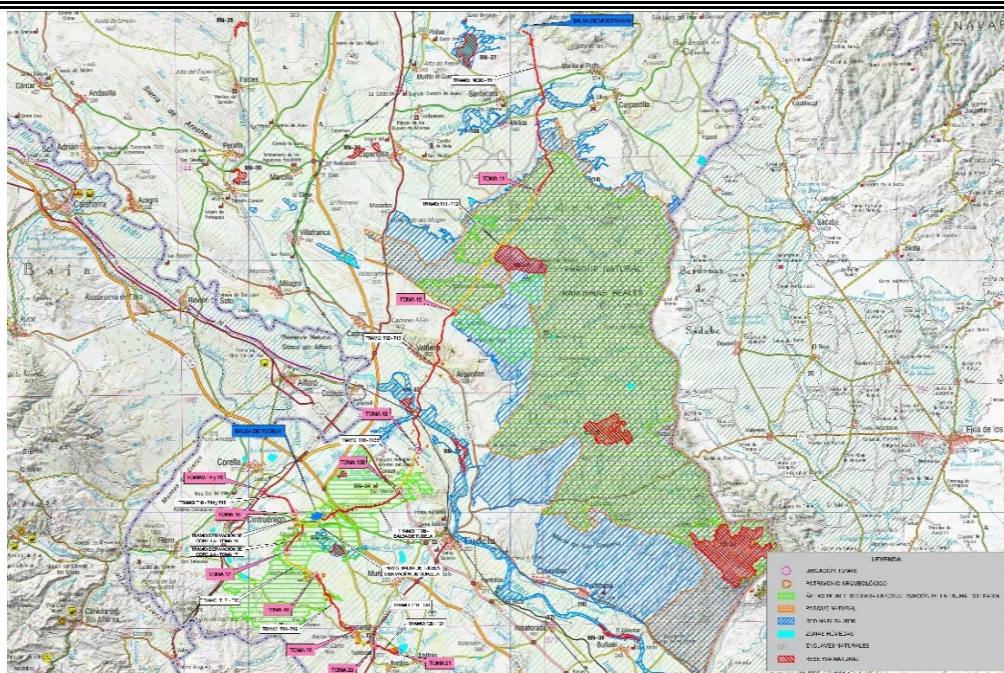


ACTUACIÓN:

CANAL DE NAVARRA

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA



DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº 17. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

PROVINCIA:

NAVARRA

PRESUPUESTO:

291.883.946,82 €

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

D. José María Serra Llena, ICCP.

EMPRESA CONSULTORA:

eptisa INGIOPSA

INGENIEROS AUTORES
DEL PROYECTO:

D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera, ICCP.
D. Juan Ortas González, ICCP.

ANEJO N° 17. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

ÍNDICE

| | Página |
|-------------------------------|---------------|
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO..... | 1 |
| 2. CONTENIDO DEL ANEJO..... | 1 |

APÉNDICE 17.1 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS CONDUCCIONES

APÉNDICE 17.2. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EN LA Balsa E TUDELA

APÉNDICE 17.3. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EN LA Balsa DE MOSTRAKAS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La construcción de la infraestructura relacionada con la segunda fase del Canal de Navarra es una actuación que puede dividirse en tres grandes actuaciones:

1. La construcción de las conducciones, cerca de 80 km de conducción.
2. La construcción de una gran balsa en la zona de Montes del Cierzo, la balsa de Tudela.
3. La construcción de una almenara y una balsa de regulación en el inicio del canal.

Cada una de esas infraestructuras es una gran obra en sí misma y cada una de ellas tiene un buen número de unidades de obra, alguna de ellas complejas y/o claves para el buen desarrollo de la obra en general.

A lo largo de este anejo se van a explicar los procedimientos constructivos de aquellas unidades de obra que son claves para cada una de las tres infraestructuras incluidas en la Segunda fase del Canal de Navarra.

2. CONTENIDO DEL ANEJO

El anejo contiene tres apéndices uno para cada una de las infraestructuras:

- ✓ El apéndice 17.1 Es el procedimiento constructivo de las conducciones. En el que se va a hablar del movimiento de tierras, de la instalación de la tubería, de las hincas y de los tratamientos especiales.
- ✓ El apéndice 17.2 Es el relativo a la balsa de Tudela, en el que se hablará de la formación del dique de la balsa y de los tratamientos del cimiento previstos.
- ✓ Por último, en el apéndice 17.3, relativo a la balsa de Tudela, se tratará el procedimiento constructivo relativo a la disposición de la lámina impermeable.

El Ingeniero Autor del Proyecto



D. Rafael Fernández-Ordóñez Cervera.

Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.

Colegiado N° 11.444

ANEJO: 17.1 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS. CONDUCCIONES

ÍNDICE

| | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. OBJETO..... | 3 |
| 2. MOVIMIENTO DE TIERRAS E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA | 3 |
| 2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS | 3 |
| 2.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO | 5 |
| 2.2.1. Replanteo..... | 5 |
| 2.2.2. Apertura de pista y operaciones de desbroce y retirada de tierra vegetal | 6 |
| 2.2.3. Retirada y acopio de la tierra vegetal..... | 7 |
| 2.2.4. Excavación de tierras..... | 7 |
| 2.2.5. Achiques | 7 |
| 2.2.6. Acopios y operaciones intermedias | 8 |
| 2.2.7. Instalación de la tubería..... | 8 |
| 2.2.8. Rellenos..... | 19 |
| 3. EJECUCIÓN DE HINCAS | 23 |
| 3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS | 23 |
| 3.2. POZOS DE ATAQUE Y EXTRACCIÓN DE HINCAS EJECUTADOS CON PANTALLA CONTINUA .. | 25 |
| 3.2.2. Dimensión de los pozos de ataque ejecutados con pantalla continua | 27 |
| 3.2.3. Dimensión de los pozos de extracción ejecutados con pantalla continua | 28 |
| 3.2.4. Fases constructivas | 29 |
| 3.2.5. Procedimiento constructivo de pozos ejecutados con pantalla continua. | 30 |
| 3.3. HINCA CON ESCUDO ABIERTO | 37 |
| 3.3.1. Ambito de actuación | 37 |
| 3.3.2. Características generales | 37 |
| 3.3.3. Maquinaria | 38 |
| 3.3.4. Tubería..... | 42 |
| 3.3.5. Procedimiento de ejecucion..... | 43 |
| 3.4. HINCA CON ESCUDO CERRADO | 46 |
| 3.4.1. Ámbito de actuación | 46 |
| 3.4.2. Características generales | 47 |
| 3.4.3. Maquinaria | 47 |
| 3.4.4. Procedimiento de ejecución..... | 52 |
| 3.5. TRATAMIENTOS ESPECIALES | 54 |
| 3.5.1. Inyecciones de relleno del gap | 54 |
| 3.5.2. Inyecciones con gel de silicatos..... | 54 |
| 3.5.3. Pantalla de micropilotes..... | 54 |

| | | |
|---------|------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6. | CONTROL DE SUBSIDENCIAS | 54 |
| 3.7. | INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN EL INTERIOR DE LA HINCA | 58 |
| 3.7.1. | Preparación tubos de hormigón..... | 59 |
| 3.7.2. | Instalación de tubería | 59 |
| 3.7.3. | Unión provisional de tubos | 61 |
| 3.7.4. | Posición de unión de tubos..... | 61 |
| 3.7.5. | Tipo de rodamientos | 62 |
| 3.7.6. | Sistema de protección del manguito termorretráctil..... | 65 |
| 3.7.7. | Sistema de tracción del tubo | 66 |
| 3.7.8. | Sistemas de retención | 67 |
| 3.7.9. | Relleno entre tubo de hormigón y tubería de acero..... | 67 |
| 3.7.10. | Cierres | 68 |
| 4. | PANTALLA DE MICROPILOTES | 68 |
| 4.1.1. | Ámbito de actuación | 68 |
| 4.1.2. | Procedimiento..... | 69 |
| 4.1.3. | Control de subsidencias | 71 |

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto exponer los principales procedimientos constructivos singulares de aplicación a la construcción de las conducciones y no los considerados como convencionales.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS E INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

El presente proyecto contempla diversas secciones tipo función de la profundidad excavada, pendiente del terreno y características geotécnicas del mismo.

Las dimensiones de las tipologías de zanjas y su tramificación se expone en el Anejo 7 y Documento nº2: Planos.

El trazado de las conducciones ha sido tramificado partiendo de un P.K. 0+00 ubicado a unos 250 m de la conexión al Canal de Navarra (final de la Primera Fase)..

La conducción se ha tramificado por tramos entre tomas con inicio siempre en la toma con su propio PK 0+00 y que finaliza en la toma siguiente con el PK correspondiente. Por otro lado, la conducción queda tramificada internamente por el número de tuberías y diámetro, el espesor de las tuberías, el timbraje de la valvulería, las secciones tipo y el talud de excavación adoptados.

Con carácter general, las conducciones discurren por terrenos cuaternarios y sustratos terciarios de lutitas con intercalaciones de areniscas. El suelo se considera excavable y ripable en general requiriéndose de forma localizada el empleo de martillo o uso de voladura.

La caracterización geotécnica de las excavaciones obliga que en gran parte del trazado sea necesario el uso de bombeos de achique continuados, tanto por la alta presencia freática como por las condiciones temporales en las que se ejecutarán las obras en presencia de riego.

Se intentará siempre que la totalidad del material excavado sea utilizado en los rellenos de la zanja. Será necesario prever en la excavación la utilización de martillo o ripper en suelos cementados, lutitas o tramos con presencia de yesos.

Para la reutilización de suelos de riñoneras o cobertura será necesario realizar operaciones de selección, machaqueo o cribado.

El contratista deberá realizar la planificación pertinente para la reutilización de los materiales del movimiento de tierras teniendo en cuenta la caracterización geotécnica del tramo que atraviesa, y en consecuencia las operaciones necesarias de optimización para su reutilización en la obra y según su uso (cama de apoyo, relleno de riñoneras o relleno de cobertura):

- Los materiales del sustrato Terciario se extenderán y se fragmentarán mediante el paso de bulldozer o rodillo varias veces para poder utilizarse en el relleno de la zanja. Podrán utilizarse como suelos

ordinarios (Suelos SC4), bien en el relleno de riñoneras limitando el tamaño de los fragmentos a 3 cm, o bien en el relleno de cobertura donde se limita el tamaño de los fragmentos ripados a 15 cm.

- Las formaciones con un predominio en materiales competentes, niveles de areniscas de las Fcs. Cascante y bancos de la Unidad Olite podrán ser utilizados como Relleno de Cobertura en su zona alta.
- Los materiales yesíferos y arcillo-yesíferos de la Fm. Lerín únicamente pueden ser empleados como relleno de cobertura en zona alta, limitando el tamaño de los fragmentos de yeso a 15 cm. Se aconseja el extendido del material para desmenuzarlo mediante el paso de rodillo o bulldozer con las pasadas necesarias y el empleo de martillo para reducir el tamaño de los fragmentos que puedan quedar.
- Los suelos detríticos finos procedentes de la excavación de suelos coluviales, fondos de valle y horizontes aluviales someros de niveles de terraza aluvial inferior, podrán utilizarse como suelos seleccionados (suelos SC4) para su empleo en el relleno de riñoneras o como suelos ordinarios en el relleno de cobertura. Los suelos excavados bajo freático deberán ser acopiados el tiempo suficiente para su posterior puesta en obra que permita su adecuada compactación. No obstante, los suelos blandos y saturados es posible que no puedan utilizarse para realizar rellenos ya que sería costoso su secado. Tampoco pueden utilizarse los suelos correspondientes a meandros abandonados, suelos arcillo-arenosos de tonos oscuros y negros, debido a su contenido en materia orgánica y plasticidad.
- Los suelos granulares procedentes de zanjas excavadas en niveles de terraza aluvial, glacis o suelos coluviales conforman suelos seleccionados SC2-SC3 en función del porcentaje de finos de la matriz. Podrán ser empleados como cama de apoyo de la tubería, relleno de riñoneras o relleno de cobertura, siendo necesario en todos los casos la selección, cribado y machaqueo de las gravas excavadas para cumplir, según el uso, las siguientes especificaciones:
 - Cama de apoyo de material granular: Suelos granulares seleccionados SC2 con 2,5 cm de tamaño máximo de canto y finos no plásticos. Exige un control exhaustivo en la selección del acopio granular, así como del machaqueo y cribado de las gravas, siendo lo más recomendable el suministro del material desde plantas de selección y tratamiento.
 - Relleno de riñoneras: Suelos granulares seleccionados (SC2-SC3) con tamaño máximo de 3 cm.
 - Relleno de cobertura: Gravas con tamaño máximo de canto de 15 cm.

En todos los casos, los materiales excavados bajo freático deberán ser acopiados el tiempo suficiente para su posterior puesta en obra de forma que permitan su adecuada compactación.

Para la ejecución del movimiento de tierras se ha contemplado el acopio de las tierras en caballones adjuntos a la propia excavación. Igualmente para el excedente de tierras se contemplan vertederos a una distancia media de 2,0 km. La altura media de relleno en estos vertederos será de 1,0 m. Una vez terminada la operación de

extendido y descompactación de superficie se procederá a la plantación de especies arbustivas y arbóreas y operaciones de integración paisajística.

En el tramo CN-T11 el trazado por el cortado de Santacara cuya pendiente requiere el estudio del procedimiento constructivo de instalación de la tubería, se ha contemplado minimizar la excavación en zanja y afección al cortado adoptando medidas especiales de integración paisajística y estabilización de la erosión incluyendo la tubería del Sector X que se encuentra en la actualidad al descubierto.

El proyecto contempla la ejecución de macizos de anclaje en tramos con pendiente superior a 30%, así como la ejecución de anclaje con muros de contención cada 38 m aproximadamente de forma que se contengan deslizamientos de rellenos. Complementariamente se ejecutará la estabilización del relleno de cobertura mediante la ejecución de geomallas dispuestas cada 1,5 m en altura y abarcando la anchura de relleno. Finalmente se dispondrá de fajas cada 5,0 m y se procederá a la plantación de especies arbustivas y arbóreas en el talud.

El procedimiento constructivo de este tramo requerirá grúas de gran tonelaje y medidas de contención especiales.

A lo largo de la traza se han distinguido zonas con estrangulamientos en la banda de expropiación temporal que requerirán un acopio intermedio y una ejecución de la excavación con un frente de ataque único.

A partir de la derivación de Corella el trazado discurre hacia la Laguna de Lor en el Término Municipal de Cascante donde son numerosos los yacimientos arqueológicos. El trazado discurre serpenteando alrededor de los yacimientos sin afección a los mismos. De igual forma se ha reducido la banda de ocupación temporal de forma que será necesario la ejecución de procesos de excavación de forma seleccionada con acopios de tierra desplazados.

2.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

2.2.1. Replanteo

Realizados los trabajos de replanteo en lo que será Instalación y Base de Obra, se procede al replanteo del trazado de la tubería, zonas de acopio, etc., para lo que se utilizan los datos suministrados por el Proyecto (listado de coordenadas, alineaciones y ángulos entre ellas, planos de planta y perfil, planos parcelarios, etc.).

Es importante indicar que a lo largo de la traza se ha definido una banda de expropiación temporal y acceso por caminos agrícolas. En la banda de expropiación temporal se distinguen zonas de acopio intermedio y vertederos para uso de excedentes de tierras que deberán ser regenerados ambientalmente.

Se replantea el eje de la tubería colocando una estaca de 50 x 50 mm aproximadamente, con la cabeza pintada de rojo o amarillo para su fácil localización, clavada en el terreno de manera que sobresalga al menos unos 0,50 m.

Se coloca una estaca en cada vértice, y cuando dos de estos vértices estén muy alejados, se dispone algún vértice auxiliar intermedio. Después se van colocando estacas en las alineaciones entre vértices, con una separación entre ellas que es función de la vegetación y el relieve del terreno, pudiéndose indicar un mínimo de 20 m en terrenos accidentados, boscosos y en zonas de curva, y un máximo de 150-200 m en terrenos llanos y exentos de vegetación. Es conveniente comprobar el trazado replanteado con los planos parcelarios y, en definitiva, procurar adaptarlo a éstos, para evitar cambios importantes en las ocupaciones a propietarios afectados.

Una vez replanteado el eje de la tubería, se implantan dos estacas, una a cada lado de la del eje, llevando con cinta la anchura de la pista de obra, es decir, los límites de la ocupación temporal indicada para el desarrollo de los trabajos. Estas estacas pueden ser más finas que las primeras, por ejemplo de 40 x 20 mm aprox., pero en cambio deben ser mas altas, para que sobresalgan del suelo del orden de 1 m, y así ser bien visibles desde las máquinas. Posteriormente a la apertura de pista, e inmediatamente detrás de ella, se deben replantar con cinta otras estacas provistas de tablilla, como mínimo una cada 250 m, en las que se reflejará el punto kilométrico exacto de la traza. Esta operación no se hace en el primer replanteo, para que no queden afectadas por el avance de los equipos de excavación.

2.2.2. Apertura de pista y operaciones de desbroce y retirada de tierra vegetal

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes.

Una vez marcados los límites de la ocupación temporal se hace el despeje y desbroce de la vegetación; dependiendo del porte de los árboles, puede ser necesaria una tala previa, o bien comienza directamente la actuación del tractor empujador. La tierra vegetal se debe acopiar aparte, para su posterior extendido final en la fase de restitución.

Con anterioridad a las operaciones de desbroce, se localizarán y marcarán las estructuras, servicios subterráneos, etc., y se adoptarán todas las precauciones para evitar que tales instalaciones resulten dañadas en el curso de las operaciones de desbroce.

Los materiales han de quedar suficientemente troceados y apilados, con la finalidad de facilitar su carga, en función de los medios de que se disponga y las condiciones de transporte. Todos los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán retirados a los vertederos.

Para acometer las operaciones de excavación se ejecutarán las pistas de obra. La pista de obra es realmente sólo una explanación, sin firme, y su pendiente longitudinal es, en general, la del terreno en la traza.

En el sentido transversal, la pista debe ser tan horizontal como sea posible, permitiendo a las máquinas trabajar en condiciones normales de estabilidad. En terrenos de relieve accidentado, y para evitar importantes movimientos de tierras, convendrá realizar la pista en dos niveles (pista escalonada).

La pista debe ser transitable para las máquinas del tendido de la tubería, carecer de raíces y tocones, y tener una ligera pendiente para evacuación de las aguas de lluvia. Para evitar el embarramiento, los arroyos que crucen la traza se entubarán, con tubos de acero o de hormigón.

En esta fase se procederá a acondicionar también los caminos de acceso a la pista e incluso abrir algún camino nuevo. Durante el transcurso de la obra se deberá realizar una labor de mantenimiento de la pista (y de los caminos de acceso, en su caso) mediante motoniveladora, con objeto de que conserve su condición de vía de comunicación y acceso entre los diferentes tajos de la obra.

Igualmente se garantizará el acceso a las fincas colindantes.

2.2.3. Retirada y acopio de la tierra vegetal

Consiste en la operación de excavación de tierra vegetal de espesor comprendido entre 30 y 60 cm. La tierra vegetal se acopiará en caballones separados y diferentes a los del resto de las tierras.

2.2.4. Excavación de tierras

Consiste esta actividad en los trabajos de excavación de las tierras para ejecución de las zanjas proyectadas.

Al ser las zanjas de gran sección se podrá planificar la ejecución de la excavación con retroexcavadora desde coronación o mediante bulldozer desde el frente de excavación.

Para grandes alturas (mayores a 6,0 m) se ha previsto en uno de los lados una berma intermedia de 3,0 m de ancho, que además de garantizar la estabilidad de la zanja permita el tránsito de vehículos de carga.

Los productos de las excavaciones se depositarán a un solo lado de las zanjas, dejando libres los caminos de las riberas, acequias, etc., que puedan existir en las cercanías y de tal forma que no se afecte a la estabilidad de los taludes de las paredes laterales de la zanja.

Este material excavado, es susceptible de posterior utilización por lo que se deberá planificar la reutilización de materiales adoptando acopios intermedios si fuera necesario.

El fondo de la zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera posible, se compactará de nuevo con medios adecuados hasta la densidad original.

2.2.5. Achiques

A lo largo de gran parte de las excavaciones está prevista la presencia de agua, es por ello que será necesario adoptar medios de achique de gran capacidad.

Se ha de indicar que en las proximidades de los ríos y terrazas aluviales la presencia freática es alta y por lo tanto será necesario utilizar pozos de achique en las operaciones de excavación. Estos pozos serán ranurados donde se instalará el grupo de bombeo.

Al abrir el frente de excavación y disponiendo de una sección ancha, será necesario además dar salida a las aguas y comenzar la ejecución desde aguas abajo hacia aguas arriba.

2.2.6. Acopios y operaciones intermedias

El presente proyecto contempla la ejecución de operaciones de selección, cribado y machaqueo para reutilización de los materiales. Es importante que el contratista planifique dichas operaciones y su uso en función del tramo ejecutado.

Para la gestión de excedentes de la excavación se han seleccionado parcelas a lo largo de la traza que serán utilizadas como vertedero. Como criterio general, la altura media de recrido de dichas parcelas será de 1,0 m.

Tras las operaciones de relleno en parcelas, éstas se descompactarán en superficie y se realizarán las operaciones de integración ambiental.

2.2.7. Instalación de la tubería

La programación de la instalación de las tuberías se realizará presentando un programa de fabricación y transporte a obra. La programación se hará teniendo en cuenta la tramificación prevista, el tipo de acero y los espesores.

Es importante indicar que la tramificación de tuberías desarrollada en el proyecto ha procurado homogenizar los criterios hidráulicos (timbrajes), materiales (S275 o S355) y condicionantes mecánicos (altura de zanja, etc.) en timbrajes homogéneos y longitudes suficientemente razonables para permitir el adecuado rendimiento de la instalación, y a su vez no generar unos sobrecostos excesivos en materiales.

Todos los tubos deberán ir marcados de manera legible mediante estarcido u otro procedimiento de marcado indeleble.

Para la instalación de las tuberías se realizarán las siguientes operaciones:

2.2.7.1. Transporte a obra, acopios y alineación de tuberías

Se procederá a analizar los accesos y el tipo de transporte a utilizar. Los camiones estarán provistos de dispositivos de apoyo sobre cuñas y protecciones que garantizan la integridad de los tubos durante el transporte.

El transporte desde fábrica se realizará con medios adecuados a las dimensiones de los tubos, solicitándose si es el caso los permisos pertinentes para el transporte por carretera.



Antes de que el Contratista se haga cargo de los tubos se realizarán verificaciones cualitativas y cuantitativas: longitud, número de fabricación, diámetro interior y exterior, espesor, chaflanes, posibles daños en el revestimiento (caso de venir los tubos revestidos), etc. Los tubos que no cumplen las normas técnicas y lo acordado en el contrato son rechazados. En general, una causa muy común de defectos en los tubos la constituyen los choques en el transporte y afectan sobre todo a los extremos de los tubos. A los tubos dañados se les puede cortar un trozo del extremo y hacerles un nuevo achaflanado.

Llegado a obra podrá distribuirse a acopio o directamente en obra y en la alineación.



Se procurará que el movimiento de los tubos, una vez descargados, sea mínimo, por lo que la descarga se hará, en la medida de lo posible, cerca del lugar donde vayan a ser colocados, evitando que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

El acopio intermedio de los tubos en obra se hará en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera u otros dispositivos que garanticen su inmovilidad. El tiempo de almacenamiento deberá restringirse al mínimo posible, no debiendo prolongarse innecesariamente y, en cualquier caso, habrá que procurar la adecuada protección frente a posibles daños externos.



Llegados a la obra, los tubos deben ser descargados y distribuidos a lo largo del trazado, operación que recibe el nombre de alineación.

Cuando el terreno lo permite (pista casi llana y accesible fácilmente desde carretera) se hace la descarga directamente del camión-trailer sobre la pista por medio de una grúa todo terreno de brazo extensible y lo suficientemente largo para facilidad de movimientos, o también por medio de un tractor tiendetubos de pluma larga.

Los tubos se depositan unos a continuación de otros, a una distancia de unos 2 m del borde de la zanja y formando un ligero ángulo con el eje de la traza, con objeto de evitar que se dañen unos con otros en los extremos, facilitar la limpieza previa de las bocas antes de la soldadura y para facilidad de manipulación. Los tubos se apoyan en sacos terreros o de serrín, o bien en balas de paja, y acuñados ligeramente con tacos de madera de dimensiones aproximadas 15 x 20 x 70 cm.

Cada tubo se identifica desde la recepción, siguiendo un largo proceso hasta los planos finales de construcción, recogiendo todos los datos en el llamado "libro de tubos".

Una vez sale cada tubo del acopio para ser instalado, debe lavarse interiormente con agua a presión antes de su colocación en la zanja. Para ello se deberá tener a pie de obra una máquina hidrolimpiadora adecuada y en condiciones de uso. Se prestará especial atención a la zona interior de la campana de las tuberías con junta flexible, dado que la acumulación del polvo, arena y barro se suele producir en estos puntos.

2.2.7.2. Soldadura

a) Trabajos previos y aprobación de soldadores

Previo operación de soldadura se deberá redactar un procedimiento de soldadura para cada diámetro, grado y procedencia del acero, efectuando su homologación mediante las correspondientes pruebas mecánicas. También hay que proceder a la homologación de soldadores: el soldador que satisface unas determinadas pruebas es homologado, según la calidad de su trabajo, para una u otra de las funciones que hemos descrito anteriormente.

Los mejores son homologados para todas las pasadas y, entre ellos, los más rápidos se destinan al primer cordón. Otros son considerados aptos para la segunda pasada, las pasadas de llenado y de acabado, o incluso para las soldaduras de unión entre tramos, las cuales deben ser de calidad perfecta, y se hacen con equipos de soldadores diferentes que los de las soldaduras de línea.

b) Aproximación de tuberías

La instalación de tubos con junta abocardada se realizará montando los mismos en la zanja en el sentido ascendente de la pendiente, quedando el extremo hembra de cada tubo en el lado de aguas arriba.

Una vez realizado el acoplamiento inicial, se procederá a reducir al mínimo que permita la geometría del abocardado el gap existente entre los tubos, ajustando el giro de la junta según la geometría fijada en el replanteo.

En tubos y accesorios a unir con junta soldada a tope será necesario enfrentar un extremo del tubo o accesorio con su adyacente en todo su perímetro para el correcto soldeo.

A tal fin, se realizará un control geométrico entre tubo y tubo que permita por un lado el proceso de soldeo y por otro el mantenimiento de la alineación prevista.



Alineación de tuberías



Vista de acopladores y alineación de tubería

Una vez replanteado el tubo se procederá a enfrentar el perímetro de un tubo contra el otro utilizando "clamps" internos si fuese necesario. Una vez conseguido, se procederá a soldar puntos aislados con objeto de fijar ambos tubos y que no se muevan durante el soldado continuo posterior.

Antes de efectuarse la soldadura se comprobará la longitud mínima de contacto entre los dos extremos.

Antes de efectuarse la soldadura deberá asegurarse la inmovilidad de ambos tubos, para lo que se procederá a acoplar mediante punteo al menos tres tubos en el sentido ascendente de la pendiente.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería se procederá a taponar los extremos de la misma para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños. Al reanudarse los trabajos se revisará el interior de la tubería para verificar la ausencia de dichos elementos.

c) Proceso de soldadura

Una vez alojados y acoplados los tubos sobre los apoyos intermedios en la zanja, se procederá a la unión definitiva de los mismos mediante soldadura de la junta abocardada o soldadura a tope, según corresponda.

Las soldaduras se realizarán según lo indicado en la Norma UNE-EN 288-1-2-3:1993.

La soldadura se realizará únicamente por el lado interior de la unión. La unión simple cumple las condiciones de estanqueidad y resistencia requeridas, prefiriéndose la interior sobre la exterior por las condiciones de ejecución de la misma en la zanja.

Dadas las dimensiones de los diámetros de las conducciones, la soldadura se realizará desde el interior de la tubería.

Asimismo, deberá estudiarse en cada caso la conveniencia de efectuar las soldaduras en horario nocturno debido a las temperaturas que podrían alcanzarse en el interior de la tubería durante el día.

La ejecución de la soldadura incluye una serie de operaciones sucesivas, como son:

- La distribución de los apoyos.
- La colocación de los tubos sobre los apoyos (0,45-0,60 m sobre el suelo), por medio de tractores tiende-tubos
- La limpieza, tanto del interior de los tubos con un pistón como de la boca de los tubos y cepillados. El proceso de limpieza antes del soldeo consistirá en el cepillado y amolado de los bordes de la costura, eliminando cuidadosamente toda la cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, las manchas de grasa o pintura.
- La verificación de los extremos y comprobación de los chaflanes, reparando en caso necesario el chaflán o la parte del borde que resulte defectuosa.
- Los tubos son enfrentados mediante maniobra del tractor tiendetubos y con la ayuda de un acoplador interno o externo, consiguiendo que queden fijos los extremos de cada dos tubos que se van a soldar; el acoplador será interno y usualmente neumático, para diámetros grandes y medianos, y externo para pequeños diámetros. En las soldaduras de unión de tramos se emplea siempre un acoplador externo cualquiera que sea el diámetro, por la propia índole del trabajo. En tubos con soldadura longitudinal hay que presentar los extremos de ésta de forma alternada. En tubos con soldadura helicoidal ésta debe desfasarse 90°.
- Y a continuación empiezan a depositarse los cordones de soldadura o pasadas, cuyo número depende del espesor y diámetro del tubo. El primer cordón es el más delicado de aplicar, pues debe tener el espesor suficiente para resistir los esfuerzos a los que queda sometida la conducción cuando el tiendetubos la deja sobre los apoyos de madera, pero el metal no debe desbordar por el interior de la junta. Para que la penetración del cordón de soldadura sea correcta, es preciso que el cordón sea tangente a la superficie interior del tubo.
- Después vienen el segundo cordón, el cordón (o los cordones) de llenado y el cordón de acabado. Cada cordón es cepillado antes de depositar el siguiente, y así hasta el último. La ejecución de los cordones primero y segundo es la operación clave en la obra y necesita soldadores altamente especializados.

- El número de cordones de llenado necesario depende del espesor de los tubos, del grosor de los electrodos utilizados y de la manera de actuar del soldador. Cuando el chaflán está lleno, se aplica una última pasada, llamada de acabado, cobertura o de limpieza, que recubre las precedentes desbordando los extremos del chaflán unos 0,8-1,6 mm a cada lado. Cada vez que se termina una pasada, los equipos se desplazan en el sentido de avance de la obra, para realizar la misma operación con un nuevo tubo.

La soldadura de la conducción es, en general, una operación manual, cuyo procedimiento utilizado es la soldadura al arco eléctrico con electrodo metálico revestido, que puede ser de diversos tipos, siendo el celulósico de los más utilizados. Una corriente eléctrica de 300-400 A producida por un generador, llamado también puesto de soldadura, es conducida mediante un cable hasta el electrodo que mantiene en su mano el soldador, con ayuda de una pinza. Para la soldadura de línea es muy común utilizar el tractor de soldadura, máquina compacta y automotriz, que se coloca en cabeza del tren de soldadura. Consiste en un tractor de cadenas, provisto de dos o cuatro grupos de soldadura, grupo electrógeno para las amoladuras, pluma para manejar los tubos y compresor para el acoplador interno.

Previo al inicio de la soldadura en sí misma, puede ser necesario hacer un precalentamiento, con el fin de frenar la velocidad de enfriamiento en la zona a soldar, eliminar humedades y evitar el agrietamiento en el metal de la soldadura o en la zona afectada por el calor. Es recomendable extender el precalentamiento a una zona de unos 100 mm a ambos lados de la zona a soldar. La temperatura de precalentamiento suele ser de unos 50 °C (150 °C en las soldaduras de reparación). No debe hacerse el precalentamiento con soplete oxiacetilénico u oxipropano, siendo el proceso más adecuado el de antorcha de propano.



Entre la conducción y el electrodo se produce un arco eléctrico, que lleva al metal del tubo y al del electrodo a su temperatura de fusión. El revestimiento del electrodo funde también y aporta a la mezcla de los dos metales los elementos químicos que necesita para presentar, después del enfriamiento, propiedades mecánicas idénticas o mejores que las del metal de la conducción.

Los cordones de soldadura se pueden aplicar de abajo a arriba o al contrario. La soldadura hacia arriba es más segura, pero la soldadura descendente es mucho más rápida. Esta segunda requiere mayor habilidad del soldador.

El tiempo entre pasadas está limitado a 5 minutos, especialmente entre la primera y la segunda, para evitar ciclos de calentamiento que alteren la estructura metalúrgica del material.

Hay que tratar con cuidado los electrodos para que no se dañe su revestimiento, almacenándolos si es necesario en estufas. Esto es obligatorio para electrodos de revestimiento básico, utilizados en las uniones de tramos. También es conveniente comprobar que los lotes de electrodos utilizados tienen su correspondiente certificado de fabricación con ensayos mecánicos y análisis químico para cada lote.

En caso de duda se ensayan muestras de electrodos elegidos al azar.

Una ligera lluvia no debe parar el tajo de la soldadura, siempre que se disponga de amplios parasoles, que sirvan de abrigo a los soldadores, tanto frente a la lluvia como frente al sol. El viento desvía el arco fuera de la junta a soldar, e incluso lo puede apagar. Además, si viene cargado de arena o polvo, puede introducir en el metal en fusión partículas minerales que perjudiquen la homogeneidad de la soldadura. Se pueden disponer paravientos que protejan tanto al soldador como a la junta. Se debe de parar la soldadura cuando la temperatura baja de -4°C . Cuando está comprendida entre -4° y 4°C es conveniente calentar los extremos de los tubos a unir por medio de un soplete de propano. Esta operación, llamada precalentamiento se efectúa precisamente antes del acoplamiento, delante del equipo de primera pasada. Cuanto más alta sea la calidad mecánica del acero del tubo, más cuidado hay que tener con la temperatura, por ejemplo, para acero de grado S275 JR, en cuanto la temperatura baja de 10°C , se debe de precalentar la boca de los tubos a unos 100°C .

A continuación se adjuntan los rendimientos medios en la soldadura función del diámetro (en m de tubería por turno de trabajo diario) :

| | Velocidad (cm/min) de soldadura | 1 pasada | | | 2 pasadas | | |
|---------|------------------------------------|----------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | | 10 | 15 | 18 | 10 | 15 | 18 |
| DN (mm) | 610 | 150 | 225 | 271 | 75 | 113 | 135 |
| | 660 | 139 | 208 | 250 | 69 | 104 | 125 |
| | 711 | 129 | 193 | 232 | 64 | 97 | 116 |
| | 762 | 120 | 180 | 217 | 60 | 90 | 108 |
| | 813 | 113 | 169 | 203 | 56 | 85 | 101 |
| | 864 | 106 | 159 | 191 | 53 | 80 | 95 |
| | 914 | 100 | 150 | 181 | 50 | 75 | 90 |
| | 1.016 | 90 | 135 | 162 | 45 | 68 | 81 |
| | 1.067 | 86 | 129 | 155 | 43 | 64 | 77 |
| | 1.118 | 82 | 123 | 148 | 41 | 61 | 74 |
| | 1.168 | 78 | 118 | 141 | 39 | 59 | 71 |
| | 1.219 | 75 | 113 | 135 | 38 | 56 | 68 |
| | 1.321 | 69 | 104 | 125 | 35 | 52 | 62 |
| | 1.422 | 64 | 97 | 116 | 32 | 48 | 58 |
| | 1.524 | 60 | 90 | 108 | 30 | 45 | 54 |
| | 1.626 | 56 | 85 | 101 | 28 | 42 | 51 |
| | 1.727 | 53 | 80 | 96 | 27 | 40 | 48 |
| | 1.829 | 50 | 75 | 90 | 25 | 38 | 45 |
| | 1.930 | 48 | 71 | 86 | 24 | 36 | 43 |
| | 2.032 | 45 | 68 | 81 | 23 | 34 | 41 |
| | 2.134 | 43 | 64 | 77 | 21 | 32 | 39 |
| | 2.235 | 41 | 62 | 74 | 21 | 31 | 37 |
| | 2.337 | 39 | 59 | 71 | 20 | 29 | 35 |
| | 2.438 | 38 | 56 | 68 | 19 | 28 | 34 |
| | 2.540 | 36 | 54 | 65 | 18 | 27 | 32 |
| | 2.642 | 35 | 52 | 62 | 17 | 26 | 31 |
| | 2.743 | 33 | 50 | 60 | 17 | 25 | 30 |
| | 2.845 | 32 | 48 | 58 | 16 | 24 | 29 |
| | 2.946 | 31 | 47 | 56 | 16 | 23 | 28 |
| | 3.048 | 30 | 45 | 54 | 15 | 23 | 27 |
| | 3.149 | 29 | 44 | 52 | 15 | 22 | 26 |
| | 3.251 | 28 | 42 | 51 | 14 | 21 | 25 |

d) Comprobación de soldadura

La soldadura se efectuará preferiblemente por la parte interior, de forma que no quede ningún poro, para conseguir una completa estanquidad, para lo cual todas las juntas se probarán con líquidos penetrantes y cuando proceda mediante radiografiado.



e) Reparaciones de soldaduras

En el caso de que se detecten imperfecciones en las soldaduras en los controles de calidad indicados en el apartado anterior, se procederá a su reparación.

Al igual que las soldaduras iniciales, las reparaciones deberán realizarse conforme a los procedimientos establecidos en la norma UNE-EN ISO 15614-1 por soldadores cualificados de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 9606-1.

Previo a la reparación de la soldadura, la zona dañada será convenientemente limpiada y pulida y una vez realizada la reparación, deberá ser supervisada conforme a los ensayos de control de calidad.

f) Revestimiento de las juntas

El revestimiento **en obra** se realizará como sigue:

- **Interior:** Una vez realizada la soldadura en el extremo macho se efectuará la preparación de la superficie mediante granallado en circuito cerrado de esta zona soldada con una limpieza mínima de grado Sa 2 ½.

Deben prepararse 50 mm a cada lado de esta zona proporcionando rugosidad al revestimiento existente para un correcto solapado. Esta operación puede que no sea adecuada con el granallado ya que puede estropearse demasiado el revestimiento existente y deba efectuarse con un lijado mecánico (grano 40).

Una vez preparada y limpia de polvo la superficie se aplicará el revestimiento interior sanitario (epoxi 100% sólidos) solapando con el revestimiento existente.

- **Exterior:** En la zona situada justo encima de la soldadura y cuyo revestimiento exterior haya sido dañado por la temperatura alcanzada y por este motivo deba llagarse al sustrato metálico se preparará la superficie mediante granallado en circuito cerrado con una limpieza mínima de grado Sa 2 ½.

Deben prepararse 50 mm a cada lado de esta zona, proporcionando rugosidad al revestimiento existente, para un correcto solapado. En caso de que esta operación no se realice adecuadamente con el granallado y se estropee demasiado el revestimiento existente, se efectuará con un lijado mecánico.

En la zona del extremo hembra, en la cual no se realiza soldadura, se aplicará un relleno de masilla de poliuretano monocomponente (de módulo medio) para suavizar el desnivel entre los tubos hembra y macho ensamblados y cerrar el pequeño espacio que pudiera haber quedado entre ellos.

Finalmente se colocarán los manguitos termorretráctiles como sellado de las juntas, en una anchura que comprenda como mínimo 75 mm más allá del extremo masillado y 150 mm más allá del extremo soldado. Deberán cumplir los requerimientos UNE 12068:1999 y AWWA C216-00.



g) Tapones

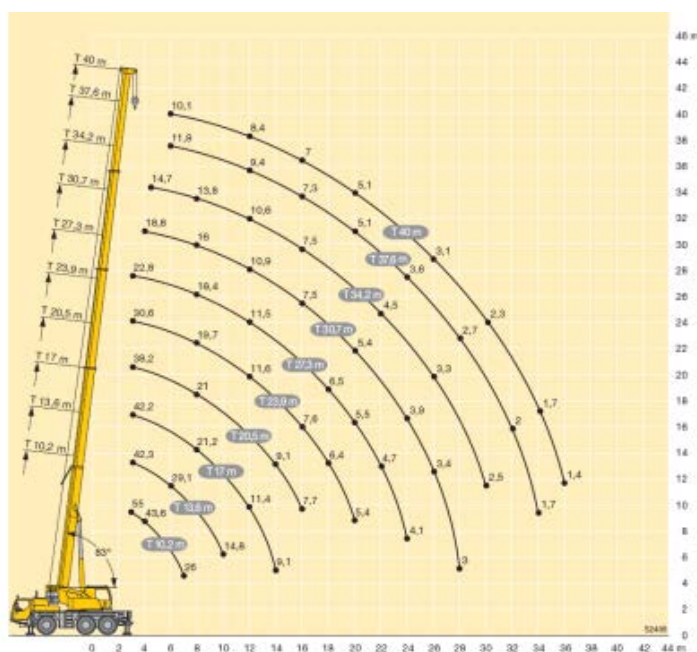
La principal y más sencilla de las precauciones a adoptar consiste en la instalación de tapones en los extremos de la tubería montada. Los tapones normalmente vienen suministrados con los tubos, y su suministro se debe

exigir con el pedido de la tubería. Dichos tapones deben permanecer colocados en los todos los tubos durante el transporte y el acopio

2.2.7.3. Bajada de la tubería a la zanja

La operación de colocación de la tubería en la zanja podrá realizarse con anterioridad o posterioridad a la operación de soldadura, siempre dependiendo de la tipología de zanja y su profundidad.

En esta operación resulta crítico la selección de grúas de gran tonelaje. La grúa elegida para la realización de esta tarea es la LIEBHERR LTM - 10550-3.2, que es capaz de izar una carga superior a 4.100 kg a una distancia de hasta 24 metros.



El descenso de la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados tales como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni a sus revestimientos.

2.2.7.4. Puesta en zanja

La puesta en zanja se hace inmediatamente después del revestimiento de las juntas. Previamente se habrá cuidado de que el fondo de la zanja esté uniforme, sin puntos altos, limpio y exento de piedras e irregularidades. En caso de terreno rocoso, la conducción no se deposita sobre el fondo de la zanja, sino sobre un lecho de material seleccionado (el propio material de la excavación sometido a un cribado previo, material de aportación o arena).

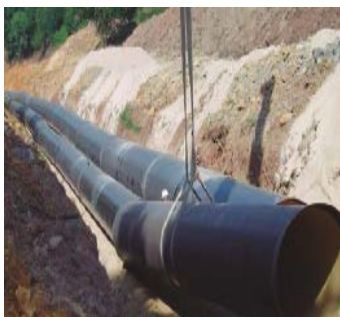


Vista de excavación en zanja y sobreanchos para soldadura



Vista de instalación de tubería

Para bajar la tubería a la zanja se utilizan tractores tiendetubos, que constituyen las máquinas idóneas para realizar esta operación.



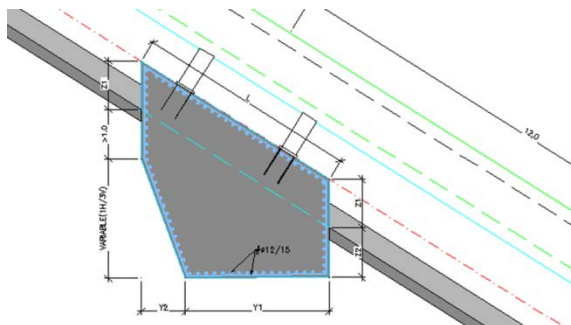
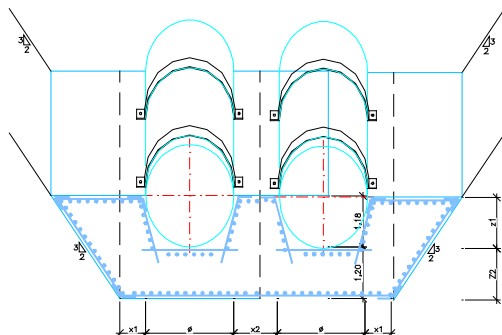
El procedimiento que permite alcanzar rendimientos más elevados y utilizar el menor número de tractores tiendetubos es el de puesta en zanja con diábolos. En este método, los tiendetubos soportan la tubería mediante unas ruedas neumáticas, lo cual les permite desplazarse soportando de forma continua a la tubería; ésta se deforma en forma de una curva en S, con la parte inferior de la S en el fondo de la zanja y la superior apoyada sobre los tacos de madera en la pista; los tiendetubos, al mismo tiempo que soportan el peso, van avanzando todos ellos a la vez, desplazando la S.

El procedimiento anterior no se puede utilizar en todos los casos, necesitando en general un terreno suave con pocas curvas en la tubería. En el caso de no ser así, se utilizan bandas, en lugar de diábolos, para sujetar la tubería y la puesta en zanja se realiza por tramos. Una vez formada la curva en S, el tiendetubos que ha depositado la tubería en el fondo de la zanja se desplaza hasta la posición que ocupa el siguiente y así sucesivamente hasta que todos los tiendetubos se han corrido un lugar y por tanto se puede poner en zanja otro tramo. Este procedimiento es más lento y requiere la utilización de un tiendetubos más de los que serían necesarios estrictamente para soportar el peso del tramo de tubería que se está poniendo en zanja.

En zonas de fuertes pendientes (superiores al 20%), y para evitar el arrastre de materiales del relleno posterior, se colocan, a determinada distancia (15-30 m en función de la pendiente) unas de otras, ataguías de sacos

terrerros, o eventualmente de arena y cemento, que ocupan toda la sección de la zanja y rodean la tubería. Deben permitir el paso del agua, por lo que se dejarán una especie de mechinales en sus puntos bajos.

Para el presente proyecto se ha previsto una zanja con base hormigonada que permitirá el anclaje de la tubería a dicha solera. La ejecución se ha previsto partiendo de abajo y en sentido ascendente.



El proyecto contempla la ejecución de macizos de anclaje en tramos con pendiente superior a 30%, así como la ejecución de anclaje con muros de contención cada 38 m aproximadamente de forma que se contengan deslizamientos de rellenos. Complementariamente se ejecutará la estabilización del relleno de cobertura mediante la ejecución de geomallas dispuestas cada 1,5 m en altura y abarcando la anchura de relleno. Finalmente se dispondrá de fajinas cada 5,0 m y se procederá a la plantación de especies arbustivas y arbóreas en el talud.



Vista de instalación de tubería con gran pendiente



Vista de instalación de tubería con gran pendiente

2.2.8. Rellenos

Consiste esta unidad de obra en la extensión y compactación de los materiales procedentes de excavaciones o de préstamos en el relleno de las zanjás de las conducciones, sea cualquiera el equipo que se utilice para la compactación y refino de superficie.

Dentro del relleno de las zanjás se distinguen los tres tipos siguientes:

- Cama de apoyo
- Recubrimiento de protección

- Relleno de cubrición

2.2.8.1. Cama de apoyo

La tubería no se apoyará directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre una cama de arena o material granular cribado de al menos 20 cm de espesor, cuidadosamente compactada y de pendiente uniforme. El apoyo se realizará según el ángulo indicado en la sección tipo, de forma que el apoyo sea adecuado.

En las zanjas para tuberías, el fondo de la misma deberá ser uniforme y firme para asegurar al tubo un apoyo continuo en toda su longitud, y deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería en cada tramo, indicada en los planos de perfiles longitudinales.

Se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las camas de apoyo.

En el desarrollo del montaje, al final de la jornada, el montador deberá efectuar la alineación de la tubería que haya ido colocando durante la misma.

Al día siguiente o dos días, lo más tardar, deberá efectuarse de forma manual el recrido lateral de la cama de apoyo de la tubería, hasta alcanzar los grados de apoyo deseados. Este proceso proporcionará una tubería perfectamente apoyada en su mitad inferior, lo que es muy importante para su correcto funcionamiento.

En el fondo de la excavación se dejarán nichos para realizar las operaciones de soldadura.



2.2.8.2. Recubrimiento de protección

Se define como recubrimiento de protección la zona de zanja comprendida entre la cama de apoyo y el plano paralelo al fondo de la zanja situado a 30 centímetros por encima de la generatriz superior exterior del tubo. Esta zona se rellenará con suelo seleccionado y compactado a un 95% del Proctor Normal.

A continuación, se procederá a rellenar la zanja, lo que puede hacerse con medios mecánicos, ocupándose únicamente de que las zonas entre tubería y pared de zanja queden compactadas.

El material se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja en tongadas que no superen los quince (15) centímetros, hasta la altura indicada en los planos. Una vez extendida cada tongada se procederá a la humectación conveniente para obtener una compactación deseada.

El material de relleno se deberá colocar de manera que no desplace ni dañe el tubo instalado, debiendo compactarse de forma homogénea a ambos lados evitando ovalizaciones. Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos (2) grados centígrados.



2.2.8.3. Recubrimiento de cubrición

Se define como zona de cubrición la parte de zanja comprendida entre la cara superior del relleno definido anteriormente y la superficie del terreno, o parte inferior del firme en el cruce con infraestructuras viarias existentes.

Las primeras tongadas hasta unos treinta centímetros se harán evitando colocar piedras o gravas, con diámetros superiores a tres (3) centímetros y con un grado de compactación mayor del 95% del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los diez (10) centímetros y con un grado de compactación mayor del (95%) del Proctor Normal.

Esta segunda parte del relleno, además de proteger a los tubos de las caídas de piedras evitará el posible flotamiento de los mismos en época de lluvias, protegiendo a la "cama" granular de posibles deterioros por arrastres en zanjas con pendientes longitudinales acusadas.

Las uniones entre tramos de tuberías, deberán quedar al descubierto en unos 50 cm a cada lado de la unión cuando así proceda.

Una vez realizadas las pruebas de estanquidad de la tubería, se procederá al relleno total de la zanja con un nivel de compactación mayor del noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Normal.

El relleno total deberá hacerse por tramos de manera que sea mínimo el tiempo transcurrido desde la instalación de la tubería.

Este relleno se colocará mediante tongadas de veinticinco (25) centímetros de espesor, compactadas hasta el (95) por ciento del Proctor Normal.



A continuación se citan rendimientos de los equipos de compactación:

| | | Clases de compactación | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------|---------|-------------------------|---------------|---------|-------------------------|---------------|-----|
| | | C1* | | | C2* | | | C3* | | | |
| | | Calidad | Espesor de tongada (cm) | Nº de pasadas | Calidad | Espesor de tongada (cm) | Nº de pasadas | Calidad | Espesor de tongada (cm) | Nº de pasadas | |
| Tipos de compactadores y peso en servicio (kg) | Compactadores ligeros (adecuados para la compactación de la zona baja) | Vibro-compactadores ligeros (25) | + | 15 | 2-4 | + | 15 | 2-4 | + | 10 | 2-4 |
| | | Vibro-compactadores medianos (25-60) | + | 20-40 | 2-4 | + | 15-30 | 3-4 | + | 10-30 | 2-4 |
| | | Pisones vibrantes ligeros (100) | ○ | 20-30 | 3-4 | + | 15-25 | 3-5 | + | 20-30 | 3-5 |
| | | Bandejas vibrantes ligeras (100) | + | 20 | 3-5 | ○ | 15 | 4-6 | - | | |
| | | Bandejas vibrantes medianas (100-300) | + | 20-30 | 3-5 | ○ | 15-25 | 4-6 | - | | |
| | | Rodillos vibrantes ligeros (600) | + | 20-30 | 4-6 | ○ | 15-25 | 5-6 | - | | |
| | Compactadores medianos y pesados (adecuados para la compactación de la zona alta) | Vibro-compactadores medianos (25-60) | + | 20-40 | 2-4 | + | 15-30 | 2-4 | + | 10-30 | 2-4 |
| | | Vibro-compactadores pesados (60-200) | + | 40-50 | 2-4 | + | 20-40 | 2-4 | + | 20-30 | 2-4 |
| | | Pisones vibrantes medianos (100-500) | ○ | 20-40 | 3-4 | + | 25-35 | 3-4 | + | 20-30 | 3-5 |
| | | Pisones vibrantes pesados (500) | ○ | 30-50 | 3-4 | + | 30-50 | 3-4 | + | 30-40 | 3-5 |
| | | Bandejas vibrantes medianas (300-750) | + | 30-50 | 3-5 | ○ | 20-40 | 3-5 | - | | |
| | | Bandejas vibrantes pesadas (750) | + | 40-70 | 3-5 | ○ | 30-50 | 3-5 | - | | |
| | | Rodillos vibrantes (600-8.000) | + | 20-50 | 4-6 | + | 20-40 | 5-6 | - | | |
| | + = ideal; ○ = apropiado; - = no conforme | | | | | | | | | | |
| * C1 = terrenos sin cohesión o de débil cohesión (arena o grava). | | | | | | | | | | | |
| * C2 = terrenos coherentes compuestos de una mezcla granular (grava y arena con contenido de arcilla). | | | | | | | | | | | |
| * C3 = terrenos coherentes de granos finos (arcilla y limo). | | | | | | | | | | | |

Fuente: CEDEX, 2006.

A continuación se cita la compactación recomendada en función de la altura de enterramiento:

| | | Compactación recomendada | | | |
|-------|--------------------|--------------------------|---------------|----------------------------|--------------|
| | | Zonas a compactar | Tipo de carga | Tipo de compactador | Peso rodillo |
| H (m) | 0 | Solo lateral | Cualquiera | Pisones o bandejas ligeras | 0,1 t |
| | $0 < H \leq 0,5$ | Preferiblemente lateral | Cualquiera | Pisones o bandejas ligeras | 0,1 t |
| | $0,5 < H \leq 1,0$ | Lateral y superior | Estática | Rodillo liso | 5 t |
| | | | | Neumáticos | |
| | $1,0 < H \leq 2,0$ | Lateral y superior | Estática | Rodillo liso | 10 t |
| | | | | Neumáticos | |
| | | | Dinámica | Rodillo liso | 2 t |
| | $H > 2,0$ | Lateral y superior | Estática | Rodillo liso | 30 t |
| | | | | Neumáticos | |
| | | | Dinámica | Rodillo liso | 8 t |

Fuente: CEDEX, 2006.

2.2.8.4. Pruebas de presión y estanqueidad

Una vez instalada la tubería y con anterioridad a la ejecución del relleno se deben realizar las pruebas de presión interior y de estanqueidad conforme dicta el P.P.T.P.

3. EJECUCIÓN DE HINCAS

3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

El presente proyecto contempla la ejecución mediante hinca de los cruces de carreteras nacionales o del Gobierno Foral de Navarra con tres o menos cifras de nominación, la línea de FFCC y autovía A68. Adicionalmente los cruces del río Aragón y río Ebro serán realizados mediante hinca debido a los condicionantes ambientales establecidos y la dificultad de ejecución mediante bypass.

La tipología de hinca se ha estudiado en cada caso según el tipo de material a atravesar:

- Para suelos no cohesivos de baja resistencia a compresión, sin presencia de nivel freático (o de baja permeabilidad), se utilizarán hincas de escudo abierto por la facilidad de su manejo en la configuración, permitiendo un buen rendimiento.
- Para suelos no cohesivos hasta rocas con resistencia a compresión inferior a 70 MPa y genéricamente cuando hay presencia de nivel freático se utilizarán hincas hidráulicas con escudo cerrado.

Con carácter general, para los cruces en terrenos excavados en suelos terciarios sin problemas de tipo freático se opta por hincas con escudos abiertos y en suelos aluviales y con presencia freática se ejecutarán con hincas con escudo cerrado.

Se debe tener en cuenta que durante la hinca se atravesarán gravas con frecuentes bolos que pueden producir desprendimientos, siendo recomendable inyecciones de lechada de cemento para su consolidación. También

para la hinca sobre materiales del sustrato Terciario debe tenerse en cuenta la posible presencia de niveles de areniscas competentes, siendo necesario herramientas de corte adecuadas para la perforación, considerando que pueden tener resistencias a compresión simple superiores a 150 kg/cm².

El diámetro de la hinca será 2.500 mm o 2.000 mm por condicionantes de fabricación.

| Nº Hinca | TRAMO | ELEMENTO DE CRUCE | Nº de tubos | DN TUBO ACERO (mm) | DN ext TUBO ACERO (mm) | DN TUBO HINCA MIN (mm) | TIPO TUBO HINCA | DN EXT. TUBO HINCA (mm) | Clase tubo hincas | Tipo de hinca-escudo |
|----------|---------------------|---------------------------|-------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | CN-T11 | Río Aragón | 2 | 2.000 | 2.032 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Cerrado |
| 2 | CN-T11 | NA-128 | 2 | 2.000 | 2.032 | 2.500 | HA | 3.000 | 135 | Cerrado |
| 3 | T12-13 | CERRO | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Abierto |
| 4 | T12-13 | NA-134 | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 135 | Cerrado |
| 5 | T12-13 | Río Ebro | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Cerrado |
| 6 | T12-13 | F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Cerrado |
| 7 | T13BIS-BALSA TUDELA | AP-68 | 2 | 1.600 | 1.626 | 2.000 | HA | 2.400 | 135 | Abierto |
| 8 | D.C. -T17 | NA-160 | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 135 | Abierto |
| 9 | T16 - T14 y T15 | N-113 | 1 | 1.600 | 1.626 | 2.000 | HA | 2.400 | 135 | Abierto |

La ejecución de la hinca se realizará en sentido ascendente de la conducción, a partir del pozo de ataque, mediante sistema de empuje hidráulico que transmita las reacciones al muro de empuje.

En ningún caso se permitirá la sobre-excavación perimetral mayor que la sección del escudo de corte, en su punto de contacto con el frente de ataque.

Los errores de alineación admisibles no deben superar:

- Desviación en planta: +-75 mm

- Desviación en alzado: +-50 mm

La introducción del tubo en el tubo de hincas se hará mediante rodillos de deslizamiento y empuje manual o con gatos hidráulicos (nunca con el cazo de una retro o similar, que pueda dañar las juntas y bordes exteriores del tubo).

Para el caso de la hincas de escudo cerrado referida al cruce del río Ebro y río Aragón, se ha establecido un radio mínimo de curvatura de 600 m capaz de introducir en el interior de la hincas la tubería de acero de diámetro DN 2.000 mm.

En todo momento se ha diseñado una cobertura mínima correspondiente a 1,5 veces el diámetro exterior de la tubería hincada y un valor mínimo de 5,4 m. Esta cobertura evitará arrastres durante la ejecución de la hincas y riesgos de subsidencias.

En el caso de hincas dobles, la separación entre tubos es de 5,0 m garantizando así la no interferencia de

esfuerzos y empujes.

En casi todos los casos y especialmente en suelos aluviales se ha de contemplar la existencia freática y la necesidad de tratamientos del terreno mediante inyección de lechada cemento o gel de silicatos según el caso durante el avance de la hinca. Una vez finalizada la hinca y durante el proceso de avance se deberá realizar el relleno del gap de excavación.

Para el caso particular de los cruces del río Aragón y río Ebro que han sido desarrollados por condicionantes ambientales, el trazado de la hinca ha contemplado la necesidad de ejecutar los pozos de ataque y extracción fuera de los espacios naturales.

El alzado de la hinca del río Aragón se ha diseñado teniendo en cuenta los requerimientos mínimos de cobertura y además que la hinca se extrae en un punto (margen derecha del río Aragón) donde la cota del terreno sube bruscamente y por lo tanto se genera una gran altura de excavación, excesiva para ejecutar pantallas. En este caso el radio mínimo es de 600 m.

La alternativa de ejecución a cielo abierto fue desechada por la existencia de bolos sin matriz que imposibilitan la ejecución mediante tablestacas, así como la necesidad de minimizar la afección ambiental, la hidroeléctrica y a regantes ubicados aguas abajo del cruce.

Para el resto de las hincas siempre se tienen en cuenta pendientes mínimas de 0,5% y la necesidad de disponer el pozo de ataque en el punto bajo de la traza.

El pozo de ataque o extracción de las hincas se diseña teniendo en cuenta que será necesario conectar con la excavación en zanja de la tubería y los criterios de proximidad a pie de talud de carreteras o FFCC.

La necesidad de ejecución de la hinca del tramo T12-T13 denominado "cerro" entre el PK 8+890 y 9+390 ha sido desarrollado por la necesidad de ajuste por condicionante de piezométrica expuesto en el Anejo-6 Cálculos Hidráulicos. Al ser las excavaciones a realizar superiores a 20,0 m, se opta por su ejecución en hinca.

3.2. POZOS DE ATAQUE Y EXTRACCIÓN DE HINCAS EJECUTADOS CON PANTALLA CONTINUA

3.2.1.1. Consideraciones previas

Para la ejecución de los pozos de ataque y extracción de las hincas en suelos aluviales y con presencia freática será necesario ejecutar un recinto apantallado. Mientras que los que presenten terrenos con terciario o sin presencia freática podrán disponer de pozos de ataque excavados.

Tras el análisis de la caracterización geotécnica y a la vista de su ejecución en suelos aluviales con alto nivel freático y presencia de gravas en muchos casos sin matriz, se ha optado como mejor solución la ejecución de pantallas continuas en vez de pantallas de pilotes secantes.

Las pantallas tablestacadas han sido descartadas por la presencia de bolos que producirán rechazo en la hinca de la tablestaca.

Las pantallas ejecutadas con pilotes secantes han sido descartadas frente a las de pantalla continua por la

dificultad que ésta presentará en aquellos terrenos con ausencia de matriz y alto nivel freático.

Los pozos de ataque requerirán un recinto cerrado con una dimensión interior 15,0 m x 13,0 m, mientras que los pozos de salida podrán ser pantallas lineales que contengan el talud frontal de tierras y no del lateral o pozos con recinto en U con uno de los frentes abiertos. La dimensión y geometría de estos pozos variará en función de la ubicación de cada hinca.

Por otro lado, a efectos de cálculos y ejecución, se ha considerado un rebaje de 1,5 m de la cota del terreno natural que servirá de plataforma para su ejecución y así permitirá disminuir la longitud de la pantalla.

Las pantallas han sido consideradas como obras no permanentes y que no quedarán como parte estructural definitiva, sino que serán ejecutadas exclusivamente como recinto para la contención de tierras y empuje en la fase de construcción de la hinca. Las pantallas posteriormente serán rellenadas con hormigón y material granular.

El pozo de ataque y extracción de la hinca se construirá fuera de la zona de servidumbre de la carretera afectada (8,0 m en las carreteras convencionales y 25,0 m en las autovías). Para el caso del cruce del río Aragón y Ebro además se ejecutarán fuera del D.P.H. y de los Espacios Red Natura 2000.

Las singularidades de cada una de las implantaciones obliga a realizar acuerdos en la tubería para que posteriormente se implante en el interior de la hinca. El detalle queda reflejado en el Documento nº2 Planos.

A la vista de la función temporal de las pantallas se opta por no tener en cuenta los requerimientos de fisuración y de agresividad, pero sí tener en cuenta los esfuerzos permanentes y variables, así como la posibilidad de cargas perimetrales en el recinto.

La ejecución de las pantallas es susceptible al estado del nivel freático en cada momento. Éste ha sido prospectado y representado en los cálculos, si bien hay que considerar su posible oscilación función del nivel del río Aragón y Ebro o de si la zona atravesada está en fase de riego.

Se verifica que la mayor parte de las pantallas (a excepción de la N-133) empotran en margas o lutitas con muy baja permeabilidad por lo que la subpresión que se generará en la fase de construcción es de esperar sea muy baja y por lo tanto sólo se considerará una posible subpresión de 2,5 t/m², en vez del que saldría del cálculo en suelos permeables.

Las pantallas han sido diseñadas con gran profundidad y empotrando en su mayor parte en el terreno terciario poco permeable por lo que los riesgos de sifonamiento o filtraciones se minimizarán. No obstante, si la presencia freática es muy elevada, en el caso del pozo de ataque se opta por ejecutar una losa de apoyo de 0,4 m que evite riesgos de subpresión durante la ejecución de la hinca. Adicionalmente, será necesario contemplar bombeos continuados para el control de filtraciones durante la ejecución de la hinca.

En el pozo de extracción se prevé que la excavación en zanja de aproximación de los tubos estará ejecutada, y por lo tanto se producirá un cierto rebaje del nivel freático que será favorable en el diseño de las pantallas.

A continuación se adjunta la relación de hincas con identificación de aquellas que requerirán pantalla en pozos de ataque o extracción, y las que serán ejecutadas mediante excavación:

| Nº Hinca | TRAMO | ELEMENTO DE CRUCE | Tipo de recinto del pozo de ataque | Tipo de recinto de extracción | Observación |
|----------|----------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | CN-T11 | Río Aragón | Pantalla continua en pozo | Pantalla continua en pozo sin frente | Arcillas y arenas. Unidad Qab. NF a cota 324. |
| 2 | CN-T11 | NA-128 | Pantalla continua en pozo | Pantalla continua lineal | N.F. Somero (3,07 m). Bombeo continuado. |
| 3 | T12-13 | CERRO | Excavado | Excavado | Nivel freático aproximadamente entre cotas 420-422 m. Contacto Qg-Ty. Afloran gravas con frecuentes bolos en toda la hinca (GM). Unidad Qg. |
| 4 | T12-13 | NA-134 | Pantalla continua en pozo | Pantalla continua en pozo sin frente | N.F. Somero (2,4 m). Bombeo continuado |
| 5 | T12-13 | Río Ebro | Pantalla continua en pozo | Pantalla continua lineal | Aluvial con presencia freática función del nivel del río Ebro. Tratamiento del terreno junto a pozo de ataque en los primeros 10,0 m para evitar arrastres con pilotes DN 650 mm de mortero e inyecciones con lechada de silicatos o cemento a lo largo de la hinca s/ necesidad. |
| 6 | T12-13 | F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA | Pantalla continua en pozo | Pantalla continua lineal | Presencia de bolos. Hinca con tratamiento localizado de lechada de cemento. |
| 7 | T13BIS-BALSA TUSDELA | AP-68 | Excavado | Excavado | Lutitas con frecuentes intercalaciones de areniscas. Sustrato Terciario (TAL). No hay freático. Niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm ² |
| 8 | D.C. -T17 | NA-160 | Excavado | Excavado | Alternancia de areniscas y lutitas, predominio arenisco. Sustrato Terciario (TC). Presencia de niveles de areniscas con resistencia a compresión simple > 150 kg/cm ² . |
| 9 | T16 - T14 y T15 | N-113 | Pantalla continua en pozo | Pantalla continua lineal | Bombeos a partir de la cota 372,5. Afloran gravas y bolos a tramos fuertemente cementados. En la hinca se requerirán inyecciones de consolidación en avance. |

3.2.2. Dimensión de los pozos de ataque ejecutados con pantalla continua

Las dimensiones de los pozos de ataque ejecutados con pantalla continua serán:

- Dimensión interior: Necesaria para introducir la maquinaria y tubería de forma segura.
 - o Pozos para dos tuberías: 15,0 m de largo x 13,0 m de ancho.
 - o Pozos para una tubería: 15,0 m de largo x 13,0 m de ancho.
- Ancho de la pantalla: 1,0 m

- Módulo de pantalla: 3,0 m
- Profundidad de pantalla: entre 15 y 28 m según el caso
- Espesor de losa de fondo: 0,4 m
- Distancia de viga intermedia a losa de fondo: Necesaria para introducir el tubo de hormigón armado
 - o Tuberías de 2,5 m de diámetro se adoptará 4,5 m.
 - o Tuberías de 2,0 m de diámetro se adoptará 3,75 m.
- Muro de reacción: En el interior del recinto se ejecutará un pozo de reacción de 0,6 m de espesor y 4,0 m de alto.
- Vigas de atado en coronación e intermedias.
- Codales : EHB-300

3.2.3. Dimensión de los pozos de extracción ejecutados con pantalla continua

Para el caso de los pozos de extracción y ante la dificultad de ejecutar un recinto lineal por las características geotécnicas (coluvial) de las excavaciones y la presencia freática alta se opta por ejecutar un pozo en forma de U y de misma geometría que el de ataque pero sin muro de reacción. Este frente será por donde se conecte a la excavación ejecutada a cielo abierto, y por donde se extraerá la cabeza de la hinca.

La ejecución de un pozo de extracción en U implica que se realizará la conexión posterior con la tubería excavada en zanja. En el caso de que esto no sea posible bien por la programación de los equipos u otras circunstancias, entonces será necesario recurrir a un pozo similar al de ataque con los cuatro lados ejecutados con pantallas estancas y posteriormente se deberá demoler el frente de conexión con la tubería excavada en zanja.

La dimensión de los pozos de salida será similar a la de los pozos de ataque, pero sin uno de los frentes.

- Módulo de pantalla: 3,0 m
- Profundidad de pantalla: entre 15 y 28 m según el caso
- Espesor de losa de fondo: No hay
- Distancia de viga intermedia a losa de fondo: Necesaria para introducir el tubo de hormigón armado
 - o Tuberías de 2,5 m de diámetro se adoptará 4,5 m.
 - o Tuberías de 2,0 m de diámetro se adoptará 3,75 m.
- Vigas de atado en coronación e intermedias.
- Viga de atado en cara sin pantalla: EHB-300 o EHB-500 según el caso.

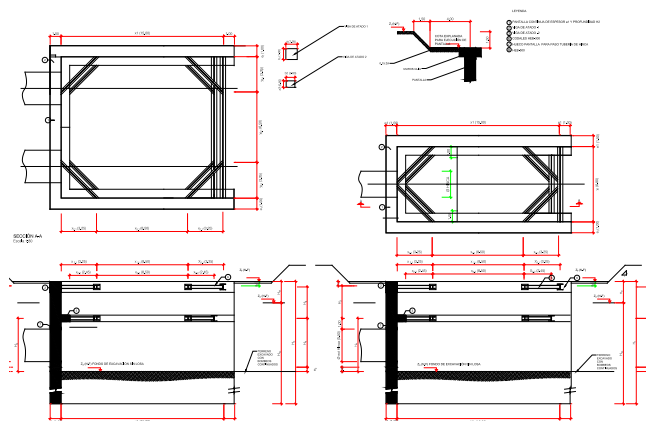
Estas pantallas tendrán una viga de atado en cabeza de 1,0 x 1,05 m que dispondrá de codales EHB-300. Se

dejará el espacio libre interior para poder meter los tubos y maquinaria de hinca.

Para el caso particular del pozo de salida del río Aragón, la profundidad es muy considerable por lo que se ha optado por incluir una viga de coronación y dos vigas de atado intermedias con codales EHB-300.

La cara sin muro pantalla se resolverá con un puntal-viga de EHB-500 con codales EHB-300 en los niveles que corresponda según la profundidad de la pantalla.

En el caso particular del pozo de extracción del río Aragón y debido a la gran profundidad del mismo condicionada por la cobertura requerida en la hinca, se opta por disponer de una viga de atado en coronación y dos vigas de atado intermedias.

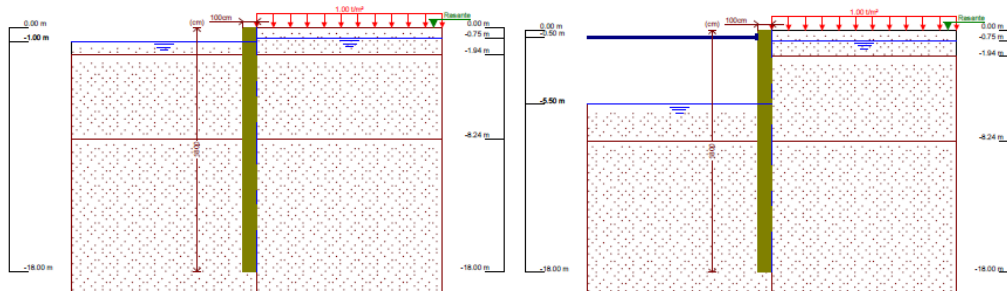


3.2.4. Fases constructivas

Se establecen las siguientes fases constructivas para el pozo de ataque:

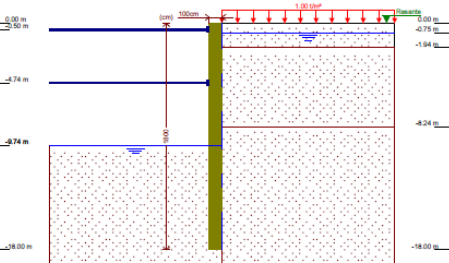
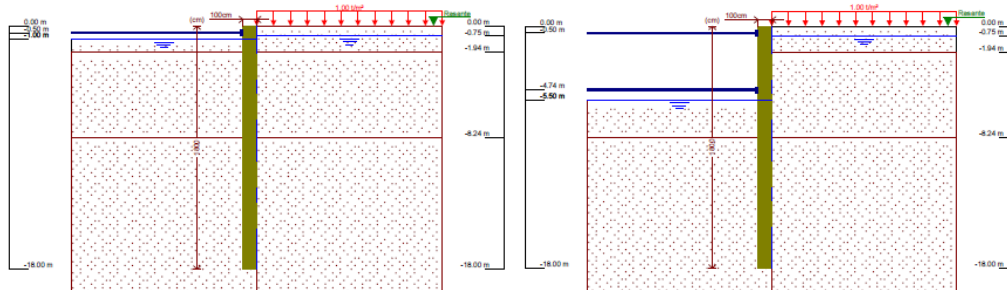
- Fase-1: Excavación de 1,0 m
- Fase-2: Ejecución de puntal-1, correspondiente a la viga de coronación a 0,5 m de profundidad y perfil HEB-300 como codales.
- Fase-3: Excavación hasta cota del puntal-2. Para ello se dejará una altura mínima de 4,5 m desde losa hasta el eje de la viga de atado para dejar el espacio necesario para introducir la hinca.
- Fase-4: Ejecución de puntal-2 correspondiente a la viga intermedia y perfiles HEB-300 como codales.
- Fase-5: Excavación hasta el fondo de la losa.
- Fase-6: Servicio con la ejecución de la losa de fondo.
- La cota de excavación en pozos de ataque ha sido definida como la cota de rasante de la tubería menos el espesor de la losa (0,4 m o 0,5 m según el caso), menos el espesor de la tubería de hinca y menos 0,45 m correspondientes al hormigón de limpieza y requerimiento para ejecución de la hinca)
- En caso de pozos de extracción no se ejecutará la losa de fondo, si bien la cota de excavación será la cota de rasante menos el espesor de la tubería y menos 0,6 m.

- Se adjunta ilustrativo que se detalla en el Apéndice 7.3: Cálculos estructurales

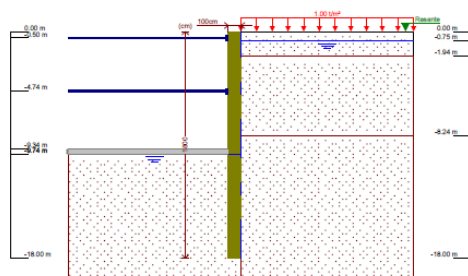


| Referencias | Nombre | Descripción |
|-------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 1 | Excavación 1 puntal | Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.00 m |

| Referencias | Nombre | Descripción |
|-------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 3 | Excavación 2 puntal | Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.50 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.50 m |



| Referencias | Nombre | Descripción |
|-------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 5 | Excavación total | Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -9.74 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -0.75 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -9.74 m |



3.2.5. Procedimiento constructivo de pozos ejecutados con pantalla continua.

Previo a la ejecución se procederá al rebaje y regularización del terreno de forma que por un lado se minimice la profundidad de la pantalla y por otro se consiga suficiente regularización para permitir trabajar a la maquinaria con una plataforma segura y amplia.

En el caso particular del río Aragón y río Ebro la variación orográfica obliga a ejecutar ciertos desmontes, para lo que se aprovechará la excavación prevista para la ejecución de la tubería como acceso al tajo de las pantallas.

Inicialmente se construyen los muretes – guía de hormigón armado, con separación igual al espesor de las pantallas más 5 cm, a efectos tanto de guiar la máquina de excavación, como para colaborar en la estabilidad general del terreno más superficial.

A continuación se procede a excavar la pantalla, previo desvío de las conducciones aéreas que afectan al área de trabajo, y eliminación de los elementos enterrados próximos (conducciones, restos de cimentaciones, etc.), a efectos de evitar problemas de estabilidad en el terreno más superficial.

La perforación de cada panel se debe realizar con medios mecánico – hidráulicos apropiados según un orden previamente adoptado. Se deberán aportar lodos tixotrópicos que deben permanecer, durante toda la excavación, por encima de la cota inferior del murete – guía. La excavación debe alcanzar unos 20 cm más que la longitud prevista para la armadura, para evitar que ésta se apoye en las esquinas de la zanja, en la que la limpieza de sedimentación no puede ser perfecta.

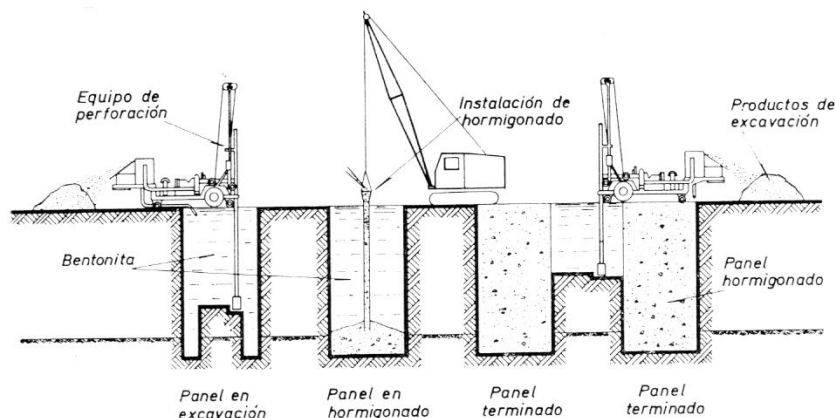
Después de la perforación conviene colocar en los extremos laterales de la zanja los elementos verticales que van a moldear las juntas, a efectos de guiar la excavación de los paneles siguientes y dar continuidad a la pantalla.

La jaula de armaduras prevista en proyecto se introduce de una vez o dividida en tramos, que se soldarán al ir introduciéndolos en la zanja.

A continuación se procede al hormigonado del panel por el sistema “tremie” o “contractor”. Para ello se emplea una tubería que se introduce centrada a través del lodo hasta el fondo de la excavación. El hormigonado se hace continuo para que el hormigón vaya arrastrando el lodo bentonítico y éste no quede en la zanja ni en el fondo ni en juntas horizontales. El tubo debe estar siempre metido en la masa de hormigón de 3 a 5 m, según se hormigone en seco o bajo lodo. Los lodos se evacúan durante este proceso, que se continúa hasta que el hormigón rebase en unos 30 cm la cota teórica superior de la pantalla. Este hormigón superior (el primero que se vertió y, por lo tanto, contaminado) debe ser eliminado, puesto que en coronación se construye una viga de atado de paneles. Las armaduras de esta viga se deben enlazar con las de la pantalla.

Por último, se extraen los elementos dejados para moldear las juntas, después de que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para mantener su forma.

Los paneles se van construyendo alternadamente, como muestra figura adjunta.



Esquema de ejecución de pantallas

A continuación se citan aspectos importantes para la adecuada ejecución de las obras:

3.2.5.1. Operaciones previas

El nivel de los lodos tixotrópicos deberá de estar al menos 1,5 m por encima del nivel freático.

Cuando la plataforma de trabajo no sea suficientemente regular, de manera que resulte difícil el desplazamiento de la maquinaria, se deberá regularizar la misma incluso procediendo a su compactación.

Asimismo, cuando dicha perforación pueda comprometer la estabilidad de estructuras contiguas, se efectuarán los oportunos apuntalamientos o recalces.

Establecida la plataforma de trabajo, deberá efectuarse, en primer lugar, el trabajo de replanteo, situando el eje de la pantalla y puntos de nivelación para determinar las cotas de ejecución.

No se permitirán apilamientos en la explanación, en las proximidades de la zanja, que transmitan al terreno una sobrecarga superior a un tercio de la de cálculo o a 1,5 t/m².

3.2.5.2. Muretes-guía

Para su ejecución se encofrarán los paramentos interiores y se dispondrán los atirantamientos adecuados para evitar deformaciones durante el hormigonado. Los paramentos interiores deberán quedar verticales y lisos. El hormigonado se efectuará contra el terreno, disponiendo previamente las armaduras resistentes adecuadas al sistema de excavación a utilizar.

Cuando se hormigone un tramo de murete que tenga posterior continuidad, se dejarán previstas armaduras longitudinales de espera y el hormigón con su talud natural de vertido.

No se permitirá, en ningún caso, efectuar rellenos en la base o trasdós de los muretes para reducir el consumo de hormigón de relleno de excavaciones excesivas.

El desencofrado se realizará después de 24 horas de la puesta en obra del hormigón. Una vez efectuado el desencofrado se procederá a rellenar el espacio comprendido entre muretes, con material adecuado y se compactará ligeramente.

La perforación del panel correspondiente podrá comenzar después de siete (7) días de la puesta en obra del hormigón de los muretes-guía.

Perforación de paneles

La profundidad de perforación superará al menos en veinte centímetros (20 cm) a la que vayan a alcanzar las armaduras.

Tampoco se podrá comenzar la perforación de un panel hasta pasadas veinticuatro (24) horas como mínimo desde el hormigonado del panel adyacente.

Si el tiempo transcurrido entre la limpieza del fondo y el comienzo del hormigonado del panel es superior a una (1) hora, será necesario repetir la operación de limpieza.

Cuando el nivel superior de la pantalla quede por debajo del nivel freático y sea preciso una carga mínima de lodos bentoníticos que compense la carga de agua será preciso comenzar la excavación al menos 1,5 m, por encima del nivel freático. El coste de esta excavación suplementaria se considera incluida en el precio de abono del m² de pantalla de hormigón.

El empotramiento de la pantalla deberá producirse siempre en material competente. En caso de que se detectara éste a cotas más profundas de las previstas en el proyecto, el Contratista deberá informar de ello a la Dirección de Obra. Si como consecuencia fuera preciso aumentar la excavación de la pantalla, ésta se abonaría a los precios del proyecto.

3.2.5.3. Colocación de los encofrados de las juntas laterales

En las juntas de los paneles se perforará un taladro, desde el que se inyectará la junta para asegurar su estanqueidad, si es necesario.

El sellado de juntas se realizará en las que sea necesario, a juicio de la Dirección de Obra, y se seguirá el proceso que se describe a continuación:

Limpieza con agua a presión, sin superar los tres kilogramos por centímetro cuadrado (3 kg/cm²).

Inyección de lechada de cemento, con un cuatro por ciento (4%) de bentonita. La presión máxima será de dos kilogramos por centímetro cuadrado (2 kg/cm²).

3.2.5.4. Hormigonado de paneles

El hormigonado se efectuará siempre mediante tubería. Ésta deberá tener un diámetro comprendido entre quince y treinta centímetros (15 y 30 cm). El hormigonado se hará de forma continua, con un ritmo no inferior a veinticinco (25) m³/h.

Para el presente proyecto se ha contemplado el uso de hormigón fluido con objeto de conseguir penetración.

3.2.5.5. Viga de atado de paneles

Una vez terminada la ejecución de los paneles se demolerá la cabeza de los mismos en una profundidad

suficiente para eliminar el hormigón contaminado por el lodo tixotrópico, y se construirá la viga de atado prevista en el Proyecto. Previamente se prolongarán las armaduras verticales de la pantalla en todo el canto de la viga de atado, enlazándolas con las barras longitudinales y transversales de ésta.

Para la ejecución de la viga se efectuará una excavación por uno o los dos lados de los muretes guía, según los casos, hasta una profundidad no menor de treinta (30) cm por debajo de la cota de hormigón sano. Se realizará la demolición del murete-guía (o los dos) y se procederá al descabezado, actuando los elementos rompedores de hormigón lo más perpendicularmente posible al paramento de la pantalla. Se enderezarán las armaduras de prolongación que hayan podido deformarse como consecuencia de la demolición.

Se comprobará que la superficie final de hormigón sano esté libre de restos de demolición, y que no tiene agrietamientos u otro tipo de defectos.

El hormigonado de restitución se realizará siguiendo los procedimientos establecidos para juntas de hormigón de distintas edades.

3.2.5.6. Excavación del terreno adyacente a la pantalla

Los trabajos de excavación del terreno adyacente a la pantalla se ajustarán al plan de excavación establecido en el proyecto (ver Apéndice 7.3. Cálculos estructurales) o, en su defecto, fijado por la Dirección de Obra, con objeto de que las solicitaciones inducidas en los diversos elementos de la obra no excedan de las admisibles.

Dicho plan incluirá los siguientes puntos:

- Dimensiones y cotas de la excavación.
- Arriostramientos provisionales y definitivos.
- Secuencia de todos los trabajos.
- Intervalos mínimos a respetar entre el final de un trabajo y el comienzo del siguiente.

Durante los trabajos de excavación del terreno adyacente, se controlará el comportamiento de la pantalla y se tomarán las medidas oportunas, modificando el proceso de excavación, arriostramiento, etc., si es preciso.

3.2.5.7. Conexión de las pantallas con otros elementos estructurales

Para la realización del saneamiento del área de enteste con soleras se picará el hormigón de recubrimiento eliminando la cascarilla superficial en toda al área de hormigón que va a quedar en contacto con la futura estructura, se fijarán las armaduras ancladas, según se indica en los planos, se limpiará la superficie con chorro de arena o agua y se tratará, antes de realizar el hormigonado de la estructura de unión, con resina epoxi.

En caso de placas metálicas se descubrirán y limpiarán para poder soldar sobre ellas.

Para la unión de bóvedas, contrabóvedas estampidores de estación y otros elementos indicados en los planos se picará el hormigón en la franja de enteste, las dimensiones se indican en los planos, hasta descubrir las armaduras (en una profundidad que permita la inserción de las armaduras del nuevo elemento). La junta de hormigonado se limpiará con chorro de arena y agua y se fijará en ella, antes del hormigonado, un cordón de

caucho-bentonita de las dimensiones indicadas en los planos.

Tolerancias geométricas

Las tolerancias de ejecución serán las siguientes:

- Desvío en planta, o separación de los muretes-guía: + cinco (5) cm.
- Anchura de la herramienta de perforación: + dos (2) cm sobre el ancho teórico.
- Longitud del panel: + cinco (5) cm sobre la longitud teórica.
- Profundidad de la armadura del panel: + cinco (5) cm sobre la profundidad teórica.
- Verticalidad: desviación de la vertical inferior al uno coma cinco (1,5) por ciento de la profundidad del panel.
- Sobre-espesores: inferiores a diez (10) cm.

En ningún caso las sobredimensiones sobre las medidas indicadas en planos que queden dentro de las tolerancias señaladas, generarán derecho de abono extraordinario al Contratista.

Control del lodo tixotrópico

Con objeto de comprobar que se cumplen los requisitos establecidos y controlar la calidad de la ejecución, se efectuarán diariamente durante la obra determinaciones de las siguientes características del lodo:

- Viscosidad.
- pH.
- Peso específico

Además, inmediatamente antes de la colocación de encofrados laterales y armaduras, se comprobará el porcentaje de material retenido en el tamiz 0,80 UNE, que presenta el lodo.

La determinación del pH en laboratorio se realizará mediante aparato medidor. Para las determinaciones en obra bastará el empleo del panel medidor de pH. El peso específico se determinará mediante picnómetro.

- Características de los lodos tixotrópicos durante la excavación:
 - Tipo de suspensión: Homogénea y estable
 - Densidad (g/cm³): < 1,10 lodos frescos, < 1,2 lodos para reutilizar, < 1,15 antes de hormigonar
 - Viscosidad Marsh (s): 32-50 lodos frescos, 32-60 lodos para reutilizar, 32-50 antes de hormigonar
 - Filtrado (cm³): < 30 lodos frescos, < 50 lodos para reutilizar
 - pH: 7-11 lodos frescos, 7-12 lodos para reutilizar
 - Contenido de arena (%): < 3 antes de hormigonar
 - Cake (mm): < 3 lodos frescos, < 6 lodos para reutilizar
- Tolerancias de ejecución:
 - Cota de los elementos articulares (racores, armaduras de espera, perforaciones para tirantes...) \pm 70 mm

- Tolerancia horizontal de la cara expuesta del panel, medida en la cara superior del murete guía: 20 mm en dirección de la excavación principal y 50 mm en la dirección opuesta
- Profundidad de la perforación: - 0,0 mm; + 50 mm
- Anchura de la perforación: - 0,0 mm; + 20 mm
- Aplomado en las dos direcciones (transversal y longitudinal): 1% h
- Cota superior de las armaduras después del hormigonado: ± 50 mm
- Posición horizontal de la jaula siguiendo el eje de la pantalla: ± 70 mm
- Recubrimiento de las armaduras: Nulo

3.2.5.8. Control de hormigón

Se hará de acuerdo con la Instrucción EHE, con el nivel de control que se indica en los Planos o que, en su defecto, señale la Dirección de obra.

Al menos se tomarán seis (6) probetas del hormigón de cada panel, rompiéndose dos (2) a siete (7) días y cuatro (4) a veintiocho (28) días.

En cada cuba de hormigón a colocar se realizarán al menos dos (2) determinaciones del asiento en el cono de Abrams, tolerándose una diferencia de más menos dos (± 2) cm con respecto de los valores antes indicados.

Para ello se dejarán instalados 4 tubos antes del hormigonado, opuestos diametralmente 2 a 2 y sujetos a la parte interior de la armadura del batache. Cuando la distancia entre estos grupos (si fueran situados en los extremos de un batache) supere 1,5 m se añadirá el número de pares de tubos necesarios para mantener entre ellos una distancia no mayor que la indicada.

Estos tubos tendrán que resistir la presión del hormigón, y su diámetro interior será de dos pulgadas. Los tubos serán de acero negro. El empalme entre los tubos se hará mediante manguito roscado y estarán cerrados previamente al hormigonado en sus extremos por tapones metálicos o de PVC roscados. Los tubos sobresaldrán al menos 50 cm por encima de la cota de trabajo, a fin de facilitar la puesta a nivel de la sonda y sobre todo evitar la caída de gravilla y hormigón en su interior.

Para realizar el ensayo, el hormigón tendrá al menos siete días y los tubos estarán llenos de agua.

El nivel de hormigón sobresaldrá, como mínimo, 30 cm por encima del nivel teórico de acabado de la pantalla. Se demolerá la parte superior de la pantalla, como mínimo, una altura de 30 cm, hasta sanear la parte superior del hormigón. El extremo superior de las armaduras sobresaldrá respecto el nivel teórico de acabado de la pantalla, la altura de la viga de coronación. Profundidad de la excavación: Profundidad teórica + 20 cm. Recubrimiento de las armaduras: ≥ 75 mm

- Características del hormigón: Asiento en el cono de Abrams: -de 160 a 220 mm ≥ 100 mm durante 4 horas y como mínimo durante el periodo de hormigonado de cada panel.

La consistencia del hormigón de la pantalla será tal que su asiento en el cono de Abrams será de 14 a 18 cm. Su dosificación en cemento no será inferior a 350 kg/m³ y el tamaño máximo del árido será de 30 mm si es rodado y 20 mm si es de machaqueo. Para los muretes guías pueden utilizarse hormigones de más baja dosificación (250 kg/m³) y áridos mayores (de hasta 50 mm).

3.3. HINCA CON ESCUDO ABIERTO

3.3.1. Ambito de actuación

Se aplicará la ejecución con escudo abierto cuando las características geoténicas y presencia freática lo permita.

En el presente proyecto se ha contemplado la ejecución con escudo abierto en las siguientes hincas:

| Nº Hinca | TRAMO | ELEMENTO DE CRUCE | Nº de tubos | DN TUBO ACERO (mm) | DN ext TUBO ACERO (mm) | DN TUBO HINCA MIN (mm) | TIPO TUBO HINCA | DN EXT. TUBO HINCA (mm) | Clase tubo hinca | Tipo de hinka-escudo |
|----------|---------------------|-------------------|-------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|----------------------|
| 3 | T12-13 | CERRO | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Abierto |
| 7 | T13BIS-BALSA TUDELA | AP-68 | 2 | 1.600 | 1.626 | 2.000 | HA | 2.400 | 135 | Abierto |
| 8 | D.C. -T17 | NA-160 | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 135 | Abierto |
| 9 | T16 - T14 y T15 | N-113 | 1 | 1.600 | 1.626 | 2.000 | HA | 2.400 | 135 | Abierto |

3.3.2. Características generales

Las características que rigen la hinka con escudo abierto se resumen a continuación:

- Es un sistema dirijible, permite la corrección leve de la trayectoria.
- El control de la trayectoria se realiza por medio de un nivel láser.
- Las trayectorias deben ser rectilíneas.
- Requiere un foso de ataque y un foso de salida de similares dimensiones.
- Es importante la ejecución de un muro de reacción que soporte el empuje teórico de la tubería.
- La tubería es empujada por gatos hidráulicos y la tubería a su vez empuja un escudo de corte.
- Permite la instalación de ductos desde 1.200 mm. hasta 3.000 mm.
- Las longitudes pueden llegar a 500 metros.
- Está limitado en terrenos rocosos, con resistencia a compresión > 30 MPa.
- Es ideal para la instalación de grandes colectores o pluviales sin apertura de zanja.
- El escudo de corte puede ser de varias clases: pala de excavadora, retroexcavadora y excavación manual.

Sus principales limitaciones:

- No permite por regla general trayectorias curvas.
- En terrenos rocosos baja su rendimiento.
- No es aconsejable trabajar bajo nivel freático.
- Es preferible el uso de solo tubería de Hormigón Armado.
- Es aconsejable que las perforaciones vayan desde la parte baja a la parte alta.
- No es apta para diámetros menores a 1.200 mm.

3.3.3. Maquinaria

Un equipo de hinka de hormigón de escudo abierto se compone de los siguientes equipos:

3.3.3.1. Estación Principal de Empuje.

Se trata de los cilindros hidráulicos de empuje.

En función de la fuerza de empuje a desarrollar podrán ser dos, cuatro e incluso seis.

Estos cilindros se apoyan en el muro de reacción del foso de ataque y a partir de ahí transmiten la fuerza a la tubería de hormigón. La carrera de dichos cilindros debe ser al menos igual a la longitud de los tramos de tubería (normalmente 2,4 metros).

Los cilindros se extienden y se recogen a medida que se van introduciendo los distintos tramos para permitir el acople de más.



3.3.3.2. Escudo de Perforación

El escudo de perforación es una pieza metálica que se coloca por delante del primer tubo a introducir y es la parte que está en contacto con el terreno y lo corta.

Dicho escudo tiene la misión de entibar y sostener el frente de excavación así como el recorte de la sección requerida. La excavación del frente se puede realizar mediante un brazo rozador o una retroexcavadora.

El escudo está compuesto a su vez por dos tramos de tubería metálica articulados entre sí por unos pequeños cilindros hidráulicos que permiten la corrección de la dirección de la perforación.

El escudo de perforación es manejado por un operario acomodado en el interior del mismo. Pudiendo accionar el brazo excavador, los cilindros de orientación, la cinta transportadora y el cabestrante que mueve la vagoneta.



Brazo rozador trabajando en el frente de excavación



Cilindros de orientación



Equipo de 2500 mm

El escudo de corte puede ser de distintas tipologías:

- Pala excavadora
- Rozadora
- Picado con medios manuales



3.3.3.3. Sistema de extracción de detritus.

El procedimiento de hincado de hormigón mediante escudo abierto realiza una extracción del detritus procedente de la excavación por vía seca. Es decir, no emplea lodos bentoníticos como el procedimiento de escudo cerrado.

El sistema habitual es transportando el material excavado desde el frente de excavación hacia el foso de ataque mediante una vagoneta accionada a su vez por un cabestrante hidráulico.

Una vez vaciada se vuelve a introducir hacia el frente de excavación auxiliada nuevamente por un cabestrante.

El llenado de dicha vagoneta se realiza con una cinta transportadora o incluso sinfines alimentando una tolva situada en el escudo de perforación.



3.3.3.4. Sistema de guiado

El sistema de guiado permite controlar la trayectoria de perforación, aplicando las correcciones que sean precisas.

Se pueden distinguir dos sistemas:

- Hincas rectas y de longitud menor a 400 metros.
- Hincas con trazado curvo y/o longitudes mayores de 400 metros.

En el primer caso se emplean niveles láser de suficiente potencia. En el segundo caso se debe recurrir a empresas especializadas que emplean métodos giroscópicos o sistemas de topografía especializados.

3.3.3.5. Estaciones intermedias.

Para que se produzca el avance de la tubería, es necesario que las fuerzas de empuje superen las fuerzas de rozamiento a las que están sometidas las tuberías de hormigón.

Cuando las fuerzas de empuje necesarias para el avance se acercan a los límites admisibles por la tubería o por las limitaciones de la estación principal de empuje, se emplean estaciones intermedias.

Las estaciones intermedias son pequeños cilindros que se colocan entre una tubería y otra y realizan un empuje de manera independiente al de la estación principal de empuje.

Así se realiza un efecto "acordeón" o "gusano", las estaciones intermedias se van extendiendo y retrayendo a medida que avanza la tubería.

Es posible colocar varias estaciones intermedias, en función de la longitud final de la perforación.

Como criterio general se instalarán entre 50 y 100 m.



3.3.3.6. Sistemas de elevación

Durante el transcurso de los trabajos es necesario retirar del foso de ataque las vagonetas con el detritus e ir bajando los distintos tramos de tubería de hormigón a medida que avanza la hinka. Para ello es necesario algún sistema de elevación; existen dos alternativas:

- Grúas móviles (autogrúas)
- Puente grúa instalado a tal fin.

Dependiendo de la longitud y diámetro puede ser más rentable uno u otro.

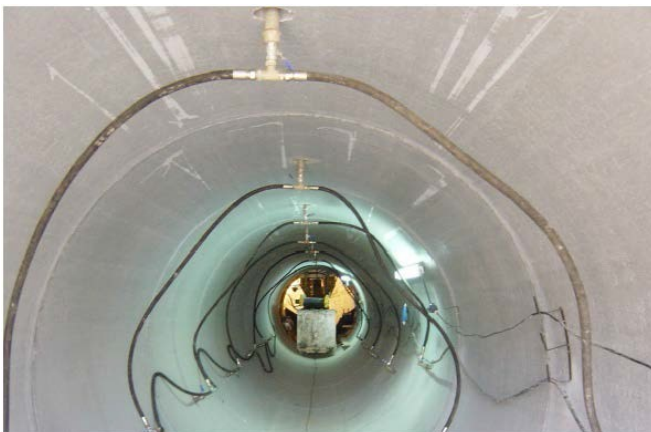


3.3.3.7. Sistema de inyección de bentonita.

Para reducir el coeficiente de rozamiento de la tubería con el terreno, se procede a la inyección de bentonita en el espacio anular. De esta manera se puede rebajar considerablemente el esfuerzo de empuje necesario para que la tubería avance.

Es complementario y a veces sustitutivo de las estaciones intermedias.

La tubería de hormigón normalmente viene fabricada con unos orificios a 120° donde se pueden acoplar las boquillas inyectoras conectadas entre sí con latiguillos. Mediante un equipo de presión se introduce la bentonita directamente en el espacio anular entre la tubería y el terreno.



3.3.4. Tubería.

Aunque sería posible la introducción de tubería de acero, normalmente se usa tubería de hormigón armado por lo que éste ha sido el criterio adoptado en el presente proyecto. Adicionalmente permitirá disponer de una garantía en la estanqueidad del sistema.

Para el presente proyecto se ha optado por estandarizar la tubería en diámetros comerciales de forma que se pueda reducir el coste de ejecución. Se han adoptado tuberías de diámetros 2.500 y 2.000 mm.



Debido a las características del terreno adoptaremos tubería Ila+Qc sulforesistente.

Este tipo de tubería, por los esfuerzos que debe soportar y por la complejidad del hincado (ya que se requiere un perfecto paralelismo entre sus caras), debe ser diseñada y fabricada siguiendo los más estrictos controles de calidad.

El diseño de la tubería de hincado está caracterizado y condicionado por tres aspectos fundamentales:

- Limitación de la longitud útil a tres metros como máximo para evitar el pandeo.
- Los tubos llevan un zuncho metálico galvanizado (virola) en uno de sus extremos de forma que para conseguir la estanqueidad de la conducción se colocará una junta elástica en el extremo macho del tubo para que en la unión haga tope contra la virola. Además entre las testas de los tubos se intercalan aros de madera aglomerada (sufrideras) que evitan el desconche del hormigón al recibir los esfuerzos de empuje.

La virola debe ser de acero. Esta pletina se incorpora a los tubos durante el proceso de fabricación de

modo que su unión resulte solidaria. Para ello se conectará adecuadamente a la armadura de la tubería.

En el caso de tubería de hinca la soldadura se realizará interiormente después del empuje.

- Los tubos de hinca llevan instalados unos taladros metálicos en las paredes del tubo para facilitar la instalación en la obra (inyección de lodos bentoníticos que lubrican, evitando así el posible desmoronamiento del terreno perforado y reducir el rozamiento.

3.3.5. Procedimiento de ejecución

El procedimiento consta básicamente de:

3.3.5.1. Trabajos previos.

Visita e inspección visual

- Se trata de realizar una visita a la obra para determinar las actuaciones a realizar y hacer un planteamiento general de la obra.

Detección de servicios subterráneos

- Es importante delimitar las posibles canalizaciones enterradas existentes que pueden afectar al desarrollo de la perforación. Mediante georradar, radiodetector, apertura de catas o petición de planos a los propietarios de las conducciones.

Geología.

- Un conocimiento de las características del terreno a perforar, permitirá aplicar las técnicas y medios más adecuados, implicando a la larga un ahorro económico.

Replanteo topográfico.

- En el caso de existencia de grandes desniveles y para comprobar cotas.
- Una vez recopilados todos los datos anteriores, se elabora la o las posibles trayectorias de perforación más favorables según características y requisitos del cliente. Una vez aprobada por éste, se comienza la ejecución,

3.3.5.2. Obra civil.

Previo al comienzo de los trabajos es necesario:

- Accesos suficientes para los camiones donde vienen transportados los equipos. No son autopulsados, por lo que deben descargarse con medios de elevación.
- Ejecución del pozo de ataque: El foso se debe situar en la parte baja de la perforación, es decir, la hinca se debe desarrollar desde la parte baja a la alta, para de esta manera facilitar la evacuación del posible nivel freático del frente de excavación.

- Reacción. La tubería es empujada mediante cilindros hidráulicos, por tal motivo, es necesario una reacción en la parte posterior de la excavación. Este muro debe ser cuidadosamente calculado pues puede llegar a soportar 1000 toneladas de empuje.



- Pozo de salida. El pozo de salida se emplea para desmontar el escudo de corte. En función de las dimensiones de éste, así será el foso de salida.



3.3.5.3. Desarrollo de los trabajos.

Instalación del equipo.

- Una vez ejecutado el foso de ataque, se sitúan los elementos de la tuneladora en el siguiente orden, empezando desde el muro de reacción hacia el frente de avance de la perforación:

- Cilindros de empuje.
- Sucesivos tramos de tubería de H.A.
- Escudo de perforación.

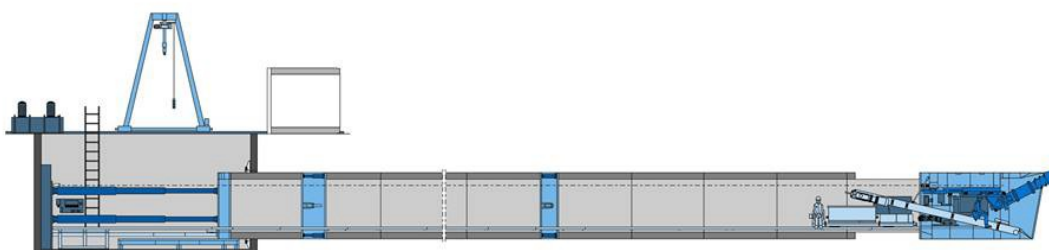
Introducción del primer tramo de tubería.

- Una vez instalados todos los elementos, comienza la perforación. El proceso se basa en combinar tres operaciones:
 - Excavación del terreno en frente de excavación.
 - Retirada del material excavado al exterior de la tubería.
 - Empuje y avance progresivo de la tubería.
- El escudo de corte va excavando en el terreno. El operario maneja el brazo y va orientándolo para dejar hueco al avance de la tubería. Se excava unos centímetros por delante de la tubería y unos centímetros alrededor.
- Una vez que se ha excavado lo suficiente para el avance de la tubería, se da la orden de accionar los cilindros de empuje. Éstos empujarán la tubería los centímetros excavados por delante del escudo.
- El material excavado se transporta mediante una cinta a una vagoneta. Cuando la vagoneta está llena, un cabrestante hidráulico tira de ella hacia el exterior de la tubería.



Introducción del segundo tramo y sucesivos.

- Cuando los cilindros llegan al final de su recorrido, se recogen, dejando hueco para bajar otro tramo de tubería.
- En este momento se repite el proceso. Los cilindros van empujando los tramos de tubería y se retraen para dejar hueco al siguiente.
- Para que el conjunto avance únicamente teniendo que salvar las fuerzas de rozamiento entre la tubería y el terreno, previamente ha sido necesario que el escudo abra hueco excavando el terreno.



Finalización de los trabajos.

- La hincada finaliza cuando el escudo de corte emerge por completo en el foso de salida. Una vez desmontado y retirado, la tubería queda instalada en todo el tramo.
- En el foso de salida se desmontará y retirará el escudo de empuje y la estación principal de empuje.
- Con una inyección opcional, quedan finalizados los trabajos y lista la tubería para su uso.

3.4. HINCA CON ESCUDO CERRADO

3.4.1. Ámbito de actuación

El ámbito de actuación para utilización de hincas con escudo cerrado vendrá condicionado por las características del terreno atravesado y la existencia de nivel freático.

| Nº Hincada | TRAMO | ELEMENTO DE CRUCE | Nº de tubos | DN TUBO ACERO (mm) | DN ext TUBO ACERO (mm) | DN TUBO HINCA MIN (mm) | TIPO TUBO HINCA | DN EXT. TUBO HINCA (mm) | Clase tubo hincada | Tipo de hincada-escudo |
|------------|--------|---------------------------|-------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| 1 | CN-T11 | Río Aragón | 2 | 2.000 | 2.032 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Cerrado |
| 2 | CN-T11 | NA-128 | 2 | 2.000 | 2.032 | 2.500 | HA | 3.000 | 135 | Cerrado |
| 4 | T12-13 | NA-134 | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 135 | Cerrado |
| 5 | T12-13 | RÍO EBRO | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Cerrado |
| 6 | T12-13 | F.F.C.C. ALSASUA ZARAGOZA | 2 | 1.800 | 1.829 | 2.500 | HA | 3.000 | 180 | Cerrado |

3.4.2. Características generales

Las características que rigen la hinca con escudo abierto se resumen a continuación:

- El método de excavación con microtuneladora, consiste es un proceso de empuje de tuberías guiado por un sistema láser y controlado remotamente, que suministra presión de manera continua al frente de excavación para equilibrar las presiones del agua subterránea y del suelo.
- El control de la trayectoria se realiza por medio de un nivel láser.
- Las trayectorias permiten radios de giro mínimos de hasta 500 m.
- Requiere un foso de ataque y un foso de salida de similares dimensiones (ver apartados anteriores).
- Requiere la ejecución de un muro de reacción que soporte el empuje teórico de la tubería.
- La tubería es empujada por gatos hidráulicos y la tubería a su vez empuja un escudo.
- Este sistema puede funcionar para rangos de tubería con un diámetro entre 250 mm y 3000 mm y pueden instalarse a distancias por encima de los 2500 m.

3.4.3. Maquinaria

La maquinaria que forma el equipo de trabajo es la siguiente:

- Escudo cerrado con cabeza de corte integral y gatos direccionales.
- Bastidor de empuje ubicado en el pozo de ataque.
- Estaciones intermedias. En principio se colocará una estación intermedia a una distancia aproximada de 40 m del frente, y a partir de ahí, dependiendo de las necesidades de empuje, se dispondrán estaciones cada 100 m aproximadamente.
- Cabina de control, desde donde se recogen todas las señales con las informaciones de estado del sistema, y se dirigen las operaciones de empuje, perforación y guiado.
- Planta de separación.
- Anillo de estanqueidad en pozo de ataque.
- Grupo generador.
- Contenedores de materiales y taller



Pozo de entrada



Pozo de salida



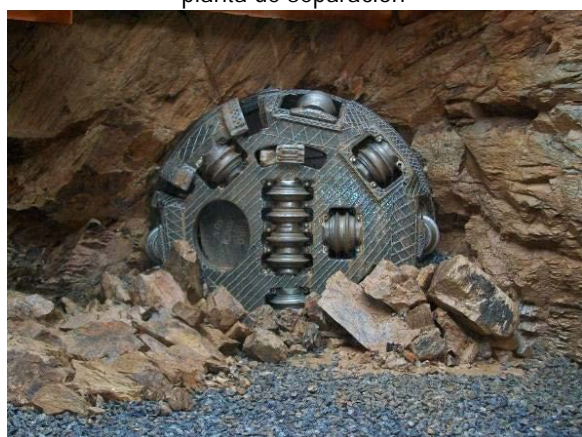
Bastidor de empuje compacto



planta de separación



Láser en túnel en estación intermedia



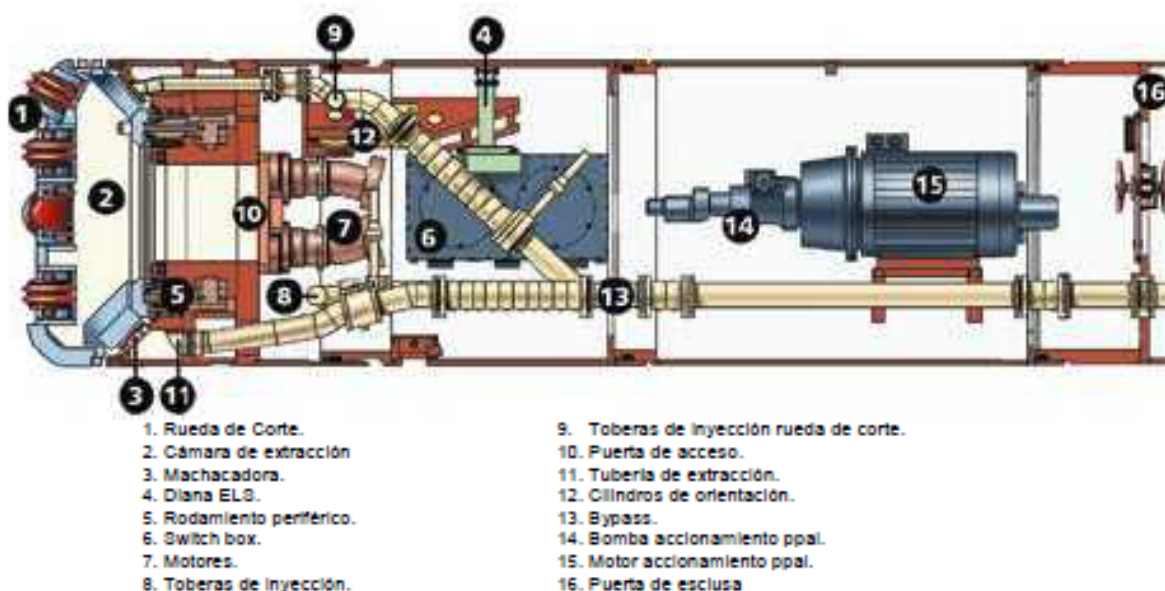
Cale tuneladora en roca

El equipamiento básico para la ejecución estará compuesto por:

- 1 x Contenedor máquina para el control y guiado de la microtuneladora
- 1 x Máquina microtuneladora de escudo cerrado
- 1 x Equipo de empuje compuesto por bastidor, aro de empuje, botellas de empuje y placas de reparto
- 1 x Sistema de guiado mediante láser conectado con el contenedor de control
- 1 x Separador-decantador para la separación del material en superficie

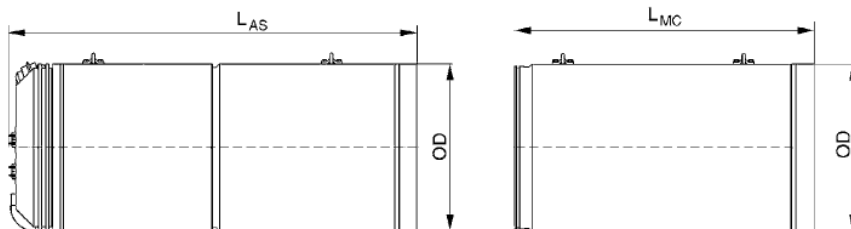
- 1 x Grupo electrógeno de 500 KVAS.
- 2 x Contenedores (almacén, taller y vestuario)
- 1 x Mezcladora de Bentonita
- Equipo auxiliar (bomba de bentonita, bombas de agua, tuberías, etc.)

De entre todas las microtuneladoras bentoníticas que existen en el mercado, destacan las microtuneladoras con un rodamiento o accionamiento periférico en cuyo interior se encuentra la puerta de acceso a la cámara de machaqueo. Gracias a esta puerta de acceso y al nuevo diseño de discos de corte se permite cambiar las herramientas de corte desde la parte posterior de la rueda de corte (cámara de machaqueo) sin necesidad de acceder al frente.

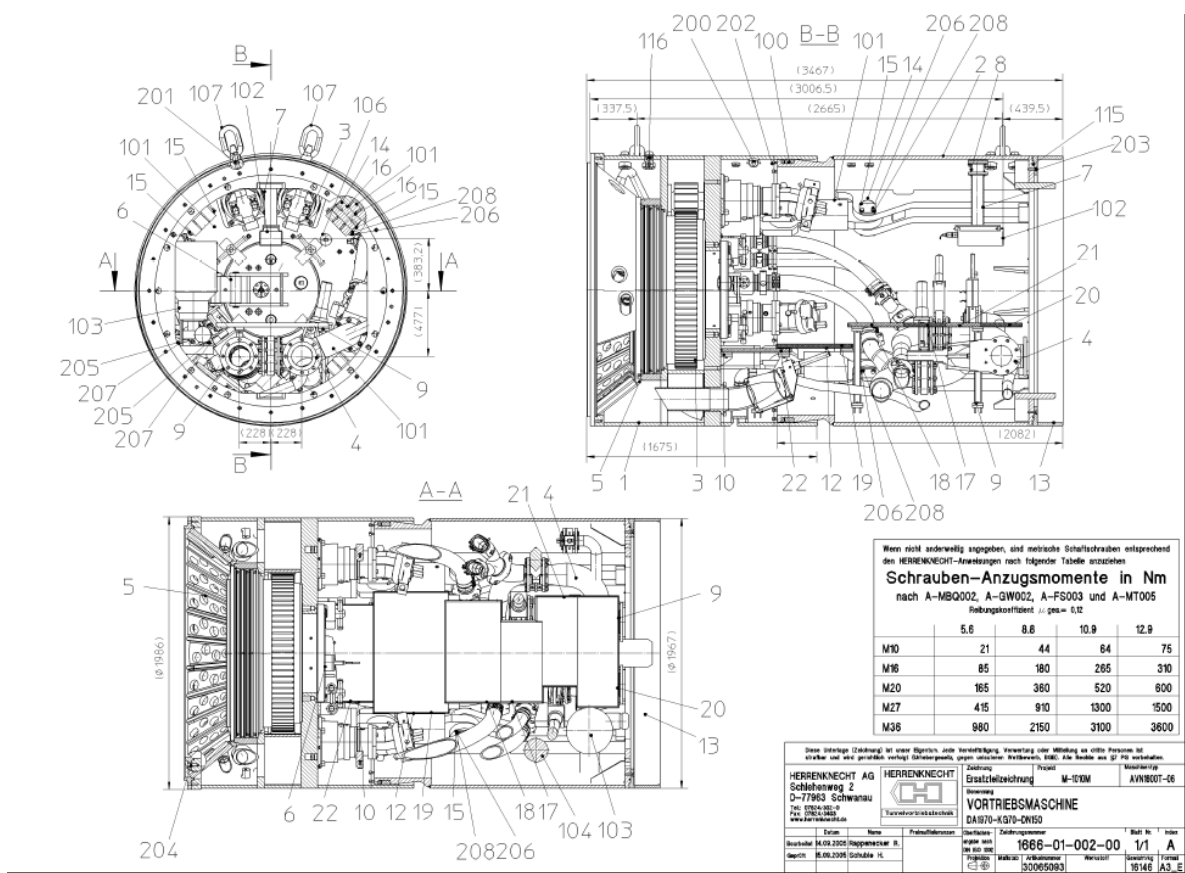
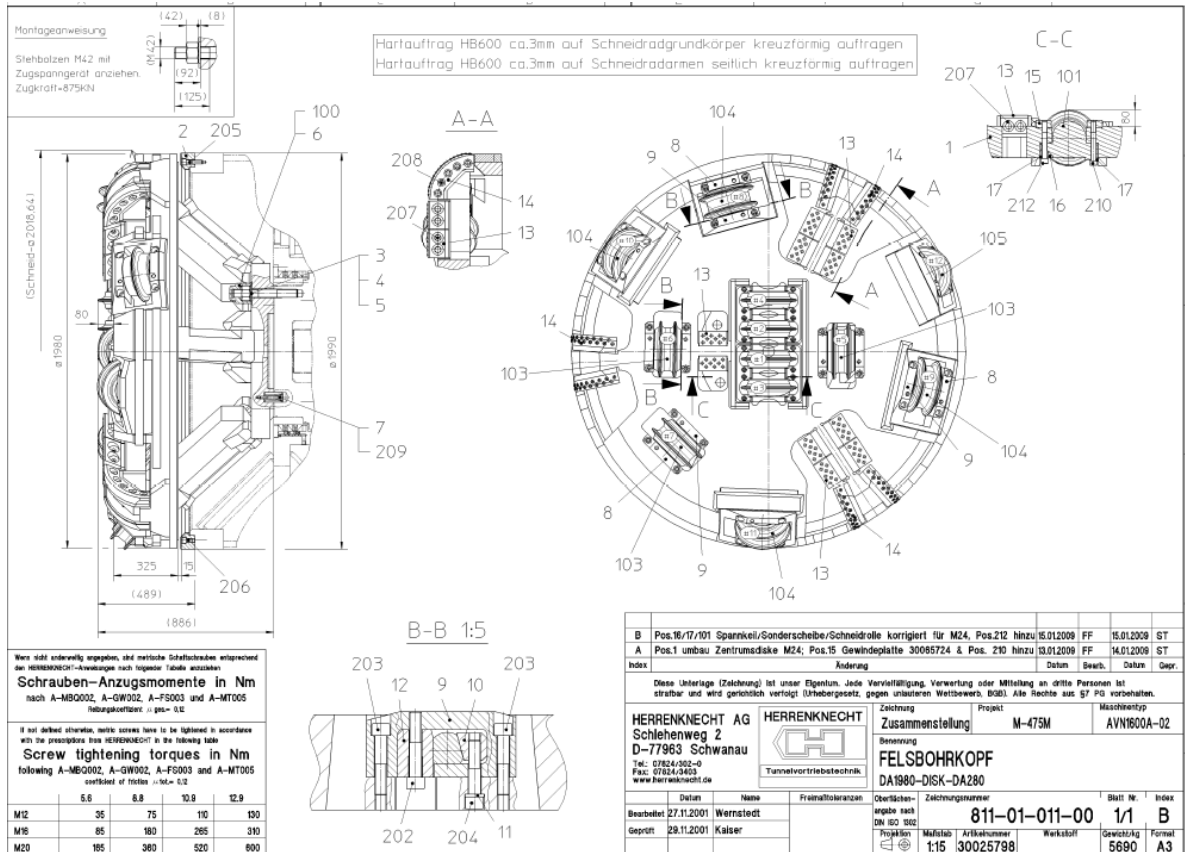


A continuación se adjuntan las características técnicas de la maquinaria prevista.

| TECHNICAL DATA | | AVND1600AB | | AVND1800AB | | AVND2000AB | | AVND2200AB | |
|-------------------------------------|-----------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | | Std* | Ext* | Std | Ext | Std | Ext | Std | Ext |
| 1. Articulated Shield | | | | | | | | | |
| Outer diameter | mm | 1,970 | 2,150 | 2,150 | 2,425 | 2,425 | 3,025 | 2,725 | 3,025 |
| Pipe OD | mm | 1,940 | 2,120 | 2,120 | 2,400 | 2,400 | 3,000 | 2,700 | 3,000 |
| Pipe ID | mm | 1,600 | 1,800 | 1,800 | 2,000 | 2,000 | 2,400 | 2,200 | 2,200 |
| Main drive | | | | | | | | | |
| Max. torque | kNm | 360 | | 520 | | 780 | | 780 | |
| Revolution | LH/RH rpm | 0-4.6 | | 0-4.6 | | 0-8.4 | | 0-8.4 | |
| Rated Power | kW | 110 | | 160 | | 315 | | 315 | |
| Roll correction | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Steering | | | | | | | | | |
| Steering cylinders | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | |
| Force per cyl/oil pressure | kN/bar | 1,005/500 | | 1,005/500 | | 1,272/500 | | 1,272/500 | |
| Stroke per cyl. | mm | 100 | | 100 | | 100 | | 100 | |
| Control | | | | | | | | | |
| Computer data logging system | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Fuzzy control (automatic steering) | | opt. | | opt. | | opt. | | opt. | |
| Fully visualized process control | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Active roll protection (el.-hydr.) | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Suitability U.N.S.: ELS | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| ELS-HWL | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| GNS | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| 2. Machine Can | | | | | | | | | |
| Lubrication System | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| 3. General Information | | | | | | | | | |
| Pipe jacking | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Drive length (recommended) | m | 700 | | 900 | | 1,100 | | 1,100 | |
| Access to cutting wheel | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Waterproofness | bar | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| Airlock | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Telescopic and interjacking station | | opt. | | opt. | | opt. | | opt. | |
| Slurry line diam. | mm | 150 | | 150 | | 200 | | 200 | |
| Medium pressure jet system | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |



| | | | AVND1600AB | AVND1800AB | AVND2000AB | AVND2200AB |
|----------------------|-----------------|----|------------|------------|------------|------------|
| Outer Diameter | OD | mm | 1,970 | 2,150 | 2,425 | 2,725 |
| Length artic. shield | L _{AS} | mm | 4,200 | 4,400 | 4,700 | 4,800 |
| Length machine can | L _{MC} | mm | 3,200 | 3,200 | 3,200 | 3,200 |
| Max. single weight | W | kg | 24,000 | 27,000 | 38,000 | 42,000 |



3.4.4. Procedimiento de ejecución

El método de excavación con microtuneladora de escudo cerrado del tipo Hidroescudo, consiste en un proceso de empuje de tuberías guiado por un sistema láser y controlado remotamente, que suministra presión de manera continua al frente de excavación para equilibrar las presiones del agua subterránea y del suelo.

Para el caso particular del presente proyecto se deberá cuidar la existencia de gravas centimétricas por lo que la cabeza de la tuneladora deberá diseñarse de forma que no se produzca la entrada y bloquee el funcionamiento de la misma.

Las máquinas tuneladoras son guiadas por sistema láser y mientras el trabajo se ejecuta se puede realizar una monitorización precisa y ajustar la alineación y la pendiente. La tubería se instala entre dos pozos verticales, denominados pozo de entrada y pozo de salida y el proceso implica empujar la tubería con el corte simultáneo del suelo en la cara de la cabeza perforadora y la remoción continua de suelo hacia el pozo de entrada y luego hacia la superficie.



Este método de excavación del suelo utiliza un cabezal hermético en el frente de la microtuneladora para prevenir la entrada del suelo o líquidos. El movimiento del lodo está controlado mediante la variación de la velocidad de bombeo y monitorizado por sensores de presión.

Se mantiene el equilibrio de presión en el frente del túnel para evitar colapsos o desprendimientos. La dirección se alcanza por medio de una cabeza articulada capaz de deflectarse en todas las direcciones por medio de cilindros hidráulicos.

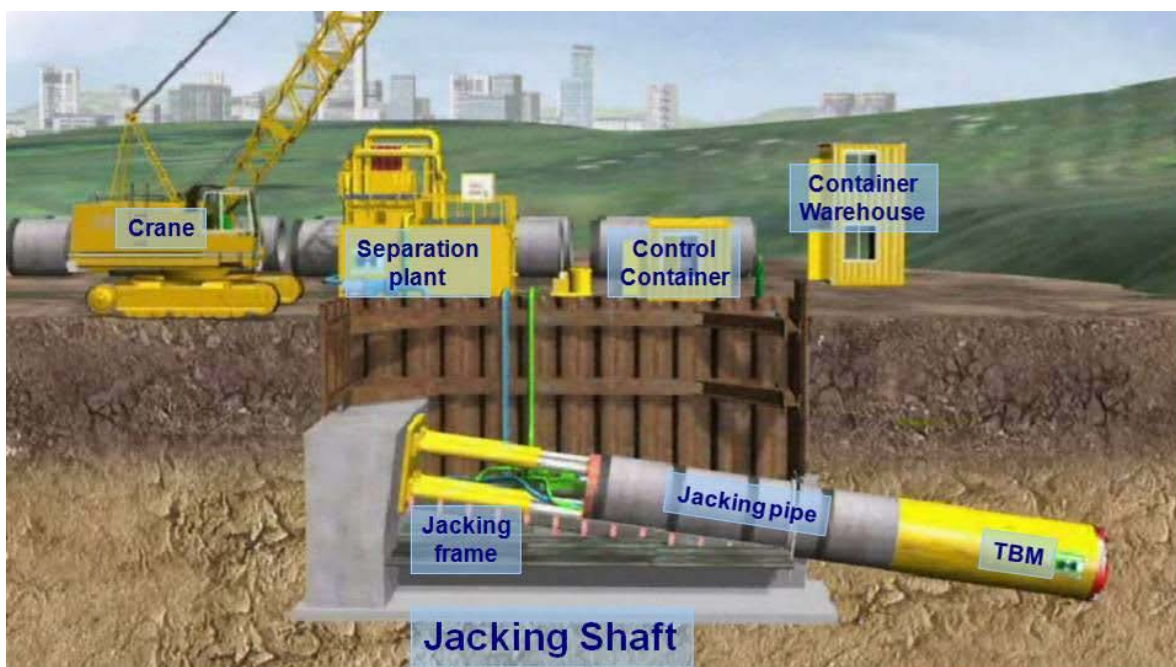
El detritus excavado es extruido a través del frente de perforación a una cámara de mezcla donde se combina con un lodo. El lodo (y el material excavado) son entonces transportados a un sistema de separación de sólidos. Este sistema permite reciclar el lodo para ser reutilizado en el proceso.

Este proceso de excavación se puede utilizar en condiciones en las que existan elevados niveles freáticos y en suelos blandos (sin necesidad de rebajar o tratar el terreno) o gravas, ya que la presión del lodo se usa para equilibrar la presión del frente y del agua subterránea.

Las tuberías son empujadas hacia el pozo de salida por medio de una estructura de empuje situada en la horizontal de la excavación, en el pozo de acometida. Al mismo tiempo, se lleva a cabo el desplazamiento del terreno o la excavación completa del frente del túnel.

La profundidad mínima de cobertura para la tubería que se va a instalar usando este método es de 1,5 veces el diámetro exterior de la tubería de mayor tamaño y el radio mínimo es de 500 m.

Para el control de alineación se utiliza un láser y un sistema de guiado CCTV (Closed circuit televisión). El manejo se consigue con el uso de cilindros de dirección en una junta articulada, normalmente en el punto medio de la Microtuneladora. La mayoría de los sistemas de guiado trabajan de manera que en cualquier momento el operario puede saber la posición exacta de la microtuneladora y la desviación respecto al eje del túnel diseñado, así como también la predicción de la tendencia de movimientos no deseados debidos a factores del terreno.



Con este sistema los tubos son empujados horizontalmente por medio de un bastidor hidráulico, situado en el pozo de ataque, mientras que en el frente el terreno es excavado por una corona de corte giratoria.

El material arrancado se transforma en un lodo (*slurry*), en la cámara que queda entre la cabeza cortante y el frente, el cual se extrae mediante un sistema de bombeo.

El avance se realiza de forma progresiva y transmitiendo las presiones a la cabeza de corte a través de la propia tubería. Para ello se coloca una tubería en el bastidor hidráulico y se empuja hasta que se agota el recorrido de los gatos de dicho bastidor, momento en que se recogen y se posiciona un nuevo tramo de tubería.

Esta operación se repite hasta que se ha perforado la totalidad de la longitud, alcanzando finalmente el pozo de salida.

3.5. TRATAMIENTOS ESPECIALES

3.5.1. Inyecciones de relleno del gap

Con objeto de impermeabilizar y rellenar el gap generado se realizará una inyección de cemento y aditivos a alta presión. Esta técnica de tratamiento del terreno consiste en inyectar el mismo con una mezcla de cemento y aditivos a alta presión para crear una sobrepresión en una zona interpuesta entre los elementos a proteger y la fuente que origina la subsidencia al nivel de las cimentaciones que se quieren proteger, compensando mediante los levantamientos inducidos por dicha sobrepresión, la subsidencia causada por la excavación a medida que se va produciendo.

Se dispondrán puntos de inyección para el relleno de cavidades a razón de un promedio de cuatro como mínimo por cada dos y medio (2,5) metros lineales de túnel. Se dispondrán tubos de purga en la clave del túnel para el control de la inyección.

Las inyecciones se realizarán utilizando tubos manguito, que permiten inyectar varias veces el mismo taladro. Se dispondrá un mínimo de 2 y como media 3 manguitos por metro.

3.5.2. Inyecciones con gel de silicatos

El procedimiento constructivo ejecutado con hinca de escudo cerrado considera la aplicación de bentonita para compensación de presiones.

En los casos que fuera necesario se podrá recurrir al uso de geles de silicatos que permitan consolidar el terreno.

Este caso se podría dar en la hinca del río Aragón y Ebro en el tramo de ataque al existir gravas centimétricas sin matriz.

Puntualmente se ha de prever en el resto de cruzamientos carreteros.

3.5.3. Pantalla de micropilotes

En el presente proyecto se ha contemplado una cobertura de 1,5 veces el diámetro y un control de avance que limite las subsidencias en superficie. No obstante en el caso del cruce del FFCC Alsasua-Zaragoza se podría determinar la necesidad de ejecutar un paraguas de micropilotes para sostenimiento del terreno.

Dicho paraguas estaría conformado por micropilotes de 111 x 6 separados cada 33 cm entre sí y a una distancia de 0,7m de la cara exterior de la hinca. La cobertura se realizará con un ángulo de 120°.

3.6. CONTROL DE SUBSIDENCIAS

En el caso de cruce de carreteras y FFCC será necesario establecer un plan de auscultación. El control de movimientos durante la fase de compensación tiene dos aspectos diferenciados:

- Detectar los asientos producidos por la ejecución de las hincas.
- Seguir y controlar las elevaciones que produce la inyección para compensar dichos asientos.

El objetivo de este control es limitar los movimientos de las estructuras en un rango definido en el proyecto (un intervalo típico es de + 3 a - 3 mm) y que se considera aceptable para que las estructuras no sufran ningún tipo de daños.

Como en la fase de pretratamiento, este control también debe dar la alarma en tiempo real de cualquier movimiento anómalo que se produzca para poder cortar la inyección y evitar daños mayores o, en su caso, reforzar o modificar la inyección si se producen asientos no esperados.

A.1) Control topográfico en la ejecución de la hinca y proceso de inyección

El objetivo de la auscultación es definir en todo momento la situación del proceso de ejecución de las obras midiendo los movimientos que pueda sufrir el terreno como consecuencia de la excavación.

Es importante detectar y controlar dichos movimientos ya que así podrá establecerse un plan de acción con las medidas oportunas para evitar que sean superiores a los tolerables.

Para el control de estos movimientos deberán emplearse instrumentos denominados de exterior como son los hitos de nivelación topográfica.

Para controlar los posibles movimientos verticales producidos por la excavación del túnel, se colocarán dos secciones de nivelación sobre la traza por cada tubo hincado, perpendiculares al eje de la hinca.

A.2) Instalación de secciones de control

Cada una de las secciones de nivelación estaría formada por tres hitos de nivelación, uno en el eje de la hinca y los otros dos ubicados a una distancia de 1,5 m del mismo. Cada uno de los hitos contará con una diana de puntería. A unos cien metros de distancia y sobre el terraplén se colocará asimismo una base de nivelación, desde la cual cada seis horas de trabajo se realizará un anillo de nivelación revisando los puntos de control. La nivelación deberá hacerse con un nivel y micrómetro con una precisión de al menos 0,1 mm/km, de forma que en el cierre se admitirán errores inferiores a 0,1 mm.

En el caso en el que se alcancen los asientos permitidos, se paralizarán los trabajos de hincado, momento en el cual se recomprobará la nivelación. De confirmarse ésta se procederá a realizarse un tratamiento de mejora del terreno.

Los hitos se colocarán y observarán antes de la excavación de la hinca y se llevará un control diario de sus movimientos desde antes del comienzo de la excavación hasta que tres lecturas consecutivas se repitan.

Cada punto a controlar debe estar siempre referenciado a una base fija manteniéndose esta referencia desde el comienzo de la obra hasta su finalización o en su caso remplazándose por otra si resultase la primera inutilizada.

Una vez instaladas las bases de referencia y los puntos a controlar por nivelación de precisión, se procederá a realizar la “medida origen” o “medida cero” (antes de que los trabajos de la obra afecten a la zona a controlar), a partir de la cual se van a comparar las sucesivas medidas a realizar durante el tiempo de duración de la obra.

Para la obtención de esta medida origen, es necesario realizar al menos dos medidas diferentes de cada punto de nivelación partiendo de la base de referencia.

Es conveniente, sobre todo en las medidas iniciales, realizar cierres para los distintos recorridos, con el fin de comprobar la bondad de los datos obtenidos.

La cota inicial de las bases de referencia, así como las cotas obtenidas en la medida origen para cada uno de los puntos controlados, deberán aparecer reflejados en las tablas de datos con el fin de que cualquier equipo de nivelación pueda realizar un seguimiento independiente de los movimientos existentes en las distintas zonas.

Diferente a la inicial, este cambio deberá quedar reflejado en las tablas de datos, apareciendo nuevamente la cota inicial de la nueva base, así como la nueva cota obtenida para cada punto a partir de esta nueva base.

Los datos obtenidos para cada punto de nivelación, comparados con la “medida origen” o “medida cero”, reflejarán los movimientos verticales relativos de cada uno de ellos con respecto a la base de referencia.

El signo positivo (+) siempre reflejará levantamientos o ascensos del punto controlado, con relación a la medida origen, mientras que el signo negativo (-) reflejará asientos o descensos.

Aplicando este criterio a los datos de las sucesivas campañas de nivelación, se representará gráficamente la evolución en el tiempo de cada uno de los puntos controlados por nivelación de precisión.

A.3) Descripción de los hitos y secciones

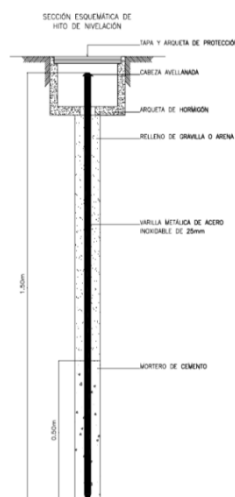
Para la medida de la subsidencia superficial se perforarán taladros de diámetro 150 mm.

En su interior se dispondrá una varilla metálica anclada mediante mortero de cemento en los 50 cm más profundos, rellenando 1 m por encima del nivel de anclaje con gravilla. La varilla dispondrá en su extremo superior de una cabeza avellanada para apoyo de la misma.

En cualquier caso, siempre se atravesará totalmente el espesor rígido superficial de hormigón, aglomerado, etc., haciendo apoyar la varilla de referencia directamente sobre el terreno natural de la forma descrita anteriormente.

Como base de nivelación se deberá instalar una varilla anclada en profundidad en una zona situada fuera de la zona de influencia de la hinca.

En la siguiente figura se muestra un esquema de un hito de nivelación.



Las nivelaciones se efectuarán utilizando un nivel de precisión dotado con micrómetro de láminas de caras plano - paralelas y empleando el método del punto medio. Para la lectura de los movimientos verticales de los hitos de nivelación se utilizará una mira de INVAR. La resolución requerida será de 0,01 mm, con una precisión de 0,1 mm.

En la hincas se colocarán, al menos, dos secciones de hitos de nivelación y arquetas para control de subsidencia con un número de arquetas variable para control de movimientos. La situación de cada sección se corresponderá con los arcones de la calzada.

En el caso de los cruces, se recomienda colocar, para cada una de las hincas, al menos, tres secciones de hitos de nivelación y arquetas para control de subsidencia con un número de arquetas variable para control de movimientos. La situación de cada sección se corresponderá con los arcones y mediana de la calzada de las carreteras.

Todas las arquetas deberán estar perfectamente posicionadas topográficamente y referidas un punto fijo.

Cada una de las secciones se compondrá de un total de 15 hitos de nivelación centrados sobre el eje de la hincas. Los 7 hitos más interiores estarán separados entre sí una distancia de 1,00 m. Los 8 restantes se colocarán cuatro a cada lado de los centrales, con una separación de 2,00 m.

A.4) Frecuencia de lecturas

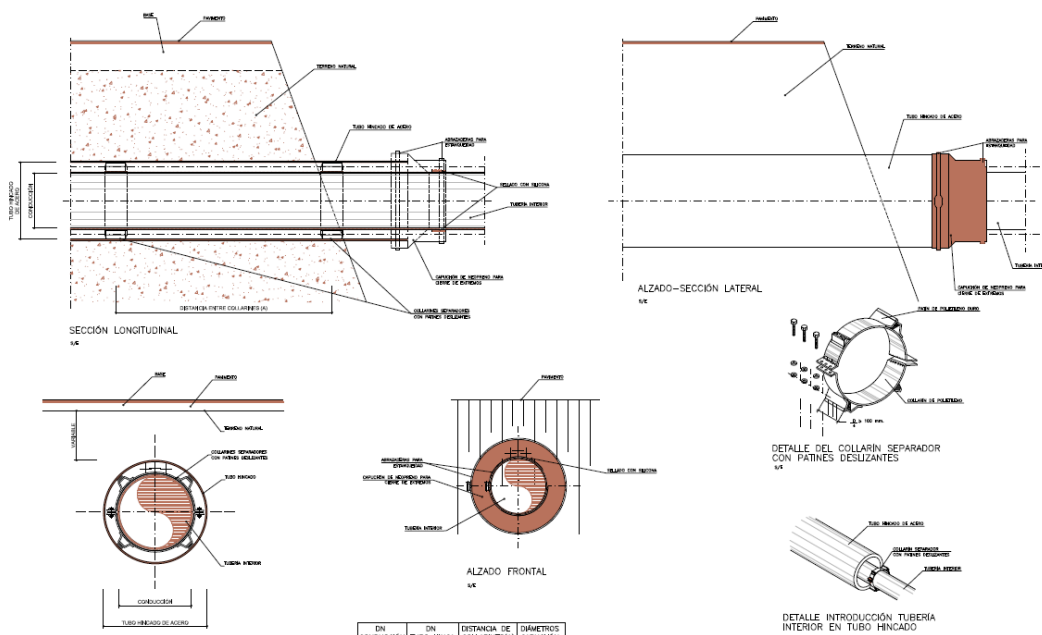
Como rutina de lecturas tipo se deberá proceder según se indica a continuación:

- En el tramo comprendido desde 15 m antes del cruce y los 15 m posteriores, se deberá tomar una lectura diaria.
- Cuando el frente de excavación se encuentre a más de 15 m del paso bajo, se tomarán tres lecturas por semana hasta que éstas se estabilicen.

- Pasado un mes, se volverá a tomar una nueva lectura y si ésta no es igual a la anteriormente estabilizada, se tomarán tres lecturas semanales hasta que éstas se estabilicen repitiendo el proceso mensualmente.

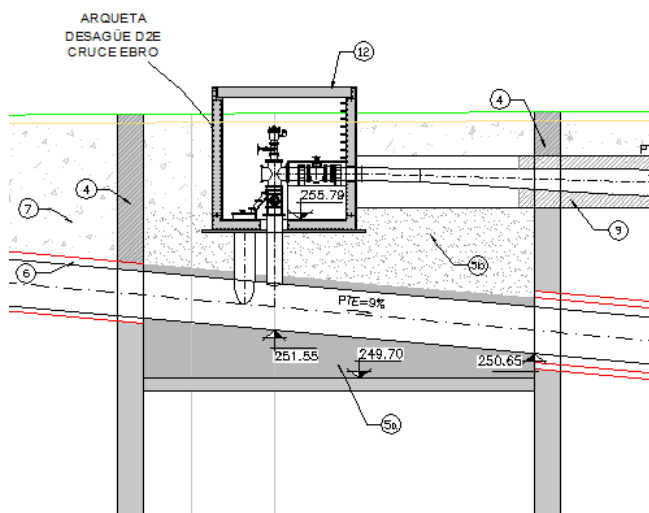
3.7. INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN EL INTERIOR DE LA HINCA

La ejecución de instalación de la tubería en el interior de la hincas se realizará mediante separadores con patines aisladores y así evitar el contacto entre la tubería de hormigón y la de acero.



Para la ejecución de las hincas es importante indicar que el recinto apantallado del pozo de ataque y extracción se mantendrá y se deberá regularizar la base entre la diferencia de la rasante de la tubería y el fondo del pozo.

En los casos en los que la diferencia es sustancial se ha optado por una base hormigonada y un posterior relleno con material granular 5/15 de forma que se minimicen los asientos generados y no se produzcan fallos por cizalladura.



A continuación se describe el procedimiento a realizar:

3.7.1. Preparación tubos de hormigón

Primeramente es necesario realizar una revisión completa de la tubería de hormigón introducida observando especialmente cualquier tipo de fuga de agua y resaltos respecto a la geometría teórica del tubo que pudieran provocar un impedimento a cualquier rodamiento empleado para la introducción del tubo.

La zona entre tubos (zona de ubicación de las sufrideras) deberá sellarse mediante la colocación de mortero de tal forma que se laminen los posibles saltos entre tubos.

Las perforaciones existentes en los tubos de hormigón previstas para posibles inyecciones a la parte exterior del mismo deberán sellarse mediante tapones roscados evitando en todo momento que sobresalgan hacia el interior del tubo.

3.7.2. Instalación de tubería

Dado que los tubos son tamaño mayor que las dimensiones del pozo de ataque de la tuneladora, es necesario introducirlos únicamente desde los pozos de salida. Por tanto, los tubos se introducirán por un tramo curva y al final del todo se encontrarán con el tramo recto.

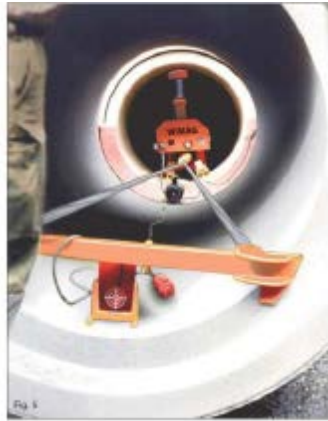
Los tubos que irán al tramo recto no se pueden soldar de forma previa a su introducción en la camisa. En estos casos, el tubo no se puntea, sino que se pondrían unos herrajes articulados desmontables de forma previa a la introducción del tubo en el microtúnel que permita la rotación y el cambio de ángulo en la unión.

Con este sistema, el tubo se adapta al tubo camisa sin forzar, reduciendo además el rozamiento en los rodamientos por lo que la fuerza horizontal necesaria es muy moderada (estimada en un 10-15% de la masa del tubo de acero, sin contar las fuerzas que implique las pendientes a favor/contra – ver anexo de cálculo del rozamiento).

Se podría desmontar el tubo sin grandes problemas en el casual de que surgiese alguna complicación durante la introducción de los mismos.

La unión entre tuberías se soldará en ángulo por el interior de la tubería abocardada dentro del microtúnel una vez en su sitio.

Es necesaria la colocación de un aislante y manguito en la unión antes de soldar para evitar que el manguito termorretráctil sufra deterioro por el calor desprendido por la soldadura interior del tubo. Se analizará con una simulación el uso del material aislante y se tomarán datos durante un proceso de soldado de la transmisión del calor a la tubería a distintas distancias del punto de soldado.



Ficha de material ignífugo:

TEXfire

TECHNICAL FABRICS

Artículo Article
WELD SX

| | |
|-------------------------|---------------------------|
| Composición Composition | 61% FV 28% PROX 11% SIL |
| Ligamento Weave | sarga 3/1 - cross twill |
| Peso Weight | 730 g/m ² - 5% |
| Ancho Width | 150 cm - 2% |

TEJIDO IGNÍFUGO PERMANENTE
NON FLAMMABLE FABRIC

Protección contra el fuego, la lluvia, chispas de soldadura y salpicaduras de metal fundido.
Protection against fire, rain, welding sparks and molten metal.

| Características Técnicas Technical Specs | Resultados Results | Normativa Standard |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| Propagación a la llama Limited flame spread | A1- A2 | UNE EN ISO 15025 |
| Resistencia a la tracción Tensile strength | Umbre Warg: >3000 N (10%) Trama Weft: 2784 N (10%) | EN ISO 13934-1 |
| Resistencia a la penetración del agua Resistance to water penetration | 100 | UNE EN 20811 |
| Calor convectivo Convective heat | B2 | ISO 9151 |
| Soldado y durante técnicas conexas Welding and allied processes | Clase 2*, Class 2* | EN ISO 11611 |
| Salpicaduras de metal fundido Molten metal splashes | D3 | ISO 9185 |

Ensayos realizados en laboratorio interno Testing done at internal laboratory.

* Resultados correspondientes al informe de ensayos IN-01746/2014-B-1 del laboratorio LEITAT *Results corresponding to test report IN-01746/2014-B-1 from LEITAT laboratory.

TEXFIRE TEXTILES TECNICS S.L. - C/ Llobateres, 25-27 - Pol. Ind. Santiga - 08210 Barberà del Vallès

3.7.3. Unión provisional de tubos

En este apartado se analiza el elemento de unión entre tubos para el caso de los tubos que irán colocados finalmente en el tramo recto y que se introducen sin soldar.

Es necesario en primer lugar, analizar los fundamentos geométricos de la solución propuesta. Para simplificar el análisis, simplificaremos la camisa (tubo de hormigón) y la tubería (TAH) a la línea que forman sus láminas de agua. Al analizar desde un punto de vista geométrico la forma de la lámina de la camisa, podríamos tener 3 casos, una figura en 1D, en 2D o en 3D.

Si fuera recta como una vela, sería una figura en 1D, más fácil.

El caso que nos ocupa, recta en planta y una combinación curva-recta en alzado, es una figura en 2D.

Si tuviera giros en planta y alzado tendríamos una figura en 3D.

Analizando el caso de la obra, una figura 2D, tenemos:

- Siempre que hay una figura en 2D hay un plano en que esta figura queda inscrita. En este caso, se trataría de un plano definido por una línea vertical y cualquiera de las láminas de agua de la camisa [tubo de hormigón] (el resto de láminas también pertenecen al mismo plano)
- Si los tubos pudieran virar entre sí, mediante una bisagra cuyo eje fuera ortogonal al mencionado plano, es decir, horizontal, podrían copiar sin problema la forma de la hinca.
- Estas bisagras deben situarse en una posición apropiada, a la altura del ecuador del tubo (ya que la unión se irá solapando/desolapando por arriba y abajo).
- Se necesitarían 2 bisagras por cada unión entre tubos.
- La posición en la que se unen, al tratarse de una unión articulada, no es demasiado relevante, ya que la unión permitirá que articule (en realidad sólo se necesita articular en torno a 1º, en el momento que los tubos pasen de la zona curva radio 600 a la zona recta (zona de tangencia)). El movimiento máximo del tubo en la unión es de 0,012 m para pasar de R= 500 a recto. La idea es colocarlos en la zona de solape definitivo.
- Una vez que el tubo ha hecho el tránsito a través de la camisa, y al poder girar libremente en las uniones, se encontrará apoyado en la camisa de hormigón (cada tubo lleva un aro con ruedas y este aro con ruedas irá siempre rodando sobre la camisa). Es en ese momento cuando se procede a realizar la soldadura de la unión retirando el elemento provisional.

En caso de tener una figura 3D se requeriría sustituir las bisagras por rótulas.

3.7.4. Posición de unión de tubos

El primer tubo queda, al final del tránsito, con un giro de 0º respecto al segundo. Este primer ensamblaje se suelda tras el tránsito, por lo que el ángulo entre estos tubos varía a lo largo del recorrido, llegando a un máximo

de 1,45°. Lo más lógico es que, en el momento del ensamblaje, los tubos formen un ángulo de la mitad de este ángulo (0,725°), para que el manguito termorretráctil (que se pone antes del tránsito), reciba los menos movimientos (estirar/encoger) posibles.

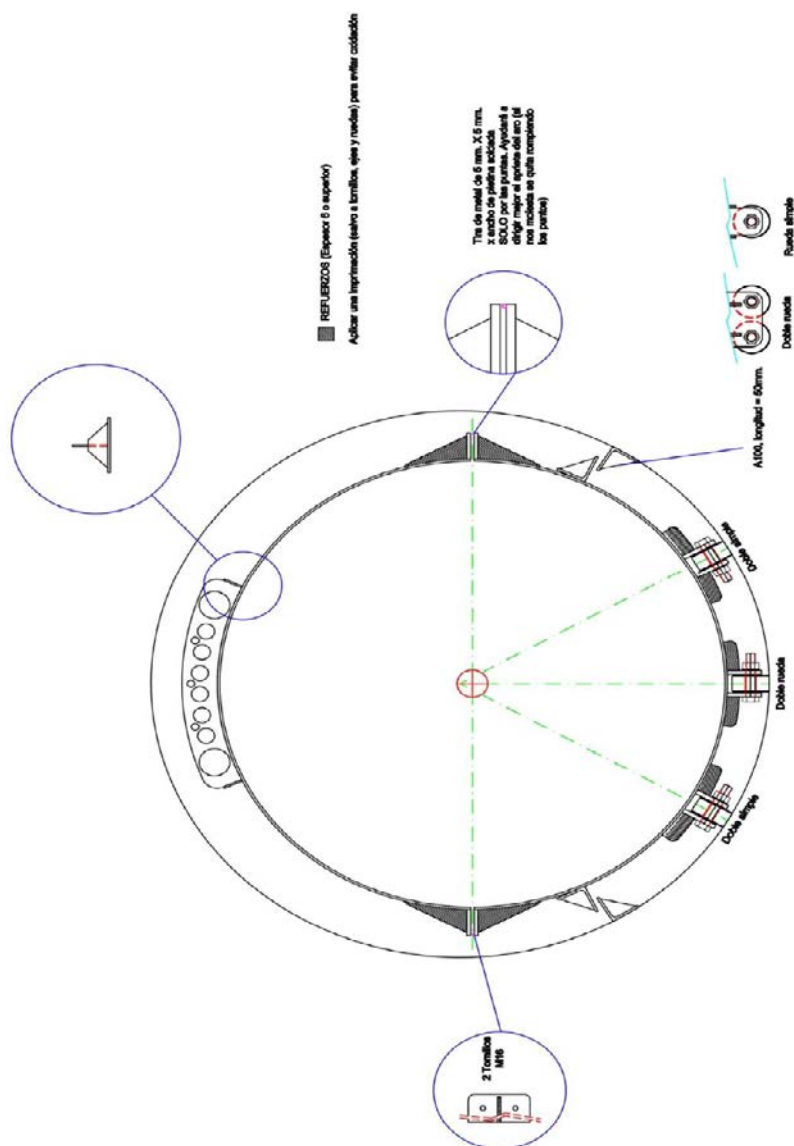
Para el segundo ensamblaje los ángulos serían 0,65° y su mitad, 0,325°.

El resto de ensamblajes se sueldan en el exterior, todas con tubos formando el mismo ángulo (a determinar, entre 1,23° y 1,45°).

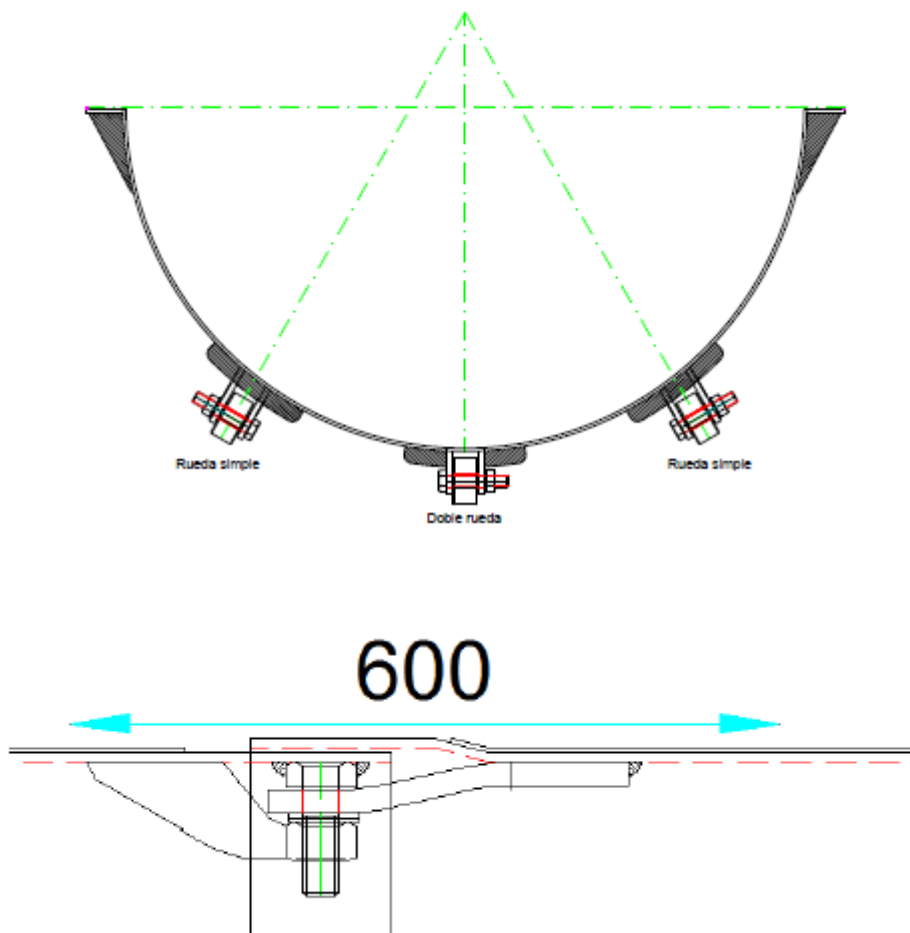
3.7.5. Tipo de rodamientos

Anillo por rodamientos.

Se trata de dos medias virolas (mitad superior y mitad inferior) que se fijan al tubo mediante unas uniones atornilladas.



Se prevé colocar una abrazadera con un total de 4 ruedas (dos en la generatriz inferior y una más a cada lado), para cada tubo de 13 m a introducir en la camisa de hormigón. En la siguiente imagen puede verse la configuración:



Estos anillos llevan soldadas unas pletinas que soportan los ejes de las ruedas.

Estas ruedas son macizas, no llevan rodamientos sino cojinetes de fricción (un casquillo cilíndrico que queda entre la rueda y el eje), que dan muy buenos resultados en aquellos casos en que las distancias a recorrer son pequeñas (un viaje de, como máximo 140m, el del primer anillo) y que tienen que soportar grandes cargas y que estas cargas tienen direcciones variables respecto al eje de la rueda.

Un rodamiento sufre mucho cuando se le hace trabajar con una fuerza no ortogonal al eje de rotación.

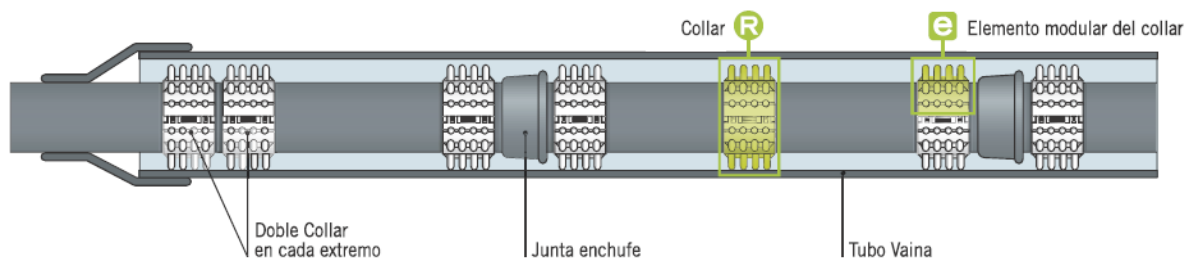
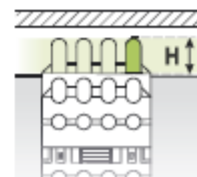
Por otro lado se utilizarán patines de deslizamiento. Las características de los collarines y su separación se realizará conforme la siguiente tabla:

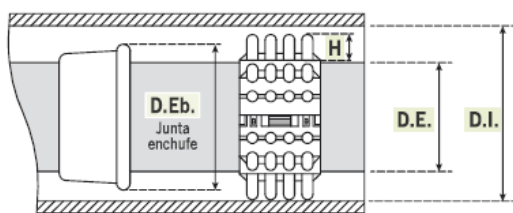
| TUBERÍA PRINCIPAL | | TIPO DE COLLARES AGRUPADOS POR FAMILIAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-----------------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|
| DN | | C/D/I | | S/T | | A/B | | F/G | | M/N | | P/Q | | L | | E/H | |
| | | H mm | H Inch | H mm | H Inch | H mm | H Inch | H mm | H Inch | H mm | H Inch | H mm | H Inch | H mm | H Inch | H mm | H Inch |
| | | | | | | | | | | 18 | 0,70 | | | 25 | 0,98 | | |
| | | | | | | | | | | 25 | 0,98 | | | 41 | 1,61 | 25 | 0,98 |
| | | | | | | 19 | 0,75 | 25 | 0,98 | 36 | 1,42 | | | 50 | 1,97 | 41 | 1,61 |
| | | | | | | 36 | 1,42 | 41 | 1,61 | 41** | 1,61** | 110 | 4,33 | 75 | 2,95 | 60 | 2,36 |
| | | 15 | 0,59 | 20 | 0,79 | 50 | 1,97 | 60 | 2,36 | 50 | 1,97 | 120 | 4,72 | 100 | 3,94 | 75 | 2,95 |
| | | | | | | | | 75* | 2,95* | 75 | 2,95 | | | 125 | 4,92 | 90 | 3,54 |
| | | | | | | | | | | 90 | 3,54 | | | 150 | 5,91 | 110 | 4,33 |
| | | | | | | | | | | | | | | 175 | 6,89 | 130 | 5,12 |
| | | | | | | | | | | | | | | 200 | 7,87 | | |
| 50 | 2" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | 2" ½ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 3" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 4" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | 5" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | 6" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 8" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 10" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 12" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 350 | 14" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 16" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 450 | 18" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 20" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 600 | 24" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 700 | 28" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 800 | 32" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 900 | 36" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 40" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1100 | 44" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1200 | 48" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1300 | 52" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1400 | 56" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1500 | 60" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1600 | 64" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1700 | 68" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1800 | 72" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1900 | 76" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 80" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2200 | 88" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2400 | 96" | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2800 | 110" | | | | | | | | | | | | | | | | |

(*) Medida solo disponible para elementos tipo F

(**) Medida solo disponible para elementos tipo M

Familias adecuadas para cubrir los diámetros de tubería (DN)





La altura máxima del elemento a adoptar viene dada por la siguiente comparación

$$[O. D. tubería principal] + [2 H altura del elemento] + [tolerancia 12 + 15 mm] < [1. D. tubería vaina]$$

Siempre que el tubo principal tenga una junta tipo enchufe o brida, se debe considerar un segundo factor, para permitir que el elemento supere la altura de la junta:

$$[O.D. tubería principal] + [2H altura del elemento] > [O.Db. junta + tolerancia min. 20mm]$$

en este caso, los collares se instalarán delante y detrás de la junta, a una distancia no superior a 30 cm.

Se recomienda insertar un collar doble en los extremos de la tubería para evitar problemas durante las operaciones de inserción y para distribuir debidamente la sobrecarga.

El número de collares exacto (m) es entonces resultado de la siguiente ecuación::

$$m = L/l + 3$$

Para hincas largas (>150 m) o tuberías muy pesadas, es posible incrementar la frecuencia de los collares o usar elementos especiales reforzados. Los elementos reforzados están diseñados con mayor grosor de sacrificio. Sin embargo, en aplicaciones pesadas o aplicaciones no estándar, se requiere un análisis más detallado para considerar las condiciones particulares de la obra.

3.7.6. Sistema de protección del manguito termorretráctil

Dado que se usa el manguito fuera de uso para el que fue concebido (soldar a posteriori), necesitamos introducir un material "aislante" entre el tubo y el manguito (esto es una rareza, no prevista por el fabricante de manguitos).

La zona afectada por calor de la soldadura debería ser determinada, pudiéndose medir con un termómetro de infrarrojos la superficie exterior del tubo cuando estamos haciendo una soldadura interior. Por experiencia en esta obra, se podría decir que serán como máximo 100mm. En esa zona se usaría una manta de fibra de vidrio que lleva pegada un material aislante térmico (3-4mm de espesor).

La manta se colocaría envolviendo el tubo, a priori sería preferible no usar adhesivos, ya que en general son combustibles

Se soldaría con electrodo o hilo sin gas, si bien se puede soldar con otros procedimientos si así se requiere.

3.7.7. Sistema de tracción del tubo

En este procedimiento se propone tirar del tubo ya que evita que en caso de acodamiento en algún punto sin pronta detección y paro surja el riesgo de deformación del tubo por presión de empuje.

Se han previsto varios sistemas de tiro con la intención de poder hacer frente de mejor forma a eventuales imprevistos o bien para tener alternativas en caso de que la técnica en uso resultada óptima frente a los rozamientos previstos por imponderables de la propia ejecución.

Sistema inicial, tráctel de 3 Tn

En los primeros tubos que se deslizan a favor de la pendiente, es previsible que la fuerza necesaria para lograr el deslizamiento sea razonablemente baja (debido a la componente axial favorable del peso) y puede obtenerse mediante el uso de un simple tráctel manual.

De hecho, en función del rozamiento que generen los diferentes elementos del sistema de deslizamiento puede suceder incluso que la tubería se deslizase sola (teniendo que retenerla por detrás). Con la pendiente con la que se introduce el tubo y con coeficientes de rozamiento inferiores a 0,05 (caso más probable) sería esperable que el tubo se desplace solo, controlando la maniobra con el sistema de retención (que se detalla más adelante).

Sistema adicional, Tiratubos WIMAG

Se dispone de un equipo tiratubos, diseñado para afianzarse en el interior de una tubería, equipado con un sistema hidráulico y con la capacidad de tirar en sentido horizontal con una fuerza máxima de 16 Tn. La carrera de este equipo es de unos 500mm.

Se preparará también una cadena de 9 Tn y un polipasto de palanca de 9t. Se ubica este equipo a unos 15 metros del punto de introducción de tubos, afianzarlo y mediante la citada cadena se une este equipo con el tubo a arrastrar, deslizándolo el tubo en ciclos de 500mm. Por cada ciclo de deslizamiento es necesario volver a extender el hidráulico horizontal y tensar la cadena mediante un polipasto de palanca de 9 Tn. Esta operación se repite hasta que el tubo se haya desplazado 14 metros.

Una vez que el tubo se ha desplazado 14 metros, el equivalente a un largo completo de tubo, y mientras se monta un nuevo tubo en el extremo de adición de tubos, se desafianzaría el equipo tirador y se desplaza otros 14 metros.

Sistema adicional, Gato de Tesado

Otro sistema adicional consiste en un gato hidráulico para cables de tesado. El gato de tesar es un equipo capaz de amarrar un cable (unifilar o trenzado en función del modelo) y tirar de él a lo largo de su carrera (200 mm con el gato previsto). Cuando llega al final de carrera el cable queda acuñado por el propio gato hidráulico y el mismo se recoge para volver a iniciar otro ciclo desacuñando el cable.

Sistema adicional, Cabrestante

Otro sistema adicional consiste en un cabrestante de cable. Se trata de un sistema equivalente al primero (tráctel) pero sustituyendo el tráctel por un cabrestante.

Con el primer y tercer y cuarto sistemas es necesario tender un cable que recorra el túnel, de extremo a extremo. Teniendo en cuenta que el túnel es curvo el alzado, el cable una vez tenso quedará apoyado en la clave superior del túnel.

Este contacto se producirá a lo largo de muchos metros de túnel por lo que la presión ejercida tenderá a disiparse y la velocidad de deslizamiento del cable sobre el túnel será extremadamente baja; en todo caso, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo, el cable se protegerá con una vaina plástica.

3.7.8. Sistemas de retención

Como sistemas de retención se ha previsto usar los siguientes:

Tráctel de 3 Tn

Un extremo del tráctel se atará al tubo que se va a descender y el otro a un punto fijo en la solera de hormigón. Con este tráctel se irá dosificando cable de forma controlada, gobernando la operación de descenso.

Sistema adicional, Cadena de fijación

Se atará una cadena desde el extremo del tubo hasta un punto fijo, por si en algún momento el tráctel quedará liberado accidentalmente.

Perfil de acero soldado al tubo

Se suelda un perfil de mayor tamaño que la boca del túnel al extremo del tubo.

3.7.9. Relleno entre tubo de hormigón y tubería de acero

Dada la necesidad de rellenar el espacio entre tubo camisa de hormigón y el tubo de acero, el llenado se realiza mediante lechada de cemento/mortero de cemento.

El trazado del túnel existente tiene un punto bajo en su punto medio aproximadamente lo cual implica la necesidad de llenar desde ambos lados, siendo el llenado desde el centro hacia los extremos.

Se descartan sistema de inyectado desde el interior de la tubería de acero para no afectar la protección exterior de la misma.

El mortero se inyectará a través de equipos de bombeo usuales en inyecciones de hormigón (baja presión ya que la gravedad ya permite la circulación del material).

En la introducción del tubo de acero se colocan a la vez las tuberías que facilitarán la inyección. Están previstas tuberías entre 1" y 2".

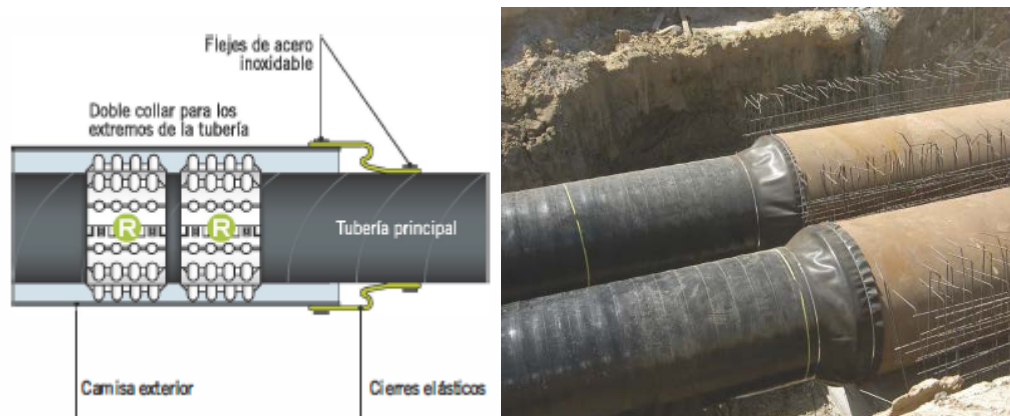
Previamente a la inyección se procederá al engrase de la tubería para facilitar el deslizamiento del material y evitar posibles tapones en las mismas.

Se prevén 3 puntos de inyección desde cada lado hasta el centro. En cada uno de ellos se colocará doble tubería por seguridad, pudiéndose colocar una tercera tubería de unos 16 mm como sistema de purgado y control.

La retención en las bocas del túnel se realizará mediante encofrado manual.

3.7.10. Cierres

Una vez que la tubería se inserta dentro de la vaina, se deben instalar dos cierres elásticos en ambos extremos para sellar la hinca. Los cierres elásticos deben garantizar una solución limpia, resistente al envejecimiento y mecánica.



4. PANTALLA DE MICROPILOTES

4.1.1. Ámbito de actuación

Para el caso particular del cruce de la A68, el trazado de la infraestructura proyectada se ejecuta con dos conducciones paralelas de 1.600 mm que cruzarán bajo la autovía a través del paso inferior de fauna, no siendo necesario la ejecución con hinca.

Dicho paso dispone de una anchura entre estribos de 15,8 m, siendo la distancia mínima al eje de la conducción de 5,3 m y un gálibo próximo a 5,0 m.

El trazado de la conducción se ha diseñado con una excavación comprendida entre 3,3 y 4,0 m de profundidad, ejecutándose toda la excavación en suelo terciario (Tc) con ángulo de rozamiento 30° y cohesión de 0,5 kg/cm² y posibilidad de excavación con talud 1H/3V.

Para evitar problemas de subsidencias durante la excavación se ha optado por ejecutar una pantalla de micropilotes de 10 m de profundidad de DN200 mm ejecutada con hormigón HA-30/ F15/IIa o lechada de mortero con resistencia característica superior a 30 MPa ejecutado con vaina metálica de acero TM-80 de 150 mm de diámetro y 8 mm de espesor.

4.1.2. Procedimiento

Las actividades que requiere la ejecución de micropilotes son:

- Replanteo de los taladros
- Accesos, instalaciones, obras y medios auxiliares
- Perforación de taladros y colocación de tubos
- Ejecución de las inyecciones
- Puesta en servicio de los micropilotes
- Retirada de equipos y limpieza de tajos

Los equipos para la ejecución de micropilotes se pueden agrupar, fundamentalmente, en:

- Equipos de perforación de taladros
- Equipos de inyección

a) Replanteo de los taladros

- El lugar de emplazamiento de los puntos de perforación se materializará mediante una referencia que perdure durante el transcurso del tratamiento (pintura, spray de pintura, varilla de acero, etc.).
- La perforación e inyección se llevará a cabo sobre taladros alternos, regresando posteriormente a los intermedios; el ciclo de alternancia vendrá dado por la distancia entre taladros y por la comunicación de la inyección entre ellos; el emplazamiento del equipo de inyección se efectuará considerando tanto su ubicación como la situación espacial del eje de perforación.

b) Perforación de taladros y colocación de las armaduras

- La perforación se adaptará a la naturaleza del terreno y a las características de los micropilotes que se han de ejecutar. Durante la misma se tomarán las debidas precauciones para evitar erosiones y derrumbes en las paredes de los taladros cuando se coloquen las correspondientes armaduras.
- La perforación se realizará con equipos mecánicos a rotoperCUSión, empleando "sartas" constituidas por el varillaje y los útiles de perforación, coronas de widia, tallantes de widia, etc. Durante la perforación se utilizará como fluido de refrigeración y sostenimiento lodo bentonítico en función del terreno atravesado.
- Tras la perforación y antes de introducir la armadura tubular, se comprobará que el taladro tiene la profundidad y el diámetro requerido de tal forma que permita acceder a los puntos de inyección establecidos en el proyecto. Con la extracción del testigo, se confirmará o se conocerá la naturaleza del terreno.
- Previo a la colocación de la armadura tubular, se realiza la limpieza del fondo inyectando agua a presión.
- La armadura se coloca centrada respecto al eje del micropilote, verificando que se mantenga la verticalidad y el centrado; debe guiarse la introducción de la camisa de chapa de acero y la barra tipo Gewi.

- La armadura se prepara fuera de la zona a pilotar, previendo los tramos de tubo necesarios para efectuar los empalmes mediante rosca o soldadura, y se corta el tramo del tubo con la longitud necesaria.
- Esta armadura debe sobresalir del terreno una longitud determinada (entre 60 y 90 cm) a fin de soldarle luego unos redondos que garanticen la adherencia entre encepados y micropilotes.
- Tras estas comprobaciones se colocará el tubo que forma la armadura del micropilote, antes de su introducción en el taladro, se adherirán unos centradores, espaciados a lo largo del fuste entre uno (1) y un metro y medio (1,5 m), para que los tubos queden perfectamente centrados dentro del taladro. El tipo de centrador será presentado al Director para su aprobación. Los centradores quedarán perdidos, formando parte del micropilote y ocuparán el menor espacio posible.
- El acero será S275 JR 155.8mm de diámetro y 8mm de espesor lechada de cemento CEM I 42,5N y HA30, con una relación agua/cemento de 0,4 dosificada en peso, vertida por el interior de la armadura mediante sistema de inyección única globalInyección, a presión, del bulbo del micropilote.

c) Inyección del relleno del interior de la armadura tubular

Colocada la armadura, deberá evitarse que se produzcan contaminaciones en el interior de la perforación; por ello se realiza la inyección de la lechada de cemento antes de que transcurran 24 horas desde la introducción de la armadura.

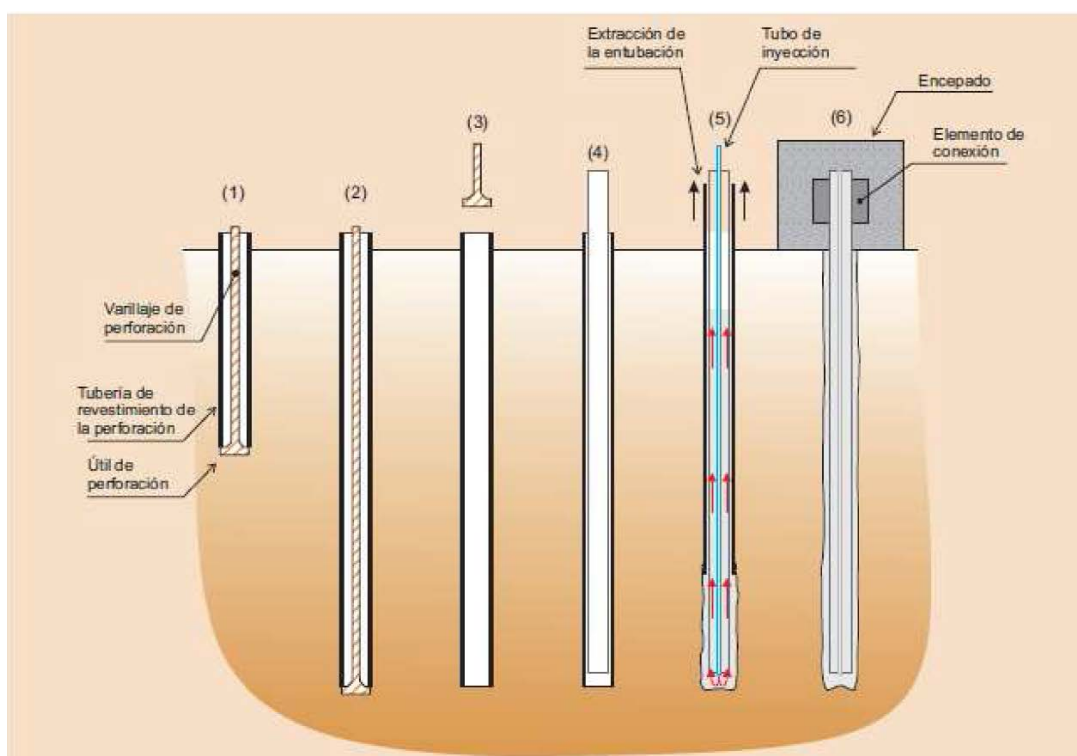
El tiempo máximo entre fases sucesivas tampoco debe superar las 24 h en relación al cemento empleado y los tiempos de fraguado en obra.

Por lo general, la inyección se realiza en tres fases:

- La primera fase se ejecutará inyectando a través de la última válvula, sin presión, hasta que la mezcla rebose por el espacio anular entre la armadura tubular del micropilote y el terreno. Se formará así una vaina constituida por una mezcla de cemento, que se dejará fraguar antes de proceder a la inyección de la segunda fase.
- La segunda fase de inyección consistirá en la formación del bulbo de anclaje del micropilote al terreno. Se inyectará a presión, entre 1,5 y 3,0 MPa, a través de cada válvula, el volumen requerido de mezcla. Este volumen deberá ajustarse, en obra, a las características del terreno, debiéndose realizar ensayos previos in situ.
- Finalmente, se rellenará de mezcla de cemento el interior de la tubería que constituye la armadura tubular del micropilote, finalizando así el proceso de inyección.
- Tras la inyección de los micropilotes se constituirá la viga de atado de hormigón armado, uniendo todas las cabezas de los micropilotes. Ésta se realizará de las dimensiones y características que se indican en los planos, y se encofrará para su correcta ejecución.

d) Descabezado

- Conviene descabezar los micropilotes pues el hormigón de la capa superior suele siempre ser de mala calidad. Tener en cuenta que, cada cierto tiempo, ha de retirarse el material extraído para permitir a la máquina maniobrar.
- f) Soldadura de las armaduras
- Luego de finalizar la inyección, se realizan las soldaduras continuas en la armadura tubular del micropilote que sobresale del terreno, unos redondos de acero corrugado o capuchones para producir buena adherencia entre el micropilote y el encepado.
- Seguidamente se realiza el vertido de un hormigón de limpieza y la colocación posterior de la armadura de acuerdo a los planos del proyecto.



4.1.3. Control de subsidencias

Durante la ejecución de los trabajos se implantará un Plan de Auscultación que permita verificar que no se producen subsidencias durante la ejecución de las obras.

El Plan de auscultación tendrá las mismas características que el descrito para las Hincas.

ANEJO Nº 17. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS. APÉNDICE 17.2. Balsa de Tudela.

ÍNDICE

| | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. OBJETO..... | 1 |
| 2. EXCAVACIÓN Y PREPARACIÓN DEL CIMIENTO DE Balsa | 1 |
| 2.1. EXCAVACIÓN DEL CIMIENTO..... | 1 |
| 2.2. REGULARIZACIÓN DEL FONDO DEL CIMIENTO | 2 |
| 3. PRÉSTAMOS PARA FORMACIÓN DEL DIQUE..... | 5 |
| 4. RELLENOS DEL CUERPO DEL DIQUE DE LA Balsa..... | 8 |
| 4.1. DESCRIPCIÓN..... | 8 |
| 4.2. EJECUCIÓN DE LOS RELLENOS..... | 9 |
| 4.2.1. Terraplén de prueba para el material del núcleo | 9 |
| 4.2.2. Terraplén de prueba para extensión del material todo-uno en espaldones | 12 |
| 4.3. EQUIPO NECESARIO PARA LOS RELLENOS..... | 13 |
| 4.3.1. Equipo de escarificación y nivelación | 14 |
| 4.3.2. Equipo de compactación..... | 14 |
| 4.3.3. Arados de discos o rejas..... | 17 |
| 4.3.4. Equipo de abastecimiento, distribución y riego de agua..... | 17 |
| 4.4. COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENOS..... | 18 |
| 4.4.1. Generalidades..... | 18 |
| 4.4.2. Condiciones específicas de puesta en obra de los materiales de balsa..... | 19 |
| 4.4.3. Humedad de compactación | 22 |
| 4.4.4. Espesor de tongada y número de pasadas del compactador | 23 |
| 4.4.5. Extendido y compactación del material del núcleo y espaldones | 23 |
| 4.4.6. Extendido y compactación de filtros, drenes y transiciones..... | 30 |
| 4.4.7. Extendido y compactación de pedraplenes y rellenos permeables | 31 |
| 5. TRATAMIENTO DEL TERRENO EN LA Balsa DE TUDELA..... | 32 |

| | | |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1. | CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS | 32 |
| 5.2. | PANTALLA DE INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN EN LA Balsa DE TUDELA | 36 |
| 5.2.1. | Descripción | 36 |
| 5.2.2. | Materiales y mezclas de inyección | 37 |
| 5.2.3. | Criterios de inyección | 38 |
| 5.2.4. | Secuencia de inyección | 39 |
| 5.2.5. | Procedimiento para la realización de los ensayos Lugeon | 39 |
| 5.2.6. | Procedimiento de inyección | 40 |
| 5.2.7. | Pruebas de tratamiento | 42 |
| ANEXO I. MEDICIONES AUXILIARES DE LOS PRÉSTAMOS | | |
| ANEXO II. PLANOS DE LOS PRÉSTAMOS | | |

ÍNDICE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1. Regularización del fondo del cimiento</i> | <i>2</i> |
| <i>Figura 2. Fotografía de regularización en cimiento de una presa</i> | <i>3</i> |
| <i>Figura 3. Sellado con hormigón proyectado del fondo de excavación</i> | <i>4</i> |
| <i>Figura 4. Fotografía de sellado con hormigón proyectado en presa</i> | <i>5</i> |
| <i>Figura 5. Aspecto de limos en vales en el embalse</i> | <i>6</i> |
| <i>Figura 6. Aspecto de cerros con terciariolimitando embalse</i> | <i>6</i> |
| <i>Figura 7. Gravas en terraza superior</i> | <i>6</i> |
| <i>Figura 8. Planta de áridos en Valtierra y cantera de escollera en Igea</i> | <i>7</i> |
| <i>Figura 9. Planta topográfica con ubicación de los yacimientos</i> | <i>7</i> |
| <i>Figura 10. Sección tipo de balsa</i> | <i>9</i> |
| <i>Figura 11. Rodillo con tambor de acero liso</i> | <i>15</i> |
| <i>Figura 12. Rodillo pata de cabra convencional</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 13. Rodillo tambor de impacto</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 14. Secuencia de construcción en una presa de materiales sueltos</i> | <i>19</i> |
| <i>Figura 15. Disposición material filtro y dren en una presa</i> | <i>21</i> |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 16. Humectación de una tongada | 22 |
| Figura 17. Regularización del cimientto de presa | 24 |
| Figura 18. Extendido del material arcilloso en un núcleo de presa | 25 |
| Figura 19. Compactación en dirección longitudinal al eje de presa | 27 |
| Figura 20. Ensayo “in situ” con equipo radioactivo | 29 |
| Figura 21. Compactación al lado de una obra de fábrica..... | 30 |
| Figura 22. Extensión de material filtro en una presa | 31 |
| Figura 23. Perfil geológico-geotécnico por el eje de presa | 33 |
| Figura 24. Estribo izquierdo. Posibles vías de filtración..... | 35 |
| Figura 25. Primera fase de inyecciones en estribo izquierdo..... | 36 |
| Figura 26. Equipos de inyección trabajando en una presa | 38 |
| Figura 27. Esquema de pruebas de tratamiento del cimientto..... | 43 |

ÍNDICE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---|
| Tabla 1. Volúmenes de material en cada uno de los yacimientos | 8 |
|---------------------------------------------------------------------|---|

1. OBJETO

A lo largo de este apéndice se describirán los principales procedimientos constructivos de las principales unidades de obra de la balsa de Tudela.

En la construcción de esta balsa, todas las unidades de obra críticas están relacionadas con el movimiento de tierras:

- ✓ Excavación y preparación del cimiento del cimiento
- ✓ Obtención de materiales para la construcción del dique
- ✓ Construcción del cuerpo del dique
- ✓ Tratamiento del cimiento

2. EXCAVACIÓN Y PREPARACIÓN DEL CIMIENTO DE BALSA

2.1. EXCAVACIÓN DEL CIMIENTO

Las excavaciones se realizarán de acuerdo con los planos del Proyecto en los que se indican las cotas de fondo que hay que alcanzar de acuerdo con la información geológica obtenida. En las zonas bajo el nivel freático se establecerá un sistema de drenaje de la excavación de forma que pueda controlarse la entrada de agua de forma adecuada. El sistema de drenaje debe también impedir el acceso de aguas superficiales a la excavación.

El sustrato terciario cumpliría los requerimientos de resistencia, deformabilidad y permeabilidad, por lo que podría efectuarse el apoyo de la balsa sobre el sustrato terciario. Ahora bien, es muy posible que la zona superior del sustrato se encuentre alterada y que, por tanto, no cumpla el requisito de permeabilidad, por lo que, para evitar posibles filtraciones a través del cimiento, sería necesario incrementar las excavaciones en la zona de apoyo del núcleo de la presa. Se considera, en base a la información disponible, que esa sobre excavación en la zona del núcleo sea de, al menos, dos metros. En todo caso, únicamente se dispone de reconocimientos puntuales y pudiera suceder que, durante la ejecución de las excavaciones, tras realizar una inspección del fondo de excavación pueda resultar necesario efectuar una sobre excavación diferente (de mayor o menor altura).

En los materiales terciarios, para efectuar la excavación para el apoyo del núcleo (teniendo en cuenta que habrá de realizarse un relleno posterior con material del núcleo) se utilizarían taludes 1H:1V.

Las excavaciones de la zanja del cimiento deberán realizarse hasta alcanzar 50 cm por encima de la cota de cimentación del mismo. Una vez establecida su calidad, los últimos 50 cm de cimentación se excavarán con poca antelación (dos días como máximo) a la regularización de la superficie de apoyo y tratamientos de juntas y diaclasas. Además de este tratamiento generalizado y con anterioridad al mismo, se efectuará un tratamiento puntual, de todas aquellas grietas y fisuras de cierta importancia.

El tratamiento de juntas y diaclasas, tanto las de menor como las de mayor tamaño, está adecuadamente indicado en los planos de Proyecto. Este tratamiento puntual, se efectuará, según se indica a continuación:

- ✓ Las grietas del orden de 1-3 cm de ancho, que se observen en la superficie, deberán limpiarse hasta una profundidad de 10 a 15 cm, para rellenarlas posteriormente con lechada agua-cemento o mortero M-180, según sus dimensiones.
- ✓ Las grietas o fracturas superiores a 3 cm de ancho se abrirán y cajearán hasta unos 25 m de ancho en superficie y hasta 0,50 m en profundidad, dependiendo de las características de la fisura. Como mínimo se limpiarán y cajearán hasta una profundidad de al menos cuatro veces su ancho. La hendidura resultante deberá tener forma de cuña, para rellenarla posteriormente con mortero o con hormigón de árido fino según sus dimensiones. En función de las características y morfología de las juntas se realizarán inyecciones de cosido inclinadas, de acuerdo con lo indicado en los planos.
- ✓ La excavación deberá quedar lo más lisa y regular posible. Para ello se eliminarán los salientes de roca.

No se considera necesario un tratamiento específico de las diaclasas de menor tamaño, ya que con la prevista regularización del fondo de la excavación y con el sellado con lechada o mortero de la superficie en general, antes del extendido de los materiales arcillosos, sería suficiente.

2.2. REGULARIZACIÓN DEL FONDO DEL CIMIENTO

El sustrato está formado por areniscas, lutitas y argilitas margosas, en caso de que el fondo de excavación en la zona de apoyo del núcleo resulte quedar en un nivel arenoso se ha de optar por dos posibilidades: bien realizar una sobre excavación hasta alcanzar un nivel cohesivo sobre el que apoyar el núcleo, bien cubrir el fondo de excavación con un pequeño espesor de hormigón en masa (sellado) que evite el contacto del material del núcleo con las areniscas.

Por último, el talud de aguas abajo de la caja del núcleo ha de quedar protegido con material de filtro, no siendo necesaria esta precaución en el talud de aguas arriba. Estas medidas son las presentadas en el siguiente esquema.

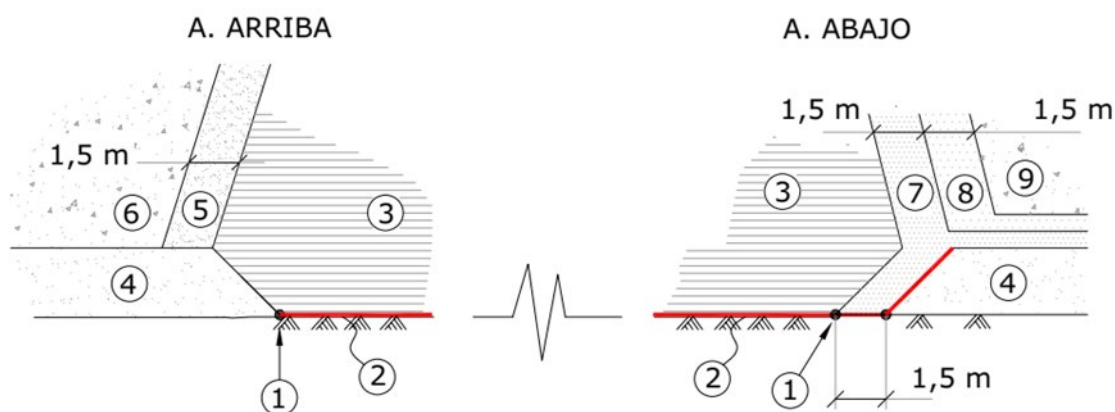


Figura 1. Regularización del fondo del cimiento



Figura 2. Fotografía de regularización en cemento de una presa

1. Punto teórico de arranque del núcleo
2. Base del núcleo regularizada. Sellado (si apoyo es en areniscas)
3. Tongadas del núcleo
4. Sustrato alterado
5. Transición aguas arriba
6. Espaldón de aguas arriba
7. Filtro
8. Dren
9. Espaldón de aguas abajo

Por otra parte, el fondo de excavación de la zanja para el apoyo del núcleo quedará, en varias zonas, en areniscas y/o materiales carbonatados en los que pueden existir familias de diaclasas. Para evitar la migración de material del núcleo a través de esas posibles diaclasas, se cree necesario realizar un tratamiento del fondo de excavación consistente en la disposición de un pequeño espesor de hormigón proyectado en esa zona de contacto (tanto en el fondo de excavación como en el talud de aguas abajo). Esto quizá quede mejor explicado en el siguiente esquema.

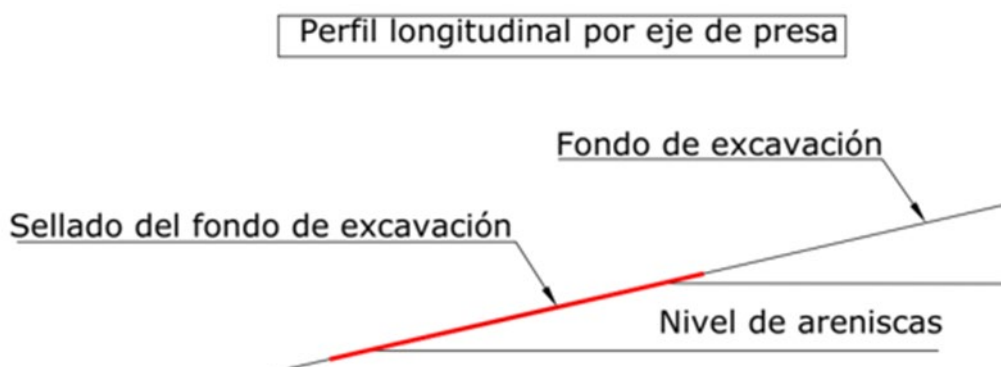


Figura 3. Sellado con hormigón proyectado del fondo de excavación

En sentido transversal, se adoptará el criterio reflejado en la figura anterior.



Figura 4. Fotografía de sellado con hormigón proyectado en presa

3. PRÉSTAMOS PARA FORMACIÓN DEL DIQUE

Los materiales para la formación del cuerpo de la balsa se obtienen del vaso del embalse y de la terraza superior situada inmediatamente al noroeste del embalse. A pesar de que con preferencia se van a tomar los materiales presentes en el vaso, se ha de aclarar que tanto limos como material todo-uno hay presente en todo el entorno de la ubicación de la balsa.

En el estudio de materiales recogido en el apéndice 3.2 del anejo 3, se describen claramente los materiales aprovechables, sus características y su ubicación. En concreto se ubican los yacimientos de material arcillo-lomoso para el núcleo, el todo uno a base de argilitas-lutitas-areniscas presentes en el terciario den el vaso y además se proponen algunas plantas de áridos y canteras para el resto del material granular:

1. Los limos de fondo de vales para el núcleo



Figura 5. Aspecto de limos en vales en el embalse

2. El material todo uno, mezcla de argilitas, lutitas, areniscas.



Figura 6. Aspecto de cerros con terciariolimitando embalse

3. Las gravas y gravas cementadas de la terraza superior



Figura 7. Gravas en terraza superior

4. Materiales procedentes de graveras y canteras para formación de filtros, drenes y escollera



Figura 8. Planta de áridos en Valtierra y cantera de escollera en Igea

Se han cartografiado los yacimientos que están en el embalse y en su entorno y se ha propuesto unos corredores para explotarlos.



Figura 9. Planta topográfica con ubicación de los yacimientos

La explotación de estos yacimientos requiere un cierto orden. De esta forma, indefectiblemente, los trabajos en los préstamos han de empezar por el denominado “PRÉSTAMO LIMOS 1”, puesto que estos limos se encuentran en la zona donde apoyará el dique y, no solo por su posterior aprovechamiento, sino porque son colapsables en su estado natural deben ser retirados.

Casi al mismo tiempo, con muy poco desfase, deberá comenzar la explotación en el alguno de los morros del terciario y en las gravas de la terraza superior.

Tanto los materiales limosos, con el todo-uno, como las gravas, necesitarán de un acopio intermedio, puesto que no podrán ser extendidos hasta que se haya preparado el cimiento de presa y esto requiere, como se ha visto

anteriormente:

1. Una regularización del cimientado del todo uno, una vez extraídos los limos.
2. La excavación del cimientado del núcleo
3. La regularización del cimientado del núcleo.

Dado que el espacio es muy restringido, hay que planificar muy bien el movimiento de los préstamos, aprovechando todo el suelo útil para establecer los acopios intermedios los más cercanos posibles a su ubicación posterior en obra.

Como ya se ha dicho se han cartografiado los posibles yacimientos y se ha medido el material disponible en bruto. En el Anexo I se acompañan los planos de planta, perfil longitudinal y perfiles transversales de estos aprovechamientos y en el Anexo II las mediciones de auxiliares de los mismos.

A continuación, se recoge un resumen de los materiales disponibles en los distintos préstamos.

| PRÉSTAMO | NATURALEZA | VOLUMEN (m ³) |
|------------------------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | Limos | 396.941,68 |
| 2 | Limos | 41.546,35 |
| 3 | Limos | 165.525,57 |
| 4 | Limos | 88.501,79 |
| Volumen limos (m³) | | 692.515,39 |
| 5 | Gravas | 552.572,52 |
| Volumen gravas (m³) | | 552.572,52 |
| 6 | Terciario | 385.515,67 |
| 7 | Terciario | 110.567,46 |
| 8 | Terciario | 437.503,78 |
| 9 | Terciario | 494.459,97 |
| Volumen terciario (m³) | | 1.428.046,88 |

Tabla 1. Volúmenes de material en cada uno de los yacimientos

4. RELLENOS DEL CUERPO DEL DIQUE DE LA Balsa

4.1. DESCRIPCIÓN

La presa de Tudela, de materiales sueltos con espaldones zonificados, presenta un núcleo centrado, protegido por filtros, drenes y transiciones que lo separan de los espaldones.

Los materiales para la realización de los diferentes rellenos de la presa, que forman la sección tipo que se adjunta seguidamente, se designarán como sigue:

- 1 Riprap (escollera de protección).
- 2 Material granular (gravas) en espaldón de aguas arriba.

- 3 Material “todo uno” para formación de espaldones.
- 4 Material de transición espaldón todo-uno y espaldón de gravas.
- 5 Material para núcleo.
- 6 Material granular para filtros.
- 7 Material granular para dren.
- 8 Material granular (caliche) en espaldón de aguas abajo.
- 9 Material “todo uno” para formación de espaldones (Igual a 3

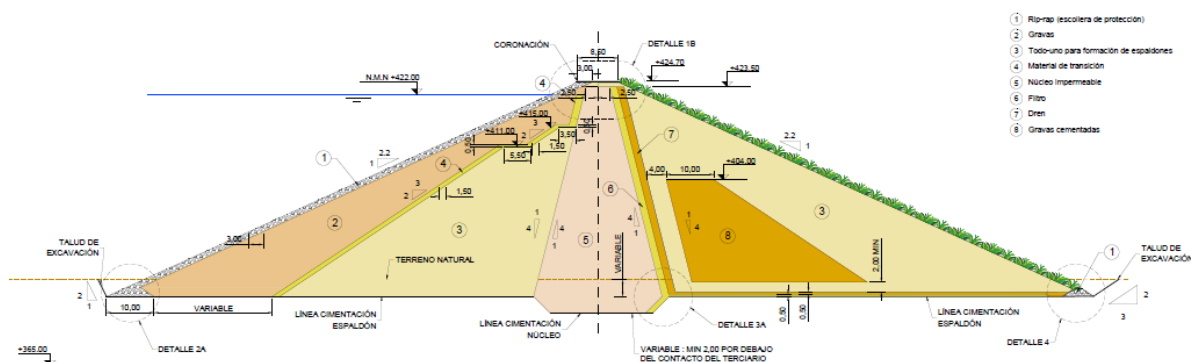


Figura 10. Sección tipo de balsa

4.2. EJECUCIÓN DE LOS RELLENOS

El procedimiento de puesta en obras de los materiales que forman parte del núcleo de la balsa y el material todo-uno del espaldón se deducirá mediante la ejecución de sendos terraplenes de ensayo

4.2.1. Terraplén de prueba para el material del núcleo

4.2.1.1. Ejecución del terraplén

En principio pueden pensarse en tres rangos de humedad de puesta en obra: uno “seco”, otro correspondiente a la humedad óptima según el ensayo de compactación y otra del lado “húmedo”. En principio puede pensarse que con una compactación del lado seco la resistencia puede ser algo mayor si bien la permeabilidad podría resultar también algo mayor.

Para la ejecución del terraplén de prueba, por tanto, podrían realizarse tres calles de, aproximadamente 3 metros de anchura cada una (calles 1 a 3) utilizando suelos “algo húmedos” en la calle 1, en torno a la humedad óptima en la calle 2 y “algo secos” en la calle 3. Por tanto, el relleno de prueba tendría una anchura en coronación de, al menos 9 metros.

La longitud que puede resultar necesaria para este relleno de prueba podría ser del orden de 50 metros (más la rampa de acceso).

Podrían efectuarse 6 tongadas de 25 cm de espesor (tras compactar), por lo que la altura total del terraplén de prueba sería del orden de 1,5 metros.

Antes de comenzar el relleno de prueba se han de realizar en la zona de préstamo elegida para extraer el material los siguientes ensayos de caracterización (en cuatro muestras).

- ✓ Granulometría por tamizado y sedimentación
- ✓ Determinación de límites de Atterberg
- ✓ Determinación de contenido en sulfatos
- ✓ Humedad natural
- ✓ Compactación Proctor Modificado

Una vez efectuados los ensayos de laboratorio podría ejecutarse el terraplén de prueba.

4.2.1.2. Preparación del terreno

Para ubicar el terraplén de prueba se ha de escoger una zona que sea llana y con apoyo homogéneo o, en su defecto, acondicionarla para que cumpla esas condiciones (excavaciones o relleno de regularización).

4.2.1.3. Tratamiento previo del material

Tal como se ha comentado anteriormente, podría plantearse la ejecución de tres calles que se diferenciarían por la humedad del material al compactar.

En la calle “húmeda” (calle 1) el material debería presentar una humedad, después de compactado, en torno a dos/tres puntos por encima de la correspondiente al ensayo Proctor Modificado.

En la calle central (calle 2) el material presentaría una humedad (tras compactar) en torno a la obtenida en el ensayo de compactación Proctor Modificado.

Por último, en la calle “seca” (calle 3) el material se dispondría con una humedad, tras compactar en torno a dos/tres puntos por debajo de la correspondiente al ensayo Proctor Modificado.

El material, antes de ser llevado al tajo no debe diferir mucho de la humedad final, pudiendo ser necesario adecuar previamente su humedad oreándolo o humectándolo.

4.2.1.4. Extendido y compactación

El extendido se efectuará sobre la capa anterior y, en principio, podría utilizarse cualquier tipo de maquinaria.

Para efectuar la compactación de estos materiales se cree conveniente utilizar un rodillo pata de cabra o similar.

Las primeras tongadas de cada calle servirán para ajustar el procedimiento de construcción.

En la primera tongada se medirá la densidad seca y la humedad en, al menos, 5 puntos de cada calle después de cada pasada (puede ser doble) de rodillo.

Analizando los datos obtenidos en esta primera tongada, inmediatamente tras su obtención, permitirá determinar el número de pasadas necesarias para alcanzar una densidad seca que se considere suficiente. Con ese dato (número de pasadas) se ejecutarán las siguientes cinco tongadas.

4.2.1.5. Controles durante ejecución

Durante la ejecución de las tongadas se ha de controlar la densidad y humedad en cada una de las tongadas compactadas. Para ello puede utilizarse el equipo nuclear, pero este debe haber sido contrastado con ensayos mediante el método de la arena.

Ese contraste podría efectuarse al ejecutar la primera tongada, cuyo objeto es ajustar el procedimiento de construcción al inicio de la prueba.

4.2.1.6. Ensayos “in situ”

Al finalizar el ensayo, desde la coronación del mismo se efectuarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de placa de carga con inundación (al menos dos por calle).
- Ensayo de permeabilidad “in situ” (al menos uno por calle).

Si bien se conoce que la permeabilidad de estos materiales será muy baja, pueden efectuarse ensayos de permeabilidad “in situ” para confirmarlo. Estos ensayos (Haefeli, en zanja rectangular o zanja circular) se podrán definir en su momento.

El ensayo de placa de carga con inundación consistiría en efectuar un ensayo de carga convencional completo (NLT-357/98) y, posteriormente volver a cargar la placa hasta su carga máxima procediendo, en ese momento a inundar el recinto (creado previamente) manteniendo la placa cargada. Se mantienen esas condiciones (calado de, al menos, 2 cm y placa cargada) durante 24 horas. Para finalizar, se descarga la placa de carga y se procede a efectuar un ensayo de placa de carga convencional completo y, de este modo, se puede evaluar el comportamiento del material en condiciones saturadas.

4.2.1.7. Ensayos de laboratorio

Una vez finalizado el terraplén de prueba, en cada una de las tres calles, se hincarán tubos tomamuestras (de 60 cm) con las que se extraerán, al menos, tres muestras inalteradas que deberán ser parafinadas y enviadas al laboratorio para su ensayo.

Con cada una de las muestras tomadas en el terraplén (tres muestras por calle) de prueba se realizarán los siguientes ensayos:

- ✓ Triaxial consolidado no drenado con medida de presiones intersticiales.
- ✓ Medida de permeabilidad en célula triaxial.
- ✓ Edómetro.
- ✓ Ensayo Pin-Hole (y/o de doble hidrómetro).

4.2.2. Terraplén de prueba para extensión del material todo-uno en espaldones

4.2.2.1. Ejecución del terraplén

La investigación a realizar con estos materiales, previamente al inicio de la construcción de la presa, consistiría en la ejecución de un terraplén de prueba, con lo que se obtendrían datos tanto sobre la idoneidad de estos materiales para su utilización en el cuerpo de presa como sobre el procedimiento para su puesta en obra.

En primer lugar, en la zona de préstamo elegida se ha de extraer el material procurando que se encuentre lo más disgregada posible (ripado, en su caso en dos direcciones con máquina de cadenas). Se tomarían cuatro muestras del material con las que se efectuarían, antes de construir el relleno de prueba, los siguientes ensayos de caracterización:

- ✓ Granulometría por tamizado
- ✓ Determinación de límites de Atterberg
- ✓ Humedad natural
- ✓ Compactación Proctor Modificado

Para ubicar el terraplén de prueba se ha de escoger una zona que sea llana y con apoyo homogéneo o, en su defecto, acondicionarla para que cumpla esas condiciones (excavaciones o relleno de regularización).

Para la ejecución del terraplén de prueba podrían realizarse dos calles de, aproximadamente, 3 metros de anchura cada una utilizando para la construcción de una de ellas el material con una humedad, tras compactar, dos puntos, superior a la correspondiente al ensayo Proctor Modificado (humedad óptima +2 puntos) y otra en la que se dispusiera el material con la humedad, tras compactar, comprendida entre la correspondiente a la óptima del Proctor Modificado y un punto inferior. Por tanto, la anchura en la zona de coronación del terraplén de prueba sería de, al menos 6 metros.

La longitud que puede resultar necesaria para este relleno de prueba podría ser del orden de 40 metros (más la rampa de acceso), efectuando el relleno en tongadas de 30 centímetros de espesor (después de compactar), pudiéndose efectuar 5 tongadas, por lo que la altura final del terraplén de prueba resultaría ser de 1,5 metros.

Es conveniente que la humedad del material, antes de ser llevado al terraplén de prueba, no difiera mucho de la humedad final descrita para cada calle, pudiendo ser necesario adecuar previamente su humedad en el préstamo.

El extendido se efectuará sobre la capa anterior y, en principio, podría utilizarse cualquier tipo de maquinaria

(podría resultar necesario, en función del grado de disgregación alcanzado en la zona de préstamo, utilizar un tractor de cadenas).

Para efectuar la compactación de estos materiales se cree conveniente utilizar un rodillo pata de cabra o similar.

La primera tongada de las calles servirá para ajustar el procedimiento de construcción, midiendo la densidad seca y la humedad en, al menos cuatro puntos en cada una de las calles después de cada pasada (puede ser doble) de rodillo.

Analizando los datos obtenidos en esta primera tongada, inmediatamente tras su obtención, permitirá determinar el número de pasadas necesarias para alcanzar la densidad seca que se considere suficiente. Con ese dato (número de pasadas) se ejecutarán las siguientes cuatro tongadas de 30 centímetros.

4.2.2.2. Controles durante ejecución

Durante la ejecución de las tongadas se ha de controlar la densidad y humedad en cada una de las tongadas compactadas. Para ello puede utilizarse el equipo nuclear, pero este debe haber sido contrastado con ensayos mediante el método de la arena. Ese contraste podría efectuarse al ejecutar la primera tongada, cuyo objeto es ajustar el procedimiento de construcción al inicio de la prueba.

Dado que se utilizará el rodillo pata de cabra, previamente a realizar los ensayos de densidad/humedad, se deberá “allanar” la zona para disponer una superficie lisa desde la que efectuar el ensayo. Esto puede conseguirse mediante una ligera excavación (inferior a 10 cm).

4.2.2.3. Ensayos “in situ”

Al finalizar el terraplén de prueba, desde la coronación del mismo se efectuarán ensayos de placa de carga (al menos dos por calle).

4.2.2.4. Ensayos en laboratorio

Adicionalmente, en cada una de las dos calles, se hincarán tubos tomamuestras (de 60 cm) con las que se extraerán, al menos, tres muestras inalteradas que deberán ser parafinadas y enviadas al laboratorio para su ensayo.

Con cada una de las muestras tomadas en el terraplén (tres muestras por calle) de prueba se realizarán ensayos triaxiales consolidados no drena dos con medida de presiones intersticiales.

Con los datos aportados durante la ejecución del terraplén de prueba se podrá comprobar la idoneidad de estos materiales para su uso en el cuerpo de presa y, en su caso, el procedimiento de puesta en obra.

4.3. EQUIPO NECESARIO PARA LOS RELLENOS

Los equipos de extendido, humectación y compactación será los suficientes para garantizar la ejecución de las obras de acuerdo con las exigencias del presente Pliego.

4.3.1. Equipo de escarificación y nivelación

En el emplazamiento de la obra deberá haber motoniveladoras, moto traillas, discos de arado, dientes de escarificación y tractores de empuje en cantidad suficiente para ejecutar las operaciones de extendido, secado y mezclado del material y para mantener una superficie sensiblemente plana durante los trabajos de compactación.

4.3.2. Equipo de compactación

a) Compactadores vibratorios para rellenos permeables

- ✓ Los compactadores vibratorios deberán ser del tipo de rodillos metálicos. Sus rodillos deberán tener el peso estático y dimensiones que se especifican a continuación y deberán estar equipados en tal forma que produzcan las vibraciones de la frecuencia y amplitud adecuadas, para efectuar la debida compactación de los rellenos granulares y no cohesivos.
- ✓ Se dispondrá de, al menos, los siguientes tipos de rodillos vibratorios para la compactación de espaldones con rellenos permeables:

Rodillo Tipo 1

| | |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|
| - Tipo: | Tambor de acero liso. |
| - Peso mínimo estático sobre tambor: | 12 t |
| - Ancho máximo tambor: | 2,5 m |
| - Peso estático mínimo por unidad de ancho de tambor: | 2,5 t/m |
| - Frecuencia vibración mínima: | 1.200 r.p.m. |
| - Fuerza centrífuga mínima: | 10 t |

El peso estático especificado de los rodillos no podrá ser alcanzado mediante la adición de tanques de agua u otros dispositivos que no formen parte de los rodillos, de conformidad a como lo suministra el fabricante.

La potencia del motor que accione el vibrador será la adecuada para mantener en frecuencia y la fuerza centrífuga especificada, en las condiciones más desfavorables que pudieran presentarse.

Además, será necesario disponer en Obra del siguiente equipo vibratorio liviano:

- Placas vibratorias, de peso estático igual o superior a ciento cincuenta (150) kg y de dimensiones del orden de cuarenta por setenta y cinco (40 x 75) cm.
- Compactadores manuales mecanizados de tipo vibratorio o impacto, de peso estático o superior a setenta (70) kg.



Figura 11. Rodillo con tambor de acero liso

b) Compactadores para rellenos impermeables y semipermeables

Se atenderá a la experiencia del terraplén de ensayo, pero, en principio, la máquina adecuada para la compactación tanto del material del núcleo como del todo uno de los espaldones es el rodillo pata de cabra estático. El rodillo pata de cabra vibratorio proporcionó escaso rendimiento y bajos resultados en la compactación.

Se podrá disponer del rodillo pata de cabra vibratorio si en las pruebas de compactación se alcanzan las densidades requeridas. Caben las siguientes opciones:

Rodillo Tipo 2

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| - Tipo: | Pata de cabra convencional (presión). |
| - Presión mínima nominal de la pata: | 15 kg/cm ² |
| - Profundidad mínima de la pata: | 20 cm |
| - Velocidad traslado máximo: | 10 km/h |
| - Diámetro mínimo de los tambores: | 1 m |
| - Ancho mínimo de los tambores: | 1 m |



Figura 12. Rodillo pata de cabra convencional

Rodillo Tipo 3

- Tipo: Tambor con compactadores (impacto).
- Peso mínimo estático sobre tambor: 10 t
- Ancho máximo tambor: 2,2 m
- Presión nominal mínima por compactador: 15 kg/cm²
- Velocidad de traslado mínima: 10-15 km/h



Figura 13. Rodillo tambor de impacto

c) Compactador de rodillo liso ligero

Deberá haber en la Obra por lo menos dos compactadores de rodillo liso con un peso no menor de mil quinientos kg por metro lineal, los cuales se emplearán para alisar las superficies de los rellenos con miras a obtener un drenaje adecuado en caso de lluvias fuertes, para la preparación de subrasantes y para el acabado de los taludes.

4.3.3. Arados de discos o rejas

Se dispondrán en la obra discos de arado, rejas o similar, para mezclar bien el material de relleno, luego de agregarle el agua de compactación, para distribuir bien la humedad, o secar el material después de las lluvias, antes de continuar con las operaciones de compactación. De ser considerado necesario también se requerirá el arado del material de relleno para obtener una adherencia adecuada entre capas de colocación adyacentes.

4.3.4. Equipo de abastecimiento, distribución y riego de agua

Habrà de haber todo tipo de material para riego de agua, incluyendo bombas, tuberías, mangueras, aspersores, tanques, camiones cisterna con rociadores, etc., para ajustar la humedad de colocación y compactación del material de relleno. El equipo de riego de los camiones cisterna será automático y no se permitirá control de riego manual.

4.4. COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENOS

4.4.1. Generalidades

La mejor colocación y compactación de rellenos para el núcleo con material arcillo-limoso y la colocación de material todo-uno en espaldones de presa, se obtendrá de los terraplenes de prueba y ensayo.

A continuación, se expone la forma habitual para colocar y compactar los materiales del cuerpo de presa válida en todo aquello que no contradiga las directrices obtenidas de los terraplenes de prueba.

La distribución y graduación del material en los rellenos será tal que las distintas zonas del terraplén del cuerpo de presa queden libres de lentes, vacíos y estratificaciones de material francamente distinto en textura y gradación de material adyacente. El tráfico sobre el relleno será organizado y controlado en forma de evitar la formación de roderas en el mismo.

Se mantendrán apropiadamente los taludes y rellenos y se protegerá de los daños causados por la erosión u otros agentes durante la construcción. Deberá prestarse atención especial para disminuir los daños ocasionados por las lluvias y repararlo a su costo cuando se produzca.

Se podrá trabajar bajo lluvia liviana e inmediatamente después de lluvia intensa, siempre y cuando las superficies de trabajo se mantengan suficientemente estables para permitir el paso de equipo pesado y que un compactador de tipo pesado pueda operar eficientemente. Después de cada lluvia el material superficial suelto y con humedad excesiva, se deberá raspar y remover, comprobándose, mediante método nuclear, si las humedades se encuentran dentro del rango especificado.

A menos que se indique de otra manera, se excavará el material de relleno de las zonas de préstamo, manteniendo el ritmo utilizado para la colocación y compactación en el relleno. En los casos en que se permita la excavación de material en exceso de la que se va a colocar, el material excedente se mantendrá en acopio en los sitios aprobados. Las pilas de acopio se protegerán para evitar infiltraciones y cualquier material que se humedezca o que se seque más de lo adecuado, será eliminado.

Se extenderá el material, procurando que quede en tongadas horizontales, con espesor aproximadamente uniforme e igual al que se indique para cada tipo de material.

La colocación de los distintos materiales del cuerpo de presa se hará de forma que no se produzcan desniveles entre unas zonas y otras, excepto en las zonas específicamente indicadas en la secuencia de la construcción.

Además, antes de colocar una capa cualquiera del relleno impermeable sobre el material ya compactado, éste se escarificará para lograr una unión entre capas adyacentes: podrá escarificarse mediante disco de arado muy liviano o mediante "rastrillo", en dirección paralela al eje de presa.

Las rampas de acceso del equipo se eliminarán una vez que sean innecesarias. Si el transporte se realiza con camiones o dumpers, éstos dejarán el material en montones con reparto lo más uniforme posible y a continuación

se completará al extendido con máquinas adecuadas que pueden ser bulldozer, motoniveladoras, etc.



Figura 14. Secuencia de construcción en una presa de materiales sueltos

La construcción del terraplén de ensayo se utilizará para ensayar la idoneidad de los diferentes rodillos especificados para los rellenos impermeables y rellenos permeables. Como resultado de estos ensayos, se seleccionarán los rodillos considerados óptimos para la compactación de los rellenos.

La ejecución de los rellenos deberá tener siempre en cuenta las necesidades de instalación de aparatos de auscultación.

4.4.2. Condiciones específicas de puesta en obra de los materiales de balsa

Puesta en obra material arcillo-limoso para el núcleo

- ✓ La puesta en obra se definirá mediante la ejecución de un terraplén de prueba. En todo caso pueden

establecerse unos parámetros previos:

- ✓ Humedad previa del transporte al tajo -4% a +2% de la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado. Puede resultar necesaria la ejecución de un acopio intermedio para corregir la humedad y clasificar el material.
- ✓ Extendido en avance desde la capa compactada.
- ✓ Tongadas de 25 cm, medidas tras la compactación.
- ✓ Rodillo de pata de cabra o similar (amasado).
- ✓ Humedad de compactación $\pm 2\%$ de la humedad óptima del ensayo de compactación P.N. (a determinar con el terraplén de prueba)
- ✓ Densidad de compactación $\geq 100\%$ de la densidad máxima del P.N.

Puesta en obra material todo-uno en espaldones

- ✓ Humedad previa del transporte al tajo comprendida entre el -4% y el +2% de la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado. Aquellos materiales que se encuentren fuera de este rango de humedad requerirán el tratamiento en un área de acopio para corregir este aspecto.
- ✓ Extendido en avance desde la capa compactada. Evitar la segregación de tamaños gruesos.
- ✓ Tongada de 25 cm medidos después de compactar.
- ✓ Compactación con rodillo liso vibrante convencional.
- ✓ Humedad de compactación dentro del rango $\pm 2\%$ de la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado (P.M.).
- ✓ Densidad seca de compactación dentro del rango 95% a 100% de la densidad seca máxima del ensayo de compactación Proctor Modificado (P.M.).

Puesta en obra de gravas en espaldón de presa

El equipo de compactación debe ser contrastado en campo de manera que se consigan los siguientes datos del producto terminado.

- ✓ Espesor de tongada máximo 50 cm
- ✓ Densidad seca tras compactar 95% P.M.
- ✓ Grado de saturación comprendido entre el 80% y el 90%.

Si el número de pasadas de compactador que se necesitan para alcanzar estas condiciones es superior a cuatro pasadas dobles, entonces se procederá a reducir el espesor de tongada y reducir el tamaño máximo de manera que esta segunda medida (tamaño máximo) no supere a la primera (espesor de tongada).

Puesta en obra de drenes y filtros

- ✓ Ambos materiales se pondrán en obra de manera que se garanticen las dimensiones mínimas de cada uno de estos elementos, según los planos.
- ✓ El material será compactado por tongadas cuyo espesor máximo, medido tras la compactación, sea igual o inferior a 30 cm.
- ✓ La compactación se realizará con un rodillo liso vibrante.
- ✓ La compactación se dará por concluida cuando la densidad relativa alcanzada supere el 60% pero no alcance el 80%.



Figura 15. Disposición material filtro y dren en una presa

Puesta en obra de material de transición aguas arriba

- ✓ Tongadas de espesor máximo tras la compactación de 30 cm.
- ✓ Densidad seca superior al 95% de la máxima del ensayo Proctor Modificado.

Puesta en obra de escollera

- ✓ Las escolleras se colocarán en obra en capa de no más de 1 m de espesor.
- ✓ La puesta en obra se realizará con ayuda de un riego de agua abundante, de no menos de 150 l de agua por cada metro cuadrado de tongada. Se utilizarán rodillos pesados (no menos de 10 t de peso estático) y con no menos de cuatro pasadas.

4.4.3. Humedad de compactación

Cada tongada de material deberá compactarse con el contenido de humedad determinado para cada material, entendiéndose como tal la humedad óptima deducida de los ensayos Proctor correspondientes que en cada caso se apliquen para definir el grado de compactación exigido al material colocado en obra.

La experiencia obtenida en la realización de los terraplenes de ensayo indicará la necesidad de proceder a humectar los materiales (limo-arcillosos, todo uno), previamente en acopio, para conseguir un grado de uniformidad necesario en la compactación.

Cuando sea necesario añadir agua para alcanzar el grado de compactación previsto, esta operación se llevará a cabo previamente en acopios, para garantizar un grado de humedad uniforme.



Figura 16. Humectación de una tongada

El contenido de humedad del material en acopio se encontrará entre un -2% y un +2% de la humedad óptima del

ensayo Proctor correspondiente.

Si después de extendida una capa se comprobase que su humedad es superior a la prescrita, se la removerá hasta que por evaporación pierda el exceso de agua, o se retirará.

Si a pesar de la humectación en acopio, el grado de humedad fuera inferior al debido para una correcta compactación, podrá darse el grado de humedad conveniente mediante riegos, efectuados con medios que distribuyan el agua con uniformidad, sin provocar ni inundaciones ni arrastres de partículas.

4.4.4. Espesor de tongada y número de pasadas del compactador

Para cada tipo de material a compactar y con la maquinaria que en cada caso se pretenda emplear, se realizarán ensayos de compactación, al comienzo de la ejecución del cuerpo de presa.

A la vista de estos ensayos, realizados con el compactador que vaya a emplearse se fijará el espesor de tongada y el número de pasadas que debe darse.

En cualquier caso, no deben sobrepasarse los 30 cm de espesor de tongada para el material del núcleo. Para el material todo-uno de espaldones aguas arriba y aguas abajo el espesor será de 30 cm mientras que las gravas pueden ponerse con espesores de hasta 50 cm. Los rellenos granulares no sobrepasarán los 30 cm de espesor por tongada. En los pedraplenes el espesor de tongada será de 80 a 100 cm

En la decisión se tendrá en cuenta que ha de tomarse cierto margen de seguridad para tener la certeza de que en la capa inferior de la tongada se alcanza efectivamente la compacidad exigida. Ello obligará a ser prudente en cuanto al espesor y a prescribir alguna pasada más sobre las que hubieran resultado estrictamente necesarias.

4.4.5. Extendido y compactación del material del núcleo y espaldones

Las indicaciones que se acompañan a continuación son aplicables para el relleno del dique de la balsa de Tudela, siempre que no contradigan las directrices obtenidas en los terraplenes de prueba y son aplicables a la balsa de Mostrakas en la que el terraplén de prueba se hará mediante el extendido de las primeras capas.

Colocación de la capa inicial en zona de roca

El apoyo del núcleo sobre roca requiere el tratamiento previo de las irregularidades de apoyo mediante el relleno de hormigón de manera que se pueda colocar la primera tongada con normalidad, sin que dichas irregularidades entorpezcan la compactación. Esto se describe en el artículo relativo al tratamiento de cimiento.



Figura 17. Regularización del cimientó de presa

Cuando los espaldones de la presa o los filtros apoyen sobre roca, la primera capa de relleno se colocará y compactará a mano, con compactadores aprobados, eliminando las depresiones e irregularidades de la roca arcillosa hasta obtener una superficie donde pueda operar el equipo pesado. El espesor máximo suelto de las capas compactadas con pisones o placas vibratorias manejados a mano será de 10 cm y deberá obtenerse una densidad equivalente a la que se obtiene utilizando equipo pesado.

El material que se utilice en estas zonas deberá tener las mismas características que las que se emplearán para los rellenos impermeables en general, pero con el tamaño máximo limitado a 100 mm.

Volcado y extendido

Después de la colocación y compactación de la capa inicial antes mencionada, el material de relleno se volcará y se extenderá con tractores u otro equipo adecuado, en capas sensiblemente horizontales, con espesores iguales a los especificados más adelante, eliminando de él toda partícula de tamaño superior al espesor de la capa y ajustando la humedad del material, si fuere necesario, a la exigencia que se señala más adelante.



Figura 18. Extendido del material arcilloso en un núcleo de presa

Posteriormente esta capa se nivelará de manera que se eliminen las depresiones y montículos que alcancen profundidades o sobre elevaciones mayores de 10 cm, para proceder posteriormente a su compactación.

Control de humedad

Los límites permisibles de humedad estarán de acuerdo con lo indicado anteriormente. Esta humedad se podrá controlar por el método nuclear o por el método Hilf, según Norma del Earth Manual E-25. En general el contenido de humedad deberá estar uniformemente distribuido dentro de cada capa de material antes de su compactación. La humedad necesaria de compactación será lograda en el acopio, en la medida de lo posible humedeciéndolo o aireándolo en la cantidad necesaria. En todo caso se debe lograr que la humedad en acopio no sea inferior a la indicada anteriormente. Si a pesar de ello el material llegara a la zona donde se va a compactar con déficit de humedad, deberá agregársele agua y trabajarse hasta conseguir la humedad especificada en forma homogénea. Todo material cuya humedad sea mayor que la de compactación será trabajado, sin adición de agua, con arado, rastras, etc., para lograr la humedad adecuada.

Todo material que tenga, antes de compactar la capa sucesiva, una humedad inferior en un uno por ciento (1%), a la mínima admisible especificada para compactación o que tenga una superficie lisa, que no permita una adherencia y trabazón perfectas, entre esa capa y la sucesiva, será removida con arado, rastra etc., y regada hasta obtener la humedad especificada, para proceder nuevamente a su compactación. Si, por el contrario, se

comprueba que la capa tiene una humedad superior a la prescrita se le removerá con arados, gradas de discos, etc., hasta que por evaporación pierda la cantidad de agua que tenga en exceso, o se retirará dicha capa.

Compactación

La dirección del equipo de compactación será paralela al eje de la presa y en consecuencia no se colocarán capas ni se efectuarán operaciones de compactación en sentido normal al eje de la presa. La superficie de la zona de trabajo se mantendrá con pendientes mínimas de 1:100 en el sentido del eje longitudinal de la presa y de 1:30 en el sentido normal al mismo (medidas desde el centro), con el objeto de evitar en lo posible la formación de charcos con el agua de lluvia y facilitar la eliminación de la misma.

Siempre que la compactación se realice con rodillo liso, será imprescindible escarificar y humedecer la superficie compactada con gradas de disco u otra máquina similar hasta garantizar que se logrará buena unión entre la capa inferior, ya compactada, y la que se va a extender. Los vehículos de transporte de material no podrán circular sobre el material escarificado y preparado para la recepción del nuevo material, haciéndolo siempre sobre el material recién extendido.

Cuando la compactación se realice con rodillo de pata de cabra se efectuará una última pasada con rodillo liso vibrante a fin de compactar la capa más superficial, afectada por las protuberancias de la pata de cabra. A continuación, se hará una última pasada con rodillo de pata de cabra y se humedecerá ligeramente la superficie compactada antes del vertido de la capa superior

Antes de comenzar la compactación, se harán los ensayos necesarios para tener certeza de que todo el material a compactar tiene un grado de humedad dentro de los límites especificados. Las partes de relleno que están demasiado cerca de las laderas, o que por cualquier otra causa no permitan el uso del equipo de compactación descrito, deberán apisonarse cuidadosamente con pisones mecánicos en capas de espesor tal, que después de apisonadas, la densidad que se obtenga no sea menor que la exigida.

No podrá extenderse un material que no se vaya a compactar inmediatamente a continuación. Siempre que por causa de lluvias haya de suspenderse los trabajos, se dejará la superficie con pendiente hacia aguas arriba que faciliten la rápida evacuación del agua. Si la compactación se realiza con rodillo de pata de cabra, deberá sellarse la superficie en tiempo lluvioso para evitar encharcamientos.

Si a pesar de las precauciones indicadas quedase una zona afectada por lluvias prolongadas, de tal modo que hubiese perdido el debido grado de compacidad, deberá ser escarificada completamente y vuelta a compactar cuando el material tenga las condiciones adecuadas, o deberá retirarse el material afectado.

Después de una parada prolongada, antes de verter el nuevo material, se realizarán los ensayos pertinentes, saneándose las zonas afectadas. En caso de utilizarse rodillo de pata de cabra, se evitará el paso sucesivo por las mismas huellas.



Figura 19. Compactación en dirección longitudinal al eje de presa

Ensayos "in situ"

Con la menor diferencia posible de tiempo respecto al momento de la compactación, deberá conocerse el

contenido de humedad del material que va a ser compactado, que se encontrará acopiado previamente.

Durante el extendido se extraerán muestras de suelo para proceder la determinación de su humedad. En función de esta determinación, si es necesario, se realizarán los ajustes necesarios contemplados anteriormente. Se deberán tomar las muestras alejadas entre sí y procurando que sean representativas, es decir, cuidando que no queden sin ensayar partes del material en las que el color o aspecto hagan sospechar que tiene contenido de humedad diferente.

Si alguna de las muestras diese un contenido de humedad fuera de los límites prescritos, se ensayarán nuevas muestras para asegurarse de que no hubo error en las anteriores y caso de confirmarse que efectivamente el grado de humedad no queda dentro de los márgenes tolerados, se corregirá según se ha indicado anteriormente.

Hasta tanto no se tenga certeza de que el grado de humedad es adecuado, no se seguirá con el extendido. No se considerará terminada la compactación de cada tongada hasta tener certeza de que se ha alcanzado una densidad igual o mayor del ensayo Proctor correspondiente. Para ello, una vez compactada la tongada, se realizarán los ensayos necesarios de medida de densidad "in situ" con el material del núcleo, que se realizarán por el método de la arena seca u otro equivalente.

Se elegirá la situación de los puntos de ensayo de modo que queden alejados entre sí y estén en aquellas zonas en que se presuma haya sido menos eficaz la acción del compactador. Además, se deberá medir la densidad de la parte inferior de la tongada en la que siempre es menor el efecto de compactación, alcanzando la parte superior de la tongada subyacente.

En caso de que algún ensayo revelase una densidad menor que la exigida, se realizarán nuevas pasadas de compactador y nuevos ensayos, repitiéndose el proceso hasta tener certeza de que la densidad de la tongada cumple lo establecido.

Para la aceptación provisional de la compactación, se podrá utilizar el método rápido de control Hilf teniendo presente que no se procederá a su aceptación definitiva hasta obtener los resultados de humedad y densidad seca mediante secado en estufa.

Si aumentando el número de pasadas no se llegase a conseguir en la parte inferior de la tongada una densidad igual a la exigida, habría que escarificar y retirar parte de la tongada, compactando el resto hasta que tenga la debida densidad.



Figura 20. Ensayo "in situ" con equipo radioactivo

Compactación junto a paramentos de hormigón

Durante la compactación del núcleo de la presa junto a paramentos de hormigón, se deberán extremar las precauciones a fin de:

- ✓ Lograr una compactación adecuada contra la obra de fábrica y evitar así la posibilidad de que en el futuro se desarrollen fugas de agua en la superficie de contacto.
- ✓ Impedir que la acción de la maquinaria de compactación ponga en peligro la estabilidad de la estructura de hormigón vecina. Para lograr esto último, la compactación en las proximidades de la obra de hormigón se realizará mediante el empleo de pisón manual desde una distancia estipulada. Para lograr la compactación adecuada en estas circunstancias se estudiará el espesor de tongada más adecuado para el equipo de compactación manual que se emplee. El espesor de tongada no superará, en ningún caso, la tercera parte del espesor óptimo obtenido con el equipo de compactación normal utilizado en el resto de la presa. Si una vez compactado el material no ha quedado en las debidas condiciones, se deberá levantar la zona mal compactada y volverla de nuevo a compactar.



Figura 21. Compactación al lado de una obra de fábrica

4.4.6. Extendido y compactación de filtros, drenes y transiciones

Colocación

Se deberán tomar precauciones especiales a fin de evitar ensuciar y contaminar estos materiales con basuras, materiales impermeables y con el tráfico propio de la Obra. Asimismo, deberá evitar las segregaciones y las concentraciones de finos o de material de un mismo tamaño durante el colocado, extendido o compactación. Las capas inadecuadas serán removidas.

Control de humedad

Los materiales de filtros y drenes deberán estar homogéneamente húmedos, antes de ser compactados, para lo cual se regarán con una cantidad aproximada de agua equivalente a cien (100) l/m³ de material.

Compactación

Extendido, nivelado y regado se procederá a compactar, exigiéndose los siguientes requisitos:

- ✓ Se compactará con rodillo vibratorio liso ligero.
- ✓ Se efectuará un número mínimo de dos pasadas del rodillo especificado.

- ✓ El espesor de la capa no deberá exceder de treinta (30) cm, medidos sueltos (antes de compactar), en los puntos de mayor espesor.
- ✓ El número de pasadas definitivo del rodillo que habrá que dar será el necesario para garantizar una densidad relativa media igual o superior al setenta por ciento, una densidad relativa mínima igual o superior al sesenta por ciento y una densidad relativa máxima del ochenta por ciento, según Norma ASTM-D-2049.



Figura 22. Extensión de material filtro en una presa

4.4.7. Extendido y compactación de pedraplenes y rellenos permeables

Colocación

Los materiales para estos rellenos que lleguen del yacimiento, serán descargados por los camiones y se procederá a repartirlos inmediatamente en capas horizontales de tal forma que el espesor de la capa no deberá exceder, de cien (100) centímetros. Los espesores indicados se medirán después de compactar en los puntos de mayor espesor.

El extendido se realizará mediante tractor oruga con buldócer. Si el material llegara con piedras o bolos de un tamaño superior al espesor de la capa, se procederá a retirar dichos fragmentos.

Durante la descarga y esparcido de los materiales deberá tenerse precauciones especiales para reducir a un mínimo la segregación de los materiales, habida cuenta de la tendencia que tienen a ello.

Control de humedad

Los materiales permeables del relleno deberán estar homogéneamente húmedos, antes de ser compactados, por lo cual se regarán con chorro de agua a presión, con una cantidad aproximada de agua equivalente a ciento cincuenta litros (150) l/m³.

Compactación

Una vez extendido el material y nivelada la tongada, se procederá a compactarla exigiéndose los siguientes requisitos:

- a) Se compactará con rodillo vibratorio Tipo I, según fue especificado anteriormente.
- b) Se efectuará un número mínimo de seis (6) pasadas del equipo especificado. El solape mínimo de las pasadas del rodillo será el veinticinco (25) por ciento de la superficie compactada.
- c) El espesor de la capa no deberá exceder de los espesores ya indicados para cada caso. Los espesores indicados se medirán sueltos (después de compactar), en los puntos de mayor espesor.
- d) El número de pasadas definitivas que habrá que dar con el rodillo Tipo 1, será el necesario para conseguir una densidad aparente seca media superior a dos con diez (2,10) t/m³. El grado de compactación mínimo exigido en cada capa, garantizará una densidad mínima de dos (2) t/m³.
- e) El número definitivo de pasadas a dar y la frecuencia óptima de vibración, serán fijadas en las primeras tongadas a colocar en el terraplén de prueba o terraplén de ensayo. Las tongadas que no alcancen la densidad y compacidad se recompactarán hasta alcanzar las densidades especificadas

5. TRATAMIENTO DEL TERRENO EN LA Balsa DE TUDELA

5.1. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

A efectos de los tratamientos de la cimentación se zonifica ésta en tres tramos: Estribo Derecho (entre los PK's 0+000 y 0+200), Zona Central (entre los PK's 0+200 y 0+660) y Estribo Izquierdo (entre los PK's 0+660 y final), tal y como se muestra en los esquemas adjuntos y en los planos del Documento N°2: Planos.

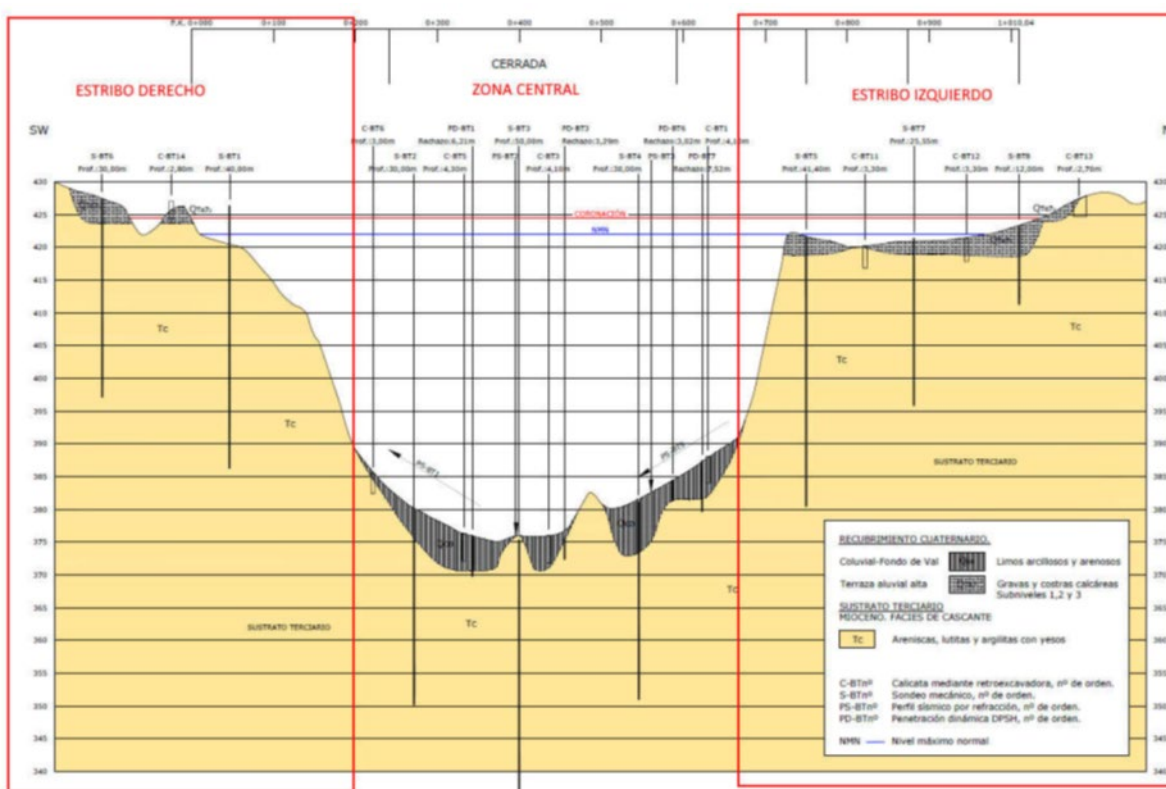


Figura 23. Perfil geológico-geotécnico por el eje de presa

Estribo Derecho

En toda la zona del Estribo Derecho situada bajo en NMN el sustrato terciario queda aflorante (ver esquema anterior). En esta zona es muy posible que la parte superficial del cemento se encuentre alterada siendo recomendable efectuar una cierta excavación en la zona de apoyo del núcleo (del orden de 2,00 m) y un desbroce y regularización de la superficie en la zona de apoyo de los espaldones, para la posterior ejecución del relleno. De ello ya se ha hablado en el punto 2 de este trabajo.

Respecto a la permeabilidad se estima que la cimentación en esta zona del Estribo Derecho presentará una permeabilidad reducida y, por tanto, no resultará necesario realizar un tratamiento de impermeabilización.

En esta zona se hará una prueba de tratamiento mediante inyecciones y, en función de los resultados obtenidos, se decidirá sobre la conveniencia de realizar un tratamiento generalizado de consolidación.

Zona Central

En general, los materiales cuaternarios que recubren el sustrato terciario en la Zona Central no son adecuados para realizar el apoyo de la presa. Por tanto, un primer tratamiento del cemento en esta zona consistirá en la retirada (excavación) de los materiales cuaternarios en toda la zona. El sustrato terciario cumplirá los requerimientos de resistencia, deformabilidad y permeabilidad, por lo que el apoyo de la presa podría efectuarse sin problema sobre dicho sustrato. No obstante, es muy posible que la zona superior del mismo se encuentre alterada y que, consiguientemente, no cumpla con los requerimientos de permeabilidad por lo que, para evitar

filtraciones a través del cimientado, será necesario profundizar la excavación en la zona del núcleo, habiéndose previsto una profundidad de 2,00 m. En el momento de ejecución de las excavaciones para el apoyo del núcleo y tras la pertinente inspección de la superficie, se decidirá sobre la profundidad final de la zanja de apoyo del núcleo.

En esta Zona Central se considera que a partir de los 2,00 m de profundidad, la permeabilidad del cimientado será muy reducida ($< 1 \text{ UL}$) y, por tanto, no resultaría necesario tratamiento alguno (ni de impermeabilización ni de consolidación). No obstante y al igual que en la zona del Estribo Derecho, se realizará una prueba de tratamiento mediante inyecciones y, en función de los resultados obtenidos, se decidirá sobre la conveniencia de realizar un tratamiento generalizado de consolidación.

Por otra parte, y como ya se expresó para la zona del Estribo Derecho, el fondo de la excavación de la zanja para apoyo del núcleo quedará, en varias zonas, en areniscas y/o materiales carbonatados en los que pueden existir familias de diaclasas. Para evitar la migración del material del núcleo a través de esas posibles diaclasas, se realizará un tratamiento del fondo de excavación análogo al establecido para la zona del Estribo Derecho.

Estribo Izquierdo

En gran parte de la zona del Estribo Izquierdo situada bajo en NMN el sustrato terciario queda aflorante (ver esquema de Perfil longitudinal). En la zona más alta del Estribo Izquierdo, desde el PK 0+750 hasta el final del estribo, se observa la presencia de materiales correspondientes a la terraza del Ebro que están recubriendo el sustrato con un espesor máximo del orden de 5 m.

En las zonas en las que el sustrato aflora, se profundizará (del orden de 2,00 m) la superficie de apoyo del núcleo de la presa, resultando suficiente efectuar el desbroce y limpieza de la zona de apoyo de los espaldones. En la zona alta del estribo izquierdo se procederá a excavar el nivel de gravas de la terraza del Ebro (al menos en la zona de apoyo del núcleo) empotrando el mismo al menos 2,00 m en el sustrato terciario, si bien, siendo necesario disponer de estos materiales (gravas y costra calcárea) para su integración en el cuerpo de presa, se efectuarán también las excavaciones en la zona de apoyo de los espaldones, por lo que en esta zona alta del estribo izquierdo, toda la sección tipo de la presa apoyará sobre el sustrato.

En base al informe geológico-geotécnico, en toda la ladera izquierda se ha producido una mayor descompresión, existiendo una mayor fracturación del sustrato (diaclasado por distensión) en las zonas cercanas al talud natural, donde se registran valores muy elevados de la permeabilidad en profundidad (hasta cotas muy cercanas al pie de la ladera). Por tanto, la zona de sustrato más somera en la zona de la ladera puede presentar, debido al diaclasado presente, una permeabilidad muy elevada. La problemática potencial en esta zona es la que se muestra esquemáticamente a continuación.

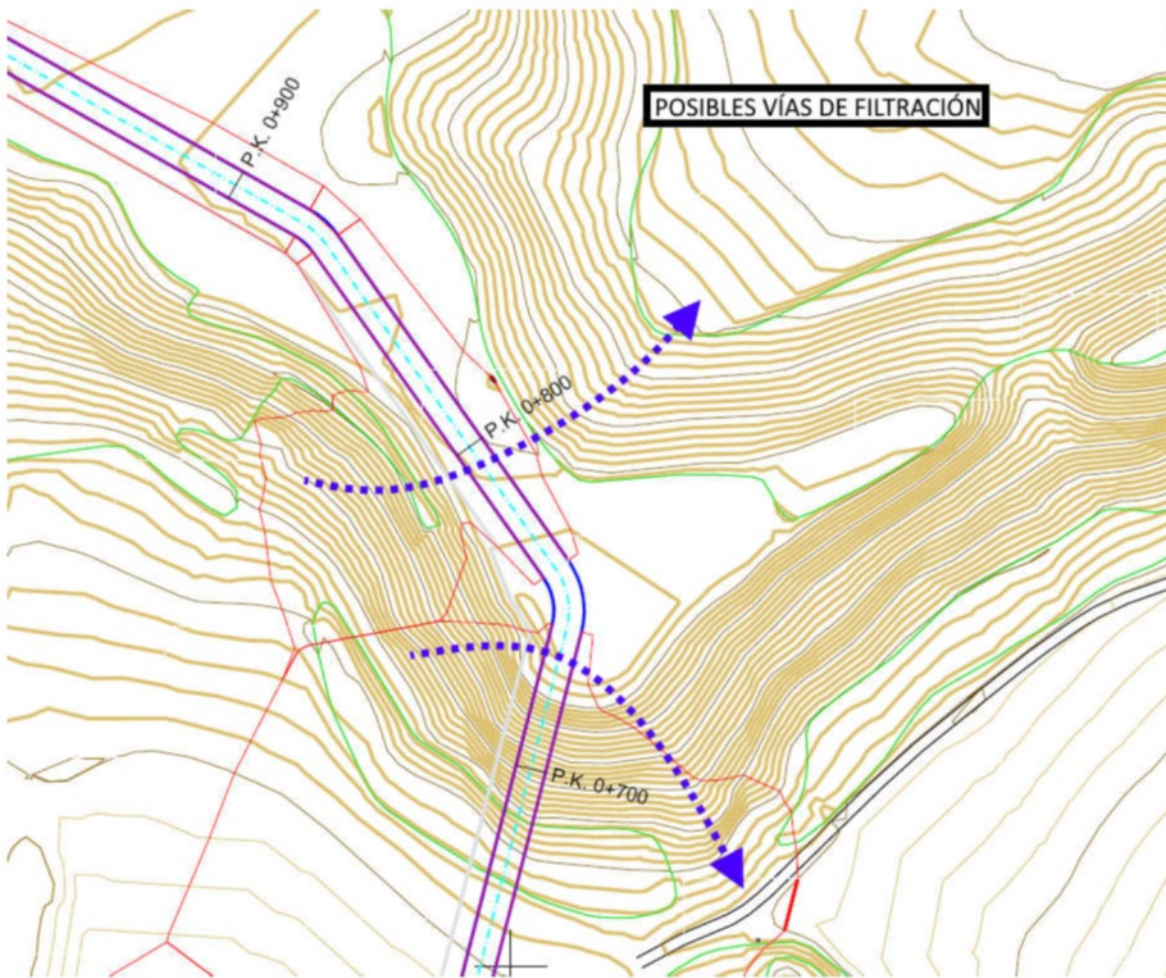


Figura 24. Estribo izquierdo. Posibles vías de filtración

Como se muestra en el esquema, podría producirse una filtración por el cimientó bien en el sentido de aguas arriba-aguas abajo o bien hacia el valle lateral. En general, tal como ponen de manifiesto los sondeos realizados, es más probable que el flujo de filtración, en caso de producirse, fuese en el sentido de aguas arriba-aguas abajo ya que, en el interior del sustrato (donde éste se encuentra confinado) es muy probable que la permeabilidad sea inferior (diaclasas inexistentes o cerradas) y, además, el sistema de diaclasado preferente está formado por planos subverticales y sensiblemente perpendiculares al eje de la presa en esa zona.

Para evitar o reducir esas posibles filtraciones se efectuará un tratamiento de impermeabilización del sustrato entre los PK's 0+670 y 0+850 (en unos 180 m de longitud) como se muestra en el esquema adjunto, desde el fondo de la excavación con longitud variable hasta alcanzar la cota del pie de ladera (cota aproximada 390,00 m.s.n.m.).

Como se muestra en el esquema, podría producirse una filtración por el cimientó bien en el sentido de aguas arriba-aguas abajo o bien hacia el valle lateral. En general, tal como ponen de manifiesto los sondeos realizados, es más probable que el flujo de filtración, en caso de producirse, fuese en el sentido de aguas arriba-aguas abajo ya que, en el interior del sustrato (donde éste se encuentra confinado) es muy probable que la permeabilidad sea inferior (diaclasas inexistentes o cerradas) y, además, el sistema de diaclasado preferente está formado por planos

subverticales y sensiblemente perpendiculares al eje de la presa en esa zona.

Para evitar o reducir esas posibles filtraciones se efectuará un tratamiento de impermeabilización del sustrato entre los PK's 0+670 y 0+850 (en unos 180 m de longitud) como se muestra en el esquema adjunto, desde el fondo de la excavación con longitud variable hasta alcanzar la cota del pie de ladera (cota aproximada 390,00 m.s.n.m.).

5.2. PANTALLA DE INYECCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN EN LA Balsa de TUDELA

5.2.1. Descripción

La pantalla de inyecciones tiene como objetivo controlar la filtración a través de la cimentación de la balsa, en la zona del Estribo Izquierdo.

Como ya se expresó, se efectuará un tratamiento de impermeabilización del sustrato entre los PK's 0+670 y 0+850 (en unos 180 m de longitud). El tratamiento se efectuará mediante inyecciones de microcemento efectuando una serie de taladros según el eje de la presa separado, en una primera fase, 6,00 m entre ejes y, en función de las admisiones a diversas profundidades, se podría plantear la realización de posteriores fases de inyección (inyecciones secundarias, terciarias,...) realizando los taladros de esas fases intercalados entre los correspondientes a la fase previa.

Como muestra el esquema adjunto para la primera fase de inyección, la longitud de los taladros será variable, siendo los más cortos los situados en la parte inferior de la ladera (mínimo de 10,00 m) y los más largos los situados en la zona superior que han de alcanzar, aproximadamente, la cota 390,00 m.s.n.m., por lo que la longitud máxima resultaría ser de aproximadamente 30,00 m.

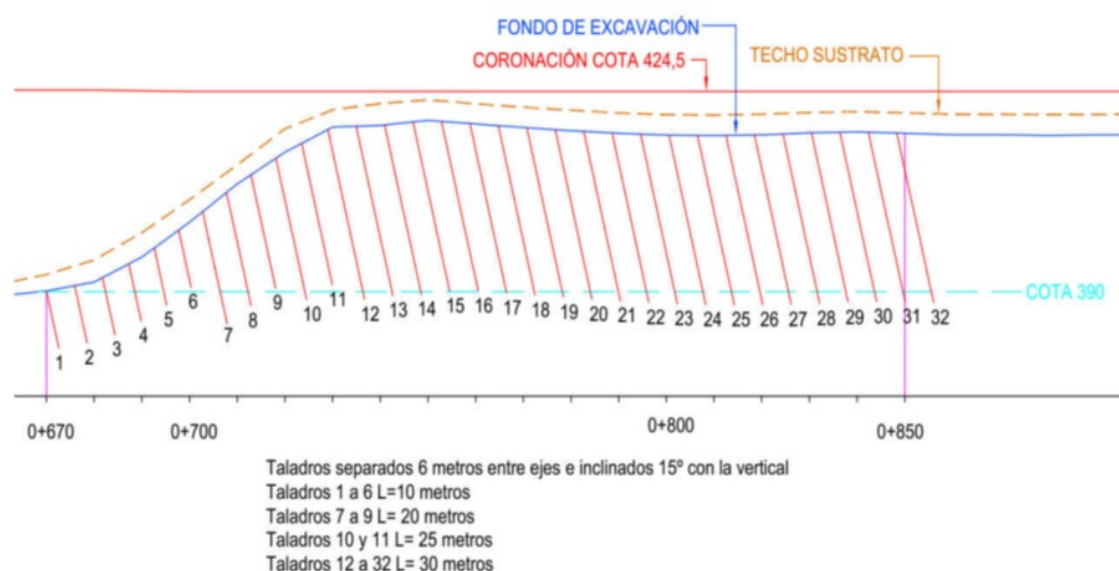


Figura 25. Primera fase de inyecciones en estribo izquierdo

Dado que las discontinuidades que presenta el sustrato se encuentran en planos subverticales, resultará necesario inclinar las perforaciones (al menos unos 15°) con respecto a la vertical para que el eje de las perforaciones "corte"

las discontinuidades.

El método que se establece para las inyecciones deberá permitir variar la profundidad de los taladros en función de los datos que se obtengan durante la ejecución de la pantalla

5.2.2. Materiales y mezclas de inyección

Aunque la mezcla de inyección óptima para las condiciones de la roca deberá establecerse en obra, se recomienda, de acuerdo con las tendencias modernas de inyección en roca, la utilización de una mezcla estable de agua-cemento cuya inyectabilidad se asegura mediante la adición de superplastificantes y la utilización de un cemento con un elevado grado de finura.

La lechada básica estará compuesta por una mezcla de agua, cemento y un aditivo. La relación agua-cemento, por peso, estará en el intervalo 0,7-1. Se recomienda la adición de un superplastificante entre el 1% y el 2% del peso del cemento. El cemento utilizado en la mezcla tendrá una granulometría tal que no presente retención de más de 1% en el tamiz de 40 μ (malla 325 de la ASTM) y que tenga un valor Blaine no inferior a 4.500 cm²/g. Se recomienda utilizar una única dosificación para todas las fases de inyección.

Se ha previsto la utilización de microcementos tipo A32 y A12, de tamaños máximos de grano de 32 μ y de 12 μ , con el fin de poder inyectar las diaclasas de menor espesor.

En función de las pruebas de inyección y a la vista de los resultados, se verá la posibilidad de utilización de uno u otro microcemento.

La lechada será aceptable si cumple las siguientes condiciones:

La decantación medida dos horas después del mezclado final es menor del 10%.

- ✓ La resistencia a compresión simple no será inferior a 10 MPa a los 28 días.
- ✓ La viscosidad medida en el caso Marsh se encuentra dentro del intervalo 20-60 segundos.
- ✓ La cohesión relativa está entre 0,08 y 0,2 mm inicialmente y entre 0,15 y 0,3 mm a las 2 horas.
- ✓ La pérdida de agua en el ensayo de filtración bajo presión es inferior a 100 cm³.

En caso de encontrarse absorciones altas o accidentes que no pueden sellarse con la lechada habitual se inyectarán morteros compuestos de cemento, arena y agua. Normalmente se utilizará una proporción de agua-cemento-arena de 1:1:1 (en volumen) aunque puedan usarse otras proporciones debidamente justificadas. En todo caso, la cantidad de arena en ningún caso será mayor que el doble de la cantidad de cemento de la mezcla. Es aceptable añadir hasta un 1% de superplastificante o hasta un 2% de bentonita del peso del cemento para mejorar las características del mortero de inyección. La arena utilizada deberá ser bien graduada con un módulo de finura entre 1,5 y 2,0.

El mortero no deberá presentar segregación apreciable antes del fraguado y la decantación después de dos horas debe ser inferior al 10%. La resistencia a compresión simple no será inferior a 10 MPa a los 28 días.

Las mezclas de inyección se prepararán en un mezclador de alta turbulencia. Se mezclarán en primer lugar el agua y los aditivos y a continuación se añadirá el cemento y, si procede, la arena. En caso de utilizarse bentonita como aditivo, se deberán mezclar el agua y la bentonita en el mezclador de alta turbulencia por un tiempo mínimo de tres minutos.



Figura 26. Equipos de inyección trabajando en una presa

5.2.3. Criterios de inyección

Los criterios de inyección se basan en el procedimiento GIN (Grouting Intensity Number) en el que se controla simultáneamente la presión de inyección (P) y el volumen inyectado (V) a través de su producto PV. Este criterio general se complementa con criterios independientes de presión y volumen máximo.

En principio todas las inyecciones se basan en una sola lechada inyectada de forma continua y registrando continuamente (o a intervalos cortos) la presión, caudal y volumen de inyección hasta que no alcance un valor de intensidad de inyección a:

$$PV = 150 \text{ MPa l/m}$$

La inyección también se detendrá si se alcanzan los siguientes límites de:

- ✓ Volumen inyectado: 300 l/m

- ✓ Presión (MPa): $0,2 + 0,08 h$ (m) (siendo h = profundidad del tramo inyectado en metros).

La presión de la inyección es la que se mide en un manómetro colocado en el taladro a la altura de la superficie del terreno natural. En todo caso la presión de inyección no excederá 3,5 MPa.

Se considerará alcanzado el rechazo de la inyección (a la presión máxima anteriormente fijada) cuando la absorción en el tramo inyectado sea inferior a 3 l/min/m durante al menos 10 min.

Si un tramo absorbe cantidades grandes de lechada sin que aumente la presión se inyectarán mezclas de mortero, eventualmente con un acelerador de fraguado si se juzga necesario. Si la presión de inyección continúa sin aumentar, se suspenderá la inyección y se dejará fraguar la lechada para posteriormente reperforar y reanudar la inyección siguiendo los criterios generales anteriores. En todo caso se prestará especial atención a estas zonas singulares, diseñándose actuaciones específicas para las mismas en función de las observaciones realizadas durante la ejecución de la inyección de lechada y mortero.

5.2.4. Secuencia de inyección

En primer lugar, se perforará, como sondeo de reconocimiento, 1 taladro de cada 8. Estos sondeos se prolongarán hasta 10 m por debajo de la profundidad prevista de la pantalla de inyecciones. La perforación se realizará con extracción continua de testigo (diámetro mínimo de 50 mm) y se realizarán ensayos tipo Lugeon en cada tramo de 5 m, de acuerdo con el procedimiento que se describe más adelante. Los resultados de estos ensayos permitirán precisar mejor la profundidad definitiva de la pantalla de inyección. Una vez realizadas las pruebas de permeabilidad, estos taladros se inyectarán siguiendo los criterios y procedimientos generales.

Es esperable que los valores de presión y volumen de cierre se sitúen en zonas cada vez más próximas al límite superior de las presiones a medida que se avance de los taladros primarios hacia la inyección de los taladros terciarios e inclinados.

No se prolongarán los taladros terciarios en las zonas en las que la admisión ha sido nula (rechazo) en la inyección de los taladros primarios y secundarios o donde los ensayos Lugeon de comprobación demuestren que no sean necesarios.

Con el objetivo de optimizar las inyecciones de impermeabilización se realizarán ensayos Lugeon de comprobación entre los taladros primarios y secundarios que permitirán decidir la necesidad de inyectar los taladros terciarios o pasar directamente a la perforación e inyección de los taladros inclinados.

5.2.5. Procedimiento para la realización de los ensayos Lugeon

Los ensayos Lugeon se ejecutarán por tramos de 5 m (o menos si se requiere) limitados por un doble obturador que aisle el tramo de ensayo. Durante los ensayos Lugeon, las presiones deberán ser estables y medidas con ayuda de manómetros bien calibrados. El equipo debe tener capacidad para medir consumos de agua en el rango entre 0,5 y 100 l/min con un error menor del 3%. Durante el ensayo se medirá la cota del manómetro y su lectura, valor de la presión de agua inicial, posición del obturador y pérdidas de carga entre el manómetro y el tramo

ensayado.

Antes de iniciar el ensayo se lavará el taladro adecuadamente, por medio de agua, aire o una mezcla de agua y aire introducidos a presión, a fin de retirar los residuos de la perforación, sedimentos y demás materiales sueltos. Antes de presurizar los obturadores para sellar la zona de ensayo, se bombeará agua a través del sistema, para asegurar que no está bloqueado y para llenar la zona de ensayo; a continuación, se presurizarán los obturadores a una presión tal que asegure el sellado.

El ensayo se realizará inyectando agua limpia en el tramo aislado, por lo menos a tres presiones diferentes. Para cada presión ensayada, el bombeo de agua se realizará hasta obtener un flujo constante durante el tiempo que se indica más adelante para la correspondiente presión. El ensayo se realizará comenzando con las presiones más bajas, hasta llegar a la presión máxima y luego rebajándolas hasta la mínima. Las presiones y los tiempos durante los cuales se mantendrán aquéllas son los siguientes: P/4 por cinco minutos, P/2 por cinco minutos, P por 10 minutos, P/2 por cinco minutos y P/4 por cinco minutos. La presión, P, no excederá, en ningún caso, la presión máxima de inyección correspondiente. Durante el ensayo se efectuarán las medidas de flujo de agua, presión y tiempo, y se llevará un registro completo de la operación.

En los ensayos donde no se pueda alcanzar la presión, debe continuarse el bombeo mientras existan incrementos en la tasa de flujo o caídas de presión, hasta alcanzar la máxima descarga de las bombas, manteniéndose así durante un período máximo de cinco minutos; luego se repetirá el ensayo con una presión igual al 50% de la que causó la fuga.

5.2.6. Procedimiento de inyección

Conforme al esquema mostrado, los taladros se inyectarán en tramos de 5,00 m pudiéndose realizar la inyección de manera ascendente. Si bien se ha de establecer un protocolo de inyecciones previamente a su ejecución, a modo de guía (y de forma conservadora) se considera que las presiones máximas de inyección han de ser crecientes con la profundidad, de tal forma que en la zona superficial resulte ser de 2 kp/cm² incrementándose 1 kp/cm² por cada tramo, teniendo de este modo una presión máxima en el tramo inferior previsto (25-30 m) de 7 kp/cm². De no alcanzarse estas presiones, se debería cortar la inyección al alcanzar una admisión superior a los 300 kg de cemento por tramo de inyección (60 kg por metro lineal).

Se establecerá el protocolo de inyecciones, pudiendo prescribir la realización de la inyección por fases descendentes si las condiciones observadas durante la inyección así lo aconsejan o también inyectar tramos de longitud inferior a 5m.

Para la perforación de los taladros de inyección (excluidos los de reconocimiento) se podrán utilizar sistemas de perforación rotatorios o de percusión con las siguientes condiciones:

- ✓ Diámetro mínimo de perforación: 50 mm.
- ✓ Se deberán obtener paredes uniformes y lisas de forma que se pueda obtener un buen sellado de los

tramos mediante obturadores expansibles.

- ✓ No se permite utilizar lodos de perforación
- ✓ Se deberá asegurar el sostenimiento de la pared del taladro cuando atraviese el tramo de materiales aluviales de la cimentación de la parte central de la presa.
- ✓ Periódicamente se tomarán muestras de las lechadas de inyección de las perforaciones para verificar sus propiedades en el laboratorio.
- ✓ Cuando la inyección de un taladro esté finalizada se deberán taponar cuidadosamente la perforación correspondiente.

La vigilancia de fugas de lechada abarcará zonas suficientemente alejadas del punto de inyección. Si aparecen fugas, se anotará su posición, aspecto, caudal y evolución, la naturaleza de la lechada que se fuga y cualquier otra observación pertinente. Si la fuga no puede detenerse, se suspenderá la inyección y se dejará fraguar la lechada. Posteriormente, se reperforará el tramo correspondiente y se reanudará la inyección.

Debe tomarse nota de todas las comunicaciones de lechada que se obtienen entre taladros, registrando el tramo de taladro que se inyecta, el (los) taladro (s) comunicados y la presión y volumen de inyección en el momento de producirse la comunicación. Se intentará minimizar los episodios de comunicación con una secuencia apropiada de perforación e inyección de taladros.

Se realizará un informe de inyección para cada tramo inyectado. Si el tramo se inyecta más de una vez se realizará un informe para cada episodio de inyección. El informe debe contener como mínimo:

- ✓ Identificación de la perforación
- ✓ Tramo de inyectado
- ✓ Fecha y hora del principio y fin de la operación
- ✓ Posición del (o los) obturador (es)
- ✓ Resultados de los ensayos de permeabilidad previos a la inyección si se efectuaron
- ✓ Características de la lechada
- ✓ Variación de la presión, caudal, volumen, PV (presión-volumen) con el tiempo
- ✓ Fugas y cualquier otra anomalía observada

Todos los taladros antes de ser inyectados deberán quedar limpios de detritus de perforación para lo que deben ser lavados con agua y aire a una presión no superior a la mitad de la presión máxima de inyección.

Se efectuará una preinyección de agua en cualquier tramo de inyección por encima del nivel de agua para saturar en lo posible la roca y mejorar las condiciones de inyectabilidad.

5.2.7. Pruebas de tratamiento

En base a la información disponible y conforme a lo expresado anteriormente, puede estimarse que, tanto en la Zona Central como en la del Estribo Derecho, el sustrato terciario presenta suficiente impermeabilidad. En todo caso, dado que esto no puede asegurarse, se propone efectuar, en estas dos zonas, sendas pruebas de tratamiento del cimientado con objeto de comprobar la posible necesidad de un tratamiento de consolidación y la eficacia del mismo.

Efectuadas las excavaciones, a la vista del fondo de excavación en la zona de apoyo del núcleo, se seleccionarán dos zonas, una en el Estribo Derecho y la otra en la Zona Central, para realizar las pruebas de tratamiento que consistirán básicamente en inyecciones de lechada de microcemento, conforme a la siguiente secuencia:

- ✓ Perforación de 9 taladros de 10 m de profundidad cuyos ejes se encuentren dispuestos según una malla cuadrada de 4,00 m de lado, según se muestra en el esquema adjunto.
- ✓ Inyección en cada uno de los taladros de una lechada de microcemento en dos tramos: uno obturando a 5,00 m de profundidad y otro (una vez inyectado el primer tramo) obturando a 1,00 m de profundidad.
- ✓ En el primer tramo de inyección (de 5,00 m a 10,00 m) podría establecerse una presión máxima de 4 kp/cm² y una admisión máxima de 300 kg de cemento por metro. En el segundo tramo de inyección (de 0,00 m a 5,00 m) se podría establecer una presión máxima de 2 kp/cm² y la misma admisión máxima que en el primer tramo.

En todo caso, previamente a la ejecución de la prueba y en base a lo observado durante las excavaciones, se establecerá un procedimiento de inyección (dosificaciones de lechada, presiones de inyección y volúmenes máximos de admisión).

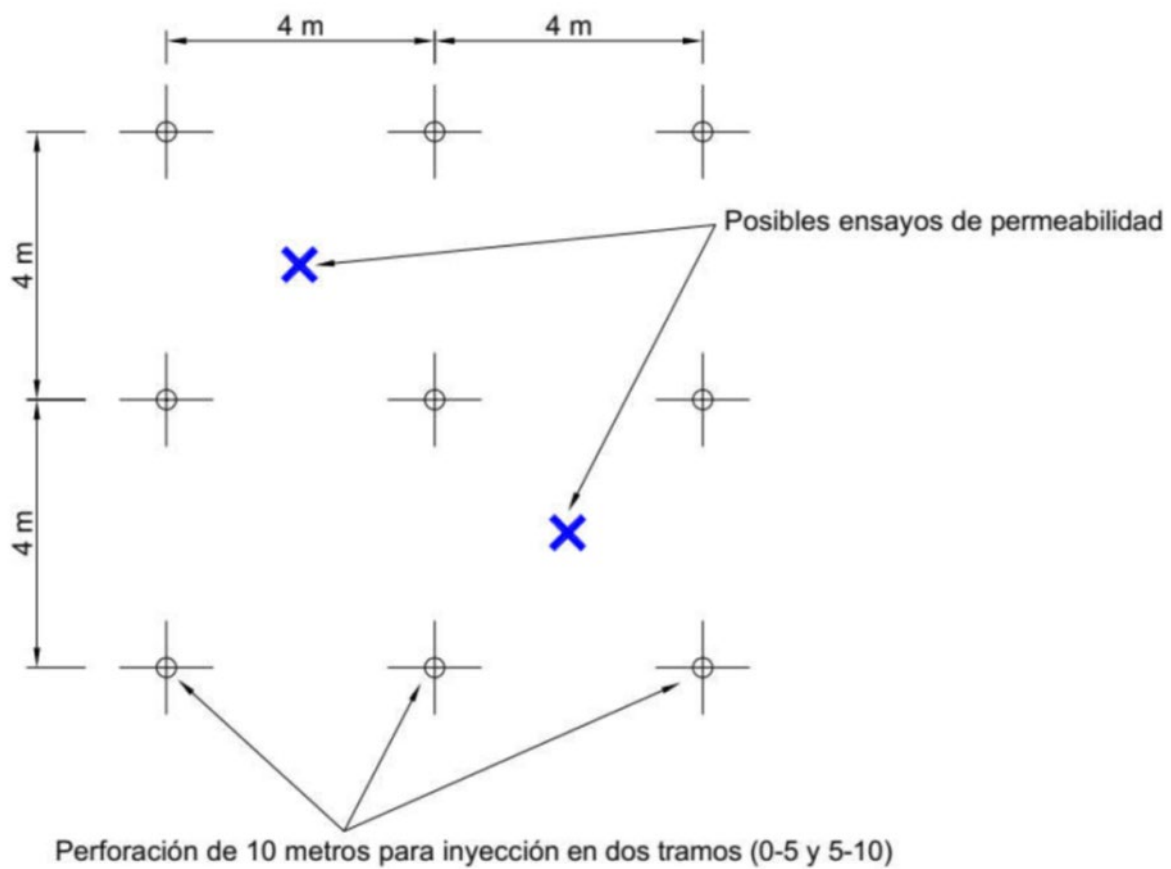


Figura 27. Esquema de pruebas de tratamiento del cemento

Por otra parte, podría plantearse también (en base a los resultados que se obtengan durante la inyección) la ejecución de ensayos de permeabilidad en el interior de la zona de tratamiento.

ANEXO I. MEDICIONES AUXILIARES DE LOS PRÉSTAMOS.

LIMOS

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 1. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 1 | 0+290.000 | 0+295.000 | 5.346,690 | 5.346,69 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+295.000 | 0+300.000 | 8.078,545 | 13.425,24 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+300.000 | 0+303.360 | 5.862,615 | 19.287,85 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+303.360 | 0+305.000 | 2.955,098 | 22.242,95 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+305.000 | 0+310.000 | 8.943,647 | 31.186,60 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+310.000 | 0+315.000 | 8.848,889 | 40.035,48 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+315.000 | 0+320.000 | 8.773,674 | 48.809,16 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+320.000 | 0+325.000 | 8.723,439 | 57.532,60 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+325.000 | 0+330.000 | 8.690,179 | 66.222,78 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+330.000 | 0+332.160 | 3.750,458 | 69.973,23 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+332.160 | 0+335.000 | 4.901,020 | 74.874,25 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+335.000 | 0+340.000 | 8.492,349 | 83.366,60 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+340.000 | 0+345.000 | 8.340,806 | 91.707,41 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+345.000 | 0+350.000 | 8.188,221 | 99.895,63 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+350.000 | 0+355.000 | 8.038,710 | 107.934,34 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+355.000 | 0+360.000 | 7.892,193 | 115.826,53 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+360.000 | 0+365.000 | 7.758,070 | 123.584,60 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+365.000 | 0+367.490 | 3.825,112 | 127.409,72 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+367.490 | 0+370.000 | 3.728,680 | 131.138,40 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+370.000 | 0+375.000 | 6.927,429 | 138.065,82 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+375.000 | 0+380.000 | 6.405,104 | 144.470,93 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+380.000 | 0+385.000 | 5.843,541 | 150.314,47 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+385.000 | 0+390.000 | 5.121,038 | 155.435,51 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+390.000 | 0+395.000 | 4.202,980 | 159.638,49 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+395.000 | 0+398.585 | 2.376,681 | 162.015,17 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+398.585 | 0+400.000 | 901,081 | 162.916,25 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+400.000 | 0+405.000 | 3.599,027 | 166.515,28 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+405.000 | 0+410.000 | 3.974,441 | 170.489,72 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+410.000 | 0+414.000 | 3.884,986 | 174.374,70 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+414.000 | 0+415.000 | 1.139,480 | 175.514,18 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+415.000 | 0+420.000 | 6.785,424 | 182.299,61 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+420.000 | 0+420.720 | 1.127,324 | 183.426,93 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+420.720 | 0+425.000 | 6.796,026 | 190.222,96 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+425.000 | 0+426.960 | 3.100,116 | 193.323,07 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+426.960 | 0+430.000 | 4.760,620 | 198.083,69 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+430.000 | 0+433.380 | 5.193,449 | 203.277,14 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+433.380 | 0+435.000 | 2.443,019 | 205.720,16 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+435.000 | 0+440.000 | 7.304,740 | 213.024,90 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+440.000 | 0+445.000 | 7.002,607 | 220.027,51 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+445.000 | 0+450.000 | 6.765,035 | 226.792,54 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 1. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 1 | 0+450.000 | 0+455.000 | 6.575,528 | 233.368,07 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+455.000 | 0+460.000 | 6.435,153 | 239.803,23 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+460.000 | 0+465.000 | 6.358,737 | 246.161,96 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+465.000 | 0+469.940 | 6.277,629 | 252.439,59 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+469.940 | 0+470.000 | 76,339 | 252.515,93 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+470.000 | 0+475.000 | 6.296,574 | 258.812,51 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+475.000 | 0+480.000 | 6.263,491 | 265.076,00 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+480.000 | 0+485.000 | 5.900,149 | 270.976,15 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+485.000 | 0+490.000 | 5.063,818 | 276.039,96 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+490.000 | 0+495.000 | 4.050,311 | 280.090,27 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+495.000 | 0+500.000 | 2.834,796 | 282.925,07 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+500.000 | 0+501.500 | 572,540 | 283.497,61 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+501.500 | 0+505.000 | 1.393,825 | 284.891,43 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+505.000 | 0+510.000 | 2.820,539 | 287.711,97 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+510.000 | 0+515.000 | 3.740,648 | 291.452,62 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+515.000 | 0+520.000 | 4.663,455 | 296.116,08 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+520.000 | 0+525.000 | 5.583,508 | 301.699,58 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+525.000 | 0+530.000 | 6.504,439 | 308.204,02 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+530.000 | 0+530.697 | 986,262 | 309.190,28 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+530.697 | 0+535.000 | 6.124,540 | 315.314,82 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+535.000 | 0+540.000 | 7.039,356 | 322.354,18 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+540.000 | 0+545.000 | 7.033,940 | 329.388,12 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+545.000 | 0+547.961 | 4.191,981 | 333.580,10 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+547.961 | 0+550.000 | 2.918,715 | 336.498,82 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+550.000 | 0+555.000 | 7.344,662 | 343.843,48 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+555.000 | 0+559.300 | 6.573,619 | 350.417,10 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+559.300 | 0+560.000 | 1.097,022 | 351.514,12 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+560.000 | 0+562.430 | 3.869,474 | 355.383,59 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+562.430 | 0+565.000 | 3.980,678 | 359.364,27 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+565.000 | 0+570.000 | 6.982,267 | 366.346,54 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+570.000 | 0+575.000 | 5.903,351 | 372.249,89 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+575.000 | 0+577.590 | 2.543,569 | 374.793,46 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+577.590 | 0+580.000 | 2.183,202 | 376.976,66 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+580.000 | 0+585.000 | 4.298,064 | 381.274,72 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+585.000 | 0+590.000 | 3.696,786 | 384.971,51 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+590.000 | 0+592.490 | 1.623,993 | 386.595,50 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+592.490 | 0+595.000 | 1.610,170 | 388.205,67 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+595.000 | 0+600.000 | 3.148,886 | 391.354,56 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+600.000 | 0+600.360 | 192,593 | 391.547,15 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+600.360 | 0+605.000 | 1.890,322 | 393.437,47 | 0,000 | 0,00 |

| | | | | | | |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 1. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 1 | 0+605.000 | 0+610.000 | 1.599,364 | 395.036,84 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+610.000 | 0+615.000 | 1.162,827 | 396.199,67 | 0,000 | 0,00 |
| 1 | 0+615.000 | 0+620.000 | 742,015 | 396.941,68 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 2. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+000.000 | 0+005.000 | 510,672 | 510,67 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+005.000 | 0+010.000 | 490,700 | 1.001,37 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+010.000 | 0+015.000 | 477,159 | 1.478,53 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+015.000 | 0+020.000 | 470,186 | 1.948,72 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+020.000 | 0+025.000 | 489,936 | 2.438,65 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+025.000 | 0+030.000 | 543,979 | 2.982,63 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+030.000 | 0+035.000 | 609,401 | 3.592,03 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+035.000 | 0+040.000 | 637,813 | 4.229,84 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+040.000 | 0+045.000 | 603,747 | 4.833,59 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+045.000 | 0+050.000 | 572,105 | 5.405,70 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+050.000 | 0+055.000 | 569,467 | 5.975,16 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+055.000 | 0+060.000 | 558,489 | 6.533,65 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+060.000 | 0+065.000 | 562,844 | 7.096,50 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+065.000 | 0+070.000 | 592,356 | 7.688,85 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+070.000 | 0+075.000 | 603,163 | 8.292,02 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+075.000 | 0+080.000 | 595,403 | 8.887,42 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+080.000 | 0+085.000 | 598,073 | 9.485,49 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+085.000 | 0+090.000 | 611,641 | 10.097,13 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+090.000 | 0+095.000 | 631,956 | 10.729,09 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+095.000 | 0+099.927 | 645,454 | 11.374,54 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+099.927 | 0+100.000 | 9,727 | 11.384,27 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+100.000 | 0+105.000 | 658,565 | 12.042,84 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+105.000 | 0+110.000 | 646,627 | 12.689,46 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+110.000 | 0+115.000 | 638,309 | 13.327,77 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+115.000 | 0+120.000 | 629,965 | 13.957,74 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+120.000 | 0+125.000 | 621,604 | 14.579,34 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+125.000 | 0+130.000 | 607,004 | 15.186,35 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+130.000 | 0+135.000 | 587,712 | 15.774,06 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+135.000 | 0+140.000 | 585,007 | 16.359,06 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+140.000 | 0+145.000 | 594,987 | 16.954,05 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+145.000 | 0+150.000 | 598,548 | 17.552,60 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+150.000 | 0+155.000 | 613,034 | 18.165,63 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+155.000 | 0+160.000 | 649,999 | 18.815,63 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+160.000 | 0+165.000 | 693,302 | 19.508,93 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+165.000 | 0+170.000 | 731,576 | 20.240,51 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+170.000 | 0+175.000 | 749,597 | 20.990,11 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+175.000 | 0+180.000 | 748,061 | 21.738,17 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+180.000 | 0+185.000 | 727,407 | 22.465,58 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+185.000 | 0+190.000 | 681,179 | 23.146,76 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+190.000 | 0+195.000 | 624,358 | 23.771,11 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 2. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+195.000 | 0+200.000 | 578,908 | 24.350,02 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+200.000 | 0+205.000 | 558,631 | 24.908,65 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+205.000 | 0+210.000 | 557,880 | 25.466,53 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+210.000 | 0+215.000 | 564,076 | 26.030,61 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+215.000 | 0+220.000 | 568,948 | 26.599,56 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+220.000 | 0+225.000 | 575,060 | 27.174,62 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+225.000 | 0+230.000 | 581,669 | 27.756,29 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+230.000 | 0+235.000 | 590,545 | 28.346,83 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+235.000 | 0+240.000 | 611,218 | 28.958,05 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+240.000 | 0+245.000 | 641,243 | 29.599,29 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+245.000 | 0+250.000 | 671,440 | 30.270,73 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+250.000 | 0+255.000 | 691,424 | 30.962,16 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+255.000 | 0+260.000 | 703,538 | 31.665,69 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+260.000 | 0+265.000 | 712,646 | 32.378,34 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+265.000 | 0+270.000 | 717,638 | 33.095,98 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+270.000 | 0+275.000 | 729,752 | 33.825,73 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+275.000 | 0+280.000 | 757,694 | 34.583,42 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+280.000 | 0+284.620 | 735,623 | 35.319,05 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+284.620 | 0+285.000 | 62,652 | 35.381,70 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+285.000 | 0+290.000 | 840,156 | 36.221,85 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+290.000 | 0+295.000 | 854,130 | 37.075,98 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+295.000 | 0+300.000 | 866,530 | 37.942,51 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+300.000 | 0+305.000 | 887,279 | 38.829,79 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+305.000 | 0+310.000 | 919,785 | 39.749,58 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+310.000 | 0+315.000 | 961,508 | 40.711,09 | 0,000 | 0,00 |
| 2 | 0+315.000 | 0+320.000 | 835,260 | 41.546,35 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 3. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 3 | 0+000.000 | 0+005.000 | 4.667,881 | 4.667,88 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+005.000 | 0+010.000 | 4.607,473 | 9.275,35 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+010.000 | 0+015.000 | 4.637,870 | 13.913,22 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+015.000 | 0+020.000 | 4.647,893 | 18.561,12 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+020.000 | 0+025.000 | 4.576,258 | 23.137,38 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+025.000 | 0+030.000 | 4.473,173 | 27.610,55 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+030.000 | 0+035.000 | 4.419,698 | 32.030,25 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+035.000 | 0+040.000 | 4.408,249 | 36.438,50 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+040.000 | 0+045.000 | 4.415,387 | 40.853,88 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+045.000 | 0+050.000 | 4.432,321 | 45.286,20 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+050.000 | 0+055.000 | 4.456,874 | 49.743,08 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+055.000 | 0+060.000 | 4.476,081 | 54.219,16 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+060.000 | 0+065.000 | 4.485,727 | 58.704,89 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+065.000 | 0+070.000 | 4.505,186 | 63.210,07 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+070.000 | 0+075.000 | 4.532,177 | 67.742,25 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+075.000 | 0+080.000 | 4.581,050 | 72.323,30 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+080.000 | 0+085.000 | 4.670,398 | 76.993,70 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+085.000 | 0+090.000 | 4.768,552 | 81.762,25 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+090.000 | 0+095.000 | 4.870,834 | 86.633,08 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+095.000 | 0+100.000 | 4.981,254 | 91.614,33 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+100.000 | 0+102.000 | 2.021,974 | 93.636,31 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+102.000 | 0+105.000 | 3.016,565 | 96.652,87 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+105.000 | 0+106.710 | 1.693,214 | 98.346,09 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+106.710 | 0+110.000 | 3.156,053 | 101.502,14 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+110.000 | 0+115.000 | 4.483,701 | 105.985,84 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+115.000 | 0+120.000 | 4.114,370 | 110.100,21 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+120.000 | 0+125.000 | 3.751,939 | 113.852,15 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+125.000 | 0+130.000 | 3.394,806 | 117.246,96 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+130.000 | 0+135.000 | 3.146,912 | 120.393,87 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+135.000 | 0+140.000 | 3.029,842 | 123.423,71 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+140.000 | 0+145.000 | 2.943,224 | 126.366,93 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+145.000 | 0+150.000 | 2.867,045 | 129.233,98 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+150.000 | 0+155.000 | 2.803,599 | 132.037,58 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+155.000 | 0+160.000 | 2.752,062 | 134.789,64 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+160.000 | 0+165.000 | 2.706,510 | 137.496,15 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+165.000 | 0+170.000 | 2.657,148 | 140.153,30 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+170.000 | 0+175.000 | 2.594,775 | 142.748,07 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+175.000 | 0+180.000 | 2.532,829 | 145.280,90 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+180.000 | 0+185.000 | 2.485,790 | 147.766,69 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+185.000 | 0+190.000 | 2.454,866 | 150.221,56 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 3. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 3 | 0+190.000 | 0+195.000 | 2.443,857 | 152.665,41 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+195.000 | 0+200.000 | 2.444,464 | 155.109,88 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+200.000 | 0+205.000 | 2.450,899 | 157.560,78 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+205.000 | 0+210.000 | 2.294,119 | 159.854,90 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+210.000 | 0+215.000 | 1.266,704 | 161.121,60 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+215.000 | 0+220.000 | 402,720 | 161.524,32 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+220.000 | 0+225.000 | 415,812 | 161.940,13 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+225.000 | 0+230.000 | 437,831 | 162.377,96 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+230.000 | 0+235.000 | 455,781 | 162.833,74 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+235.000 | 0+240.000 | 469,922 | 163.303,67 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+240.000 | 0+245.000 | 435,627 | 163.739,29 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+245.000 | 0+250.000 | 362,413 | 164.101,71 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+250.000 | 0+252.000 | 126,264 | 164.227,97 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+252.000 | 0+255.000 | 177,165 | 164.405,13 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+255.000 | 0+260.000 | 272,077 | 164.677,21 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+260.000 | 0+265.000 | 223,744 | 164.900,95 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+265.000 | 0+270.000 | 166,137 | 165.067,09 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+270.000 | 0+275.000 | 118,607 | 165.185,70 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+275.000 | 0+280.000 | 103,168 | 165.288,87 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+280.000 | 0+285.000 | 114,125 | 165.402,99 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 0+285.000 | 0+290.000 | 122,578 | 165.525,57 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 4. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 4 | 0+000.000 | 0+005.000 | 2.574,759 | 2.574,76 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+005.000 | 0+010.000 | 2.548,239 | 5.123,00 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+010.000 | 0+015.000 | 2.562,419 | 7.685,42 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+015.000 | 0+020.000 | 2.579,705 | 10.265,12 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+020.000 | 0+025.000 | 2.559,835 | 12.824,96 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+025.000 | 0+030.000 | 2.445,790 | 15.270,75 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+030.000 | 0+035.000 | 2.310,278 | 17.581,02 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+035.000 | 0+040.000 | 2.255,338 | 19.836,36 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+040.000 | 0+045.000 | 2.241,307 | 22.077,67 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+045.000 | 0+050.000 | 2.232,779 | 24.310,45 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+050.000 | 0+055.000 | 2.217,955 | 26.528,40 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+055.000 | 0+060.000 | 2.188,692 | 28.717,09 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+060.000 | 0+063.500 | 1.516,157 | 30.233,25 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+063.500 | 0+065.000 | 649,535 | 30.882,79 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+065.000 | 0+070.000 | 2.101,920 | 32.984,71 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+070.000 | 0+075.000 | 2.017,163 | 35.001,87 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+075.000 | 0+080.000 | 1.993,504 | 36.995,37 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+080.000 | 0+085.000 | 1.986,823 | 38.982,20 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+085.000 | 0+090.000 | 1.991,116 | 40.973,31 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+090.000 | 0+095.000 | 2.003,390 | 42.976,70 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+095.000 | 0+100.000 | 2.025,583 | 45.002,29 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+100.000 | 0+105.000 | 2.059,288 | 47.061,57 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+105.000 | 0+110.000 | 2.100,171 | 49.161,75 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+110.000 | 0+113.500 | 1.493,710 | 50.655,46 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+113.500 | 0+115.000 | 642,020 | 51.297,48 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+115.000 | 0+116.000 | 425,650 | 51.723,13 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+116.000 | 0+120.000 | 1.650,111 | 53.373,24 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+120.000 | 0+125.000 | 1.930,009 | 55.303,25 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+125.000 | 0+130.000 | 1.786,645 | 57.089,89 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+130.000 | 0+135.000 | 1.641,901 | 58.731,79 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+135.000 | 0+140.000 | 1.496,017 | 60.227,81 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+140.000 | 0+143.000 | 828,596 | 61.056,40 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+143.000 | 0+145.000 | 529,691 | 61.586,10 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+145.000 | 0+150.000 | 1.271,037 | 62.857,13 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+150.000 | 0+155.000 | 1.198,159 | 64.055,29 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+155.000 | 0+160.000 | 1.141,010 | 65.196,30 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+160.000 | 0+165.000 | 1.102,831 | 66.299,13 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+165.000 | 0+170.000 | 1.073,890 | 67.373,02 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+170.000 | 0+175.000 | 1.049,169 | 68.422,19 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+175.000 | 0+180.000 | 1.025,497 | 69.447,69 | 0,000 | 0,00 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones limos. Eje 4. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 4 | 0+180.000 | 0+185.000 | 1.002,341 | 70.450,03 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+185.000 | 0+190.000 | 984,119 | 71.434,15 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+190.000 | 0+195.000 | 966,532 | 72.400,68 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+195.000 | 0+200.000 | 946,253 | 73.346,93 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+200.000 | 0+205.000 | 930,981 | 74.277,91 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+205.000 | 0+210.000 | 929,362 | 75.207,28 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+210.000 | 0+215.000 | 943,755 | 76.151,03 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+215.000 | 0+220.000 | 968,970 | 77.120,00 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+220.000 | 0+225.000 | 1.005,890 | 78.125,89 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+225.000 | 0+230.000 | 1.044,986 | 79.170,88 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+230.000 | 0+235.000 | 1.068,314 | 80.239,19 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+235.000 | 0+238.000 | 635,688 | 80.874,88 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+238.000 | 0+240.000 | 408,250 | 81.283,13 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+240.000 | 0+245.000 | 934,807 | 82.217,94 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+245.000 | 0+245.500 | 86,665 | 82.304,60 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+245.500 | 0+250.000 | 782,089 | 83.086,69 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+250.000 | 0+255.000 | 866,314 | 83.953,01 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+255.000 | 0+260.000 | 843,937 | 84.796,94 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+260.000 | 0+265.000 | 807,420 | 85.604,36 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+265.000 | 0+268.000 | 455,039 | 86.059,40 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+268.000 | 0+268.780 | 113,141 | 86.172,54 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+268.780 | 0+269.989 | 192,171 | 86.364,71 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+269.989 | 0+270.000 | 1,920 | 86.366,63 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+270.000 | 0+275.000 | 858,590 | 87.225,22 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+275.000 | 0+275.500 | 82,427 | 87.307,65 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+275.500 | 0+280.000 | 560,949 | 87.868,60 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+280.000 | 0+285.000 | 327,638 | 88.196,24 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+285.000 | 0+290.000 | 165,798 | 88.362,04 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+290.000 | 0+295.000 | 81,768 | 88.443,80 | 0,000 | 0,00 |
| 4 | 0+295.000 | 0+300.000 | 57,990 | 88.501,79 | 0,000 | 0,00 |

GRAVAS

| | | | | |
|----------|-------------------|-----------|--------------|--------------|
| PROYECTO | excavando terraza | | | |
| GRUPO 0 | Grupo 0 | | | |
| EJE 1 | Gravas | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 1 | 0+000.000 | 0+005.000 | 579,532 | 579,53 |
| 1 | 0+005.000 | 0+010.000 | 670,264 | 1.249,80 |
| 1 | 0+010.000 | 0+015.000 | 697,984 | 1.947,78 |
| 1 | 0+015.000 | 0+020.000 | 686,574 | 2.634,35 |
| 1 | 0+020.000 | 0+025.000 | 689,555 | 3.323,91 |
| 1 | 0+025.000 | 0+030.000 | 691,495 | 4.015,41 |
| 1 | 0+030.000 | 0+035.000 | 678,204 | 4.693,61 |
| 1 | 0+035.000 | 0+040.000 | 676,479 | 5.370,09 |
| 1 | 0+040.000 | 0+045.000 | 678,398 | 6.048,49 |
| 1 | 0+045.000 | 0+050.000 | 681,779 | 6.730,27 |
| 1 | 0+050.000 | 0+055.000 | 681,477 | 7.411,74 |
| 1 | 0+055.000 | 0+060.000 | 670,514 | 8.082,26 |
| 1 | 0+060.000 | 0+065.000 | 663,196 | 8.745,45 |
| 1 | 0+065.000 | 0+070.000 | 656,358 | 9.401,81 |
| 1 | 0+070.000 | 0+075.000 | 673,090 | 10.074,90 |
| 1 | 0+075.000 | 0+080.000 | 706,520 | 10.781,42 |
| 1 | 0+080.000 | 0+085.000 | 739,482 | 11.520,90 |
| 1 | 0+085.000 | 0+090.000 | 776,669 | 12.297,57 |
| 1 | 0+090.000 | 0+095.000 | 822,111 | 13.119,68 |
| 1 | 0+095.000 | 0+100.000 | 892,831 | 14.012,51 |
| 1 | 0+100.000 | 0+105.000 | 977,365 | 14.989,88 |
| 1 | 0+105.000 | 0+110.000 | 1.063,807 | 16.053,69 |
| 1 | 0+110.000 | 0+115.000 | 1.206,719 | 17.260,40 |
| 1 | 0+115.000 | 0+120.000 | 1.403,994 | 18.664,40 |
| 1 | 0+120.000 | 0+125.000 | 1.532,061 | 20.196,46 |
| 1 | 0+125.000 | 0+130.000 | 1.593,316 | 21.789,78 |
| 1 | 0+130.000 | 0+135.000 | 1.614,277 | 23.404,05 |
| 1 | 0+135.000 | 0+140.000 | 1.595,305 | 24.999,36 |
| 1 | 0+140.000 | 0+145.000 | 1.616,603 | 26.615,96 |
| 1 | 0+145.000 | 0+150.000 | 1.697,152 | 28.313,11 |
| 1 | 0+150.000 | 0+155.000 | 1.716,834 | 30.029,95 |
| 1 | 0+155.000 | 0+160.000 | 1.671,106 | 31.701,05 |
| 1 | 0+160.000 | 0+165.000 | 1.667,281 | 33.368,33 |
| 1 | 0+165.000 | 0+170.000 | 1.684,077 | 35.052,41 |
| 1 | 0+170.000 | 0+175.000 | 1.685,526 | 36.737,94 |
| 1 | 0+175.000 | 0+180.000 | 1.676,570 | 38.414,51 |
| 1 | 0+180.000 | 0+185.000 | 1.671,906 | 40.086,41 |
| 1 | 0+185.000 | 0+190.000 | 1.674,092 | 41.760,51 |
| 1 | 0+190.000 | 0+195.000 | 1.682,489 | 43.443,00 |

| PROYECTO | | excavando terraza | | |
|-----------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| GRUPO 0 | | Grupo 0 | | |
| EJE 1 | | Gravas | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 1 | 0+195.000 | 0+200.000 | 1.743,963 | 45.186,96 |
| 1 | 0+200.000 | 0+205.000 | 1.788,770 | 46.975,73 |
| 1 | 0+205.000 | 0+210.000 | 1.770,288 | 48.746,02 |
| 1 | 0+210.000 | 0+215.000 | 1.757,515 | 50.503,53 |
| 1 | 0+215.000 | 0+220.000 | 1.747,876 | 52.251,41 |
| 1 | 0+220.000 | 0+225.000 | 1.731,861 | 53.983,27 |
| 1 | 0+225.000 | 0+230.000 | 1.710,351 | 55.693,62 |
| 1 | 0+230.000 | 0+235.000 | 1.683,811 | 57.377,43 |
| 1 | 0+235.000 | 0+240.000 | 1.653,013 | 59.030,44 |
| 1 | 0+240.000 | 0+245.000 | 1.623,105 | 60.653,55 |
| 1 | 0+245.000 | 0+250.000 | 1.635,945 | 62.289,49 |
| 1 | 0+250.000 | 0+255.000 | 1.663,487 | 63.952,98 |
| 1 | 0+255.000 | 0+260.000 | 1.666,624 | 65.619,60 |
| 1 | 0+260.000 | 0+265.000 | 1.648,300 | 67.267,90 |
| 1 | 0+265.000 | 0+270.000 | 1.599,608 | 68.867,51 |
| 1 | 0+270.000 | 0+275.000 | 1.577,547 | 70.445,06 |
| 1 | 0+275.000 | 0+280.000 | 1.581,658 | 72.026,72 |
| 1 | 0+280.000 | 0+285.000 | 1.575,753 | 73.602,47 |
| 1 | 0+285.000 | 0+290.000 | 1.556,219 | 75.158,69 |
| 1 | 0+290.000 | 0+295.000 | 1.475,572 | 76.634,26 |
| 1 | 0+295.000 | 0+300.000 | 1.443,338 | 78.077,60 |
| 1 | 0+300.000 | 0+305.000 | 1.472,234 | 79.549,83 |
| 1 | 0+305.000 | 0+310.000 | 1.463,974 | 81.013,81 |
| 1 | 0+310.000 | 0+315.000 | 1.481,600 | 82.495,41 |
| 1 | 0+315.000 | 0+320.000 | 1.522,686 | 84.018,09 |
| 1 | 0+320.000 | 0+325.000 | 1.750,339 | 85.768,43 |
| 1 | 0+325.000 | 0+330.000 | 2.174,675 | 87.943,11 |
| 1 | 0+330.000 | 0+335.000 | 2.438,211 | 90.381,32 |
| 1 | 0+335.000 | 0+340.000 | 2.530,240 | 92.911,56 |
| 1 | 0+340.000 | 0+345.000 | 2.565,100 | 95.476,66 |
| 1 | 0+345.000 | 0+350.000 | 2.582,293 | 98.058,95 |
| 1 | 0+350.000 | 0+355.000 | 2.645,189 | 100.704,14 |
| 1 | 0+355.000 | 0+360.000 | 2.676,240 | 103.380,38 |
| 1 | 0+360.000 | 0+365.000 | 2.668,651 | 106.049,03 |
| 1 | 0+365.000 | 0+370.000 | 2.688,835 | 108.737,86 |
| 1 | 0+370.000 | 0+375.000 | 2.742,022 | 111.479,89 |
| 1 | 0+375.000 | 0+380.000 | 2.796,846 | 114.276,73 |
| 1 | 0+380.000 | 0+385.000 | 2.847,014 | 117.123,75 |
| 1 | 0+385.000 | 0+390.000 | 2.891,003 | 120.014,75 |

| | | | | |
|----------|-------------------|-----------|--------------|--------------|
| PROYECTO | excavando terraza | | | |
| GRUPO 0 | Grupo 0 | | | |
| EJE 1 | Gravas | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 1 | 0+390.000 | 0+395.000 | 2.923,826 | 122.938,57 |
| 1 | 0+395.000 | 0+400.000 | 2.952,214 | 125.890,79 |
| 1 | 0+400.000 | 0+405.000 | 2.973,104 | 128.863,89 |
| 1 | 0+405.000 | 0+410.000 | 2.986,108 | 131.850,00 |
| 1 | 0+410.000 | 0+415.000 | 2.990,873 | 134.840,87 |
| 1 | 0+415.000 | 0+420.000 | 2.986,916 | 137.827,79 |
| 1 | 0+420.000 | 0+425.000 | 2.973,974 | 140.801,76 |
| 1 | 0+425.000 | 0+430.000 | 2.951,361 | 143.753,12 |
| 1 | 0+430.000 | 0+435.000 | 2.921,405 | 146.674,53 |
| 1 | 0+435.000 | 0+440.000 | 2.898,163 | 149.572,69 |
| 1 | 0+440.000 | 0+445.000 | 2.905,628 | 152.478,32 |
| 1 | 0+445.000 | 0+450.000 | 2.929,343 | 155.407,66 |
| 1 | 0+450.000 | 0+455.000 | 2.973,773 | 158.381,44 |
| 1 | 0+455.000 | 0+460.000 | 3.092,853 | 161.474,29 |
| 1 | 0+460.000 | 0+465.000 | 3.173,773 | 164.648,06 |
| 1 | 0+465.000 | 0+470.000 | 3.162,307 | 167.810,37 |
| 1 | 0+470.000 | 0+475.000 | 3.155,411 | 170.965,78 |
| 1 | 0+475.000 | 0+480.000 | 3.153,413 | 174.119,19 |
| 1 | 0+480.000 | 0+485.000 | 3.157,533 | 177.276,73 |
| 1 | 0+485.000 | 0+490.000 | 3.167,857 | 180.444,58 |
| 1 | 0+490.000 | 0+495.000 | 3.188,181 | 183.632,76 |
| 1 | 0+495.000 | 0+500.000 | 3.218,611 | 186.851,37 |
| 1 | 0+500.000 | 0+505.000 | 3.346,449 | 190.197,82 |
| 1 | 0+505.000 | 0+510.000 | 3.574,933 | 193.772,76 |
| 1 | 0+510.000 | 0+515.000 | 3.950,999 | 197.723,76 |
| 1 | 0+515.000 | 0+520.000 | 4.508,143 | 202.231,90 |
| 1 | 0+520.000 | 0+525.000 | 4.855,692 | 207.087,59 |
| 1 | 0+525.000 | 0+530.000 | 4.950,536 | 212.038,13 |
| 1 | 0+530.000 | 0+535.000 | 5.008,766 | 217.046,89 |
| 1 | 0+535.000 | 0+540.000 | 5.041,838 | 222.088,73 |
| 1 | 0+540.000 | 0+545.000 | 5.071,693 | 227.160,42 |
| 1 | 0+545.000 | 0+550.000 | 5.096,815 | 232.257,24 |
| 1 | 0+550.000 | 0+555.000 | 5.117,427 | 237.374,67 |
| 1 | 0+555.000 | 0+560.000 | 5.134,506 | 242.509,17 |
| 1 | 0+560.000 | 0+565.000 | 5.146,479 | 247.655,65 |
| 1 | 0+565.000 | 0+570.000 | 5.153,430 | 252.809,08 |
| 1 | 0+570.000 | 0+575.000 | 5.136,166 | 257.945,25 |
| 1 | 0+575.000 | 0+580.000 | 5.098,903 | 263.044,15 |
| 1 | 0+580.000 | 0+582.523 | 3.053,496 | 266.097,65 |

| | | | | |
|----------|-----------|-------------------|--------------|--------------|
| PROYECTO | | excavando terraza | | |
| GRUPO 0 | | Grupo 0 | | |
| EJE 1 | | Gravas | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+000.000 | 0+005.000 | 370,086 | 266.467,74 |
| 2 | 0+005.000 | 0+010.000 | 409,581 | 266.877,32 |
| 2 | 0+010.000 | 0+015.000 | 439,138 | 267.316,46 |
| 2 | 0+015.000 | 0+020.000 | 457,734 | 267.774,19 |
| 2 | 0+020.000 | 0+025.000 | 476,632 | 268.250,82 |
| 2 | 0+025.000 | 0+030.000 | 496,090 | 268.746,91 |
| 2 | 0+030.000 | 0+035.000 | 516,007 | 269.262,92 |
| 2 | 0+035.000 | 0+040.000 | 537,935 | 269.800,85 |
| 2 | 0+040.000 | 0+045.000 | 571,905 | 270.372,76 |
| 2 | 0+045.000 | 0+050.000 | 613,960 | 270.986,72 |
| 2 | 0+050.000 | 0+055.000 | 643,587 | 271.630,31 |
| 2 | 0+055.000 | 0+060.000 | 667,621 | 272.297,93 |
| 2 | 0+060.000 | 0+065.000 | 693,246 | 272.991,17 |
| 2 | 0+065.000 | 0+070.000 | 714,172 | 273.705,34 |
| 2 | 0+070.000 | 0+075.000 | 733,343 | 274.438,69 |
| 2 | 0+075.000 | 0+080.000 | 751,974 | 275.190,66 |
| 2 | 0+080.000 | 0+085.000 | 770,048 | 275.960,71 |
| 2 | 0+085.000 | 0+090.000 | 787,637 | 276.748,35 |
| 2 | 0+090.000 | 0+095.000 | 805,606 | 277.553,95 |
| 2 | 0+095.000 | 0+100.000 | 823,537 | 278.377,49 |
| 2 | 0+100.000 | 0+105.000 | 844,293 | 279.221,78 |
| 2 | 0+105.000 | 0+110.000 | 867,824 | 280.089,61 |
| 2 | 0+110.000 | 0+115.000 | 901,975 | 280.991,58 |
| 2 | 0+115.000 | 0+120.000 | 947,469 | 281.939,05 |
| 2 | 0+120.000 | 0+125.000 | 998,345 | 282.937,40 |
| 2 | 0+125.000 | 0+130.000 | 1.055,406 | 283.992,80 |
| 2 | 0+130.000 | 0+135.000 | 1.117,249 | 285.110,05 |
| 2 | 0+135.000 | 0+140.000 | 1.183,588 | 286.293,64 |
| 2 | 0+140.000 | 0+145.000 | 1.242,795 | 287.536,43 |
| 2 | 0+145.000 | 0+150.000 | 1.293,705 | 288.830,14 |
| 2 | 0+150.000 | 0+155.000 | 1.349,141 | 290.179,28 |
| 2 | 0+155.000 | 0+160.000 | 1.408,862 | 291.588,14 |
| 2 | 0+160.000 | 0+165.000 | 1.473,456 | 293.061,60 |
| 2 | 0+165.000 | 0+170.000 | 1.542,277 | 294.603,87 |
| 2 | 0+170.000 | 0+175.000 | 1.614,623 | 296.218,50 |
| 2 | 0+175.000 | 0+180.000 | 1.689,183 | 297.907,68 |
| 2 | 0+180.000 | 0+185.000 | 1.765,897 | 299.673,58 |
| 2 | 0+185.000 | 0+190.000 | 1.844,517 | 301.518,09 |
| 2 | 0+190.000 | 0+195.000 | 2.176,713 | 303.694,81 |

| | | | | |
|----------|-------------------|-----------|--------------|--------------|
| PROYECTO | excavando terraza | | | |
| GRUPO 0 | Grupo 0 | | | |
| EJE 1 | Gravas | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+195.000 | 0+200.000 | 2.797,017 | 306.491,82 |
| 2 | 0+200.000 | 0+205.000 | 3.125,124 | 309.616,95 |
| 2 | 0+205.000 | 0+210.000 | 3.132,442 | 312.749,39 |
| 2 | 0+210.000 | 0+215.000 | 3.056,061 | 315.805,45 |
| 2 | 0+215.000 | 0+220.000 | 2.889,725 | 318.695,18 |
| 2 | 0+220.000 | 0+225.000 | 2.849,409 | 321.544,59 |
| 2 | 0+225.000 | 0+230.000 | 2.934,708 | 324.479,29 |
| 2 | 0+230.000 | 0+235.000 | 3.053,192 | 327.532,49 |
| 2 | 0+235.000 | 0+240.000 | 3.213,065 | 330.745,55 |
| 2 | 0+240.000 | 0+245.000 | 3.265,943 | 334.011,49 |
| 2 | 0+245.000 | 0+250.000 | 3.206,917 | 337.218,41 |
| 2 | 0+250.000 | 0+255.000 | 3.029,977 | 340.248,39 |
| 2 | 0+255.000 | 0+260.000 | 2.727,879 | 342.976,27 |
| 2 | 0+260.000 | 0+265.000 | 2.467,142 | 345.443,41 |
| 2 | 0+265.000 | 0+270.000 | 2.252,524 | 347.695,93 |
| 2 | 0+270.000 | 0+275.000 | 2.048,973 | 349.744,91 |
| 2 | 0+275.000 | 0+280.000 | 1.870,536 | 351.615,44 |
| 2 | 0+280.000 | 0+285.000 | 1.730,193 | 353.345,63 |
| 2 | 0+285.000 | 0+290.000 | 1.622,887 | 354.968,52 |
| 2 | 0+290.000 | 0+295.000 | 1.536,552 | 356.505,07 |
| 2 | 0+295.000 | 0+300.000 | 1.483,080 | 357.988,15 |
| 2 | 0+300.000 | 0+305.000 | 1.443,015 | 359.431,17 |
| 2 | 0+305.000 | 0+310.000 | 1.396,148 | 360.827,32 |
| 2 | 0+310.000 | 0+315.000 | 1.347,241 | 362.174,56 |
| 2 | 0+315.000 | 0+320.000 | 1.295,663 | 363.470,22 |
| 2 | 0+320.000 | 0+325.000 | 1.238,868 | 364.709,09 |
| 2 | 0+325.000 | 0+330.000 | 1.173,117 | 365.882,21 |
| 2 | 0+330.000 | 0+335.000 | 1.110,156 | 366.992,36 |
| 2 | 0+335.000 | 0+340.000 | 1.054,158 | 368.046,52 |
| 2 | 0+340.000 | 0+345.000 | 1.010,166 | 369.056,69 |
| 2 | 0+345.000 | 0+350.000 | 977,862 | 370.034,55 |
| 2 | 0+350.000 | 0+355.000 | 934,235 | 370.968,78 |
| 2 | 0+355.000 | 0+360.000 | 908,925 | 371.877,71 |
| 2 | 0+360.000 | 0+365.000 | 902,458 | 372.780,17 |
| 2 | 0+365.000 | 0+370.000 | 885,583 | 373.665,75 |
| 2 | 0+370.000 | 0+375.000 | 858,161 | 374.523,91 |
| 2 | 0+375.000 | 0+380.000 | 813,859 | 375.337,77 |
| 2 | 0+380.000 | 0+385.000 | 764,859 | 376.102,63 |
| 2 | 0+385.000 | 0+390.000 | 721,398 | 376.824,03 |

| PROYECTO | | excavando terraza | | |
|-----------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| GRUPO 0 | | Grupo 0 | | |
| EJE 1 | | Gravas | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+390.000 | 0+395.000 | 683,405 | 377.507,43 |
| 2 | 0+395.000 | 0+400.000 | 651,235 | 378.158,67 |
| 2 | 0+400.000 | 0+405.000 | 627,481 | 378.786,15 |
| 2 | 0+405.000 | 0+410.000 | 608,771 | 379.394,92 |
| 2 | 0+410.000 | 0+415.000 | 599,167 | 379.994,08 |
| 2 | 0+415.000 | 0+420.000 | 602,836 | 380.596,92 |
| 2 | 0+420.000 | 0+425.000 | 617,046 | 381.213,97 |
| 2 | 0+425.000 | 0+430.000 | 630,416 | 381.844,38 |
| 2 | 0+430.000 | 0+435.000 | 634,141 | 382.478,52 |
| 2 | 0+435.000 | 0+440.000 | 638,369 | 383.116,89 |
| 2 | 0+440.000 | 0+445.000 | 645,440 | 383.762,33 |
| 2 | 0+445.000 | 0+450.000 | 653,661 | 384.415,99 |
| 2 | 0+450.000 | 0+455.000 | 661,957 | 385.077,95 |
| 2 | 0+455.000 | 0+460.000 | 670,499 | 385.748,45 |
| 2 | 0+460.000 | 0+465.000 | 679,159 | 386.427,61 |
| 2 | 0+465.000 | 0+470.000 | 687,564 | 387.115,17 |
| 2 | 0+470.000 | 0+475.000 | 696,858 | 387.812,03 |
| 2 | 0+475.000 | 0+480.000 | 704,160 | 388.516,19 |
| 2 | 0+480.000 | 0+485.000 | 709,521 | 389.225,71 |
| 2 | 0+485.000 | 0+490.000 | 715,899 | 389.941,61 |
| 2 | 0+490.000 | 0+495.000 | 723,281 | 390.664,89 |
| 2 | 0+495.000 | 0+500.000 | 730,165 | 391.395,06 |
| 2 | 0+500.000 | 0+505.000 | 751,647 | 392.146,70 |
| 2 | 0+505.000 | 0+510.000 | 779,965 | 392.926,67 |
| 2 | 0+510.000 | 0+515.000 | 804,641 | 393.731,31 |
| 2 | 0+515.000 | 0+520.000 | 836,886 | 394.568,20 |
| 2 | 0+520.000 | 0+525.000 | 868,307 | 395.436,50 |
| 2 | 0+525.000 | 0+530.000 | 900,201 | 396.336,70 |
| 2 | 0+530.000 | 0+535.000 | 932,358 | 397.269,06 |
| 2 | 0+535.000 | 0+540.000 | 963,209 | 398.232,27 |
| 2 | 0+540.000 | 0+545.000 | 1.007,160 | 399.239,43 |
| 2 | 0+545.000 | 0+550.000 | 1.067,251 | 400.306,68 |
| 2 | 0+550.000 | 0+555.000 | 1.156,621 | 401.463,30 |
| 2 | 0+555.000 | 0+560.000 | 1.282,561 | 402.745,86 |
| 2 | 0+560.000 | 0+565.000 | 1.368,397 | 404.114,26 |
| 2 | 0+565.000 | 0+570.000 | 1.411,982 | 405.526,24 |
| 2 | 0+570.000 | 0+575.000 | 1.519,471 | 407.045,71 |
| 2 | 0+575.000 | 0+580.000 | 1.668,501 | 408.714,21 |
| 2 | 0+580.000 | 0+585.000 | 1.791,384 | 410.505,60 |

| | | | | |
|----------|-------------------|-----------|--------------|--------------|
| PROYECTO | excavando terraza | | | |
| GRUPO 0 | Grupo 0 | | | |
| EJE 1 | Gravas | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+585.000 | 0+590.000 | 1.886,005 | 412.391,60 |
| 2 | 0+590.000 | 0+595.000 | 1.961,028 | 414.352,63 |
| 2 | 0+595.000 | 0+600.000 | 2.007,837 | 416.360,47 |
| 2 | 0+600.000 | 0+605.000 | 2.026,447 | 418.386,92 |
| 2 | 0+605.000 | 0+610.000 | 2.047,326 | 420.434,24 |
| 2 | 0+610.000 | 0+615.000 | 2.044,706 | 422.478,95 |
| 2 | 0+615.000 | 0+620.000 | 2.048,348 | 424.527,30 |
| 2 | 0+620.000 | 0+625.000 | 2.095,294 | 426.622,59 |
| 2 | 0+625.000 | 0+630.000 | 2.156,358 | 428.778,95 |
| 2 | 0+630.000 | 0+635.000 | 2.223,536 | 431.002,48 |
| 2 | 0+635.000 | 0+640.000 | 2.292,343 | 433.294,83 |
| 2 | 0+640.000 | 0+645.000 | 2.325,227 | 435.620,05 |
| 2 | 0+645.000 | 0+650.000 | 2.318,004 | 437.938,06 |
| 2 | 0+650.000 | 0+655.000 | 2.307,756 | 440.245,81 |
| 2 | 0+655.000 | 0+660.000 | 2.293,737 | 442.539,55 |
| 2 | 0+660.000 | 0+665.000 | 2.276,937 | 444.816,49 |
| 2 | 0+665.000 | 0+670.000 | 2.258,501 | 447.074,99 |
| 2 | 0+670.000 | 0+675.000 | 2.238,970 | 449.313,96 |
| 2 | 0+675.000 | 0+680.000 | 2.217,095 | 451.531,05 |
| 2 | 0+680.000 | 0+685.000 | 2.209,693 | 453.740,75 |
| 2 | 0+685.000 | 0+690.000 | 2.212,468 | 455.953,21 |
| 2 | 0+690.000 | 0+695.000 | 2.172,345 | 458.125,56 |
| 2 | 0+695.000 | 0+700.000 | 2.137,914 | 460.263,47 |
| 2 | 0+700.000 | 0+705.000 | 2.022,540 | 462.286,01 |
| 2 | 0+705.000 | 0+710.000 | 1.772,420 | 464.058,43 |
| 2 | 0+710.000 | 0+715.000 | 1.653,834 | 465.712,27 |
| 2 | 0+715.000 | 0+720.000 | 1.677,257 | 467.389,52 |
| 2 | 0+720.000 | 0+725.000 | 1.667,458 | 469.056,98 |
| 2 | 0+725.000 | 0+730.000 | 1.627,382 | 470.684,36 |
| 2 | 0+730.000 | 0+735.000 | 1.590,052 | 472.274,42 |
| 2 | 0+735.000 | 0+740.000 | 1.553,755 | 473.828,17 |
| 2 | 0+740.000 | 0+745.000 | 1.521,601 | 475.349,77 |
| 2 | 0+745.000 | 0+750.000 | 1.492,667 | 476.842,44 |
| 2 | 0+750.000 | 0+755.000 | 1.463,355 | 478.305,79 |
| 2 | 0+755.000 | 0+760.000 | 1.426,120 | 479.731,91 |
| 2 | 0+760.000 | 0+765.000 | 1.392,907 | 481.124,82 |
| 2 | 0+765.000 | 0+770.000 | 1.372,992 | 482.497,81 |
| 2 | 0+770.000 | 0+775.000 | 1.358,946 | 483.856,76 |
| 2 | 0+775.000 | 0+780.000 | 1.371,119 | 485.227,88 |

| | | | | |
|----------|-------------------|-----------|--------------|--------------|
| PROYECTO | excavando terraza | | | |
| GRUPO 0 | Grupo 0 | | | |
| EJE 1 | Gravas | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+780.000 | 0+785.000 | 1.409,312 | 486.637,19 |
| 2 | 0+785.000 | 0+790.000 | 1.451,183 | 488.088,37 |
| 2 | 0+790.000 | 0+795.000 | 1.495,069 | 489.583,44 |
| 2 | 0+795.000 | 0+800.000 | 1.541,582 | 491.125,02 |
| 2 | 0+800.000 | 0+805.000 | 1.594,024 | 492.719,05 |
| 2 | 0+805.000 | 0+810.000 | 1.649,537 | 494.368,59 |
| 2 | 0+810.000 | 0+815.000 | 1.704,307 | 496.072,89 |
| 2 | 0+815.000 | 0+820.000 | 1.737,601 | 497.810,49 |
| 2 | 0+820.000 | 0+825.000 | 1.765,244 | 499.575,74 |
| 2 | 0+825.000 | 0+830.000 | 1.815,147 | 501.390,88 |
| 2 | 0+830.000 | 0+835.000 | 1.852,177 | 503.243,06 |
| 2 | 0+835.000 | 0+840.000 | 1.868,653 | 505.111,71 |
| 2 | 0+840.000 | 0+845.000 | 1.874,983 | 506.986,70 |
| 2 | 0+845.000 | 0+850.000 | 1.874,894 | 508.861,59 |
| 2 | 0+850.000 | 0+855.000 | 1.823,553 | 510.685,14 |
| 2 | 0+855.000 | 0+860.000 | 1.719,180 | 512.404,32 |
| 2 | 0+860.000 | 0+865.000 | 1.615,477 | 514.019,80 |
| 2 | 0+865.000 | 0+870.000 | 1.485,336 | 515.505,14 |
| 2 | 0+870.000 | 0+875.000 | 1.356,978 | 516.862,12 |
| 2 | 0+875.000 | 0+880.000 | 1.270,200 | 518.132,32 |
| 2 | 0+880.000 | 0+885.000 | 1.252,148 | 519.384,46 |
| 2 | 0+885.000 | 0+890.000 | 1.287,209 | 520.671,67 |
| 2 | 0+890.000 | 0+895.000 | 1.318,947 | 521.990,62 |
| 2 | 0+895.000 | 0+900.000 | 1.345,936 | 523.336,56 |
| 2 | 0+900.000 | 0+905.000 | 1.361,979 | 524.698,53 |
| 2 | 0+905.000 | 0+910.000 | 1.373,033 | 526.071,57 |
| 2 | 0+910.000 | 0+915.000 | 1.425,516 | 527.497,08 |
| 2 | 0+915.000 | 0+920.000 | 1.492,146 | 528.989,23 |
| 2 | 0+920.000 | 0+925.000 | 1.500,762 | 530.489,99 |
| 2 | 0+925.000 | 0+930.000 | 1.420,099 | 531.910,09 |
| 2 | 0+930.000 | 0+935.000 | 1.312,253 | 533.222,34 |
| 2 | 0+935.000 | 0+940.000 | 1.269,251 | 534.491,59 |
| 2 | 0+940.000 | 0+945.000 | 1.249,807 | 535.741,40 |
| 2 | 0+945.000 | 0+950.000 | 1.223,840 | 536.965,24 |
| 2 | 0+950.000 | 0+955.000 | 1.171,231 | 538.136,47 |
| 2 | 0+955.000 | 0+960.000 | 1.120,273 | 539.256,75 |
| 2 | 0+960.000 | 0+965.000 | 1.064,619 | 540.321,36 |
| 2 | 0+965.000 | 0+970.000 | 980,828 | 541.302,19 |
| 2 | 0+970.000 | 0+975.000 | 908,584 | 542.210,78 |

| | | | | |
|----------|-------------------|-----------|--------------|--------------|
| PROYECTO | excavando terraza | | | |
| GRUPO 0 | Grupo 0 | | | |
| EJE 1 | Gravas | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 2 | 0+975.000 | 0+980.000 | 837,446 | 543.048,22 |
| 2 | 0+980.000 | 0+985.000 | 776,391 | 543.824,61 |
| 2 | 0+985.000 | 0+990.000 | 724,074 | 544.548,69 |
| 2 | 0+990.000 | 0+995.000 | 676,865 | 545.225,55 |
| 2 | 0+995.000 | 1+000.000 | 644,195 | 545.869,75 |
| 2 | 1+000.000 | 1+005.000 | 621,963 | 546.491,71 |
| 2 | 1+005.000 | 1+010.000 | 601,515 | 547.093,23 |
| 2 | 1+010.000 | 1+015.000 | 585,110 | 547.678,34 |
| 2 | 1+015.000 | 1+020.000 | 578,301 | 548.256,64 |
| 2 | 1+020.000 | 1+025.000 | 585,081 | 548.841,72 |
| 2 | 1+025.000 | 1+030.000 | 603,912 | 549.445,63 |
| 2 | 1+030.000 | 1+035.000 | 615,640 | 550.061,27 |
| 2 | 1+035.000 | 1+040.000 | 618,120 | 550.679,39 |
| 2 | 1+040.000 | 1+045.000 | 592,179 | 551.271,57 |
| 2 | 1+045.000 | 1+050.000 | 537,356 | 551.808,92 |
| 2 | 1+050.000 | 1+055.000 | 508,889 | 552.317,81 |
| 2 | 1+055.000 | 1+057.507 | 254,704 | 552.572,52 |

TERCIARIO

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 6. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 6 | 0+000.000 | 0+005.000 | 504,778 | 504,778 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+005.000 | 0+010.000 | 1.078,412 | 1583,190 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+010.000 | 0+015.000 | 1.697,007 | 3280,197 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+015.000 | 0+020.000 | 2.344,589 | 5624,786 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+020.000 | 0+025.000 | 6.401,886 | 12026,672 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+025.000 | 0+030.000 | 11.594,634 | 23621,306 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+030.000 | 0+035.000 | 13.051,094 | 36672,400 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+035.000 | 0+040.000 | 15.964,329 | 52636,729 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+040.000 | 0+045.000 | 18.825,490 | 71462,219 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+045.000 | 0+050.000 | 18.656,003 | 90118,222 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+050.000 | 0+055.000 | 18.449,516 | 108567,738 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+055.000 | 0+060.000 | 18.203,952 | 126771,690 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+060.000 | 0+065.000 | 17.885,520 | 144657,210 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+065.000 | 0+070.000 | 17.477,022 | 162134,232 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+070.000 | 0+075.000 | 17.037,238 | 179171,470 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+075.000 | 0+080.000 | 16.636,452 | 195807,922 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+080.000 | 0+085.000 | 16.263,102 | 212071,024 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+085.000 | 0+090.000 | 15.912,354 | 227983,378 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+090.000 | 0+095.000 | 15.532,564 | 243515,942 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+095.000 | 0+100.000 | 15.038,240 | 258554,182 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+100.000 | 0+105.000 | 14.345,614 | 272899,796 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+105.000 | 0+110.000 | 13.342,454 | 286242,250 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+110.000 | 0+115.000 | 12.153,034 | 298395,284 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+115.000 | 0+120.000 | 10.933,266 | 309328,550 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+120.000 | 0+125.000 | 9.710,894 | 319039,444 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+125.000 | 0+130.000 | 8.568,757 | 327608,201 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+130.000 | 0+135.000 | 7.501,376 | 335109,577 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+135.000 | 0+140.000 | 6.493,718 | 341603,295 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+140.000 | 0+145.000 | 5.629,478 | 347232,773 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+145.000 | 0+150.000 | 4.845,829 | 352078,602 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+150.000 | 0+155.000 | 4.108,519 | 356187,121 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+155.000 | 0+160.000 | 3.519,669 | 359706,790 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+160.000 | 0+165.000 | 3.133,482 | 362840,272 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+165.000 | 0+170.000 | 2.898,072 | 365738,344 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+170.000 | 0+175.000 | 2.685,937 | 368424,281 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+175.000 | 0+180.000 | 2.505,537 | 370929,818 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+180.000 | 0+185.000 | 2.357,175 | 373286,993 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+185.000 | 0+190.000 | 2.182,663 | 375469,656 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+190.000 | 0+195.000 | 1.960,287 | 377429,943 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+195.000 | 0+200.000 | 1.715,414 | 379145,357 | 0,000 | 0,000 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 6. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 6 | 0+200.000 | 0+205.000 | 1.455,849 | 380601,206 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+205.000 | 0+210.000 | 1.144,225 | 381745,431 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+210.000 | 0+215.000 | 863,955 | 382609,386 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+215.000 | 0+220.000 | 660,867 | 383270,253 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+220.000 | 0+225.000 | 469,373 | 383739,626 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+225.000 | 0+230.000 | 353,071 | 384092,697 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+230.000 | 0+235.000 | 326,927 | 384419,624 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+235.000 | 0+240.000 | 317,652 | 384737,276 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+240.000 | 0+245.000 | 311,703 | 385048,979 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+245.000 | 0+250.000 | 307,706 | 385356,685 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | 0+250.000 | 0+252.588 | 158,986 | 385515,671 | 0,000 | 0,000 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 7. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 7 | 0+000.000 | 0+005.000 | 241,478 | 241,478 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+005.000 | 0+010.000 | 490,546 | 732,024 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+010.000 | 0+015.000 | 802,110 | 1534,134 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+015.000 | 0+020.000 | 1.088,308 | 2622,442 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+020.000 | 0+025.000 | 1.278,578 | 3901,020 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+025.000 | 0+030.000 | 1.413,577 | 5314,597 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+030.000 | 0+035.000 | 1.173,191 | 6487,788 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+035.000 | 0+040.000 | 877,037 | 7364,825 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+040.000 | 0+045.000 | 897,990 | 8262,815 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+045.000 | 0+050.000 | 915,939 | 9178,754 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+050.000 | 0+055.000 | 934,912 | 10113,666 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+055.000 | 0+060.000 | 956,974 | 11070,640 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+060.000 | 0+065.000 | 975,104 | 12045,744 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+065.000 | 0+070.000 | 999,613 | 13045,357 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+070.000 | 0+075.000 | 1.036,940 | 14082,297 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+075.000 | 0+080.000 | 1.066,120 | 15148,417 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+080.000 | 0+085.000 | 1.117,124 | 16265,541 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+085.000 | 0+090.000 | 1.191,390 | 17456,931 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+090.000 | 0+095.000 | 1.232,107 | 18689,038 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+095.000 | 0+100.000 | 1.284,717 | 19973,755 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+100.000 | 0+105.000 | 1.383,225 | 21356,980 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+105.000 | 0+110.000 | 1.496,731 | 22853,711 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+110.000 | 0+115.000 | 1.607,362 | 24461,073 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+115.000 | 0+120.000 | 1.706,943 | 26168,016 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+120.000 | 0+125.000 | 1.800,612 | 27968,628 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+125.000 | 0+130.000 | 1.881,673 | 29850,301 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+130.000 | 0+135.000 | 1.947,850 | 31798,151 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+135.000 | 0+140.000 | 2.060,840 | 33858,991 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+140.000 | 0+145.000 | 2.303,640 | 36162,631 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+145.000 | 0+150.000 | 2.664,395 | 38827,026 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+150.000 | 0+155.000 | 3.040,901 | 41867,927 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+155.000 | 0+160.000 | 3.367,806 | 45235,733 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+160.000 | 0+165.000 | 3.643,048 | 48878,781 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+165.000 | 0+170.000 | 3.782,860 | 52661,641 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+170.000 | 0+175.000 | 3.717,978 | 56379,619 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+175.000 | 0+180.000 | 3.524,297 | 59903,916 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+180.000 | 0+185.000 | 3.314,535 | 63218,451 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+185.000 | 0+190.000 | 3.185,863 | 66404,314 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+190.000 | 0+195.000 | 3.113,690 | 69518,004 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+195.000 | 0+200.000 | 3.020,376 | 72538,380 | 0,000 | 0,000 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 7. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 7 | 0+200.000 | 0+205.000 | 2.968,688 | 75507,068 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+205.000 | 0+210.000 | 3.024,786 | 78531,854 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+210.000 | 0+215.000 | 3.095,371 | 81627,225 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+215.000 | 0+220.000 | 3.133,201 | 84760,426 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+220.000 | 0+225.000 | 3.200,672 | 87961,098 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+225.000 | 0+230.000 | 3.331,226 | 91292,324 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+230.000 | 0+235.000 | 3.506,210 | 94798,534 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+235.000 | 0+240.000 | 3.655,700 | 98454,234 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+240.000 | 0+245.000 | 3.286,622 | 101740,856 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+245.000 | 0+250.000 | 2.205,338 | 103946,194 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+250.000 | 0+255.000 | 1.222,923 | 105169,117 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+255.000 | 0+260.000 | 849,228 | 106018,345 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+260.000 | 0+265.000 | 772,376 | 106790,721 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+265.000 | 0+270.000 | 711,382 | 107502,103 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+270.000 | 0+275.000 | 641,659 | 108143,762 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+275.000 | 0+280.000 | 569,107 | 108712,869 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+280.000 | 0+285.000 | 483,574 | 109196,443 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+285.000 | 0+290.000 | 380,442 | 109576,885 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+290.000 | 0+295.000 | 291,693 | 109868,578 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+295.000 | 0+300.000 | 207,457 | 110076,035 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+300.000 | 0+305.000 | 132,461 | 110208,496 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+305.000 | 0+310.000 | 83,050 | 110291,546 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+310.000 | 0+315.000 | 51,394 | 110342,940 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+315.000 | 0+320.000 | 31,953 | 110374,893 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+320.000 | 0+325.000 | 21,332 | 110396,225 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+325.000 | 0+330.000 | 17,655 | 110413,880 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+330.000 | 0+335.000 | 24,547 | 110438,427 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+335.000 | 0+340.000 | 41,017 | 110479,444 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+340.000 | 0+345.000 | 55,825 | 110535,269 | 0,000 | 0,000 |
| 7 | 0+345.000 | 0+350.000 | 32,193 | 110567,462 | 0,000 | 0,000 |

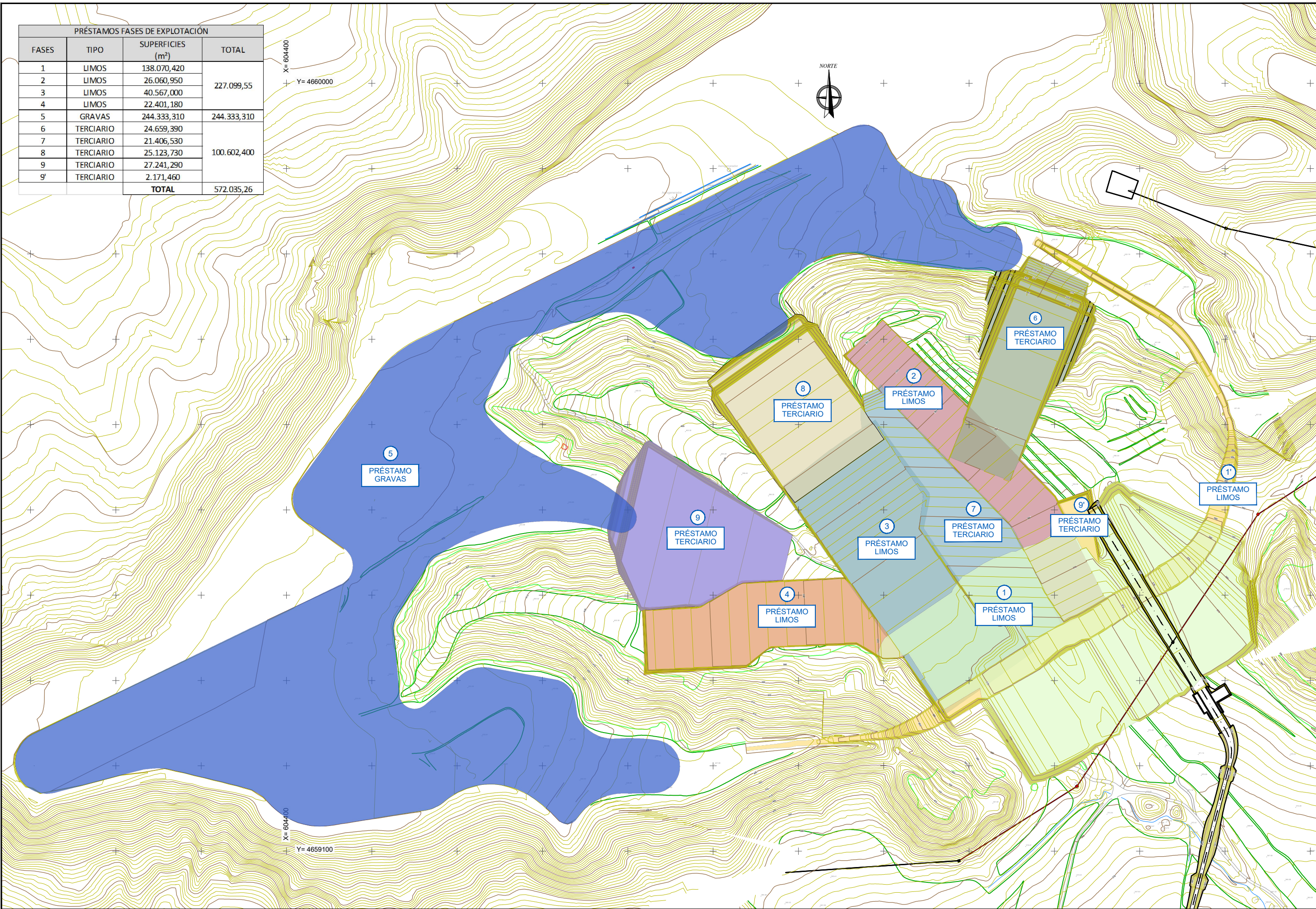
| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 8. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 8 | 0+100.000 | 0+105.000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+105.000 | 0+110.000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+110.000 | 0+115.000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+115.000 | 0+120.000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+120.000 | 0+125.000 | 4.087,774 | 4087,774 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+125.000 | 0+130.000 | 9.662,278 | 13750,052 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+130.000 | 0+135.000 | 10.865,206 | 24615,258 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+135.000 | 0+140.000 | 13.188,834 | 37804,092 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+140.000 | 0+145.000 | 18.655,960 | 56460,052 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+145.000 | 0+150.000 | 21.308,768 | 77768,820 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+150.000 | 0+155.000 | 20.877,780 | 98646,600 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+155.000 | 0+160.000 | 20.382,927 | 119029,527 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+160.000 | 0+165.000 | 19.826,209 | 138855,736 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+165.000 | 0+170.000 | 19.243,957 | 158099,693 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+170.000 | 0+175.000 | 18.679,271 | 176778,964 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+175.000 | 0+180.000 | 18.133,622 | 194912,586 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+180.000 | 0+185.000 | 17.634,987 | 212547,573 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+185.000 | 0+190.000 | 17.232,183 | 229779,756 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+190.000 | 0+195.000 | 16.868,939 | 246648,695 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+195.000 | 0+200.000 | 16.545,372 | 263194,067 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+200.000 | 0+205.000 | 16.276,102 | 279470,169 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+205.000 | 0+210.000 | 15.935,633 | 295405,802 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+210.000 | 0+215.000 | 15.479,836 | 310885,638 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+215.000 | 0+220.000 | 14.967,820 | 325853,458 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+220.000 | 0+225.000 | 14.321,245 | 340174,703 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+225.000 | 0+230.000 | 13.492,903 | 353667,606 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+230.000 | 0+235.000 | 12.567,184 | 366234,790 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+235.000 | 0+240.000 | 11.587,229 | 377822,019 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+240.000 | 0+245.000 | 10.609,549 | 388431,568 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+245.000 | 0+250.000 | 9.655,721 | 398087,289 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+250.000 | 0+255.000 | 8.722,285 | 406809,574 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+255.000 | 0+260.000 | 7.870,230 | 414679,804 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+260.000 | 0+265.000 | 7.096,689 | 421776,493 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+265.000 | 0+270.000 | 6.362,566 | 428139,059 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+270.000 | 0+275.000 | 5.380,880 | 433519,939 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+275.000 | 0+280.000 | 2.700,883 | 436220,822 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+280.000 | 0+285.000 | 575,399 | 436796,221 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+285.000 | 0+290.000 | 409,560 | 437205,781 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+290.000 | 0+295.000 | 226,593 | 437432,374 | 0,000 | 0,000 |
| 8 | 0+295.000 | 0+300.000 | 71,401 | 437503,775 | 0,000 | 0,000 |

| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 9. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 9 | 0+100.000 | 0+105.000 | 2.633,663 | 2633,660 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+105.000 | 0+110.000 | 6.882,546 | 9516,206 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+110.000 | 0+115.000 | 8.648,001 | 18164,207 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+115.000 | 0+120.000 | 12.152,093 | 30316,300 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+120.000 | 0+125.000 | 19.343,528 | 49659,828 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+125.000 | 0+130.000 | 23.178,943 | 72838,771 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+130.000 | 0+135.000 | 23.222,913 | 96061,684 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+135.000 | 0+140.000 | 23.372,321 | 119434,005 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+140.000 | 0+145.000 | 23.559,919 | 142993,924 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+145.000 | 0+150.000 | 23.658,345 | 166652,269 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+150.000 | 0+155.000 | 23.616,306 | 190268,575 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+155.000 | 0+160.000 | 23.393,220 | 213661,795 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+160.000 | 0+165.000 | 22.827,178 | 236488,973 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+165.000 | 0+170.000 | 22.026,963 | 258515,936 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+170.000 | 0+175.000 | 21.172,434 | 279688,370 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+175.000 | 0+180.000 | 20.283,834 | 299972,204 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+180.000 | 0+185.000 | 19.458,857 | 319431,061 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+185.000 | 0+190.000 | 18.683,022 | 338114,083 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+190.000 | 0+195.000 | 17.884,704 | 355998,787 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+195.000 | 0+200.000 | 16.994,922 | 372993,709 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+200.000 | 0+205.000 | 15.920,486 | 388914,195 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+205.000 | 0+210.000 | 14.651,191 | 403565,386 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+210.000 | 0+215.000 | 13.297,330 | 416862,716 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+215.000 | 0+220.000 | 11.948,257 | 428810,973 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+220.000 | 0+225.000 | 10.637,258 | 439448,231 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+225.000 | 0+230.000 | 9.341,763 | 448789,994 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+230.000 | 0+235.000 | 8.045,250 | 456835,244 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+235.000 | 0+240.000 | 6.839,342 | 463674,586 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+240.000 | 0+245.000 | 5.764,053 | 469438,639 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+245.000 | 0+250.000 | 4.818,524 | 474257,163 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+250.000 | 0+255.000 | 3.972,329 | 478229,492 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+255.000 | 0+260.000 | 3.220,432 | 481449,924 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+260.000 | 0+265.000 | 2.587,740 | 484037,664 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+265.000 | 0+270.000 | 2.079,494 | 486117,158 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+270.000 | 0+275.000 | 1.720,187 | 487837,345 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+275.000 | 0+280.000 | 1.483,131 | 489320,476 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+280.000 | 0+285.000 | 1.304,509 | 490624,985 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+285.000 | 0+290.000 | 1.113,326 | 491738,311 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+290.000 | 0+295.000 | 909,226 | 492647,537 | 0,000 | 0,000 |

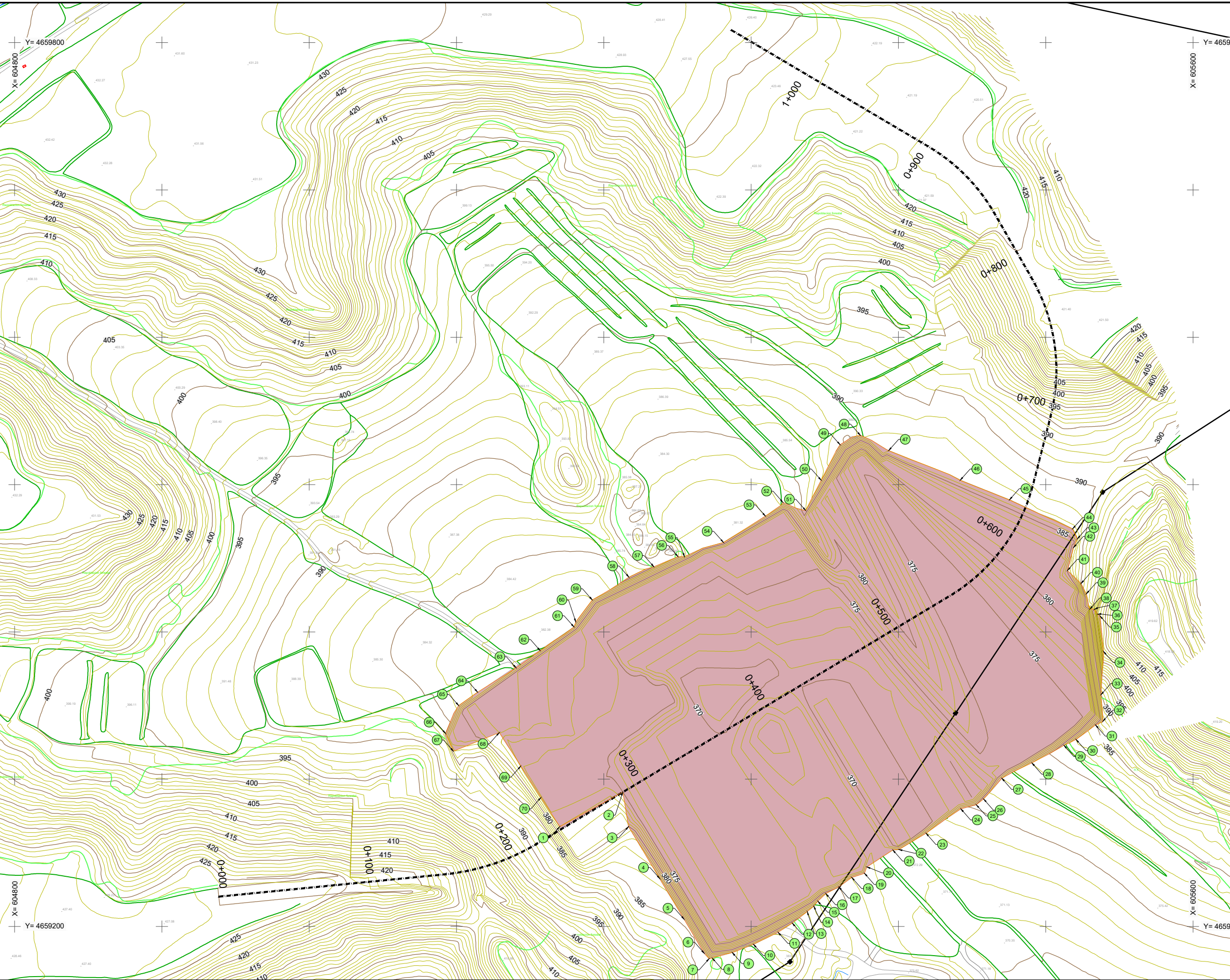
| | | | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PROYECTO | | PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA | | | | |
| EJE | | Excavaciones terciario. Eje 9. | | | | |
| EJE | PK | | D TIERRA | | TERRAPLEN | |
| | INICIAL | FINAL | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. | VOL. PARCIAL | VOL. ACUMUL. |
| 9 | 0+295.000 | 0+300.000 | 713,469 | 493361,006 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+300.000 | 0+305.000 | 536,883 | 493897,889 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+305.000 | 0+310.000 | 387,529 | 494285,418 | 0,000 | 0,000 |
| 9 | 0+310.000 | 0+313.032 | 174,555 | 494459,973 | 0,000 | 0,000 |

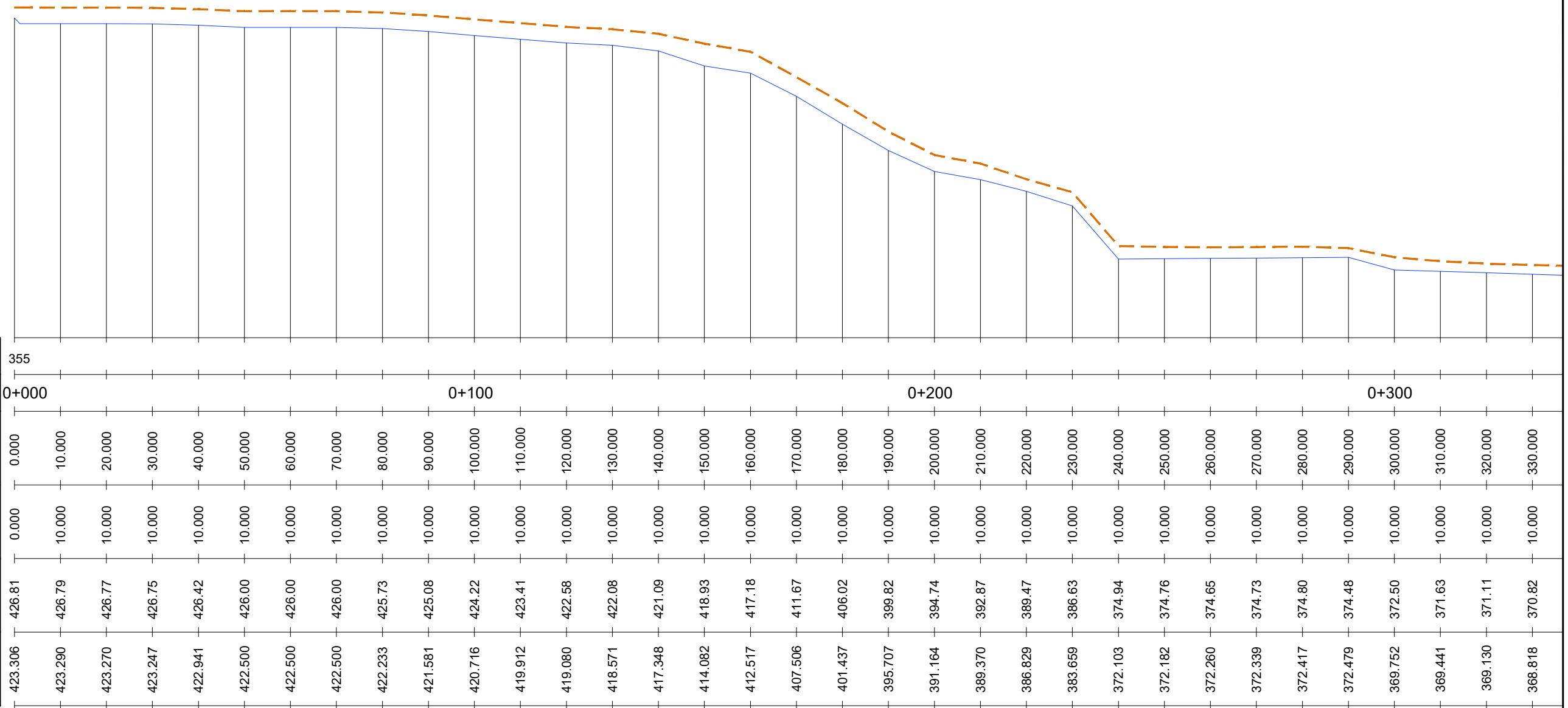
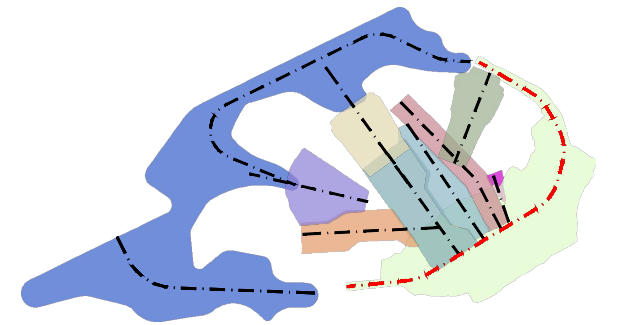
ANEXO II. PLANOS DE LOS PRÉSTAMOS

| PRÉSTAMOS FASES DE EXPLOTACIÓN | | | |
|--------------------------------|-----------|------------------|-------------|
| FASES | TIPO | SUPERFICIES (m²) | TOTAL |
| 1 | LIMOS | 138.070,420 | 227.099,55 |
| 2 | LIMOS | 26.060,950 | |
| 3 | LIMOS | 40.567,000 | |
| 4 | LIMOS | 22.401,180 | |
| 5 | GRAVAS | 244.333,310 | 244.333,310 |
| 6 | TERCIARIO | 24.659,390 | 100.602,400 |
| 7 | TERCIARIO | 21.406,530 | |
| 8 | TERCIARIO | 25.123,730 | |
| 9 | TERCIARIO | 27.241,290 | |
| 9' | TERCIARIO | 2.171,460 | |
| TOTAL | | | 572.035,26 |

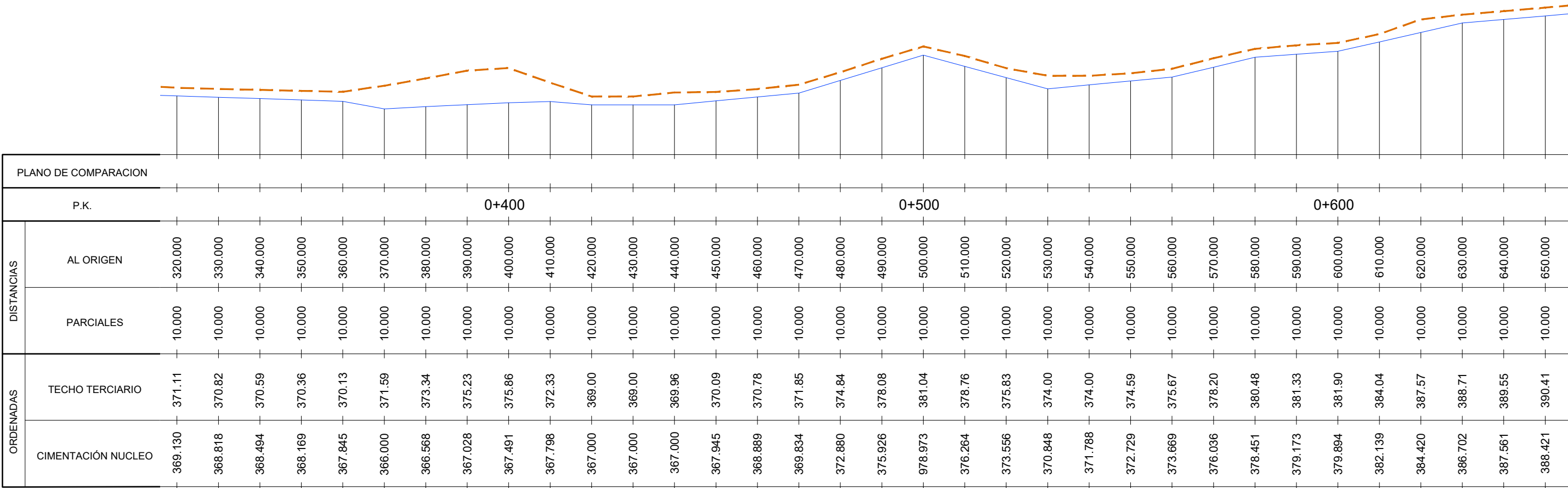
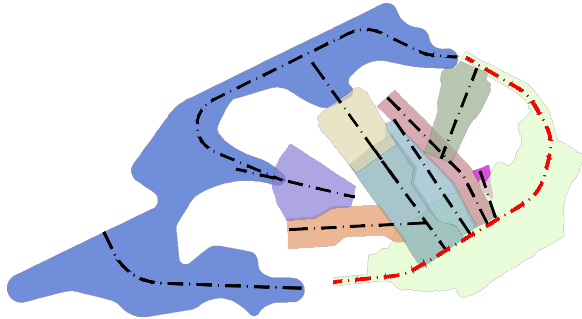


| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 605.170,026 | 4.659.267,771 | 377,154 |
| 2 | 605.212,923 | 4.659.291,307 | 375,000 |
| 3 | 605.216,813 | 4.659.267,840 | 380,000 |
| 4 | 605.238,087 | 4.659.232,428 | 383,162 |
| 5 | 605.254,670 | 4.659.204,825 | 385,626 |
| 6 | 605.268,303 | 4.659.181,713 | 385,000 |
| 7 | 605.271,514 | 4.659.178,274 | 384,000 |
| 8 | 605.273,635 | 4.659.178,552 | 384,000 |
| 9 | 605.287,221 | 4.659.182,351 | 382,000 |
| 10 | 605.301,593 | 4.659.187,951 | 382,000 |
| 11 | 605.318,314 | 4.659.196,112 | 382,000 |
| 12 | 605.327,921 | 4.659.202,347 | 381,000 |
| 13 | 605.338,086 | 4.659.210,171 | 379,000 |
| 14 | 605.342,572 | 4.659.213,868 | 378,000 |
| 15 | 605.345,271 | 4.659.217,266 | 377,000 |
| 16 | 605.350,710 | 4.659.222,328 | 376,000 |
| 17 | 605.359,527 | 4.659.226,964 | 375,000 |
| 18 | 605.368,323 | 4.659.233,390 | 374,000 |
| 19 | 605.376,977 | 4.659.236,163 | 374,000 |
| 20 | 605.378,554 | 4.659.240,469 | 374,000 |
| 21 | 605.396,187 | 4.659.251,968 | 373,000 |
| 22 | 605.400,268 | 4.659.252,291 | 372,000 |
| 23 | 605.418,731 | 4.659.263,354 | 373,000 |
| 24 | 605.442,367 | 4.659.279,928 | 375,000 |
| 25 | 605.452,880 | 4.659.282,686 | 375,000 |
| 26 | 605.457,832 | 4.659.286,613 | 376,000 |
| 27 | 605.470,198 | 4.659.300,726 | 377,000 |
| 28 | 605.490,610 | 4.659.311,084 | 379,000 |
| 29 | 605.512,364 | 4.659.323,035 | 381,000 |
| 30 | 605.520,601 | 4.659.327,002 | 383,000 |
| 31 | 605.533,770 | 4.659.336,874 | 385,000 |
| 32 | 605.538,720 | 4.659.339,214 | 387,000 |
| 33 | 605.537,469 | 4.659.357,284 | 390,000 |
| 34 | 605.539,139 | 4.659.386,800 | 403,000 |
| 35 | 605.536,832 | 4.659.410,863 | 403,000 |
| 36 | 605.535,315 | 4.659.412,011 | 402,000 |
| 37 | 605.533,057 | 4.659.415,236 | 395,000 |
| 38 | 605.529,953 | 4.659.415,367 | 392,000 |
| 39 | 605.527,580 | 4.659.425,794 | 392,000 |
| 40 | 605.523,945 | 4.659.432,787 | 390,000 |
| 41 | 605.514,773 | 4.659.441,664 | 385,000 |
| 42 | 605.518,868 | 4.659.457,210 | 386,000 |
| 43 | 605.521,440 | 4.659.463,045 | 387,000 |
| 44 | 605.518,274 | 4.659.469,913 | 387,000 |
| 45 | 605.475,381 | 4.659.489,589 | 387,000 |
| 46 | 605.441,977 | 4.659.502,940 | 387,000 |
| 47 | 605.393,402 | 4.659.523,074 | 387,000 |
| 48 | 605.374,233 | 4.659.533,376 | 388,000 |
| 49 | 605.360,405 | 4.659.527,057 | 390,000 |
| 50 | 605.347,605 | 4.659.502,886 | 388,000 |
| 51 | 605.337,103 | 4.659.482,380 | 386,000 |
| 52 | 605.321,645 | 4.659.487,856 | 384,000 |
| 53 | 605.309,720 | 4.659.478,541 | 382,000 |
| 54 | 605.281,265 | 4.659.460,685 | 381,000 |
| 55 | 605.254,774 | 4.659.450,981 | 382,000 |
| 56 | 605.250,387 | 4.659.451,076 | 384,000 |
| 57 | 605.234,023 | 4.659.444,232 | 385,000 |
| 58 | 605.217,107 | 4.659.437,123 | 386,000 |
| 59 | 605.192,213 | 4.659.421,682 | 383,000 |
| 60 | 605.180,988 | 4.659.406,728 | 383,000 |
| 61 | 605.179,766 | 4.659.403,305 | 382,000 |
| 62 | 605.156,848 | 4.659.387,225 | 378,275 |
| 63 | 605.140,558 | 4.659.375,503 | 379,033 |
| 64 | 605.114,311 | 4.659.359,113 | 384,000 |
| 65 | 605.101,522 | 4.659.349,999 | 384,000 |
| 66 | 605.092,594 | 4.659.331,067 | 385,000 |
| 67 | 605.097,916 | 4.659.319,010 | 384,000 |
| 68 | 605.129,073 | 4.659.331,684 | 379,000 |
| 69 | 605.143,662 | 4.659.308,915 | 378,342 |
| 70 | 605.157,327 | 4.659.287,589 | 377,726 |

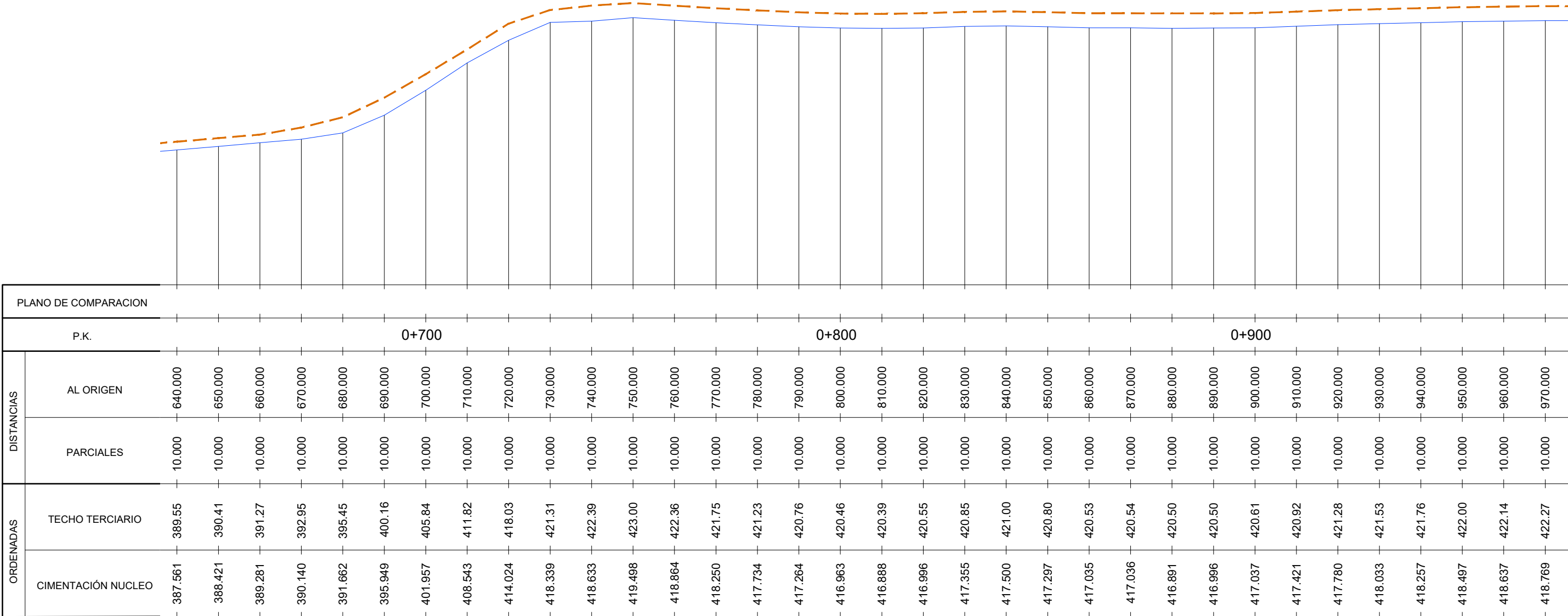
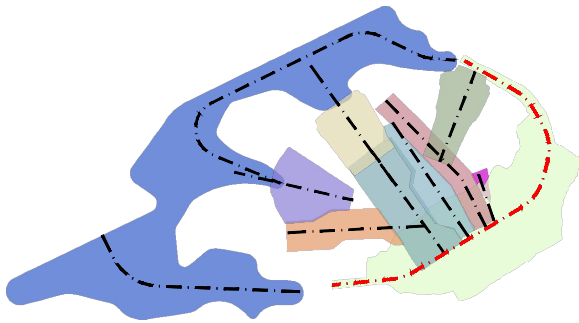




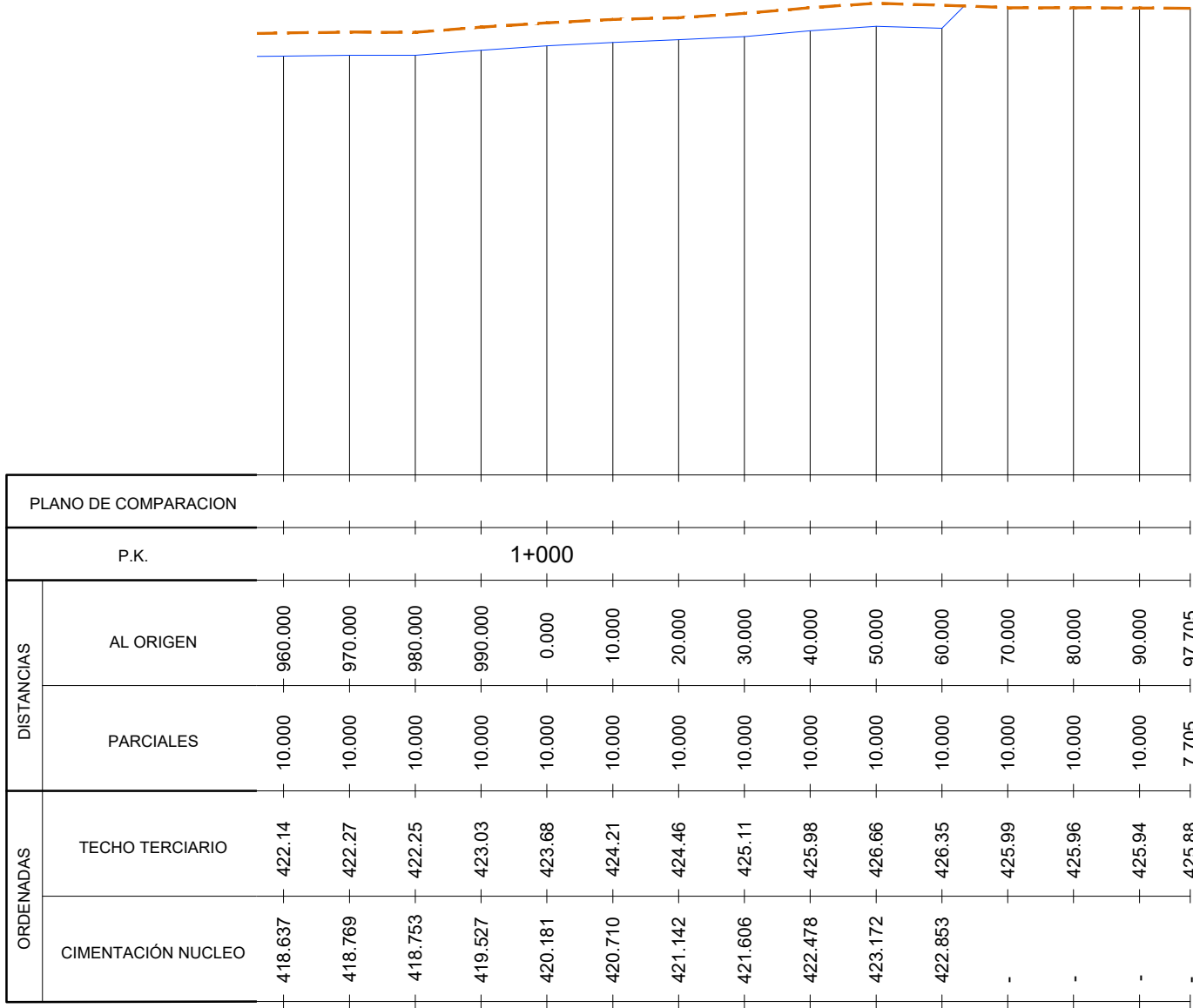
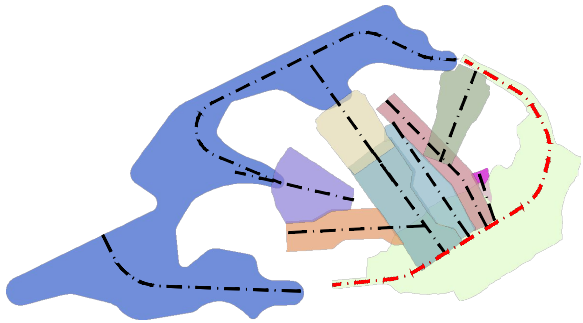
| | |
|----------------------|--------------------|
| PLANO DE COMPARACION | |
| P.K. | |
| DISTANCIAS | AL ORIGEN |
| | PARCIALES |
| ORDENADAS | TECHO TERCIARIO |
| | CIMENTACIÓN NUCLEO |

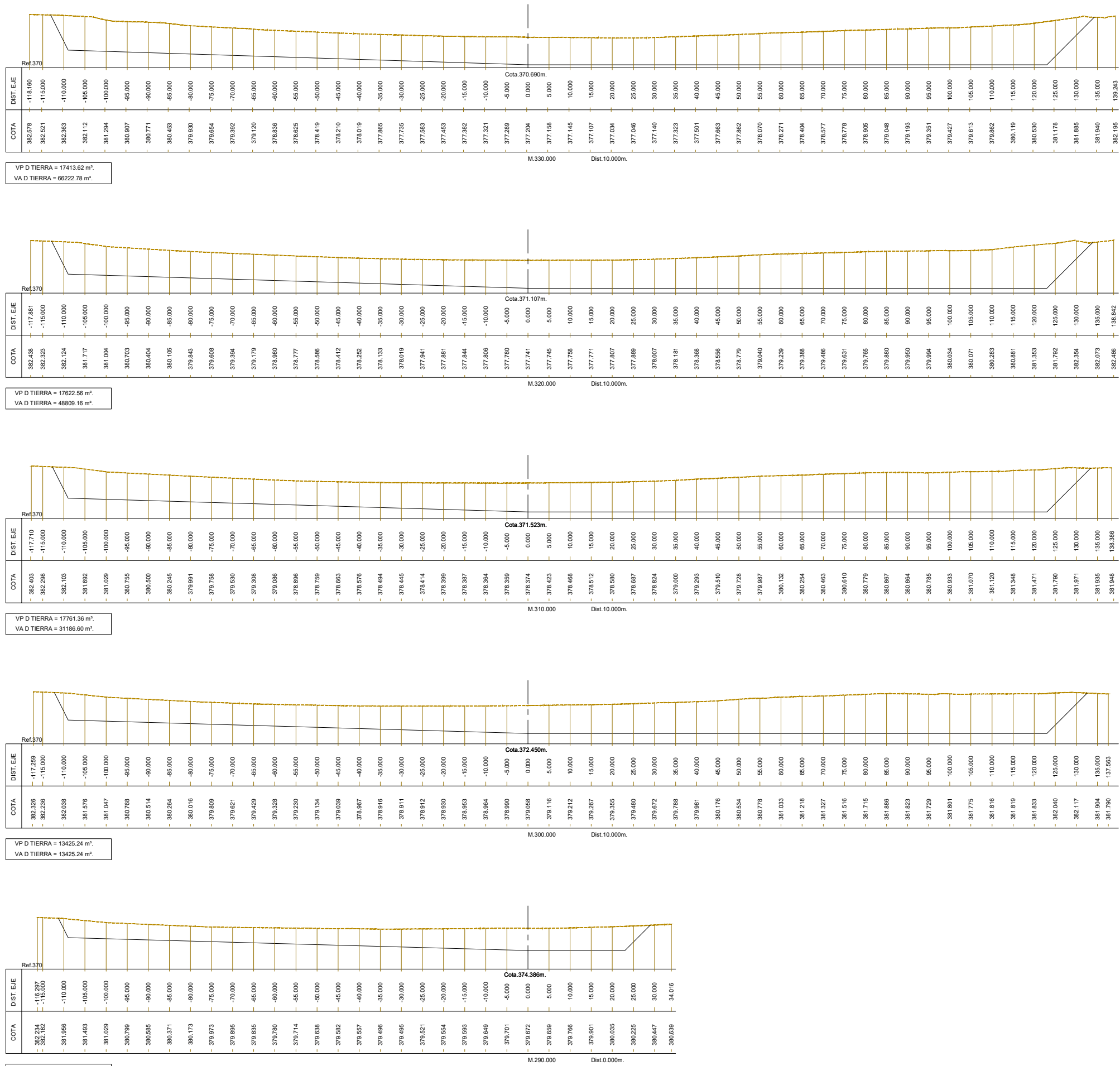


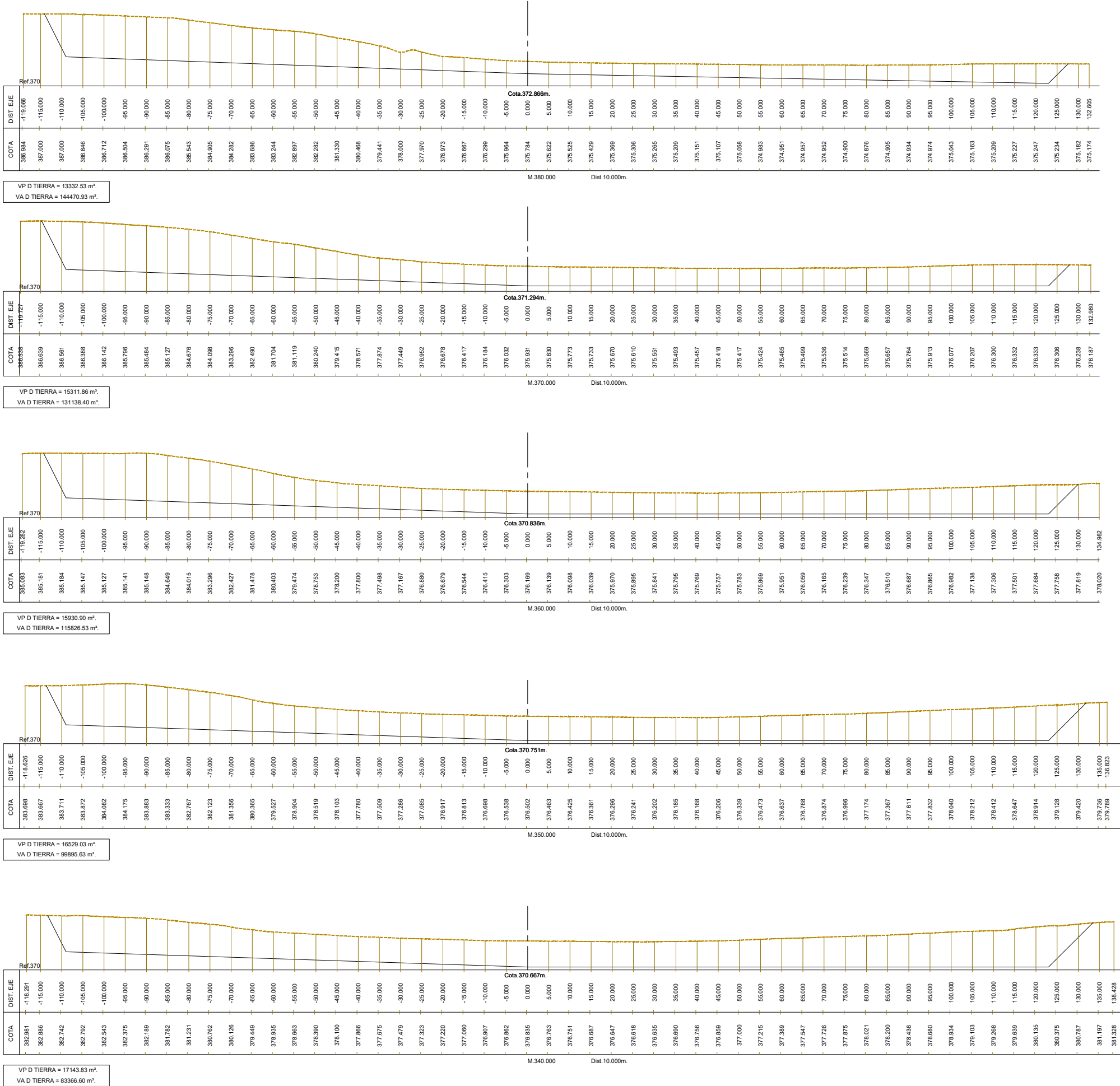
| PLANO DE COMPARACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P.K. | | 0+400 | | | | | | | | | | | | | | 0+500 | | | | | | | 0+600 | | | | | | | | | | | | |
| DISTANCIAS | AL ORIGEN | 320.000 | 330.000 | 340.000 | 350.000 | 360.000 | 370.000 | 380.000 | 390.000 | 400.000 | 410.000 | 420.000 | 430.000 | 440.000 | 450.000 | 460.000 | 470.000 | 480.000 | 490.000 | 500.000 | 510.000 | 520.000 | 530.000 | 540.000 | 550.000 | 560.000 | 570.000 | 580.000 | 590.000 | 600.000 | 610.000 | 620.000 | 630.000 | 640.000 | 650.000 |
| | PARCIALES | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| ORDENADAS | TECHO TERCIARIO | 371.11 | 370.82 | 370.59 | 370.36 | 370.13 | 371.59 | 373.34 | 375.23 | 375.86 | 372.33 | 369.00 | 369.00 | 369.96 | 370.09 | 370.78 | 371.85 | 374.84 | 378.08 | 381.04 | 378.76 | 375.83 | 374.00 | 374.00 | 374.59 | 375.67 | 378.20 | 380.48 | 381.33 | 381.90 | 384.04 | 387.57 | 388.71 | 389.55 | 390.41 |
| | CIMENTACIÓN NUCLEO | 369.130 | 368.818 | 368.494 | 368.169 | 367.845 | 366.000 | 366.568 | 367.028 | 367.491 | 367.798 | 367.000 | 367.000 | 367.000 | 367.945 | 368.889 | 369.834 | 372.880 | 375.926 | 978.973 | 376.264 | 373.556 | 370.848 | 371.788 | 372.729 | 373.669 | 376.036 | 378.451 | 379.173 | 379.894 | 382.139 | 384.420 | 386.702 | 387.561 | 388.421 |

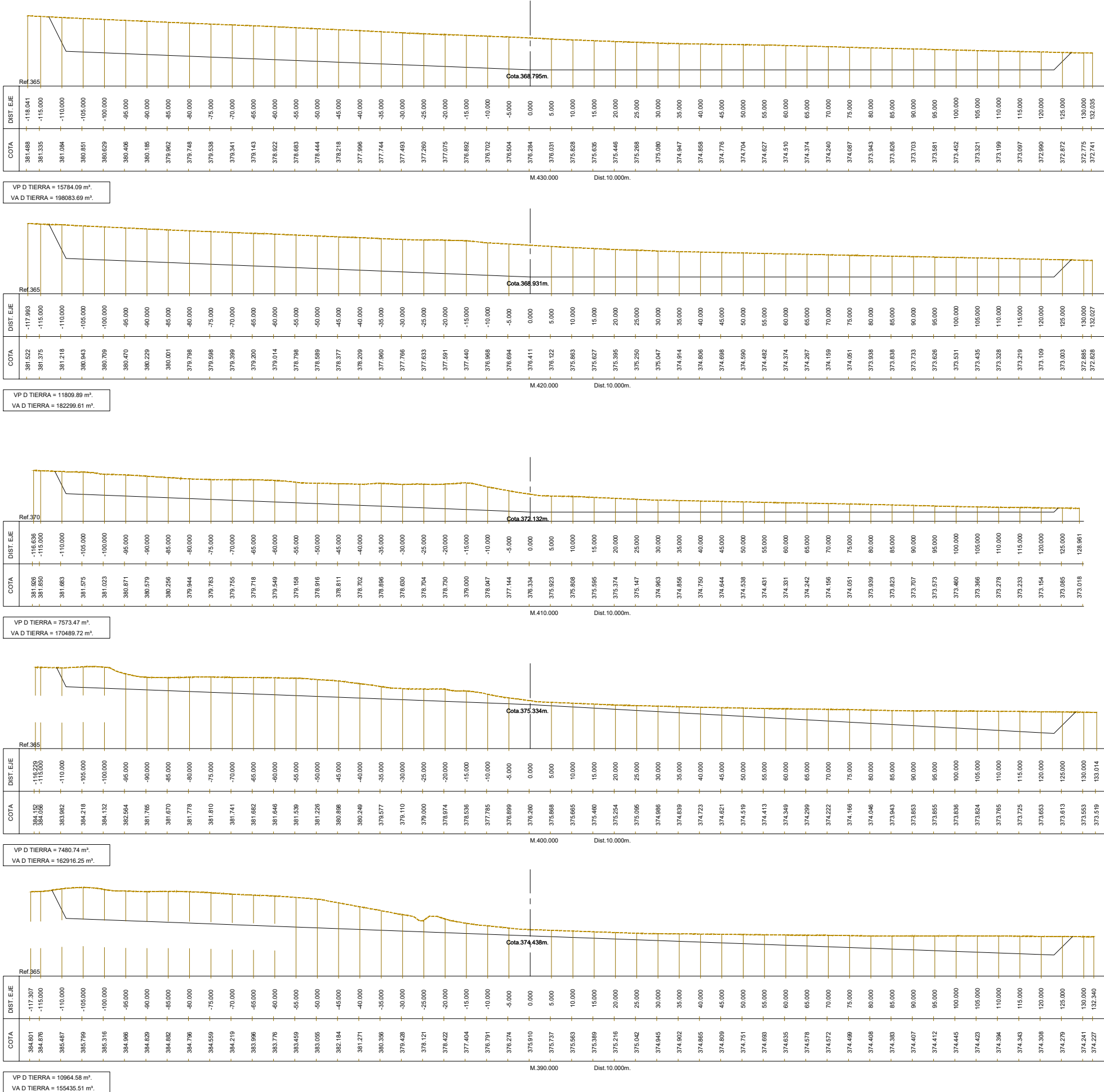


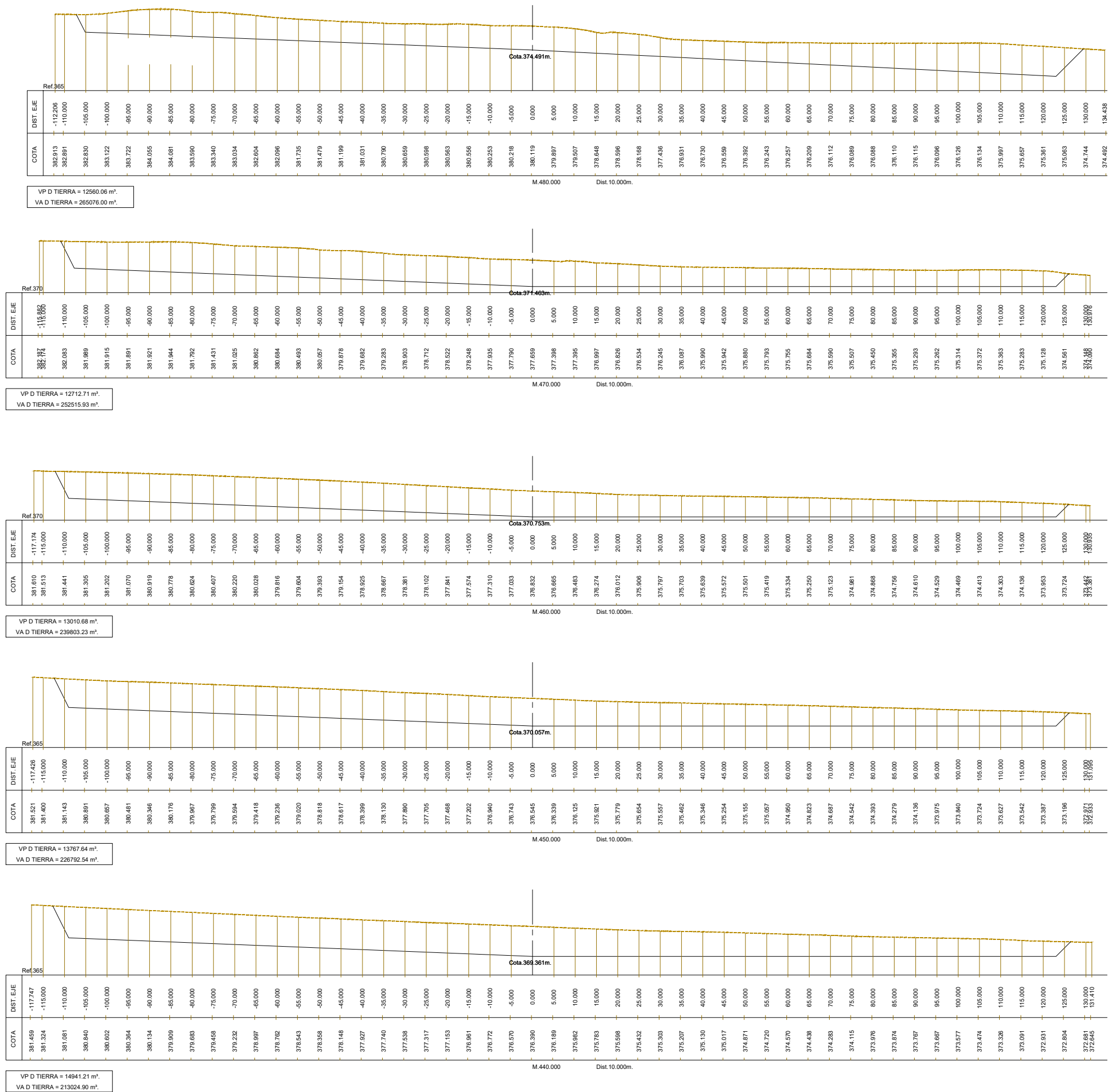
| PLANO DE COMPARACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P.K. | | 0+700 | | | | | | | 0+800 | | | | | | | 0+900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTANCIAS | AL ORIGEN | 640.000 | 650.000 | 660.000 | 670.000 | 680.000 | 690.000 | 700.000 | 710.000 | 720.000 | 730.000 | 740.000 | 750.000 | 760.000 | 770.000 | 780.000 | 790.000 | 800.000 | 810.000 | 820.000 | 830.000 | 840.000 | 850.000 | 860.000 | 870.000 | 880.000 | 890.000 | 900.000 | 910.000 | 920.000 | 930.000 | 940.000 | 950.000 | 960.000 | 970.000 |
| | PARCIALES | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | |
| ORDENADAS | TECHO TERCARIO | 389.55 | 390.41 | 391.27 | 392.95 | 395.45 | 400.16 | 405.84 | 411.82 | 418.03 | 421.31 | 422.39 | 423.00 | 422.36 | 421.75 | 421.23 | 420.76 | 420.46 | 420.39 | 420.55 | 420.85 | 421.00 | 420.80 | 420.53 | 420.54 | 420.50 | 420.50 | 420.61 | 420.92 | 421.28 | 421.53 | 421.76 | 422.00 | 422.14 | 422.27 |
| | CIMENTACIÓN NUCLEO | 387.561 | 388.421 | 389.281 | 390.140 | 391.662 | 395.949 | 401.957 | 408.543 | 414.024 | 418.339 | 418.633 | 419.498 | 418.864 | 418.250 | 417.734 | 417.264 | 416.963 | 416.888 | 416.996 | 417.355 | 417.500 | 417.297 | 417.035 | 417.036 | 416.891 | 416.996 | 417.037 | 417.421 | 417.780 | 418.033 | 418.257 | 418.497 | 418.637 | 418.769 |

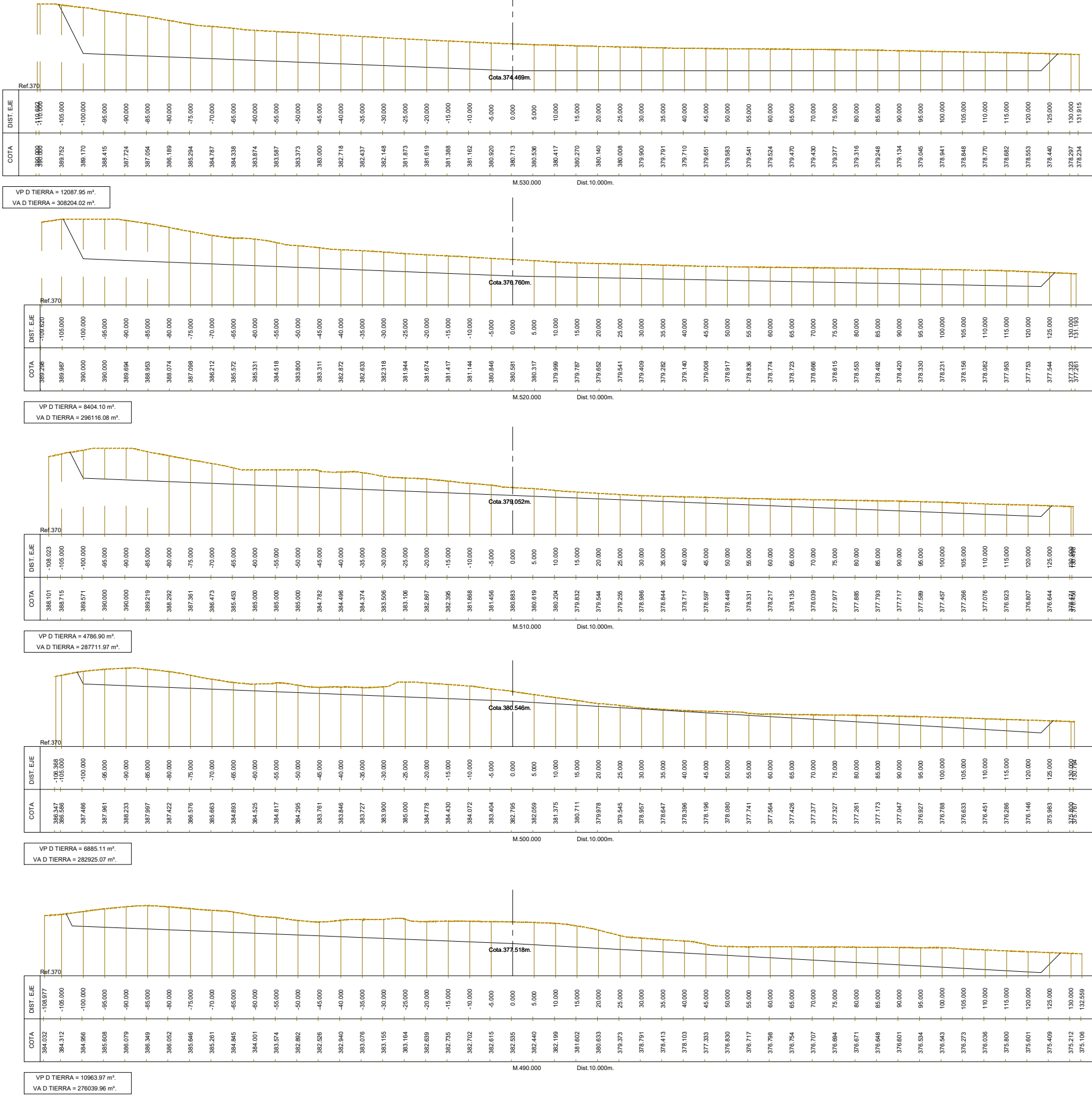


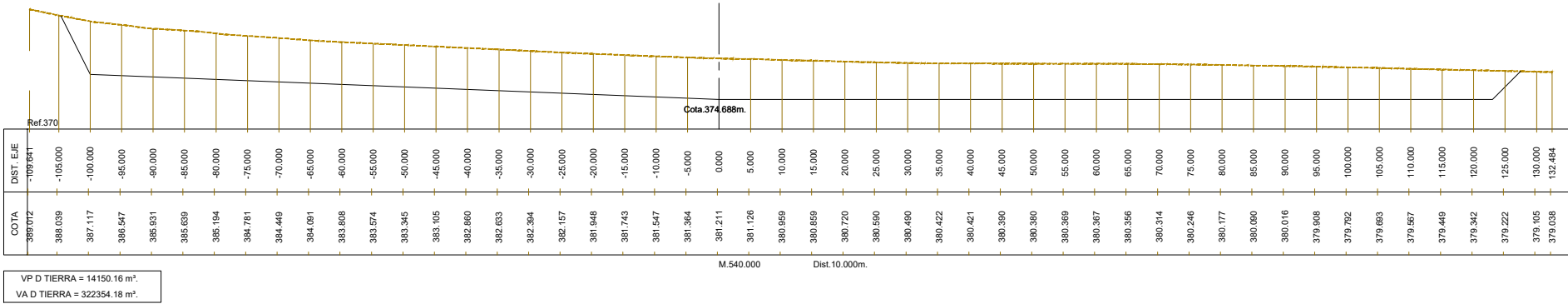
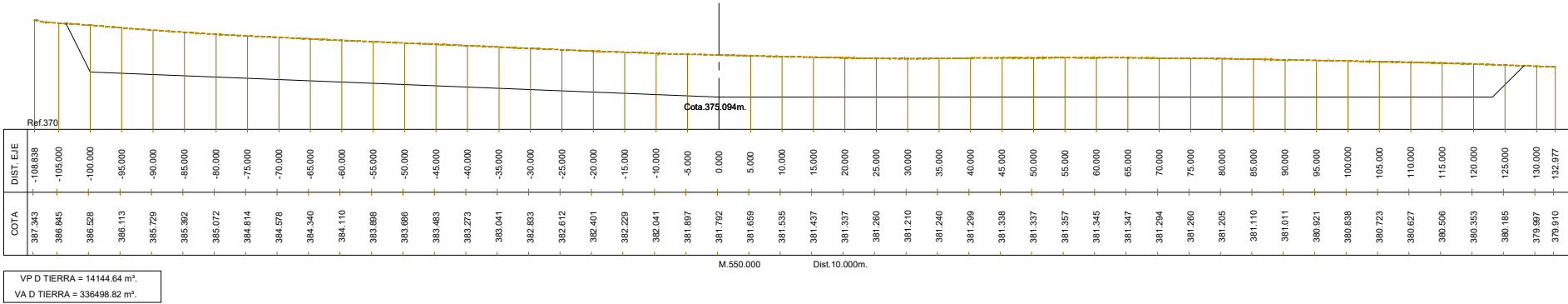
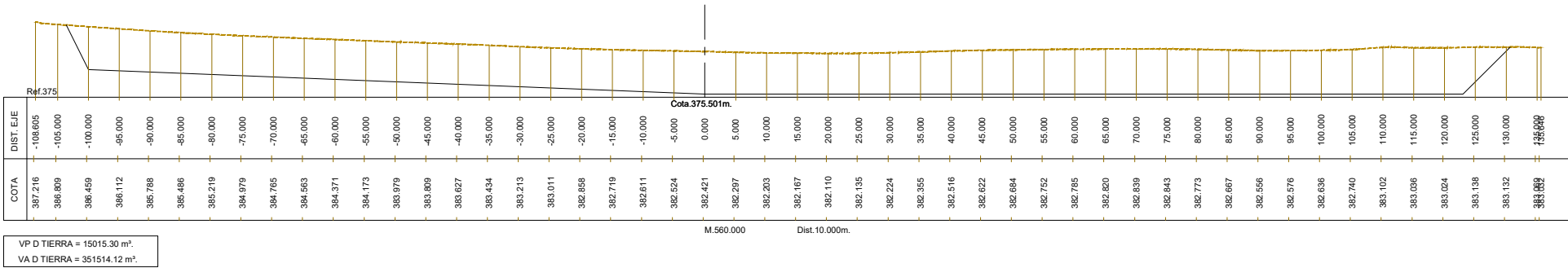
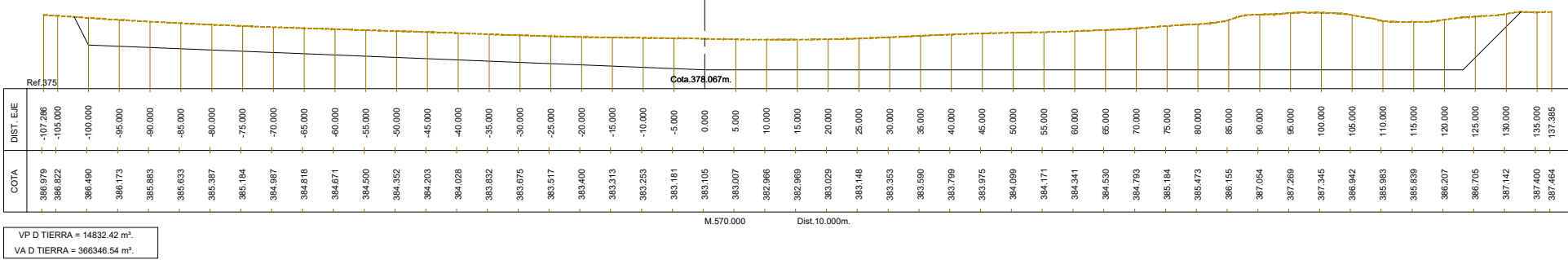
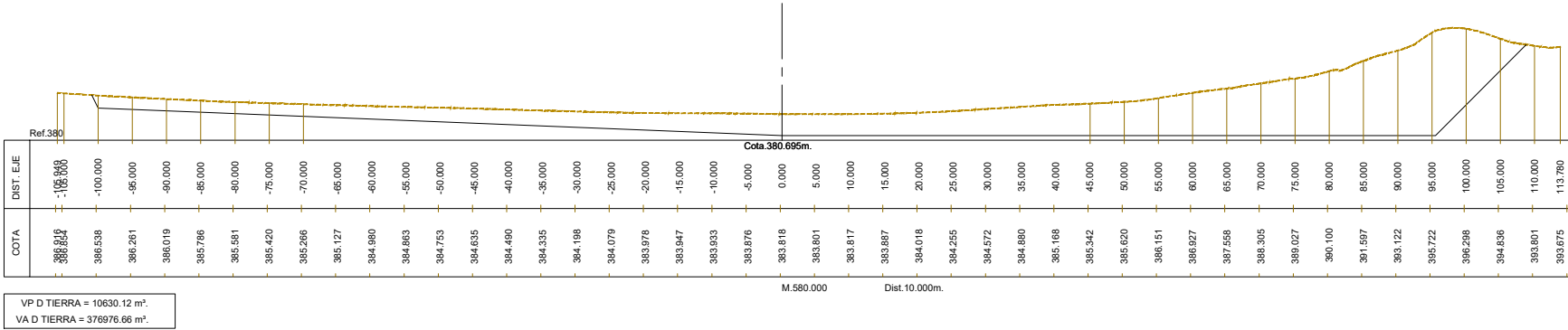


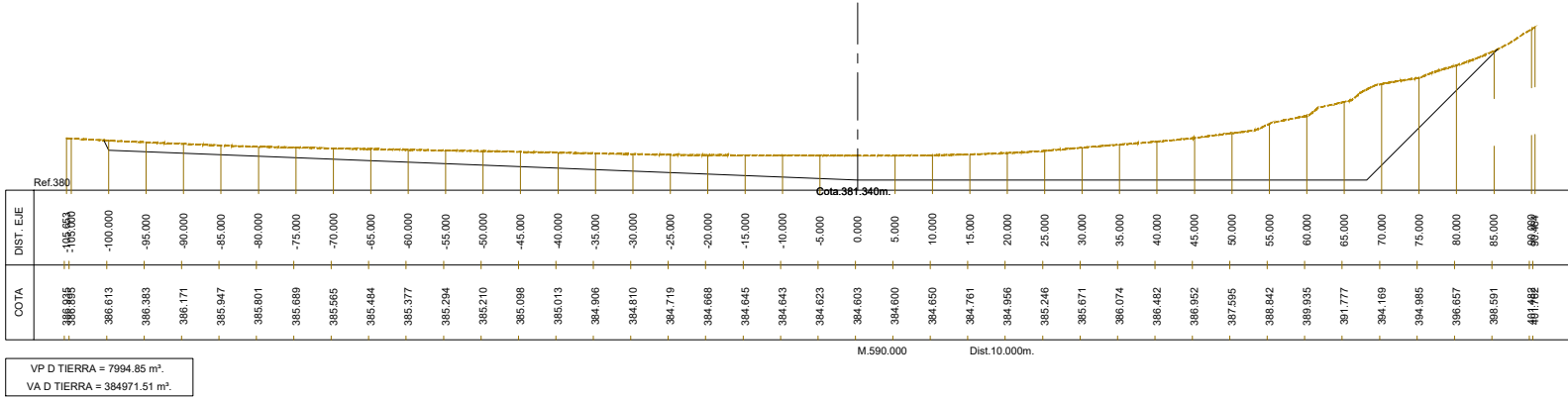
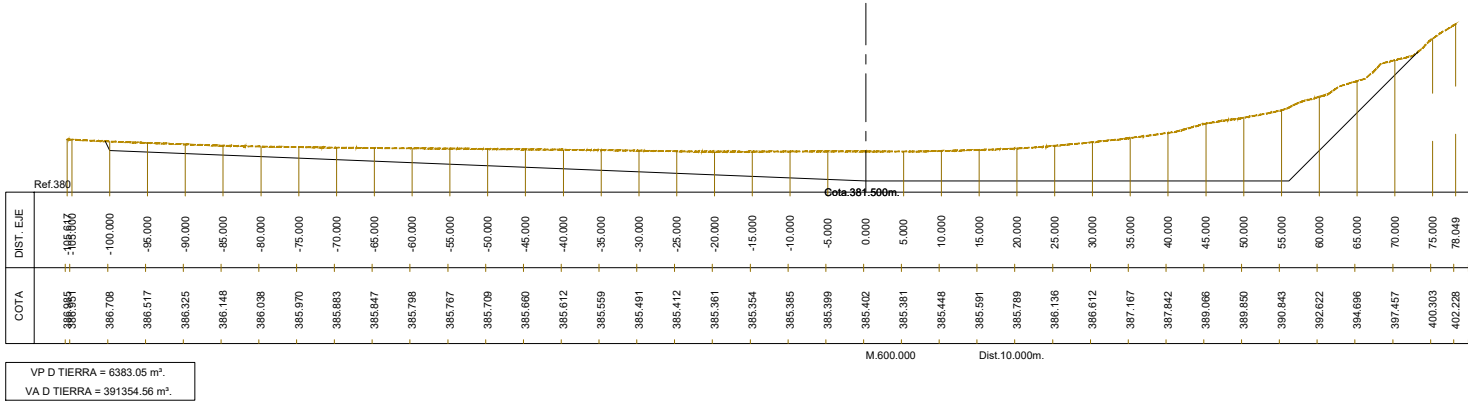
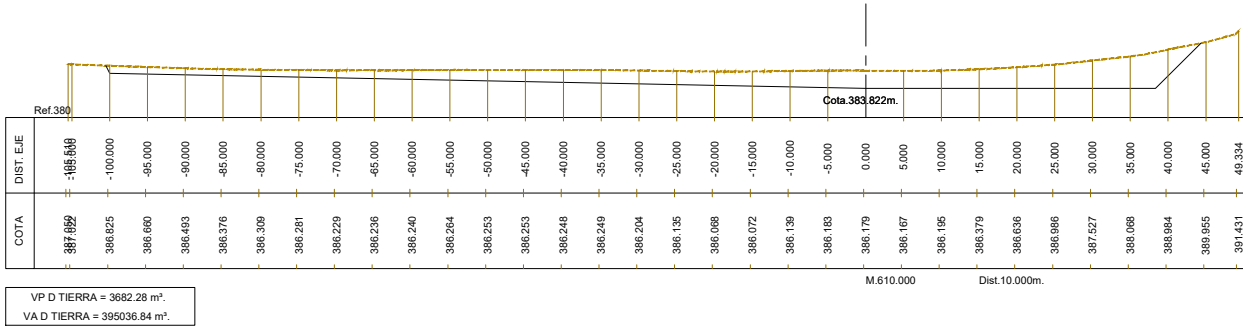
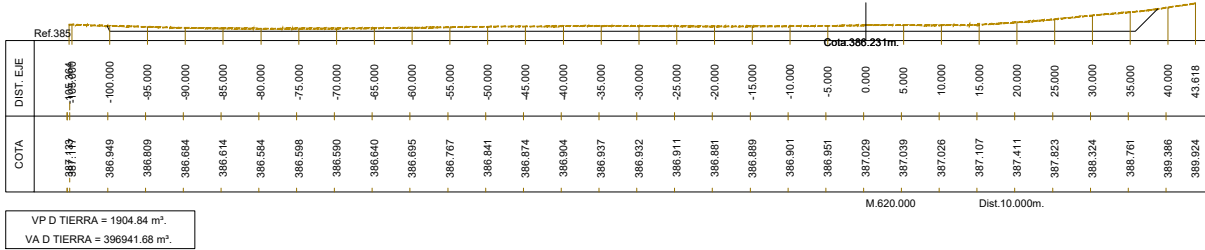




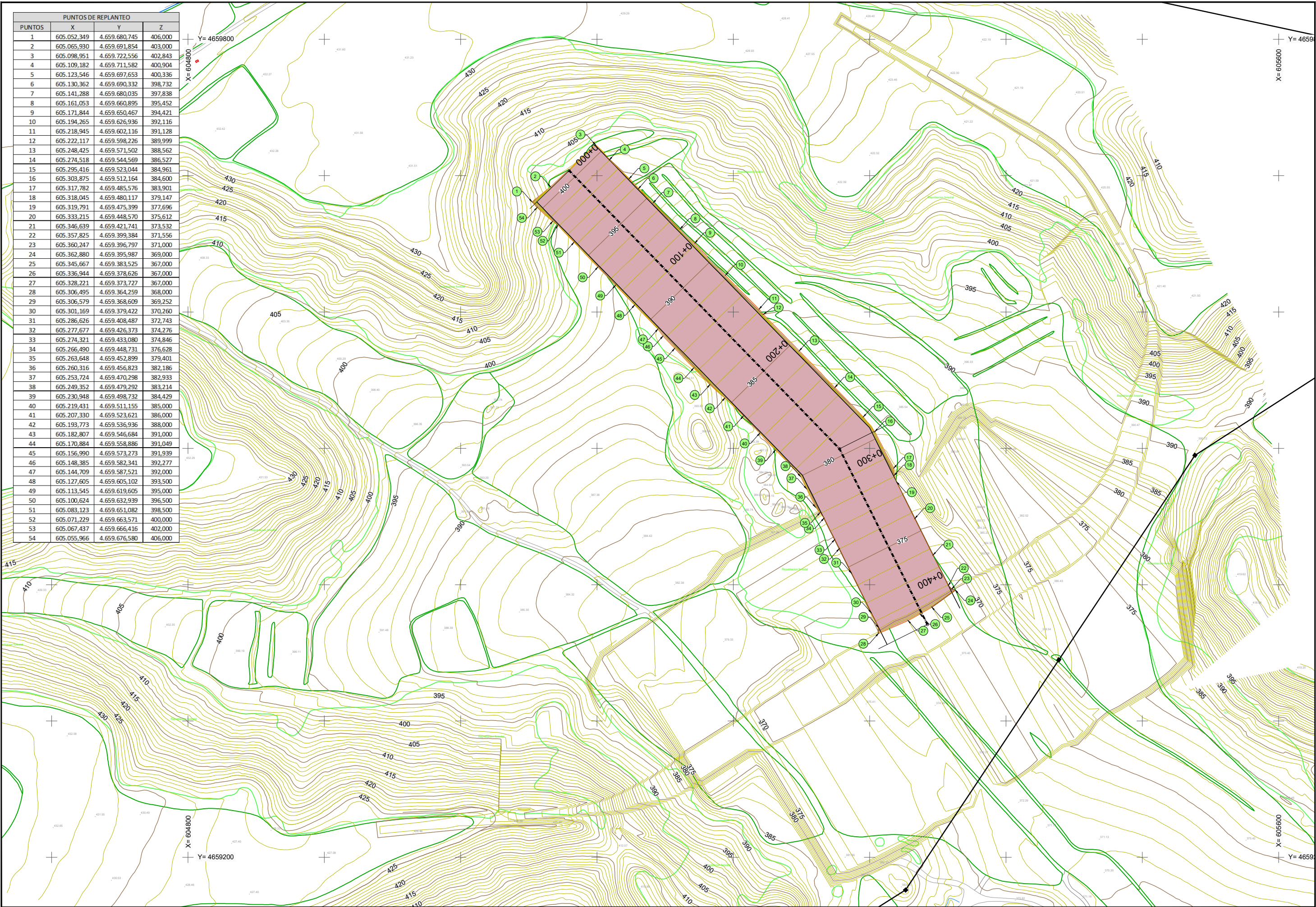




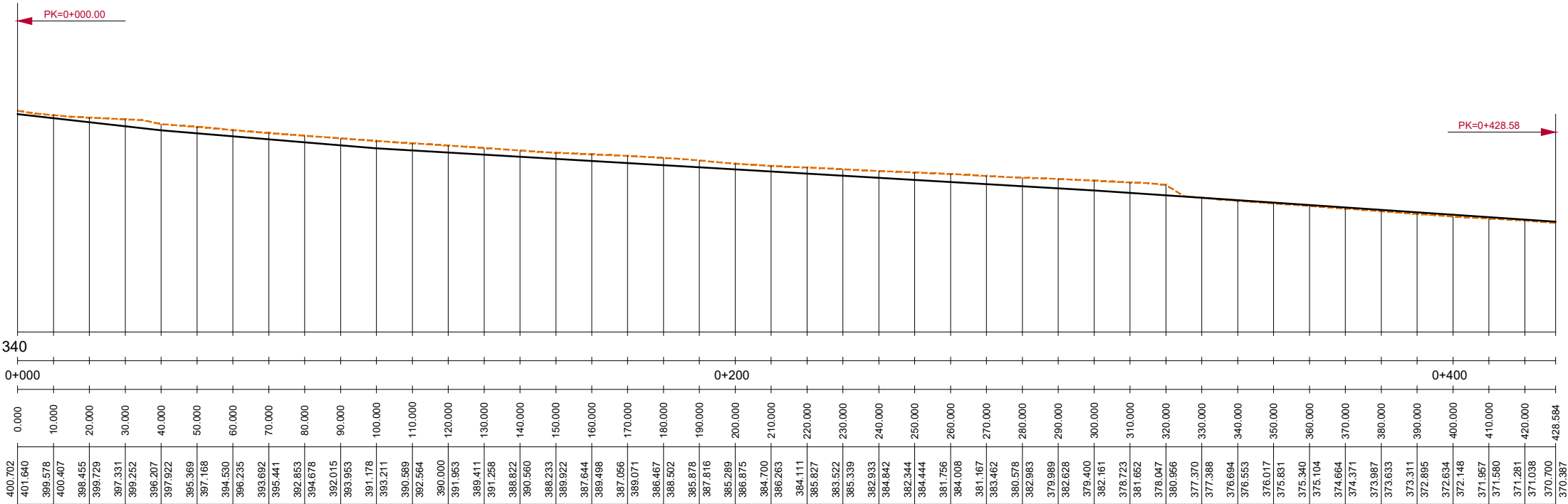


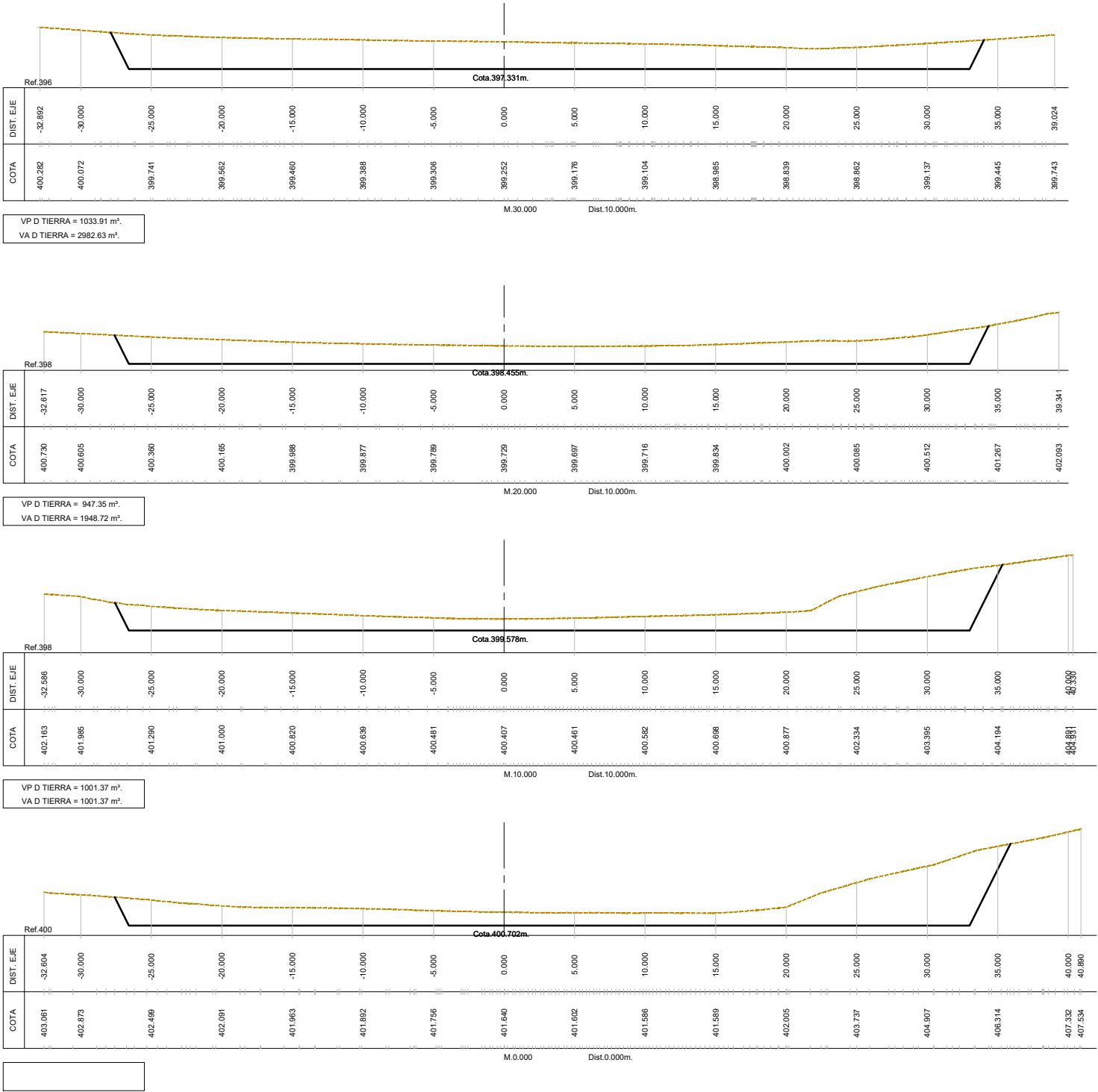


| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 605.052,349 | 4.659.680,745 | 406,000 |
| 2 | 605.065,930 | 4.659.691,854 | 403,000 |
| 3 | 605.098,951 | 4.659.722,556 | 402,843 |
| 4 | 605.109,182 | 4.659.711,582 | 400,904 |
| 5 | 605.123,546 | 4.659.697,653 | 400,336 |
| 6 | 605.130,362 | 4.659.690,332 | 398,732 |
| 7 | 605.141,288 | 4.659.680,035 | 397,838 |
| 8 | 605.161,053 | 4.659.660,895 | 395,452 |
| 9 | 605.171,844 | 4.659.650,467 | 394,421 |
| 10 | 605.194,265 | 4.659.626,936 | 392,116 |
| 11 | 605.218,945 | 4.659.602,116 | 391,128 |
| 12 | 605.222,117 | 4.659.598,226 | 389,999 |
| 13 | 605.248,425 | 4.659.571,502 | 388,562 |
| 14 | 605.274,518 | 4.659.544,569 | 386,527 |
| 15 | 605.295,416 | 4.659.523,044 | 384,961 |
| 16 | 605.303,875 | 4.659.512,164 | 384,600 |
| 17 | 605.317,782 | 4.659.485,576 | 383,901 |
| 18 | 605.318,045 | 4.659.480,117 | 379,147 |
| 19 | 605.319,791 | 4.659.475,399 | 377,696 |
| 20 | 605.333,215 | 4.659.448,570 | 375,612 |
| 21 | 605.346,639 | 4.659.421,741 | 373,532 |
| 22 | 605.357,825 | 4.659.399,384 | 371,556 |
| 23 | 605.360,247 | 4.659.396,797 | 371,000 |
| 24 | 605.362,880 | 4.659.395,987 | 369,000 |
| 25 | 605.345,667 | 4.659.383,525 | 367,000 |
| 26 | 605.336,944 | 4.659.378,626 | 367,000 |
| 27 | 605.328,221 | 4.659.373,727 | 367,000 |
| 28 | 605.306,495 | 4.659.364,259 | 368,000 |
| 29 | 605.306,579 | 4.659.368,609 | 369,252 |
| 30 | 605.301,169 | 4.659.379,422 | 370,260 |
| 31 | 605.286,626 | 4.659.408,487 | 372,743 |
| 32 | 605.277,677 | 4.659.426,373 | 374,276 |
| 33 | 605.274,321 | 4.659.433,080 | 374,846 |
| 34 | 605.266,490 | 4.659.448,731 | 376,628 |
| 35 | 605.263,648 | 4.659.452,899 | 379,401 |
| 36 | 605.260,316 | 4.659.456,823 | 382,186 |
| 37 | 605.253,724 | 4.659.470,298 | 382,933 |
| 38 | 605.249,352 | 4.659.479,292 | 383,214 |
| 39 | 605.230,948 | 4.659.498,732 | 384,429 |
| 40 | 605.219,431 | 4.659.511,155 | 385,000 |
| 41 | 605.207,330 | 4.659.523,621 | 386,000 |
| 42 | 605.193,773 | 4.659.536,936 | 388,000 |
| 43 | 605.182,807 | 4.659.546,684 | 391,000 |
| 44 | 605.170,884 | 4.659.558,886 | 391,049 |
| 45 | 605.156,990 | 4.659.573,273 | 391,939 |
| 46 | 605.148,385 | 4.659.582,341 | 392,277 |
| 47 | 605.144,709 | 4.659.587,521 | 392,000 |
| 48 | 605.127,605 | 4.659.605,102 | 393,500 |
| 49 | 605.113,545 | 4.659.619,605 | 395,000 |
| 50 | 605.100,624 | 4.659.632,939 | 396,500 |
| 51 | 605.083,123 | 4.659.651,082 | 398,500 |
| 52 | 605.071,229 | 4.659.663,571 | 400,000 |
| 53 | 605.067,437 | 4.659.666,416 | 402,000 |
| 54 | 605.055,966 | 4.659.676,580 | 406,000 |

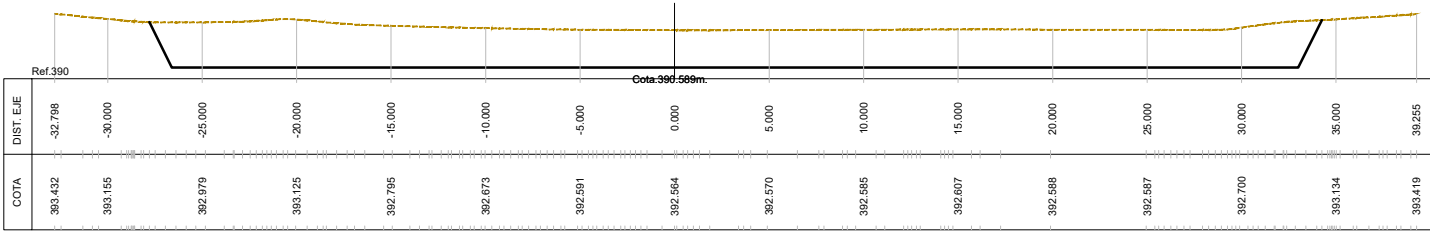


| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|-----------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |

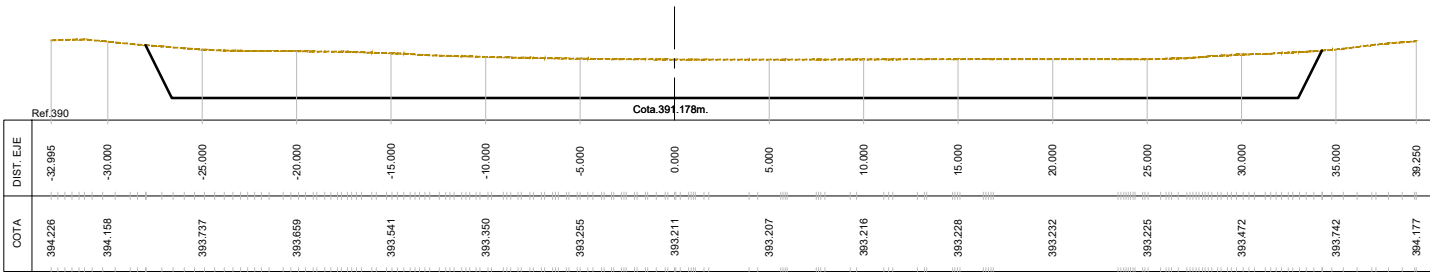




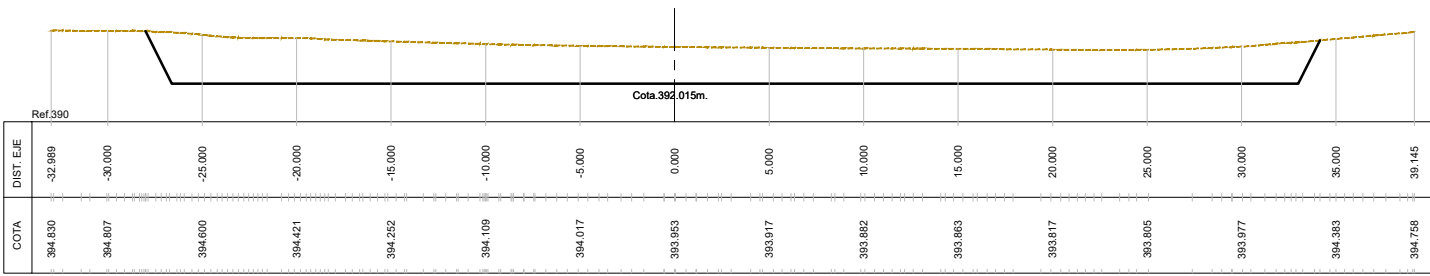




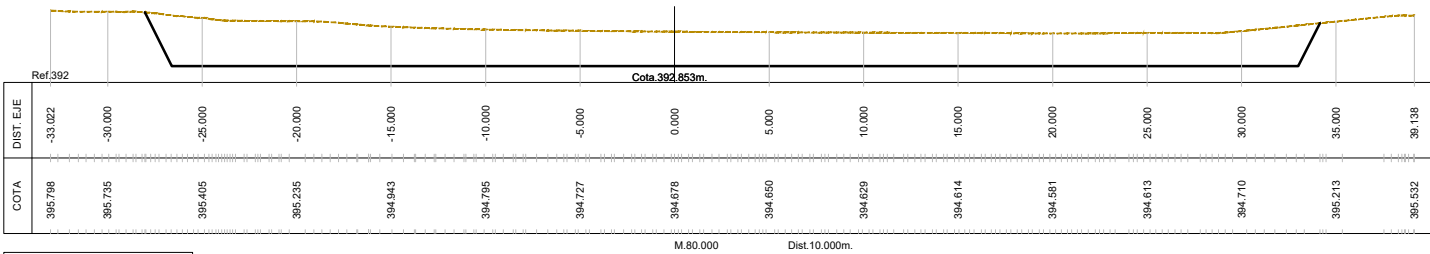
VP D TIERRA = 1305.19 m³.
VA D TIERRA = 12689.46 m³.



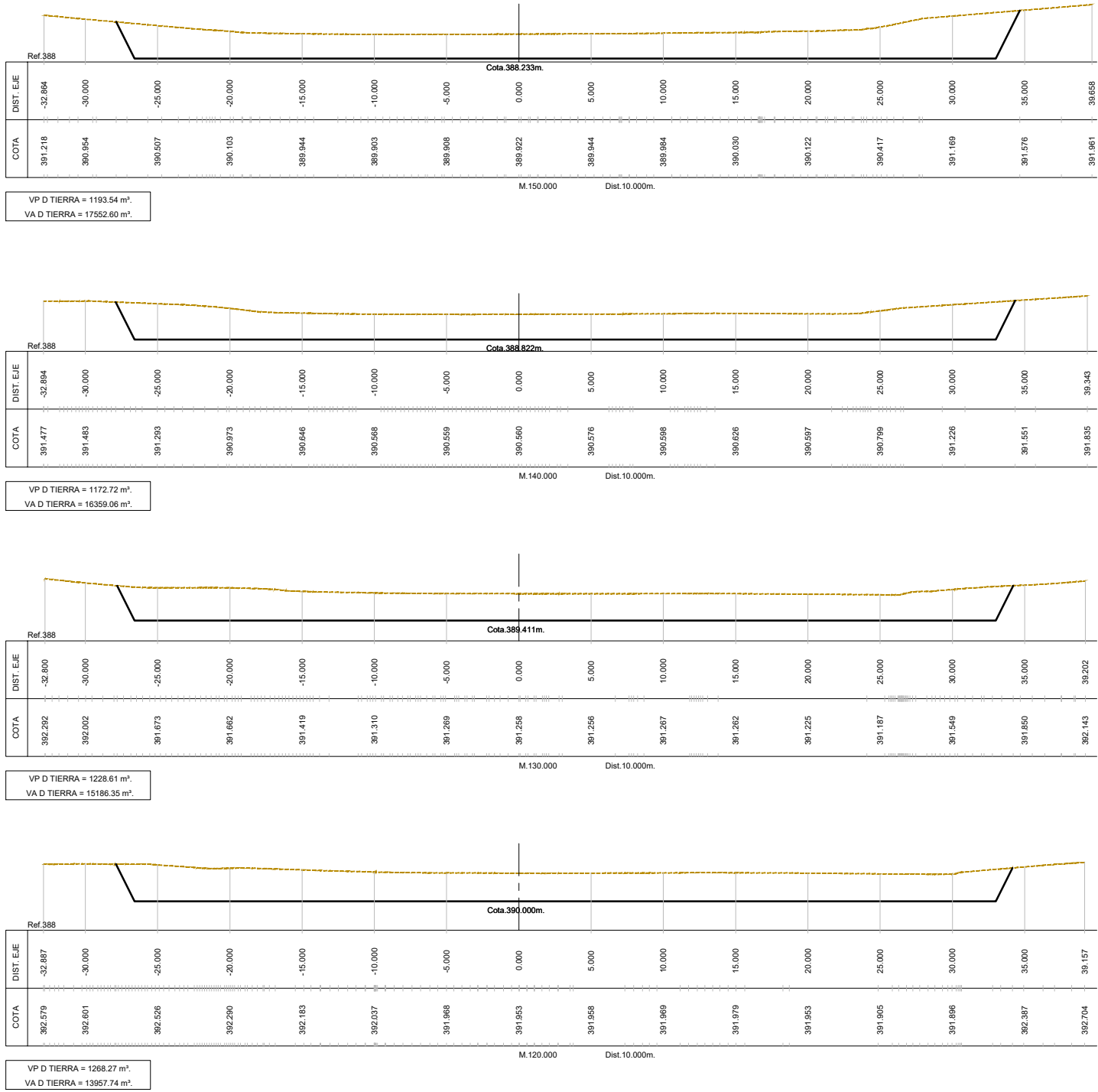
VP D TIERRA = 1287.14 m³.
VA D TIERRA = 11384.27 m³.

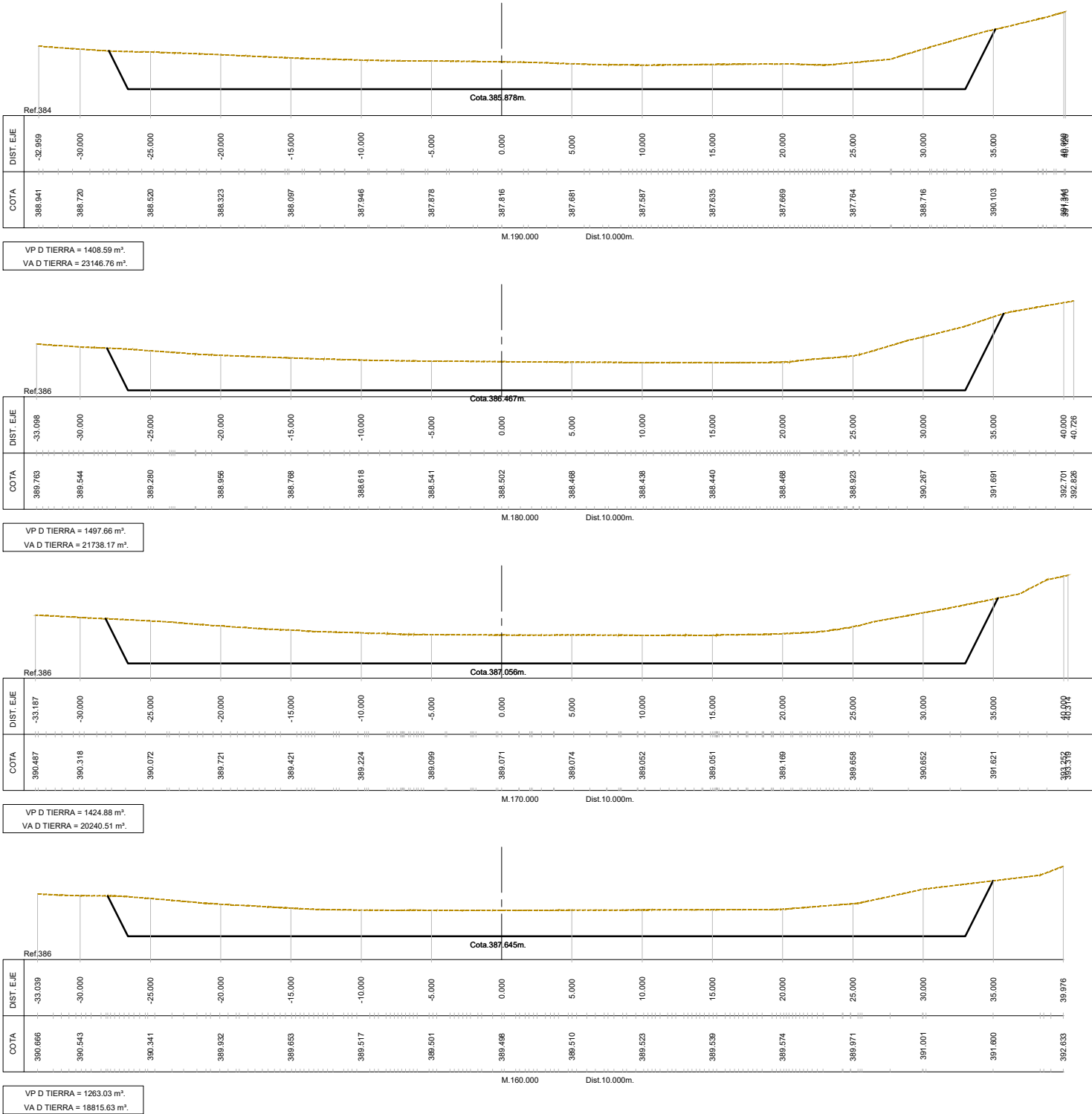


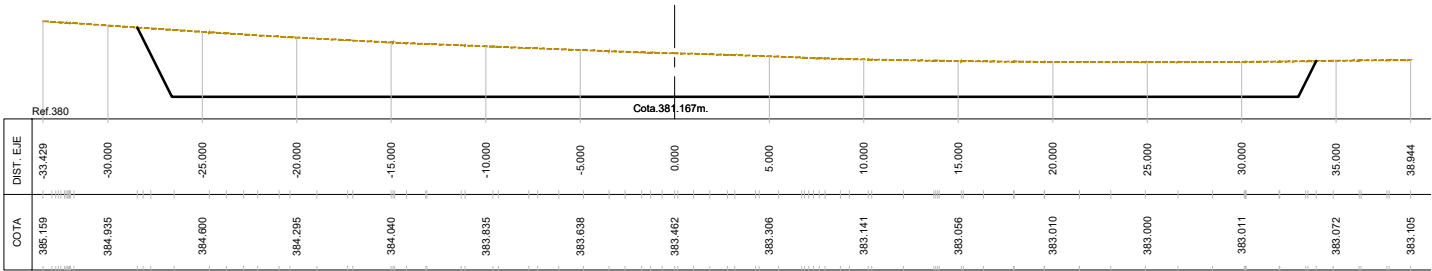
VP D TIERRA = 1209.71 m³.
VA D TIERRA = 10097.13 m³.



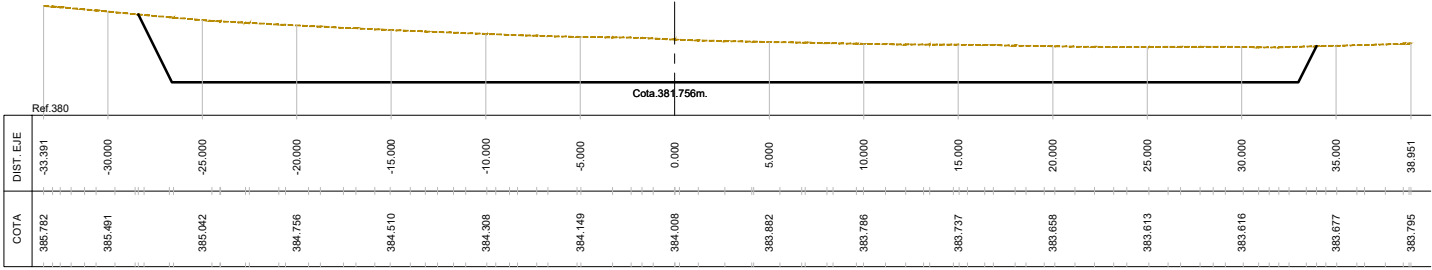
VP D TIERRA = 1198.57 m³.
VA D TIERRA = 8887.42 m³.



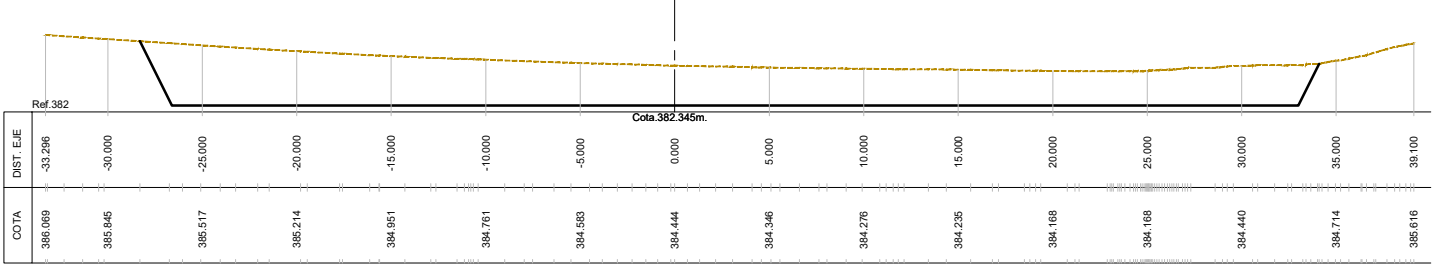




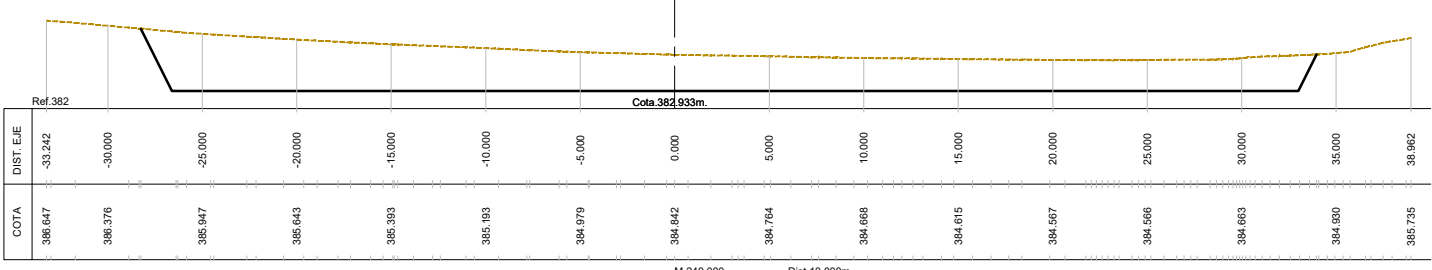
VP D TIERRA = 1430.28 m³.
VA D TIERRA = 33095.98 m³.



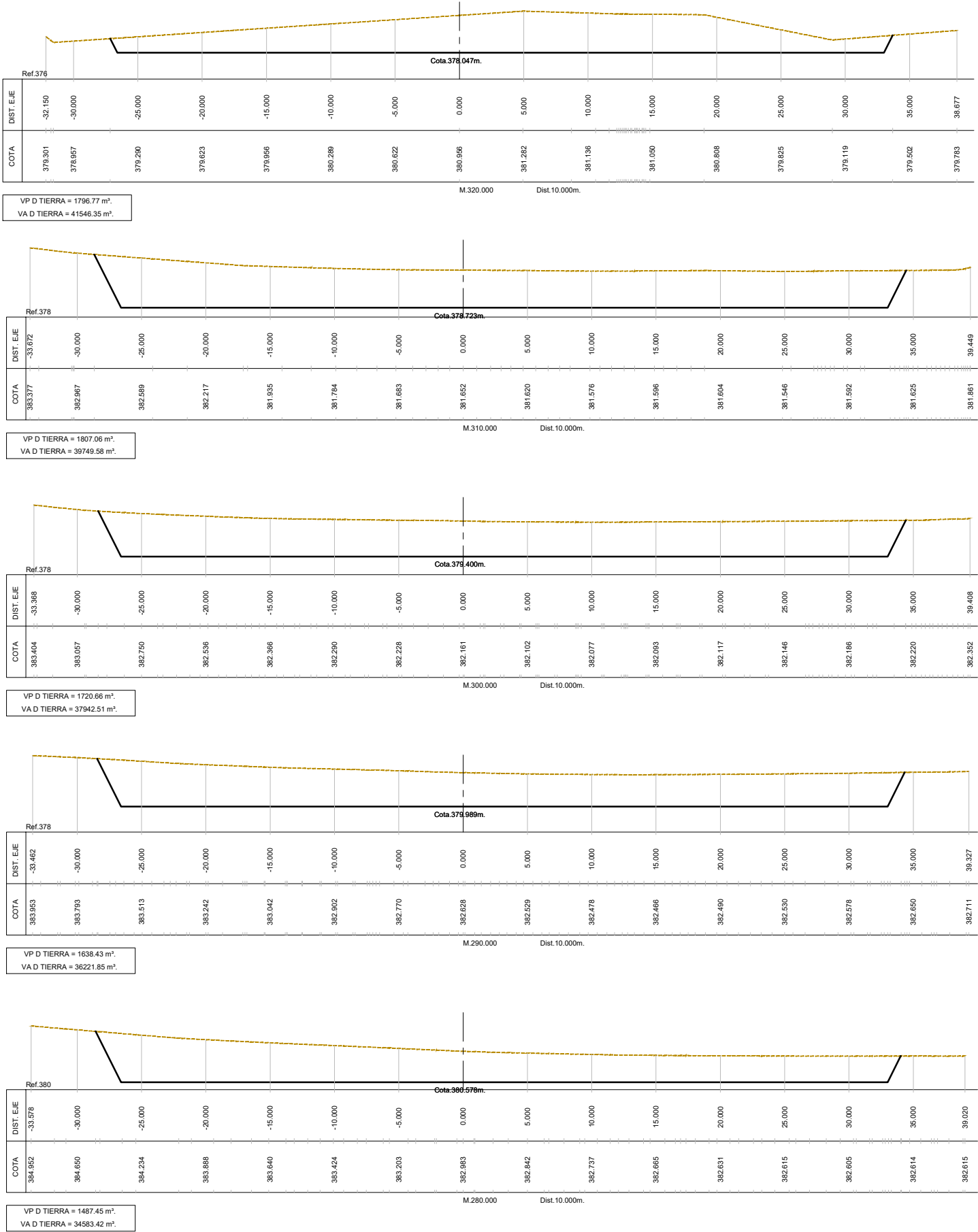
VP D TIERRA = 1394.96 m³.
VA D TIERRA = 31665.69 m³.



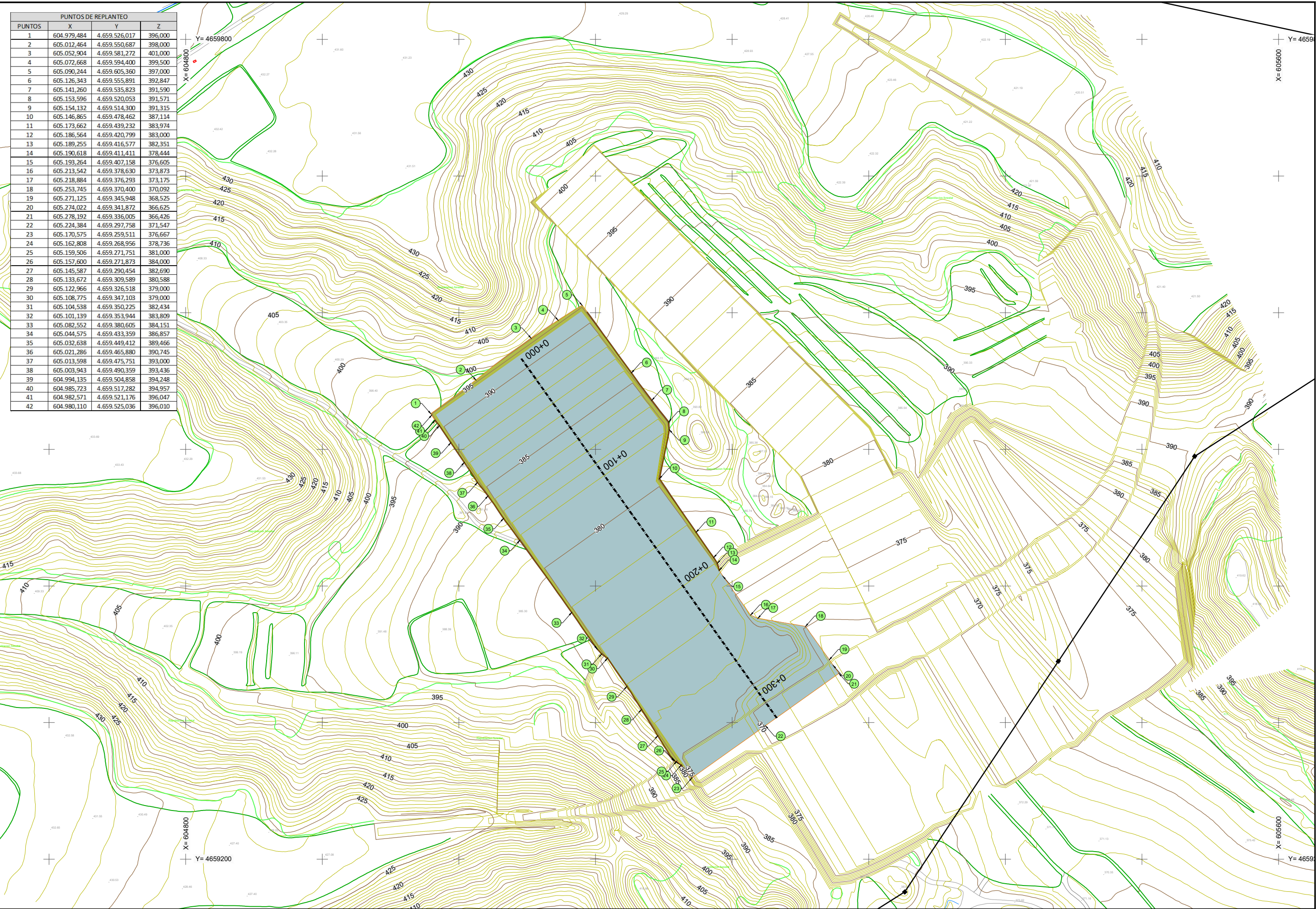
VP D TIERRA = 1312.68 m³.
VA D TIERRA = 30270.73 m³.



VP D TIERRA = 1201.76 m³.
VA D TIERRA = 28958.05 m³.



| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 604.979,484 | 4.659.526,017 | 396,000 |
| 2 | 605.012,464 | 4.659.550,687 | 398,000 |
| 3 | 605.052,904 | 4.659.581,272 | 401,000 |
| 4 | 605.072,668 | 4.659.594,400 | 399,500 |
| 5 | 605.090,244 | 4.659.605,360 | 397,000 |
| 6 | 605.126,343 | 4.659.555,891 | 392,847 |
| 7 | 605.141,260 | 4.659.535,823 | 391,590 |
| 8 | 605.153,596 | 4.659.520,053 | 391,571 |
| 9 | 605.154,132 | 4.659.514,300 | 391,315 |
| 10 | 605.146,865 | 4.659.478,462 | 387,114 |
| 11 | 605.173,662 | 4.659.439,232 | 383,974 |
| 12 | 605.186,564 | 4.659.420,799 | 383,000 |
| 13 | 605.189,255 | 4.659.416,577 | 382,351 |
| 14 | 605.190,618 | 4.659.411,411 | 378,444 |
| 15 | 605.193,264 | 4.659.407,158 | 376,605 |
| 16 | 605.213,542 | 4.659.378,630 | 373,873 |
| 17 | 605.218,884 | 4.659.376,293 | 373,175 |
| 18 | 605.253,745 | 4.659.370,400 | 370,092 |
| 19 | 605.271,125 | 4.659.345,948 | 368,525 |
| 20 | 605.274,022 | 4.659.341,872 | 366,625 |
| 21 | 605.278,192 | 4.659.336,005 | 366,426 |
| 22 | 605.224,384 | 4.659.297,758 | 371,547 |
| 23 | 605.170,575 | 4.659.259,511 | 376,667 |
| 24 | 605.162,808 | 4.659.268,956 | 378,736 |
| 25 | 605.159,506 | 4.659.271,751 | 381,000 |
| 26 | 605.157,600 | 4.659.271,873 | 384,000 |
| 27 | 605.145,587 | 4.659.290,454 | 382,690 |
| 28 | 605.133,672 | 4.659.309,589 | 380,588 |
| 29 | 605.122,966 | 4.659.326,518 | 379,000 |
| 30 | 605.108,775 | 4.659.347,103 | 379,000 |
| 31 | 605.104,538 | 4.659.350,225 | 382,434 |
| 32 | 605.101,139 | 4.659.353,944 | 383,809 |
| 33 | 605.082,552 | 4.659.380,605 | 384,151 |
| 34 | 605.044,575 | 4.659.433,359 | 386,857 |
| 35 | 605.032,638 | 4.659.449,412 | 389,466 |
| 36 | 605.021,286 | 4.659.465,880 | 390,745 |
| 37 | 605.013,598 | 4.659.475,751 | 393,000 |
| 38 | 605.003,943 | 4.659.490,359 | 393,436 |
| 39 | 604.994,135 | 4.659.504,858 | 394,248 |
| 40 | 604.985,723 | 4.659.517,282 | 394,957 |
| 41 | 604.982,571 | 4.659.521,176 | 396,047 |
| 42 | 604.980,110 | 4.659.525,036 | 396,010 |



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Gobierno
de Navarra



Canal de
Navarra, s.a.

TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE LA SEGUNDA FASE DEL
CANAL DE NAVARRA.

CLAVE:

CLAVE CANASA:
CAN/P-CN-24

CLAVE MINISTERIO:
09.284-0016/2111

EMPRESA CONSULTORA

ep4sa
INGIOPSA

TÍTULO DEL ANEJO:

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
DE LA Balsa DE TUDELA

ESCALA DE ORIGINALES:

1:2500 0 12.5 25 37.5 50 m.

ORIGINALES: UNE A3

FECHA:

MARZO
2022

DESIGNACIÓN:

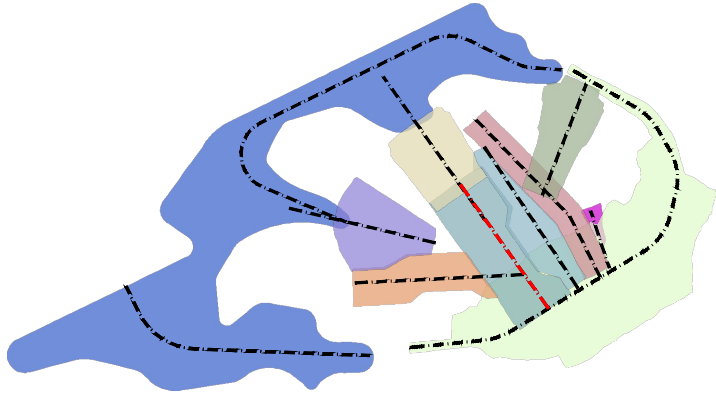
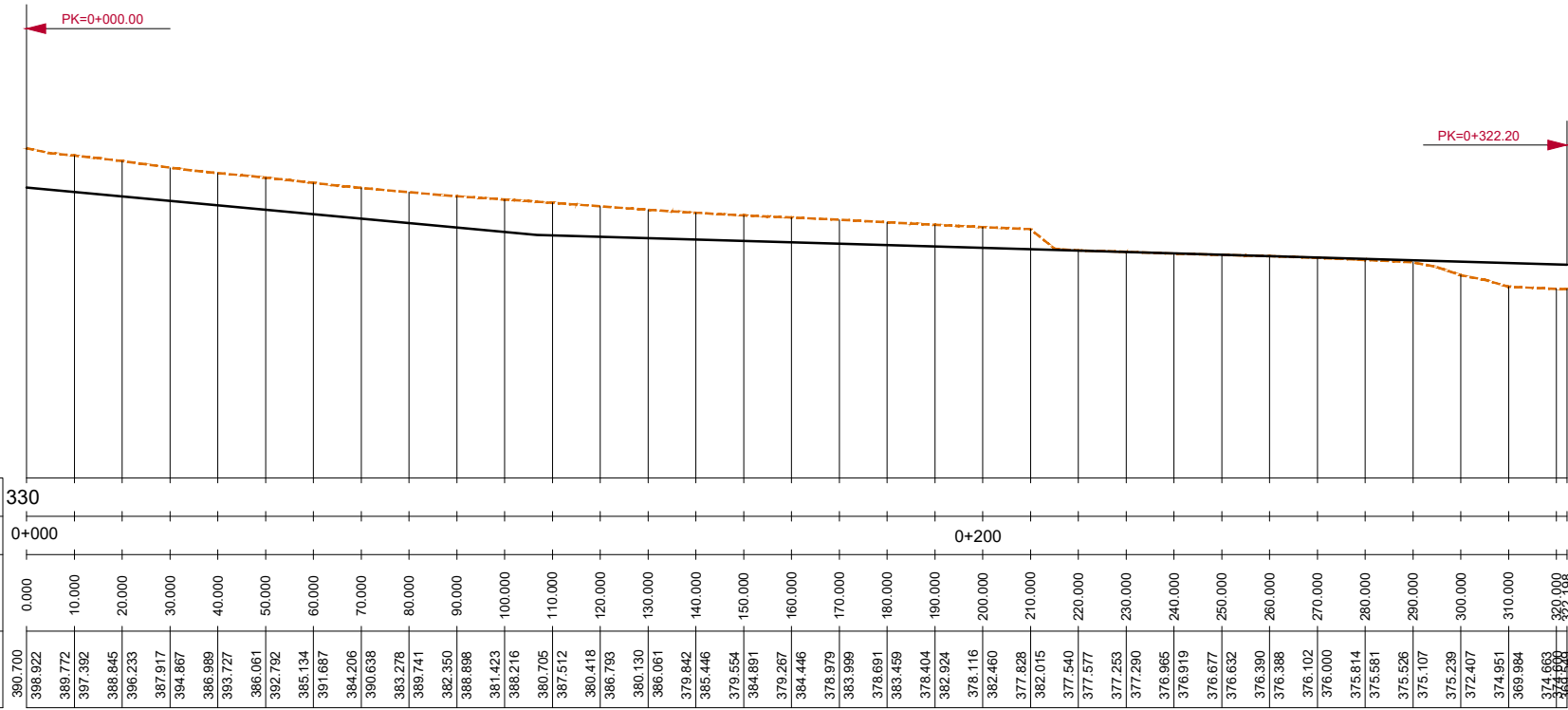
Balsa DE TUDELA
PRÉSTAMOS
LIMOS 3
PLANTA

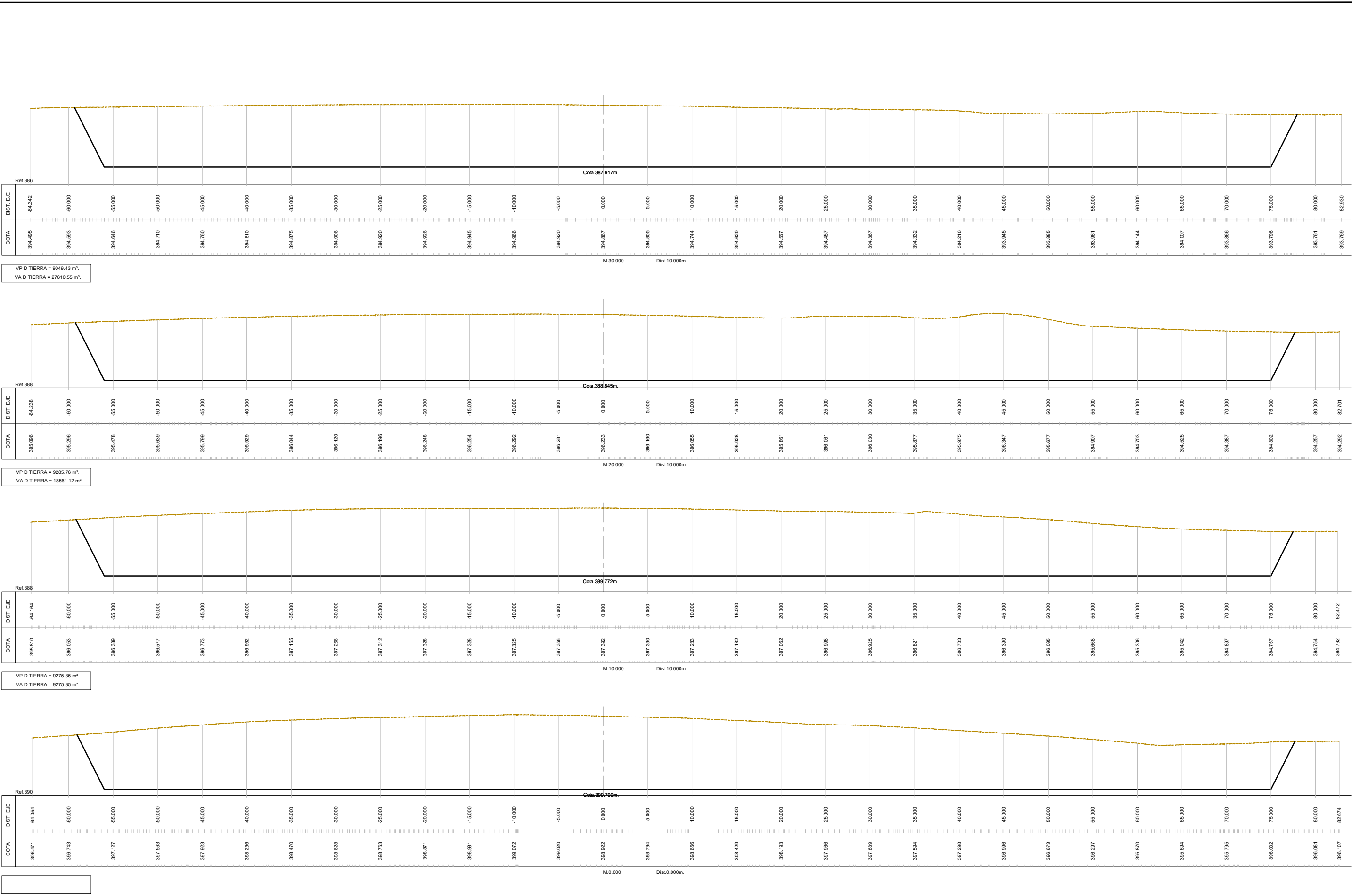
Nº. DE PLANO:

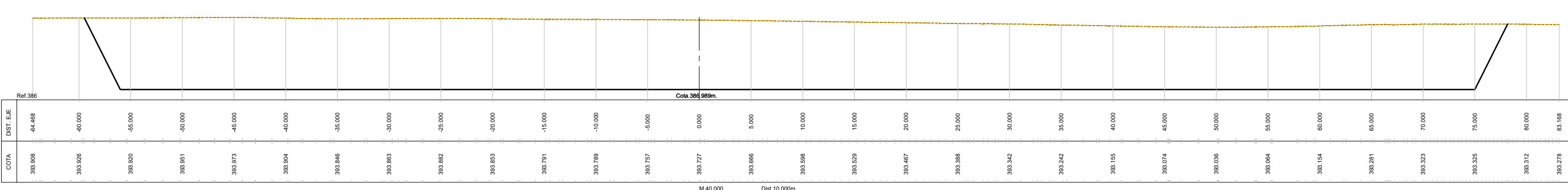
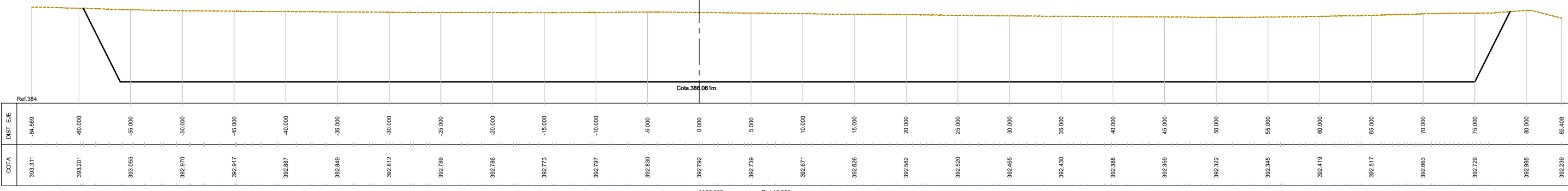
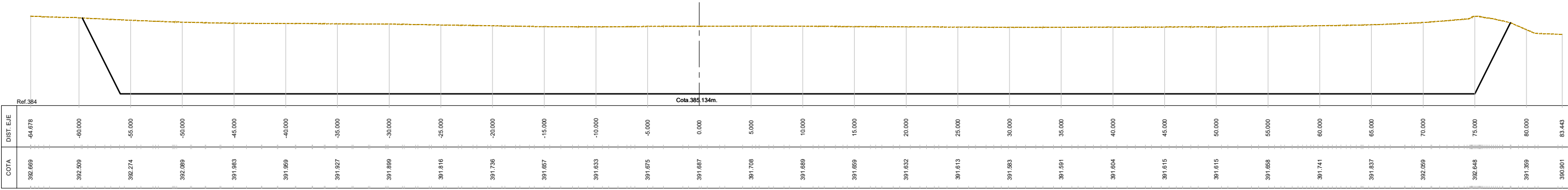
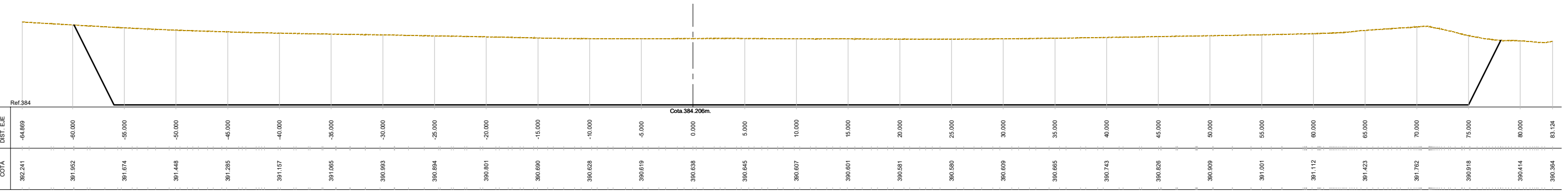
02-03

HOJA:01 DE:10

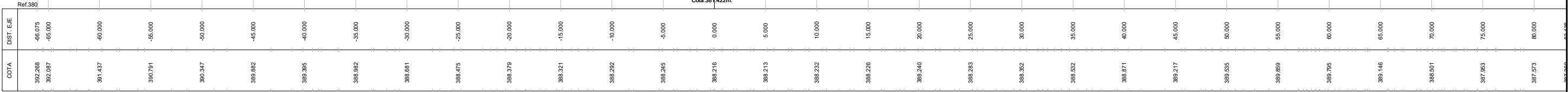
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |



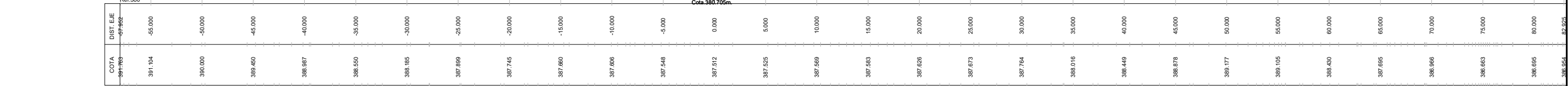


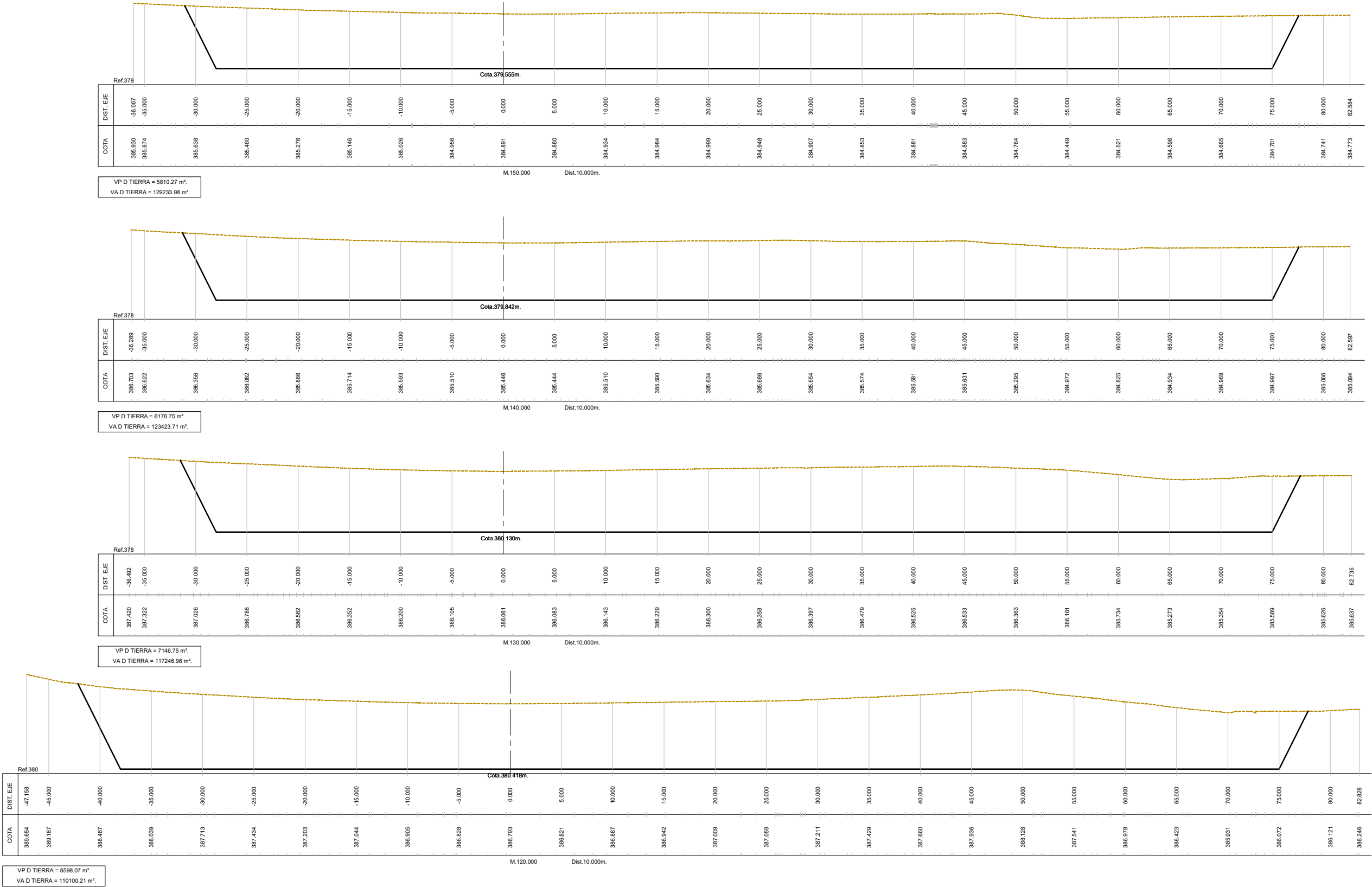


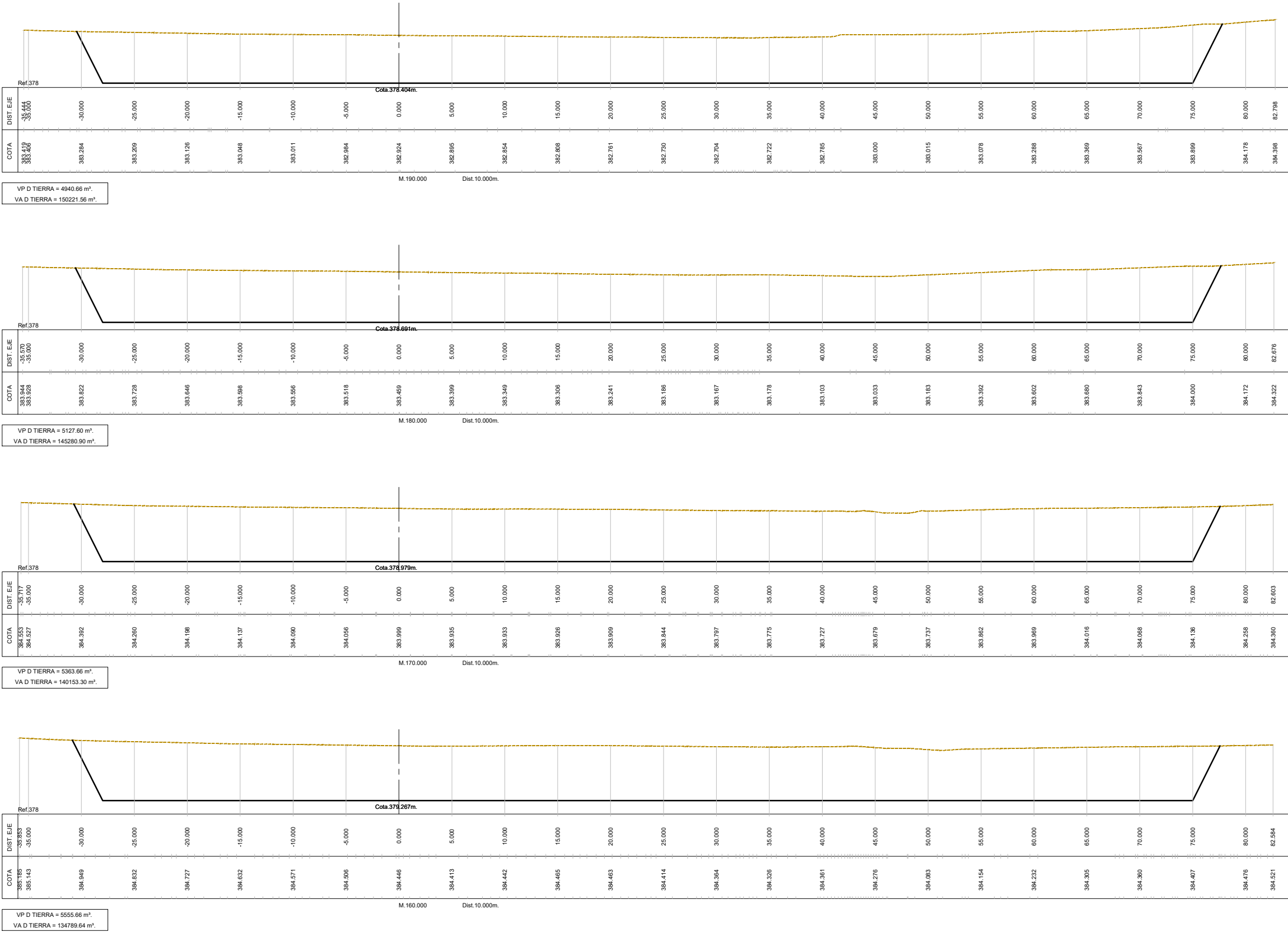
VP D TIERRA = 9852.09 m².
VA D TIERRA = 91614.33 m³.

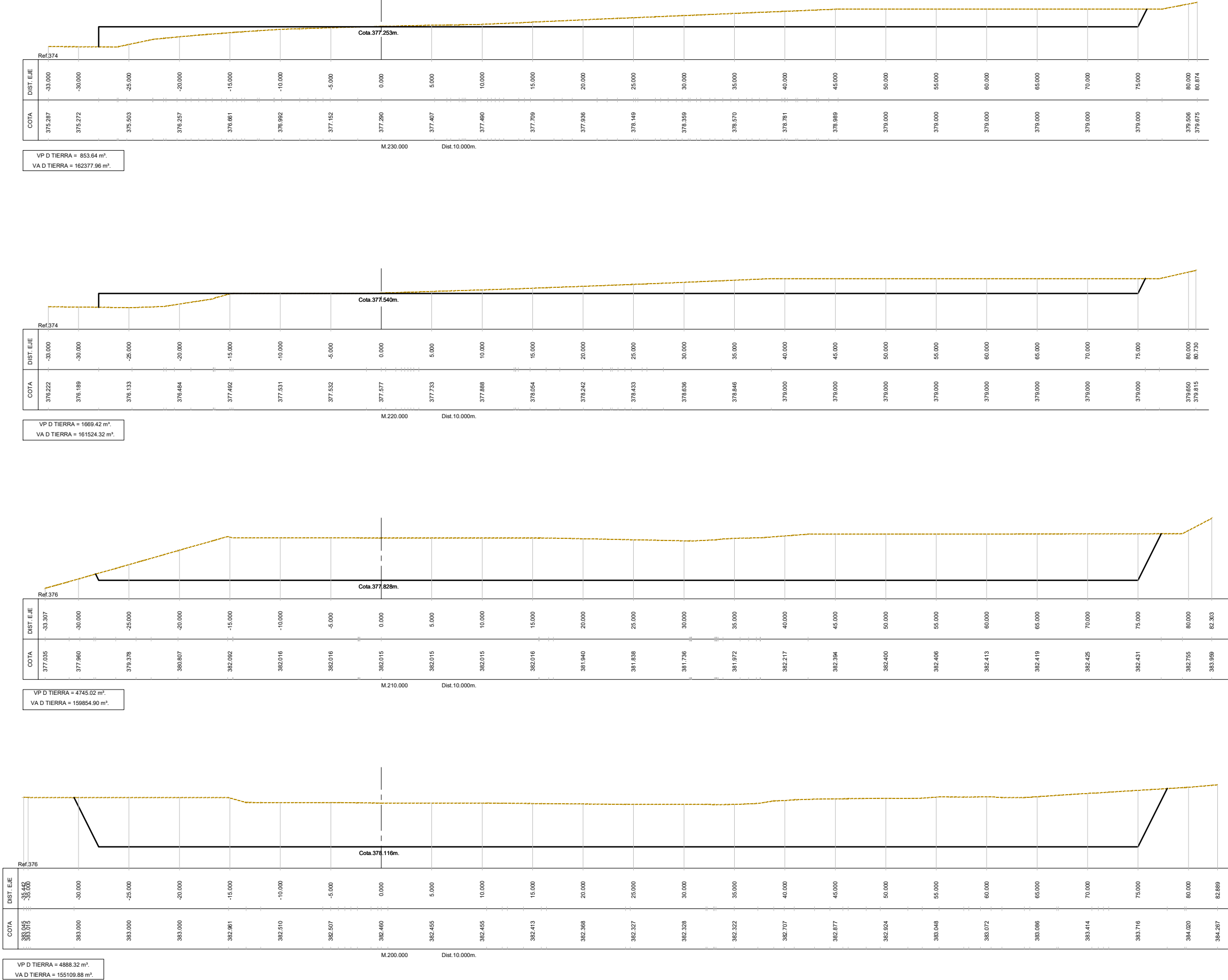


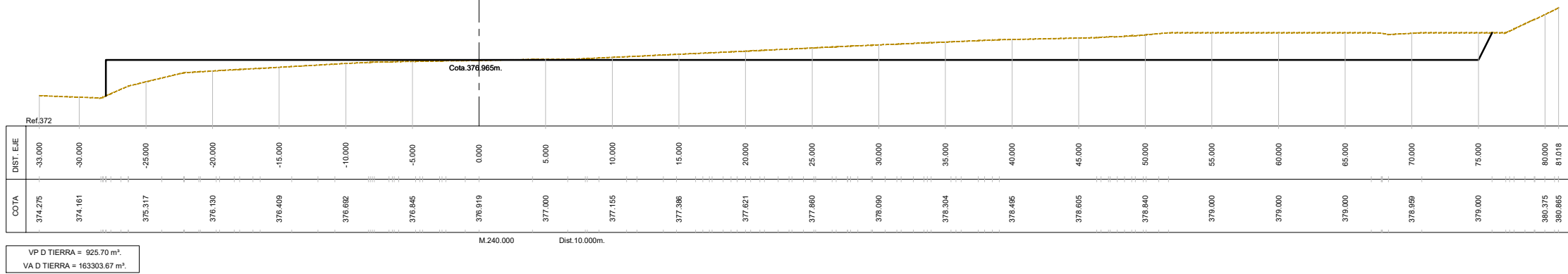
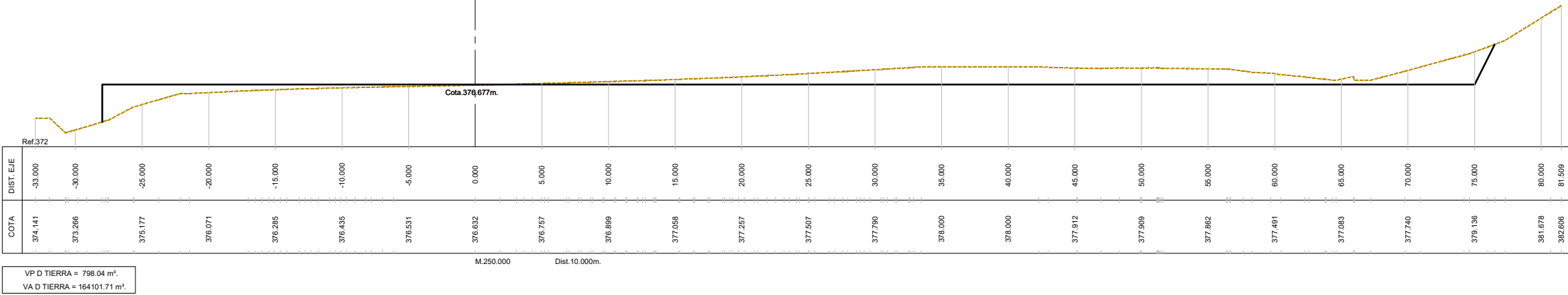
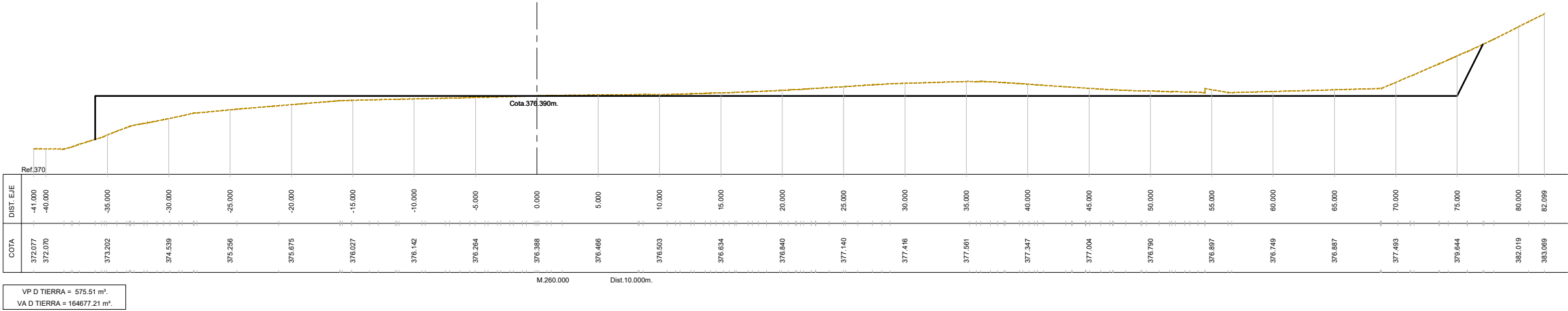
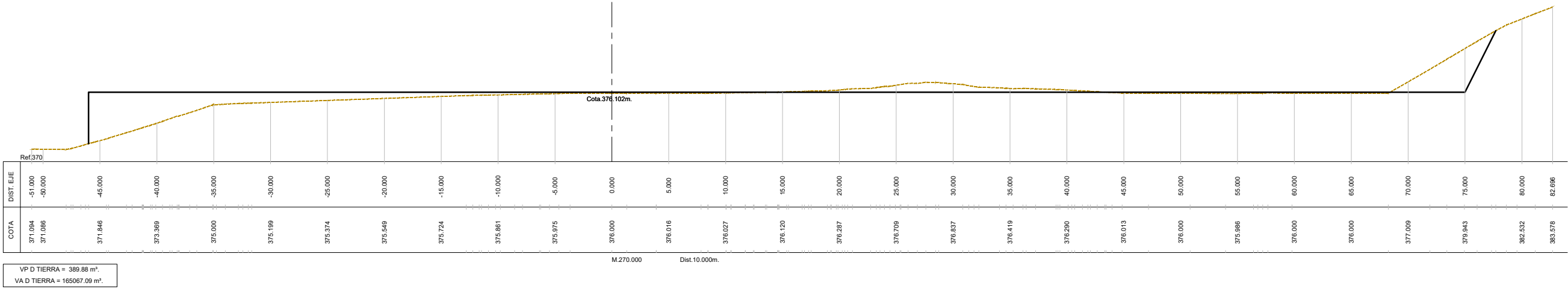
VP D TIERRA = 9887.81 m².
VA D TIERRA = 101502.14 m³.

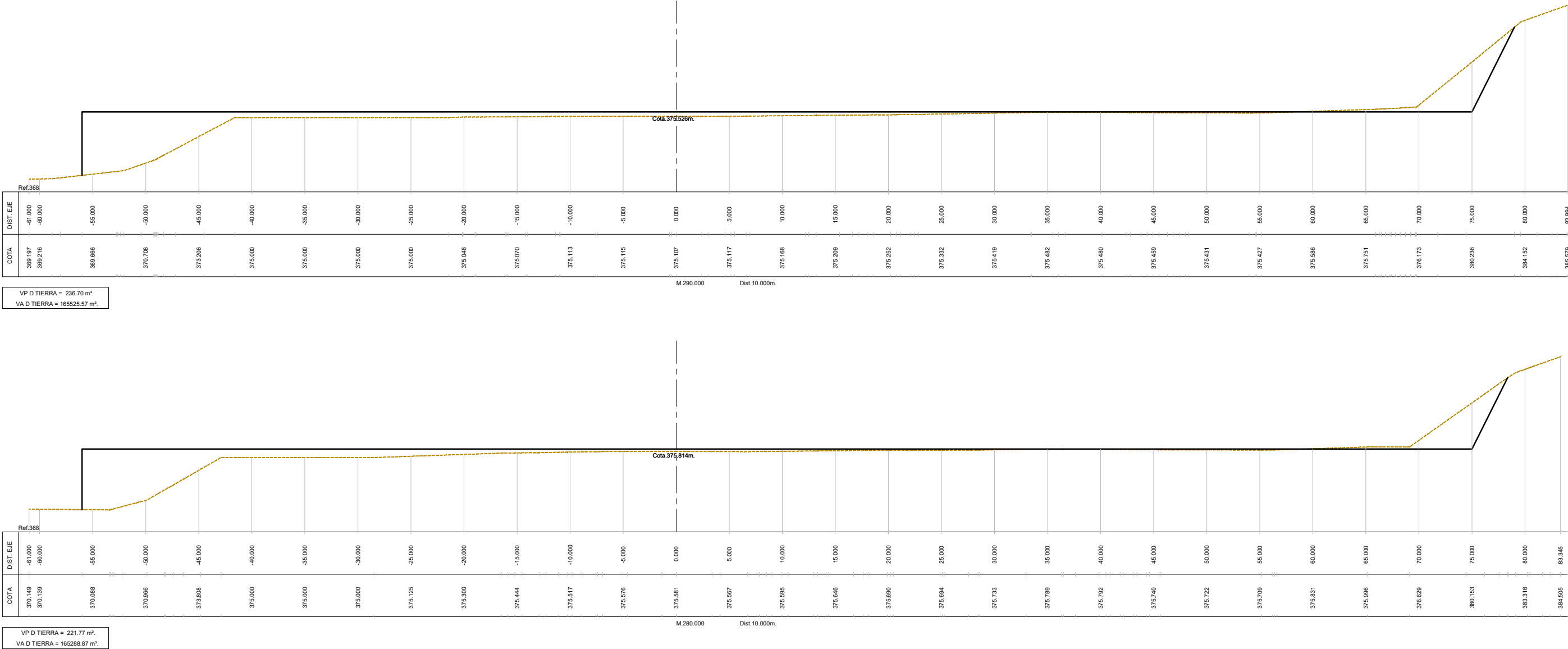












02-04-01



TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE LA SEGUNDA FASE DEL
CANAL DE NAVARRA.

CLAVE:
CLAVE CANASA:
CAN/P-CN-24
CLAVE MINISTERIO:
09.284-0016/2111



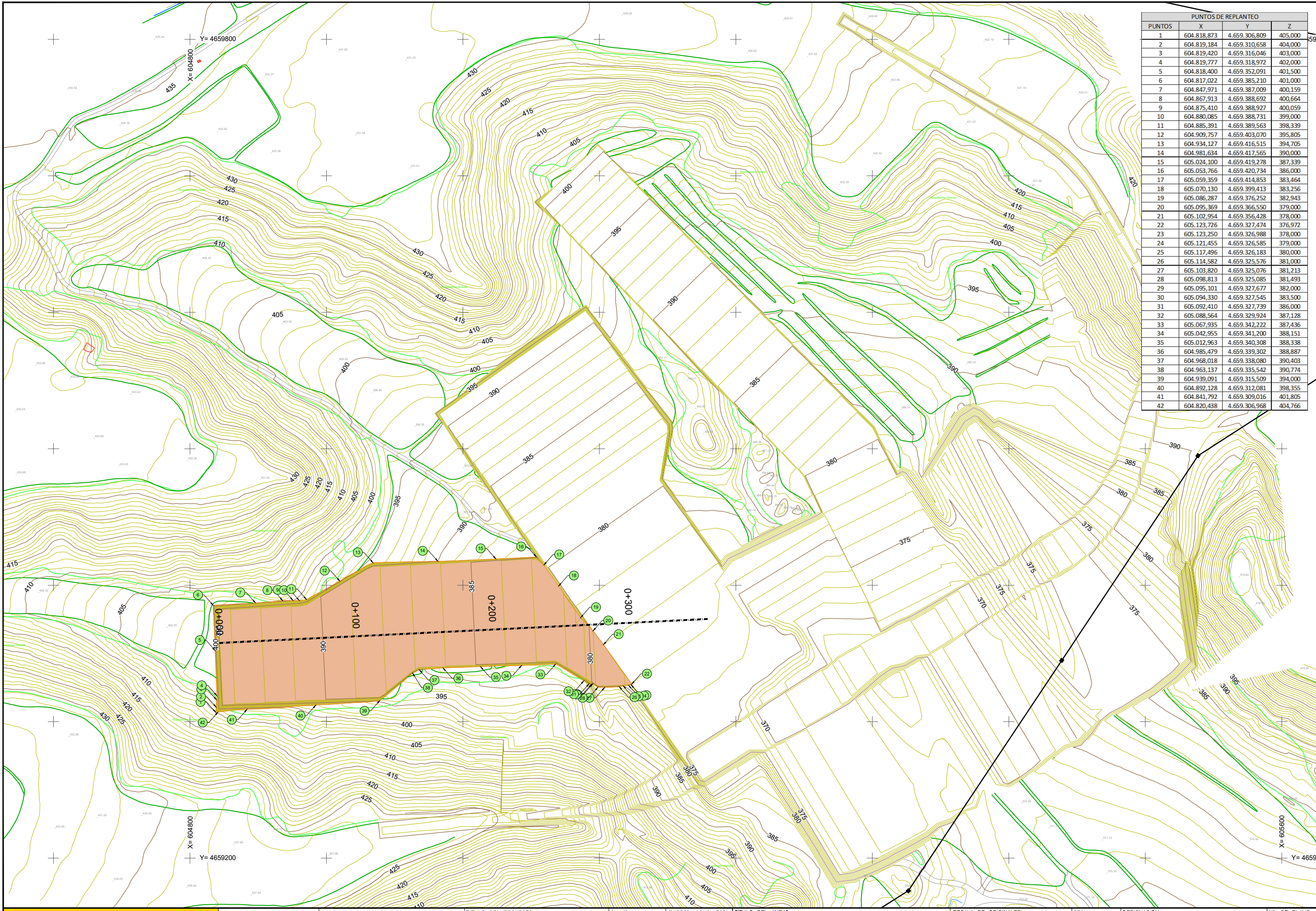
TÍTULO DEL ANEJO:
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
DE LA Balsa de TUDELA

ESCALA DE ORIGINALES:
1:2500
0 12.5 25 37.5 50 m.
ORIGINALES: UNE A3

FECHA:
MARZO
2022

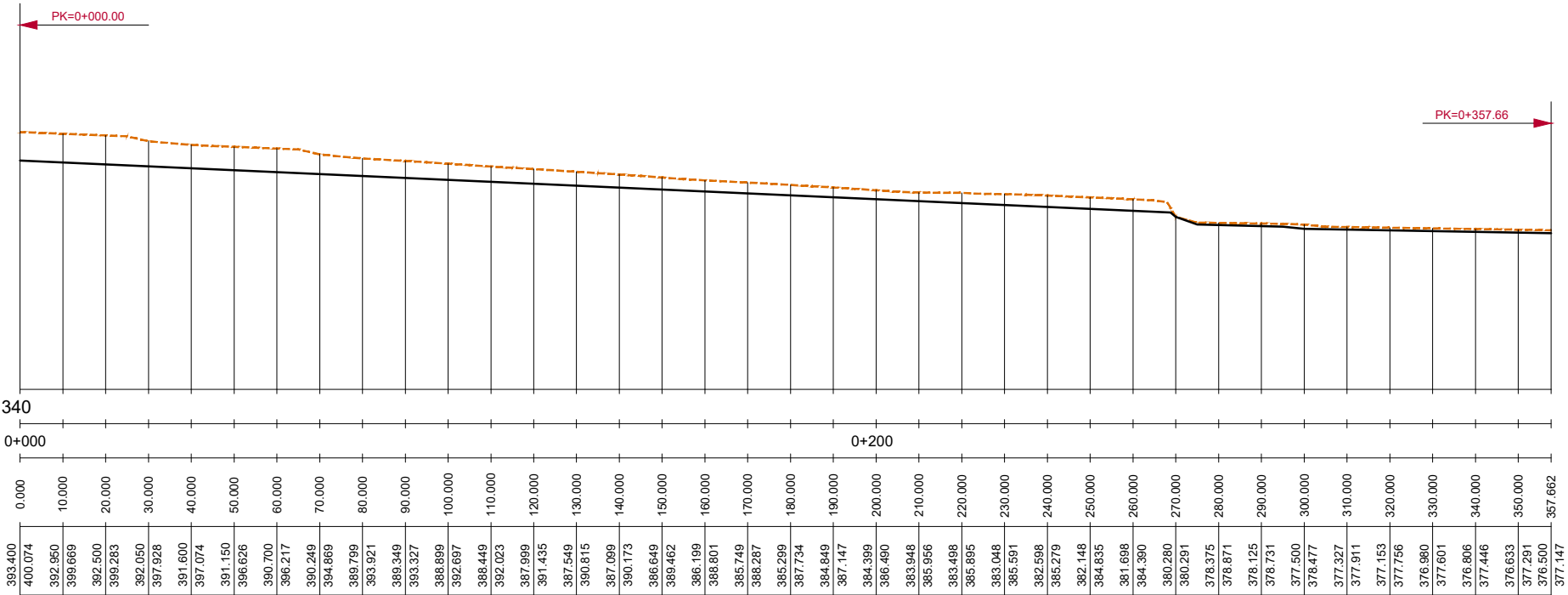
DESIGNACIÓN:
BALSA DE TUDELA
PRÉSTAMOS
LIMOS 4
PLANTA

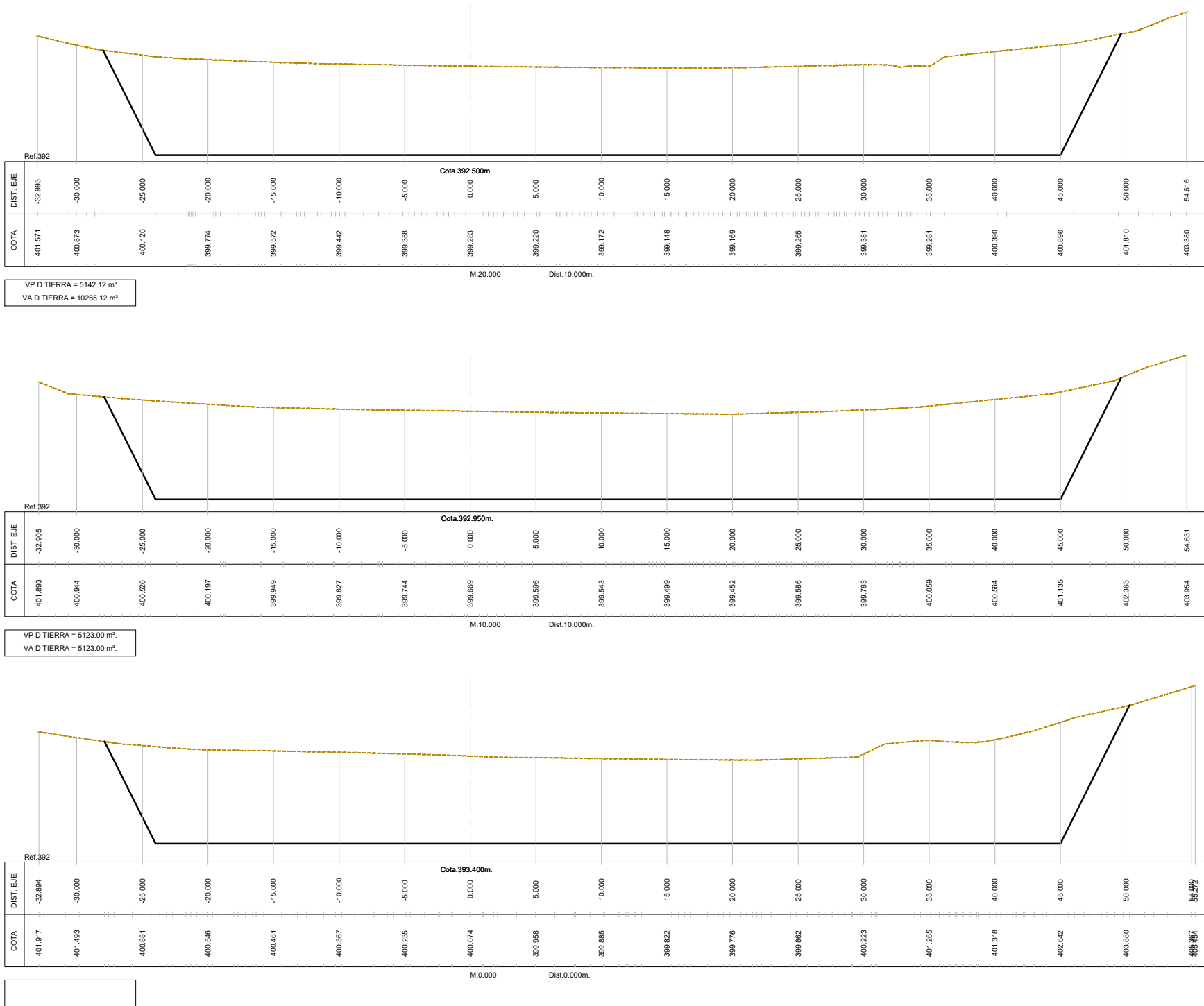
Nº. DE PLANO:
02-04
HOJA:01 DE: 11

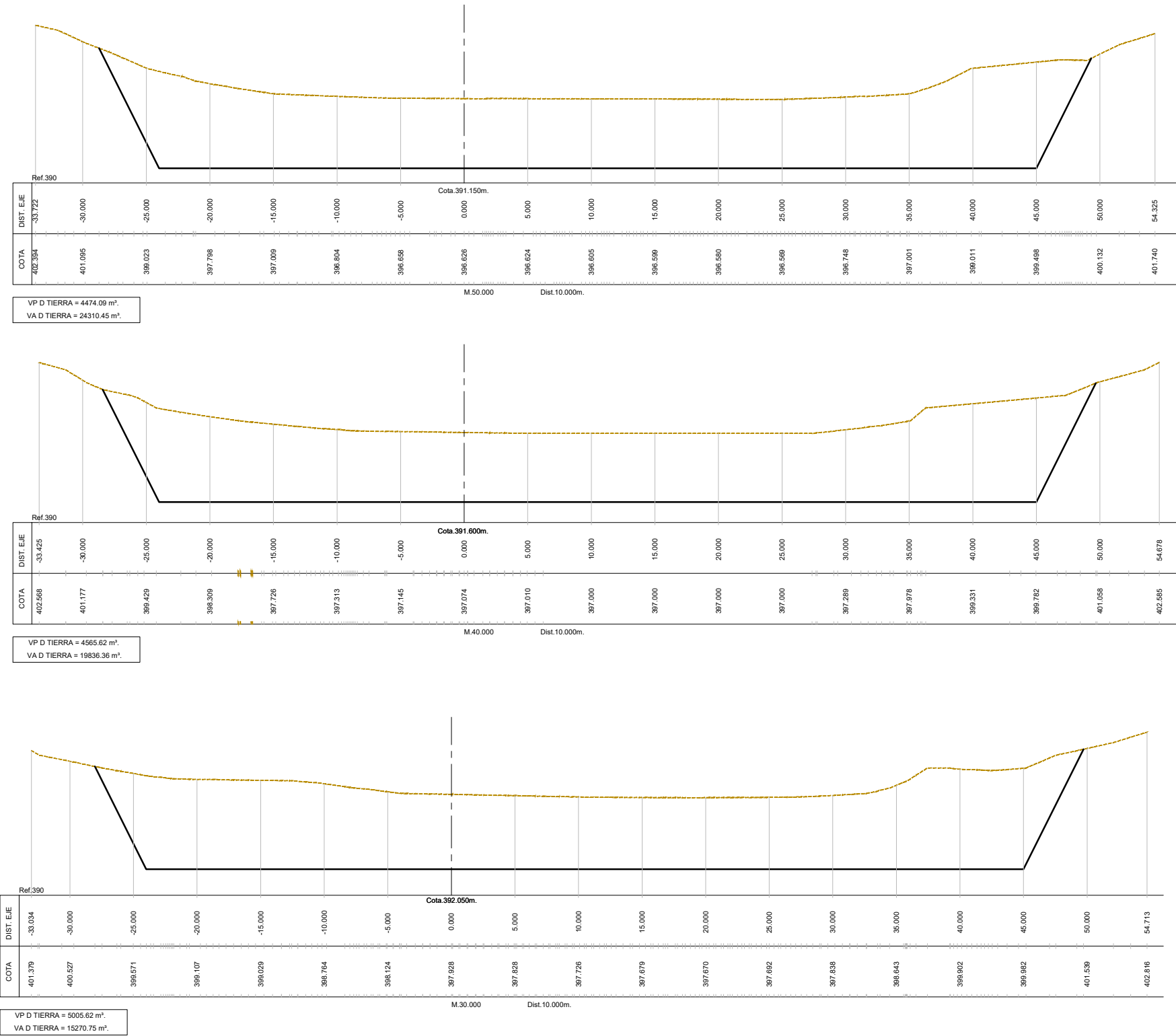


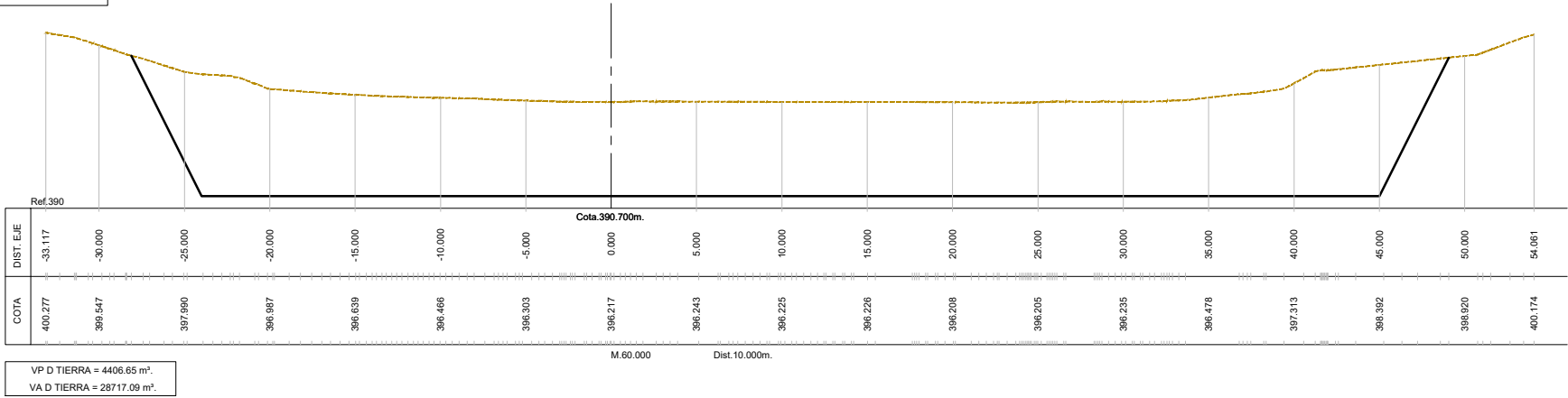
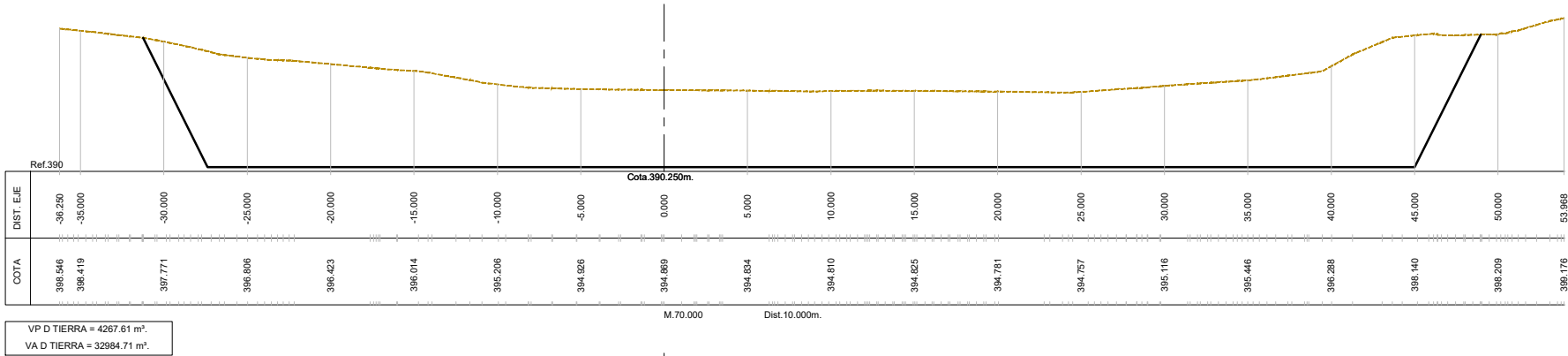
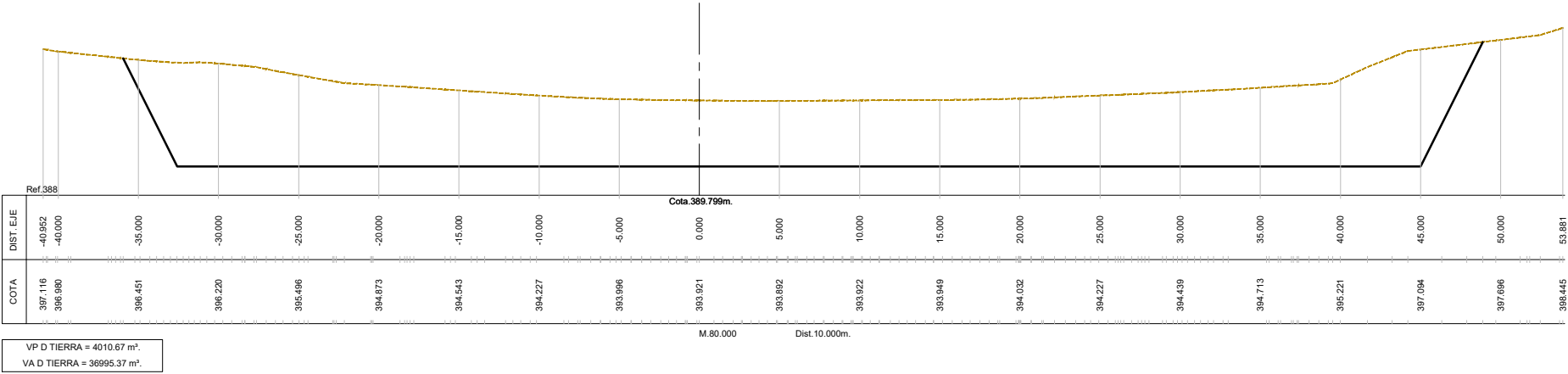
| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 604.818,873 | 4.659.306,809 | 405,000 |
| 2 | 604.819,184 | 4.659.310,658 | 404,000 |
| 3 | 604.819,420 | 4.659.316,046 | 403,000 |
| 4 | 604.819,777 | 4.659.318,972 | 402,000 |
| 5 | 604.818,400 | 4.659.352,091 | 401,500 |
| 6 | 604.817,022 | 4.659.385,210 | 401,000 |
| 7 | 604.847,971 | 4.659.387,009 | 400,159 |
| 8 | 604.867,913 | 4.659.388,692 | 400,664 |
| 9 | 604.875,410 | 4.659.388,927 | 400,059 |
| 10 | 604.880,085 | 4.659.388,731 | 399,000 |
| 11 | 604.885,391 | 4.659.389,563 | 398,339 |
| 12 | 604.909,757 | 4.659.403,070 | 395,805 |
| 13 | 604.934,127 | 4.659.416,515 | 394,705 |
| 14 | 604.981,634 | 4.659.417,565 | 390,000 |
| 15 | 605.024,100 | 4.659.419,278 | 387,339 |
| 16 | 605.053,766 | 4.659.420,734 | 386,000 |
| 17 | 605.059,359 | 4.659.414,853 | 383,464 |
| 18 | 605.070,130 | 4.659.399,413 | 383,256 |
| 19 | 605.086,287 | 4.659.376,252 | 382,943 |
| 20 | 605.095,369 | 4.659.366,550 | 379,000 |
| 21 | 605.102,954 | 4.659.356,428 | 378,000 |
| 22 | 605.123,726 | 4.659.327,474 | 376,972 |
| 23 | 605.123,250 | 4.659.326,988 | 378,000 |
| 24 | 605.121,455 | 4.659.326,585 | 379,000 |
| 25 | 605.117,496 | 4.659.326,183 | 380,000 |
| 26 | 605.114,582 | 4.659.325,576 | 381,000 |
| 27 | 605.103,820 | 4.659.325,076 | 381,213 |
| 28 | 605.098,813 | 4.659.325,085 | 381,493 |
| 29 | 605.095,101 | 4.659.327,677 | 382,000 |
| 30 | 605.094,330 | 4.659.327,545 | 383,500 |
| 31 | 605.092,410 | 4.659.327,739 | 386,000 |
| 32 | 605.088,564 | 4.659.329,924 | 387,128 |
| 33 | 605.067,935 | 4.659.342,222 | 387,436 |
| 34 | 605.042,955 | 4.659.341,200 | 388,151 |
| 35 | 605.012,963 | 4.659.340,308 | 388,338 |
| 36 | 604.985,479 | 4.659.339,302 | 388,887 |
| 37 | 604.968,018 | 4.659.338,080 | 390,403 |
| 38 | 604.963,137 | 4.659.335,542 | 390,774 |
| 39 | 604.939,091 | 4.659.315,509 | 394,000 |
| 40 | 604.892,128 | 4.659.312,081 | 398,355 |
| 41 | 604.841,792 | 4.659.309,016 | 401,805 |
| 42 | 604.820,438 | 4.659.306,968 | 404,766 |

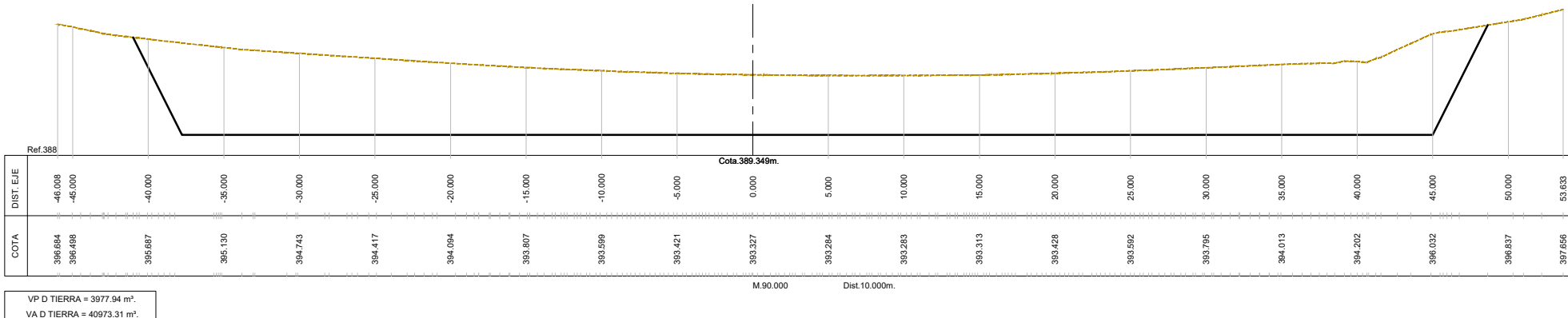
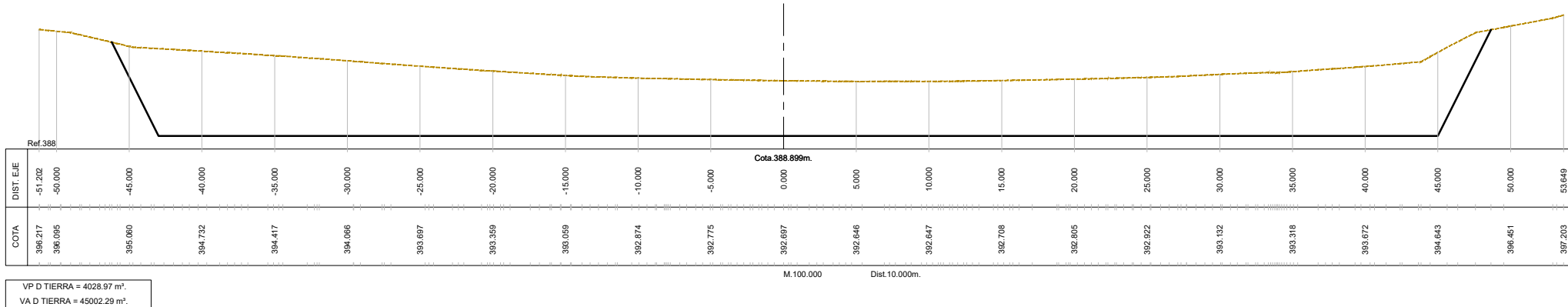
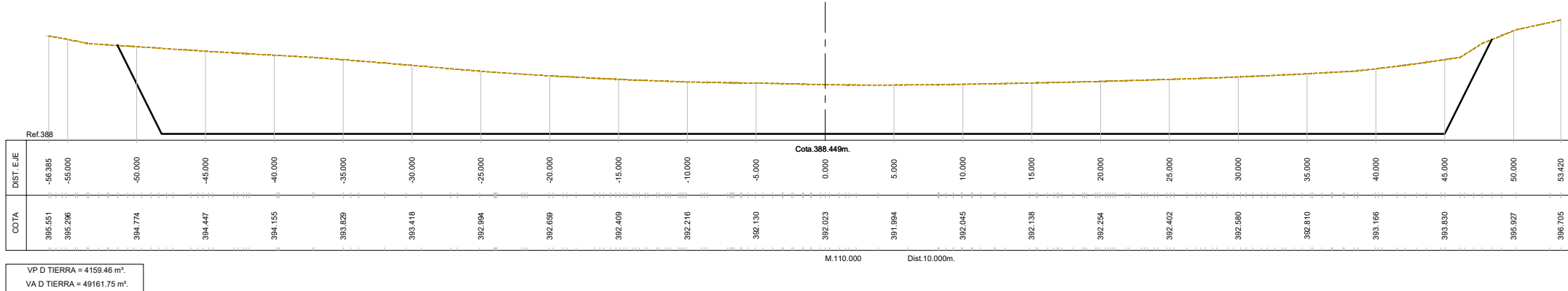
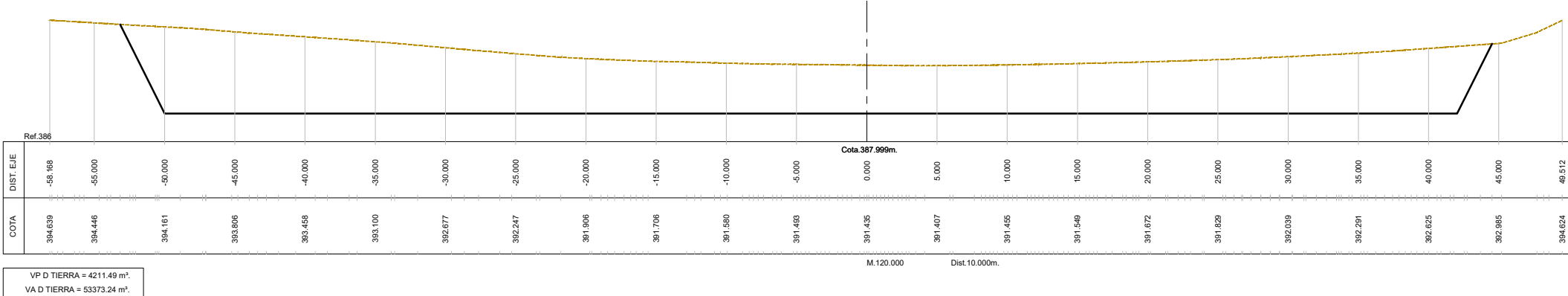
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |

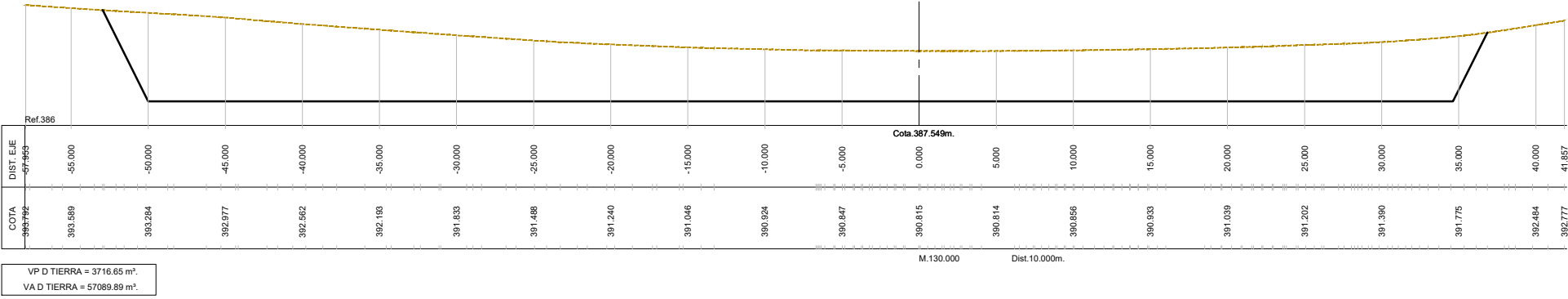
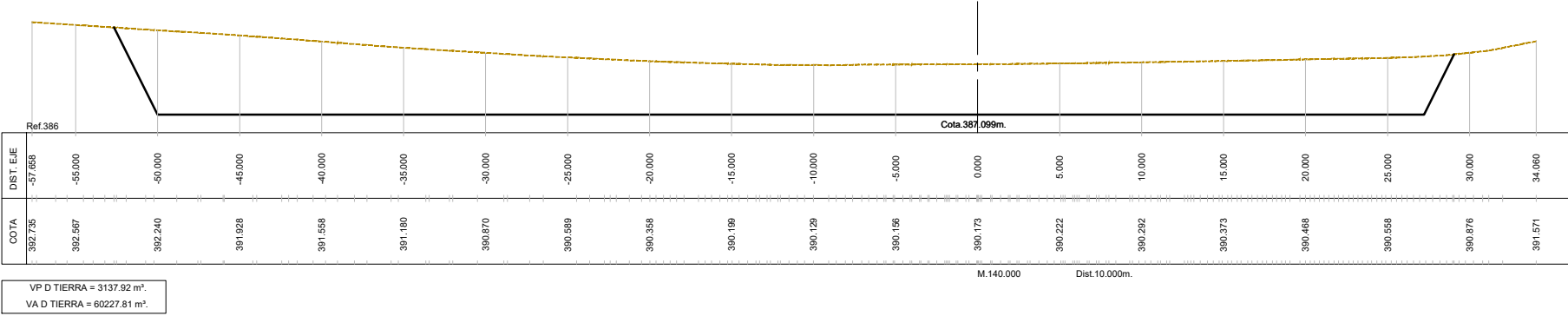
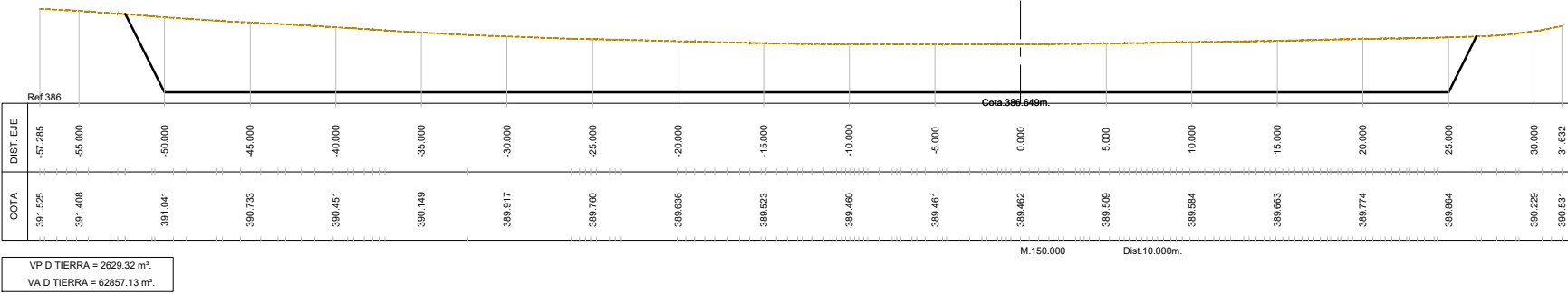
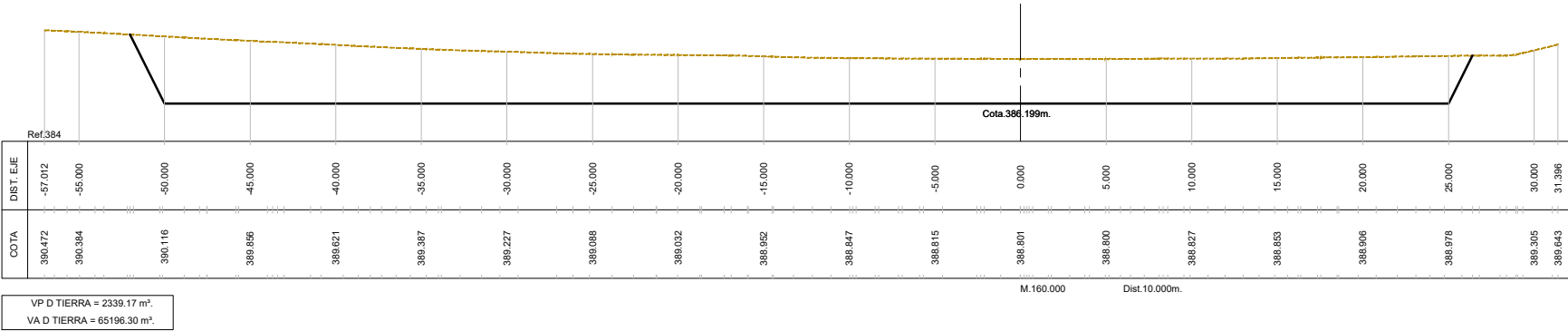


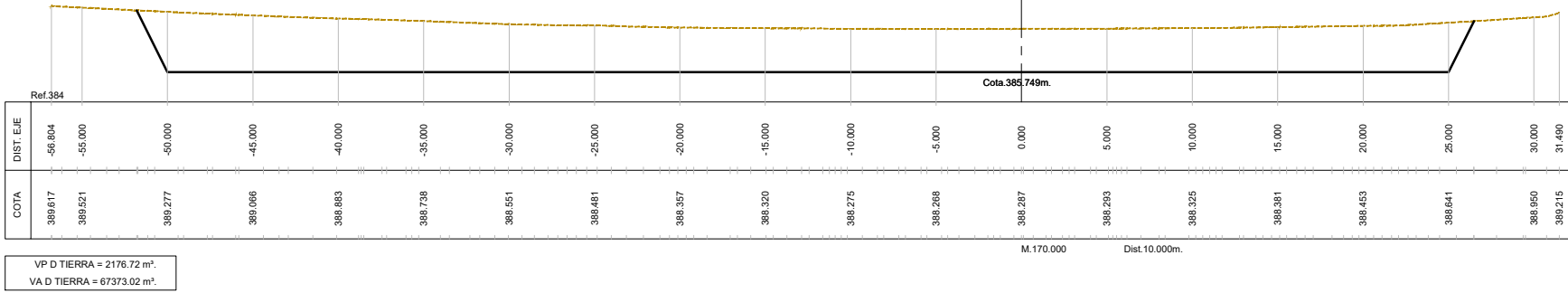
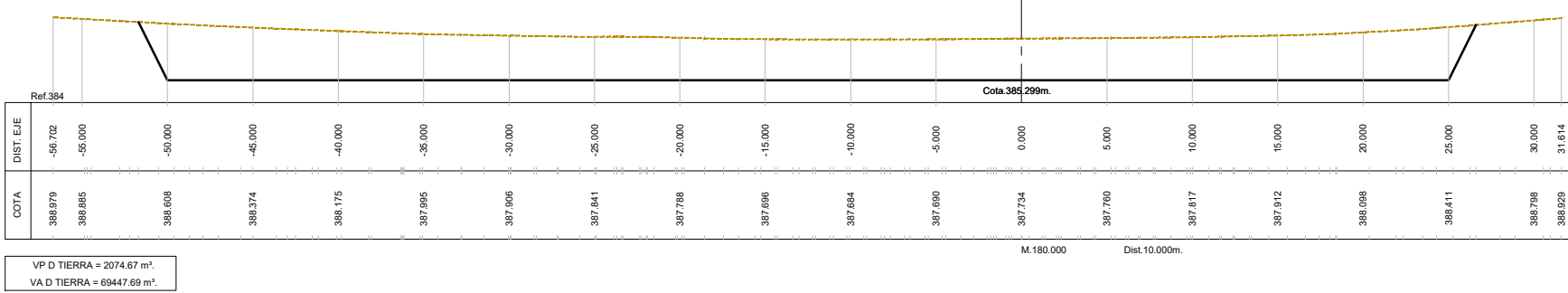
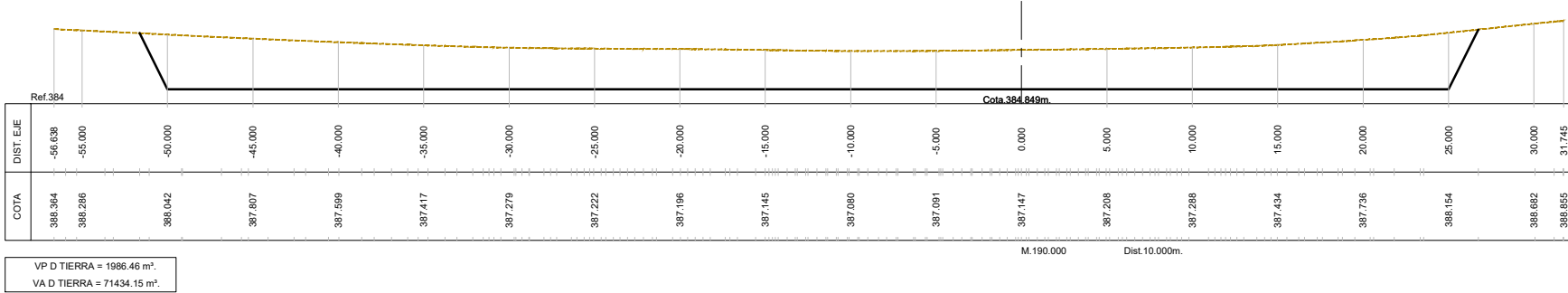
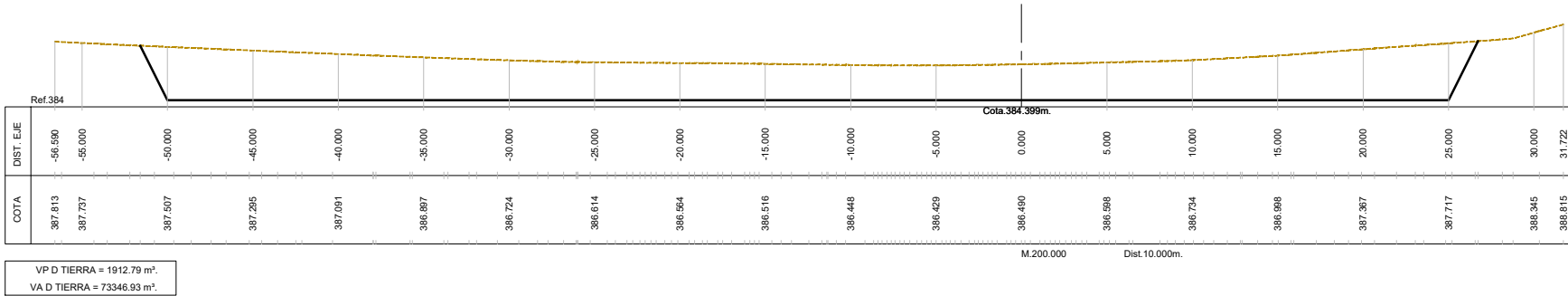


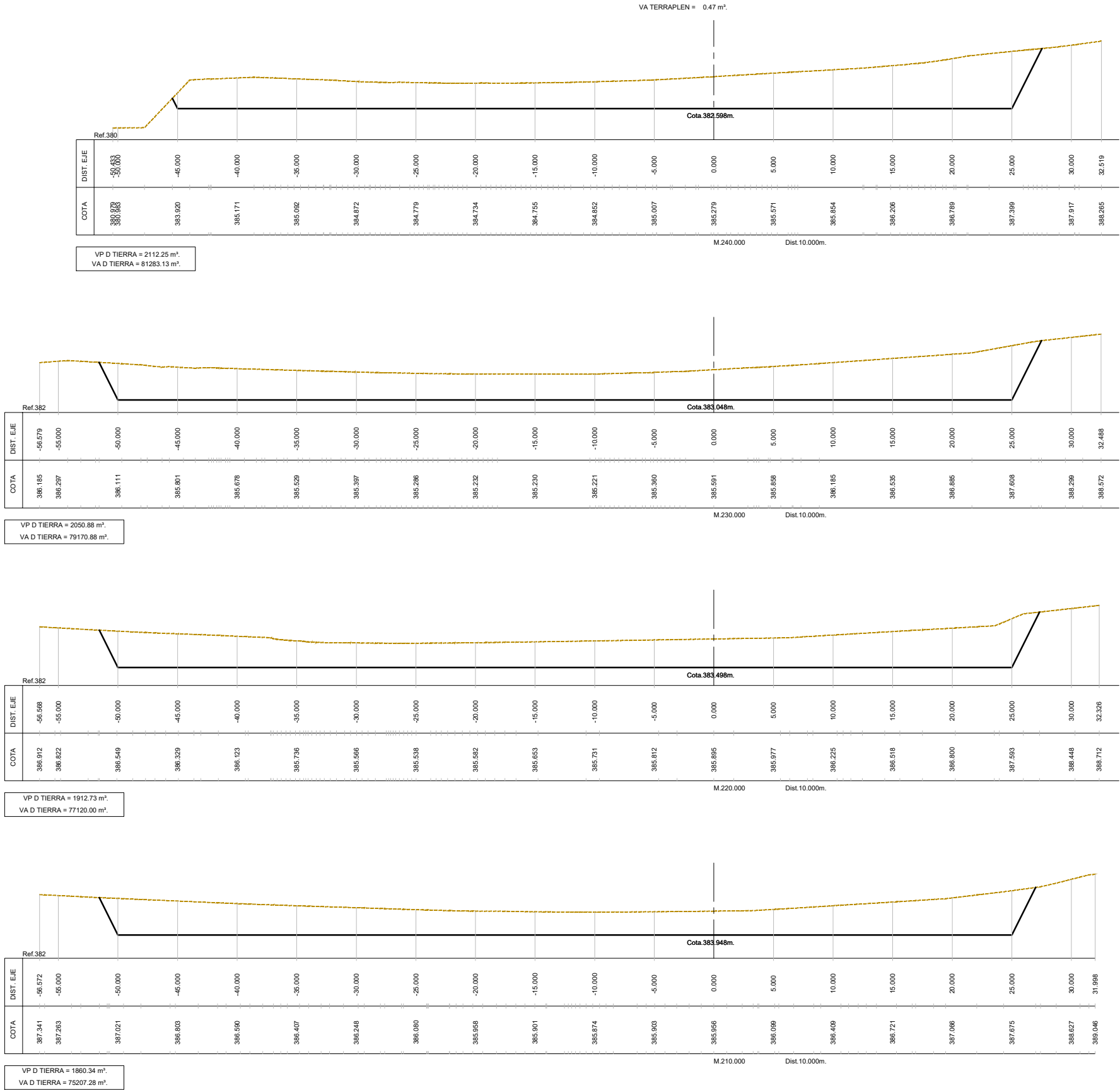


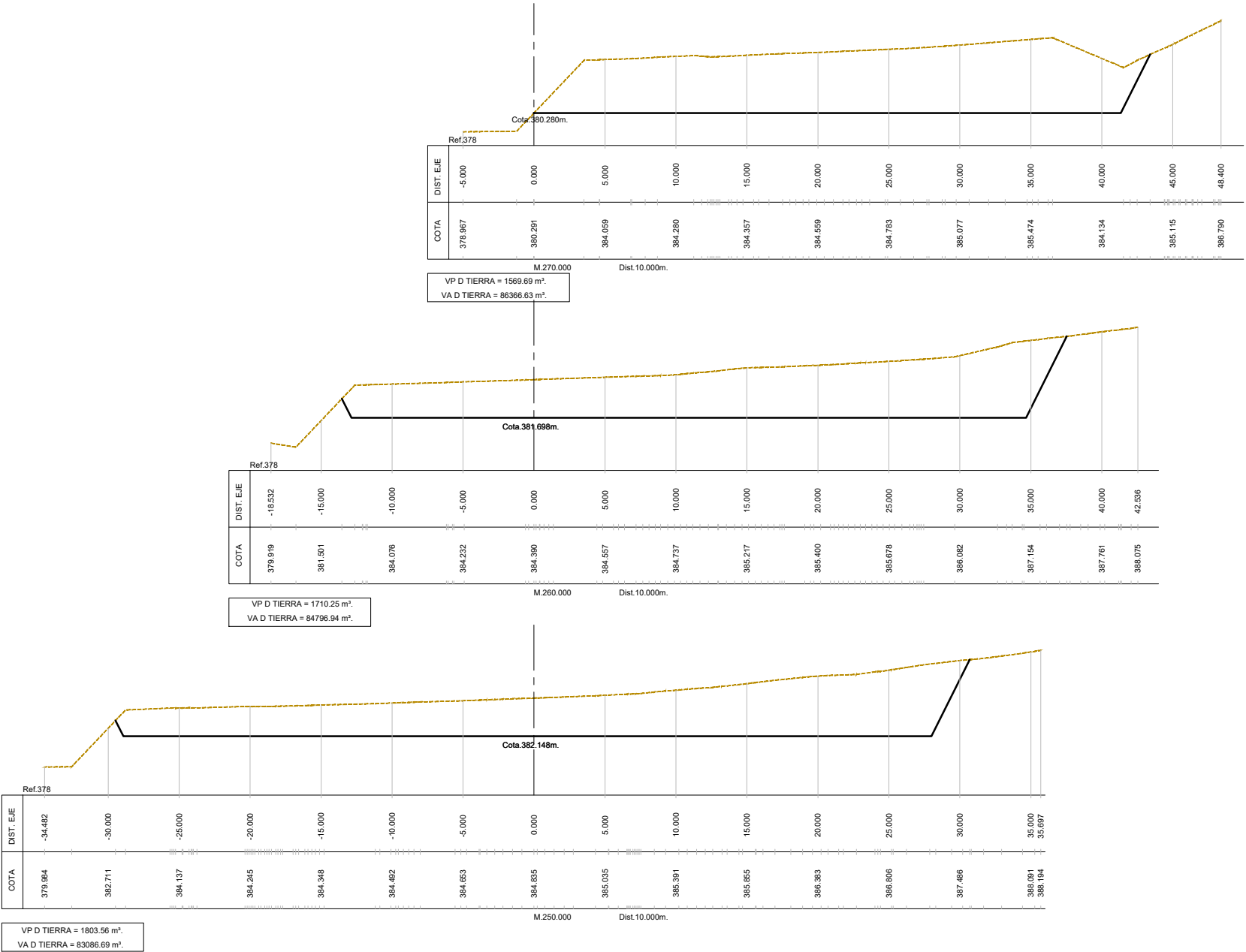


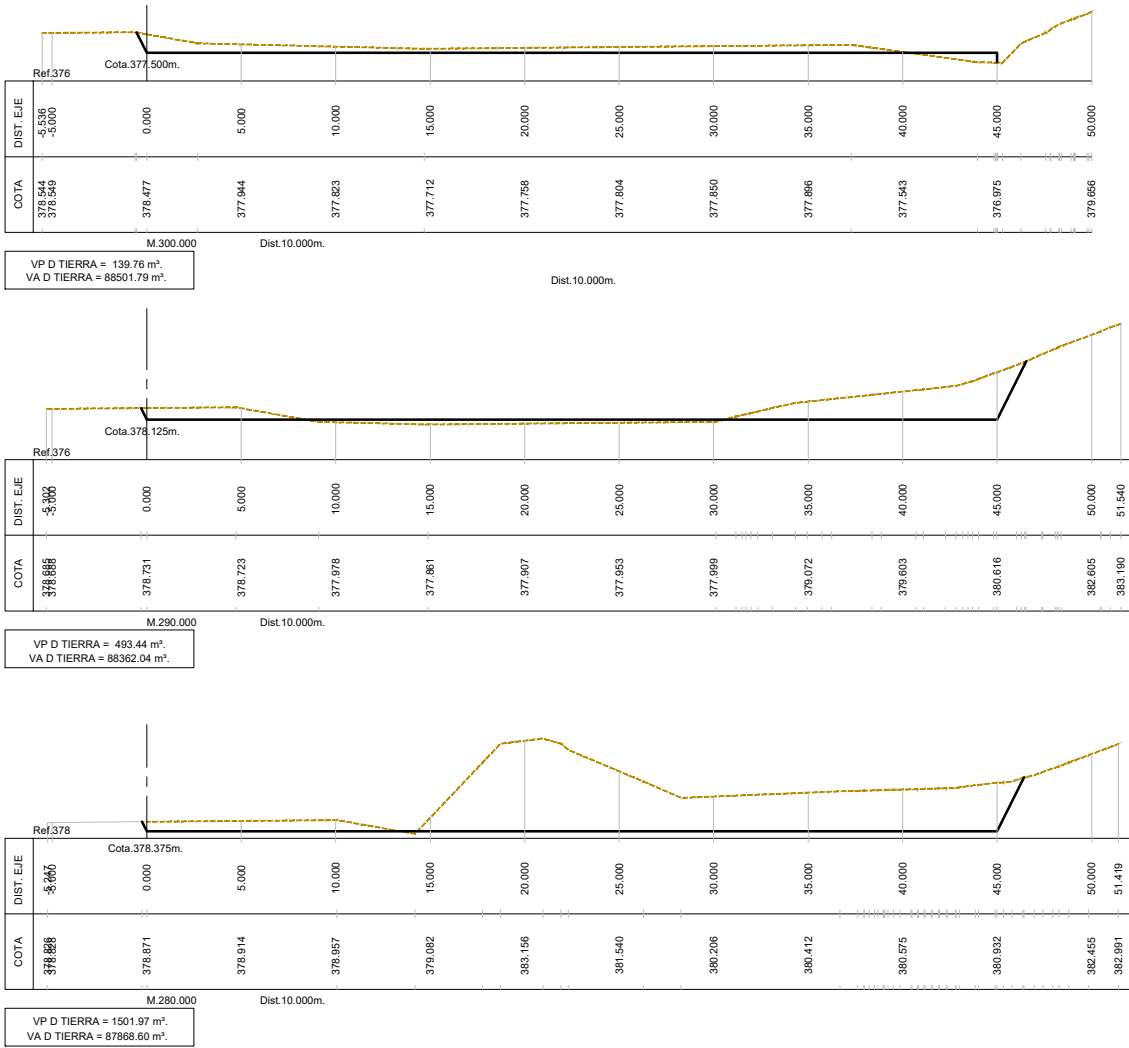


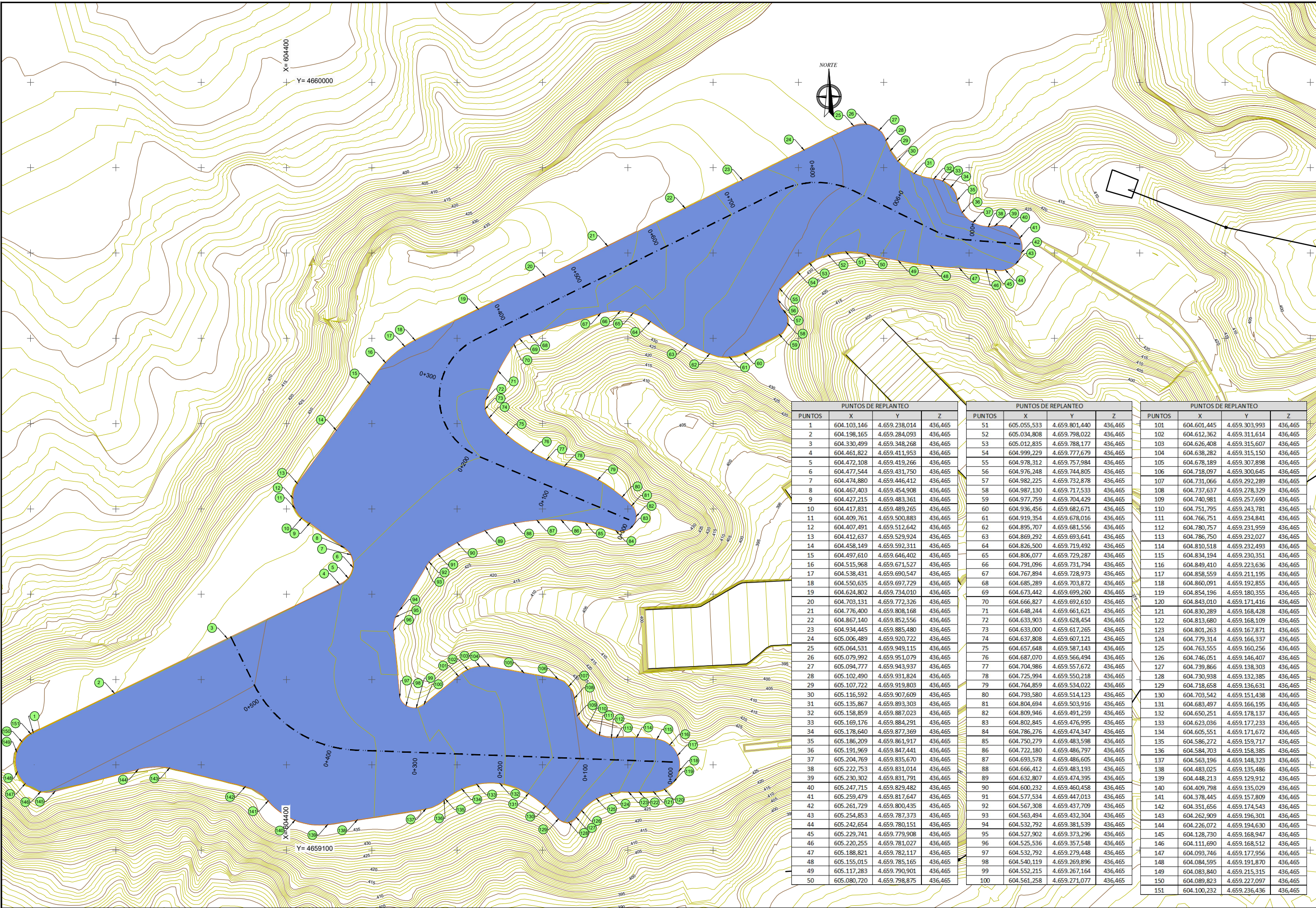












| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 604.103,146 | 4.659.238,014 | 436,465 |
| 2 | 604.198,165 | 4.659.284,093 | 436,465 |
| 3 | 604.330,499 | 4.659.348,268 | 436,465 |
| 4 | 604.461,822 | 4.659.411,953 | 436,465 |
| 5 | 604.472,108 | 4.659.419,266 | 436,465 |
| 6 | 604.477,544 | 4.659.431,750 | 436,465 |
| 7 | 604.474,880 | 4.659.446,412 | 436,465 |
| 8 | 604.467,403 | 4.659.454,908 | 436,465 |
| 9 | 604.427,215 | 4.659.483,361 | 436,465 |
| 10 | 604.417,831 | 4.659.489,265 | 436,465 |
| 11 | 604.409,761 | 4.659.500,883 | 436,465 |
| 12 | 604.407,491 | 4.659.512,642 | 436,465 |
| 13 | 604.412,637 | 4.659.529,924 | 436,465 |
| 14 | 604.458,149 | 4.659.592,311 | 436,465 |
| 15 | 604.497,610 | 4.659.646,402 | 436,465 |
| 16 | 604.515,968 | 4.659.671,527 | 436,465 |
| 17 | 604.538,431 | 4.659.690,547 | 436,465 |
| 18 | 604.550,635 | 4.659.697,729 | 436,465 |
| 19 | 604.624,802 | 4.659.734,010 | 436,465 |
| 20 | 604.703,131 | 4.659.772,326 | 436,465 |
| 21 | 604.776,400 | 4.659.808,168 | 436,465 |
| 22 | 604.867,140 | 4.659.852,556 | 436,465 |
| 23 | 604.934,445 | 4.659.885,480 | 436,465 |
| 24 | 605.006,489 | 4.659.920,722 | 436,465 |
| 25 | 605.064,531 | 4.659.949,115 | 436,465 |
| 26 | 605.079,992 | 4.659.951,079 | 436,465 |
| 27 | 605.094,777 | 4.659.943,937 | 436,465 |
| 28 | 605.102,490 | 4.659.931,824 | 436,465 |
| 29 | 605.107,722 | 4.659.919,803 | 436,465 |
| 30 | 605.116,592 | 4.659.907,609 | 436,465 |
| 31 | 605.135,867 | 4.659.893,303 | 436,465 |
| 32 | 605.158,859 | 4.659.887,023 | 436,465 |
| 33 | 605.169,176 | 4.659.884,291 | 436,465 |
| 34 | 605.178,640 | 4.659.877,369 | 436,465 |
| 35 | 605.186,209 | 4.659.861,917 | 436,465 |
| 36 | 605.191,969 | 4.659.847,441 | 436,465 |
| 37 | 605.204,769 | 4.659.835,670 | 436,465 |
| 38 | 605.222,753 | 4.659.831,014 | 436,465 |
| 39 | 605.230,302 | 4.659.831,791 | 436,465 |
| 40 | 605.247,715 | 4.659.829,482 | 436,465 |
| 41 | 605.259,479 | 4.659.817,647 | 436,465 |
| 42 | 605.261,729 | 4.659.800,435 | 436,465 |
| 43 | 605.254,853 | 4.659.787,373 | 436,465 |
| 44 | 605.242,654 | 4.659.780,151 | 436,465 |
| 45 | 605.229,741 | 4.659.779,908 | 436,465 |
| 46 | 605.220,255 | 4.659.781,027 | 436,465 |
| 47 | 605.188,821 | 4.659.782,117 | 436,465 |
| 48 | 605.155,015 | 4.659.785,165 | 436,465 |
| 49 | 605.117,283 | 4.659.790,901 | 436,465 |
| 50 | 605.080,720 | 4.659.798,875 | 436,465 |

| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 51 | 605.055,533 | 4.659.801,440 | 436,465 |
| 52 | 605.034,808 | 4.659.798,022 | 436,465 |
| 53 | 605.012,835 | 4.659.788,177 | 436,465 |
| 54 | 604.999,229 | 4.659.777,679 | 436,465 |
| 55 | 604.978,312 | 4.659.757,984 | 436,465 |
| 56 | 604.976,248 | 4.659.744,805 | 436,465 |
| 57 | 604.982,225 | 4.659.732,878 | 436,465 |
| 58 | 604.987,130 | 4.659.717,533 | 436,465 |
| 59 | 604.977,759 | 4.659.704,429 | 436,465 |
| 60 | 604.936,456 | 4.659.682,671 | 436,465 |
| 61 | 604.919,354 | 4.659.678,016 | 436,465 |
| 62 | 604.895,707 | 4.659.681,556 | 436,465 |
| 63 | 604.869,292 | 4.659.693,641 | 436,465 |
| 64 | 604.826,500 | 4.659.719,492 | 436,465 |
| 65 | 604.806,077 | 4.659.729,287 | 436,465 |
| 66 | 604.791,096 | 4.659.731,794 | 436,465 |
| 67 | 604.767,894 | 4.659.728,973 | 436,465 |
| 68 | 604.685,289 | 4.659.703,872 | 436,465 |
| 69 | 604.673,442 | 4.659.699,260 | 436,465 |
| 70 | 604.666,827 | 4.659.692,610 | 436,465 |
| 71 | 604.648,244 | 4.659.661,621 | 436,465 |
| 72 | 604.633,903 | 4.659.628,454 | 436,465 |
| 73 | 604.633,000 | 4.659.617,265 | 436,465 |
| 74 | 604.637,808 | 4.659.607,121 | 436,465 |
| 75 | 604.657,648 | 4.659.587,143 | 436,465 |
| 76 | 604.687,070 | 4.659.566,494 | 436,465 |
| 77 | 604.704,986 | 4.659.557,672 | 436,465 |
| 78 | 604.725,994 | 4.659.550,218 | 436,465 |
| 79 | 604.764,859 | 4.659.534,022 | 436,465 |
| 80 | 604.793,580 | 4.659.514,123 | 436,465 |
| 81 | 604.804,694 | 4.659.503,916 | 436,465 |
| 82 | 604.809,946 | 4.659.491,259 | 436,465 |
| 83 | 604.802,845 | 4.659.476,995 | 436,465 |
| 84 | 604.786,276 | 4.659.474,347 | 436,465 |
| 85 | 604.750,279 | 4.659.483,598 | 436,465 |
| 86 | 604.722,180 | 4.659.486,797 | 436,465 |
| 87 | 604.693,578 | 4.659.486,605 | 436,465 |
| 88 | 604.666,412 | 4.659.483,193 | 436,465 |
| 89 | 604.632,807 | 4.659.474,395 | 436,465 |
| 90 | 604.600,232 | 4.659.460,458 | 436,465 |
| 91 | 604.577,534 | 4.659.447,013 | 436,465 |
| 92 | 604.567,308 | 4.659.437,709 | 436,465 |
| 93 | 604.563,494 | 4.659.432,304 | 436,465 |
| 94 | 604.532,792 | 4.659.381,539 | 436,465 |
| 95 | 604.527,902 | 4.659.373,296 | 436,465 |
| 96 | 604.525,536 | 4.659.357,548 | 436,465 |
| 97 | 604.532,792 | 4.659.279,448 | 436,465 |
| 98 | 604.540,119 | 4.659.269,896 | 436,465 |
| 99 | 604.552,215 | 4.659.267,164 | 436,465 |
| 100 | 604.561,258 | 4.659.271,077 | 436,465 |

| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 101 | 604.601,445 | 4.659.303,993 | 436,465 |
| 102 | 604.612,362 | 4.659.311,614 | 436,465 |
| 103 | 604.626,408 | 4.659.315,607 | 436,465 |
| 104 | 604.638,282 | 4.659.315,150 | 436,465 |
| 105 | 604.678,189 | 4.659.307,898 | 436,465 |
| 106 | 604.718,097 | 4.659.300,645 | 436,465 |
| 107 | 604.731,066 | 4.659.292,289 | 436,465 |
| 108 | 604.737,637 | 4.659.278,329 | 436,465 |
| 109 | 604.740,981 | 4.659.257,690 | 436,465 |
| 110 | 604.751,795 | 4.659.243,781 | 436,465 |
| 111 | 604.766,751 | 4.659.234,841 | 436,465 |
| 112 | 604.780,757 | 4.659.231,959 | 436,465 |
| 113 | 604.786,750 | 4.659.232,027 | 436,465 |
| 114 | 604.810,518 | 4.659.232,493 | 436,465 |
| 115 | 604.834,194 | 4.659.230,351 | 436,465 |
| 116 | 604.849,410 | 4.659.223,636 | 436,465 |
| 117 | 604.858,559 | 4.659.211,195 | 436,465 |
| 118 | 604.860,091 | 4.659.192,855 | 436,465 |
| 119 | 604.854,196 | 4.659.180,355 | 436,465 |
| 120 | 604.843,010 | 4.659.171,416 | 436,465 |
| 121 | 604.830,289 | 4.659.168,428 | 436,465 |
| 122 | 604.813,680 | 4.659.168,109 | 436,465 |
| 123 | 604.801,263 | 4.659.167,871 | 436,465 |
| 124 | 604.779,314 | 4.659.166,337 | 436,465 |
| 125 | 604.763,555 | 4.659.160,256 | 436,465 |
| 126 | 604.746,051 | 4.659.146,407 | 436,465 |
| 127 | 604.739,866 | 4.659.138,303 | 436,465 |
| 128 | 604.730,938 | 4.659.132,385 | 436,465 |
| 129 | 604.718,658 | 4.659.136,631 | 436,465 |
| 130 | 604.703,542 | 4.659.151,438 | 436,465 |
| 131 | 604.683,497 | 4.659.166,195 | 436,465 |
| 132 | 604.650,251 | 4.659.178,137 | 436,465 |
| 133 | 604.623,036 | 4.659.177,233 | 436,465 |
| 134 | 604.605,551 | 4.659.171,672 | 436,465 |
| 135 | 604.586,272 | 4.659.159,717 | 436,465 |
| 136 | 604.584,703 | 4.659.158,385 | 436,465 |
| 137 | 604.563,196 | 4.659.148,323 | 436,465 |
| 138 | 604.483,025 | 4.659.135,486 | 436,465 |
| 139 | 604.448,213 | 4.659.129,912 | 436,465 |
| 140 | 604.409,798 | 4.659.135,029 | 436,465 |
| 141 | 604.378,445 | 4.659.157,809 | 436,465 |
| 142 | 604.351,656 | 4.659.174,543 | 436,465 |
| 143 | 604.262,909 | 4.659.196,301 | 436,465 |
| 144 | 604.226,072 | 4.659.194,630 | 436,465 |
| 145 | 604.128,730 | 4.659.168,947 | 436,465 |
| 146 | 604.111,690 | 4.659.168,512 | 436,465 |
| 147 | 604.093,746 | 4.659.177,956 | 436,465 |
| 148 | 604.084,595 | 4.659.191,870 | 436,465 |
| 149 | 604.083,840 | 4.659.215,315 | 436,465 |
| 150 | 604.089,823 | 4.659.227,097 | 436,465 |
| 151 | 604.100,232 | 4.659.236,436 | 436,465 |



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Gobierno de Navarra



Canal de Navarra, s.a.

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA.

CLAVE:
CLAVE CANASA: CAN/P-CN-24
CLAVE MINISTERIO: 09.284-0016/2111

EMPRESA CONSULTORA
ep4sa
INGIOPSA

TÍTULO DEL ANEJO:
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA Balsa de Tudela

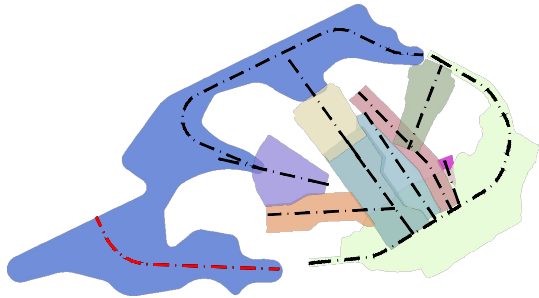
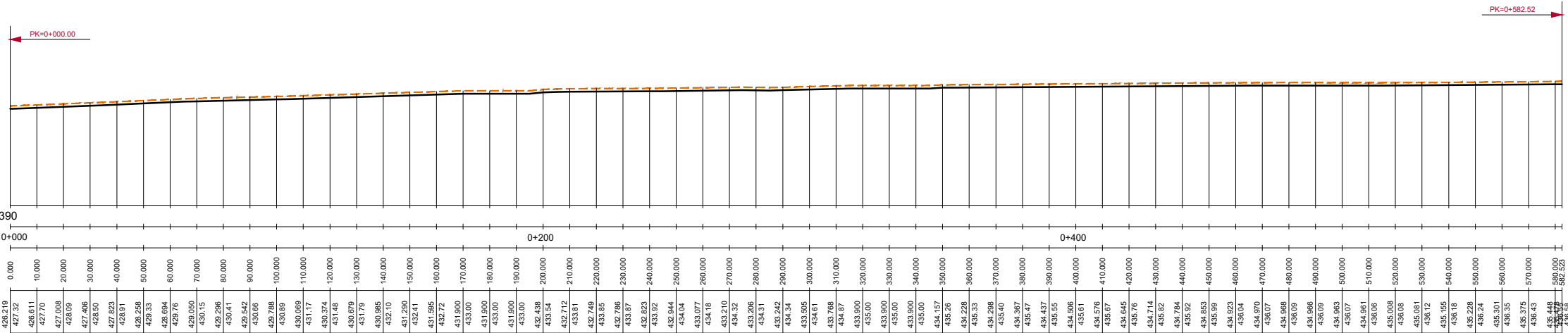
ESCALA DE ORIGINALES:
1:2000
0 10 20 30 40 m.
ORIGINALES: UNE A3

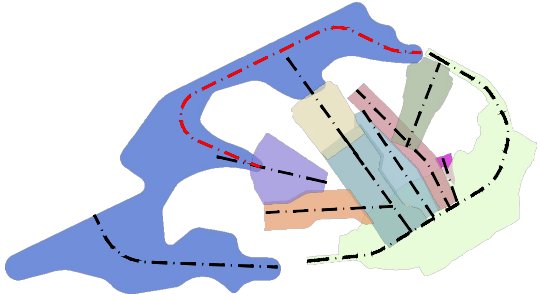
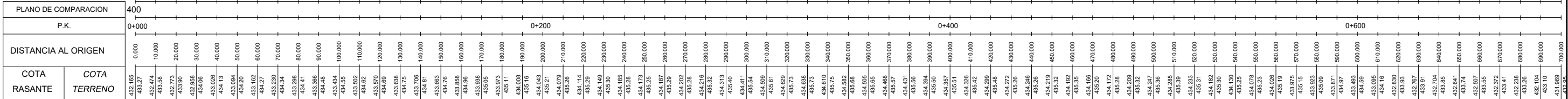
FECHA:
MARZO 2022

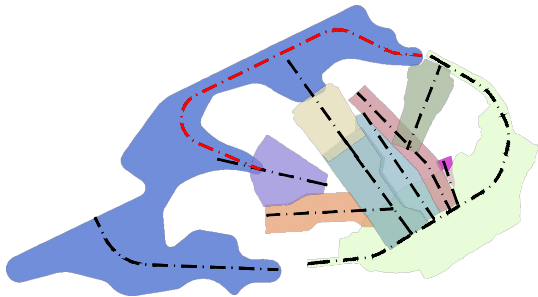
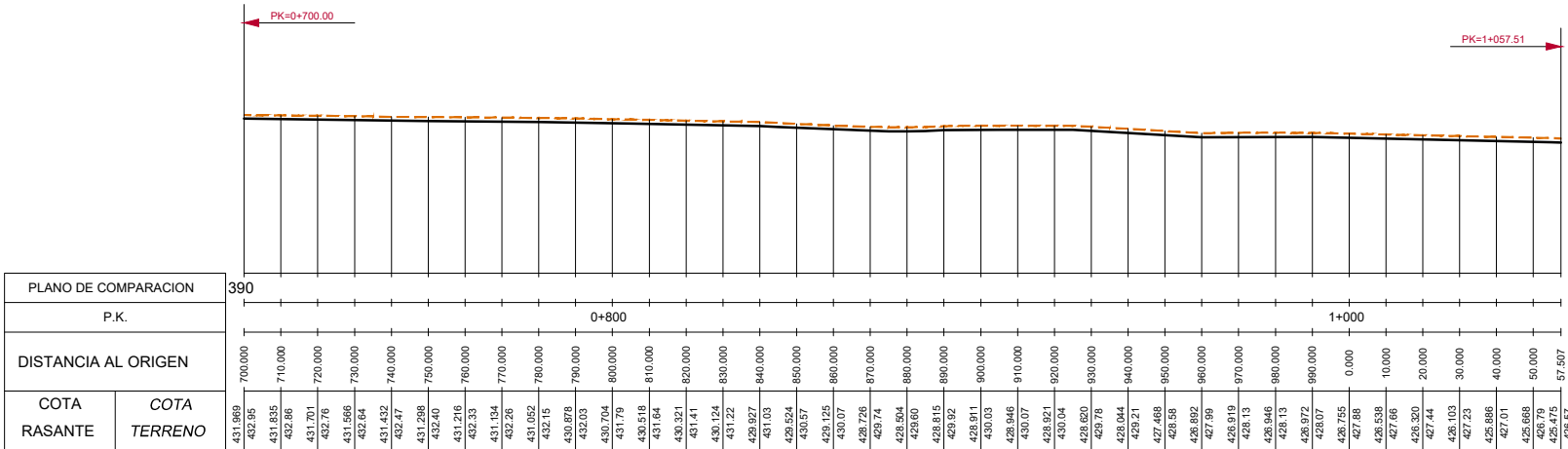
DESIGNACIÓN:
Balsa de Tudela
Préstamos
Gravas
Perfil longitudinal terraza 1:1
EJE 1

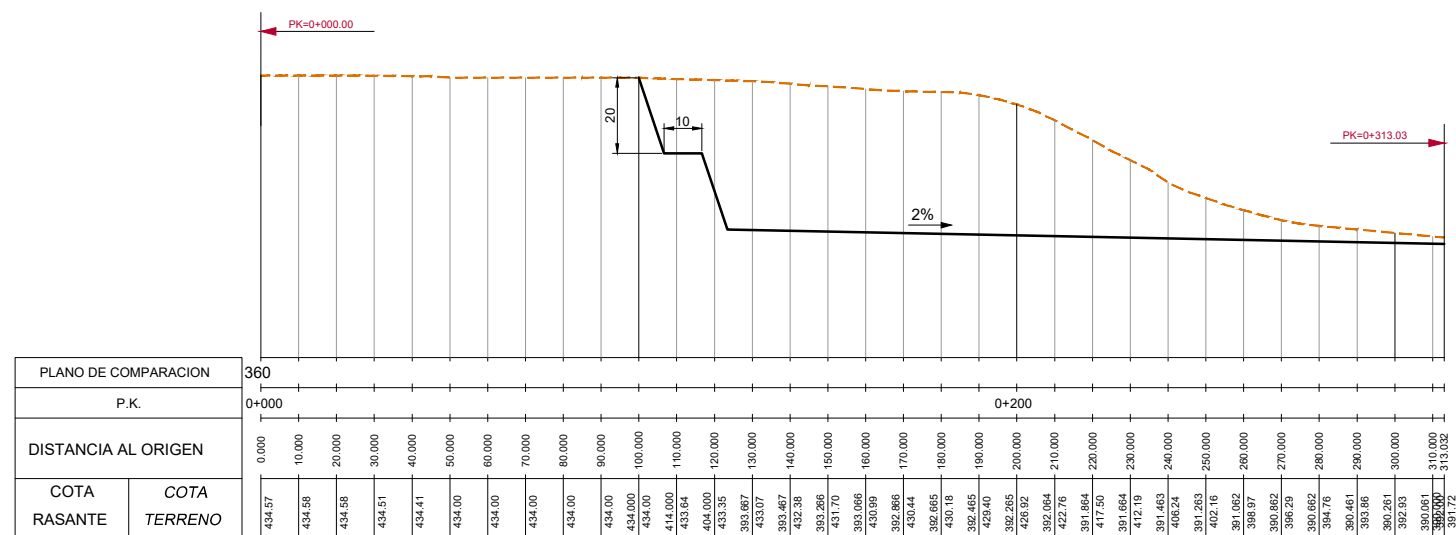
Nº. DE PLANO:
03
HOJA 02 DE 33

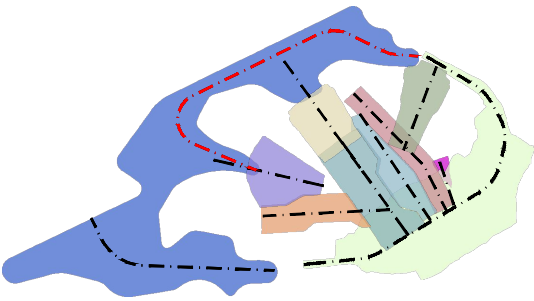
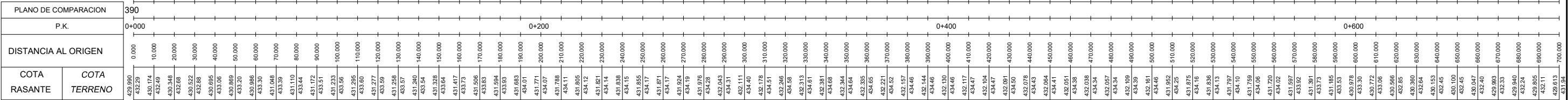
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |



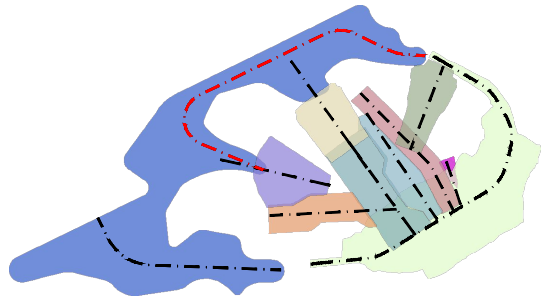
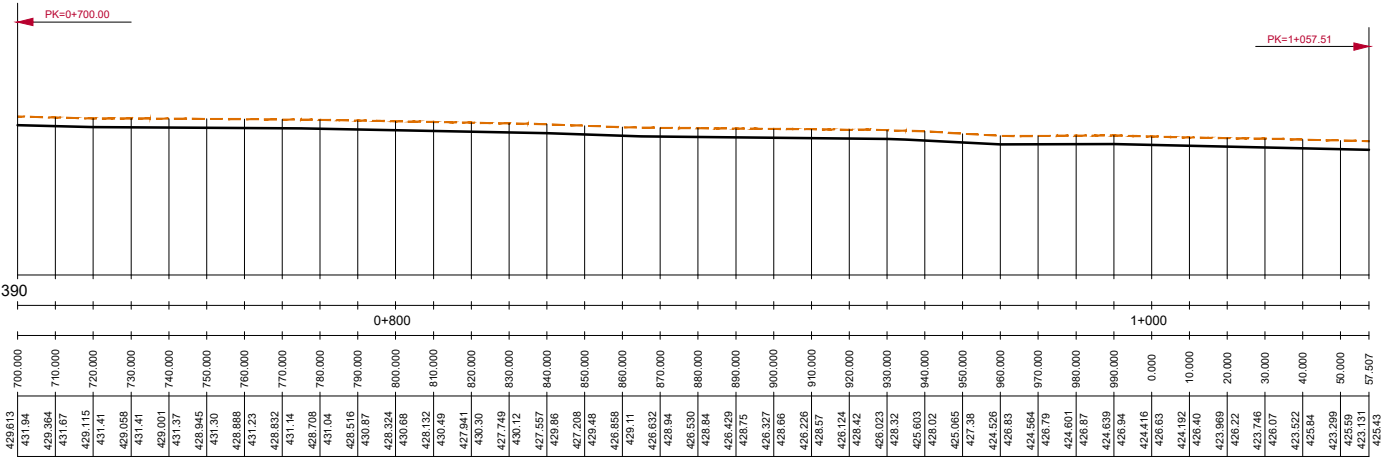


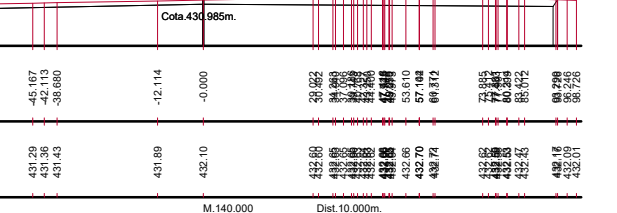
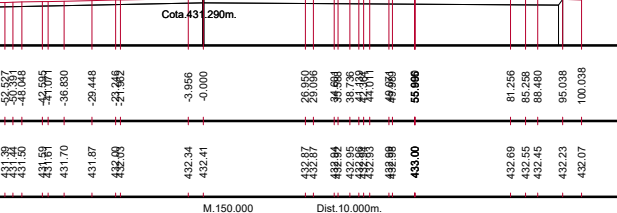
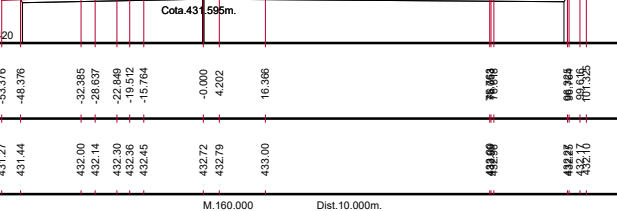
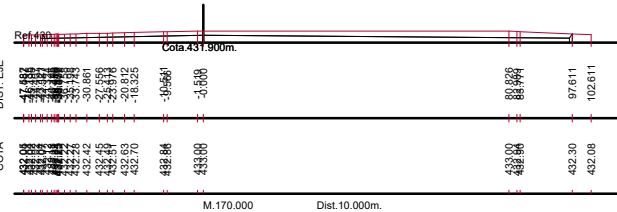
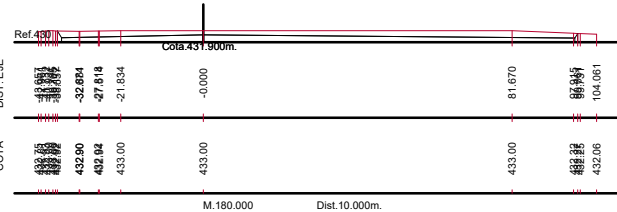
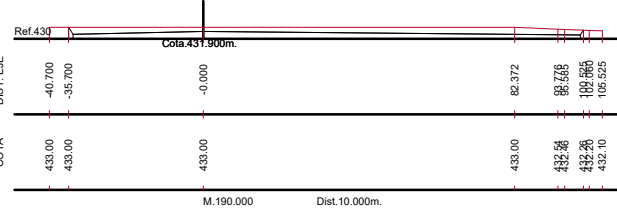
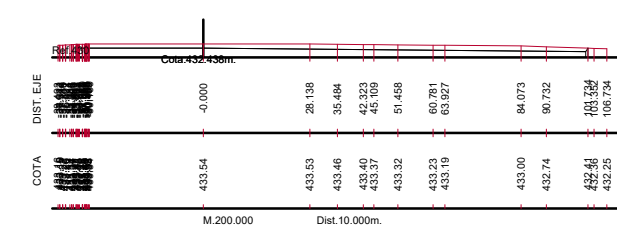
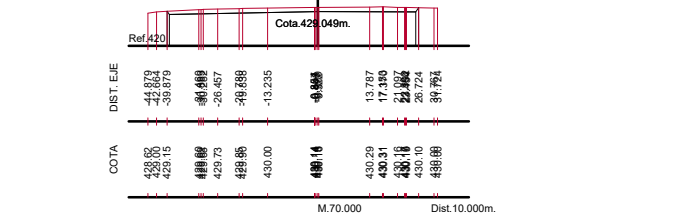
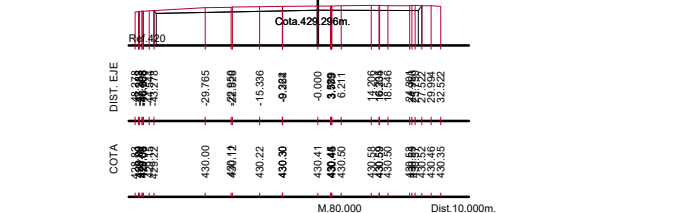
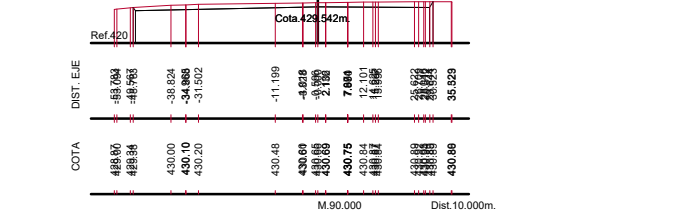
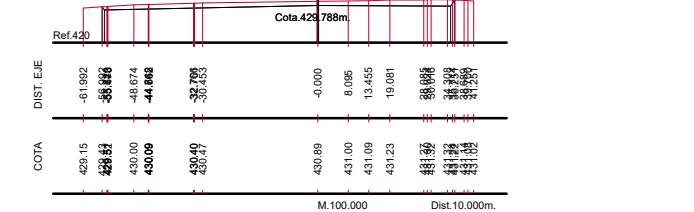
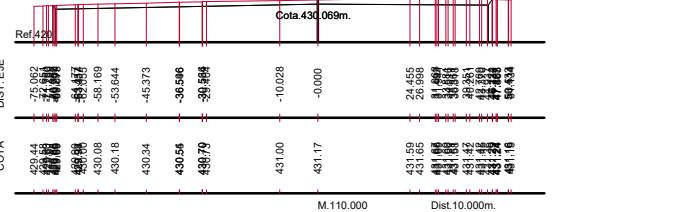
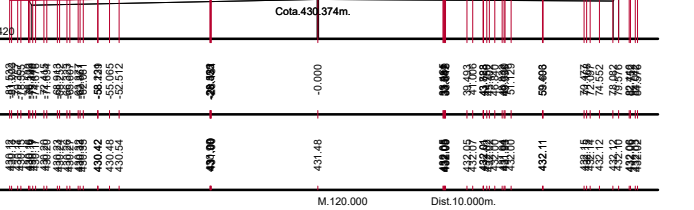
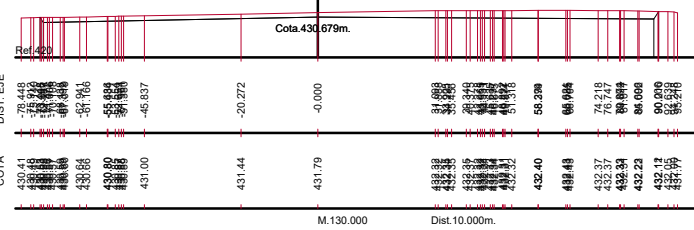
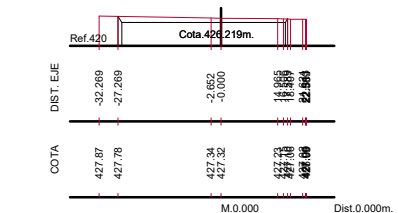
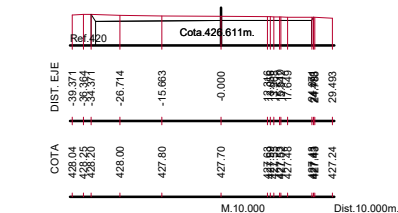
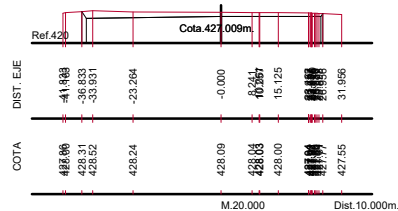
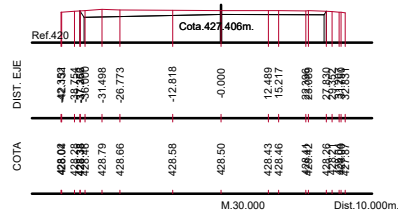
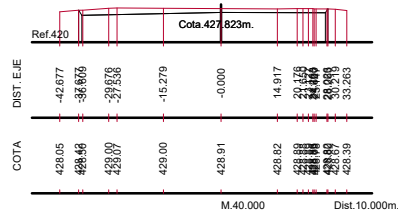
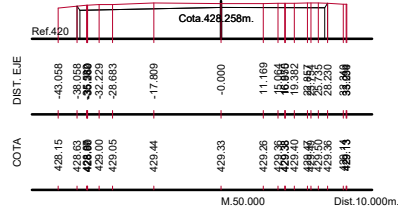
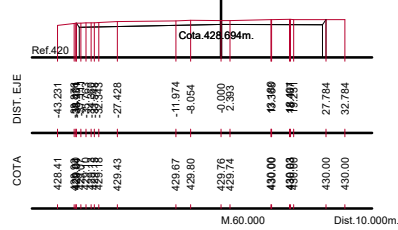


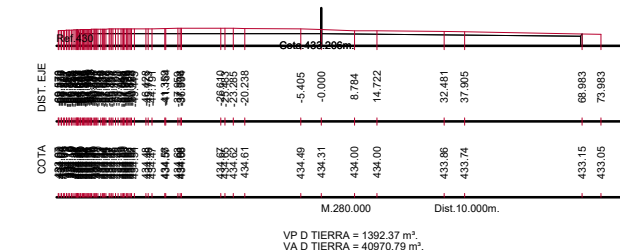
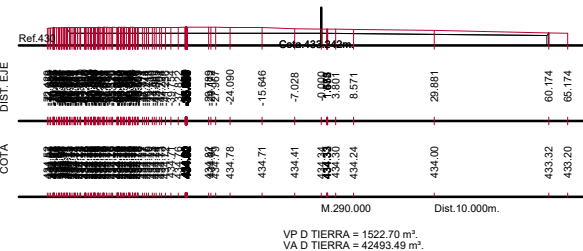
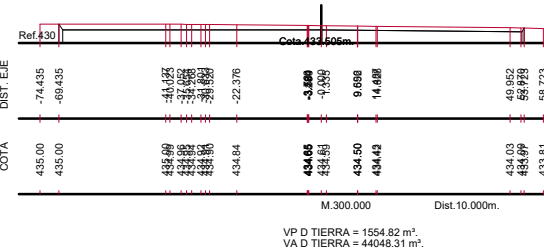
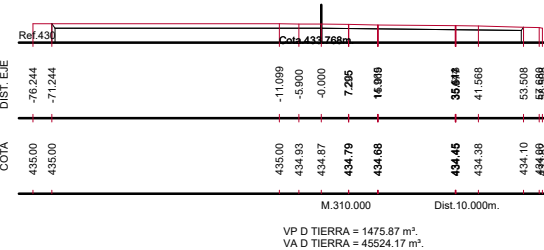
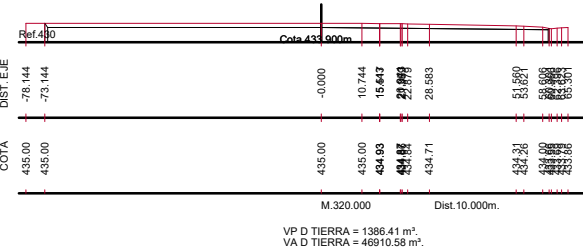
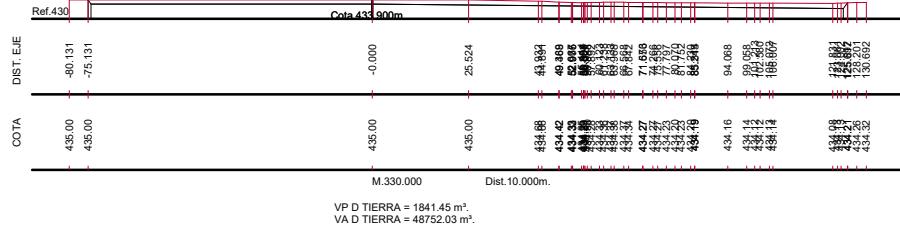
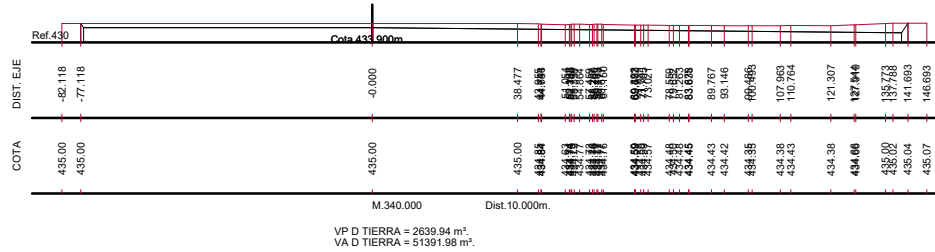
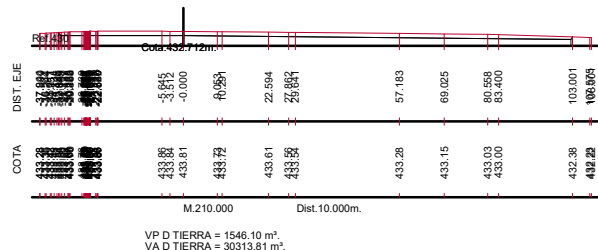
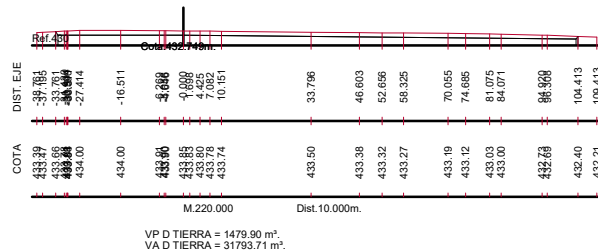
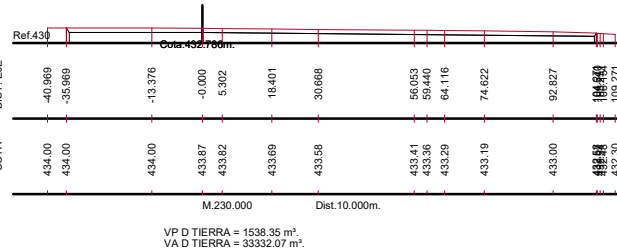
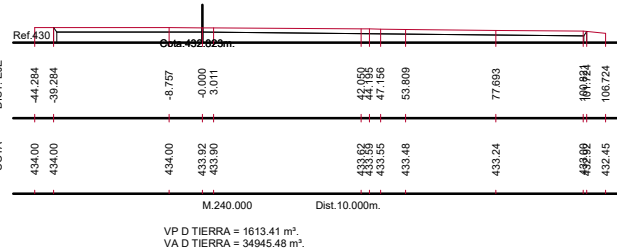
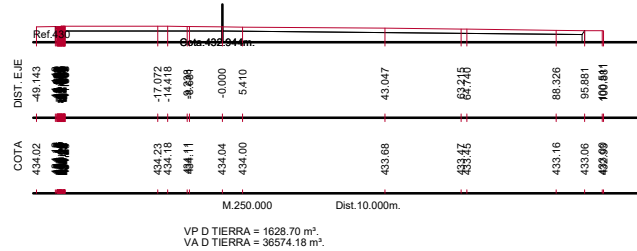
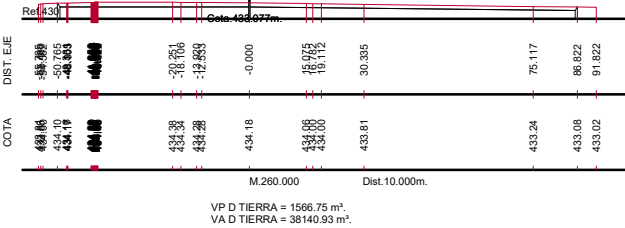
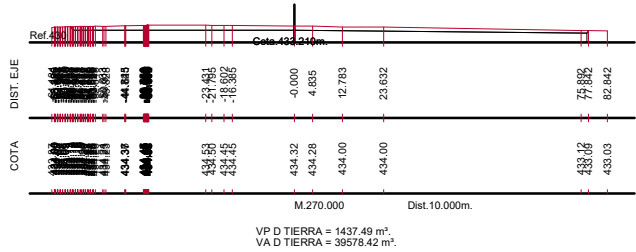


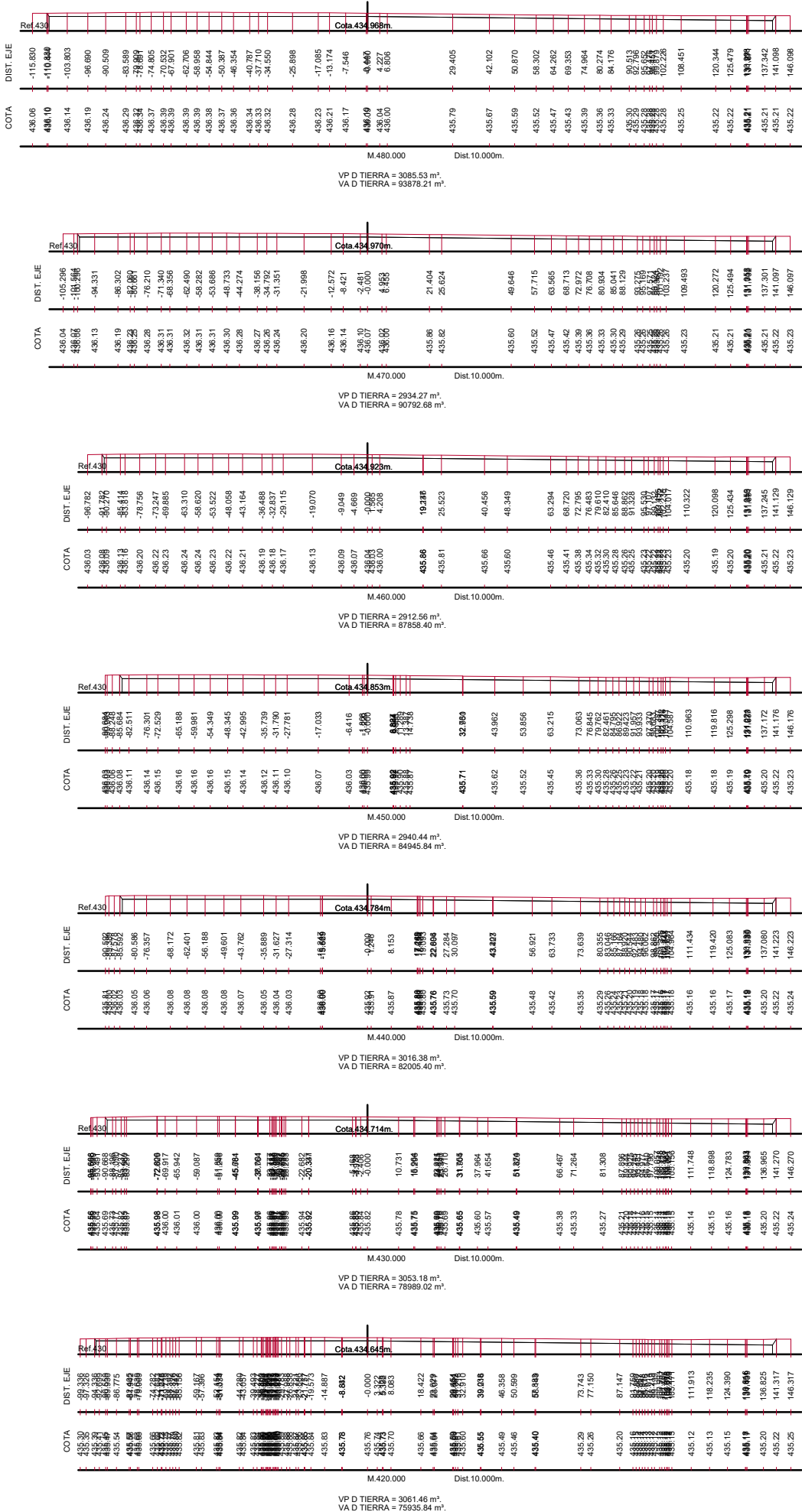
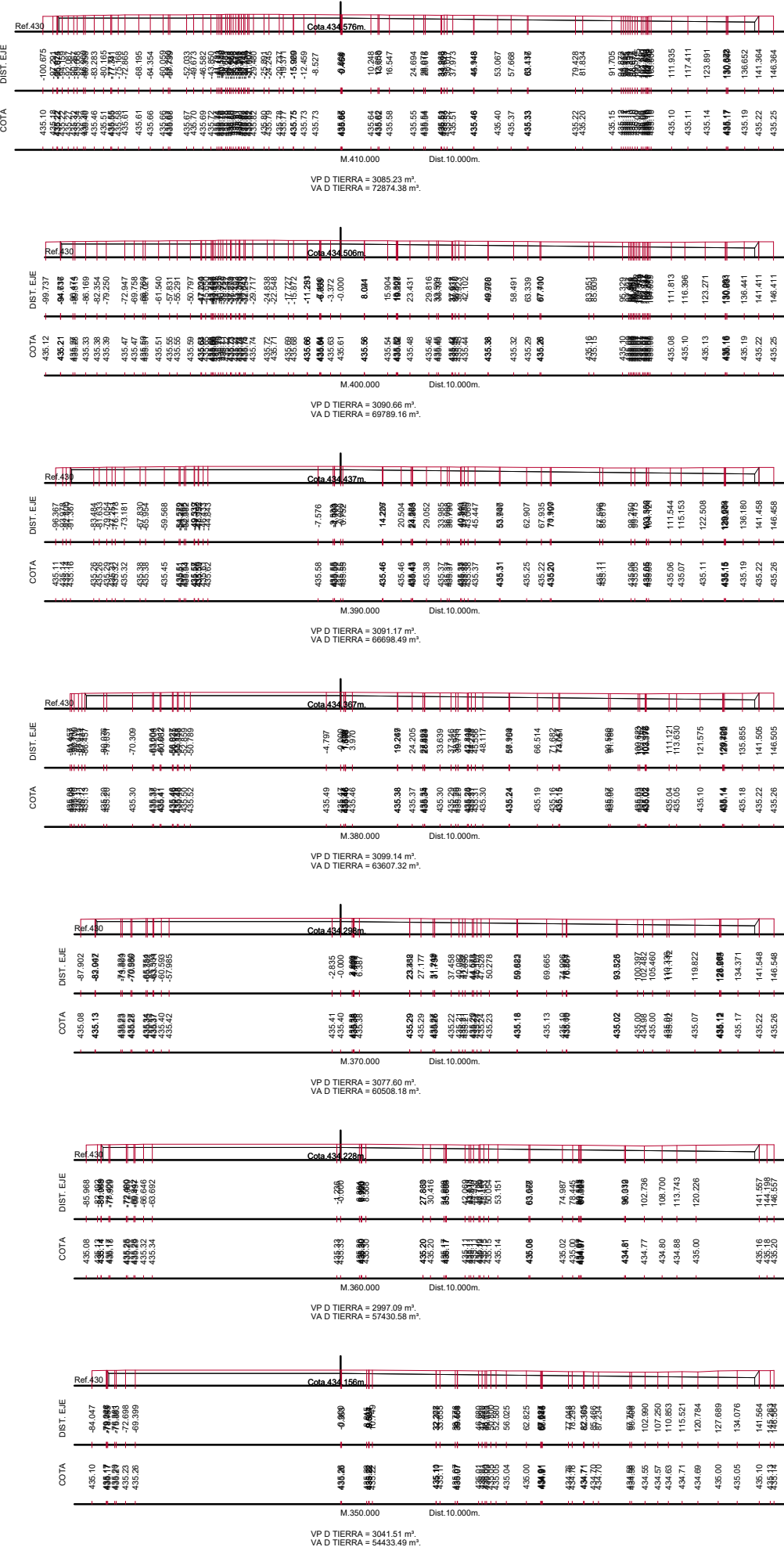


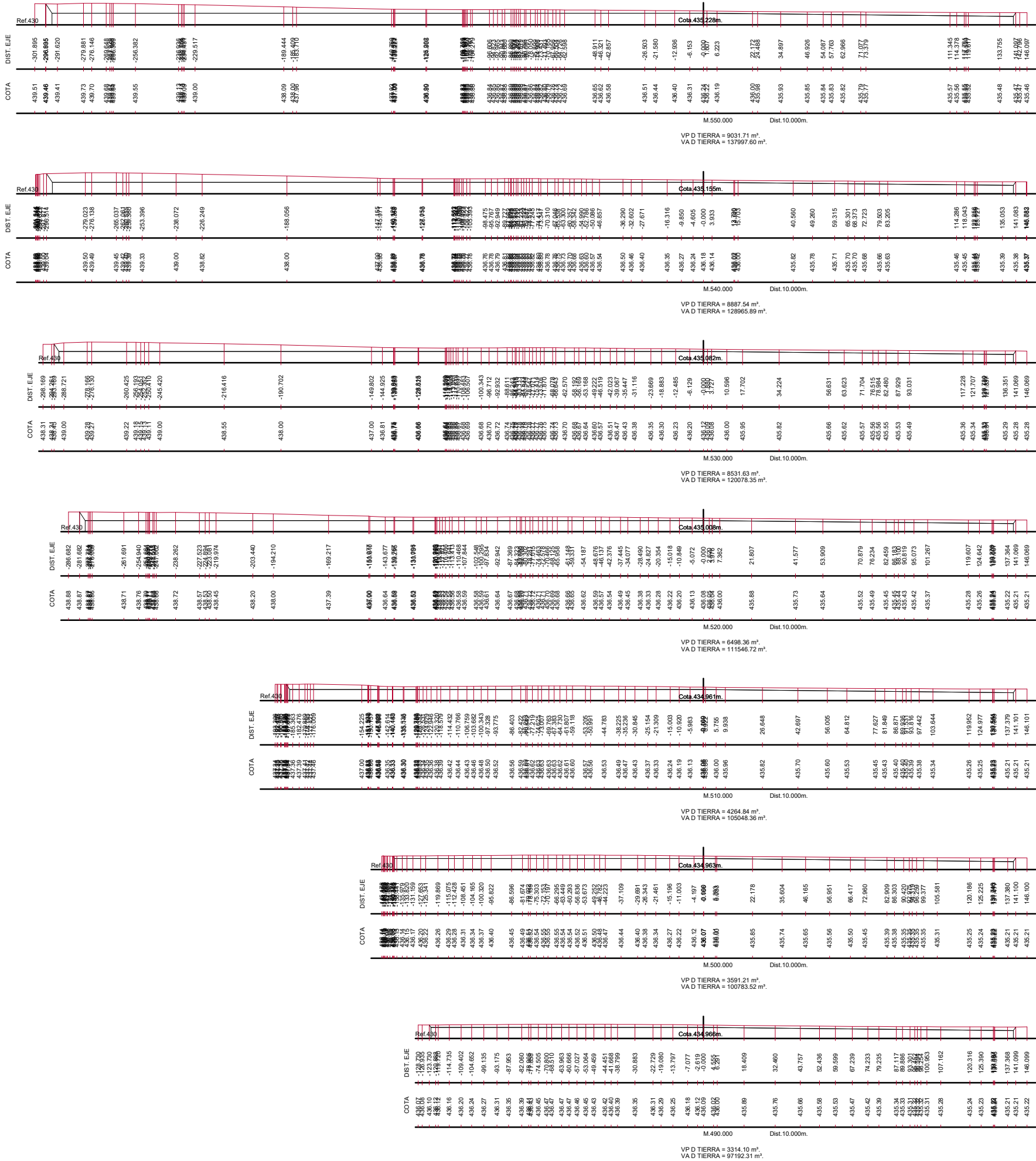
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |

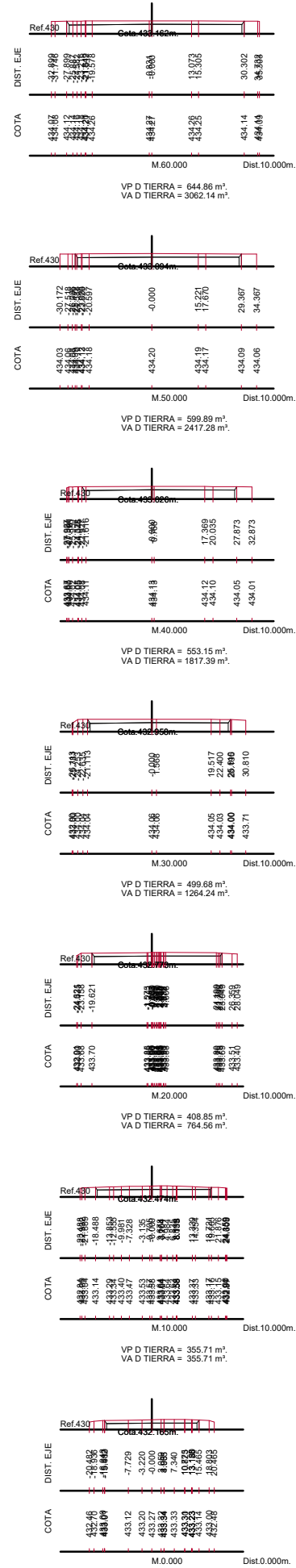


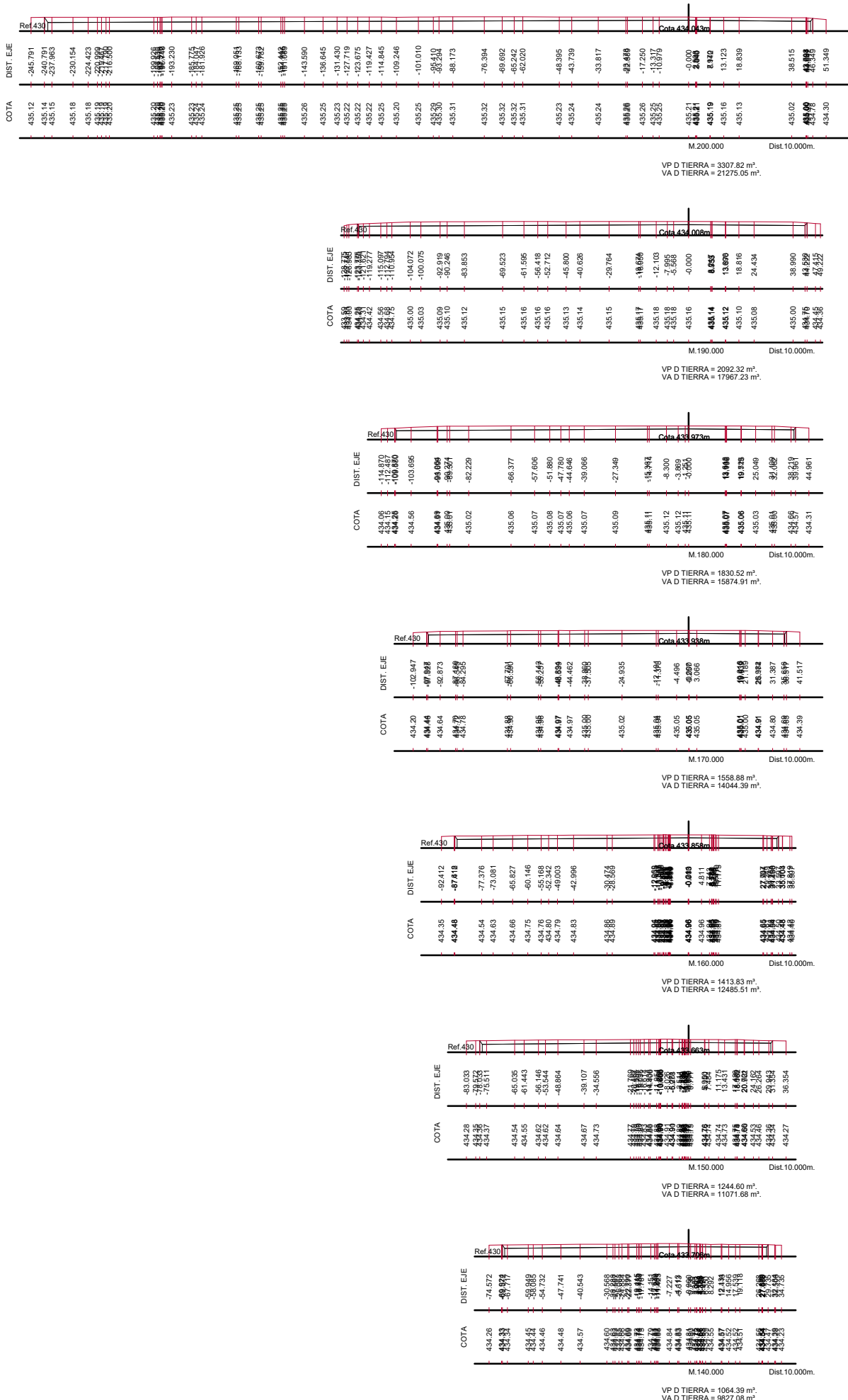


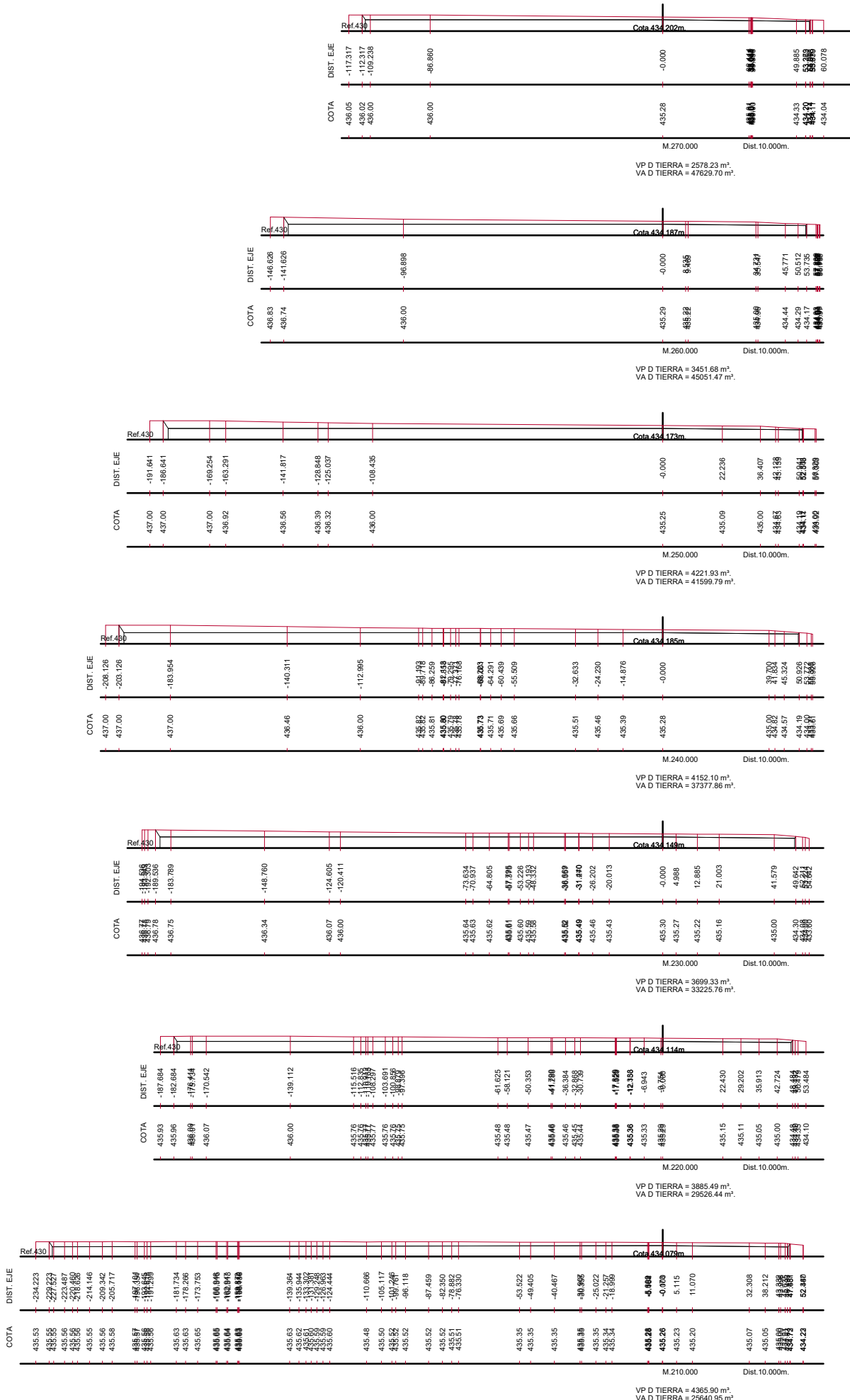


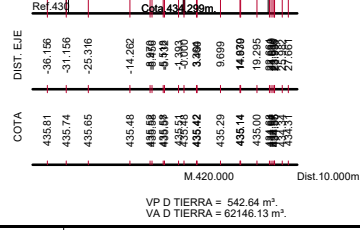
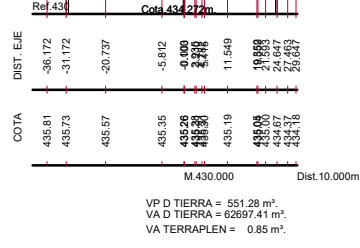
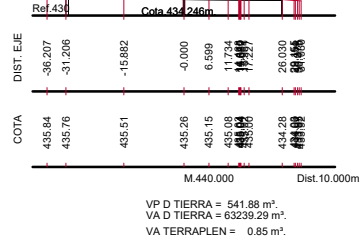
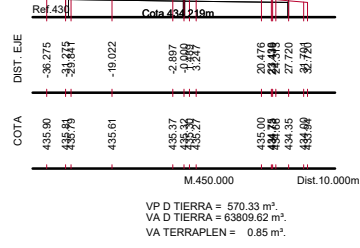
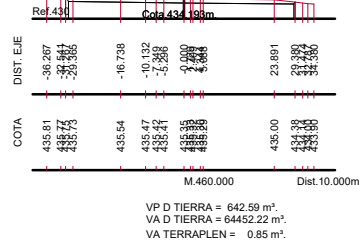
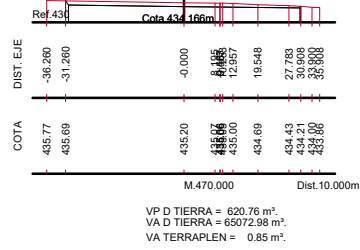
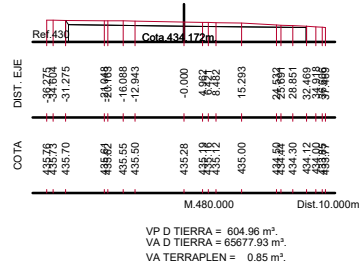
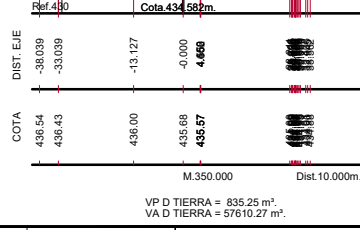
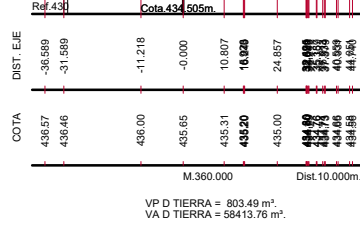
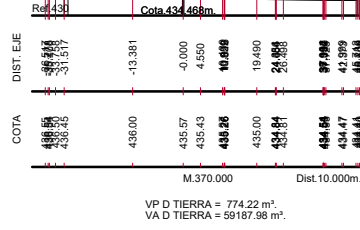
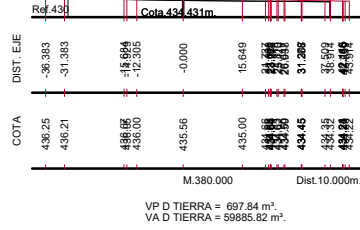
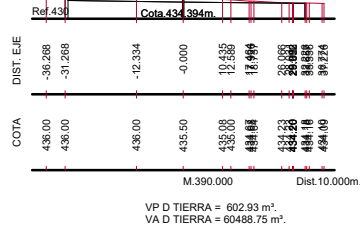
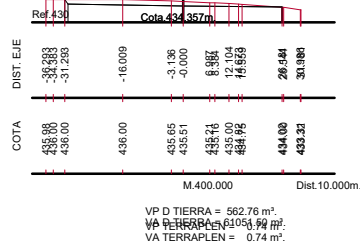
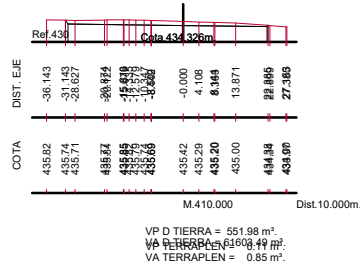
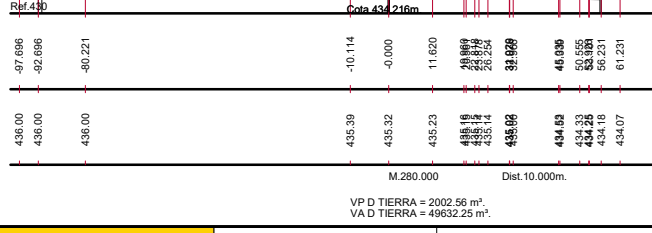
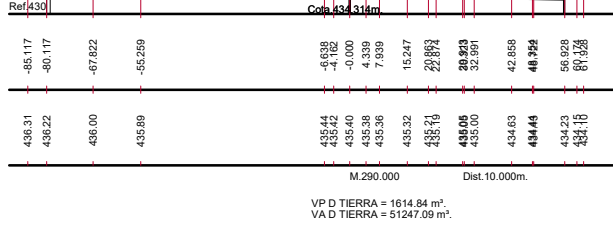
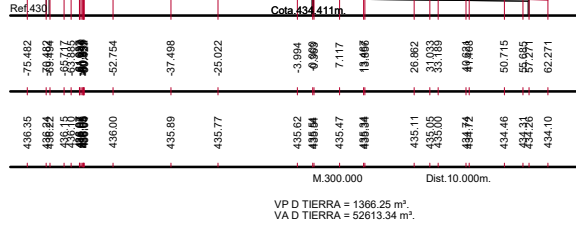
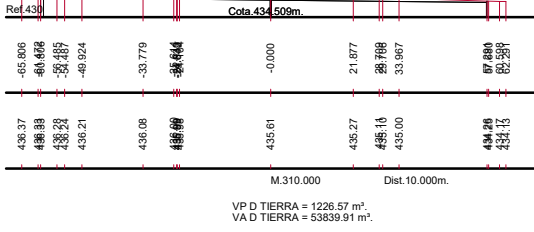
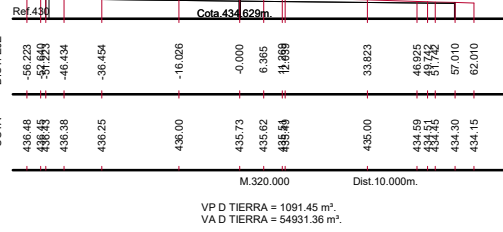
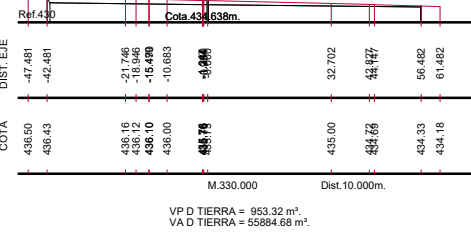
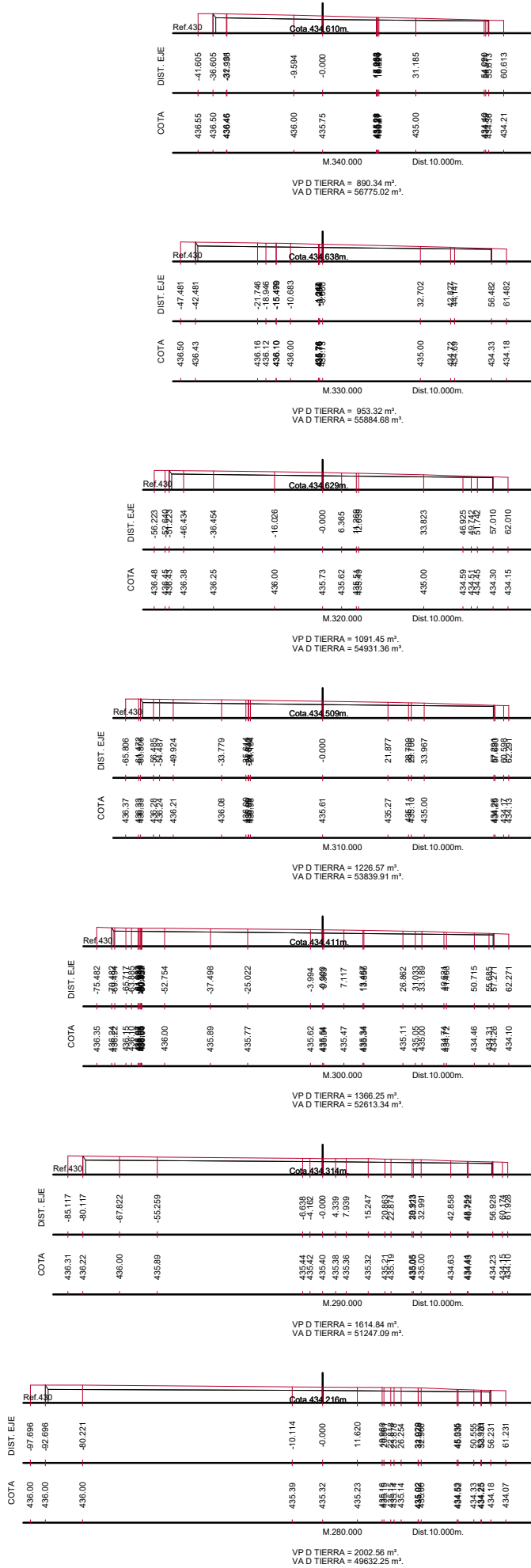


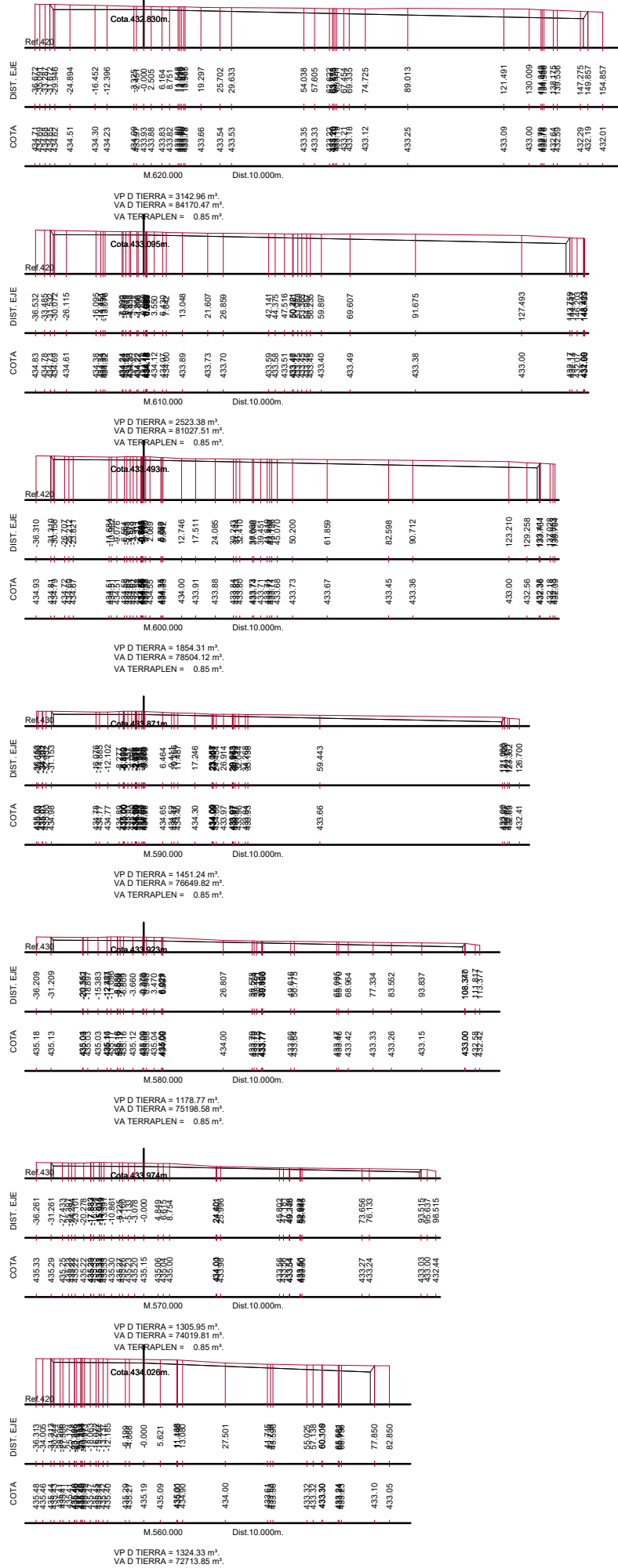
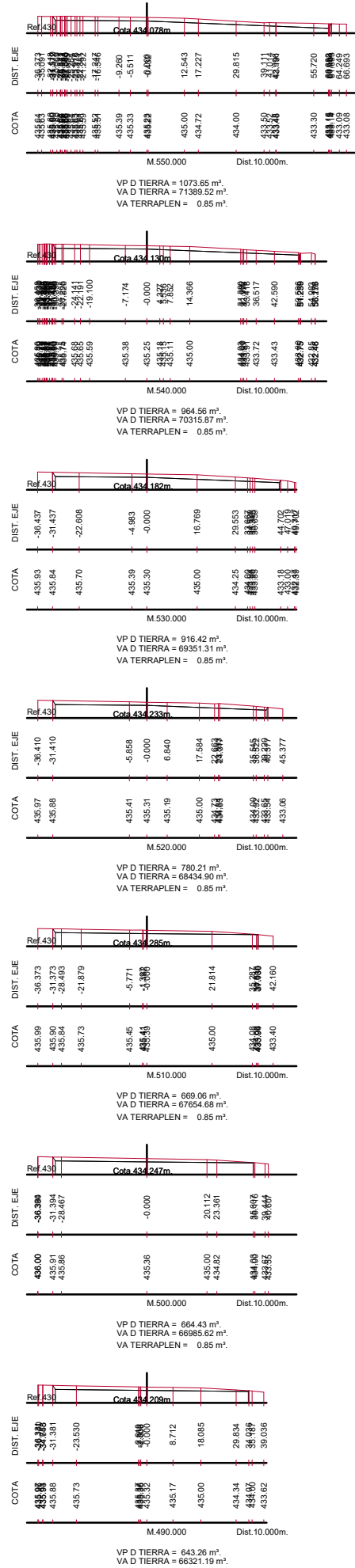


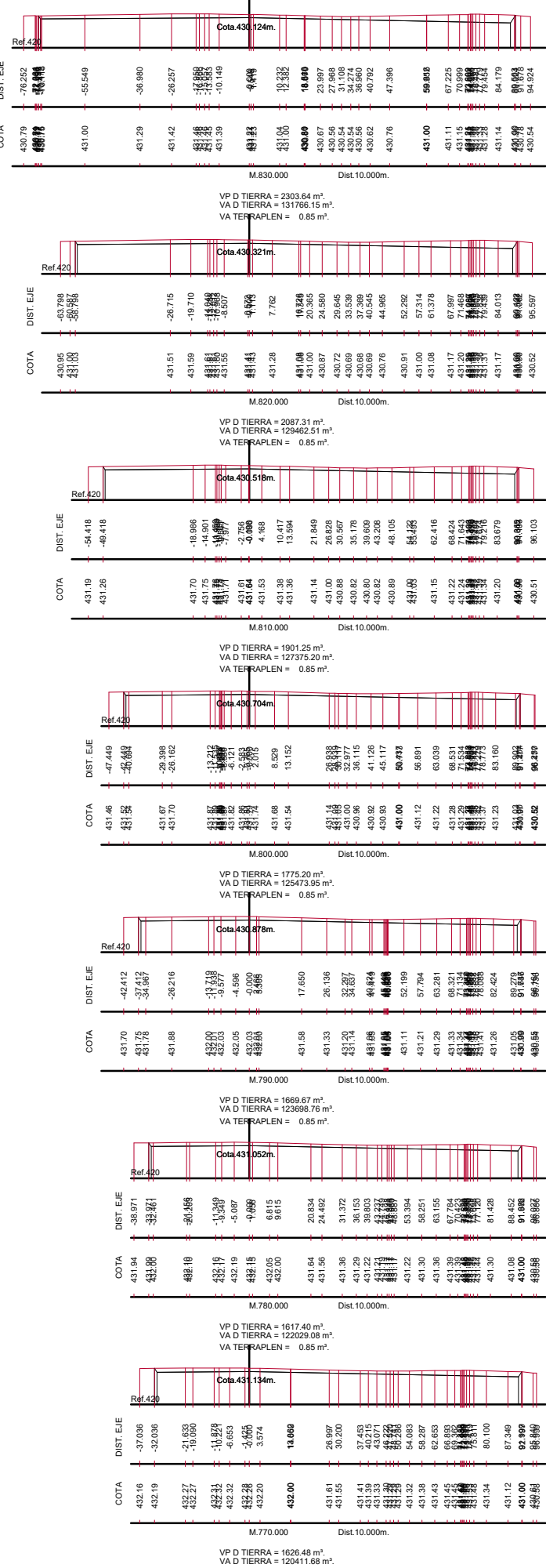
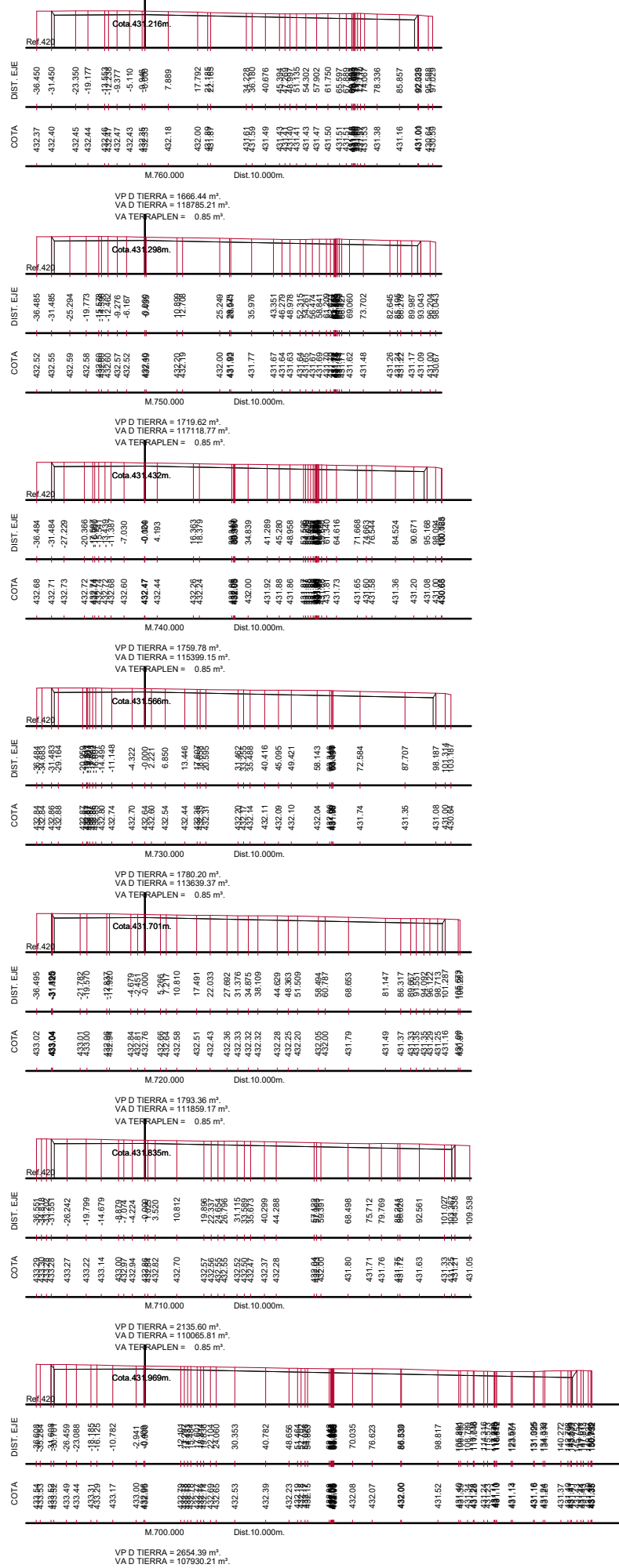
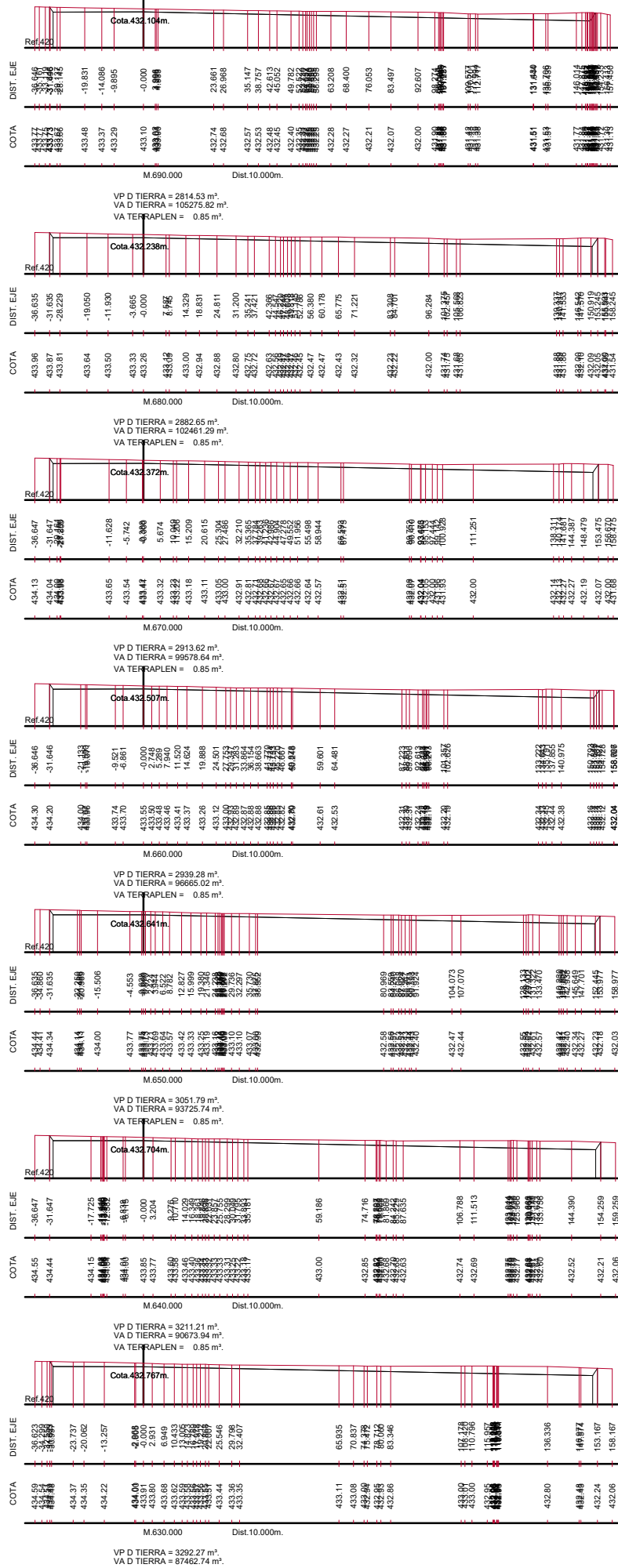


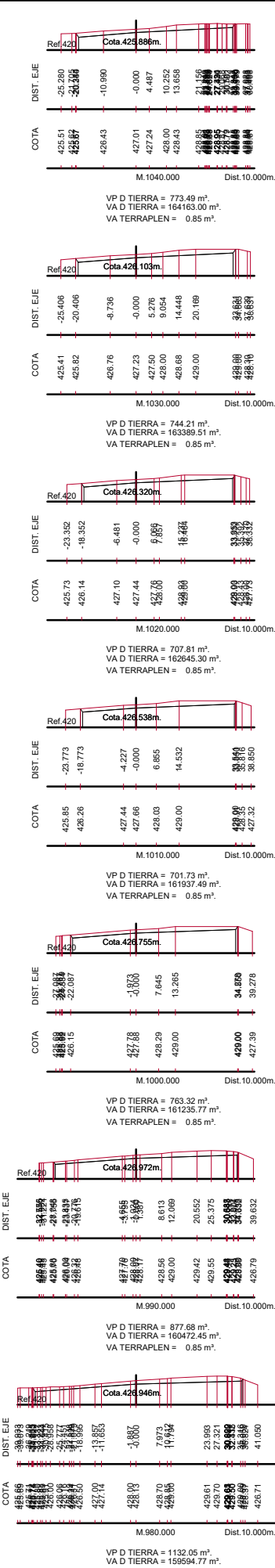
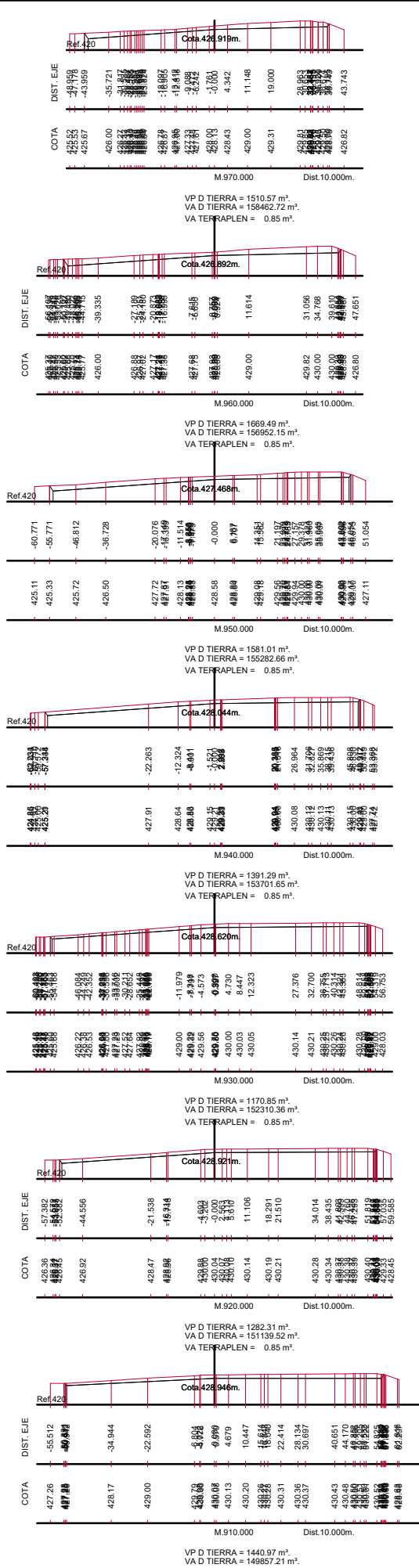
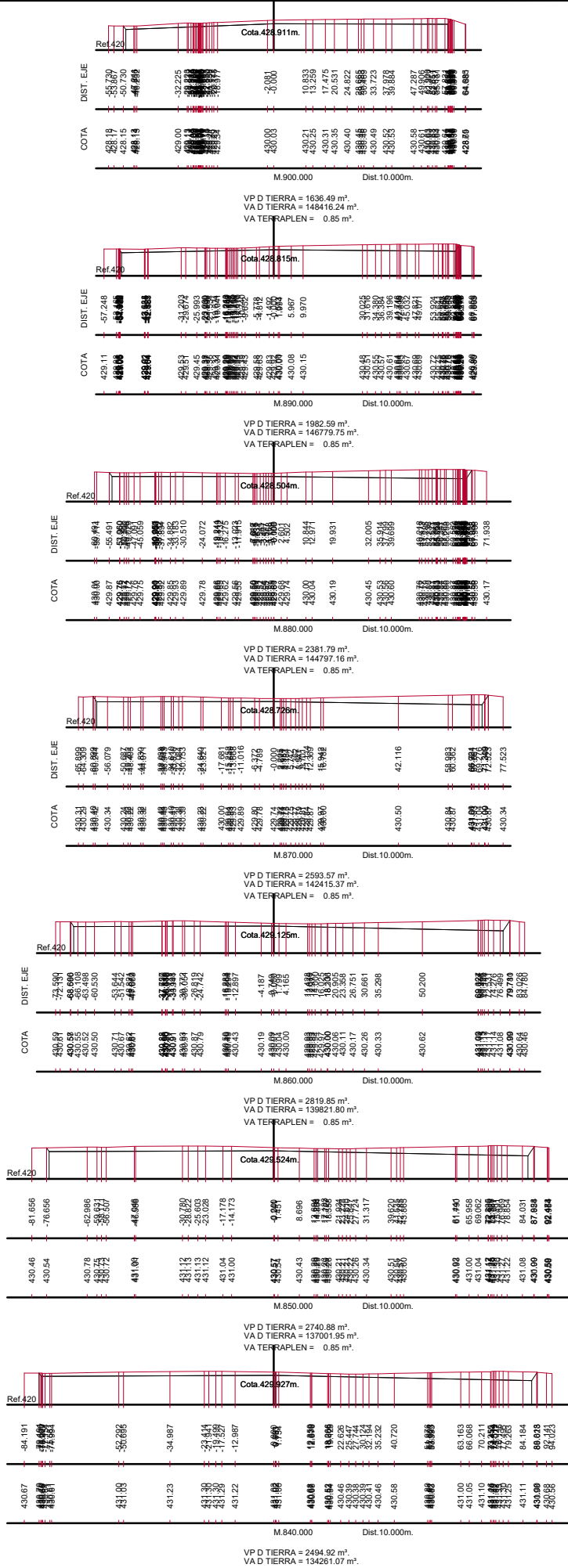


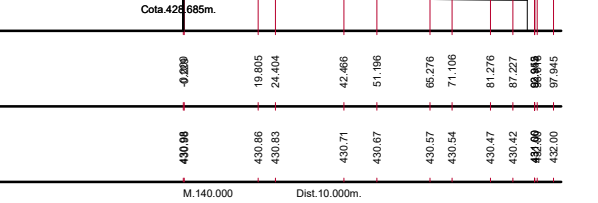
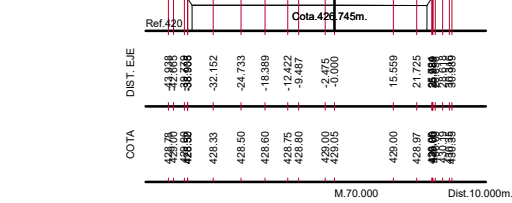
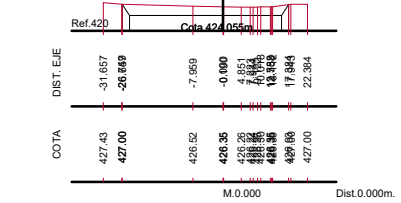
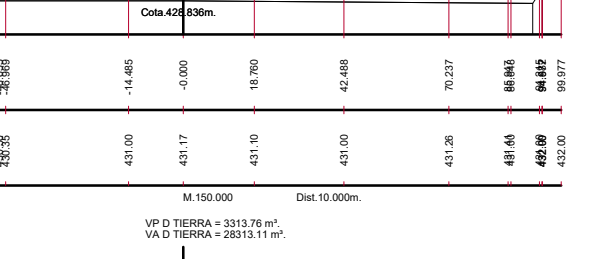
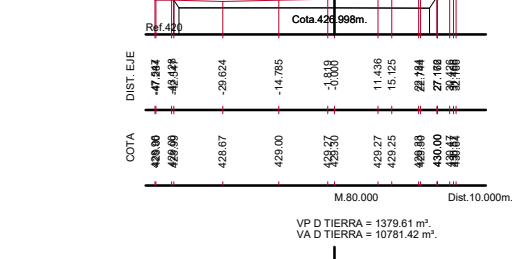
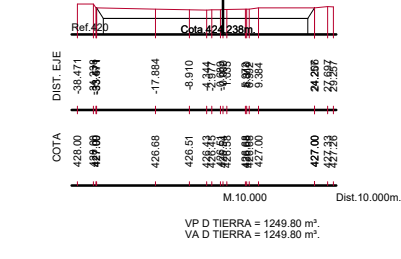
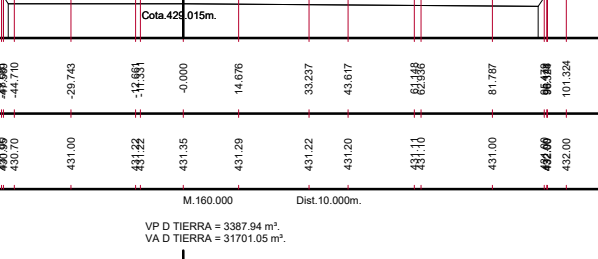
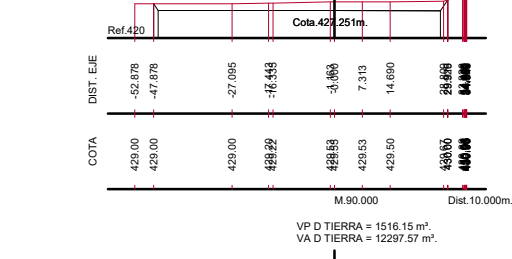
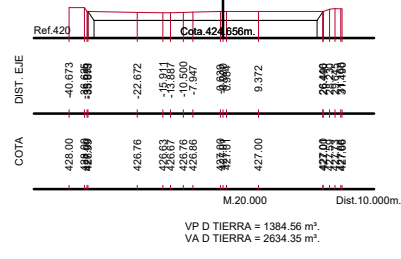
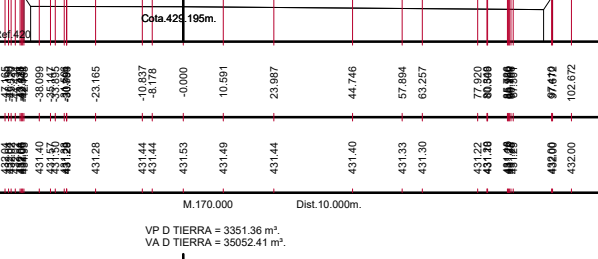
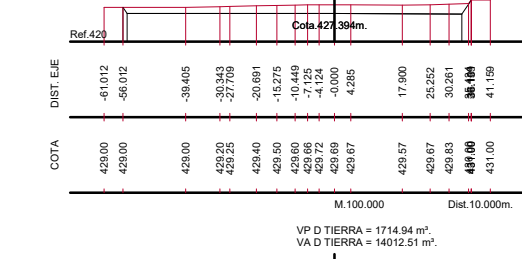
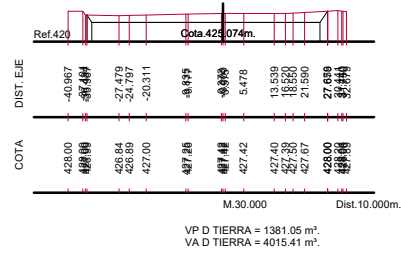
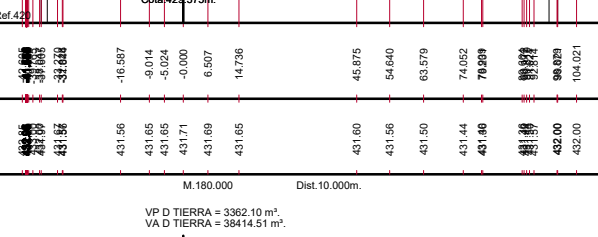
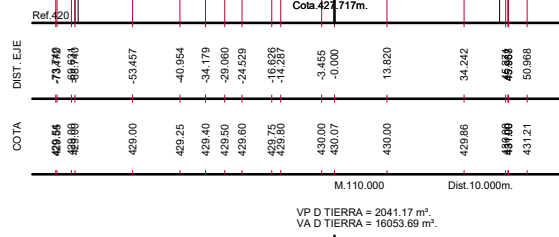
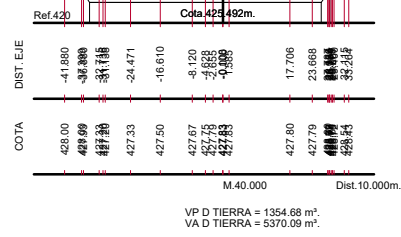
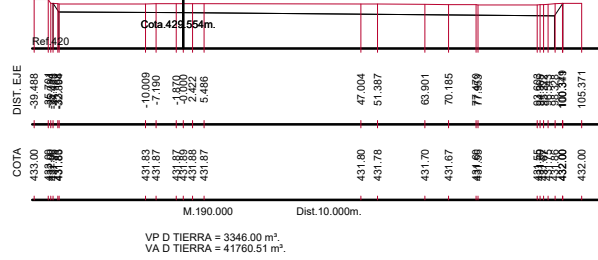
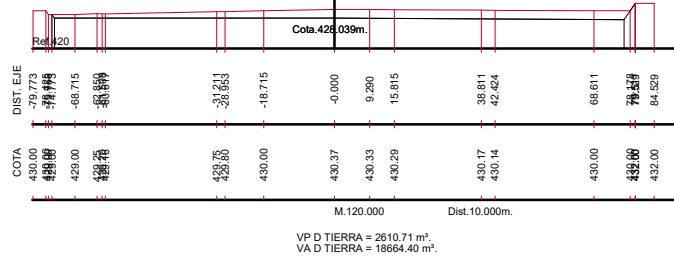
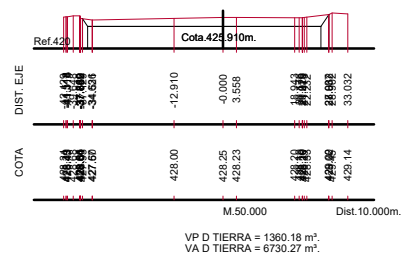
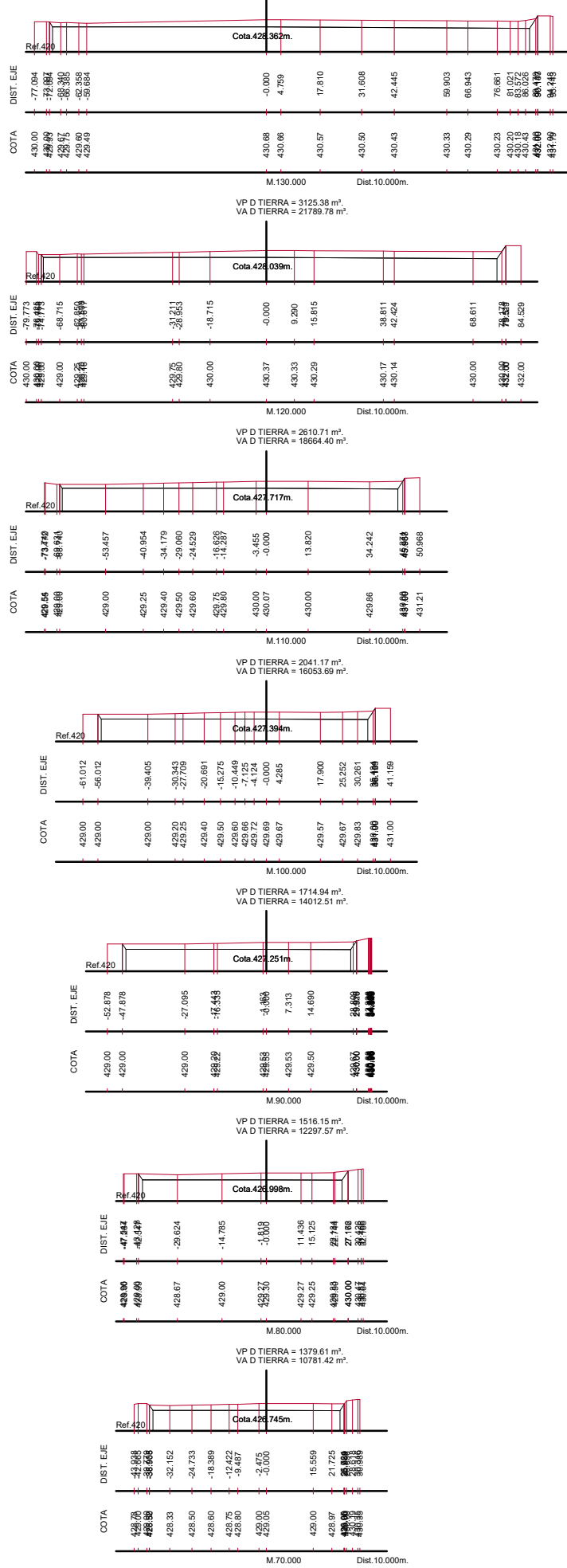
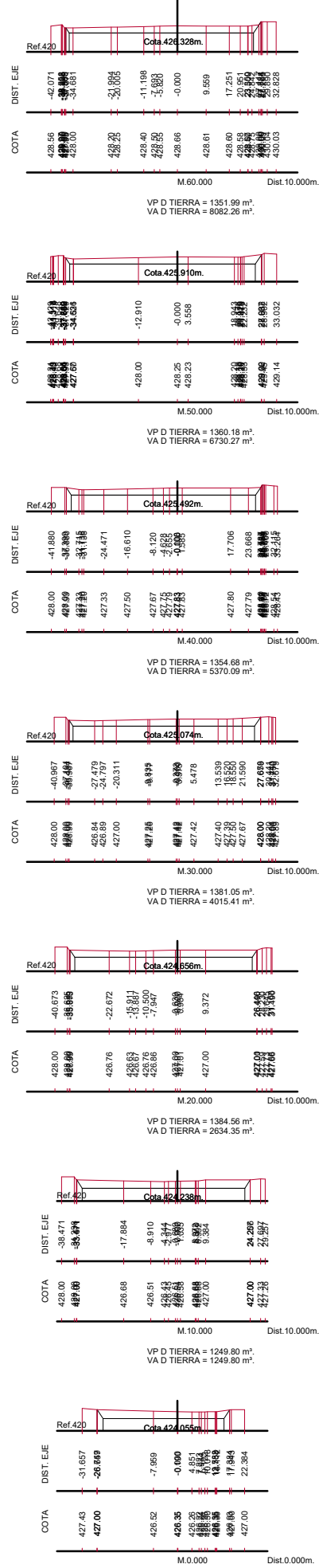


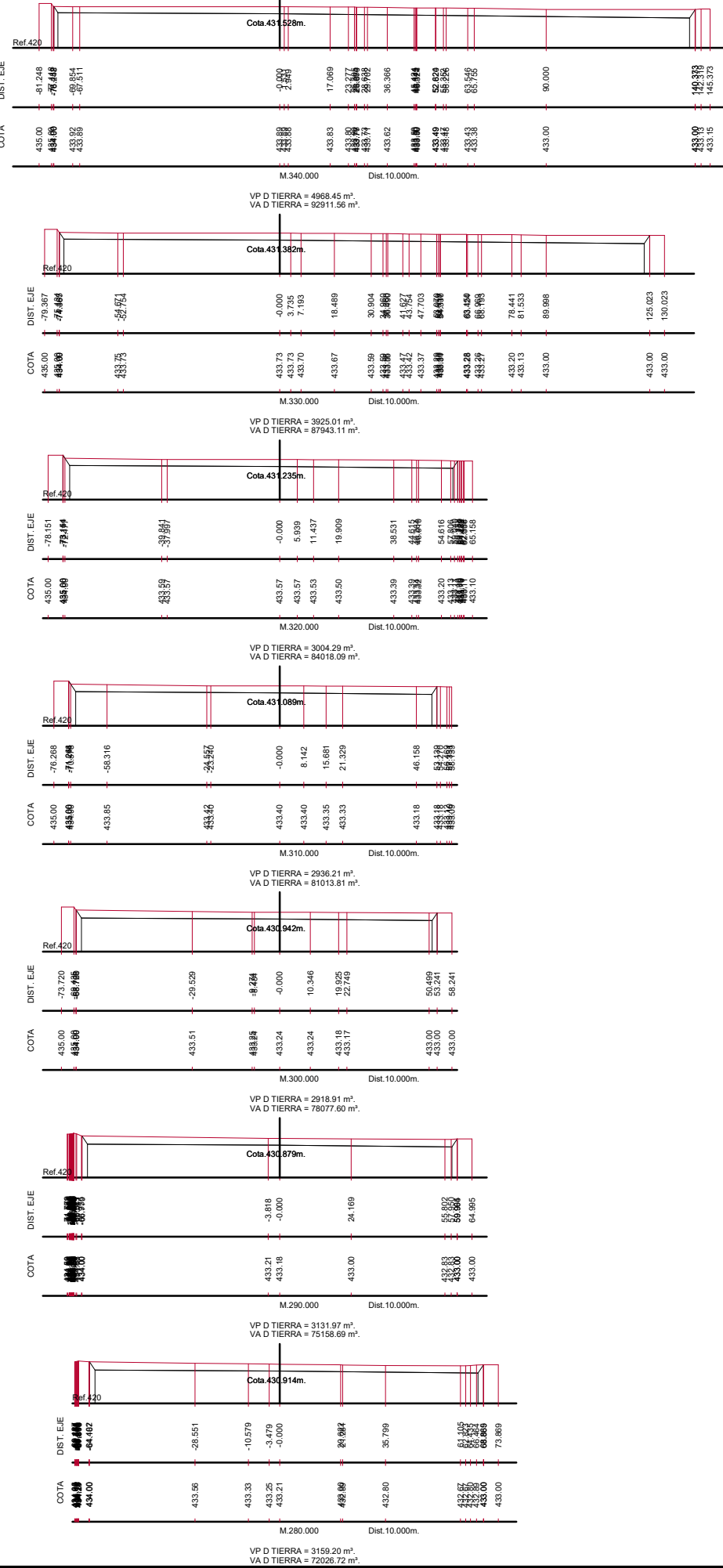
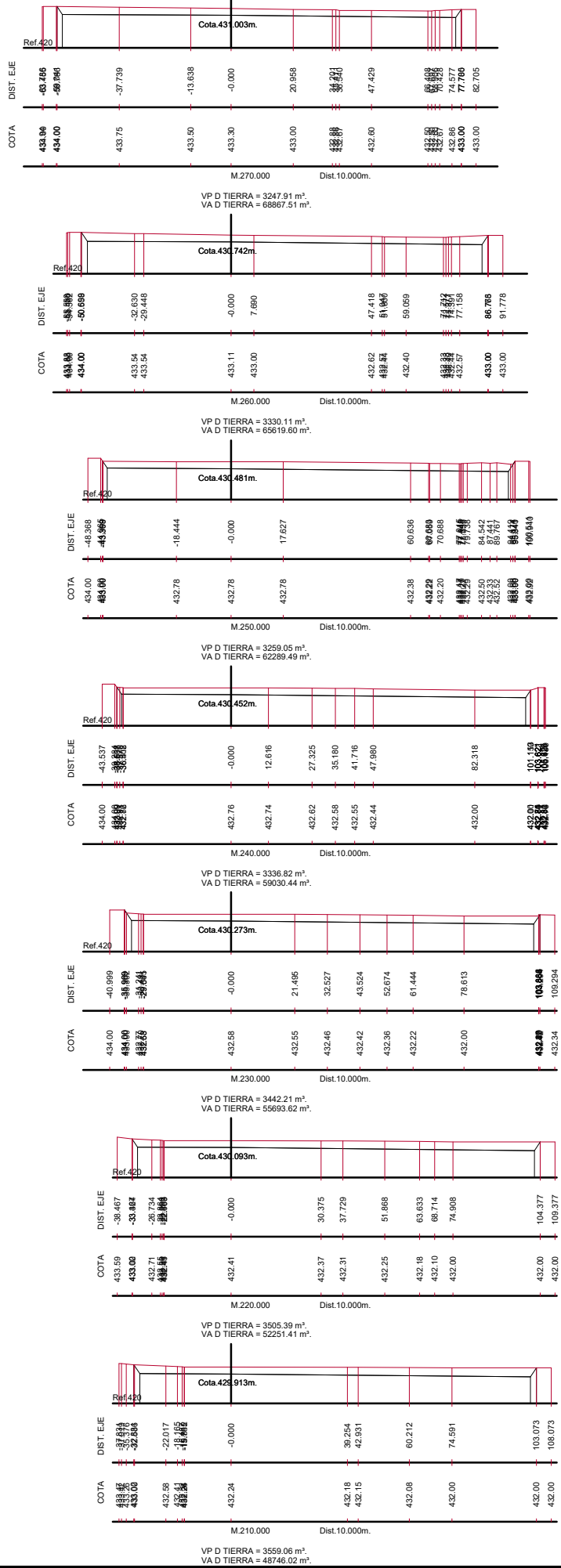


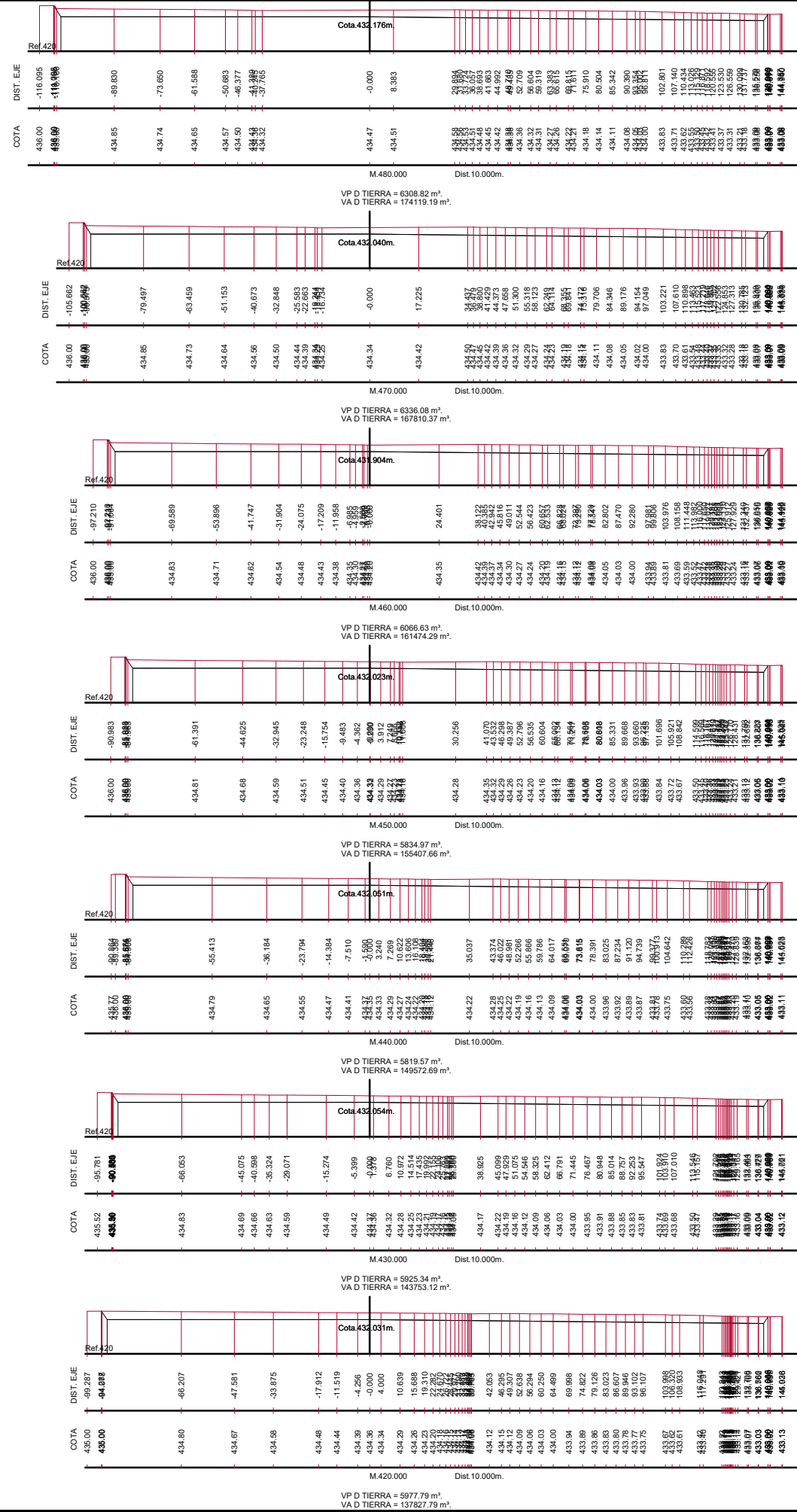
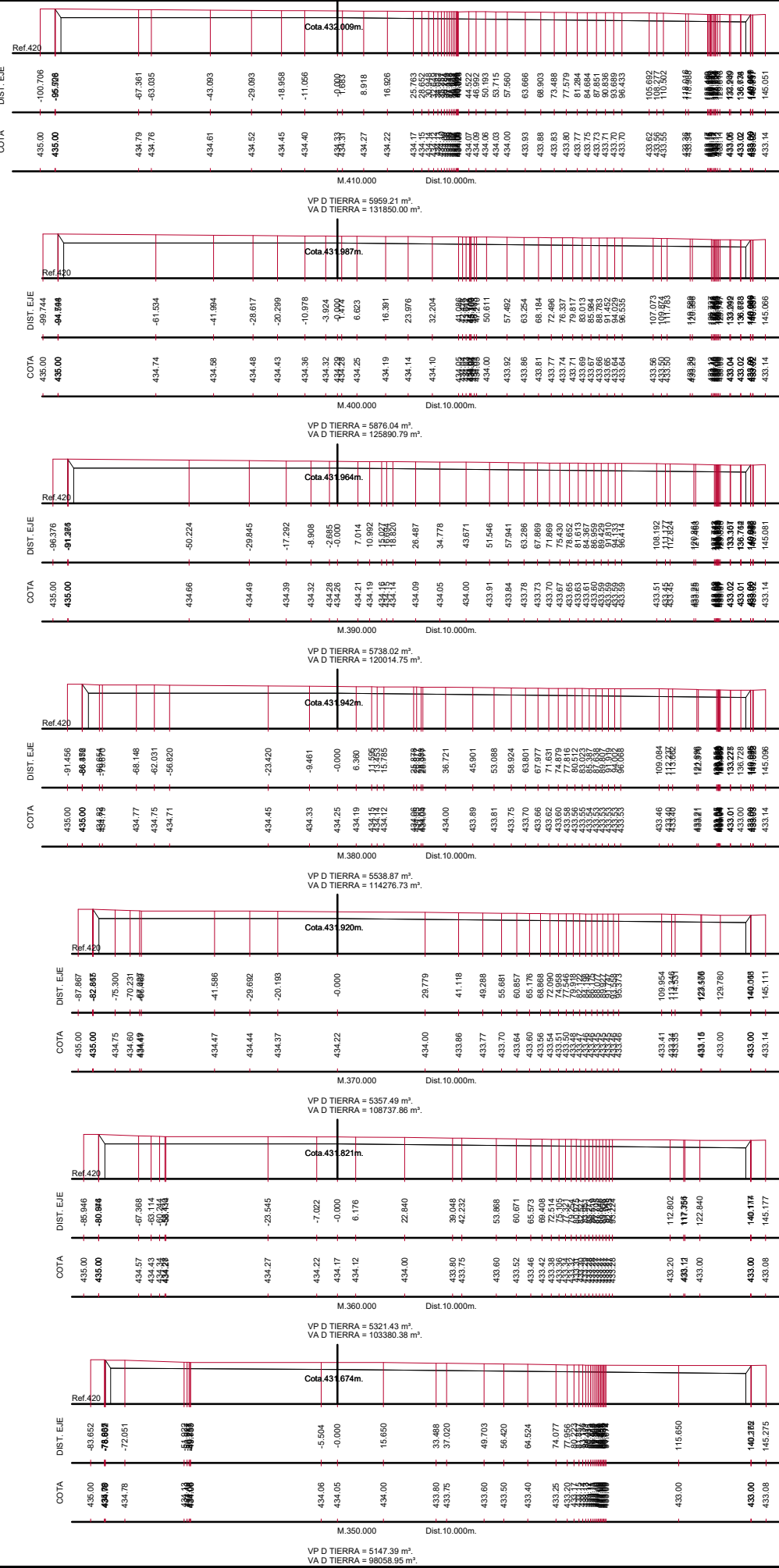


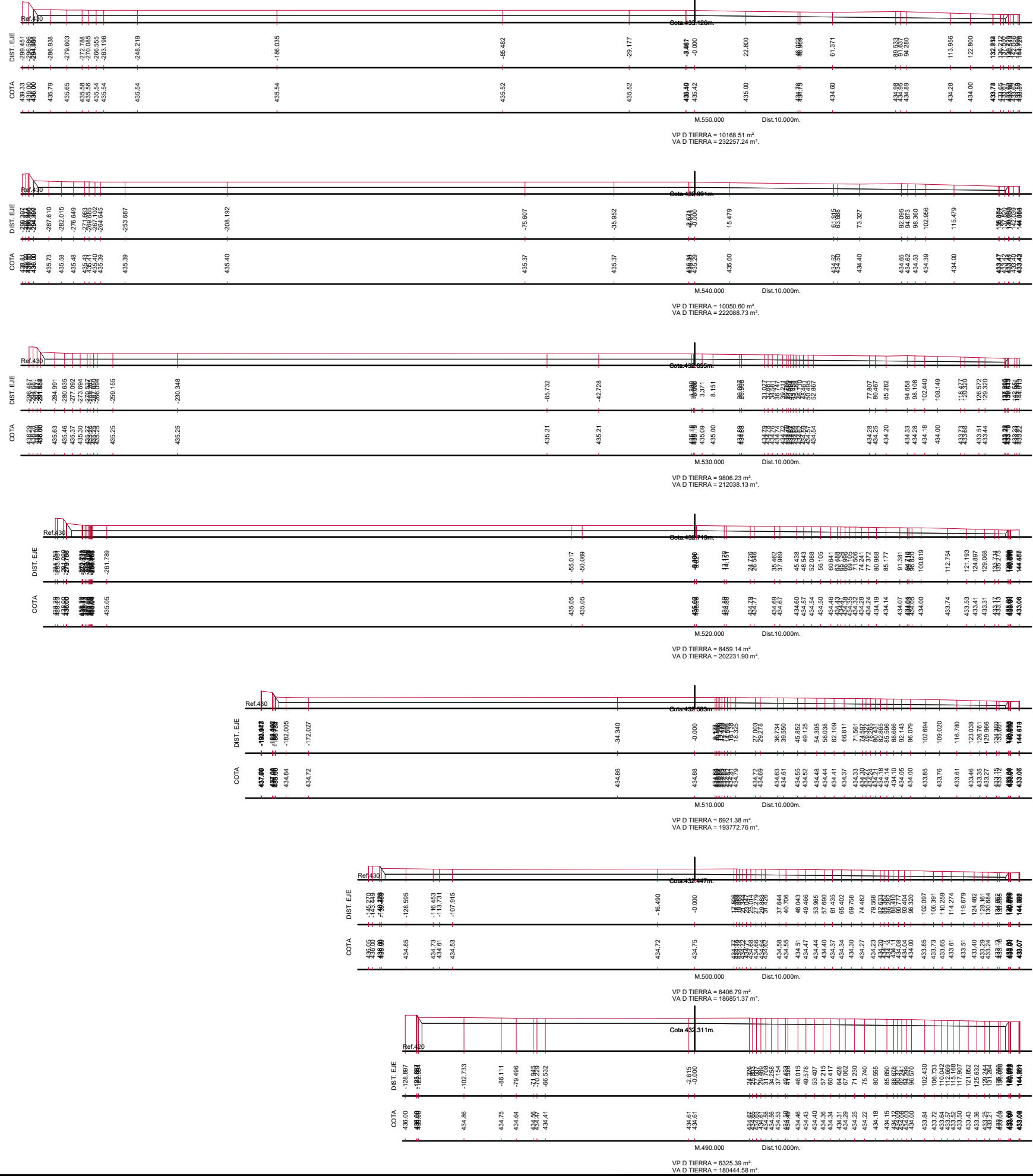


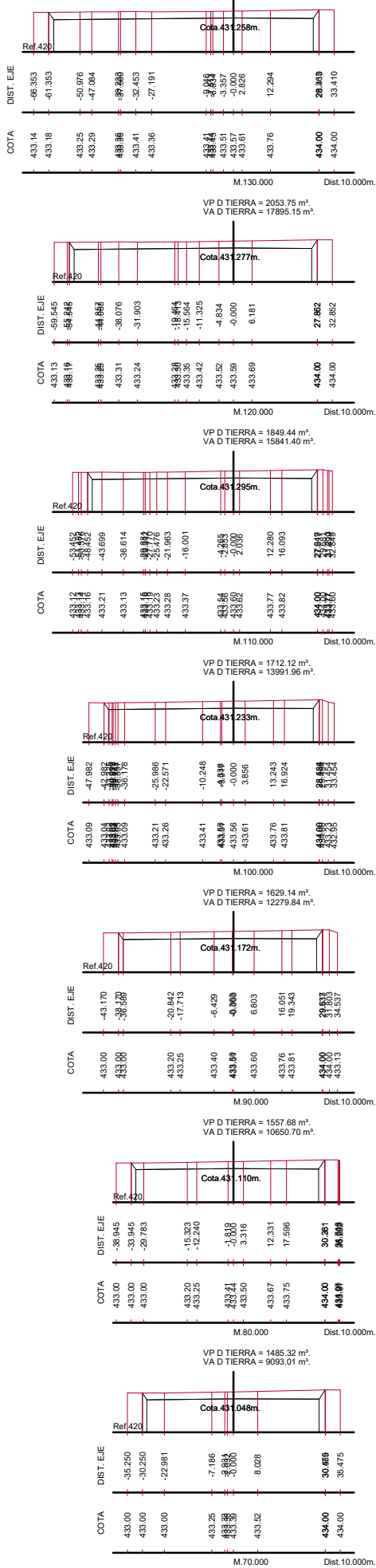
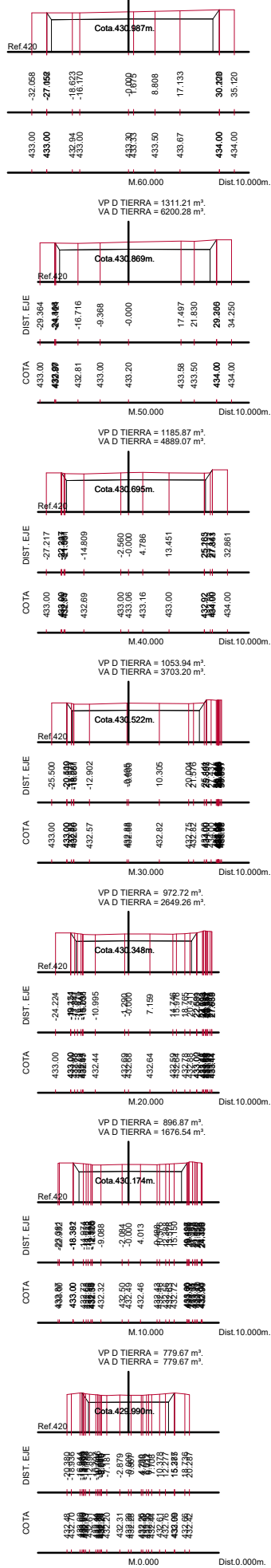


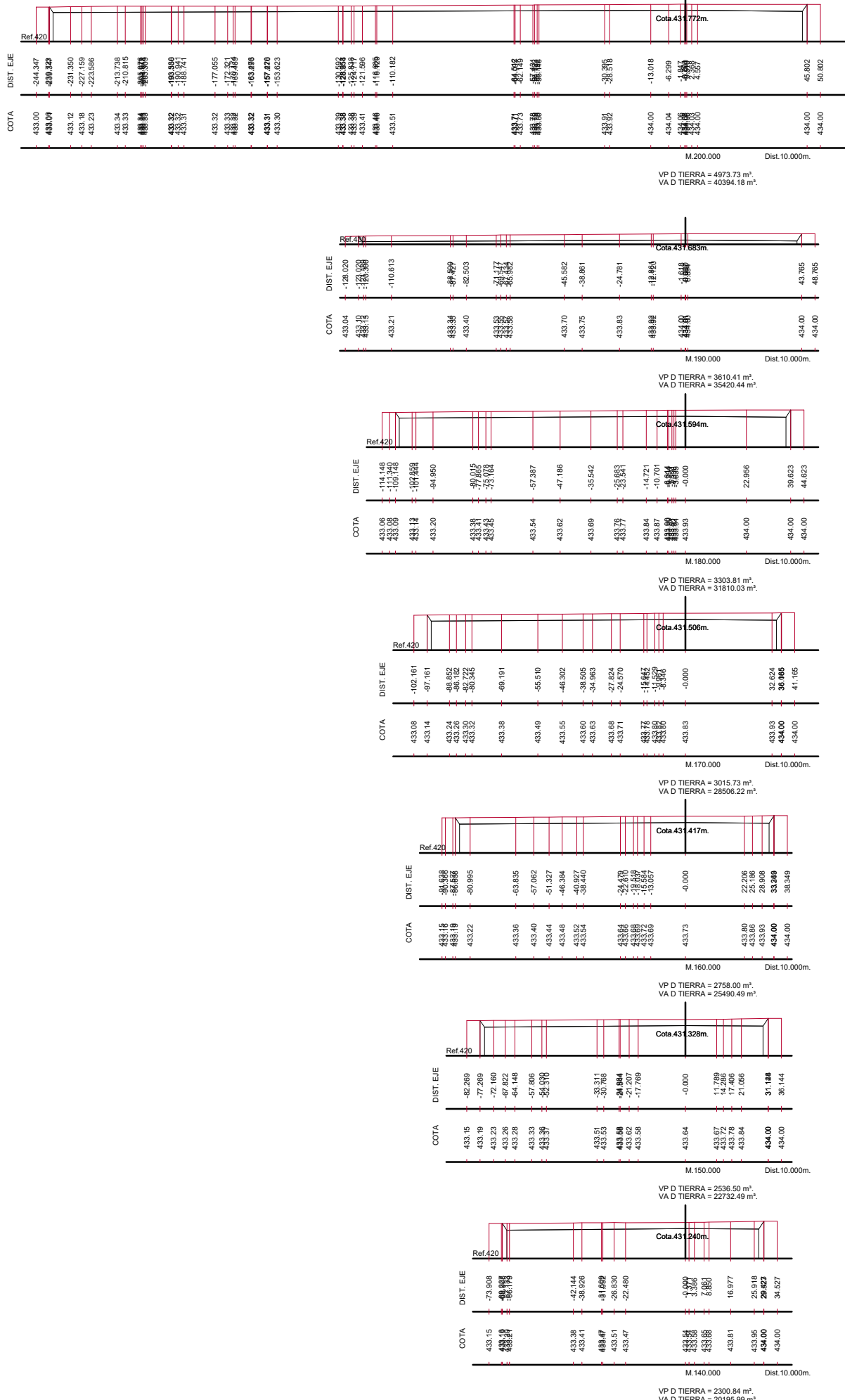


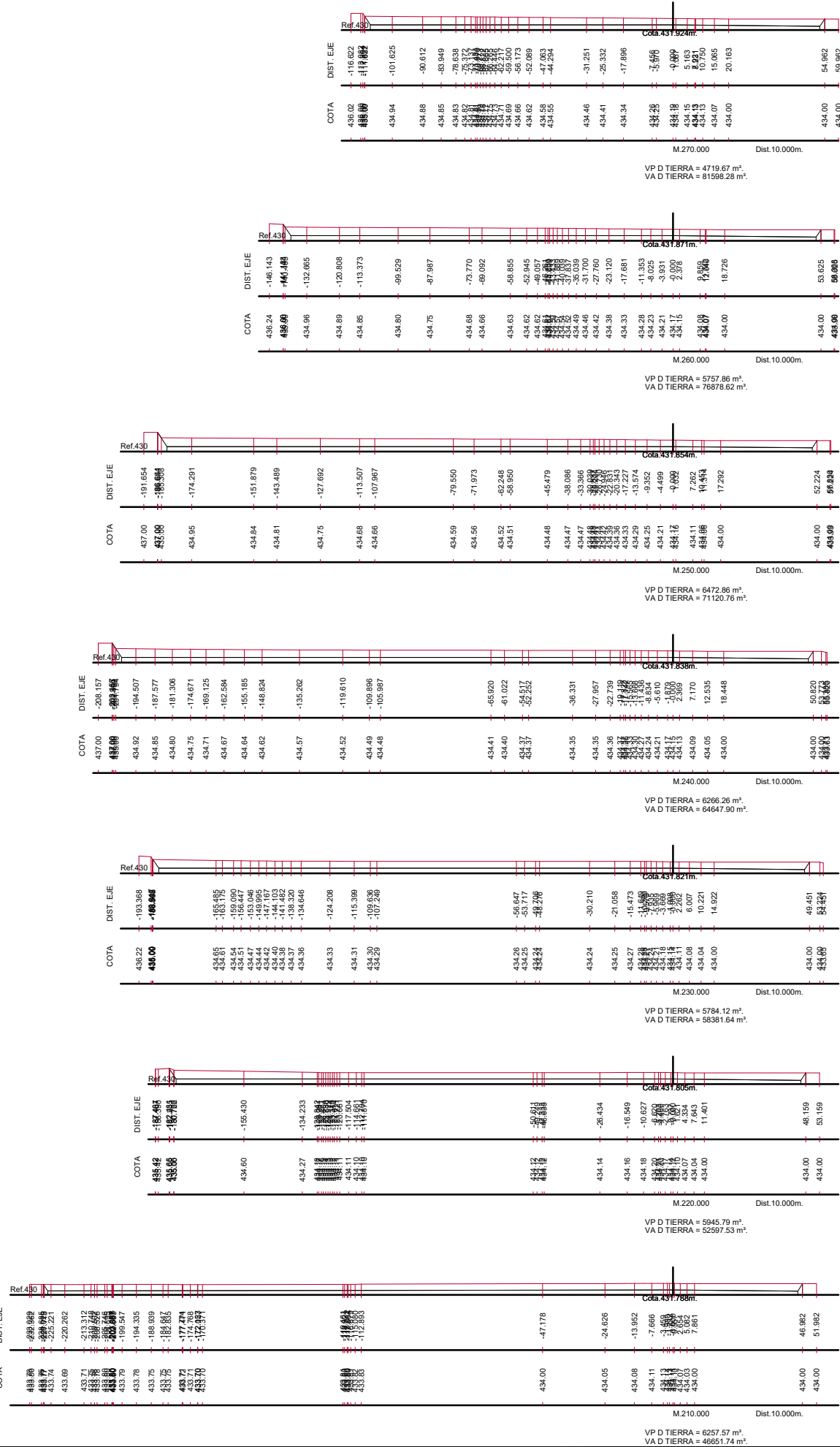


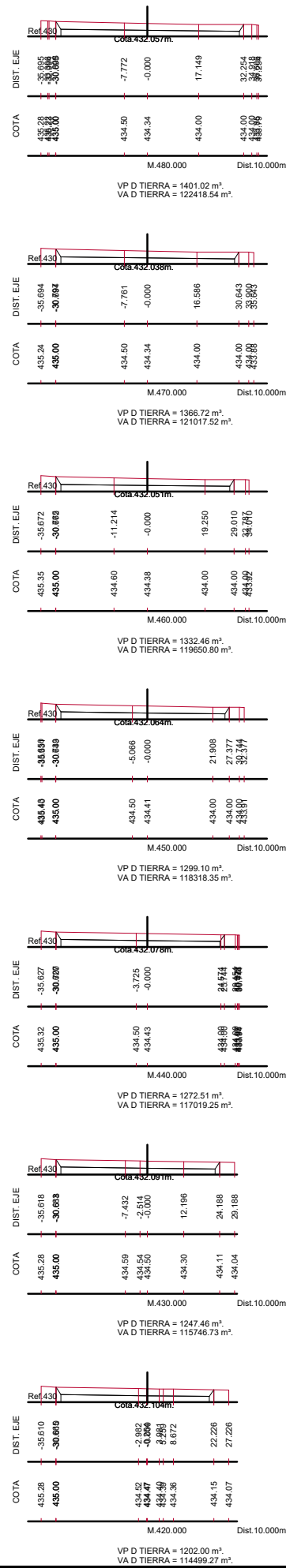
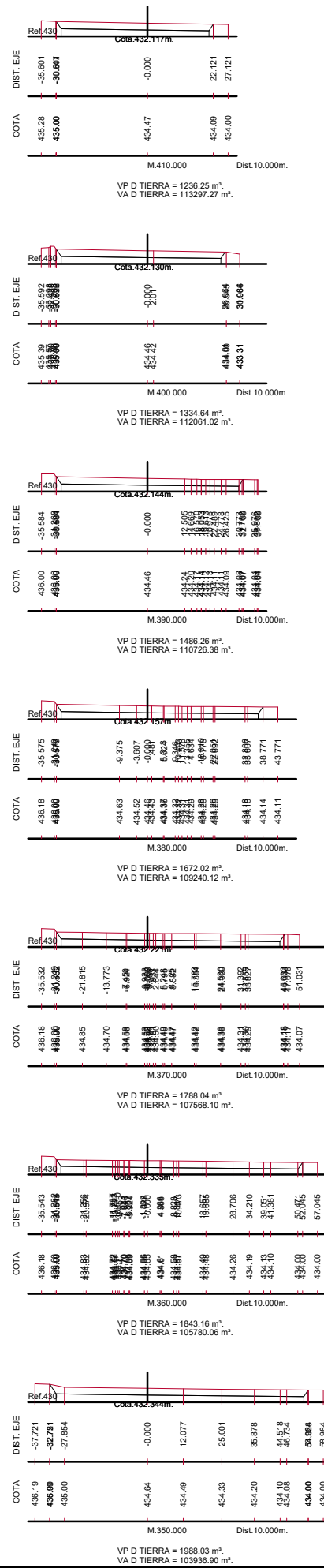
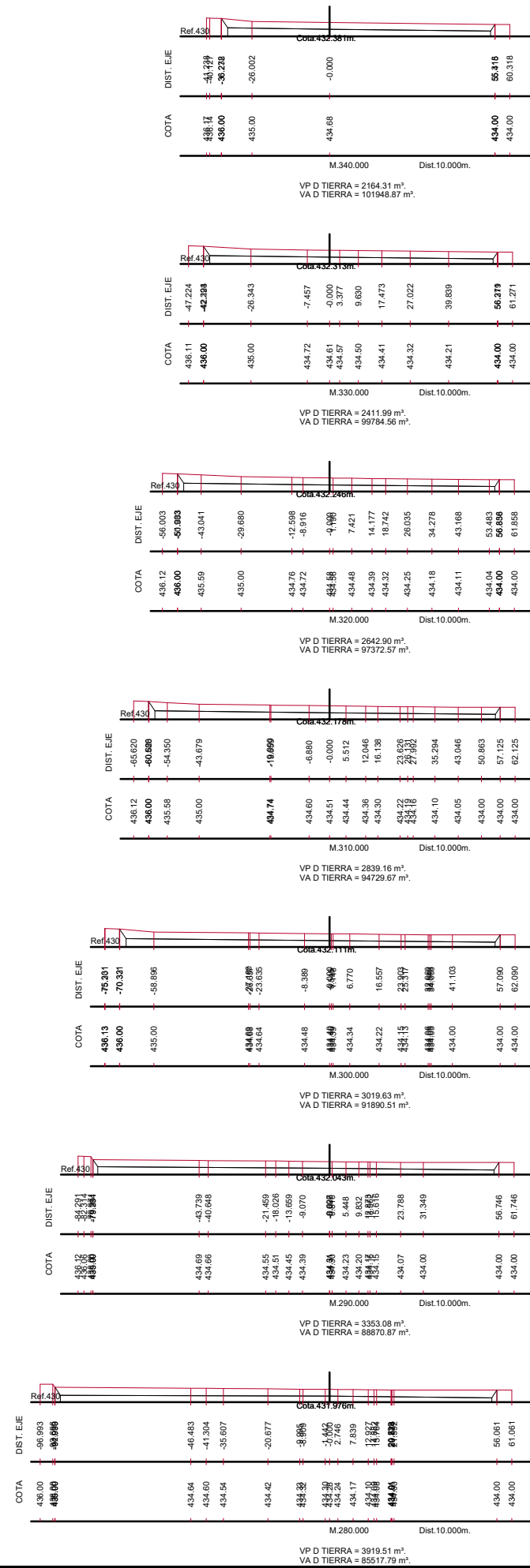


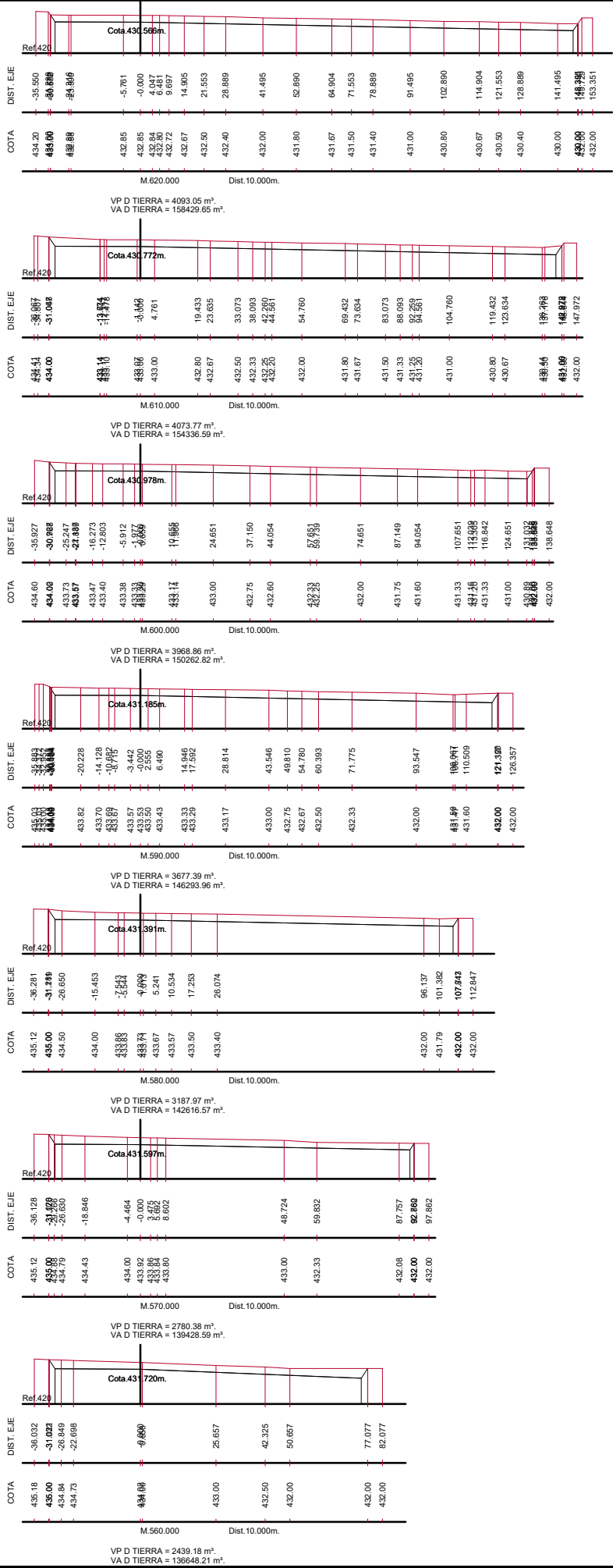
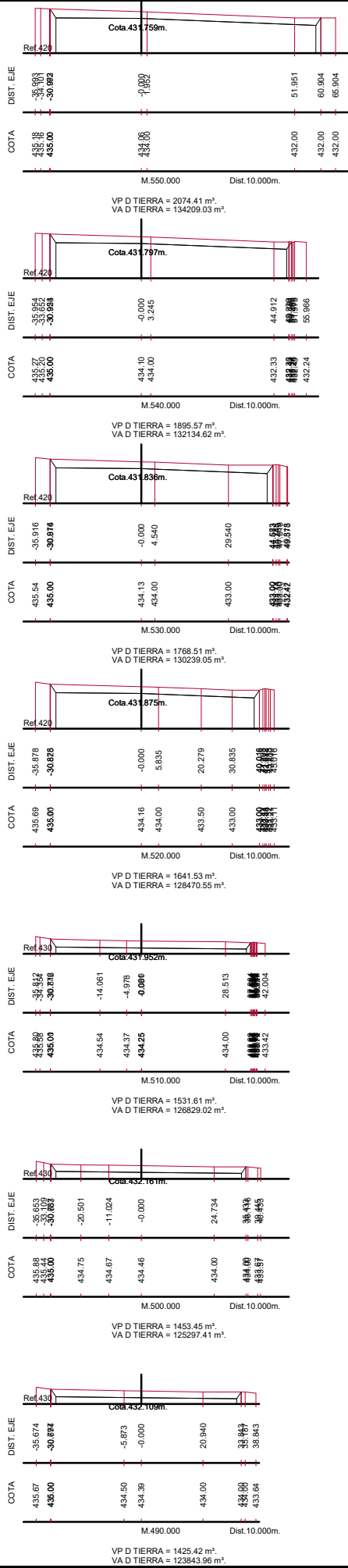


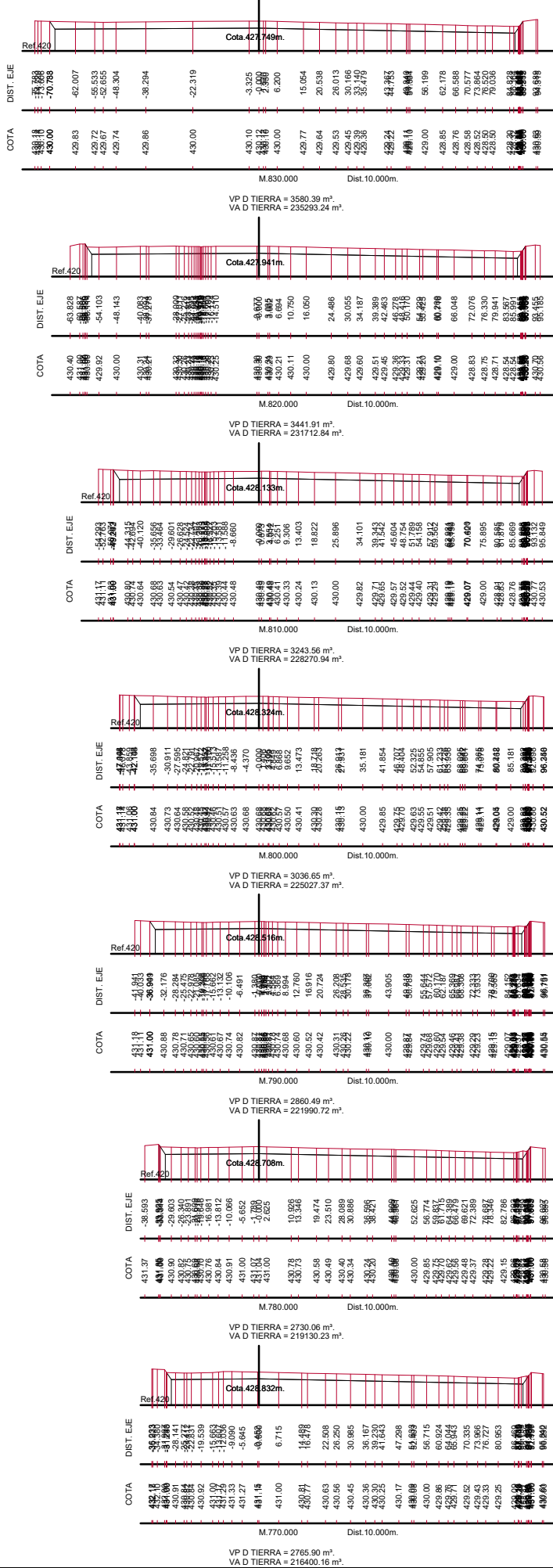
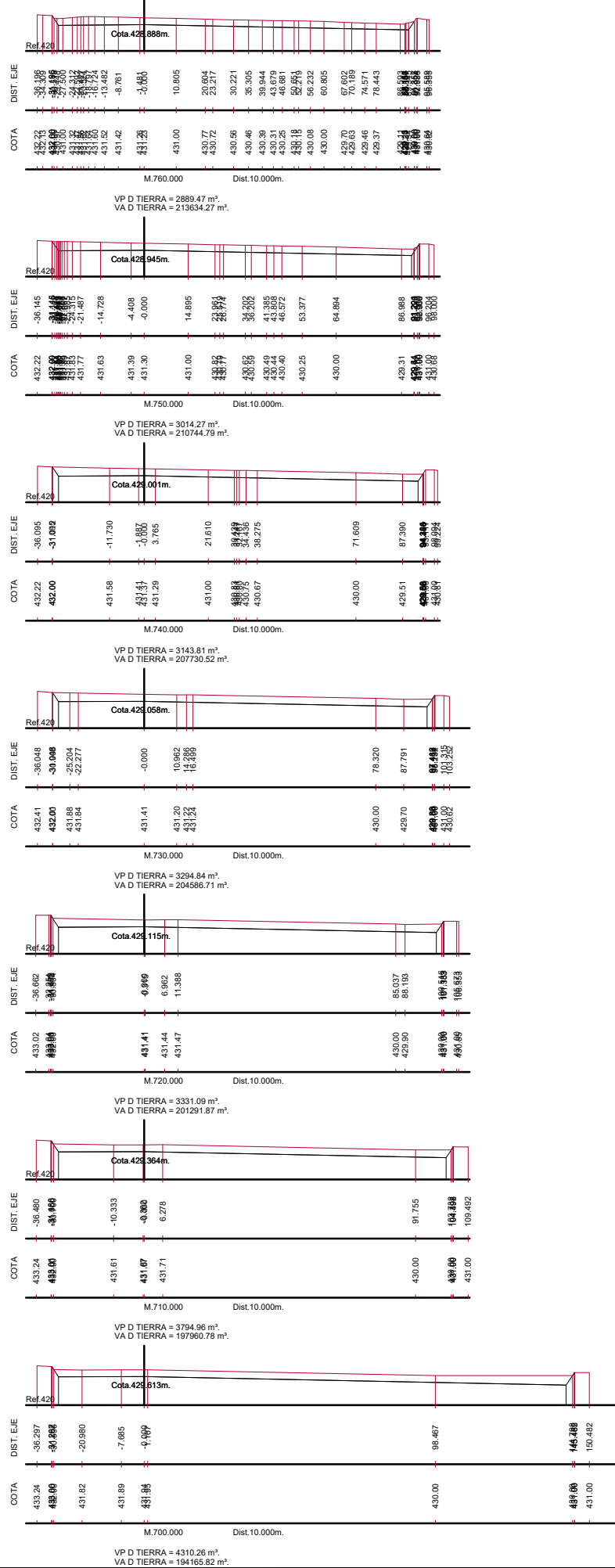
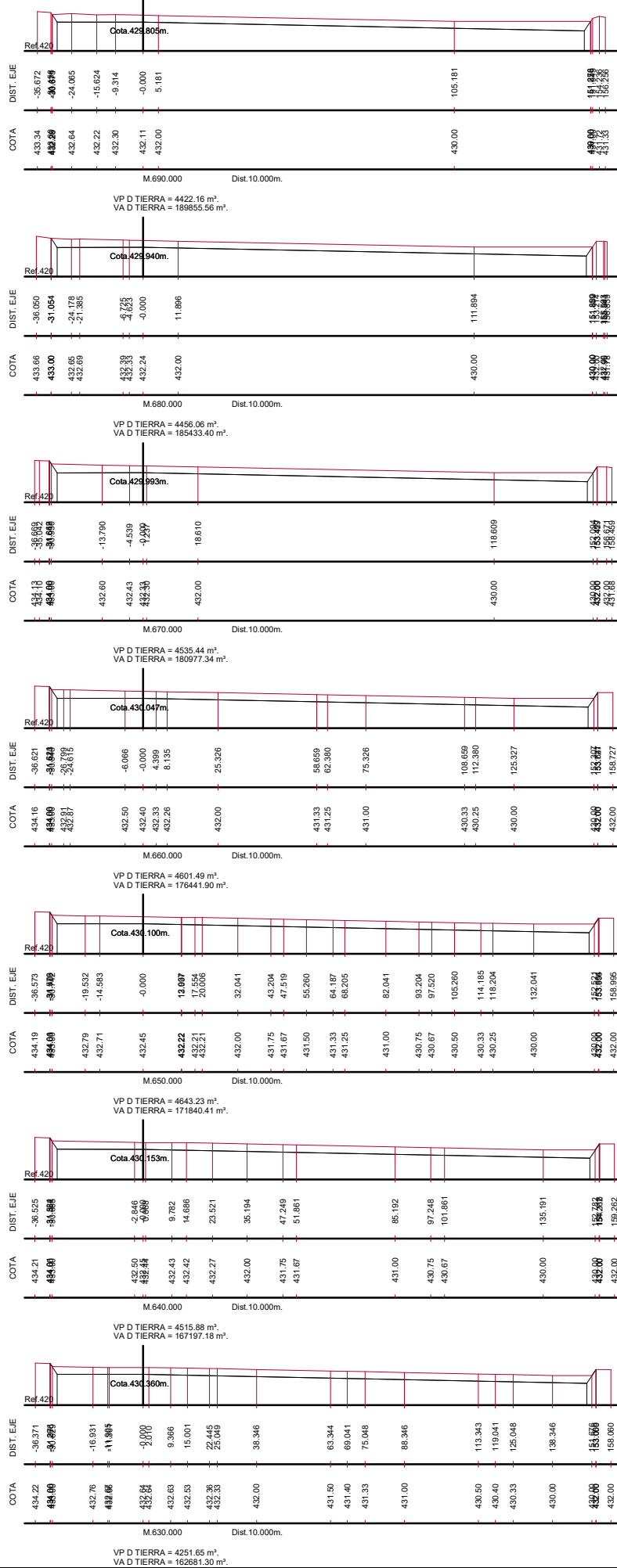


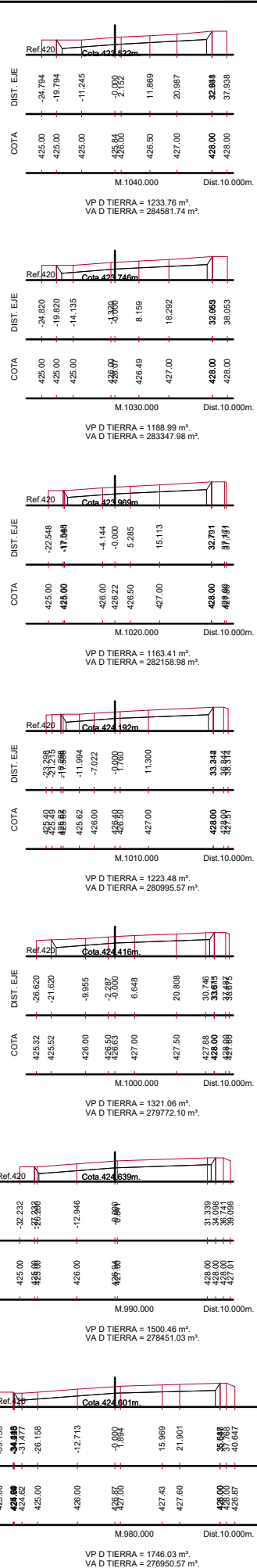
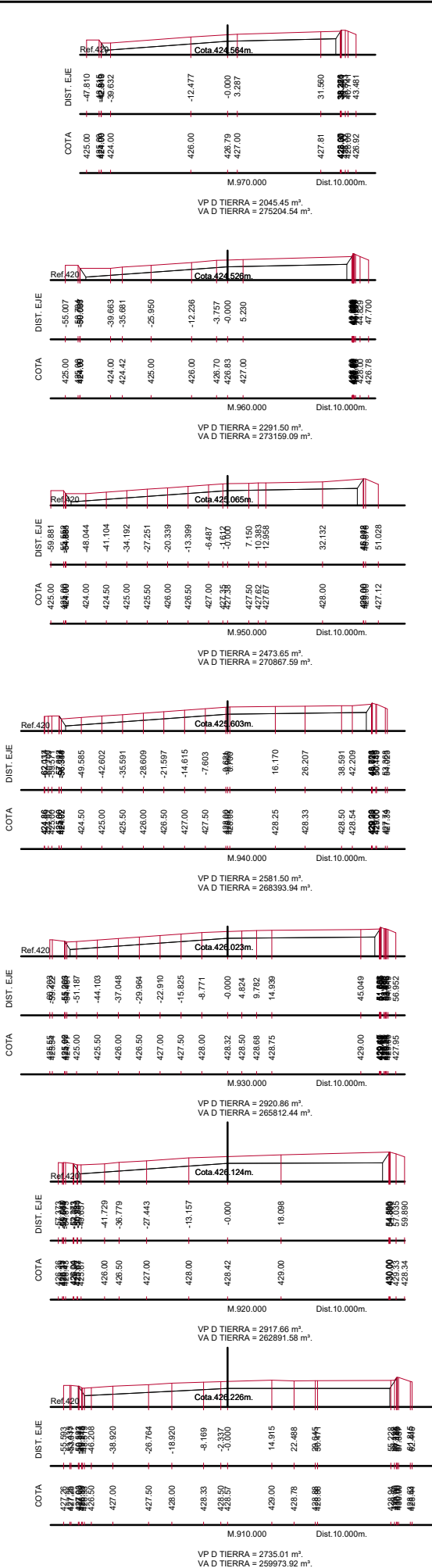
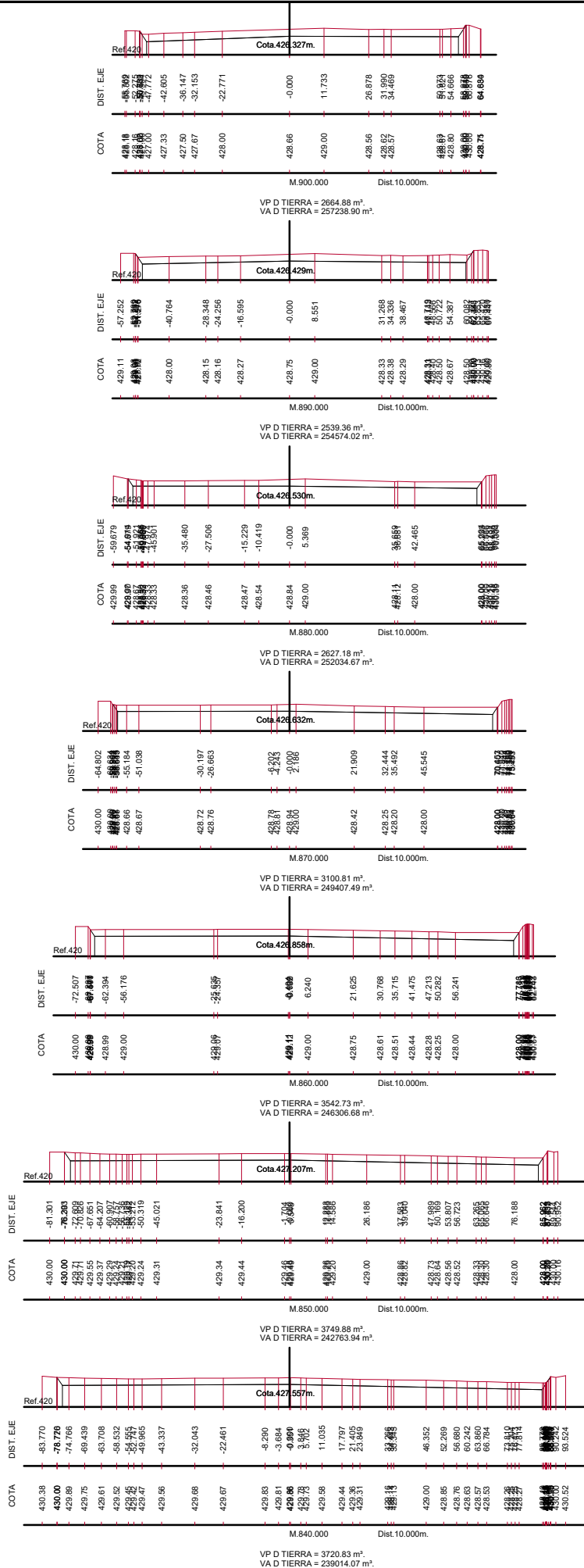


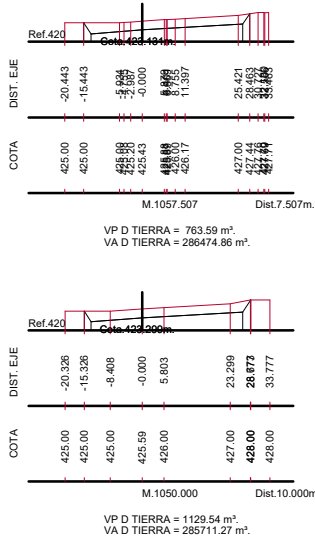












| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 605.339,521 | 4.659.765,189 | 423,000 |
| 2 | 605.338,418 | 4.659.758,922 | 422,714 |
| 3 | 605.337,296 | 4.659.753,988 | 422,216 |
| 4 | 605.336,284 | 4.659.749,010 | 421,894 |
| 5 | 605.347,950 | 4.659.738,998 | 421,100 |
| 6 | 605.348,619 | 4.659.733,353 | 420,157 |
| 7 | 605.345,892 | 4.659.729,055 | 418,735 |
| 8 | 605.348,920 | 4.659.722,473 | 417,388 |
| 9 | 605.341,088 | 4.659.706,754 | 414,821 |
| 10 | 605.335,751 | 4.659.695,424 | 413,403 |
| 11 | 605.331,073 | 4.659.686,522 | 411,608 |
| 12 | 605.326,719 | 4.659.677,491 | 410,338 |
| 13 | 605.322,290 | 4.659.668,491 | 408,945 |
| 14 | 605.319,239 | 4.659.664,322 | 406,900 |
| 15 | 605.316,968 | 4.659.659,844 | 406,112 |
| 16 | 605.311,066 | 4.659.651,428 | 402,344 |
| 17 | 605.301,702 | 4.659.644,387 | 400,586 |
| 18 | 605.291,458 | 4.659.626,936 | 395,565 |
| 19 | 605.284,717 | 4.659.613,473 | 393,320 |
| 20 | 605.277,077 | 4.659.597,678 | 391,064 |
| 21 | 605.271,810 | 4.659.586,320 | 389,758 |
| 22 | 605.267,612 | 4.659.577,228 | 388,738 |
| 23 | 605.266,147 | 4.659.572,429 | 388,053 |
| 24 | 605.262,111 | 4.659.563,273 | 387,283 |
| 25 | 605.259,640 | 4.659.558,874 | 386,165 |
| 26 | 605.256,408 | 4.659.554,778 | 383,819 |
| 27 | 605.247,852 | 4.659.533,871 | 382,987 |
| 28 | 605.176,996 | 4.659.562,009 | 387,321 |
| 29 | 605.179,012 | 4.659.566,682 | 387,198 |
| 30 | 605.190,036 | 4.659.594,584 | 387,924 |
| 31 | 605.196,949 | 4.659.616,047 | 388,827 |
| 32 | 605.199,200 | 4.659.625,913 | 391,352 |
| 33 | 605.210,302 | 4.659.659,163 | 394,983 |
| 34 | 605.213,141 | 4.659.674,175 | 399,636 |
| 35 | 605.212,765 | 4.659.679,704 | 401,409 |
| 36 | 605.210,545 | 4.659.685,966 | 402,383 |
| 37 | 605.214,262 | 4.659.700,629 | 405,618 |
| 38 | 605.222,168 | 4.659.740,528 | 417,487 |
| 39 | 605.218,684 | 4.659.747,291 | 418,588 |
| 40 | 605.220,356 | 4.659.757,387 | 422,047 |
| 41 | 605.223,271 | 4.659.772,369 | 426,577 |
| 42 | 605.230,076 | 4.659.775,046 | 427,785 |
| 43 | 605.231,735 | 4.659.779,767 | 428,086 |
| 44 | 605.241,509 | 4.659.781,266 | 427,889 |
| 45 | 605.257,826 | 4.659.780,166 | 427,133 |
| 46 | 605.269,601 | 4.659.797,346 | 427,000 |
| 47 | 605.311,471 | 4.659.779,106 | 424,004 |
| 48 | 605.337,161 | 4.659.766,360 | 423,084 |



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Gobierno de Navarra



Canal de Navarra, s.a.

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA.

CLAVE:
CLAVE CANASA: CAN/P-CN-24
CLAVE MINISTERIO: 09.284-0016/2111

EMPRESA CONSULTORA
ep4sa
INGIOPSA

TÍTULO DEL ANEJO:
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA Balsa de TUDELA

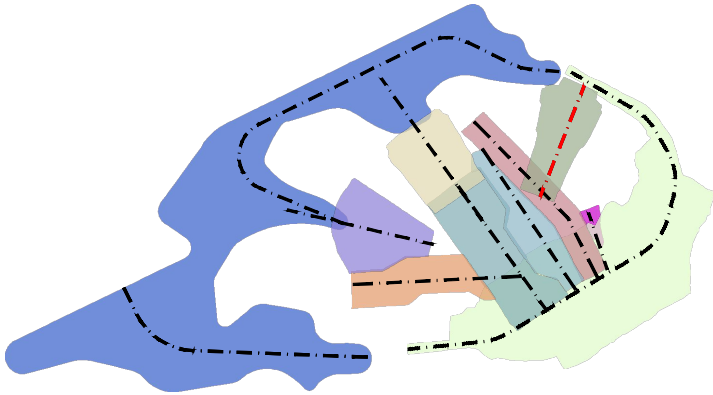
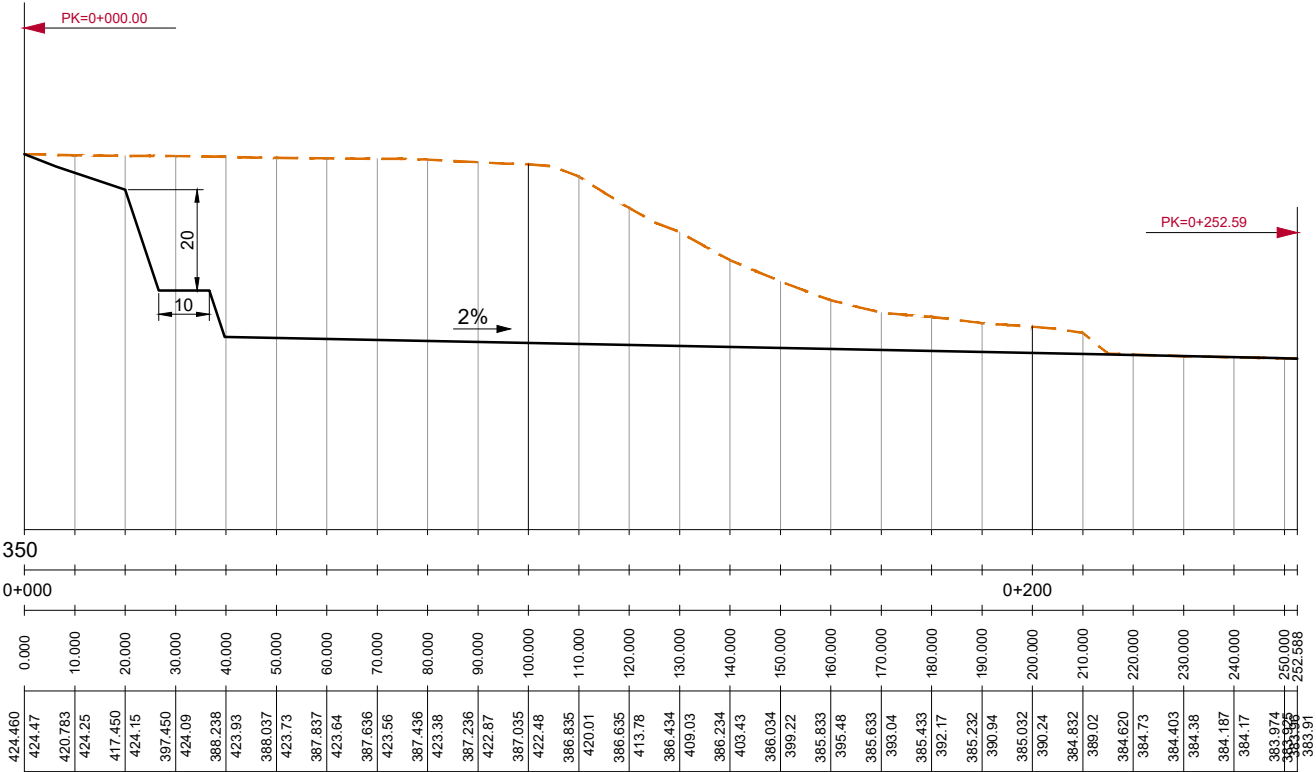
ESCALA DE ORIGINALES:
1:2500
0 12.5 25 37.5 50 m.
ORIGINALES: UNE A3

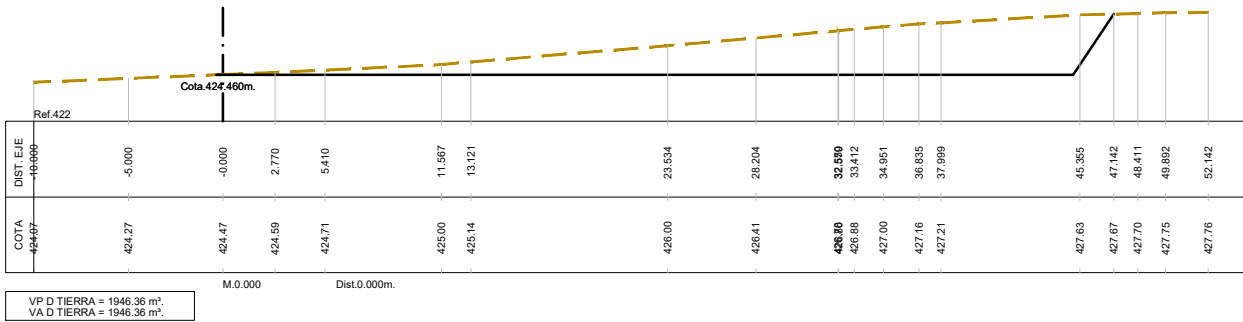
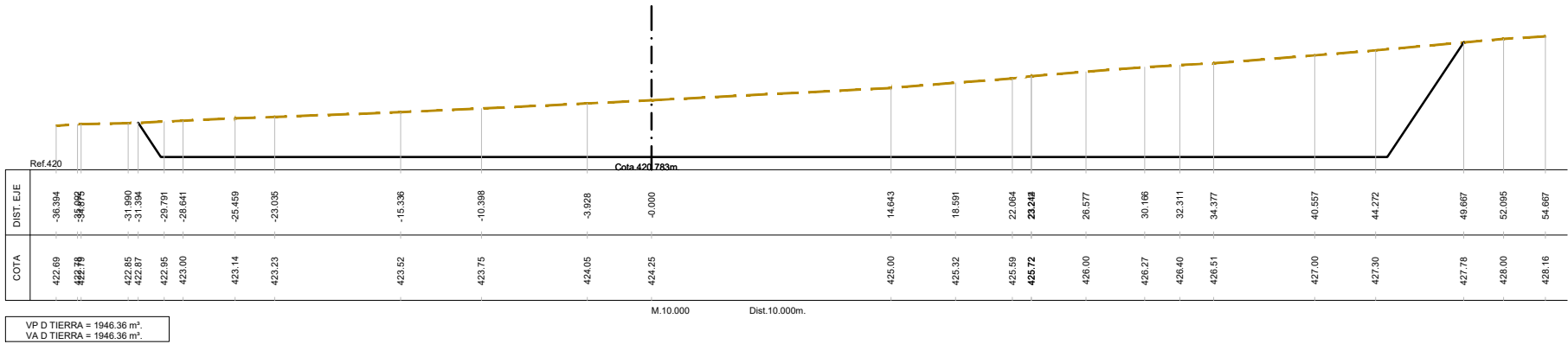
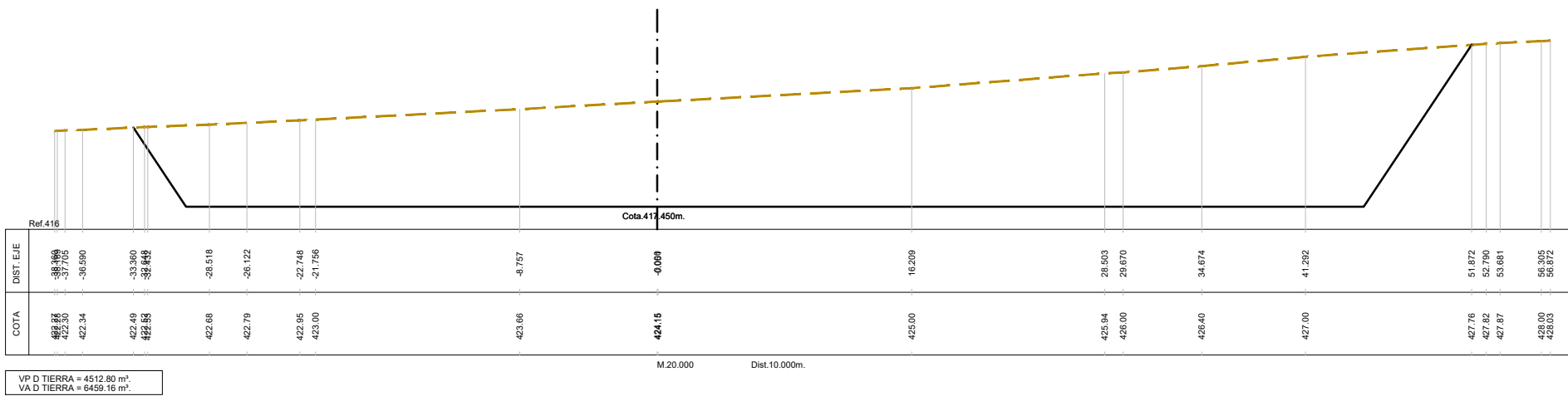
FECHA:
MARZO 2022

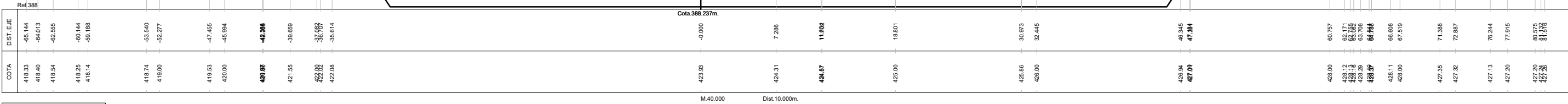
DESIGNACIÓN:
BALSA DE TUDELA
PRÉSTAMOS
TERCIARIO 1
PLANTA

Nº. DE PLANO:
04-01
HOJA:01 DE:12

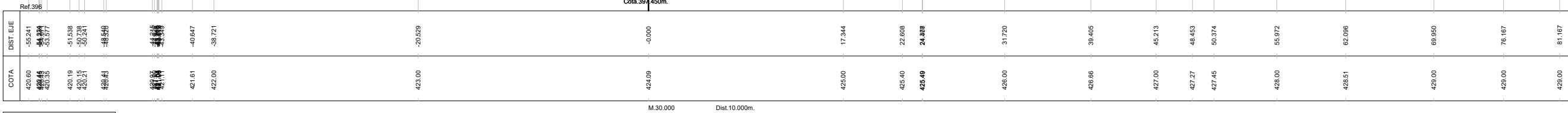
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |







VP D TIERRA = 29605.46 m³.
VA D TIERRA = 54642.66 m³.



VP D TIERRA = 18578.04 m³.
VA D TIERRA = 25037.20 m³.

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE LA SEGUNDA FASE DEL
CANAL DE NAVARRA.

| | |
|-------------------|------------------------------|
| CLAVE: | CLAVE CANASA: CAN/P-CN-24 |
| CLAVE MINISTERIO: | 00.284.0016/2111 |

EMPRESA CONSULTORA

eptisa

INGIOPSA

TÍTULO DEL ANEJO:

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
DE LA Balsa de Tudela

ESCALA DE ORIGINALES:

1:400



ORIGINALES: UNE A3

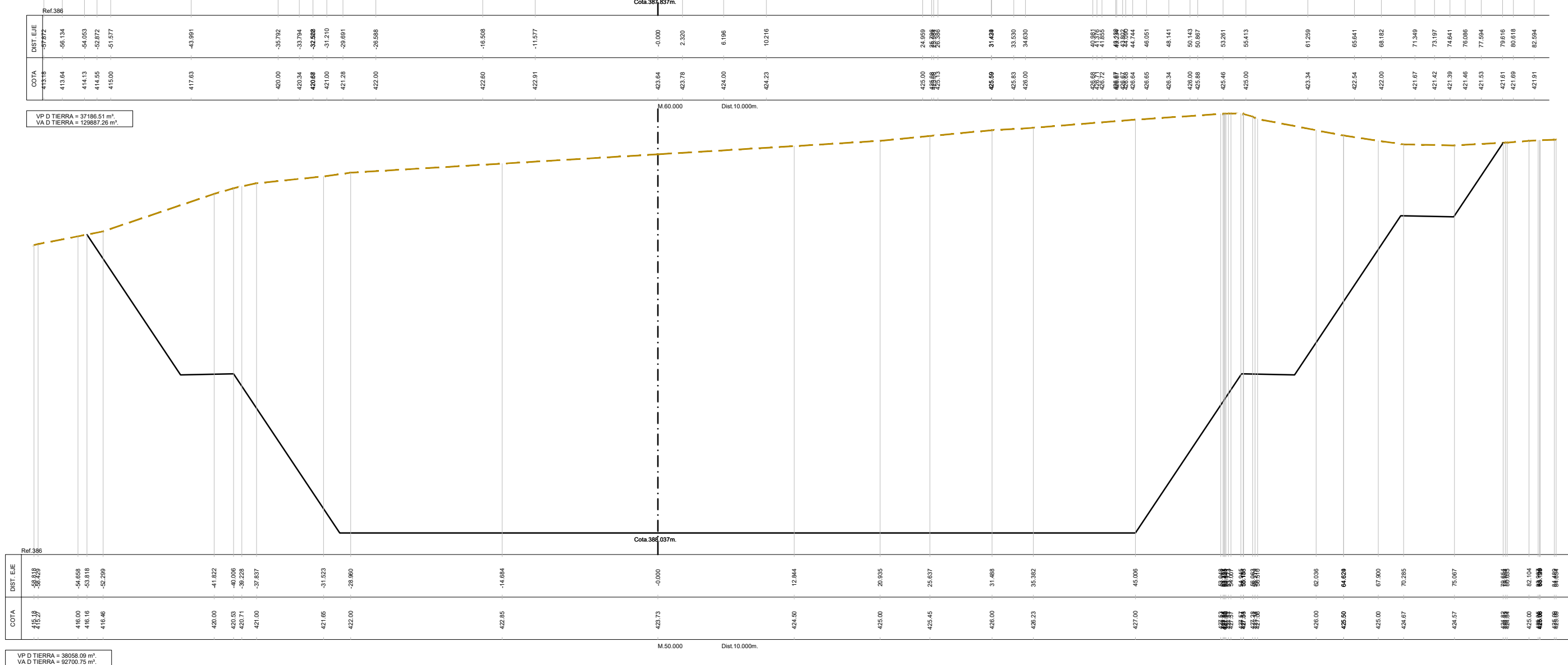
| | |
|--------|---------------|
| FECHA: | MARZO 2022 |
|--------|---------------|

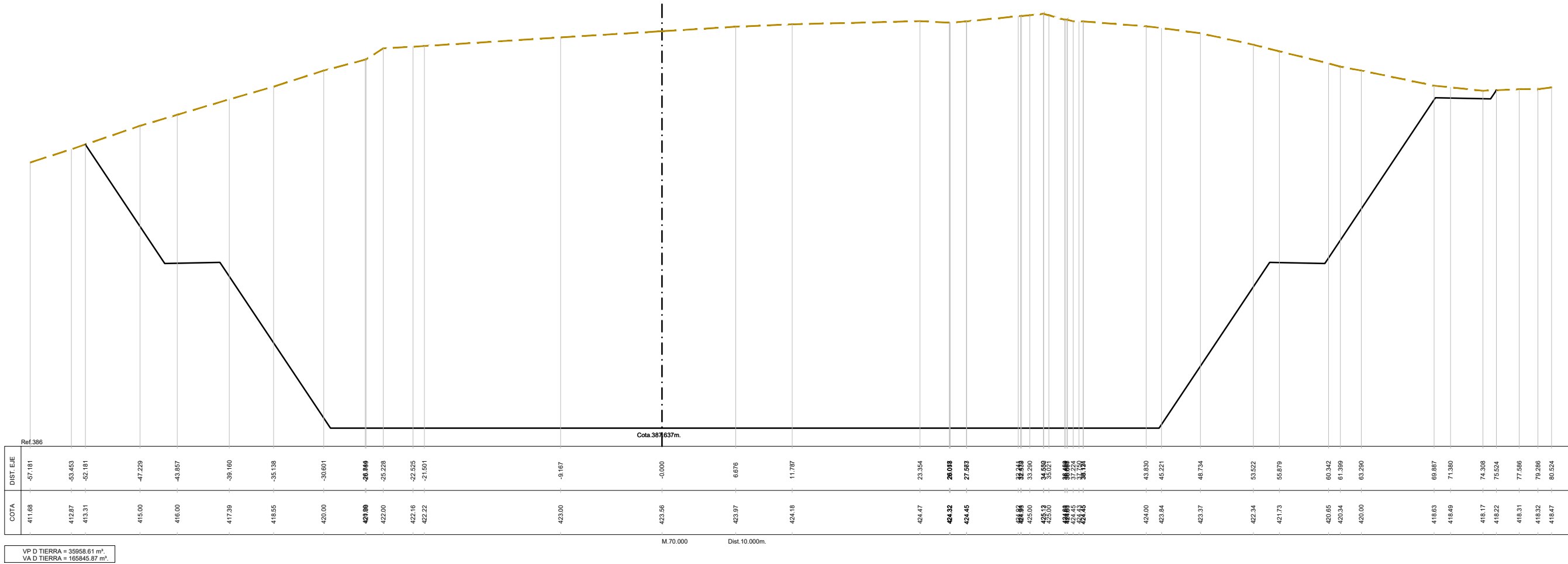
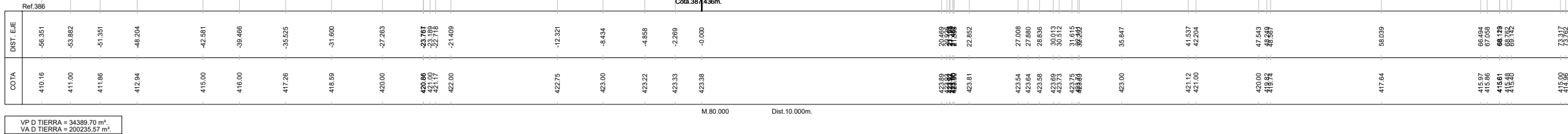
DESIGNACIÓN:
BALSA DE TUDELA
PRÉSTAMOS
TERCIARIO 1
PERFILES TRANSVERSALES

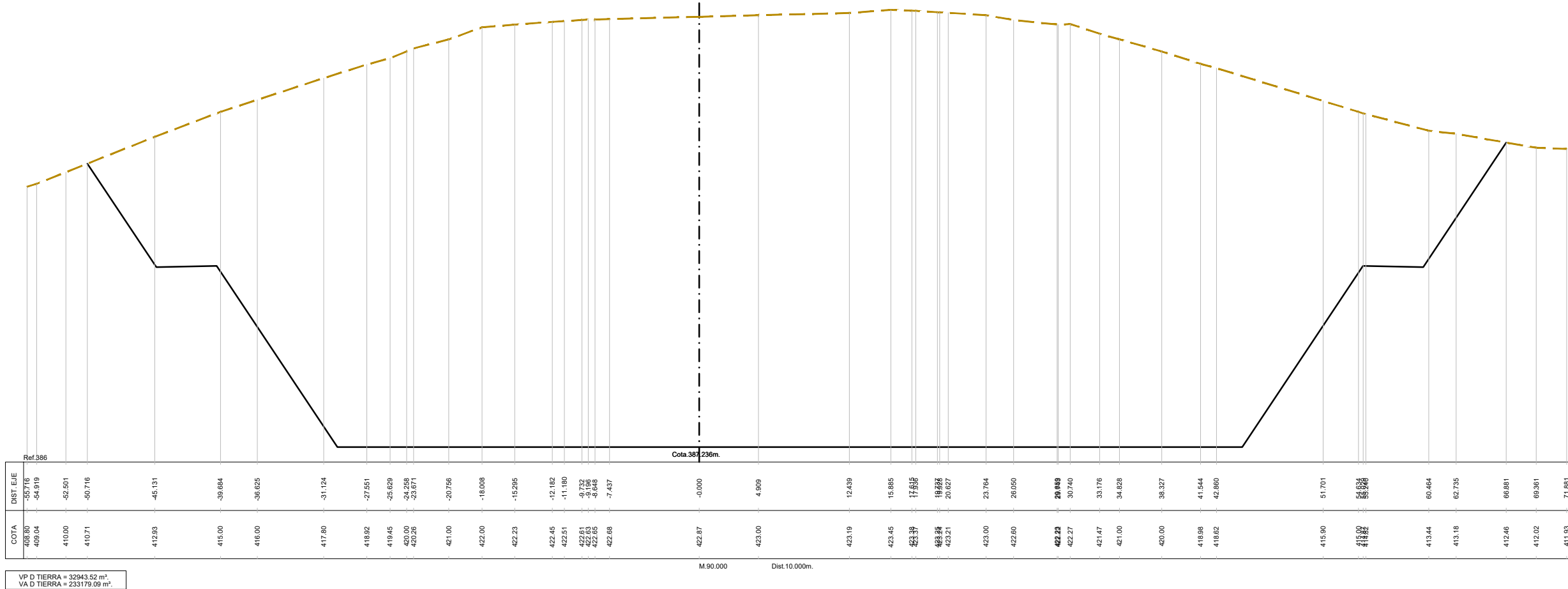
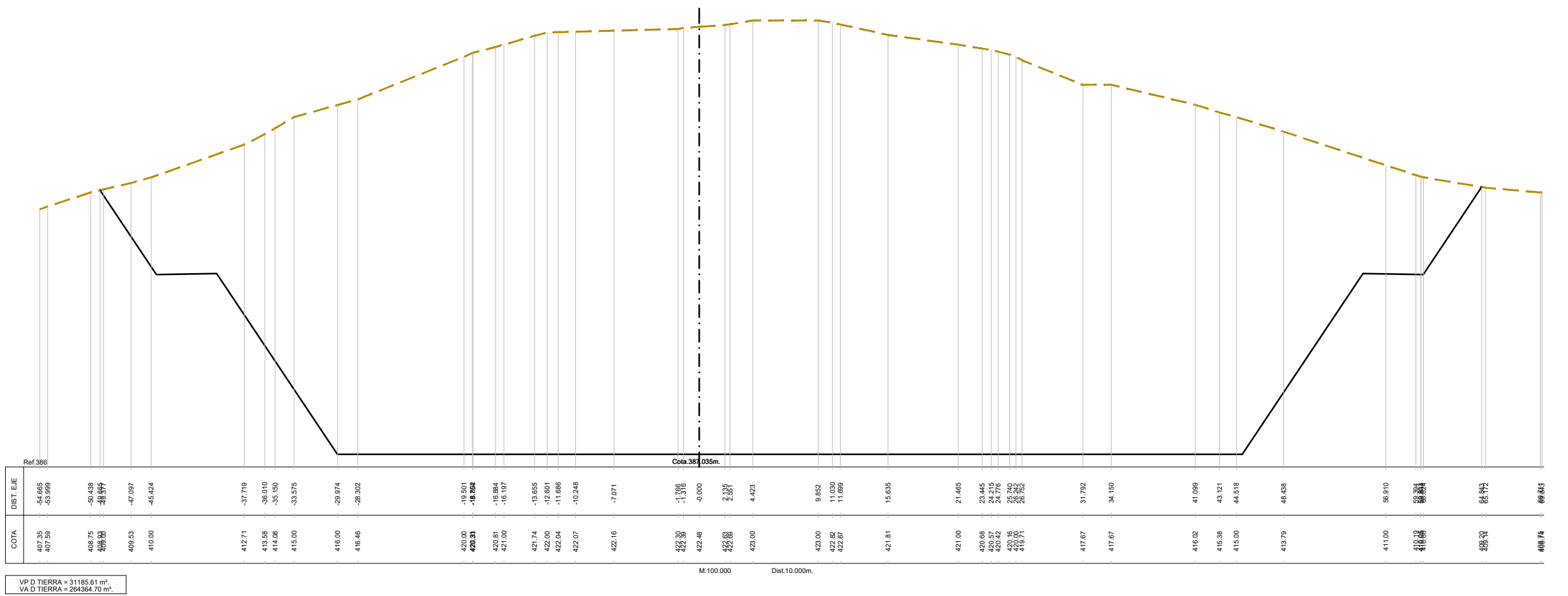
| |
|---------------|
| Nº. DE PLANO: |
|---------------|

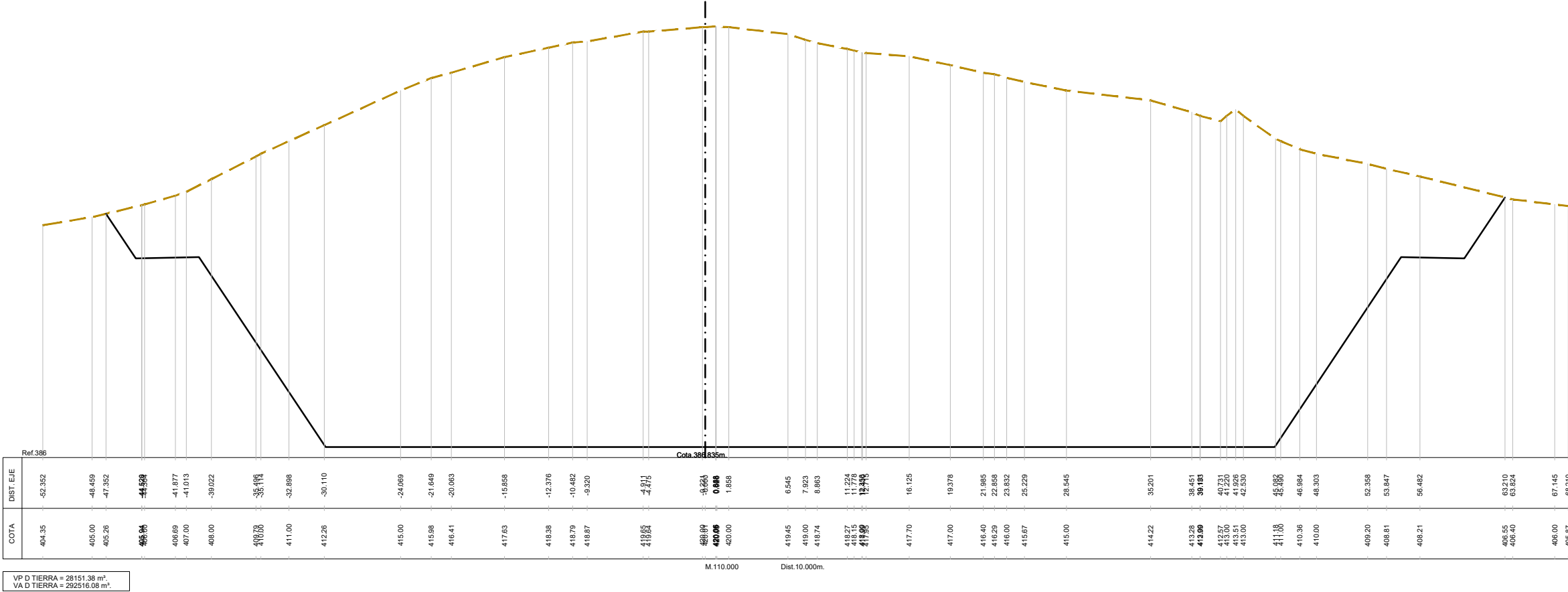
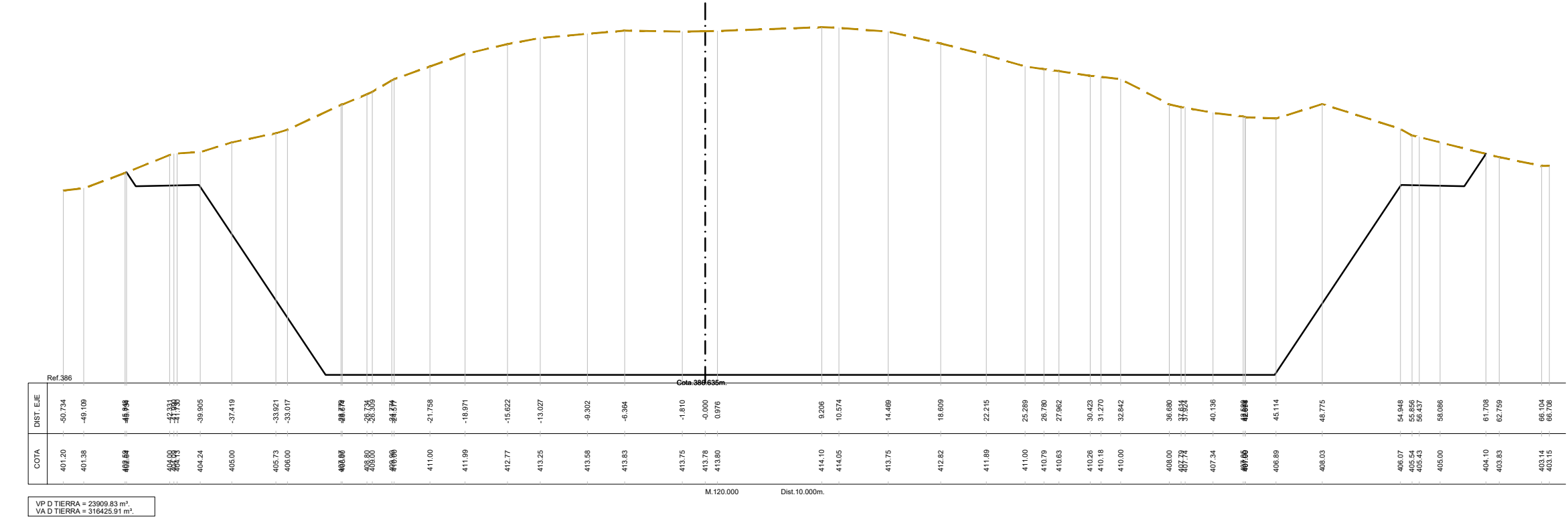
04-01

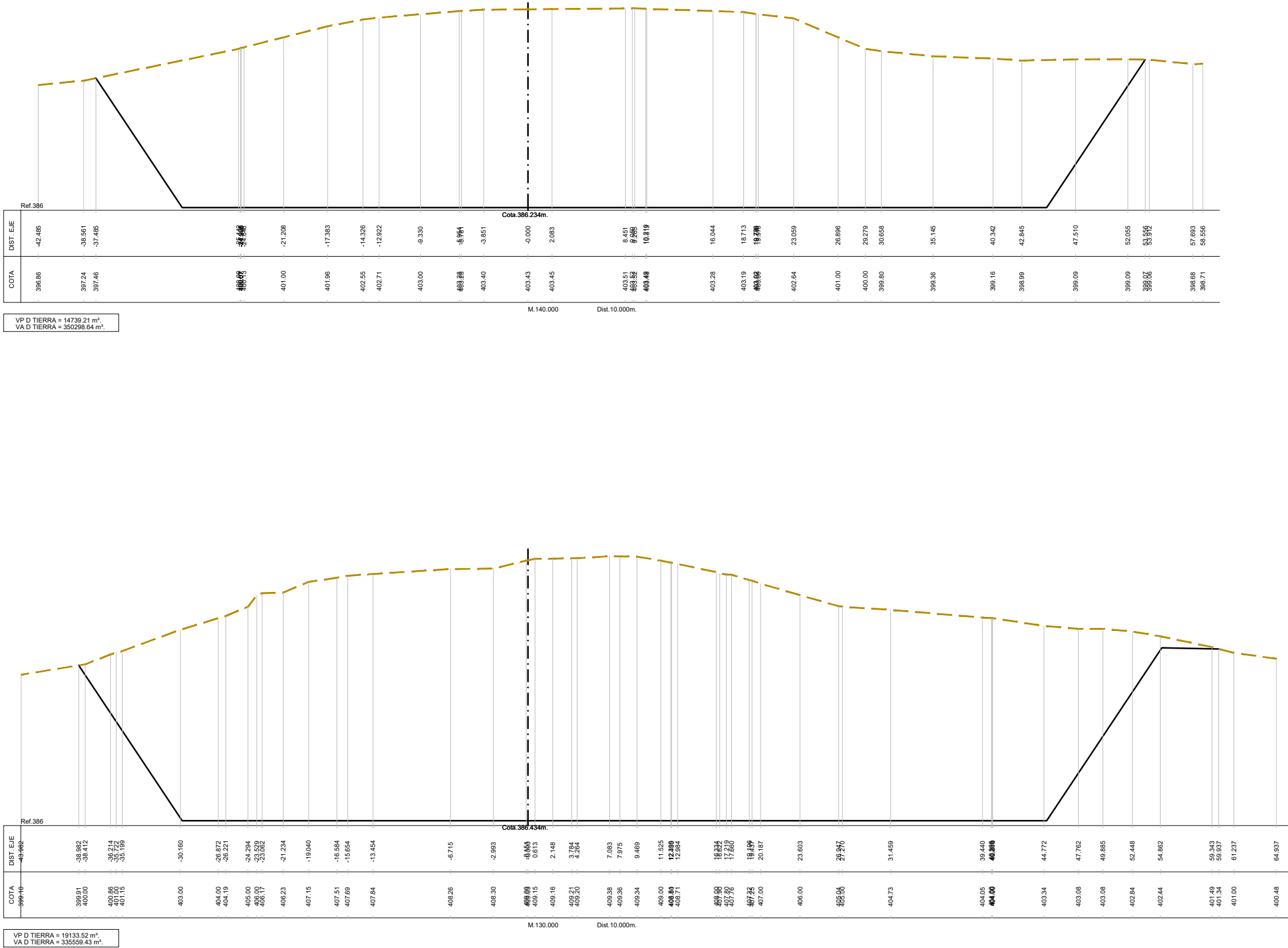
HOJA 05 DE: 12

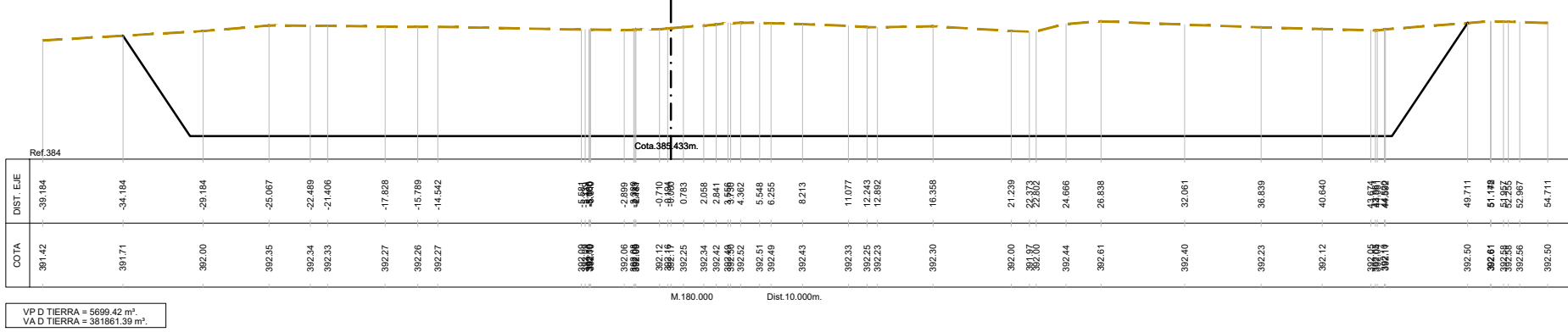
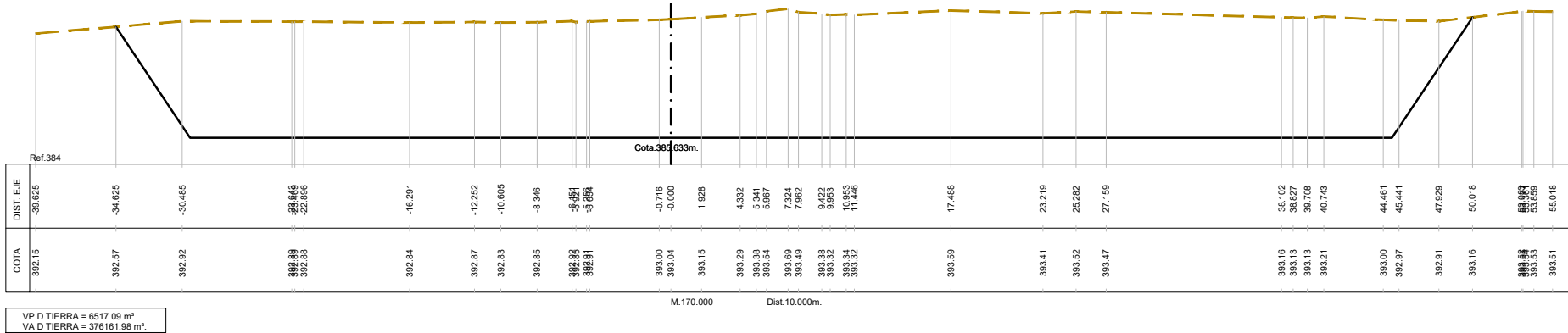
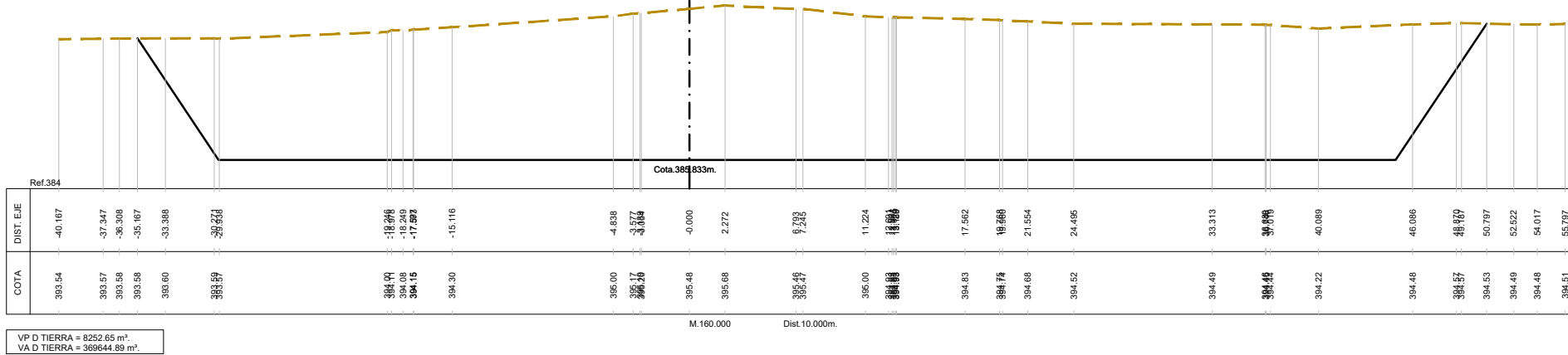
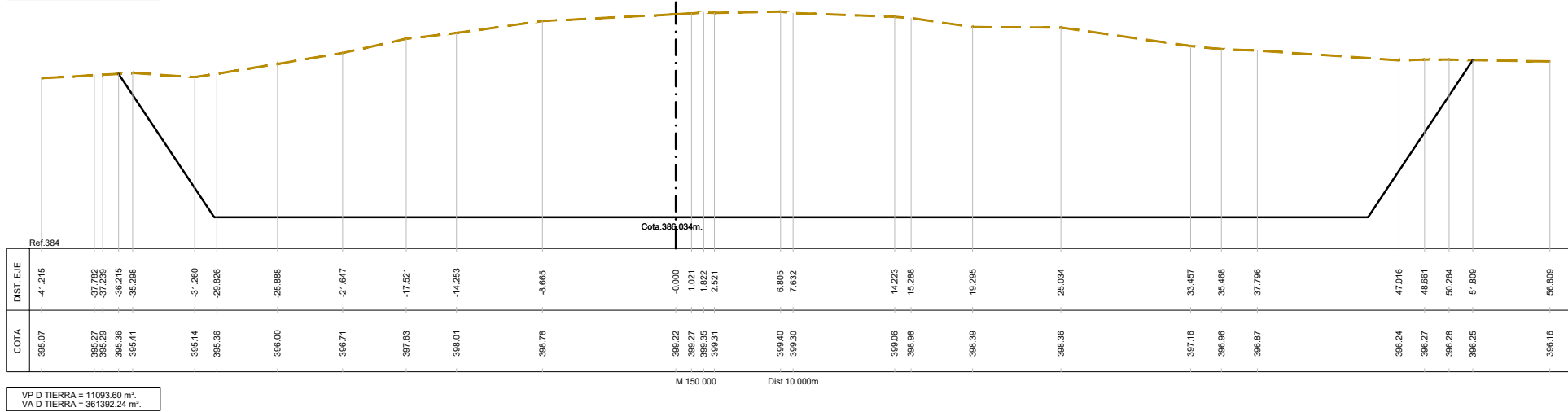


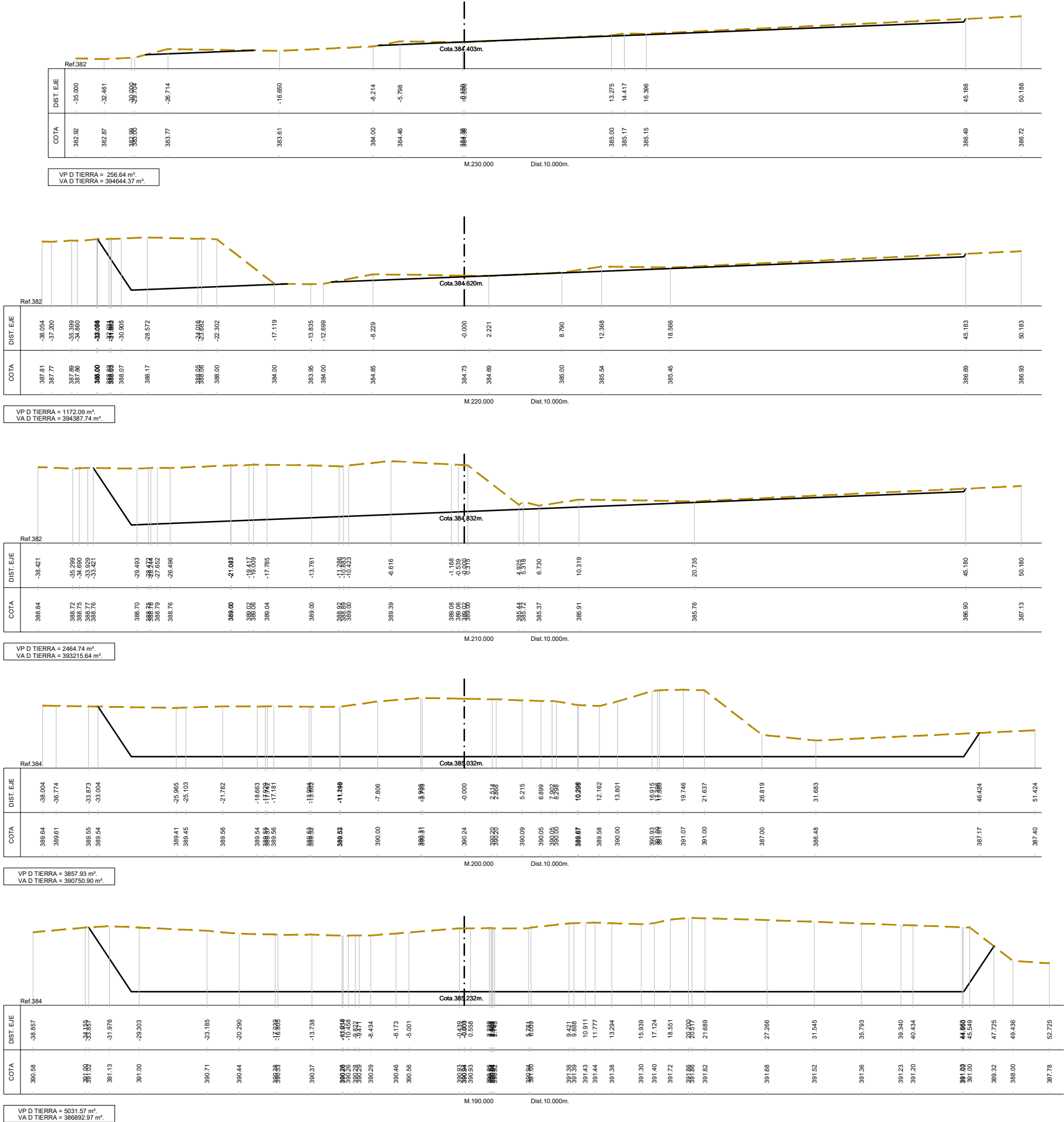


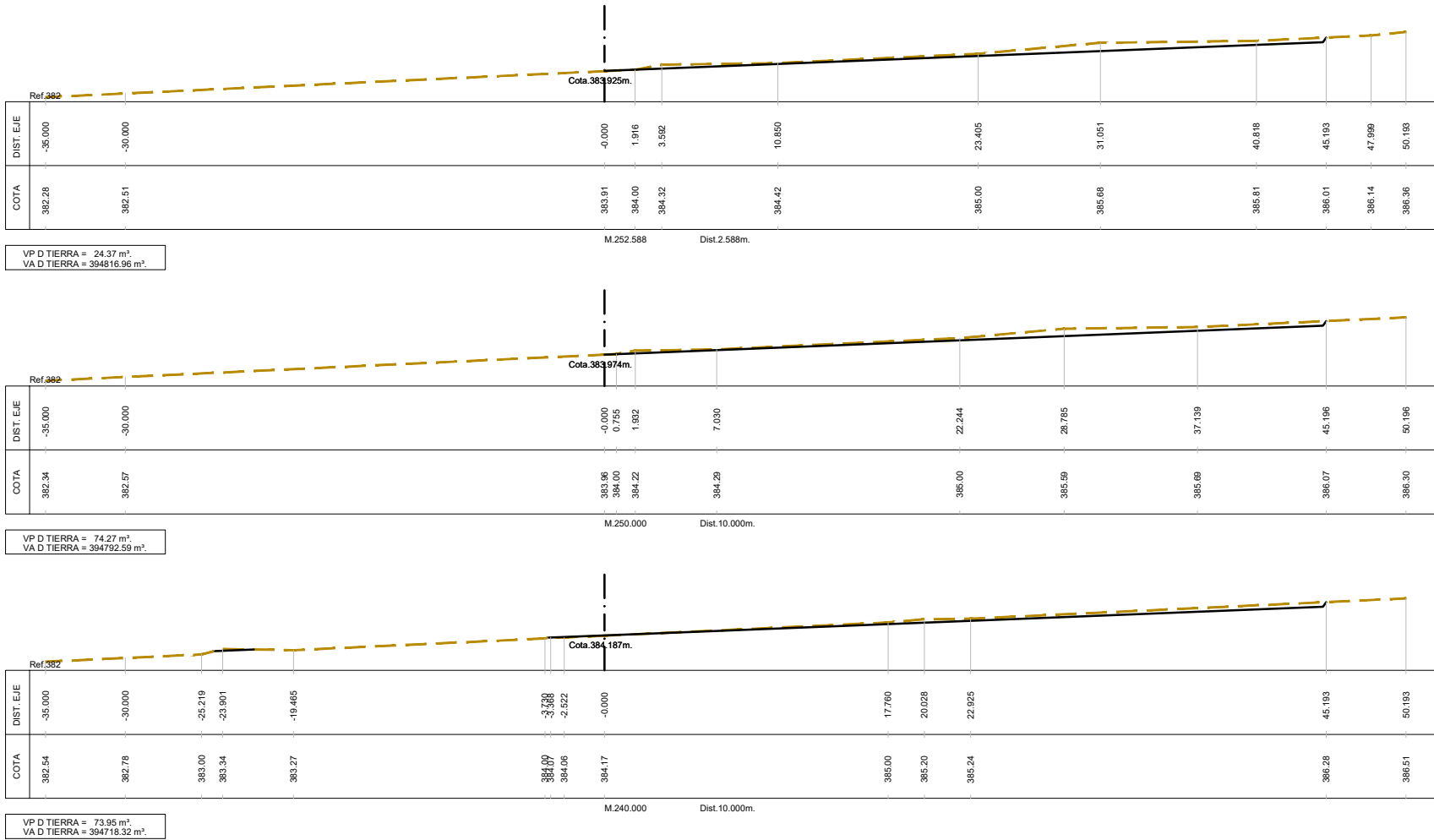












| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 605.099,478 | 4.659.642,140 | 394,695 |
| 2 | 605.102,300 | 4.659.638,012 | 394,579 |
| 3 | 605.108,644 | 4.659.630,220 | 393,443 |
| 4 | 605.116,953 | 4.659.617,731 | 392,413 |
| 5 | 605.124,158 | 4.659.610,509 | 391,983 |
| 6 | 605.156,000 | 4.659.577,626 | 388,995 |
| 7 | 605.177,236 | 4.659.555,709 | 387,018 |
| 8 | 605.212,782 | 4.659.519,281 | 383,997 |
| 9 | 605.244,987 | 4.659.486,638 | 381,662 |
| 10 | 605.250,952 | 4.659.478,595 | 380,975 |
| 11 | 605.262,906 | 4.659.456,526 | 378,874 |
| 12 | 605.264,853 | 4.659.451,817 | 377,654 |
| 13 | 605.269,402 | 4.659.442,835 | 376,395 |
| 14 | 605.272,003 | 4.659.438,561 | 376,353 |
| 15 | 605.273,967 | 4.659.433,864 | 375,021 |
| 16 | 605.281,730 | 4.659.421,014 | 375,570 |
| 17 | 605.287,833 | 4.659.407,064 | 373,291 |
| 18 | 605.293,724 | 4.659.395,972 | 372,840 |
| 19 | 605.304,907 | 4.659.379,390 | 372,110 |
| 20 | 605.309,057 | 4.659.373,143 | 371,587 |
| 21 | 605.310,996 | 4.659.368,430 | 369,749 |
| 22 | 605.292,180 | 4.659.355,963 | 368,260 |
| 23 | 605.273,364 | 4.659.343,496 | 366,772 |
| 24 | 605.269,970 | 4.659.347,244 | 368,782 |
| 25 | 605.256,606 | 4.659.368,379 | 369,767 |
| 26 | 605.232,309 | 4.659.376,272 | 371,788 |
| 27 | 605.214,071 | 4.659.382,182 | 373,331 |
| 28 | 605.207,313 | 4.659.383,702 | 375,066 |
| 29 | 605.192,810 | 4.659.404,082 | 376,417 |
| 30 | 605.181,897 | 4.659.417,845 | 378,730 |
| 31 | 605.166,667 | 4.659.440,742 | 378,915 |
| 32 | 605.153,739 | 4.659.459,167 | 379,906 |
| 33 | 605.140,885 | 4.659.477,641 | 380,763 |
| 34 | 605.144,409 | 4.659.500,969 | 380,823 |
| 35 | 605.146,274 | 4.659.517,200 | 381,666 |
| 36 | 605.121,996 | 4.659.553,559 | 385,500 |
| 37 | 605.100,029 | 4.659.585,525 | 389,253 |
| 38 | 605.090,643 | 4.659.600,298 | 390,000 |
| 39 | 605.074,275 | 4.659.595,451 | 399,341 |
| 40 | 605.072,932 | 4.659.609,556 | 400,209 |
| 41 | 605.073,158 | 4.659.621,702 | 400,587 |
| 42 | 605.074,665 | 4.659.634,496 | 399,000 |
| 43 | 605.087,072 | 4.659.639,730 | 398,000 |
| 44 | 605.092,466 | 4.659.641,693 | 397,000 |
| 45 | 605.097,898 | 4.659.643,363 | 397,000 |



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA FASE DEL CANAL DE NAVARRA.

CLAVE:
CLAVE CANASA: CAN/P-CN-24
CLAVE MINISTERIO: 09.284-0016/2111

EMPRESA CONSULTORA
ep4sa
INGIOPSA

TÍTULO DEL ANEJO:
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA Balsa de TUDELA

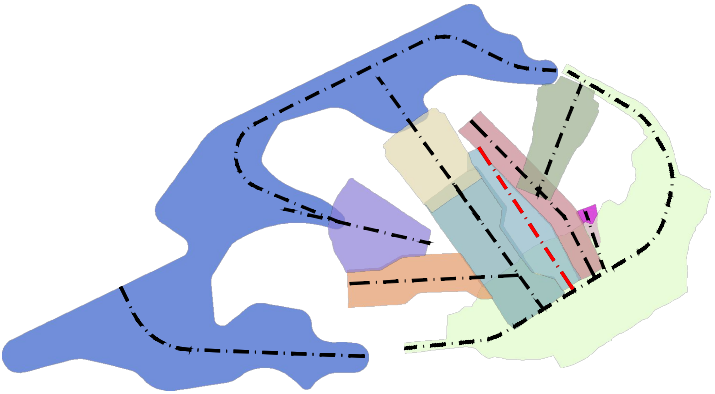
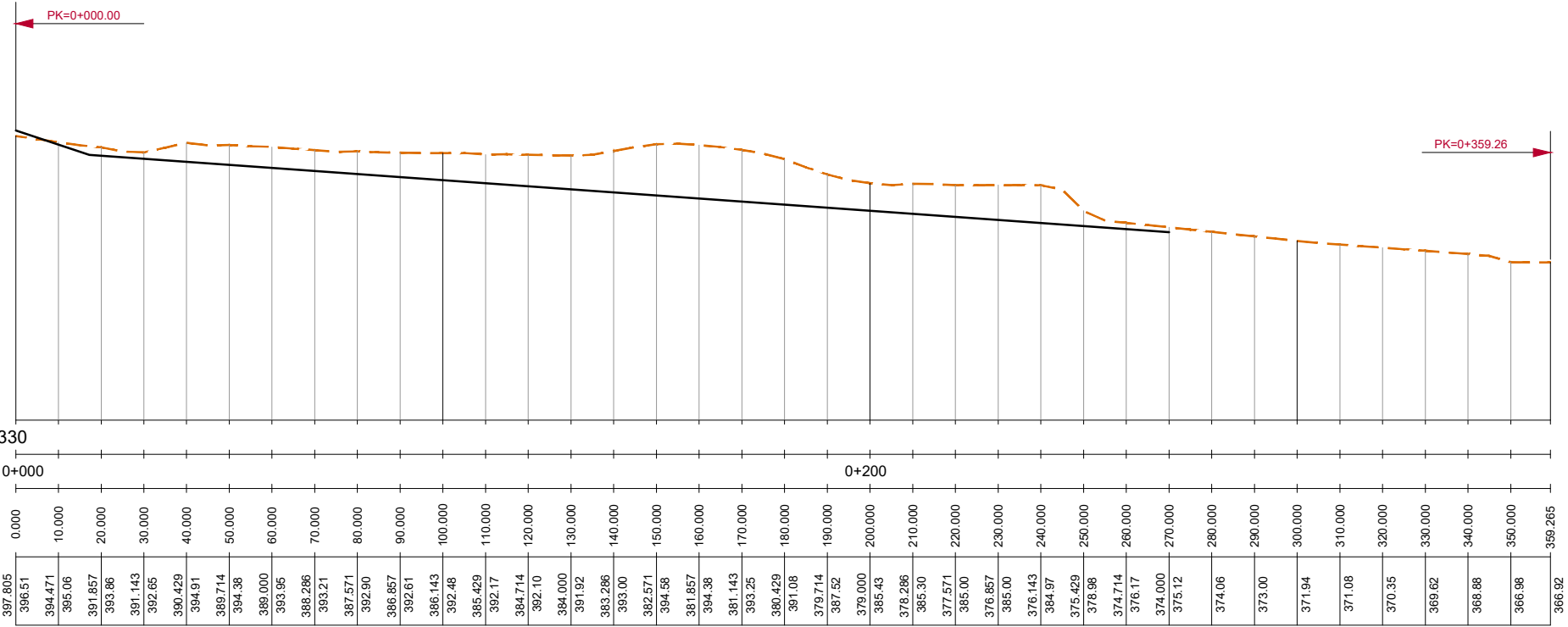
ESCALA DE ORIGINALES:
1:2500
0 12.5 25 37.5 50 m.
ORIGINALES: UNE A3

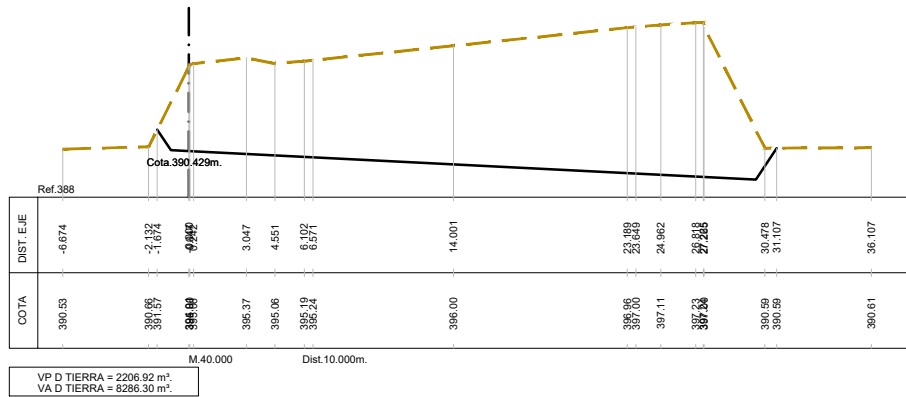
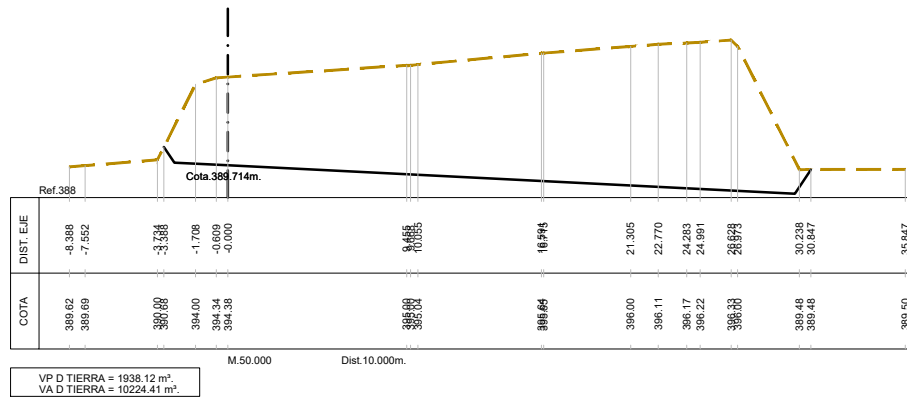
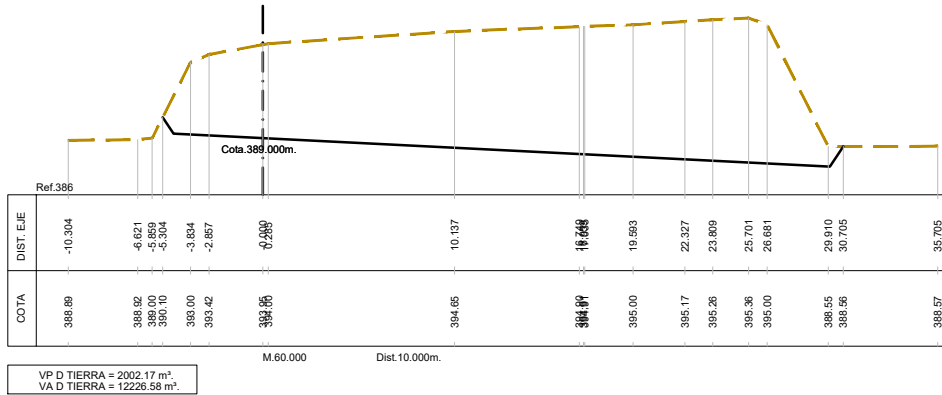
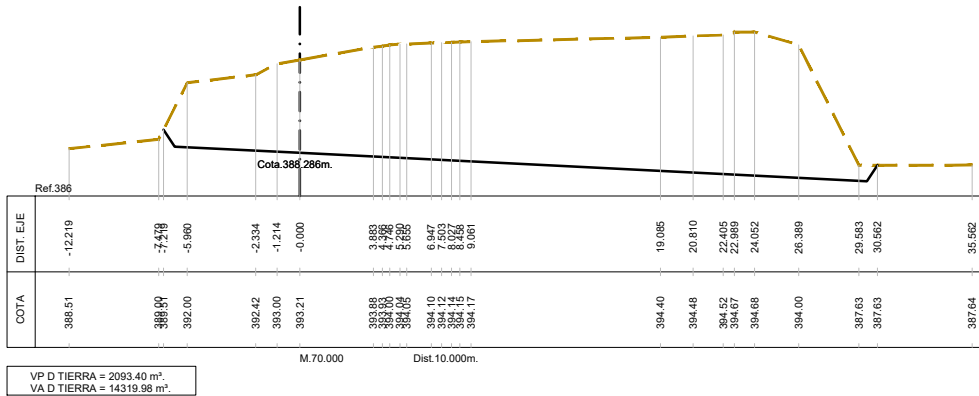
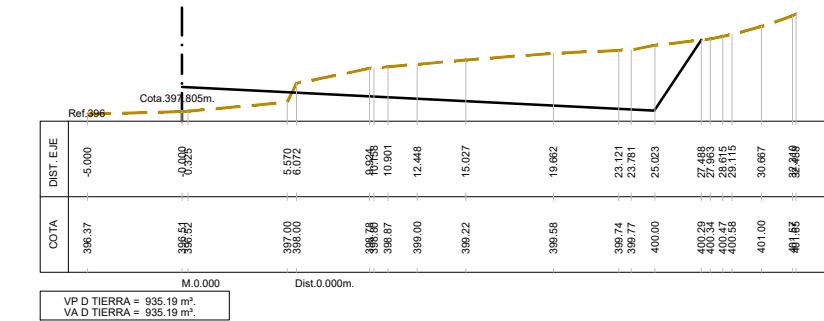
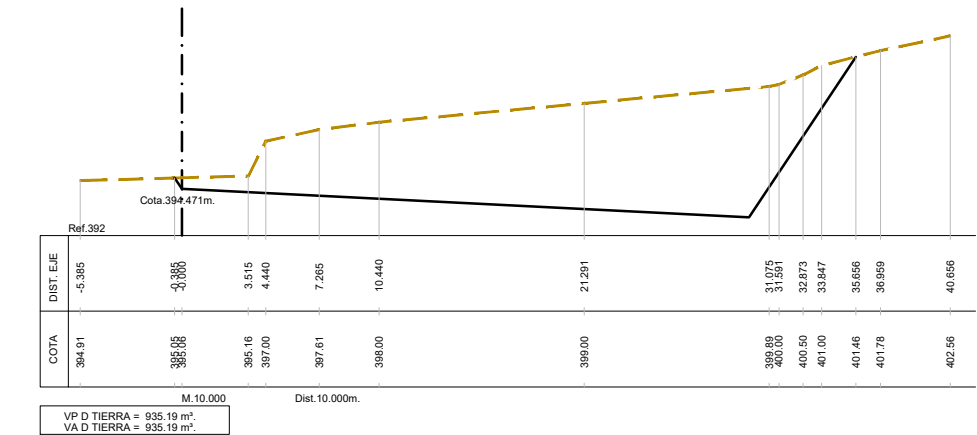
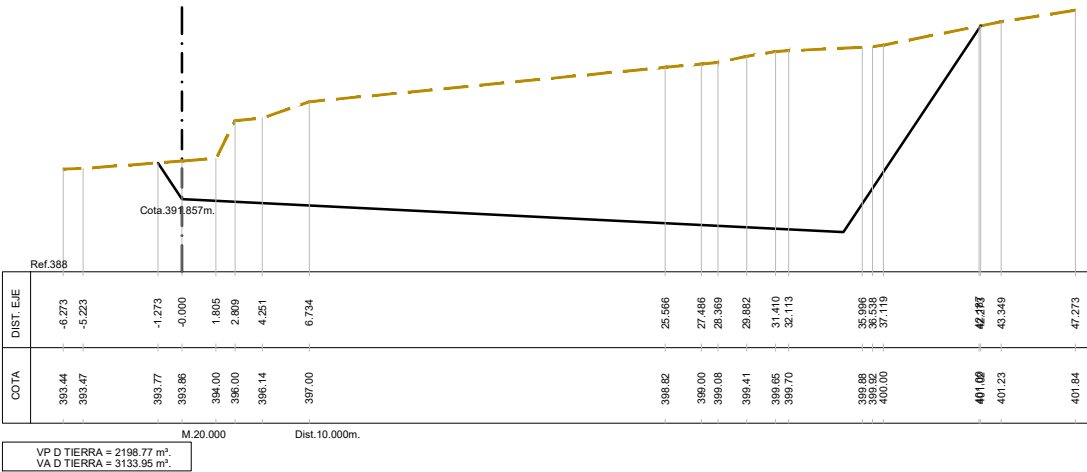
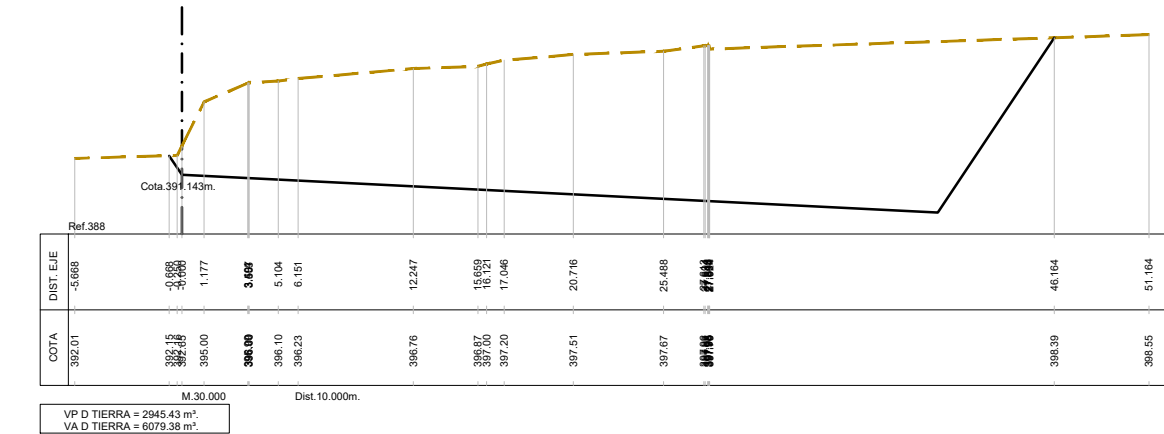
FECHA:
MARZO 2022

DESIGNACIÓN:
Balsa de TUDELA
PRÉSTAMOS Terciario 2
Planta

Nº. DE PLANO:
04-02
HOJA:01 DE:09

| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE LA SEGUNDA FASE DEL
CANAL DE NAVARRA.

CLAVE:

CLAVE CANASA
CAN/P-CN-24

CLAVE MINISTERIO
00.284.0016/2111

EMPRESA CONSULTORA

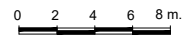


| |
|-------------------|
| TÍTULO DEL ANEJO: |
|-------------------|

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA Balsa DE TUDELA

ESCALA DE ORIGINALES:

1:40



ORIGINALES: UNE A3

FECHA:

MARZO
2022

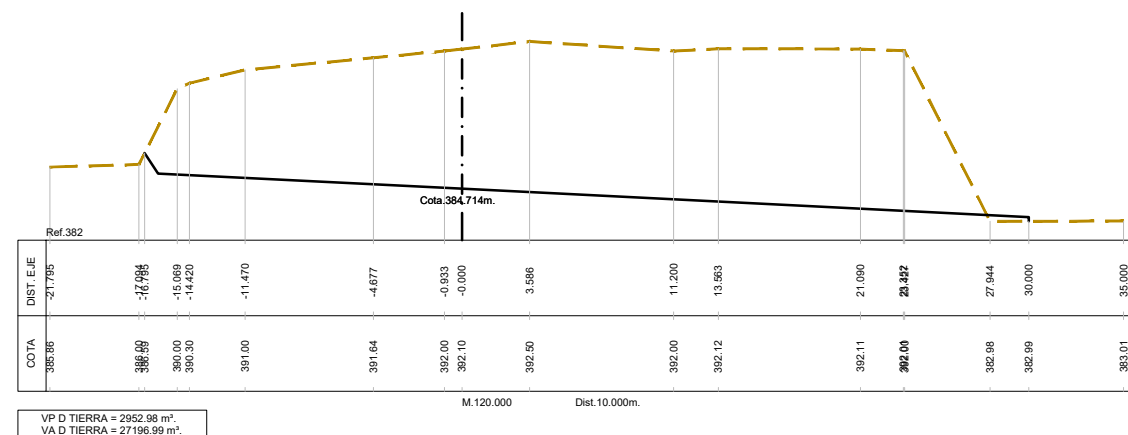
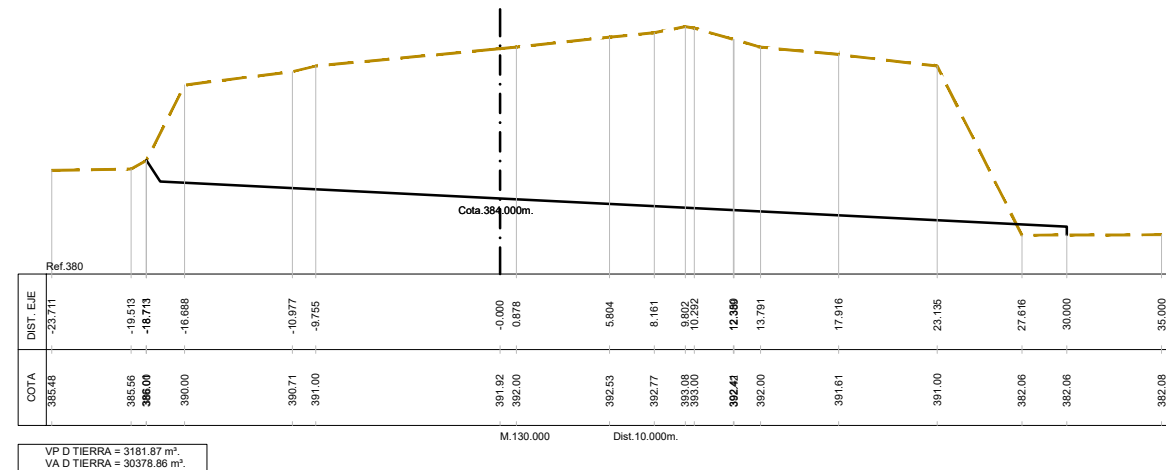
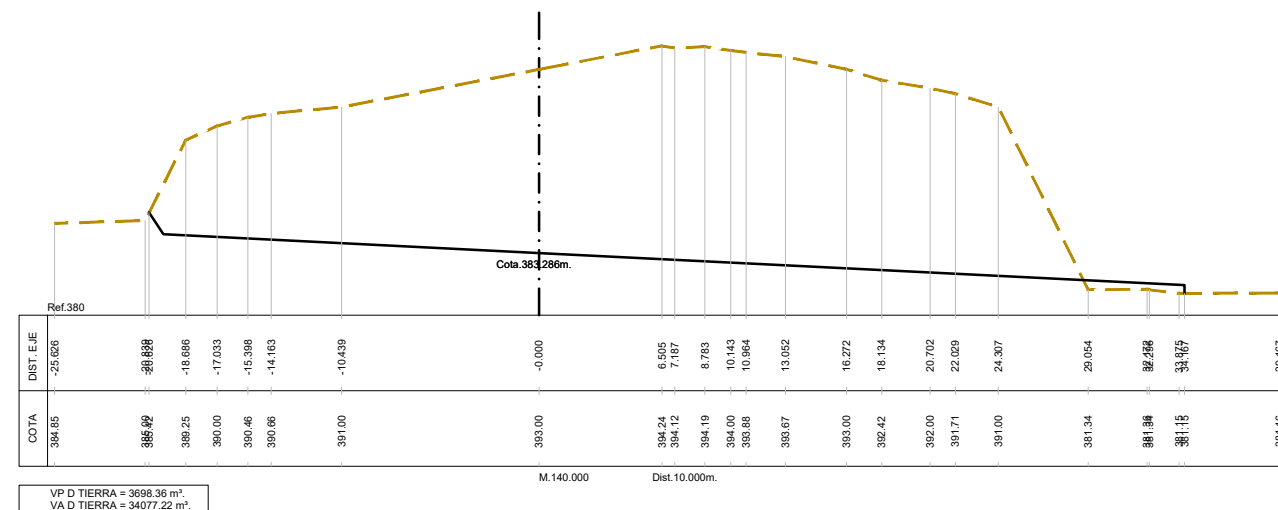
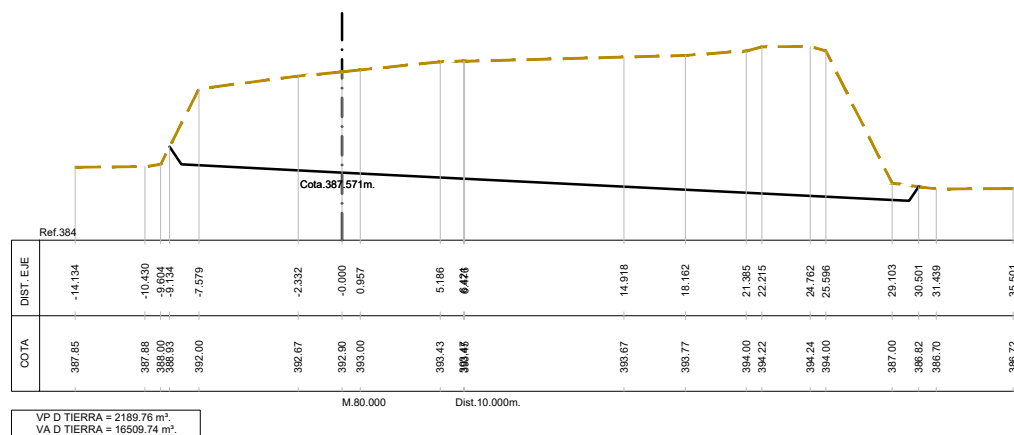
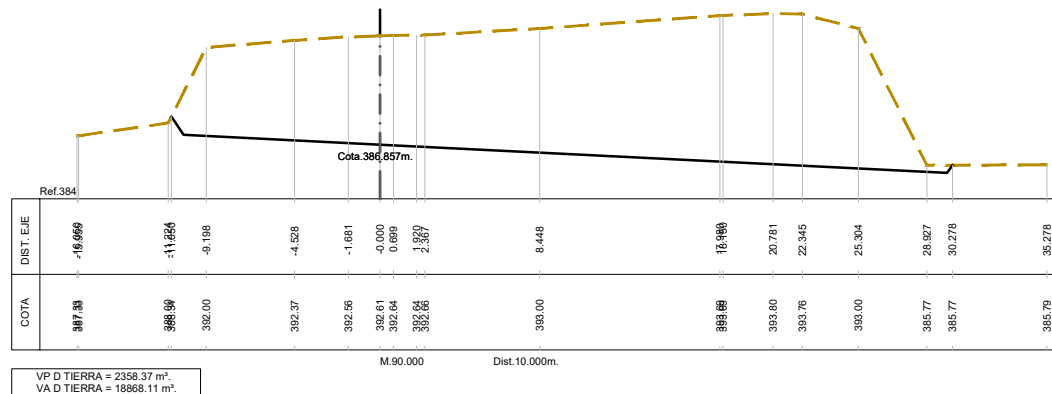
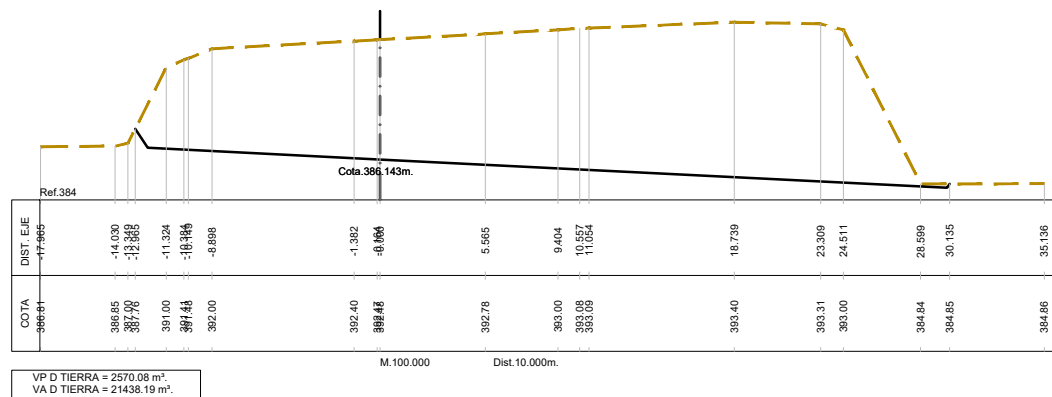
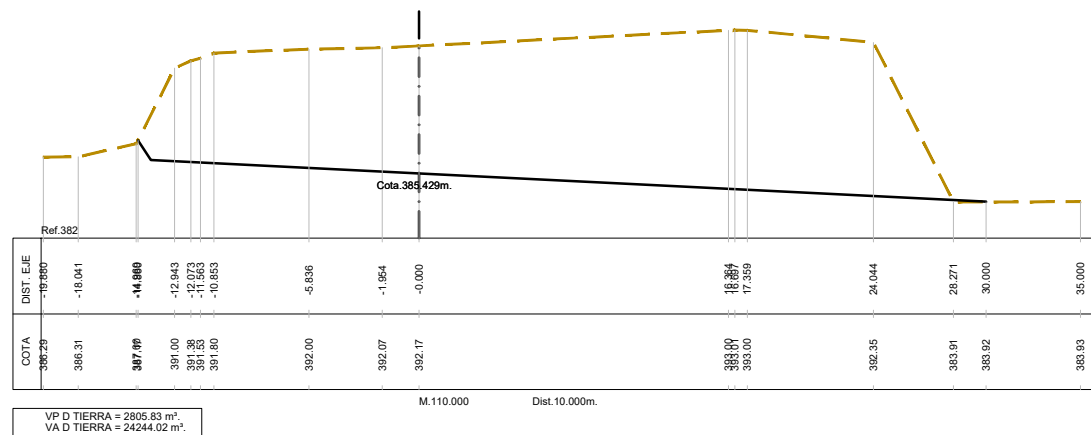
| | |
|--------------|--|
| DESIGNACIÓN: | |
|--------------|--|

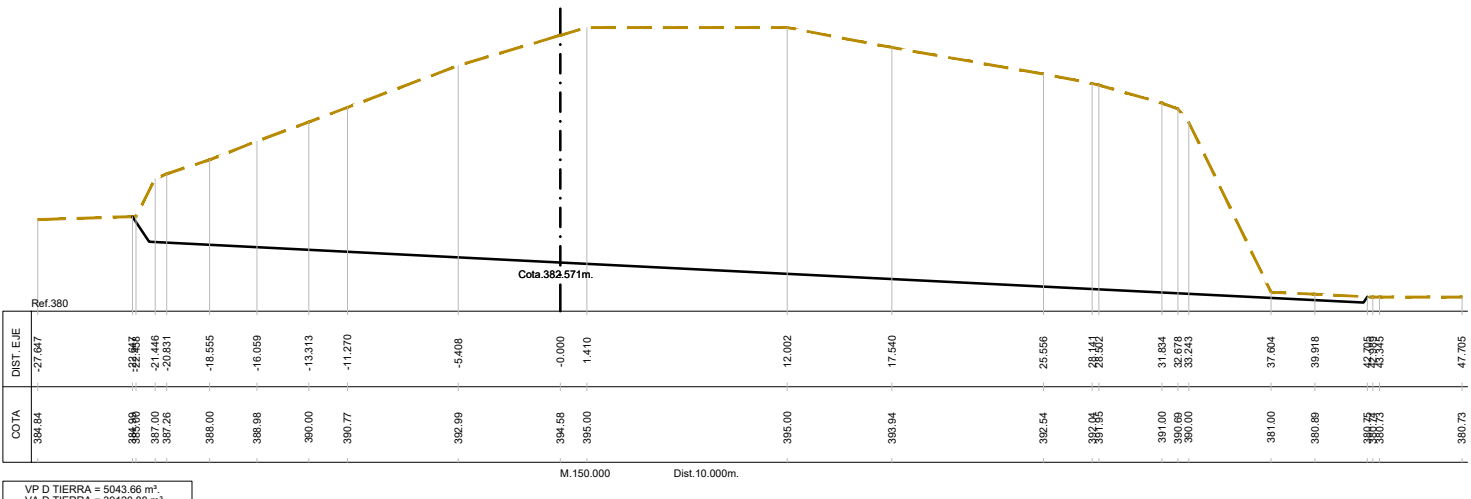
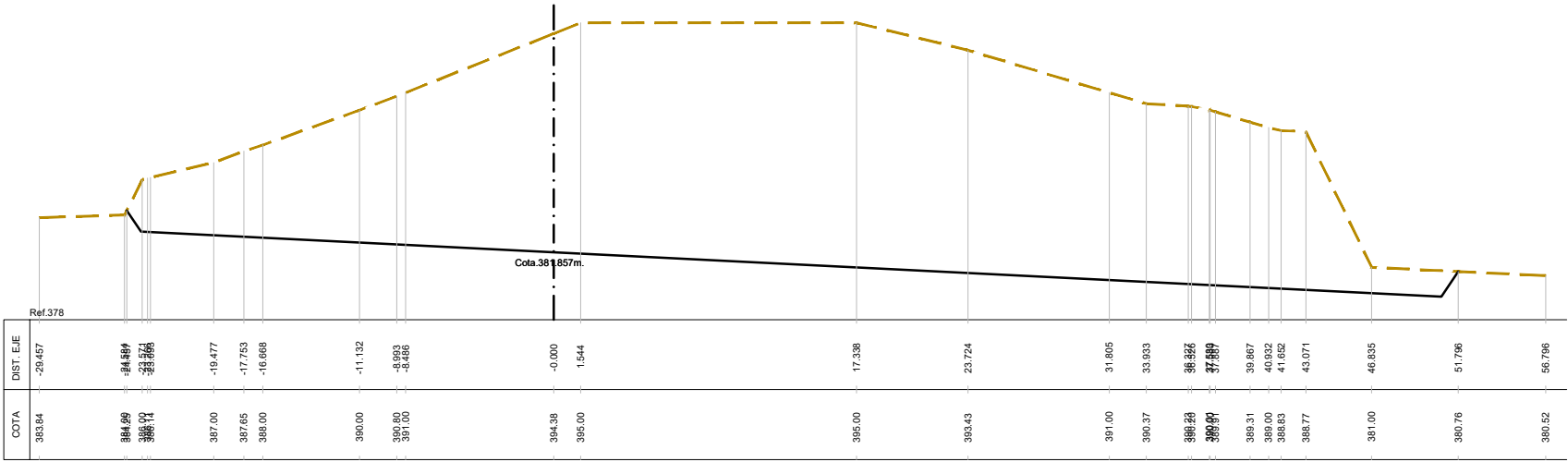
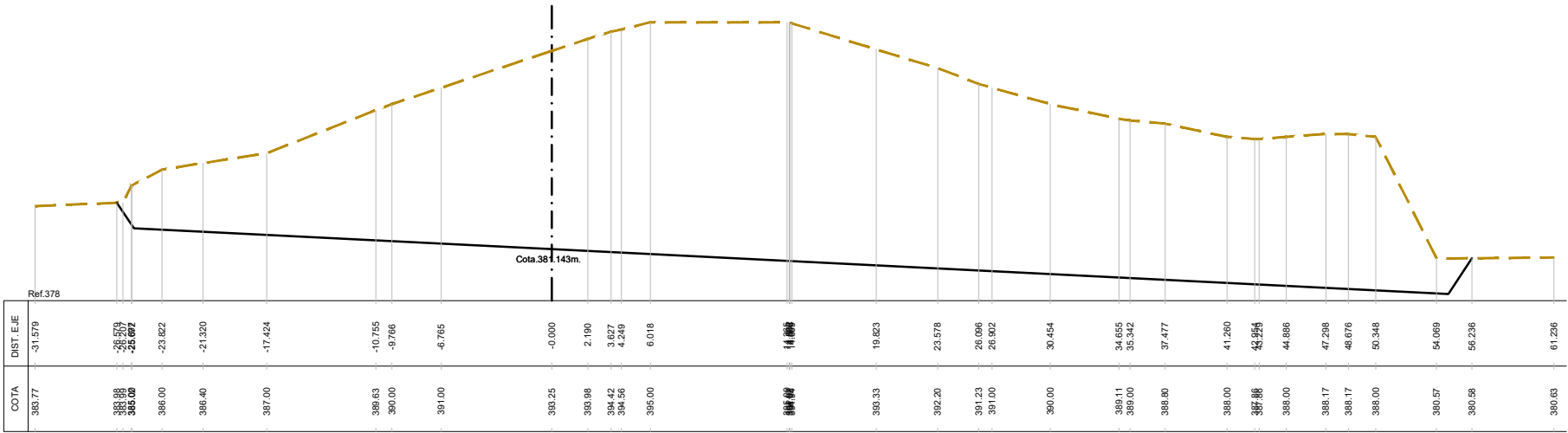
SIGNACION:
BALSA DE TUDELA
PRÉSTAMOS
TERCIARIO 2
PERFILES TRANSVERSALES

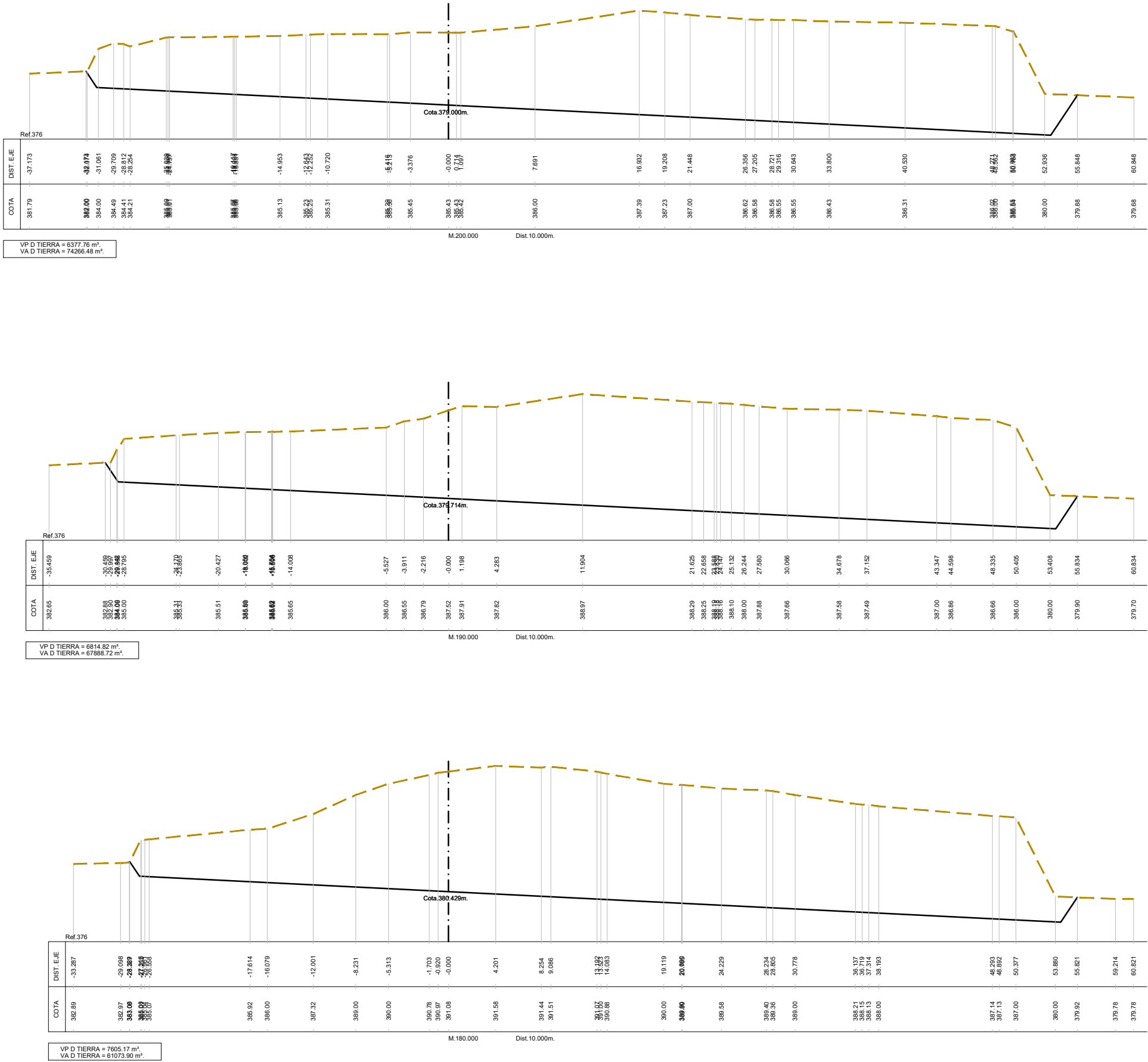
| |
|---------------|
| Nº. DE PLANO: |
|---------------|

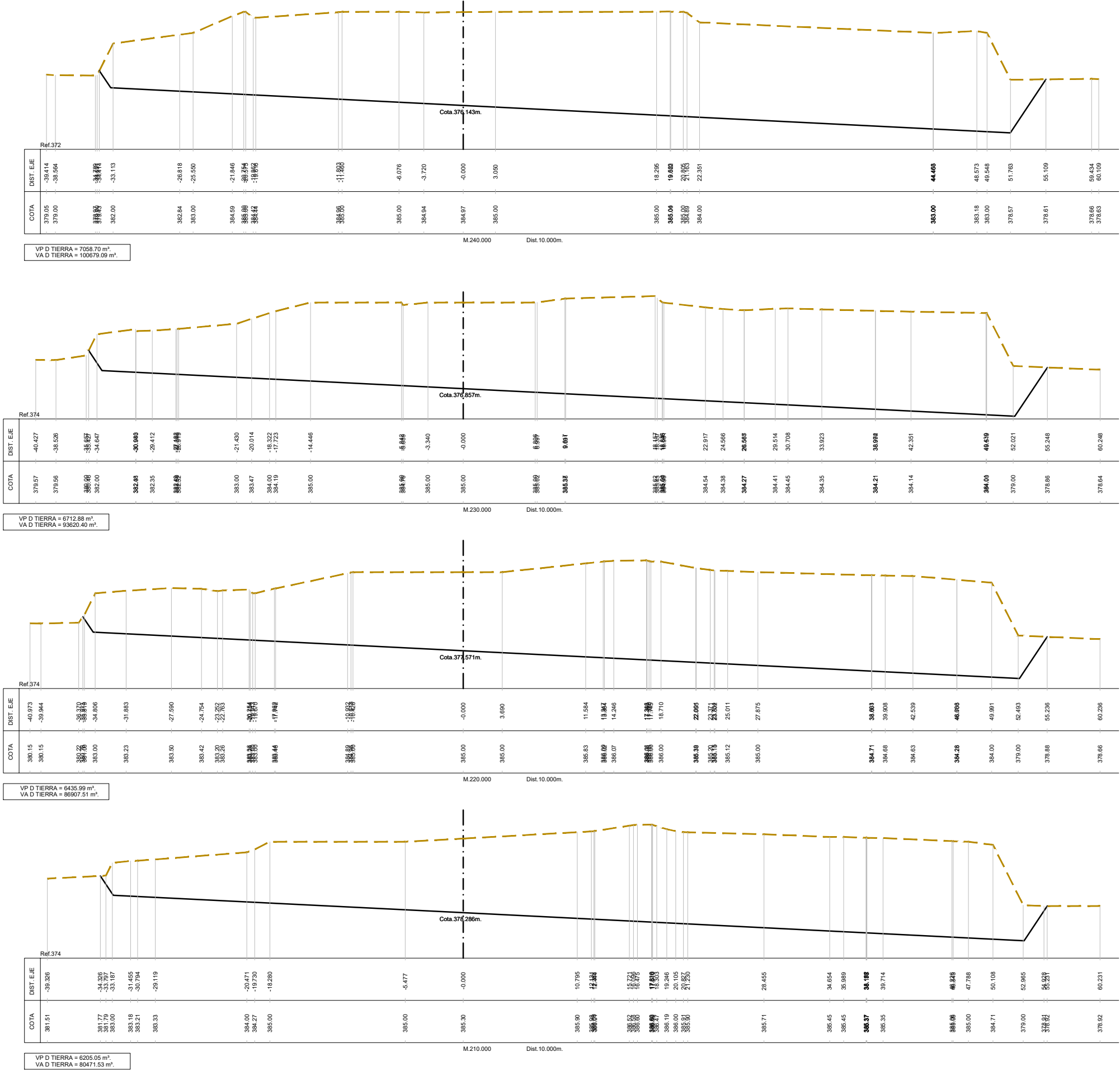
04-02

HOJA 04 DE: 09









VP D TIERRA = 7058.70 m³
VA D TIERRA = 100679.09 m³

M.240.000 Dist.10.000m.

VP D TIERRA = 6712.88 m³
VA D TIERRA = 93620.40 m³

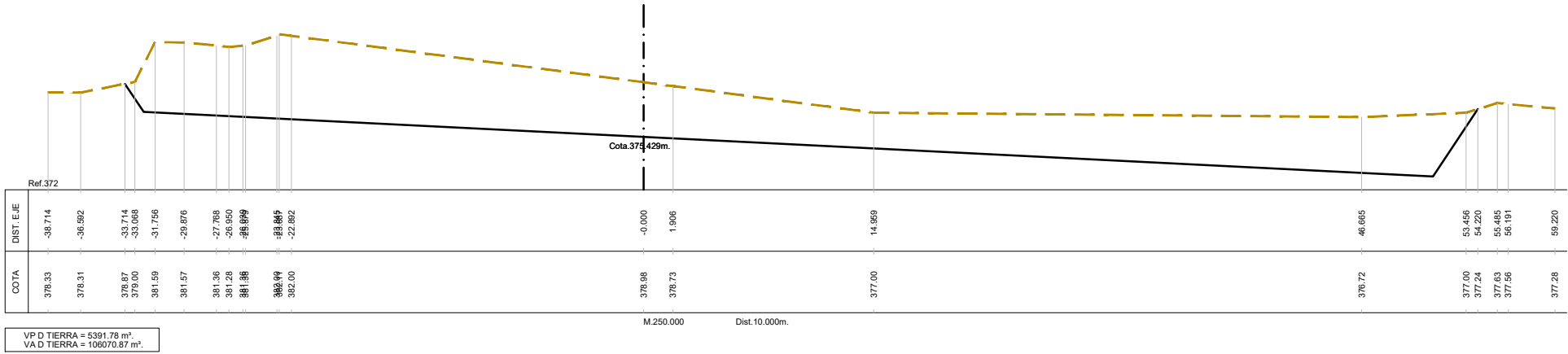
M.230.000 Dist.10.000m.

VP D TIERRA = 6435.99 m³
VA D TIERRA = 86907.51 m³

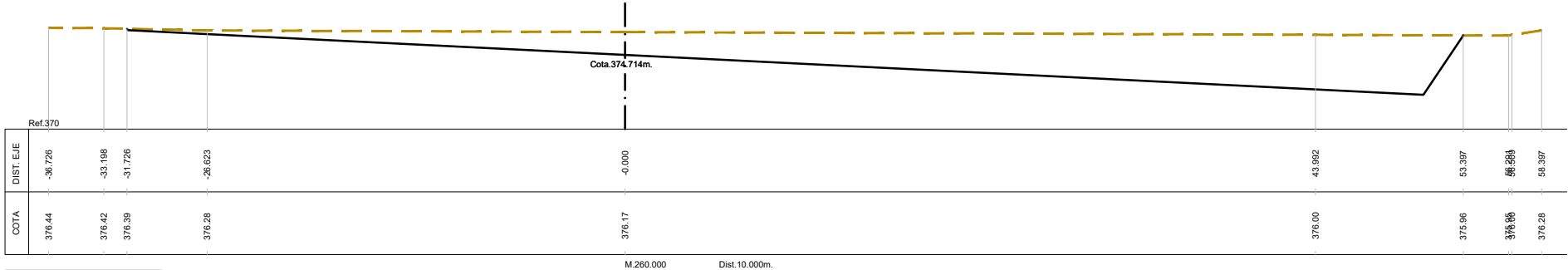
M.220.000 Dist.10.000m.

VP D TIERRA = 6205.05 m³
VA D TIERRA = 80471.53 m³

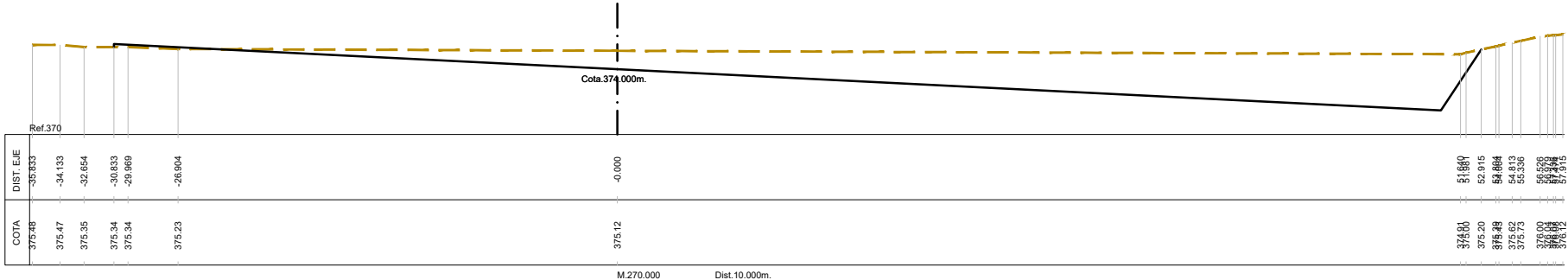
M.210.000 Dist.10.000m.



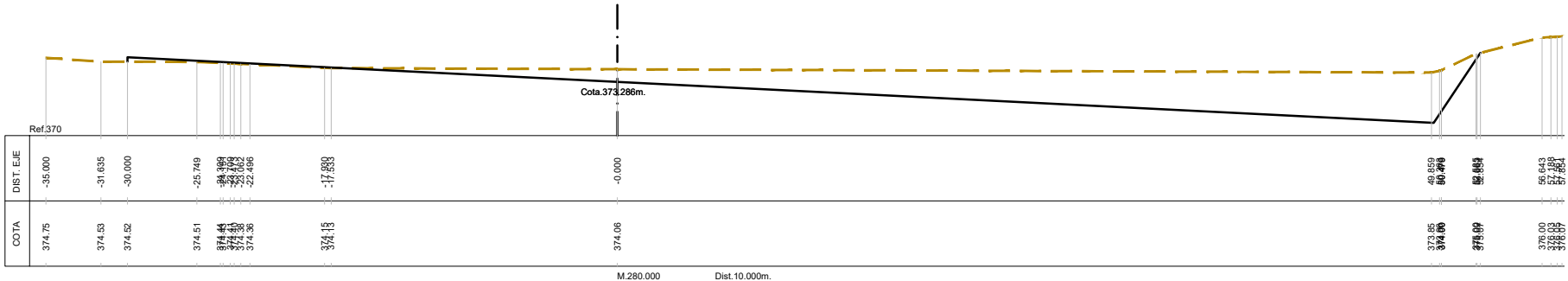
VP D TIERRA = 2093.48 m³.
VA D TIERRA = 108164.35 m³.

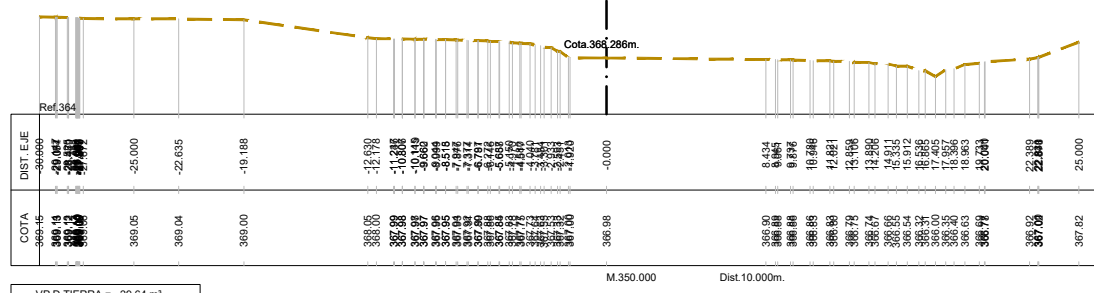
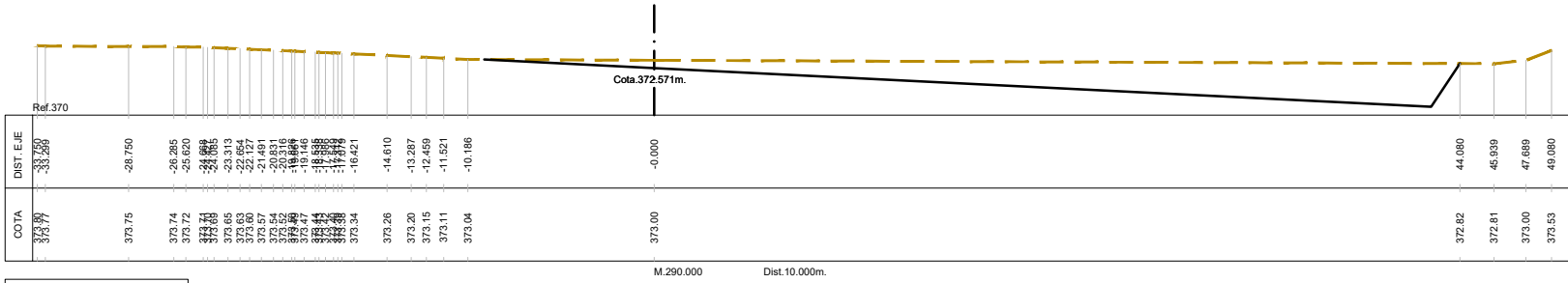
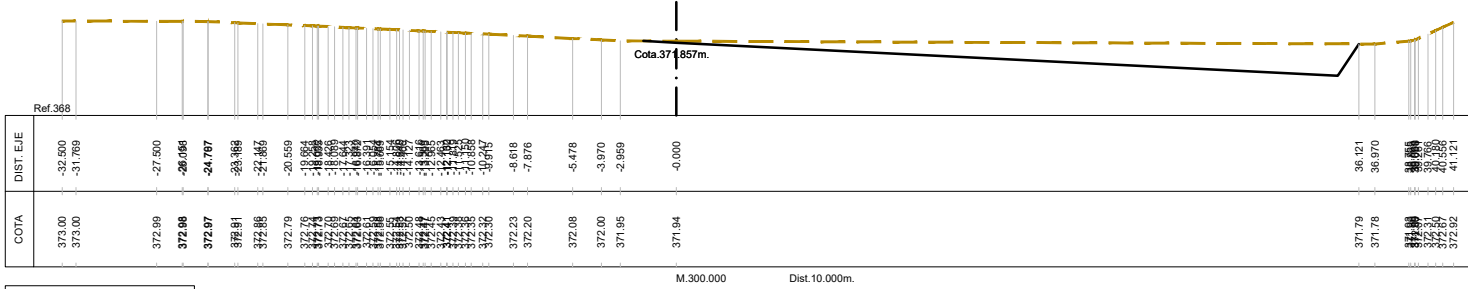
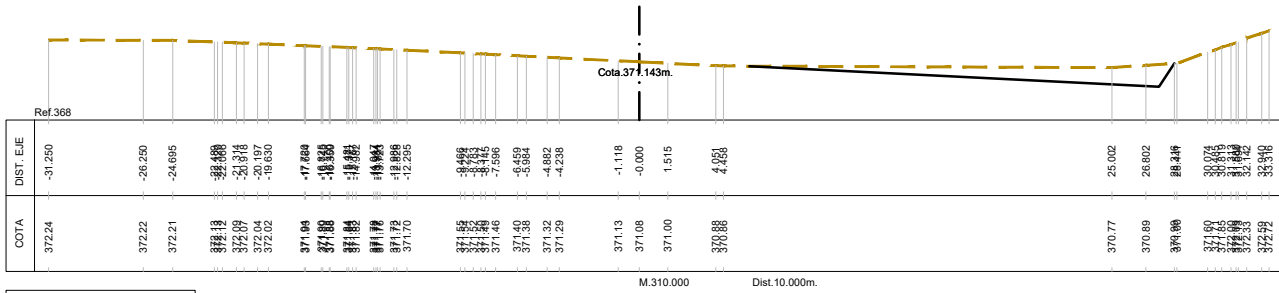
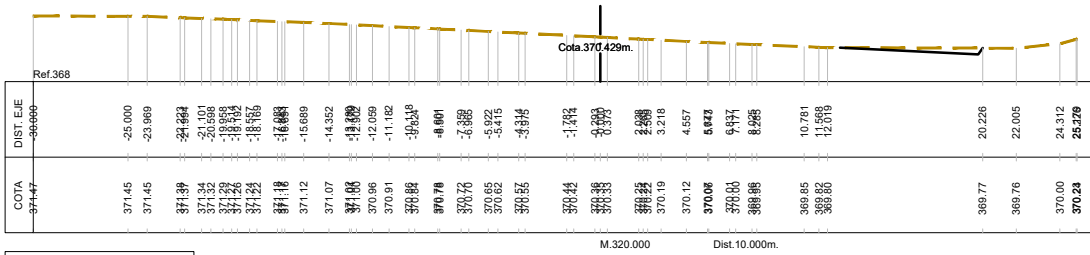
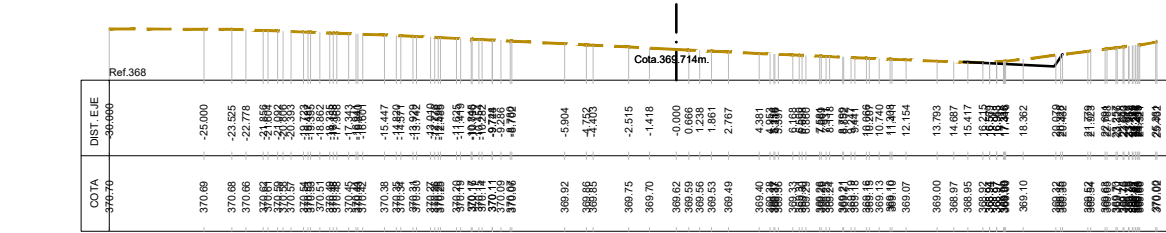


VP D TIERRA = 1470.83 m³.
VA D TIERRA = 109635.18 m³.



VP D TIERRA = 1195.16 m³.
VA D TIERRA = 110830.35 m³.

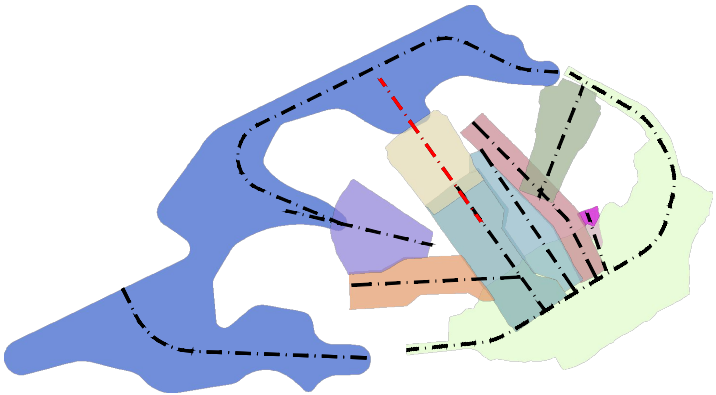
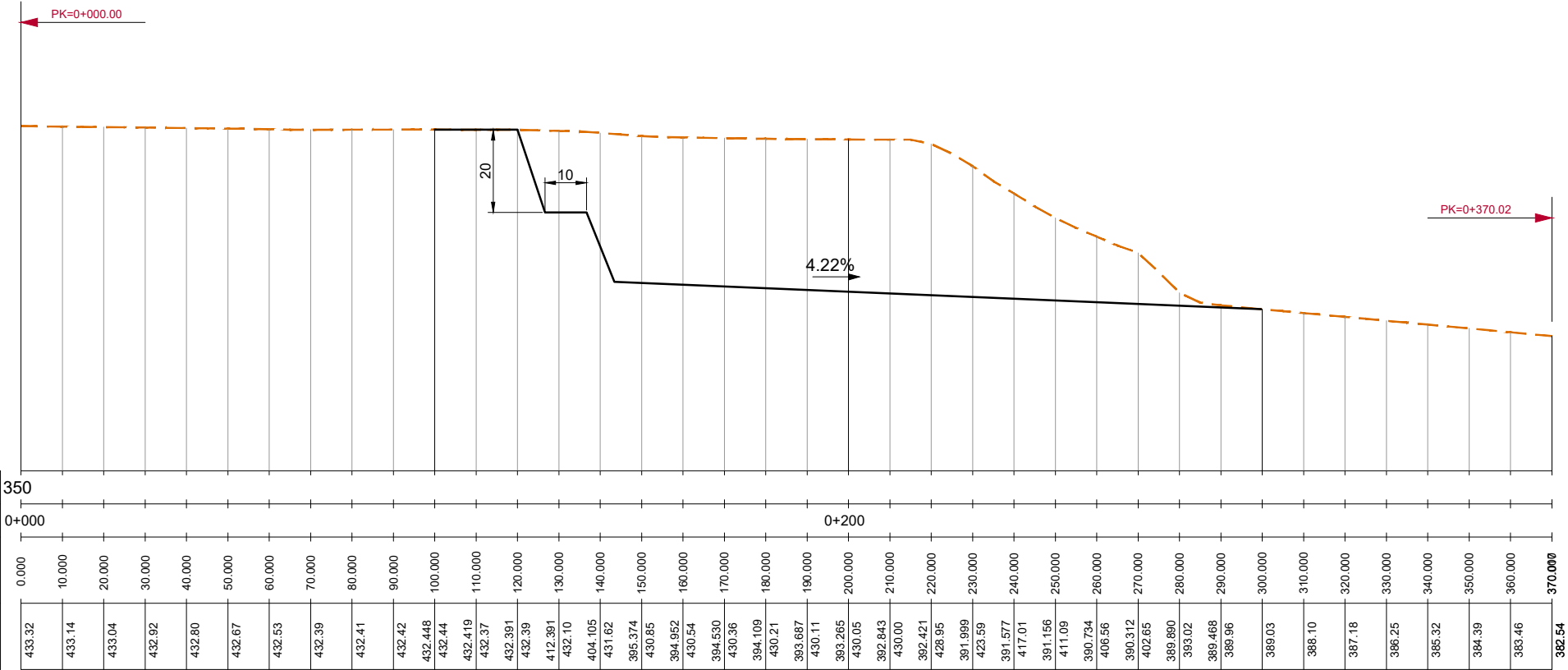


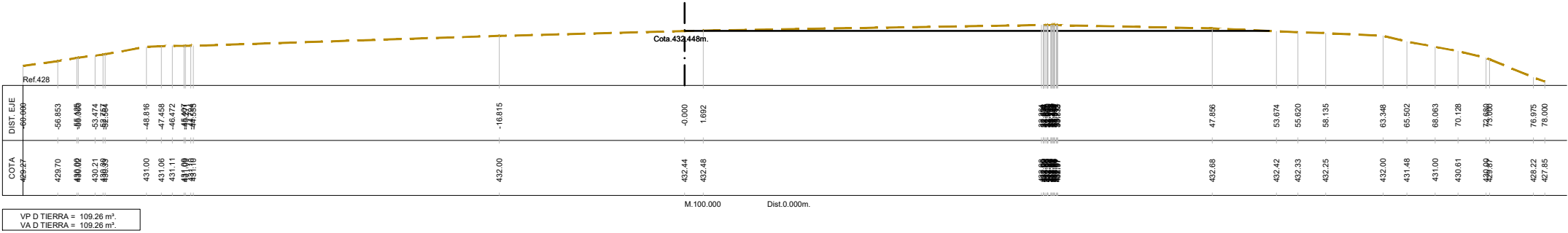
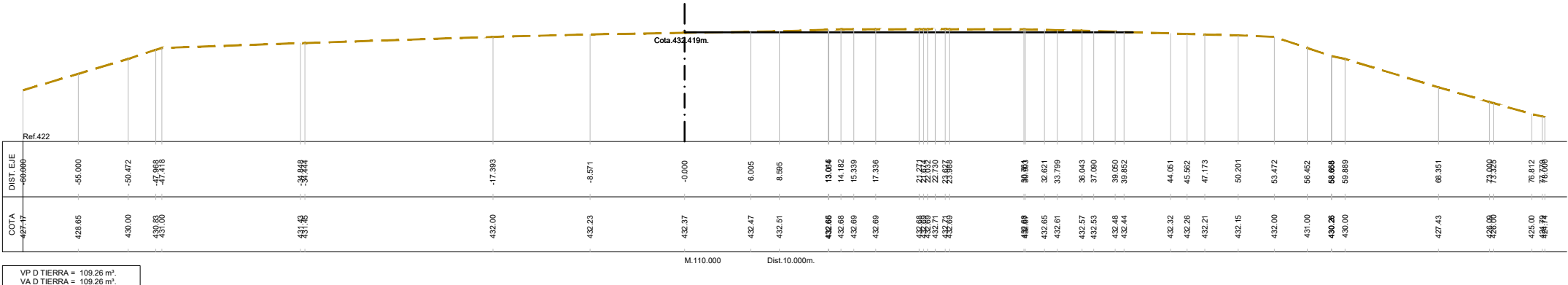
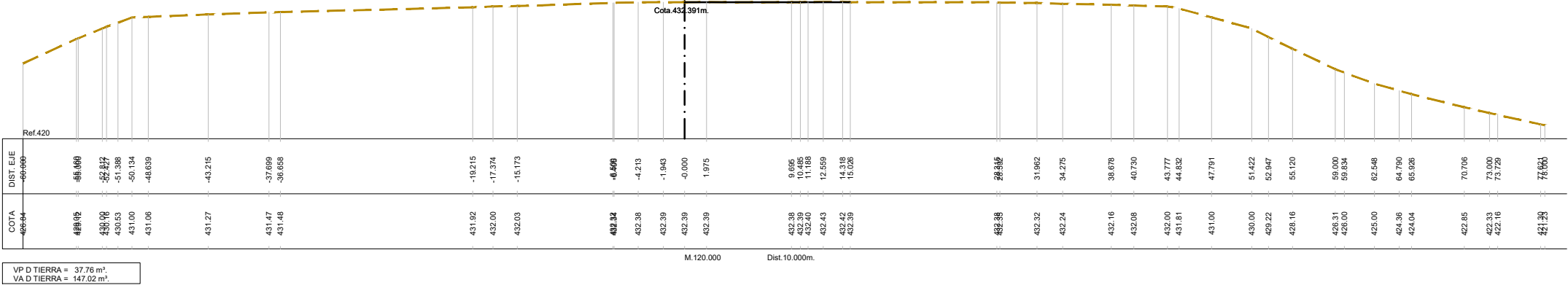


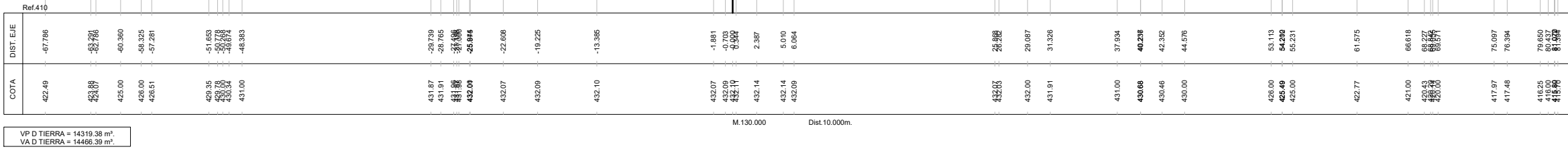
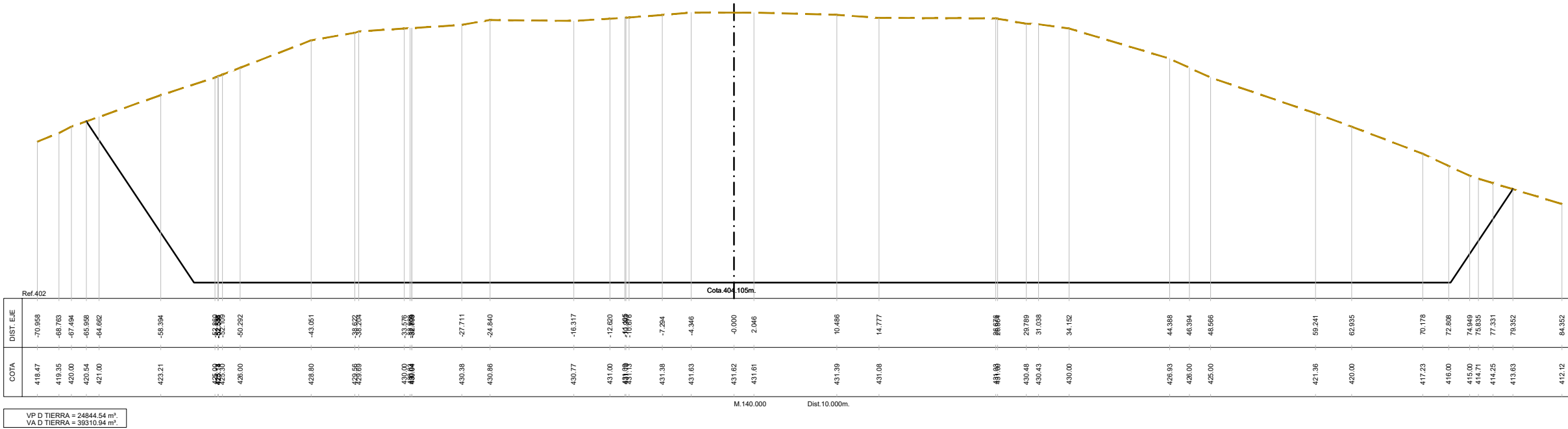


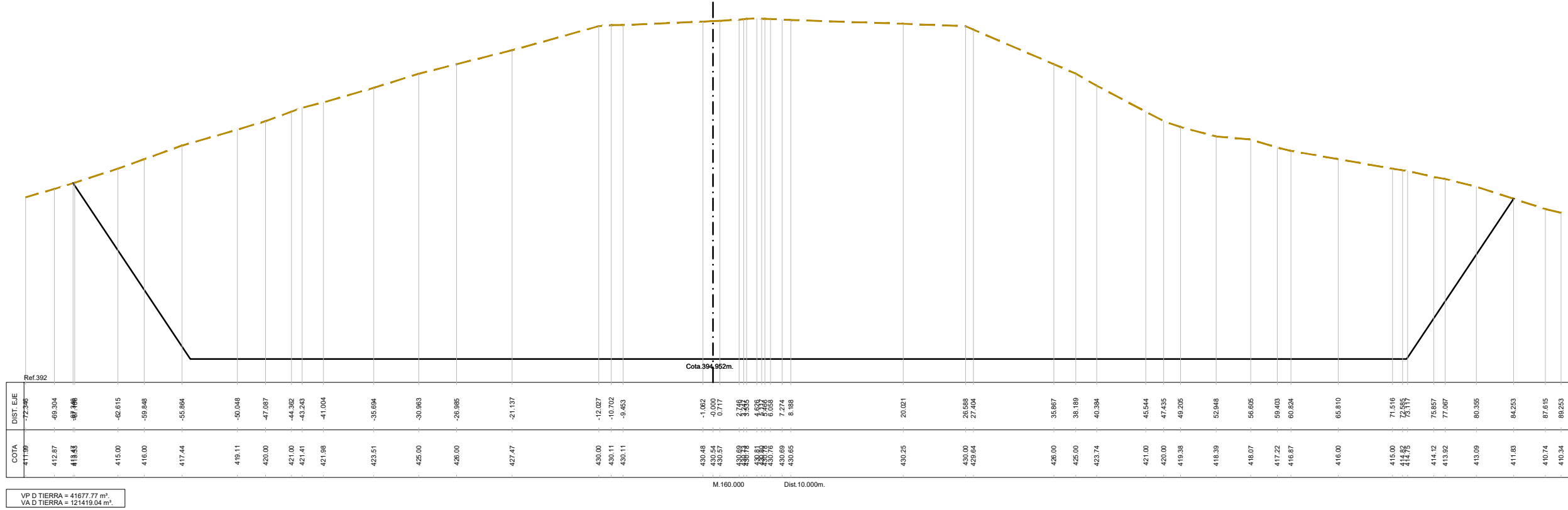
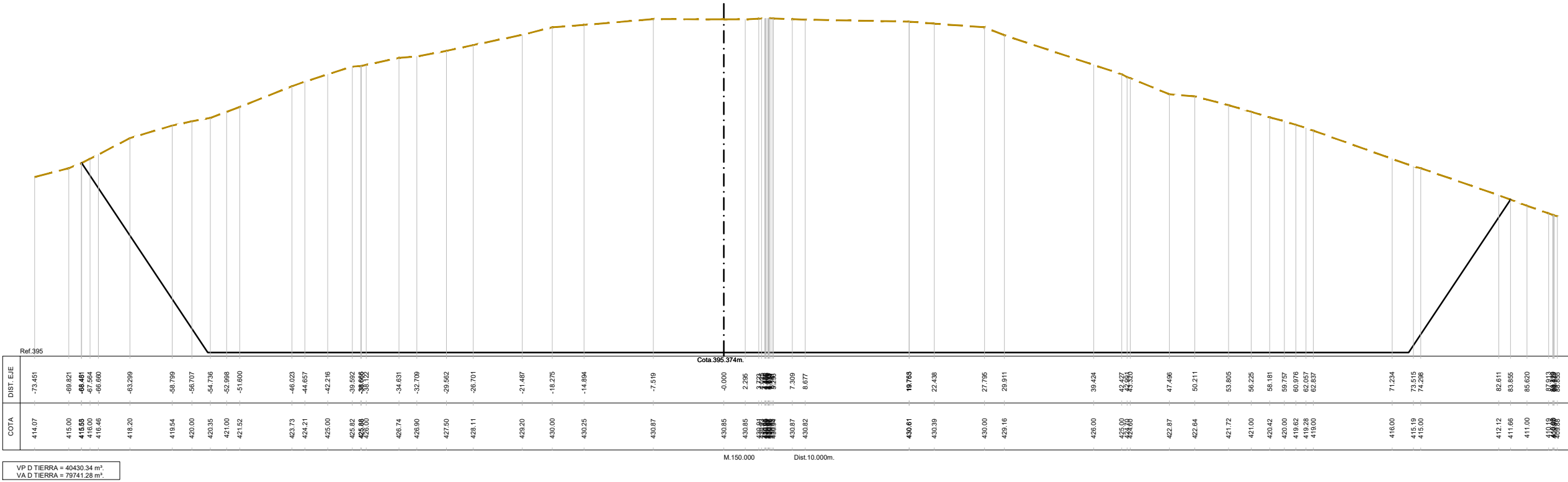
| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 604.996,114 | 4.659.729,501 | 428,861 |
| 2 | 605.003,824 | 4.659.728,839 | 426,249 |
| 3 | 605.008,096 | 4.659.725,739 | 423,786 |
| 4 | 605.010,596 | 4.659.721,382 | 423,065 |
| 5 | 605.016,315 | 4.659.719,308 | 419,977 |
| 6 | 605.022,308 | 4.659.717,428 | 417,160 |
| 7 | 605.024,223 | 4.659.712,657 | 415,151 |
| 8 | 605.030,430 | 4.659.701,734 | 412,741 |
| 9 | 605.034,091 | 4.659.695,136 | 411,180 |
| 10 | 605.038,132 | 4.659.688,807 | 410,316 |
| 11 | 605.043,607 | 4.659.680,431 | 409,325 |
| 12 | 605.048,842 | 4.659.671,884 | 407,894 |
| 13 | 605.055,922 | 4.659.658,516 | 404,323 |
| 14 | 605.059,537 | 4.659.651,885 | 402,678 |
| 15 | 605.067,793 | 4.659.639,351 | 401,271 |
| 16 | 605.073,090 | 4.659.630,848 | 399,951 |
| 17 | 605.074,900 | 4.659.626,002 | 397,751 |
| 18 | 605.077,631 | 4.659.615,680 | 391,714 |
| 19 | 605.082,882 | 4.659.607,144 | 390,000 |
| 20 | 605.085,775 | 4.659.603,066 | 390,000 |
| 21 | 605.090,503 | 4.659.597,224 | 390,502 |
| 22 | 605.097,344 | 4.659.586,751 | 389,065 |
| 23 | 605.100,236 | 4.659.582,673 | 389,026 |
| 24 | 605.048,030 | 4.659.545,652 | 389,032 |
| 25 | 604.995,825 | 4.659.508,630 | 389,039 |
| 26 | 604.986,434 | 4.659.520,360 | 390,993 |
| 27 | 604.983,655 | 4.659.524,519 | 390,995 |
| 28 | 604.978,107 | 4.659.526,714 | 396,088 |
| 29 | 604.954,017 | 4.659.558,667 | 399,527 |
| 30 | 604.939,914 | 4.659.576,250 | 402,477 |
| 31 | 604.924,996 | 4.659.596,319 | 404,370 |
| 32 | 604.910,916 | 4.659.610,853 | 409,830 |
| 33 | 604.905,761 | 4.659.616,392 | 411,649 |
| 34 | 604.897,754 | 4.659.629,103 | 411,049 |
| 35 | 604.898,854 | 4.659.642,141 | 415,197 |
| 36 | 604.895,354 | 4.659.645,789 | 416,314 |
| 37 | 604.893,682 | 4.659.651,062 | 418,967 |
| 38 | 604.897,165 | 4.659.654,269 | 420,000 |
| 39 | 604.903,701 | 4.659.660,538 | 424,000 |
| 40 | 604.911,196 | 4.659.668,101 | 429,500 |
| 41 | 604.923,515 | 4.659.677,859 | 432,000 |
| 42 | 604.958,308 | 4.659.702,328 | 431,500 |
| 43 | 604.990,568 | 4.659.725,000 | 431,000 |
| 44 | 604.993,908 | 4.659.726,960 | 430,000 |

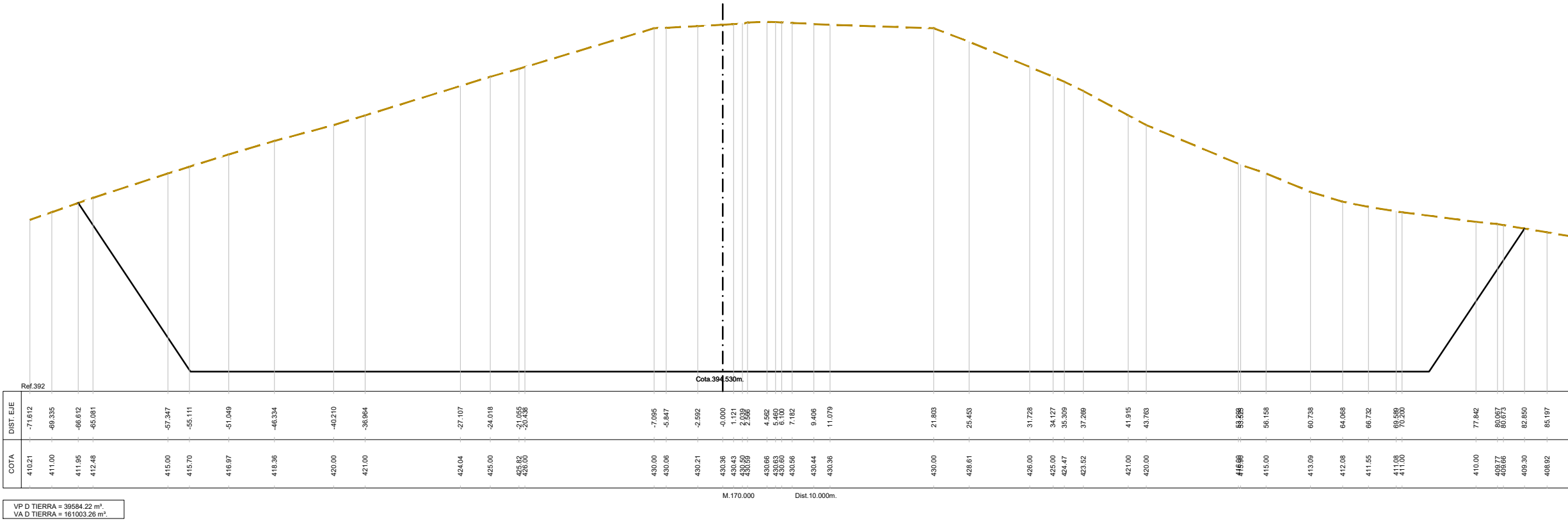
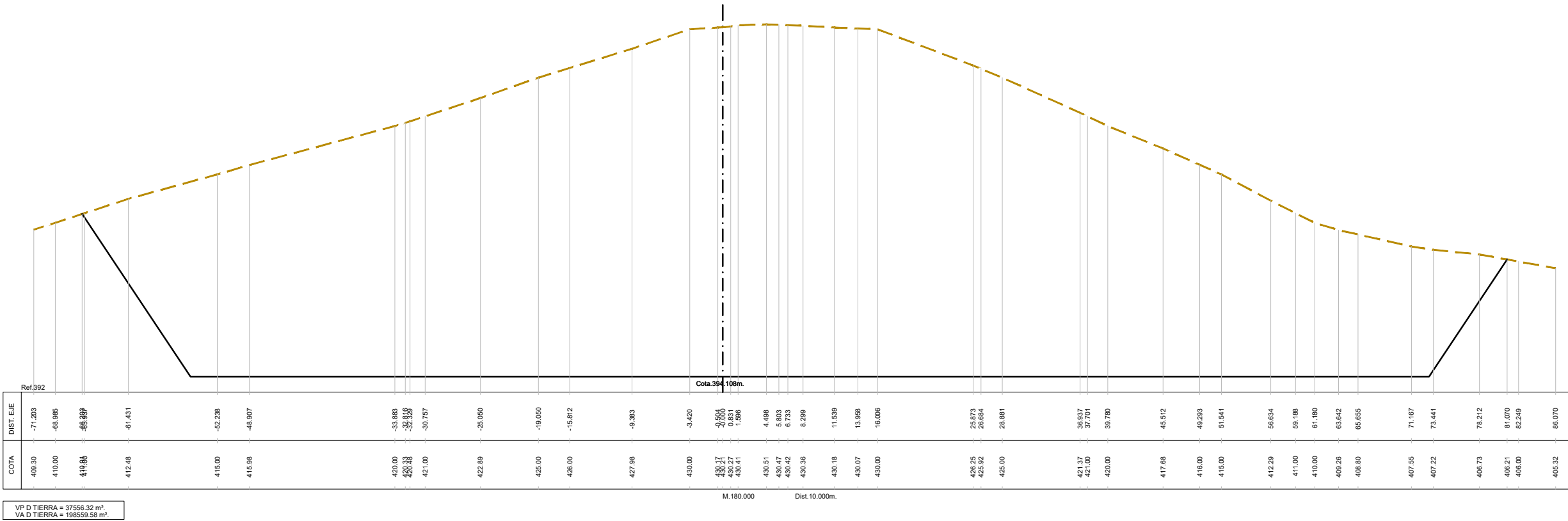
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |

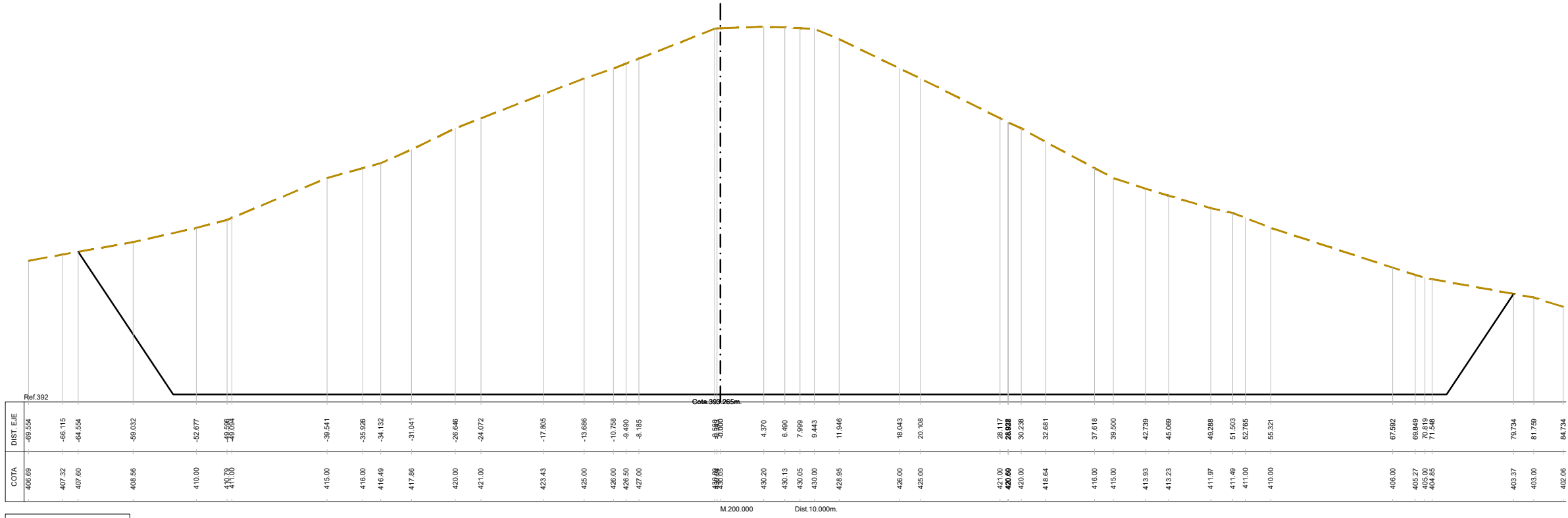
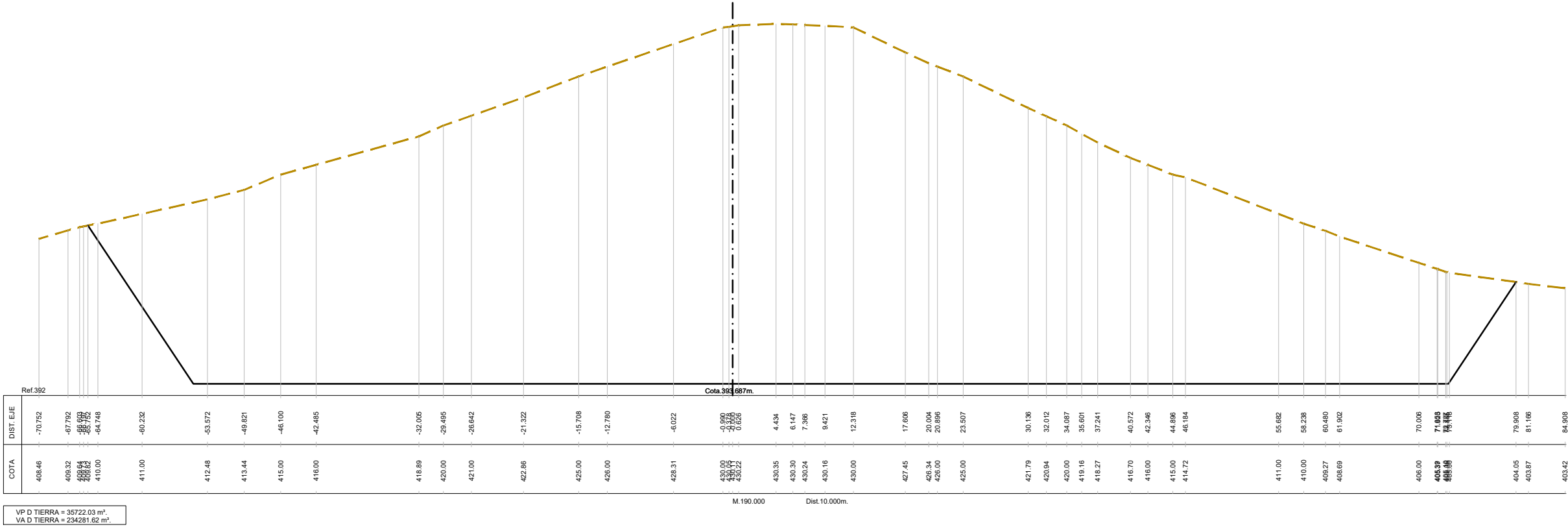


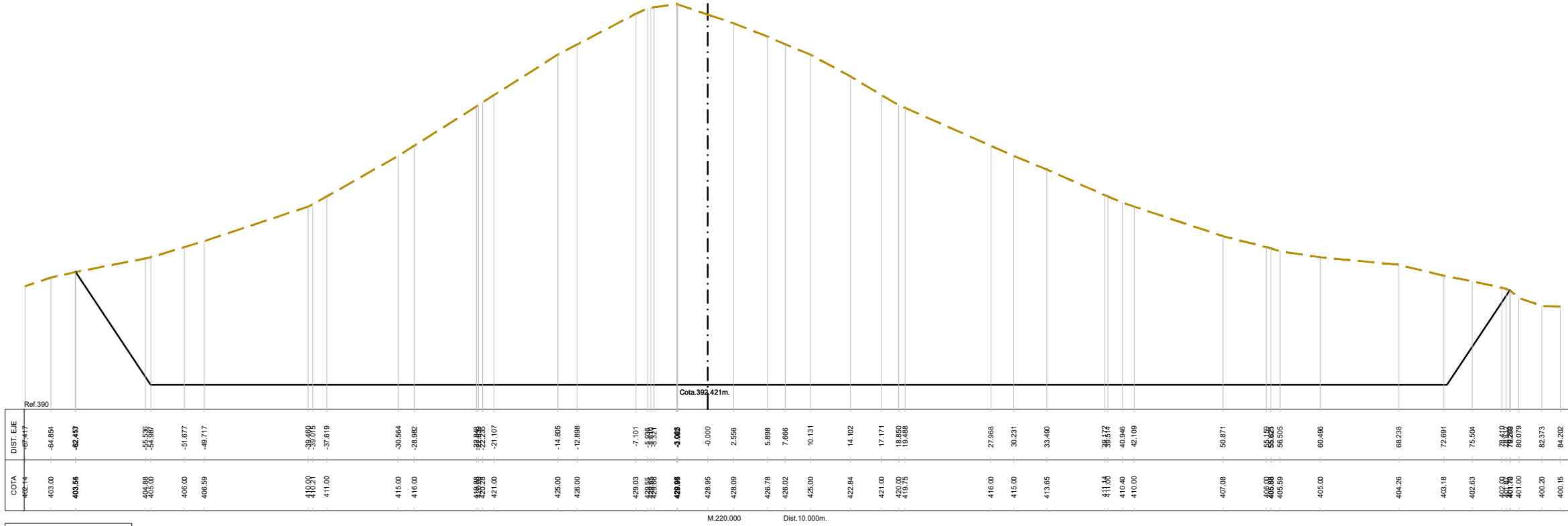
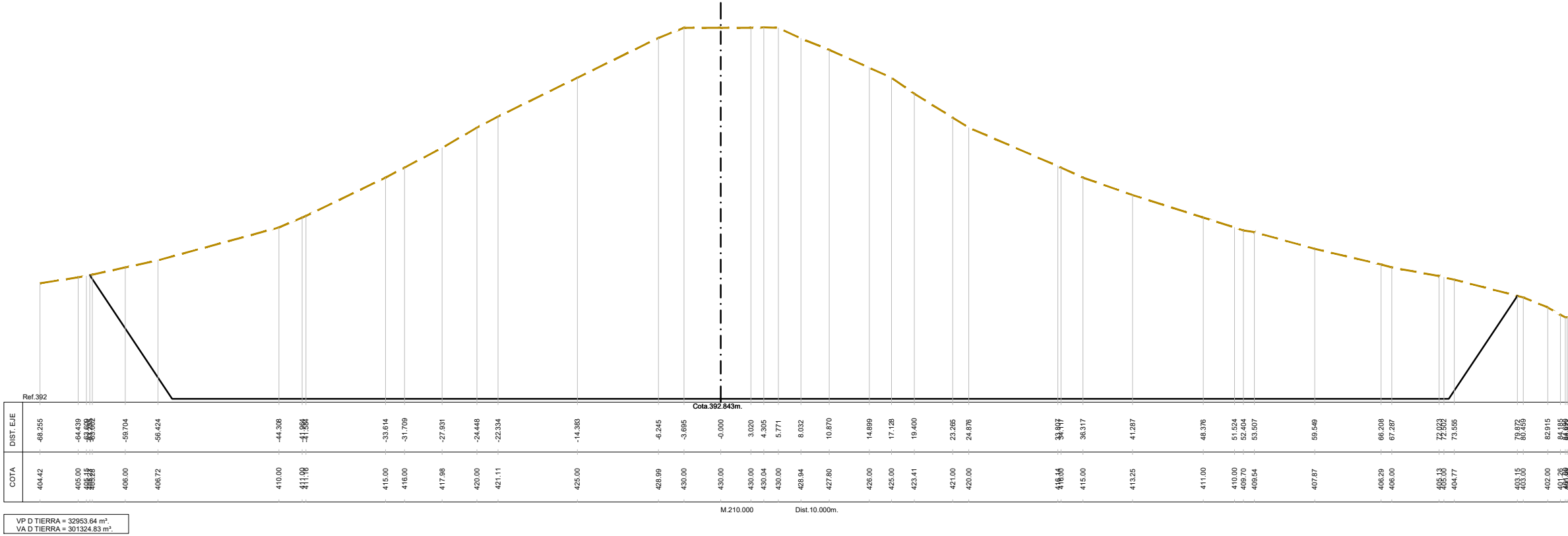


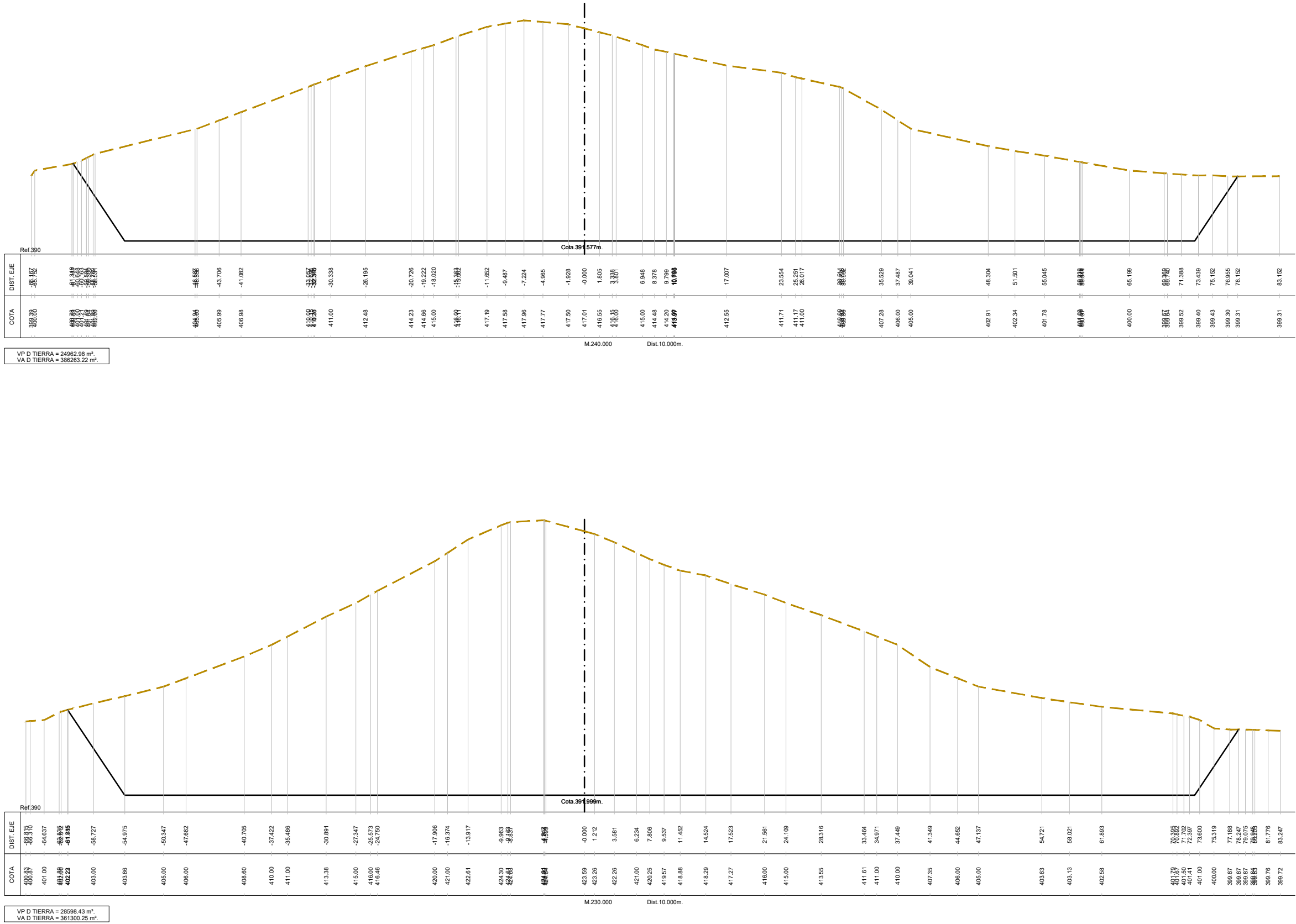


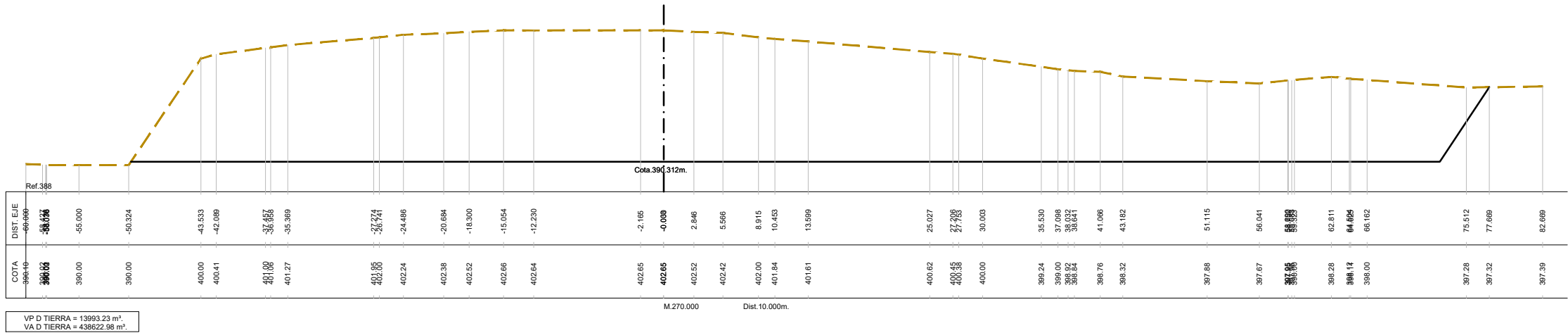
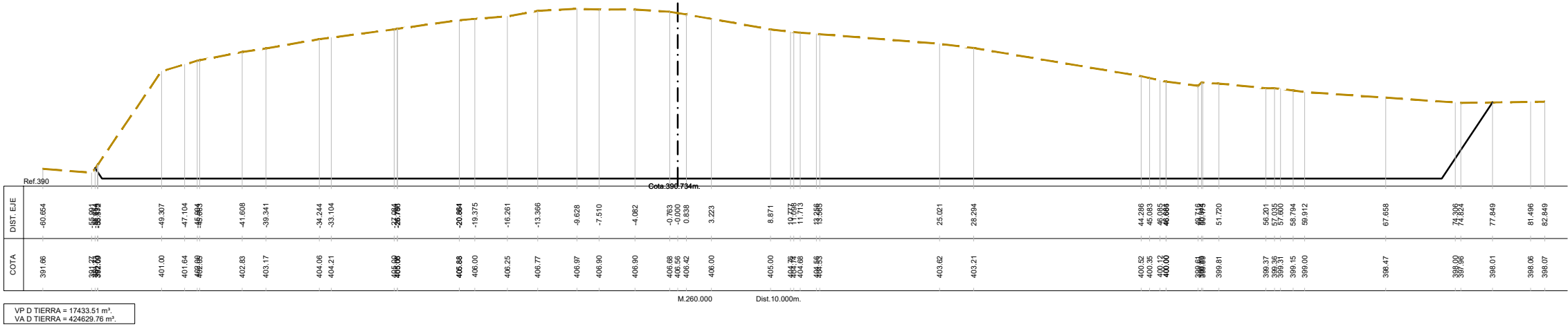
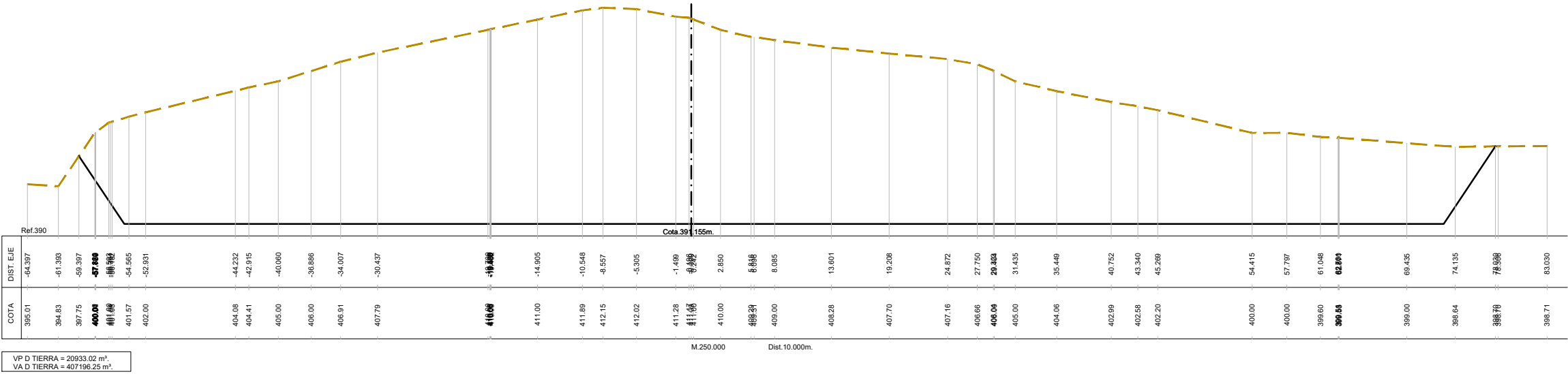


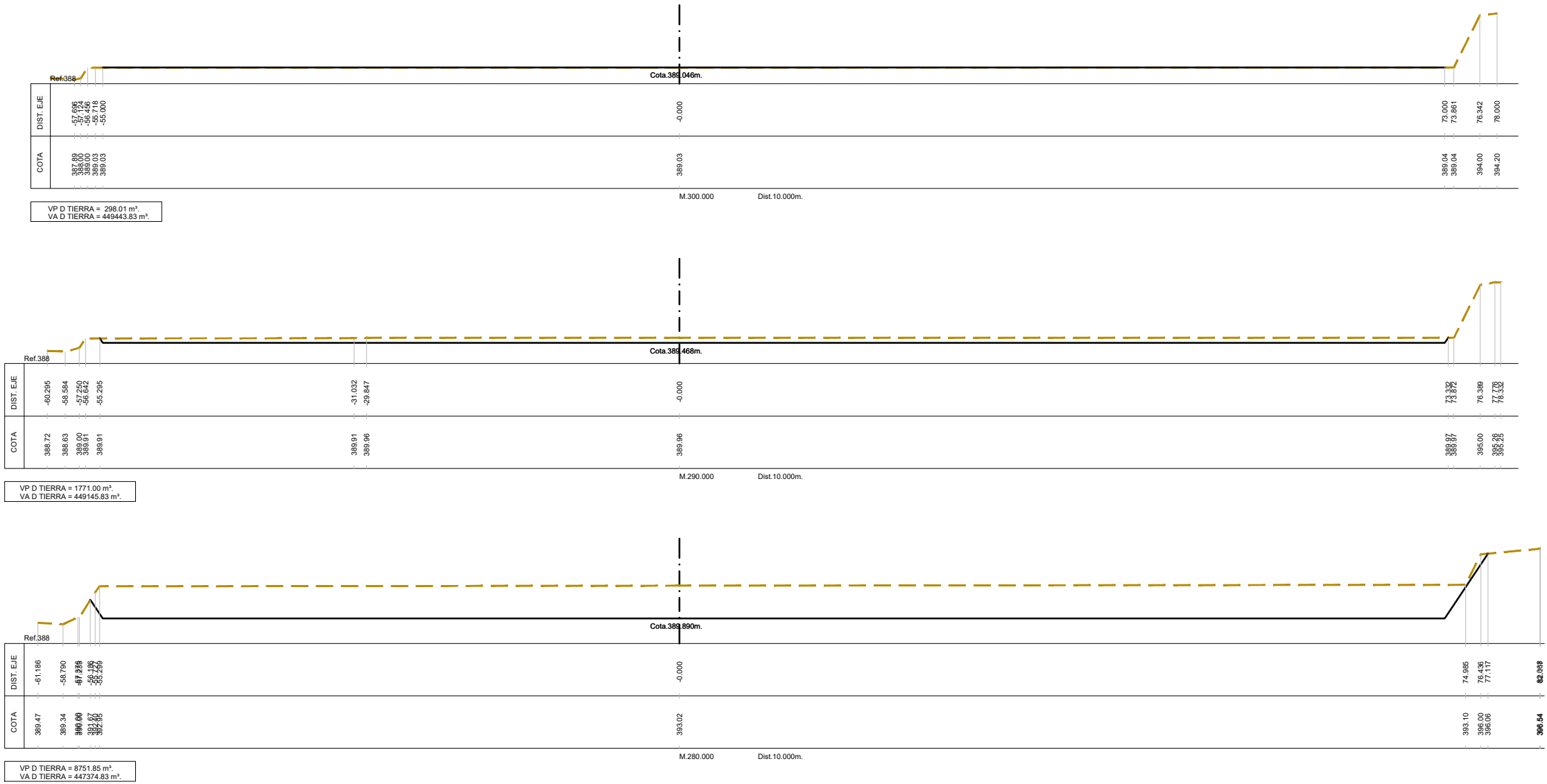


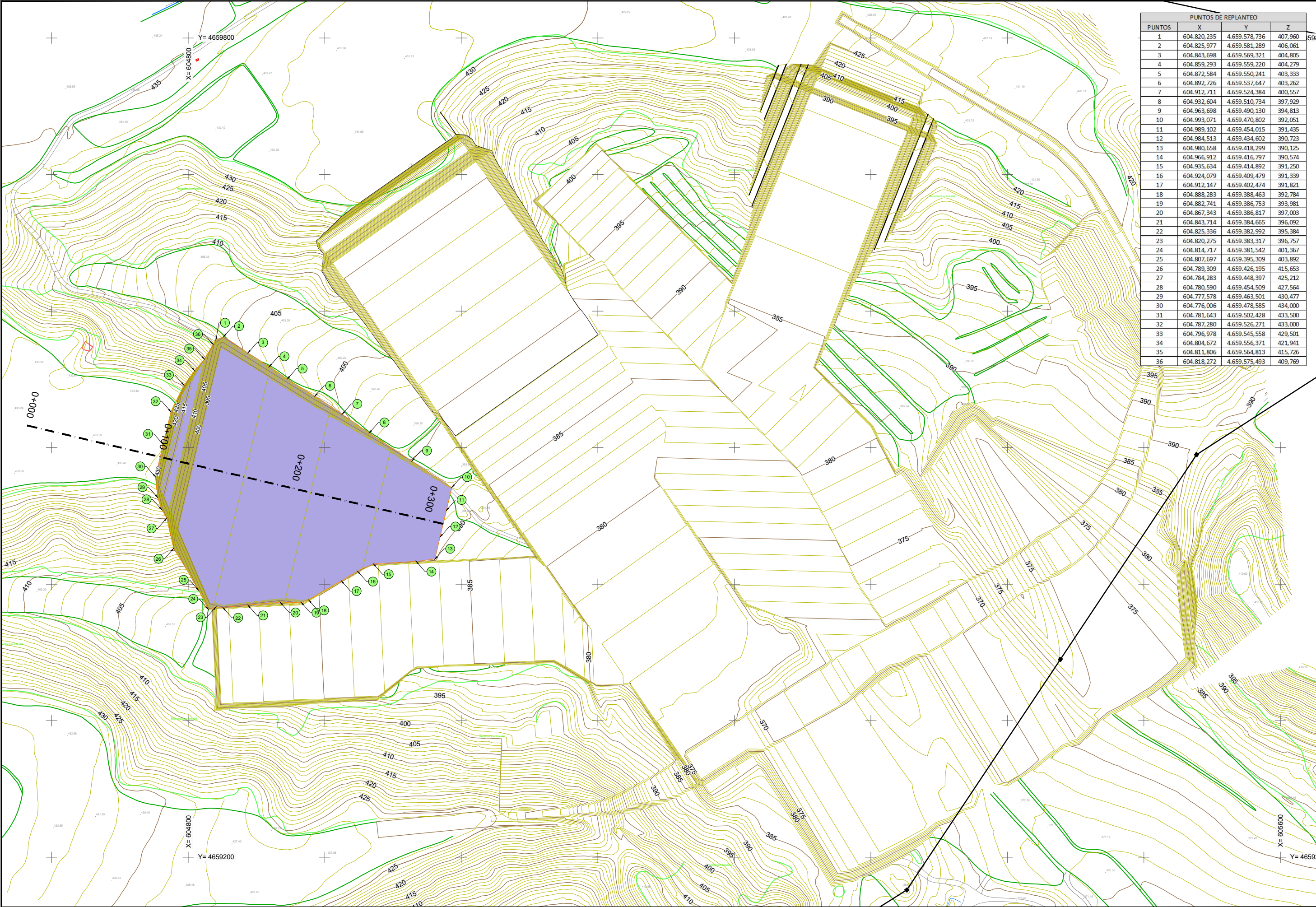




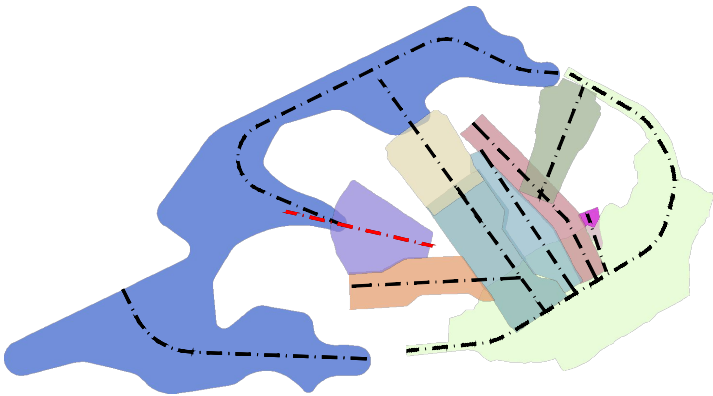
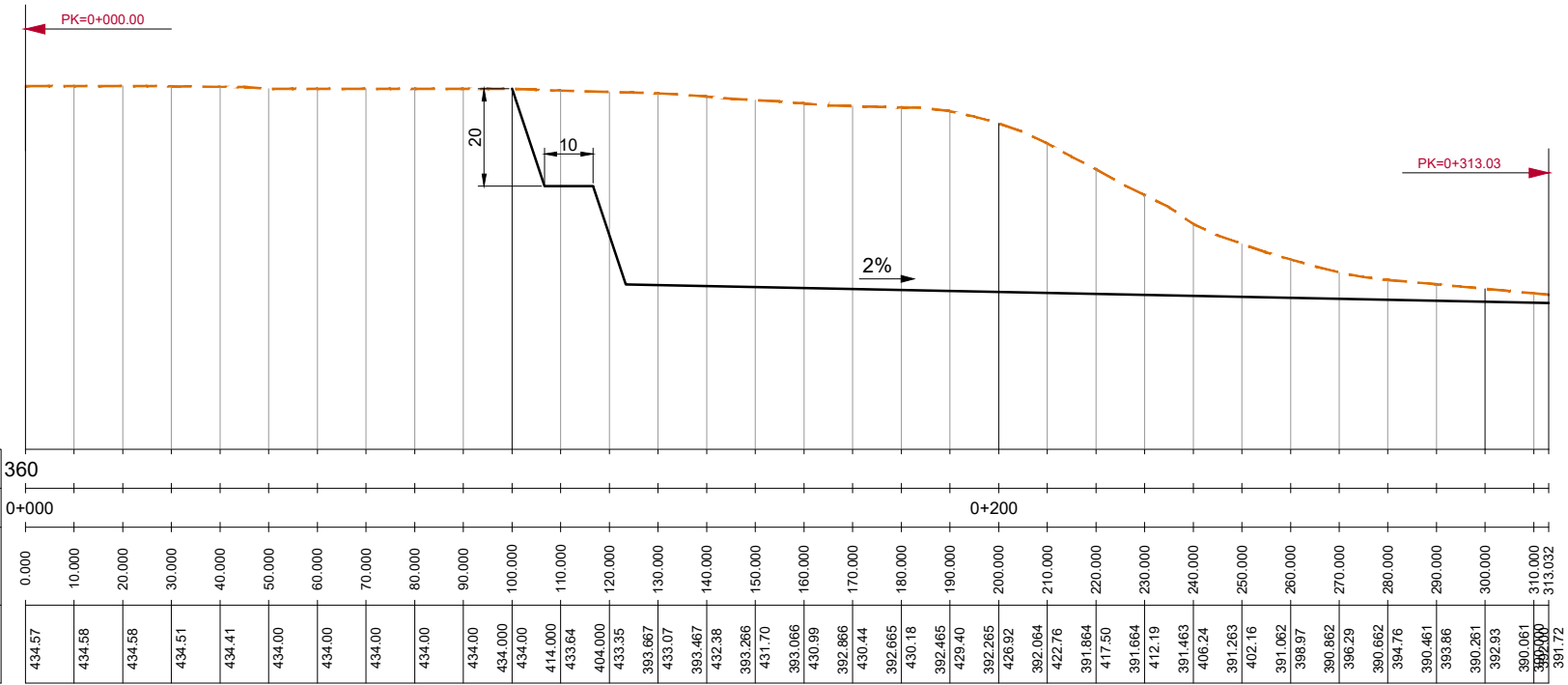


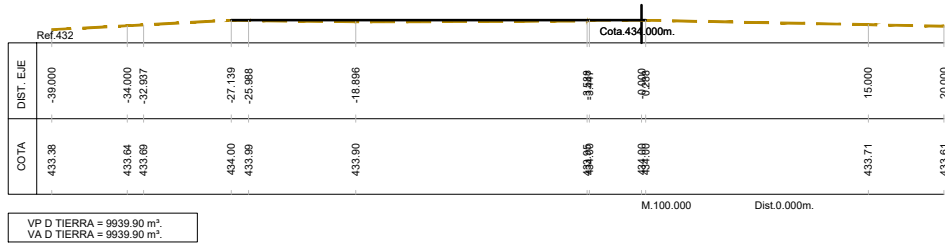
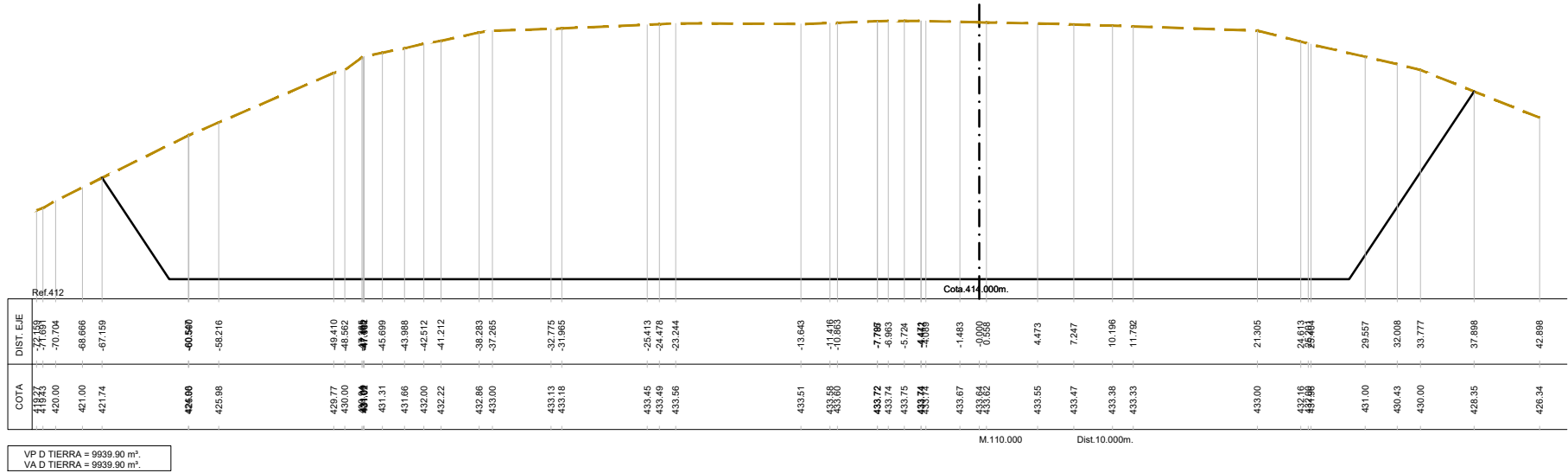


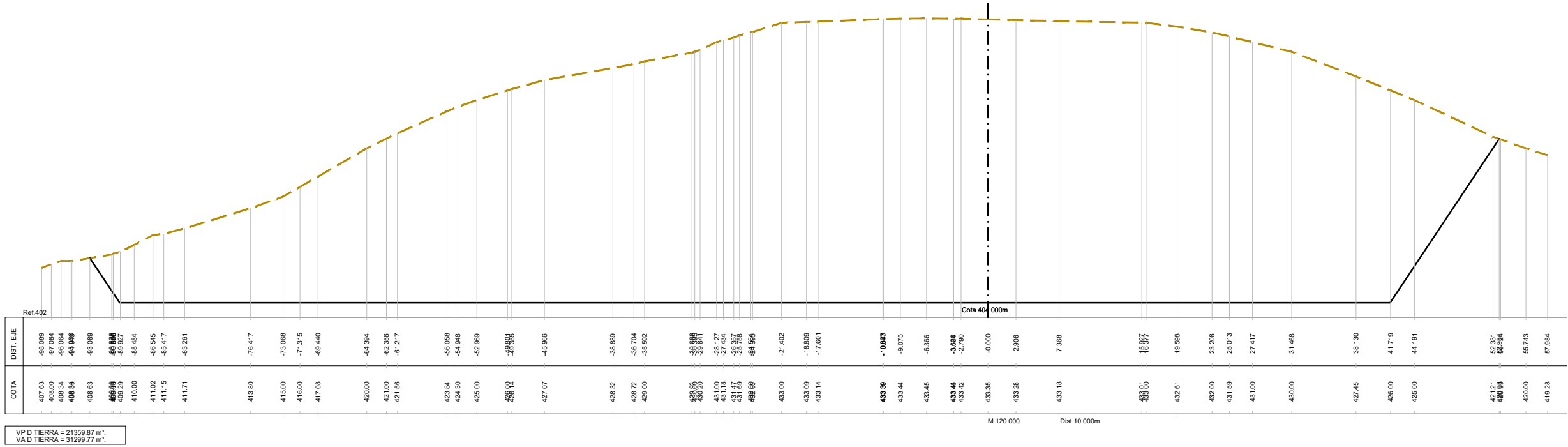
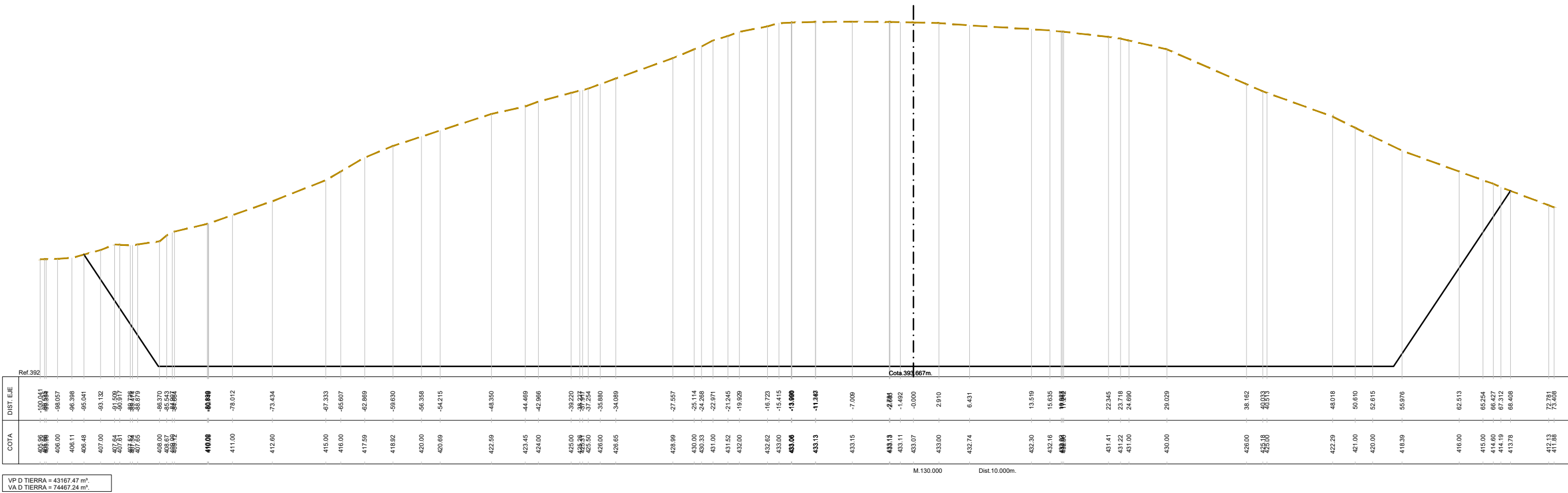


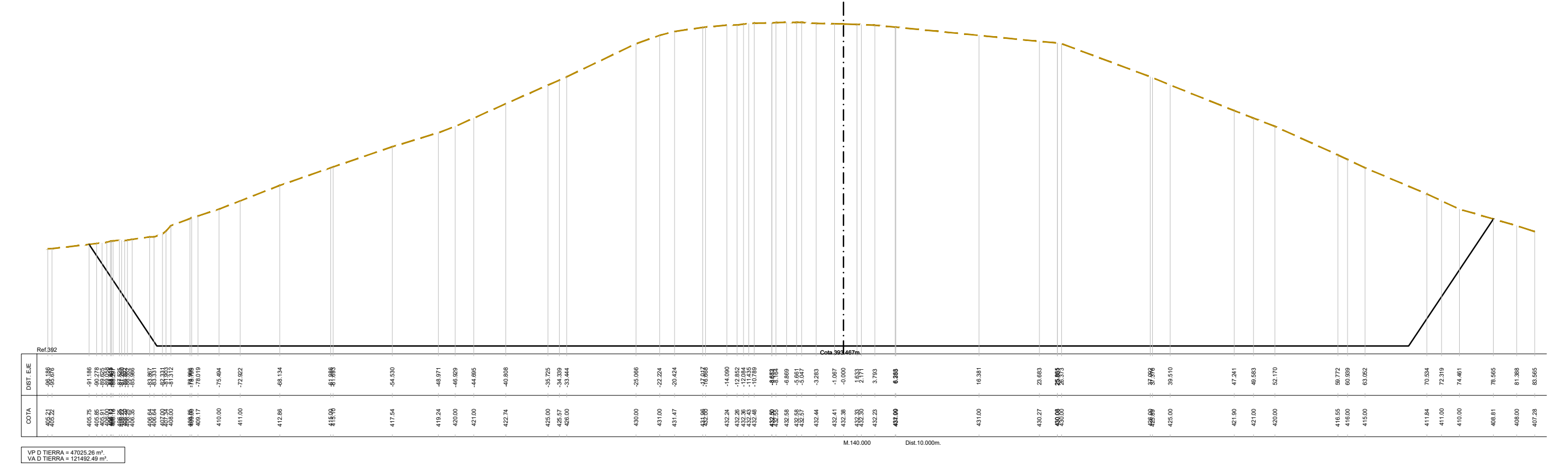
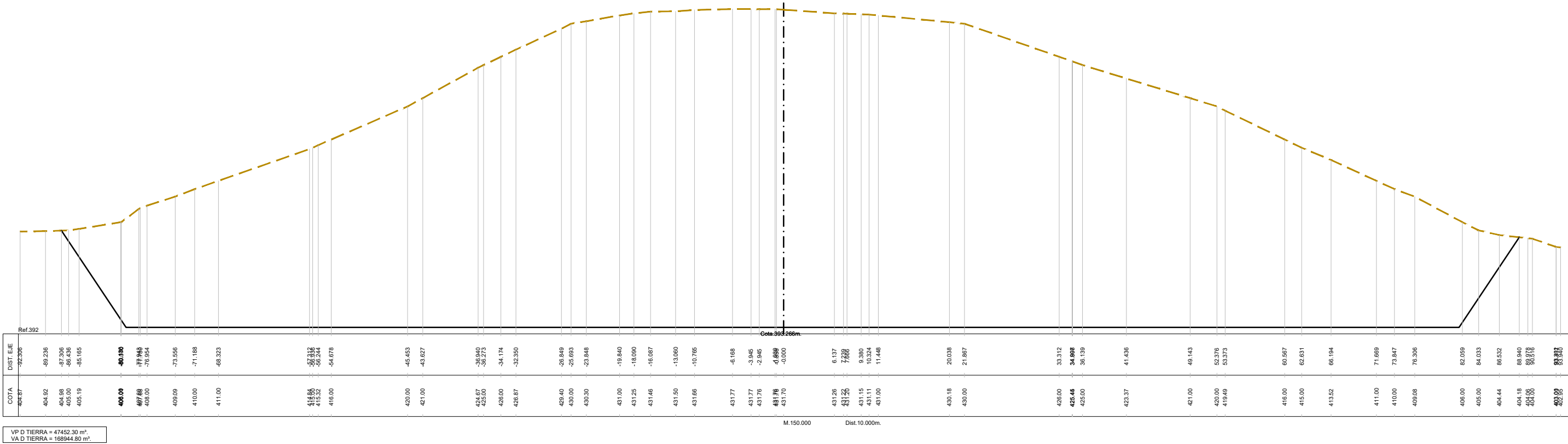


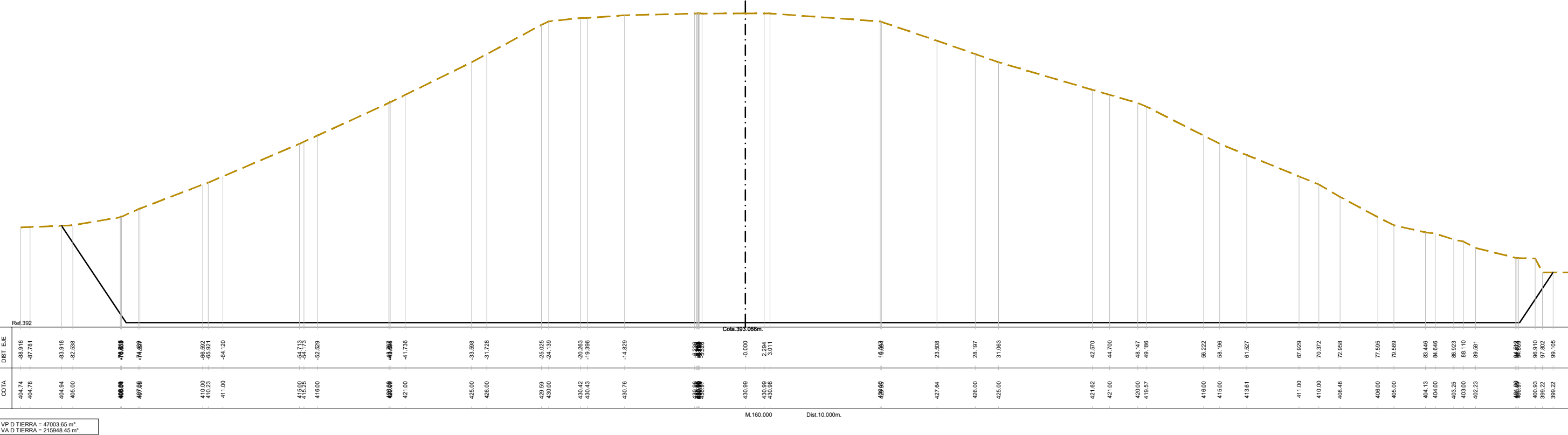
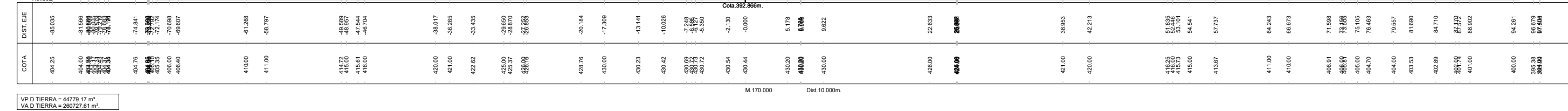
| PLANO DE COMPARACION | |
|----------------------|--------------|
| P.K. | |
| DISTANCIA AL ORIGEN | |
| COTA RASANTE | COTA TERRENO |

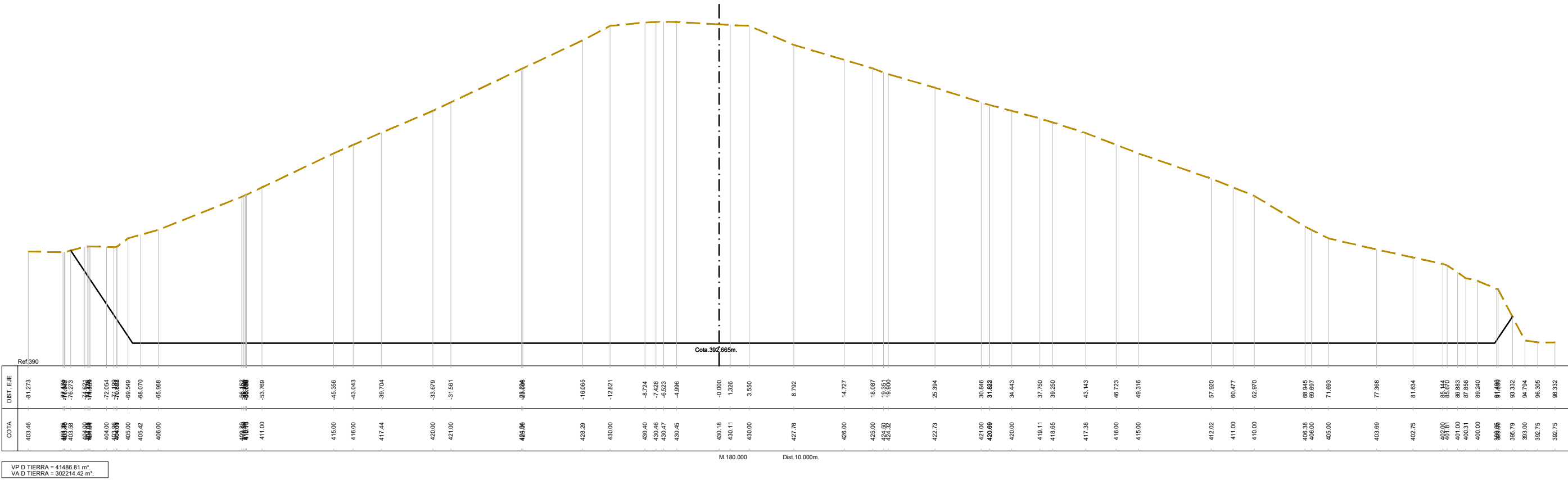
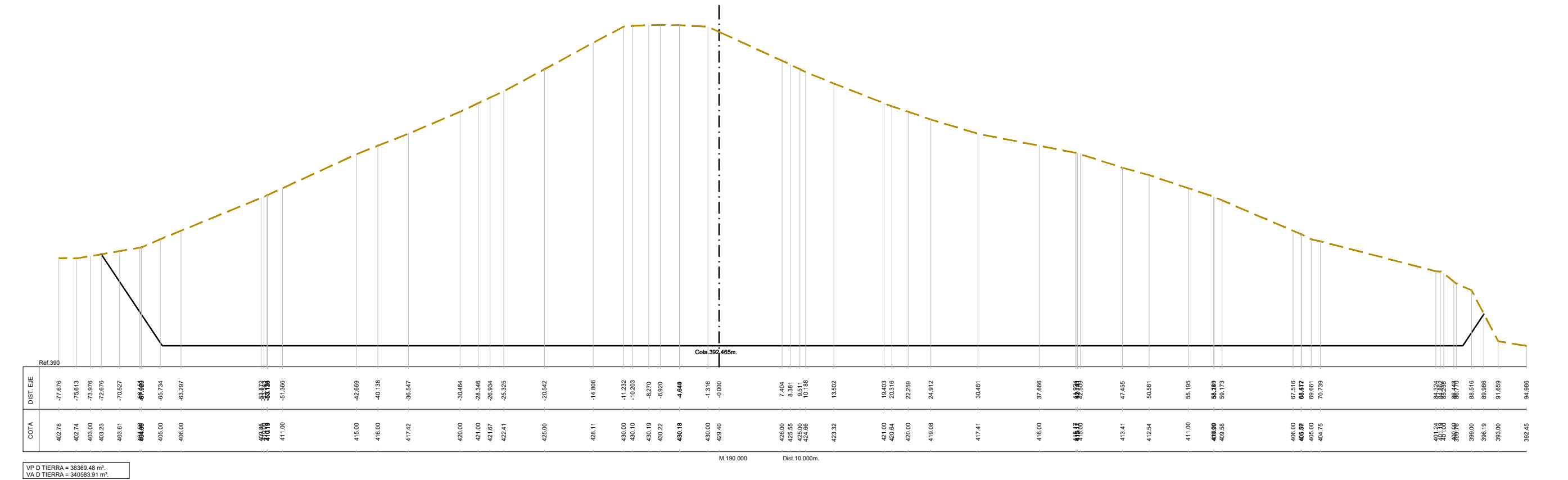


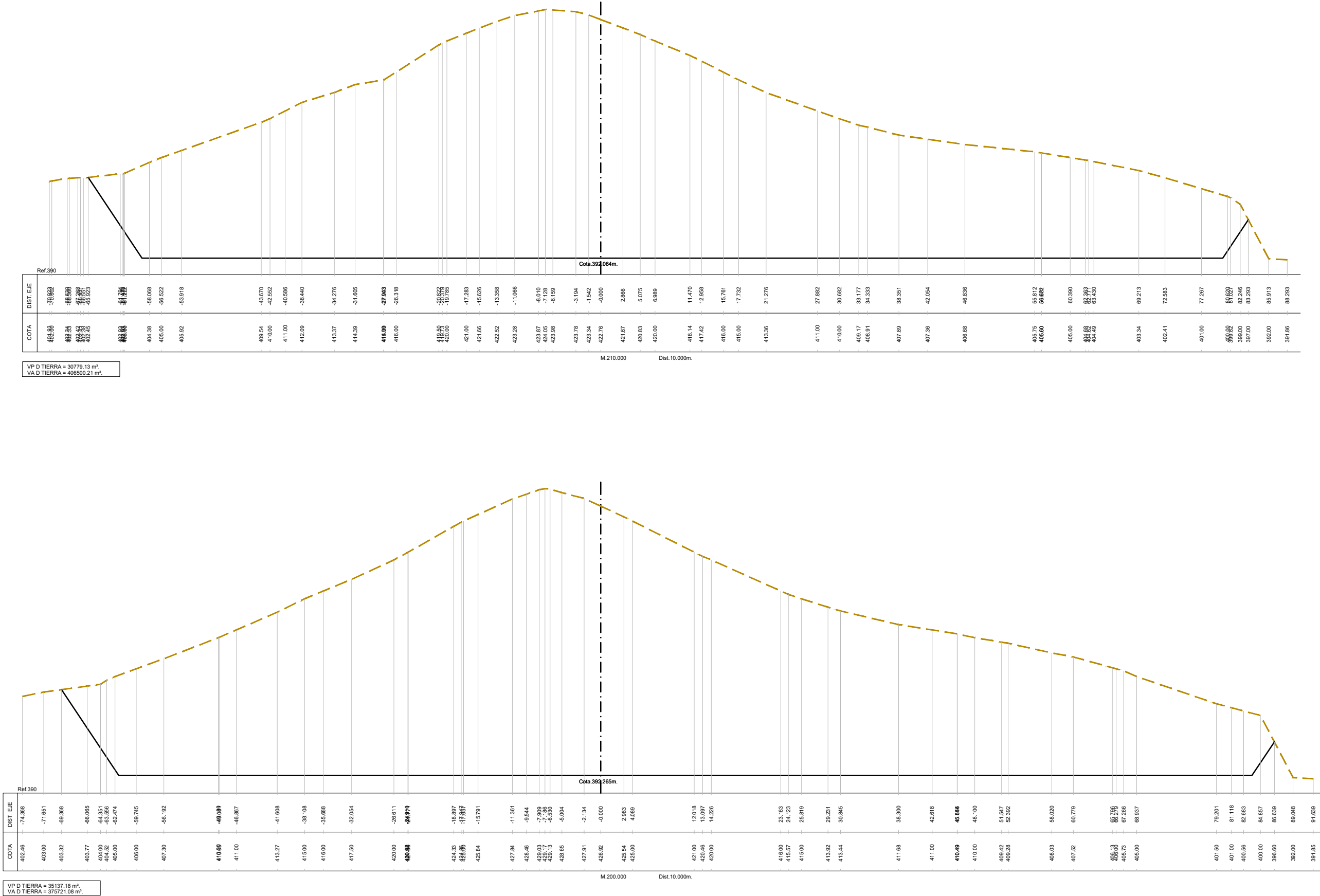


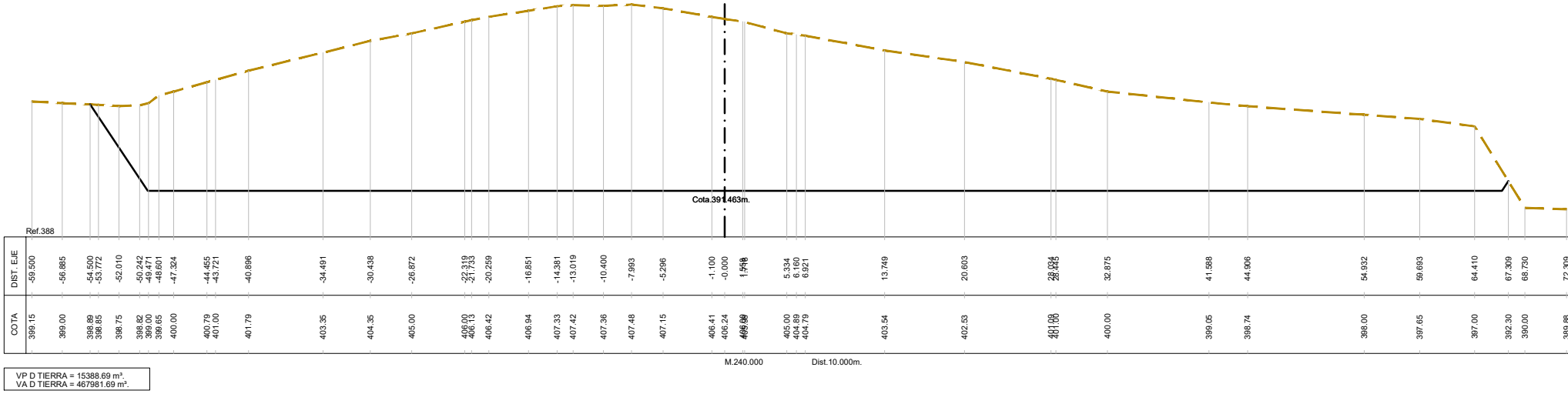
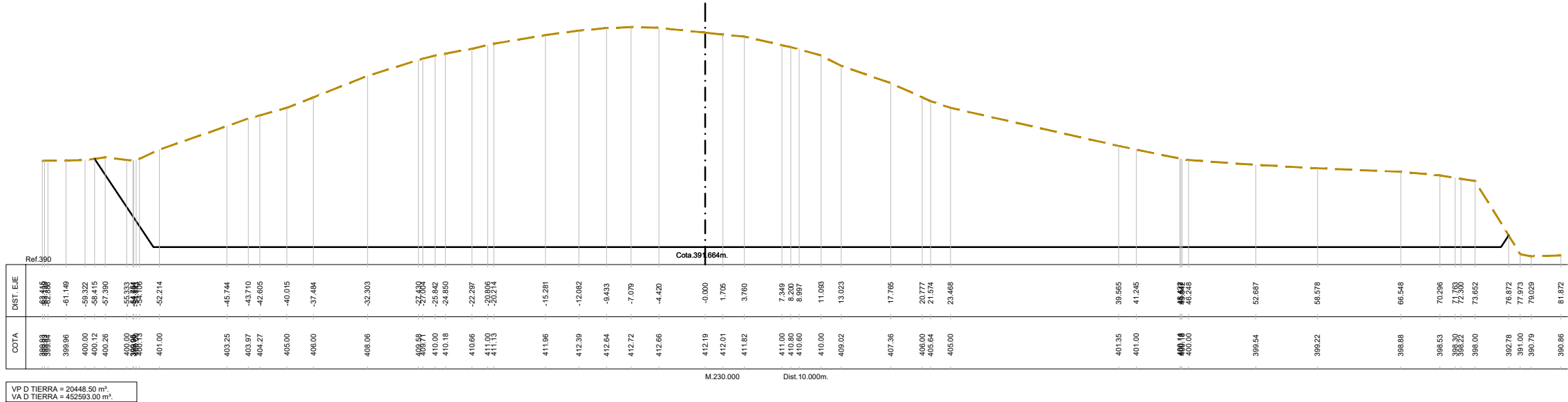
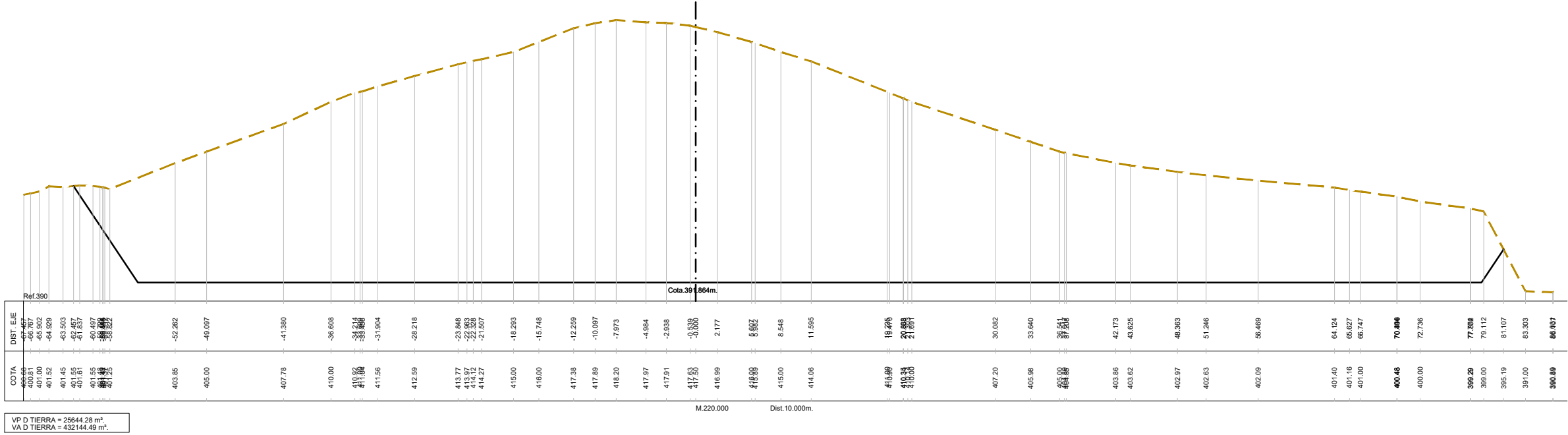


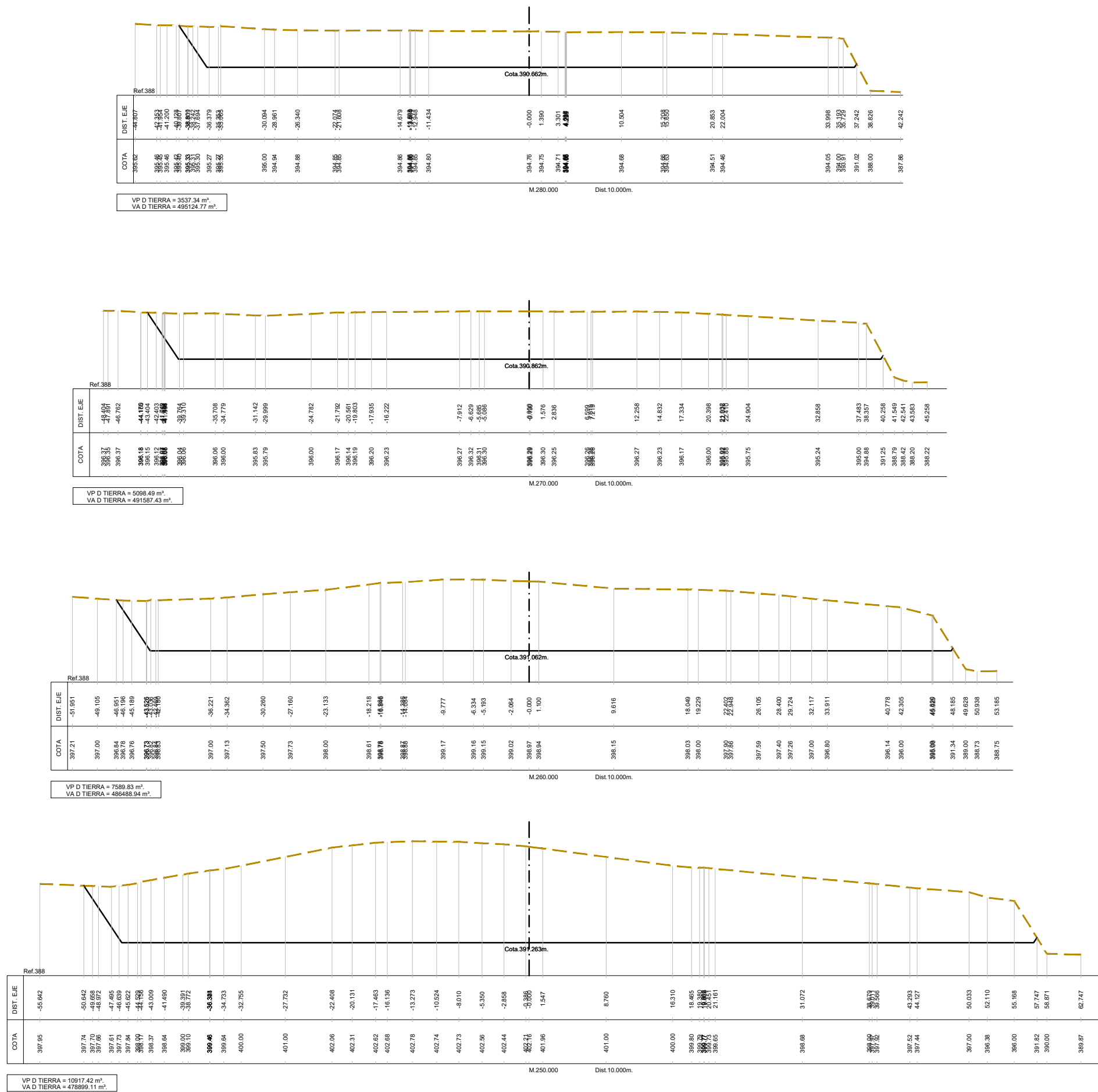


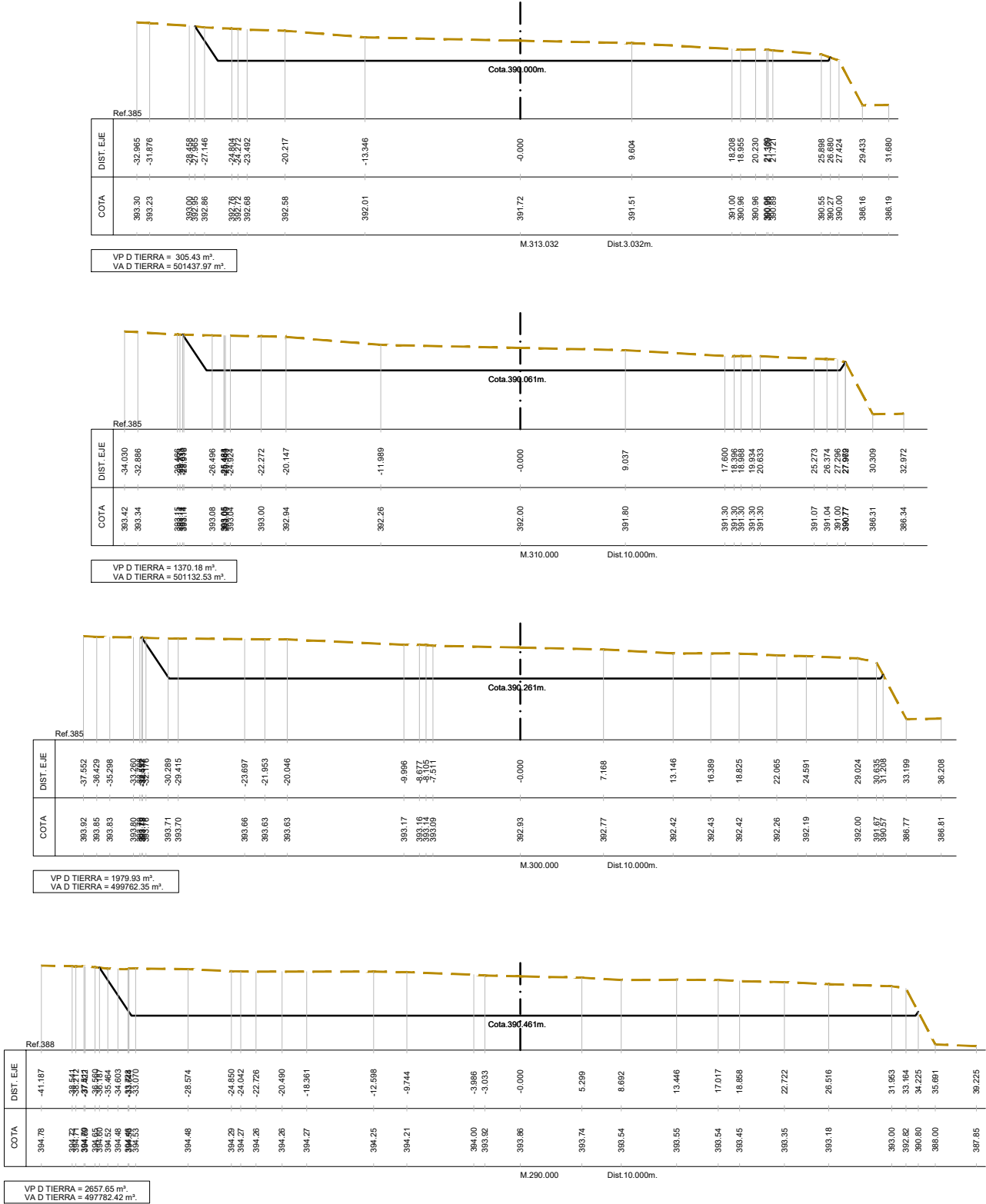












VP D TIERRA = 2657.65 m³
VA D TIERRA = 497762.42 m³

VP D TIERRA = 1979.93 m³
VA D TIERRA = 499762.35 m³

VP D TIERRA = 1370.18 m³
VA D TIERRA = 501132.53 m³

VP D TIERRA = 305.43 m³
VA D TIERRA = 501437.97 m³

| PUNTOS DE REPLANTEO | | | |
|---------------------|-------------|---------------|---------|
| PUNTOS | X | Y | Z |
| 1 | 605.304,519 | 4.659.510,442 | 384,000 |
| 2 | 605.335,722 | 4.659.521,656 | 386,000 |
| 3 | 605.342,879 | 4.659.524,513 | 387,000 |
| 4 | 605.344,977 | 4.659.514,679 | 387,446 |
| 5 | 605.345,783 | 4.659.509,683 | 387,286 |
| 6 | 605.347,605 | 4.659.502,886 | 388,000 |
| 7 | 605.346,006 | 4.659.489,046 | 382,000 |
| 8 | 605.347,083 | 4.659.478,556 | 380,747 |
| 9 | 605.352,780 | 4.659.454,119 | 382,577 |
| 10 | 605.353,512 | 4.659.447,997 | 382,000 |
| 11 | 605.352,247 | 4.659.443,896 | 379,000 |
| 12 | 605.352,124 | 4.659.437,219 | 376,000 |
| 13 | 605.344,635 | 4.659.445,598 | 376,000 |
| 14 | 605.337,251 | 4.659.455,822 | 376,000 |
| 15 | 605.332,297 | 4.659.454,140 | 376,000 |
| 16 | 605.324,726 | 4.659.468,645 | 377,111 |
| 17 | 605.316,748 | 4.659.481,823 | 378,762 |
| 18 | 605.306,812 | 4.659.499,621 | 379,813 |
| 19 | 605.302,522 | 4.659.507,689 | 380,000 |
| 20 | 605.303,685 | 4.659.508,593 | 381,000 |



**ANEJO N° 17. PROCEDIMIENTOS
CONSTRUCTIVOS.
APÉNDICE 17.3. BALSA DE MOSTRAKAS.**

ÍNDICE

| | Página |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| 1. OBJETO..... | 1 |
| 2. EJECUCIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN DE LA Balsa | 1 |
| 2.1. LAMINA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD DE 1,5 MM | 1 |
| 2.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS..... | 2 |
| 2.3. CONTROL DE SOLDADURAS | 5 |

ÍNDICE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>Figura 1. Balsa impermeabilizada con PEAD</i> | <i>2</i> |
| <i>Figura 2. Preparación para anclaje en coronación de lámina PEAD</i> | <i>3</i> |
| <i>Figura 3. Anclaje de la lámina a obra de fábrica</i> | <i>4</i> |
| <i>Figura 4. Soldadura de lámina de PEAD</i> | <i>5</i> |

1. OBJETO

La balsa de Mostrakas es una balsa artificial impermeabilizada con lámina de polietileno de alta densidad y con una única unidad de obra singular que no haya sido tratada en los otros dos apéndices que completan este anejo 17: Procedimientos constructivos.

Por tanto, en este anejo se va a describir el procedimiento constructivo que se debe seguir para la colocación de la lámina impermeable en la balsa.

2. EJECUCIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BALSA

2.1. LAMINA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD DE 1,5 MM

Se colocará una lámina de impermeabilización en el fondo y taludes de la balsa, cuya función es impedir que el agua de la balsa se filtre hacia el terreno circundante.

Las características de los materiales cumplirán lo indicado en el apartado correspondiente de materiales.

Las características de este material deberán cumplir la Norma UNE 10431191 que define las características y métodos de ensayo de las láminas formadas por una capa central de PEAD, y dos capas externas de un polietileno más flexible para facilitar las soldaduras, y que se definen en la tabla siguiente:

- Densidad P.E.A.D > 0,94 gr/cm³
- Espesor mínimo 1,5 mm (UNE53221)
- Tolerancia espesor ± 10% (UNE53221)
- Variación máxima del espesor en zona:
 - ✓ Lateral de la lámina 0,15 mm (UNE53221)
 - ✓ Tolerancia anchura 1% (UNE53221)
 - ✓ Variación máxima del ancho en un rollo 15 mm (UNE53221)
- Dureza Shore D 64±5 2 (UNE53130)
- Doblado a bajas temperaturas: Sin grietas (UNE53358)
- Resistencia a tracción en ambas direcciones > 25 Mpa (UNE53165)
- Alargamiento a la rotura en ambas direcciones >70 (UNE53165)
- Resistencia a la perforación > 45 N/mm (UNE53104)
- Envejecimiento artificial adecuado
 - ✓ Pérdida alargamiento > 15% (UNE53104)
 - ✓ Pérdida resistencia mecánica a la perforación < 15% (UNE53104)

- ✓ Resistencia a desgarro > 90 N (UNE53358)
- Comportamiento al calor
 - ✓ Variación de medidas < 1% (UNE53358)
- Envejecimiento térmico
 - ✓ Pérdida alargamiento < 15%
 - ✓ Pérdida resistencia mecánica a la perforación < 15% (UNE-53-358)
- Absorción de agua
 - ✓ A las 24 h < 0,2% (UNE53028)
 - ✓ A los 6 días < 1% (UNE53028)

Se entiende por zona lateral de la lámina (60 mm. del borde), toda zona de lámina que vaya a ser soldada



Figura 1. Balsa impermeabilizada con PEAD

2.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se protegerá la lámina de PEAD con un geotextil antipunzamiento entre ésta y el terreno, por tanto, previamente a la instalación de la lámina se extenderá el geotextil antipunzonamiento.

En el supuesto que pueda producirse el posterior desarrollo y crecimiento de raíces en la subbase a impermeabilizar, se estudiará la posibilidad de tratamiento del terreno mediante productos esterilizantes.

La lámina se colocará en el fondo y los taludes de la balsa y se anclará:

- En coronación mediante un dado de hormigón en masa corrido a lo largo de todo el camino de coronación de la balsa.
- En el fondo mediante un bordillo de hormigón prefabricado a lo largo del perímetro del fondo de la balsa, según dimensiones indicadas en planos.



Figura 2. Preparación para anclaje en coronación de lámina PEAD

La lámina será de polietileno de alta densidad, de 1,5 mm. de espesor mínimo, deberá ser esencialmente impermeable, deberá permitir una colocación que no cree discontinuidades por las que pudieran producirse las fugas y deberá reunir unas características mecánicas que aseguren suficientemente su resistencia e inalterabilidad.

Las láminas deben tener la superficie uniforme y estar libres de defectos que afecten a sus características mecánicas y/o estructurales, tales como arrugas, burbujas, o grietas.

Las piezas se suministrarán de fábrica con las máximas dimensiones compatibles con el transporte.

El sistema de uniones en cada caso será el que proponga el fabricante, se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

- Solape no menor que diez (10) centímetros.
- Uniones con limpieza y soldadura doble en caliente con máquinas automáticas, capaces de trabajar en cualquier posición requerida, especiales para el polietileno de alta densidad.
- Podría ser necesario colocar tapajuntas de seguridad, soldado a las láminas.
- En todo caso se exigirán pruebas de control del 100% de las uniones incluyendo ensayos de resistencia física, así como un control de estanqueidad por medio de prueba en presión a 2 atm. durante 10 minutos del conducto dispuesto en la soldadura doble.

En el caso de que por razones excepcionales la unión no fuera de la doble soldadura especificada deberá colocarse un tapajuntas (banda del mismo material soldado a las piezas a unir), ensayándose esta unión de igual forma a las juntas de doble soldadura.

Además de los ensayos de constancia de características, dimensionales, etc., habrán de hacerse otros de estanqueidad posterior a la colocación con captaporaje sobre la lámina, con la frecuencia que sea conveniente.

En todos los puntos del fondo y taludes de la balsa en donde se interrumpa la lámina, como en obras de fábrica, tuberías, el anclaje de la lámina será mediante chapa anclada en dos láminas de perfil hidroexpansivo, pletina

metálica galvanizada de aproximadamente cuarenta (40) milímetros de ancho y de uno con cinco (1,5) a dos (2) milímetros de espesor y tornillo cada quince (15) centímetros, que se rellenará de hormigón, según planos.

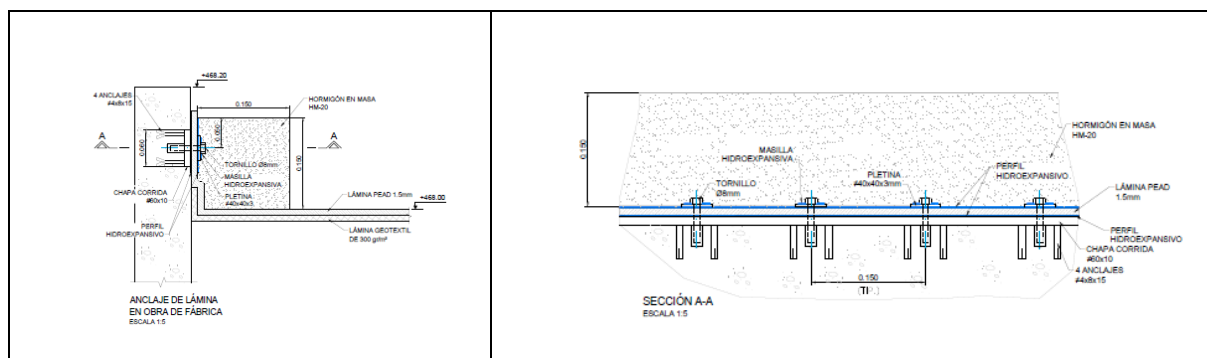


Figura 3. Anclaje de la lámina a obra de fábrica

Es muy importante que se restrinja el paso sobre la lámina durante la instalación a toda persona ajena a las labores de instalación, habiendo de comprobar que el calzado y todas las herramientas utilizando protección de goma para no dañar la lámina.

Cualquier pieza o trozo de lámina que se estropee durante la instalación se reparará o repondrá mediante una pieza del material de la misma lámina que cumpla las especificaciones del material.

La lámina se instalará libre de tensiones y con las holguras adecuadas que adsorban los posibles asentamientos diferenciales del soporte, así como los movimientos de contracción-dilatación por la temperatura.

Las soldaduras a ejecutar en campo se formarán solapándose los bordes de las mantas adyacentes un mínimo de 10 cm. La superficie de contacto en el solape se limpiará a conciencia para eliminar cualquier resto de broza o humedad que pudiera existir. Todas las soldaduras se ejecutarán por calor.

Cualquier reparación necesaria de la lámina se realizará con el material y el procedimiento de soldadura descrito anteriormente. Se pegarán y tallarán ambas cantidades redondeadas y se cubrirá la zona a reparar en un mínimo de 10 cm, en todas las direcciones.

Consejos para soldar lámina de polietileno

La soldadura de termoplásticos es un proceso que consiste en unir superficies reblandeciéndolas con calor. Al soldar termoplásticos, uno de los componentes clave es el material en sí.

La primera regla en soldadura de plástico es, que se debe soldar con materiales iguales, similares y compatibles entre ellos. Para obtener una soldadura fuerte y consistente, es necesario asegurarse de que la lámina o plancha y su varilla de soldadura sean idénticas.

La regla más importante sobre la soldadura de polietileno es que puede soldar de baja a alta pero no de alta a baja. Esto significa que puede soldar la varilla de soldadura de polietileno de baja densidad (LDPE) a una lámina de polietileno de alta densidad (HDPE), pero no al revés. La razón de ser es bastante simple. Cuanto mayor sea la densidad, más difícil será romper los componentes a soldar. Si los componentes no se pueden desglosar a la

misma velocidad, no se pueden unir correctamente. Para soldar PEAD necesita tener la temperatura a aproximadamente 518°F / 270°C , el regulador debe ajustarse a aproximadamente 5-1 / 4 a 5-1 / 2 y el reóstato a 5. Como el PP, el HDPE se puede soldar a 572°F / 300°C .

Antes de soldar, hay algunos puntos para tener en cuenta:

- ✓ Limpiar la superficie a soldar.
- ✓ Solapar las láminas al menos 10cm.
- ✓ Si la soldadura de polietileno se realiza con dispositivos manuales de aire caliente, se deberá introducir la boquilla entre las dos láminas y calentar con el dispositivo de aire caliente presionando la unión con un rodillo para asegurar y fortalecer la unión.
- ✓ Si la soldadura se realiza por cuña caliente, el proceso es mucho más sencillo. A medida que la máquina avanza de manera automática, los rodillos van presionando las zonas calentadas. Tanto la presión de los rodillos como la temperatura del aire y la velocidad se configuran de manera independiente.
- ✓ Si la soldadura se realiza con extrusora y aporte de material, limpie todas las superficies, incluida la varilla de soldadura. Lije la lámina para la correcta adhesión de la varilla y con una presión firme y constante, presione la zapata de extrusión con la punta hacia abajo.

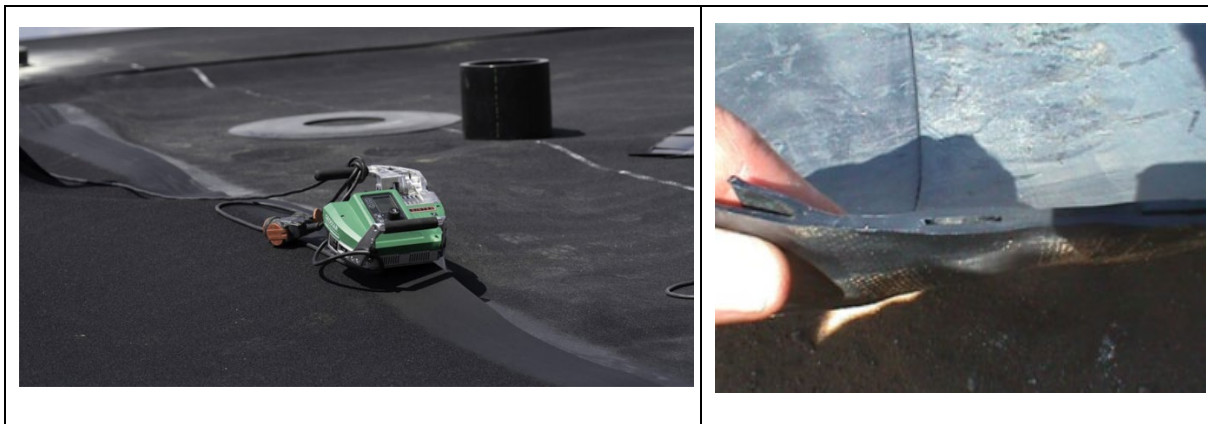


Figura 4. Soldadura de lámina de PEAD

2.3. CONTROL DE SOLDADURAS

El control de la calidad de las soldaduras de fábrica en mantas prefabricadas se realizará por termofusión de acuerdo con las prescripciones de establecidas en la Norma ASTM D-4545 para una comprobación de las uniones de fábrica, de geomembranas flexibles.

El Control de calidad de las soldaduras de obra entre mantas prefabricadas se realizará con calor de acuerdo con las prescripciones que le afecten establecidas en la Norma ASTM D-4437 para una comprobación de las uniones de obra en geomembranas flexibles.