



---

---

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

**“PLANEACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA  
OBRA DE EXCEDENCIAS DEL P.H. LA YESCA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

MAXIMILIANO ESTRADA GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2007.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/093/07

Señor  
MAXIMILIANO ESTRADA GARCÍA  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"PLANEACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS DEL P.H. LA YESCA"**

- INTRODUCCIÓN
- I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO P.H. LA YESCA
- II. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS
- III. ACTIVIDADES PREVIAS
- IV. INSTALACIÓN PLANTAS DE AGREGADOS
- V. INSTALACIÓN PLANTAS DE CONCRETO
- VI. PLANEACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS
- VII. CONCRETO REFORZADO
- VIII. MONTAJE Y PRUEBAS
- IX. CANAL DE DESCARGA
- X. CONCRETOS
- CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 21 de Agosto del 2007.  
EL DIRECTOR

MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA  
GGZ/RSU/crc.

## AGRADECIMIENTOS

A todos mis familiares, amigos, profesores por su apoyo incondicional.  
por permitirme compartir con ellos los malos y buenos momentos.

A la UNAM, especialmente a la F.I.

## **PLANEACION DE LA CONSTRUCCION DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS DEL P.H. LA YESCA**

### **ÍNDICE**

- I.- DESCRIPCION DEL PROYECTO P.H. LA YESCA.
- II.- DESCRIPCION DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS.
- III.- ACTIVIDADES PREVIAS.
  - III.1.- Movilización de Equipo.
  - III.2.- Campamentos Provisionales
  - III.3.- Caminos de construcción.
  - III.4.- Extracción de agregados.
  - III.5.- Procesamiento de materiales.
  - III.6.- Producción de concreto.
- IV.- INSTALACION PLANTA DE AGREGADOS.
- V.- INSTALACION PLANTA DE CONCRETO.
- VI.- PLANEACION PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE EXCEDENCIAS.
  - VI.1.- Sistemas de gestión de calidad, ambiental, seguridad y salud en el trabajo.
  - VI.2.- Canal de llamada y zona de control.
    - VI.2.1.- Excavación de cualquier clase de material.
    - VI.2.2.- Etapa 1. De elevación 640.00 a elevación 625.00.
    - VI.2.3.- Etapa 2. De elevación 625.00 a elevación 580.00.
    - VI.2.4.- Etapa 3. De elevación 580.00 a elevación 549.00.
      - a).- Excavación del dentellón del cimacio.
      - b).- Tratamiento de la roca.
      - c).- Inyecciones de pantalla.
- VII.- CONCRETO REFORZADO.
  - VII.1.- Cimacio.
  - VII.2.- Pilas y muros.
  - VII.3.- Cabezales postenzados.
  - VII.4.- Segundos colados guías y partes fijas.
  - VII.5.- Partes fijas.
- VIII.- MONTAJE Y PRUEBAS.
  - VIII.1.- Guías y partes fijas de compuertas y obturadores.
  - VIII.2.- Compuertas y servomecanismos.
  - VIII.3.- Grúas Pórtico.
  - VIII.4.- Terminación del montaje y pruebas de compuertas.

IX.- CANAL DE DESCARGA

IX.I.- Excavación y tratamiento de los taludes.

IX.I.1.- Etapa 1. Descapote de la elevación 775.00 a la elevación 625.00.

IX.I.2.- Etapa 2. Piso de maniobras de la elevación 625.00 a la elevación 580.00.

IX.I.3.- Etapa 3. Canal de la elevación 580.00 a la elevación 545.00.

IX.I.4.- Etapa 4. Rápida de la elevación 545.00 a la elevación 470.00.

IX.I.5.- Etapa 5. Tanque amortiguador de la elevación 470.00 a la elevación 380.00.

X.- CONCRETOS

X.1.- Afine de piso.

X.2.- Reposición de roca y anclaje.

X.3.- Concreto en muros.

X.4.- Concreto en plantilla.

X.5.- Concreto en rápida y cubeta deflectora.

# **PLANEACION DE LA CONSTRUCCION DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS DEL P.H. “LA YESCA”**

## **INTRODUCCION**

La Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) requiere atender la demanda de energía eléctrica diversificando las fuentes de generación y eligiendo entre sus opciones, aquellas que, optimizan con la relación beneficio – costo para la economía nacional.

Las características técnicas y económicas del Proyecto Hidroeléctrico (P.H.) denominado “La Yesca”, fueron determinantes para considerarlo en los planes de construcción de la C.F.E., Proponiendo iniciar en el mes de Septiembre del Año 2007 y disponer de las condiciones de entrar en operación en Enero de 2012.

## **I.- DESCRIPCION DEL PROYECTO HIDROELECTRICO “LA YESCA”**

### **ANTECEDENTES**

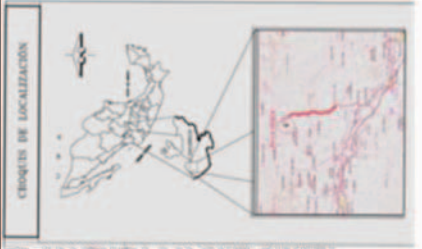
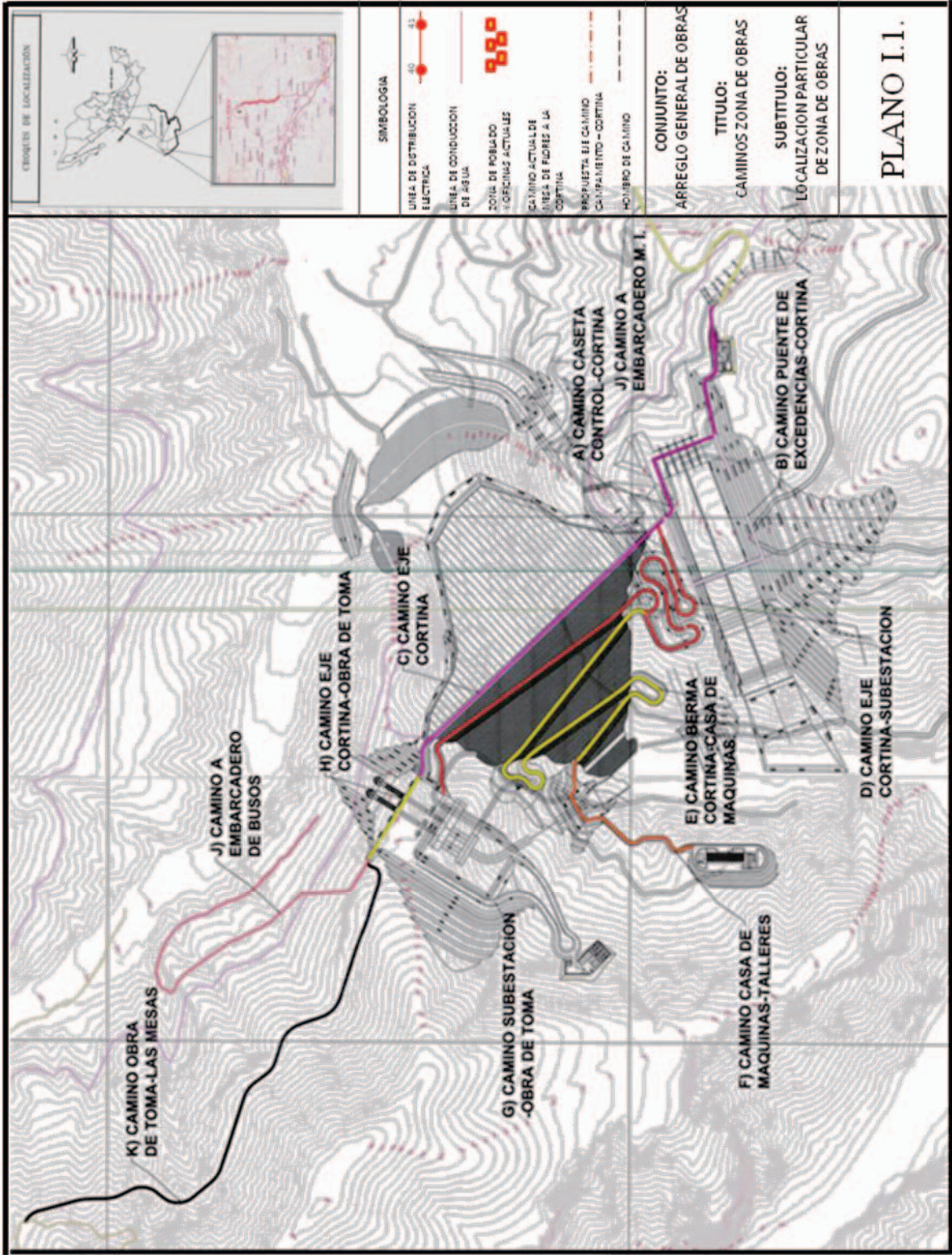
El Proyecto Hidroeléctrico “La Yesca” forma parte del Sistema Hidrológico Santiago, que comprende a 27 proyectos con un potencial hidroenergético de 4300 MW. La Yesca ocupa el segundo lugar en potencia y el tercero en generación dentro del sistema, después de la Central Aguamilpa Solidaridad y El Cajón. Con el desarrollo de este proyecto, se avanzará significativamente en el aprovechamiento integral del agua del cause principal de la cuenca del río Santiago, ya que se localiza entre la central Santa Rosa y El Cajón.

### **LOCALIZACION**

El P.H. La Yesca, se localiza sobre el río Santiago, a los 105 km. Al NW de la ciudad de Guadalajara y a 22 Km. Al NW de la Población de Hostotipaquillo, Jalisco. Forma parte del límite entre los estados de Jalisco y Nayarit, constituido legalmente por el cause del río Santiago. La boquilla del P.H. La Yesca se localiza a 90 Km. En línea recta, al Noroeste de la ciudad de Guadalajara, a 4 Km. Aguas abajo de la confluencia de los ríos Bolaños y Santiago y sobre el cause de este último. (Ver plano I.1)

### **VIAS DE COMUNICACIÓN**

El acceso al sitio se hace por la autopista Guadalajara – Tepic, recorriendo 60 km. Desde el anillo periférico de Guadalajara, hasta la desviación al poblado Magdalena, Jal. Y de ahí, se recorre un tramo de 15 Km. Por la carretera Federal No. 15 hasta el



**SIMBOLOGIA**

- LINEA DE DISTRIBUCION ELECTRICA:
- LINEA DE CONDUCCION DE AGUA:
- ZONA DE POBLADO Y OFICINAS ACTUALES:
- CAMINO ACTUAL DE AREA DE FIGRES A LA CORTINA:
- PROYECTO EJE CAMINO CALI-PALMITO-CORTINA:
- MOJIBO DE CAMINO:

**CONJUNTO:**  
ARREGLO GENERAL DE OBRAS

**TITULO:**  
CAMINOS ZONA DE OBRAS

**SUBTITULO:**  
LOCALIZACION PARTICULAR DE ZONA DE OBRAS

**PLANO I.1.**



entronque con el camino que lleva al pueblo de Hostotipaquillo, al cual se llega por una carretera pavimentada de 8 Km. Desde este último poblado, parte una terracería en regulares condiciones y transitable la mayor parte del año, de 20 Km de longitud hasta el caserío conocido como Mesa de Flores. Se llega a la boquilla por la margen izquierda del río, transitando por otra terracería de 6.5 Km habilitada recientemente por la Superintendencia de Estudios Zona Pacífico Norte (SEZPN), dependiente de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC). Una ruta terrestre alternativa, consiste en transitar 75 Km. Desde Guadalajara, Jal. Por la carretera libre No. 15 hasta la desviación al poblado de Hostotipaquillo, Jal. De ahí, se continúa como se indica en el párrafo anterior.

## **HIDROLOGIA**

El río Santiago, con una longitud aproximada de 560 Km., tiene su origen en el lago de Chapala, el cual es un vaso regulador de las aportaciones de la cuenca del río Lerma, Cuya superficie tiene cerca de 50,000 Km<sup>2</sup>.

La cuenca del río Santiago, ubicada al occidente del País, en la región central de la vertiente del Océano Pacífico, se localiza entre los meridianos 101° 14' y 105° 26' de longitud Oeste y entre los paralelos 20° 19' y 23° 25' de latitud Norte. La mayor parte de la cuenca se desarrolla al noreste del río, por regiones montañosas y de acceso relativamente difícil.

Desde su origen a la elevación 1525 msnm, el río Santiago fluye en dirección general SE-NW, relativamente próximo y paralelo al límite suroccidental de su cuenca y al trazo de la carretera federal No. 15 Guadalajara – Tepic. En sus primeros 60 Km recorre los valles de Poncitlán y Atequiza, en el estado de Jalisco, para bajar después por una abrupta barranca de más de 400 Km de longitud con profundidades alrededor de los 500 m.

Los principales tributarios del río Grande Santiago son los ríos Verde, Suchipila, Bolaños y Huaynamota. Al iniciar el río Santiago su recorrido a partir del lago de Chapala hasta su desembocadura al mar, sigue la dirección de lineamientos estructurales E – W y NW – SE, que han conformado en su trayecto un régimen hidrológico de tipo rectangular.

Los escasos escurrimientos procedentes de la margen izquierda son atribuidos en su mayoría, a manantiales, ya que la superficie de las mesetas basálticas que cubren esta margen, presenta una topografía parcialmente y sin drenaje bien definido.

El sitio del proyecto se ubica sobre el cause principal del río Santiago, a 4Km aguas abajo de la confluencia con el río Bolaños, en las coordenadas geográficas 21° 11'49'' de latitud Norte y 104° 06'21'' Longitud Oeste.

Las características más relevantes de la cuenca son las que se mencionan a continuación:

- a) El área de la cuenca drenada es de 51,900 Km<sup>2</sup>, medida desde la presa Corona hasta la boquilla de estudio.
- b) El área de la cuenca que drena los escurrimientos del río Santiago hasta la E.H. La Yesca es de 37,173 Km<sup>2</sup>.
- c) El área de la cuenca que drena los escurrimientos del río Bolaños hasta la E.H. El Caimán, es de 14755 Km<sup>2</sup>.
- d) La superficie de cuenca que se forma entre la unión de los ríos Santiago y Bolaños hasta el sitio del P.H. La Yesca es de 62 Km<sup>2</sup>.

La pendiente media en el tramo C.H. Las Juntas – desembocadura al mar, es de 0.22% y, la pendiente del río en el tramo de Santa Rosa – El Cajón, en donde se encuentra el proyecto, es de 0.31%.

## **GEOLOGIA**

La columna geológica regional establecida para el sitio, está conformada por rocas cenozoicas, que incluyen de las más antiguas a las más recientes: andesitas y tobas andesíticas oligo-miocénicas, depósitos de origen volcano-sedimentario, ignimbritas dacíticas, rocas ígneas intrusivas, intermedias y diabásicas, ignimbritas violíticas, tobas lacustres, conglomerados rojos, basaltos, depósitos de talud, terrazas aluviales y aluviones.

En el embalse no se prevén condiciones de inestabilidad ya que algunos bloques se encuentran en su máximo nivel de erosión y reposo, no obstante se recomienda monitorear estas áreas durante el llenado.

En la zona inmediata a la boquilla, en ambos márgenes, se tienen rasgos geológicos importantes representados por una topografía estrecha con la margen derecha y por cañadas asociadas a fallas en la margen izquierda en donde se tiene pendiente la realización de sondeos exploratorios con piezómetros para monitorear la evolución de los niveles durante el llenado.

El sitio que alojará las obras civiles, está conformado por rocas volcánicas cenozoicas que incluyen andesitas y una secuencia basculada hacia el SW de tobas líticas riolíticas, riodacitas y dacitas, intrusionadas por pórfidos riolíticos o andesíticos y diques diabásicos y cubierta parcialmente por tobas, ignimbritas riolíticas brechoides, terrazas aluviales, depósitos lacustres y pamicíticos, depósitos de talud y aluviones.

En la siguiente tabla se muestra la relación entre la litología y las principales fallas geológicas con las obras civiles proyectadas.

OBRA	LITOLOGIA	PRINCIPALES FALLAS GEOLOGICAS
CONTENCION	Riodacita fluidal (Tmlrd), Toba lítica (Tmtl), dacita porfídica (Tmld), diques porfídicos andesíticos.	Colapso, Colapso 1, Colapso, Olga, Lavadero, Carrizalillo, Pilares, Murciélago, Rodilla.
GENERACION	Dacita porfídica (Tmld).	Pilar, Crucero - Pitayo, Esperanza, Escondida, Rodilla.
EXCEDENCIAS	Dacita porfídica (Tmid), Riodacita fluidal (Tmird) Brecha riolítica (Tmbr), Toba desvitrificada (Tmts).	Vertedor 1, Vertedor 2, Mirador, Socavon, Olga, Colapso.
DESVIO	Toba lítica (Tmtl), Riodacita fluidal (Tmird), Dacita porfídica (Tmird)	Colapso 1, Colapso, Olga, Lavadero, Vertedor 2.

### OBRAS DEL PROYECTO

#### a).- Obra de Contención

Esta obra ocupará un área en donde se colocaran unos 12 millones de metros cúbicos de materiales que conformaran la presa y tendrá las siguientes características.

#### CORTINA

Tipo	Enrocamiento con cara de concreto (ECC)
Elevación de la Corona	579 msnm
Elevación máxima del Parapeto	580.50 msnm
Elevación máxima de Terracerías	576.00 msnm
Longitud de la Corona	628.778 m
Altura total estimada al desplante	205.50 m
Elevación estimada del desplante	375.00 msnm
Talud aguas arriba y aguas abajo	1.4:1
Altura del bordo libre	2.50 m
Ancho de la corona	11.00 m

**b).- Túneles de desvío**

Los túneles de desvío están localizados en la margen izquierda y la excavación será en rocas de regular a buena calidad.

Tipo	Túnel
Numero de Túneles	2
Longitudes (Túnel 1/Túnel 2)	693.348/750.576 m
Dimensiones (Ancho X Alto) (Túnel 1/Túnel 2)	14 X 14 m
Gasto máximo de avenida de diseño	7578 m <sup>3</sup> /s
Volumen de la avenida	2250.94 Mm <sup>3</sup>
Periodo de retorno (Tr) para el diseño	100 años
Gasto máximo de diseño	5737.78 m <sup>3</sup> /s
Velocidad máxima de descarga	16.40 m/s
Elevación Máxima de descarga aguas arriba/aguas abajo	438.27/406.40 msnm
Elevación del piso en la entrada (Túnel 1/ Túnel 2)	392/397 msnm
Elevación del piso en la salida (Túnel 1/ Túnel 2)	387.00 msnm
Elevación de la plataforma de operación para obturadores de cierre provisional Túneles 1 y 2	456.00 msnm
Elevación de la plataforma de operación para compuertas de cierre final del túnel No. 2	393.327 msnm
Elevación del umbral de obturadores del cierre provisional del túnel No. 1	391.681 msnm
Elevación del umbral de obturadores de cierre provisional del túnel No. 2	396.247 msnm
Elementos de cierre provisional (Túnel 1 / Túnel 2)	Serán los de P.H. El Cajón
Cantidad (Para el túnel 1 - para el túnel 2)	2/1 piezas
Dimensiones vanos (Ancho X Alto)(Túnel 1/Túnel 2)	6 X 14/14 X 14 m
Carga hidráulica máxima (Túnel 1/Túnel 2)	27/38 m
Masa estimada de compuertas	80/220 ton
Elementos de cierre final	1 compuerta
Dimensiones (Ancho X Alto)	7 X 13 m
Carga hidráulica máxima	170 m
Masa estimada de compuerta	160 ton
Mecanismos de izaje (tipo y capacidad) para cierre final	Serán los empleados en el P.H. El Cajón

**c).- Obras de Generación**

Se localizan en la margen derecha, están en una zona afectada por fallas escalonadas y alabeadas que favorecen bloques basculados hacia el NE.

**TUBERIA DE PRESION**

Tipo	Subterránea revestida de concreto y blindaje metálico parcial
Diámetro interior	7.70 a 5.48 m
Longitud (Concreto - Acero) por tubería	226.02 m
Gasto de diseño	250.00 m <sup>3</sup> /s

**CASA DE MAQUINAS**

Tipo	Subterránea
Dimensiones (Largo X Ancho X alto)	22.2 X 103.50 X50 m
Elevación eje del distribuidor	381.70 msnm
Elevación piso de excitadores	393.25 msnm
Potencia total Instalada (generadores)	750.00 MW
Grúa viajera (cantidad)	2

**GALERIA DE OSCILACION**

Tipo	Subterránea
Dimensiones (Largo X Ancho)	16.0 X 62.50 m
Altura máxima al eje de galería	61.65 m
Dimensiones del vano para compuerta (Ancho X Alto)	7.31 X 8.13 m
Nivel de agua sin unidades operando	387.00 msnm
Nivel de agua con una unidad operando a gasto de diseño (Q= 250 m <sup>3</sup> /s)	389.59 msnm
Nivel de agua con 2 unidades operando a gasto de diseño (Q= 500 m <sup>3</sup> /s)	391.29 msnm
Elementos de cierre (tipo)	compuertas deslizantes
Cantidad	4 piezas

## TUNEL DE DESFOGUE

Tipo	Sección Portal
Dimensiones interiores (Ancho X Alto)	13.00 X 14.00 m
Longitud	254.58 m

## CANAL DE DESFOGUE

Tipo	Canal a cielo abierto trapecial
Sección trapecial (ancho de base)	13 a 35.00 m
Longitud	60.00 m
Nivel de agua en el rio 1U/2U (a gasto de diseño)	389.03/390.72 m

## PREATAGUIA AGUAS ARRIBA

Elevación de la Corona	425.00 msnm
Ancho de la Corona	8.00 m
Longitud de la Corona	371.87 m
Talud aguas arriba y aguas abajo	1.8:1/1.5:1

## ATAGUIA AGUAS ARRIBA (Integrada a la Cortina)

Elevación de la Corona	439.00 msnm
Ancho de la Corona	12.00 m
Longitud de la Corona	229.489 m
Talud aguas arriba y aguas abajo	1.4:1

### ATAGUIA AGUAS ABAJO

Elevación de la Corona	409.00 msnm
Ancho de la Corona	8.00 m
Longitud de la Corona	107.717 m
Talud aguas arriba y aguas abajo	1.8:1

### ATAGUIA EN ARROYO CARRIZALILLO (Bordo Carrizalillo)

Elevación de la Corona	425.00 msnm
Ancho de la Corona	8.00 m
Longitud de la Corona	82.37 m
Talud aguas arriba y aguas abajo	1.8:1

### OBRA DE EXCEDENCIAS

Tipo	Canal
Gasto máximo de avenida de diseño	15,915 m <sup>3</sup> /s
Volumen de la avenida de diseño	5,283 hm <sup>3</sup>
Periodo de retorno de la avenida de diseño (Tr)	10,000 años
Gasto máximo de descarga	15,110 m <sup>3</sup> /s
Gasto unitario máximo de descarga	209.86 m <sup>3</sup> /s/m
Velocidad máxima en la descarga	40 m/s
Carga sobre la cresta	22.0 m
Elevación de la cresta	556.00 msnm
Elevación del umbral compuertas/aguas	555.60/555.93 msnm
Elevación de la plataforma de operación de compuertas y agujas	580.00 msnm
Elevación de eje de rotación de la compuerta radial	566.296 msnm

Radio de la compuerta radial	25.00 m
Longitud total de la cresta	72.00 m
Elementos de cierre	6 comp. Radial
Dimensiones (Ancho X Alto)	12.00 X 22.40 m
Relación Alto/Ancho	1.87
Carga hidráulica máxima	22.40 m
Masa estimada de cada compuerta	150 T
Mecanismo de izaje (tipo para la compuerta radial)	Servomotores
Elementos de cierre auxiliar (para mantenimiento)	Tablero de agujas
Cantidad	1 pieza
Dimensiones del tablero completo (Ancho X Alto)	12.00 X 22.00 m
Carga hidráulica máxima	22.06 m
Masa estimada del tablero (completo)	160.00 t
Mecanismo de izaje (tipo y capacidad) para elementos de cierre auxiliar (agujas)	Grúa pórtico (30/3) 1

### SUBESTACION

Tipo	Interior blindada con gas SF6
Tensión	400 KV
Área total en plataforma	14,060 m <sup>2</sup>
Elevación de la plataforma	580.00 msnm
Arreglo	Interruptor y medio

### LINEAS DE TRANSMISION SUBESTACION

Numero de circuitos	2
Longitud hacia la red	130 Km
Calibre del conductor ACSR (Doble conductor por fase)	1,113 KCM
Tensión	400 KV



## II.- DESCRIPCION DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS

### LOCALIZACION

El vertedor se localiza en la margen izquierda del Rio Santiago, consistirá de un canal excavado a cielo abierto y su función será encausar el agua excedente en caso de una avenida extraordinaria.

### CARACTERISTICAS DE LA OBRA

La obra de excedencias estará controlada por 6 compuertas radiales de 12.00 X 22.70, será diseñada para un gasto de 15,915 m<sup>3</sup>/s cuyo periodo de retorno es de 10,000 años. El nivel de desplante del canal de llamada del vertedor se ubicara en la cota 549.40 y tendrá una altura total de excavación en taludes en su parte mas alta, aproximadamente de 231.00 m.

Las principales estructuras que componen la obra de excedencias son:

- Canal de llamada
- Zona de estructuras de control
- Canal de descarga
- Cubeta deflectora
- Puente 1 sobre el vertedor
- Puente 2 sobre el vertedor

#### **Canal de llamada.-**

Esta estructura será excavada a cielo abierto con taludes cuyas pendientes serán de 1:1 y 0.5:1, contará con bermas de la elevación 610 a la elevación 565 a cada 15 metros con los taludes antes mencionados de acuerdo a la calidad de la roca.

La excavación inicial comprende desde aguas arriba hasta la zona de estructuras, la cual cubre una longitud total de 80.00m en el sentido del eje del vertedor y un ancho promedio de 230.00m abarcando desde el muro izquierdo hasta la parte posterior del muro alabeado, conformando una amplia plataforma a la elevación 549.40 msnm.

Se efectuó una cartografía geológica superficial de detalle en el sitio de obras, con base en esta información, se estableció que la excavación del canal de llamada del vertedor, ocurrirá en las dacitas porfídicas fracturadas (Tmid), la cual está parcialmente cubierta por materiales poco compactos de mala calidad.

#### **Zona de estructuras de control.-**

Esta obra se constituirá de cimacio y pilas de concreto reforzado que conforman 6 vanos equipados con compuertas radiales, accionadas por servomotores.

La zona de estructuras es una de las partes más importantes de la obra de excedencias, ya que en este sitio estarán alojadas las compuertas y mecanismos para izarlas. Sin embargo, revisten especial importancia los apoyos derecho e izquierdo donde estará empotrada toda esta estructura, es por ello que dichos muros deben desplantarse en roca de buena calidad.

#### **Canal de descarga.-**

La obra para conducir los volúmenes desalojados por el vertedor, consiste en un canal a cielo abierto de sección cajón, que inicia con 91.00 m de ancho en la zona de control y gradualmente cierra a 71.00 m del Km 0+063.222 al Km 0+182.222, ancho que se conserva hasta la cubeta deflectora. Tendrá muros de concreto de 8.00 m a 9.00 m de altura, tendrá un desnivel total de 75.00 m desde la cresta del cimacio hasta la cubeta deflectora. El canal será revestido con concreto reforzado. El talud izquierdo tendrá una altura aproximada de 245.00 m, mientras que el derecho será de 25.00 m de desnivel.

En la parte central del canal se ejecutará una excavación para alojar la galería de drenaje que se construirá en la parte inferior de la plantilla del vertedor. La galería mencionada servirá como captación de todas las filtraciones que reciba de la red de drenaje que se ubica debajo de la losa del piso del canal de descarga.

#### **Cubeta deflectora.-**

La descarga del canal hacia el cauce natural, será mediante una cubeta deflectora; la estructura será de concreto reforzado tipo salto de ski, con ángulo de 10° .

### **PUENTE 1 SOBRE EL VERTEDEDOR**

El puente 1 sobre el vertedor que está localizado sobre las pilas y muros de la zona de estructuras, está compuesto.

- a).- Trabes presforzadas de concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup> acero de refuerzo de 4200 kg/cm<sup>2</sup> y acero de presfuerzo.
- b).- lozas de concreto de 250 kg/cm<sup>2</sup> y acero de refuerzo de 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- c).- Diafragmas de concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup> , acero de refuerzo de 4200 kg/cm<sup>2</sup> , acero de presfuerzo y anclajes vivos.
- d).- Parapetos y accesorios con acero estructural de 2530 kg/cm<sup>2</sup> .  
(Ver plano II.1)

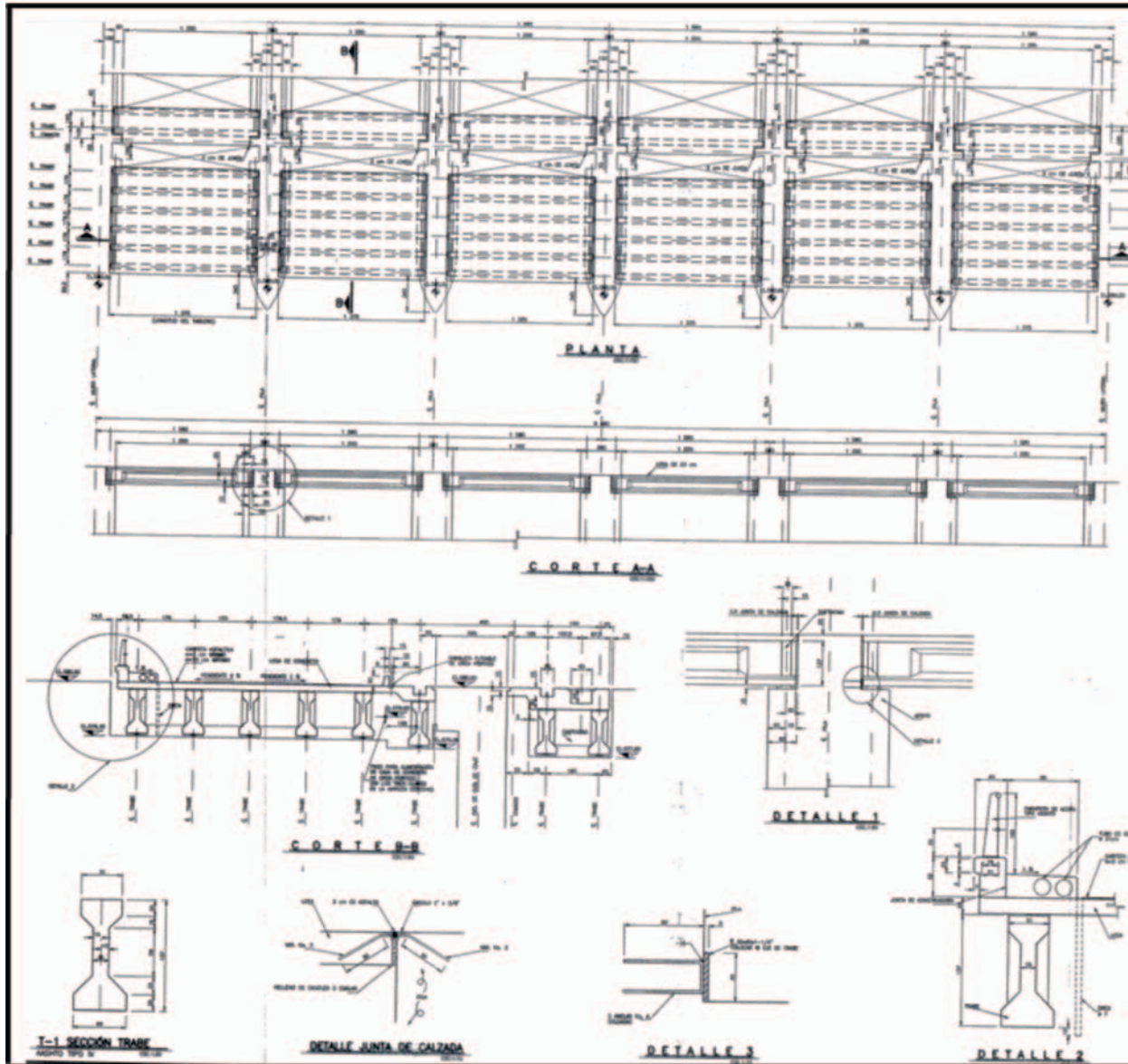
### **PUENTE 2 SOBRE EL VERTEDEDOR**

Además de las estructuras mencionadas, se deberá construir un puente sobre el canal de descarga del vertedor para unir los caminos definitivos en la margen derecha y margen izquierda de este canal.

Los elementos con los que contara este puente son;

- a) Muros laterales unidos a la roca
- b) Estribos
- c) Torres
- d) Trabes de la superestructura
- e) Accesos de la superestructura (ver plano II.2).

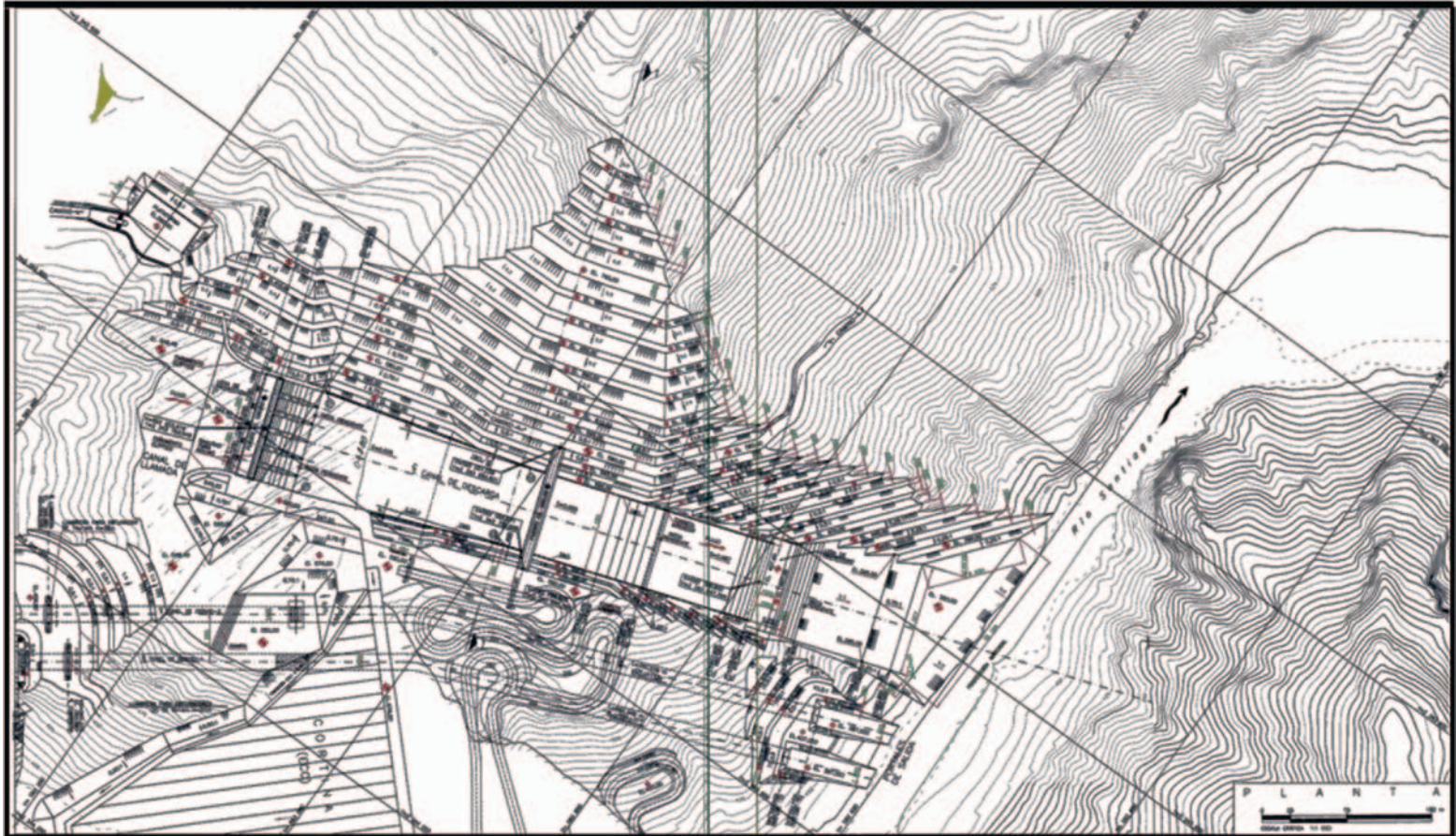
Para proteger la margen derecha del rio Santiago en la zona de descarga de la obra de excedencias y los túneles de desvío, se deberá proyectar una protección marginal formada de rocas mayores de 1.00 m con concreto y mallas de varillas que eviten que haya segregación de material. Las dimensiones aproximadas de la protección serán: espesor de 2.00 m, longitud 400 m y altura de 25 m. (ver plano II.3).



CONJUNTO:  
 OBRAS DE  
 EXCEDENCIAS

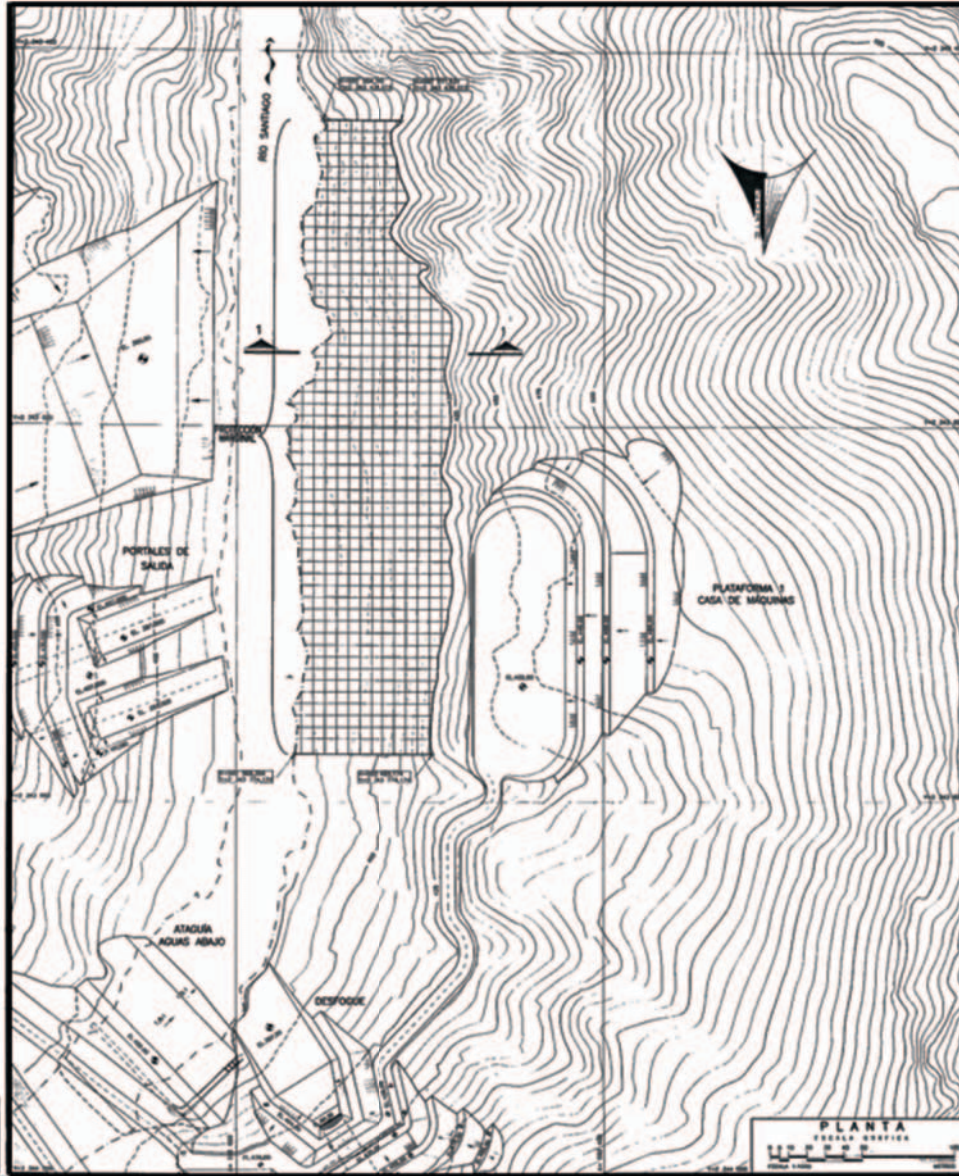
TITULO:  
 PUENTE 1 SOBRE  
 EL VERTEDOR

PLANO II.1



**PROYECTO HIDROELECTRICO: LA YESCA, JAL – NAY.**  
**CONJUNTO: OBRA DE EXCEDENCIAS**  
**TITULO: PUENTE 2 SOBRE EL VERTEDOR**

**PLANO II.2**



**CONJUNTO:  
OBRA DE EXCEDENCIAS**

**TITULO:  
PROTECCION MARGINAL**

**PLANO II.3**

### **III ACTIVIDADES PREVIAS**

#### **III.1.- Movilización de equipo**

El equipo necesario a movilizar será el siguiente:

- Dos tractores Caterpillar D-8 con ripper
- Dos motoconformadoras Caterpillar 120 o similar
- Un camión de engrase debidamente equipado para mantenimiento de equipo pesado
- Una retroexcavadora Caterpillar 320 o similar
- 2 camper equipados para ocuparse de inmediato
- Una planta de energía eléctrica
- Tres pick-up F-100 o F-150 de doble tracción.

El equipo anterior será el primero en movilizar pero a medida que se vayan iniciado los trabajos en los diferentes frentes, continuará llegando el equipo necesario.

#### **III.2.- Campamentos provisionales**

Los campamentos provisionales, como su nombre lo indica, serán temporales para albergar en el inicio de los trabajos al personal que se requiera para la construcción de plataformas, donde se instalarán los campers que se están trasladando al sitio de la obra y donde se edificarán casetas para oficinas de campo, almacenes y comedores para atender al personal que trabajará al iniciar las obras.

Se tiene planeada la construcción de campamentos definitivos para el tiempo que dure la obra en el poblado de Hostotipaquillo y acampamentar en ese lugar a todo el personal que se contratará para la ejecución del proyecto y trasladarlos diario y en los turnos necesarios en camiones debidamente acondicionados para tener la seguridad requerida de acuerdo a las gestiones de seguridad en el trabajo.

Uno de los tractores que llegó en la movilización del equipo, será el que ejecutará la excavación de las plataformas necesarias para los campamentos provisionales.

#### **III.3.- Caminos de construcción**

Para llegar a la obra, esta en construcción un camino de aproximadamente 23 Km que inicia en el poblado de Hostotipaquillo y termina en el caserío denominado Mesa de Flores, que se encuentra localizado en la margen izquierda del río Santiago.

De Mesa de Flores parten dos caminos de terracería, uno que llega a la salida de lo que serán los túneles de desvío y que se localizan aguas abajo de lo que será la cortina y otro que se dirige hacia aguas arriba de la cortina y pasa el río a través de un puente de concreto a la margen derecha, dividiéndose también en dos caminos, uno que comunica al poblado de “La Yesca” y el otro recorre toda la margen derecha del río, pasando por

varios bancos de aluvión hasta llegar en frente de los portales de los túneles de desvío y al inicio de lo que será el canal de llamada de la obra de toma.

El camino que parte de Mesa de Flores hacia aguas abajo de la cortina tiene una desviación hacia la derecha a la altura donde están las oficinas de C.F.E. y que llega a donde están ubicados los portales de entrada de los túneles de desvío 1 y 2. También por este camino se puede llegar a los bancos de aluvión denominados “agua caliente uno” y “la haciendita”, que es uno de los más grandes, localizados en la margen izquierda.

Con un tractor D-8 y la motoconformadora que son el equipo movilizad al inicio, se tendrá que mejorar el trazo, curvas y pendientes de este camino para bajar el otro equipo como retroexcavadora, dragas 88B, 71B, lo necesario para dar inicio a los trabajos de excavación de los túneles de desvío y la extracción de grava-arena.

Después de la desviación a la derecha del camino mencionado líneas arriba y siguiéndose hacia aguas abajo, se llega a la elevación 780.00 msnm, que viene siendo el inicio para la excavación de la obra de excedencias en su talud izquierdo con sus respectivas bermas a cada 15.00 m.

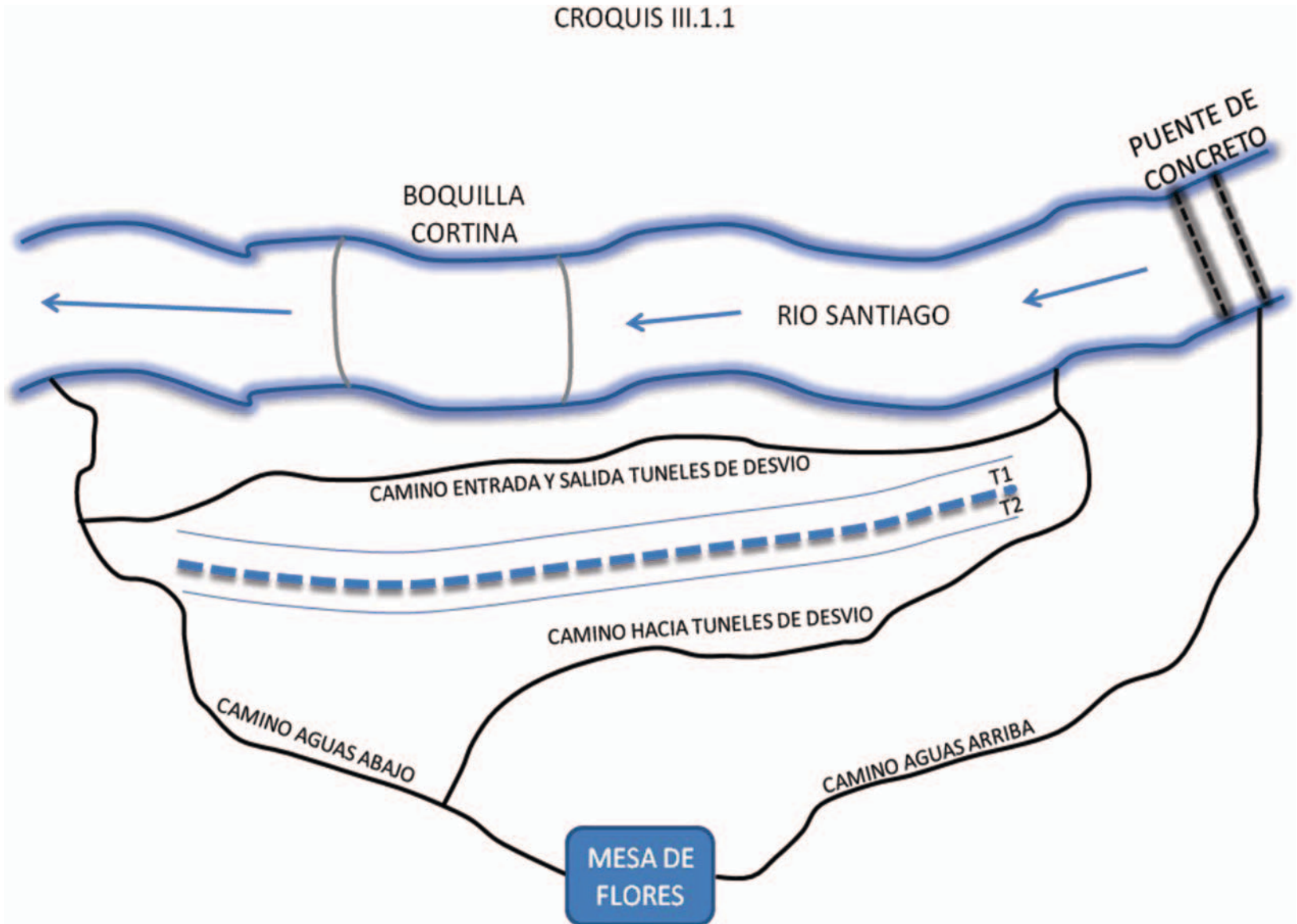
Otro camino de construcción que se tiene que ampliar, mejorar su curvatura y pendientes, es la brecha que une la entrada y salida de los túneles de desvío ya que posteriormente será utilizado para el acarreo del material producto de la excavación de la salida del vertedor.

Los caminos de construcción mencionados pueden observarse en el croquis III.1.1.

Los caminos de construcción para la obra de excedencias son tres que inician en diferentes elevaciones de acuerdo al avance en la excavación, se describirán de conforme a la etapa que se vaya ejecutando y se pueden apreciar en el plano VI.2.1.1.



CROQUIS III.1.1



### III.4.- EXTRACCION DE AGREGADOS

Una vez que sea mejorado el trazo, curvatura y pendientes del camino que conduce a la entrada de los túneles de desvío y tomando en cuenta que la movilización del equipo ha continuado de tal manera que ya llegaron a la obra, las retroexcavadoras y dragas para iniciar con la extracción de agregados.

La extracción de agregados es una actividad que debe de realizarse al inicio de la obra para aprovechar el primer estiaje antes de llevar cabo el desvío del río, una vez terminada la excavación de los túneles 1 y 2.

Antes de efectuar el desvío, se deberán de extraer y almacenar en la margen izquierda del río, un mínimo de 1,000,000.00 m<sup>3</sup> de aluvión o grava arena, que serán colocados en un banco, arriba de la elevación 400.00 msnm para que estén por arriba de la elevación a donde llegará el agua una vez realizado el desvío.

Para la extracción de aluvión, se podrán utilizar retroexcavadoras Caterpillar 320 y dragas de gran alcance como Bucyrus - ERIE 71B y 88B.

Tomando en cuenta que los bancos de aluvión prácticamente están en todo el cause del río y a todo lo largo del mismo, se ha planeado su explotación en dos etapas que son las siguientes:

#### **Primera etapa.-**

El río durante el estiaje conduce muy poca cantidad de agua, motivo por el cual, los bancos existentes presentan áreas de material que están fuera del agua y áreas muy pequeñas que están inundadas y que realmente son por donde corre el agua durante las secas.

Aprovechando lo anterior se ejecutará la extracción del material que está fuera del agua mediante retroexcavadoras y se cargara con las mismas a camiones de la unión que los transportarán al banco de almacenamiento localizado en la margen izquierda del río y a partir de la elevación mencionada líneas arriba.

Antes de iniciar el acarreo y almacenamiento de grava-arena, será necesario preparar y habilitar el banco de acopio, tomando en cuenta lo recomendado en la gestión de impacto ambiental que consiste en realizar el desmonte y despálme del área que se va a utilizar.

Desmonte: es la eliminación de la vegetación en el área donde se encuentra localizado el banco de almacenamiento de grava-arena.

Despalme: es la remoción de la capa superficial del terreno natural del banco de acopio, material no apto para el desplante de las obras ni para usarse como material de construcción.

La grava-arena o aluvión que se va a procesar para los concretos del proyecto, incluyendo la obra de desvío y la obra de excedencias y los tratamientos de la roca se va a extraer de los bancos existentes aguas abajo de donde se va a construir la obra de contención.

La extracción del aluvión de los bancos aguas arriba de la cortina, se utilizará para la obra de contención y será una cantidad aproximadamente de 4,000,000.00 m<sup>3</sup>.

### **Segunda etapa.-**

Una vez que se ha cargado y almacenado el aluvión de los playones que estaban fuera del agua, se procede a la extracción del material localizado del nivel freático hasta la parte mas profunda mediante dragas y cuyo procedimiento se describe a continuación:

Para ejecutar la extracción del aluvión se tendrá que desviar la poca agua que lleva el río hacia la margen derecha y esto se logra a través de las siguientes actividades:

- a).- Construcción de espolones diagonales al cause del río y ligeramente con un nivel por arriba del espejo del agua.
- b).- Extracción de grava-arena en cada espolón para el desvío del río a la margen derecha.
- c).- Definición del lugar para el inicio de la extracción de la grava-arena.
- d).- Extracción del aluvión de la margen derecha hacia la margen izquierda.
- e).- Extracción del material por franjas de acuerdo al radio de acción de la draga de aguas abajo a aguas arriba.

### **DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES**

a).- Construcción de espolones diagonales al cause del río y ligeramente con un nivel por arriba del espejo del agua.

La draga entra al cause del río por la margen izquierda iniciando la construcción del primer espolón en forma diagonal y extrayendo grava-arena originalmente de las partes laterales, formando un camellón mas ancho que la draga y a un nivel por encima del espejo del agua de 0.50 metros que puede llegar hasta 1.00 metros (ver croquis #1).

b) Extracción de grava-arena en el extremo del primer espolón para iniciar el desvío del agua a la margen derecha y de aguas arriba hacia aguas abajo. Una vez que la draga está cercana a la parte del río que lleva agua, iniciará la extracción del material, colocándolo aguas arriba del espolón, inclusive profundizando al cause húmedo, forzando a la corriente desviarse hacia la margen derecha (ver figura #2).

El procedimiento anterior se repite cuantas veces sea necesario y de acuerdo al número de dragas con que se cuente de tal manera, que se tendrá un nuevo cause por donde transitará el agua, dejando un playón para la extracción del aluvión cercano al 100% (ver figura #3).

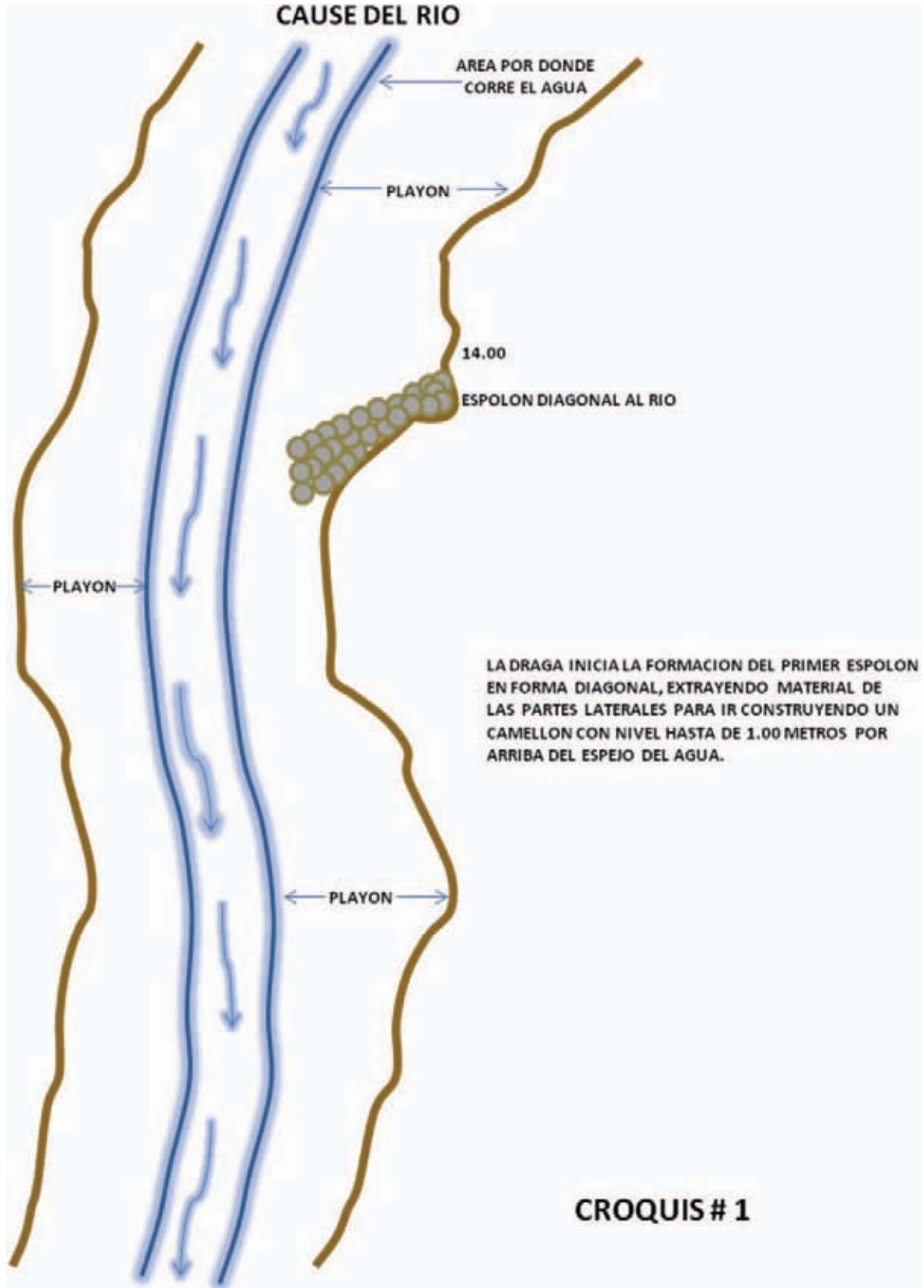
c).- definición del lugar para dar inicio a la extracción de la grava-arena. Una vez que el río se desvía totalmente a la margen derecha mediante las diferentes y numerosas entradas de la draga por espolones, se define el lugar para dar inicio a la extracción del material (ver figura #4).

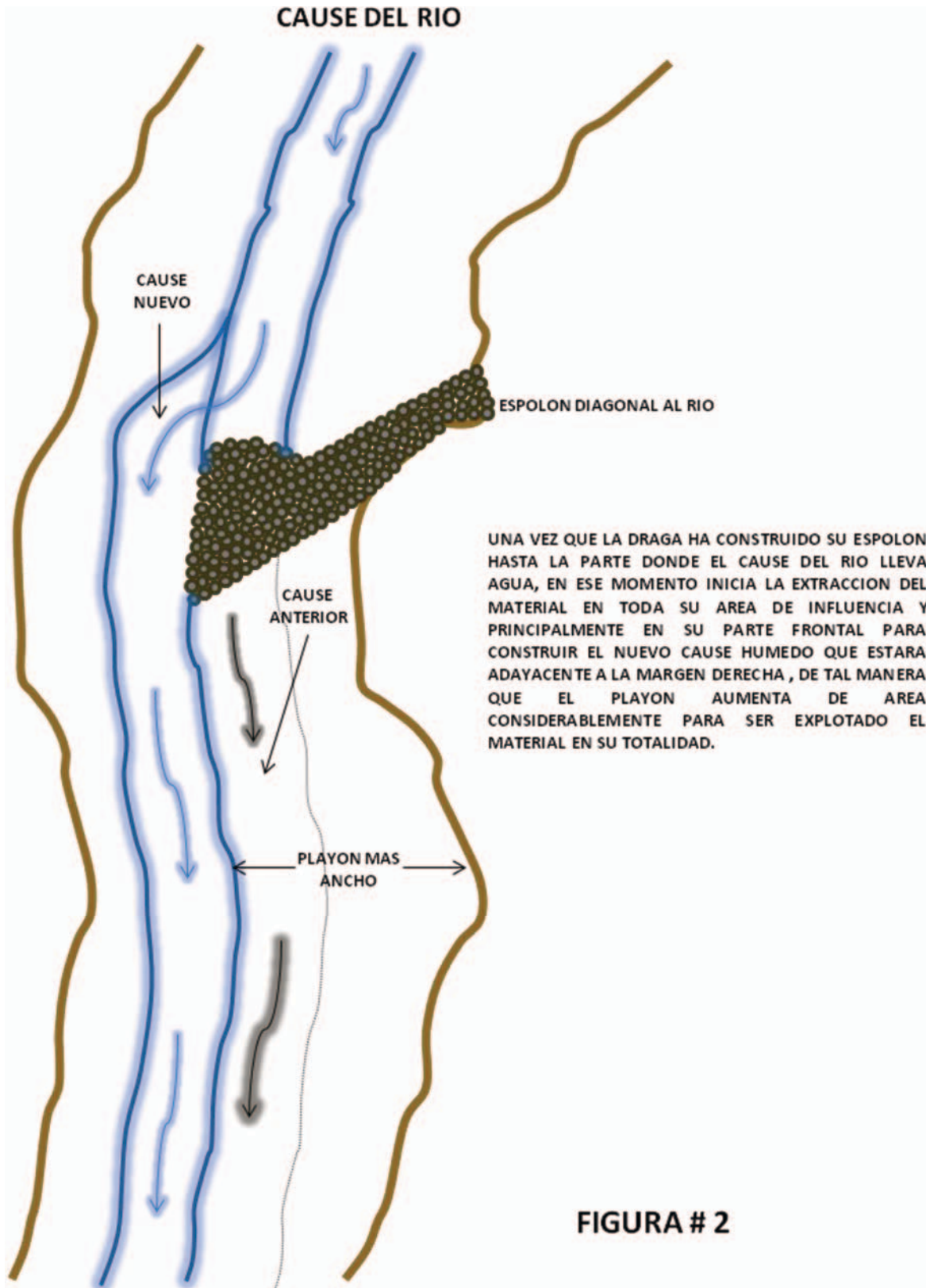
d).- Extracción del aluvión de la margen derecha hacia la margen izquierda. Definido el lugar de inicio de la extracción, quedan establecidas tres áreas de acción que son las siguientes:

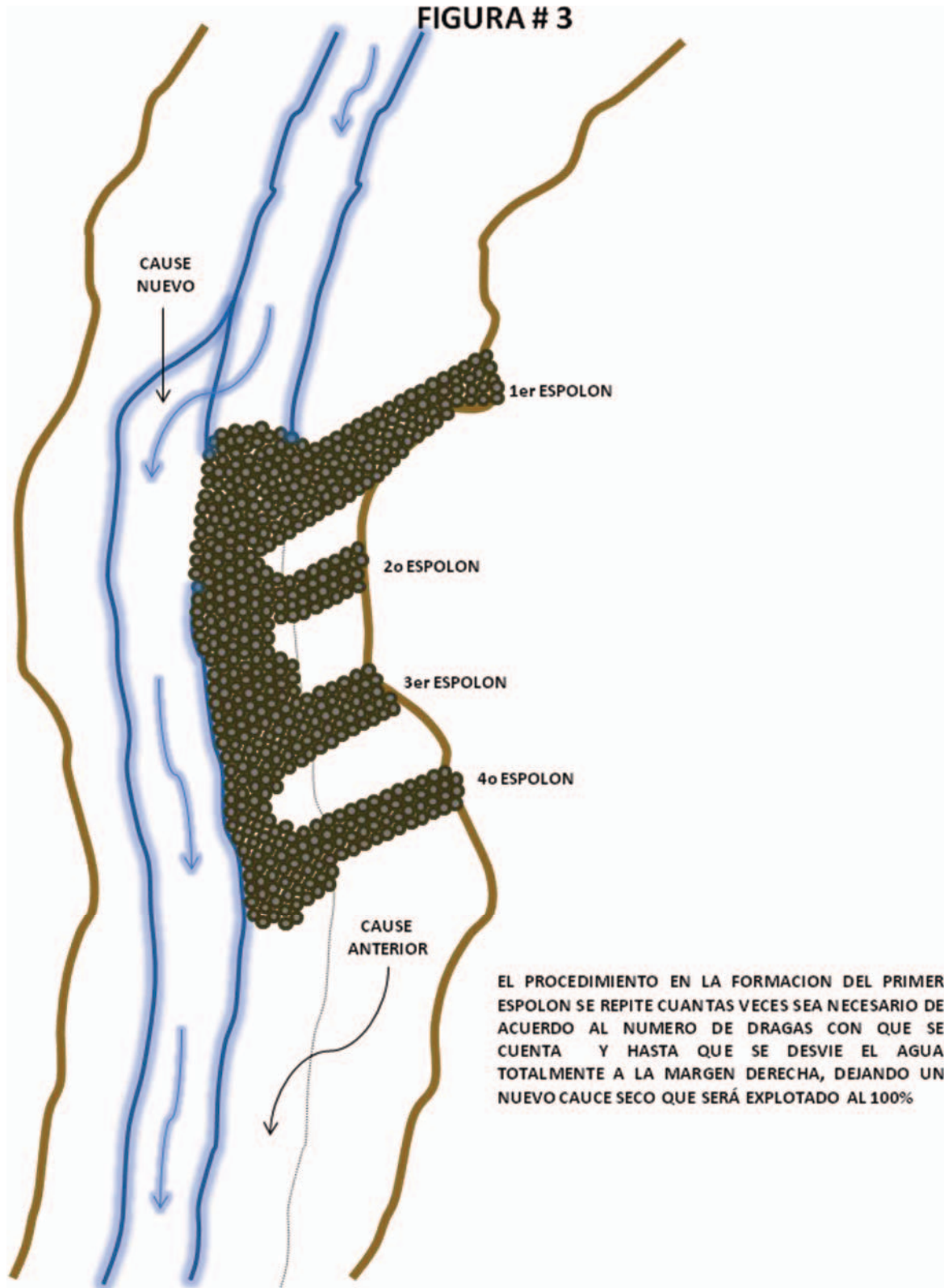
- 1.- Franja de extracción a todo lo ancho del cause del río con salida de la draga de la margen derecha a la margen izquierda
- 2.- Franja de almacenamiento del material, mismo que se cargará y se llevará al banco de acopio, esta franja posteriormente se convertirá en área de extracción.
- 3.- Franja o área de carga del material que se acarreará en camiones hacia aguas arriba con destino al banco de almacenamiento (ver figuras 5,6,7 y 8).

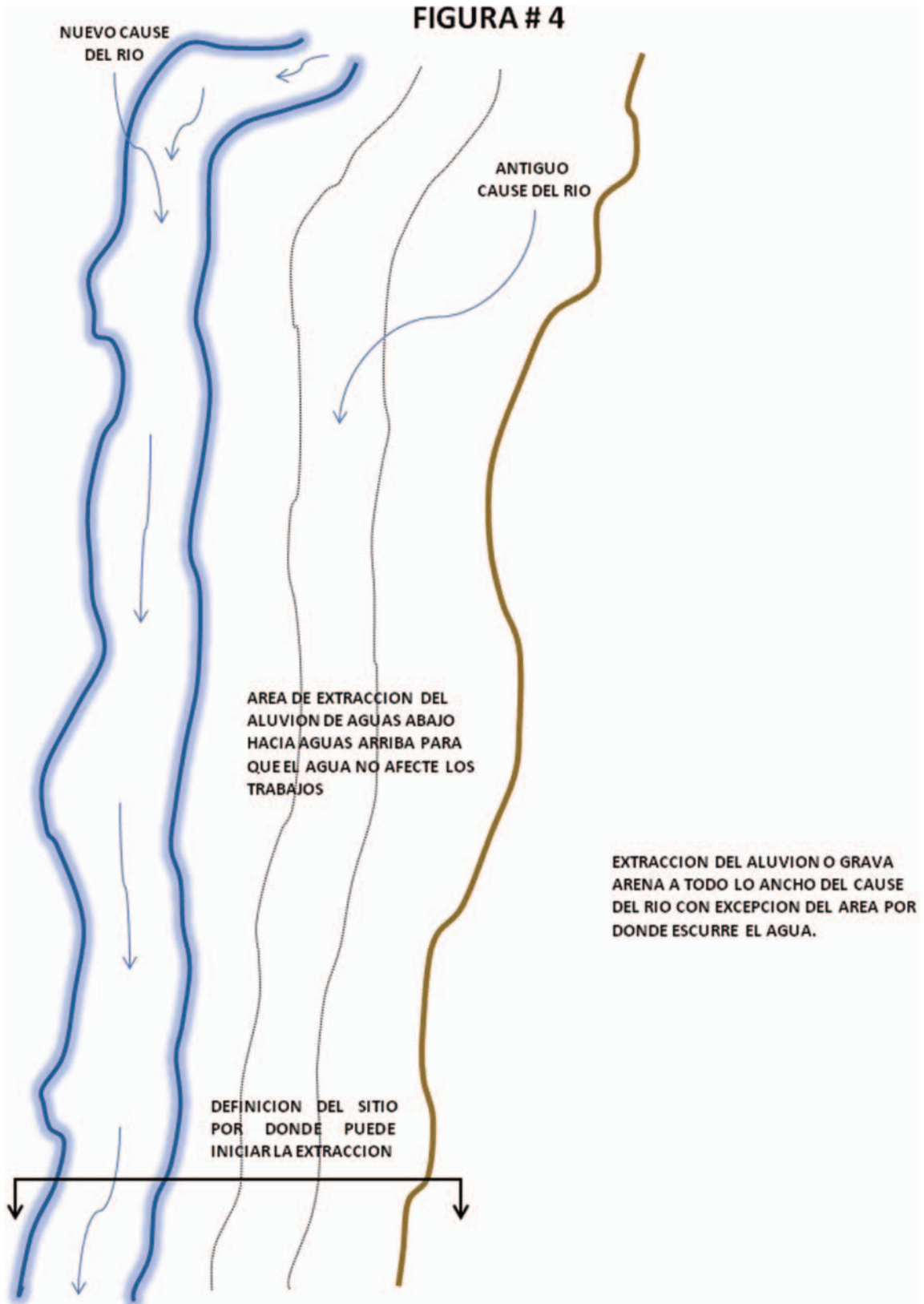
e).- Extracción de aluvión por franjas de acuerdo al radio de acción de la draga de aguas abajo hacia aguas arriba. Una vez que se termina la extracción del aluvión de la primer franja (ver figura #9), la draga sale totalmente del playón hacia la margen izquierda y entrará a lo que antes era el área de depósito, que se convierte en área de extracción; el área de carga por consiguiente, se convertirá en zona de depósito y se crea una nueva área de carga.

Repitiendo el ciclo anterior, se podrá extraer totalmente la grava-arena existente en todo el lecho del río.











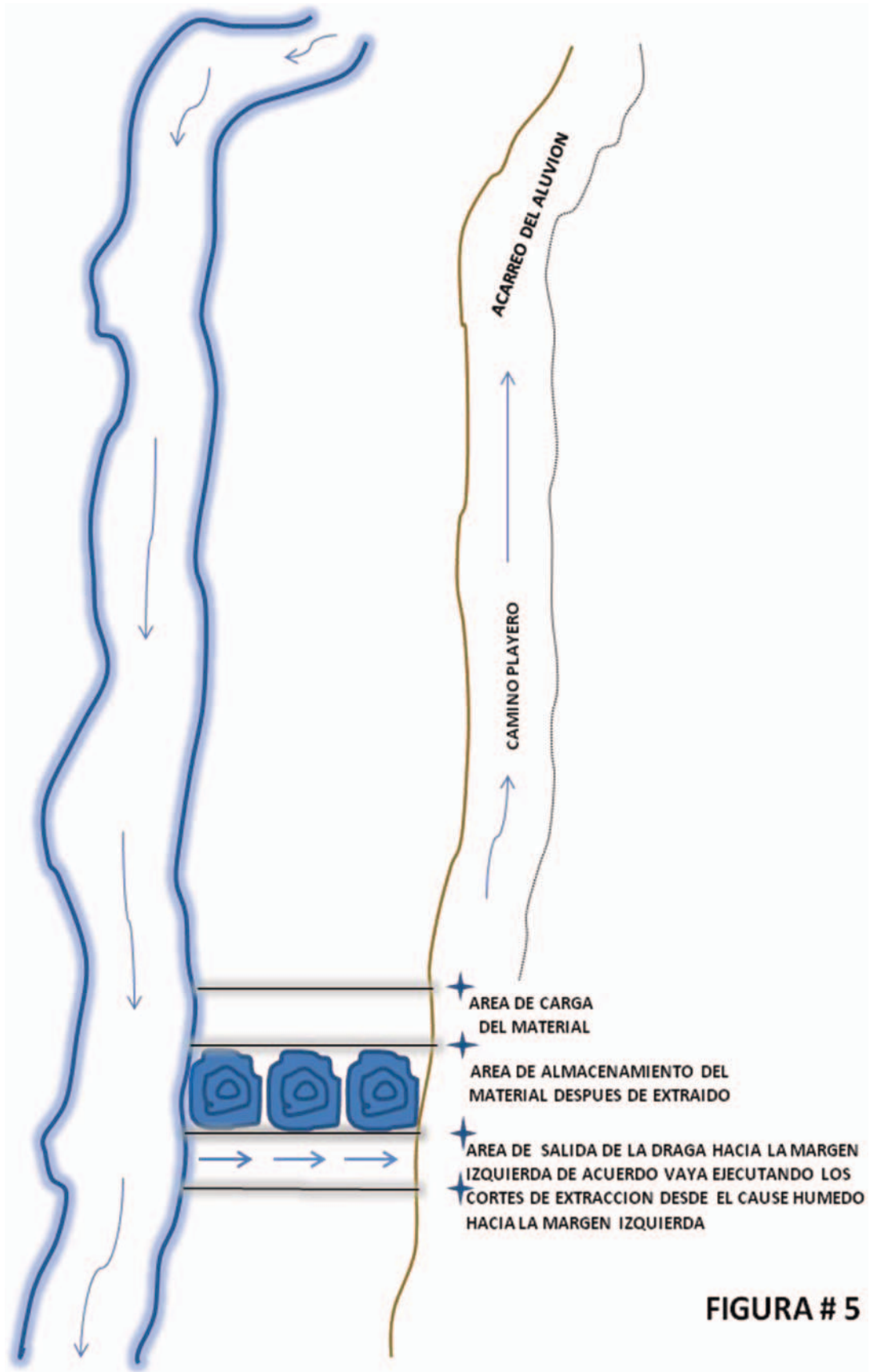


FIGURA # 6

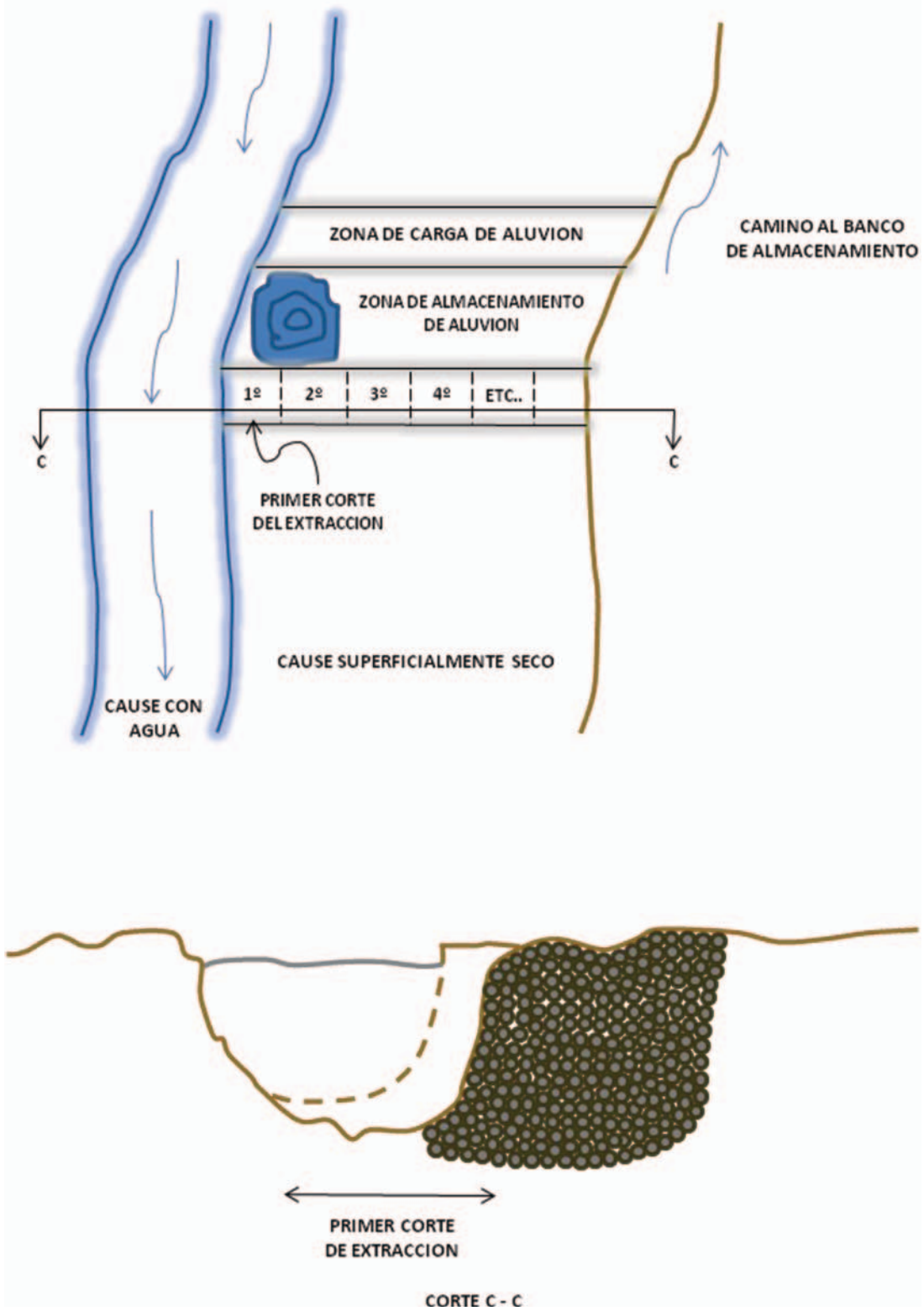


FIGURA # 7

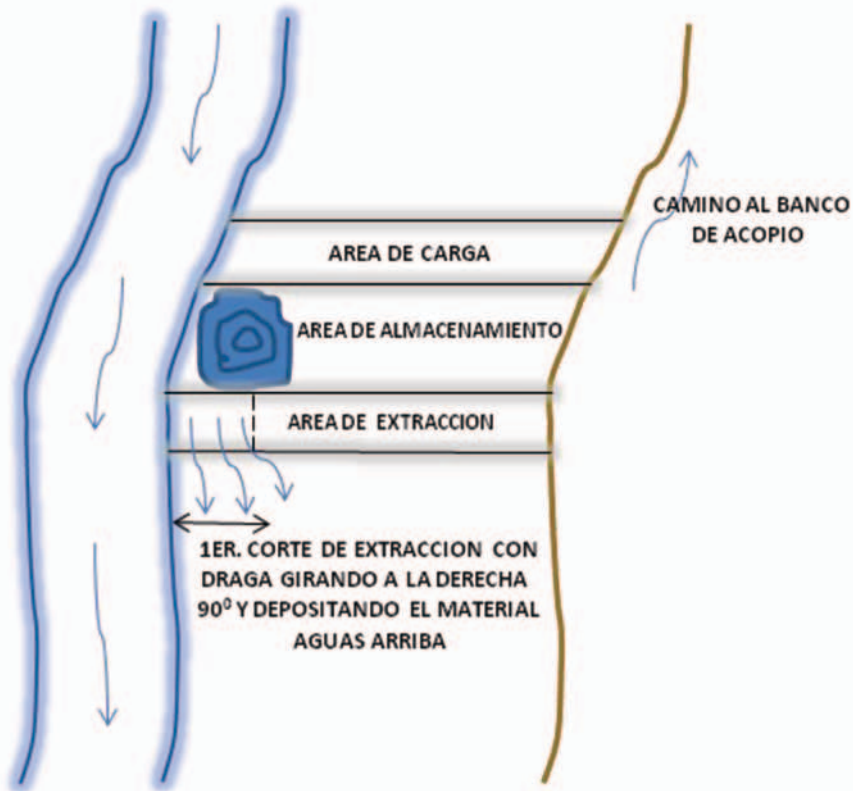


FIGURA # 8

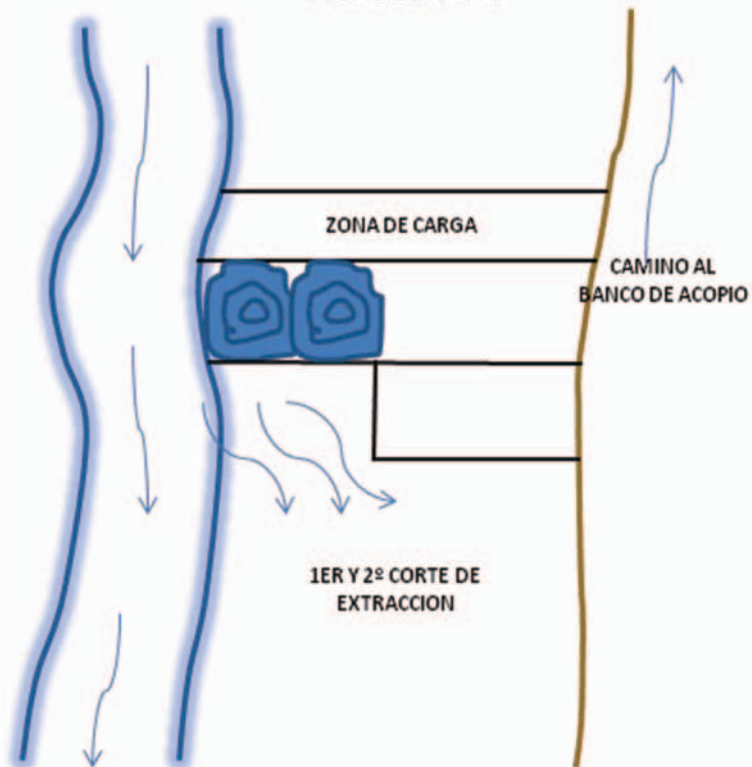
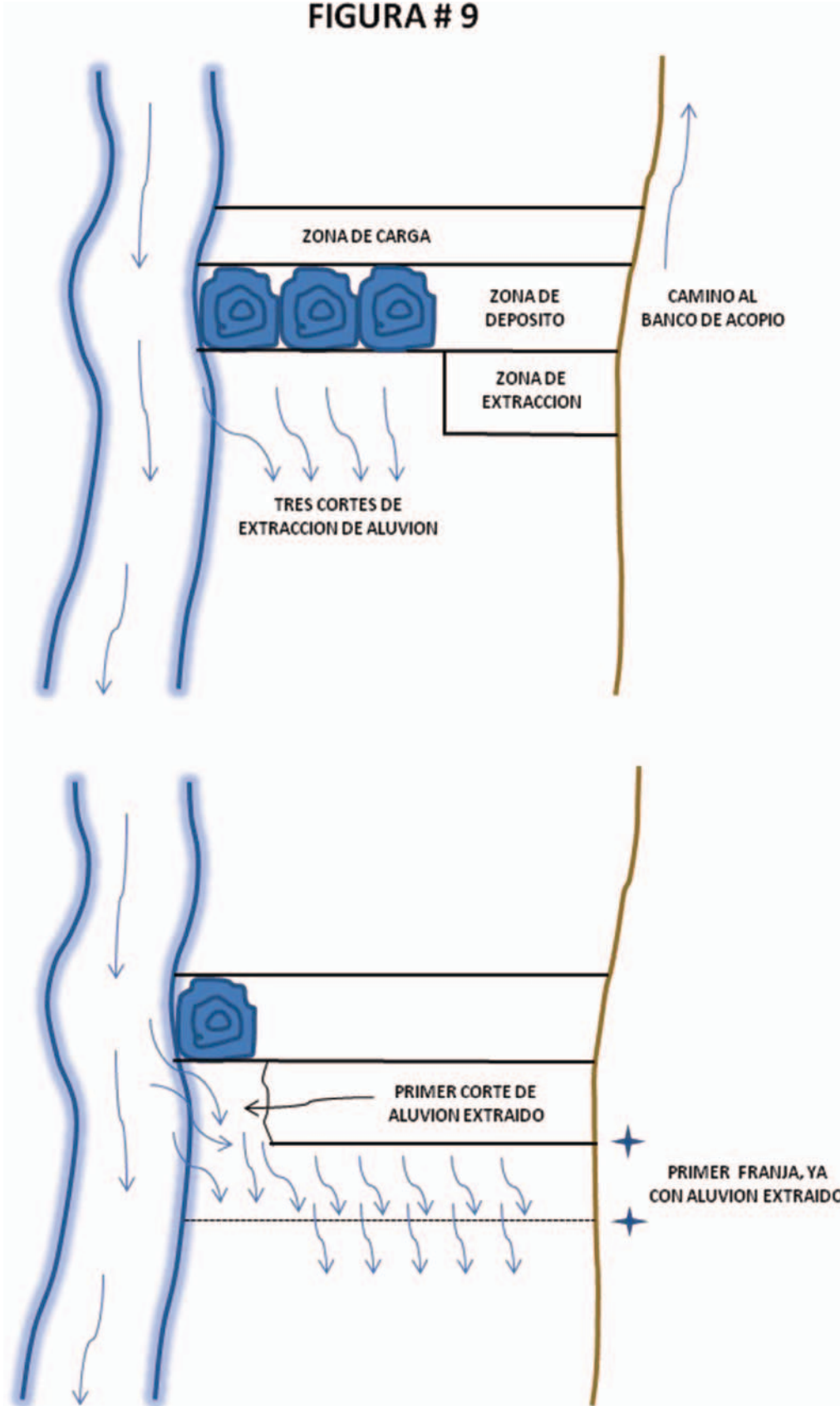


FIGURA # 9



### III.5.- PROCESAMIENTO DE MATERIALES

Los agregados para concreto deberán ser procesados de acuerdo a especificaciones. El material para los agregados se obtiene del banco de aluvión, ubicado aguas abajo de la cortina denominada “Juanepantla”.

La planta de agregados debe estar diseñada para clasificar y separar la grava con los siguientes tamaños:

Grava 2 pasa 38.1mm (1 ½”) – retenida 19.1mm (¾”)  
Grava 1 pasa 19.1mm (¾”) – retenida 4.75mm (3/16”)

El procesamiento de agregados se realizará en una planta clasificadora que se instalará aguas abajo de la cortina y será de la forma siguiente.

a).- El material menor de 60cm. (24”), se transporta por medio de una banda a una clasificadora que separa los materiales en 4 tamaños:  $24'' > T > 4''$ ,  $4'' > T > 11/2''$ ,  $11/2'' > T > 3/4''$  y  $3/4'' > T > 3/16''$ .

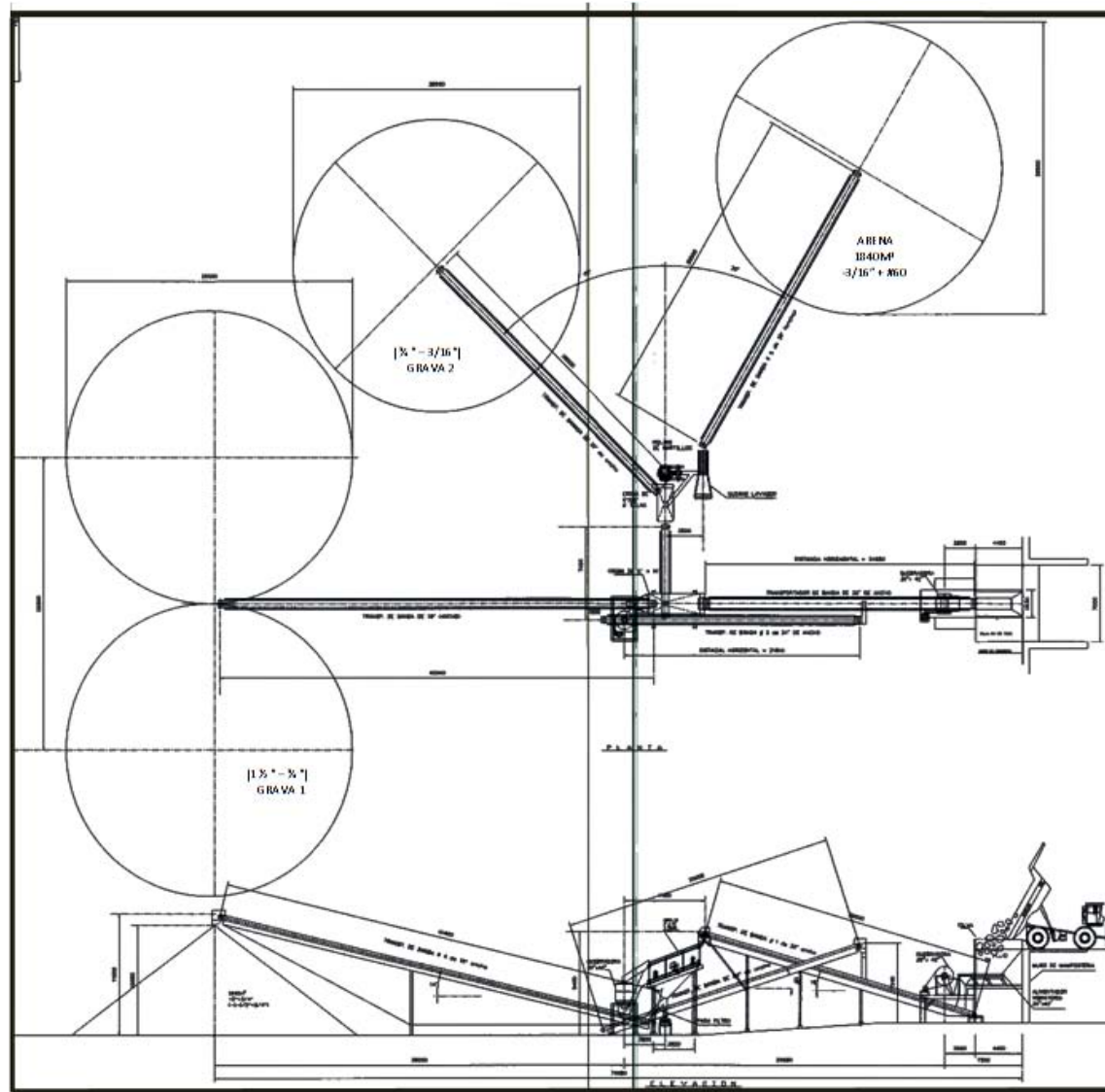
b).- El material  $24 > t > 4''$  pasa al primario de la trituradora para obtener material  $4'' > T > 1 1/2''$  que junto con el material de la misma granulometría que salió de la clasificadora, pasan al secundario de la trituradora.

c).- Del secundario de la trituradora, se obtiene material  $T < 1 1/2''$  que junto con el que salió de la clasificadora, se envían por medio de una banda a una criba que retiene en la primer malla los tamaños  $1 1/2'' > T > 3/4''$  (grava 2) y deja pasar los tamaños  $T < 3/4''$  y en la segunda malla retiene los tamaños  $3/4'' > T > 3/16''$  (grava 1). Los tamaños menores de  $3/16''$  son aprovechados como arena. Por medio de bandas se envían estos materiales a sus respectivos almacenajes. (Ver plano III.5.1. de la clasificadora).

### III.6.- PRODUCCION DE CONCRETO

Previo al inicio de las actividades de excavación de la obra de excedencias, se llevará a cabo la preparación del sitio o plataforma para la instalación de la planta dosificadora para producir el concreto necesario que se utilizará en el tratamiento de la roca que deberá de llevarse en paralelo con la excavación.

Antes del inicio de lo que será el canal de llamada, existe una plataforma sobre el terreno natural, la cual será ampliada con las excavaciones del mismo.



PLANO III.5.1

TITULO DEL PLANO:  
 PROYECTO LA YESCA  
 PLANTA AGREGADOS

La preparación del área requiere un desmante, un despalme y una nivelación con tractor D-8 y motoconformadora. Después de que se ha nivelado el terreno, se realiza la compactación del mismo con un vibro-compactador.

Las instalaciones que se requieren para el proyecto en esta área, son las siguientes:

- Almacenamiento de agregados procesados
- Producción de concreto
- Almacén y tratamiento del agua para uso industrial y fabricación del hielo
- Habilitación de acero de refuerzo
- Fabricación y mantenimiento de cimbra.

La instalación de la planta dosificadora – mezcladora de concreto, en este punto estratégico, permitirá producir y transportar el concreto en condiciones de calidad y en la oportunidad requerida.

La planta deberá tener la capacidad adecuada en producción, para que se puedan cumplir con los programas tanto para el tratamiento de la roca, como para los colados de las estructuras del vertedor, y que ningún colado sea interrumpido por falta de capacidad.

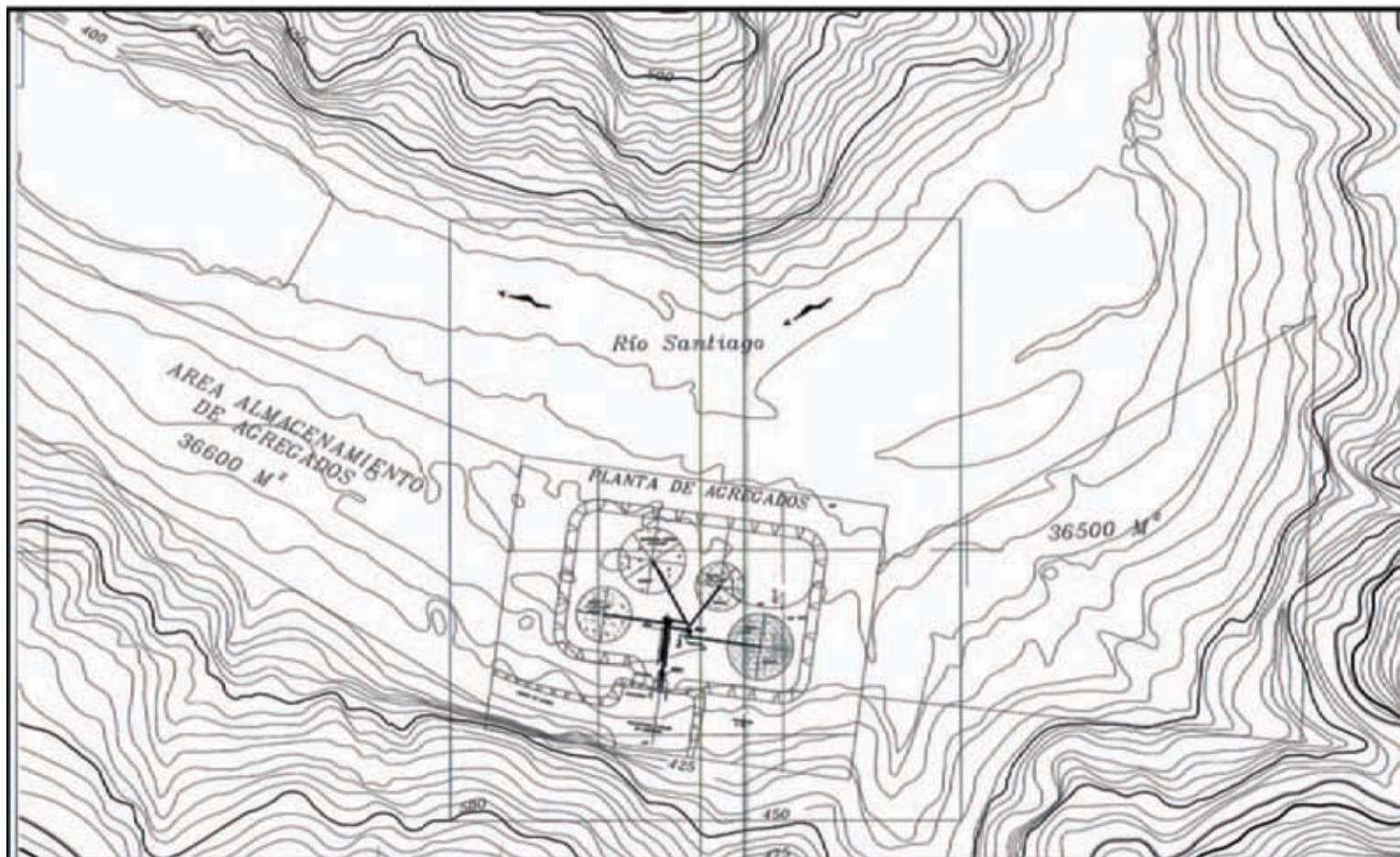
El agua será almacenada en cantidad suficiente para que no afecte la capacidad de producción de concreto y su sistema de medición será diseñado adecuadamente.

El responsable de la planta verificará la calidad del agua una vez al mes o antes si se percibe un cambio significativo en sus características físicas, mediante pruebas realizadas en el laboratorio y debe entregar a quien corresponda los resultados de los ensayos practicados.

El sitio donde se construirá la obra de excedencias pertenece a una zona constituida de altas temperaturas en el verano, por lo que para cumplir con las temperaturas indicadas para los diferentes tipos de concreto como masivo, semimasivo o normal, es necesario utilizar hielo en escamas en sustitución del agua de diseño, hasta un 75% en peso.

Por lo anterior, se contará junto a la dosificadora, una planta productora de hielo en escamas para uso industrial que contará con las unidades productoras suficientes, así como bodegas de capacidad, tal que se garantice la temperatura del concreto especificada.

El responsable de la producción de concretos, debe definir el diseño de las plantas, las bodegas de hielo, su forma de dosificación, el sistema de pesado y el arreglo para la obtención del agua para la fabricación del hielo.



**TITULO DEL PLANO:**  
PLANTA AGREGADOS  
"LA YESCA"

**PLANO III.5.2**



#### IV.- INSTALACION PLANTAS DE AGREGADOS

La ubicación de la planta estará en la margen izquierda aguas abajo de la cortina y deberá seleccionarse de acuerdo con los niveles del embalse de la presa El Cajón.

Como se mencionó en la descripción de la primera etapa de la extracción del aluvi6n, los agregados que ser6n utilizados para el concreto que se colocará en las diferentes obras del proyecto, ser6n obtenidos de la explotaci6n de bancos localizados aguas abajo de la cortina y se puede obtener el volumen necesario, con un acarreo muy inferior al posible considerando bancos de aguas arriba.

No existe ninguna restricci6n para la explotaci6n de los bancos, ya que estos quedan dentro del embalse de la presa El Caj6n y 6nicamente habr6 que tener precauci6n con el nivel del agua en el mismo.

El agua necesaria para el procesamiento podr6 obtenerse de cualquier pozo localizado en un lugar cercano a la ubicaci6n de la planta.

El lugar para la instalaci6n de la planta de agregados o clasificadora, deber6 seleccionarse de acuerdo con los niveles de embalse de la presa El Caj6n. La planta contar6 con los siguientes elementos (ver planos III.5.1 y III.5.2.).

- a) Quebradora o primario
- b) Dos cribas
- c) Un cono o secundario
- d) Un terciario
- e) Un gusano lavador
- f) Bandas transportadoras

Producir6 grava 1, cuyos tama6os ser6n  $1 \frac{1}{2}'' > T > \frac{3}{4}''$ , grava 2 con tama6os  $\frac{3}{4}'' > T > \frac{3}{16}''$  y arena con tama6os de material menores de  $\frac{3}{16}''$ . La planta podr6 producir el filtro o los filtros necesarios para la cortina.

## V.- INSTALACION PLANTA DE CONCRETO

En el capítulo “Producción de concreto” se describe la preparación y el sitio para la colocación de la planta dosificadora para la producción de concreto que se utilizará en el tratamiento de la roca al iniciar la excavación del talud izquierdo del vertedor, así como para realizar la colocación de concreto en la zona de estructuras.

La otra planta de concreto se tendrá que instalar en las inmediaciones de la planta clasificadora ubicada en la margen izquierda aguas abajo de la obra de contención; El objetivo de colocar esta planta en ese lugar es, abastecer de concreto parte del canal de descarga, la rápida y el salto de esquí, así como para la colocación de concreto en la obra de generación como son casa de maquinas, obra de toma, desfogues y la cara de concreto de la obra de contención.

Se tendrán que tomar las mismas medidas de precaución que se tomaron para la instalación de la planta clasificadora en lo que respecta a que estará en la zona de embalse de la presa El Cajón.

La segunda planta dosificadora contará como la primera, con el tratamiento del agua con una planta de hielo y con un área para almacenamiento de agregados que estarán separados mediante mamparas de concreto con la altura necesaria que eviten su contaminación aparte del silo que alimentará de cemento a la dosificadora, se tendrá un silo para almacenar 500 o mas toneladas de cemento.

Tanto la clasificadora como la dosificadora tendrán la infraestructura necesaria para regresar al cauce del rio, el agua que utilizaran en las mismas condiciones químicas como se tomaron.

## **VI.- PLANEACION PARA LA CONSTRUCCION DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS**

### **VI.1.- SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD, AMBIENTAL Y SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

#### **OBJETIVO**

Establecer los requisitos de los sistemas de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad y salud en el trabajo que debe cumplir el constructor en la realización del proyecto hidroeléctrico “La Yesca” durante la construcción de las obras civiles, obras asociadas y obras electromecánicas, dentro del marco de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas y su reglamento.

#### **CAMPO DE APLICACION**

Establecimiento, documentación, implementación y mantenimiento de los sistemas de gestión para el proyecto hidroeléctrico “La Yesca” durante la construcción de las obras civiles, obras asociadas y obras electromecánicas.

#### **NORMAS QUE APLICARAN**

a).- Para los sistemas de gestión de calidad, las normas:

NMX – CC – 9001 – IMNC – 2000 (ISO 9001:2000)

“Sistemas de gestión de la calidad” y NMX – CC – 13 - : IMNC – 2002 (ISO 10013: 2002).

“Directrices para la documentación de sistemas de gestión de calidad”

NMX – CC – 018: 1996 IMNC (ISO 10013: 1995) “Directrices para desarrollar manuales de calidad”.

b).- Para el sistema de gestión ambiental, la norma NMX – SAA – 14001 – IMNC – 2004 (ISO 14001: 2004) “Especificación con orientación para su uso”

c).- Para el sistema de Administración y seguridad y salud en el trabajo, las normas NMX – SAST – 001 – IMNC – 2000 (OHSAS 18001: 1999) “Especificación” y MNX – SAST – 002 – IMNC – 2001 “Guía para la implementación de NMX – SAST – 001 – IMNC – 2000”.

#### **REFORESTACION Y ASPECTOS AMBIENTALES**

Las áreas afectadas por la construcción de caminos deben reforestarse, entre ellas: almacenes, caminos temporales, campamentos, plantas trituradoras, procesadoras, dosificadoras, clasificadoras de asfalto y de concreto; bancos de materiales de explotación, de almacenamiento y de desperdicio.

## **ACTIVIDADES DE PROTECCION AMBIENTAL**

El constructor deberá de tener como política institucional la ejecución de sus obras respetando el medio ambiente, para su cumplimiento, se deberá de establecer un procedimiento para asegurar la correcta y oportuna atención a los aspectos ambientales de las obras que construye.

Las actividades de protección ambiental están relacionadas tanto a las actividades directas de campo como a las actividades administrativas, como lo son: la gestión de permisos, atención de asuntos legales, obras para protección al ambiente, prevención y control de contaminación, reforestación, restauración de bancos y de sitios utilizados con instalaciones provisionales, entre otros.

El constructor debe construir las obras y sus instalaciones provisionales, con criterios de respeto al entorno ecológico, en el entendido de que será el único responsable del efecto negativo que cause al mismo y estará obligado a tomar las medidas que sean necesarias para mitigar o eliminar dicho efecto negativo conforme a los requerimientos ambientales.

El constructor debe dar pleno cumplimiento a los compromisos en materia de protección ambiental del proyecto, para lo cual debe considerar a título enunciativo, más no limitativo, las siguientes actividades:

La ejecución de todas las actividades de protección ambiental, incluyendo los materiales, mano de obra, personal técnico especializado en cuestiones ambientales, maquinaria, equipo y demás insumos necesarios para la ejecución de las mismas, conforme a las especificaciones correspondientes, la legislación ambiental y las indicaciones de las autoridades ambientales involucradas, entre las actividades a realizar, se encuentran, a título enunciativo:

a).- Gestiones previas, que incluyen todo lo necesario para la elaboración de los estudios, pago de regalías y derechos para la obtención de los permisos necesarios para la ejecución de los trabajos.

b).- Prevención de la contaminación, que incluye todo lo necesario para el manejo y la disposición de los materiales y residuos sólidos y líquidos, peligrosos y no peligrosos, conforme a los requisitos establecidos en la legislación aplicable y los permisos obtenidos.

c).- Restauración y conservación de suelos, que incluye todo lo necesario para la rectificación y conformación de taludes y drenajes en todas las áreas afectadas por las actividades de la construcción, sean bancos o depósitos de material, cortes de terreno o

taludes de terraplén, suministrando y habilitando la capa de suelo necesaria para la reforestación y replantación.

d).- Limpieza y rehabilitación de las áreas utilizadas para la infraestructura, que incluye todo lo necesario para la demolición de edificaciones, retiro de lozas y escombros, recolección, transporte y depósito del desperdicio en los sitios identificados para tal fin, suministrando y habilitando la capa de suelo necesaria para la reforestación y replantación.

e).- Gestiones necesarias para el abandono, que incluyen todo lo necesario para obtener de las autoridades competentes, su conformidad, con el cumplimiento de los compromisos ambientales.

f).- Reforestación, que incluye todo lo necesario para el suministro, plantación, poda, aclareo y evaluación de las plantaciones, según lo indicado en el capítulo de “Protección ambiental” y lo que la autoridad competente determine.

El programa de ejecución de los trabajos, propuesto por el constructor, debe contemplar las actividades para la atención de los aspectos ambientales, considerando para tal efecto que previo al inicio de cada actividad, deben estar autorizados todos los permisos ambientales inherentes a la misma, y paralelamente a la ejecución de las actividades debe atender las cuestiones ambientales de mitigación y remediación asociadas.

## **VI.2.- CANAL DE LLAMADA Y ZONA DE CONTROL**

La zona de canal de llamada y estructura de control que va de la berma de la elevación 625.00 al piso del canal de llamada a la elevación 544.50, es importante iniciarla en el momento que sea posible para tener el tiempo suficiente en la construcción de la estructura de control y el montaje y prueba de compuertas (Ver croquis VI.2.1 y plano VI.2.1).

La excavación de este frente va del inicio del canal de llamada y llega al Km 0+100 y de la elevación 660.00 al piso del canal y zona de control.

De acuerdo a datos geológicos, el material existente entre las elevaciones 660.00 y 640.00 se puede excavar con tractor D-8 o similar, resultando como consecuencia material de desperdicio que tendrá que enviarse a bancos localizados abajo del NAMINO (nivel de aguas mínimas ordinarias elevación 518.00) y localizados aguas arriba de la cortina.

La roca de buena calidad se encuentra de la elevación 640.00 a la elevación 549.50 o piso del canal y se deberá de enviar a la cortina siendo su explotación mediante barrenación y explosivos.

### **VI.2.1.- EXCAVACIÓN DE CUALQUIER CLASE DE MATERIAL**

Como ya se mencionó, el material existente entre las elevaciones 660.00 y 640.00 podrá excavar con tractor Caterpillar D-8 con ripper y cargarse con retroexcavadora Cat. 320 y el acarreo con camiones fuera de carretera Cat. 769.

#### **DESCRIPCIÓN DE LA EXCAVACIÓN EN CUALQUIER CLASE DE MATERIAL DE LA ELEVACIÓN 660.00 A LA ELEVACIÓN 640.00**

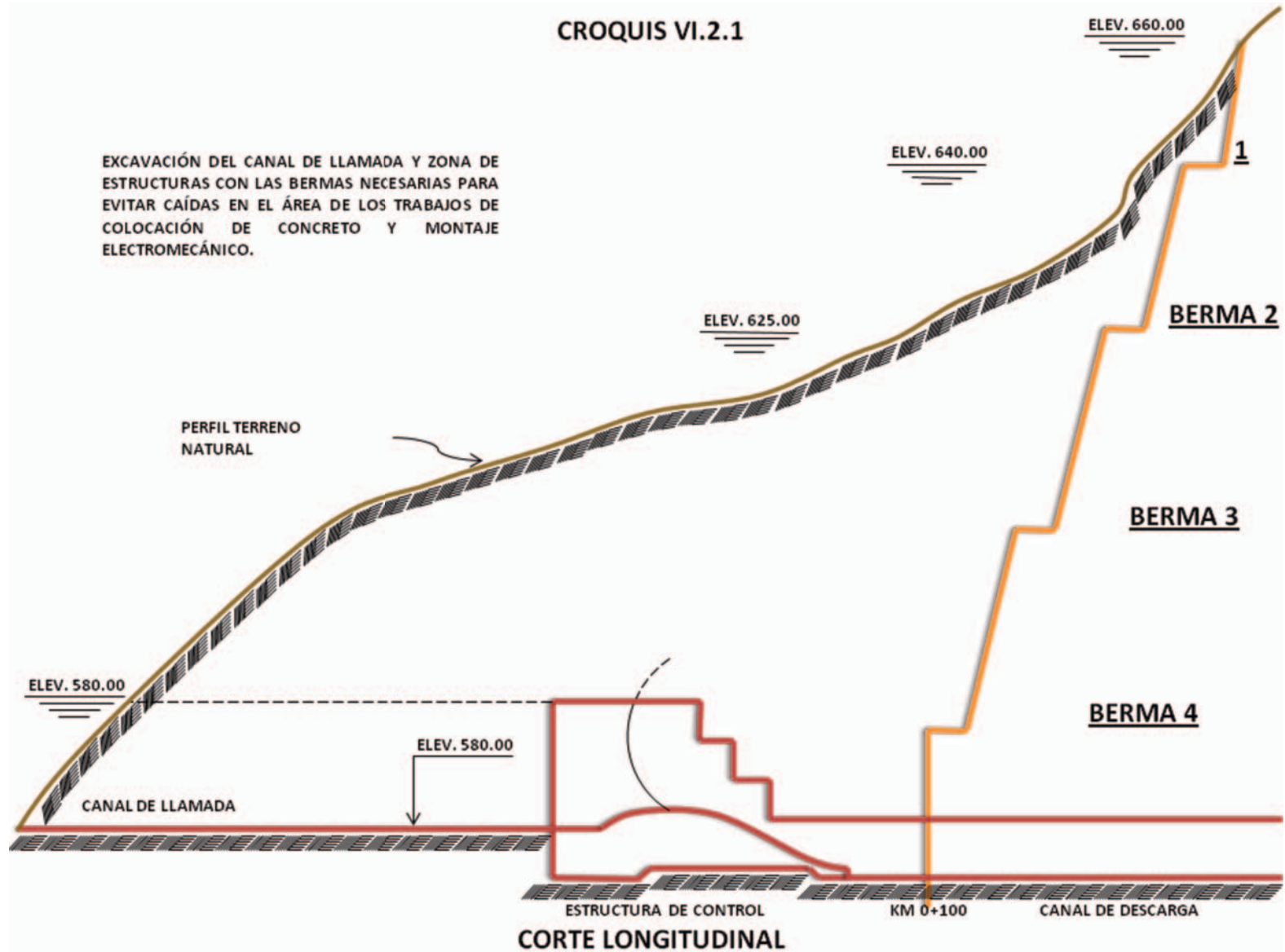
Al iniciar esta excavación ya se terminó de construir el camino color anaranjado (ver plano VI.2.1.1) que inicia en la elevación 775.00 y termina en la elevación 518.00 que está abajo del NAMINO. Por este camino de aproximadamente 2 km, se enviara todo el producto de la excavación existente entre las elevaciones mencionadas.

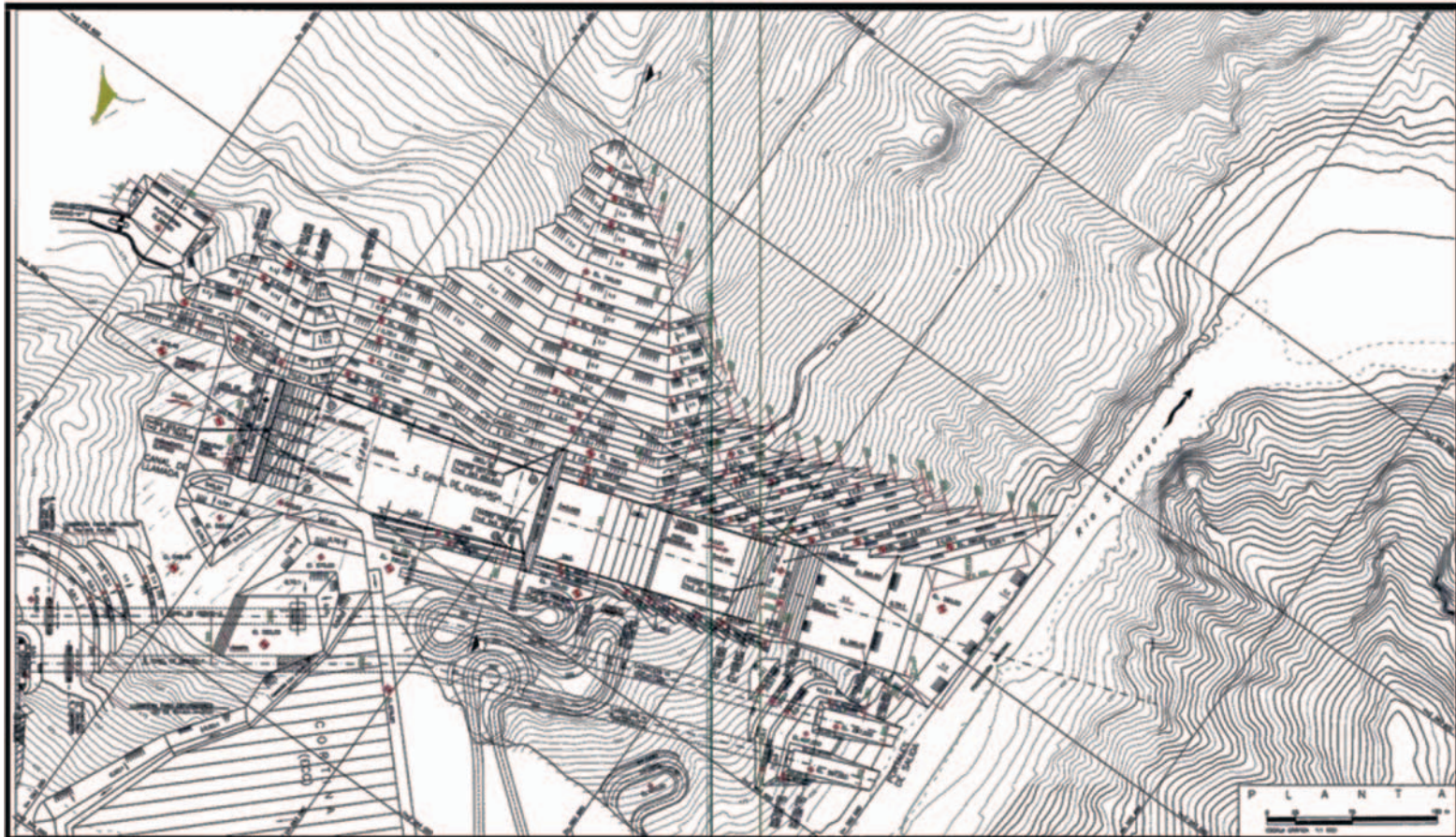
Una vez marcados los ceros con la cuadrilla de topografía, el tractor inicia el corte balconando el material hasta que sea posible construir una plataforma suficientemente amplia para realizar maniobras de carga con retroexcavadora o cargador Cat. 988 a camiones Cat. 769. El área para estas maniobras puede ser de 400 a 500 m<sup>2</sup>.

Se hace la aclaración que el camino construido de la elevación 775.00 a la elevación 518.00 está excavado en el cuerpo de la obra de excedencias y por lo tanto forma parte de la excavación por ejecutar.

### CROQUIS VI.2.1

EXCAVACIÓN DEL CANAL DE LLAMADA Y ZONA DE ESTRUCTURAS CON LAS BERMAS NECESARIAS PARA EVITAR CAÍDAS EN EL ÁREA DE LOS TRABAJOS DE COLOCACIÓN DE CONCRETO Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.





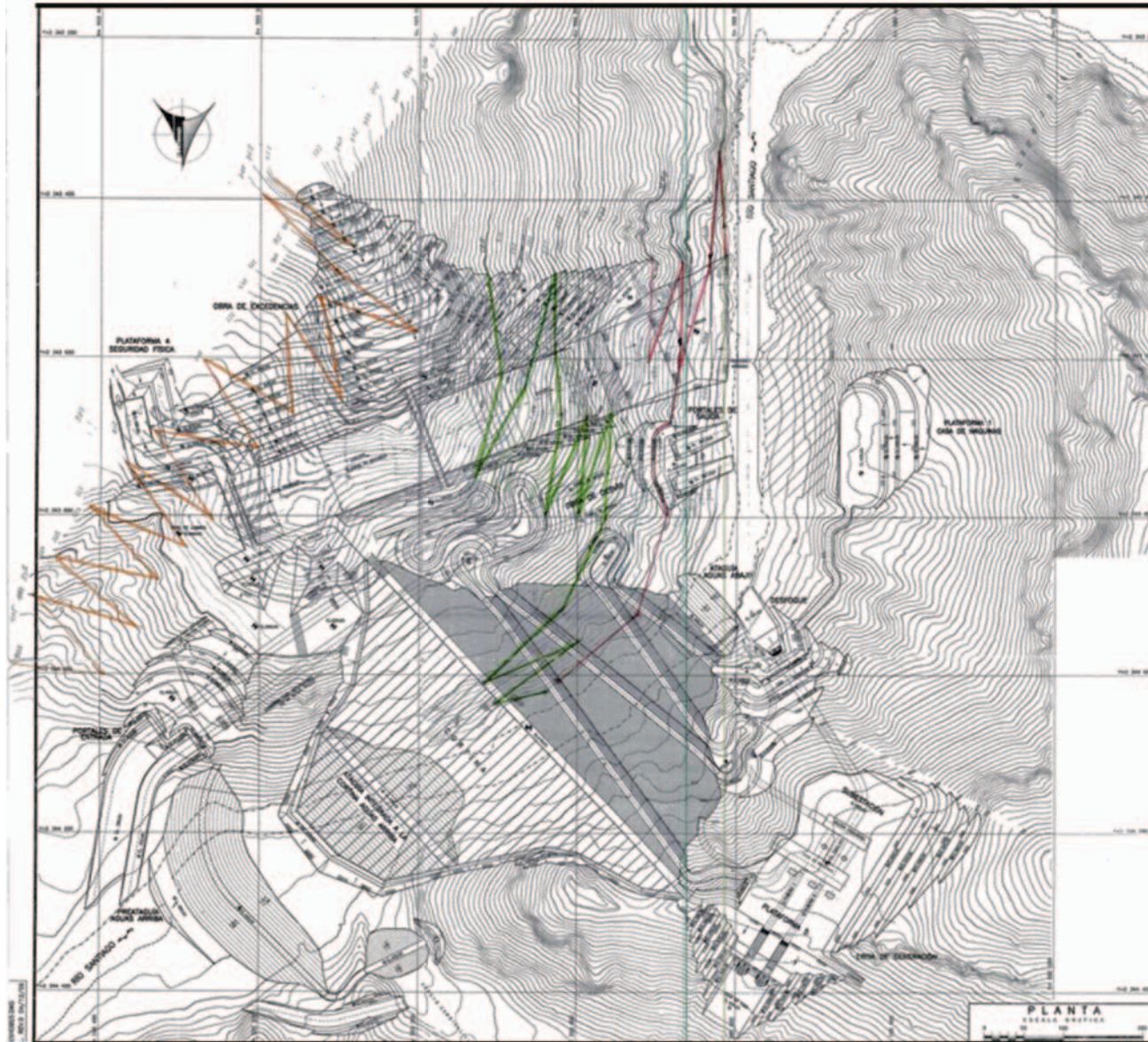
**PROYECTO  
HIDROELECTRICO:  
LA YESCA, JAL – NAY.**

**TITULO DEL PLANO:  
"CANAL DE LLAMADA  
Y ZONA DE CONTROL"**

**CONJUNTO:  
OBRA DE  
EXCEDENCIAS**

**PLANO VI.2.1**





PLANO VI.2.1.1

TITULO DEL PLANO:  
CAMINOS  
DE  
CONSTRUCCION

Este camino tiene un ancho de 12.00 a 15.00 metros con una pendiente del 10 al 12% con las obras de arte necesarias, de tal manera que su mantenimiento tendrá que ser el normal como cualquier camino de construcción.

Con el propósito de evitar desprendimiento de rocas, los taludes en esta etapa de excavación, tendrán una pendiente de 1:1.

La excavación entre las elevaciones anteriores se llevará en banqueos, siendo el primero de la elevación 660.00 a la elevación 655.00. en esta elevación se dejará una berma de 6.00 metros.

No se permitirá seguir con los trabajos de excavación hasta que se haya terminado el tratamiento de la roca consistente en amacice de talud, anclaje para malla, colocación de malla, lanzado de concreto y barrenación corta y larga para drenes, etc. (ver croquis VI.2.1.1).

El siguiente banqueo será de la elevación 655.00 a la elevación 647.00, se ejecutará el tratamiento de la roca y se continuará con la excavación hasta la berma en la elevación 640.00 con un ancho de 6.00 metros (ver croquis VI.2.1.2).

### **VI.2.2.- ETAPA 1. DE ELEVACION 640.00 A ELEVACION 625.00**

De acuerdo a datos geológicos proporcionados por C.F.E. en esta etapa de excavación se tiene material malo y de buena calidad, de tal manera que se deberán ejecutar los trabajos mediante equipo para excavar desperdicio y con equipo por medio de explosivos.

Por lo anteriormente expuesto, el canal de llamada y zona de estructuras de la elevación 640.00 a la elevación 549.50 y de los cadenamientos 0-085 a 0+100 tendrá 50% de material de desperdicio y 50% de roca aprovechable.

En este frente se contempla un volumen aproximado de 1,500,000 m<sup>3</sup> por lo que 775,000 m<sup>3</sup> será desperdicio y 775,000 m<sup>3</sup> será aprovechable para enviarse a bancos de almacenamiento o directamente a la cortina.

Una vez hecha la excavación a la elevación 640.00, se podrá tener una plataforma a todo lo ancho del canal desde el talud izquierdo al talud del terreno natural (ver plano VI.2.2.1.).

Para llegar a la elevación 625.00 tendremos que llevar a cabo dos banqueos de 7.50 y permitir con esta altura el tratamiento de la roca.

Por otro lado, como se indicó líneas arriba, se nos presentarán zonas de roca sana de tal modo que deberemos ejecutar precortes en esa roca. Los precortes serán de berma a

berma, es decir, de 15.00 metros vertical y con pendiente de 1:1, con una distancia a cada 0.60 metros y diámetro de 2 ½ “. Los barrenos de precorte podrán tener una inclinación de 1:1 o de 0.5:1, un taco de 0.40 metros, dinamita a cada distancia de tal manera que la carga por barreno sea de 0.35 kg por metro y la carga total por barreno de 5.80 kg (ver croquis VI.2.2.1.).

Los barrenos de banqueo como se indicó, tendrán una altura vertical de 7.50 con un talud de 0.33:1 por lo que se barrenará una altura de 8.64 m, un taco de 1.0 m a 1.50 m, diámetro de los barrenos de 3”, 30 kg de anfo, 4 kg de alto explosivo y 0.75 m de sub-barrenación (ver croquis VI.2.2.1).

En la plataforma a la elevación 640.00 se podrán iniciar la excavación del material de desperdicio con tractor Cat. D-8 o similar, con cargador Cat. 988 y con camiones fuera de carretera Cat. 769 y con explosivos en la roca sana, barrenando con hidrotrack, cargando y acarreando con el equipo mencionado.

La excavación deberá llevarse de aguas arriba hacia aguas abajo, sin embargo se podrán abrir varios frentes de acuerdo con el programa de obra pero siempre deberá de ejecutarse el precorte antes de llegar con la excavación a la berma a la elevación 625.00 (ver croquis VI.2.2.2.).

### **VI.2.3.- ETAPA 2. DE ELEVACIÓN 625.00 A ELEVACION 580.00**

En esta etapa de la excavación del canal de llamada y zona de estructuras ya se presenta roca sana, motivo por el cual se utilizarán explosivos para los banqueos de 7.50 m y los precortes de 15.00 m. Se presentaran tres banqueos de 15.00 m para llegar a las bermas en la elevación 610.00, 595.00 y 580.00. Pos las razones expuestas anteriormente la excavación se tendrá que llevar a cabo en banqueos con una altura de 7.50 m.

Las características de cada voladura serán las siguientes:

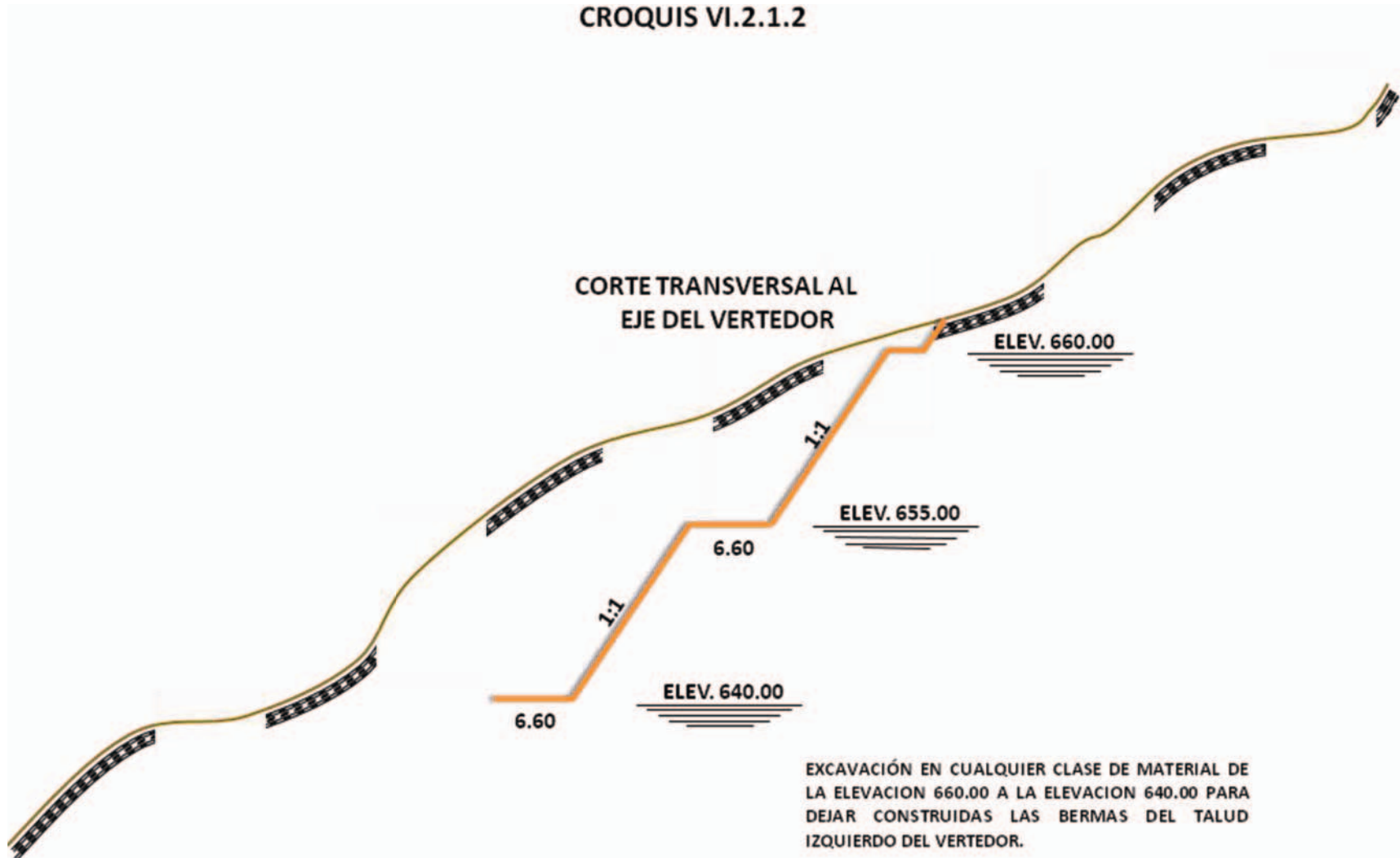
1. Tres líneas de barrenos
2. Diámetro de perforación de 3” (75 mm)
3. Bordo de 2.50 m
4. Espaciamiento de 3.30 m X 2.00
5. Altura de banco de 7.50 m
6. Inclinación de barrenos de 0.33:1
7. Sub-barrenación de 0.75 m
8. Longitud del barreno de 8.64 m
9. Longitud de “taco” (reducida) a 1.50 m
10. Carga de 4 kg de amulsión en el fondo mas 30 kg de ANFO en la columna
11. Volumen arrancado por barreno igual a 62 m<sup>3</sup>
12. Volumen por voladura igual a 5000 m<sup>3</sup>
13. Encendido barreno por barreno con iniciadores no eléctricos

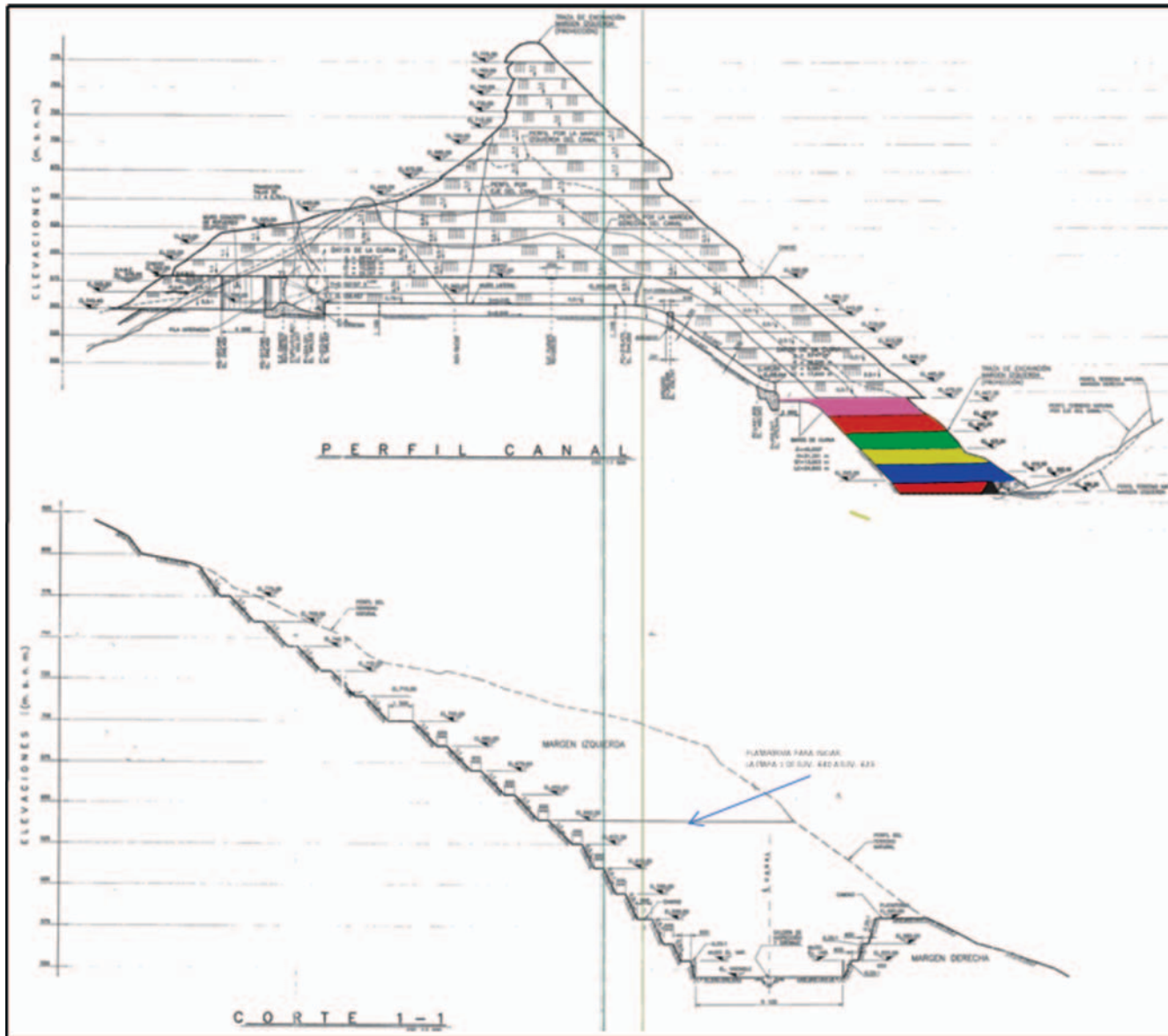
### CROQUIS VI.2.1.1



### TRATAMIENTO DE LA ROCA

### CROQUIS VI.2.1.2





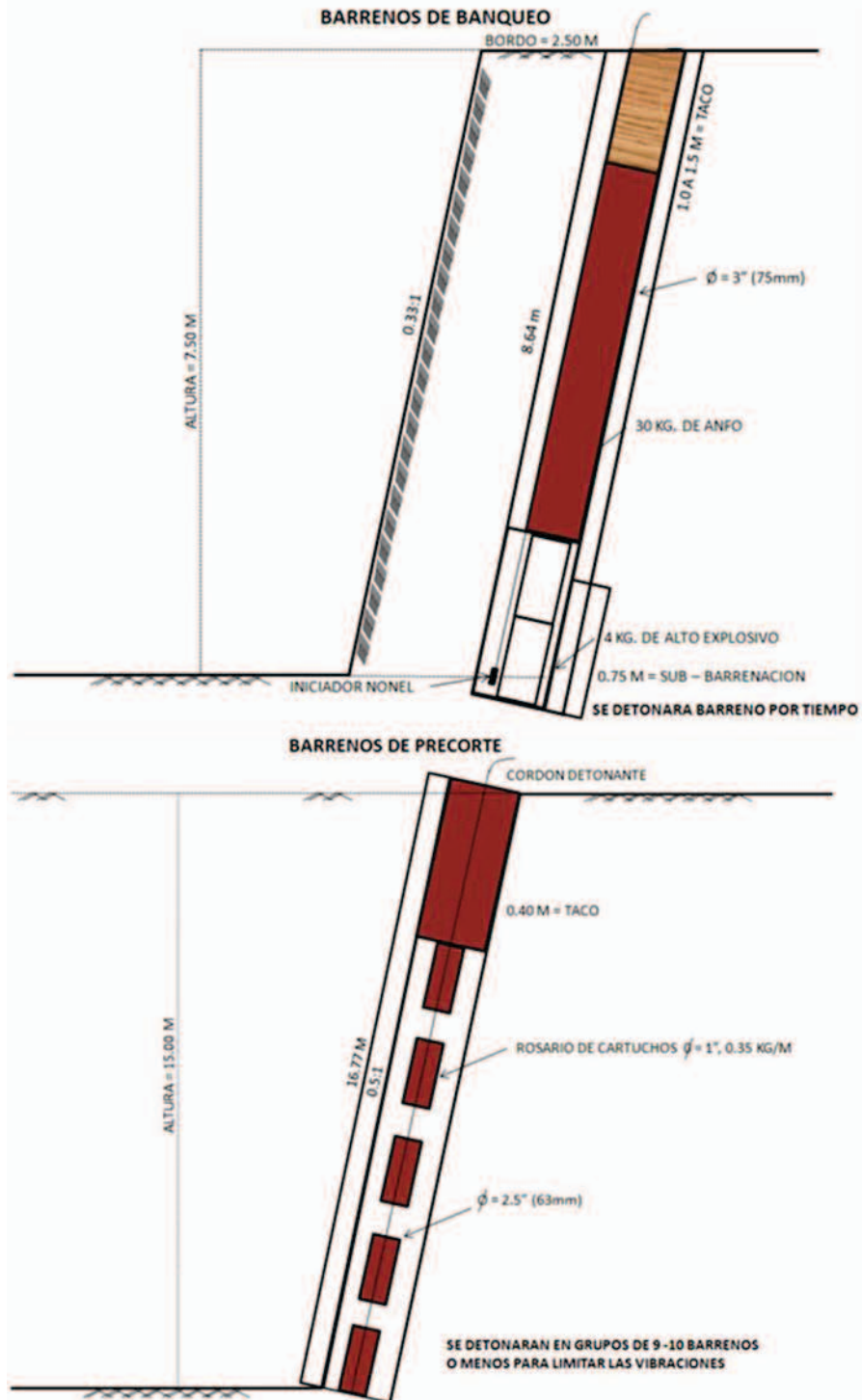
PLANO VI.2.2.1

**PROYECTO  
HIDROELECTRICO:  
LA YESCA, JAL – NAY.**

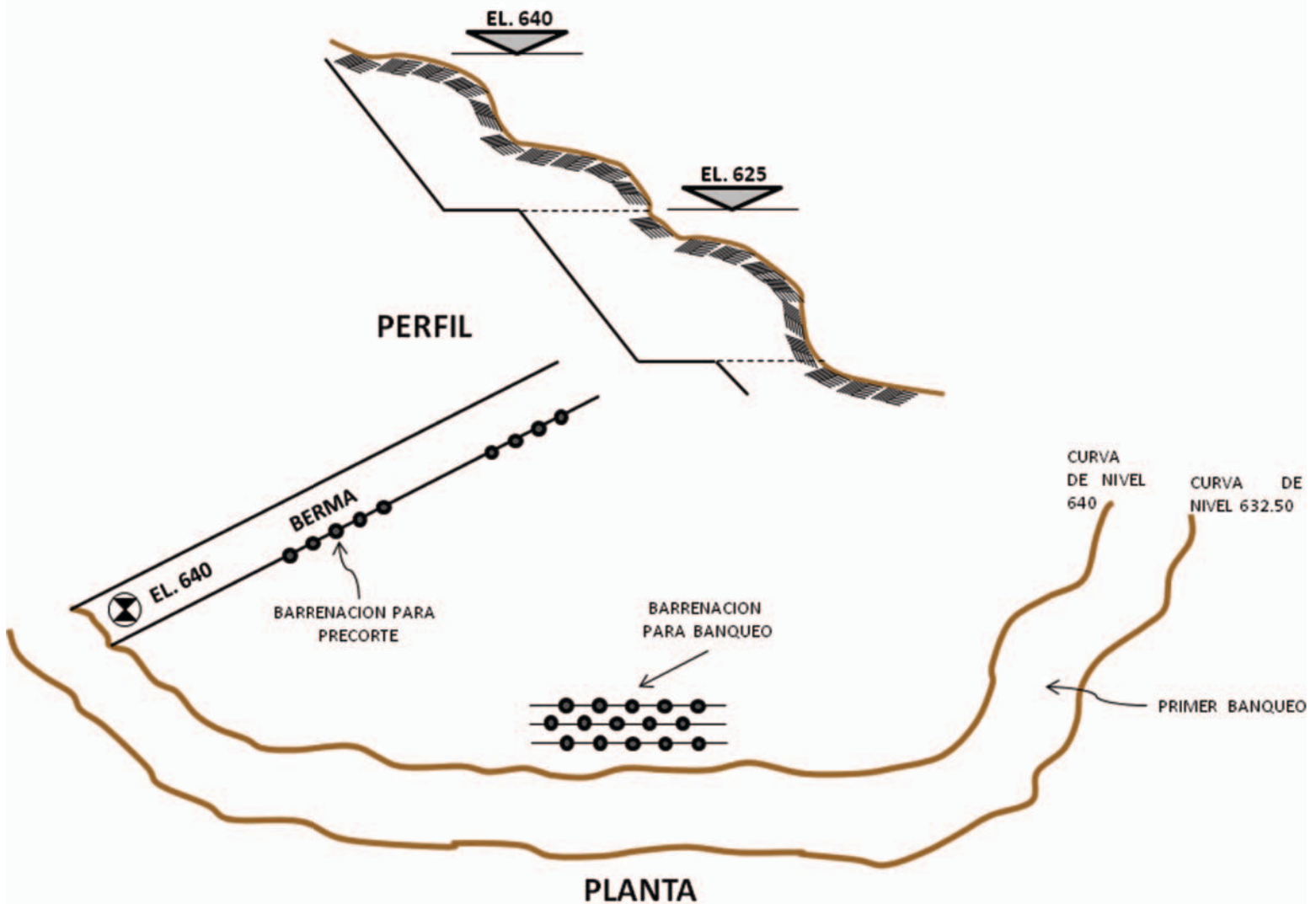
**CONJUNTO:  
OBRA DE EXCEDENCIAS**

**TITULO DEL PLANO:  
ARREGLO GENERAL  
PERFIL Y CORTE**

## CROQUIS VI.2.2.1



### CROQUIS VI.2.2.2





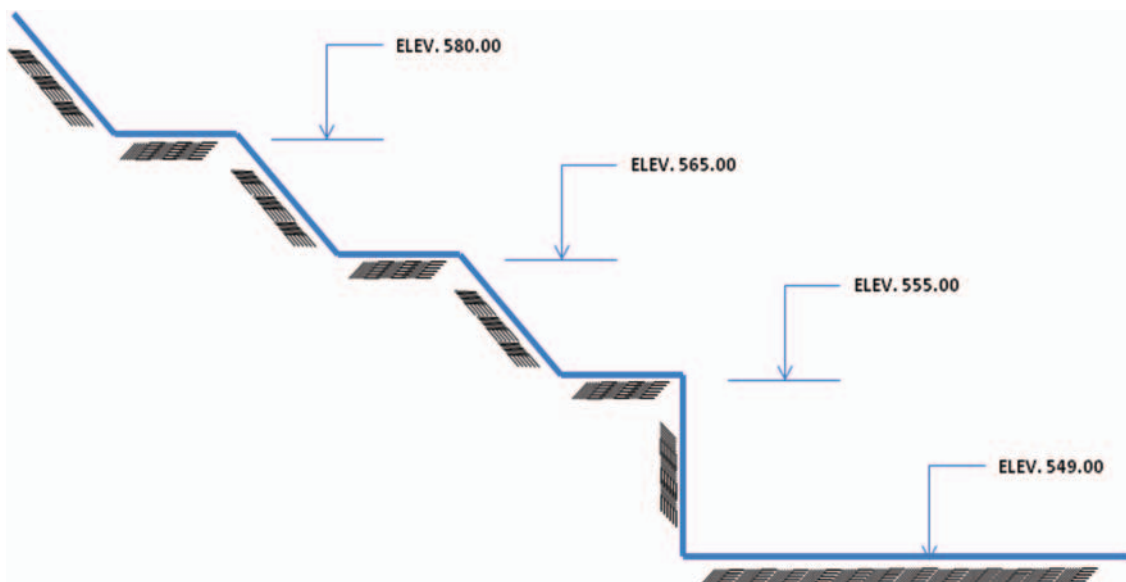
Voladura diseñada para obtener un tamaño de bloques de 60 cm. (ver croquis VI.2.2.1.).

### VI.2.4.- ETAPA 3. DE ELEVACION 580.00 A ELEVACION 549.00

En esta etapa se continúan los banqueos con las alturas mencionadas, aplicando las plantillas de barrenación, con espaciamentos de 3.50 X 2.00, cargando con explosivos de acuerdo a lo expuesto, ejecutando los precortes y enviando los productos del material el malo a bancos de desperdicio y el de buena calidad a la cortina o a bancos de almacenamiento

Se deberá de observar el tratamiento de la roca tal y como lo recomienda el croquis VI.2:1.

El siguiente perfil muestra la excavación de la etapa 3.



#### a).- Excavación del dentellón del cimacio.

Para realizar esta excavación es necesario tener un frente libre para que las voladuras tengan salida hacia alguna dirección.

El dentellón tendrá el ancho del canal del vertedor que en la zona de estructuras será de 91.00 metros, tendrá una longitud aproximada de 56.00 metros y se tendrá que excavar de la elevación 549.50 a la elevación 541.50 (ver fig. a.1)

El área por excavar se dividirá en un número determinado de franjas (voladuras) a todo lo ancho del canal del vertedor mismas que deberán de tener salida hacia aguas abajo.

Para que las voladuras mencionadas tengan salida hacia aguas abajo realizaremos las siguientes actividades:

1.- En la primer franja en el lado izquierdo se marcará una voladura con medidas de 10.00 m X 10.00 m.

2.- Se barrenará en cuña de tal manera que tenga salida hacia arriba.

3.- Se efectuará un precorte perimetral en toda el área por excavar.

4.- La voladura de 10 X 10 se rezaga con retroexcavadora.

5.- Se marcan y realizan las voladuras 2,3,4,5, etc. De la primer franja ya que todas tendrán salida hacia la izquierda del canal.

6.- Terminada la excavación de la primer franja se tendrá la salida para las voladuras A, B, C, D, etc. (ver figura a.2).

La barrenacion en cuña de la voladura de 10 X 10 y la planta de la misma se pueden apreciar en las figuras a.3 y a.4.

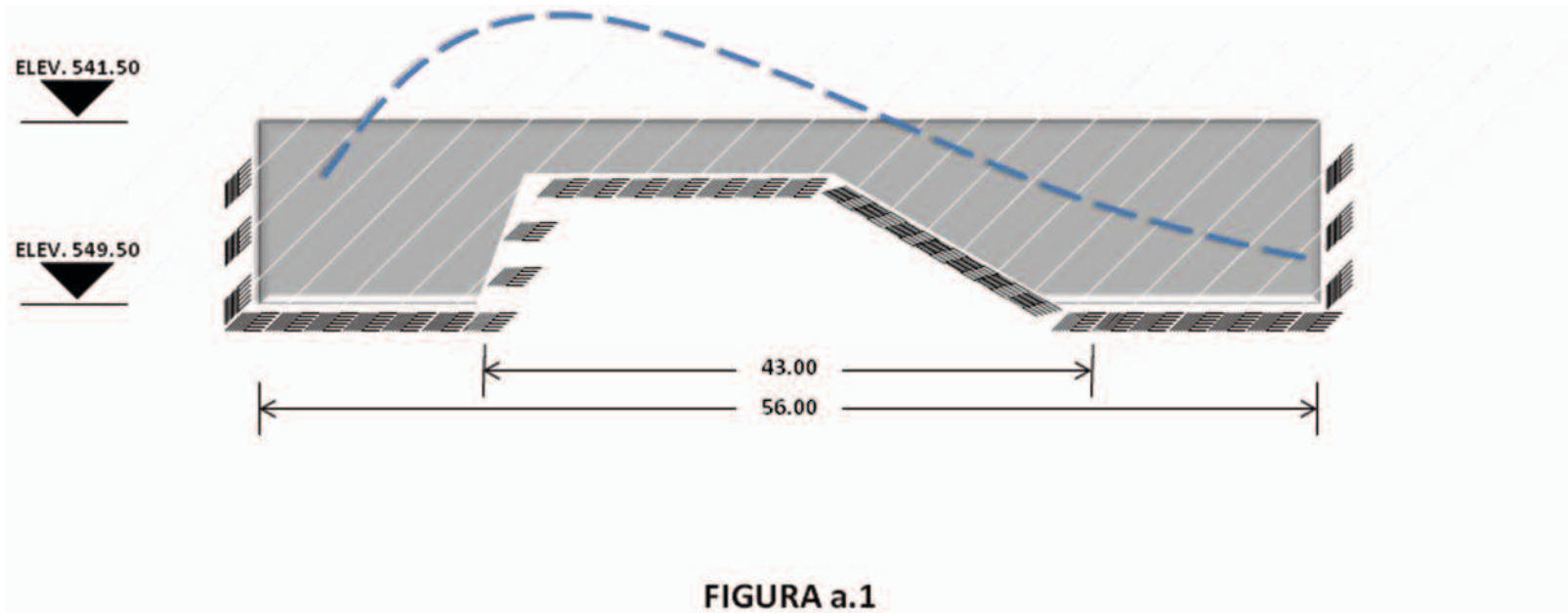


FIGURA a.1

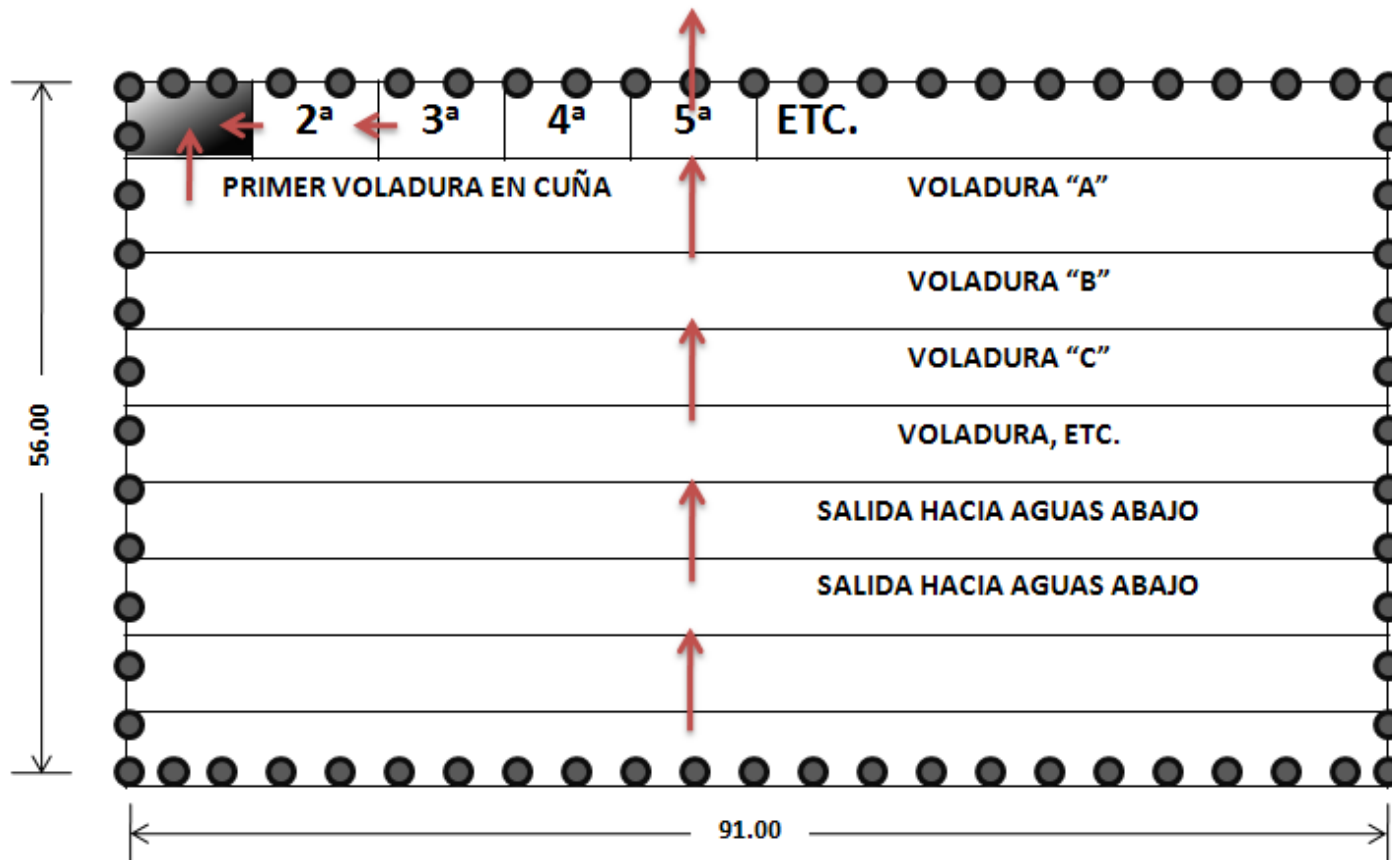


FIGURA a.2

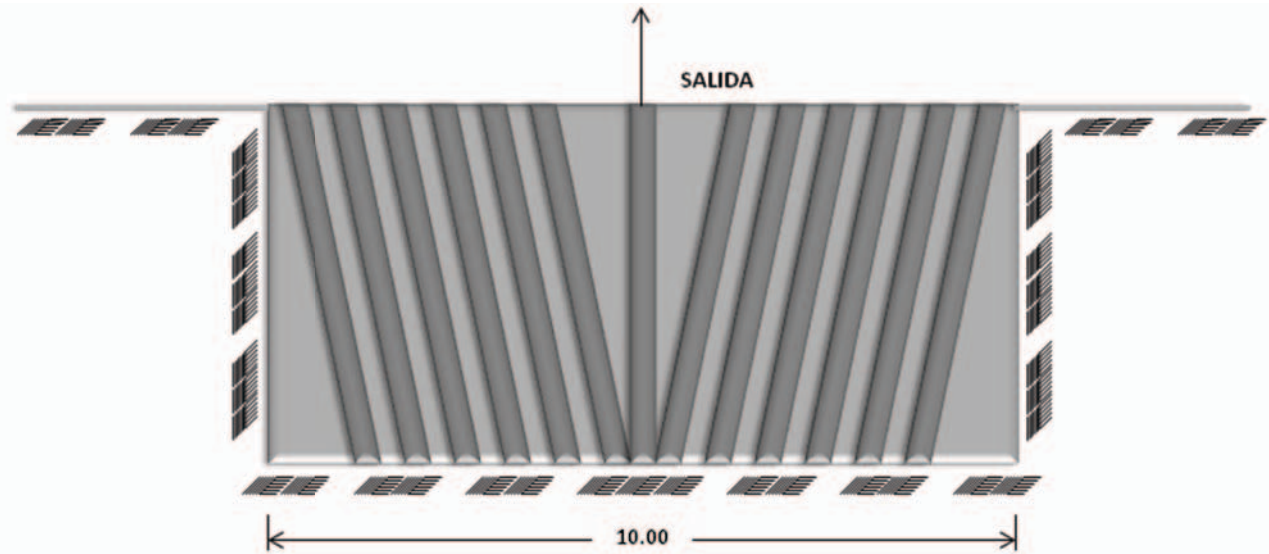


FIG. a.3 (PERFIL)

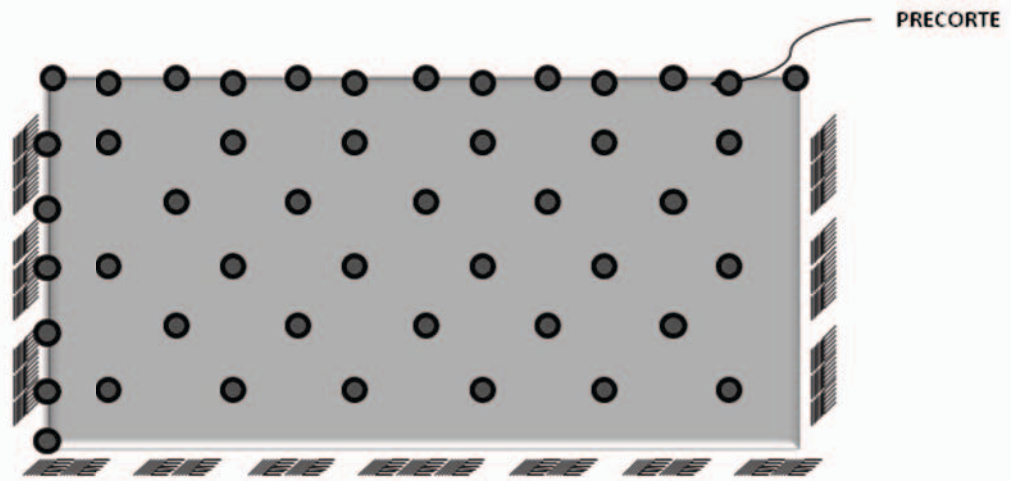


FIG. a.4 (PLANTA VOLADURA No. 1)

b).- Tratamiento de la roca

Una vez que se ha terminado la excavación en la zona de control, se procede a ejecutar el afine del piso por medio de martillos neumáticos, sacando el material suelto y haciendo una limpieza a detalle con chiflón.

Posteriormente se colocará concreto de baja resistencia ( $80 \text{ kg/cm}^2$ ) para la reposición de la roca y tener el piso de proyecto.

El concreto se suministrará por medio de ollas revoledoras que cargan en la dosificadora instalada aguas arriba del canal de llamada.

Para la colocación de concreto en la reposición de roca, se utilizarán canalones y deberá de ser a tiro directo dependiendo de la magnitud del colado y el área por cubrir.

La compactación del concreto se hará con vibradores neumáticos de 2" a 3" de diámetro. El aire a presión será suministrado por compresores portátiles en batería.

Una vez ejecutada la preplantilla y la restitución de roca y estando limpia la superficie se procede al tratamiento de la roca consistente en barrenación y colocación de anclas (ver figura a.5).

c).- Inyecciones de pantalla

simultáneamente con la barrenación para el anclaje se realiza la barrenación para las inyecciones de pantalla en tapete de consolidación (ver figura a.6)

## **VII. – CONCRETO REFORZADO**

Para la construcción de la estructura de control, es necesario instalar una infraestructura provisional, que auxilie la construcción de las estructuras que forman esta obra, esta constará de:

Dos grúas torre (ver croquis VII.1), banco de compresores formado por dos compresores eléctricos estacionarios de 1500 pcm cada uno, tanque regulador y líneas de conducción para suministro del aire a presión necesario, bodega de materiales y herramientas, instalaciones para el agua técnica formada por depósitos y líneas de conducción, subestación eléctrica, etc.

### **VII.1.- COLOCACION DE CONCRETO EN EL CIMACIO**

Una vez terminada la excavación, tratamiento y limpieza del dentellón del cimacio, de la elevación 549.40 a la elevación 541.50, topografía procede a trazar líneas y niveles para la construcción de estructuras de concreto en la zona de control colocando puntos auxiliares de referencia, sobre mojoneras de concreto.

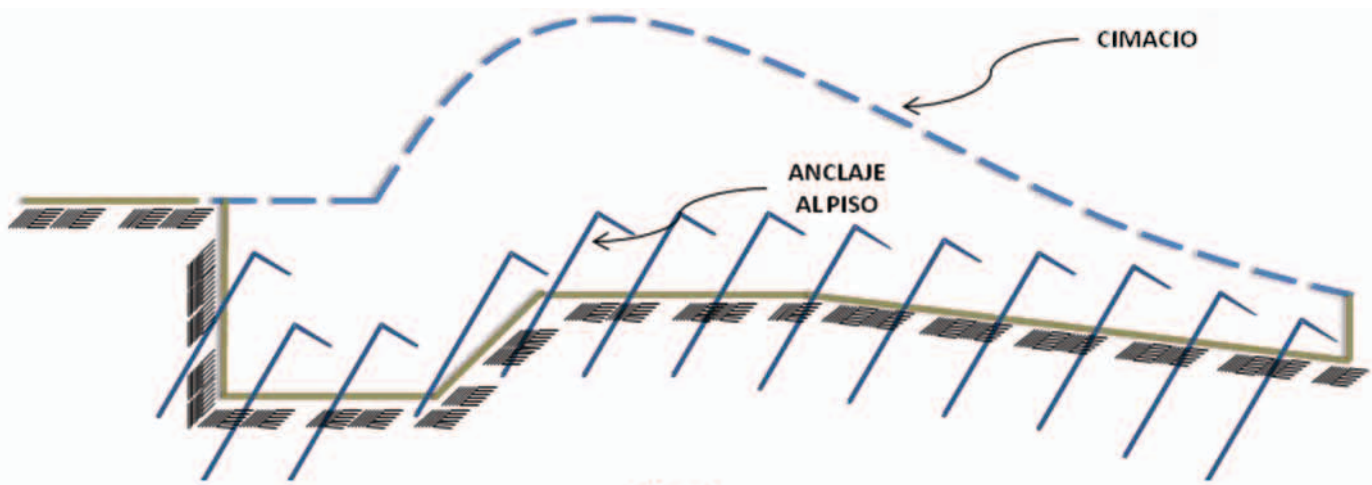


FIG. a.5



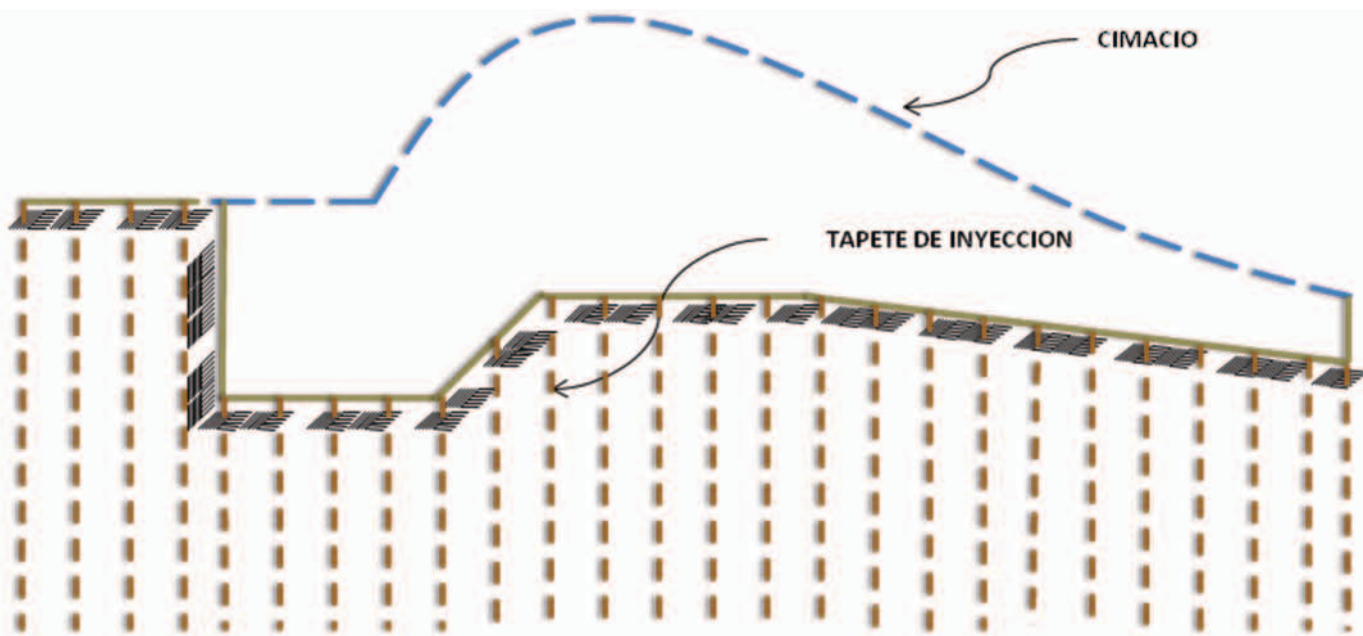


FIG. a.6

CROQUIS VII.1



Tanto la habilitación del acero de refuerzo, como el almacenamiento de agregados clasificados y la fabricación del concreto se tiene previsto realizarlos en el área del canal de llamada como se indico anteriormente.

En la estructura de control se colocarán concretos con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y llevaran juntas frías, justo en el centro de cada uno de los vanos.

La colocación de concreto en el cimacio se ejecutará en cinco monolitos de 15.80m de ancho que es la distancia entre los centros de dos vanos consecutivos, una altura máxima de 14.0 m y un largo de 54.33 m que es el largo de las pilas.

Además de estos cinco monolitos iguales, se van a colar dos mas, (los de los extremos), que son de la misma altura, el mismo perfil longitudinal y el mismo largo, pero de 9.80m de ancho, que es la distancia entre la roca exterior de los muros y el centro de los vanos extremos.

Antes de iniciar con la colocación del concreto, el acero de refuerzo estará colocado en su totalidad en su desplante. El acero de refuerzo para los monolitos que forman el cimacio, se coloca junto con los arranques para pilas y muros, de manera que al terminar de colar uno de los monolitos centrales, quedaran en el centro, los arranques de varillas para las pilas. En los monolitos extremos, quedarán los arranques de varilla para los muros.

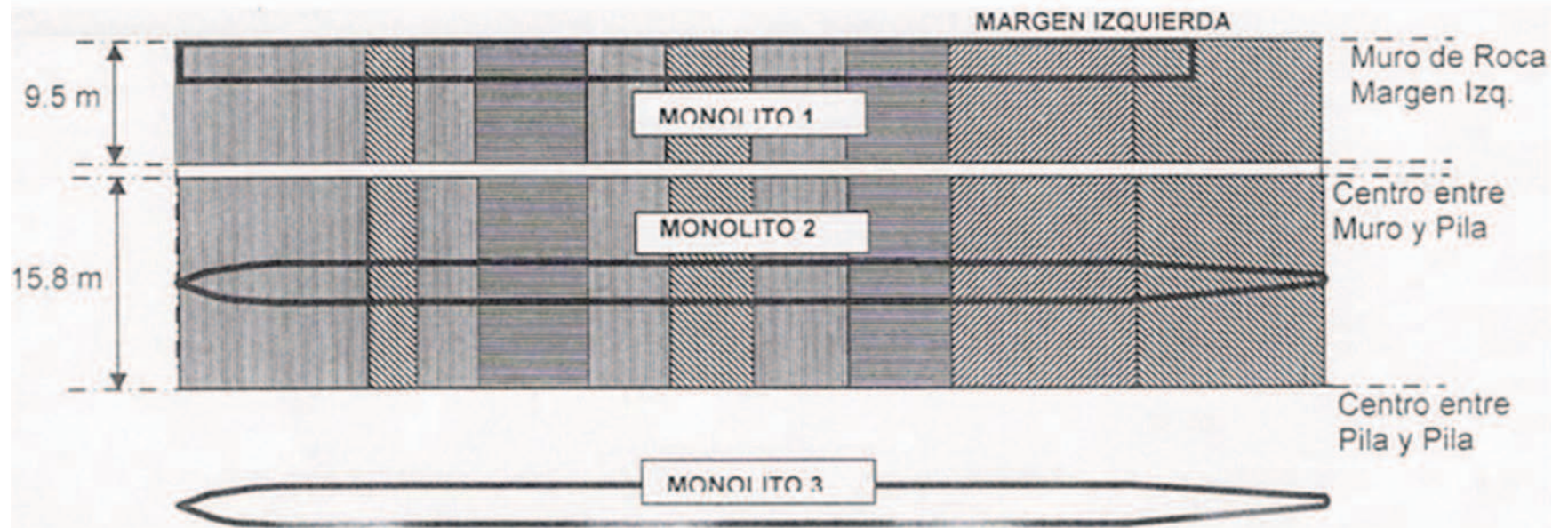
El acero de refuerzo se colocará en unidades independientes por monolito, pues es preciso respetar los límites que determinan las juntas frías que separan los monolitos, justo en el centro de cada vano (ver croquis VII.1.2).

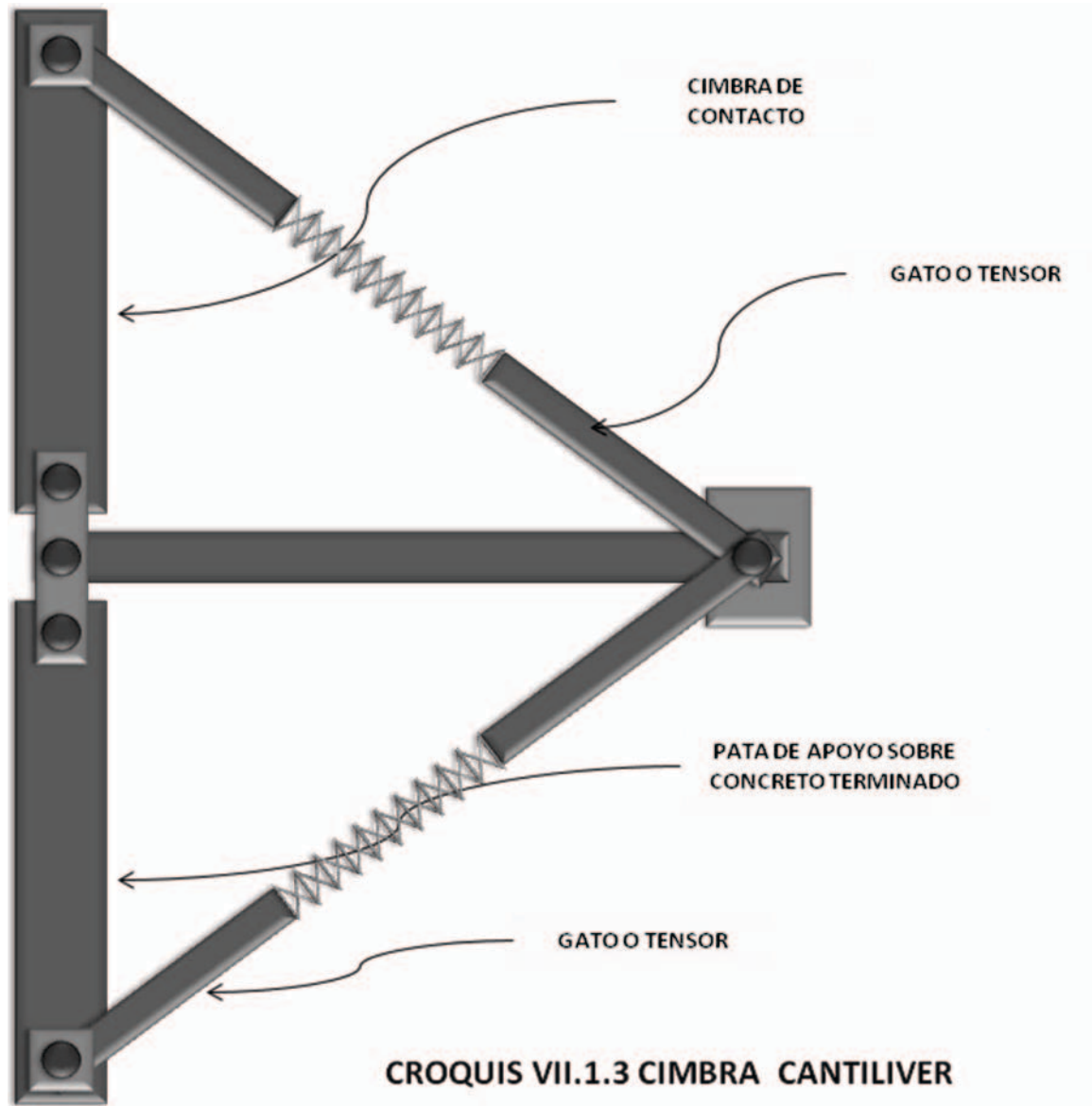
Para la colocación de concreto, se utilizará cimbra cantiliver para colados de 2.40m de altura (ver croquis VII.1.3). El concreto se colocará en bloques de la altura indicada, dispuestos de tal forma que a medida que se van terminando de colar, el perfil se va aproximando a la forma del cimacio (ver croquis VII.1.4). La cubierta del cimacio que viene siendo el último colado se llevará a cabo una vez que se hayan terminado muros, pilas, puente de maniobras, etc. para evitar daños ocasionados por objetos que caigan por los trabajos que se estén desarrollando en las estructuras señaladas.

A cada nivel de colado de 2.40m de altura en un monolito, le llamamos Etapa, de manera que una Etapa puede formarse con uno o varios colados a los que denominamos Fases de esa Etapa (ver croquis VII.1.4).

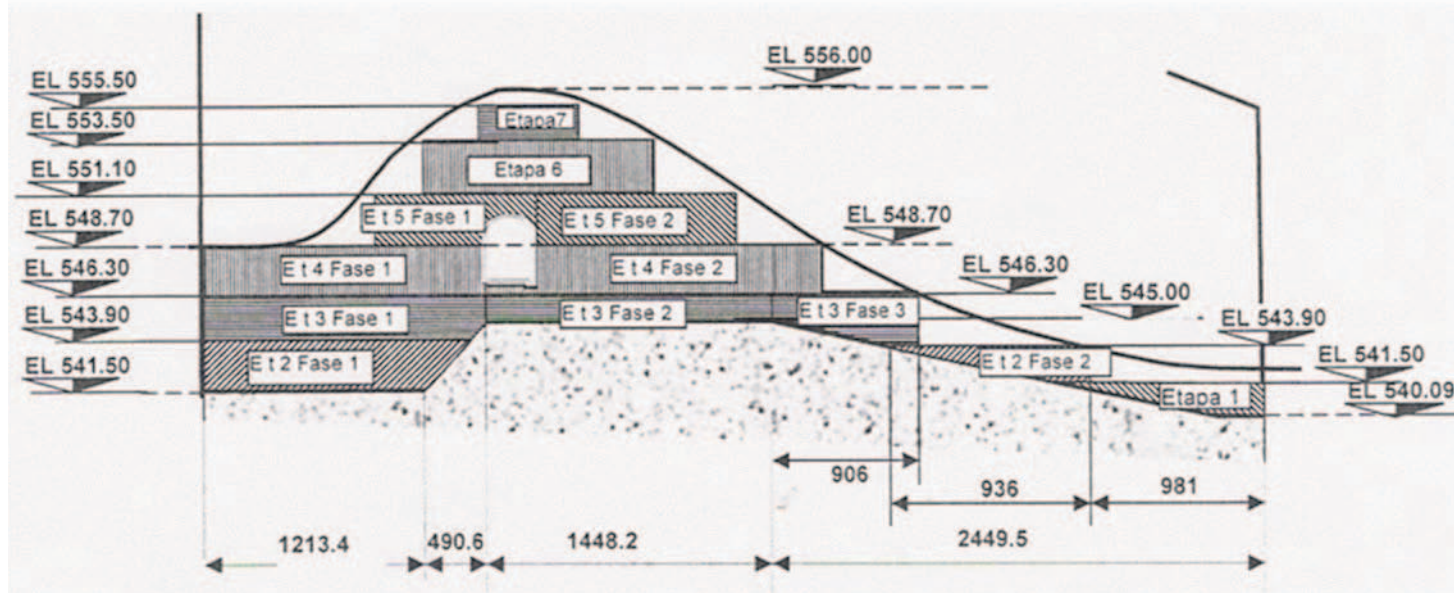
Para la colocación de los concretos en el cimacio se deberá de contar con el apoyo de bachas, canalones, torre – grua, y bomba, ya sea estacionaria o de pluma. Los colados que se encuentren por debajo de la elevación 551.0m, se realizarán a tiro directo, los colados arriba de esa elevación, se ejecutarán con bomba de pluma, con banda rotec. O torre – grua y bachas.

### CROQUIS VII.1.2





### CROQUIS VII.1.4



Para permitir los ciclos de cimbrado, colado, fraguado y descimbrado, se colarán los monolitos alternadamente, es decir, no se colarán dos monolitos seguidos, se colará uno sí y uno no.

Se comenzará con el colado del monolito 1 y se continuará con el 3, el 5, el 7, el 2, el 4 y el 6. De manera que el primer colado será la etapa 1 del monolito 1, el segundo colado Fase 1 de la Etapa 2 del mismo monolito y así sucesivamente, como se muestra en el siguiente listado.

ETAPA 1		MONOLITO 1
FASE 1	ETAPA 2	MONOLITO 1
FASE 2	ETAPA 2	MONOLITO 1
FASE 1	ETAPA 3	MONOLITO 1
FASE 2	ETAPA 3	MONOLITO 1
FASE 3	ETAPA 3	MONOLITO 1
FASE 1	ETAPA 4	MONOLITO 1
FASE 2	ETAPA 4	MONOLITO 1
FASE 1	ETAPA 5	MONOLITO 1
FASE 2	ETAPA 5	MONOLITO 1
ETAPA 6	MONOLITO 1	
ETAPA 7	MONOLITO 1	

Este proceso se repite exactamente en cada uno de los 7 monolitos.

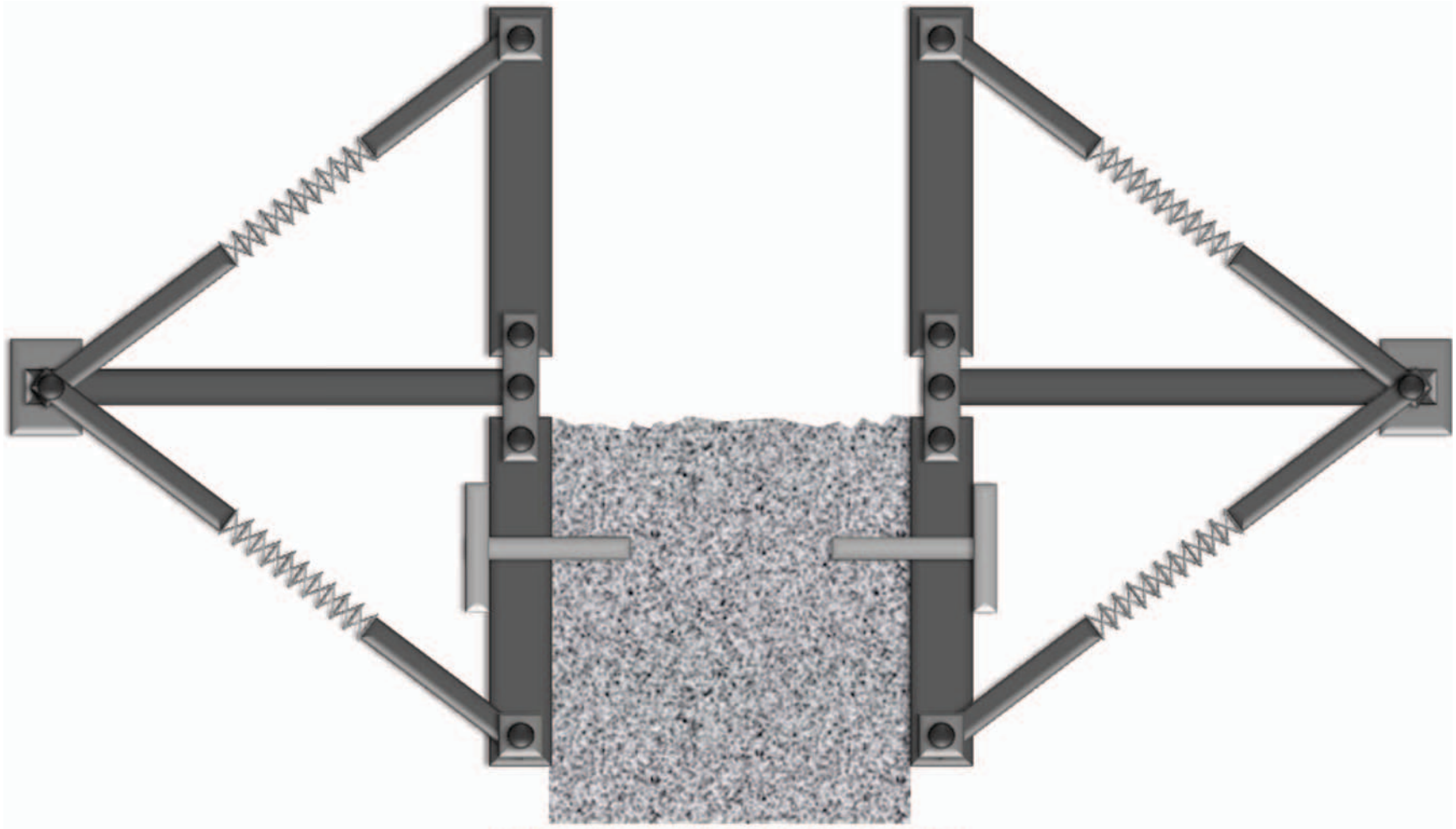
Se deberá tener cuidado, antes de descimbrar, que ha transcurrido el tiempo necesario para que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia y no sufra daños en el descimbrado.

### **GALERIA TRANSVERSAL AL CIMACIO**

Esta galería que se colará transversalmente en el concreto del cimacio, con una elevación de 3m en todo su desarrollo y que conecta en la parte central de la estructura de control con la galería de inspección y drenaje del canal de descarga del vertedor y en los extremos con las galerías excavadas en la roca en margen derecha y margen izquierda, se colará con una cimbra metálica colapsable, que se contrae para descimbrar y se expande para hacer el colado de las etapas de los monolitos.

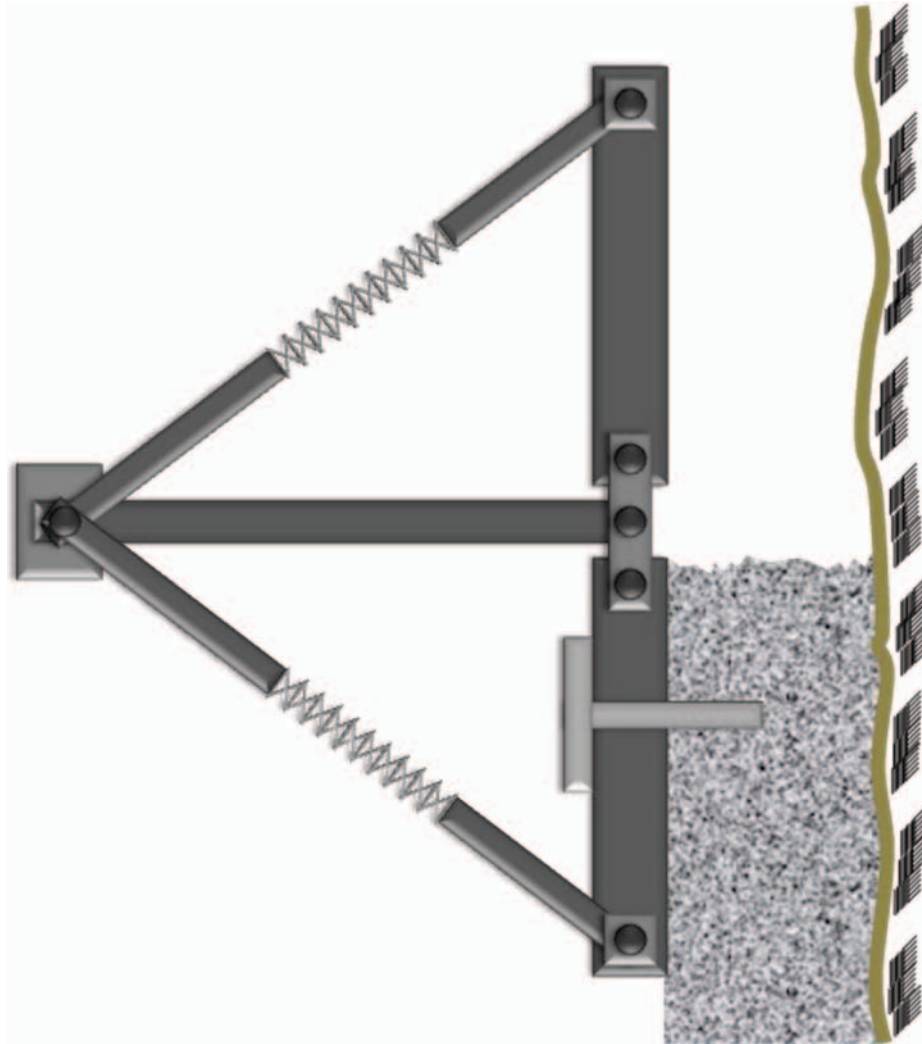
## **VII.2.- COLOCACION DE CONCRETO EN PILAS Y MUROS**

Las pilas y muros se empezarán a desplantar cuando cada monolito del cimacio tenga sus etapas completas y se construirán las 6 (seis) primeras alzadas de 2.40 m de altura con cimbra, tipo cantiliver (ver croquis VII.2.1. y VII.2.2.), estas llegarán a la elevación 556.00 msnm (ver croquis VII.2.3.).



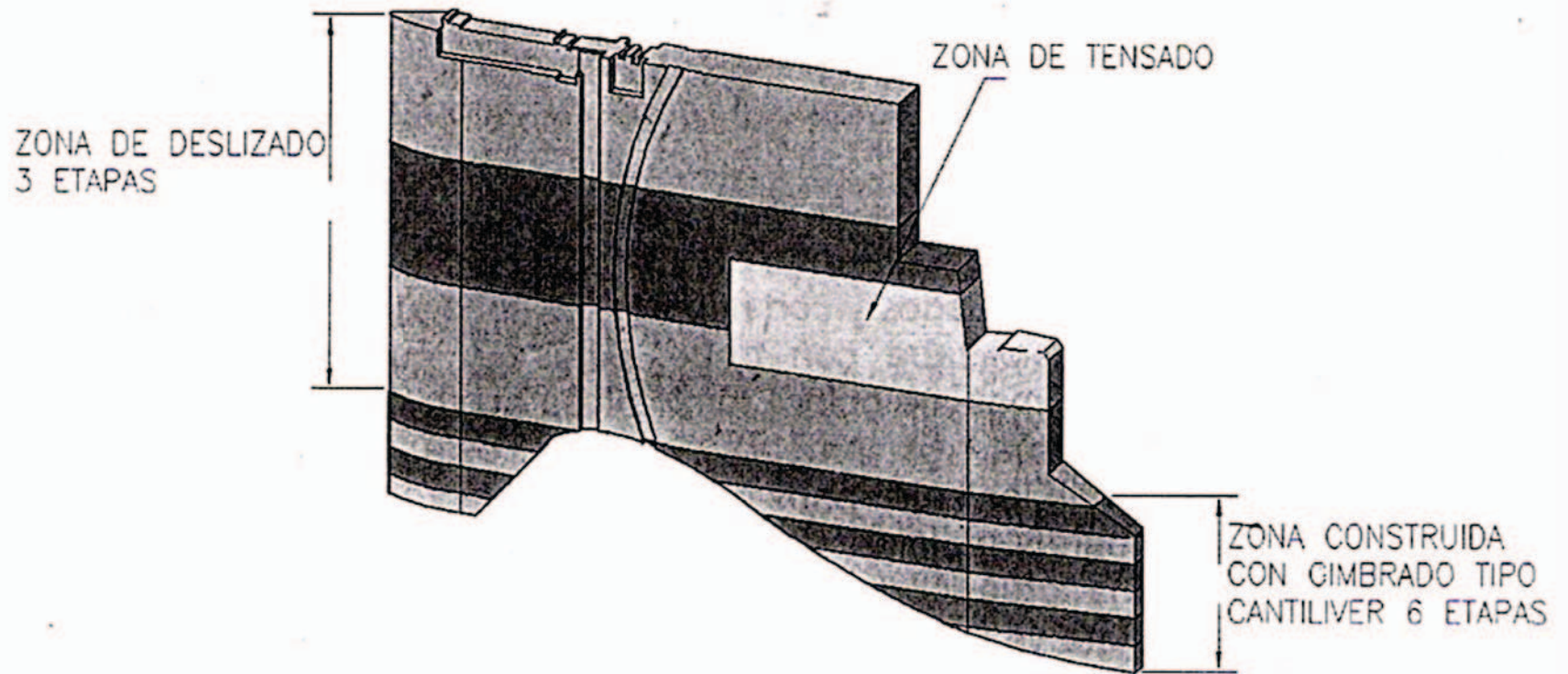
CROQUIS VII.2.1 COLADO DE PILAS





CROQUIS VII.2.2 COLADO DE MUROS

CROQUIS VII.2.3



A partir de esta elevación, inicia la 7a. (séptima) alzada, ya con pila o muro completo, misma que se ejecutará utilizando cimbra deslizante hasta la elevación 561.00 msnm, donde se suspende de manera temporal para colocar las tuberías galvanizadas del sistema de tensado.

La 8a. (octava) alzada se realizará de la elevación 561.60 msnm a la elevación 568.00 msnm etapa que se suspende nuevamente para realizar un cambio de las guías del sistema de cimbra deslizante.

Una vez realizado el cambio de guías, se iniciará la 9a. (novena) alzada que llegará a la elevación 577.80 msnm donde nuevamente se suspenderá el deslizado para colocar las tuberías y canaletas necesarias para el cableado y conductos para la operación de las obras de excedencias. Una vez colocados estos ductos y canaletas se reiniciará el deslizado hasta la elevación 580.00 msnm.

La localización de la zona de postensado es: desde el km 0+006.05 y hasta el final de la pila o muro, la resistencia del concreto será de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  en las elevaciones indicadas.

### **VII.3.- CABEZALES POSTENZADOS**

Al terminar el colado de la 7a. alzada tanto en pilas como en los muros, se inicia con los preparativos de instalación de las tuberías que formarán los ductos para alojar los cables que servirán para el tensado de la pila o muro (ver croquis VII.2.3).

Estos preparativos consisten en construir un armado adicional para proteger los tubos de lámina; que sirven de guía a los cables o tendones del tensado y permitirá colocarlos conforme al proyecto. Una vez colocados los tubos, se continúa con las etapas de deslizado siguientes. Durante el deslizado de la 8a. etapa se tendrá cuidado extremo en el transcurso del colado, para que estos tubos no fallen ya sea por vibrado excesivo en esa zona o por caída del concreto sobre ellos. En la preparación del sistema de tensado, se dejan colocadas las trompetas y placas de apoyo que facilitarán la introducción de cables y apoyo del gato de tensado.

La secuencia para el tensado de las pilas o muros, es la siguiente: colado de la zona de postensado (previos preparativos ya descritos) en el cuerpo de la pila o muro concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ ; colado de la viga muñón o viga testera, también previos preparativos de ductos, trompetas y placas, introducción de cables de tensado a través de la viga y la zona de tensado de la pila o muro; tensado de los cables; segundos colados en la zona de cables e inyección de los ductos.

En las pilas y muros se colocarán concretos con una resistencia de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , hasta la zona de cables para el postensado. En esta zona, el concreto será de  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .

Es importante colocar las partes fijas que quedarán ahogadas en los primeros colados, para posteriormente utilizarlos en la colocación de las partes fijas de las compuertas, las cuales quedarán totalmente terminadas después de ejecutar los segundos colados en las zonas correspondientes.

#### **VII.4.- SEGUNDOS COLADOS, GUÍAS Y PARTES FIJAS**

En la etapa de construcción del cimacio, muros y pilas, se van dejando apoyadas en el fierro de refuerzo los elementos necesarios para soldar posteriormente las guías y placas de apoyo de las compuertas radiales y obturadores, una vez colocados estos elementos, se procede a realizar los segundos colados y cuyo procedimiento se describirá en un capítulo posterior.

##### **VII.4.5.- PARTES FIJAS**

Las partes fijas son elementos de apoyo para operar las compuertas radiales y los obturadores que se utilizarán para la reparación de las mismas, estas partes fijas son:

- 1.- Apoyos para el cilindro izquierdo y derecho
- 2.- Placas de apoyo y placas guía
- 3.- Soportes de las chumaceras
- 4.- Controles de izaje
- 5.- Brazos en las chumaceras
- 6.- Sistemas hidráulicos para el izaje de compuerta.

## **VIII.- MONTAJE Y PRUEBAS**

### **VIII.1.- GUIAS Y PARTES FIJAS DE COMPUERTAS Y OBTURADORES**

Las partes fijas de las compuertas son las descritas en el capítulo anterior y que se utilizarán para operar la misma y su descripción se hará en el montaje de dicha compuerta. Las partes fijas de los obturadores son las guías y placas de apoyo necesarios para colocar y desalojar las agujas que los constituyen y que auxilian en la reparación de las compuertas.

### **VIII.2.- COMPUERTAS Y SERVOMECANISMOS**

El alcance de suministro es de seis compuertas radiales de 22.40 m de altura de 12.00 m de ancho y radio de 25.00 m, tres centrales oleodinámicas y tableros eléctricos alojados en tres casetas.

Las casetas de operación deberán tener dimensiones adecuadas que permitan labores de mantenimiento e inspección, considerando vialidades libres de 1.00 m mínimo y zona para manejo de equipo.

### **VIII.3.- GRUAS PORTICO**

Para la bajada e izaje de las agujas de los obturadores se diseñarán centrales oleodinámicas para operar dos compuertas radiales, un juego de agujas para obturador de un vano (12 en total, iguales e intercambiables), una viga pescadora, y una grúa pórtico para la colocación y retiro de las agujas.

Las agujas del P.H. La Yesca Jal – Nay., deben también ser intercambiables con las que actualmente están en uso en el vertedor de la C.H. Aguamilpa, Nay.

### **VIII.4.- TERMINACIÓN DEL MONTAJE Y PRUEBAS DE COMPUERTAS**

A medida que se van terminando los vanos de la estructura de centro formados por el cimacio, pila y muro o cimacio y dos pilas con sus partes fijas soldadas a los apoyos que se sujetan al acero de refuerzo y que quedaron ahogados en los primeros colados, se procede a efectuar los segundos colados de las guías y placas de apoyo de las compuertas radiales y obturadores y los vanos quedarán como se muestra el de la compuerta No. 6 (ver croquis VIII.4.1).

Para la terminación del montaje y pruebas de compuertas desarrollaremos el procedimiento de la No. 6.

a).- Se presenta y se ajusta el apoyo del cilindro izquierdo, la placa de apoyo y placas guía de la compuerta radial, todos estos elementos estarán ligados a los elementos embebidos en los primeros colados de la estructura (ver croquis VIII.4.2).

b).- Soldadura en el apoyo del cilindro izquierdo y presentación y ajuste del apoyo del cilindro derecho. Soldadura en las placas de apoyo y placas guía en varillas y piezas embebidas de la compuerta radial (ver croquis VIII.4.3).

c).- Soldadura en el apoyo del cilindro derecho y colocación de segundos colados en placas guía y placas de apoyo de la compuerta radial (ver croquis VIII.4.4).

d).- Ejecución de la limpieza y pintura de las placas guía y la placa de apoyo de las compuertas radiales. Se efectúan los segundos colados de los soportes de las chumaceras.

Presentación de controles de izaje y de placas guía y de apoyo para obturadores (ver croquis VIII.4.5).

e).- Ejecución de los segundos colados en controles de izaje y soldadura en las partes fijas de las placas guía y placas de apoyo de los obturadores (ver croquis VIII.4.6).

f).- Punteado en las placas guía y de apoyo, la primera sección de la compuerta (ver croquis VIII.4.7).

g).- Instalación de los soportes de los brazos en las chumaceras (ver croquis VIII.4.8).

h).- Soldadura del primer elemento MD en los soportes de los brazos en las chumaceras (ver croquis VIII.4.9).

i).- Soldadura de los elementos inferiores de los brazos a primera sección de cara de compuerta y a chumaceras.

Montaje de la sección dos de cara de compuerta (ver croquis VIII.4.10).

j).- Limpieza y pintura de todas las partes fijas montaje de las secciones 3 y 4 de cara de compuerta ( ver croquis VIII.4.11).

k).- Soldadura de los elementos superiores de los brazos a sexta sección de cara de compuerta y a chumaceras. Montaje de las secciones quinta y sexta de cara de compuerta (ver croquis VIII.4.12).

l).- Montaje de las secciones séptima y octava de cara de compuerta. Montaje de los elementos de refuerzo de los brazos (ver croquis VIII.4.13).

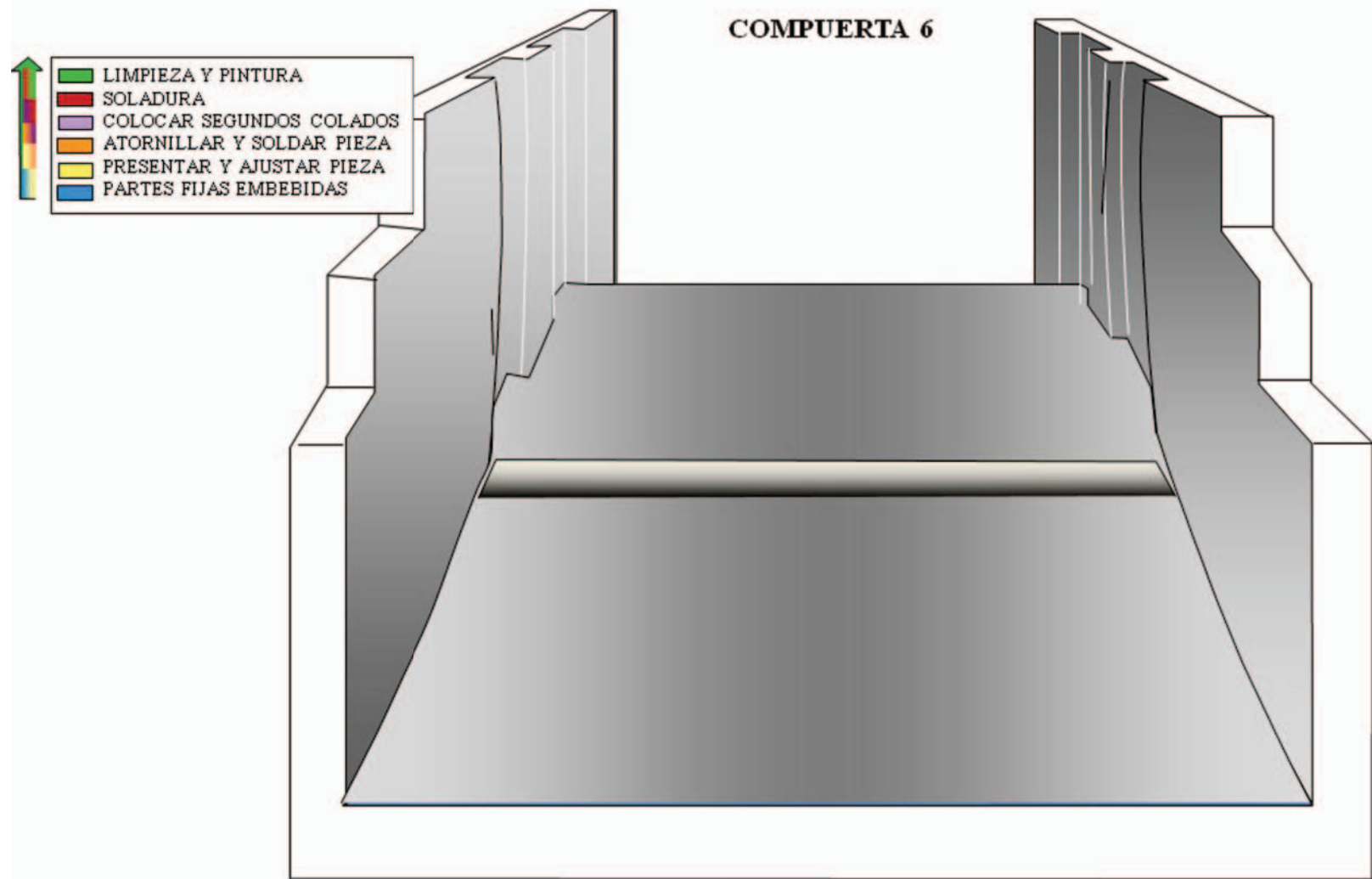
m).- Presentación y ajuste de los sistemas hidráulicos para el izaje de las compuertas. (ver croquis VIII.4.14).

n).- Atornillado de los sistemas hidráulicos para el izaje. Soldadura definitiva de las secciones de las compuertas (ver croquis VIII.4.15).

o).- Limpieza y pintura de toda la compuerta (ver croquis VIII.4.16).

Así como se efectuó el montaje de la compuerta número seis, siguiendo el mismo procedimiento se realizará el montaje del resto de las mismas para que seguidamente se ejecuten las pruebas correspondientes y la zona de estructuras quede construida al cien por ciento y pueda operar cuando se requiera.

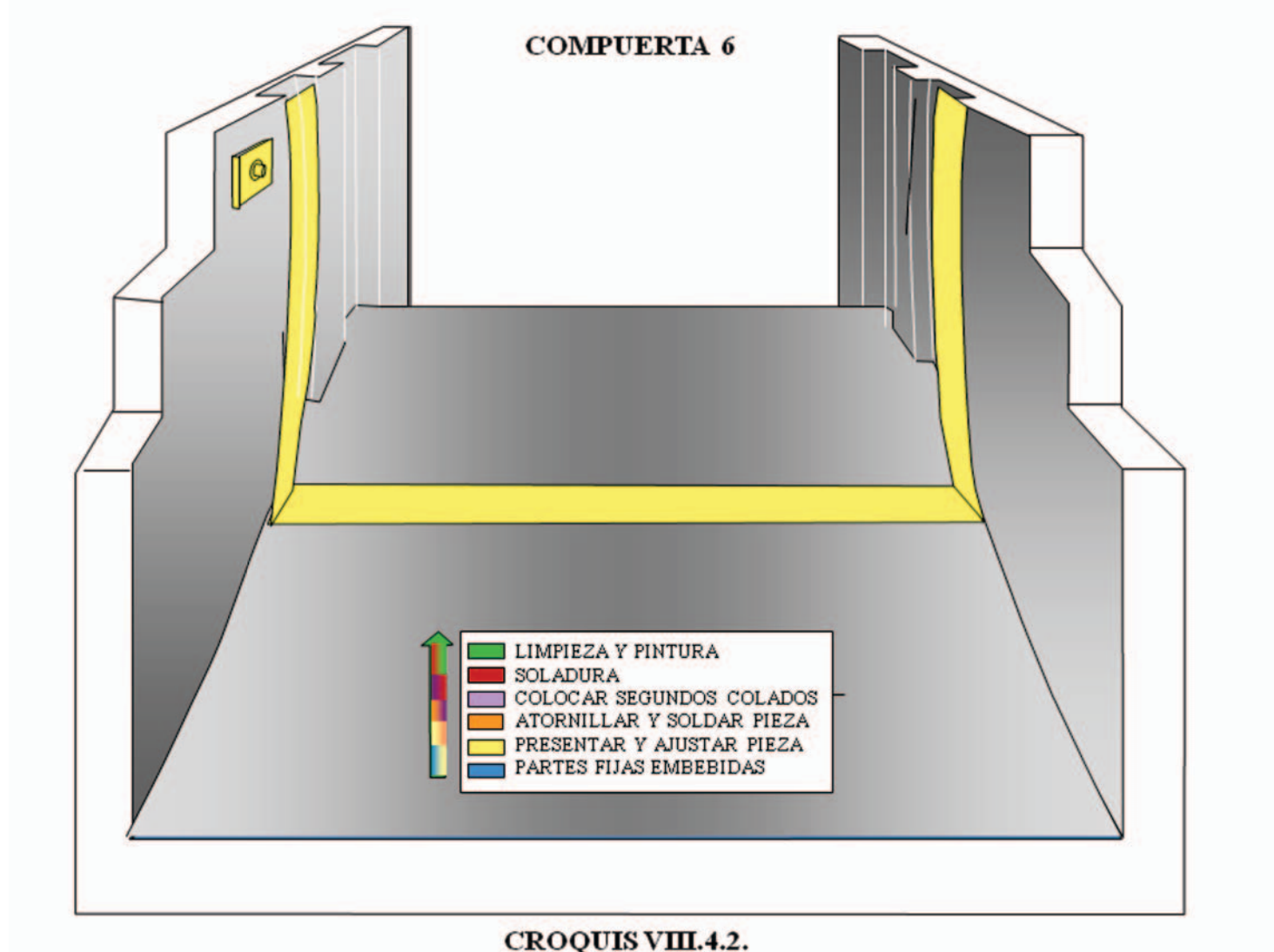
## ENTREGA DE LAS PILAS DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL DEL VERTEDOR



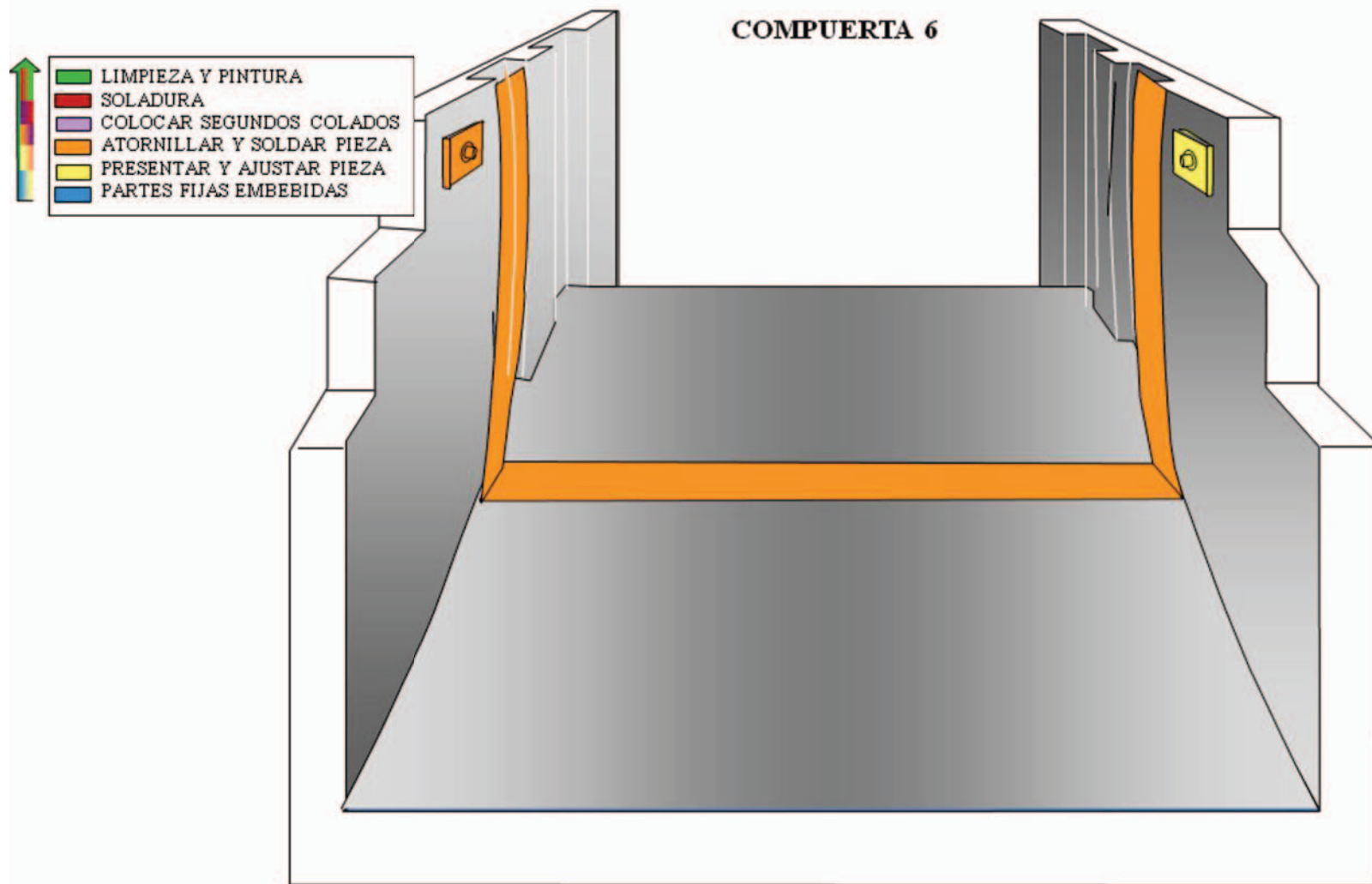
**CROQUIS VIII.4.1.**



### Presentacion y ajuste de apoyo de cilindro, placa de apoyo y placas guía de compuerta radial

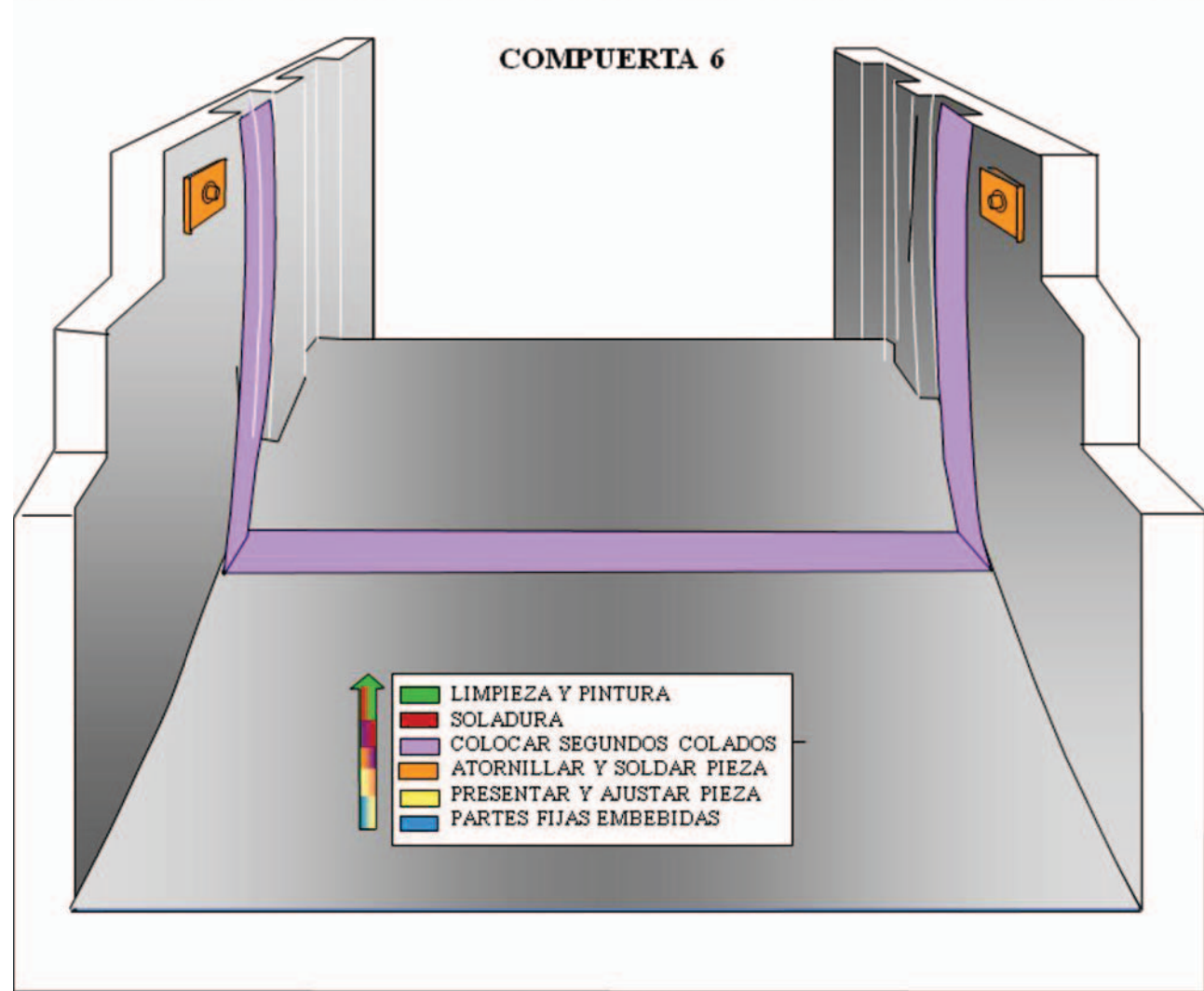


### Soldar apoyo de cilindro, placas de apoyo y placas guía en varillas y piezas embebidas

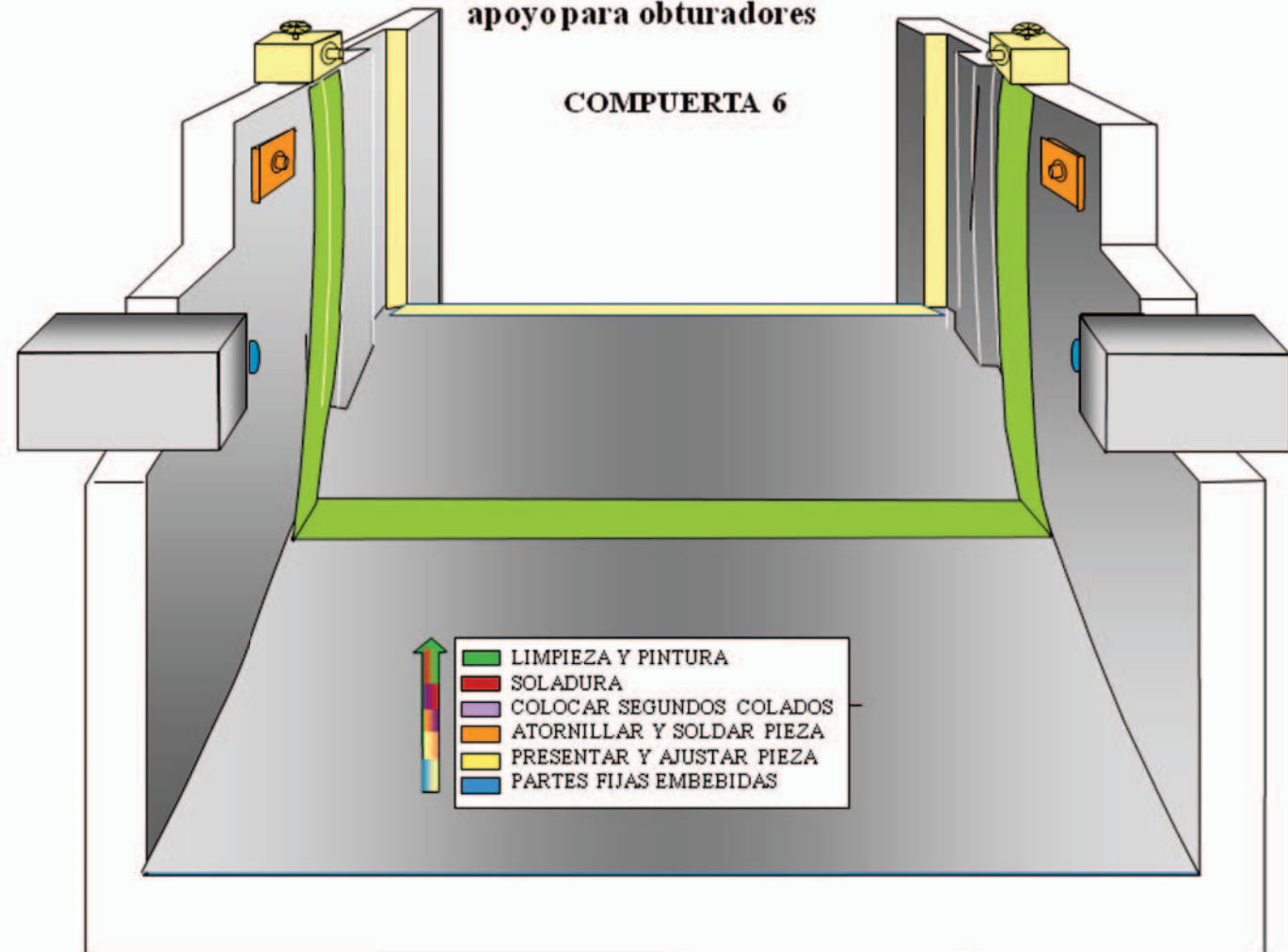


CROQUIS VIII.4.3.

**Colocar segundos colados en Placas Guía y Placa de Apoyo de Compuerta Radial**

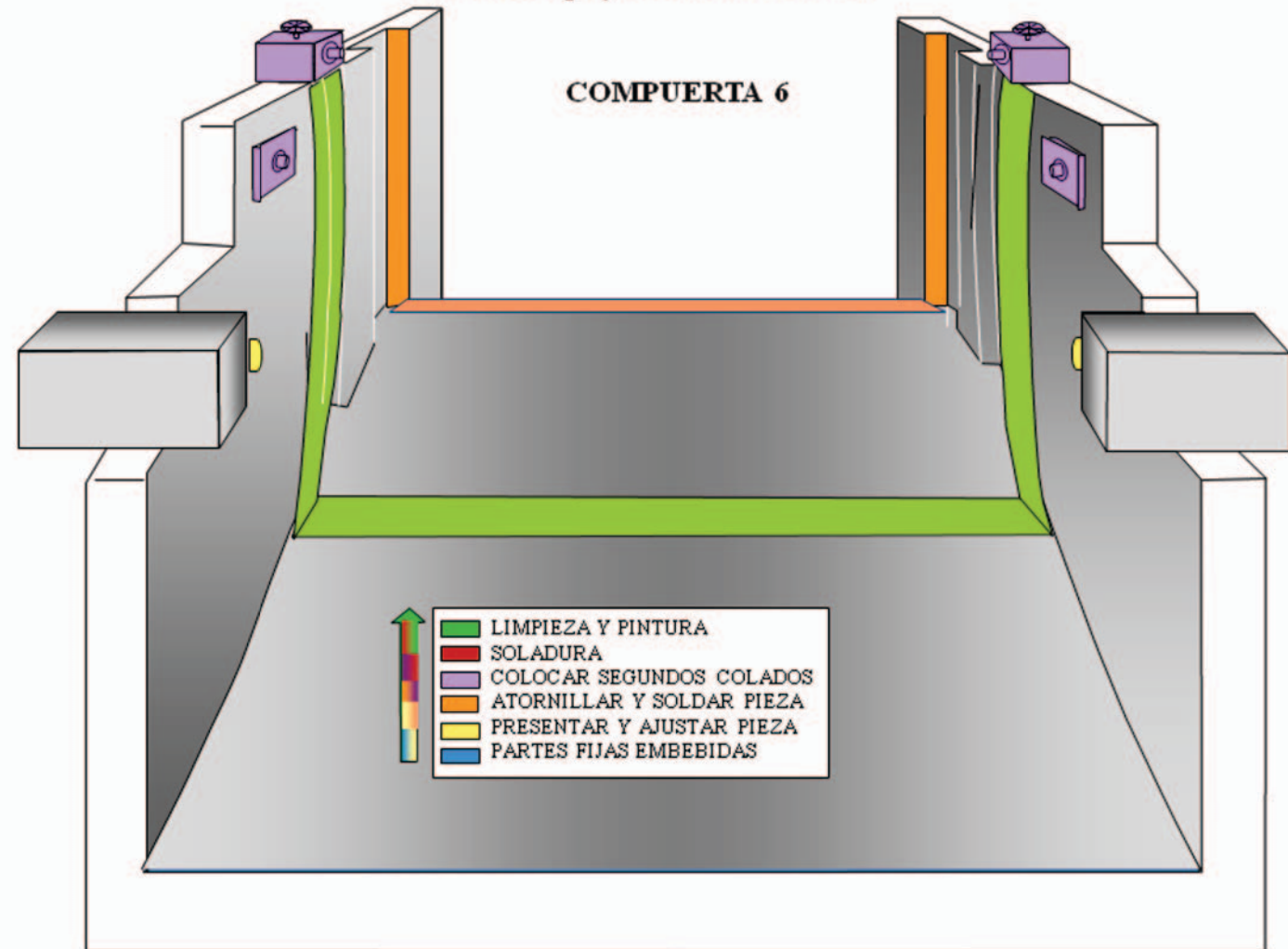


**Limpieza y pintura de las placas guía y la placa de apoyo de compuertas radiales – Colado de los soportes de las chumaceras – Presentación de controles de izaje y de placas guía y de apoyo para obturadores**



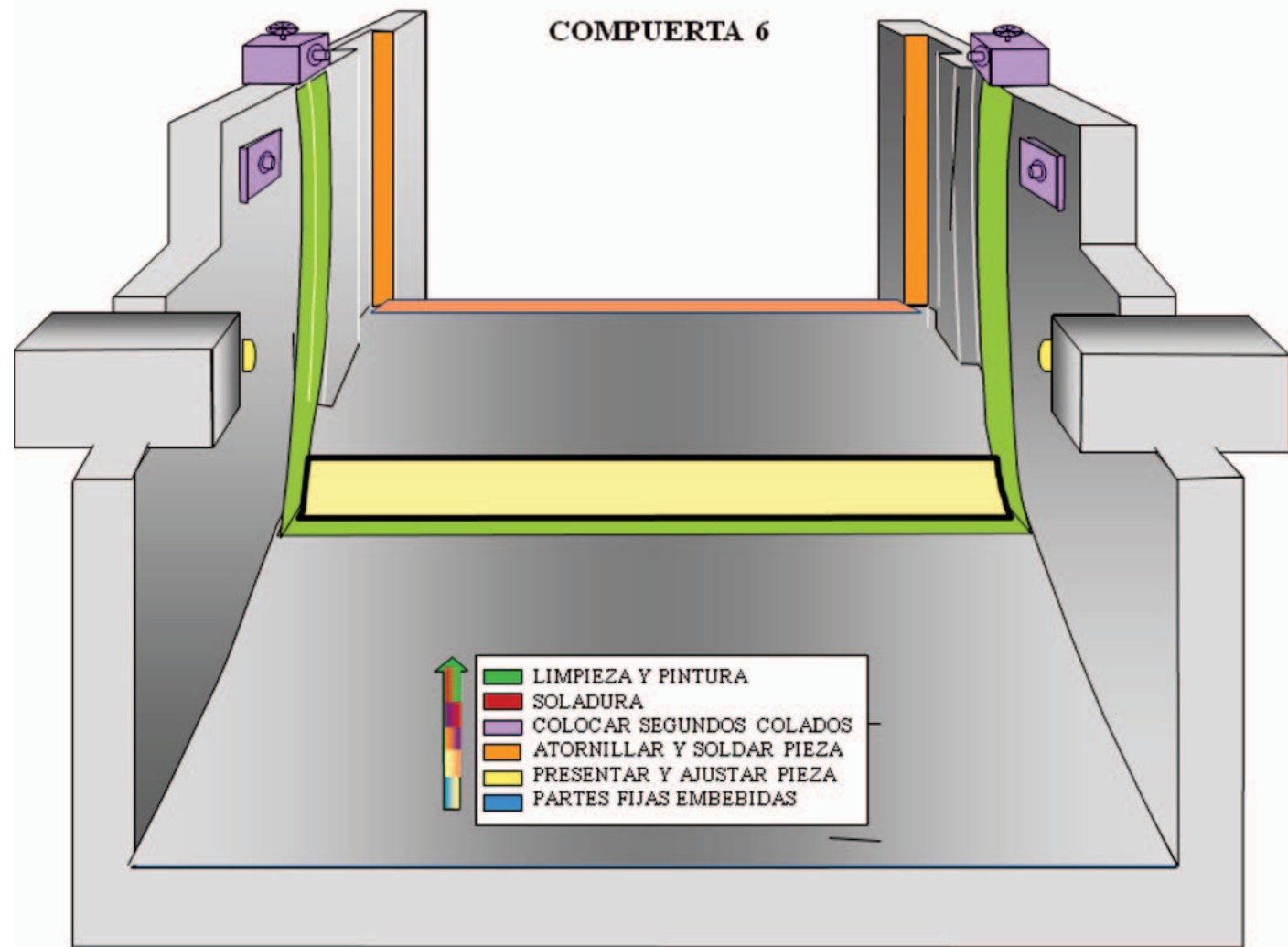
**CROQUIS VIII.4.5.**

**Colocar segundos colados en Controles de Izaje y soldar las partes fijas las Placas Guía y Placa de Apoyo de Obturadores**



**CROQUIS VIII.4.6.**

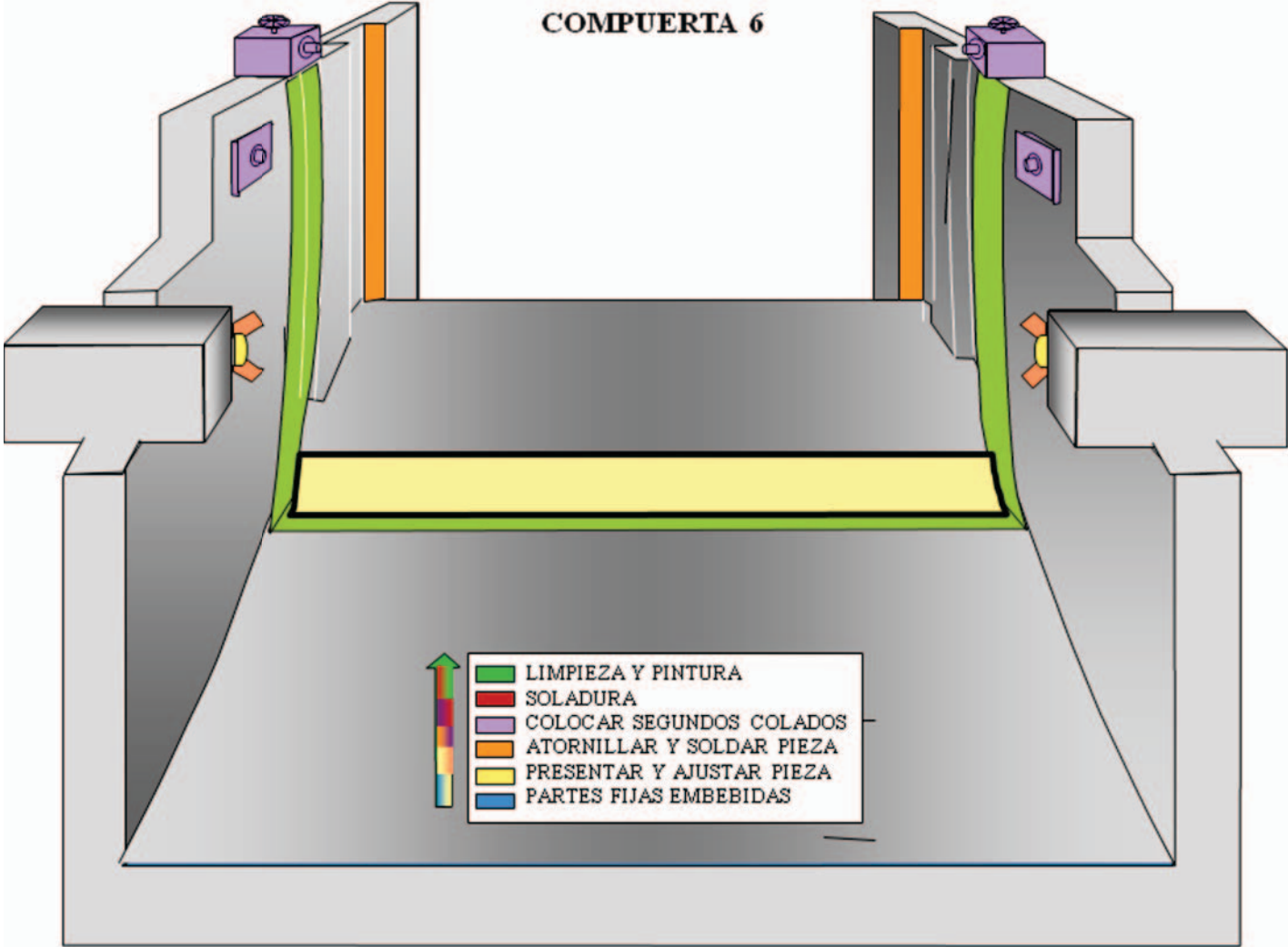
**Puntear en placas guía y de apoyo, primera sección de compuerta**



**CROQUIS VIII.4.7.**

**Instalación de los soportes de los brazos en las chumaceras**

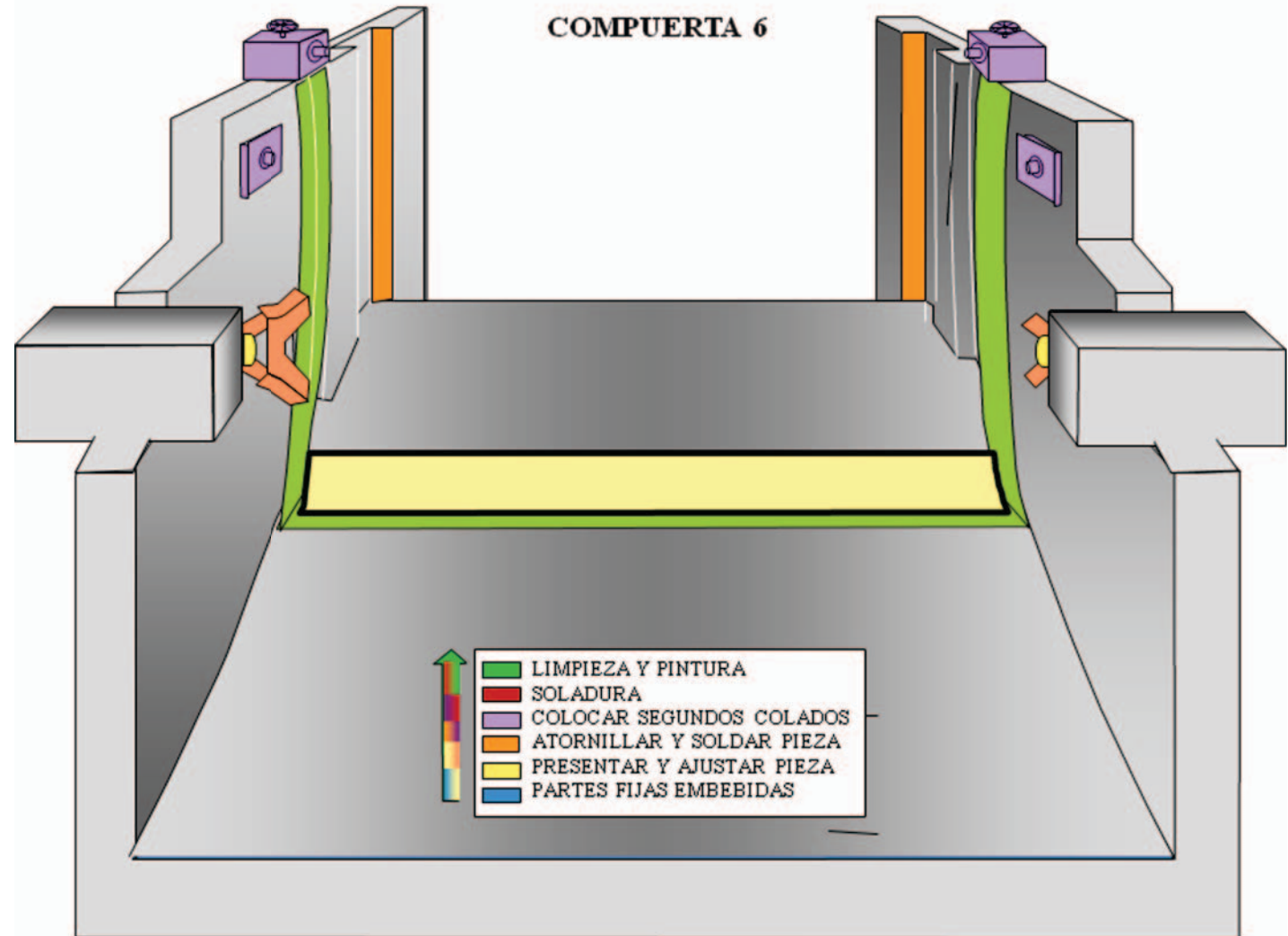
**COMPUERTA 6**



**CROQUIS VIII.4.8.**

### Soldadura del primer elemento MD en los soportes de los brazos en las chumaceras

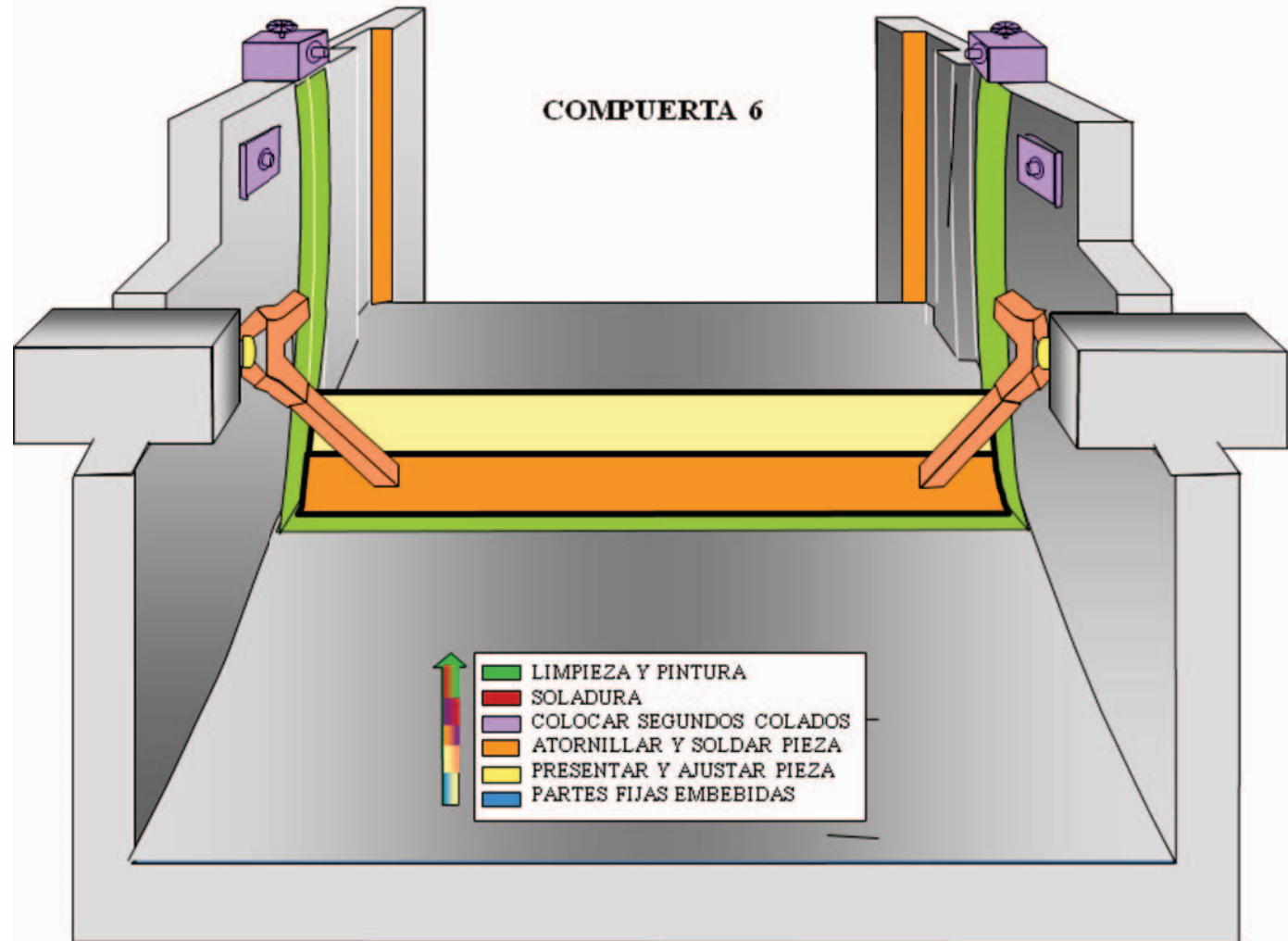
COMPUERTA 6



CROQUIS VIII.4.9.

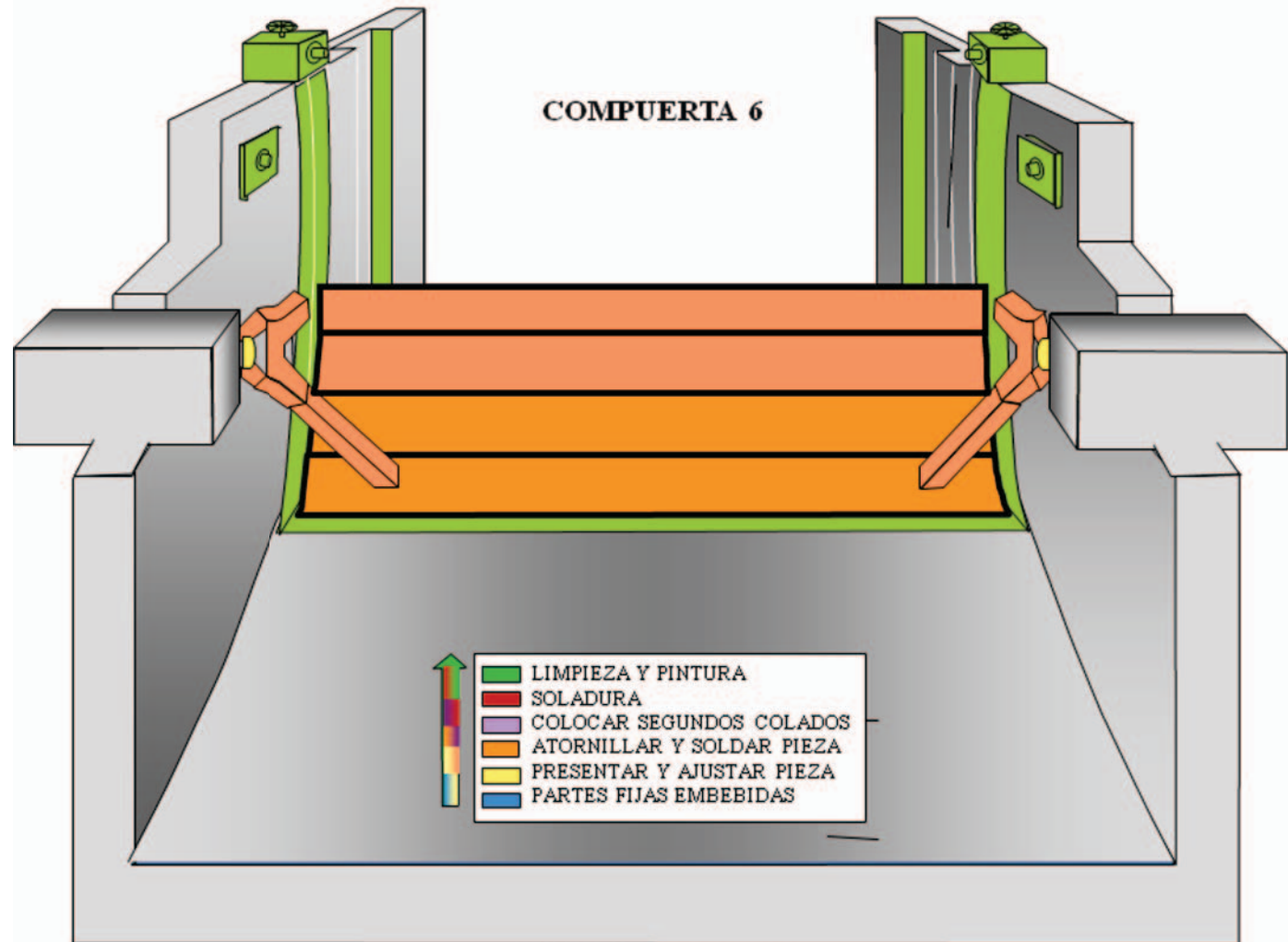


**Soldadura de los elementos inferiores de los brazos a primera sección de cara de compuerta y a chumaceras – montaje de la sección 2 de cara de Compuerta**



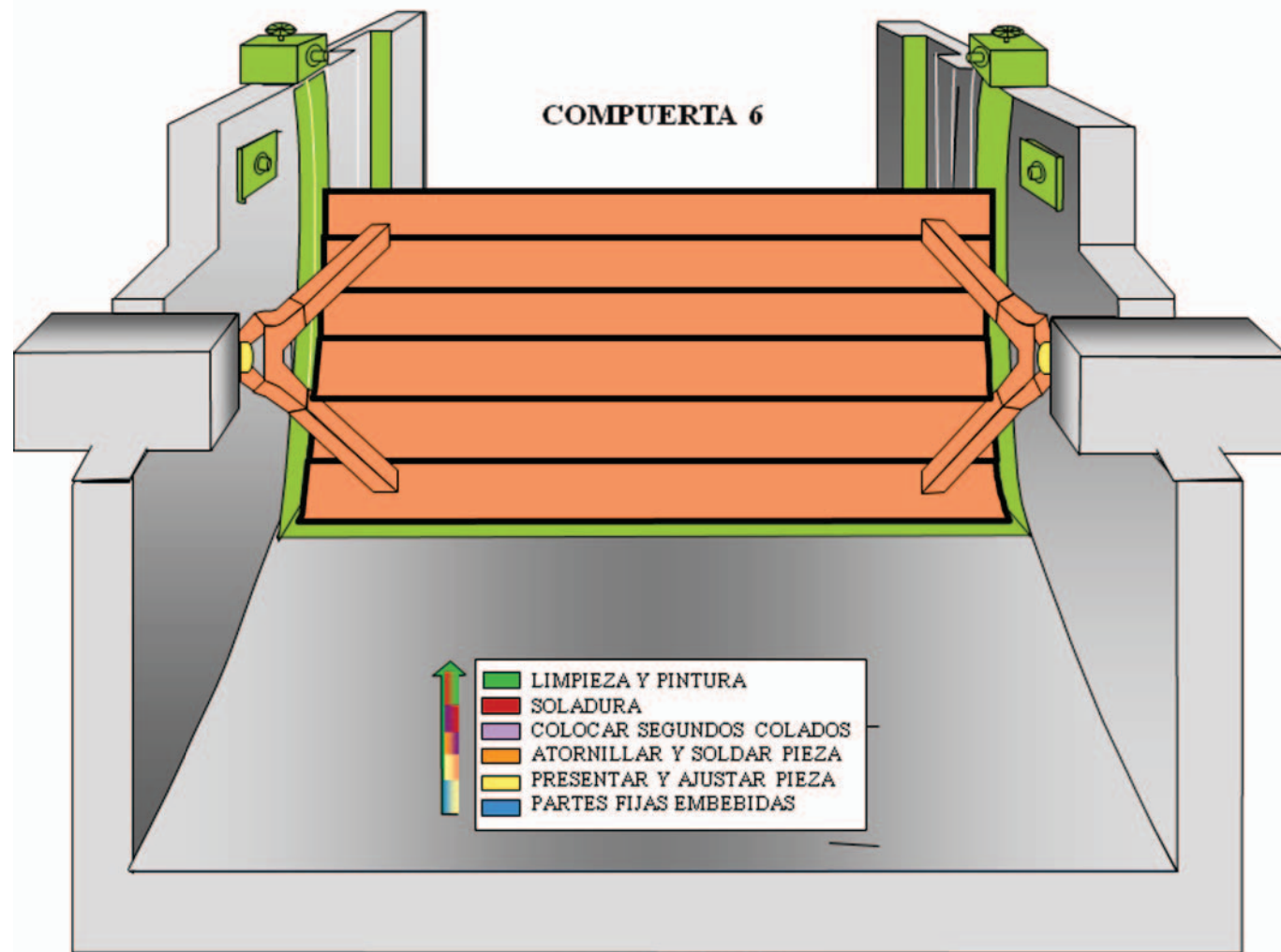
**CROQUIS VIII.4.10.**

**Limpieza y pintura de todas las partes fijas – montaje de las secciones 3 y 4 de cara de Compuerta**



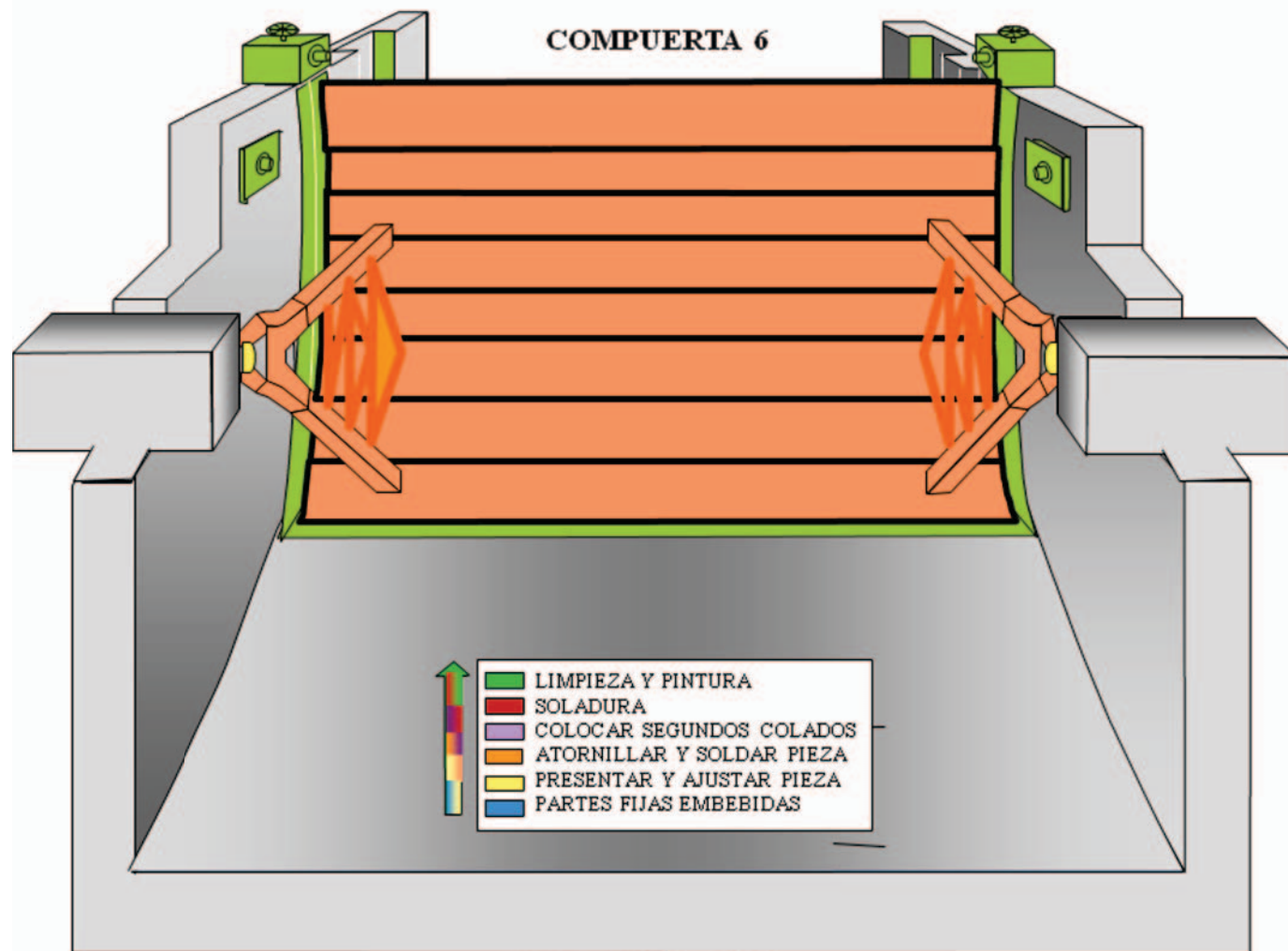
**CROQUIS VIII.4.11.**

**Soldadura de los elementos superiores de los brazos a sexta sección de cara de compuerta  
y a chumaceras – montaje de las secciones quinta y sexta de cara de Compuerta**



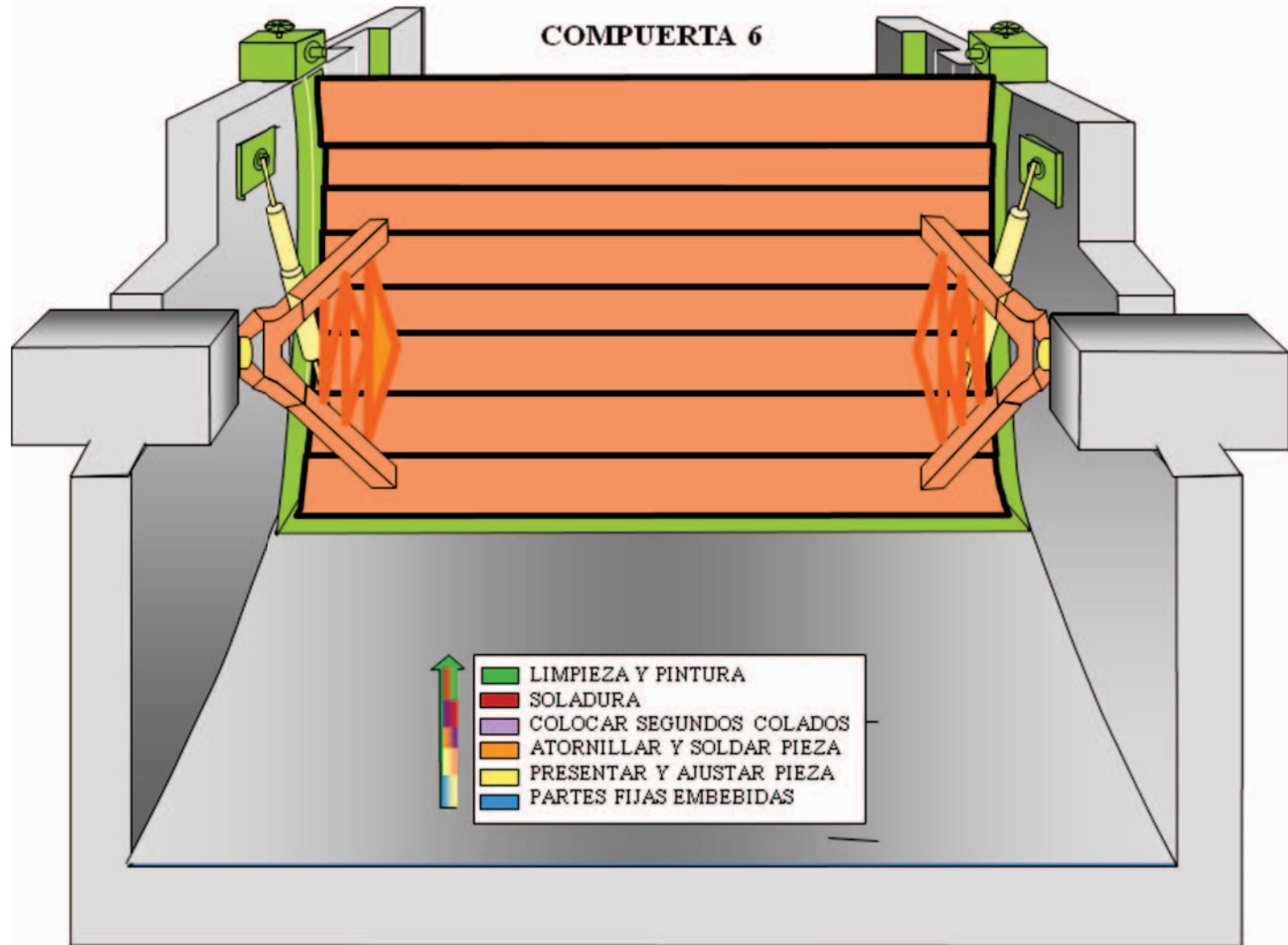
**CROQUIS VIII.4.12.**

**Montaje de las secciones séptima y octava de cara de Compuerta  
- montaje de los elementos de refuerzo de los brazos.**



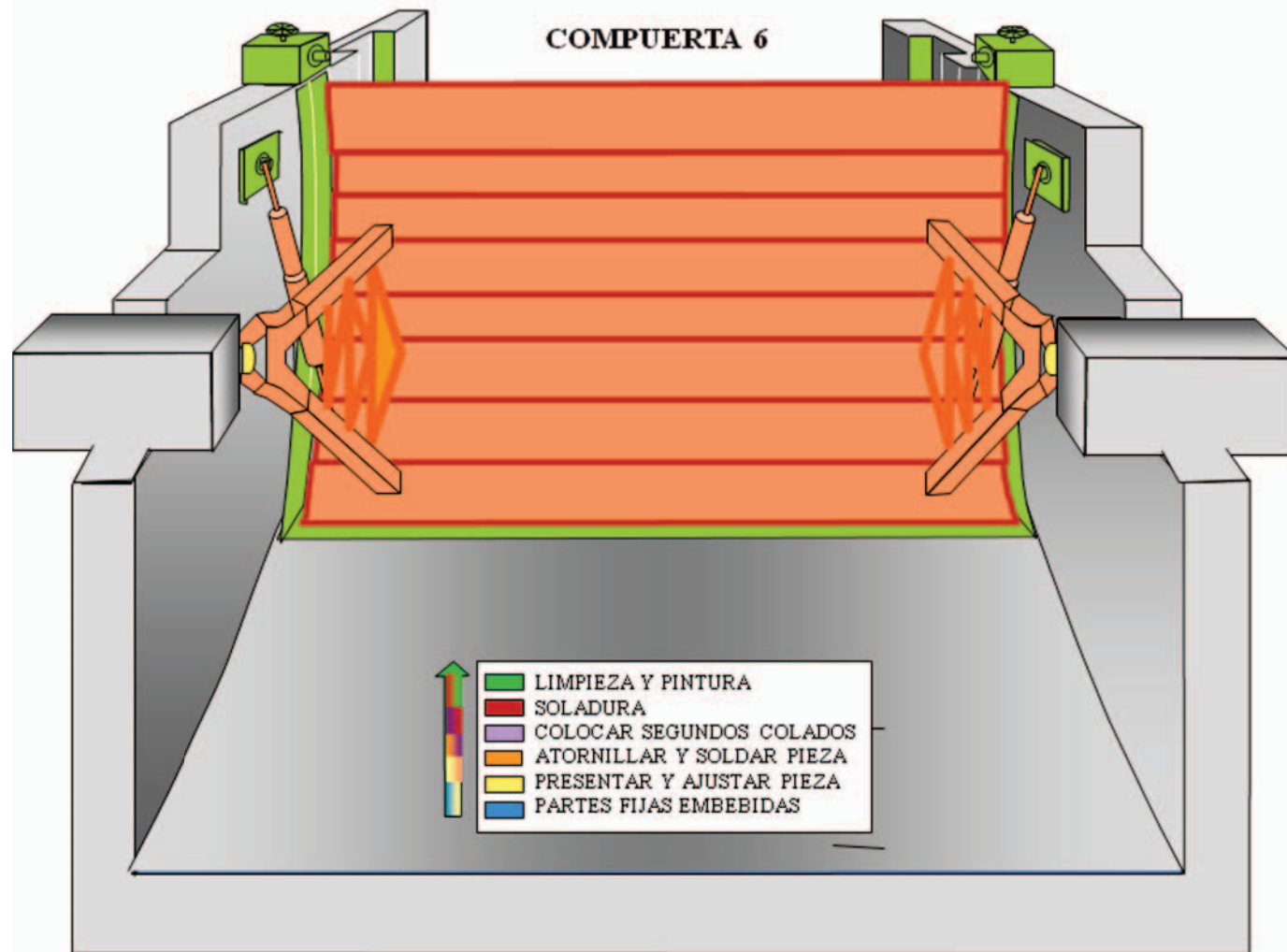
**CROQUIS VIII.4.13.**

### Presentación y ajuste de los sistemas hidráulicos para el izaje de las compuertas



**Atornillado de los sistemas hidráulicos para el izaje  
- soldadura definitiva de las secciones de las compuertas**

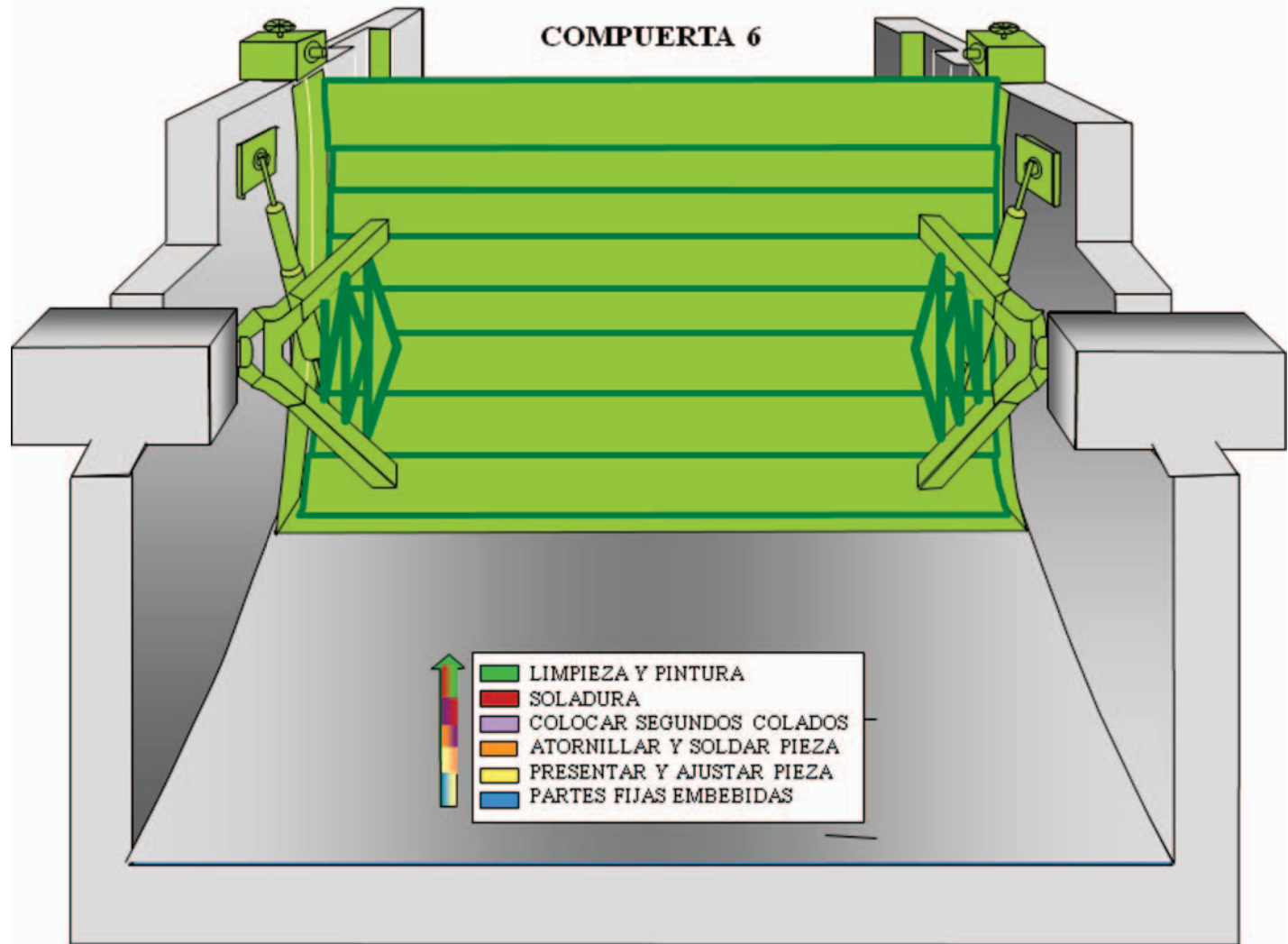
**COMPUERTA 6**



**CROQUIS VIII.4.15**

### Limpieza y pintura de toda la compuerta

COMPUERTA 6



CROQUIS VIII.4.16.

## **IX.- CANAL DE DESCARGA**

### **IX.1.- EXCAVACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS TALUDES**

#### **CONSIDERACIONES GENERALES**

- 1.- Reducir en lo posible el tiempo de ejecución.
- 2.- Interpretaciones de la geología proporcionada.
- 3.- Utilización de equipo especializado en el campo de la construcción de presas.
- 4.- Manejo del material aprovechable en la cortina
- 5.- Minimizar el costo de los caminos de construcción
- 6.- Evitar en lo posible los bancos de almacenamiento de roca.
- 7.- Aprovechar al máximo el equipo que se considera estratégico.

#### **PLANEACION DE LA EXCAVACIÓN DEL CANAL DE DESCARGA**

Para la planeación de la excavación se considera la facilidad del acceso existente, caminos de construcción dentro del cuerpo de excavación del vertedor, etapas de excavación definidas, el manejo de los materiales, minimizar los acarreos, etc.

#### **ETAPAS O ZONAS DE EXCAVACIÓN**

##### **ZONA DE DESCAPOTE**

La zona de descapote se definió entre las bermas que tienen talud 1:1 de las elevaciones 775.00 ala elevación 625.00 considerando que el mayor volumen de excavación es de material no aprovechable y que por la facilidad del acceso es posible iniciar actividades casi al llegar y terminar cuando se inicia la colocación de materiales en la cortina. (ver plano IX.1.1.).

##### **ZONA DEL CANAL DE LLAMADA Y ESTRUCTURA DE CONTROL**

La zona del canal de llamada y estructura de control ya se describió en el capítulo VI.2. (ver plano IX.1.1)

##### **ZONA DEL CANAL DE DESCARGA**

La excavación del canal de descarga comprende de la elevación 625.00 a la elevación 545.00 de la estación 0+100 a todo lo largo del canal y por el porcentaje de roca aprovechable que podemos obtener (87%) se considera manejarlo como una pedrera en el sentido de que el avance se lleve al ritmo de las necesidades de material en la cortina, tomando en cuenta el volumen producido en la zona de estructuras (ver plano IX.1.1).



## **ZONA DE LA RAPIDA, SALTO DE ESQUÍ Y CUBETA DE AMORTIGUACION**

La excavación de esta zona se hará totalmente de acuerdo con las necesidades de materiales con el programa de la cortina, siguiendo las especificaciones correspondientes (ver plano IX.1.1).

### **IX.1.1.- ETAPA 1. DESCAPOTE DE LA ELEVACION 775.00 A LA ELEVACION 625.00**

Tomando en cuenta que el material existente entre estas elevaciones puede ser excavado con tractor D-8 con ripper o similar, iniciaremos la excavación balconeando el material de la elevación 780.00 a la elevación 775.00 quedando una plataforma de maniobras para realizar la carga (ver figuras IX.1.1.1 y IX.1.1.2).

El material balconeado formará una plataforma con el área necesaria para ejecutar maniobras de carga con una retroexcavadora cat. 320 que cargará camiones fuera de carretera cat. 769.

Una vez ejecutada la excavación, quedarán definidos los siguientes perfiles (ver figuras IX.1.1.1 y IX.1.1.2)

a).- Hombro talud línea A-A que viene siendo el inicio de la excavación del talud izquierdo del canal de descarga.

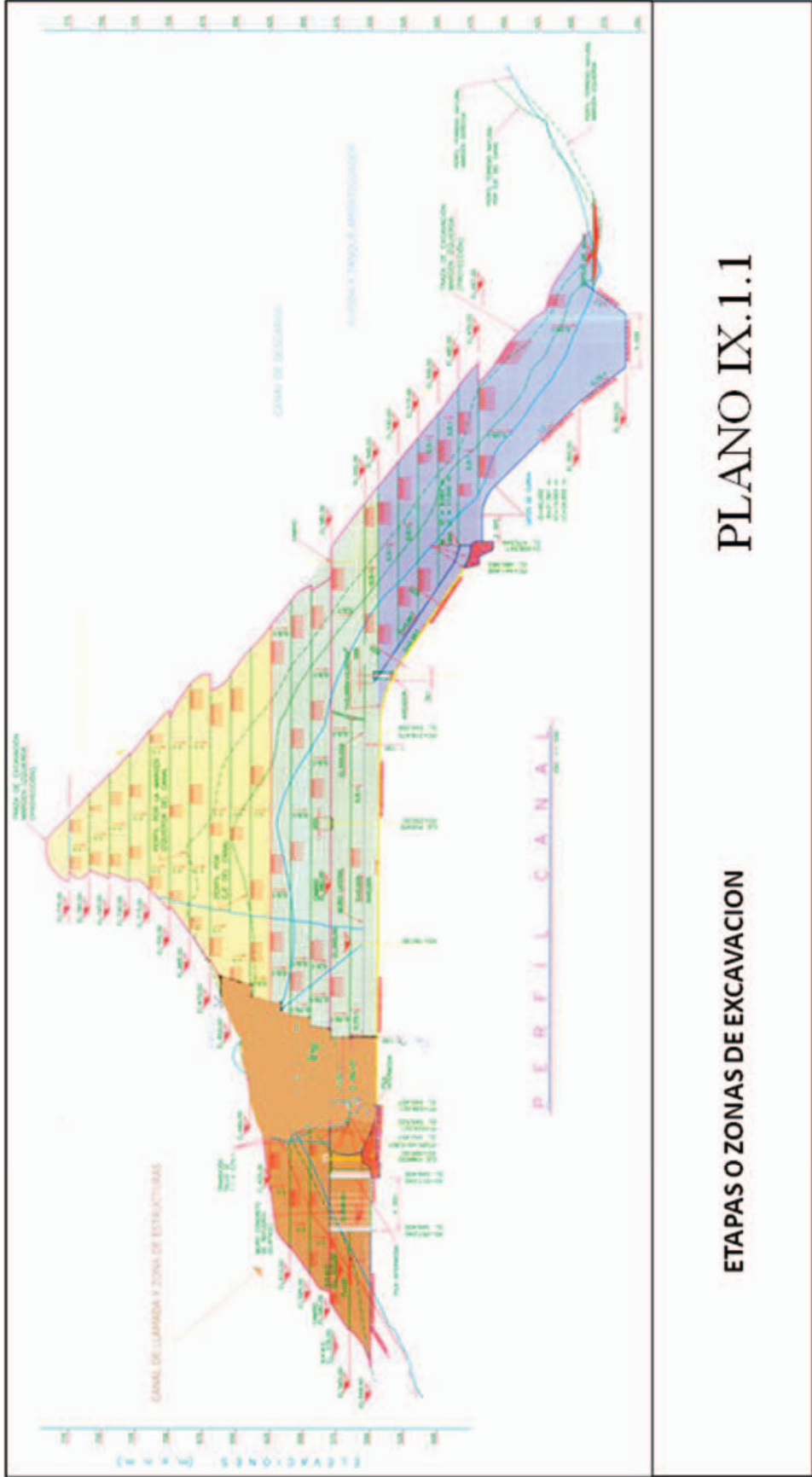
b).- Pie talud a la elevación 775.00 línea B-B.

c).- Hombro talud de la berma a la elevación 775.00 línea C-C y que estará definido cuando sea cargado y acarreado el material balconeado, así como cuando ya esté ejecutada la excavación del primer banqueo de la elevación 775.00 a la elevación 767.50 (ver figura IX.1.1.2).

d).- Terminación del material balconeado línea D-D y formación de la plataforma de carga de material de desperdicio (ver fig. IX.1.1.1 y IX.1.1.2).

el área achurada en la elevación 775.00 es el material balconeado y el que se excavará para perfilar el talud con pendiente de 1:1 de la elevación 775.00 a la elevación 767.50, será cargado con retroexcavadora cat. 330 y acarreado con camiones fuera de carretera cat. 769. (ver croquis IX.1.1.1)

Una vez que se tenga el área, suficiente en la plataforma a la elevación 767.50 se podrá cargar con cargador frontal cat. 988 y de esta manera se acelerarán las actividades de carga y acarreo.



# PLANO IX.1.1

ETAPAS O ZONAS DE EXCAVACION

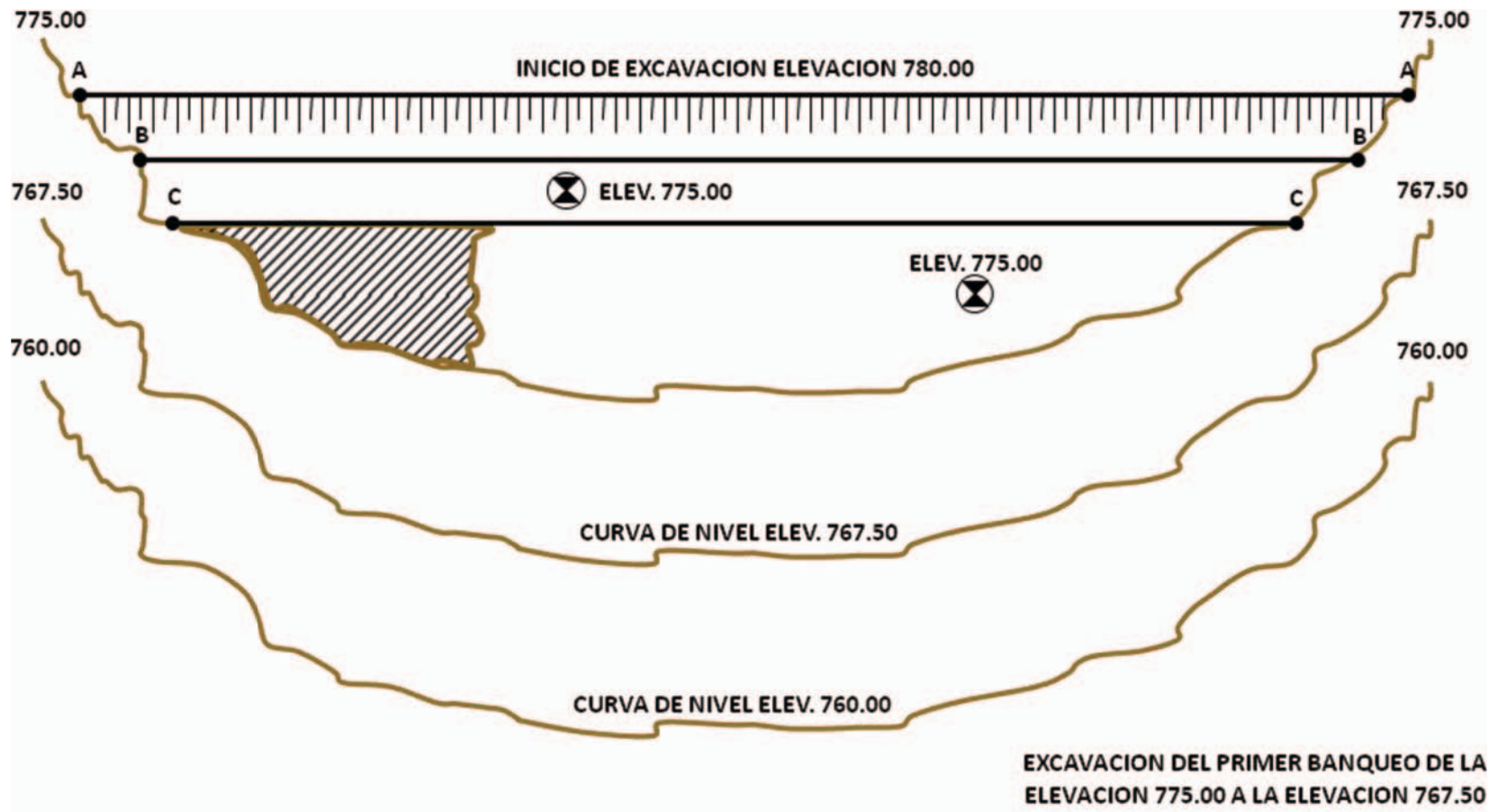
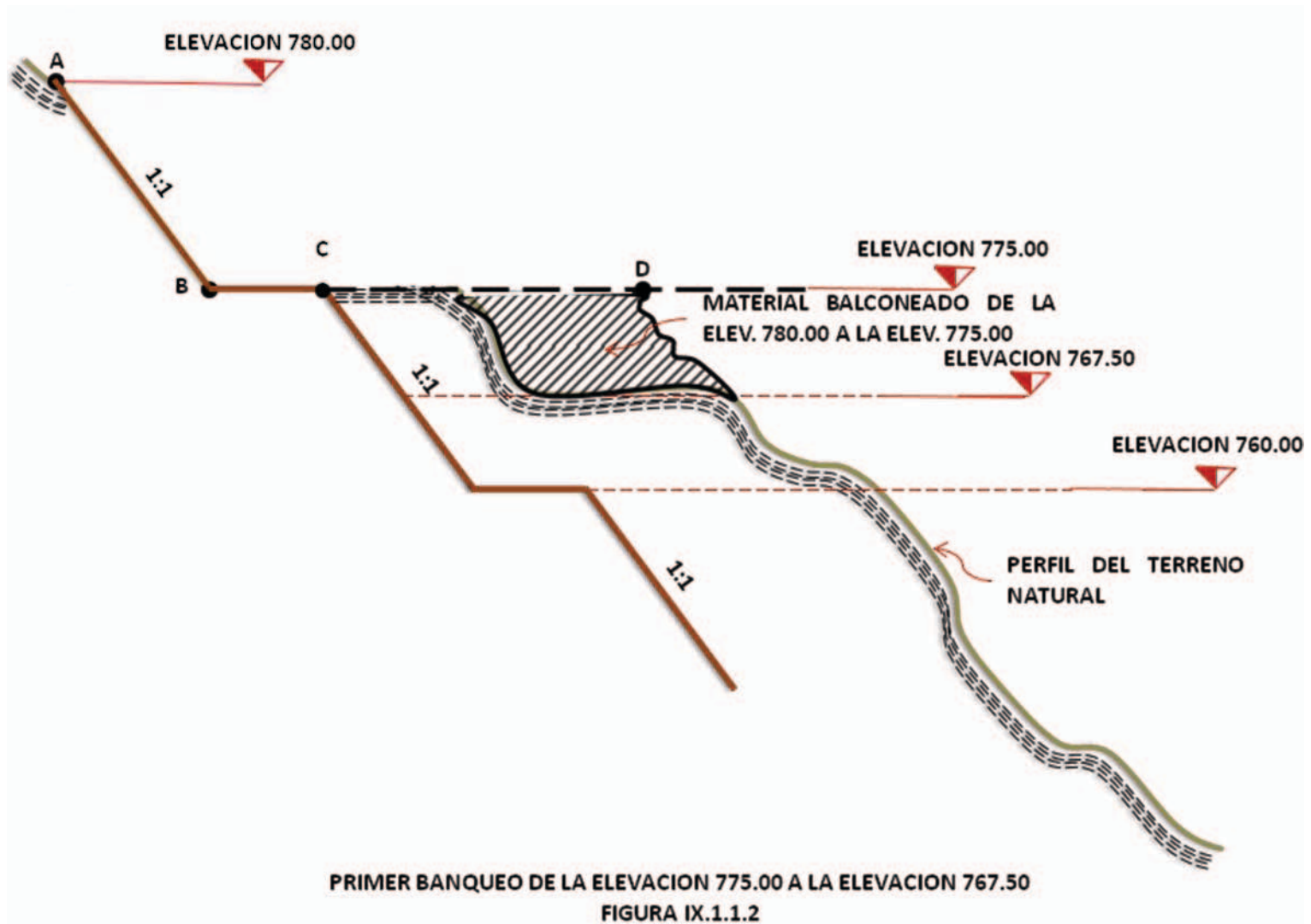


FIGURA IX.1.1.1



Para el acarreo del material se construirá un camino con el producto de la excavación de la elevación 767.50 al camino principal que pasa por la berma a la elevación 760.00 (camino anaranjado plano VI.2.1) y que llega hasta la elevación 518 o NAMINO (Nivel de Aguas Mínimas Ordinarias) y que se localiza en la margen izquierda del río aguas arriba de la cortina.

Terminada la excavación, de la elevación 775.00 se perfilará un talud de esta elevación a la elevación 767.50 con una pendiente de 1:1 y que constituye el primer banqueo de 7.50m (ver figura IX.1.1.2).

Para realizar el siguiente banqueo de la elevación 767.50 a la elevación 760.00 se repite el procedimiento quedando ejecutado el banqueo de 15.00 m que marca el proyecto, se podrán apreciar las bermas de la elevación 775.00 y 760.00 terminadas al 100%.

Tal y como se ejecutaron los banquetes con una altura de 7.50 para definir las bermas mencionadas, se realizarán los banquetes necesarios para construir las bermas en las elevaciones: 745.00, 730.00, 715.00, 700.00, 685.00, 670.00, 655.00, 640.00 y 625.00 (ver plano IX.1.1.1).

En el plano anterior la primera etapa de descapote está marcada en color rojo por medio de líneas de nivel y tiene los banquetes a cada 7.50 de altura.

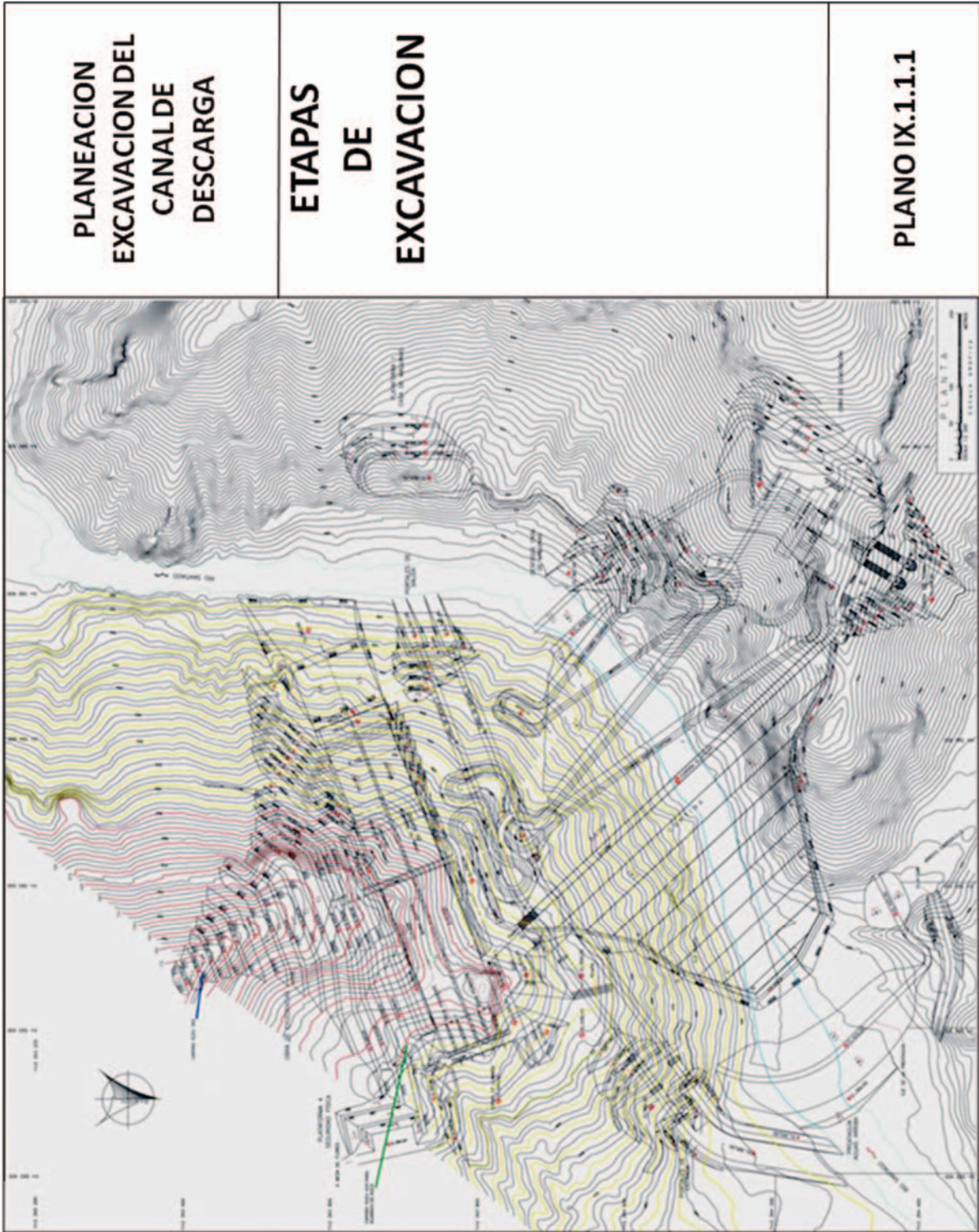
### **TRATAMIENTO DE LOS TALUDES**

De acuerdo a la información sobre la geología del terreno, de la elevación 780.00 a la elevación 625.00, se tiene material de mala calidad, no apto para construcción, que no requiere explosivos para ser excavado, por lo que no sería adecuado un tratamiento de los taludes a base de anclas de fricción.

El tratamiento a los taludes entre las elevaciones anteriores consistirá en lo siguiente:

1. Tender talud 1:1 a partir de la elevación 780.00 por la presencia de materiales tobáceos.
2. Drenaje largo de 3<sup>n</sup> de diámetro, patrón 7.0x7.0 de 6.00 cm. de longitud.
3. Drenaje corto
4. Colocación de malla electrosoldada
5. Lanzado de concreto
6. Cuneteo en los pies talud
7. Reposición de roca en los caídos a base de colocación de mampostería

Como se mencionó anteriormente, el material en esta etapa de excavación es de mala calidad, motivo por el cual el tratamiento de los taludes deberá de realizarse en paralelo con la excavación de tal manera que no se iniciará el banqueo siguiente mientras no se haya terminado el tratamiento de los taludes del banqueo anterior.



## RELACION DE EQUIPO PROBABLE

La relación de equipo probable para realizar la excavación de la primer etapa o descapote, se puede ver en el siguiente cuadro:

<b>RELACION DE EQUIPO PROBABLE</b>											
<b>Tractor D-8 o similar</b>			<b>Retroexcavadora 330</b>			<b>Cargador 992</b>			<b>Camiones F. de C.</b>		
Cantidad	Hrs. Maq.	Rend. Hr.	Cantidad	Hrs. Maq.	Rend. Hr.	Cantidad	Hrs. Maq.	Rend. Hr.	Cantidad	Hrs. Maq.	Rend. Hr.
6	31,111	90m <sup>3</sup>	4	20,000	140m <sup>3</sup>	1	7,000	400m <sup>3</sup>	12	56,000	50m <sup>3</sup>

Aparte del equipo anterior se tendrá que tener el equipo de mantenimiento para el camino principal y sus auxiliares y que consistirá en:

1 Tractor D-8.

1 Motoconformadora.

1 Compactador.

1 Pipa de agua.

### IX.1.2.- ETAPA 2. PISO DE MANIOBRAS DE LA ELEVACION 625.00 A LA ELEVACION 580.00

La etapa 2 de la excavación comprendida en las elevaciones mencionadas, forma parte de la excavación en roca con explosivos de la elevación 625.00 al piso del canal de descarga, rápida, cubeta deflectora y de amortiguación en la elevación 380.00.

Esta roca sana se cargará y acarreará con el equipo adecuado ya mencionado hacia la cortina por medio de caminos principales que son interceptados por caminos auxiliares que parten de las plataformas de los diferentes niveles.

Para facilitar y acelerar el tratamiento de la roca como en la etapa del descapote, en este caso también realizaremos banqueos de 7.50 de altura con una pendiente de 0.33:1 y la secuencia de actividades será la siguiente

1. Ejecución del precorte a una altura vertical de 15.00 de la elevación 625.00 a la elevación 610.00 (ver barrenos de precorte croquis VI.2.2.1)
2. Barrenación de la primer voladura de la elevación 625.00 a la elevación 617.50 (ver barrenos de banqueo croquis VI.2.2.1)
3. Las características de cada voladura están relacionadas en el capítulo VI.2.3 donde se detalla la excavación del canal de llamada y zona de control.

4. Preparación de la primer voladura del primer banqueo de la elevación 625.00 a la elevación 617.50 (ver croquis IX.1.2.1).
5. preparación de la segunda y tercer voladura de aguas arriba hacia aguas abajo de la elevación 625.00 a la elevación 617.50 (ver croquis IX.1.2.2)
6. Preparación de las siguientes voladuras para avanzar en el primer banqueo de la elevación 625.50 a la elevación 617.50 (ver croquis IX.1.2.3, IX.1.2.4 y IX.1.2.5).
7. Se continua ejecutando voladuras realizando banqueos de 7.50 metros de altura y precortes de 15.00 metros de tal manera que se terminará por construir una plataforma a la elevación 610.00 msnm.
8. Repitiendo el procedimiento, se podrá llegar a las elevaciones 595.00 msnm y 580 msnm que es la terminación de la etapa 2.

### **IX.1.3.- ETAPA 3. CANAL DE LA ELEVACIÓN 580 A LA ELEVACION 545.00**

Para efectuar la excavación entre las elevaciones de la etapa 3 se repite el procedimiento de la etapa 2, tomando en cuenta que de determinadas elevaciones hasta llegar al piso del canal del vertedor, dicha excavación, ya se llevará a cabo en cajón por lo que se tendrán que aprovechar las siguientes circunstancias:

1. Como hay presencia de material de desperdicio, este se debe enviar al banco de almacenamiento localizado aguas arriba de la cortina y en la margen izquierda del río, por lo tanto se podrá aprovechar el camino anaranjado que va de la elevación 775.00 a la elevación 518.00(ver plano VI.2.1)
2. Tendremos un 87% de material aprovechable que deberá ser enviado a la cortina ya que se diseñó una plantilla de barrenación que podrá ser modificada de acuerdo a las condiciones geológicas que se vayan presentando sobre la marcha

El material aprovechable se enviará a la cortina por el camino color verde que tiene su origen en la elevación 625.00 y termina en la elevación 400.00 que viene siendo el lecho y desplante de la cortina.



## **TRATAMIENTO DE LA ROCA EN TALUDES DEL CANAL DE DESCARGA**

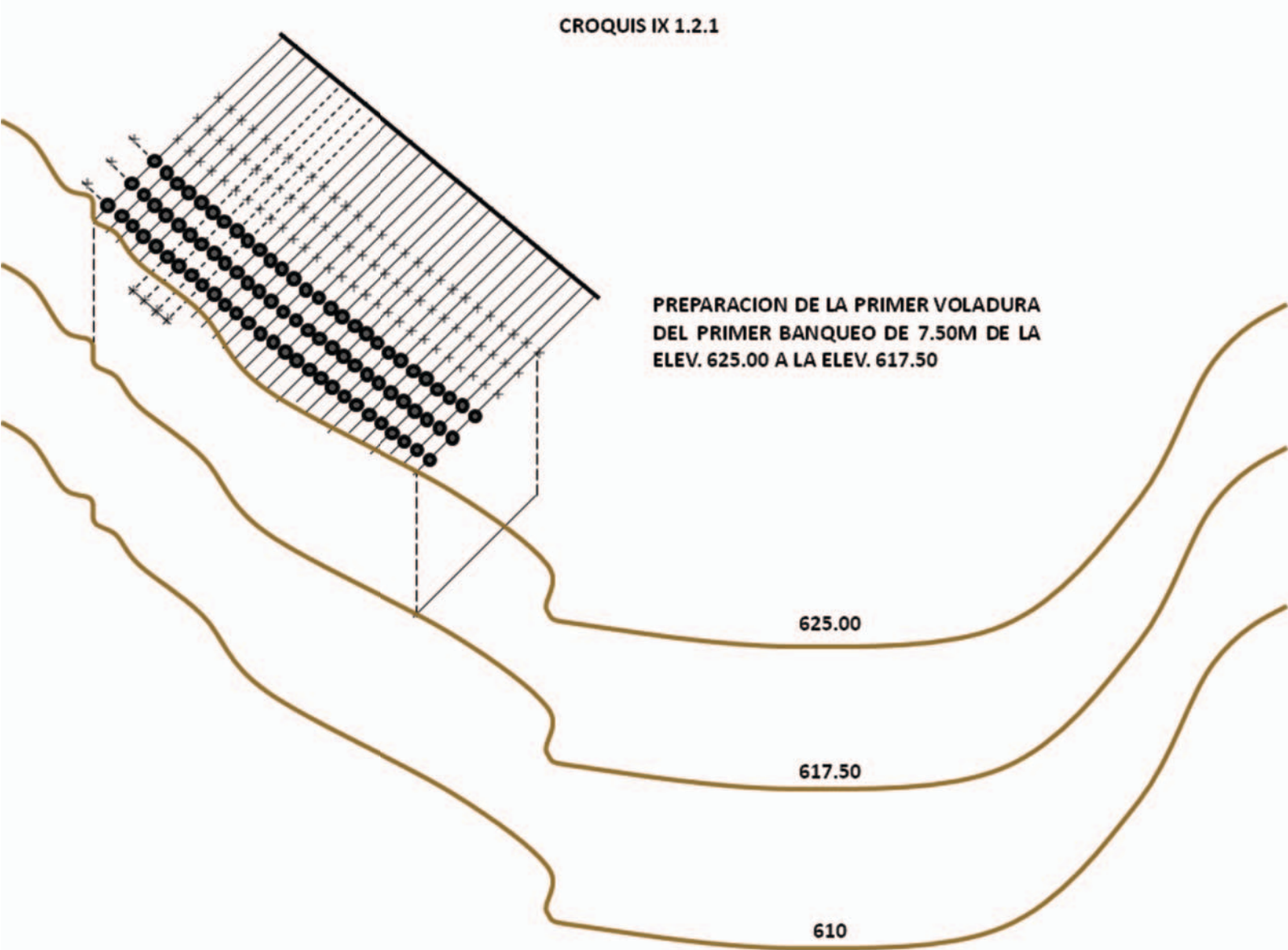
Después de la remoción de todo el material suelto dejado por la excavación, el tratamiento que se hará a los taludes, consistirá en la colocación de anclas de fricción que podrán ser de 9.00 o 12.00 metros, dependiendo del tipo de roca que se encuentre. El procedimiento que se aplica para el tratamiento de la roca es el siguiente:

- a).- Amacize de taludes
- b).- Colocación de malla electrosoldada
- c).- Lanzado de concreto
- d).- Barrenación corta y larga para drenaje
- e).- Barrenación para colocación de anclas de fricción
- f).- Colocación de anclas de fricción
- g).- Inyección a las anclas
- h).- Pruebas a la tensión a las anclas

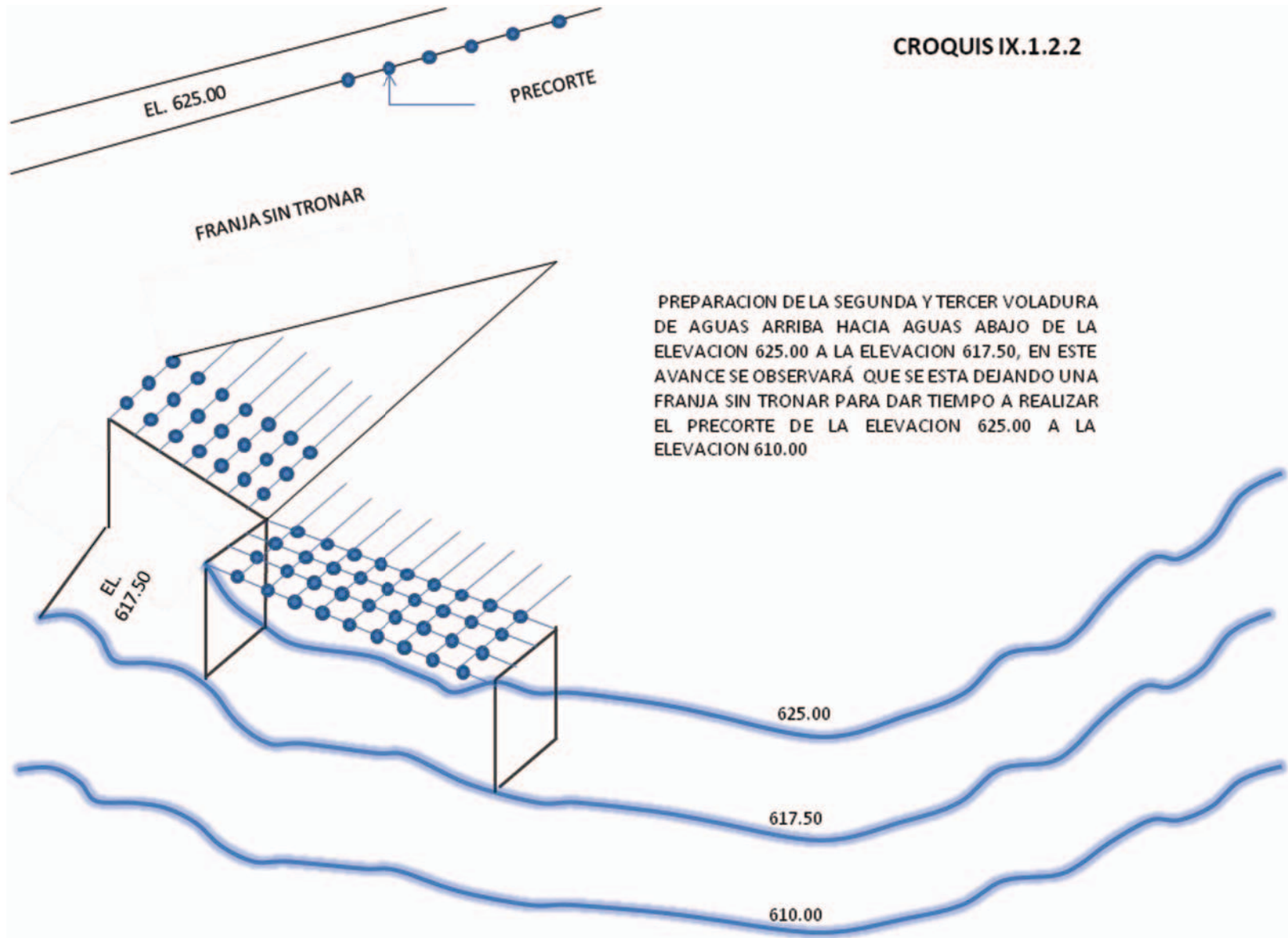
Para dejar preparado el piso del canal y se proceda a la colocación de concreto, es necesario hacer el afine del mismo, ejecutar la excavación de los drenes donde se colocará la tubería que desemboca en la galería de drenaje y colocar el concreto de la reposición de roca.

El piso del canal de descarga también lleva un tratamiento de la roca consistente en colocación de anclas de fricción con el diámetro de acuerdo al proyecto. Una vez ejecutada la reposición de roca y el anclaje, el canal de descarga se encuentra preparado para recibir el concreto de la plantilla.

CROQUIS IX 1.2.1



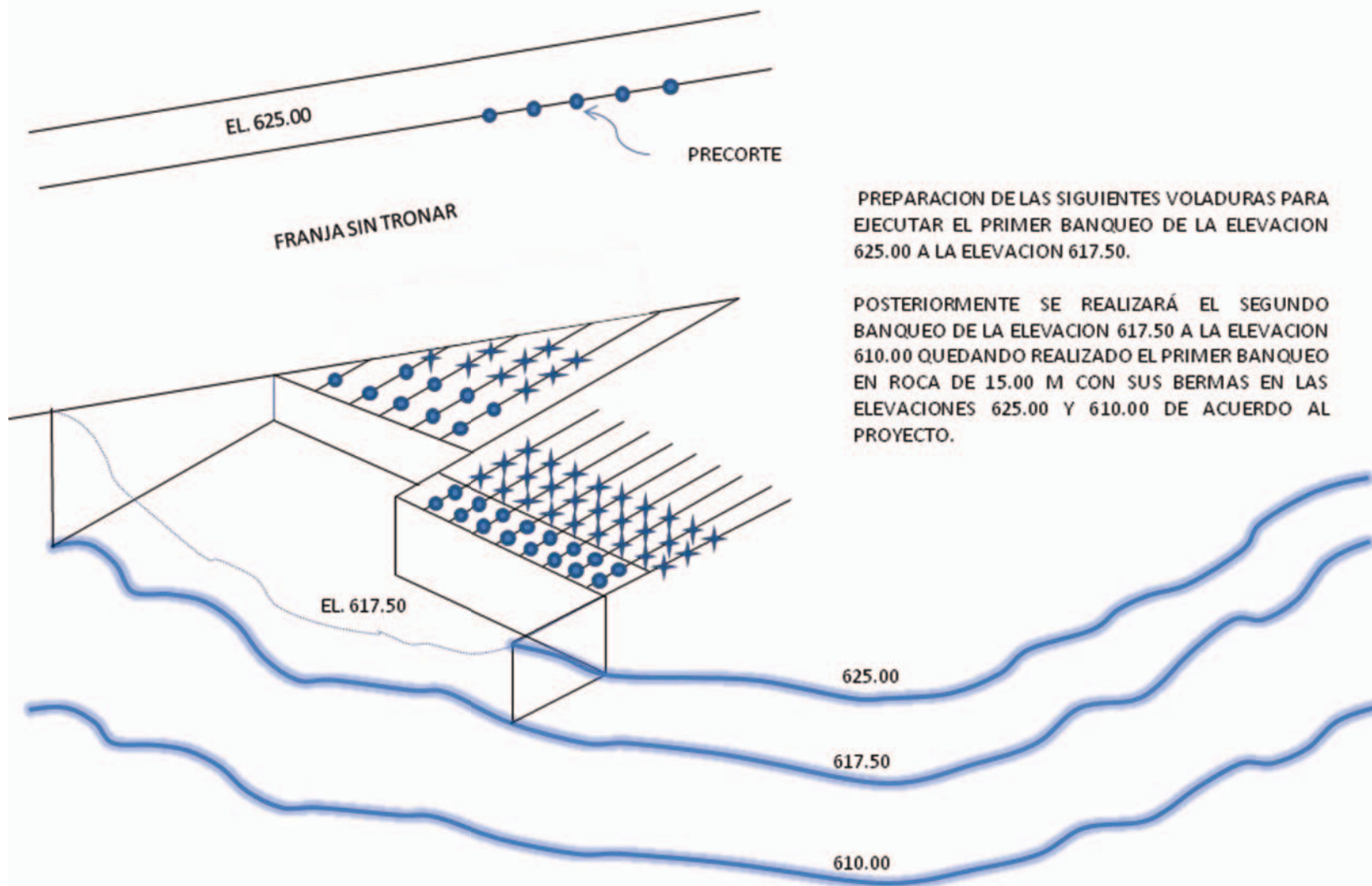
PREPARACION DE LA PRIMER VOLADURA  
DEL PRIMER BANQUEO DE 7.50M DE LA  
ELEV. 625.00 A LA ELEV. 617.50



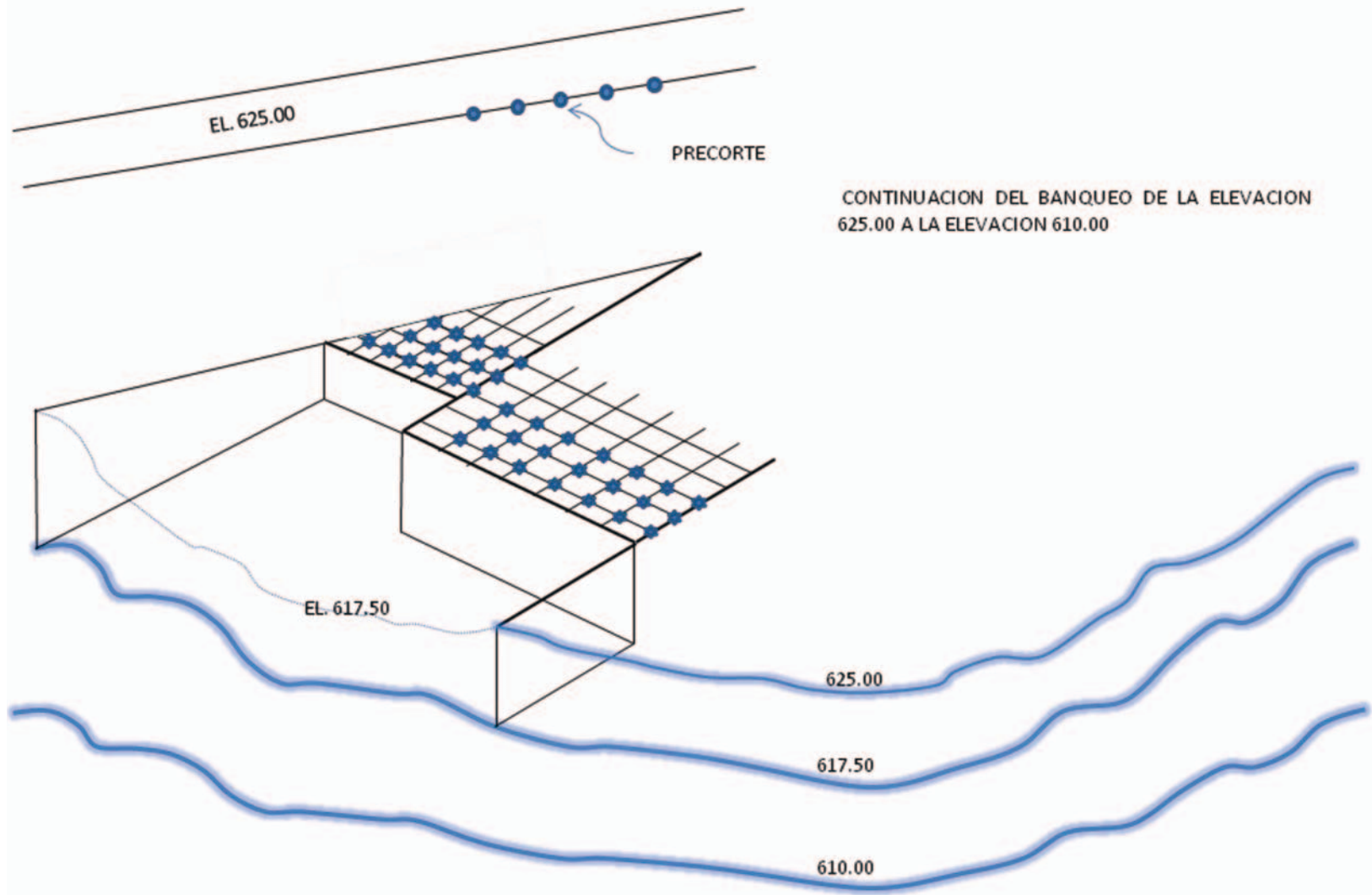
**CROQUIS IX.1.2.2**

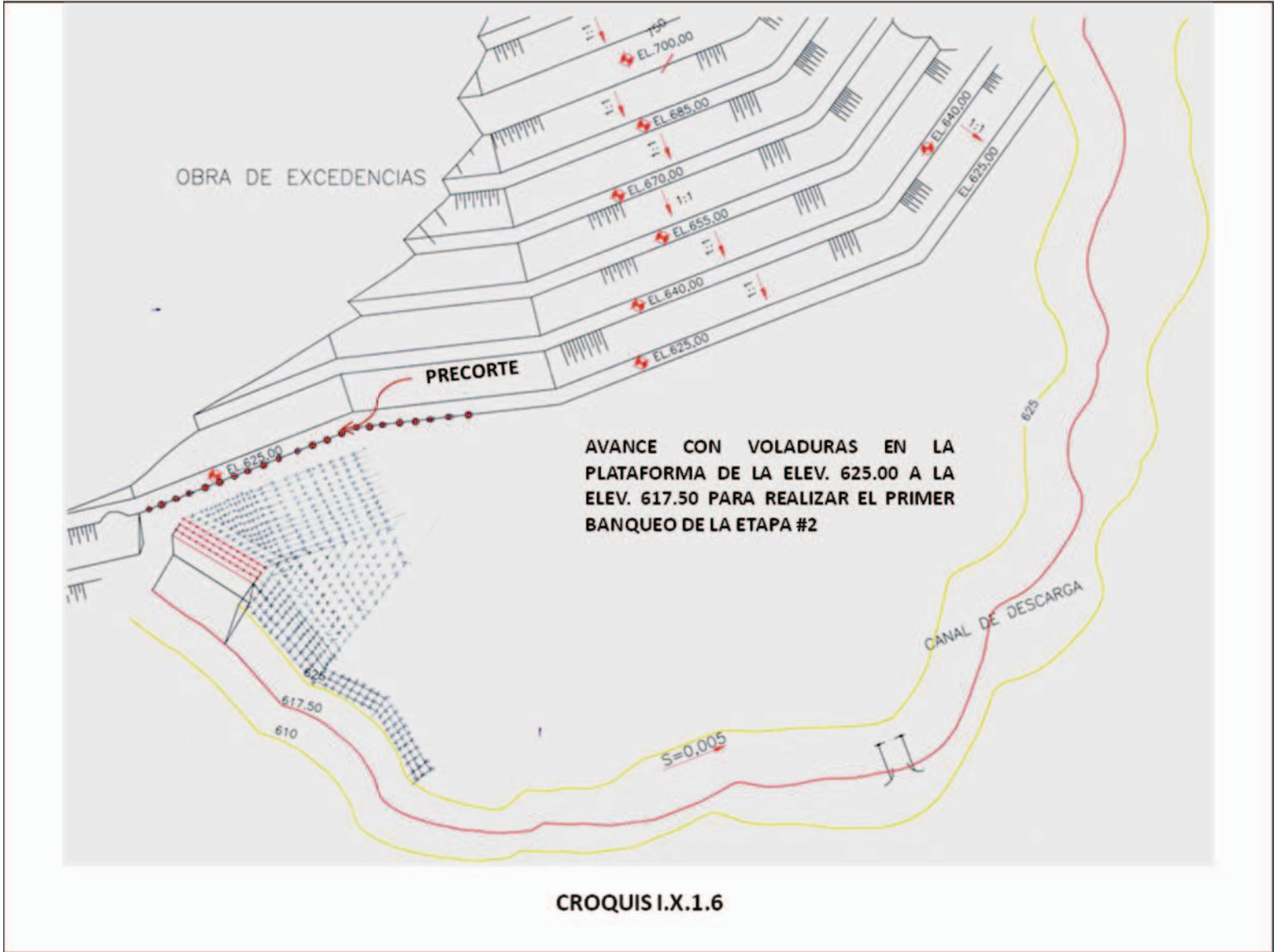
PREPARACION DE LA SEGUNDA Y TERCER VOLADURA DE AGUAS ARRIBA HACIA AGUAS ABAJO DE LA ELEVACION 625.00 A LA ELEVACION 617.50, EN ESTE AVANCE SE OBSERVARÁ QUE SE ESTA DEJANDO UNA FRANJA SIN TRONAR PARA DAR TIEMPO A REALIZAR EL PRECORTE DE LA ELEVACION 625.00 A LA ELEVACION 610.00

### CROQUIS IX.1.2.3



CROQUIS IX.1.2.4





#### IX.1.4.- ETAPA 4. RAPIDA DE LA ELEVACIÓN 545.00 A LA ELEVACION 470.00

La excavación de la etapa 4 se llevará a cabo en diez banqueos de 7.50 mts tal y como lo señala el figura IX.1.4.1, también se puede ver el plano IX.1.4.1.

La cuadrilla de topografía deberá de tener mucho cuidado al marcar líneas y niveles y una barrenación con una inclinación de tal manera que las voladuras tengan salida hacia aguas abajo y quede perfilada la pendiente de la rápida (ver 2o. banqueo croquis IX.1.4.1).

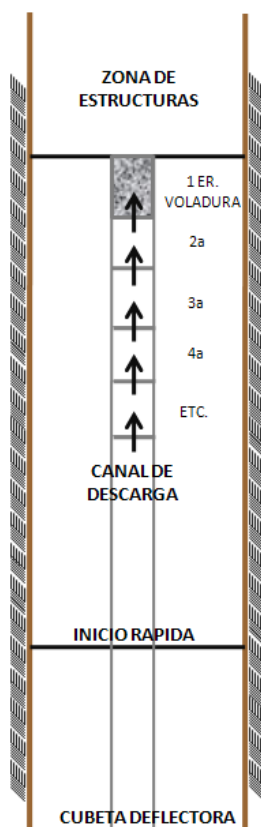
Para cada voladura se tendrán que tener en cuenta las características marcadas en el capítulo VI.2.3 de la etapa 2 ya que se deberán obtener bloques de 60cm. Como el material es de buena calidad, será enviado a la cortina por el camino verde que va de la elevación 625.00 y puede conectarse por caminos auxiliares hasta la elevación 470.00.

El tratamiento de la roca es el mismo que se aplicó en las etapas anteriores.

El material de desperdicio se enviará hacia aguas arriba margen izquierda del rio.

Dentro de la etapa 4 consideramos la excavación de la zanja para alojar la galería de drenaje.

Esta zanja esta localizada a todo lo largo del canal de descarga y en el centro del mismo, desde la pila central de la estructura de control, hasta la cubeta deflectora tal y como lo muestra el siguiente dibujo:



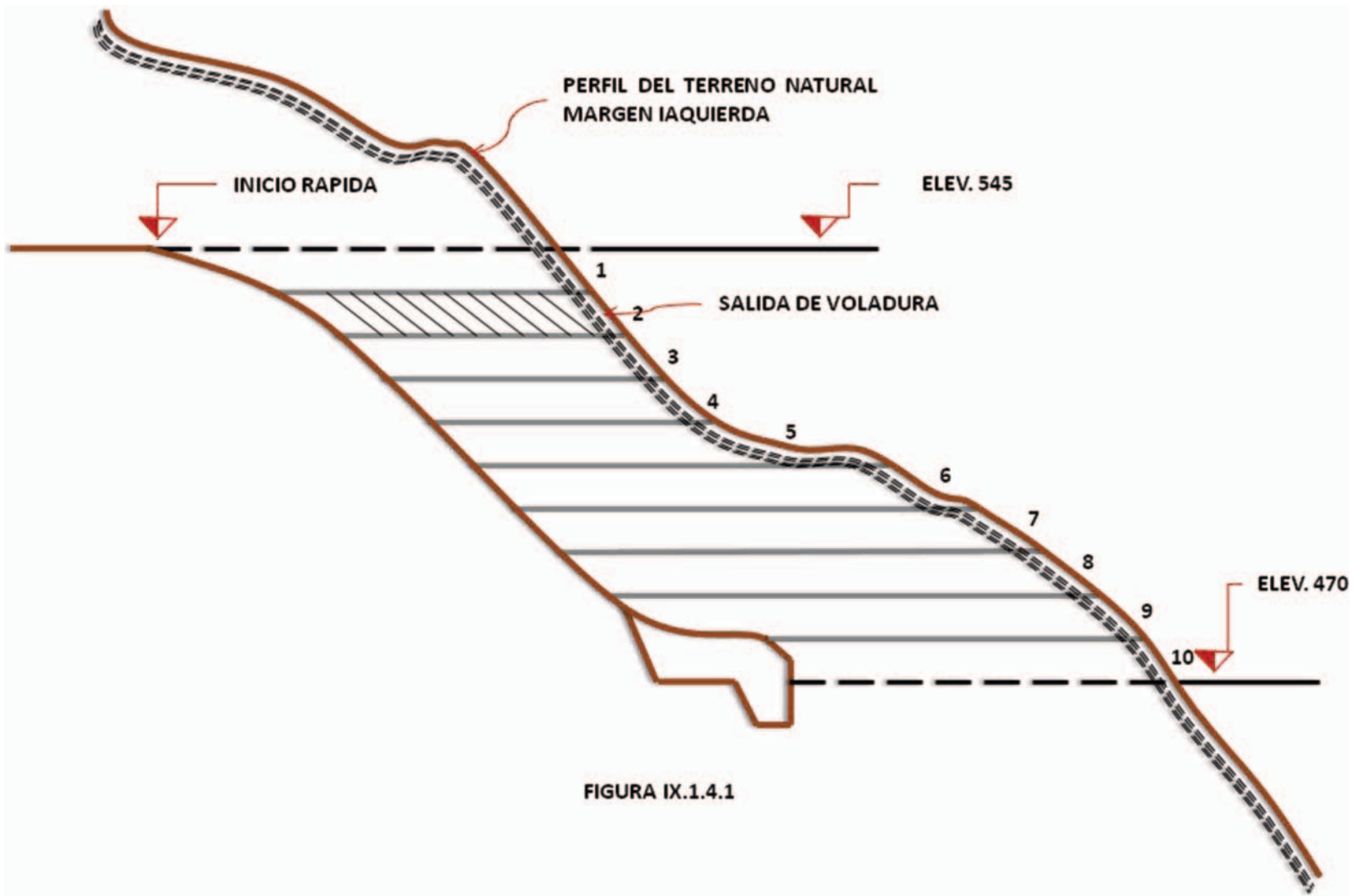
EL PROCEDIMIENTO PARA LA EXCAVACIÓN DE ESTA ZANJA ES EL MISMO QUE SE APLICÓ PARA EL DENTELLÓN DEL CIMACIO Y PARA EL DENTELLÓN DE LA CUBETA DEFLECTORA.

SE REALIZA LA PRIMER VOLADURA EN CUÑA PARA QUE TENGA SALIDA EL MATERIAL HACIA ARRIBA.

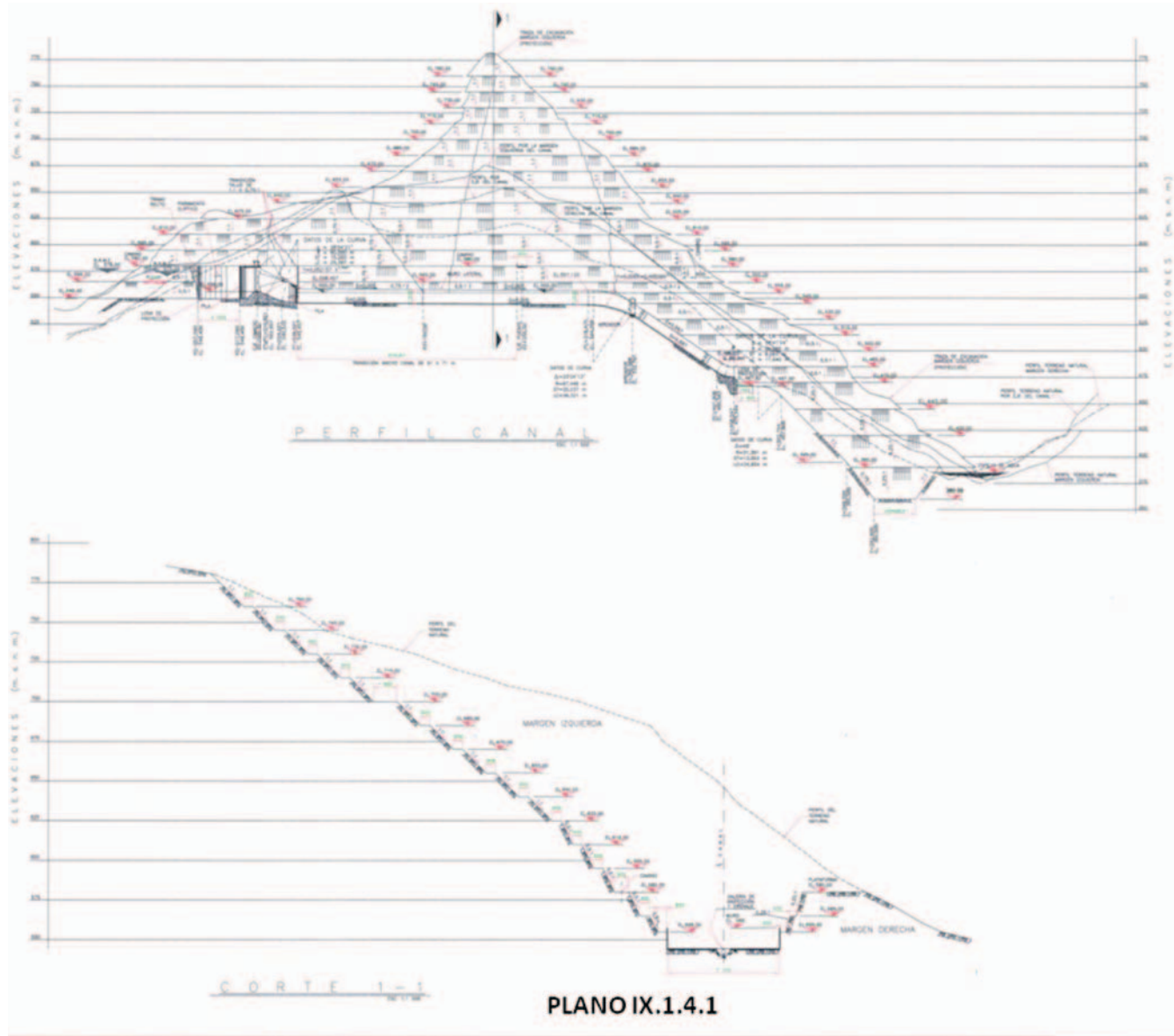
ESTA PRIMER VOLADURA SE REZAGA CON RETROEXCAVADORA DEJANDO LAS DIMENSIONES DE LA ZANJA A PROYECTO.

LAS VOLADURAS 2,3,4, ETC. TENDRÁN SALIDA HACIA AGUAS ARRIBA, MISMAS QUE UNA VEZ REZAGADAS DEJARÁN UN PERFIL COMO MARCA EL SIGUIENTE DIBUJO.



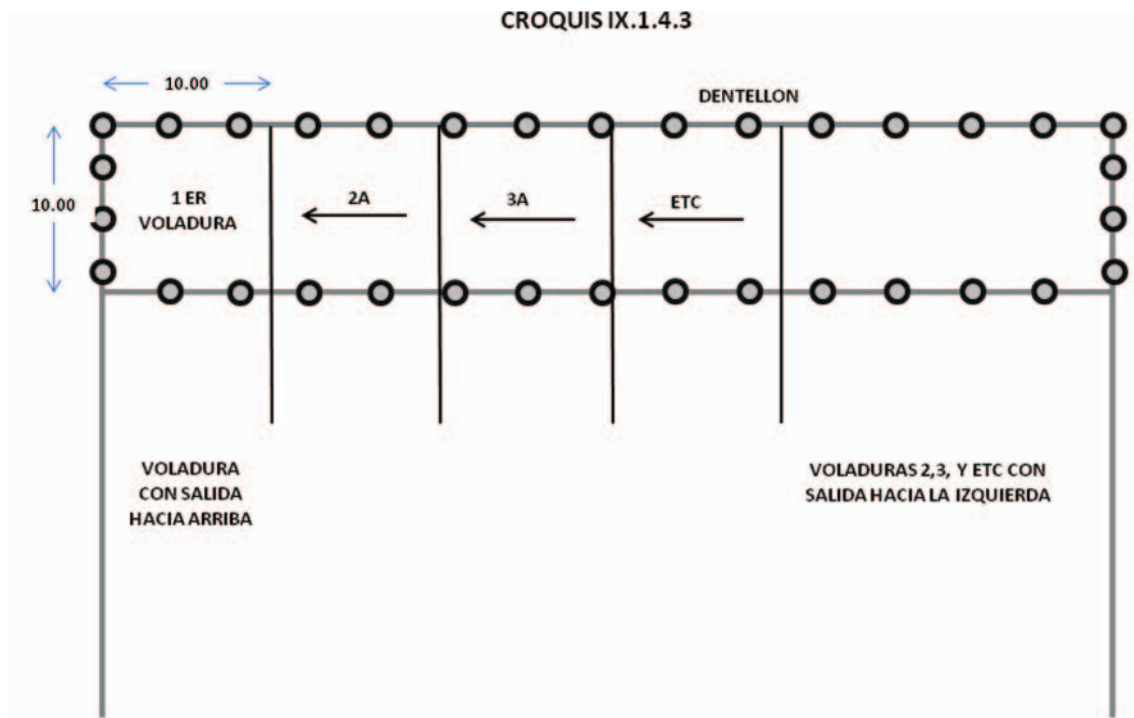




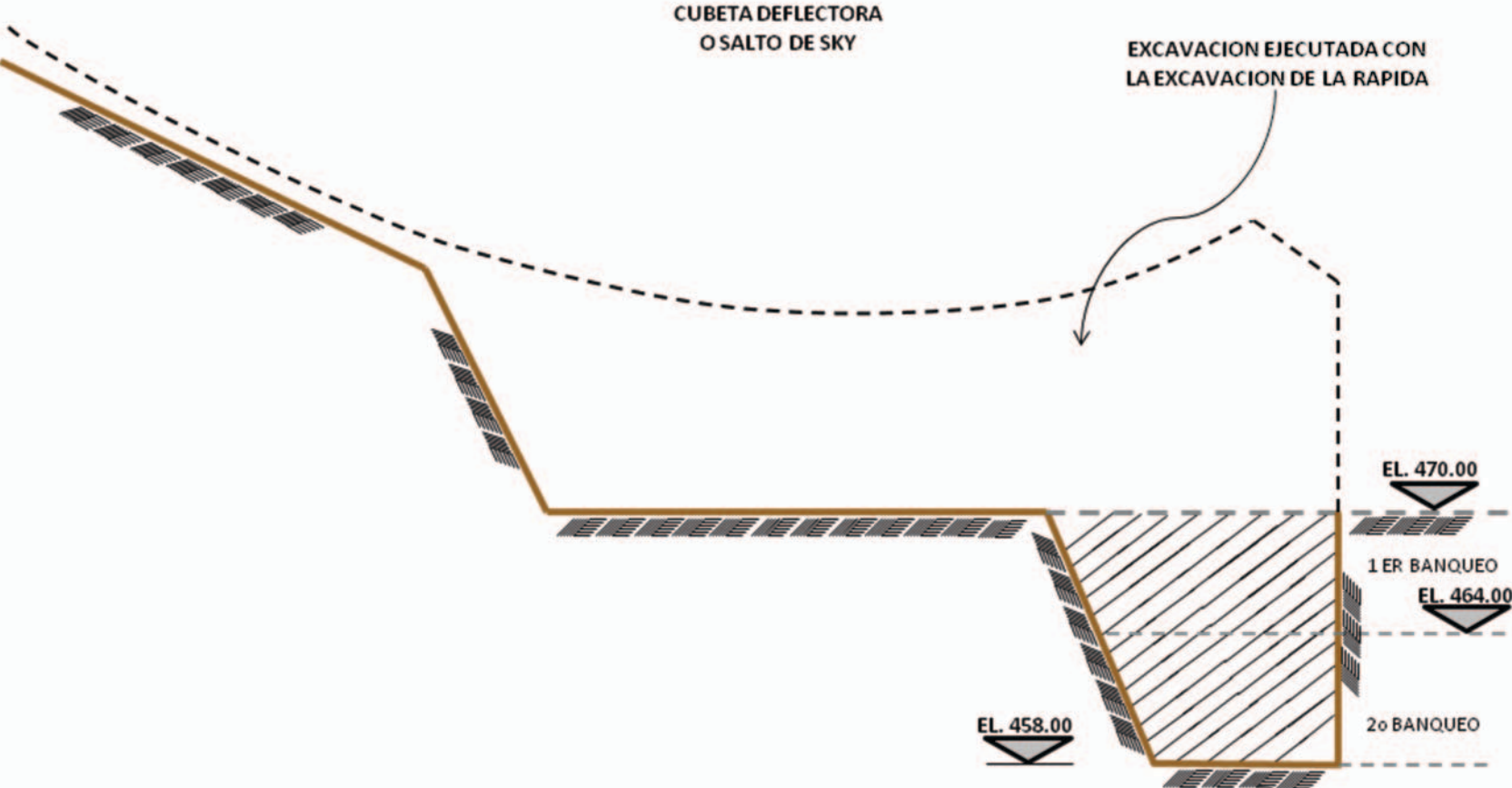


En el capítulo anterior en la excavación de la rápida, se realizó parte de la excavación de la cubeta deflectora quedando pendiente la parte achurada de la elevación 470.00 a la elevación 458.00 (ver croquis IX.1.4.1).

Como se podrá observar, la excavación es un cajón, sin tener una salida franca a alguna dirección, motivo por el cual se realizará como el caso del cimacio, es decir, se harán dos banquetes de 6.00 mts a todo lo ancho del canal, se marcará en cada uno la primer voladura en el lado izquierdo en forma de cuña con salida hacia arriba y las posteriores con salida hacia lado izquierdo (ver croquis IX.1.4.3 y IX.1.4.4)



CRQUIS IX.1.4.4



Una vez realizado el 1er banqueo de 6.00 mts, de manera semejante se realiza en 2o banqueo.

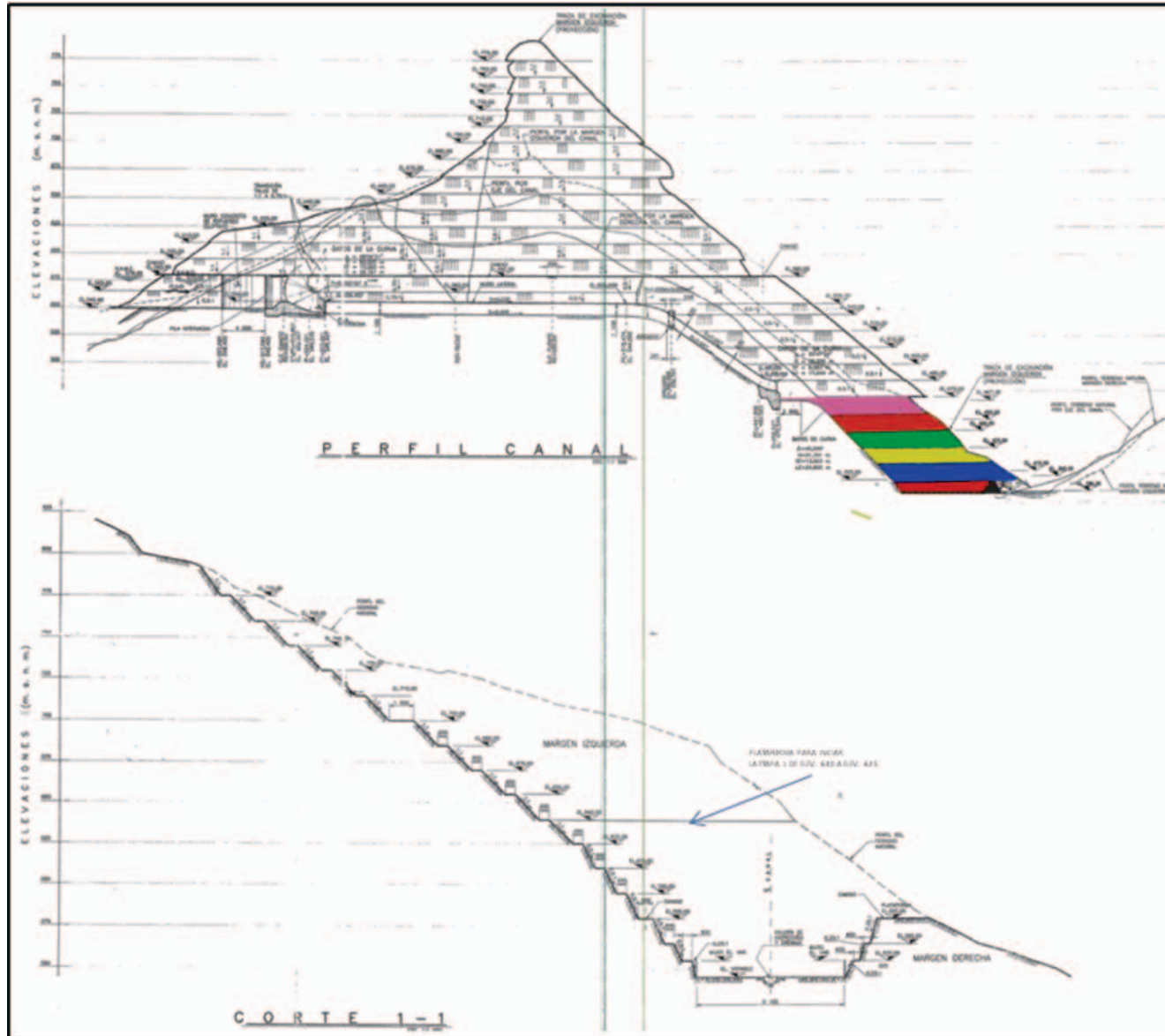
El precorte perimetral se ejecuta de la elevación 470.00 a la elevación 458.00

#### **IX.1.5.- ETAPA 5. TANQUE AMORTIGUADOR DE LA ELEVACIÓN 470.00 A LA ELEVACION 380.00**

La excavación del tanque amortiguador se lleva a cabo siguiendo el procedimiento de la rápida de la elevación 470.00 a la elevación 395.00 y de esta elevación a la 380.00 (ver plano IX.1.5.1).

Como el agua del rio esta en la elevación 386.00 por lo tanto al ejecutar el banqueo del tanque amortiguador de 6.00 mts se nos puede meter el agua, motivo por el cual se construirá un bordo para evitarlo (ver figura IX.1.5.1).

El material producto de la excavación entre las elevaciones del tanque amortiguador será enviado a la cortina por el camino rojo que inicia en la elevación 395.00 pasa por una de las bermas del túnel de desvío y llega al recinto de la cortina en la elevación 400.00 o mas arriba de acuerdo al avance en la colocación de materiales en la obra de contención.

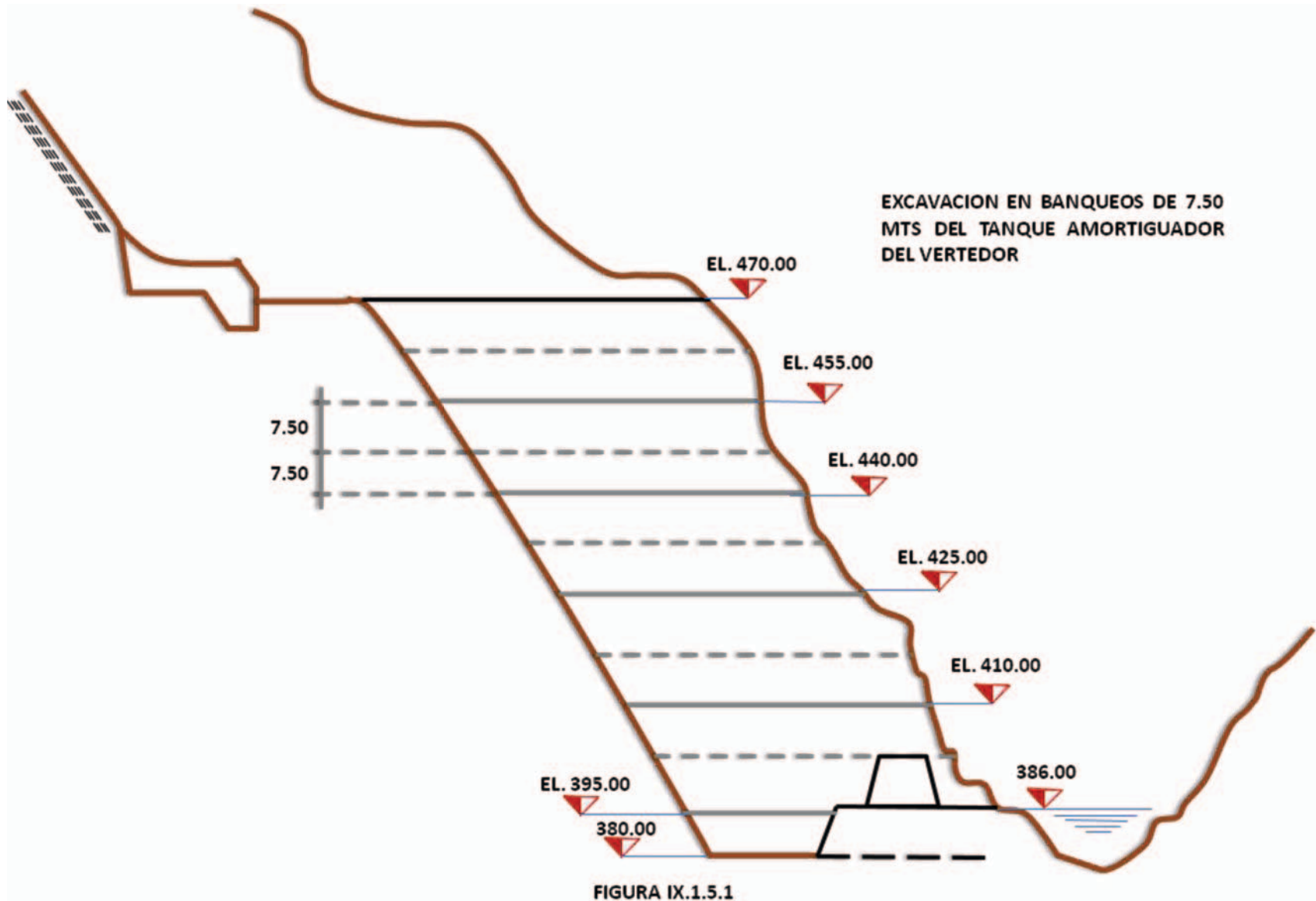


PLANO VI.1.5.1

**PROYECTO  
HIDROELECTRICO:  
LA YESCA, JAL – NAY.**

**CONJUNTO:  
OBRA DE EXCEDENCIAS**

**TITULO DEL PLANO:  
ARREGLO GENERAL  
PERFIL Y CORTE**



## **X.- CONCRETOS**

### **X.1.- AFINE DE PISO**

Una vez que se ha terminado la excavación del canal de descarga, se procede a ejecutar el afine del piso por medio de martillos neumáticos, sacando el material suelto y haciendo una limpieza a detalle con chiflón.

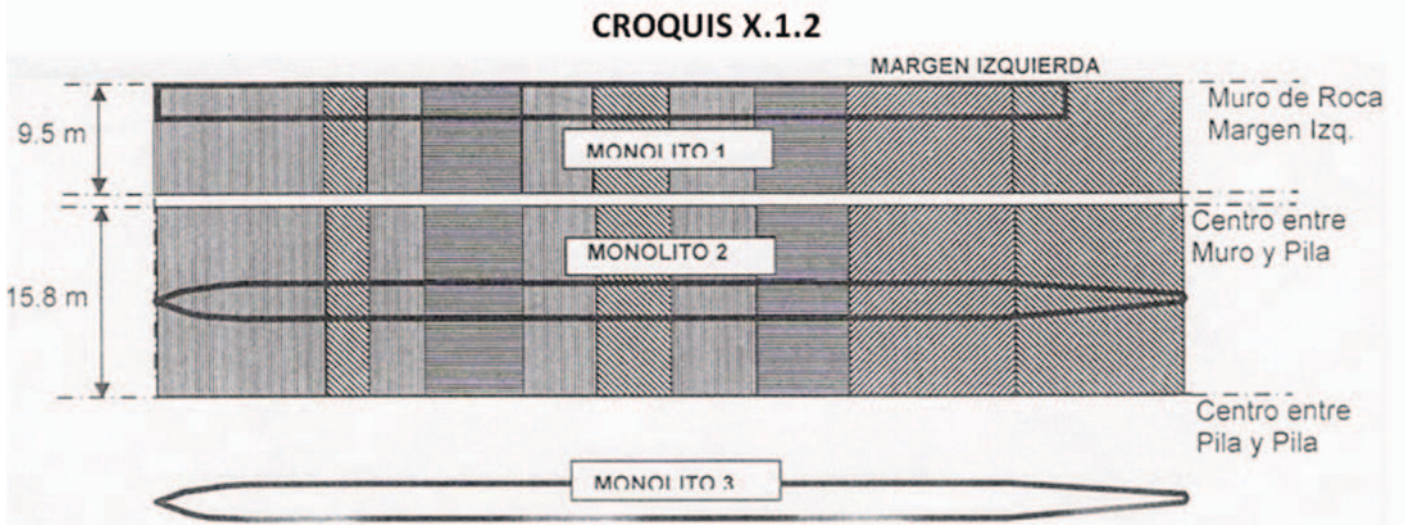
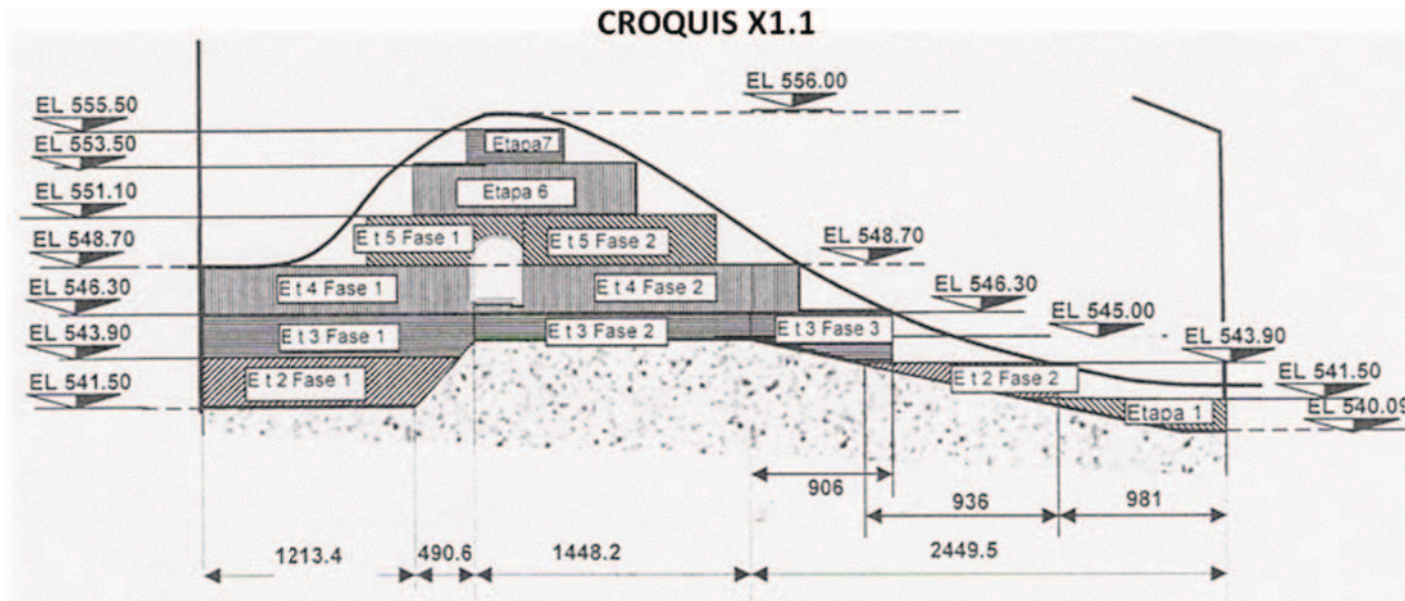
Para realizar la actividad de afine de piso, así como, la colocación de concreto en muros, plantilla, galería de drenaje, rápida y cubeta deflectora se manejarán los siguientes accesos:

a).- Por el monolito derecho del cimacio cuya colocación de concreto ha sido ejecutada hasta la Etapa 5 Fase 1 y Etapa 5 Fase 2 quedando pendiente las etapas 6 y 7 y el ultimo colado que viene siendo el revestimiento del mismo.

El acero de refuerzo que sobresale del concreto colado se dobla adecuadamente y tanto uno otro se protege con material fino y sobre este se colocará rezaga o revestimiento para construir una rampa de aguas arriba hacia aguas abajo y viceversa (ver croquis X.1.1 y X.1.2).

b).- Por el talud de la margen derecha donde se ampliará la berma de la elevación 555.00 y por medio de rellenos se llegará a la 545.00, mismos que se irán moviendo según lo pida la construcción de los elementos en esa zona.

c).- También se construirá un acceso por la berma de la elevación 470.00 del talud izquierdo y por ella enviar el concreto procedente de la dosificadora colocada en la margen izquierda aguas abajo de la cortina.





## **X.2.- REPOSICIÓN DE LA ROCA Y ANCLAJE**

Terminado el afine de piso, se colocará concreto de baja resistencia para la reposición de roca y estar conforme a las líneas de proyecto.

El concreto se suministrará por medio de ollas revolventoras que cargan en una planta dosificadora instalada aguas arriba en el canal de llamada.

Para la colocación de concreto en la reposición de roca se auxiliará con canalones y deberá de ser a tiro directo dependiendo de la magnitud del colado y el área por cubrir.

El vibrado o compactado de concreto se hará con vibradores neumáticos de 2" a 3" de diámetro. El aire a presión será suministrado por compresores portátiles en batería.

Las otras actividades que pueden realizarse después de la reposición de la roca son la excavación para la colocación de drenes y que desembocarán en la galería de drenaje y la barrenación y colocación de anclas en el piso del canal de descarga.

La excavación para drenes, la barrenación y colocación de anclas se ejecutarán de acuerdo al avance en la colocación de los concretos de las estructuras que conforman el canal de descarga de la obra de excedencias.

## **X.3.- CONCRETO EN MUROS**

Para la colocación de los concretos en las estructuras del canal de descarga se deberá de contar con lo siguiente:

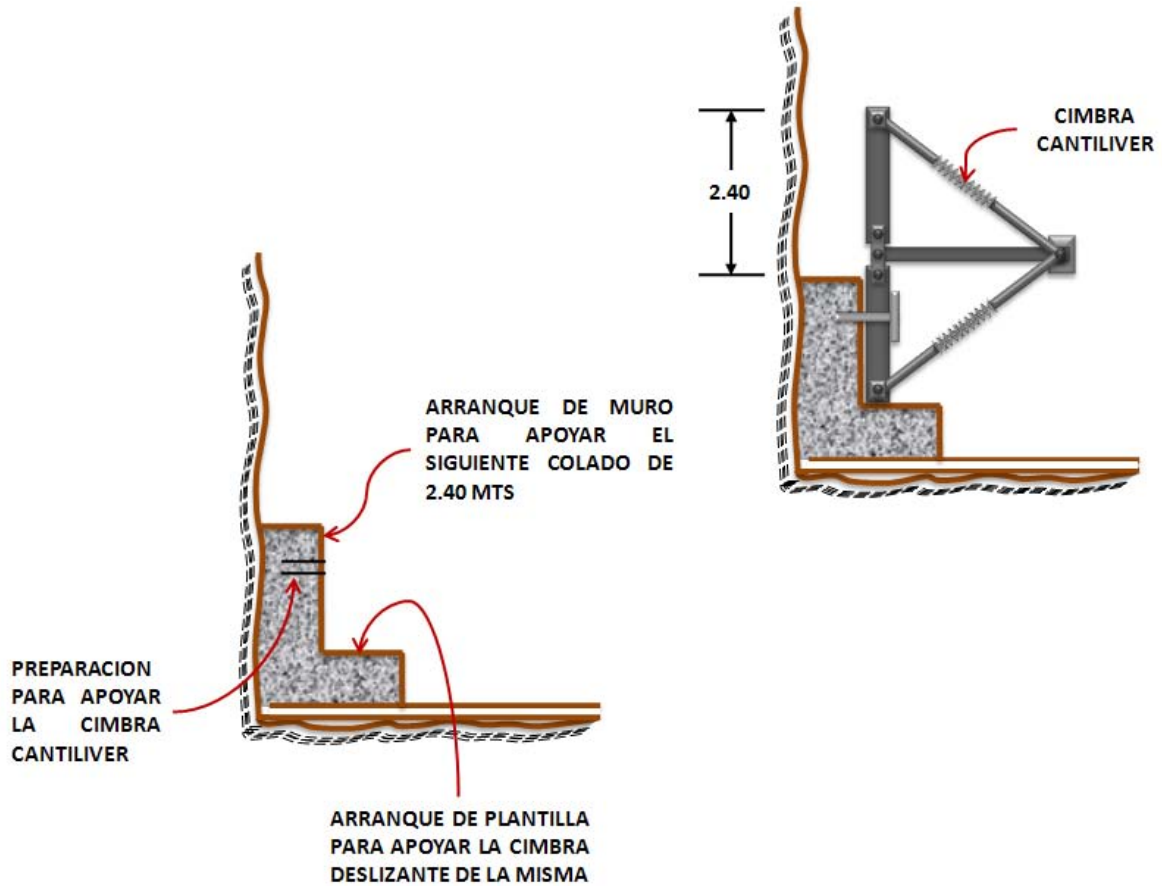
1.- Un área o plataforma plana en toda su extensión y a una elevación constante para el almacenaje de agregados, habilitación de acero de refuerzo, almacenaje y manejo de cemento y aditivos, instalación de dosificadora para la fabricación de concreto, fabricación de vigas para el puente de maniobras, fabricación de cimbra deslizante para el colado de la plantilla del canal de descarga, suministro y habilitado de cimbres. Esta plataforma será la del canal de llamada y si es necesario ampliarla se hará con material producto de excavación de desperdicio.

2.- En la misma plataforma se instalará una estación de compresores para la producción de aire comprimido que se almacenará en depósitos de donde partirán líneas de aire a lo largo del canal se instalarán tanques de almacenamiento de agua y que de ellos partirán por todo el canal líneas para el suministro de agua.

3.- Para la fabricación de concreto se instalarán silos con la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades requeridas.

Una vez que se ha detallado la infraestructura necesaria para la colocación de concretos y los accesos para su acarreo, procederemos a describir la planeación para la construcción de las estructuras iniciando con concreto en muros.

La colocación de concreto en los muros del canal de descarga se realizará en varias etapas, la primera consistirá en la colocación de una parte de plantilla con un arranque de muro lográndose de esta manera dejar preparado el apoyo para deslizar la cimbra de la plantilla y tener el arranque del muro con la preparación para la siguiente alzada del mismo con cimbra en cantiliver tal y como se muestra en los siguientes dibujos:



El canal de descarga se puede dividir en tres partes, la primera será donde termina la zona de control al inicio de la rápida, la segunda viene siendo la rápida y la tercera la cubeta deflectora o salto de sky; hay una cuarta que no lleva concreto y sería el tanque amortiguador cuya excavación termina en la elevación 380.00.

Para la colocación de concreto en muros se pueden iniciar varios frentes de trabajo que se atacarán de acuerdo al programa de obra y empezando por la primer etapa.

Los frentes podrán ser los siguientes:

Frente # 1.- Arranque de muro derecho de aguas arriba hacia aguas abajo

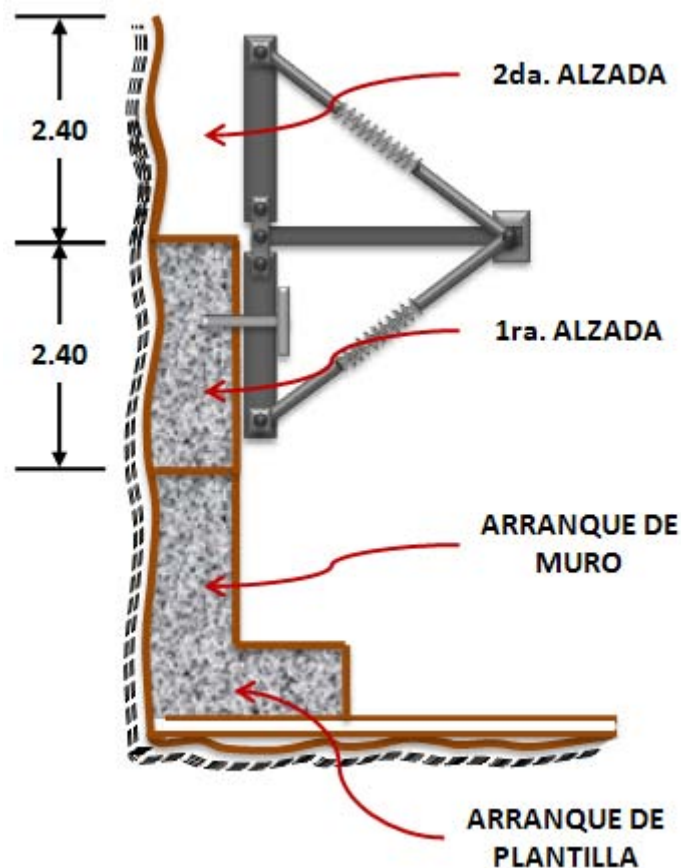
Frente # 2.- Arranque de muro derecho del centro del canal hacia aguas arriba

Frente # 3.- Arranque de muro derecho del centro del canal hacia aguas abajo

Frente # 4.- Arranque de muro derecho del inicio de la rápida hacia aguas arriba

Los frentes de arranque de muros #5,6,7 y 8 serán simétricos a los cuatro primeros pues se localizan en el lado izquierdo (ver croquis X.1.1).

De igual manera se podrán atacar ocho frentes de muros, es decir, una vez ejecutados los colados de los arranques de muros, se puede continuar con las siguientes alzadas de los muros derecho e izquierdo tal y como se muestra en el siguiente dibujo.



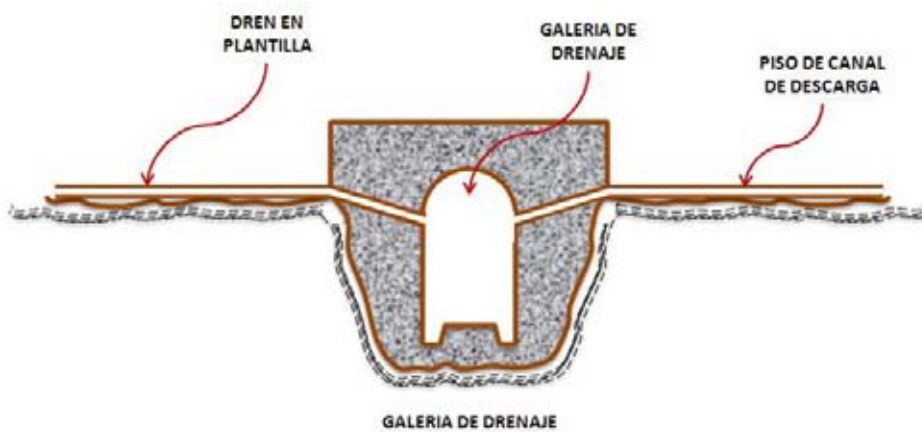
Continuación de la colocación de concreto en muros derecho e izquierdo por alzadas de 2.4 mts, con cimbra cantiliver hasta completar la altura de los mismos.

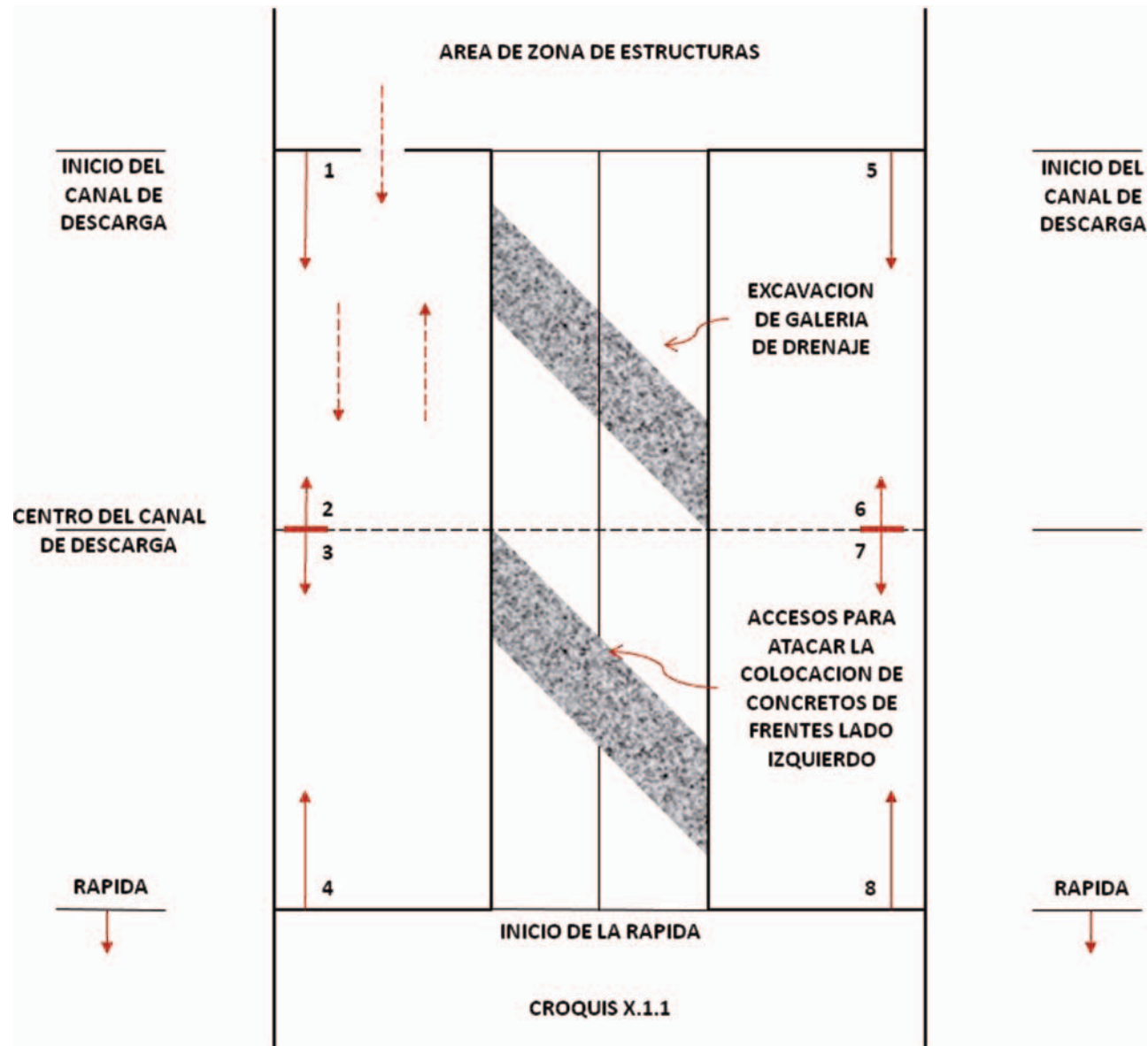
La colocación de concreto en muros también se puede llevar a cabo con cimbra deslizante.

El concreto se enviará con ollas revoledoras transitando del canal de llamada que es donde está instalada la dosificadora por el lado derecho del canal o llevando el concreto por medio de bandas colocadas en las bermas correspondientes que podrá fabricarse en la dosificadora instalada aguas abajo margen izquierda del río, la decisión para usar una u otra dosificadora está relacionada con la localización de los frentes para la colocación de concreto, el cimbrado y el descimbrado se tendrán bombas estacionarias, bombas de pluma y grúas de 15 y 20 toneladas para las maniobras necesarias.

El área de la zona de estructuras los frentes de arranques de muros y plantilla, el centro del canal de descarga, la excavación para alojar la galería de drenaje, el acceso por donde transitarán las ollas revoledoras y demás equipos y los accesos del lado derecho al izquierdo del canal se pueden observar en el croquis X.1.1.

La excavación para alojar la galería de drenaje que estará localizada el centro del canal y que es a donde desembocan los drenes colocados en los muros y en la plantilla se puede ver en el siguiente dibujo.



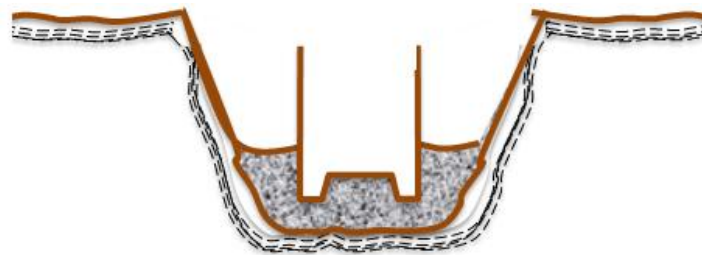


#### X.4.- CONCRETO EN PLANTILLA

Para colocar concreto en la plantilla en el canal de descarga se tiene que haber terminado los colados de arranque de muro, arranque de plantilla y la parte donde va alojada la galería de drenaje hasta el nivel de la plantilla (ver croquis X.4.1).

Seguidamente se describirá el procedimiento para colar la galería de drenaje e inspección.

La galería se construirá en dos fases, en la primera queda colada la plantilla y drenes de la misma y en la segunda quedarán construidos los muros, la bóveda y la plantilla del canal tal y como se puede ver en los siguientes dibujos.



PRIMERA FASE

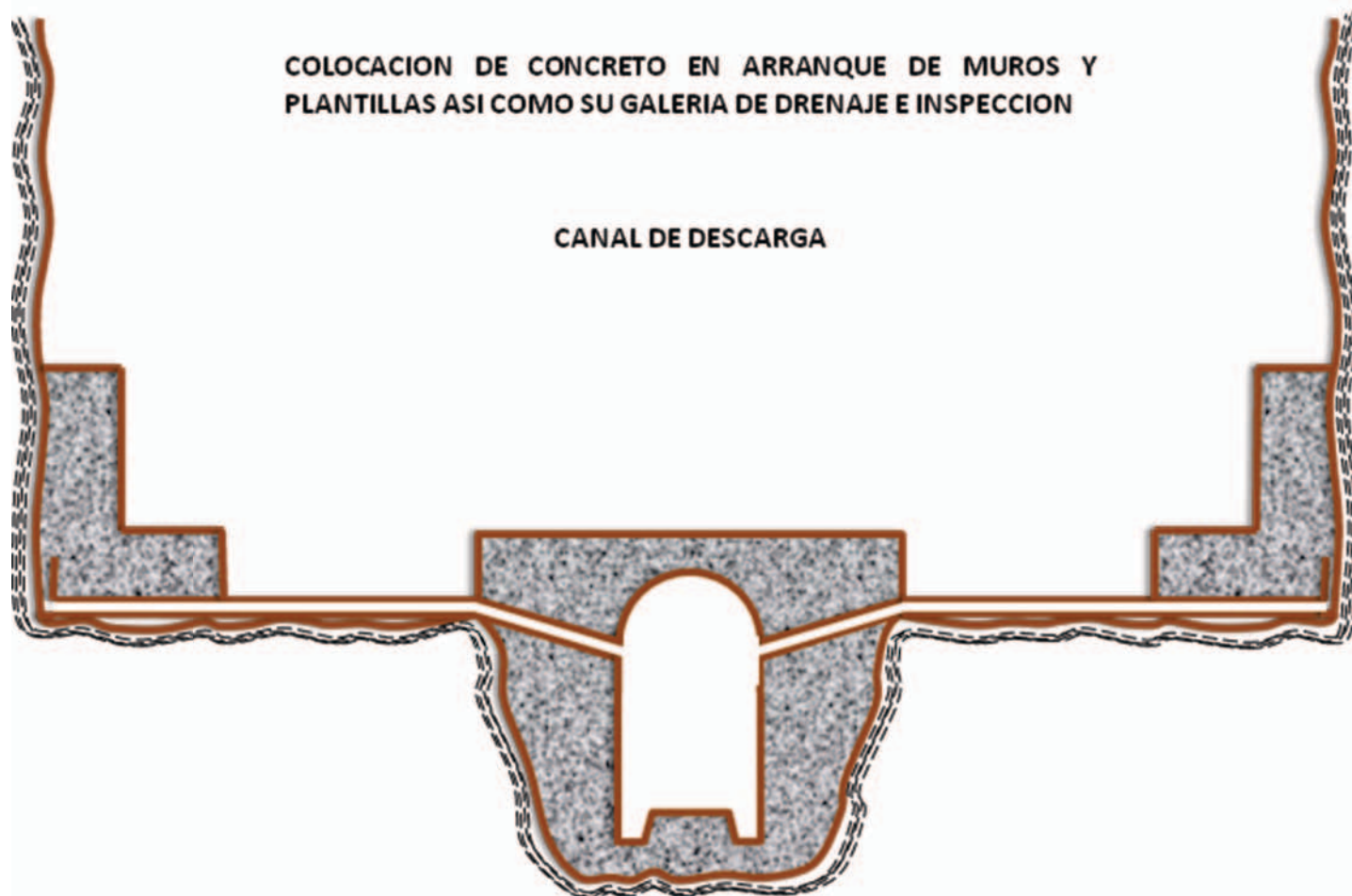


SEGUNDA FASE

**CROQUIS X.4.1**

**COLOCACION DE CONCRETO EN ARRANQUE DE MUROS Y  
PLANTILLAS ASI COMO SU GALERIA DE DRENAJE E INSPECCION**

**CANAL DE DESCARGA**



El avance de los colados de la galería en su primera fase será de aguas arriba hacia aguas abajo, siguiendo el avance de la excavación, reposición de roca y drenaje. La segunda fase será de aguas abajo hacia aguas arriba.

El concreto se colocará con una bomba sobre camión del tipo Scwing o similar, es necesario llevar el colado en capas iguales de un lado y otro con el fin de que no se mueva la cimbra de la segunda fase.

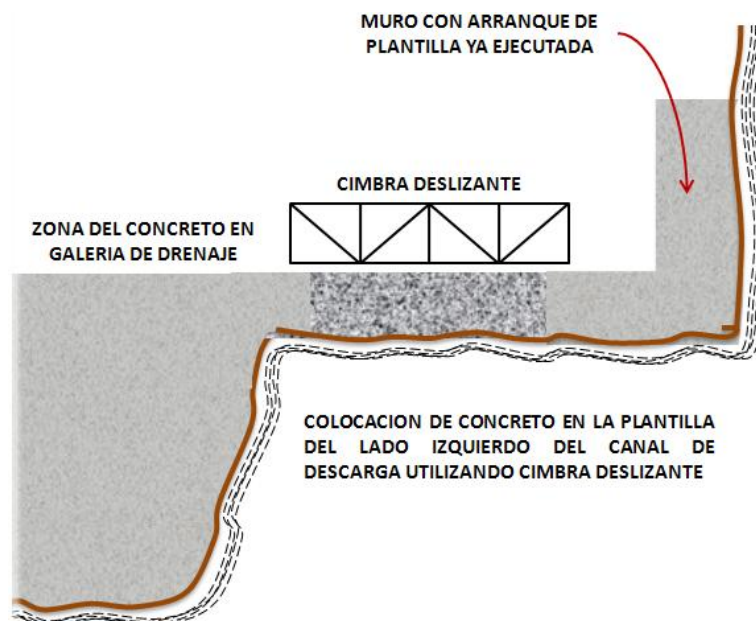
Una vez colados los muros y la galería de inspección y drenaje se tienen los apoyos para colar con cimbra deslizante la plantilla la cual se realizará primero el lado izquierdo para seguir utilizando como acceso el lado derecho del canal de descarga y tener dos alternativas para los colados de la rápida y salto de sky pues también podemos colar estas estructuras utilizando los accesos de aguas abajo y la dosificadora instalada adyacente a la planta clasificadora.

### **COLOCACIÓN DE CONCRETO EN PLANTILLA DEL LADO IZQUIERDO DEL CANAL DE DESCARGA**

Iniciaremos el colado de la plantilla del lado izquierdo apoyando la cimbra deslizante en el arranque de la plantilla del mismo lado y en el colado de la plantilla de la zona de la galería de drenaje.

Este concreto se llevará en ollas revolvedoras que transitarán por el lado derecho del canal, pasando por un claro entre el muro derecho y la pila sobre la primera etapa de colados del cimacio protegido por una capa de material fino.

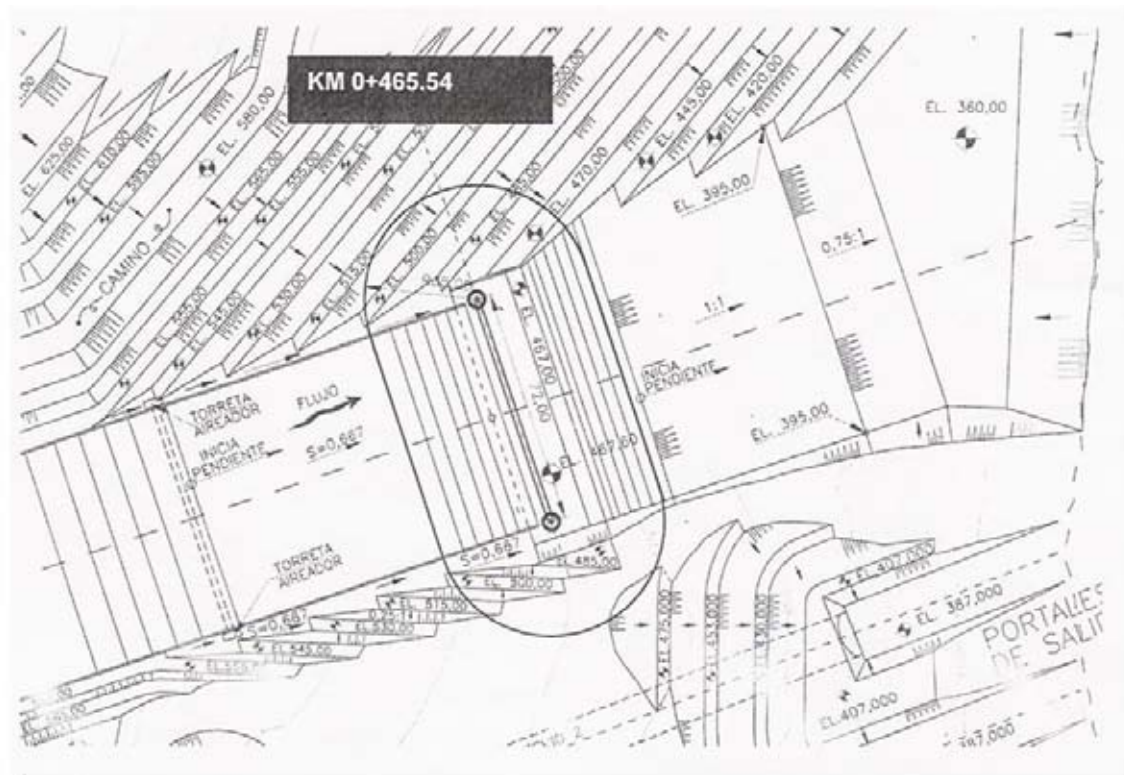
La colocación de concretos en la plantilla lado izquierdo iniciará de aguas abajo hacia aguas arriba en la estación 0+318.475, elevación 545.457. ver el siguiente dibujo.





La colocación de concreto en la plantilla podrá ejecutarse con banda transportadora, con bomba o con bacha, se escogerá el equipo mas adecuado para eficientar la actividad.

Una vez terminada la plantilla del lado izquierdo, quedarían por construir tres estructuras, la cubeta deflectora o salto de sky, la rápida y la plantilla del lado derecho del canal para salir por el acceso del cimacio y terminar con el ultimo colado de este, quedando el vertedor terminado.



LOCALIZACION GRUA TORRE Y AREA DE INFLUENCIA

CROQUIS X.4.2

Para apoyar los colados de la rápida, será necesario colar primero la cubeta deflectora o salto de sky.

### COLADOS EN LA CUBETA DEFLECTORA

Esta se construirá similar al cimacio, por medio de monolitos, auxiliado con la grúa torre que desocupará la estructura de control, (una vez que terminen los trabajos de esta zona) y que se montará en la zona de la losa final de la cubeta deflectora (ver croquis X.4.2).

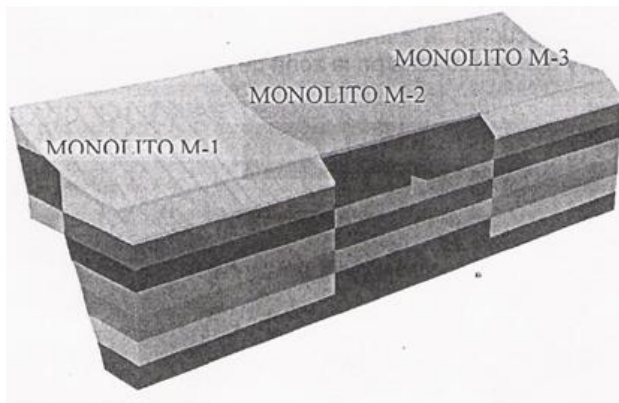
Esta auxiliará la construcción de los monolitos de la cubeta deflectora, que se dividirá en tres partes con lo que se tendrán tres monolitos (ver croquis X.4.3) y cada monolito tendrá trece etapas de colado, incluido el último colado que vendría siendo el revestimiento que le da la forma de curva a la estructura. (ver croquis X.4.4).

La cimbra a utilizarse será tipo cantiliver como la que se utilizó en el cimacio y los muros del canal de descarga.

La secuencia de colado será: monolito 1, monolito 3, monolito 2; la galería de drenaje se formará con la misma cimbra utilizada en los tramos anteriores. Una vez terminada la excavación, tratamiento y limpieza del piso y muros de la cubeta deflectora, se procederá a colocar el acero de refuerzo que se indique en los planos. El concreto se colocará a tiro directo, usando canalones y bien, bomba con pluma o con banda con tolva.

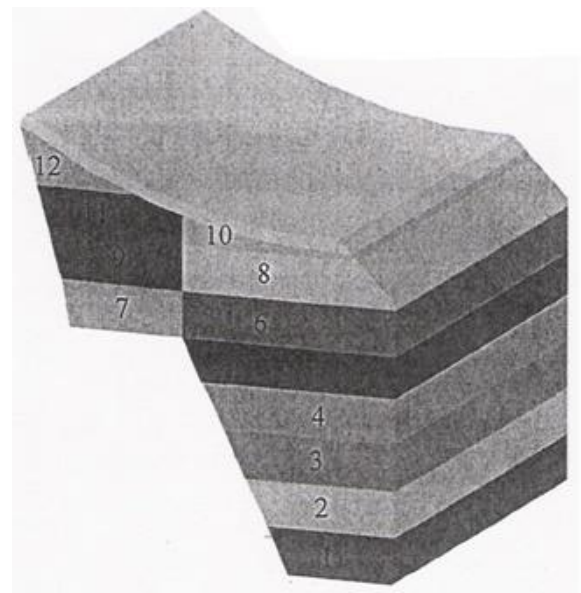
Para el vibrado se utilizarán vibradores neumáticos de 2" y 3", el concreto se colocará en capas de 40cm, el curado será con agua durante el proceso de construcción en la parte superior de cada etapa y con curacreto las juntas entre monolitos y el revestimiento.

CROQUIS X.4.3



MONOLITOS DE LA CUBETA DEFLECTORA

CROQUIS X.4.4



ETAPAS DE COLOCADO EN CUBETA DEFLECTORA

Para el colado del revestimiento, se utilizará una cimbra de madera (cerchas) que proporcione la forma del salto de sky de acuerdo a la geometría de diseño.

### COLOCACIÓN DE CONCRETO DE LA RÁPIDA

Para construir la zona de la rápida se deberá apoyar en el inicio de los colados del salto de sky donde se empezaran a colar las losas de aguas abajo hacia aguas arriba y se harán por el método de deslizado por lo que las fronteras tendrán que estar a nivel. En esta etapa el concreto será colocado con motobomba y con banda con tolva estacionada desde la berma de la 470.00 de margen izquierda y desde el km donde inicia la rápida.

Se cuidará construir las juntas estructurales donde lo marca el proyecto, se utilizarán cimbras con la geometría indicada en el diseño, el vibrado se hará como se indicó anteriormente así como el curado de concreto.

### **COLOCACIÓN DE CONCRETO EN LA PLANTILLA DEL LADO DERECHO DEL CANAL DE DESCARGA**

La colocación de concreto en la plantilla del lado derecho del canal de descarga se iniciará una vez terminada la construcción de la rápida, el procedimiento es igual al que se desarrolló para la plantilla del lado izquierdo ya que ambos colados son simétricos.

### **COLADO DE REVESTIMIENTO DEL CIMACIO ENTRE MURO DERECHO Y PILA**

Cuando se haya terminado el colado de la plantilla del lado derecho del canal de descarga, se procede a realizar los últimos colados del cimacio por donde nos accesamos para colocar el concreto en el salto de sky, rápida y plantilla lado derecho. Con estos últimos colados, quedará prácticamente la construcción de la obra de excedencias terminada al cien por ciento.

**BIBLIOGRAFIA**

- Manual de Gestión Integral del Proyecto Hidroeléctrico “La Yesca”
- Plan de calidad del Proyecto Hidroeléctrico “La Yesca”
- Arreglo General Perfil y Planta de la Obra de Excedencias
- Especificaciones de construcción P.H. “La Yesca”
- Estructura de Control – Pila (Armados) P.H. “La Yesca”
- Canal de descarga – cubeta deflectora P.H. “La Yesca”
- Puente sobre el vertedor P.H. “La Yesca”
- Especificaciones 2a. convocatoria Concurso Internacional del Proyecto Hidroeléctrico de La Yesca Jalisco – Nayarit.