
| Peso del suelo seco (g) | 61.24 | 81.49 | 71.40 |
| Peso del agua (g) | 4.10 | 5.49 | 4.86 |
| % de humedad (%) | 6.70 | 6.74 | 6.80 |
| % de humedad promedio (%) | 6.75 | | |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C
ASTM D-1557**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

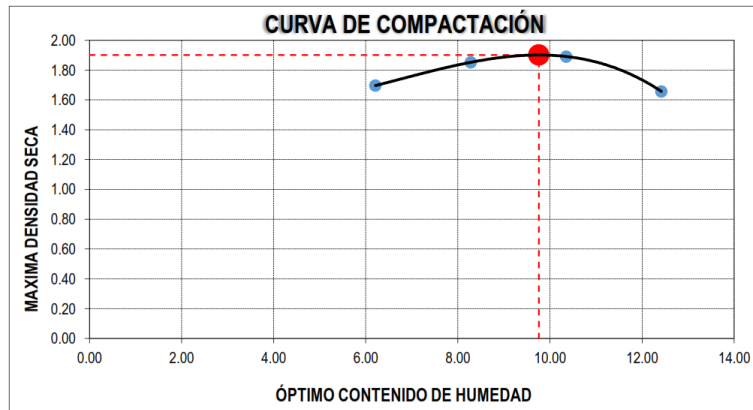
UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| Molde N° | S-456 |
|--------------------------------------|-------|
| Peso del molde (g) | 5800 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2098 |
| N° de capas | 5 |
| N° de golpes por capa | 56 |

| MUESTRA N° | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 |
|--|-------------|-------------|--------------|--------------|-----|-----|
| Peso del suelo húmedo + molde (g) | 9580 | 10010 | 10180 | 9710 | | |
| Peso del molde (g) | 5800 | 5800 | 5800 | 5800 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3780 | 4210 | 4380 | 3910 | | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 1.80 | 2.01 | 2.09 | 1.86 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + tara (g) | 162.37 | 178.75 | 156.62 | 198.16 | | |
| Peso del suelo seco + tara (g) | 153.82 | 166.36 | 143.55 | 178.13 | | |
| Peso del agua (g) | 8.55 | 12.39 | 13.06 | 20.03 | | |
| Peso de la tara (g) | 16.13 | 16.71 | 17.34 | 16.86 | | |
| Peso del suelo seco (g) | 137.69 | 149.65 | 126.21 | 161.28 | | |
| % de humedad (%) | 6.21 | 8.28 | 10.35 | 12.42 | | |
| Densidad del suelo seco (g/cm ³) | 1.70 | 1.85 | 1.89 | 1.66 | | |



| | |
|---|--------------|
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | 1.901 |
| Óptimo contenido de humedad (%) | 9.76 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 01 | | MOLDE 02 | | MOLDE 03 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 10 | |
| SOBRECARGA (g) | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Peso del suelo húmedo + molde (g) | 12005 | | 11780 | | 11535 | |
| Peso del molde (g) | 7555 | | 7555 | | 7555 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4450 | | 4225 | | 3980 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Volumen del disco espaciador (cm ³) | 1085 | | 1085 | | 1085 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.099 | | 1.994 | | 1.879 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + cápsula (g) | 96.04 | | 102.43 | | 90.12 | |
| Peso del suelo seco + cápsula (g) | 88.35 | | 93.90 | | 83.10 | |
| Peso del agua (g) | 7.69 | | 8.53 | | 7.02 | |
| Peso de la cápsula (g) | 10.67 | | 10.47 | | 10.25 | |
| Peso del suelo seco (g) | 77.68 | | 83.43 | | 72.84 | |
| % de humedad (%) | 9.90 | | 10.23 | | 9.64 | |
| Densidad de Suelo Seco (g/cm ³) | 1.91 | | 1.81 | | 1.71 | |

ENSAYO DE EXPANSION

| TIEMPO | LECTURA DIAL | EXPANSION | | LECTURA DIAL | EXPANSION | | LECTURA DIAL | EXPANSION | |
|--------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|
| | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 0 hrs | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 hrs | 1.360 | 1.360 | 1.071 | 1.253 | 1.253 | 0.986 | 1.289 | 1.289 | 1.015 |
| 48 hrs | 1.557 | 1.557 | 1.226 | 1.342 | 1.342 | 1.057 | 1.378 | 1.378 | 1.085 |
| 72 hrs | 1.682 | 1.682 | 1.325 | 1.539 | 1.539 | 1.212 | 1.575 | 1.575 | 1.240 |
| 96 hrs | 1.682 | 1.682 | 1.325 | 1.539 | 1.539 | 1.212 | 1.575 | 1.575 | 1.240 |

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

| ENSAYO DE CARGA PENETRACION | LECTURA DIAL | MOLDE 1 56 | | LECTURA DIAL | MOLDE 2 25 | | LECTURA DIAL | MOLDE 3 10 | |
|-----------------------------|--------------|---------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------------------|
| | | lbs | lbs/pulg ² | | lbs | lbs/pulg ² | | lbs | lbs/pulg ² |
| 0.025 | 28 | 262.6 | 87.5 | 17 | 170.2 | 56.7 | 10 | 111.5 | 37.2 |
| 0.050 | 51 | 455.7 | 151.9 | 33 | 304.5 | 101.5 | 17 | 170.2 | 56.7 |
| 0.075 | 70 | 615.4 | 205.1 | 48 | 430.5 | 143.5 | 27 | 254.2 | 84.7 |
| 0.100 | 91 | 795.2 | 265.1 | 65 | 573.3 | 191.1 | 41 | 371.7 | 123.9 |
| 0.125 | 112 | 968.7 | 322.9 | 80 | 699.5 | 233.2 | 54 | 480.9 | 160.3 |
| 0.150 | 129 | 1111.9 | 370.6 | 95 | 825.6 | 275.2 | 67 | 590.1 | 196.7 |
| 0.200 | 159 | 1364.9 | 455.0 | 120 | 1036.1 | 345.4 | 92 | 800.4 | 266.8 |
| 0.300 | 196 | 1677.2 | 559.1 | 154 | 1322.7 | 440.9 | 128 | 1103.5 | 367.8 |
| 0.400 | 218 | 1863.2 | 621.1 | 174 | 1491.4 | 497.1 | 148 | 1272.1 | 424.0 |
| 0.500 | 228 | 1947.7 | 649.2 | 183 | 1567.4 | 522.5 | 154 | 1322.7 | 440.9 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

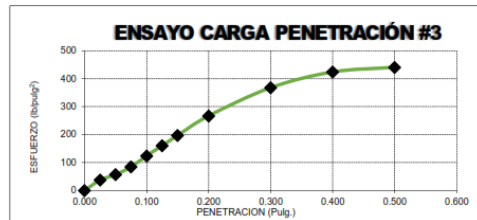
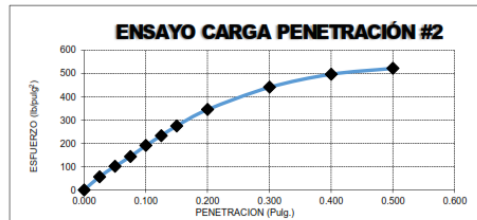
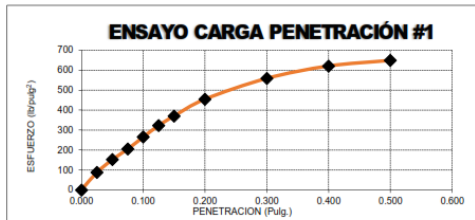
SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

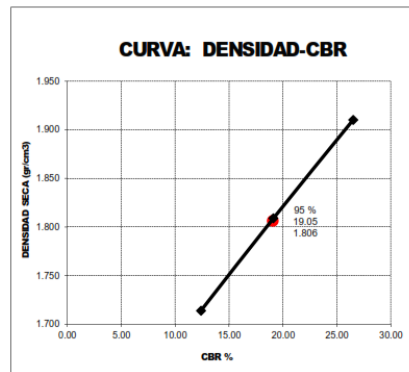


VALORES CORREGIDOS

| MOLDE N° | PENETRACIÓN (pulg) | PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²) | PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²) | CBR (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | 0.100 | 265.1 | 1000 | 26.51 | 7.691 |
| 2 | 0.100 | 191.1 | 1000 | 19.11 | 8.533 |
| 3 | 0.100 | 123.9 | 1000 | 12.39 | 7.020 |

| MOLDE N° | PENETRACIÓN (pulg) | PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²) | PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²) | CBR (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | 0.200 | 455.0 | 1500 | 30.33 | 7.691 |
| 2 | 0.200 | 345.4 | 1500 | 23.02 | 8.533 |
| 3 | 0.200 | 266.8 | 1500 | 17.79 | 7.020 |

| PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557 | |
|--|---------------|
| Máxima densidad seca al 100% | (g/cm³) 1.901 |
| Máxima densidad seca al 95% | (g/cm³) 1.806 |
| Optimo contenido de humedad | (%) 9.76 |
| CBR al 100% de la Máxima densidad se | (%) 26.51 |
| CBR al 95% de la Máxima densidad se | (%) 19.05 |



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

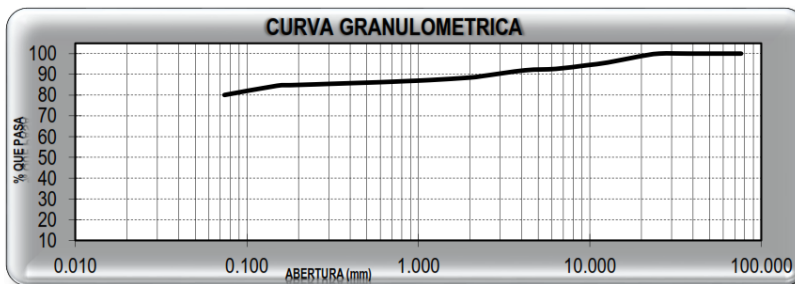
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 299.35

Peso perdido por lavado : 1200.65

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | %Que Pasa | Contenido de Humedad | |
|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|--|-------------------------|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 9.99 % | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Límites e Índices de Consistencia | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | L. Líquido : 23 |
| 3/4" | 19.050 | 22.64 | 1.51 | 1.51 | 98.49 | | L. Plástico : 17 |
| 1/2" | 12.700 | 41.93 | 2.80 | 4.30 | 95.70 | Ind. Plasticidad : 6 | |
| 3/8" | 9.525 | 20.18 | 1.35 | 5.65 | 94.35 | Clasificación de la Muestra | |
| 1/4" | 6.350 | 25.57 | 1.70 | 7.35 | 92.65 | | Clas. SUCS : CL-ML |
| No4 | 4.178 | 10.50 | 0.70 | 8.05 | 91.95 | | Clas. AASHTO : A-4 (3) |
| 8 | 2.360 | 41.76 | 2.78 | 10.84 | 89.16 | Descripción de la Muestra | |
| 10 | 2.000 | 10.72 | 0.71 | 11.55 | 88.45 | | |
| 16 | 1.180 | 17.85 | 1.19 | 12.74 | 87.26 | | |
| 20 | 0.850 | 7.71 | 0.51 | 13.26 | 86.74 | | |
| 30 | 0.600 | 7.89 | 0.53 | 13.78 | 86.22 | | |
| 40 | 0.420 | 6.34 | 0.42 | 14.21 | 85.79 | | |
| 50 | 0.300 | 5.91 | 0.39 | 14.60 | 85.40 | | |
| 60 | 0.250 | 3.46 | 0.23 | 14.83 | 85.17 | | |
| 80 | 0.180 | 5.62 | 0.37 | 15.21 | 84.79 | | |
| 100 | 0.150 | 4.11 | 0.27 | 15.48 | 84.52 | | |
| 200 | 0.074 | 67.16 | 4.48 | 19.96 | 80.04 | Descripción de la Calicata | |
| < 200 | | 1200.65 | 80.04 | 100.00 | 0.00 | | C-2 E-1 |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | | Profundidad : 0 - 1.5 m |



D10 : 0.00924
D30 : 0.02773
D60 : 0.05547
Cu : 6
Cc : 1.5

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

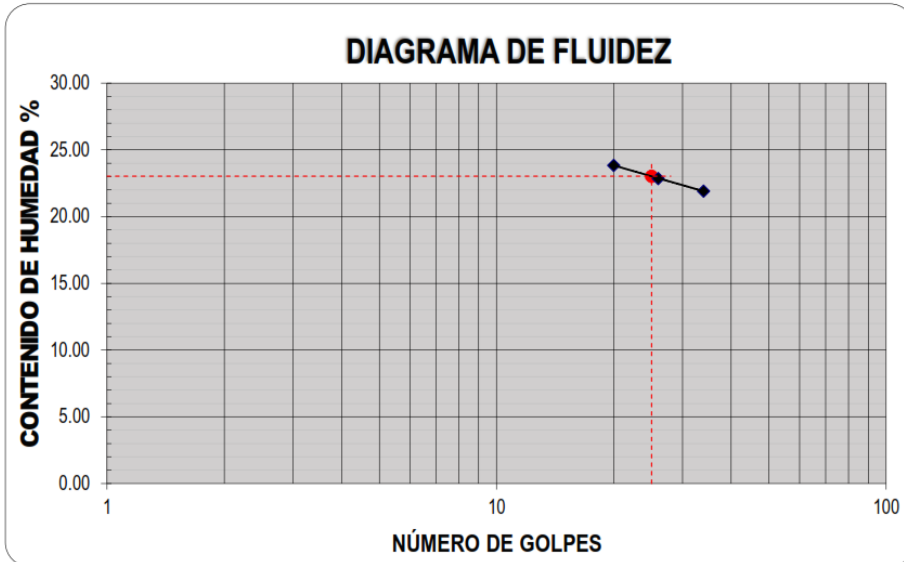
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| Descripción | Límite Líquido | | | Límite Plástico | |
| | 20 | 26 | 34 | - | - |
| N° de golpes | 20 | 26 | 34 | - | - |
| Peso de tara (g) | 9.05 | 9.33 | 8.72 | 9.36 | 8.28 |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | 18.66 | 19.98 | 19.57 | 9.92 | 8.91 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 16.81 | 18.00 | 17.62 | 9.84 | 8.82 |
| Contenido de Humedad % | 23.84 | 22.86 | 21.91 | 16.71 | 16.75 |
| Límites % | 23 | | | 17 | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-8.37536 \log(x) + 34.73681$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|-------------|------------|------------|
| Peso del tarro (g) | 8.89 | 9.31 | 9.02 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 86.60 | 112.19 | 99.41 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 79.58 | 102.86 | 91.13 |
| Peso del suelo seco (g) | 70.69 | 93.55 | 82.11 |
| Peso del agua (g) | 7.02 | 9.33 | 8.28 |
| % de humedad (%) | 9.92 | 9.98 | 10.08 |
| % de humedad promedio (%) | 9.99 | | |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

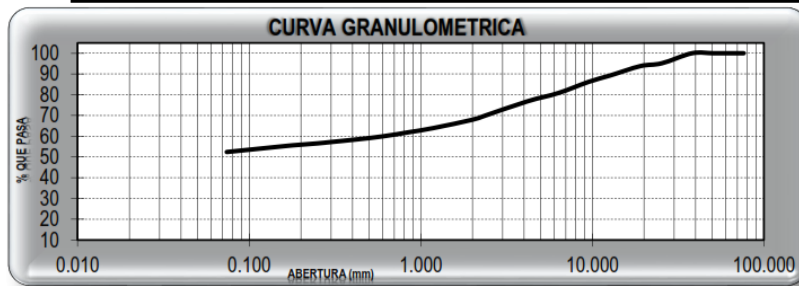
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 714.17

Peso perdido por lavado : 785.83

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | %Que Pasa | Contenido de Humedad | |
|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|---|--------------------------|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 24.07 % | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Limites e Índices de Consistencia | |
| 1" | 25.400 | 72.58 | 4.84 | 4.84 | 95.16 | | L. Líquido : 43 |
| 3/4" | 19.050 | 20.35 | 1.36 | 6.20 | 93.80 | | L. Plástico : 25 |
| 1/2" | 12.700 | 67.88 | 4.53 | 10.72 | 89.28 | Ind. Plasticidad : 18 | |
| 3/8" | 9.525 | 45.86 | 3.06 | 13.78 | 86.22 | Clasificación de la Muestra | |
| 1/4" | 6.350 | 80.65 | 5.38 | 19.15 | 80.85 | | Clas. SUCS : CL |
| No4 | 4.178 | 60.63 | 4.04 | 23.20 | 76.80 | | Clas. AASHTO : A-7-6 (7) |
| 8 | 2.360 | 104.02 | 6.93 | 30.13 | 69.87 | Descripción de la Muestra | |
| 10 | 2.000 | 28.75 | 1.92 | 32.05 | 67.95 | | |
| 16 | 1.180 | 60.71 | 4.05 | 36.10 | 63.90 | | |
| 20 | 0.850 | 29.81 | 1.99 | 38.08 | 61.92 | | |
| 30 | 0.600 | 29.85 | 1.99 | 40.07 | 59.93 | | |
| 40 | 0.420 | 22.56 | 1.50 | 41.58 | 58.42 | SUCS: Arcilla ligera arenosa con grava. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado. Con un 52.39% de finos. | |
| 50 | 0.300 | 18.25 | 1.22 | 42.79 | 57.21 | | |
| 60 | 0.250 | 9.98 | 0.67 | 43.46 | 56.54 | | |
| 80 | 0.180 | 13.77 | 0.92 | 44.38 | 55.62 | | |
| 100 | 0.150 | 9.67 | 0.64 | 45.02 | 54.98 | Descripción de la Calicata | |
| 200 | 0.074 | 38.85 | 2.59 | 47.61 | 52.39 | | |
| < 200 | | 785.83 | 52.39 | 100.00 | 0.00 | | |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | C-3 E-1 Profundidad : 0 - 1,5 m | |



D10 : 0.01413
 D30 : 0.04238
 D60 : 0.60913
 Cu : 43.1
 Cc : 0.2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

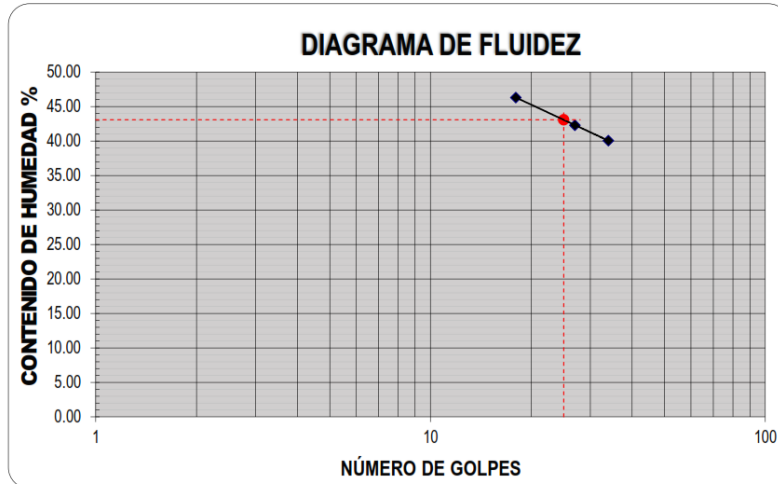
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| Descripción | Limite Líquido | | | Limite Plástico | |
| | N° de golpes | 18 | 27 | 34 | - |
| Peso de tara (g) | 9.09 | 8.88 | 7.96 | 8.67 | 8.03 |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | 17.02 | 16.52 | 16.21 | 9.22 | 8.38 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 14.51 | 14.25 | 13.85 | 9.11 | 8.31 |
| Contenido de Humedad % | 46.31 | 42.29 | 40.07 | 24.83 | 24.88 |
| Límites % | 43 | | | 25 | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-22.59923 \log(x) + 74.67815$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD
SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS
UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Peso del tarro (g) | 8.96 | 9.39 | 9.09 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 86.60 | 112.19 | 99.41 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 71.63 | 92.27 | 81.77 |
| Peso del suelo seco (g) | 62.67 | 82.88 | 72.68 |
| Peso del agua (g) | 14.97 | 19.92 | 17.64 |
| % de humedad (%) | 23.90 | 24.03 | 24.27 |
| % de humedad promedio (%) | 24.07 | | |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**PESO UNITARIO DEL SUELO
ASTM D-2419**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

| Muestra N° | 1 | 2 |
|--------------------------------------|--------------|---------|
| Peso del frasco (gr) | 113.94 | 113.94 |
| Volúmen del frasco (cm3) | 1027.41 | 1027.41 |
| Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr) | 1646.99 | 1596.75 |
| Peso del Suelo Húmedo (gr) | 1533.05 | 1482.81 |
| Peso Unitario Húmedo (gr/cm3) | 1.492 | 1.443 |
| Contenido de Humedad (%) | 24.07 % | |
| Peso Unitario Seco (gr/cm3) | 1.489 | 1.440 |
| Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3) | 1.464 | |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-3 / E-1

| | | |
|--------------------|---|--|
| PROYECTO | : | DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD |
| SOLICITANTE | : | MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL |
| RESPONSABLE | : | ING. JOSÉ BOYD LLANOS |
| UBICACIÓN | : | MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : | SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN) |
| MUESTRA | : | C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE) |

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma}{2} B N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

| | | | |
|---|---|-----------------------|--------|
| Peso unitario suelo encima NNF | : | 1.105 | ton/m3 |
| Peso unitario suelo debajo NNF | : | 1.464 | ton/m3 |
| Profundidad de cimentación (ZAPATA) | : | 2.00 | m |
| Factor de seguridad | : | 3 | |
| Profundidad de cimient corrido | : | 1.20 | m |
| Sobrecarga en la base de la cimentación | : | $q = \gamma D = 2.93$ | ton/m2 |
| Sobrecarga en la base del cimient corrido | : | $q = \gamma D = 2.93$ | ton/m2 |

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$s = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{l} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

| | | | |
|---|---------|--------|--------|
| Relación de Poisson | : | 0.30 | |
| Módulo de elasticidad del suelo | $E_s =$ | 327.00 | kg/cm2 |
| Factor de forma y rigidez cimentación corrida | $C_s =$ | 79.00 | cm/m |
| Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada | $C_s =$ | 82.00 | cm/m |
| Factor de forma y rigidez cimentación rectangular | $C_s =$ | 112.00 | cm/m |

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

| Ángulo de fricción ϕ | C (kg/cm2) | Nc | Nq | N γ (Vesic) | Nq/Nc | Tan ϕ |
|---------------------------|------------|--------|-------|--------------------|-------|------------|
| 22.802 | 0.015 | 17.810 | 8.487 | 0.477 | 0.477 | 0.420 |

| CIMENTACION CORRIDA | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|------|------------|-------------|--------------|--------|
| B (m) | L (m) | Sc | Sq | S γ | qu (kg/cm2) | qad (kg/cm2) | S (cm) |
| 0.40 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 0.67 | 0.06 |
| 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.06 | 0.69 | 0.08 |
| 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.11 | 0.70 | 0.09 |
| 0.80 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.23 | 0.74 | 0.13 |
| 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.35 | 0.78 | 0.17 |

Se puede considerar como valor único de diseño:

| | | |
|-------------|-------|--------|
| qadmisible= | 1.45 | kg/cm2 |
| qadmisible= | 14.51 | tn/m2 |
| Q= | 20.90 | tn |
| S = | 0.40 | cm |

| CIMENTACION CUADRADA | | | | | | | |
|----------------------|-------|------|------|------------|-------------|--------------|--------|
| B (m) | L (m) | Sc | Sq | S γ | qu (kg/cm2) | qad (kg/cm2) | S (cm) |
| 1.20 | 1.20 | 1.48 | 1.42 | 0.60 | 4.35 | 1.45 | 0.40 |
| 1.30 | 1.30 | 1.48 | 1.42 | 0.60 | 4.39 | 1.46 | 0.43 |
| 1.50 | 1.50 | 1.48 | 1.42 | 0.60 | 4.46 | 1.49 | 0.51 |
| 1.80 | 1.80 | 1.48 | 1.42 | 0.60 | 4.56 | 1.52 | 0.62 |
| 2.00 | 2.00 | 1.48 | 1.42 | 0.60 | 4.63 | 1.54 | 0.70 |

CARGA ADMISIBLE BRUTA

20.9 tn

| CIMENTACION RECTANGULAR | | | | | | | |
|-------------------------|-------|------|------|------------|-------------|--------------|--------|
| B (m) | L (m) | Sc | Sq | S γ | qu (kg/cm2) | qad (kg/cm2) | S (cm) |
| 1.00 | 1.20 | 1.40 | 1.35 | 0.67 | 4.13 | 1.38 | 0.43 |
| 1.20 | 1.50 | 1.38 | 1.34 | 0.68 | 4.17 | 1.39 | 0.52 |
| 1.50 | 1.80 | 1.40 | 1.35 | 0.67 | 4.32 | 1.44 | 0.67 |
| 1.80 | 2.00 | 1.43 | 1.38 | 0.64 | 4.49 | 1.50 | 0.84 |

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

| | | |
|----------|-------------------|----------------------|
| SUCS | : | CL |
| AASHTO | : | A-7-6 (7) |
| ϕ ° | | |
| | C (Kg/cm2) | P. u. (Tn/m3) |
| 22.80 | 0.0153 | 1.464 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

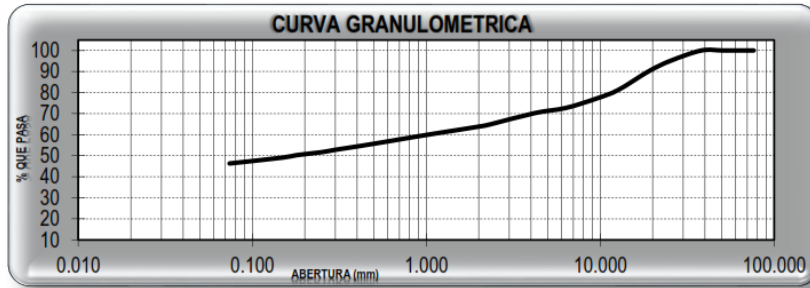
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 805.42

Peso perdido por lavado : 694.58

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %(Retenido Parcial) | %(Retenido Acumulado) | %(Que Pasa) | Contenido de Humedad | |
|--------------|---------------|---------------|---------------------|-----------------------|-------------|---|------------------------------------|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 9.72 % | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Límites e Índices de Consistencia | |
| 1" | 25.400 | 73.01 | 4.87 | 4.87 | 95.13 | | L. Líquido : 30 |
| 3/4" | 19.050 | 74.14 | 4.94 | 9.81 | 90.19 | | L. Plástico : 21 |
| 1/2" | 12.700 | 133.79 | 8.92 | 18.73 | 81.27 | Ind. Plasticidad : 9 | |
| 3/8" | 9.525 | 61.30 | 4.09 | 22.82 | 77.18 | Clasificación de la Muestra | |
| 1/4" | 6.350 | 67.13 | 4.48 | 27.29 | 72.71 | | Clas. SUCS : GC |
| No4 | 4.178 | 37.50 | 2.50 | 29.79 | 70.21 | | Clas. AASHTO : A-4 (1) |
| 8 | 2.360 | 78.25 | 5.22 | 35.01 | 64.99 | Descripción de la Muestra SUCS: Grava arcillosa con arena. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 46.31% de finos. | |
| 10 | 2.000 | 17.69 | 1.18 | 36.19 | 63.81 | | |
| 16 | 1.180 | 45.00 | 3.00 | 39.19 | 60.81 | | |
| 20 | 0.850 | 28.70 | 1.91 | 41.10 | 58.90 | | |
| 30 | 0.600 | 31.83 | 2.12 | 43.22 | 56.78 | | |
| 40 | 0.420 | 31.65 | 2.11 | 45.33 | 54.67 | | |
| 50 | 0.300 | 28.09 | 1.87 | 47.21 | 52.79 | | |
| 60 | 0.250 | 16.88 | 1.13 | 48.33 | 51.67 | | |
| 80 | 0.180 | 20.92 | 1.39 | 49.73 | 50.27 | | |
| 100 | 0.150 | 17.60 | 1.17 | 50.90 | 49.10 | | |
| 200 | 0.074 | 41.94 | 2.80 | 53.69 | 46.31 | | |
| < 200 | | 694.58 | 46.31 | 100.00 | 0.00 | Descripción de la Calicata | |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | | C-4 E-1 Profundidad : 0 - 1.5 m |



| | |
|-----|-----------|
| D10 | : 0.01598 |
| D30 | : 0.04794 |
| D60 | : 1.03984 |
| Cu | : 65.1 |
| Cc | : 0.1 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

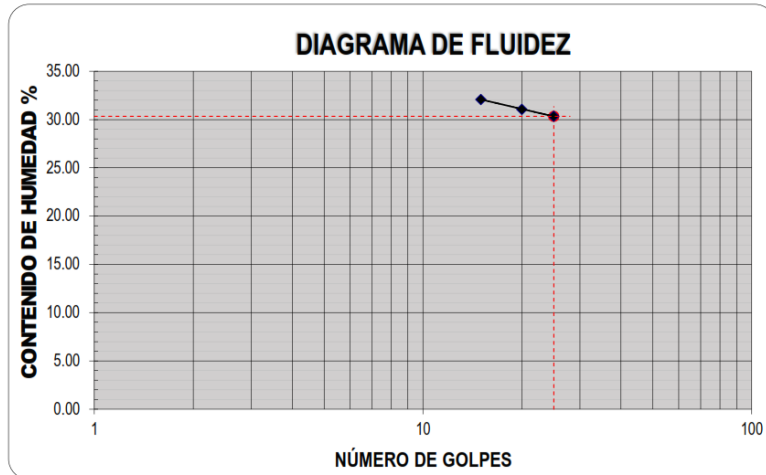
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| Descripción | Límite Líquido | | | Límite Plástico | |
| | 15 | 20 | 25 | - | - |
| N° de golpes | 15 | 20 | 25 | - | - |
| Peso de tara (g) | 8.96 | 9.44 | 8.91 | 8.05 | 8.46 |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | 18.51 | 17.60 | 17.46 | 8.68 | 9.31 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 16.19 | 15.67 | 15.47 | 8.57 | 9.16 |
| Contenido de Humedad % | 32.09 | 31.07 | 30.34 | 21.27 | 21.31 |
| Límites % | 30 | | | 21 | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-7.90248 \log(x) + 41.38255$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|-------------|------------|------------|
| Peso del tarro (g) | 8.02 | 8.40 | 8.14 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 98.92 | 128.15 | 113.55 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 90.92 | 117.56 | 104.14 |
| Peso del suelo seco (g) | 82.90 | 109.16 | 96.00 |
| Peso del agua (g) | 8.00 | 10.59 | 9.41 |
| % de humedad (%) | 9.65 | 9.70 | 9.80 |
| % de humedad promedio (%) | 9.72 | | |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C
ASTM D-1557**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

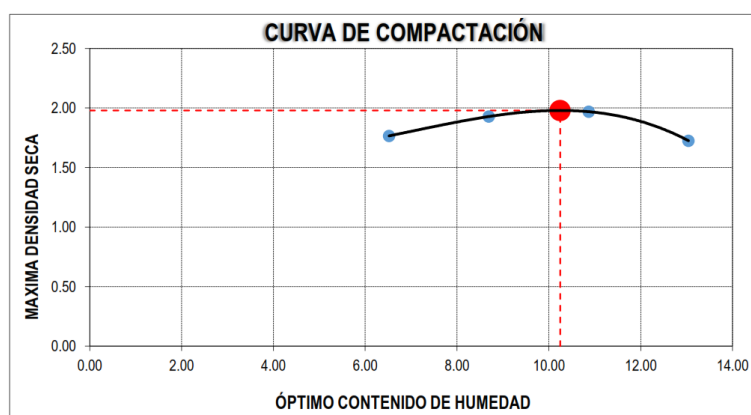
UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| Molde N° | S-456 |
|--------------------------------------|-------|
| Peso del molde (g) | 5800 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2098 |
| N° de capas | 5 |
| N° de golpes por capa | 56 |

| MUESTRA N° | | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 |
|--|--|-------------|-------------|--------------|--------------|-----|-----|
| Peso del suelo húmedo + molde (g) | | 9745 | 10200 | 10380 | 9890 | | |
| Peso del molde (g) | | 5800 | 5800 | 5800 | 5800 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | | 3945 | 4400 | 4580 | 4090 | | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | | 1.88 | 2.10 | 2.18 | 1.95 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + tara (g) | | 165.17 | 182.14 | 159.69 | 201.84 | | |
| Peso del suelo seco + tara (g) | | 156.06 | 168.94 | 145.77 | 180.53 | | |
| Peso del agua (g) | | 9.11 | 13.21 | 13.92 | 21.30 | | |
| Peso de la tara (g) | | 16.41 | 17.03 | 17.68 | 17.17 | | |
| Peso del suelo seco (g) | | 139.66 | 151.91 | 128.09 | 163.36 | | |
| % de humedad (%) | | 6.52 | 8.69 | 10.87 | 13.04 | | |
| Densidad del suelo seco (g/cm ³) | | 1.77 | 1.93 | 1.97 | 1.73 | | |



| | |
|---|--------------|
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | 1.979 |
| Óptimo contenido de humedad (%) | 10.25 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 01 | | MOLDE 02 | | MOLDE 03 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 10 | |
| SOBRECARGA (g) | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Peso del suelo húmedo + molde (g) | 12205 | | 11975 | | 11720 | |
| Peso del molde (g) | 7555 | | 7555 | | 7555 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4650 | | 4420 | | 4165 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Volumen del disco espaciador (cm ³) | 1085 | | 1085 | | 1085 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.195 | | 2.085 | | 1.965 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + cápsula (g) | 97.64 | | 104.13 | | 91.56 | |
| Peso del suelo seco + cápsula (g) | 89.47 | | 95.06 | | 84.11 | |
| Peso del agua (g) | 8.17 | | 9.07 | | 7.46 | |
| Peso de la cápsula (g) | 10.85 | | 10.64 | | 10.42 | |
| Peso del suelo seco (g) | 78.62 | | 84.42 | | 73.69 | |
| % de humedad (%) | 10.40 | | 10.74 | | 10.12 | |
| Densidad de Suelo Seco (g/cm ³) | 1.99 | | 1.88 | | 1.78 | |

ENSAYO DE EXPANSION

| TIEMPO | LECTURA DIAL | EXPANSION | | LECTURA DIAL | EXPANSION | | LECTURA DIAL | EXPANSION | |
|--------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|
| | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 0 hrs | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 hrs | 0.801 | 0.801 | 0.631 | 0.738 | 0.738 | 0.581 | 0.759 | 0.759 | 0.598 |
| 48 hrs | 0.917 | 0.917 | 0.722 | 0.791 | 0.791 | 0.623 | 0.812 | 0.812 | 0.639 |
| 72 hrs | 0.991 | 0.991 | 0.780 | 0.907 | 0.907 | 0.714 | 0.928 | 0.928 | 0.730 |
| 96 hrs | 0.991 | 0.991 | 0.780 | 0.907 | 0.907 | 0.714 | 0.928 | 0.928 | 0.730 |

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

| ENSAYO DE CARGA PENETRACION | LECTURA DIAL | MOLDE 1 56 | | LECTURA DIAL | MOLDE 2 25 | | LECTURA DIAL | MOLDE 3 10 | |
|-----------------------------|--------------|------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|
| | | lbs | lbs/pulg ² | | lbs | lbs/pulg ² | | lbs | lbs/pulg ² |
| 0.025 | 51 | 455.7 | 151.9 | 30 | 279.3 | 93.1 | 18 | 178.6 | 59.5 |
| 0.050 | 94 | 817.2 | 272.4 | 60 | 531.3 | 177.1 | 31 | 287.7 | 95.9 |
| 0.075 | 129 | 1111.9 | 370.6 | 87 | 758.3 | 252.8 | 50 | 447.3 | 149.1 |
| 0.100 | 167 | 1436.1 | 478.7 | 120 | 1036.1 | 345.4 | 75 | 657.4 | 219.1 |
| 0.125 | 205 | 1753.3 | 584.4 | 147 | 1263.7 | 421.2 | 99 | 859.3 | 286.4 |
| 0.150 | 237 | 2023.9 | 674.6 | 174 | 1491.4 | 497.1 | 123 | 1061.4 | 353.8 |
| 0.200 | 291 | 2481.2 | 827.1 | 220 | 1880.1 | 626.7 | 169 | 1449.2 | 483.1 |
| 0.300 | 359 | 3058.5 | 1019.5 | 282 | 2404.9 | 801.6 | 234 | 1998.5 | 666.2 |
| 0.400 | 400 | 3407.3 | 1135.8 | 320 | 2727.2 | 909.1 | 272 | 2320.2 | 773.4 |
| 0.500 | 419 | 3569.1 | 1189.7 | 336 | 2863.1 | 954.4 | 283 | 2413.4 | 804.5 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

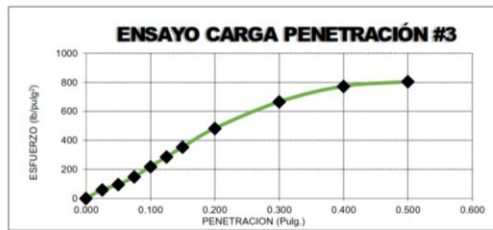
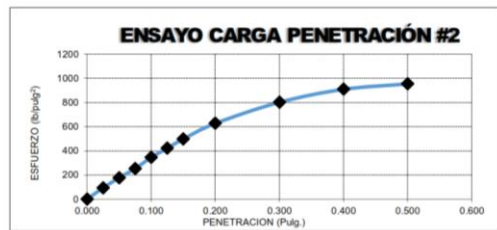
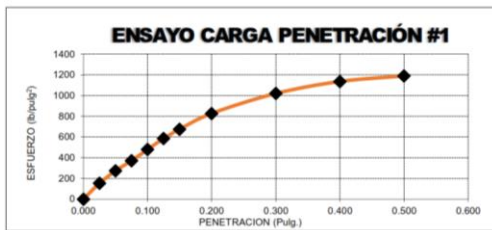
SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

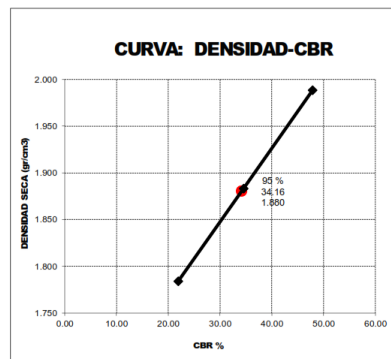


VALORES CORREGIDOS

| MOLDE N° | PENETRACIÓN (pulg) | PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²) | PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²) | CBR (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | 0.100 | 478.7 | 1000 | 47.87 | 8.174 |
| 2 | 0.100 | 345.4 | 1000 | 34.54 | 9.066 |
| 3 | 0.100 | 219.1 | 1000 | 21.91 | 7.457 |

| MOLDE N° | PENETRACIÓN (pulg) | PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²) | PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²) | CBR (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | 0.200 | 827.1 | 1500 | 55.14 | 8.174 |
| 2 | 0.200 | 626.7 | 1500 | 41.78 | 9.066 |
| 3 | 0.200 | 483.1 | 1500 | 32.21 | 7.457 |

| PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557 | |
|--|---------------|
| Máxima densidad seca al 100% | (g/cm³) 1.979 |
| Máxima densidad seca al 95% | (g/cm³) 1.880 |
| Óptimo contenido de humedad | (%) 10.25 |
| CBR al 100% de la Máxima densidad s | (%) 47.87 |
| CBR al 95% de la Máxima densidad se | (%) 34.16 |



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

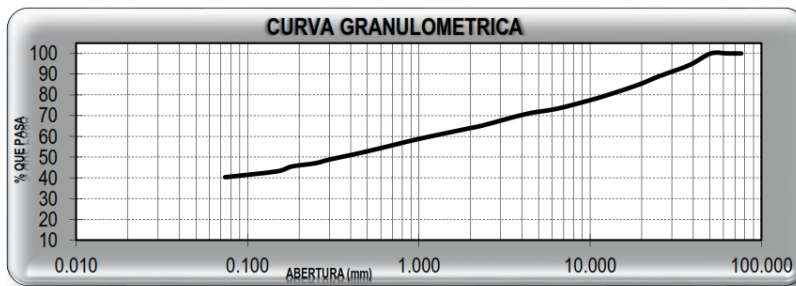
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 895.63

Peso perdido por lavado : 604.37

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | %Que Pasa | Contenido de Humedad |
|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|---|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 19.1 % |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | Límites e índices de Consistencia |
| 1 1/2" | 38.100 | 83.38 | 5.56 | 5.56 | 94.44 | |
| 1" | 25.400 | 80.81 | 5.39 | 10.95 | 89.05 | L. Líquido : 28 |
| 3/4" | 19.050 | 63.20 | 4.21 | 15.16 | 84.84 | L. Plástico : 18 |
| 1/2" | 12.700 | 72.60 | 4.84 | 20.00 | 80.00 | Ind. Plasticidad : 10 |
| 3/8" | 9.525 | 45.18 | 3.01 | 23.01 | 76.99 | Clasificación de la Muestra |
| 1/4" | 6.350 | 55.85 | 3.72 | 26.73 | 73.27 | |
| No4 | 4.178 | 38.49 | 2.57 | 29.30 | 70.70 | Clas. SUCS : SC |
| 8 | 2.360 | 81.70 | 5.45 | 34.75 | 65.25 | Clas. AASHTO : A-4 (1) |
| 10 | 2.000 | 18.70 | 1.25 | 35.99 | 64.01 | Descripción de la Muestra SUCS: Arena arcillosa con grava. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 40.29% de finos. |
| 16 | 1.180 | 59.29 | 3.95 | 39.95 | 60.05 | |
| 20 | 0.850 | 39.68 | 2.65 | 42.59 | 57.41 | |
| 30 | 0.600 | 46.00 | 3.07 | 45.66 | 54.34 | |
| 40 | 0.420 | 44.79 | 2.99 | 48.64 | 51.36 | |
| 50 | 0.300 | 38.22 | 2.55 | 51.19 | 48.81 | |
| 60 | 0.250 | 25.97 | 1.73 | 52.92 | 47.08 | |
| 80 | 0.180 | 24.81 | 1.65 | 54.58 | 45.42 | |
| 100 | 0.150 | 33.63 | 2.24 | 56.82 | 43.18 | |
| 200 | 0.074 | 43.33 | 2.89 | 59.71 | 40.29 | |
| < 200 | | 604.37 | 40.29 | 100.00 | 0.00 | Descripción de la Calicata C-5 E-1 Profundidad : 0 - 1.5 m |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | |



D10 : 0.01837
D30 : 0.0551
D60 : 1.17335
Cu : 63.9
Cc : 0.1

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

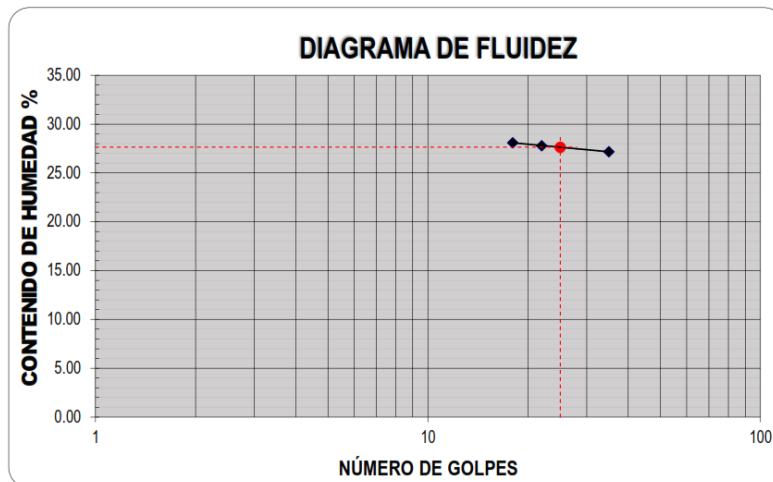
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| Descripción | Límite Líquido | | | Límite Plástico | |
| | 18 | 22 | 35 | - | - |
| Nº de golpes | | | | | |
| Peso de tara (g) | 8.24 | 8.03 | 11.30 | 9.34 | 9.00 |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | 19.50 | 22.89 | 21.97 | 9.53 | 9.91 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 17.03 | 19.66 | 19.69 | 9.50 | 9.77 |
| Contenido de Humedad % | 28.10 | 27.79 | 27.18 | 18.23 | 18.27 |
| Límites % | 28 | | | 18 | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-3.20263 \log(x) + 32.12029$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|--------------|------------|------------|
| Peso del tarro (g) | 8.58 | 8.99 | 8.71 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 76.81 | 99.51 | 88.17 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 65.93 | 85.01 | 75.34 |
| Peso del suelo seco (g) | 57.35 | 76.02 | 66.63 |
| Peso del agua (g) | 10.88 | 14.50 | 12.83 |
| % de humedad (%) | 18.96 | 19.07 | 19.26 |
| % de humedad promedio (%) | 19.10 | | |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

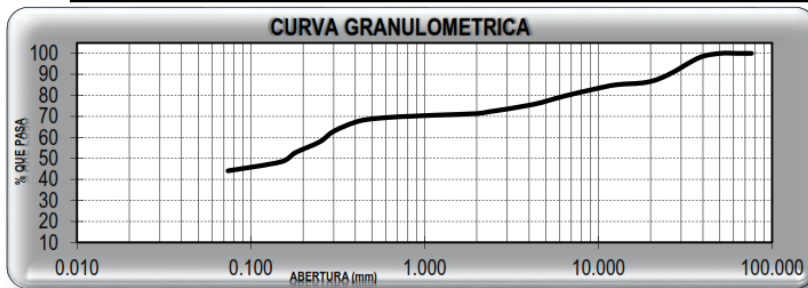
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 838.44

Peso perdido por lavado : 661.56

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | %Que Pasa | Contenido de Humedad | |
|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|--|--|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 17.07 % | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 30.45 | 2.03 | 2.03 | 97.97 | Límites e Índices de Consistencia | |
| 1" | 25.400 | 120.64 | 8.04 | 10.07 | 89.93 | | L. Líquido : 38 |
| 3/4" | 19.050 | 54.96 | 3.66 | 13.74 | 86.26 | | L. Plástico : 13 |
| 1/2" | 12.700 | 17.96 | 1.20 | 14.93 | 85.07 | Ind. Plasticidad : 25 | |
| 3/8" | 9.525 | 30.64 | 2.04 | 16.98 | 83.02 | Clasificación de la Muestra | |
| 1/4" | 6.350 | 50.98 | 3.40 | 20.38 | 79.62 | | Clas. SUCS : SC |
| No4 | 4.178 | 60.07 | 4.00 | 24.38 | 75.62 | | Clas. AASHTO : A-6 (6) |
| 8 | 2.360 | 50.78 | 3.39 | 27.77 | 72.23 | Descripción de la Muestra | |
| 10 | 2.000 | 13.41 | 0.89 | 28.66 | 71.34 | | SUCS: Arena arcillosa con grava. |
| 16 | 1.180 | 10.74 | 0.72 | 29.38 | 70.62 | | AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subgrado. Con un 44.1% de finos. |
| 20 | 0.850 | 7.95 | 0.53 | 29.91 | 70.09 | Descripción de la Calicata | |
| 30 | 0.600 | 10.16 | 0.68 | 30.58 | 69.42 | | C-6 |
| 40 | 0.420 | 24.57 | 1.64 | 32.22 | 67.78 | | E-1 |
| 50 | 0.300 | 73.20 | 4.88 | 37.10 | 62.90 | Profundidad : 0 - 1.5 m | |
| 60 | 0.250 | 74.42 | 4.96 | 42.06 | 57.94 | | |
| 80 | 0.180 | 78.95 | 5.26 | 47.33 | 52.67 | | |
| 100 | 0.150 | 63.98 | 4.27 | 51.59 | 48.41 | | |
| 200 | 0.074 | 64.58 | 4.31 | 55.90 | 44.10 | | |
| < 200 | | 661.56 | 44.10 | 100.00 | 0.00 | | |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | | |



D10 : 0.01678
D30 : 0.05034
D60 : 0.27078
Cu : 16.1
Cc : 0.6

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

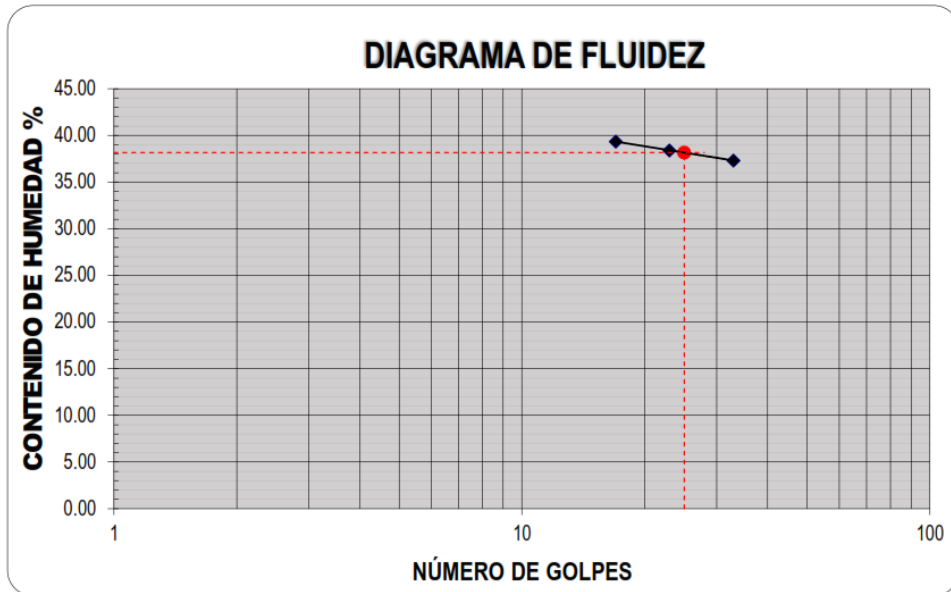
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| Descripción | Limite Líquido | | | Limite Plástico | |
| | 17 | 23 | 33 | - | - |
| Nº de golpes | 17 | 23 | 33 | - | - |
| Peso de tara (g) | 8.18 | 9.32 | 8.51 | 9.06 | 8.40 |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | 14.98 | 16.38 | 17.12 | 9.32 | 8.66 |
| Peso tara + suelo seco (g) | 13.06 | 14.42 | 14.78 | 9.29 | 8.63 |
| Contenido de Humedad % | 39.34 | 38.39 | 37.32 | 13.06 | 13.08 |
| Límites % | 38 | | | 13 | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$E_c: -7.02511 \log(x) + 47.9883$$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE – OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Peso del tarro (g) | 9.12 | 9.55 | 9.25 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 79.70 | 103.25 | 91.49 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 69.46 | 89.60 | 79.43 |
| Peso del suelo seco (g) | 60.34 | 80.05 | 70.18 |
| Peso del agua (g) | 10.24 | 13.65 | 12.06 |
| % de humedad (%) | 16.97 | 17.05 | 17.19 |
| % de humedad promedio (%) | 17.07 | | |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

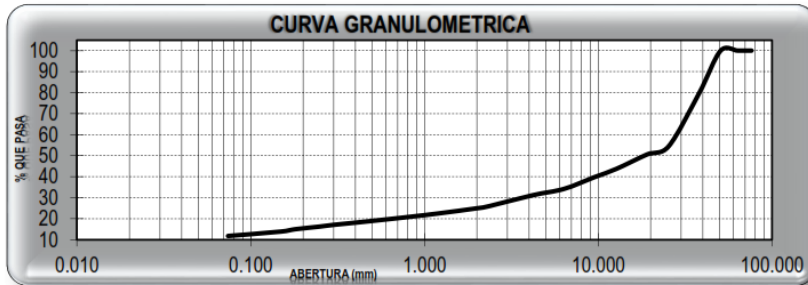
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1500.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1323.53

Peso perdido por lavado : 176.47

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | %Que Pasa | Contenido de Humedad |
|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------|--|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 7.67 % |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 2" | 50.600 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 302.80 | 20.19 | 20.19 | 79.81 | Límites e Índices de Consistencia |
| 1" | 25.400 | 380.70 | 25.38 | 45.57 | 54.43 | |
| 3/4" | 19.050 | 58.35 | 3.89 | 49.46 | 50.54 | |
| 1/2" | 12.700 | 102.61 | 6.84 | 56.30 | 43.70 | L. Líquido : NP |
| 3/8" | 9.525 | 58.69 | 3.91 | 60.21 | 39.79 | L. Plástico : NP |
| 1/4" | 6.350 | 84.12 | 5.61 | 65.82 | 34.18 | Ind. Plasticidad : NP |
| No4 | 4.178 | 45.54 | 3.04 | 68.85 | 31.15 | Clasificación de la Muestra |
| 8 | 2.360 | 77.49 | 5.17 | 74.02 | 25.98 | |
| 10 | 2.000 | 15.70 | 1.05 | 75.07 | 24.93 | Clas. SUCS : GP-GM |
| 16 | 1.180 | 37.79 | 2.52 | 77.59 | 22.41 | |
| 20 | 0.850 | 20.90 | 1.39 | 78.98 | 21.02 | Descripción de la Muestra |
| 30 | 0.600 | 20.80 | 1.39 | 80.37 | 19.63 | |
| 40 | 0.420 | 20.35 | 1.36 | 81.72 | 18.28 | SUCS: Grava mal graduada con limo y arena . AASHTO: Material granular. Fracmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subgrado. Con un 11.76% de finos. |
| 50 | 0.300 | 18.28 | 1.22 | 82.94 | 17.06 | |
| 60 | 0.250 | 12.19 | 0.81 | 83.75 | 16.25 | |
| 80 | 0.180 | 19.06 | 1.27 | 85.02 | 14.98 | |
| 100 | 0.150 | 16.46 | 1.10 | 86.12 | 13.88 | |
| 200 | 0.074 | 31.70 | 2.11 | 88.24 | 11.76 | |
| < 200 | | 176.47 | 11.76 | 100.00 | 0.00 | Descripción de la Calicata |
| Total | | 1500.00 | 100.00 | | | |
| | | | | | | C-7 E-1 |
| | | | | | | Profundidad : 0 - 1.5 m |



| | |
|-----|-----------|
| D10 | : 0.0629 |
| D30 | : 3.77494 |
| D60 | : 28.1855 |
| Cu | : 448.1 |
| Cc | : 8 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

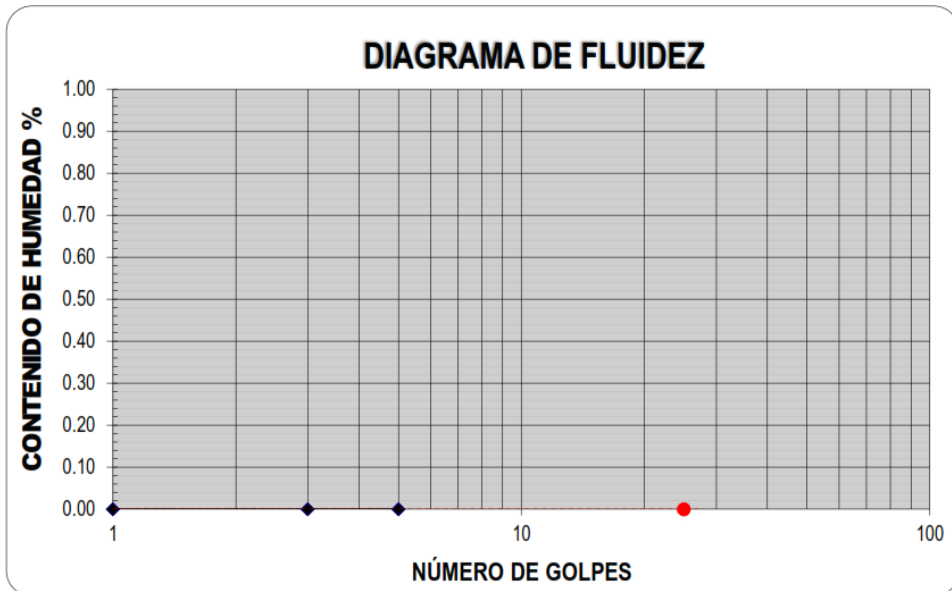
RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | | | | | |
|---------------------------------|----------------|----|----|-----------------|----|
| Descripción | Límite Líquido | | | Límite Plástico | |
| Nº de golpes | - | - | - | - | - |
| Peso de tara (g) | - | - | - | - | - |
| Peso de tara + suelo húmedo (g) | - | - | - | - | - |
| Peso tara + suelo seco (g) | - | - | - | - | - |
| Contenido de Humedad % | NP | NP | NP | NP | NP |
| Límites % | NP | | | NP | |



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

| | | |
|--------------------|---|--|
| PROYECTO | : | DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD |
| SOLICITANTE | : | MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL |
| RESPONSABLE | : | ING. JOSÉ BOYD LLANOS |
| UBICACIÓN | : | MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : | SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN) |
| MUESTRA | : | C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE) |

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

| Descripción | Muestra 01 | Muestra 02 | Muestra 03 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Peso del tarro (g) | 9.84 | 10.31 | 9.98 |
| Peso del tarro + suelo humedo (g) | 177.21 | 229.57 | 203.42 |
| Peso del tarro + suelo seco (g) | 165.36 | 213.96 | 189.52 |
| Peso del suelo seco (g) | 155.52 | 203.65 | 179.54 |
| Peso del agua (g) | 11.85 | 15.61 | 13.90 |
| % de humedad (%) | 7.62 | 7.66 | 7.74 |
| % de humedad promedio (%) | 7.67 | | |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C
ASTM D-1557**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

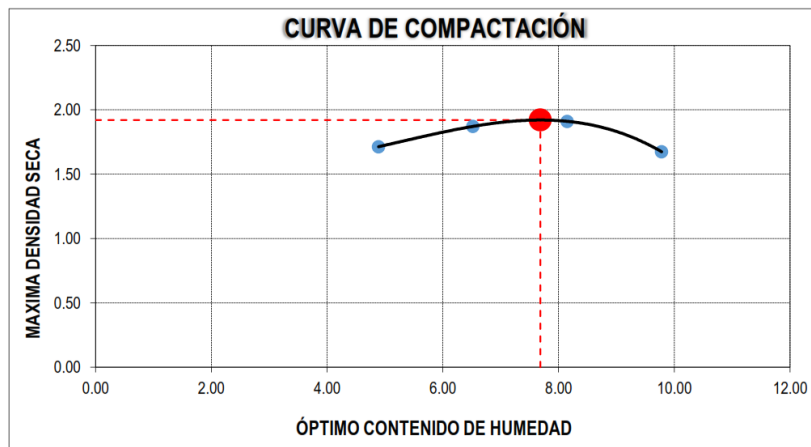
UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

| Molde N° | S-456 |
|--------------------------------------|-------|
| Peso del molde (g) | 5800 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2098 |
| N° de capas | 5 |
| N° de golpes por capa | 56 |

| MUESTRA N° | # 1 | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|
| Peso del suelo húmedo + molde (g) | 9570 | 9980 | 10135 | 9655 | | |
| Peso del molde (g) | 5800 | 5800 | 5800 | 5800 | | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 3770 | 4180 | 4335 | 3855 | | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 1.80 | 1.99 | 2.07 | 1.84 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + tara (g) | 162.20 | 178.21 | 155.92 | 197.04 | | |
| Peso del suelo seco + tara (g) | 155.39 | 168.33 | 145.47 | 180.98 | | |
| Peso del agua (g) | 6.81 | 9.89 | 10.45 | 16.06 | | |
| Peso de la tara (g) | 16.11 | 16.66 | 17.27 | 16.76 | | |
| Peso del suelo seco (g) | 139.28 | 151.66 | 128.21 | 164.22 | | |
| % de humedad (%) | 4.89 | 6.52 | 8.15 | 9.78 | | |
| Densidad del suelo seco (g/cm ³) | 1.71 | 1.87 | 1.91 | 1.67 | | |



| | |
|---|--------------|
| Máxima densidad seca (g/cm ³) | 1.921 |
| Óptimo contenido de humedad (%) | 7.69 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE – OTUZCO – LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 01 | | MOLDE 02 | | MOLDE 03 | |
| N° DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 10 | |
| SOBRECARGA (g) | 4530 | | 4530 | | 4530 | |
| Peso del suelo húmedo + molde (g) | 11965 | | 11740 | | 11500 | |
| Peso del molde (g) | 7555 | | 7555 | | 7555 | |
| Peso del suelo húmedo (g) | 4410 | | 4185 | | 3945 | |
| Volumen del molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Volumen del disco espaciador (cm ³) | 1085 | | 1085 | | 1085 | |
| Densidad húmeda (g/cm ³) | 2.080 | | 1.975 | | 1.863 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | |
| Peso del suelo húmedo + cápsula (g) | 95.72 | | 102.09 | | 89.84 | |
| Peso del suelo seco + cápsula (g) | 89.57 | | 95.26 | | 84.23 | |
| Peso del agua (g) | 6.15 | | 6.83 | | 5.62 | |
| Peso de la cápsula (g) | 10.64 | | 10.44 | | 10.22 | |
| Peso del suelo seco (g) | 78.93 | | 84.82 | | 74.00 | |
| % de humedad (%) | 7.80 | | 8.05 | | 7.59 | |
| Densidad de Suelo Seco (g/cm ³) | 1.93 | | 1.83 | | 1.73 | |

ENSAYO DE EXPANSION

| TIEMPO | LECTURA DIAL | EXPANSION | | LECTURA DIAL | EXPANSION | | LECTURA DIAL | EXPANSION | |
|--------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|
| | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 0 hrs | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 hrs | 0.465 | 0.465 | 0.366 | 0.429 | 0.429 | 0.337 | 0.441 | 0.441 | 0.347 |
| 48 hrs | 0.533 | 0.533 | 0.419 | 0.459 | 0.459 | 0.362 | 0.471 | 0.471 | 0.371 |
| 72 hrs | 0.575 | 0.575 | 0.453 | 0.526 | 0.526 | 0.415 | 0.539 | 0.539 | 0.424 |
| 96 hrs | 0.575 | 0.575 | 0.453 | 0.526 | 0.526 | 0.415 | 0.539 | 0.539 | 0.424 |

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | LECTURA DIAL | MOLDE 1 56 | | LECTURA DIAL | MOLDE 2 25 | | LECTURA DIAL | MOLDE 3 10 | |
|-----------------------------|--------------|------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------------|
| | | lbs | lbs/pulg ² | | lbs | lbs/pulg ² | | lbs | lbs/pulg ² |
| 0.025 | 77 | 674.2 | 224.7 | 46 | 413.7 | 137.9 | 27 | 254.2 | 84.7 |
| 0.050 | 142 | 1221.5 | 407.2 | 91 | 792.0 | 264.0 | 47 | 422.1 | 140.7 |
| 0.075 | 196 | 1677.2 | 559.1 | 132 | 1137.2 | 379.1 | 76 | 665.8 | 221.9 |
| 0.100 | 253 | 2160.7 | 720.2 | 181 | 1550.5 | 516.8 | 113 | 977.2 | 325.7 |
| 0.125 | 310 | 2642.4 | 880.8 | 222 | 1897.0 | 632.3 | 150 | 1289.0 | 429.7 |
| 0.150 | 360 | 3067.0 | 1022.3 | 263 | 2244.0 | 748.0 | 187 | 1601.2 | 533.7 |
| 0.200 | 442 | 3765.2 | 1255.1 | 333 | 2837.6 | 945.9 | 256 | 2184.7 | 728.2 |
| 0.300 | 544 | 4636.7 | 1545.6 | 427 | 3637.3 | 1212.4 | 355 | 3024.5 | 1008.2 |
| 0.400 | 605 | 5159.5 | 1719.8 | 485 | 4132.2 | 1377.4 | 412 | 3509.5 | 1169.8 |
| 0.500 | 634 | 5408.4 | 1802.8 | 509 | 4337.3 | 1445.8 | 429 | 3654.4 | 1218.1 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883**

PROYECTO : DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

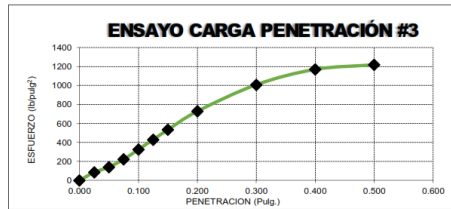
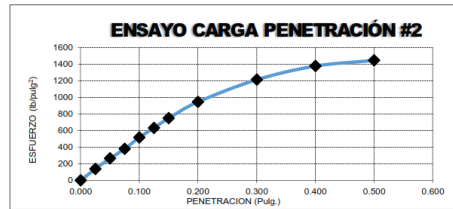
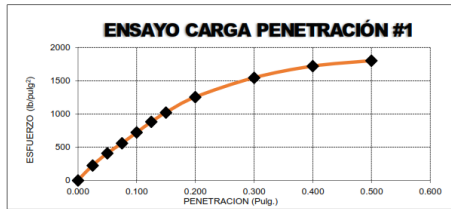
SOLICITANTE : MINCHOLA ARTEAGA, RICHARD NIEL

RESPONSABLE : ING. JOSÉ BOYD LLANOS

UBICACIÓN : MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

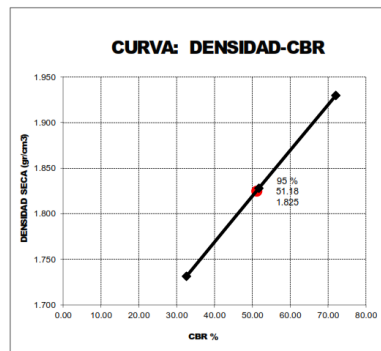
MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS

| MOLDE N° | PENETRACIÓN (pulg) | PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²) | PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²) | CBR (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | 0.100 | 720.2 | 1000 | 72.02 | 6.155 |
| 2 | 0.100 | 516.8 | 1000 | 51.68 | 6.831 |
| 3 | 0.100 | 325.7 | 1000 | 32.57 | 5.617 |

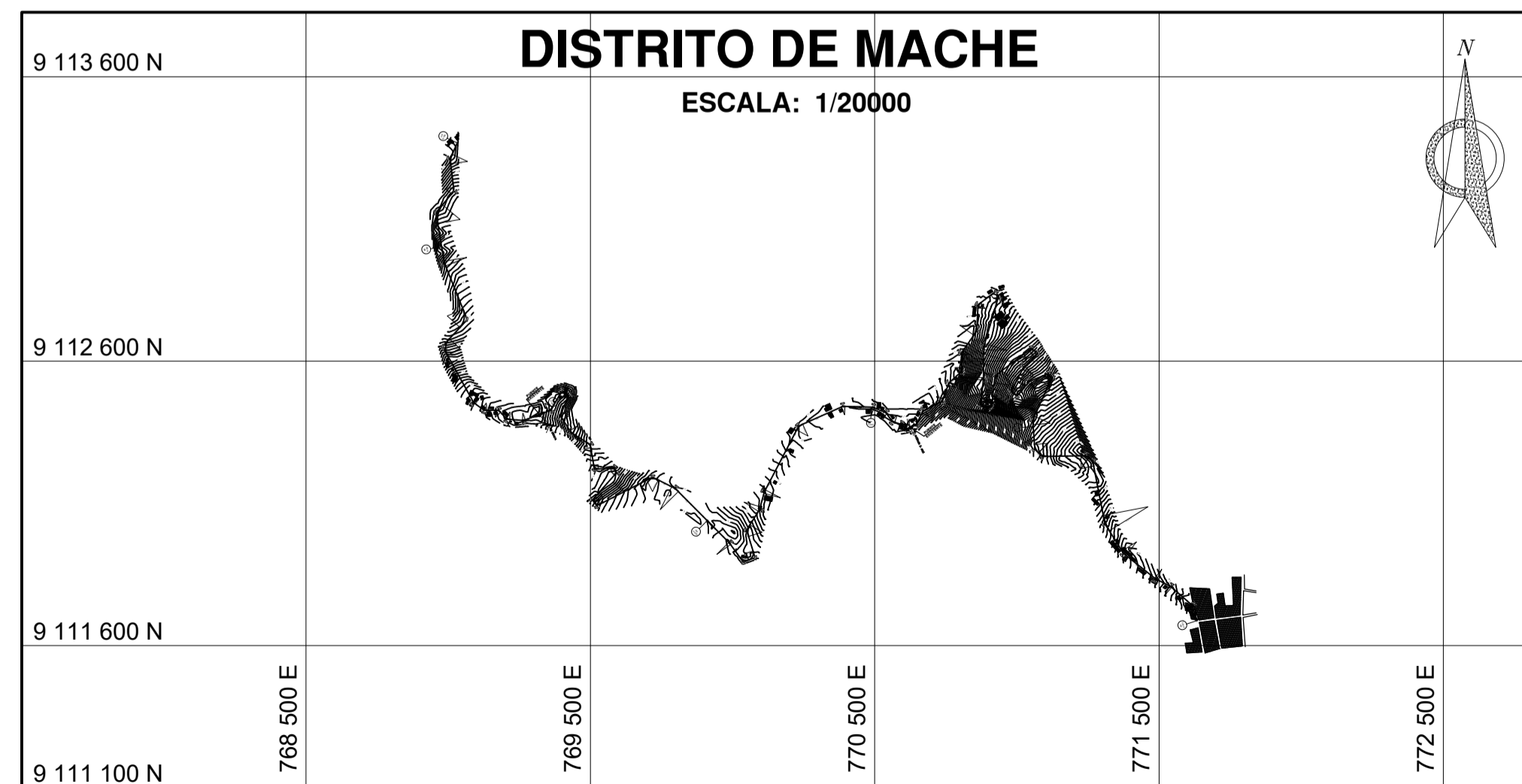
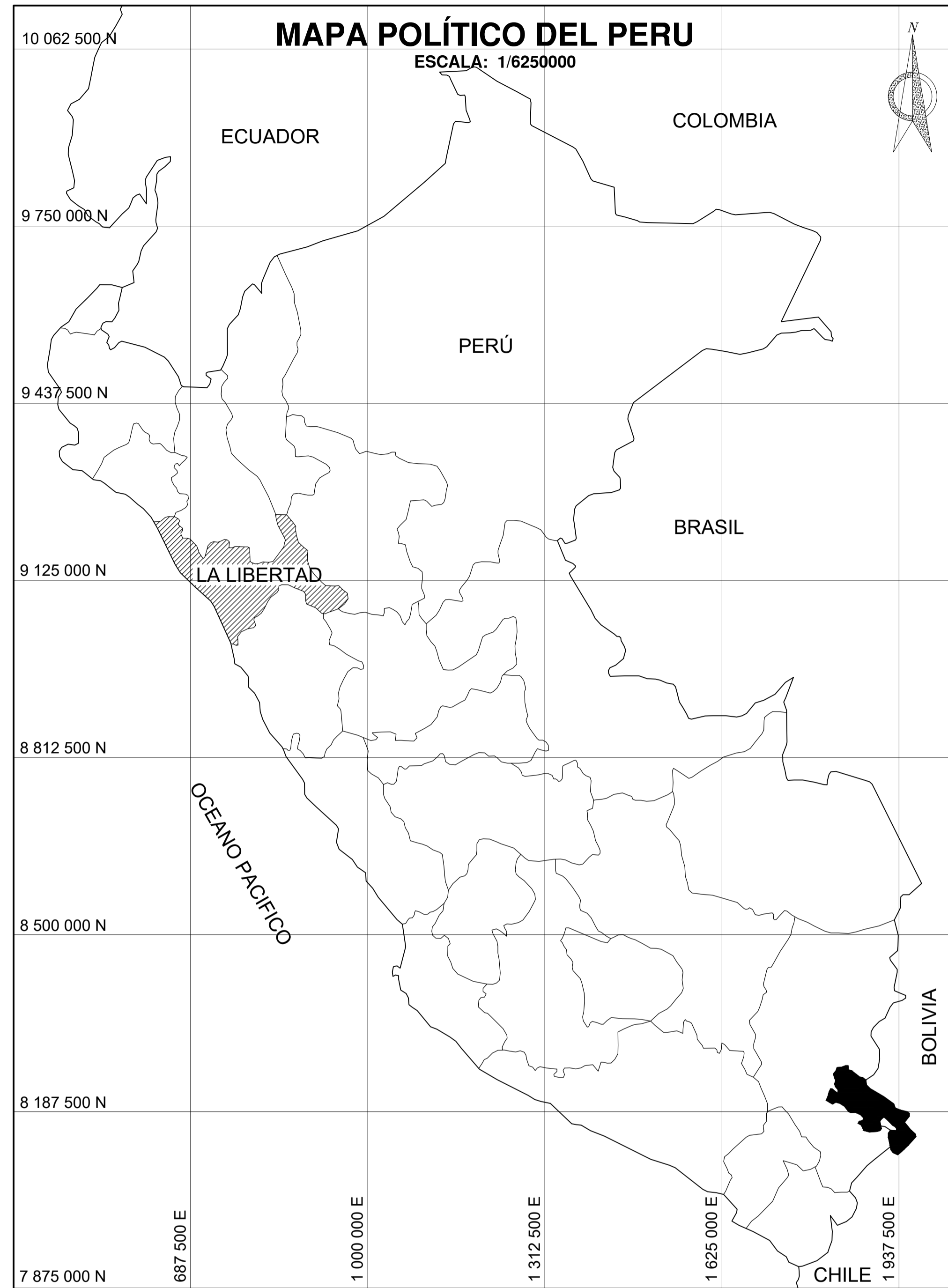
| MOLDE N° | PENETRACIÓN (pulg) | PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²) | PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²) | CBR (%) | DENSIDAD SECA (g/cm³) |
|----------|--------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| 1 | 0.200 | 1255.1 | 1500 | 83.67 | 6.155 |
| 2 | 0.200 | 945.9 | 1500 | 63.06 | 6.831 |
| 3 | 0.200 | 728.2 | 1500 | 48.55 | 5.617 |

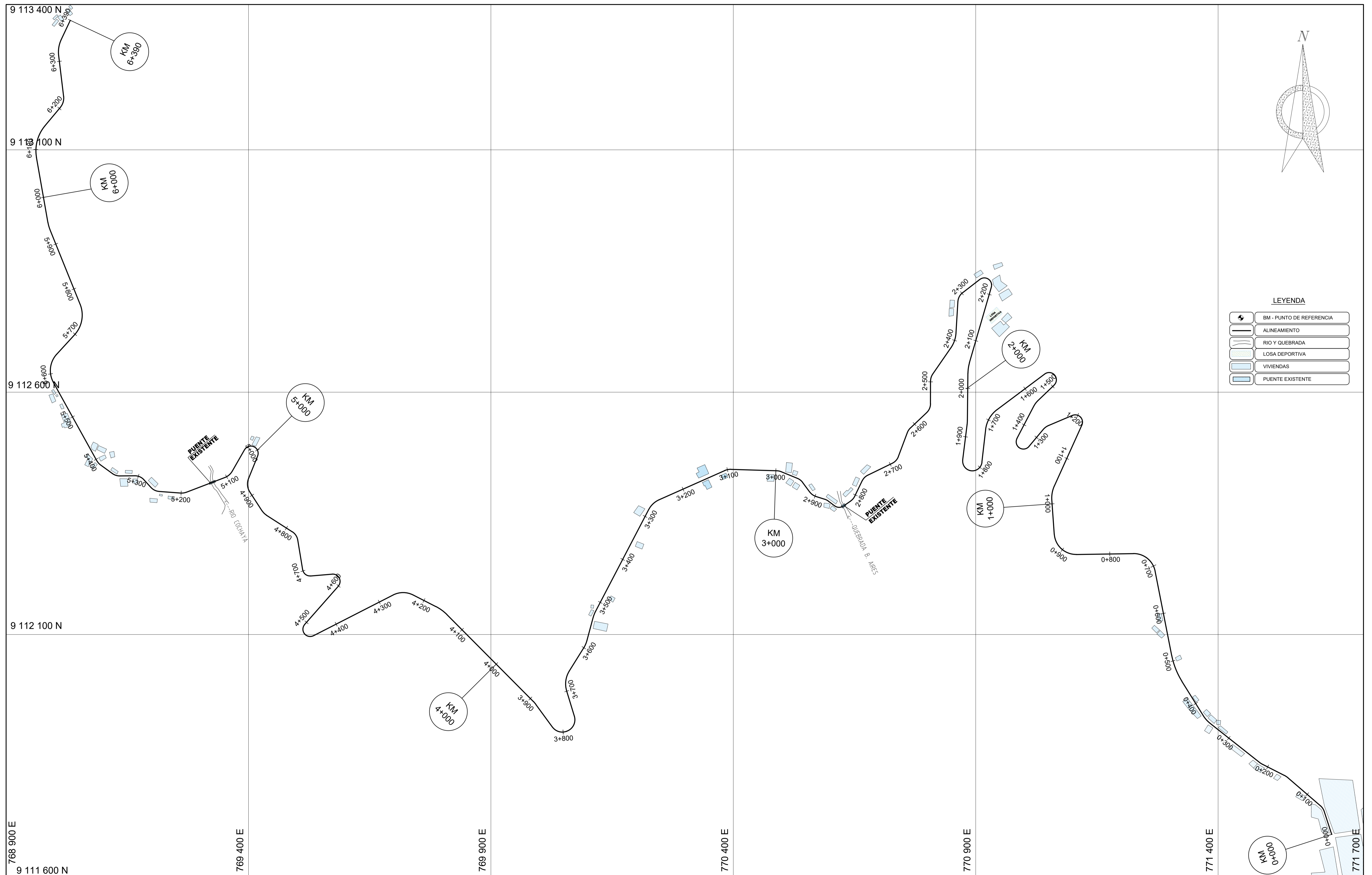


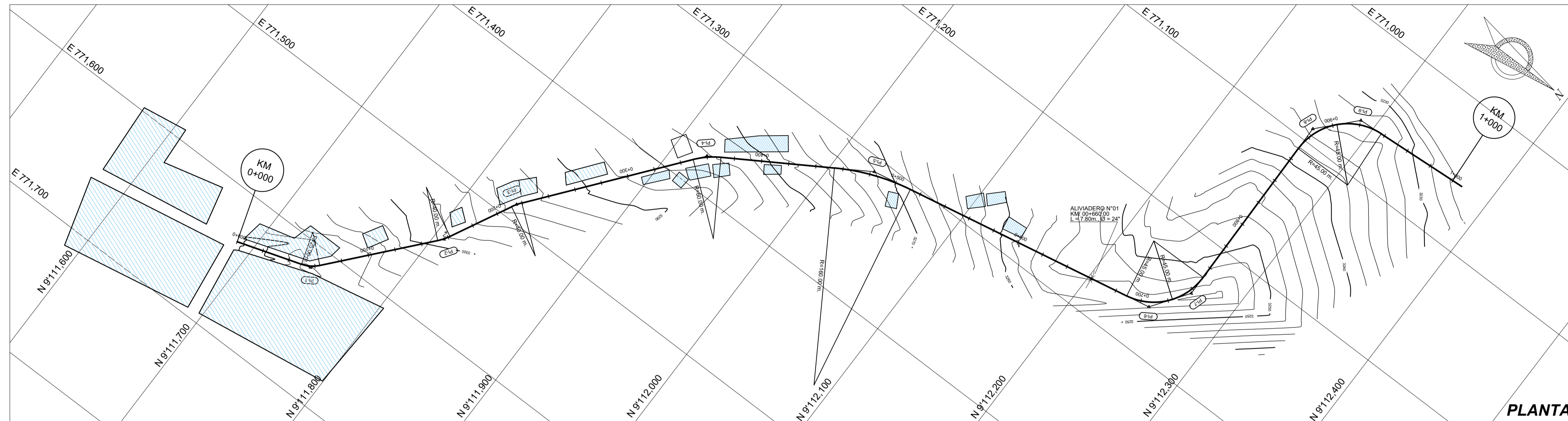
PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557

| | | |
|-------------------------------------|---------|-------|
| Máxima densidad seca al 100% | (g/cm³) | 1.921 |
| Máxima densidad seca al 95% | (g/cm³) | 1.825 |
| Óptimo contenido de humedad | (%) | 7.69 |
| CBR al 100% de la Máxima densidad s | (%) | 72.02 |
| CBR al 95% de la Máxima densidad se | (%) | 51.18 |

7. PLANOS





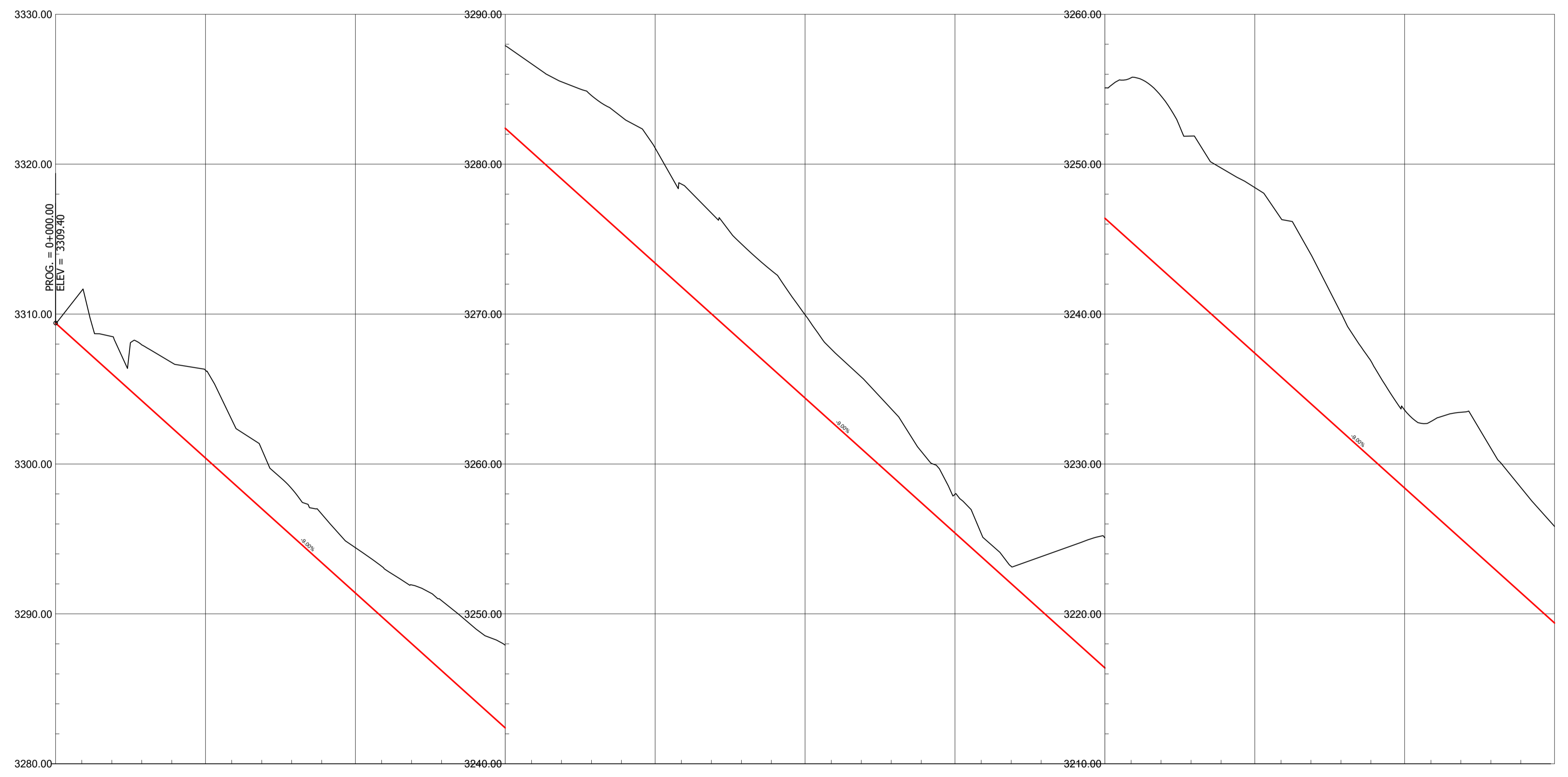
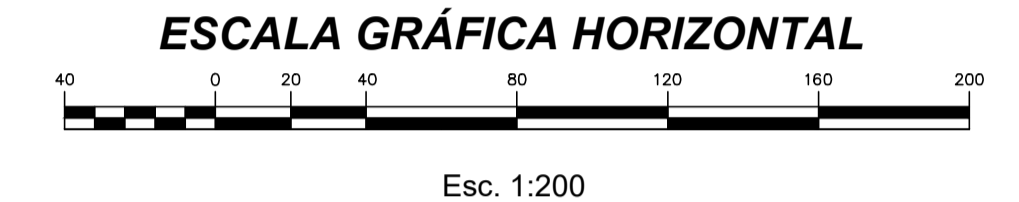


LEYENDA

- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

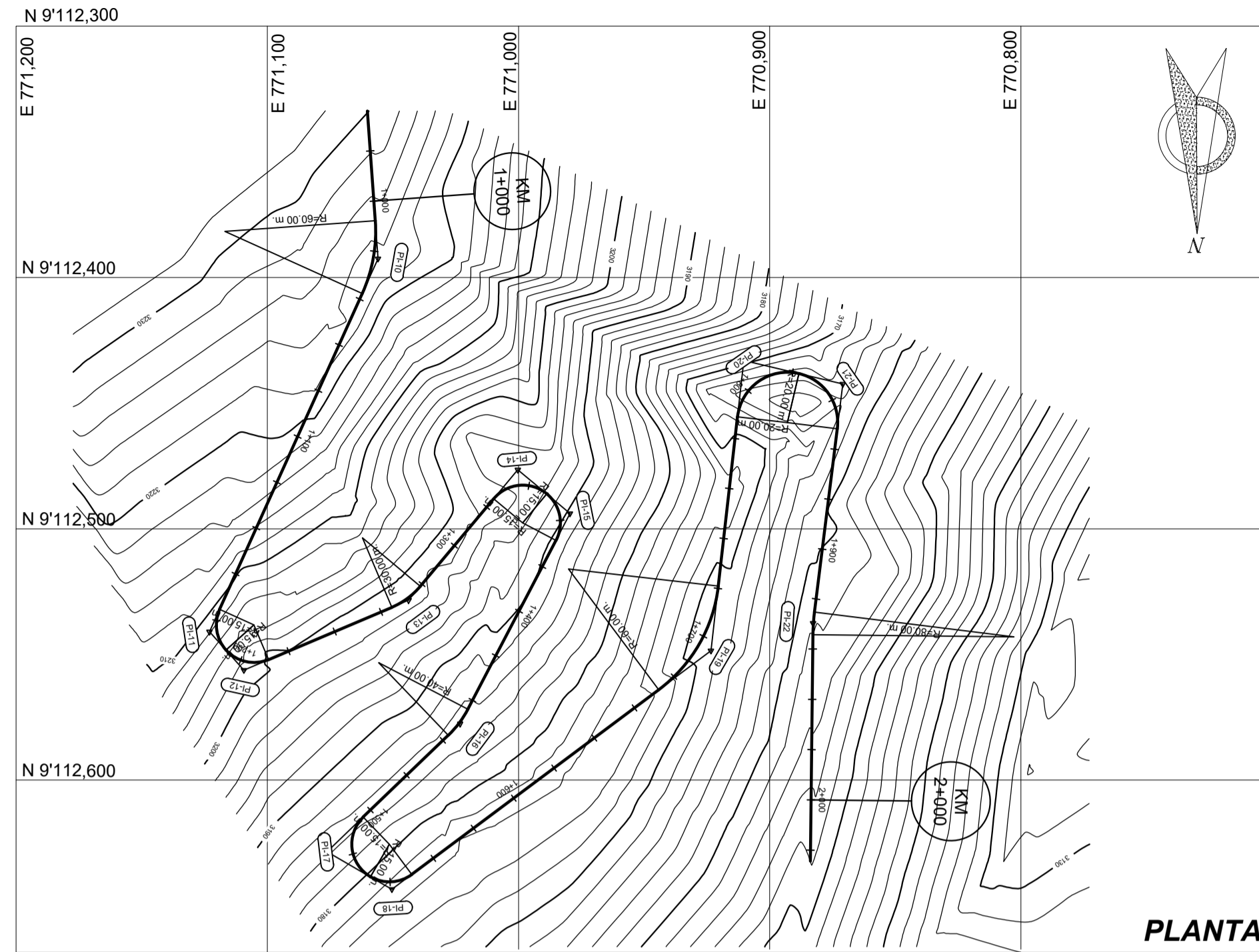
TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS

| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
|---------|-----------|--------|-------|--------|------|----------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| PI-1 | 31°17'17" | 25.00 | 7.00 | 13.652 | 0.96 | 0+049.99 | 0+063.64 | 0+056.99 | 9111735.2018 | 771618.8513 | 9111741.8802 | 771616.6884 | 9111746.4270 | 771611.3821 |
| PI-2 | 13°44'30" | 40.00 | 4.82 | 9.594 | 0.29 | 0+152.03 | 0+156.85 | 0+161.62 | 9111804.0845 | 771544.3870 | 9111807.2285 | 771540.7338 | 9111809.4148 | 771536.4382 |
| PI-3 | 11°24'18" | 40.00 | 3.99 | 7.962 | 0.20 | 0+211.78 | 0+215.77 | 0+219.74 | 9111832.1648 | 771491.7397 | 9111833.9764 | 771488.1799 | 9111836.4564 | 771485.0487 |
| PI-4 | 19°40'20" | 60.00 | 10.40 | 20.601 | 0.90 | 0+349.49 | 0+359.89 | 0+370.09 | 9111917.0127 | 771383.3370 | 9111923.4714 | 771375.1821 | 9111932.2965 | 771369.6774 |
| PI-5 | 20°48'53" | 160.00 | 29.39 | 58.125 | 2.68 | 0+453.75 | 0+483.13 | 0+511.87 | 9112003.2824 | 771325.4109 | 9112028.2177 | 771309.8610 | 9112057.0512 | 771304.1865 |
| PI-6 | 43°56'07" | 45.00 | 18.15 | 34.507 | 3.52 | 0+688.84 | 0+706.99 | 0+723.34 | 9112230.6859 | 771270.0150 | 9112248.4958 | 771266.5100 | 9112258.8893 | 771251.6286 |



| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|-------------|---------|------------|---------|------------|--|
| PENDIENTE | -9.00% en 1171.03 m. | | | | | | | | | | | | | |
| COTA TERRENO | 3309.40 | 3306.25 | 3294.42 | 3287.91 | 3281.07 | 3269.95 | 3257.98 | 3255.09 | 3248.44 | 3233.60 | 3219.40 | 3215.84 | | |
| COTA SUB-RASANTE | 3309.40 | 3300.40 | 3291.40 | 3282.40 | 3273.40 | 3264.40 | 3255.40 | 3246.40 | 3237.40 | 3228.40 | 3219.40 | 3215.84 | | |
| ALINEAMIENTO | C- R=25.00 | | C- R=40.00 | | C- R=40.00 | | C- R=60.00 | | C- R=160.00 | | C- R=45.00 | | C- R=45.00 | |
| KILOMETRAJE | 0+000 | 0+100 | 0+200 | 0+300 | 0+400 | 0+500 | 0+600 | 0+700 | 0+800 | 0+900 | 1+000 | | | |

PERFIL LONGITUDINAL

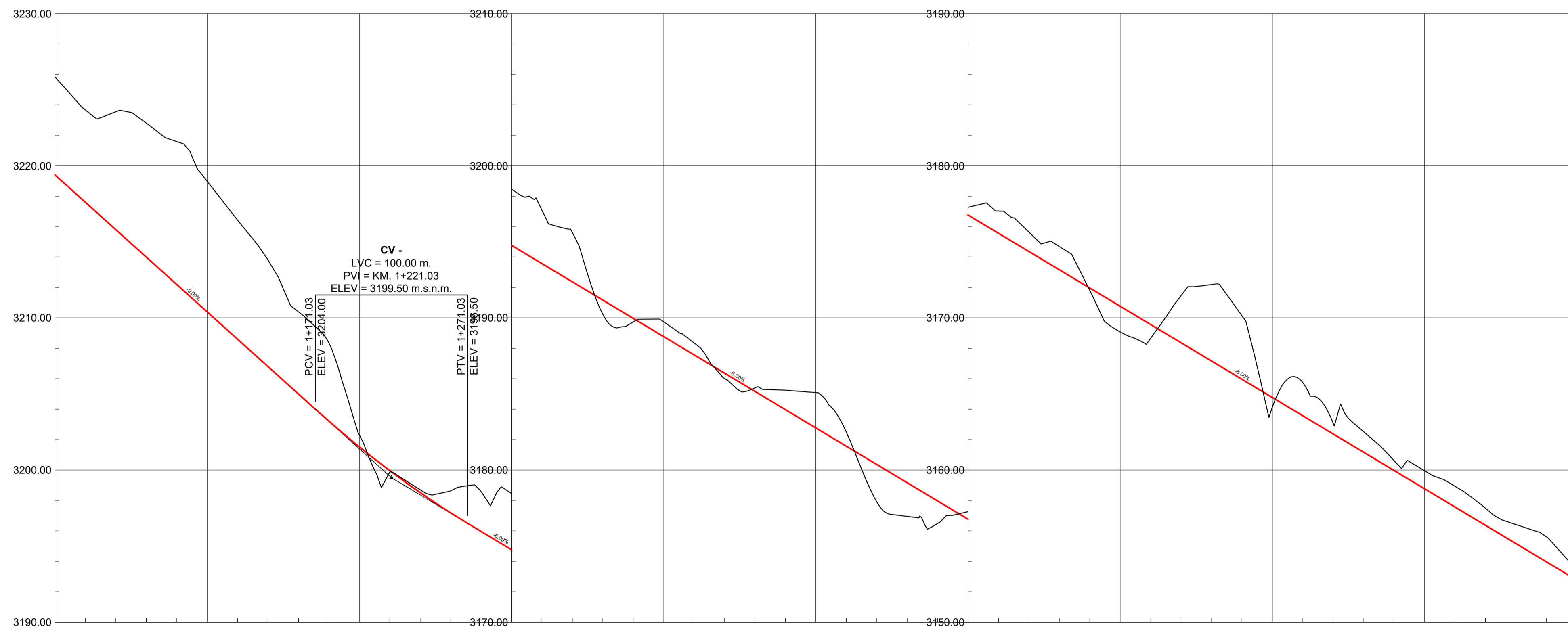
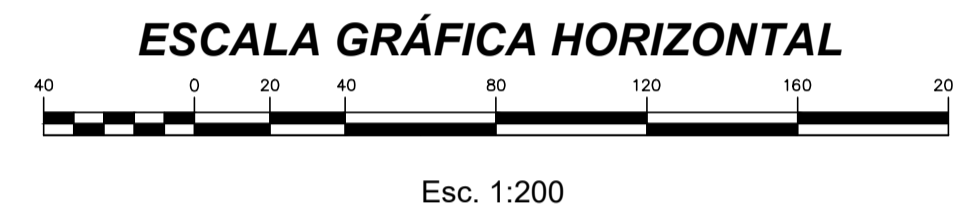


LEYENDA

- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

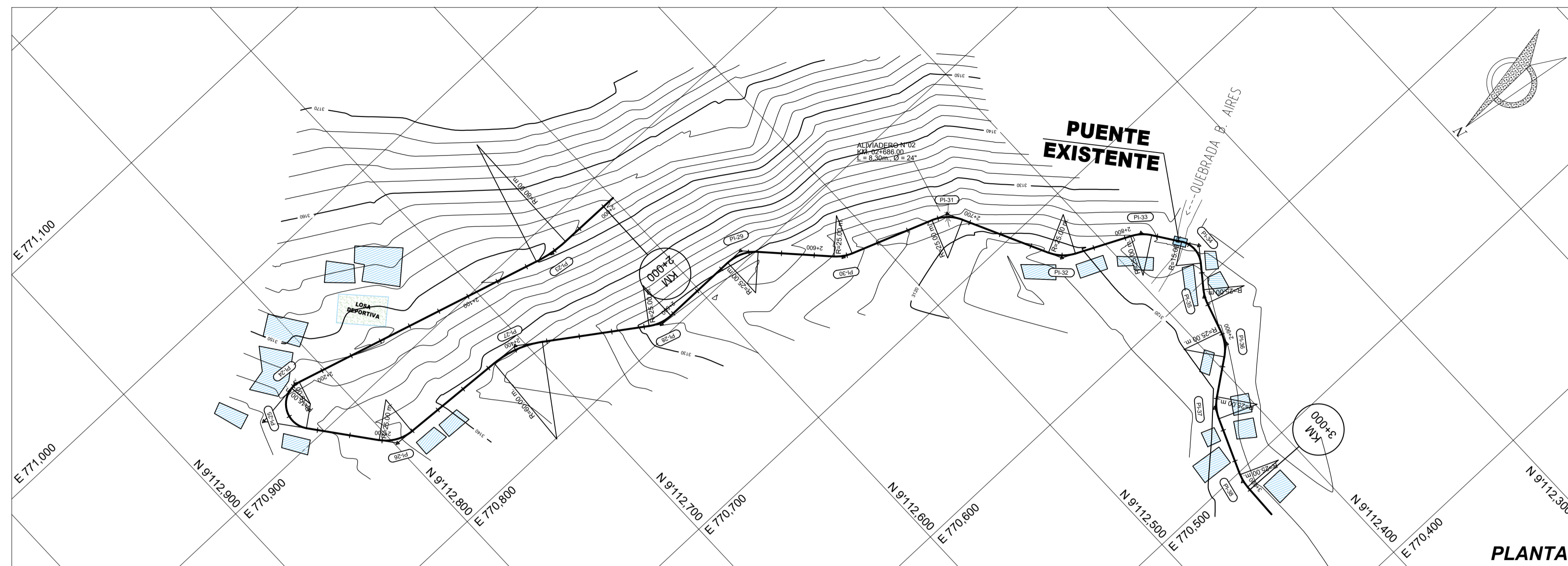
TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS

| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
|---------|------------|-------|-------|--------|-------|----------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| PI-10 | 28°24'47" | 60.00 | 15.19 | 29.754 | 1.89 | 1+007.79 | 1+022.98 | 1+037.54 | 9112377.3728 | 771057.0180 | 9112392.5235 | 771055.9329 | 9112406.3655 | 771062.1876 |
| PI-11 | 66°23'03" | 15.00 | 9.81 | 17.379 | 2.92 | 1+175.45 | 1+185.27 | 1+192.83 | 9112532.0432 | 771118.9763 | 9112540.9854 | 771123.0170 | 9112548.2699 | 771116.4423 |
| PI-12 | 70°54'11" | 15.00 | 10.68 | 18.562 | 3.41 | 1+192.83 | 1+203.51 | 1+211.40 | 9112548.2706 | 771116.4417 | 9112556.1991 | 771109.2858 | 9112562.0310 | 771099.4525 |
| PI-13 | 27°04'10" | 30.00 | 7.22 | 14.174 | 0.86 | 1+264.69 | 1+271.91 | 1+278.87 | 9112531.2316 | 771050.3831 | 9112528.4132 | 771043.7342 | 9112522.8779 | 771039.0961 |
| PI-14 | 89°52'51" | 15.00 | 14.97 | 23.531 | 6.19 | 1+324.35 | 1+339.32 | 1+347.88 | 9112488.0109 | 771009.8812 | 9112476.5373 | 771000.2675 | 9112486.1271 | 770988.7739 |
| PI-15 | 77°45'02" | 15.00 | 12.09 | 20.355 | 4.27 | 1+347.89 | 1+359.98 | 1+368.24 | 9112486.1277 | 770988.7732 | 9112493.8749 | 770979.4880 | 9112504.5925 | 770985.0888 |
| PI-16 | 18°33'11" | 40.00 | 6.53 | 12.952 | 0.53 | 1+444.06 | 1+450.60 | 1+457.01 | 9112571.7918 | 771020.2060 | 9112577.5822 | 771023.2320 | 9112582.1089 | 771027.9431 |
| PI-17 | 106°10'38" | 15.00 | 19.97 | 27.797 | 9.98 | 1+504.03 | 1+524.00 | 1+531.83 | 9112614.6831 | 771061.8445 | 9112628.5192 | 771076.2443 | 9112638.4941 | 771058.9441 |
| PI-18 | 66°44'45" | 15.00 | 9.88 | 17.474 | 2.96 | 1+531.83 | 1+541.71 | 1+549.30 | 9112638.4946 | 771058.9433 | 9112643.4298 | 771050.3836 | 9112637.5140 | 771042.4699 |
| PI-19 | 46°45'21" | 60.00 | 25.94 | 48.963 | 5.37 | 1+672.00 | 1+697.94 | 1+720.97 | 9112564.0488 | 770944.1926 | 9112548.5195 | 770923.4186 | 9112522.7478 | 770920.4982 |
| PI-20 | 96°55'34" | 20.00 | 22.58 | 33.634 | 10.16 | 1+788.69 | 1+811.27 | 1+822.52 | 9112455.4542 | 770912.8727 | 9112433.0212 | 770910.3307 | 9112438.2498 | 770888.3680 |
| PI-21 | 83°41'25" | 20.00 | 17.91 | 29.213 | 6.85 | 1+822.52 | 1+840.43 | 1+851.74 | 9112438.2495 | 770888.3693 | 9112442.3975 | 770870.9459 | 9112460.1713 | 770873.1538 |
| PI-22 | 6°26'16" | 80.00 | 4.50 | 8.989 | 0.13 | 1+925.26 | 1+929.76 | 1+934.25 | 9112533.1305 | 770882.2171 | 9112537.5953 | 770882.7717 | 9112542.0942 | 770882.8222 |



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|--|--|
| PENDIENTE | -6.00% en 765.05 m. | | | | | | | | | | | | | | |
| COTA TERRENO | 3225.84 | 3218.98 | 3202.31 | 3195.45 | 3188.74 | 3185.09 | 3177.27 | 3169.08 | 3164.14 | 3159.95 | 3153.60 | | | | |
| COTA SUB-RASANTE | 3219.40 | 3210.40 | 3201.52 | 3194.76 | 3188.76 | 3182.76 | 3176.76 | 3170.76 | 3164.76 | 3158.76 | 3152.76 | | | | |
| ALINEAMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | |
| KILOMETRAJE | 1+000 | 1+100 | 1+200 | 1+300 | 1+400 | 1+500 | 1+600 | 1+700 | 1+800 | 1+900 | 2+000 | | | | |

PERFIL LONGITUDINAL



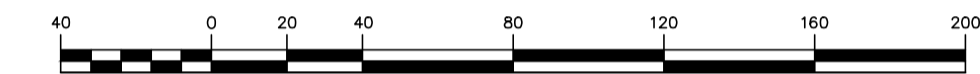
LEYENDA

- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

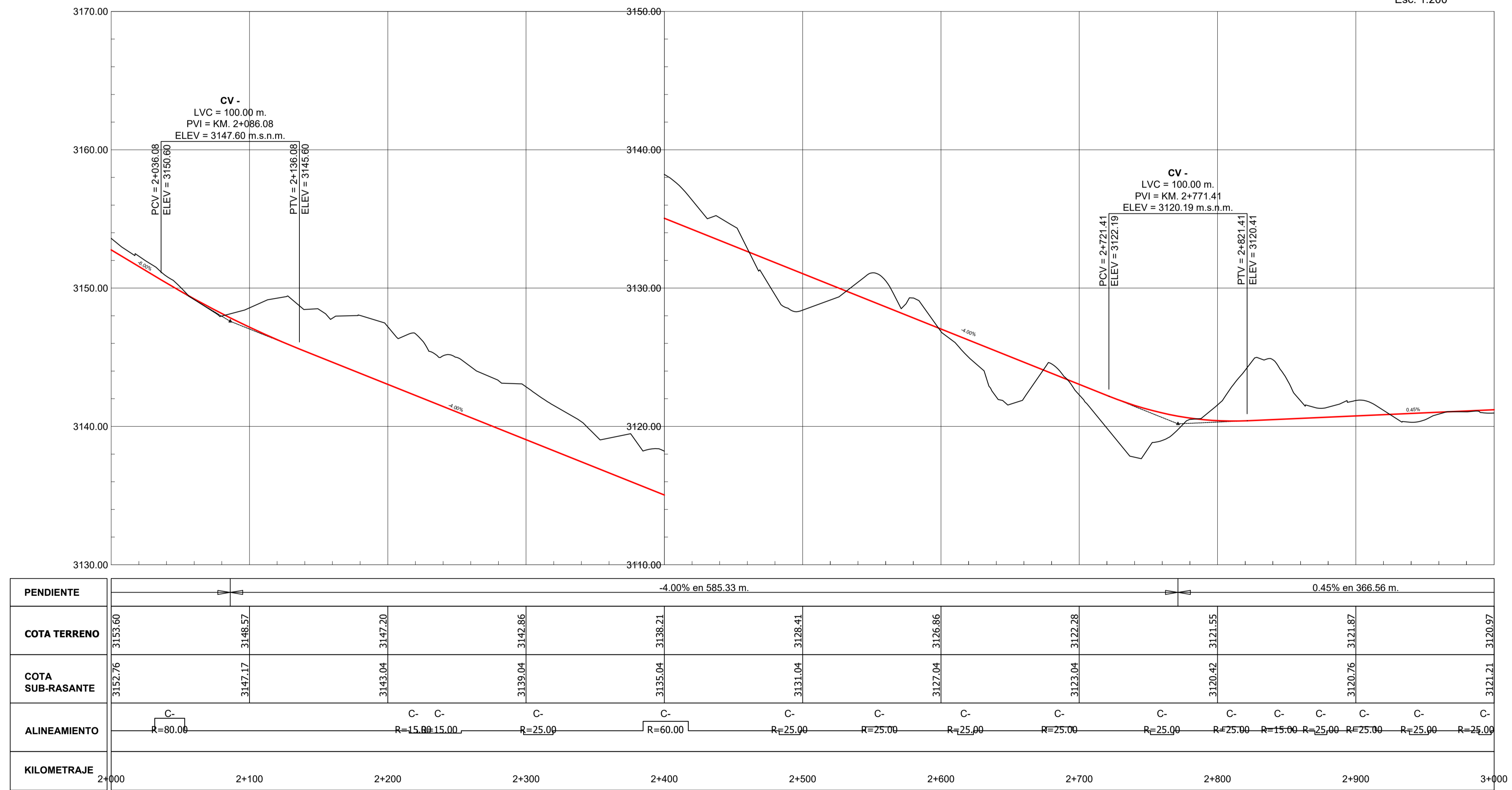
TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS

| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
|---------|------------|-------|-------|--------|-------|----------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| PI-23 | 15°29'45" | 80.00 | 10.88 | 21.636 | 0.74 | 2+031.53 | 2+042.42 | 2+053.17 | 9112639.3733 | 770883.9147 | 9112650.2572 | 770884.0369 | 9112660.7128 | 770887.0625 |
| PI-24 | 23°04'46" | 15.00 | 3.06 | 6.042 | 0.31 | 2+215.50 | 2+218.56 | 2+221.54 | 9112816.6459 | 770932.1861 | 9112819.5878 | 770933.0374 | 9112822.4280 | 770932.6673 |
| PI-25 | 120°41'40" | 15.00 | 26.35 | 31.598 | 15.32 | 2+221.58 | 2+247.93 | 2+253.18 | 9112822.6706 | 770932.6621 | 9112848.8258 | 770929.4784 | 9112832.7369 | 770908.6127 |
| PI-26 | 48°50'43" | 25.00 | 11.35 | 21.313 | 2.46 | 2+298.18 | 2+309.53 | 2+319.49 | 9112805.2585 | 770872.9760 | 9112798.3264 | 770863.9858 | 9112786.9954 | 770863.2888 |
| PI-27 | 31°09'39" | 60.00 | 16.73 | 32.631 | 2.29 | 2+384.64 | 2+401.37 | 2+417.27 | 9112721.9725 | 770859.2893 | 9112705.2739 | 770856.2622 | 9112691.5161 | 770848.7427 |
| PI-28 | 34°29'50" | 25.00 | 7.76 | 15.052 | 1.18 | 2+483.05 | 2+490.81 | 2+498.10 | 9112637.4239 | 770811.3147 | 9112631.0409 | 770806.8980 | 9112623.2788 | 770806.8732 |
| PI-29 | 46°24'28" | 25.00 | 10.72 | 20.249 | 2.20 | 2+545.43 | 2+556.14 | 2+565.68 | 9112575.9558 | 770806.7219 | 9112565.2388 | 770806.6876 | 9112557.8740 | 770798.9021 |
| PI-30 | 26°07'00" | 25.00 | 5.80 | 11.396 | 0.66 | 2+612.06 | 2+617.86 | 2+623.45 | 9112526.0005 | 770765.2073 | 9112522.0157 | 770760.9949 | 9112516.5835 | 770758.9666 |
| PI-31 | 43°37'17" | 25.00 | 10.00 | 19.033 | 1.93 | 2+676.24 | 2+686.24 | 2+695.27 | 9112467.1326 | 770740.5028 | 9112457.7599 | 770737.0033 | 9112453.3891 | 770728.0037 |
| PI-32 | 38°25'54" | 25.00 | 8.72 | 16.776 | 1.49 | 2+751.50 | 2+760.21 | 2+768.27 | 9112428.8264 | 770677.4279 | 9112425.0179 | 770669.5880 | 9112417.1591 | 770665.8127 |
| PI-33 | 29°38'51" | 25.00 | 6.62 | 12.936 | 0.86 | 2+803.65 | 2+810.27 | 2+816.59 | 9112385.2656 | 770650.4993 | 9112379.3011 | 770647.6355 | 9112375.5341 | 770642.1962 |
| PI-34 | 72°03'07" | 15.00 | 10.91 | 18.863 | 3.55 | 2+835.24 | 2+846.15 | 2+854.10 | 9112364.9139 | 770626.8615 | 9112358.7031 | 770617.8937 | 9112355.3207 | 770609.2217 |
| PI-35 | 19°52'27" | 25.00 | -4.38 | 8.672 | 0.38 | 2+870.40 | 2+874.78 | 2+879.07 | 9112375.2038 | 770596.2704 | 9112377.8608 | 770592.7885 | 9112370.1759 | 770588.6107 |
| PI-36 | 36°06'40" | 25.00 | 8.15 | 15.756 | 1.29 | 2+898.28 | 2+906.43 | 2+914.03 | 9112384.9431 | 770570.2892 | 9112387.3901 | 770562.5154 | 9112393.9485 | 770557.6773 |
| PI-37 | 31°17'51" | 25.00 | 7.00 | 13.656 | 0.96 | 2+938.83 | 2+945.83 | 2+952.49 | 9112413.9042 | 770542.9561 | 9112419.5397 | 770538.7988 | 9112422.1956 | 770532.3189 |
| PI-38 | 20°28'36" | 25.00 | 4.52 | 8.935 | 0.40 | 2+988.92 | 2+993.44 | 2+997.86 | 9112436.0136 | 770498.6045 | 9112437.7261 | 770494.4263 | 9112437.8687 | 770489.9130 |

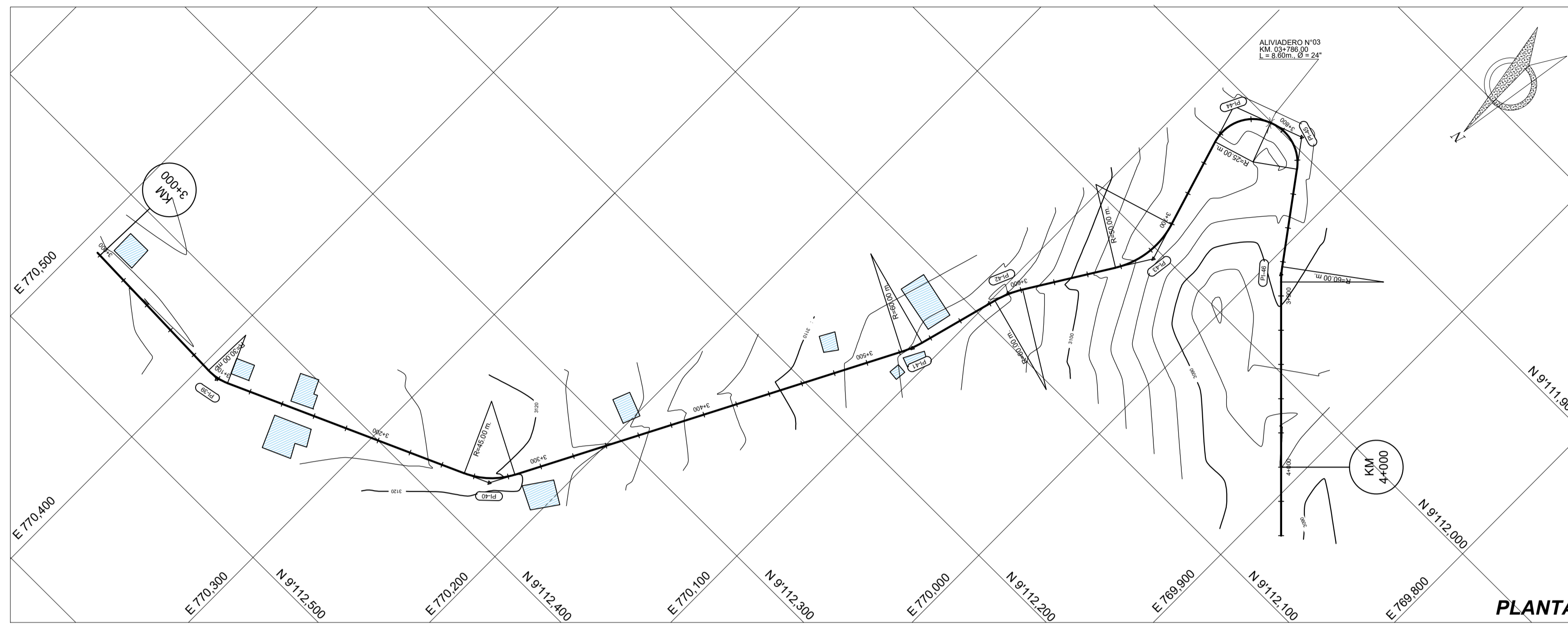
ESCALA GRÁFICA HORIZONTAL



Esc. 1:200



PERFIL LONGITUDINAL



LEYENDA

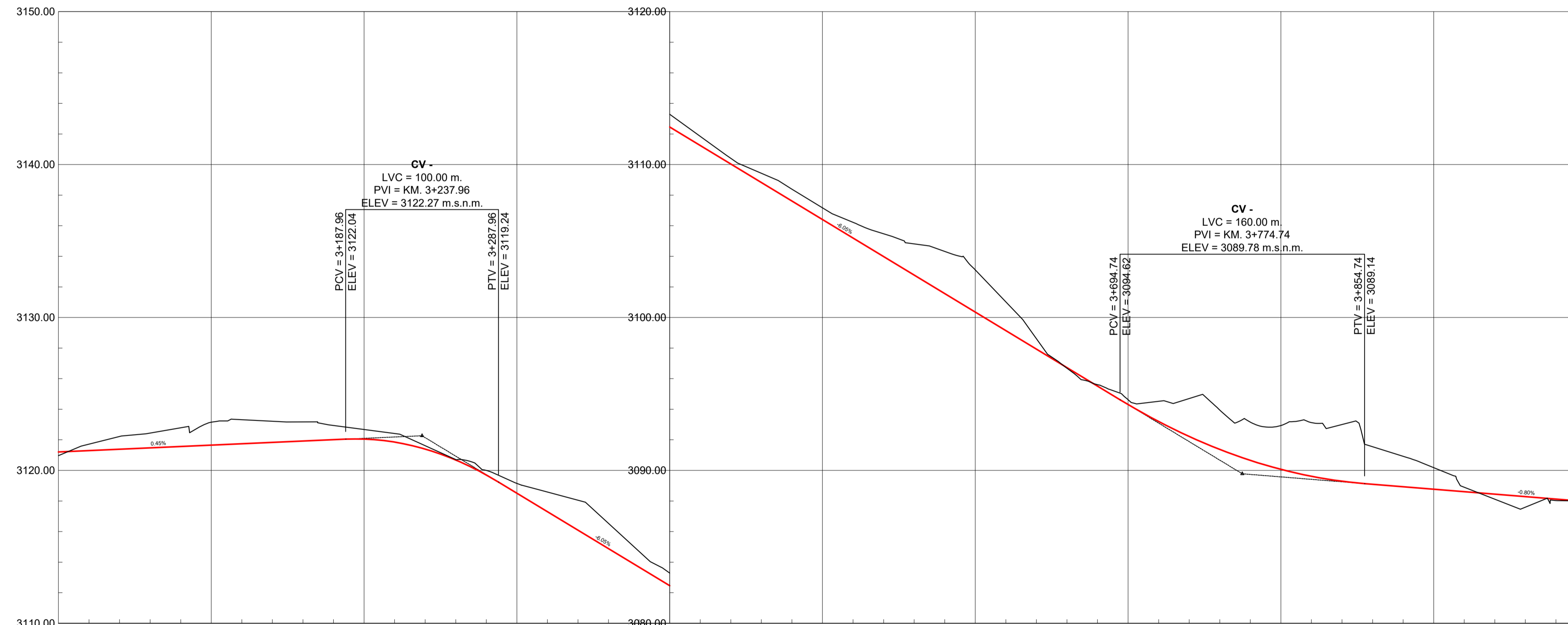
- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

| TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------|-------|--------|------|----------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
| PI-39 | 25°48'22" | 30.00 | 6.87 | 13.512 | 0.78 | 3+092.39 | 3+099.26 | 3+105.90 | 9112440.8540 | 770395.4278 | 9112441.0711 | 770388.5586 | 9112438.2761 | 770382.2800 |
| PI-40 | 38°2'16" | 45.00 | 15.69 | 30.202 | 2.66 | 3+253.90 | 3+269.60 | 3+284.11 | 9112378.0873 | 770247.0699 | 9112371.7046 | 770232.7317 | 9112357.7896 | 770225.4728 |
| PI-41 | 12°23'18" | 60.00 | 6.51 | 12.973 | 0.35 | 3+521.44 | 3+527.96 | 3+534.42 | 9112147.3625 | 770115.7013 | 9112141.5890 | 770112.6895 | 9112135.3039 | 770110.9864 |
| PI-42 | 16°46'07" | 60.00 | 8.84 | 17.560 | 0.65 | 3+583.54 | 3+592.38 | 3+601.10 | 9112087.8900 | 770098.1389 | 9112079.3545 | 770095.8261 | 9112071.8493 | 770091.1491 |
| PI-43 | 48°53'02" | 50.00 | 22.73 | 42.659 | 4.92 | 3+656.81 | 3+679.54 | 3+699.47 | 9112024.5679 | 770061.6850 | 9112005.2811 | 770049.6661 | 9111983.5436 | 770056.2930 |
| PI-44 | 86°34'26" | 25.00 | 23.55 | 37.775 | 9.34 | 3+754.00 | 3+777.55 | 3+791.78 | 9111931.3829 | 770072.1945 | 9111908.8584 | 770079.0613 | 9111900.6577 | 770056.9873 |
| PI-45 | 74°09'47" | 25.00 | 18.89 | 32.360 | 6.34 | 3+792.89 | 3+811.79 | 3+825.25 | 9111900.2678 | 770055.9377 | 9111893.6877 | 770038.2257 | 9111908.9316 | 770027.0618 |
| PI-46 | 8°37'19" | 60.00 | 4.52 | 9.029 | 0.17 | 3+882.87 | 3+887.39 | 3+891.90 | 9111955.4124 | 769993.0216 | 9111959.0615 | 769990.3492 | 9111962.2686 | 769987.1599 |

ESCALA GRÁFICA HORIZONTAL

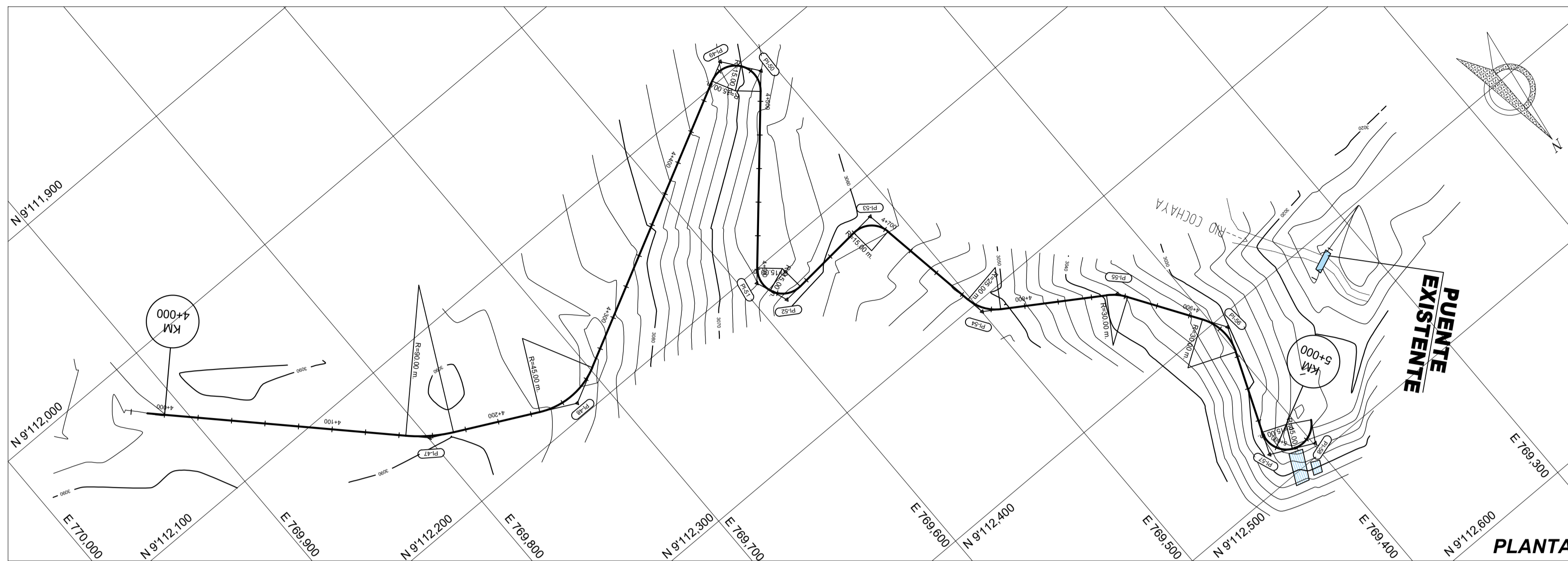


Esc. 1:200



| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------------|---------|---------------|---------|---------------|--|---------------|--|---------------------|--|
| PENDIENTE | 0.45% en 366.56 m. | | | | | | -6.05% en 406.77 m. | | | | | | | | -0.80% en 349.27 m. | |
| COTA TERRENO | 3120.97 | 3123.15 | 3122.67 | 3119.15 | 3113.29 | 3107.17 | 3103.11 | 3094.62 | 3092.94 | 3090.18 | 3088.00 | | | | | |
| COTA SUB-RASANTE | 3121.21 | 3121.65 | 3122.05 | 3118.51 | 3112.46 | 3106.41 | 3100.35 | 3094.31 | 3090.07 | 3088.77 | 3087.97 | | | | | |
| ALINEAMIENTO | C- R=30.00 | | C- R=45.00 | | C- R=60.00 | | C- R=60.00 | | C- R=50.00 | | C- R=25.00 | | C- R=25.00 | | C- R=60.00 | |
| KILOMETRAJE | 3+000 | 3+100 | 3+200 | 3+300 | 3+400 | 3+500 | 3+600 | 3+700 | 3+800 | 3+900 | 4+000 | | | | | |

PERFIL LONGITUDINAL

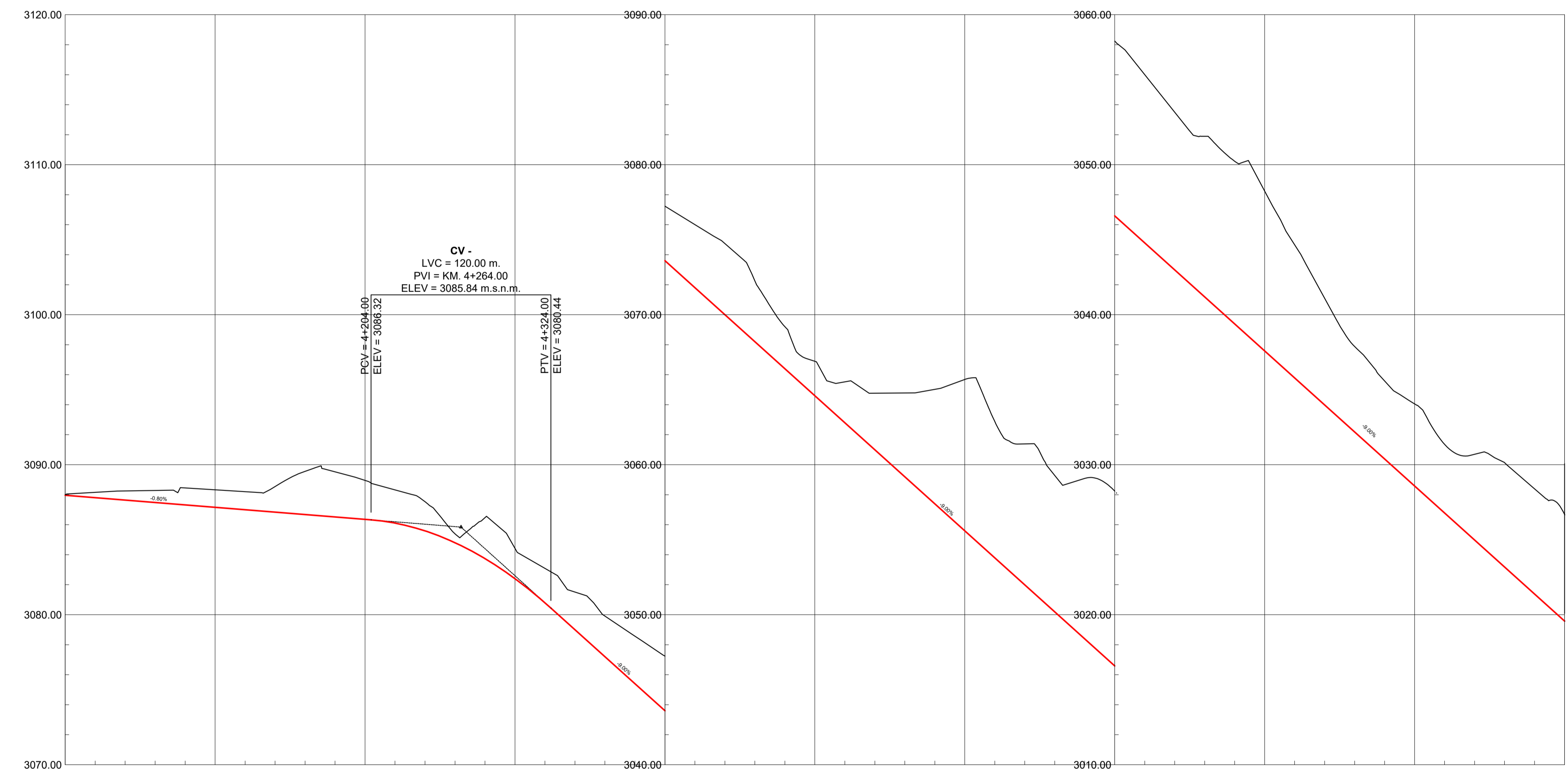


LEYENDA

- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

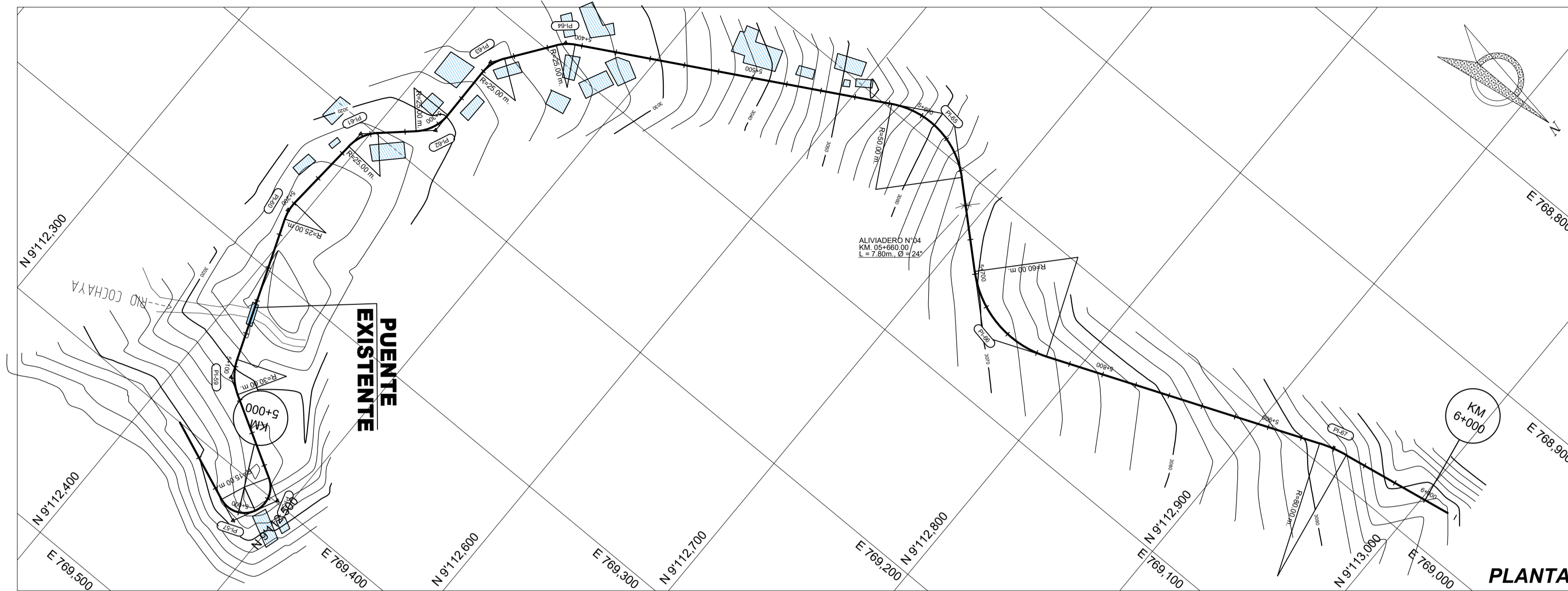
TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS

| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
|---------|-----------|-------|-------|--------|------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| PI-47 | 18°13'36" | 90.00 | 14.44 | 28.630 | 1.15 | 4+144.01 | 4+158.45 | 4+172.64 | 9112141.0389 | 769809.3905 | 9112151.2761 | 769799.2105 | 9112157.8157 | 769796.5394 |
| PI-48 | 54°01'43" | 45.00 | 22.94 | 42.434 | 5.51 | 4+225.34 | 4+248.28 | 4+267.77 | 9112181.6870 | 769739.3557 | 9112192.0793 | 769716.3016 | 9112181.0298 | 769698.4767 |
| PI-49 | 79°56'34" | 15.00 | 12.57 | 20.929 | 4.57 | 4+452.59 | 4+465.16 | 4+473.52 | 9112097.4536 | 769533.9424 | 9112091.7268 | 769522.7485 | 9112101.7486 | 769515.1549 |
| PI-50 | 78°26'50" | 15.00 | 12.24 | 20.537 | 4.36 | 4+473.52 | 4+485.76 | 4+494.06 | 9112101.7493 | 769515.1543 | 9112111.5083 | 769507.7598 | 9112120.7074 | 769515.8402 |
| PI-51 | 62°15'13" | 15.00 | 9.06 | 16.298 | 2.52 | 4+599.22 | 4+608.28 | 4+615.52 | 9112199.7200 | 769585.2438 | 9112206.5255 | 769591.2216 | 9112214.9844 | 769587.9817 |
| PI-52 | 73°47'28" | 15.00 | 11.26 | 19.318 | 3.76 | 4+615.52 | 4+626.78 | 4+634.84 | 9112214.9854 | 769587.9813 | 9112225.5010 | 769583.9536 | 9112224.5687 | 769572.7318 |
| PI-53 | 89°18'54" | 15.00 | 13.82 | 22.335 | 5.40 | 4+679.84 | 4+693.66 | 4+702.18 | 9112220.8431 | 769527.8866 | 9112219.6988 | 769514.1130 | 9112233.3329 | 769511.8476 |
| PI-54 | 47°50'54" | 25.00 | 11.09 | 20.878 | 2.35 | 4+764.67 | 4+775.76 | 4+785.55 | 9112294.9834 | 769501.6038 | 9112305.9245 | 769499.7859 | 9112311.9192 | 769490.4544 |
| PI-55 | 24°13'10" | 30.00 | 6.44 | 12.681 | 0.68 | 4+849.07 | 4+855.51 | 4+861.76 | 9112346.2543 | 769437.0084 | 9112349.7334 | 769431.5928 | 9112355.1279 | 769428.0812 |
| PI-56 | 54°59'14" | 30.00 | 15.61 | 28.791 | 3.82 | 4+908.32 | 4+923.83 | 4+937.01 | 9112394.0877 | 769402.7326 | 9112407.1523 | 769394.2150 | 9112421.6360 | 769400.0445 |
| PI-57 | 85°47'01" | 15.00 | 13.93 | 22.458 | 5.47 | 4+987.34 | 4+1001.27 | 4+1009.79 | 9112468.3225 | 769418.8356 | 9112481.2495 | 769424.0386 | 9112487.3889 | 769411.5292 |
| PI-58 | 80°18'41" | 15.00 | 14.06 | 22.596 | 5.56 | 4+1009.80 | 4+1023.86 | 4+1032.39 | 9112487.3886 | 769411.5299 | 9112493.5849 | 769396.9044 | 9112481.3842 | 769391.9086 |



| PENDIENTE | -0.80% en 349.27 m. | | | | | | | | | | -9.00% en 676.00 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
| COTA TERRENO | 3087.97 | 3088.00 | 3088.33 | 3088.96 | 3084.43 | 3077.24 | 3066.89 | 3065.69 | 3058.24 | 3048.25 | 3034.05 | 3019.58 | 3026.69 | 3087.97 | 3088.00 | 3088.33 | 3088.96 | 3084.43 | 3077.24 | 3066.89 | 3065.69 | 3058.24 | 3048.25 | 3034.05 | 3019.58 | 3026.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COTA SUB-RASANTE | 3087.97 | 3087.16 | 3088.33 | 3086.36 | 3084.43 | 3073.60 | 3064.59 | 3055.59 | 3046.59 | 3037.58 | 3028.58 | 3019.58 | 3026.69 | 3087.97 | 3087.16 | 3088.33 | 3086.36 | 3084.43 | 3073.60 | 3064.59 | 3065.69 | 3055.59 | 3046.59 | 3037.58 | 3028.58 | 3019.58 | 3026.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALINEAMIENTO | C- R=90.00 | | | | | | | | | | C- R=45.00 | | | | | | | | | | C- R=15.00 | | | | | | | | | | C- R=15.00 | | | | | | | | | | C- R=25.00 | | | | | | | | | | C- R=30.00 | | | | | | | | | | C- R=15.00 | | | | | | | | | |
| KILOMETRAJE | 4+000 | 4+100 | 4+200 | 4+300 | 4+400 | 4+500 | 4+600 | 4+700 | 4+800 | 4+900 | 5+000 | 4+000 | 4+100 | 4+200 | 4+300 | 4+400 | 4+500 | 4+600 | 4+700 | 4+800 | 4+900 | 5+000 | 4+000 | 4+100 | 4+200 | 4+300 | 4+400 | 4+500 | 4+600 | 4+700 | 4+800 | 4+900 | 5+000 | 4+000 | 4+100 | 4+200 | 4+300 | 4+400 | 4+500 | 4+600 | 4+700 | 4+800 | 4+900 | 5+000 | 4+000 | 4+100 | 4+200 | 4+300 | 4+400 | 4+500 | 4+600 | 4+700 | 4+800 | 4+900 | 5+000 | 4+000 | 4+100 | 4+200 | 4+300 | 4+400 | 4+500 | 4+600 | 4+700 | 4+800 | 4+900 | 5+000 | | | | |

PERFIL LONGITUDINAL

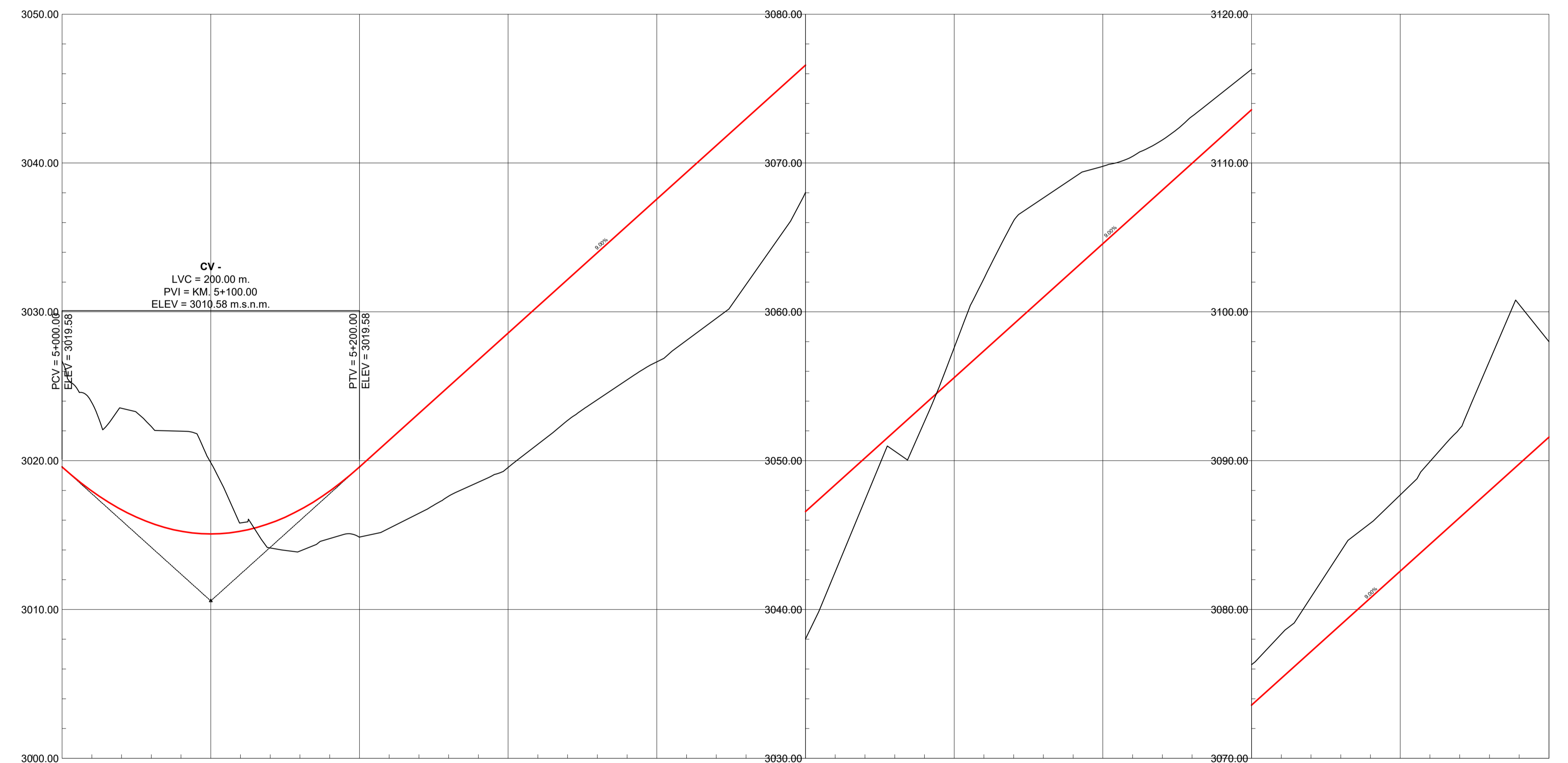
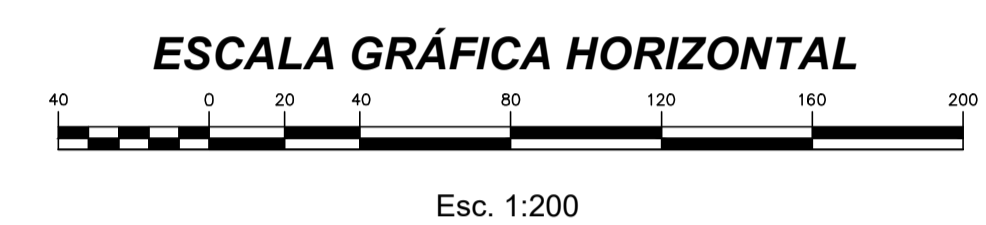


LEYENDA

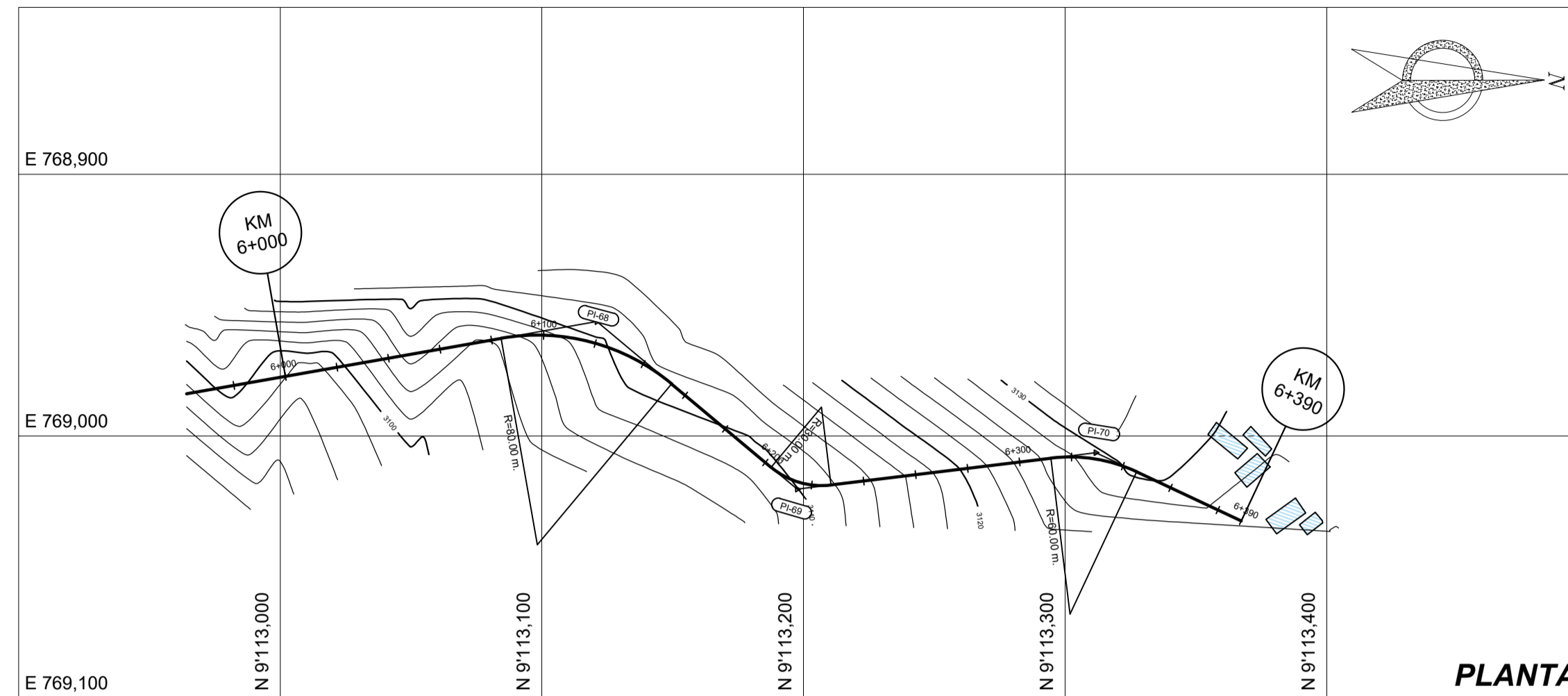
- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS

| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
|---------|-----------|-------|-------|--------|-------|----------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| PI-59 | 39°17'09" | 30.00 | 10.71 | 20.570 | 1.85 | 5+083.54 | 5+094.25 | 5+104.11 | 9112437.0117 | 789366.4657 | 9112427.7226 | 789361.1393 | 9112423.9054 | 789351.1350 |
| PI-60 | 25°01'24" | 25.00 | 5.55 | 10.918 | 0.61 | 5+189.45 | 5+195.00 | 5+200.37 | 9112393.4814 | 789271.3982 | 9112391.5037 | 789266.2149 | 9112391.9041 | 789260.6817 |
| PI-61 | 43°32'14" | 25.00 | 9.98 | 18.997 | 1.92 | 5+245.49 | 5+255.47 | 5+264.49 | 9112395.1602 | 789215.6824 | 9112395.8807 | 789205.7251 | 9112403.2619 | 789199.0030 |
| PI-62 | 48°22'13" | 25.00 | 11.23 | 21.105 | 2.41 | 5+286.33 | 5+297.56 | 5+307.44 | 9112419.4132 | 789184.2940 | 9112427.7143 | 789176.7342 | 9112427.5782 | 789165.5073 |
| PI-63 | 36°39'28" | 25.00 | 8.28 | 15.995 | 1.34 | 5+338.37 | 5+346.65 | 5+354.36 | 9112427.2034 | 789134.5809 | 9112427.1030 | 789126.2995 | 9112431.9668 | 789119.5962 |
| PI-64 | 24°59'30" | 25.00 | 5.54 | 10.905 | 0.61 | 5+385.16 | 5+390.70 | 5+396.06 | 9112450.0517 | 789094.6710 | 9112453.3054 | 789090.1866 | 9112458.1491 | 789087.4967 |
| PI-65 | 71°33'13" | 50.00 | 36.03 | 62.442 | 11.63 | 5+581.43 | 5+617.46 | 5+643.87 | 9112620.2017 | 788997.5032 | 9112651.7010 | 788980.0106 | 9112678.2617 | 788904.3565 |
| PI-66 | 64°30'33" | 60.00 | 37.86 | 67.554 | 10.95 | 5+698.46 | 5+736.33 | 5+766.02 | 9112718.5087 | 789041.2474 | 9112748.4210 | 789066.8322 | 9112781.5277 | 789052.6478 |
| PI-67 | 12°02'03" | 80.00 | 8.43 | 16.803 | 0.44 | 5+931.07 | 5+939.50 | 5+947.88 | 9112934.5631 | 788990.8162 | 9112942.3814 | 788987.6573 | 9112950.6866 | 788986.1979 |



| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PENDIENTE | 9.00% en 1189.85 m. | | | | | | | | | | |
| COTA TERRENO | 3026.69 | 3019.87 | 3014.86 | 3019.54 | 3026.64 | 3038.02 | 3057.59 | 3069.78 | 3076.29 | 3087.70 | 3098.00 |
| COTA SUB-RASANTE | 3019.58 | 3015.08 | 3019.58 | 3028.58 | 3037.58 | 3046.58 | 3055.58 | 3064.58 | 3073.58 | 3082.58 | 3091.58 |
| ALINEAMIENTO | C- | C- | C- | C- | C- | C- | C- | C- | C- | C- | C- |
| KILOMETRAJE | 5+000 | 5+100 | 5+200 | 5+300 | 5+400 | 5+500 | 5+600 | 5+700 | 5+800 | 5+900 | 6+000 |

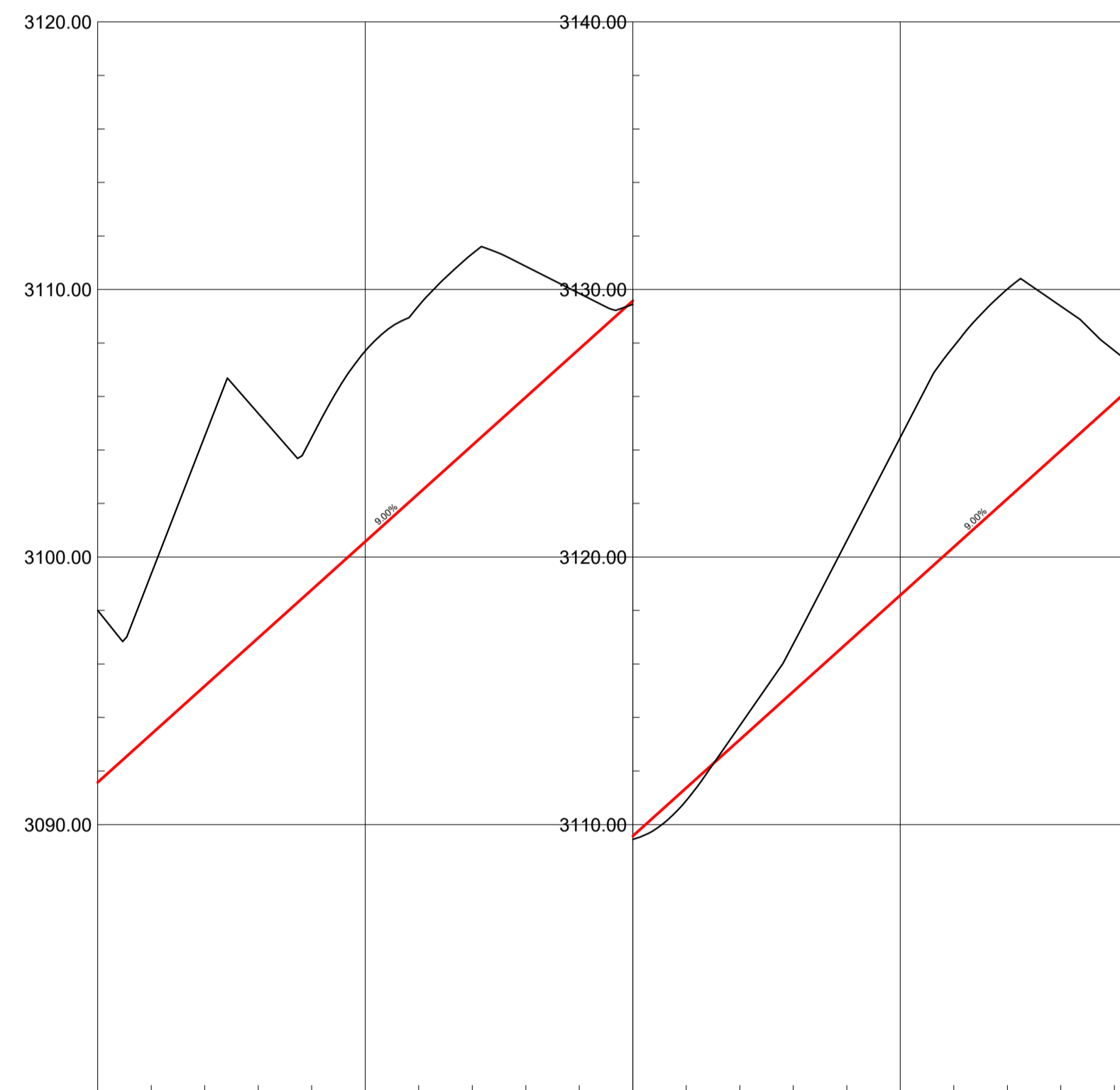
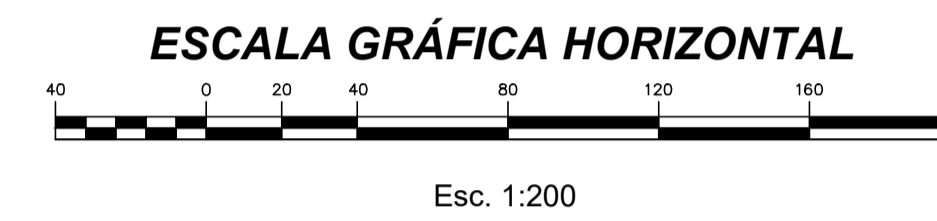


LEYENDA

- BM - PUNTO DE REFERENCIA
- TROCHA
- RIO
- VIVIENDAS
- PUENTE EXISTENTE
- CURVA MAESTRA
- CURVA SECUNDARIA

TABLA COMPLETA DE ELEMENTOS Y COORDENADAS

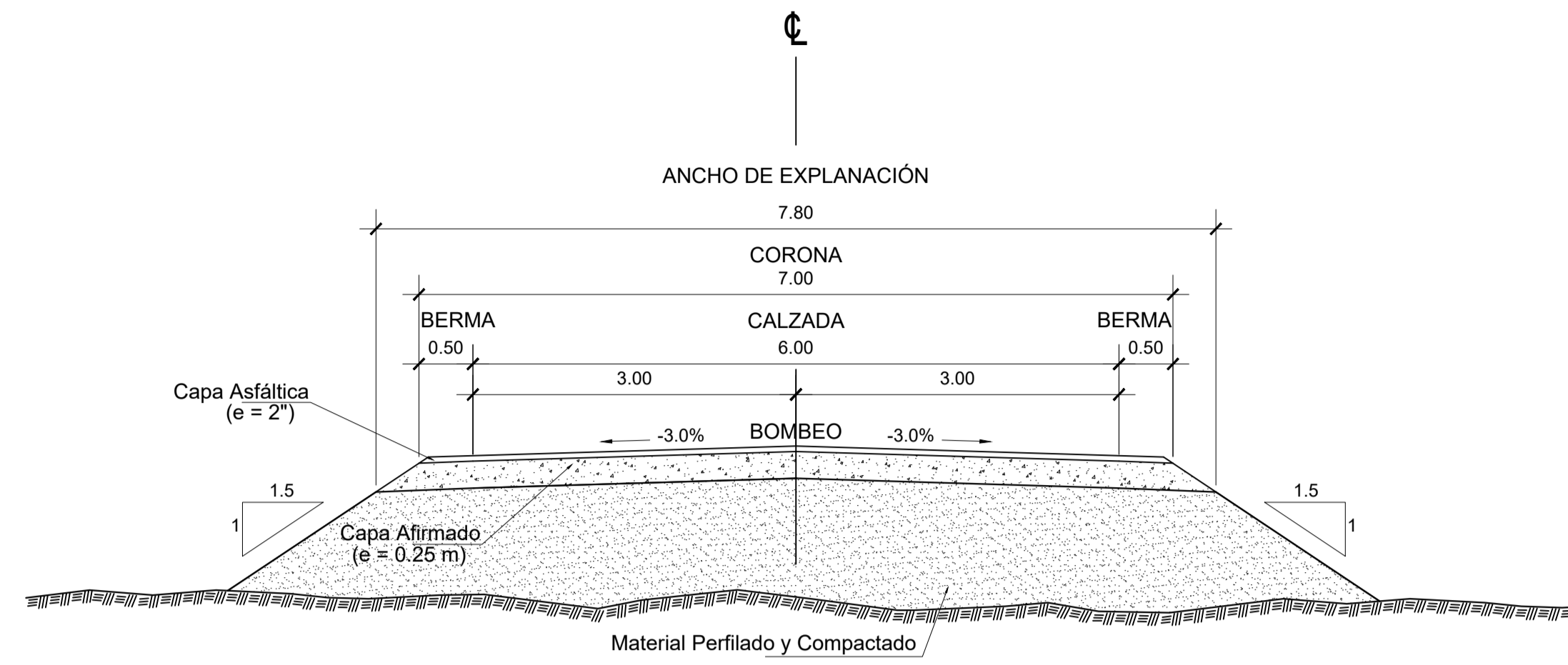
| CURVA # | ANG. DEF. | R | TANG. | LC | EXT. | PC | PI | PT | NORTE PC | ESTE PC | NORTE PI | ESTE PI | NORTE PT | ESTE PT |
|---------|-----------|-------|-------|--------|------|----------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| PI-69 | 46°49'04" | 30.00 | 12.99 | 24.514 | 2.69 | 6+202.88 | 6+215.86 | 6+227.39 | 9113187.6413 | 789011.9105 | 9113197.6089 | 789020.2367 | 9113210.5013 | 789018.6664 |
| PI-70 | 32°04'45" | 60.00 | 17.25 | 33.593 | 2.43 | 6+312.10 | 6+329.35 | 6+345.69 | 9113294.5872 | 789008.4246 | 9113311.7102 | 789006.3390 | 9113327.3264 | 789013.6657 |



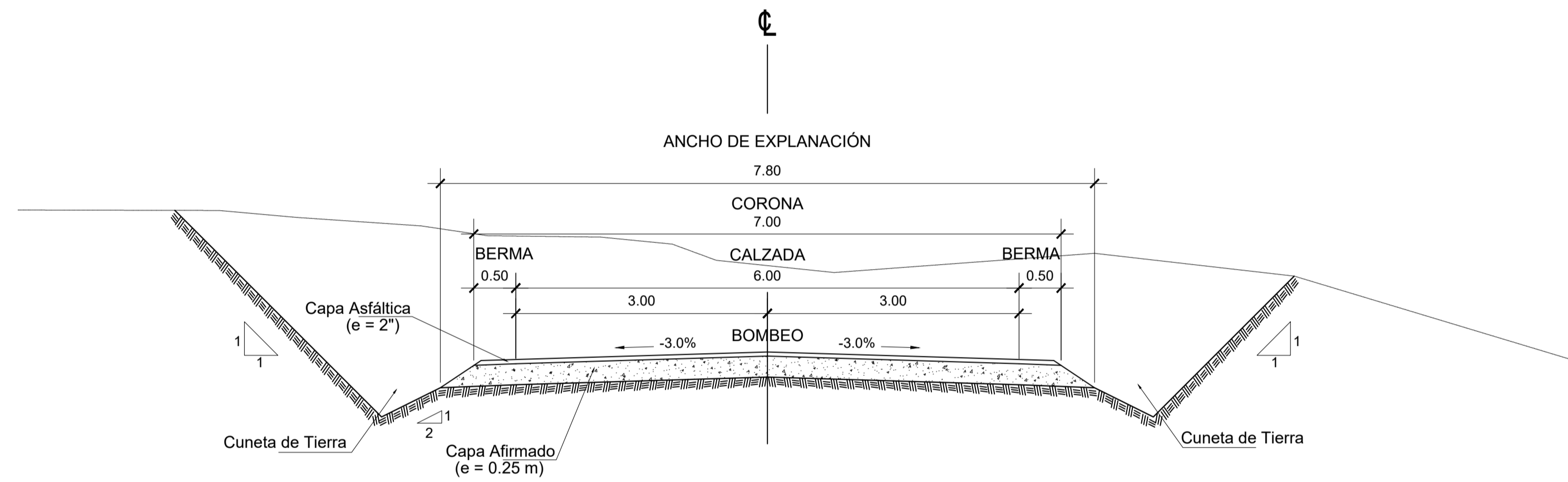
| | | | | | |
|-------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------|
| PENDIENTE | | | | | |
| COTA TERRENO | 3095.00 | 3107.69 | 3109.44 | 3124.47 | 3126.66 |
| COTA SUB-RASANTE | 3091.58 | 3100.58 | 3109.58 | 3118.58 | 3126.66 |
| ALINEAMIENTO | | C- R=80.00 | C- R=30.00 | C- R=60.00 | |
| KILOMETRAJE | 6+000 | 6+100 | 6+200 | 6+300 | 6+390 |

PERFIL LONGITUDINAL

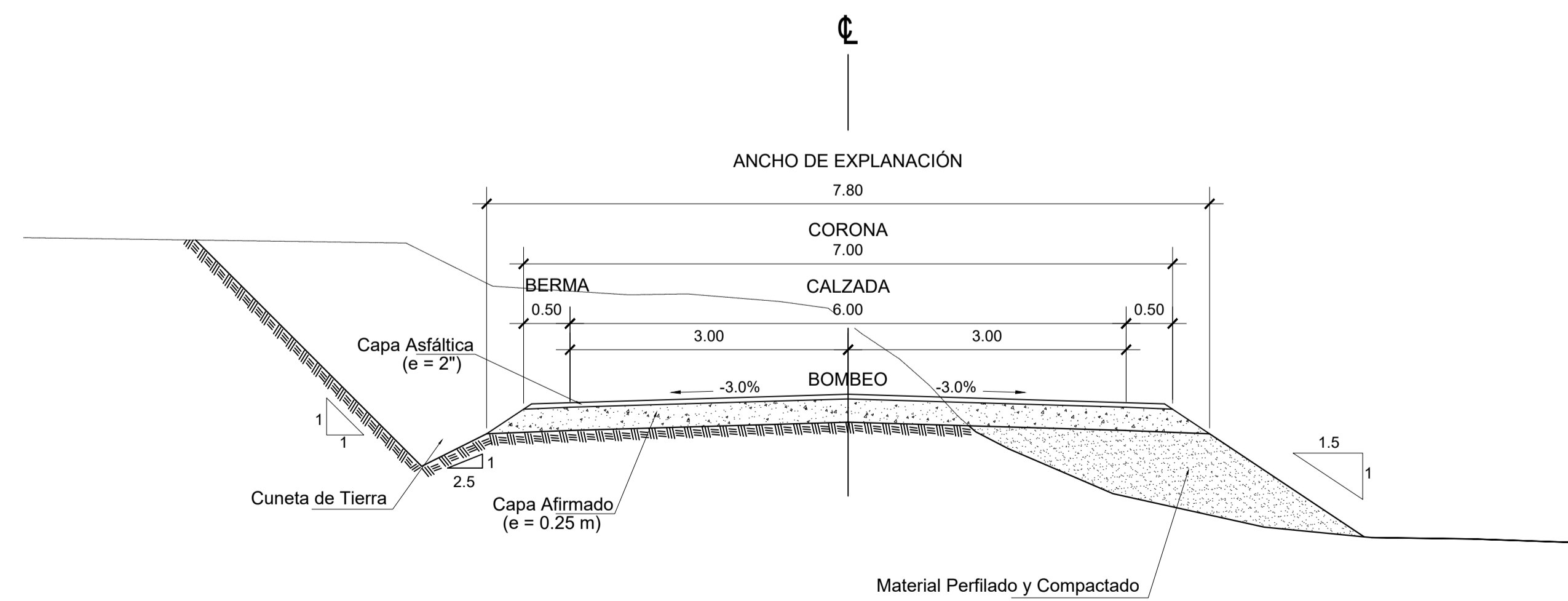
SECCION EN RELLENO

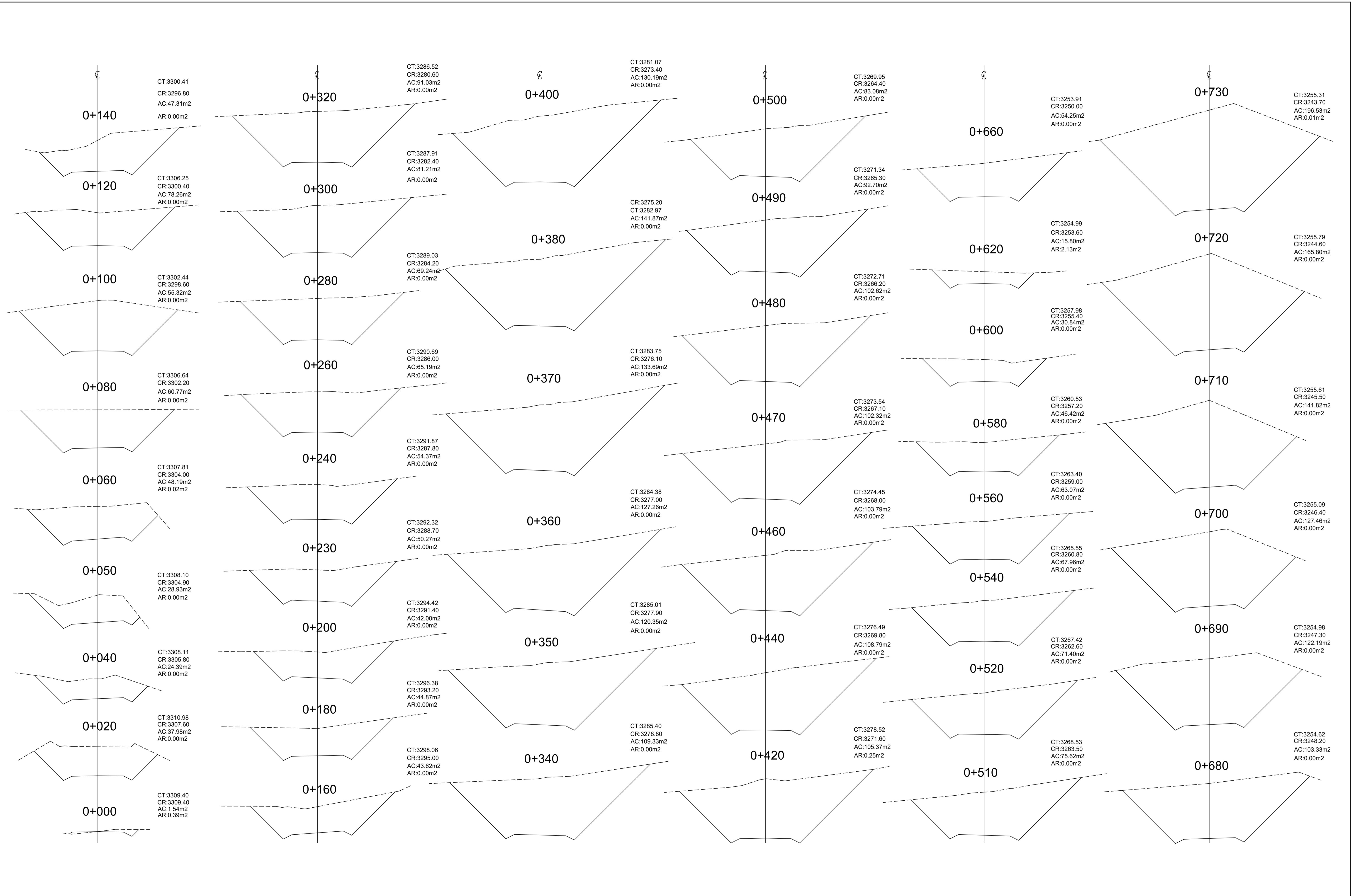


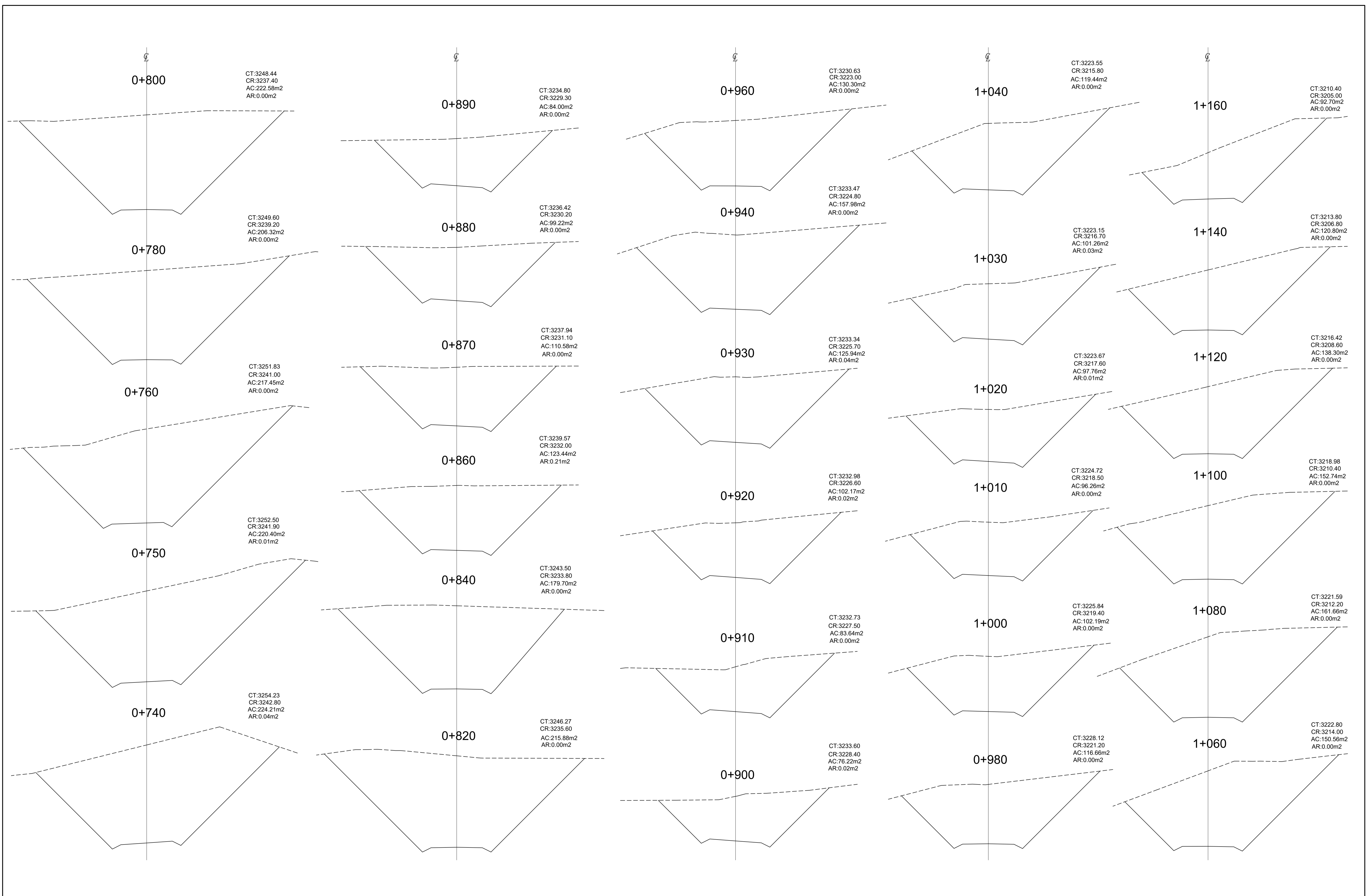
SECCION EN CORTE CERRADO




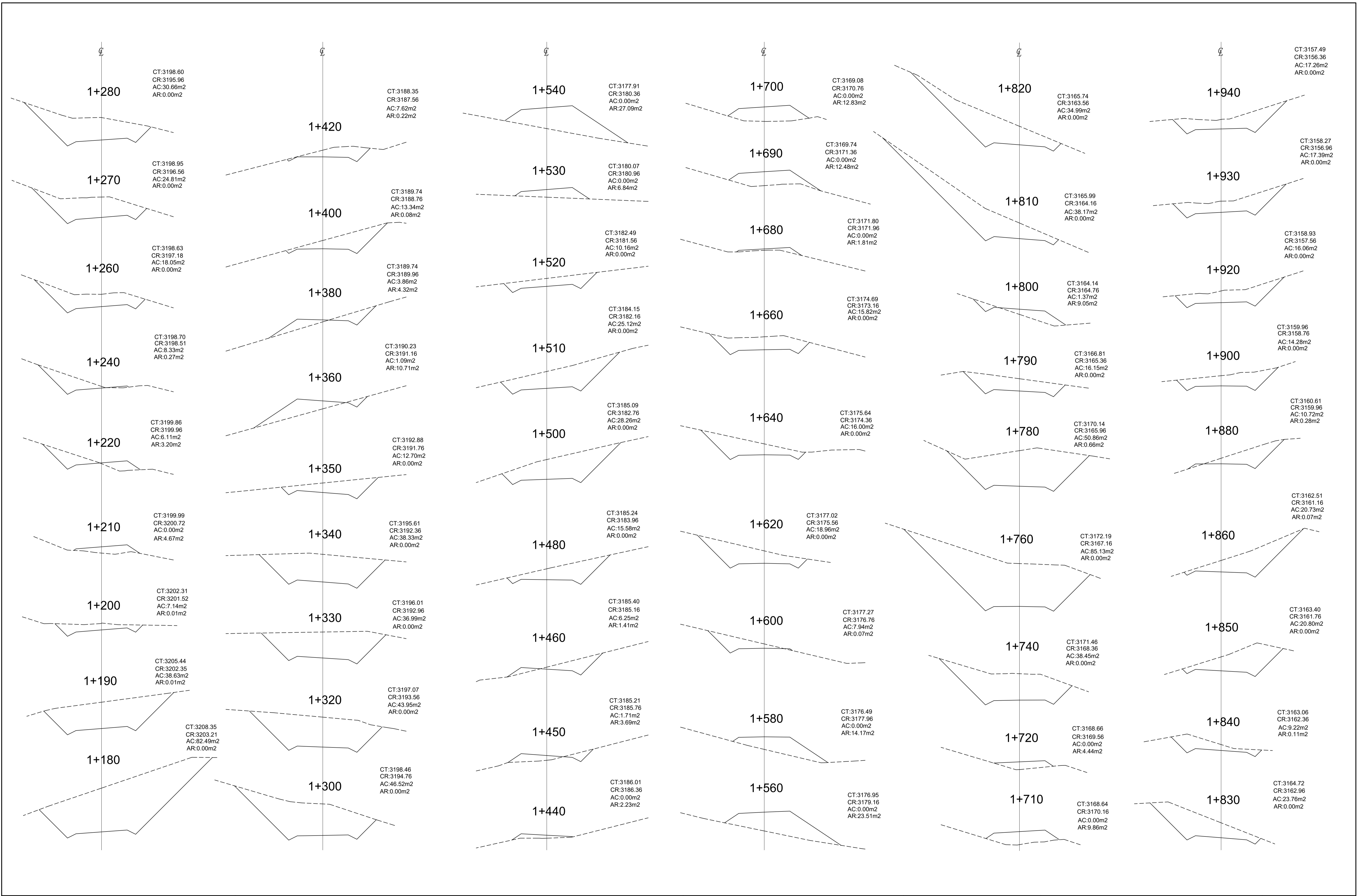
SECCION A MEDIA LADERA

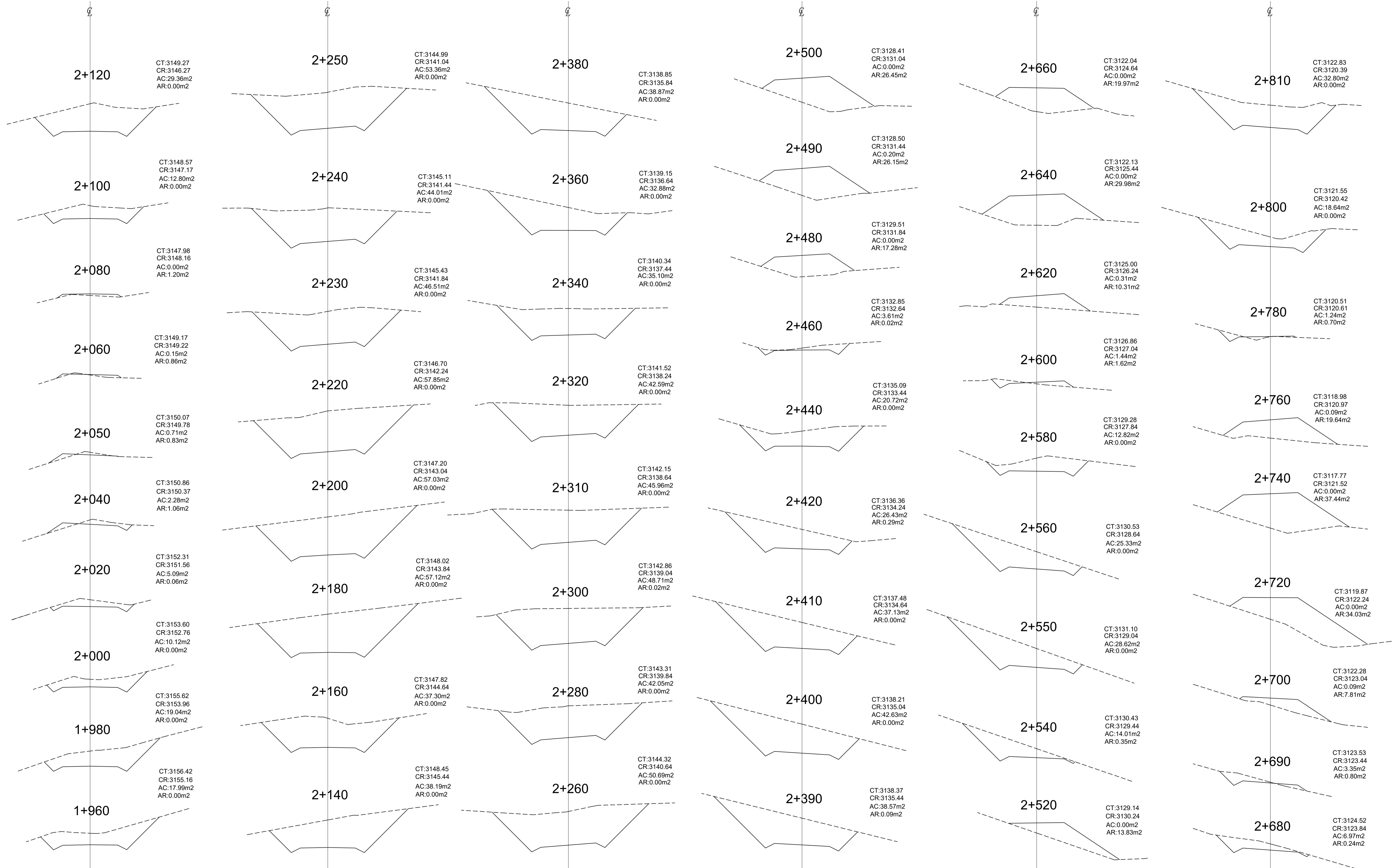


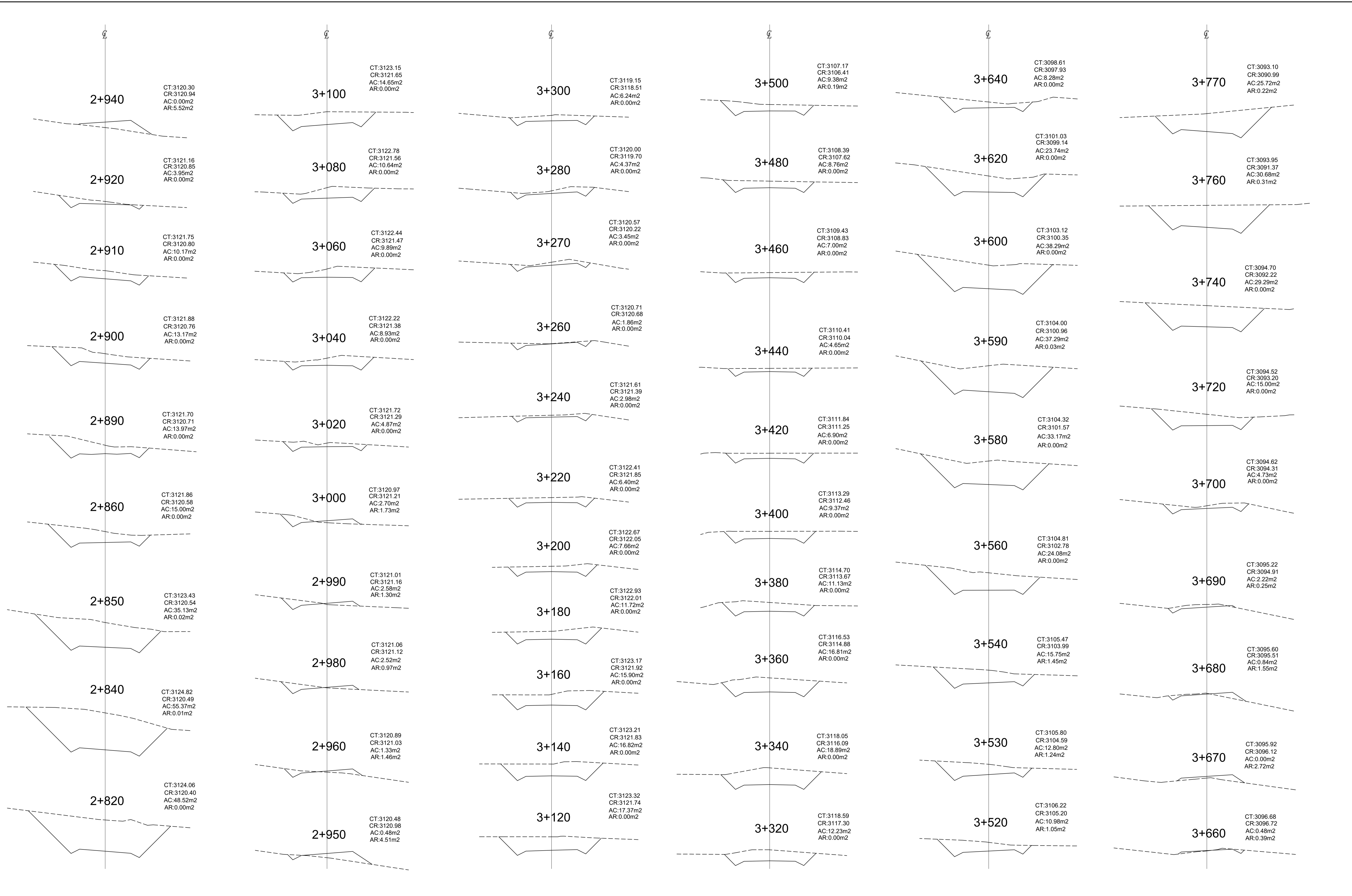


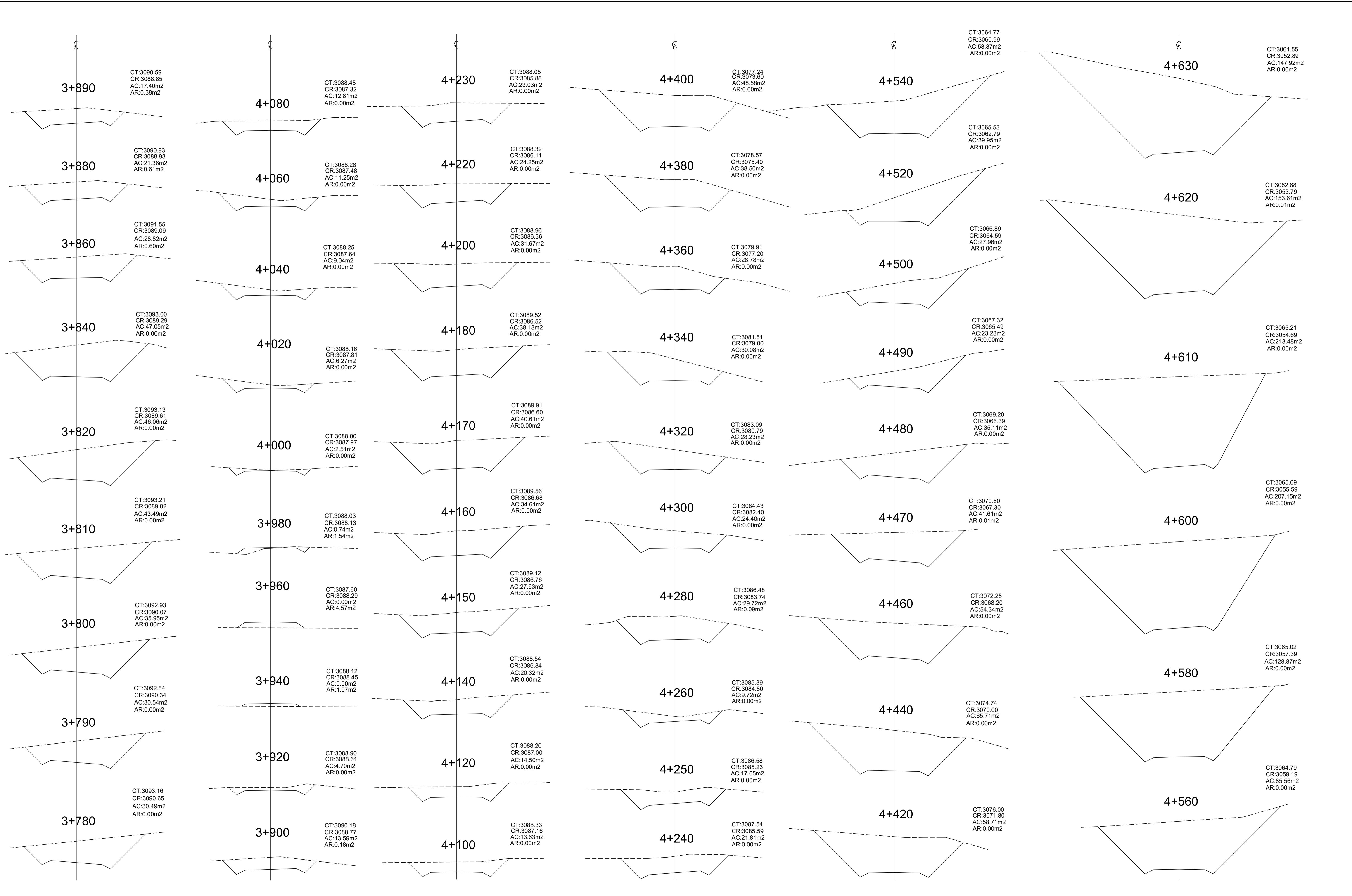


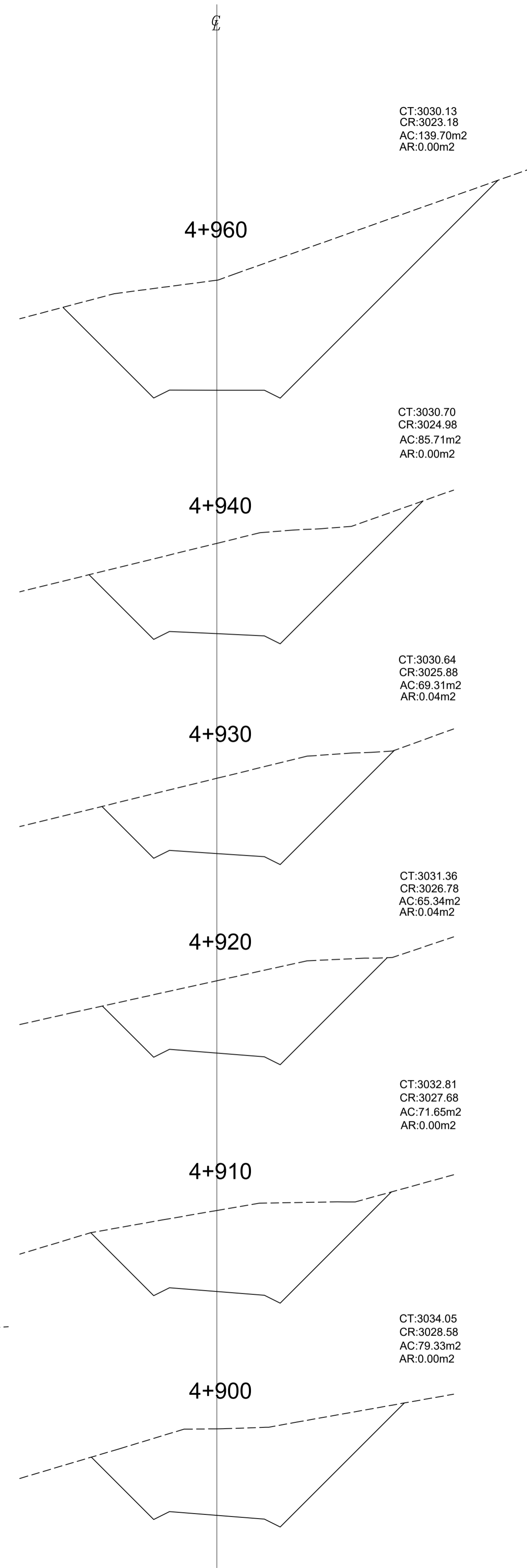
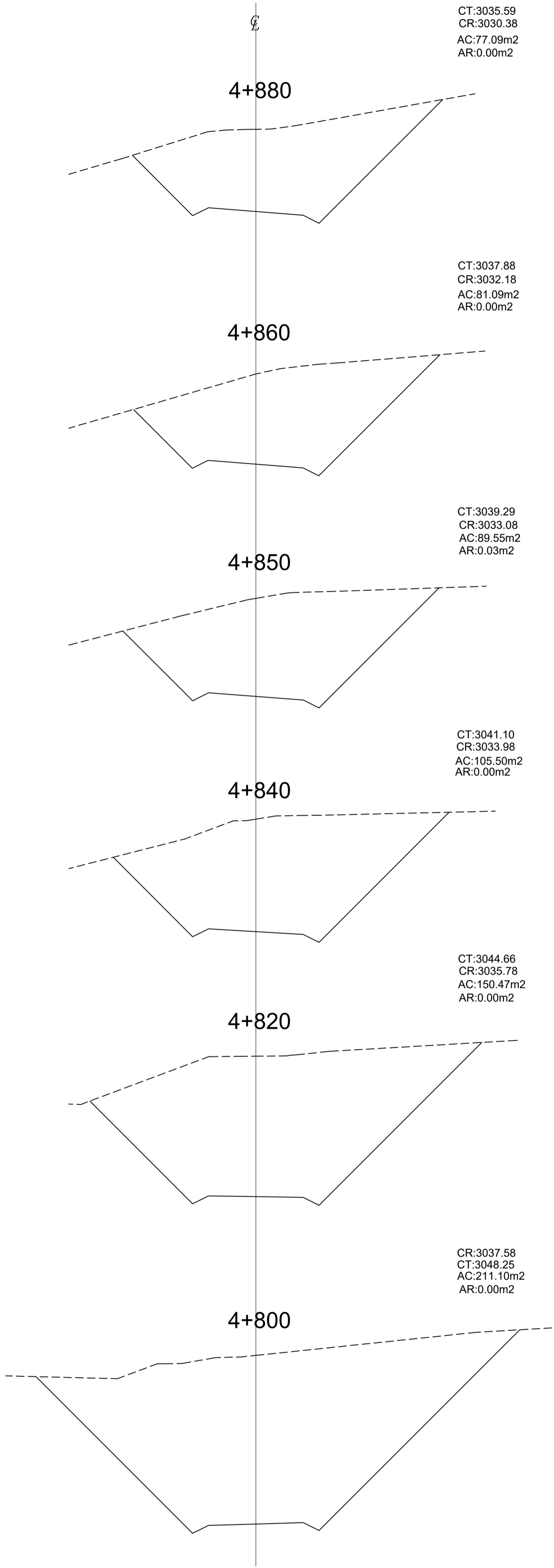
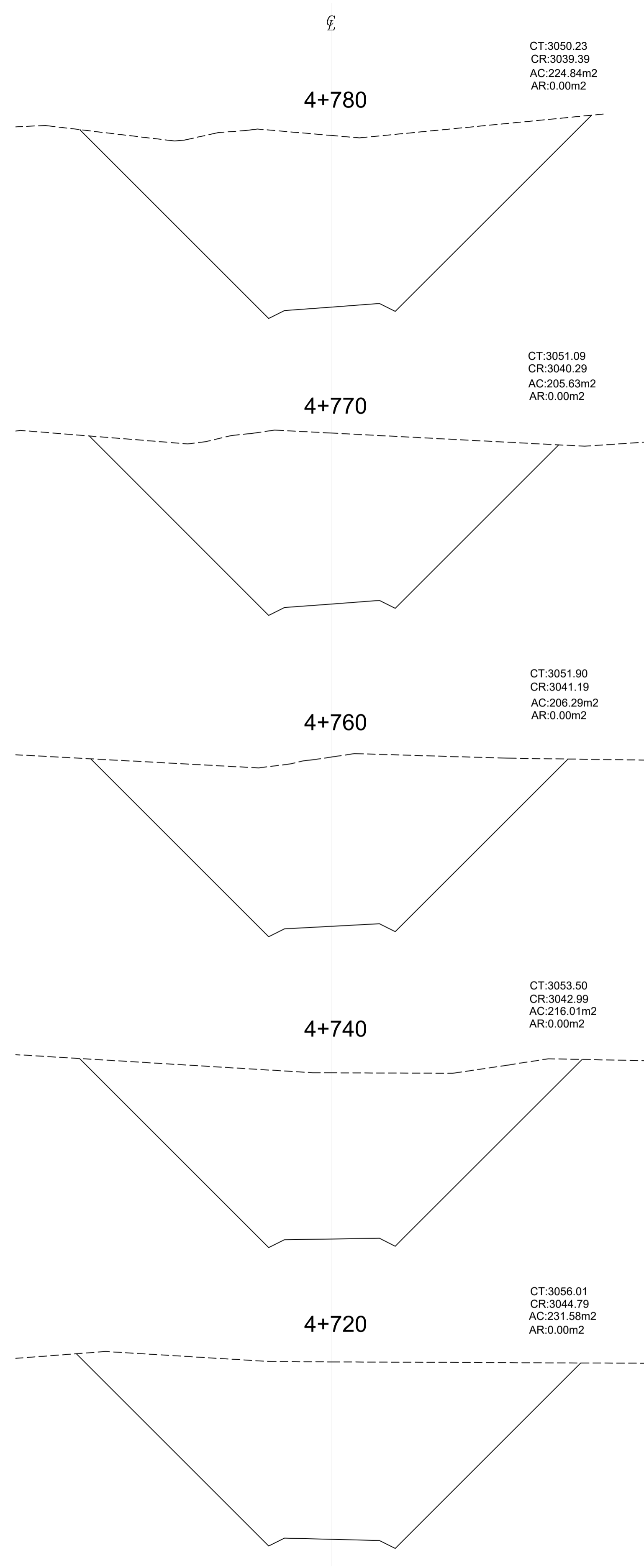
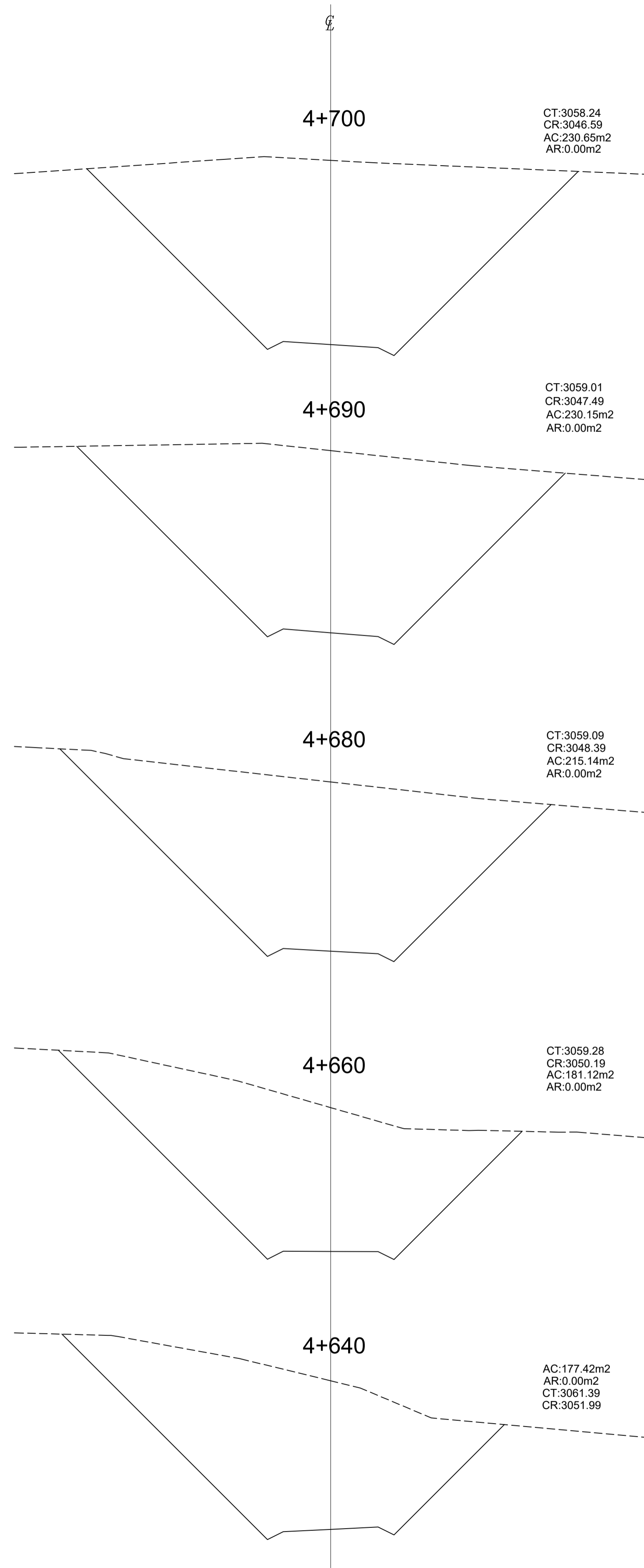
| | | | | | |
|---|---|---|-----------------------|---|----------------------------|
|  | FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL TRAMO MACHE - PAMPAS DE COCHAYA, DISTRITO DE MACHE - OTUZCO - LA LIBERTAD" | ALUMNO: RICHARD NIELL MINCHOLA ARTEAGA | ESCALA: 1/200 | SECCIONES TRANSVERSALES Km. 00+740 - Km. 01+160 | LÁMINA N°: ST-03 |
| | | ASESOR: DR. JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ | FECHA: DICIEMBRE 2021 | | |

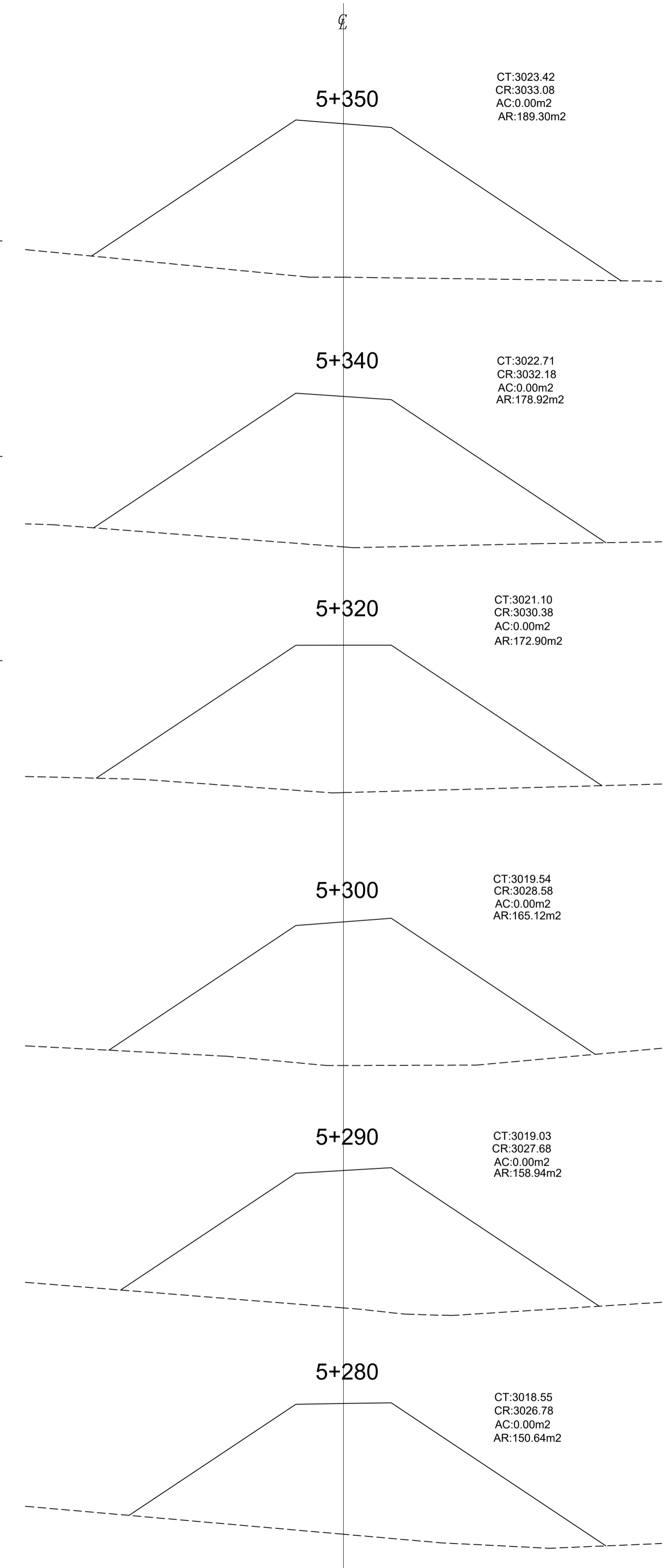
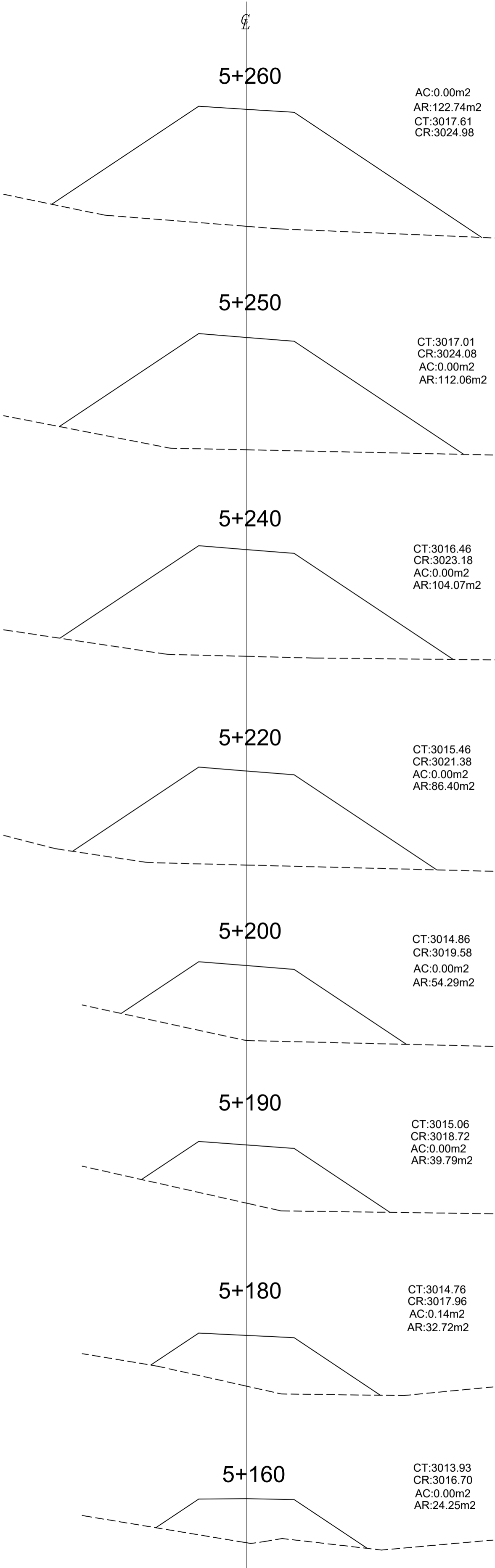
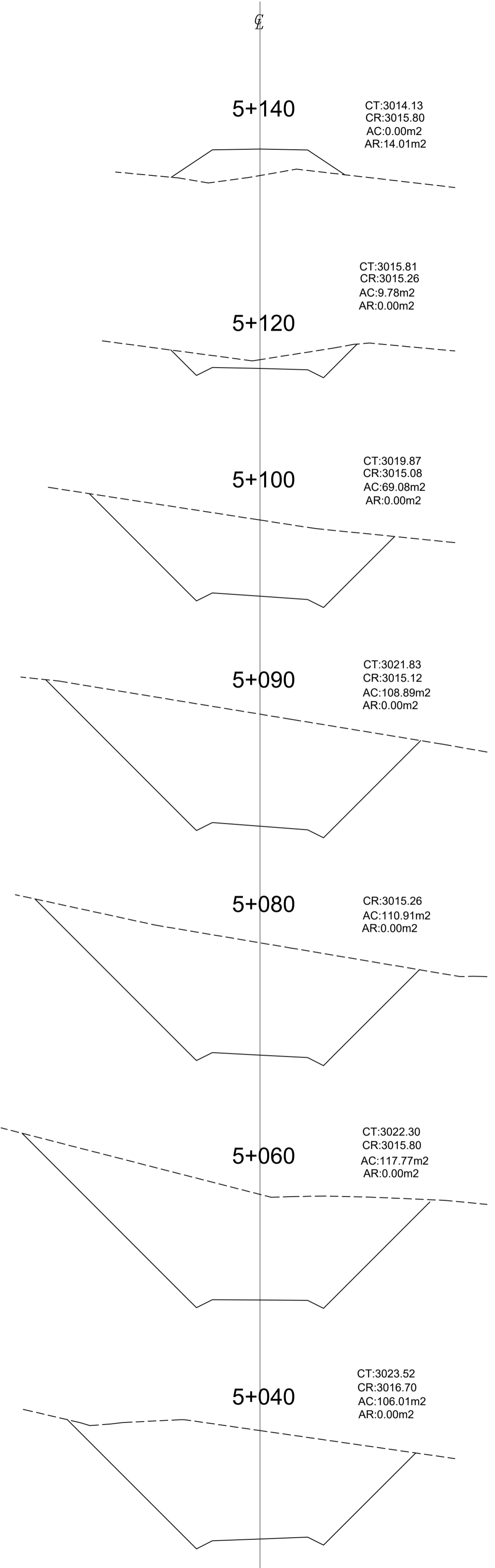
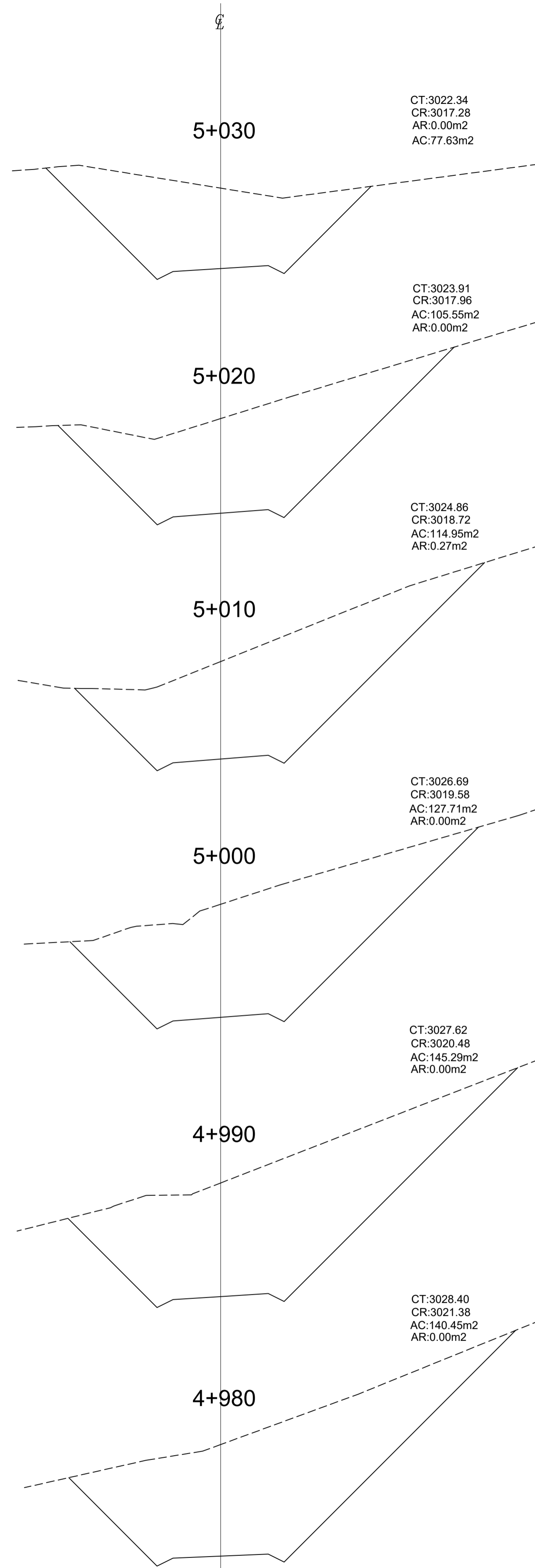


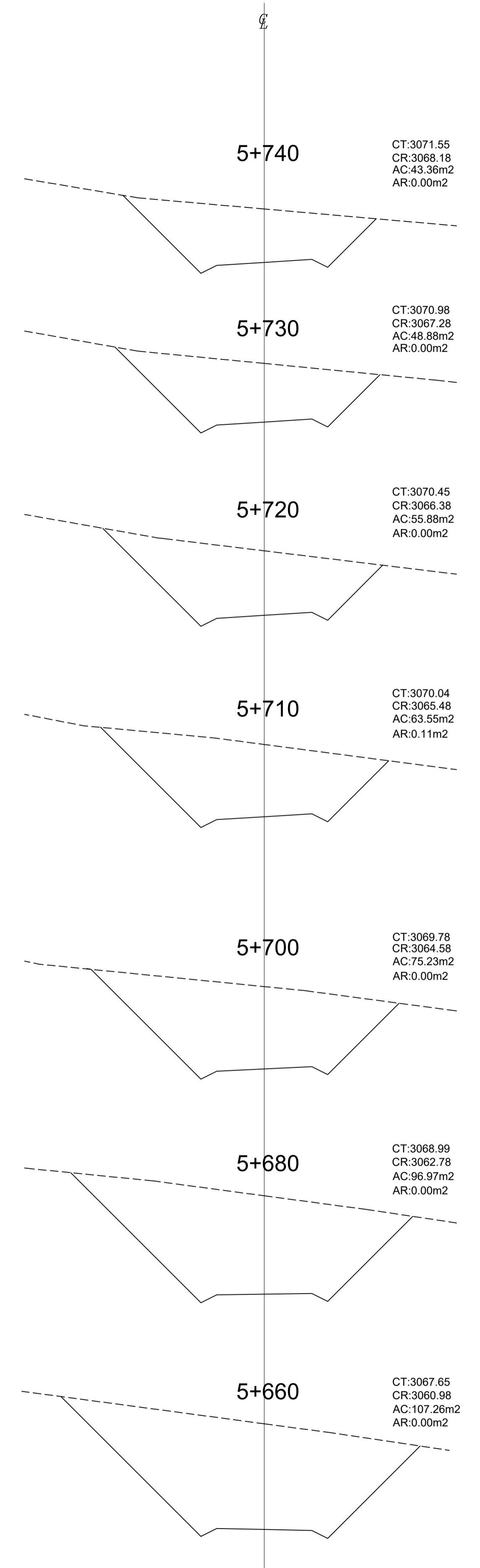
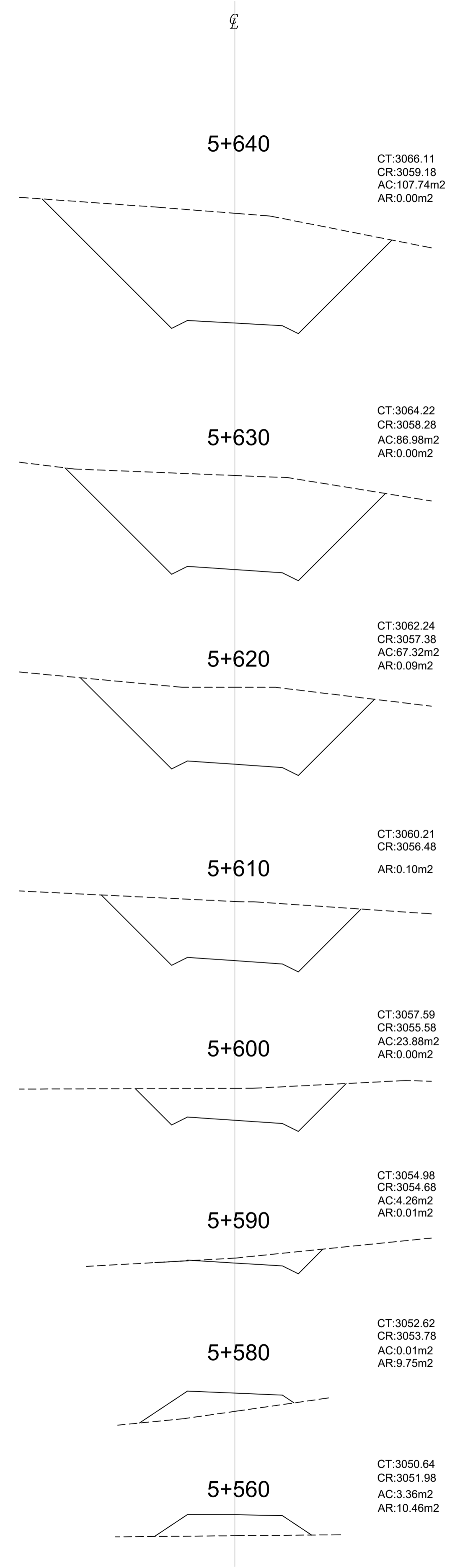
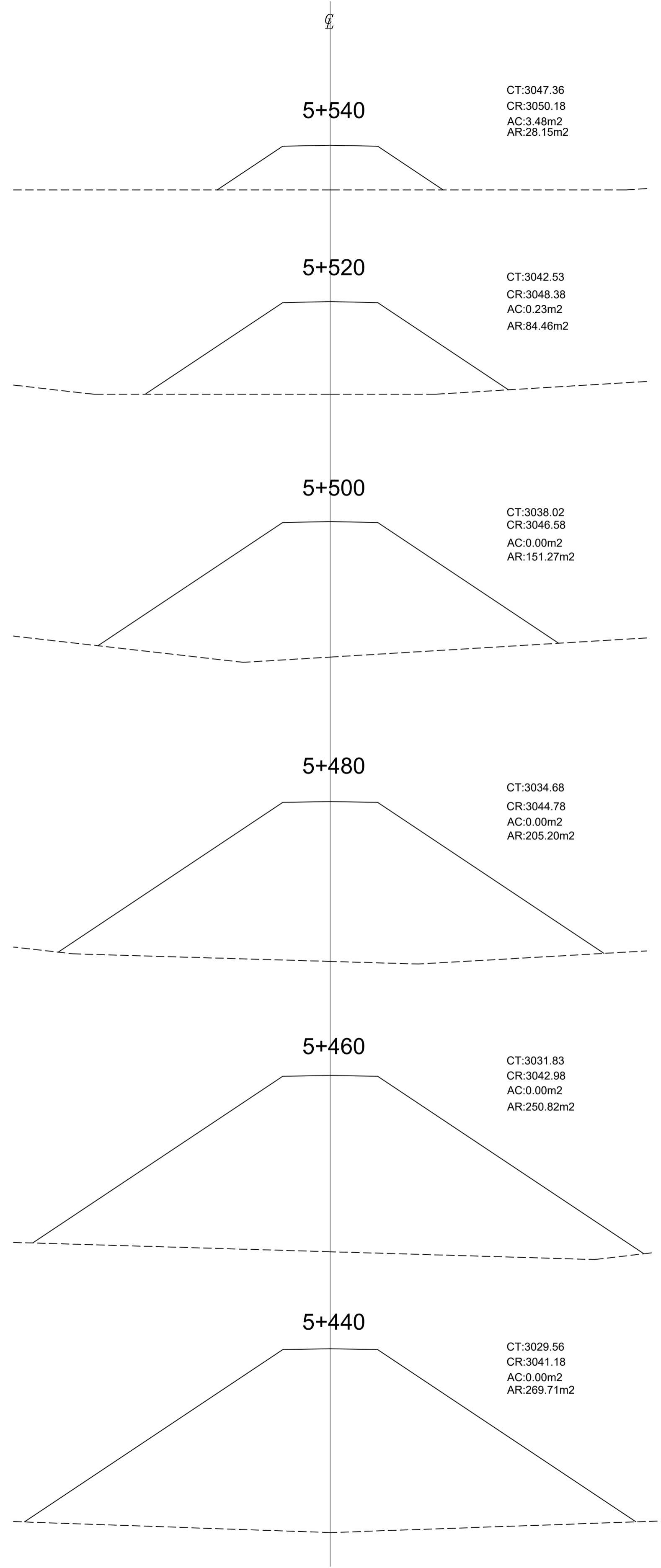
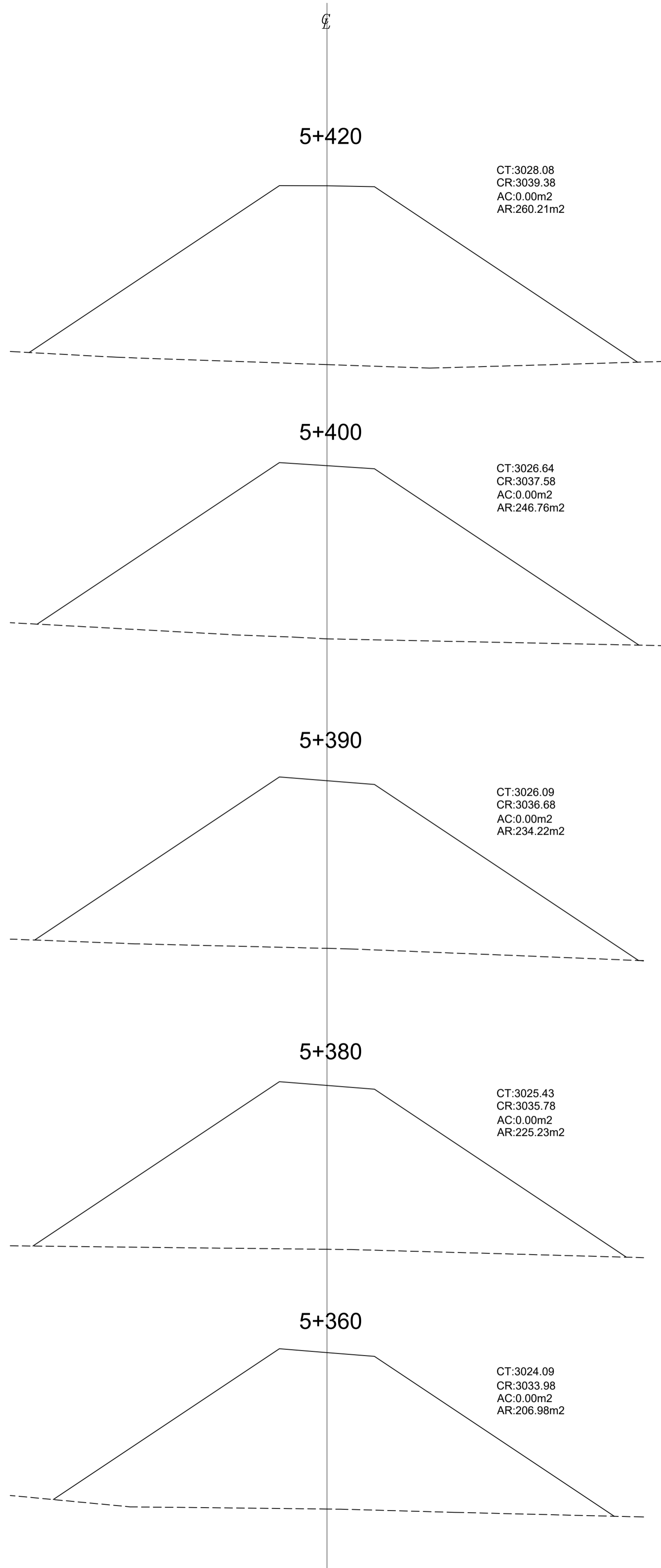


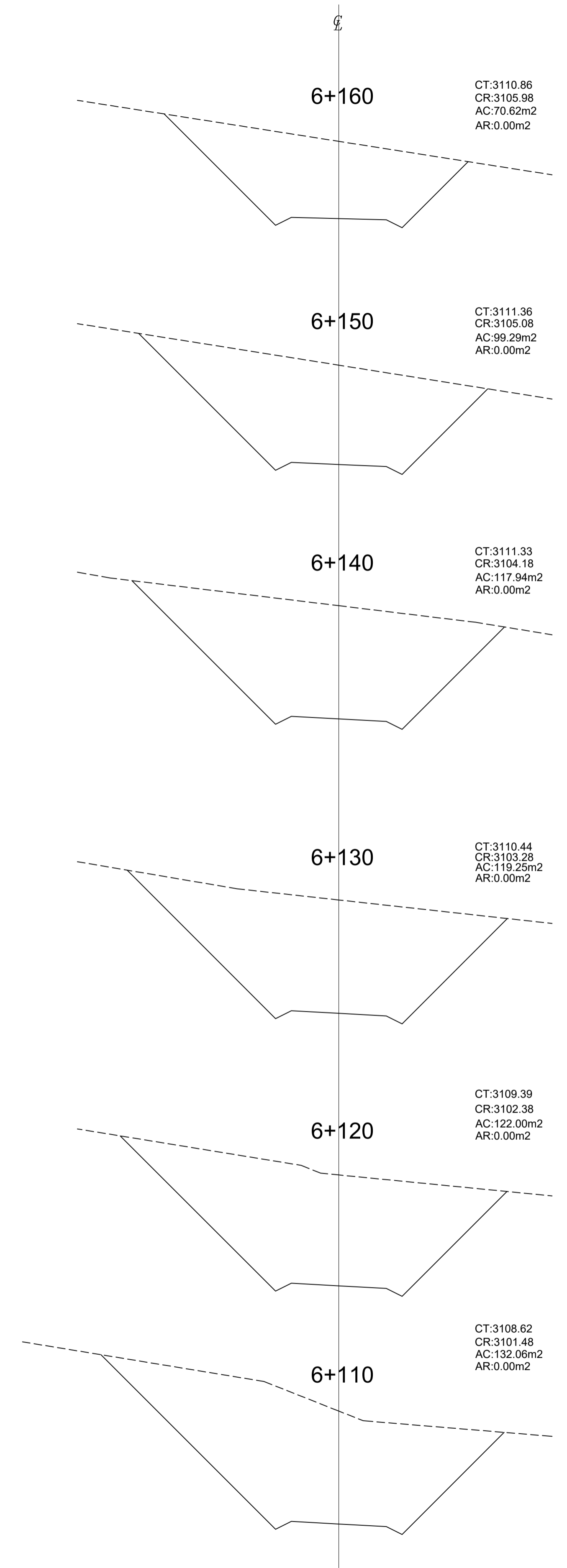
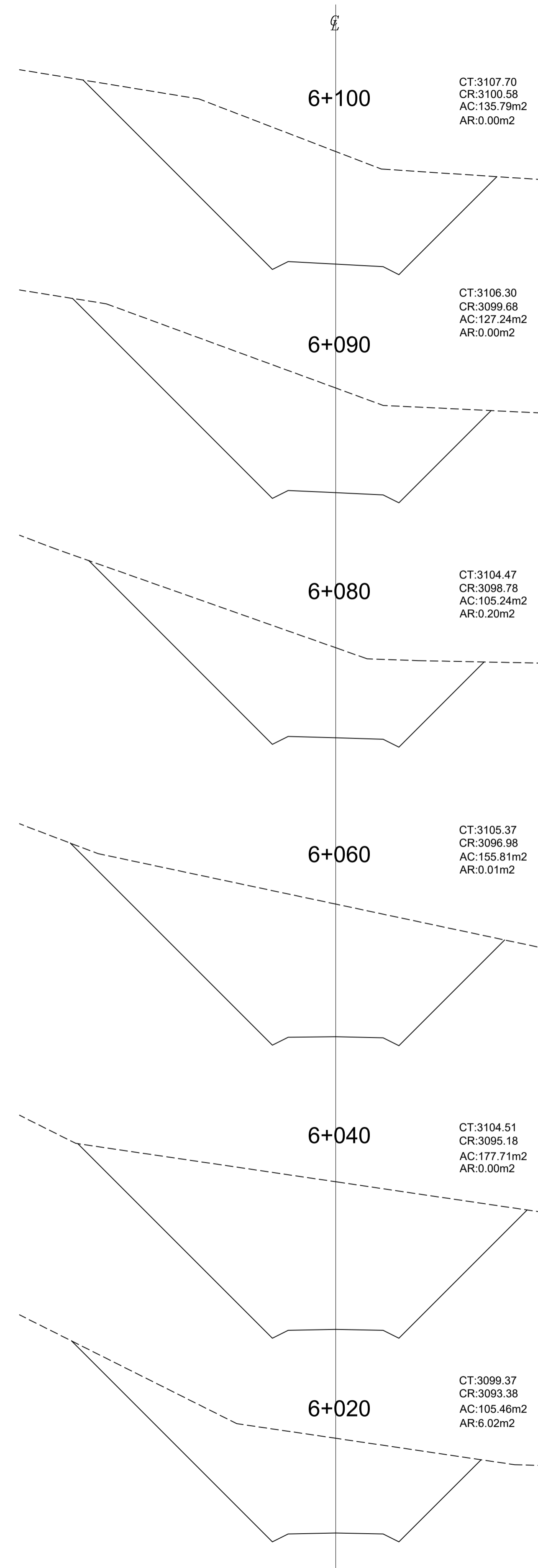
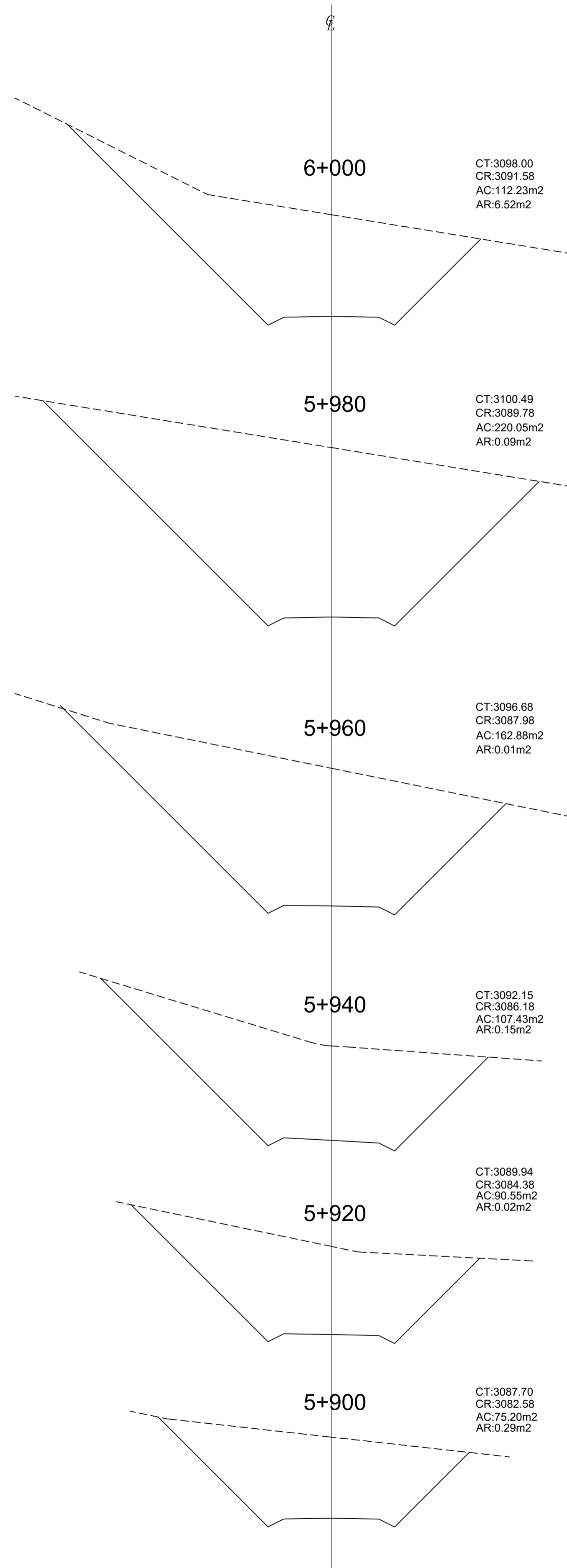
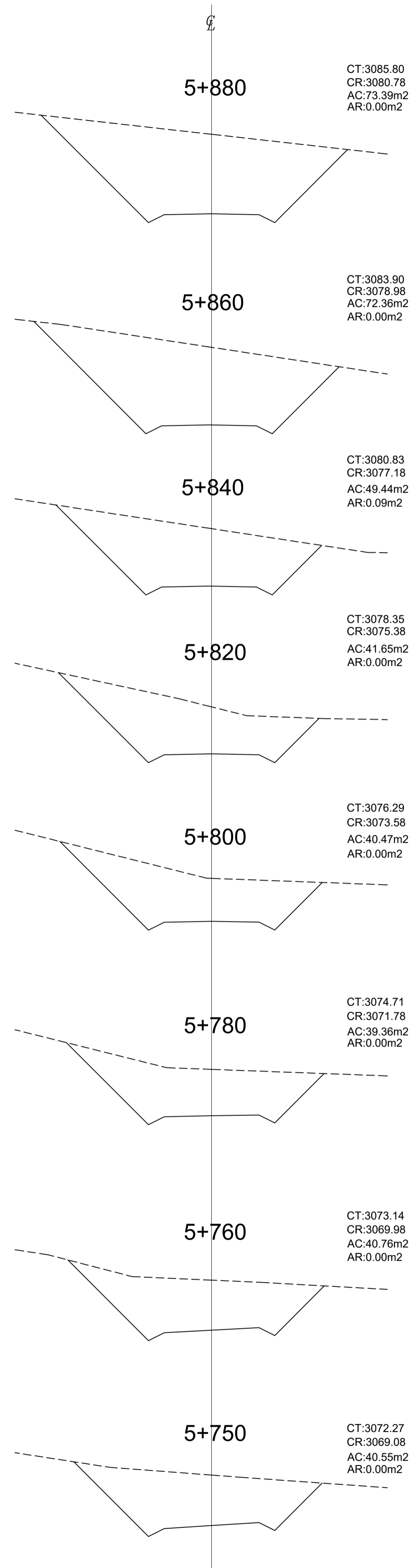


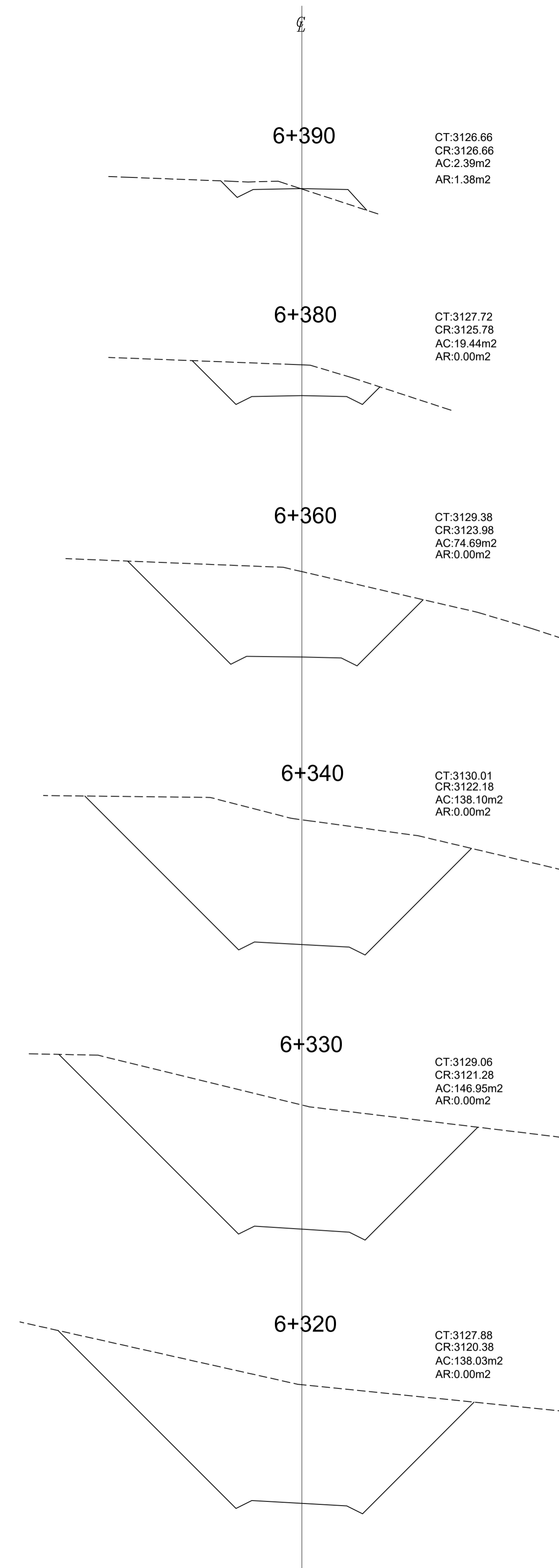
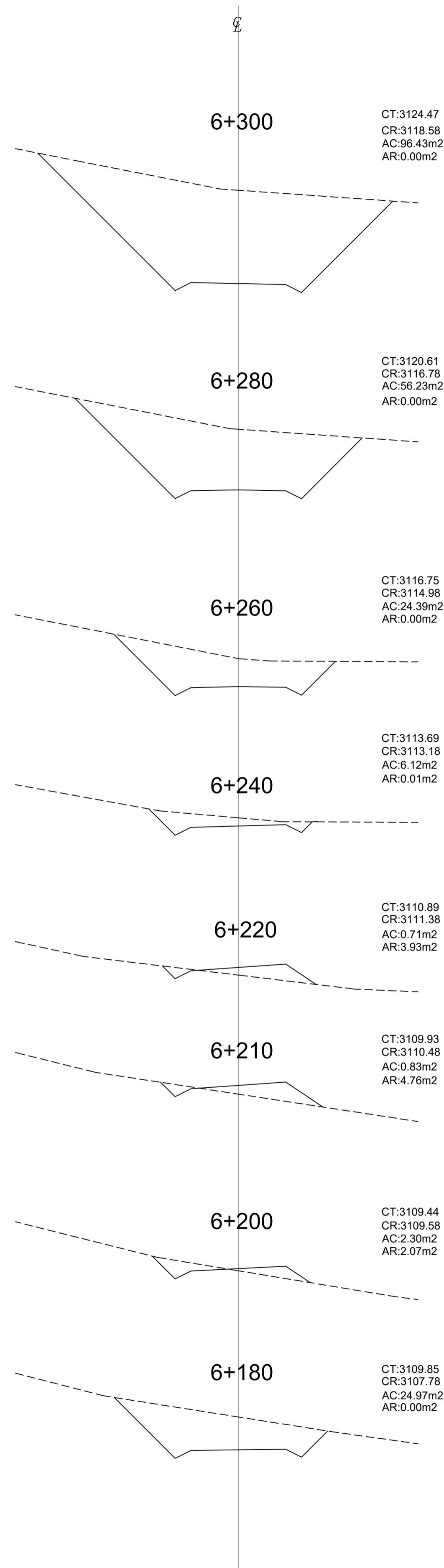


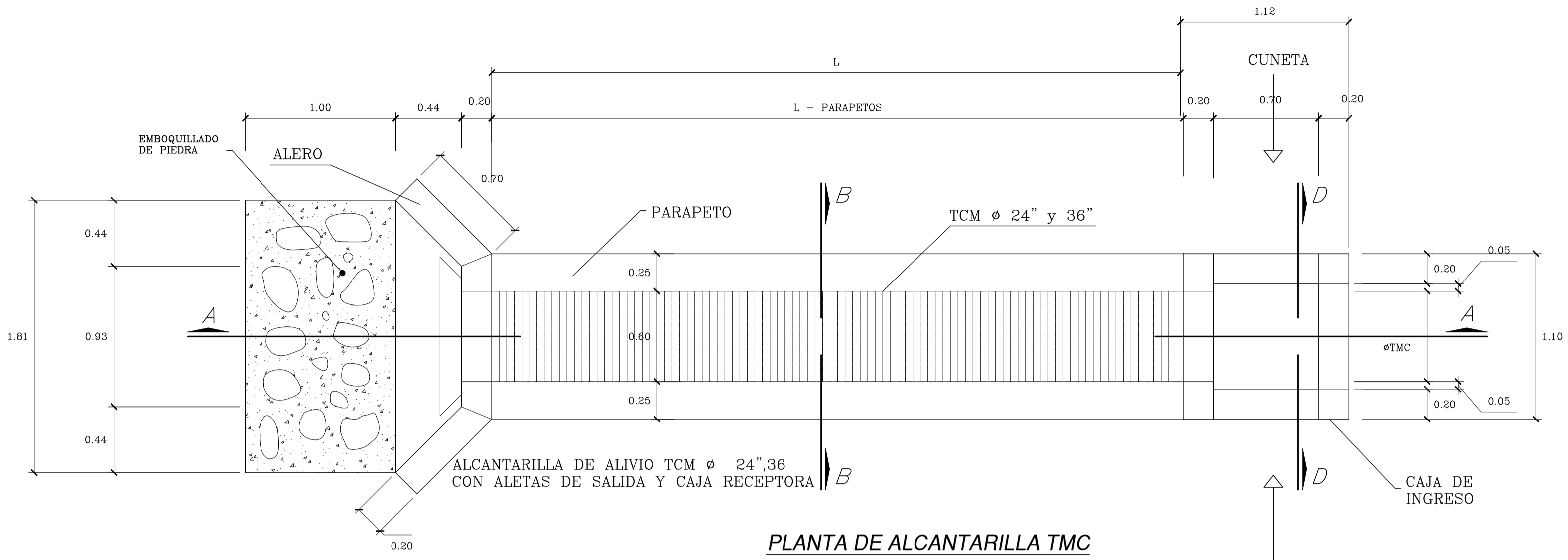




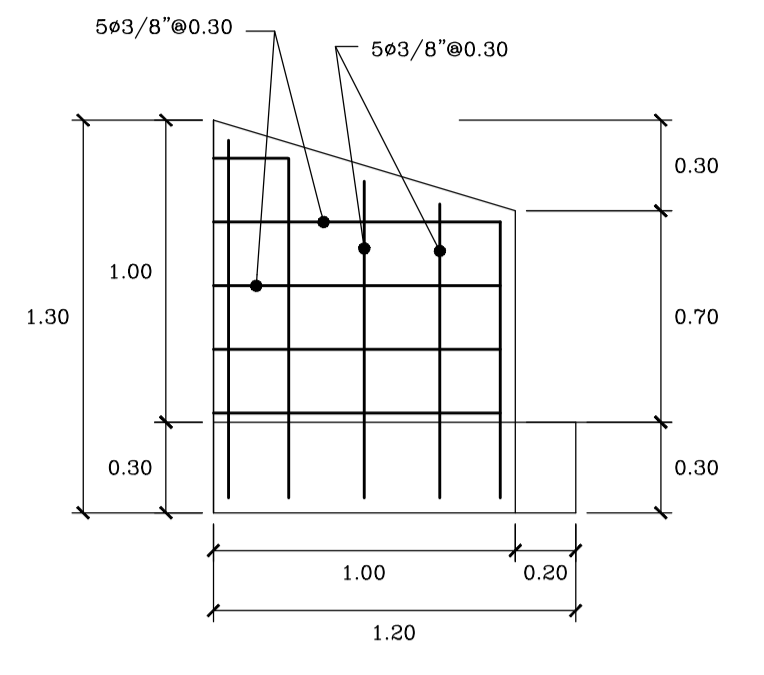
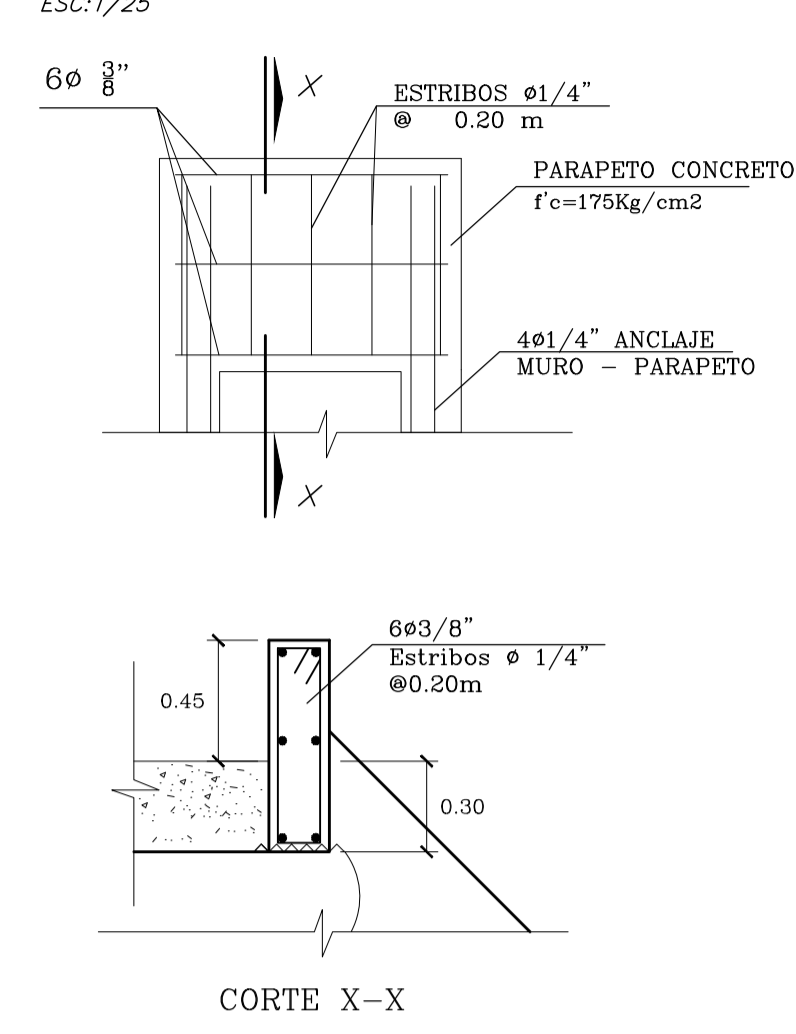








DETALLE DE ACERO EN PARAPETO



DISTRIBUCION DE ACERO EN ALA DE CABEZAL

ESPECIFICACIONES TECNICAS

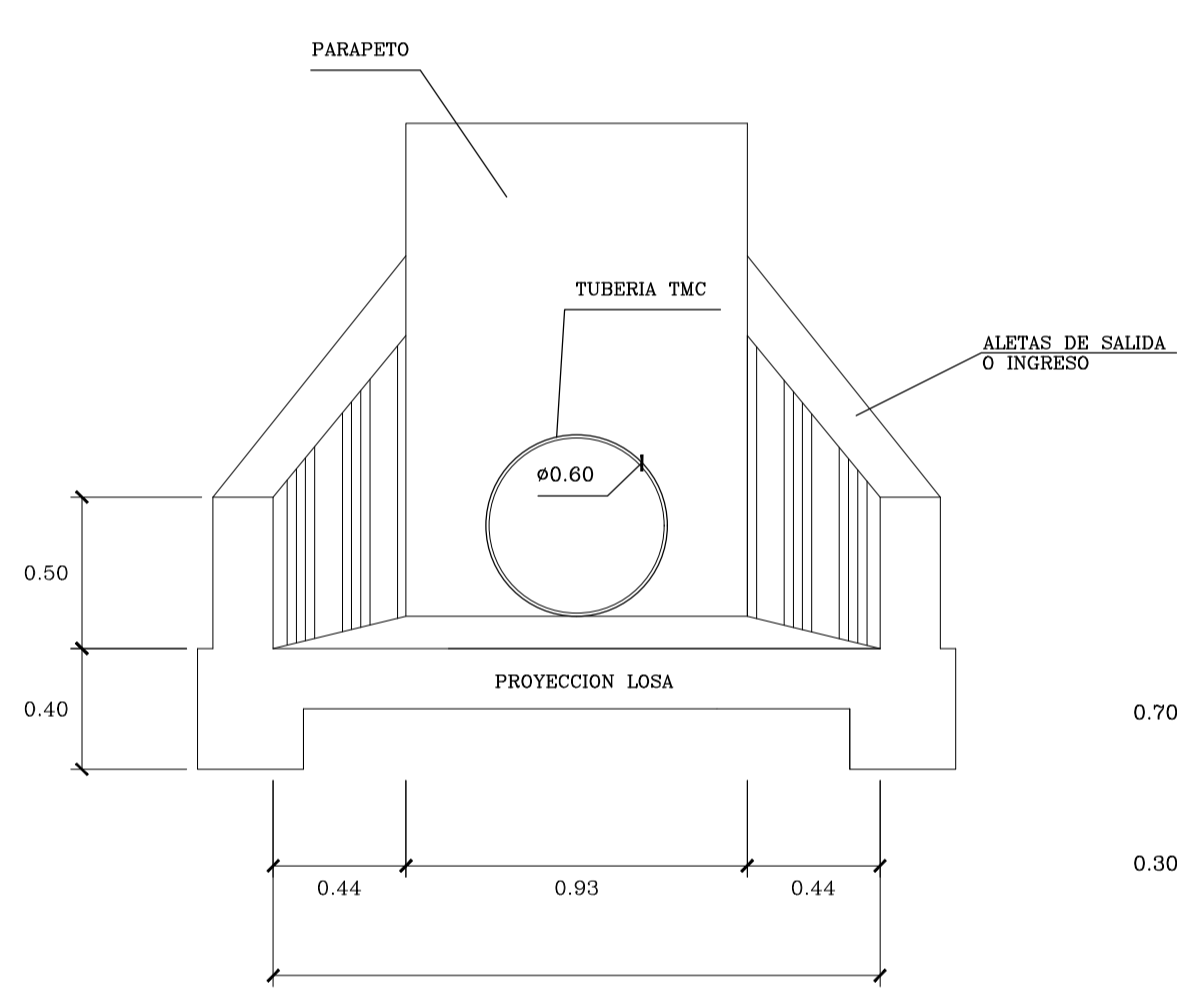
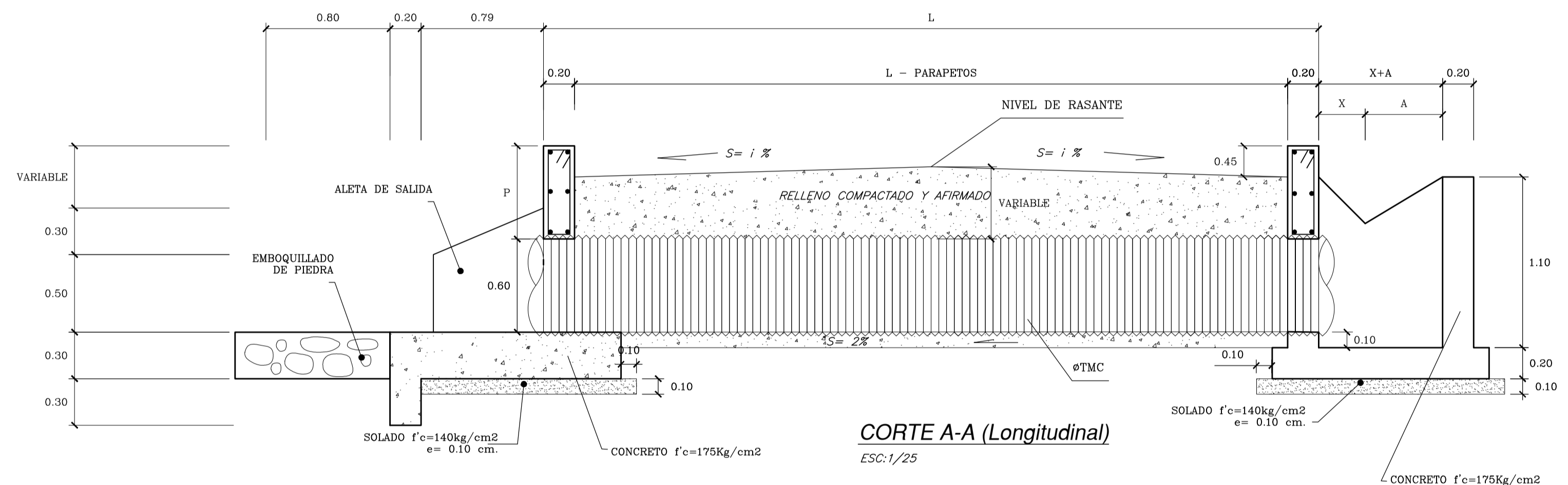
CONCRETO $f'c=175kg/cm^2$
 -Cimentaciones
 -Muros
 -Losa
 CONCRETO $f'c=140kg/cm^2$
 -Solado

RECUBRIMIENTO
 -Muros : 3cm
 -Losa Sup. : 5cm
 -Losa Inf. : 5cm

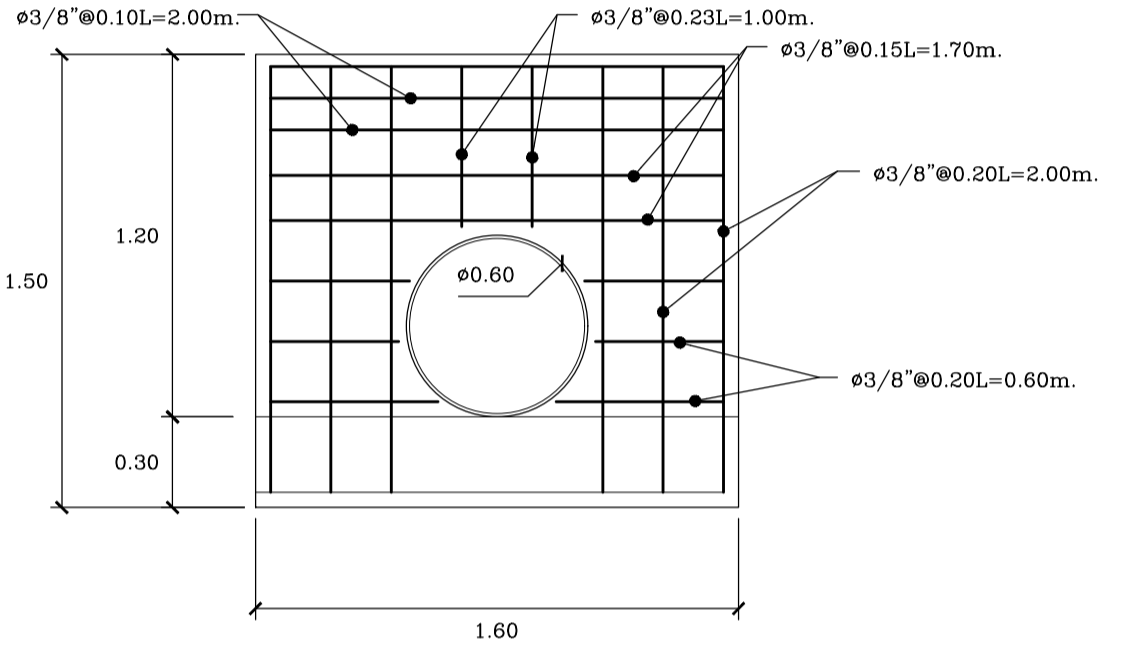
GANCHOS
 - $\phi 3/8"$ 25cm

σ_T = ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO
 1.50 (Verificar en Obras) ACERO $f'y=4200kg/cm^2$

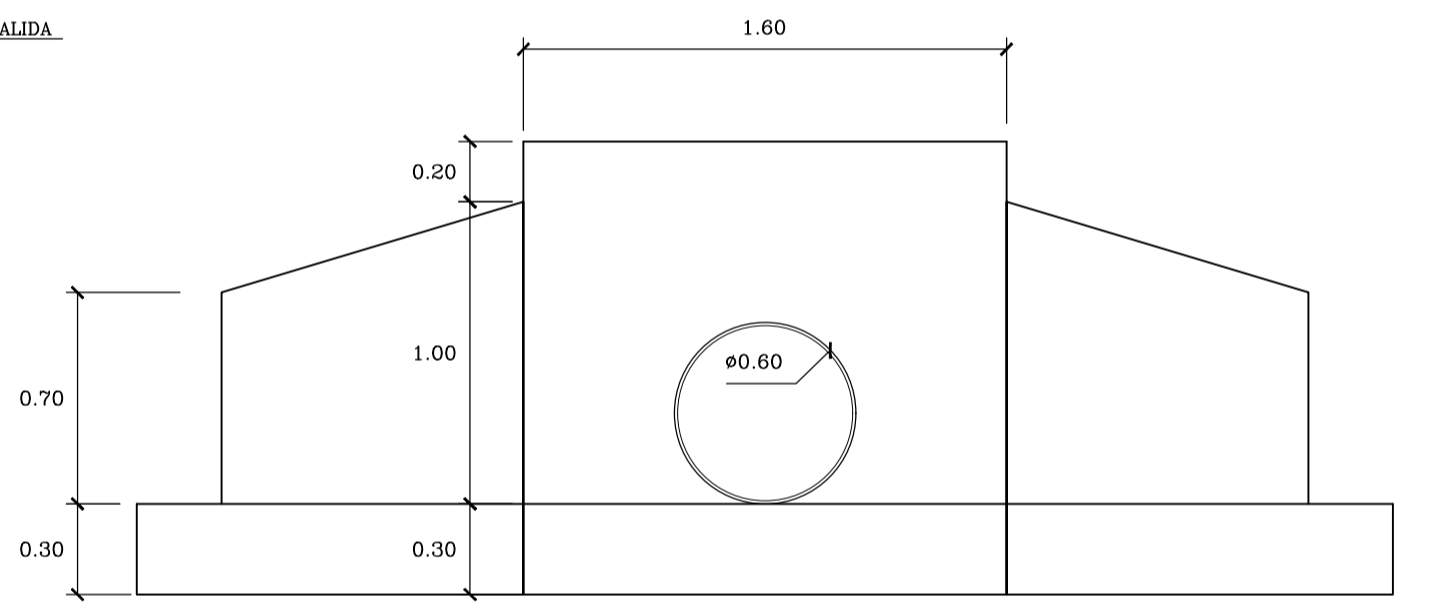
EMBOQUILLADO:
 -PIEDRAS: Las piedras seran de calidad y forma apropiada macizas, ser resistentes a la interperie, pueden proceder de fuentes aprobadas y provendran de cantos rodados o rocas sanas, compactas resistentes y durables. El tamaño máximo admisible de las piedras, de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios(2/3) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar.



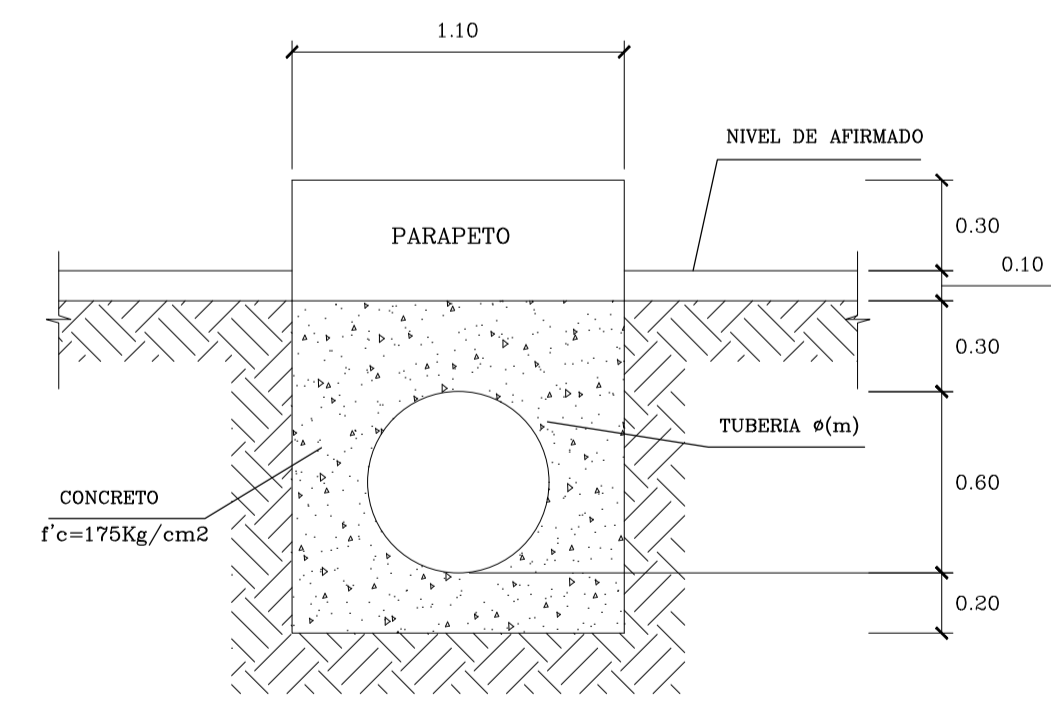
CABEZAL DE SALIDA



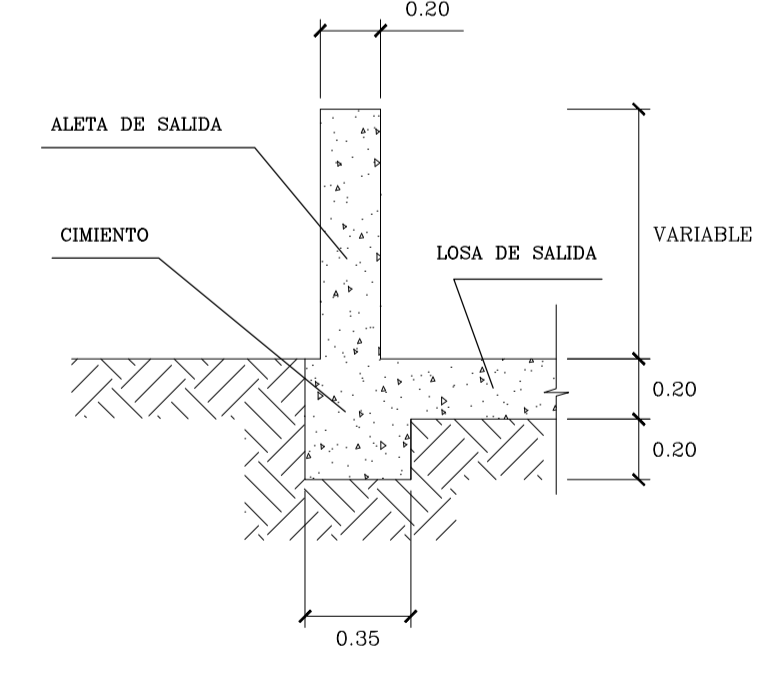
DISTRIBUCION DE ACERO EN MURO DE CABEZAL Y BUZON DE RECEPCION



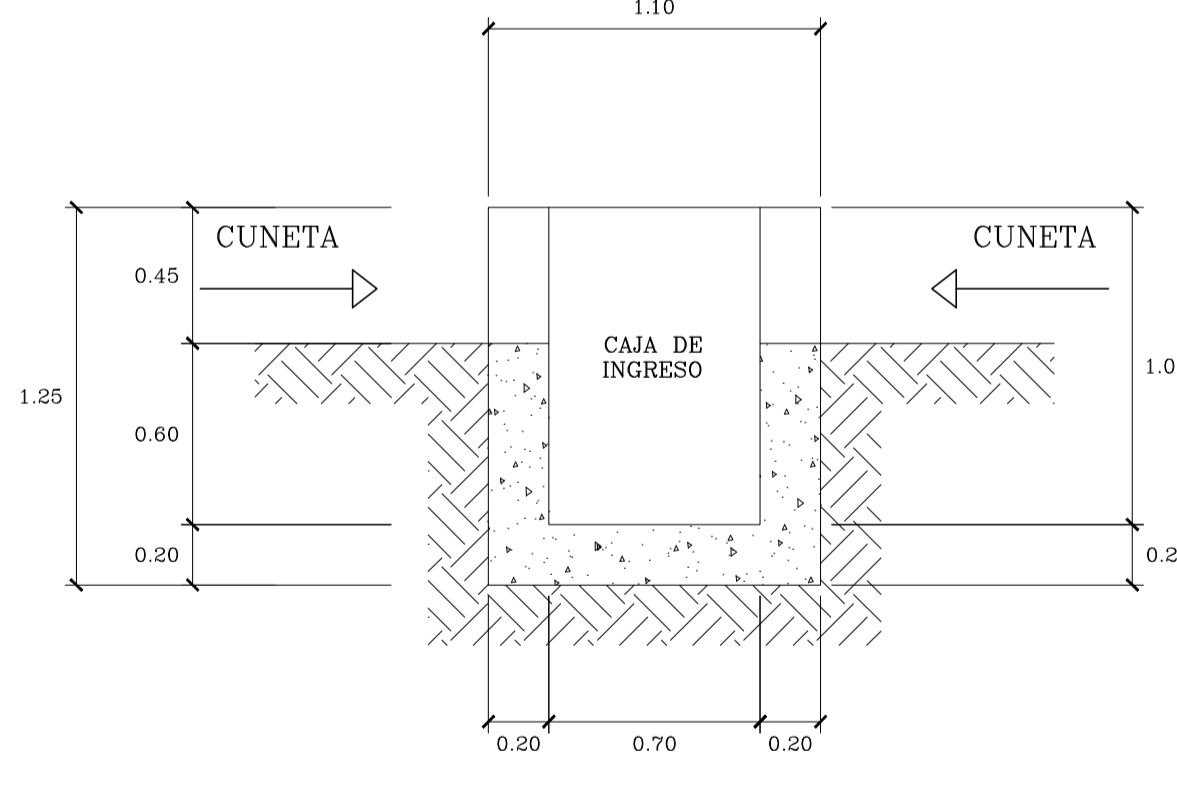
VISTA FRONTAL



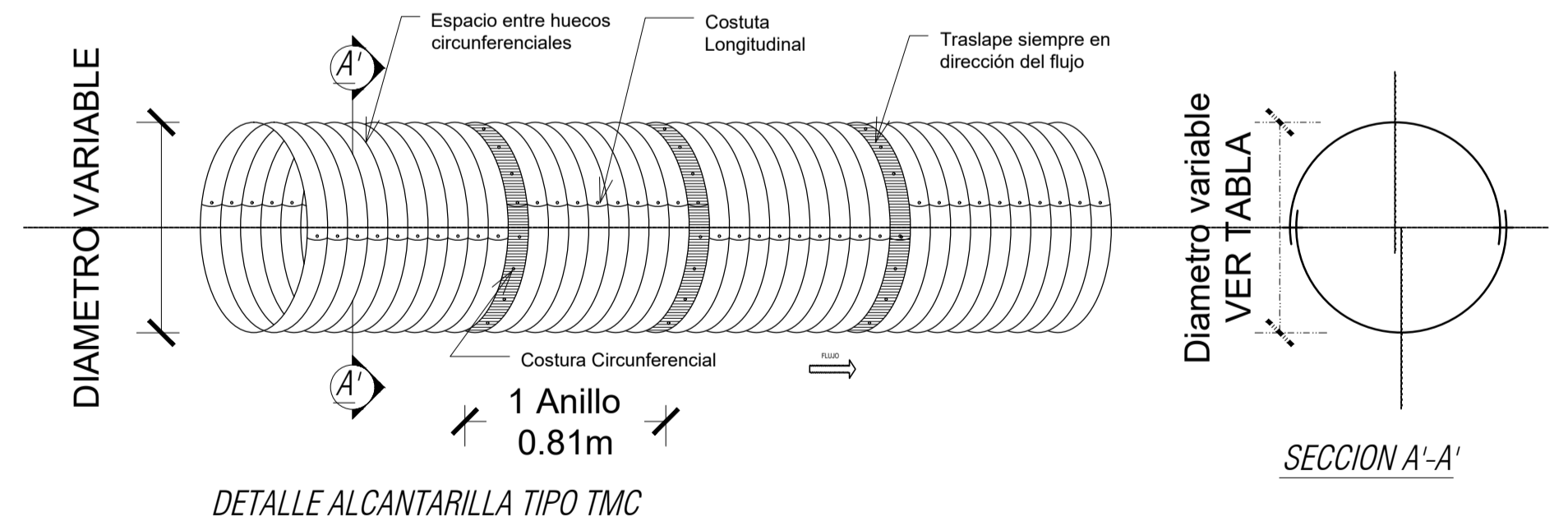
CORTE B-B



CORTE C-C



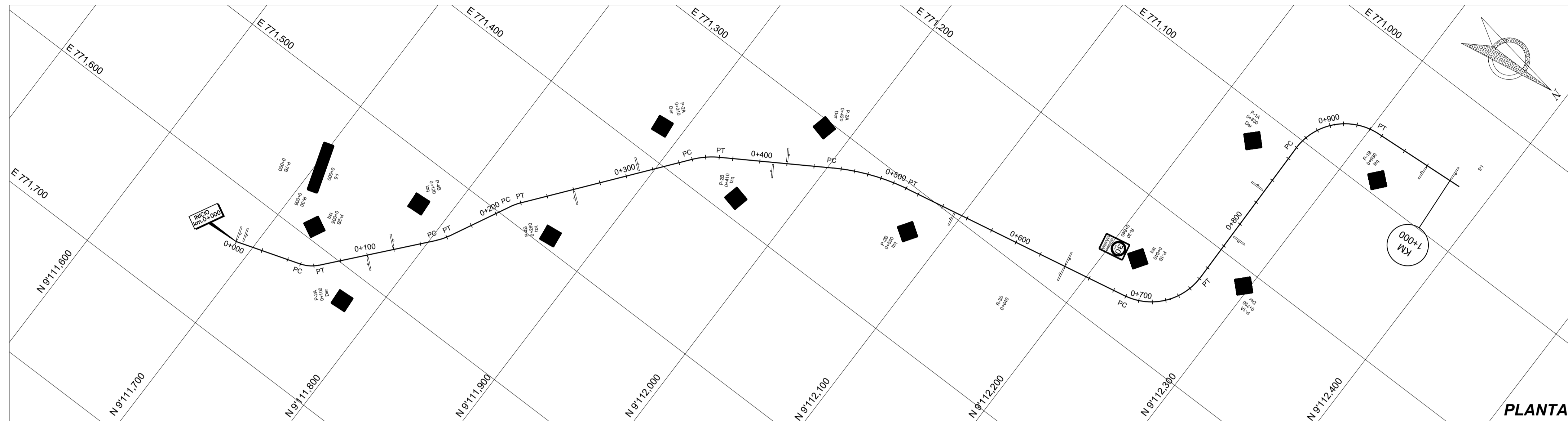
CORTE D-D



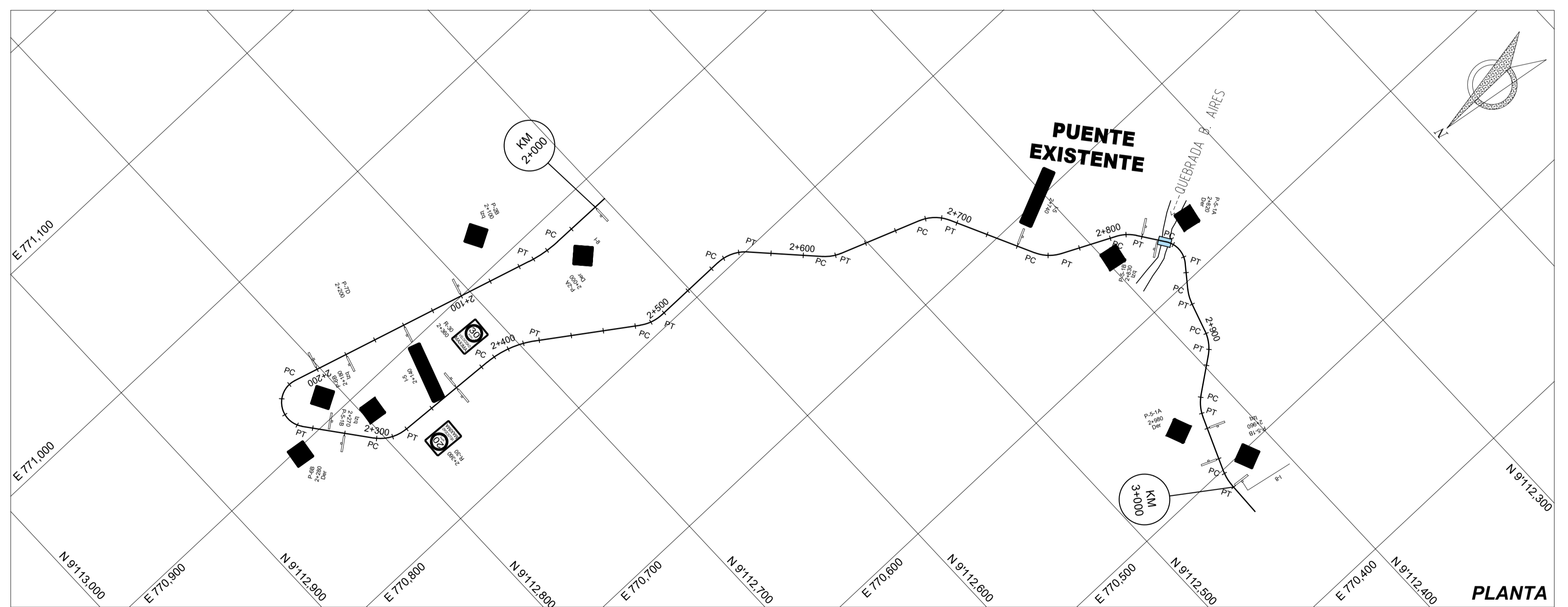
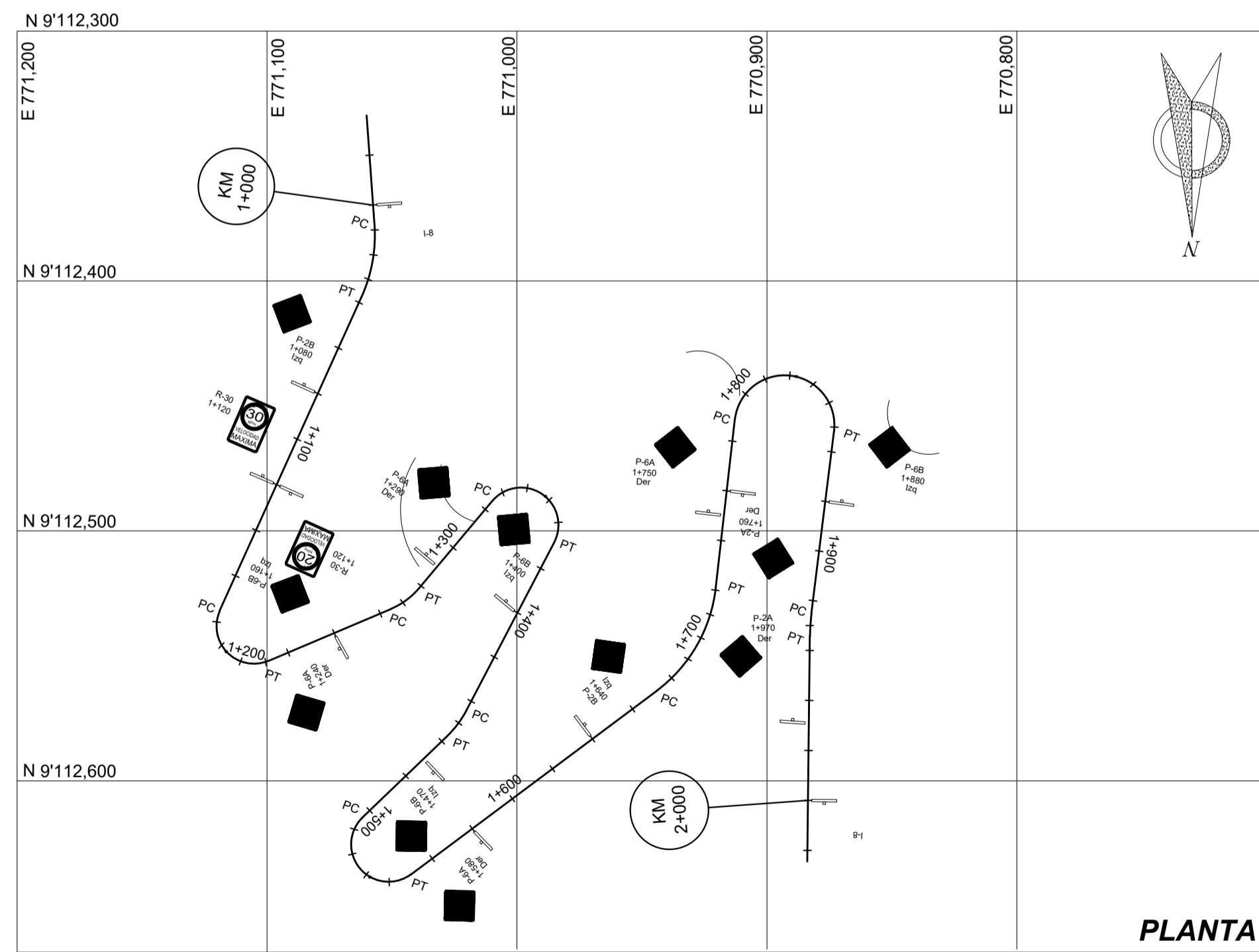
DETALLE ALCANTARILLA TIPO TMC

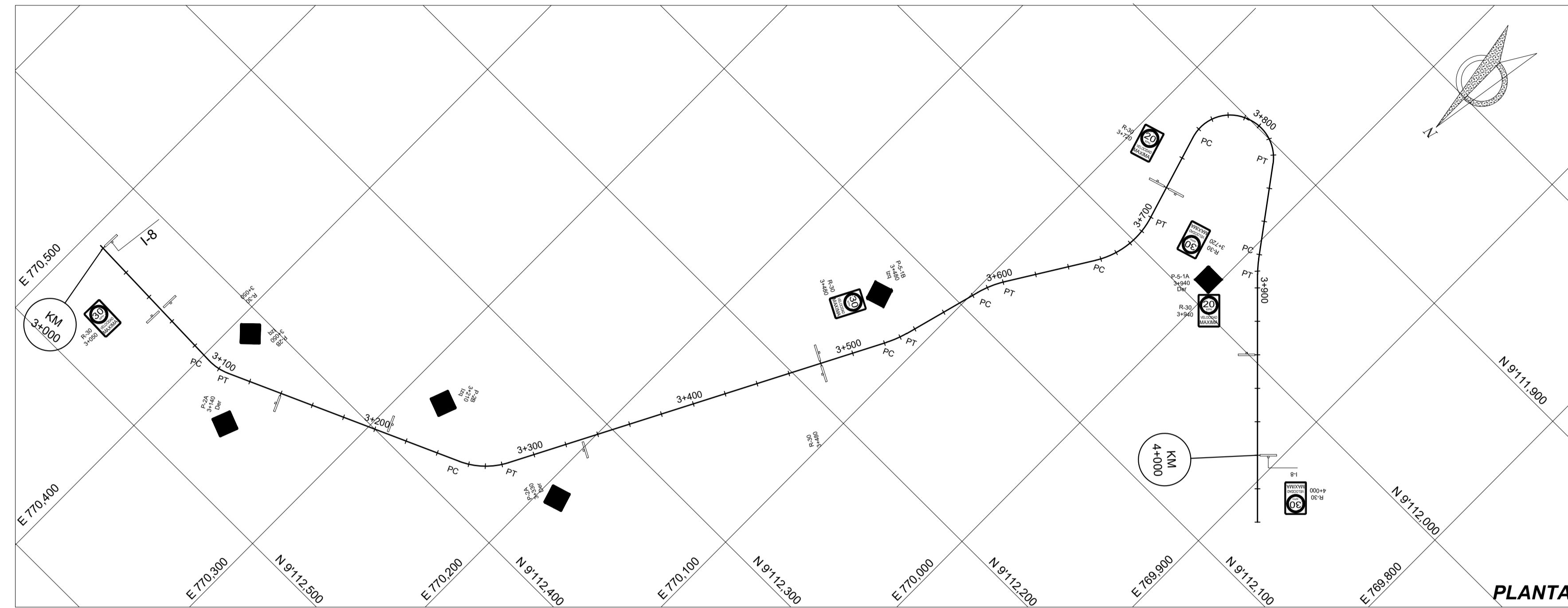
PESOS Y ALTURAS DE COBERTURA - MINIMAS Y MAXIMAS

| DIAMETRO ϕ (") | DIAMETRO D(m) | AREA A(cm ²) | ALTURA MINIMA h(cm) | ESPESOR SIN REVESTIMIENTO(mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | 1.80 | | 2.00 | | 2.50 | | 3.00 | | 3.30 | | 4.00 | | | | | | | | | |
| | | | | Altura máxima H(cm) | Peso (kg/m) | Altura máxima H(cm) | Peso (kg/m) | Altura máxima H(cm) | Peso (kg/m) | Altura máxima H(cm) | Peso (kg/m) | Altura máxima H(cm) | Peso (kg/m) | Altura máxima H(cm) | Peso (kg/m) | | | | | | | | |
| 24 | 0.60 | 0.64 | 0.30 | | 0.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

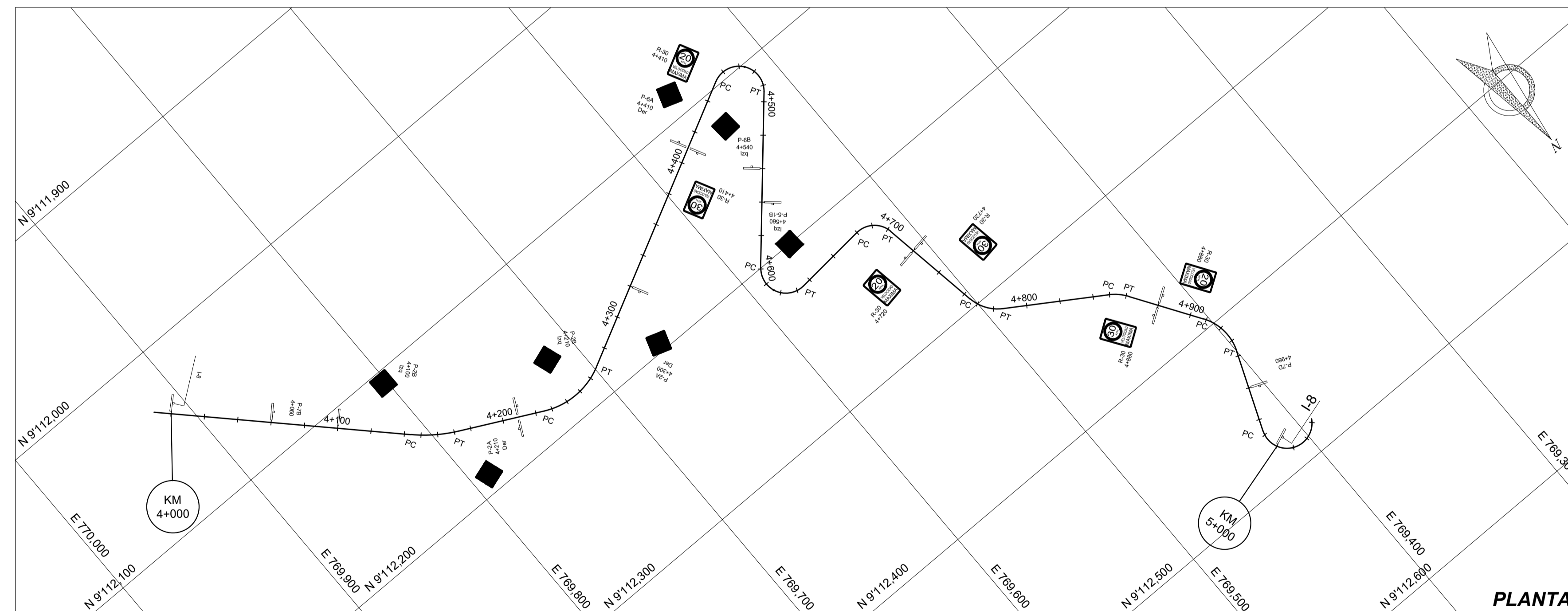


| RUTA: MACHE - PAMPAS DE COCHAYA | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|---------------|------------|-----------|
| CODIGO | DESCRIPCION | TIPO DE SEÑAL | PROGRESIVA | LADO |
| E-5 | SEÑAL DE DESTINO | INFORMATIVA | 0+000 | IZQUIERDA |
| P-7B | PENDIENTE FUERTE DE BAJADA | PREVENTIVA | 0+000 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 0+005 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+005 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 0+100 | DERECHA |
| P-4B | CURVA Y CONTRACURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+120 | IZQUIERDA |
| P-4B | CURVA Y CONTRACURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+260 | DERECHA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 0+310 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+410 | DERECHA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 0+420 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+550 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 0+640 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 0+640 | IZQUIERDA |
| P-1B | CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+640 | IZQUIERDA |
| P-1A | CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 0+790 | DERECHA |
| P-1A | CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 0+830 | IZQUIERDA |
| P-1B | CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 0+980 | DERECHA |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 1+000 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 1+080 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 1+120 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 1+120 | IZQUIERDA |
| P-6B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 1+160 | IZQUIERDA |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 1+240 | DERECHA |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 1+290 | IZQUIERDA |
| P-6B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 1+400 | DERECHA |
| P-6B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 1+470 | IZQUIERDA |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 1+580 | DERECHA |
| P-2B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 1+640 | IZQUIERDA |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 1+750 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 1+760 | DERECHA |
| P-6B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 1+880 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 1+970 | DERECHA |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 2+000 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 2+000 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 2+100 | DERECHA |
| I-5 | SEÑAL DE DESTINO | INFORMATIVA | 2+140 | IZQUIERDA |
| P-6B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 2+180 | IZQUIERDA |
| P-7D | PENDIENTE FUERTE DE BAJADA | PREVENTIVA | 2+200 | DERECHA |
| P-5-1B | ZONA DE CURVAS A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 2+270 | IZQUIERDA |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 2+280 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 2+360 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 2+360 | DERECHA |
| I-5 | SEÑAL DE DESTINO | INFORMATIVA | 2+740 | IZQUIERDA |
| P-5-1A | ZONA DE CURVAS A LA DERECHA | PREVENTIVA | 2+820 | IZQUIERDA |
| P-5-1B | ZONA DE CURVAS A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 2+830 | DERECHA |
| P-5-1B | ZONA DE CURVAS A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 2+960 | IZQUIERDA |
| P-5-1A | ZONA DE CURVAS A LA DERECHA | PREVENTIVA | 2+980 | DERECHA |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 3+000 | IZQUIERDA |



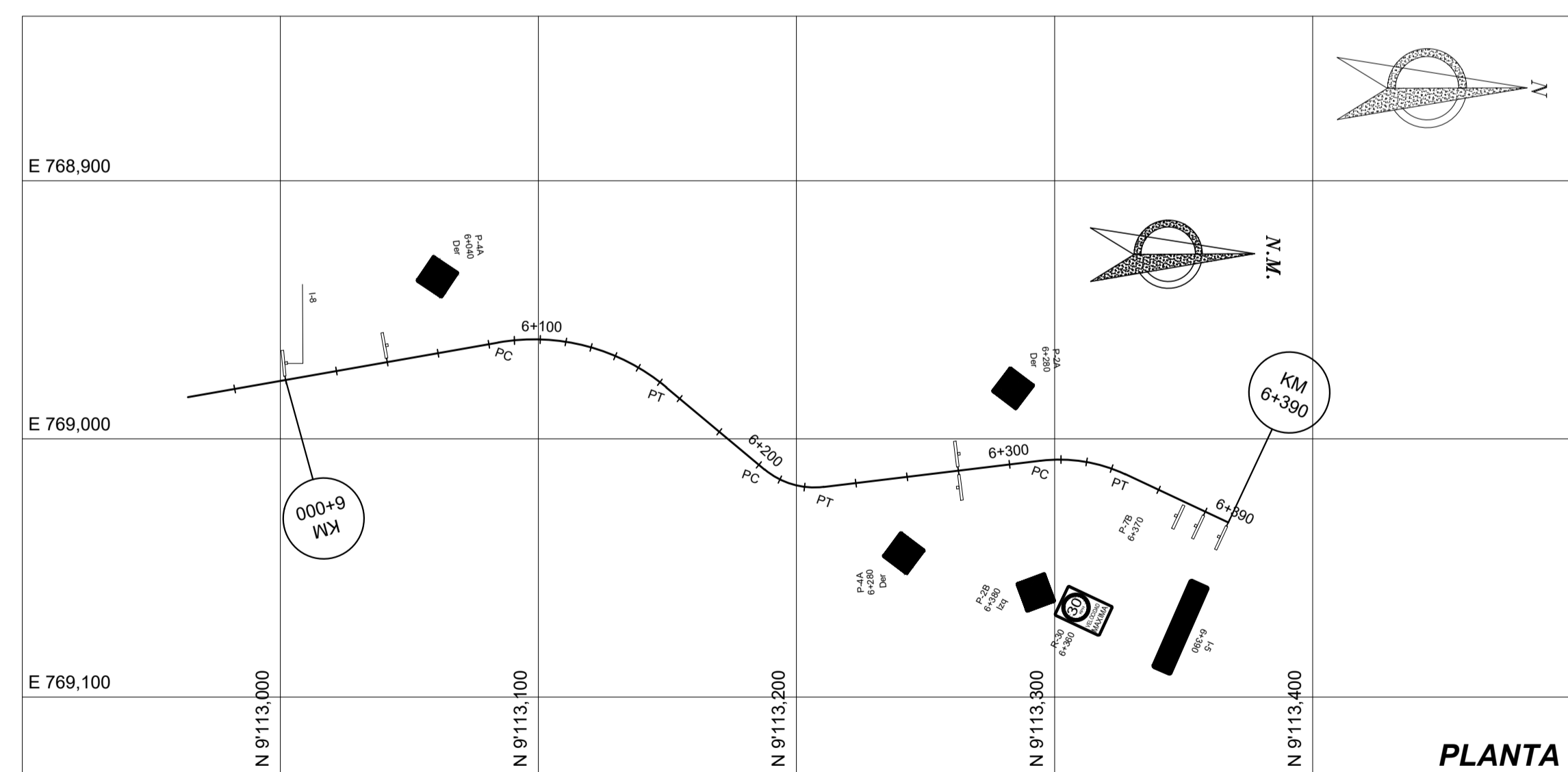
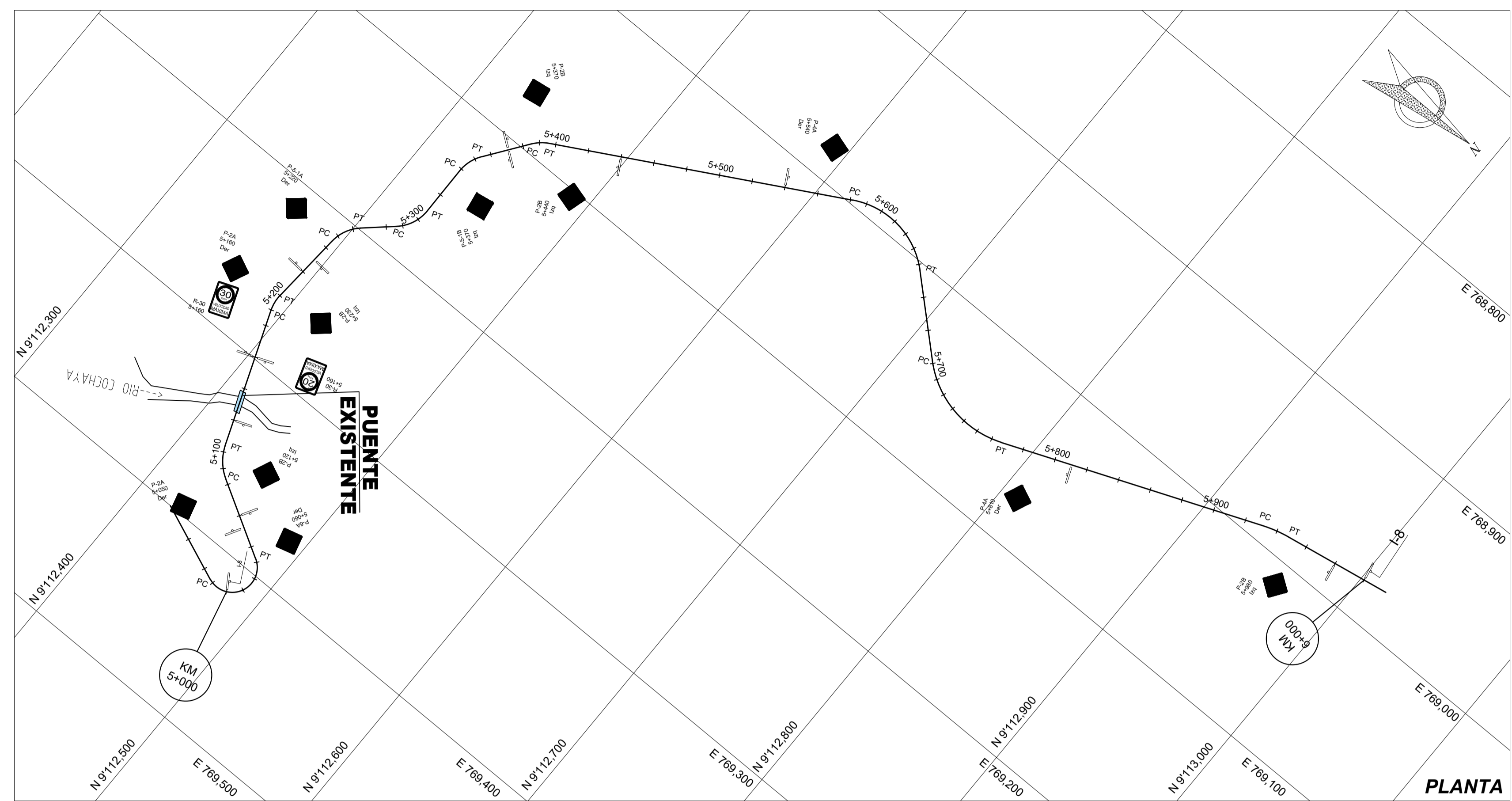


PLANTA



PLANTA

| RUTA: MACHE - PAMPAS DE COCHAYA | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------|------------|-----------|
| CODIGO | DESCRIPCION | TIPO DE SEÑAL | PROGRESIVA | LADO |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 3+000 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+050 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 3+050 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+050 | DERECHA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 3+140 | DERECHA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 3+210 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 3+330 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+480 | IZQUIERDA |
| P-5-1B | ZONA DE CURVAS A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 3+480 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+480 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+720 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+720 | DERECHA |
| R-31 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 3+940 | DERECHA |
| P-5-1A | ZONA DE CURVAS A LA DERECHA | PREVENTIVA | 3+940 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 4+000 | IZQUIERDA |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 4+000 | IZQUIERDA |
| P-7B | PENDIENTE FUERTE DE BAJADA | PREVENTIVA | 4+060 | IZQUIERDA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 4+100 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 4+210 | DERECHA |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 4+210 | IZQUIERDA |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 4+300 | DERECHA |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 4+410 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 4+410 | IZQUIERDA |
| P-6B | CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 4+540 | DERECHA |
| P-5-1B | ZONA DE CURVAS A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 4+560 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 4+720 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 4+720 | DERECHA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 4+880 | IZQUIERDA |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 4+880 | DERECHA |
| P-7D | PENDIENTE FUERTE DE BAJADA | PREVENTIVA | 4+960 | IZQUIERDA |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 5+000 | IZQUIERDA |

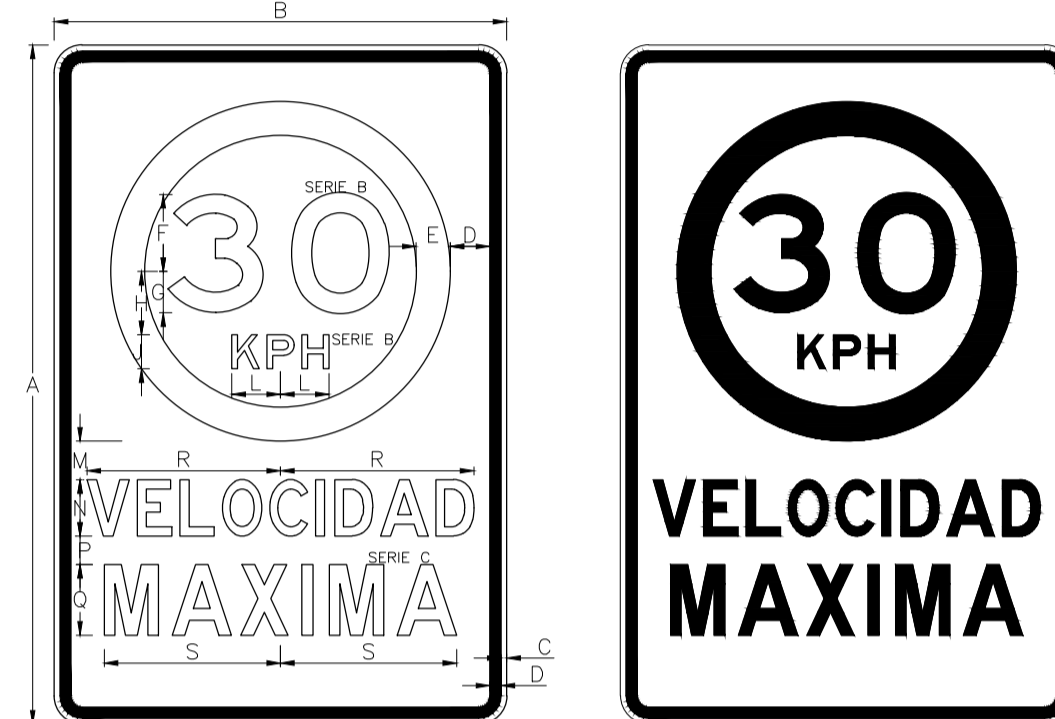


| RUTA: MACHE - PAMPAS DE COCHAYA | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------|------------|
| CODIGO | DESCRIPCION | TIPO DE SEÑAL | PROGRESIVA |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 5+000 |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 5+050 |
| P-6A | CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 5+060 |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 5+120 |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 5+160 |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 5+160 |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 5+160 |
| P-5-1A | ZONA DE CURVAS A LA DERECHA | PREVENTIVA | 5+220 |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 5+230 |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 5+370 |
| P-5-1B | ZONA DE CURVAS A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 5+370 |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 5+440 |
| P-4A | CURVA Y CONTRACURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 5+540 |
| P-4A | CURVA Y CONTRACURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 5+810 |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 5+880 |
| I-8 | POSTE DE KILOMETRAJE | INFORMATIVA | 6+000 |
| P-4A | CURVA Y CONTRACURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 6+040 |
| P-2A | CURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 6+280 |
| P-4A | CURVA Y CONTRACURVA A LA DERECHA | PREVENTIVA | 6+280 |
| P-7B | PENDIENTE FUERTE DE BAJADA | PREVENTIVA | 6+370 |
| P-2B | CURVA A LA IZQUIERDA | PREVENTIVA | 6+380 |
| R-30 | VELOCIDAD MAXIMA | REGULADORA | 6+360 |

SEÑALES REGLAMENTARIAS ESC 1/10

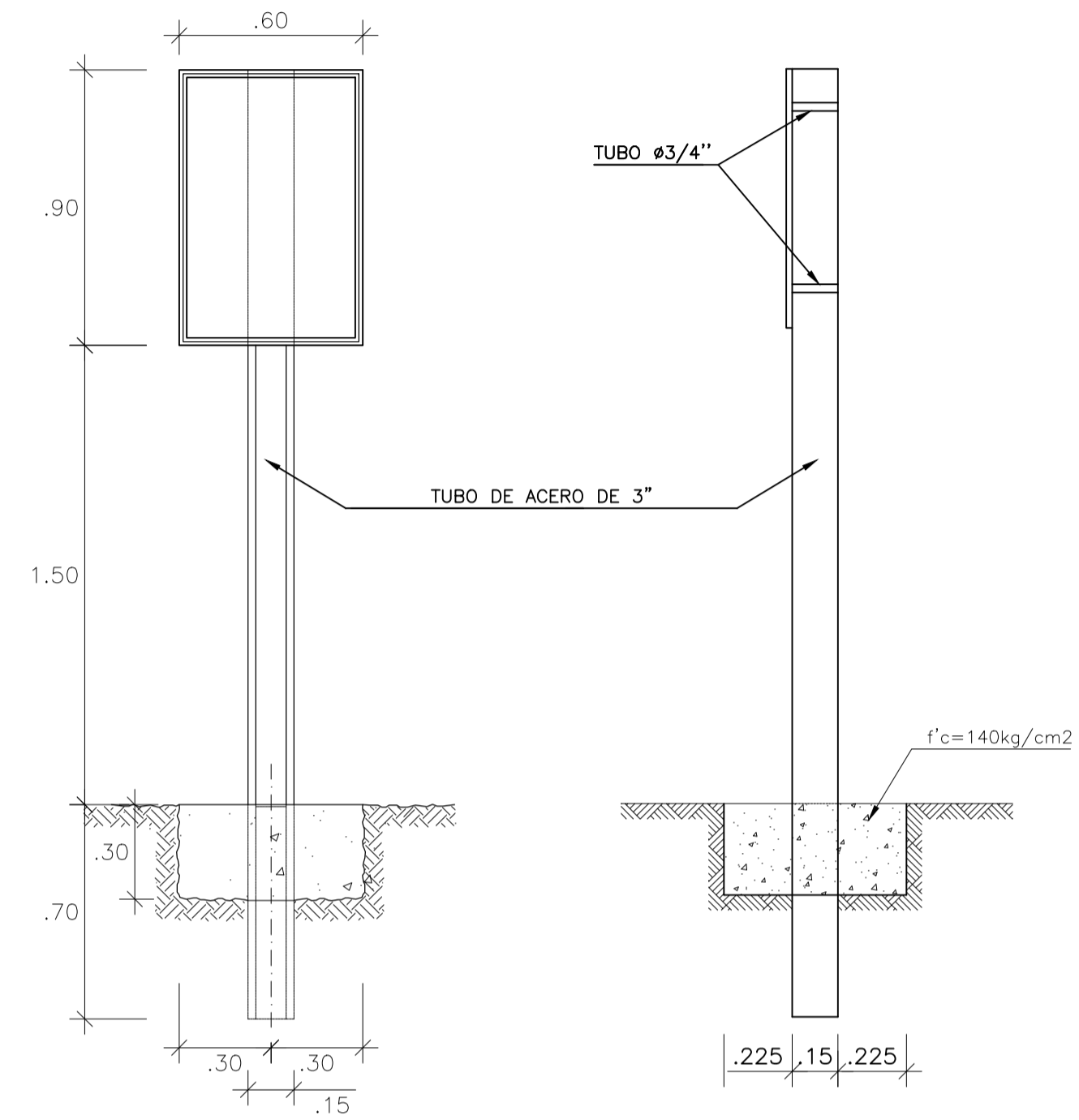
R-30 VELOCIDAD MAXIMA

| R-30 | |
|---------|--------|
| 900x600 | |
| A | 900.00 |
| B | 600.00 |
| C | 10.00 |
| D | 20.00 |
| E | 50.00 |
| F | 115.00 |
| G | 60.00 |
| H | 96.00 |
| J | 50.00 |
| K | 158.30 |
| L | 71.70 |
| M | 48.00 |
| N | 75.00 |
| P | 50.00 |
| Q | 100.00 |
| R | 228.00 |
| S | 246.10 |

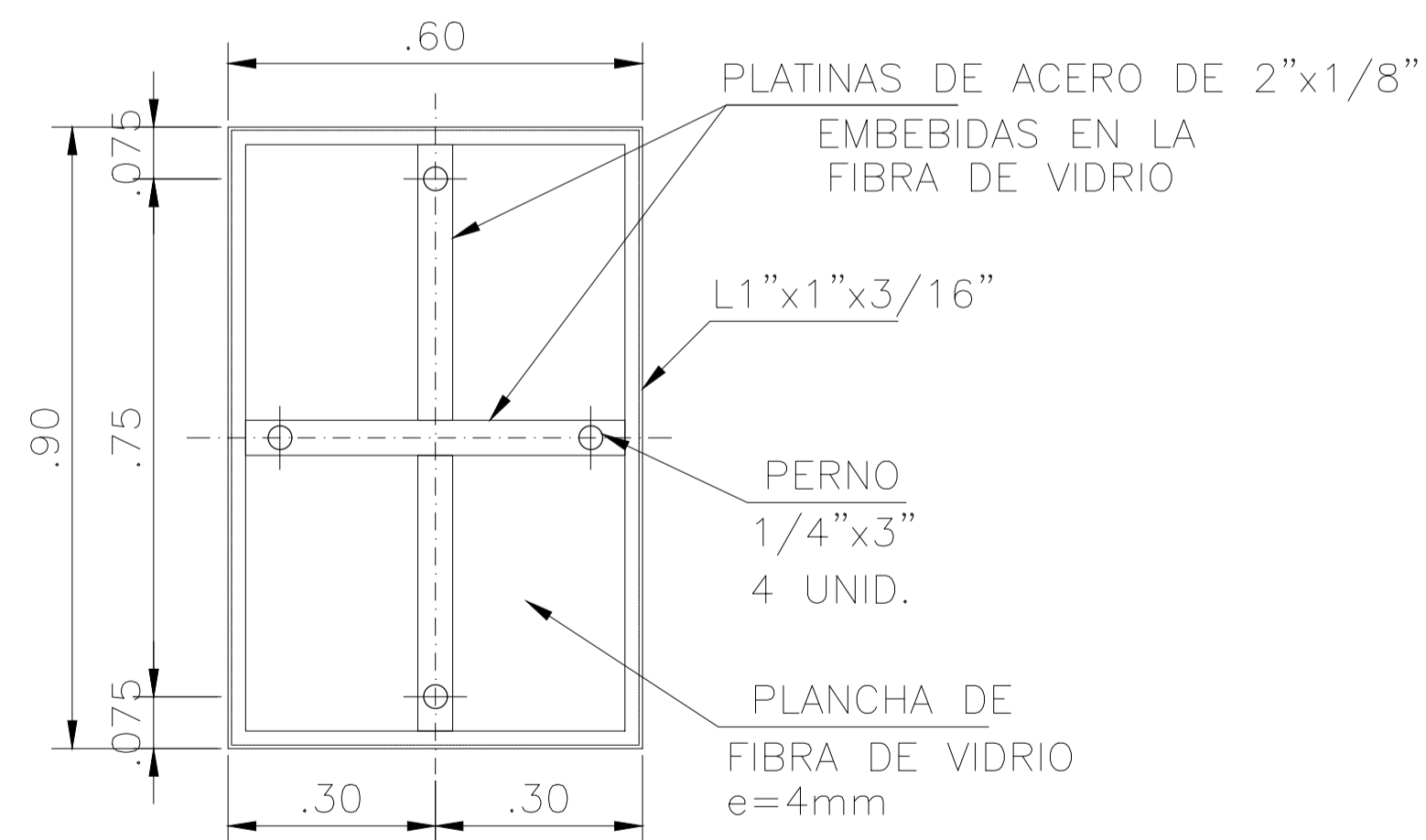


VISTA FRONTAL ESC 1/20

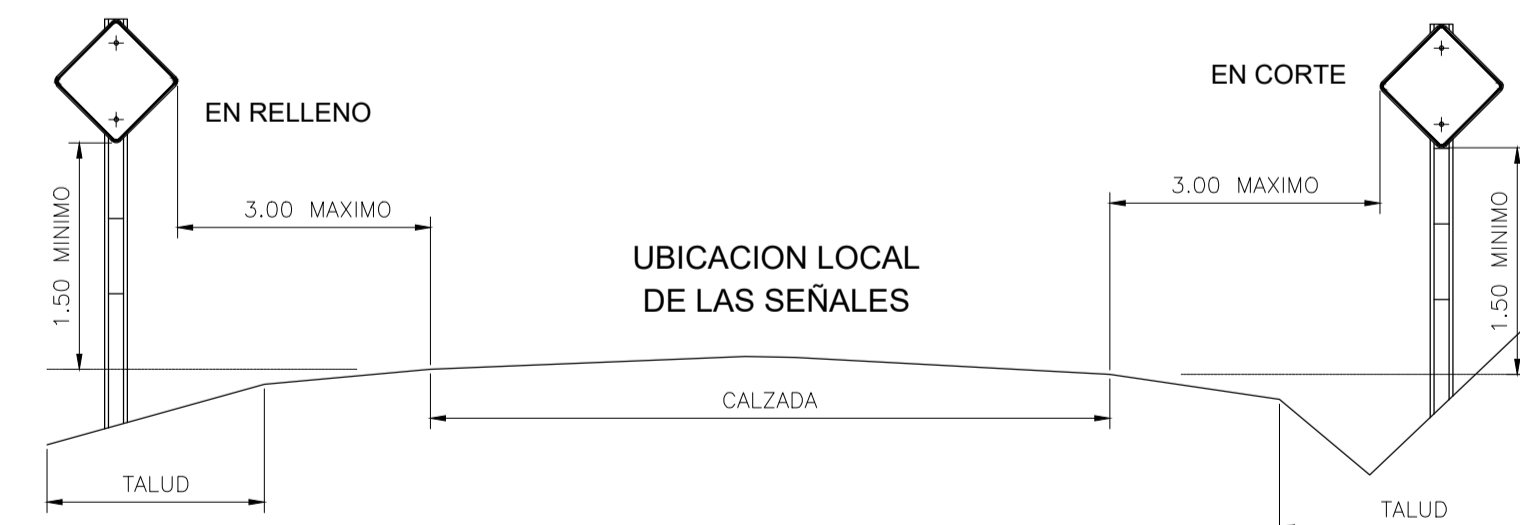
VISTA LATERAL ESC 1/20



REFUERZO DE SEÑAL REGLAMENTARIA ESC 1/10

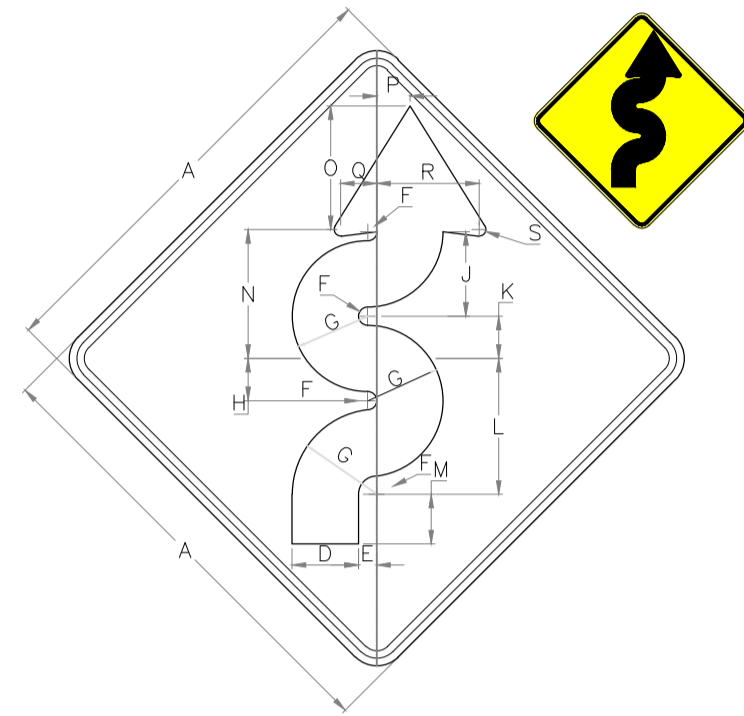


DIMENSIONES DE POSTES SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS ESC 1/50

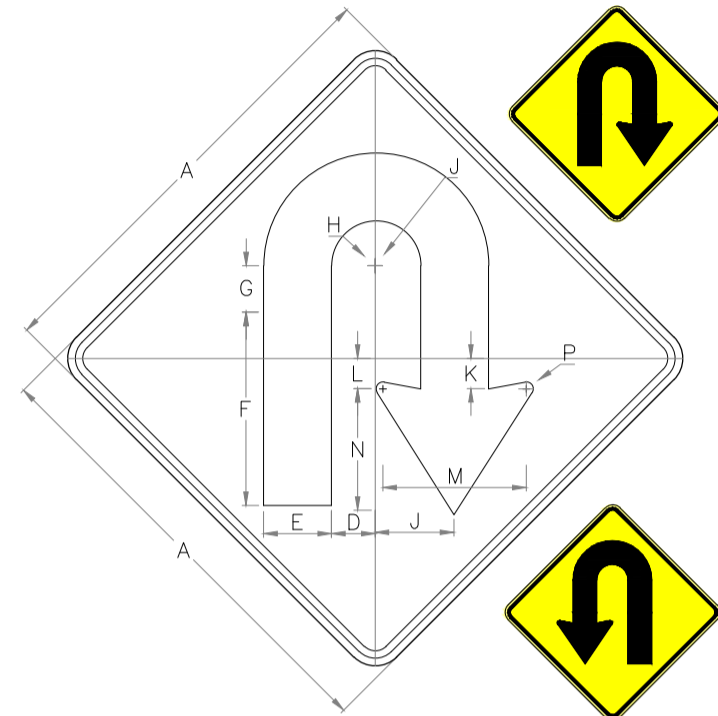


SEÑALES PREVENTIVAS ESC 1/10

P-5-1 CAMINO SINUOSO (DERECHA)



P-5-2A CURVA EN U - DERECHA



P-7(B) PENDIENTE FUERTE DE BAJADA

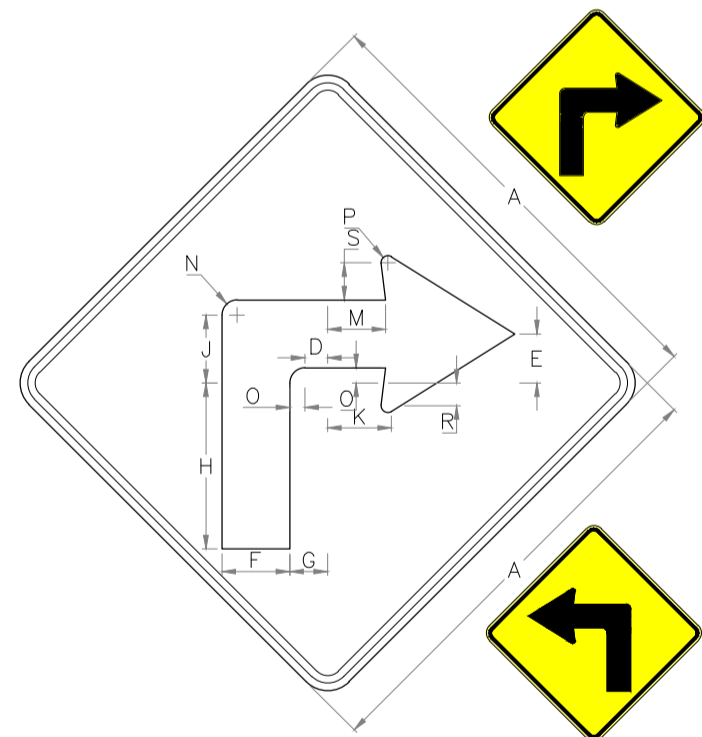


P-5-2A CURVA EN U IZQUIERDA

| P-5-1 | | DIMENSIONES (milímetros) | | | | | | | | |
|---------|--|--------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | J |
| 600x600 | | 600.0 | 10.0 | 10.0 | 90.0 | 44.0 | 22.0 | 112.0 | 97.0 | 134.0 |
| | | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| | | 37.0 | 231.0 | 25.0 | 174.0 | 168.5 | 45.0 | 54.0 | 144.0 | 9.0 |

| P-5-1 | | DIMENSIONES (milímetros) | | | | | | |
|---------|--|--------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| | | A | B | C | D | E | F | G |
| 600x600 | | 600.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 90.0 | 195.0 | 122.8 |
| | | H | J | K | L | M | N | P |
| | | 59.1 | 149.1 | 40.3 | 42.6 | 190.1 | 68.8 | 9.0 |

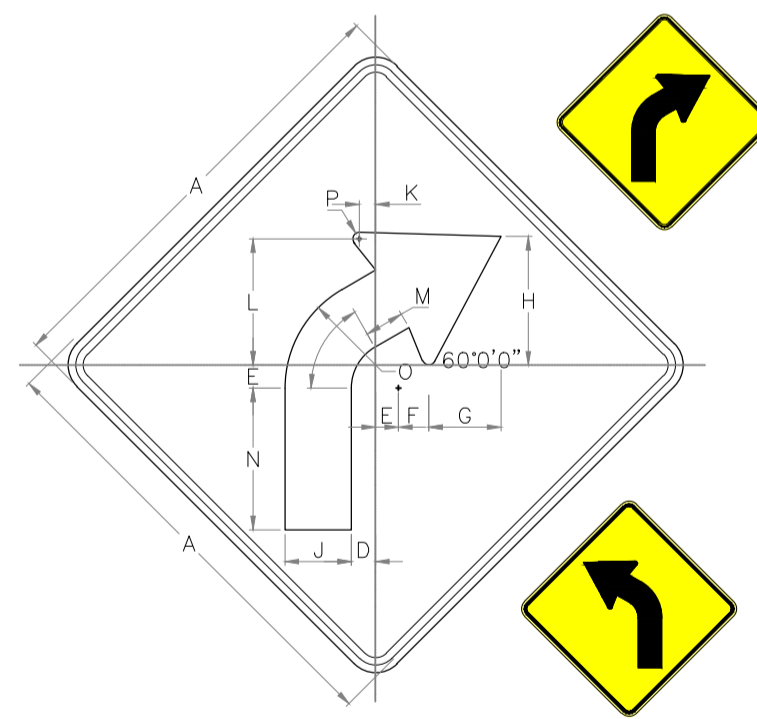
P-1A CURVA PRONUNCIADA
A LA DERECHA



P-1B CURVA PRONUNCIADA
A LA IZQUIERDA

| P-1A | | DIMENSIONES (milímetros) | | | | | | | |
|---------|--|--------------------------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| P-2B | | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 600x600 | | 600.0 | 10.0 | 10.0 | 30.0 | 65.0 | 90.0 | 50.0 | 220.0 |
| | | J | K | L | M | N | O | P | |
| | | 110.0 | 80.0 | 248.5 | 77.0 | 60.0 | 20.0 | 9.0 | |

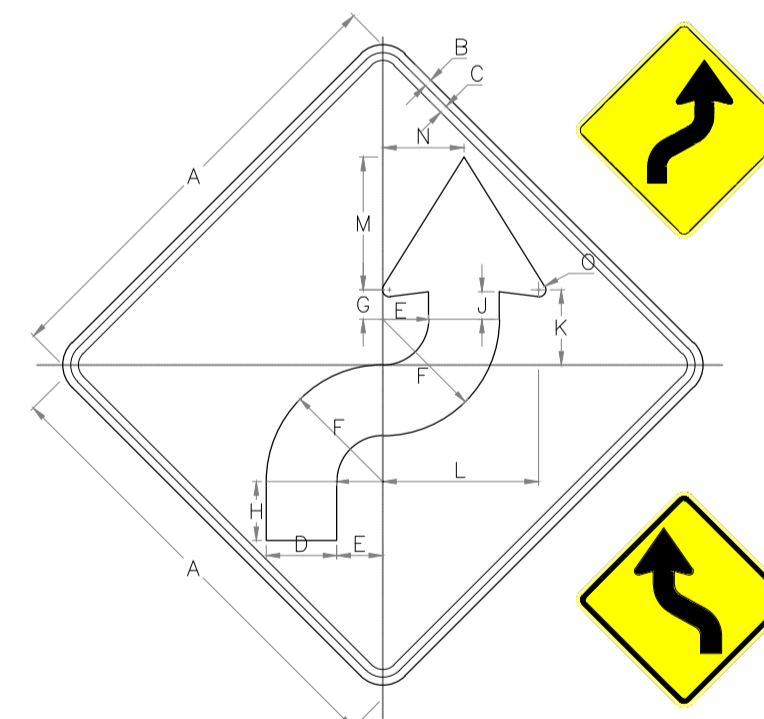
P-2A CURVA A LA DERECHA



P-2B CURVA A LA IZQUIERDA

| P-2A | | DIMENSIONES (milímetros) | | | | | | | |
|---------|--|--------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| P-2B | | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 600x600 | | 600.0 | 10.0 | 10.0 | 34.0 | 34.0 | 38.0 | 100.0 | 176.0 |
| | | J | K | L | M | N | O | P | |
| | | 90.0 | 22.6 | 172.0 | 53.0 | 190.0 | 158.0 | 9.0 | |

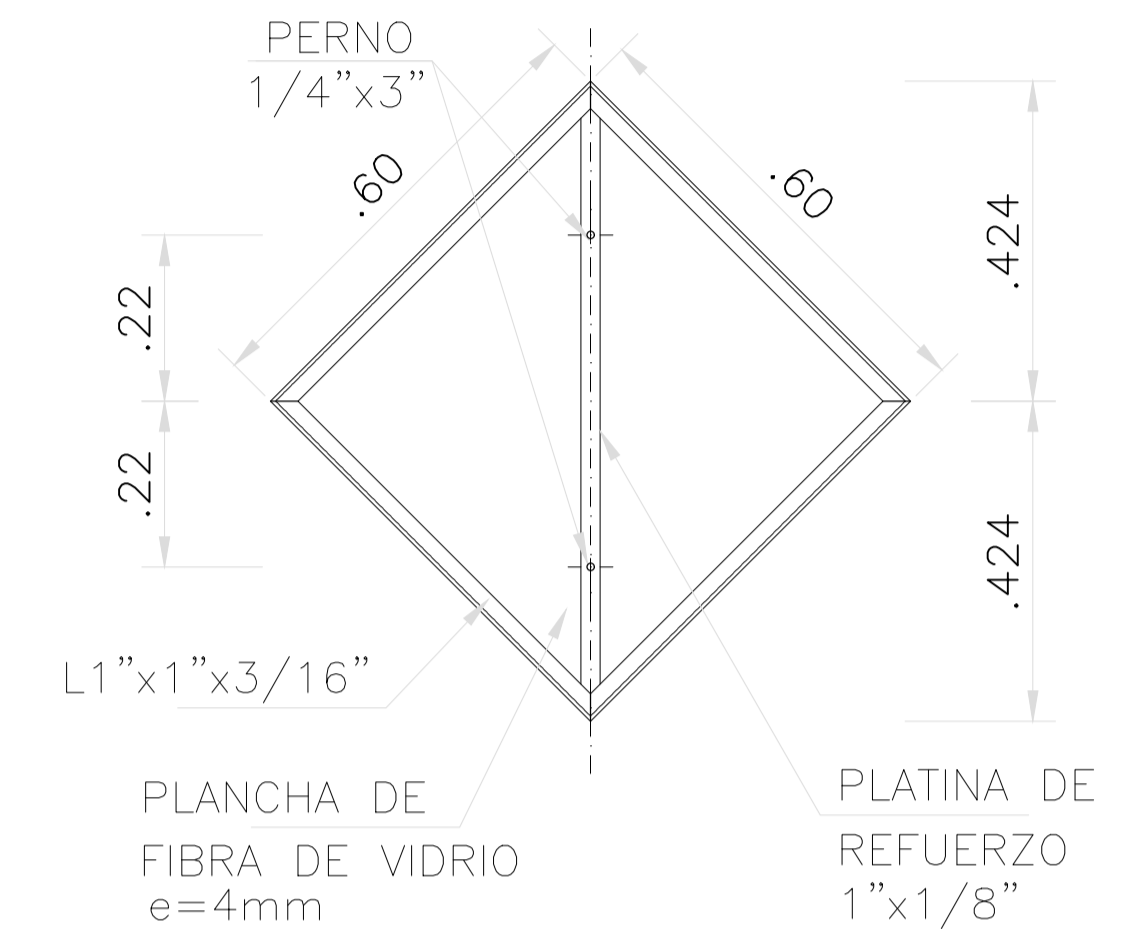
P-4A CURVA Y CONTRACURVA
(DERECHA - IZQUIERDA)



P-4B CURVA Y CONTRACURVA
(IZQUIERDA - DERECHA)

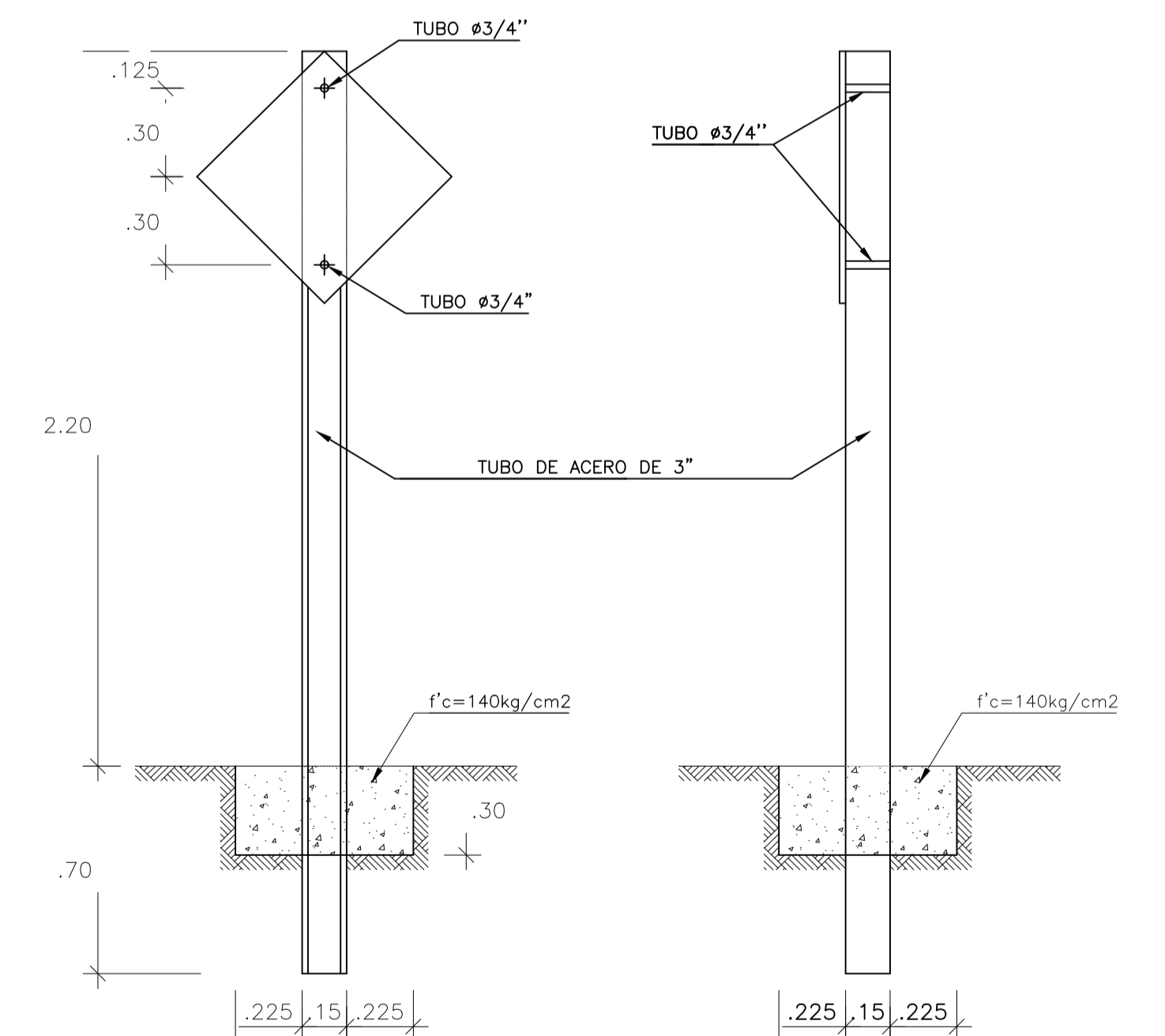
| P-4A | | DIMENSIONES (milímetros) | | | | | | |
|---------|--|--------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|
| P-4B | | A | B | C | D | E | F | G |
| 600x600 | | 600.0 | 10.0 | 10.0 | 90.0 | 58.5 | 148.5 | 38.0 |
| | | H | J | K | L | M | N | O |
| | | 75.0 | 35.0 | 96.5 | 198.0 | 168.5 | 103.5 | 9.0 |

REFUERZO DE SEÑAL PREVENTIVA ESC 1/10



VISTA FRONTAL
ESC 1/20

VISTA LATERAL
ESC 1/20

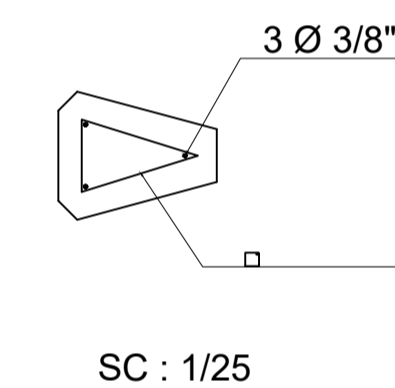
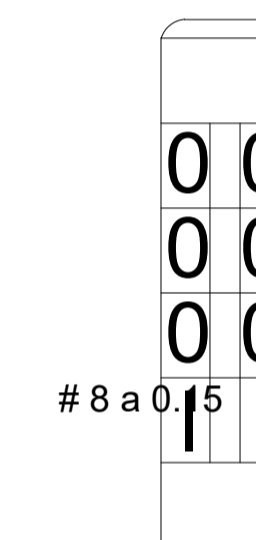
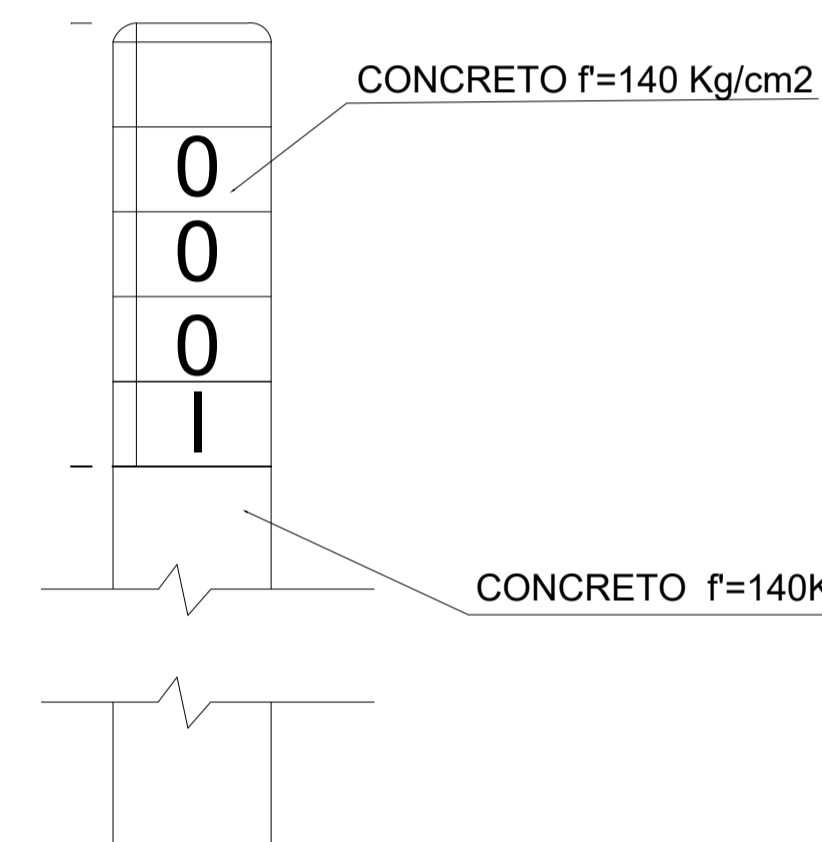


SEÑALES INFORMATIVAS
ESC 1/75



DADO DE CONCRETO
f_c=140Kg/cm²
0.30m x 0.30m x 0.80m

HITO KILOMETRICO
ESC 1/50



CONCRETO: f_c=140 Kg/cm²
 ARMADURA: ACERO DE REFUERZO 3 Ø 3/8" ESTRIBOS DE ALAMBRE N°8 A 0.15 LON. 1.20 m
 INSCRIPCION: EN BAJO RELIEVE DE 12 mm DE PROFUNDIDAD LOS POSTES SE PINTAN DE BLANCO CON BANDAS NEGRAS, CON TRES MANOS DE PINTURA ÓLEO
 CIMENTACION: CONCRETO f_c = 140 Kg/cm²