

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

PABLO ALBERTO ROA JACOBO

ASESOR

ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ

MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2013



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/065/13

Señor
PABLO ALBERTO ROA JACOBO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ**, y que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted conforme a la opción I. "Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional", para obtener su título de **INGENIERO CIVIL**.

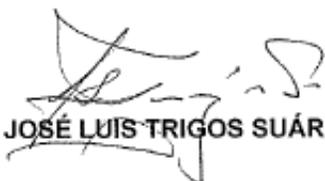
"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS"

- INTRODUCCIÓN
- I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO
- II. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO
- III. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
- IV. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN
- V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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 4 de Junio del 2013.
EL PRESIDENTE DEL COMITÉ.


M.I. JOSÉ LUÍS TRIGOS SUÁREZ

JTS/MTH.rvm



“CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL
ESTADO DE CHIAPAS”.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
II. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO.	6
II.1. CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE OBRA.	24
III. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	25
III.1. OBRA DE DESVÍO	25
III.1.1. PORTALES	25
III.1.2. TUNEL DE DESVÍO	35
III.1.3. ATAGUÍAS	48
III.1.4. PANTALLA FLEXOIMPERMEABLE	51
III.1.5. CAMINOS PROPUESTOS PARA LA OBRA DE DESVÍO.	57
III.2. OBRA DE EXCEDENCIAS	59
III.2.1. EXCAVACIÓN	59
III.2.2. CONCRETOS DE OBRA DE EXCEDENCIAS.	68
III.2.3. CAMINOS PROPUESTOS PARA LA OBRA DE EXCEDENCIAS.	89
III.3. OBRA DE GENERACIÓN	91
III.3.1. EXCAVACIONES.....	91
III.3.2. CONCRETOS DE OBRA DE GENERACIÓN.	96
III.3.3. CAMINOS PROPUESTOS PARA LA OBRA DE GENERACIÓN.....	125
IV. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN.....	127
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
V.1. CONCLUSIONES	132
V.2. RECOMENDACIONES:.....	132



INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de optimizar la construcción del proyecto hidroeléctrico Chicoasén II, me enfoqué en realizar los trabajos de análisis de los procedimientos constructivos de acuerdo a lo que exige el grado de dificultad de cada estructura.

En esta tesis se establecieron las secuencias de construcción, las características de los equipos a utilizar, los rendimientos, las posibles interferencias con otros frentes de trabajo, los caminos, los túneles auxiliares de construcción y la determinación de los ciclos de ejecución de las diferentes estructuras.

Dentro de los procedimientos se describirán a detalle los ciclos de excavaciones en suelo y roca de las diferentes estructuras, del mismo modo, se describen a detalle los trabajos a realizar para la construcción de los concretos, cimbrado, densidad de aceros, rendimientos etc., también se describe la maquinaria y metodologías que se requerirán para la ejecución de los trabajos.

La realización de estos procedimientos constructivos nos permitirá elaborar un programa detallado de construcción conforme a los rendimientos y la secuencia según la complejidad de las estructuras y así definir la ruta crítica y la duración total del proyecto.

Así también se podrá dar un parámetro para la realización del presupuesto, ya que aquí se definirán los recursos como maquinaria, equipo, rendimientos de cuadrillas de trabajo, etc., propuestos para esta obra.

El "**Análisis de Constructibilidad**" consiste, de manera muy resumida, en la implementación de técnicas aplicadas a la búsqueda de la optimización técnica, constructiva, programática y económica de los proyectos de construcción de obras de infraestructura.



I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Para satisfacer la demanda de energía eléctrica en la región, es necesario desarrollar el Proyecto Hidroeléctrico 289 CH Chicoasén II , el cual se integra por Actividades a Precio Alzado y Actividades a Precios Unitarios, y consisten principalmente en: obra de desvío sobre la margen derecha del río que incluye: un túnel de desvío de 453,48 m. de longitud y 16 por 16 m de sección transversal y dos ataguías; obra de contención que consiste en un muro de concreto aguas arriba de la obra de toma; obra de generación que comprende una obra de toma, la conducción del agua hacia casa de máquinas se efectuará por un distribuidor revestido de concreto, un canal de desfogue a cielo abierto, casa de máquinas exterior en el cauce, equipada con tres turbinas tipo Kaplan de 81.22 MW de potencia cada una, con una potencia nominal total de 240 MW en las terminales del generador y generación media anual de 576,44 GWh, y una subestación elevadora tipo encapsulada ubicada aguas abajo de la casa de máquinas; obra de excedencias, integrada por un canal vertedor a cielo abierto con tres vanos en la margen izquierda, la zona de control está formada por el cimacio y dos pilas de concreto reforzado para conformar los vanos que estarán equipados con compuertas radiales operadas por servomotores; el canal de descarga es revestido de sección compuesta y está limitado por muros de concreto armado reforzado, de conformidad con los términos y condiciones establecidos por la Comisión Federal de Electricidad.

El Proyecto Hidroeléctrico 289_CH Chicoasén II, se localiza en los municipios de Chicoasén y San Fernando, estará ubicada al noreste de Tuxtla Gutiérrez, en la zona denominada como 'La Cuevita', a 8.5 km aguas abajo de la presa Chicoasén, siguiendo el cauce del río Grijalva. En el Estado de Chiapas, Estados Unidos Mexicanos, constituido fundamentalmente por las Obras Civiles, Obras Electromecánicas y Obras Asociadas. Ver Figura 1.



Figura 1.- Ubicación del Proyecto P.H. Chicoasén II.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



El plazo de ejecución del Proyecto será de aproximadamente 4 años. Para el proyecto Hidroeléctrico (P. H.) Chicoasén II, proyectado aguas abajo de la C.H. Chicoasén (Manuel Moreno Torres), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) desde 1977 ha efectuado estudios, en diversas campañas, para diferentes alternativas de eje de presa.

El proyecto actualizado al 6 de junio de 2012, consiste en una cortina de Concreto convencional, la cual integra a la obra de excedencias y a la obra de generación (casa de máquinas); la corona tiene una elevación de 210 msnm (nivel del lecho del río de 181 msnm aproximadamente) y una longitud de 148 m, con un bordo libre de 2 m. La obra de excedencias se proyecta en canal de descarga controlada, ubicado sobre la margen izquierda. Está se compone en tres tramos: canal de llamada (nivel 181 msnm), obra de control y canal de descarga (nivel 181-181,4 msnm): el primero están constituidos básicamente por un muro interior (alojado en la ladera) unido estructuralmente a la losa; la obra de control (tramo intermedio), estructura constituida por tres vanos, en los cuales se alojan los cimacios con sus respectivas compuertas; continuando el canal de descarga con un tanque de amortiguamiento (nivel 175 msnm), al cual le sigue una losa, ligada también al muro interior,

En base a los estudios de mejoramiento y optimización de la central hidroeléctrica Chicoasén II, se realizó el estudio de constructibilidad en función de los puntos que a continuación se enlistan:

Estudio de Constructibilidad

- Planeación estratégica del proyecto
- Cálculo de las cantidades de Obra
- Elaboración de los procedimientos constructivos
- Programa detallado de construcción



II. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO.

En función de los hitos establecidos por el proyecto para la ejecución de los trabajos y de la planeación estratégica, se elaboró un programa de construcción macro. Este programa describe cronológicamente la secuencia constructiva de las obras a ejecutar. Ver Figura 2

El programa contiene las principales estructuras del proyecto, como son:

- I. Infraestructura.
- II. Túnel de desvío.
- III. Excavaciones en M.I. Elev. 210.
- IV. Excavaciones en M.D. Elev. 210.
- V. Ataguías aguas arriba y aguas abajo.
- VI. Obra de excedencias a la Elev. 210 a 175 M.S.N.M.
- VII. Obra de generación y S.E. de la Elev. 110 a 150 M.S.N.M.
- VIII. Obra Electromecánica



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



A continuación se describe en periodos de un año la secuencia constructiva de la planeación estratégica del proyecto. Ver Figura 3.

Año 1: Infraestructura, Portales, Túnel, Canal Vertedor e Ingeniería y gestiones para el suministro de Equipos Electromecánicos. **Año 2:** Desvío del río, Casa de máquinas, Ataguías, Obras de excedencias, Obra de generación. **Año 3:** Obra de excedencias, Obra de generación, Obra electromecánica y Túnel vertedor. **Año 4:** Túnel vertedor, Obra de generación y Obra electromecánica.

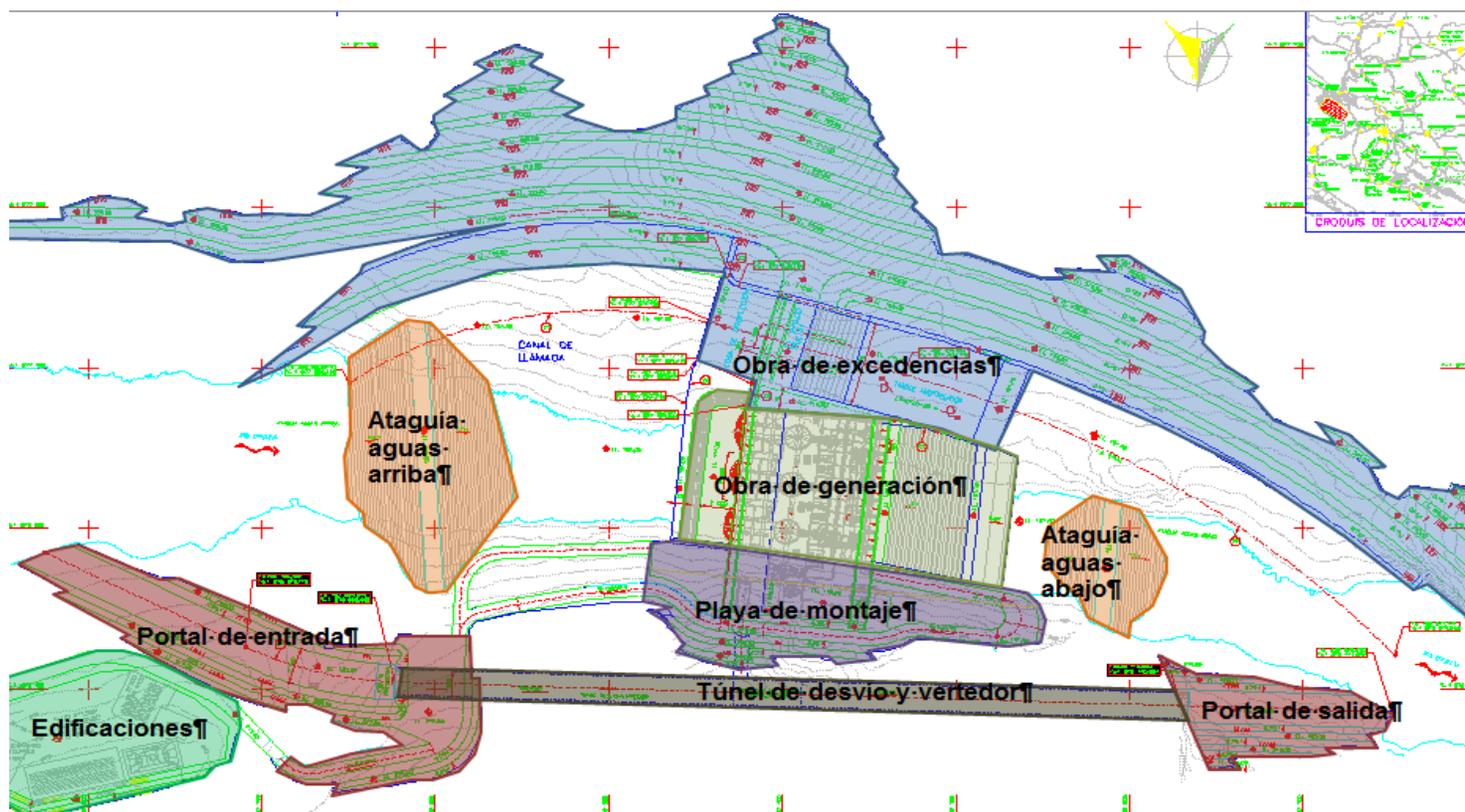


Figura 3.- Localización de la principales estructuras de Chicoasén II



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Para el **primer año** de la construcción de la obra se plantea comenzar con la excavación de los Portales de entrada y salida del Túnel de desvío, posterior a estos trabajos se realizará la excavación del mismo túnel y del vertedor, éste mismo año se realizarán los trabajos de desmonte y despalme de la margen izquierda y se comenzarán los trabajos de ingeniería y gestión para el suministro de equipos electromecánicos Ver Figura 4.

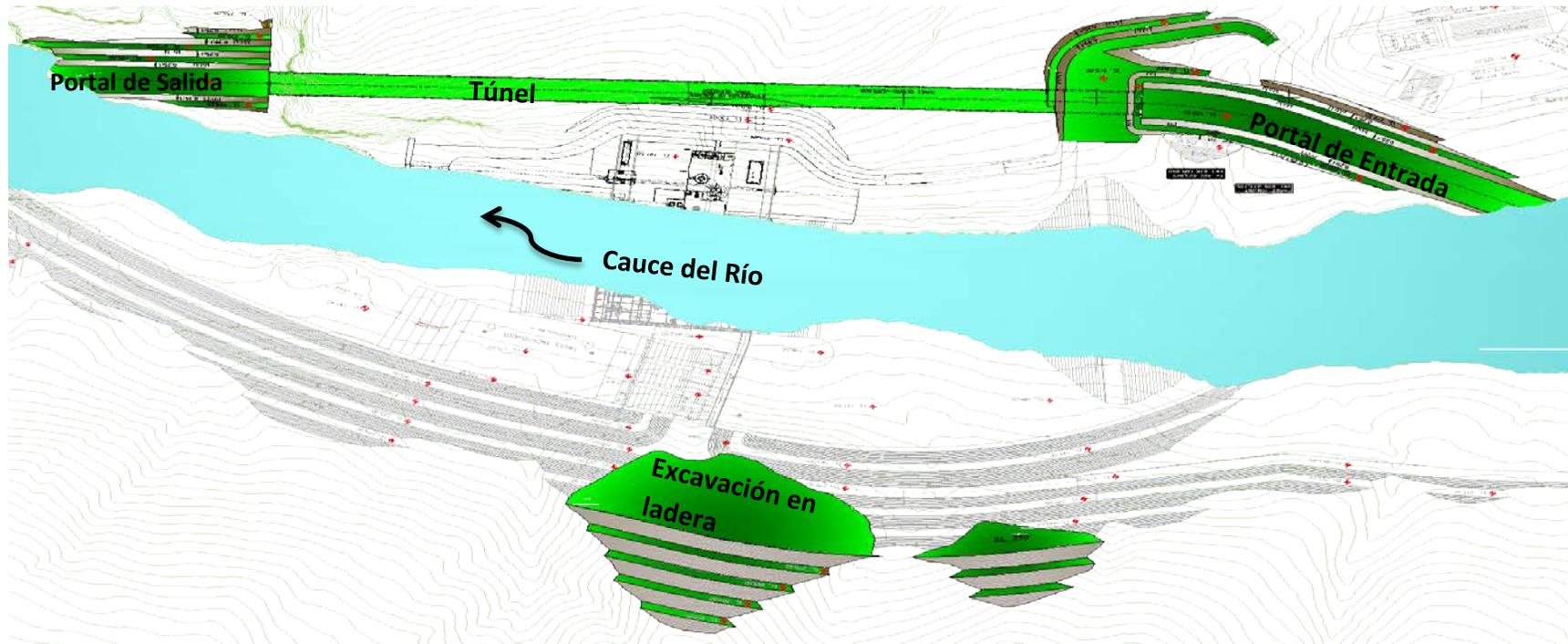


Figura 4.- Estructuras concluidas al primer año de inicio de los trabajos.



“CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS”.



Para el **segundo año** del proyecto se tiene planteado realizar el desvío del río, continuar con las excavaciones en laderas y tajo para el canal vertedor, excavaciones en casa de máquinas, construcción de ataguías, comenzar con los concretos en la obra de excedencias y obra de generación Ver Figura 5

La colocación de los concretos de la obra de excedencias se realizará de forma simultánea a las excavaciones del canal manteniendo una distancia de seguridad entre estas dos actividades ya que para las excavaciones se emplearán explosivos.

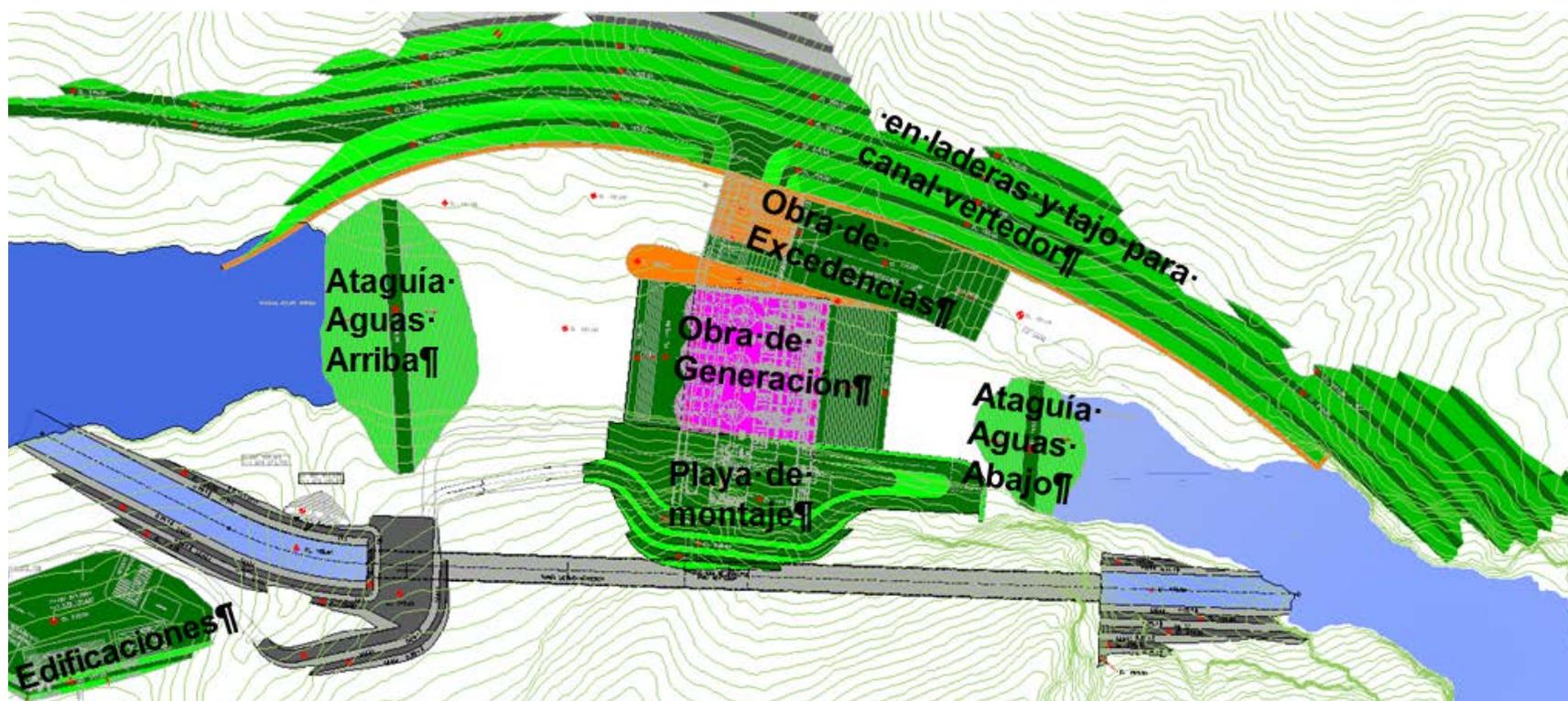


Figura 5.- Estructuras concluidas al segundo año del comienzo de la obra.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Una vez que las ataguías aguas arriba y aguas abajo se concluyan se podrá comenzar con los trabajos de excavación en la zona de obra de generación, se tiene contemplada una pantalla de inyección para la construcción de la casa de máquinas la cual evitará las filtraciones hacia la obra de generación. Ver Figura 6

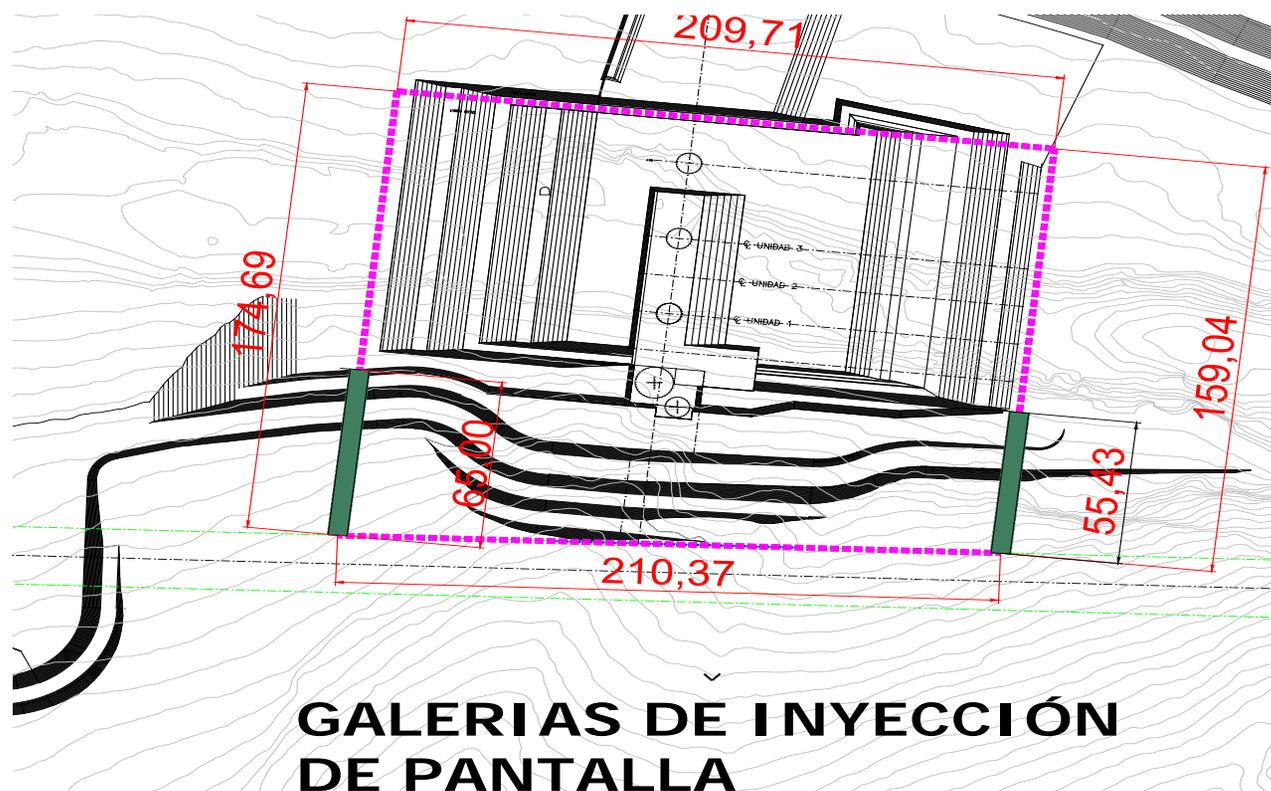


Figura 6.- pantalla impermeable en la zona de obra de generación

Para la excavación y concretos en la zona de obra de generación, se plantean caminos desde las coronas de las ataguías hasta la parte más baja de esta zona, los cuales irán avanzando según los trabajos que se lleven a cabo. Ver Figura 7 a Figura 12.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

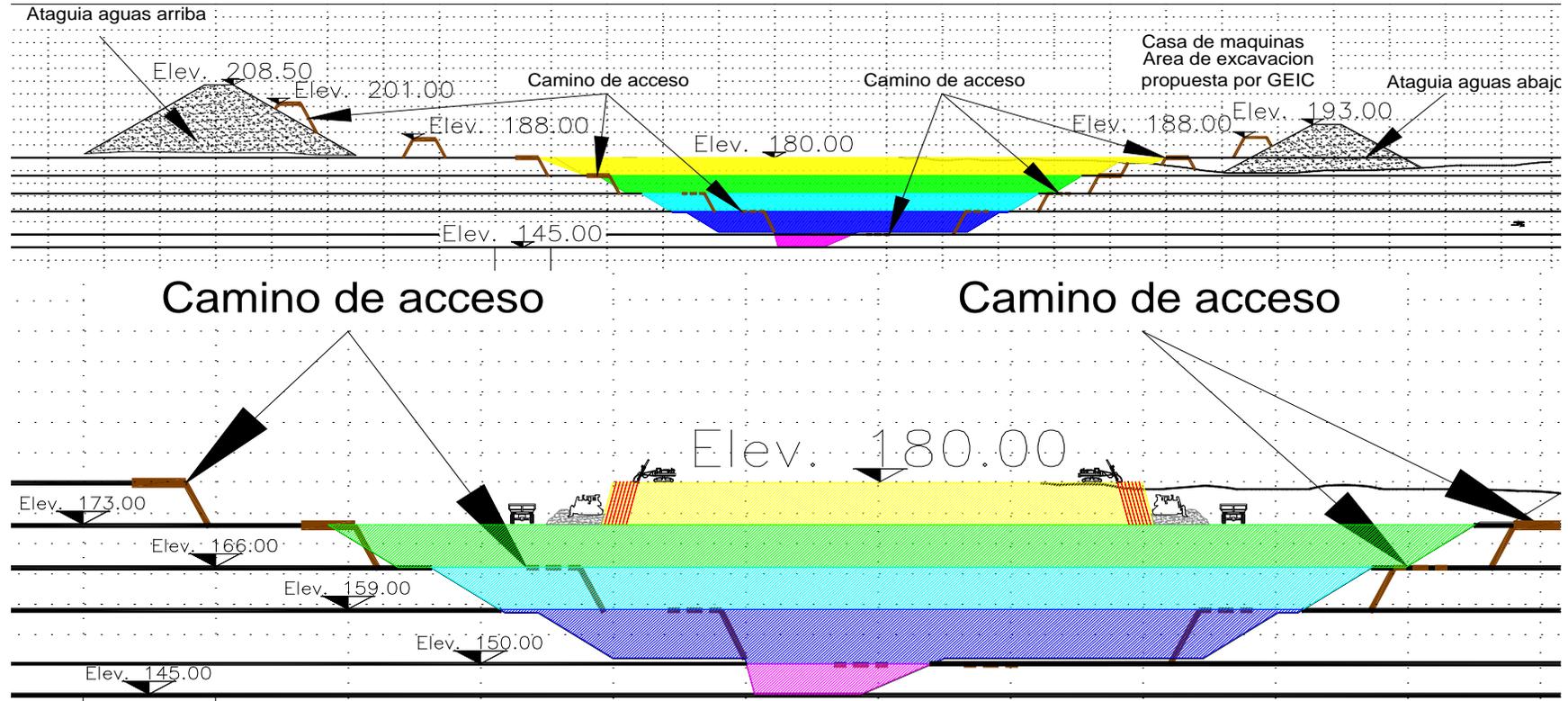


Figura 7.- caminos de acceso a casa de máquinas



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

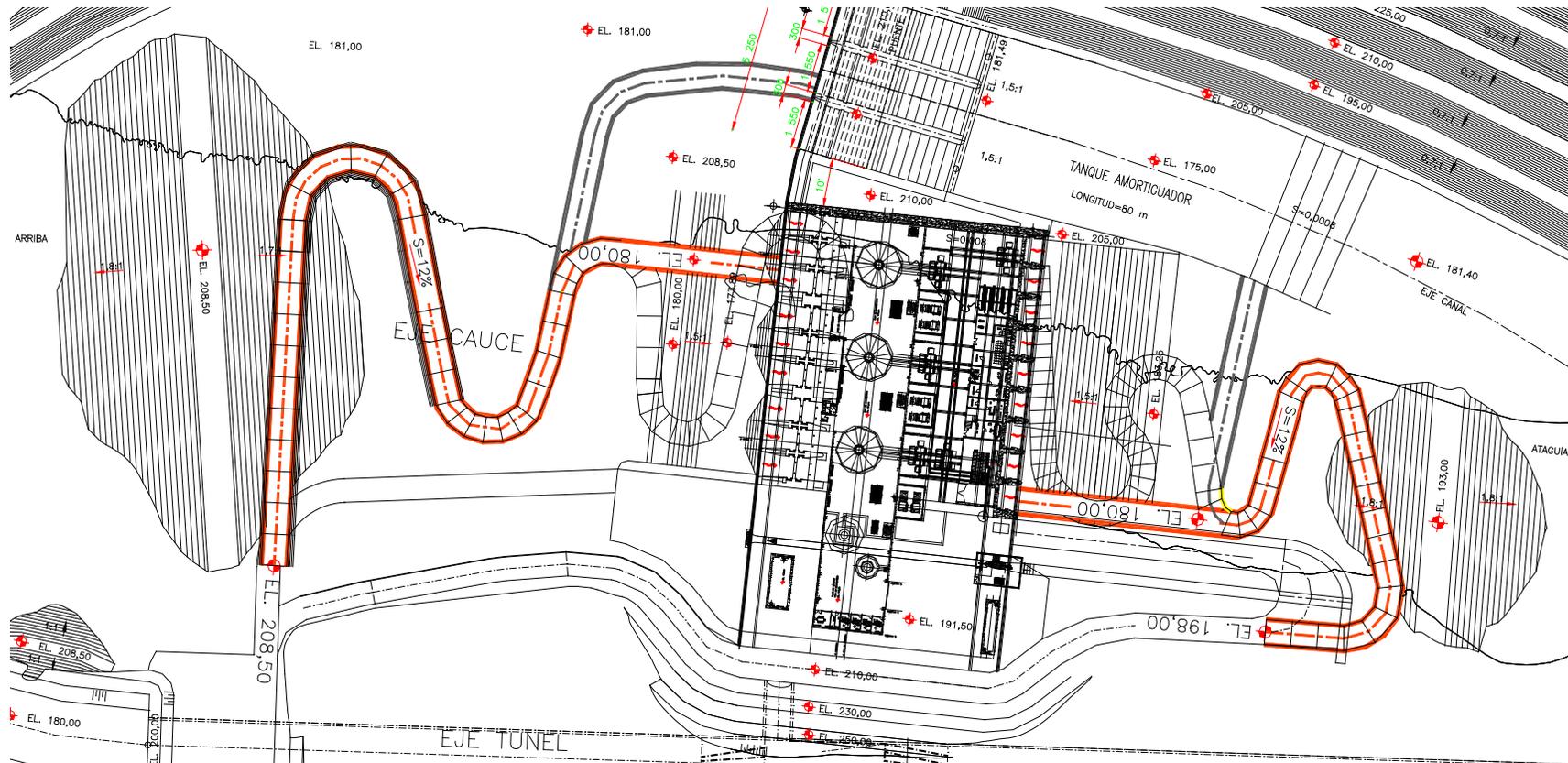


Figura 8.- Primera etapa de caminos de excavación dentro del cauce para Casa de Máquinas.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

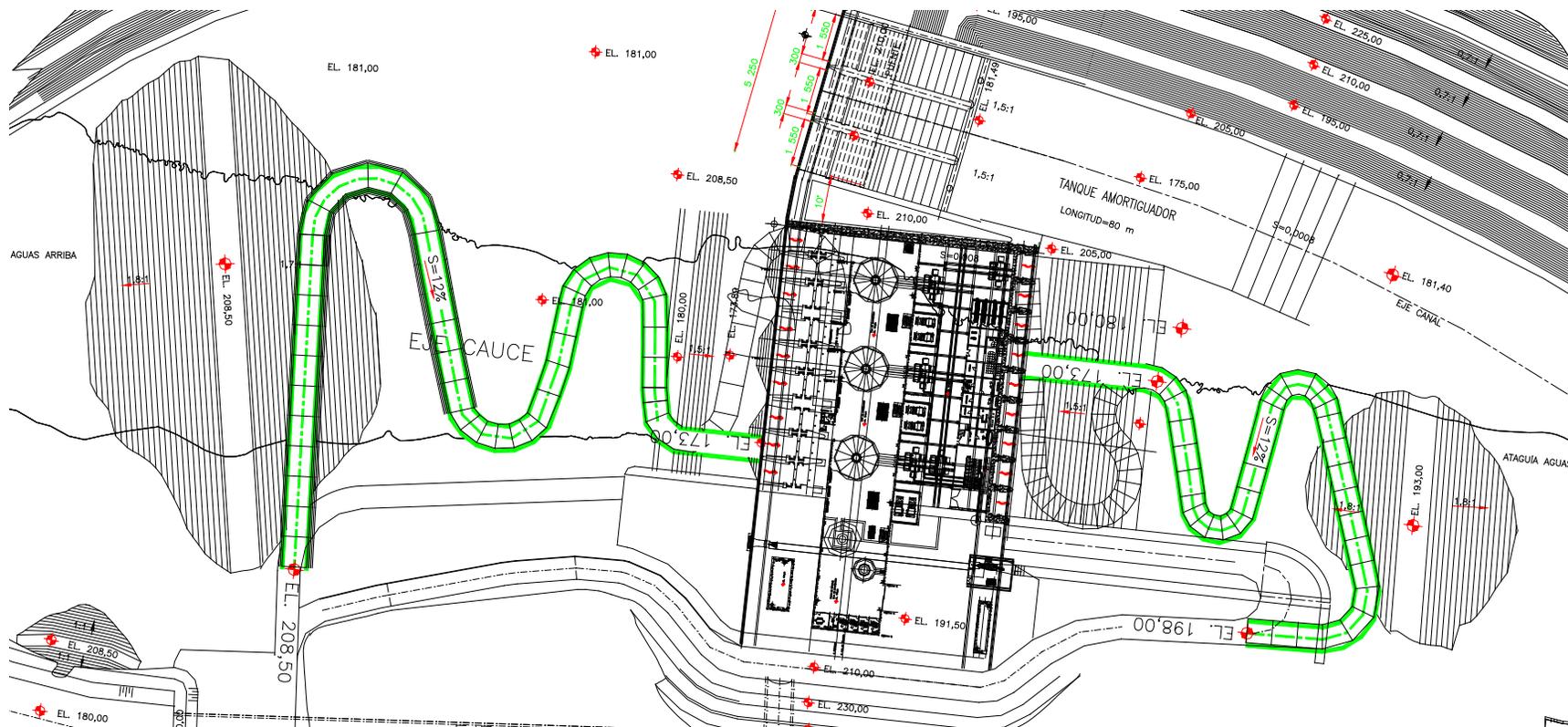


Figura 9.- Segunda etapa de caminos de excavación dentro del cauce para Casa de Máquinas.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

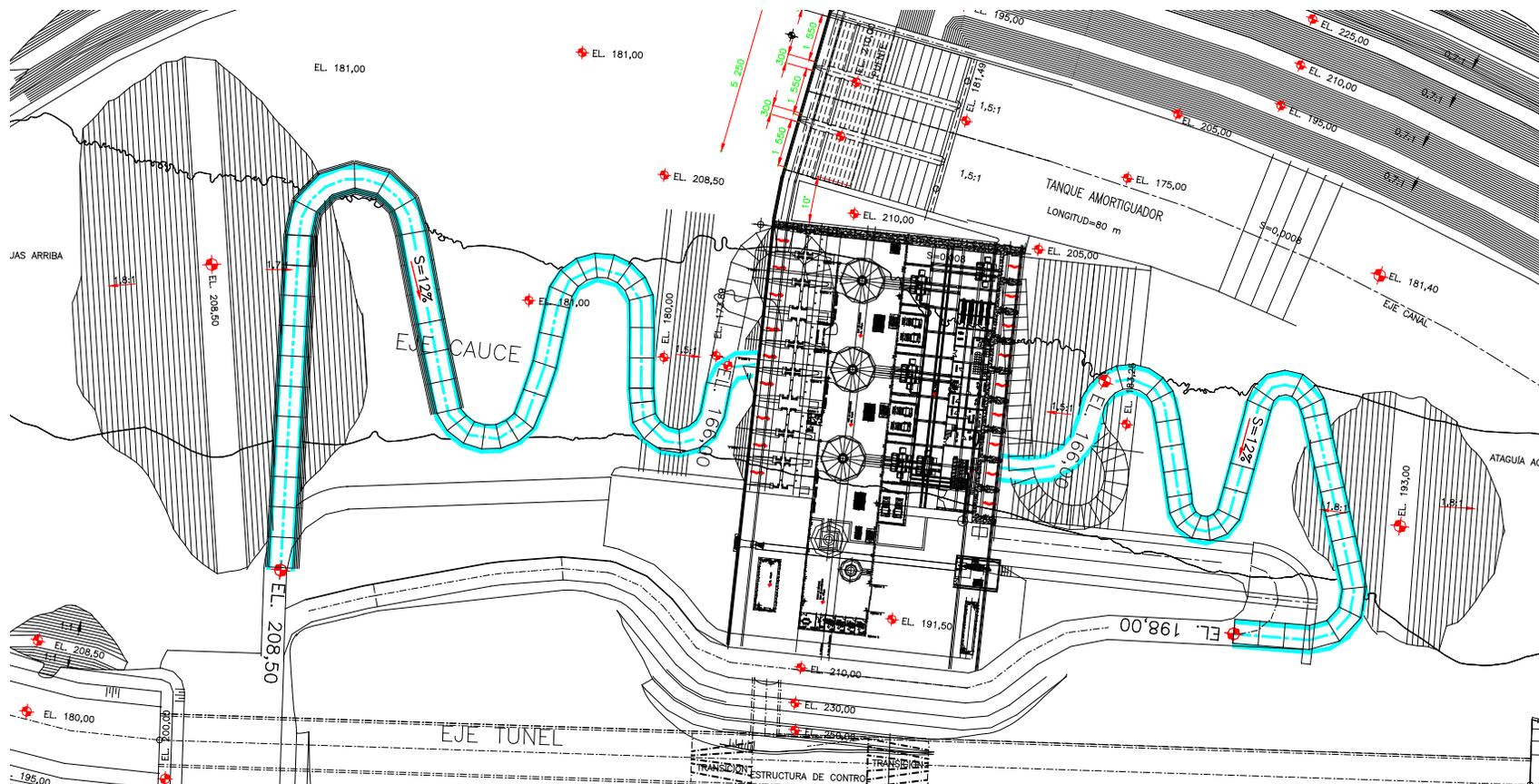


Figura 10.- Tercera etapa de caminos de excavación dentro del cauce para Casa de Máquinas.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Para el **tercero y cuarto año** se plantea comenzar con la excavación de la estructura de control en el túnel de desvío y vertedor, para acceder a esta estructura se construye una galería de construcción en la zona de montaje. Así mismo, se propone que los concretos del canal vertedor se finalicen con la estructura de cimacio y puente de maniobras. Esto nos permitirá colocar e instalar las compuertas para finalizar la obra de excedencias. Ver Figura 13

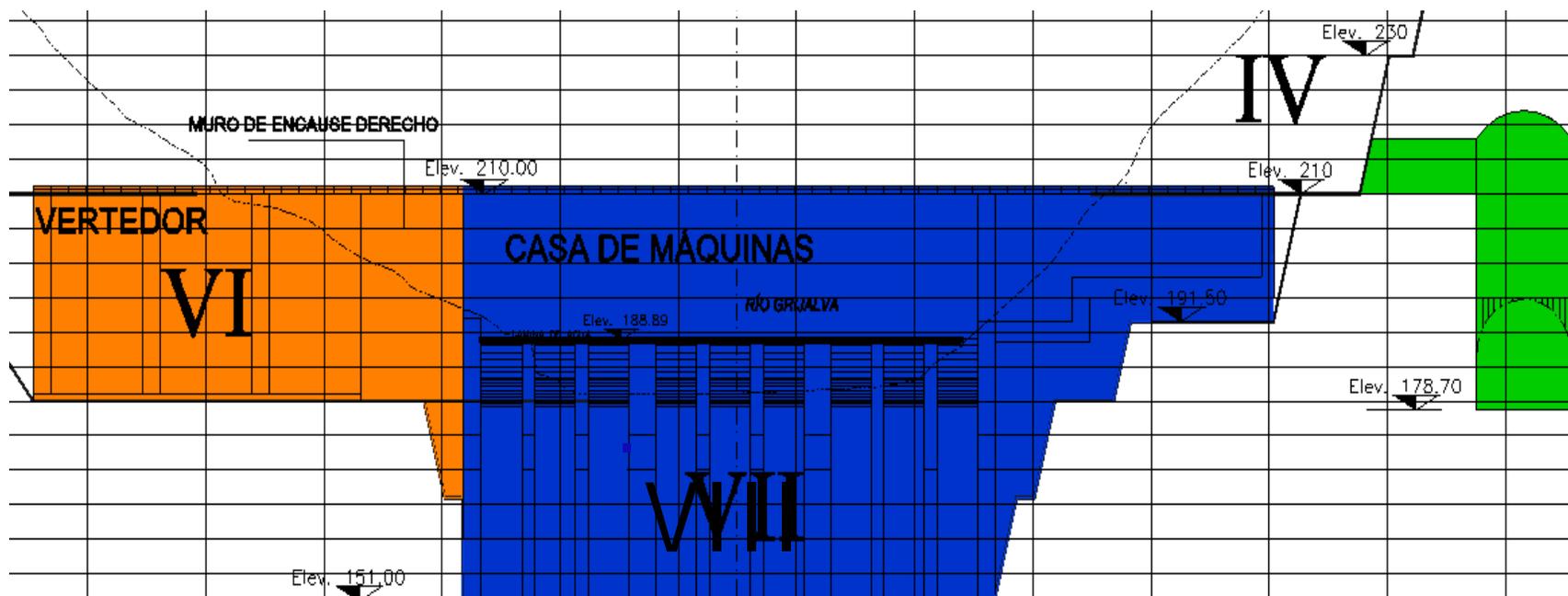


Figura 13.- Estructuras concluidas del tercer al cuarto año del inicio de la obra



Se plantea que los concretos de la obra de generación estén culminados en el tercer año, lo que nos permitirá comenzar con la colocación e instalación del equipo electromecánico. Ver Figura 14

La colocación de los concretos se enlista a continuación:

- ✓ Concreto de reposición.
- ✓ Muros exteriores de la obra de toma de casa de máquinas,
- ✓ Tubos de aspiración y canal de desfogue.
- ✓ Concreto de relleno.
- ✓ Pilas para compuertas de la obra de toma.
- ✓ Encauce y losa de maniobras.
- ✓ Piso del canal de llamada de la obra de toma.
- ✓ Concreto primario en la obra de generación.
- ✓ Cono de empaque en obra de generación.
- ✓ Empaque de turbinas en obra de generación.
- ✓ Concreto en tubos de aspiración.
- ✓ Construcción de pilas en aspiración.
- ✓ Piso de la estructura de control.
- ✓ Losa del canal de descarga.

La excavación de la subestación elevadora tendrá inicio el tercer año, la cual se propone sea realizada con explosivos y se inicia el montaje de equipos siendo ésta la actividad última de la planeación propuesta en el mes 44.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

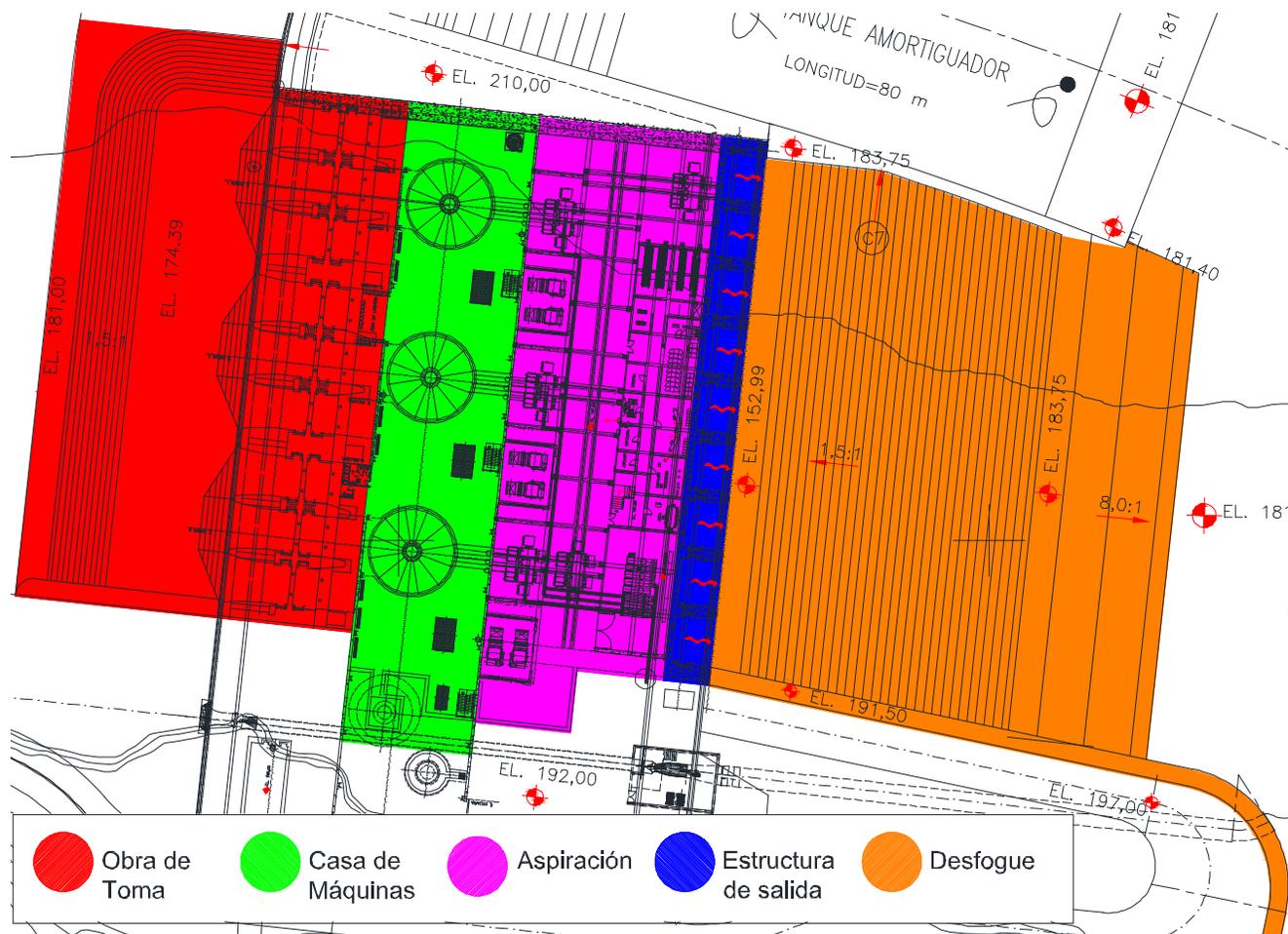


Figura 14.- Colocación de concretos en obra de generación



BALANCE DE MATERIALES

En función de la optimización del mejor manejo y aprovechamiento de los materiales de los bancos y las excavaciones, para la construcción de las estructuras del proyecto se realizó un análisis del balance de materiales donde se consideraron los desperdicios generados por las excavaciones y las necesidades de rellenos y agregados de concreto de cada una de las estructuras que integran el proyecto. Ver Tabla 1

REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

NECESIDADES	ESTRUCTURA	ENROCAMIENTO				ALUVIÓN	
		SIN PROCESO				SIN PROCESO	
		4'	4	4s	5	3'	3
	ATAGUIAS	20,083	36,407 m³	11,181 m³	23,938 m³	12,793 m³	63,902 m³
	CORTINA						
	DIQUES						
	OBRAS DE CONCRETO						729,205 m³
	SUBTOTALES POR MATERIAL	20,083 m³	36,407 m³	11,181 m³	23,938 m³	12,793 m³	793,107 m³
	SUBTOTALES POR TIPO	56,490 m³		841,019 m³			
	TOTALES	897,509 m³					
EXISTENCIAS	EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS					152,723	
	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO	4,343,153 m³					
	BANCOS DE ALUVIÓN					692,745 m³	
	SUBTOTALES	4,343,153 m³		845,467 m³			
	TOTALES	5,188,621 m³					
	FALTANTES Y/O SOBRANTES	4,286,663 m³		4,448			
	SOBRANTE	4,291,112 m³					

RESUMEN DE CANTIDADES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	PORCENTJE
EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS	152,723 m³	3.40%
EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO	4,343,153 m³	96.60%
TOTAL EXCAVADO	4,495,876 m³	100.00%
MATERIAL NECESARIO	897,509 m³	19.96%
DESPERDICIO	3,598,367 m³	80.04%

Tabla 1.- Balance de materiales



Camino de acceso y caminos de construcción

La construcción de los caminos se harán con los procedimientos convencionales, es decir, para la excavación de suelo se propone emplear tractores CAT D8R y/o similar y para la excavación en roca se utilizarán equipos de perforación hidráulicos montados sobre orugas Ranger 500 de Tamrock y/o similar.

La carga se hará con cargadores montados sobre llantas CAT 988 y/o similar y el transporte con camiones fuera de carretera CAT 769 ó camiones de 16.00 m³.

La distribución y longitud de los caminos se muestra en la Tabla 2 y Figura 15.

CAMINOS DE MARGEN DERECHA						
CAMINOS DE CONSTRUCCIÓN						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MD -01	676.17	215	210	5.00	0.7395
	VC MD -02	453.52	275	220	55.00	12.1272
	VC MD -03	209.2	220	205	15.00	7.1703
	VC MD -04	267.1	205	195	10.00	3.7439
CAMINOS DE ACCESO						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MD -05	103.5	195	215	20.00	19.3229
	VC MD -06	117.4	215	235	20.00	17.0370
	B	C	D	E	F	G
CAMINOS DE MARGEN ZQUIERDA						
CAMINOS DE CONSTRUCCIÓN						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MI -01	136.6	235	220	15.00	10.9825
	VC MI -01 (A)	400.8	219	207	12.00	2.9940
	VC MI -01 (B)	524.2	257	207	50.00	9.5385
	VC MI -01 (C)	576.9	295	255	40.00	6.9330
	VC MI -06 (A)	202.6	230	225	5.00	2.4677
	VC MI -06 (B)	320.8	230	225	5.00	1.5585
	VC MI -08	447.8	245	207	38.00	8.4850
CAMINOS DE ACCESO						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MI -02	299.1	325	295	30.00	10.0301
	VC MI -03	167.1	300	300	0.00	0.0000
	VC MI -04	232.7	290	270	20.00	8.5966
	VC MI -05	147.2	245	245	0.00	0.0000
	A	B	C	D	E	F
CAMINOS DENTRO DEL CAUCE						
CAMINOS DE ACCESO						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC C -01	400.1	198	150	48.00	11.9980
	VC C -02	594.2	209	150	59.00	9.9299
	A	B	C	D	E	F
TÚNEL						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC T -01	18.7	210	210	0.00	0.0

Tabla 2.- Datos de los caminos propuestos para la construcción de la PH Chicoasén II.



Los bancos de tiro fueron proporcionados por la residencia de actividades previas de la Comisión Federal de Electricidad y se muestran a continuación. Ver Figura 16.

P.H. Chicoasén II

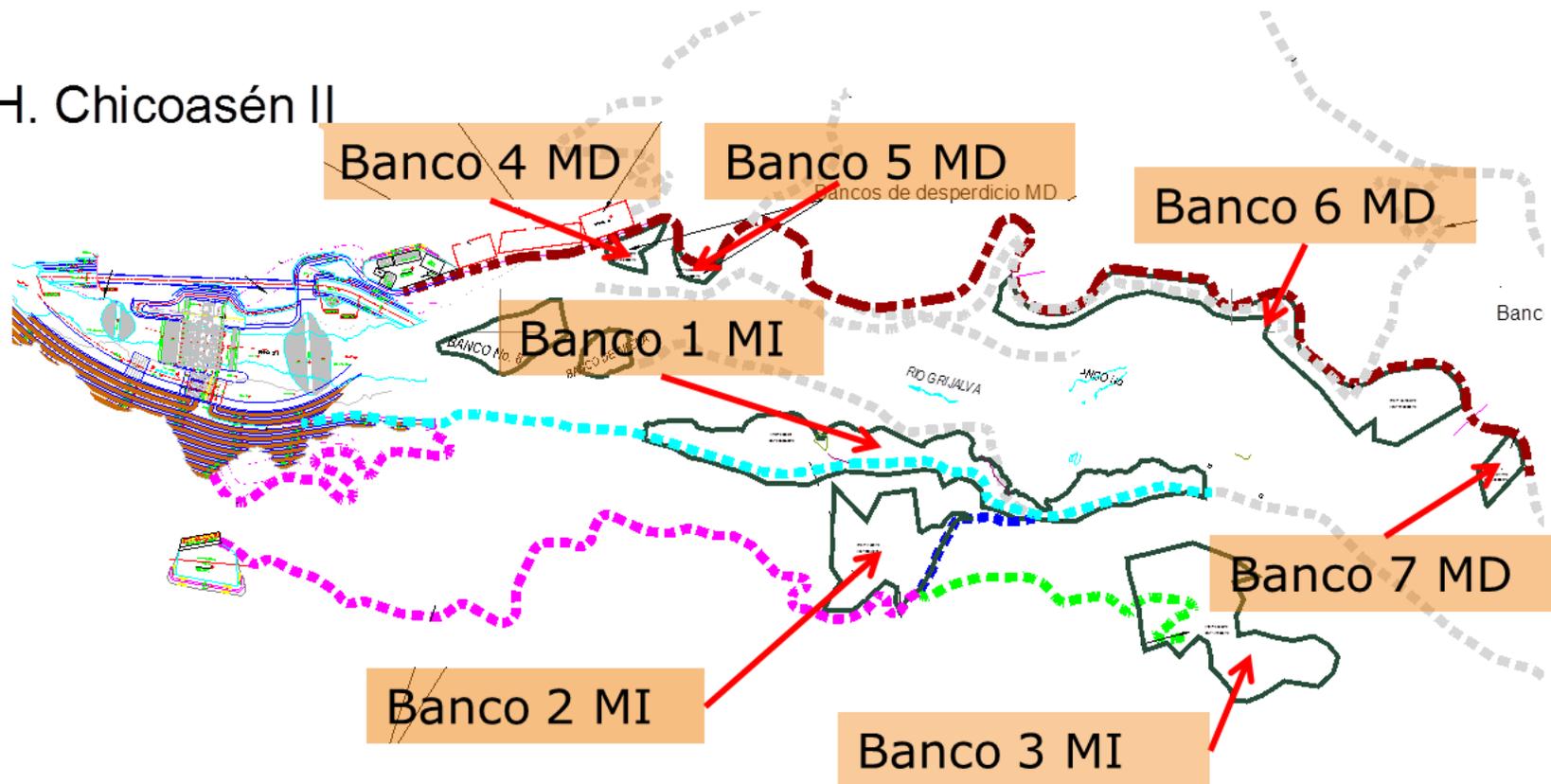


Figura 16.- Bancos de tiro



II.1. CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE OBRA.

Para el cálculo de las cantidades de la obra civil, se ejecutó la evaluación de las estructuras que forman parte del proyecto. Para ello, se utilizaron los archivos más recientes de los planos del proyecto que nos proporcionó la Comisión, y procedimos a cuantificar (mediante el empleo del software Autodesk Landdesktop 2009 y AutoCAD 2011), los volúmenes de excavaciones, revestimientos, concretos, tratamientos en roca, blindajes, etc.

A continuación se presenta un resumen general de las cantidades de obra (Tabla 3)

Descripción	Unidad	Cantidad
Concreto lanzado	m ²	135,539
Concreto de relleno	m ³	181,037
Concreto reforzado	m ³	662,712
Excavación	m ³	4,495,876
Relleno	m ³	182,986
Anclaje	m	137,877
Drenaje	m	101,487
Estructura metálica	ton	810
Marcos metálicos	ton	291
Pantalla de inyección (50 m de profundidad)	m	12,610
Tapete de consolidación (15 m de profundidad)	m	14,505

Tabla 3-. Resumen de las cantidades de obra

Para ver con más detalle la integración de las cantidades de obra consultar el capítulo 2.2.1.3. "Cálculo de las cantidades de Obra" Entregados en la estimación del servicio.



III. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

III.1. OBRA DE DESVÍO

Para desviar el cauce del río, se construirán estructuras tales como portal de entrada, túnel de desvío, portal de salida; también se construirán obra temporales como ataguía aguas arriba y ataguía aguas abajo con sus respectivas pantallas flexo-impermeable. La obra de desvío se inicia con la excavación de los portales de entrada y de salida y al concluirse éstos, se dará inicio a la construcción del túnel de desvío. A continuación se describen los procedimientos constructivos de la obra de desvío.

III.1.1. PORTALES

III.1.1.1. EXCAVACIONES

III.1.1.1.1. DESPALME Y EXCAVACIÓN EN SUELO

La excavación de los portales se iniciará con el despalme del terreno, retirando una capa de 1.0 m de espesor aproximadamente. Debido a las pendientes escarpadas de los taludes, el desplante se realizará empujando el material hacia abajo por medio de tractores, para la rezaga del material se emplearán tractores, cargadores y camiones de volteo de 14 m³. El rendimiento del despalme es de aproximadamente **2,338 m³/día**. Ver Figura 17.

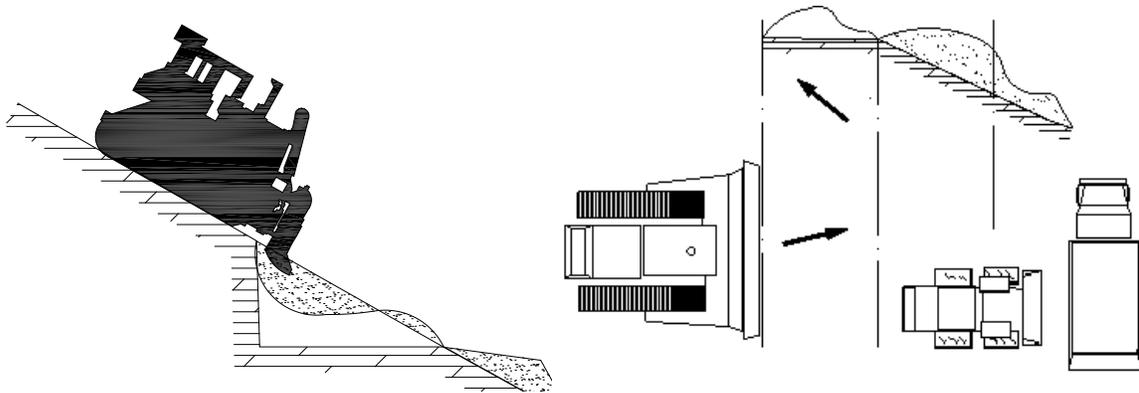


Figura 17.- Esquema de excavación para portales.



III.1.1.1.2. EXCAVACIÓN EN ROCA.

Una vez concluidos los trabajos de despalme, se podrá dar inicio a los trabajos de excavación en roca en los portales. La excavación se realizará con banqueos de 10.0 m empleando explosivos. Para el portal de entrada se calcularon 5 bancos con el análisis del ciclo de excavación; se obtuvo una duración de **79 días** (ver análisis de ciclos) para excavar un volumen de **345,298 m³** dando como resultado un rendimiento promedio de excavación de **4,371 m³/día**. Ver Figura 18.

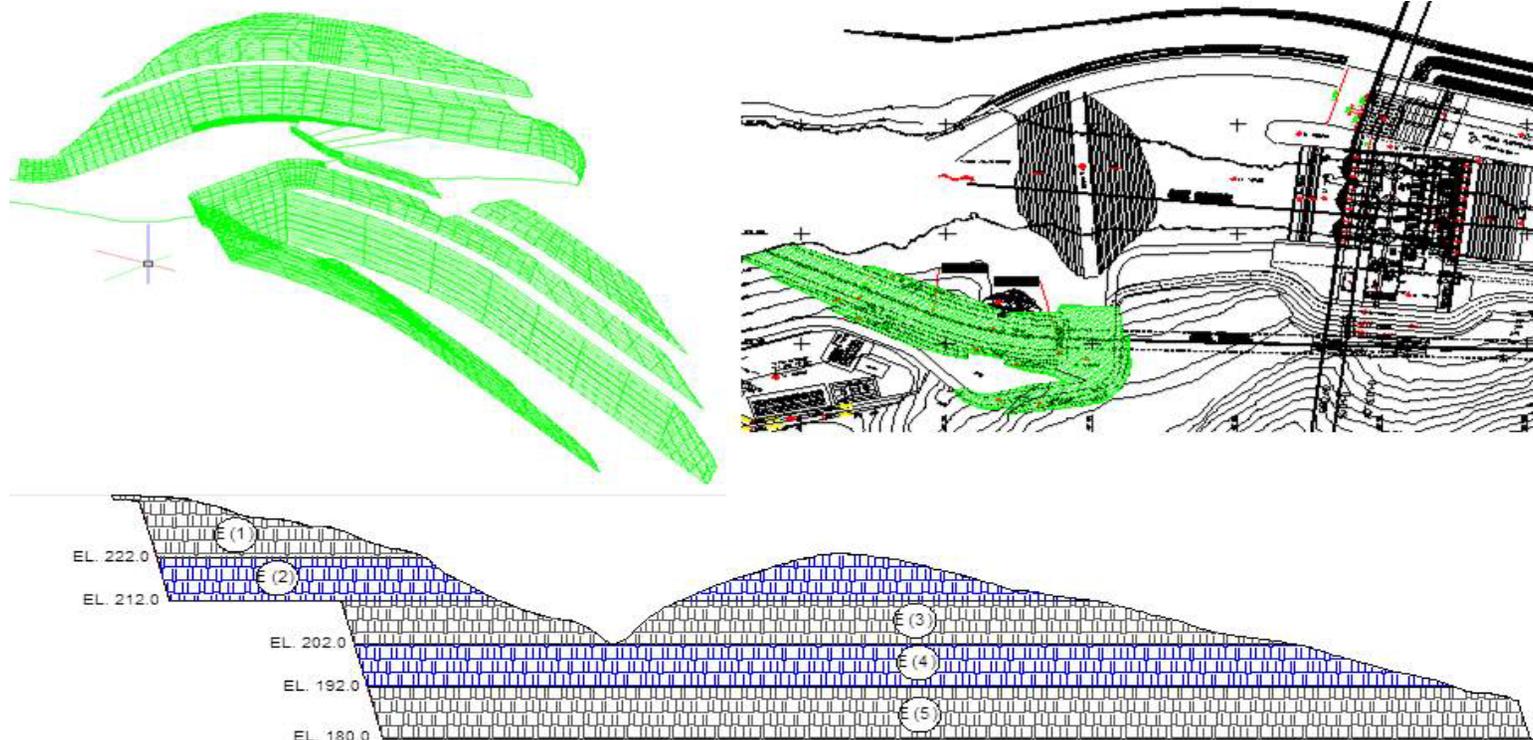


Figura 18.- Portal de entrada de Obra de Desvío, vista en 3D, vista en planta y corte longitudinal.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Para el portal de salida se calcularon 4 bancos con un rendimiento aproximado de 3,145 m³/día, lo cual nos arroja una duración de 36 días para excavar un volumen aproximado de 112,937 m³. Ver Figura 19.

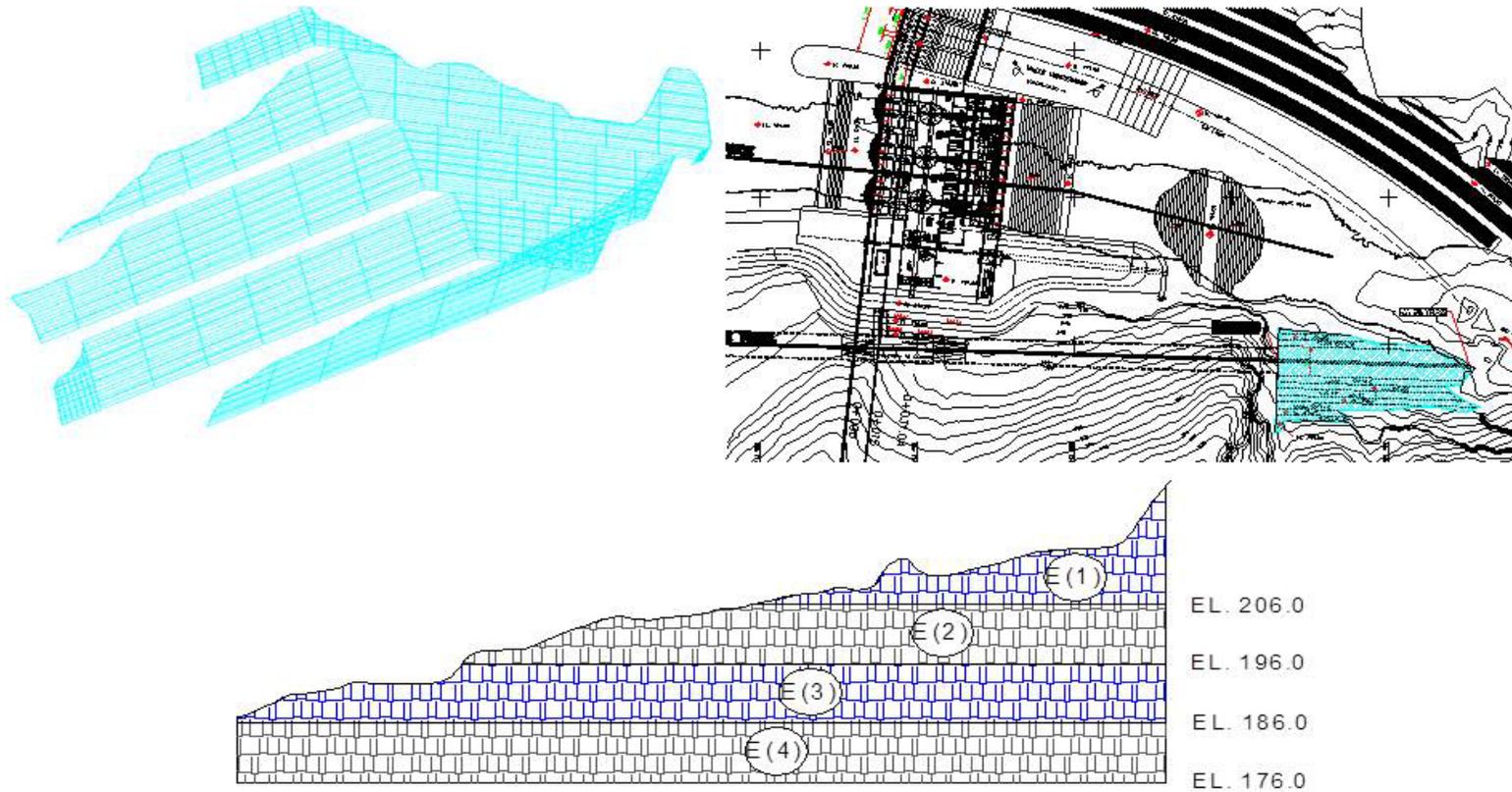


Figura 19.- Portal de salida, vista 3D, vista en planta y corte longitudinal.



Para la excavación con explosivos en roca es necesario calcular una plantilla de barrenación. Ver Figura 20.

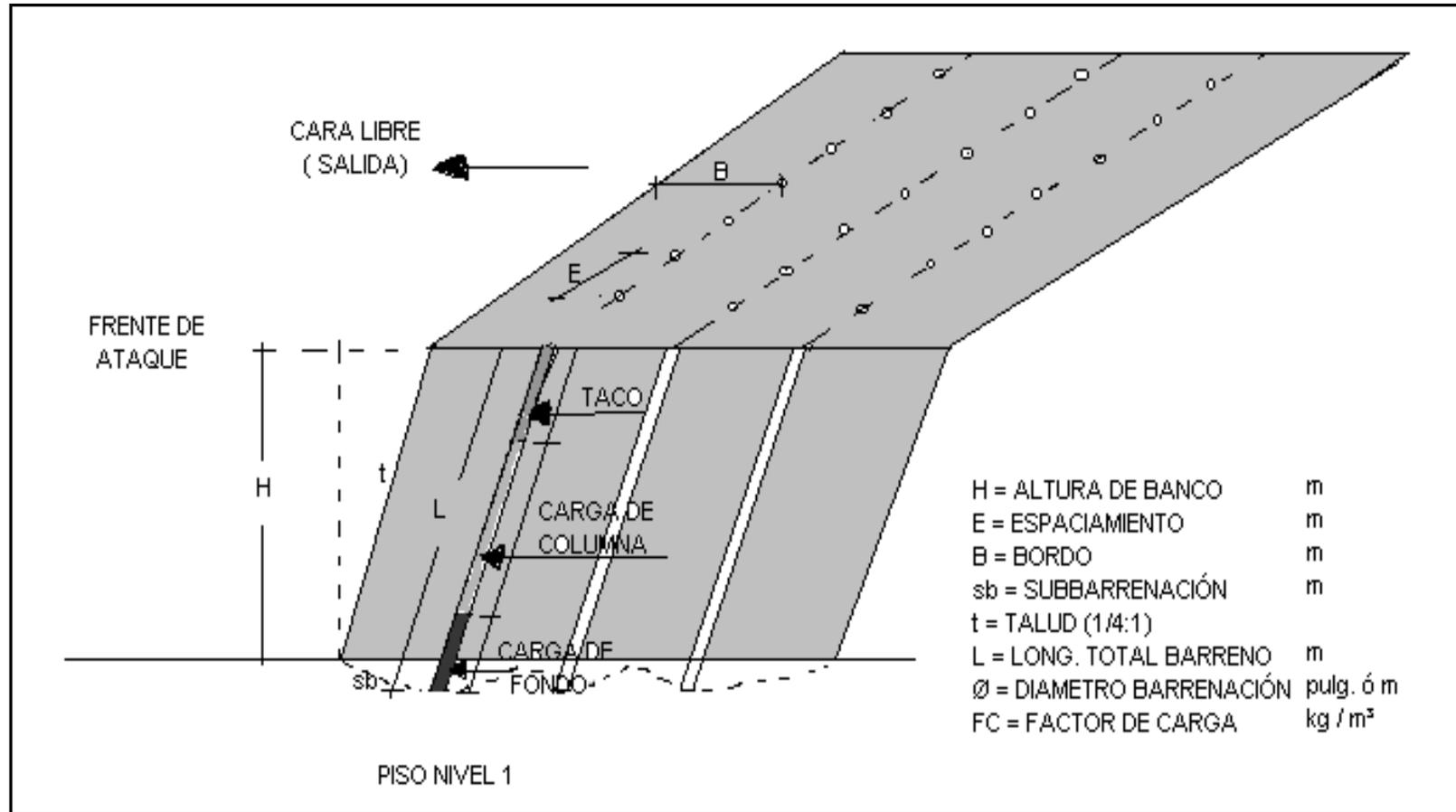


Figura 20.- Geometría tipo de una plantilla de barrenación.



Para realizar las perforaciones de barrenos para la voladura de los bancos se propone emplear equipos Tamrock Ranger 600 y/o similar. Ver Figura 21.



Figura 21.- Tamrock Ranger 600.

Resultados de los ciclos de excavación de la obra de desvío

Portales

Para la excavación de portales salida se realizó un análisis de los ciclos de excavación por medios mecánicos y de explosivos de los cuales obtenemos los resultados de rendimientos para la determinación del tiempo y el equipo a utilizar.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se obtendrá el rendimiento a partir del cálculo de la maquinaria.



Camiones de Transporte

Camión de Volteo	32.70 m³
Densidad de material suelto (roca)	1,750.00 Kg/m³
Camión de Volteo	18.69 m³

Ciclos del cargador por Hora al 75% de eficiencia = **86 Ciclos/Hr**

Carga útil requerida por ciclo = **3.20 m³/ciclo**

Producción por hora = **275.00 m³/Hr**

Capacidad de Volteo = **18.69 m³**

$$\text{Número de ciclos para llenar un camión} = \frac{18.69 \text{ m}^3}{3.20 \text{ m}^3/\text{ciclo}}$$

Número de ciclos para llenar un camión = **6 Ciclos**

Ciclo del Camión

Velocidad Cargando: 30.00 Km/hr
 Velocidad Descargando: 40.00 Km/hr
 Distancia: 2.00 Km

$$\text{Tiempo de tránsito Cargado} = \frac{2.00 \text{ Km}}{30.00 \text{ Km/hr}} * 60.00 \text{ min}$$

Tiempo de tránsito Cargado = **4.00 min**

$$\text{Tiempo de tránsito Descargado} = \frac{2.00 \text{ Km}}{40.00 \text{ Km/hr}} * 60.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de tránsito Descargado} = \frac{2.00 \text{ Km}}{40.00 \text{ Km/hr}} * 60.00 \text{ min}$$

Tiempo de tránsito Descargado = **3.00 min**

$$\text{Tiempo de llenado del Camión} = \frac{5.83 \text{ Ciclos} \times 0.58 \text{ min}}{0.83}$$



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



$$\text{Tiempo de llenado del Camión} = 4.08 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de acomodo} = 5.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de descarga} = 4.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de espera} = 3.00 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo total por ciclo} = 23.08 \text{ min}$$

$$\text{Ciclos por hora camión} = \frac{60.00 \text{ min}}{23.08 \text{ min}}$$

$$\text{Ciclos por hora camión} = 3 \text{ Ciclos/Hr}$$

$$\text{Número de camiones requeridos} = \frac{275.00 \text{ m}^3/\text{Hr}}{3 \text{ Ciclos/Hr} \times 18.69 \text{ m}^3}$$

$$\text{Número de camiones requeridos} = 6 \text{ Camiones}$$



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO EN PORTAL DE ENTRADA DEL TÚNEL DE DESVÍO

RENDIMIENTO DE DESPLAME	2,338 m³/día
RENDIMIENTO DE BANQUEO EN ROCA	1,928 m³/día

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS EN PORTAL DE ENTRADA (DESPALME)							
ELEVACIÓN				Vol. de Despalme x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración del Despalme
ETAPA 1	TN	a	222.00 m.s.n.m.	2,973 m ³	1	2,338 m ³ /día	1.27 día(s)
ETAPA 2	222.00 m.s.n.m.	a	212.00 m.s.n.m.	3,236 m ³	3	7,013 m ³ /día	0.46 día(s)
ETAPA 3	212.00 m.s.n.m.	a	202.00 m.s.n.m.	2,628 m ³	3	7,013 m ³ /día	0.37 día(s)
ETAPA 4	202.00 m.s.n.m.	a	192.00 m.s.n.m.	2,364 m ³	3	7,013 m ³ /día	0.33 día(s)
ETAPA 5	192.00 m.s.n.m.	a	180.00 m.s.n.m.	2,611 m ³	2	4,675 m ³ /día	0.55 día(s)
Total				13,812 m³		Total de días	2.98 día(s)

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO CON USO DE EXPLOSIVOS EN PORTAL DE ENTRADA (EXCAVACIÓN EN ROCA)							
ELEVACIÓN				Vol. de Roca x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración de Exc. En Roca
ETAPA 1	TN	a	222.00 m.s.n.m.	71,356 m ³	1	1,928 m ³ /día	37.01 día(s)
ETAPA 2	222.00 m.s.n.m.	a	212.00 m.s.n.m.	77,658 m ³	3	5,785 m ³ /día	13.00 día(s)
ETAPA 3	212.00 m.s.n.m.	a	202.00 m.s.n.m.	63,070 m ³	4	7,714 m ³ /día	8.00 día(s)
ETAPA 4	202.00 m.s.n.m.	a	192.00 m.s.n.m.	56,746 m ³	4	7,714 m ³ /día	7.00 día(s)
ETAPA 5	192.00 m.s.n.m.	a	180.00 m.s.n.m.	62,655 m ³	3	5,785 m ³ /día	10.83 día(s)
Total				331,486 m³		Total de días	75.84 día(s)

RESULTADOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL PORTAL DE ENTRADA							
ELEVACIÓN				Despalme por etapa	Exc. en roca por etapa	Duración total de exc.	
ETAPA 1	TN	a	222.00 m.s.n.m.	1.27 día(s)	37.01 día(s)	38.28 día(s)	
ETAPA 2	222.00 m.s.n.m.	a	212.00 m.s.n.m.	0.46 día(s)	13.00 día(s)	13.46 día(s)	
ETAPA 3	212.00 m.s.n.m.	a	202.00 m.s.n.m.	0.37 día(s)	8.00 día(s)	8.37 día(s)	
ETAPA 4	202.00 m.s.n.m.	a	192.00 m.s.n.m.	0.33 día(s)	7.00 día(s)	7.33 día(s)	
ETAPA 5	192.00 m.s.n.m.	a	180.00 m.s.n.m.	0.55 día(s)	10.83 día(s)	11.38 día(s)	
Total de días						78.82 días	



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS EN EL PORTAL DE SALIDA DEL TÚNEL DE DESVÍO

RENDIMIENTO DE DESPALME	2,338 m³/día
RENDIMIENTO DE BANQUEO EN ROCA	1,928 m³/día

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS EN PORTAL DE ENTRADA (DESPALME)							
ELEVACIÓN				Vol. de Despalme x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración del Despalme
ETAPA 1	TN	a	206.00 m.s.n.m.	1,387 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.59 día(s)
ETAPA 2	206.00 m.s.n.m.	a	196.00 m.s.n.m.	996 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.42 día(s)
ETAPA 3	196.00 m.s.n.m.	a	186.00 m.s.n.m.	1,154 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.49 día(s)
ETAPA 4	186.00 m.s.n.m.	a	176.00 m.s.n.m.	980 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.41 día(s)
Total				4,517 m³		Total de días	1.91 día(s)

Tabla 4.

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO CON USO DE EXPLOSIVOS EN PORTAL DE ENTRADA (EXCAVACIÓN EN ROCA)							
ELEVACIÓN				Volumen de Roca x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración de Exc. En Roca
ETAPA 1	TN	a	206.00 m.s.n.m.	33,289 m ³	1	1,928 m ³ /día	17.3 día(s)
ETAPA 2	206.00 m.s.n.m.	a	196.00 m.s.n.m.	23,916 m ³	2	3,857 m ³ /día	6.0 día(s)
ETAPA 3	196.00 m.s.n.m.	a	186.00 m.s.n.m.	27,706 m ³	3	5,785 m ³ /día	5.0 día(s)
ETAPA 4	186.00 m.s.n.m.	a	176.00 m.s.n.m.	23,508 m ³	2	3,857 m ³ /día	6.0 día(s)
Total				108,420 m³		Total de días	34.27 días

Tabla 5

RESULTADOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL PORTAL DE ENTRADA							
ELEVACIÓN				Despalme por etapa	Exc. En Roca por etapa	Duración Total de Exc.	
ETAPA 1	TN	a	110.00 m.s.n.m.	0.59 día(s)	17.27 día(s)	17.86 día(s)	
ETAPA 2	110.00 m.s.n.m.	a	100.00 m.s.n.m.	0.42 día(s)	6.00 día(s)	6.42 día(s)	
ETAPA 3	100.00 m.s.n.m.	a	90.00 m.s.n.m.	0.49 día(s)	5.00 día(s)	5.49 día(s)	
ETAPA 4	90.00 m.s.n.m.	a	80.00 m.s.n.m.	0.41 día(s)	6.00 día(s)	6.41 día(s)	
Total de días						36.18 días	

Tabla 6



TRATAMIENTOS

Cuando el banqueo este próximo a la pared terminada, en esta última voladura se empleará el pre-corte con la finalidad de procurar el acabado de las paredes. Al terminar la excavación de los taludes se aplicarán respectivos tratamientos para la estabilización de la excavación y así evitar desprendimientos y caídos. Ver Figura 22 y Figura 23.

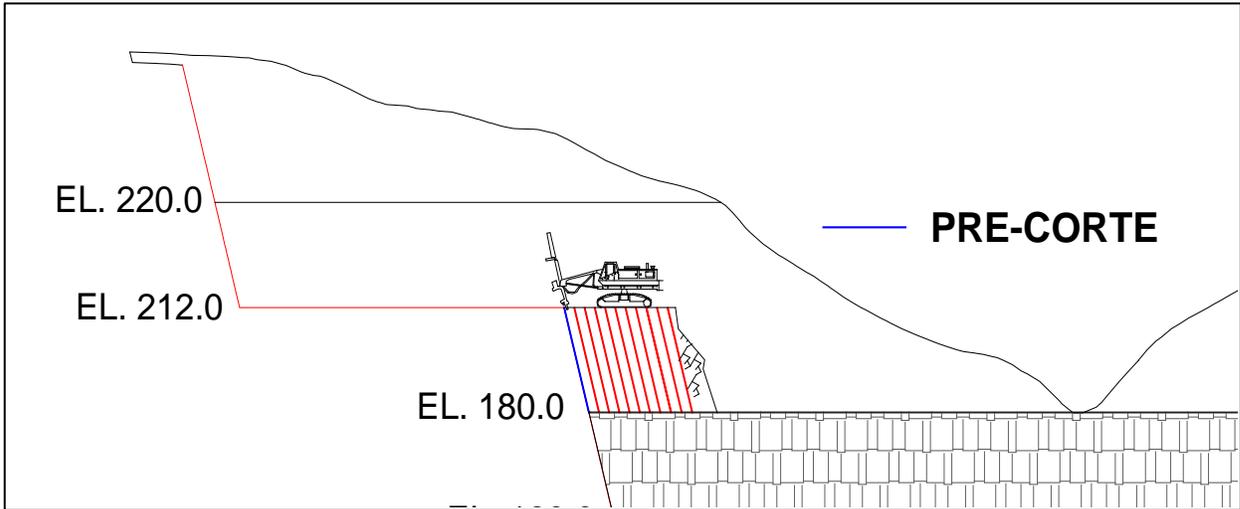


Figura 22.- Pre-corte de Talud

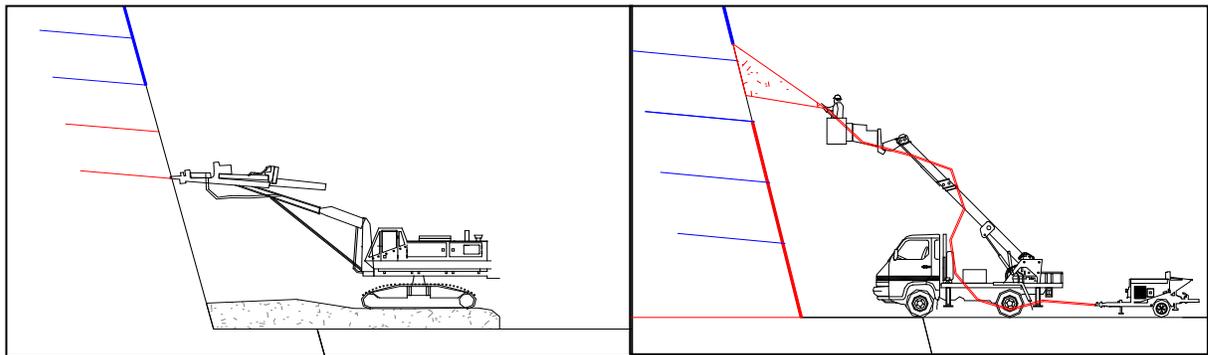


Figura 23.- Colocación de Anclajes, Concreto Lanzado y Drenajes

III.1.2. TUNEL DE DESVÍO

III.1.2.1. EXCAVACIONES

III.1.2.1.1. EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA

Una vez concluidas las excavaciones exteriores de los Portales de Entrada y de Salida se iniciarán los trabajos de excavación de los túneles del desvío. La excavación subterránea se ejecutará por dos frentes de trabajo en forma simultánea.

La excavación del túnel se dividirá en dos fases la primera se efectuará en la sección superior de túnel (Barrenación horizontal. Ver Figura 24), al concluir ésta, se continuará con la excavación de la sección inferior (Banqueos. Ver Figura 25).

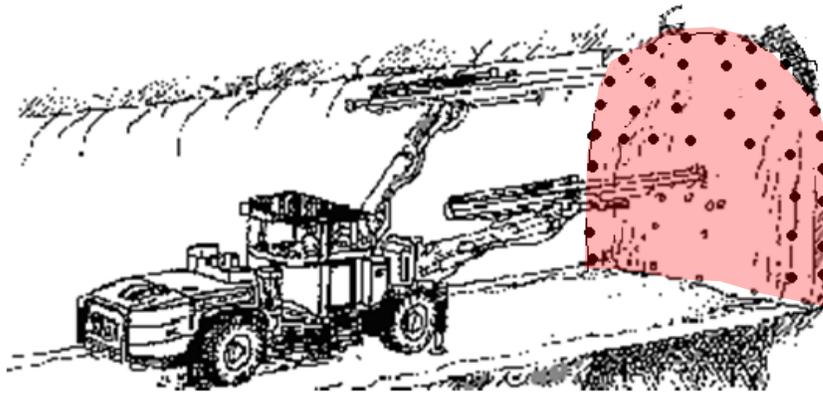


Figura 24.- Excavación horizontal en Bóveda

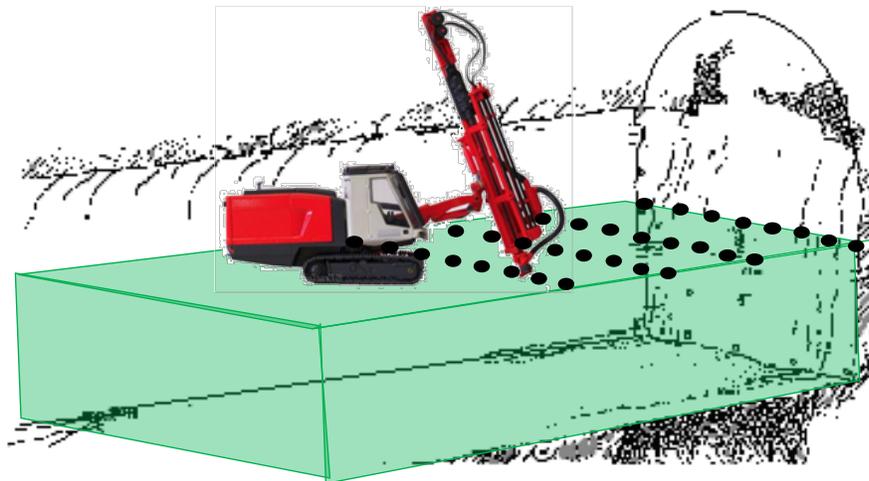


Figura 25.- Excavación vertical en Banco

El ciclo de excavación en bóveda y media sección inferior de los túneles consta de las siguientes actividades:

Ciclo de excavación

- a) Topografía
- b) Barrenación
- c) Carga de explosivos y voladura
- d) Ventilación
- e) Rezaga
- f) Tratamientos

a) Topografía: Definición y marcado del diagrama de voladuras para bóveda y banco. Ver Figura 26 a Figura 29.

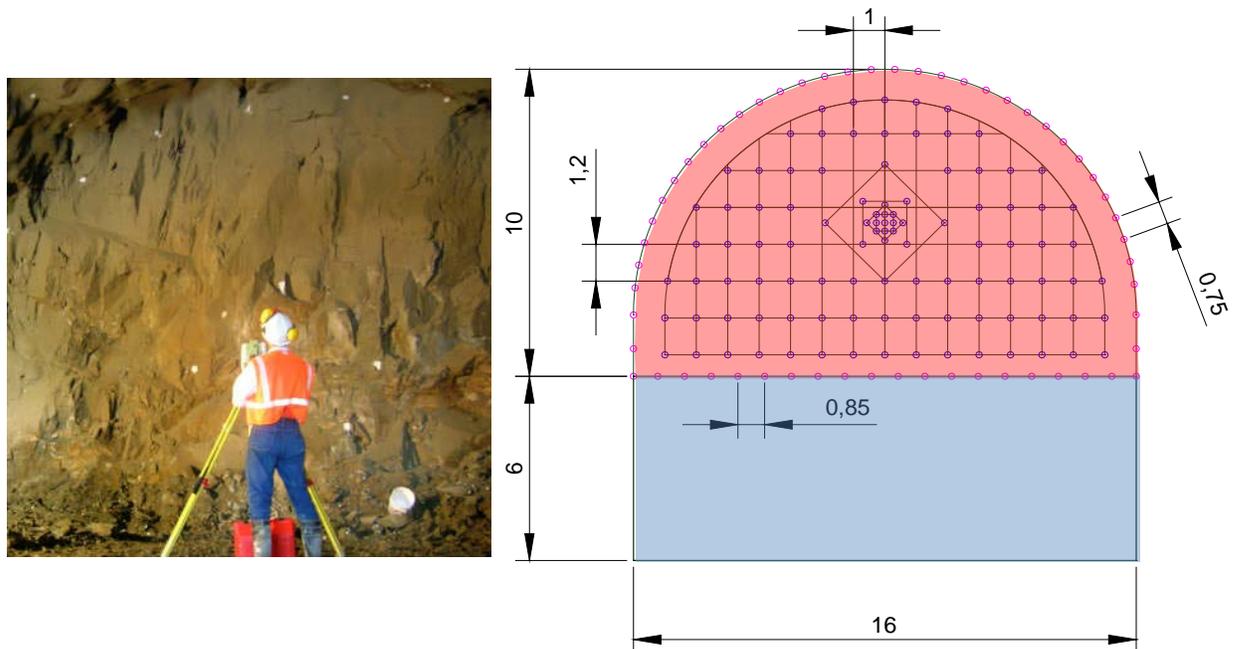


Figura 26.- Marcado de Barrenos en Bóveda

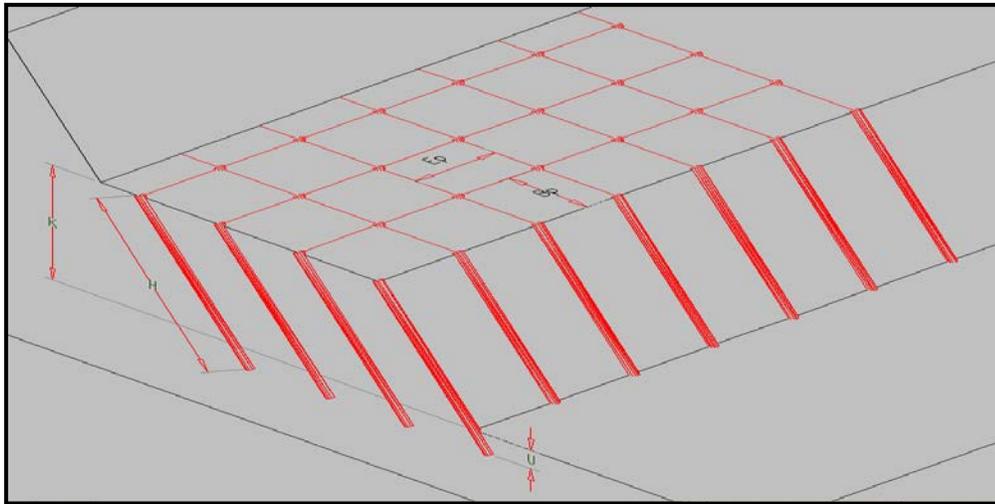


Figura 27.- Marcado de Barrenos en media sección inferior.

b) Barrenación

- Traslado del equipo.
- Colocación y Conexión del equipo.
- Barrenación



Figura 28.- Barrenación Horizontal de 3.4 m

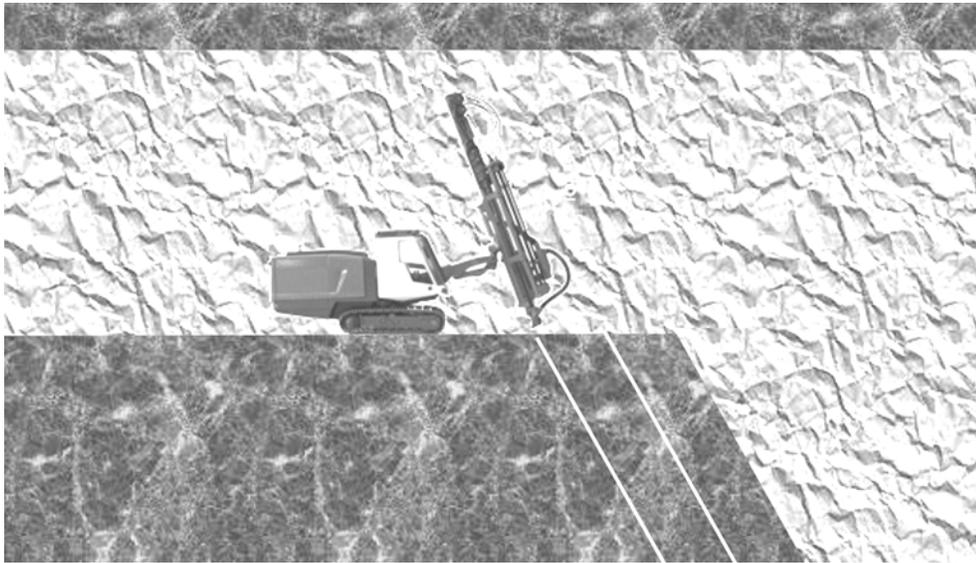


Figura 29.- Barrenación vertical (Bancos de 6 m. de profundidad)

- b) **Barrenación:** esta actividad se realiza con la finalidad de introducir el material explosivo en la roca circundante.
- c) **Carga de explosivos y voladura:** en esta etapa se introduce el material explosivo dentro del barreno para obtener la fragmentación de la roca.
- d) **Ventilación:** después de realizar la detonación de la explosión es necesario ventilar y extraer el material de polvo suspendido en la caverna, para ello es necesario instalar un sistema de extracción e inyección de aire.
- e) **Rezaga:** para la carga y acarreo de materiales se podrá emplear un cargador frontal montados sobre neumáticos **CAT 988 F Serie II** y/o similar y para el acarreo se emplearán camiones de 16 m³ y/o similar.

Retiro de la Rezaga

Para la carga y acarreo de materiales se podrá emplear un cargador frontal montados sobre neumáticos **CAT 988 F Serie II** y/o similar y para el acarreo se emplearán camiones de 16 m³ y/o similar. Ver Figura 30.



Figura 30.- Esquema de retiro de rezaga

6) Tratamientos

- Concreto lanzado
- Colocación de Anclas y Drenajes en las zonas sin marcos, para esta actividad se podrá utilizar un **Robolt H 330-50C. y/o similar**
- Colocación de marcos metálico y entibado en las zonas que se requiera. Ver Figura 31.



Figura 31.- Colocación de Anclajes y perforación de Drenaje y Colocación de Marcos metálicos

RESULTADOS DE LOS CICLOS DE EXCAVACIÓN EN TUNELES DEL DESVÌO

El rendimiento calculado del ciclo de excavación por frente de trabajo en forma horizontal tanto en zonas sin marcos es de aproximadamente de **1.88 ml/día** el cual se propone realizar con Jumbos Axera de tres brazos y/o similar. Para la rezaga por frente de trabajo de la bóveda se emplearan 3 camiones de 14.0 m³ y un cargador frontal de 980 H y/o similar, dando un total de 6camiones de 14 m³ y dos cargadores frontales

La medía sección inferior se plantea que se excave mediante un banqueo de 6 m, el análisis del ciclo arrojó un rendimiento de aproximadamente de **11 ml/día**, proponiendo una perforadora montada sobre oruga SANDVICDP1500i y/o similar, para la rezaga del material de banco se podrán emplear los mismos equipos utilizados para la excavación de la bóveda.

La duración aproximada de la excavación es de **7.7 meses** (200 días efectivos)



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



A continuación se muestra un diagrama de picos de la excavación del Túnel de desvío. Ver Figura 32.

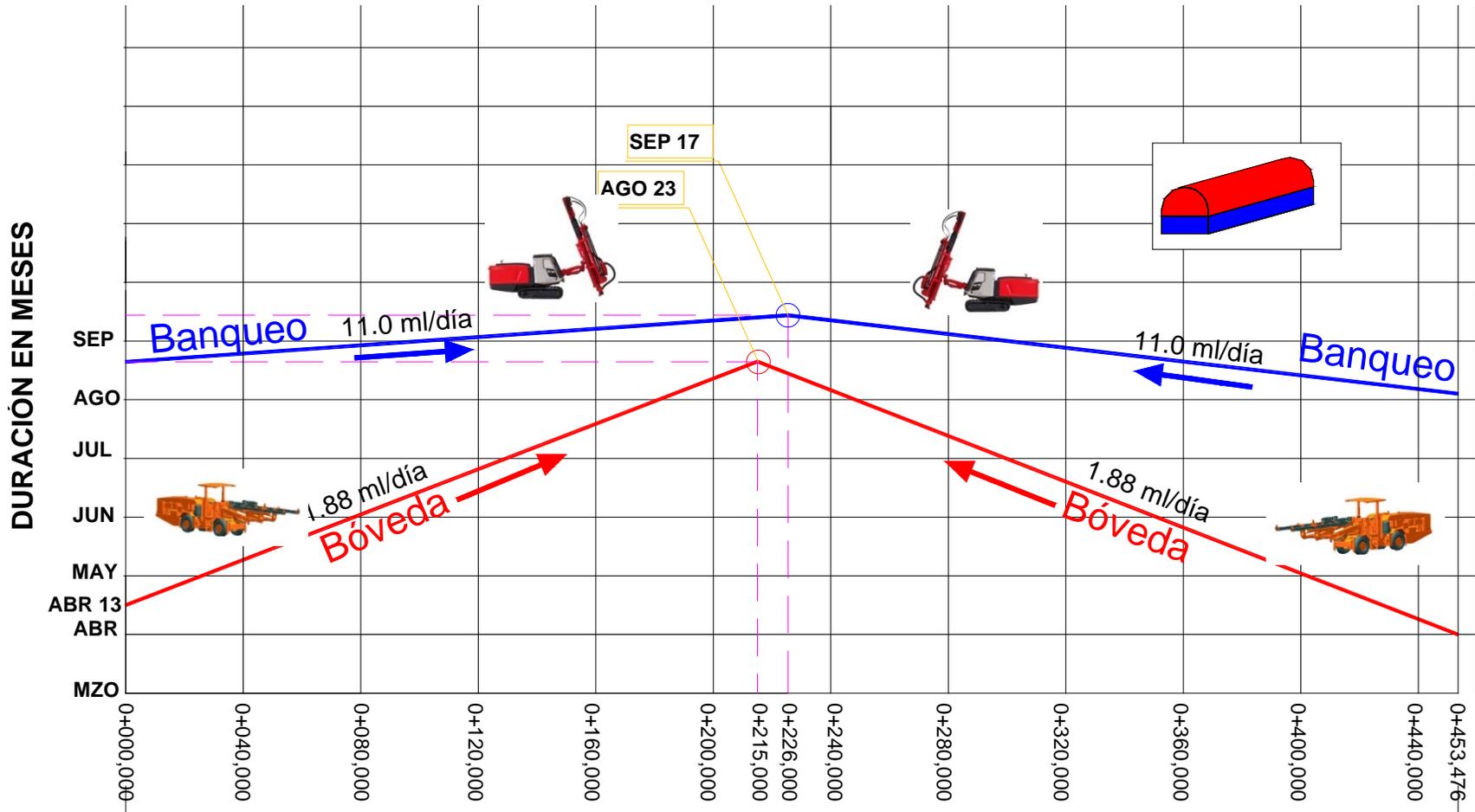


Figura 32.- Diagrama de picos de Excavación Subterránea del Túnel de Desvío



Equipos propuestos para las excavaciones exteriores y subterráneas de la obra de desvío. Ver Tabla 7 y Tabla 8.

EQUIPO REQUERIDO PARA EXCAVACIONES EXTERIORES.
Perforadora hidráulica sobre orugas track drill (Tamrock Ranger 500 y/o similar)
Cargador sobre llantas CAT 966G y/o similar
Tractor D7R montado sobre orugas
Camión Articulado CAT 735 y/o similar de 32.7 Ton (19 m ³)
Equipo para lanzamiento de concreto sobre camión

Tabla 7

EQUIPO REQUERIDO PARA EXCAVACIONES SUBTERRÁNEA.
Colocación de Anclajes y perforación de Drenaje (Robolt H 330-50C).
Jumbo de barrenación Axera T12 de 3 brazos
Perforadora hidráulica sobre orugas track drill (Tamrock Ranger 500 y/o similar)
Cargador sobre llantas 980 H
Camión de volteo de 14 m ³
Bomba sobre camión para concreto hidráulico
Bomba de concreto portátil
Equipo para lanzamiento sobre camión con robolt

Tabla 8



III.1.2.2. CONCRETOS DE OBRA DE DESVÍO.

Los concretos de revestimiento del túnel se construirán en tres fases, la primera será la colocación de un concreto de reposición de 100 kg/cm² para nivelar el desplante de la losa piso, posteriormente se procederá a colocar el concreto en losa piso y una vez terminado éste, se propone la construcción del revestimiento en muros y bóveda, este túnel tendrá dos tipos de revestimiento, uno será a sección completa del cadenamiento K 0+000,00 al K 0+179.392 y el segundo en muros laterales únicamente del cadenamiento K 0+179.392 al K 0+453.476.

III.1.2.2.1. LOSA DE PISO

Una vez concluidos los concretos de reposición, se colocará una losa de piso de 30 cm de espesor a lo largo de todo el túnel, se propone una densidad de acero de refuerzo de 50 kg/m³ y un rendimiento de suministro colocación y armado de 1.5 Ton/día por cuadrilla, en esta estructura se tendrán 3 cuadrillas y se propone que se haga en tramos de 30 metros de longitud, cada tramo se toma dos días de armado por lo que, para la construcción de esta estructura el rendimiento de avance será de 15m/día, la longitud a desarrollar para esta losa será de 453.50 m, lo que nos da un tiempo estimado de 30 días. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 3 del Anexo 9 que se integra a este informe.

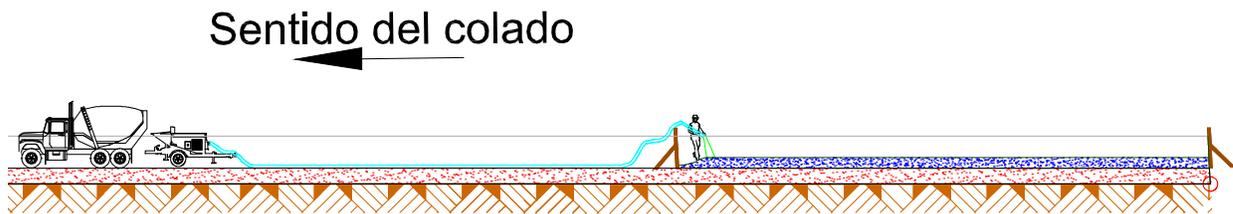


Figura 33.- Esquema de construcción de la Losa de Piso

III.1.2.2.2. SECCIÓN COMPLETA

Una vez concluidas las excavaciones de portales y teniendo un tramo de losa piso, se inicia la instalación de la cimbra (Ver Figura 34), se plantea construir los elementos de concretos a sección completa, esto quiere decir que se hará el colado de los muros laterales y la bóveda simultáneamente, para esto se propone usar una cimbra de encofrado, los componentes principales de este cimbrado serán:

- Encofrado-Pórtico; formado por dos “L” invertidas constituidas, normalmente por chapa de acero de 3 a 5 mm, rigidizadas interiormente mediante chapas y perfiles metálicos. La “U” invertida, formada por las dos “L” tendrá el ancho del túnel mediante la unión de sucesivos elementos.
- Encofrados laterales; sirven para encofrar la cara exterior del muro testero o piñón, su composición es semejante al encofrado-pórtico, llevando, además una pasarela exterior de seguridad para la ejecución de los trabajos.
- Elementos de desmoldeo; su misión es separar los pórticos una vez obtenida la dureza deseada del concreto, se realiza reduciendo el ancho mediante un juego de vieas o gatos hidráulico horizontal, y la altura mediante el accionamiento de unas manivelas a rosca o bien disminuyendo la longitud de los puntales telescópicos verticales.
- Elementos de traslación; con ellos se puede retirar o situar el encofrado, se realiza mediante ruedas situadas en la base de los encofrados-pórtico.
- Plataformas de trabajo y seguridad; son unos andamios perimetrales a la planta que se revisten de concreto, sus funciones son las de lugar de trabajo y paso de operarios, mantener la seguridad en el trabajo y la de posibilitar el apoyo de los encofrados durante las operaciones de encofrado y desencofrado.

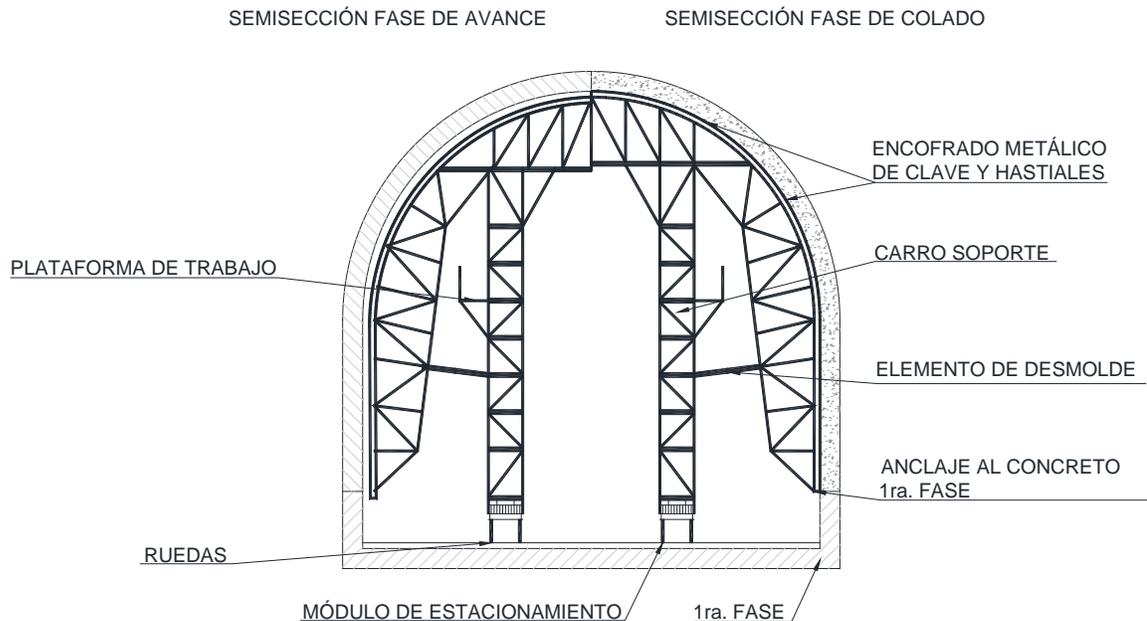


Figura 34.- Esquema general de cimbra para colocación de concreto en Túnel a sección completa



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



El proceso de ejecución se divide en 6 pasos:

1. Colocación del encofrado-pórtico siguiendo las alineaciones de los muretes guía, se deberá comprobar la planeidad, plomos, ángulos correctos y las nivelaciones.
2. Tareas previas al concreto; limpieza de moldes, aplicación de desencofrantes, fijación de armaduras, separadores de armaduras, colocación de cercos, carpintería, instalaciones secas, etc.
3. Vertido del concreto, empezando por los muros y a continuación las losas.
4. Tapado de losas con plásticos, lonas u otros elementos. Así se realiza el proceso de aceleración del curado por calentamiento.
5. Inicio del desmolde, para lo cual se deberán conocer los resultados de las probetas y estos ser satisfactorios. Se inicia el desmolde cuando el concreto a adquirido entre el 40-60% de su resistencia definitiva (12 a 15 horas del colado de concreto).
6. Apuntalamiento de las losas desencofradas en su punto medio, mediante puntales para evitar la aparición de flechas, manteniéndolos hasta que el concreto alcance la resistencia de proyecto



El proceso de armado y nivelación se tomará aproximadamente 32 días. Este concreto se inicia en el portal de entrada cadenamamiento K 0+000.00 y continúa hasta el cadenamamiento K 0+179.392, se propone una densidad de acero de refuerzo de 60 kg/m^3 y el rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo que se propone es de 1.5 Ton/día por cuadrilla de trabajo, se propone que se tengan dos cuadrillas trabajando por lo que el tiempo para lograr un tramo de 6 metros será de 3 días, lo que nos arroja un tiempo total de 88 días, considerando el tiempo de armado y nivelación de la cimbra de 32 días, esto nos arroja un tiempo de finalización de 120 días para el revestimiento a sección completa del túnel. Ver Figura 35.

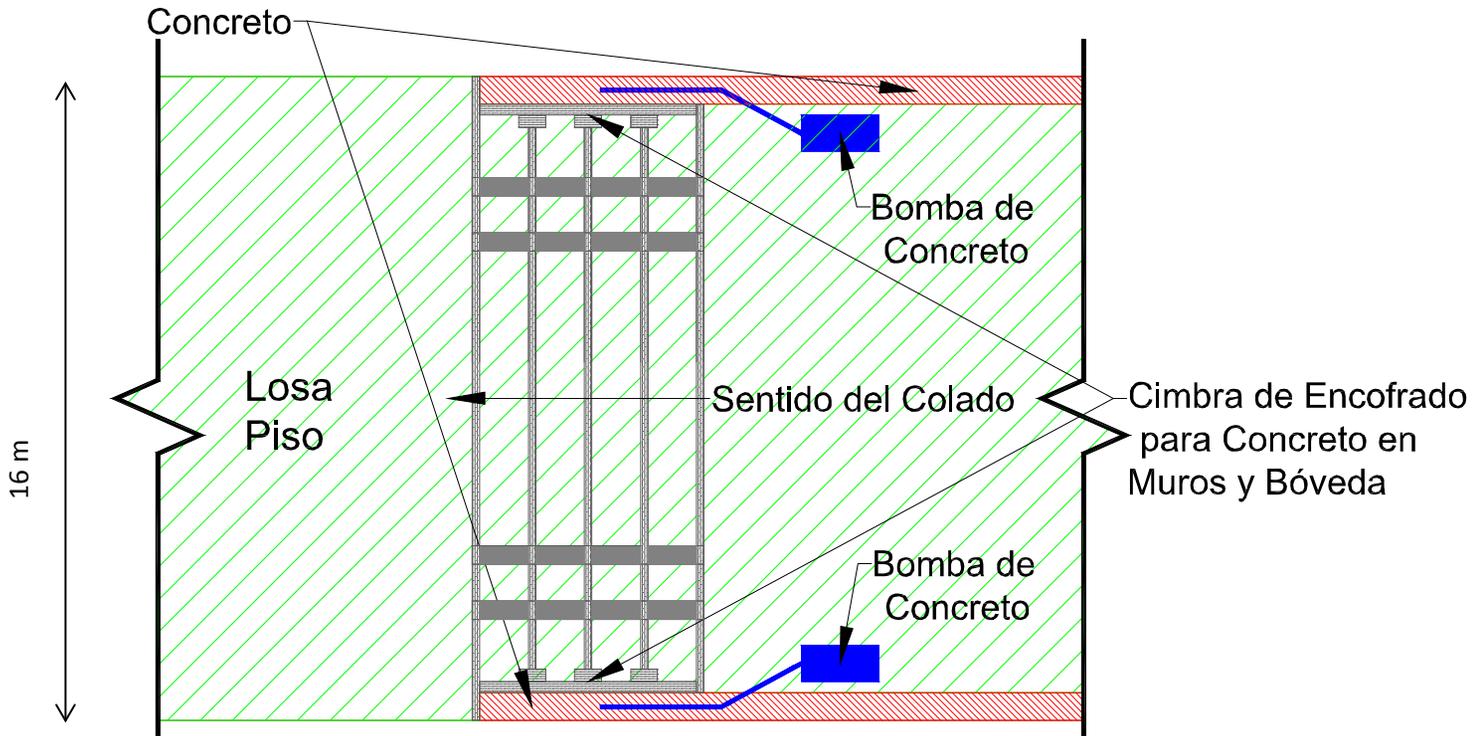


Figura 35.- Esquema de colados a sección completa en Túnel visto en planta



III.1.2.2.3. MUROS

Una vez concluidos los concretos de losa de piso se plantea comenzar con el revestimiento en muros, estos inician simultáneamente con los concretos de revestimiento de sección completa y se atacará por el portal de salida. La densidad de acero de refuerzo que se propone para esta estructura es de 60 kg/m^3 y el rendimiento propuesto de colocación y armado de acero de refuerzo es de 1.5 Ton/día por cuadrilla, se propone que se tengan dos cuadrillas y dos juegos de cimbra, el avance se hará en tramos de 6 metros, cada tramo nos tomará 1 día de armado, se iniciarán por el cadenamiento K 0+453.476 hasta llegar al cadenamiento K+179.392 lo que nos da un total, por ambos muros, de 548.2 m, esto nos arroja que el tiempo total para culminar la estructura será de 45 días teniendo un avance diario de 6 m/día. Ver Figura 36.

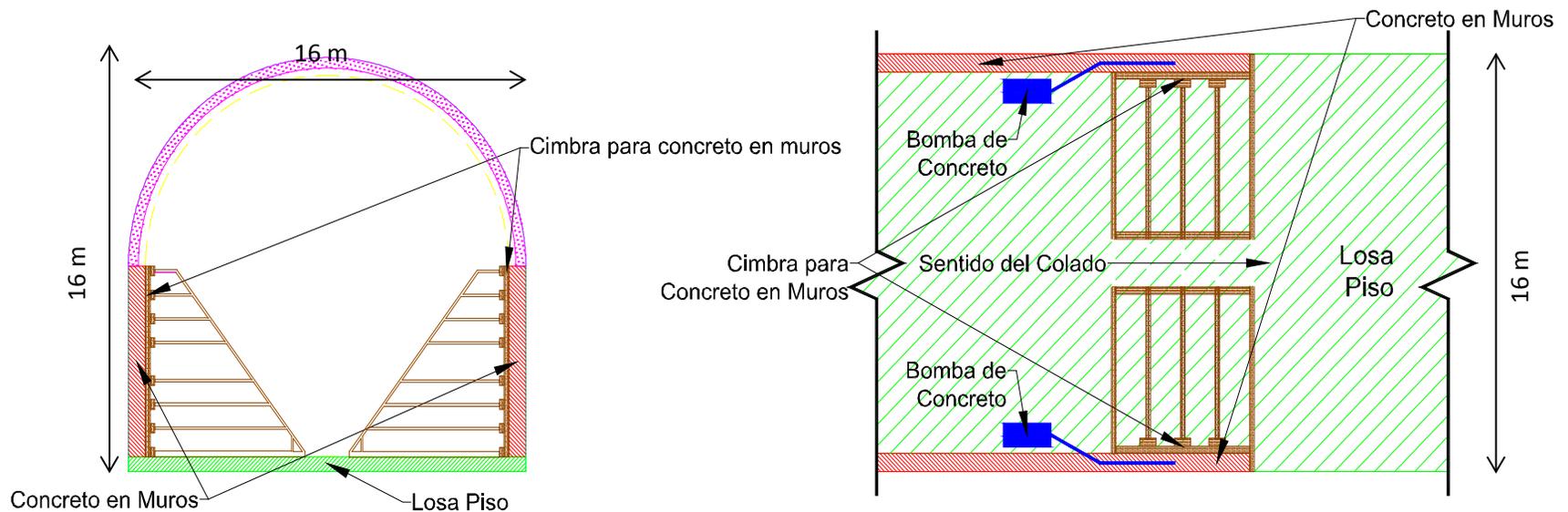


Figura 36.- Esquemas del perfil y corte de colocación de concretos en muros de Túnel



“CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS”.



El equipo propuesto para la construcción de concretos es:

EQUIPO PARA CONCRETOS DE OBRA DE GENERACIÓN.
Planta de concreto con mezclador central
Revolvedora sobre camión
Cargador sobre llantas
Soplador de cemento
Planta de hielo
Banda Transportadora radial
Trituradoras
Planta de cribado
Gusano lavador de arena
Alimentador vibratorio
Bomba para concreto sobre camión
Bomba para concreto portátil
Torre de construcción

Tabla 9



III.1.3. ATAGUÍAS

III.1.3.1. ATAGUÍA AGUAS ARRIBA (AAR) Y AGUAS ABAJO (AAB).

Se iniciará la construcción de las ataguías en forma simultánea, iniciando con las actividades de colocación de Materiales a fondo perdido hasta superar el nivel del agua, con esto se inicia el bombeo de las zonas donde se desplantarán las pantallas impermeables. Cabe resaltar que para poder construir las ataguías es necesario tener almacenado el volumen de material requerido en las ataguías. E la Tabla 10 se muestra la clasificación de los materiales.

MATERIAL	ZONA EN LA ESTRUCTURA	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS
3	ATAGUÍAS GRAVA-ARENA COMPACTADA.	BANCOS DE ALUVIÓN.	ALUVIÓN EN GREÑA CON TAMAÑO MÁXIMO DE 20 CM LOS MATERIALES 3 Y 4 DEBERÁN CUMPLIR EL CRITERIO DE FILTROS.
3'	RECINTO DE LAS ATAGUÍAS GRAVA-ARENA A FONDO PERDIDO.	BANCOS DE ALUVIÓN.	ALUVIÓN EN GREÑA CON TAMAÑO MÁXIMO DE 20 CM LOS MATERIALES 3' Y 4' DEBERÁN CUMPLIR EL CRITERIO DE FILTROS.
4	RESPALDO EN ATAGUÍAS ENROCAMIENTO COMPACTADO.	EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE ROCA Y/O EXCAVACIÓN DE OBRAS PRINCIPALES.	ENROCAMIENTO BIEN GRADUADO, CON TAMAÑO MÁXIMO DE 40 CM LOS MATERIALES 3 Y 4 DEBERÁN CUMPLIR CON EL CRITERIO DE FILTROS.
4'	ATAGUÍAS ENROCAMIENTO A FONDO PERDIDO.	EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE ROCA Y/O EXCAVACIÓN DE OBRAS PRINCIPALES.	ENROCAMIENTO BIEN GRADUADO, CON TAMAÑO MÁXIMO DE 40 CM LOS MATERIALES 3' Y 4' DEBERÁN CUMPLIR CON EL CRITERIO DE FILTROS.
4s	ATAGUÍAS ENROCAMIENTO DE PROTECCIÓN.	SOBRETAMAÑOS DE MATERIAL 4.	FRAGMENTOS DE ROCA SANA CON TAMAÑO MAYOR QUE 40 CM.
5	PREATAGUÍAS ENROCAMIENTO A FONDO PERDIDO (FRAGMENTOS MAYORES QUE 1 M AL CIERRE).	EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE ROCA Y/O EXCAVACIÓN DE OBRAS PRINCIPALES.	ENROCAMIENTO GRUESO A VOLTEO.

Tabla 10

Los materiales se colocarán en la Ataguía Aguas Arriba (AAR.) y Aguas Abajo (AAB.) de la siguiente manera:

Iniciando en la **Etap 1** colocando los materiales 5,3' y 4'.

Posteriormente se realizará la colocación de materiales 3, 4 y 4s que será la **Etap 2**.



III.1.3.1.1. RELLENOS

Analizando la constructibilidad del desvío se obtuvo para la Ataguía Aguas Arriba (AAR) un rendimiento de 2,695 m³/día con una duración de 55 días para un volumen relleno de 148,203 m³/día. Ver Figura 37.

Finalmente, al llegar al nivel de coronas en Ambas ataguías se iniciará la construcción de las pantallas, en el caso de la AAR. Se desplantara a la Elev. 170 M.S.N.M. y para la AAb se realizará el desplante hasta la Elev. 173.25 M.S.N.M.

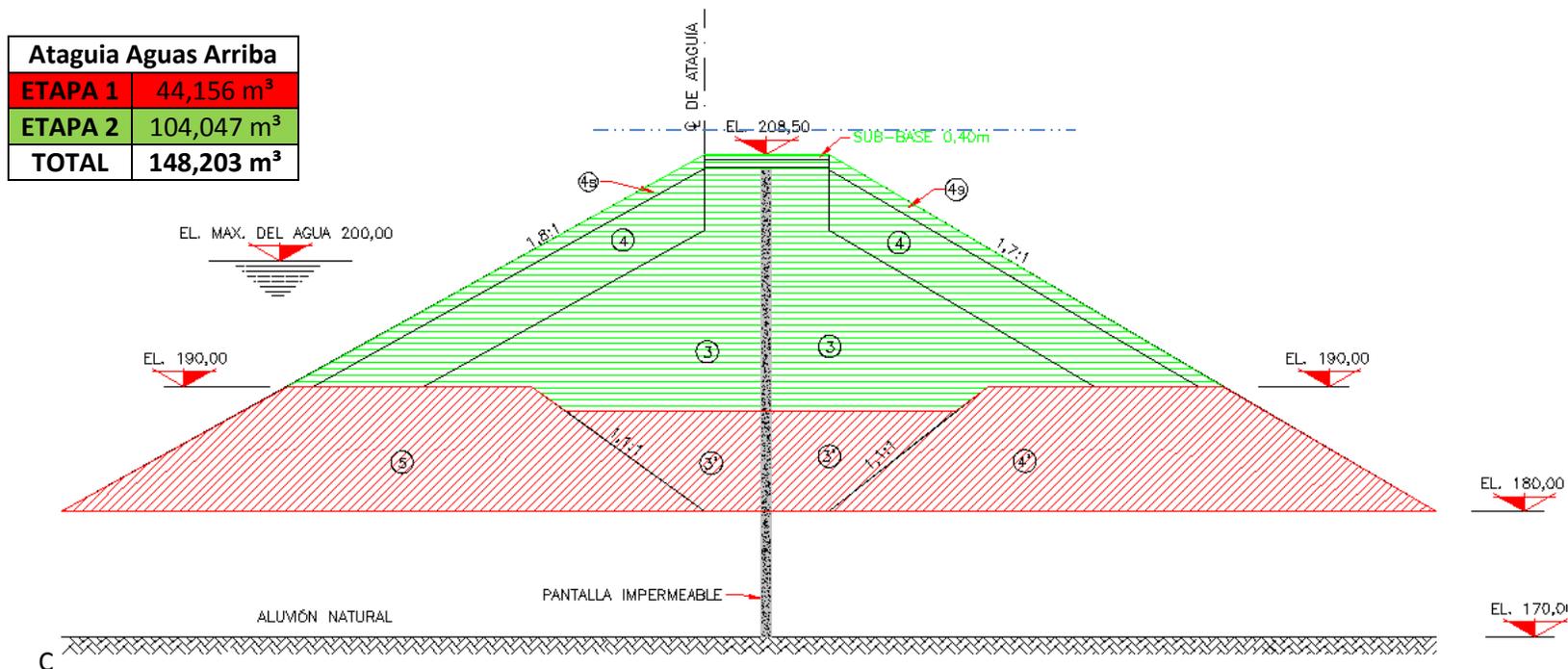


Figura 37.- Esquema de colocación de materiales en Ataguía Aguas Arriba



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Respecto a la Ataguía de Aguas Abajo (AAb) se propone un rendimiento de 2,319 m³/día con una duración de 15 días para un volumen de relleno de 34,783 m³. Ver Figura 38.

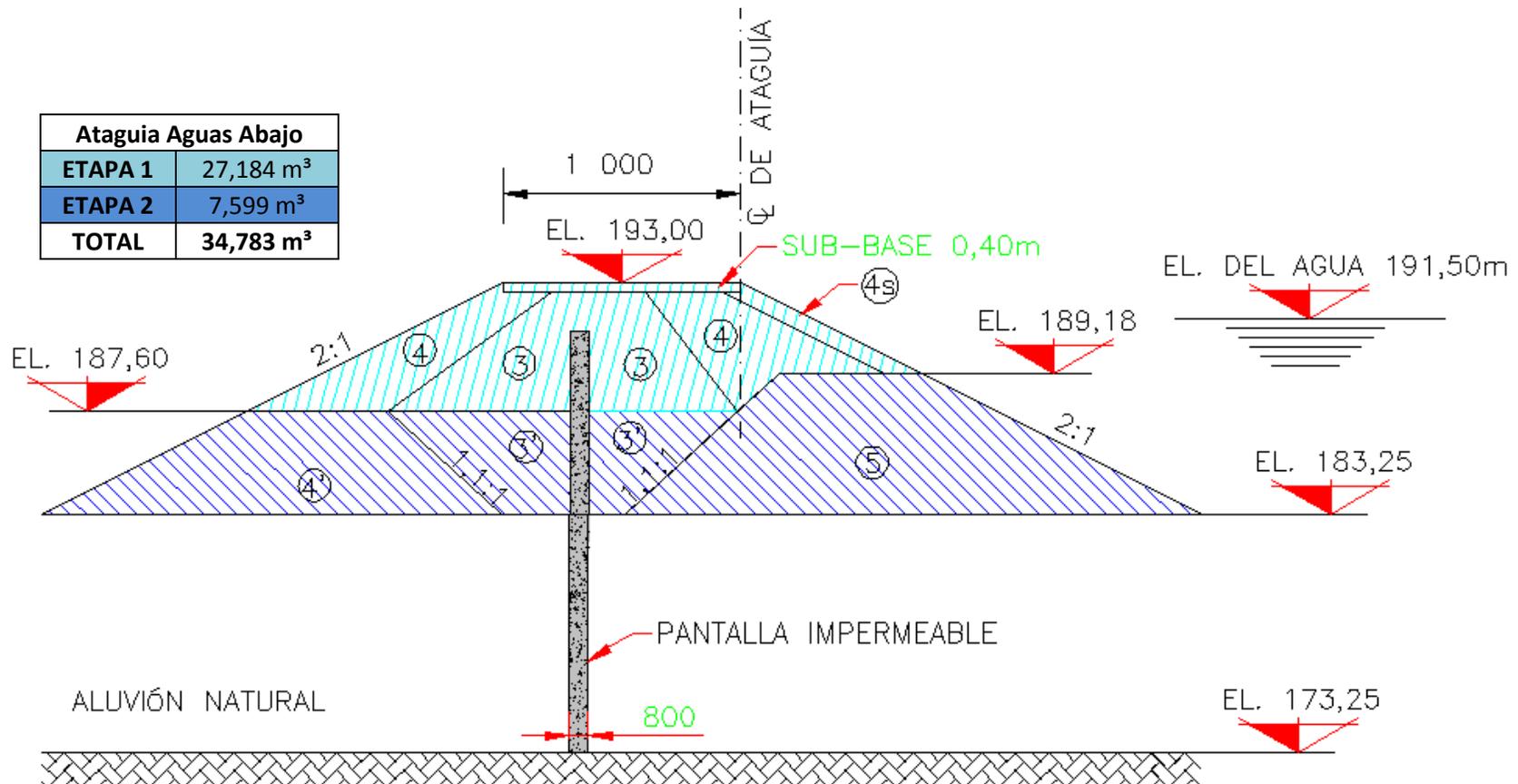


Figura 38.- Esquema de colocación de materiales en Ataguía Aguas Abajo



III.1.4. PANTALLA FLEXOIMPERMEABLE

Con la finalidad de impermeabilizar la zona de recinto de trabajo donde se construirá la casa de máquinas se requiere construir dos pantallas flexo-impermeables, que se desplantarán desde la corona en las Ataguías Aguas Arriba y Abajo desde las (Elev.208.50 y Elev.193.00 m.s.n.m.) respectivamente, hasta alcanzar el estrato de roca impermeable (Elev.170 y Elev. 173.25 m.s.n.m.).

El área de la pantalla en la ataguía de aguas arriba es de 5,241.0 m² (Ver Figura 39 y Figura 40) y de la ataguía de aguas abajo es de aproximadamente 1,000 m² (Ver Figura 41 y Figura 42).

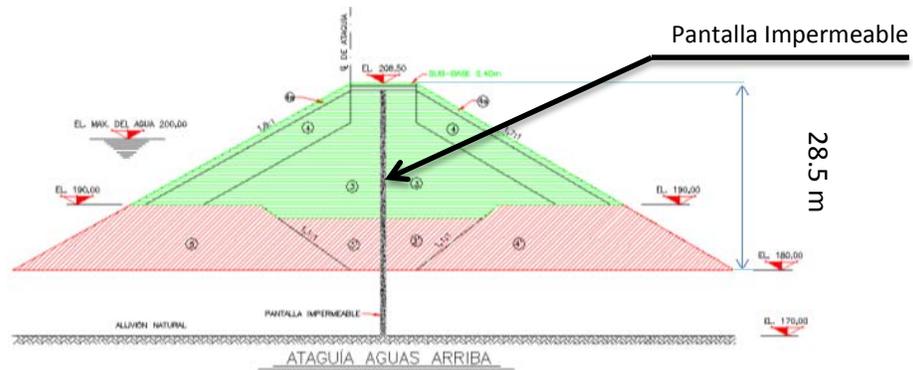


Figura 39.- Pantalla Impermeable Ataguía Aguas Arriba corte de perfil

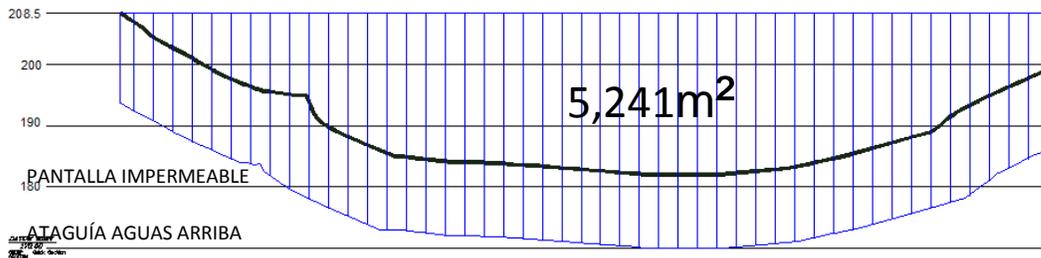


Figura 40.- Pantalla Impermeable Ataguía Aguas Arriba corte longitudinal

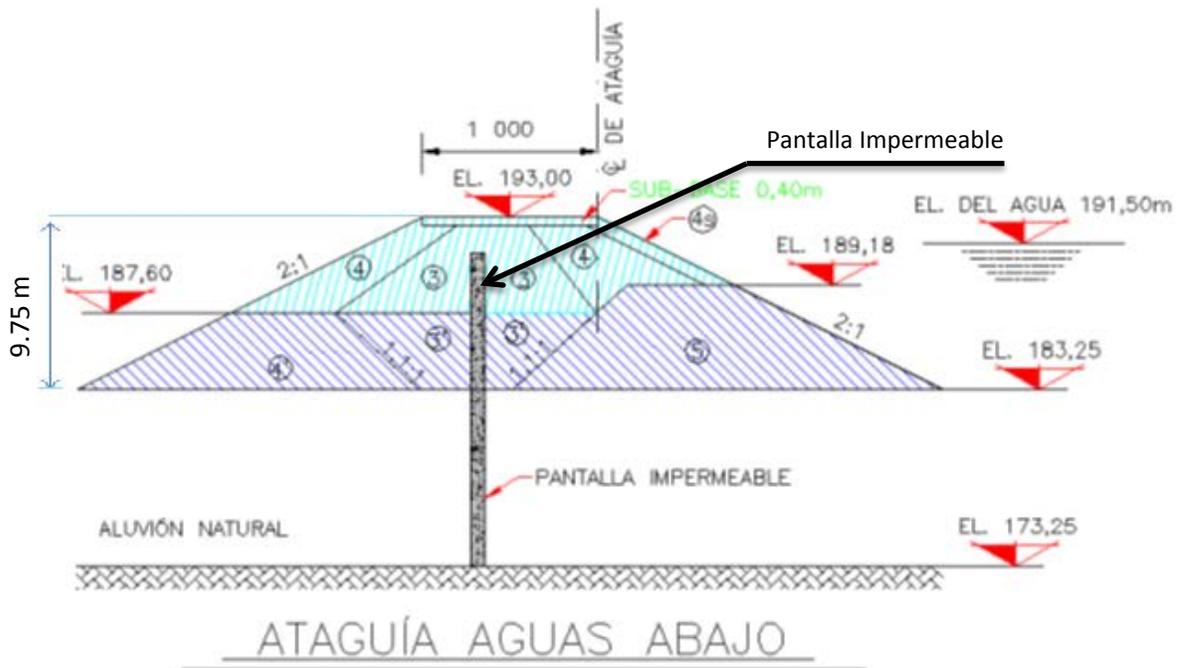


Figura 41.- Pantalla Impermeable Ataguía Aguas Abajo corte de perfil

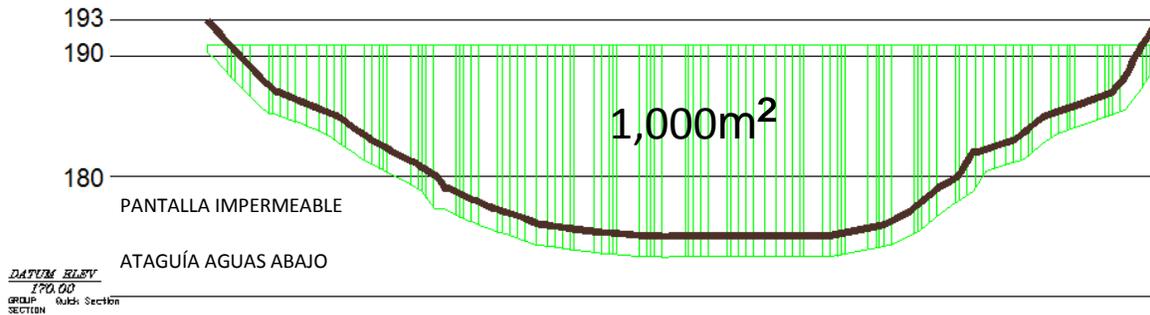


Figura 42.- Pantalla Impermeable Ataguía Aguas Abajo corte longitudinal

El procedimiento propuesto para la construcción de la pantalla se describe a continuación:

Como inicio se construirá un brocal sobre el eje de la corona de la ataguía que servirá como guía para la excavación de la zanja. Se propone que la profundidad del brocal será de 1.0 m y su espesor de 0.1 m a una separación de 0.8 m entre caras exteriores del brocal para permitir el libre acceso a una almeja hidráulica de 600 mm De ancho. Ver Figura 43.

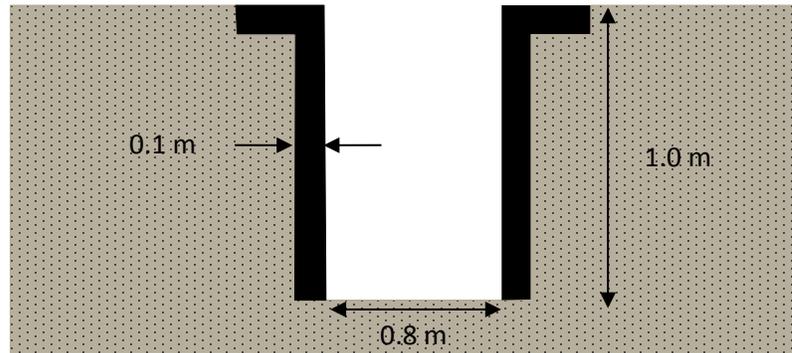


Figura 43.- Esquema de excavación de zanja para pantalla impermeable

Excavación de zanja

Las excavación de la zanja se realizará con un ancho de 0.8 m de ancho y una profundidad máxima de 38.5 m de, la realización de esta actividad se prevé emplear una grúa Link-Belt LS-118 y/o similar y una excavadora almeja hidráulica de 600 X 2500 mm, en la eventualidad de encontrar bloques y boleos de gran tamaño, que no puedan extraerse con el equipo de almeja, se usará una grúa con trépano o cincel. Para la estabilización de las paredes de la zanja durante la excavación se empleará lodo bentonítico.

La pantalla estará compuesta de tableros de 7.0 m y tableros de cierre de 2.0 m. Cada tablero de 7.0 m estará compuesto de tres paneles, dos primarios de 2.5 m y un secundario de 2.0 m. Ver Figura 44.

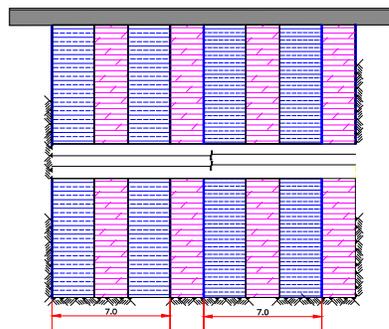


Figura 44.- Esquema de tableros de pantalla impermeable

Colocación de mezcla lodo-cemento.

El suministro de la mezcla para la pared moldeada se realizará a tiro directo, usando dos líneas de tubería tremie de 12” de diámetro. La mezcla de arena-cemento será vertida hasta el fondo de la zanja por medio de las tuberías indicadas. Conforme avanza la colocación de la mezcla, los tubos tremie son izados con la grúa Link-Belt LS-118 procurando siempre que se encuentre embebido y cubierto por la mezcla por lo menos 3.0 m. Ver Figura 45.

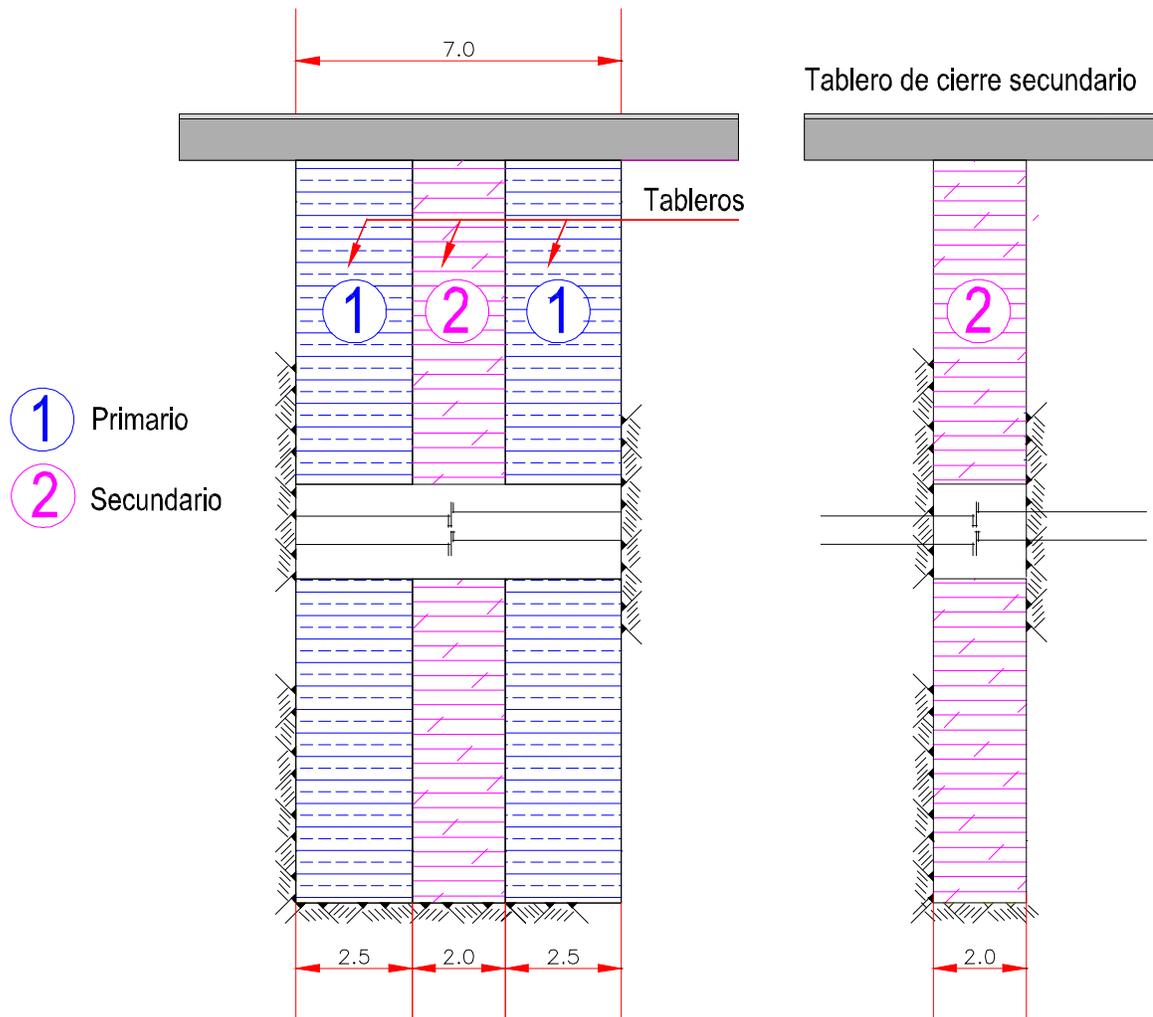


Figura 45.- Esquema de tableros de 2 y 2.5 m de Pantalla Impermeable

La construcción de la pantalla en la ataguía de aguas arriba tendrá un rendimiento aproximado de 117 m²/día en un periodo de 45 días y el rendimiento de la pantalla de aguas abajo tendrá un rendimiento aproximado de 33.3 m²/día en un periodo de 15 días.



Para la construcción de la pantalla se propone emplear la siguiente maquinaria. Ver Figura 46.

Grúa con trépano Link-Belt LS-118 y/o similar.

Excavadora almeja hidráulica de 600 X 2500 mm.

Trépano o cincel montado sobre grúa Link-Belt LS-118

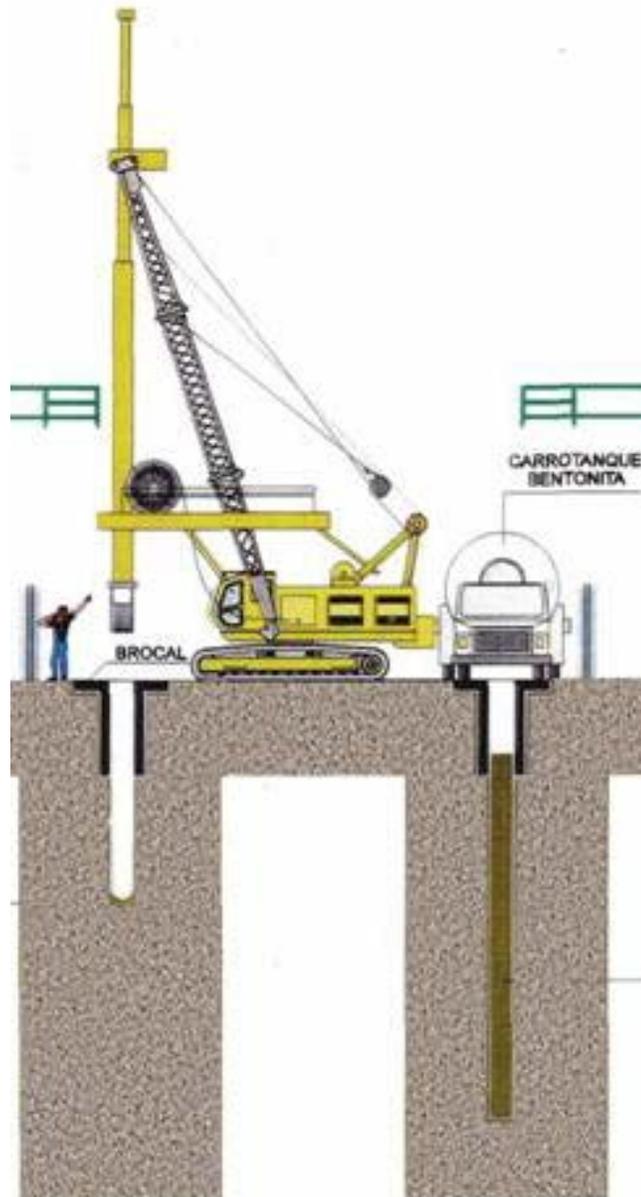


Figura 46.- Esquema de excavación y colocación de lodo bentonítico.

El proceso constructivo de las pantallas plásticas impermeables deberá ser respaldado con la instalación de una planta de lodos y una planta mezcladora de lodos y cemento. Ver Figura 47. El esquema para la fabricación y suministro de la mezcla para la construcción de la pantalla es el siguiente:

- Suministro y almacenamiento de agua.
- Preparación de lodos y mezcla de lodo y cemento.
- Almacenamiento.
- Suministro de lodos.

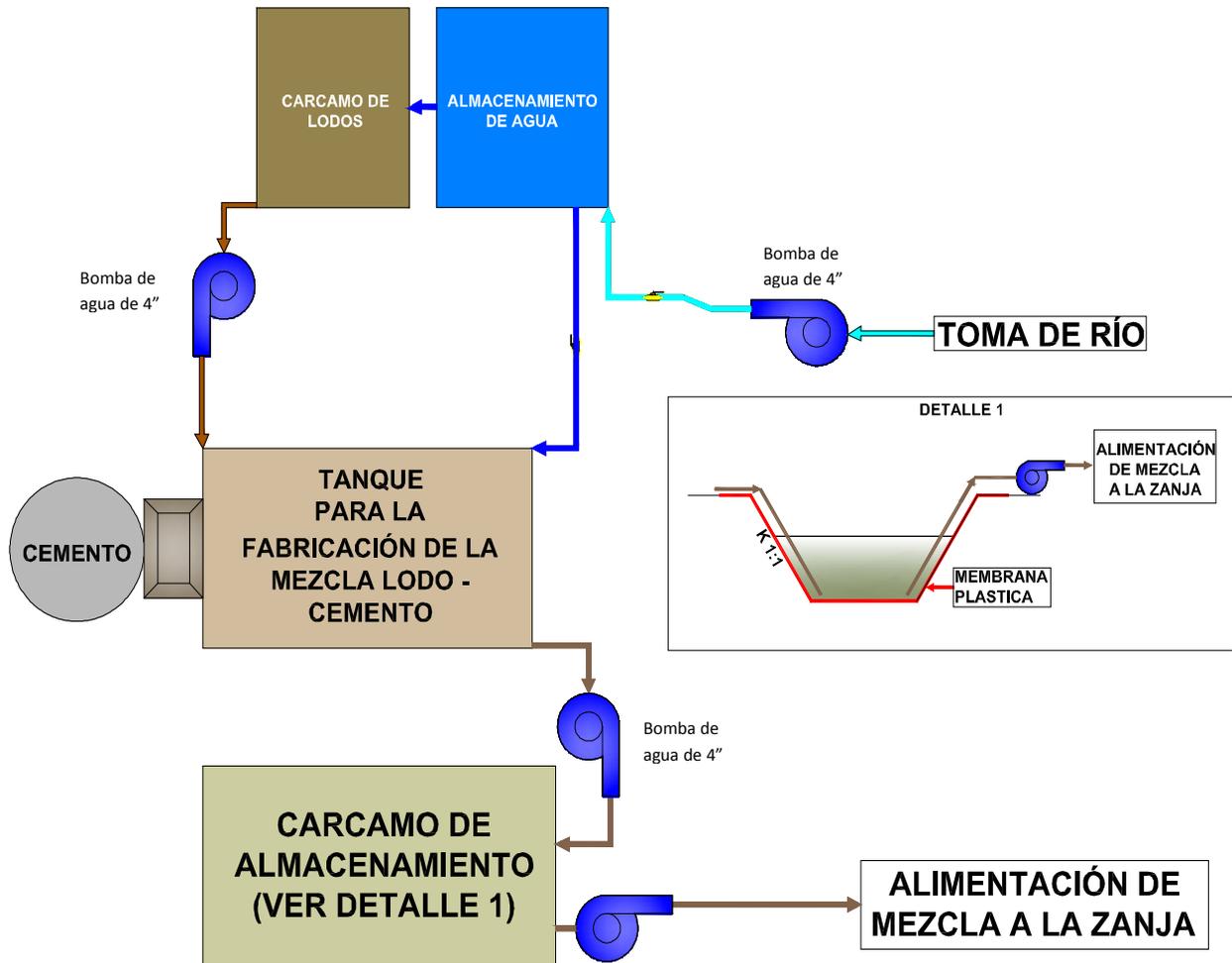


Figura 47.- Esquema del proceso de materiales para pantalla impermeable



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.1.5. CAMINOS PROPUESTOS PARA LA OBRA DE DESVÍO.

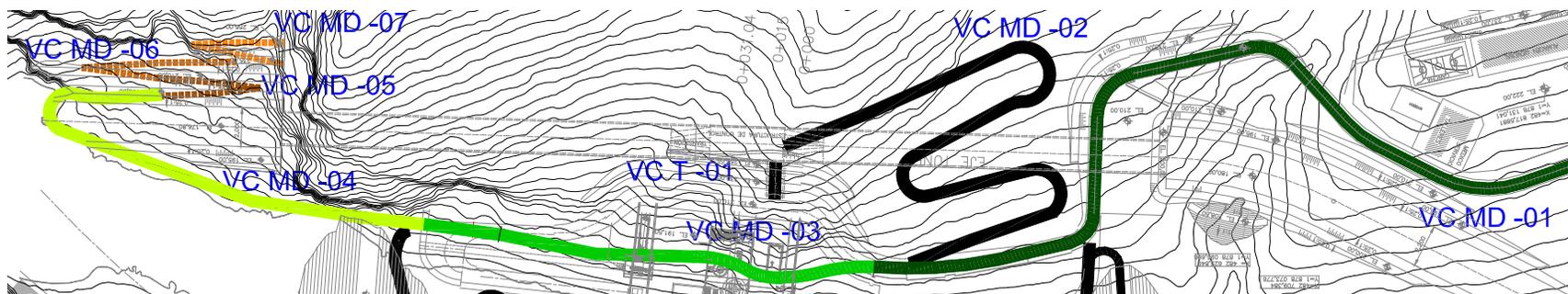


Figura 48.- Planta de caminos para Obra de Desvío

CAMINOS DE MARGEN DERECHA						
CAMINO DEFINITIVO						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MD -01	1744.47	215	210	5.00	0.2866
CAMINOS DE CONSTRUCCIÓN						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MD -03	209.2	220	205	15.00	7.1703
	VC MD -04	267.1	205	195	10.00	3.7439
	SUB - TOTAL	476.2995				
CAMINOS DE ACCESO						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MD -05	103.5	195	215	20.00	19.3229
	VC MD -06	117.4	215	235	20.00	17.0370
	VC MD -07	94.9	235	255	20.00	21.0778
	SUB - TOTAL	315.7823				
	TOTAL	792.0818				

Figura 49.- Datos de los caminos para Obra de Desvío



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Para acceder al portal de entrada se plantea el camino definitivo VC-MD-01 por la margen derecha (Figura 48), este camino será permanente ya que nos permite tener un acceso a la corona de la Obra de Generación, llegará a la elevación 215.00 MSNM con una pendiente no mayor a 1%. (Figura 49).

Los caminos de construcción VC MD-03 y VC MD-04 se plantea que accedan al Portal de Salida, el primero atravesará la playa de montaje y el segundo será un camino ribereño que finalmente comunica a la salida de la obra de desvío (Figura 48), este camino llegara a la elevación 195.00 M.S.N.M. con una pendiente no mayor a 4% (Figura 49).

Los caminos de acceso VC MD-05, VC MD-06 y VC MD-07 se plantearon para la excavación del Portal de Salida (Figura 48), para llegar a la elevación 255.00 M.S.N.M. estos caminos tendrán pendientes de hasta un 21% (Figura 49).

III.2. OBRA DE EXCEDENCIAS

VERTEDOR

III.2.1. EXCAVACIÓN

La Obra de Excedencias, está integrada por el Canal de Llamada del Vertedor, Estructura de Control, Canal de Descarga y Tanque Amortiguador, el cual se encuentra localizada en la margen izquierda del proyecto, el volumen de excavación de esta estructura es de aproximadamente es de 2,491,560 m³.

SECUENCIA DE EXCAVACIÓN

Desmante despalme y excavación en suelo

La excavación de los portales se iniciará con el desmante del terreno, retirando una capa de 1.0 m de espesor aproximadamente.

Debido a las pendientes escarpadas de los taludes, el desmante se realizará empujando el material hacia abajo por medio de tractores, la rezaga del material será realizado por medio de cargadores y/o similar y camiones de volteo de 14 m³ (Figura 50).

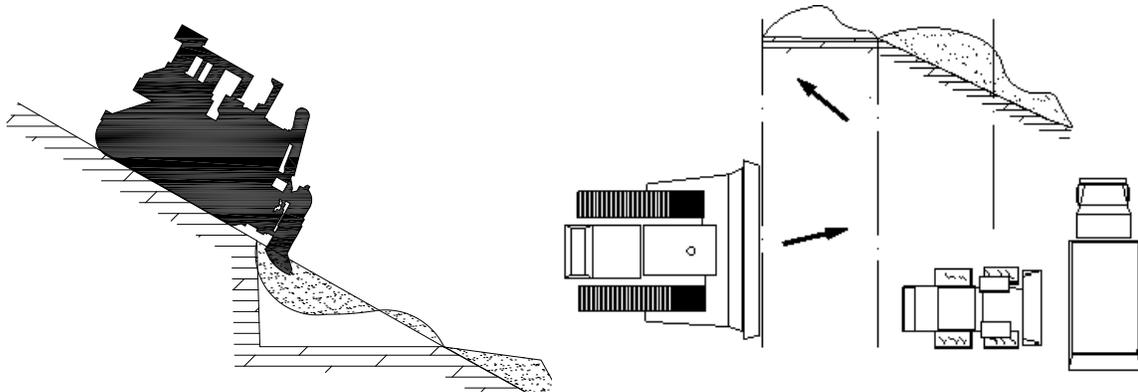


Figura 50.-Esquema de rezaga de materiales



III.2.1.1. EXCAVACIÓN EN ROCA

A continuación se muestra el esquema con las 17 etapas de excavación para la cual se plantea emplear banquetes de 10.0 m de espesor. Estas etapas se proponen en función de la geometría del diseño básico adoptado por la Comisión, considerando la inclinación, la altura de los taludes, así como los anchos de las bermas y sus elevaciones. (Figura 51).

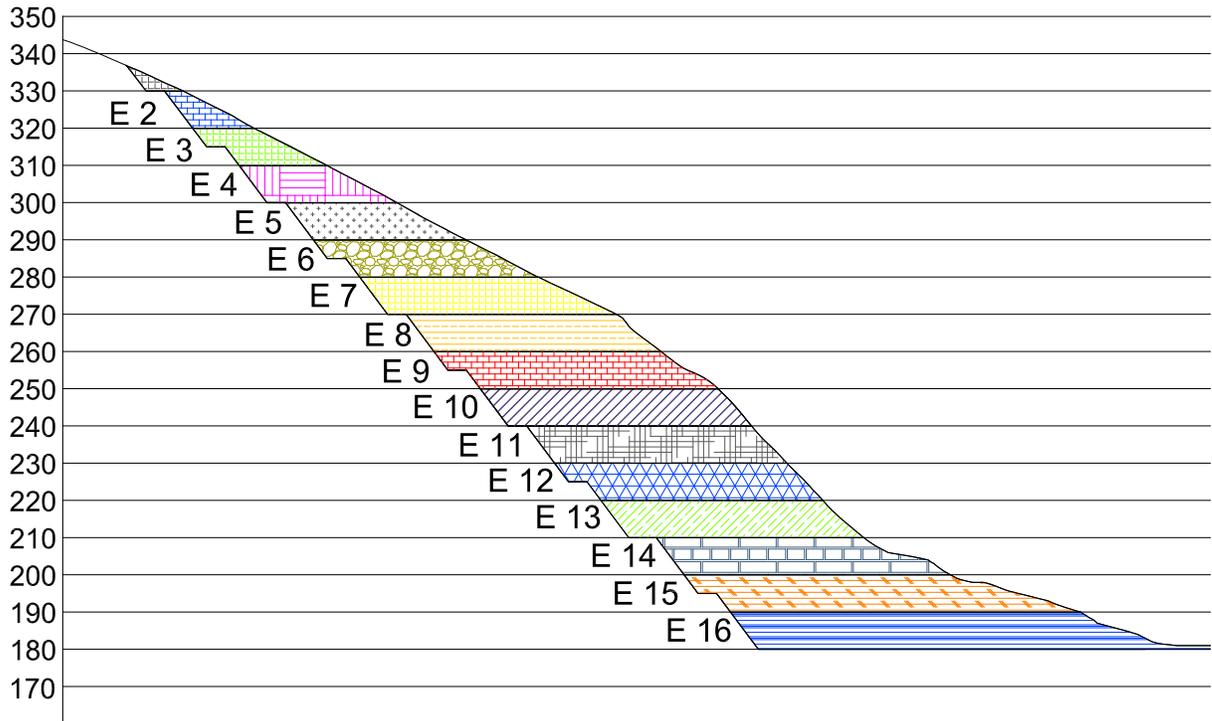


Figura 51.- Etapas de excavación para Obra de Excedencias

Como es prioritario llegar al nivel desplante del muro lateral izquierdo y el estribo izquierdo en el tiempo programado, se atacará la zona de la estructura del canal de llamada y la estructura de control desde la elevación 190.0 a la 173.5 m.s.n.m., estas etapas se programan de tal forma que se asegure la correcta colocación de los concretos.



A continuación se describirá el ciclo de excavación de la Obra de Excedencias en la margen Izquierda:

El ciclo de excavación de la roca se compone de la siguiente secuencia:

.-Barrenación

.-Carga de explosivos: Colocación de explosivos en los barrenos

.-Voladura: Detonación controlada de explosivos.

.-Rezaga: La remoción y acarreo de material resultante de las voladuras se realizarán por medio de tractor **CAT DR7**, cargador **966G** y camiones articulados de 14.0 m³

.-Tratamientos: La aplicación de los tratamientos se realizará de forma inmediata a la excavación de la superficie, que consisten en colocación de anclajes, concreto lanzado y drenajes.



Barrenación y carga de explosivos

La perforación de los banquetes se podrá realizar para banquetes con una malla de 7.0 x 7.0 x 10.0 (Figura 52) y el esquema tipo de la carga de explosivos se muestra a continuación:

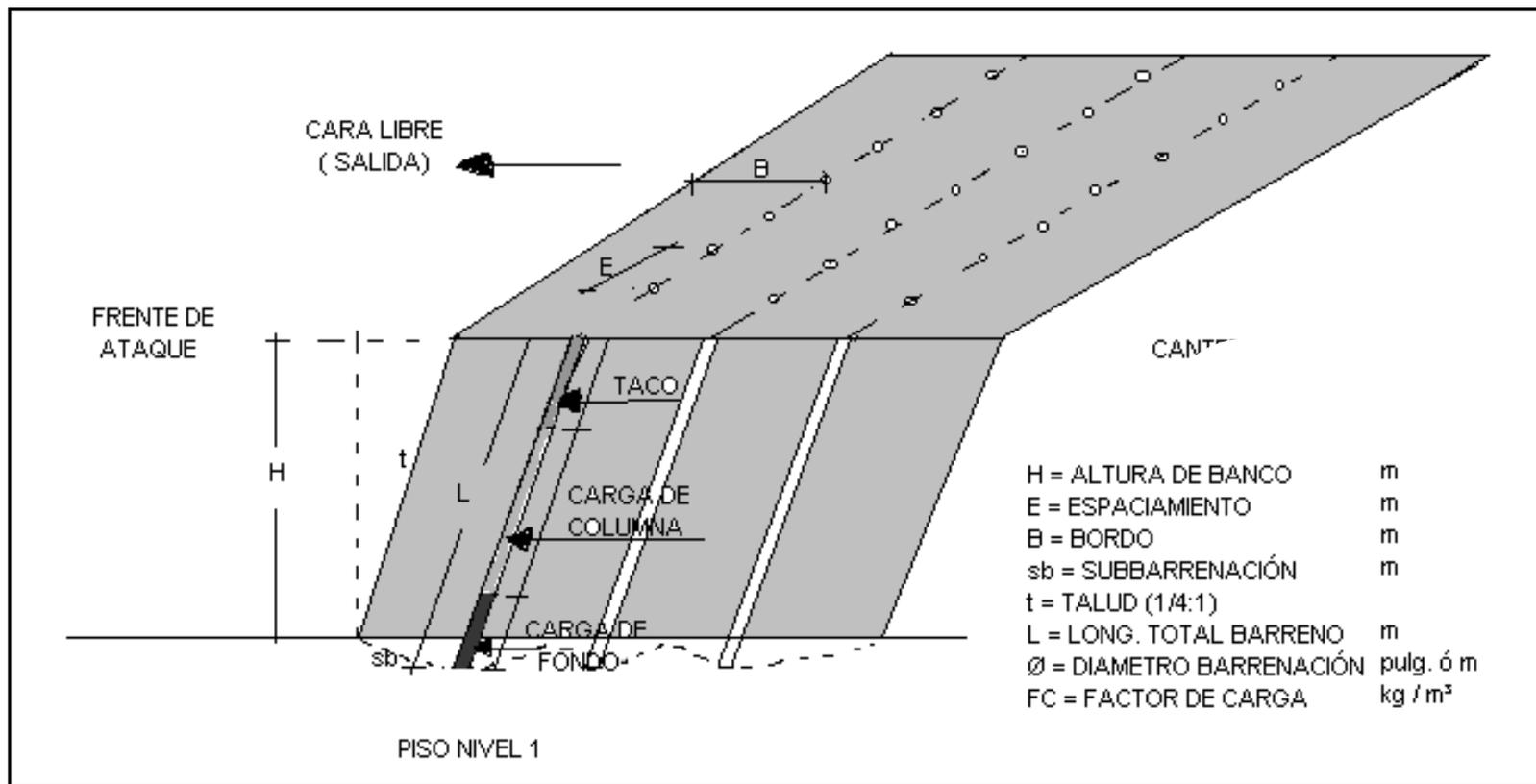


Figura 52.- Geometría tipo de una plantilla de barrenación y carga de explosivos

Para realizar las perforaciones de barrenos para la voladura de los bancos se propone emplear equipos Tamrock Ranger 600 y/o similar. (Figura 53).



Figura 53.- Tamrock Ranger 600

La excavación y la rezaga del vertedor se podrán realizar en forma simultánea procurando una distancia de seguridad entre los frentes de trabajo. (Figura 54).

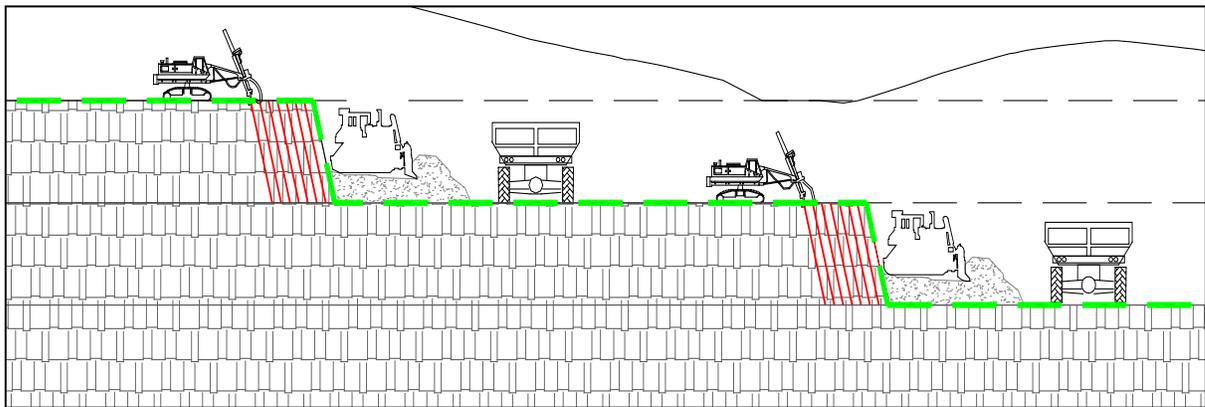


Figura 54.- Esquema tipo de barrenación y rezaga



ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Se plantea que las excavaciones se realicen en dos etapas, la primera etapa irá de la elevación del terreno natural a la elevación 250.00 M.S.N.M. (Tabla 11 y Tabla 12) Para esta primera etapa se realizó un análisis de rendimientos, obteniendo los siguientes resultados:

RENDIMIENTO DE DESPALME	2,338 m³/día
RENDIMIENTO DE BANQUEO EN ROCA	1,928 m³/día

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS EN OBRA DE EXCEDENCIAS DE TN A LA ELEV. 250.00 m.s.n.m.							
ELEVACIÓN				VOL DE DESPALME X ETAPA	NO. DE FRENTE	RENDIMIENTO DE EXCAVACIÓN	DURACIÓN DEL DESPALME
ETAPA 1	TN	a	330.00 m.s.n.m.	30 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.01 día(s)
ETAPA 2	330.00 m.s.n.m.	a	320.00 m.s.n.m.	127 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.05 día(s)
ETAPA 3	320.00 m.s.n.m.	a	310.00 m.s.n.m.	243 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.10 día(s)
ETAPA 4	310.00 m.s.n.m.	a	300.00 m.s.n.m.	360 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.15 día(s)
ETAPA 5	300.00 m.s.n.m.	a	290.00 m.s.n.m.	748 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.31 día(s)
ETAPA 6	290.00 m.s.n.m.	a	280.00 m.s.n.m.	1,108 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.47 día(s)
ETAPA 7	280.00 m.s.n.m.	a	270.00 m.s.n.m.	1,469 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.62 día(s)
ETAPA 8	270.00 m.s.n.m.	a	260.00 m.s.n.m.	2,644 m ³	1	2,338 m ³ /día	1.13 día(s)
ETAPA 9	260.00 m.s.n.m.	a	250.00 m.s.n.m.	1,322 m ³	1	2,338 m ³ /día	0.56 día(s)
Total				8,051 m³		Total de días	3.40 día(s)

Tabla 11

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO CON USO DE EXPLOSIVOS EN OBRA DE EXCEDENCIAS DE TN A LA ELEV. 250.00 m.s.n.m.							
ELEVACIÓN				Vol de Roca x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración de Exc. En Roca
ETAPA 1	TN	a	330.00 m.s.n.m.	724 m ³	1	1,928 m ³ /día	0.0 día(s)
ETAPA 2	330.00 m.s.n.m.	a	320.00 m.s.n.m.	1,520 m ³	1	1,928 m ³ /día	0.79 día(s)
ETAPA 3	320.00 m.s.n.m.	a	310.00 m.s.n.m.	1,520 m ³	1	1,928 m ³ /día	0.79 día(s)
ETAPA 4	310.00 m.s.n.m.	a	300.00 m.s.n.m.	1,520 m ³	1	1,928 m ³ /día	0.79 día(s)
ETAPA 5	300.00 m.s.n.m.	a	290.00 m.s.n.m.	4,323 m ³	1	1,928 m ³ /día	2.24 día(s)
ETAPA 6	290.00 m.s.n.m.	a	280.00 m.s.n.m.	4,323 m ³	1	1,928 m ³ /día	2.24 día(s)
ETAPA 7	280.00 m.s.n.m.	a	270.00 m.s.n.m.	4,323 m ³	1	1,928 m ³ /día	2.24 día(s)
ETAPA 8	270.00 m.s.n.m.	a	260.00 m.s.n.m.	8,972 m ³	1	1,928 m ³ /día	4.65 día(s)
ETAPA 9	260.00 m.s.n.m.	a	250.00 m.s.n.m.	8,972 m ³	2	3,857 m ³ /día	2.33 día(s)
Total				36,195 m³		Total de días	16.45 día(s)

Tabla 12



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



La segunda etapa irá de la elevación 250.00 M.S.N.M. (Tabla 13 y Tabla 14) a la elevación 173.50 M.S.N.M. Para esta segunda etapa se realizó un análisis de rendimientos, obteniendo los siguientes resultados:

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS DE LA ELEVACIÓN 250.00 m.s.n.m. A LA ELEV. 180.00 m.s.n.m.							
ELEVACIÓN				Volumen de Despalme x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración del Despalme
ETAPA 10	250.00 m.s.n.m.	a	240.00 m.s.n.m.	6,239 m ³	1	2,338 m ³ /día	2.66 día(s)
ETAPA 11	240.00 m.s.n.m.	a	230.00 m.s.n.m.	6,018 m ³	1	2,338 m ³ /día	2.57 día(s)
ETAPA 12	230.00 m.s.n.m.	a	220.00 m.s.n.m.	8,266 m ³	1	2,338 m ³ /día	3.53 día(s)
ETAPA 13	220.00 m.s.n.m.	a	210.00 m.s.n.m.	10,514 m ³	1	2,338 m ³ /día	4.49 día(s)
ETAPA 14	210.00 m.s.n.m.	a	200.00 m.s.n.m.	9,036 m ³	1	2,338 m ³ /día	3.86 día(s)
ETAPA 15	200.00 m.s.n.m.	a	190.00 m.s.n.m.	22,875 m ³	1	2,338 m ³ /día	9.78 día(s)
ETAPA 16	190.00 m.s.n.m.	a	180.00 m.s.n.m.	36,715 m ³	1	2,338 m ³ /día	15.70 día(s)
Total				99,662 m³		Total de días	42.59 días

Tabla 13

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO con USO DE EXPLOSIVOS DE LA OBRA DE EXCEDENCIAS DE LA ELEVACIÓN 250.00 m.s.n.m. A LA ELEV. 180.00 m.s.n.m.							
ELEVACIÓN				Volumen de Roca x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración de Exc. En Roca
ETAPA 10	250.00 m.s.n.m.	a	240.00 m.s.n.m.	149,726 m ³	4	7,714 m ³ /día	19.41 día(s)
ETAPA 11	240.00 m.s.n.m.	a	230.00 m.s.n.m.	144,428 m ³	4	7,714 m ³ /día	18.72 día(s)
ETAPA 12	230.00 m.s.n.m.	a	220.00 m.s.n.m.	198,381 m ³	4	7,714 m ³ /día	25.72 día(s)
ETAPA 13	220.00 m.s.n.m.	a	210.00 m.s.n.m.	252,333 m ³	4	7,714 m ³ /día	32.71 día(s)
ETAPA 14	210.00 m.s.n.m.	a	200.00 m.s.n.m.	216,852 m ³	4	7,714 m ³ /día	28.11 día(s)
ETAPA 15	200.00 m.s.n.m.	a	190.00 m.s.n.m.	549,010 m ³	4	7,714 m ³ /día	71.17 día(s)
ETAPA 16	190.00 m.s.n.m.	a	180.00 m.s.n.m.	845,926 m ³	4	7,714 m ³ /día	109.66 día(s)
ETAPA 17	180.00 m.s.n.m.	a	173.50 m.s.n.m.	35,241 m ³	3	5,785 m ³ /día	6.09 día(s)
Total				2,391,898 m³		Total de días	311.6 días

Tabla 14



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Tabla resumen de duración de la excavación de la obra de excedencias (Tabla 15).

Tabla resumen de duración de la excavación de la obra de excedencias							
ELEVACIÓN				Despalme por etapa	Exc. En Roca por etapa	Duración Total de Exc.	Duración acumulada
ETAPA 1	TN	a	330.00 m.s.n.m.	0.01 día(s)	0.38 día(s)	0.39 día(s)	0.39 día(s)
ETAPA 2	330.00 m.s.n.m.	a	320.00 m.s.n.m.	0.05 día(s)	0.79 día(s)	0.84 día(s)	1.23 día(s)
ETAPA 3	320.00 m.s.n.m.	a	310.00 m.s.n.m.	0.10 día(s)	0.79 día(s)	0.89 día(s)	2.12 día(s)
ETAPA 4	310.00 m.s.n.m.	a	300.00 m.s.n.m.	0.15 día(s)	0.79 día(s)	0.94 día(s)	3.06 día(s)
ETAPA 5	300.00 m.s.n.m.	a	290.00 m.s.n.m.	0.31 día(s)	2.24 día(s)	2.55 día(s)	5.61 día(s)
ETAPA 6	290.00 m.s.n.m.	a	280.00 m.s.n.m.	0.47 día(s)	2.24 día(s)	2.71 día(s)	8.32 día(s)
ETAPA 7	280.00 m.s.n.m.	a	270.00 m.s.n.m.	0.62 día(s)	2.24 día(s)	2.86 día(s)	11.18 día(s)
ETAPA 8	270.00 m.s.n.m.	a	260.00 m.s.n.m.	1.13 día(s)	4.65 día(s)	5.78 día(s)	16.96 día(s)
ETAPA 9	260.00 m.s.n.m.	a	250.00 m.s.n.m.	0.56 día(s)	2.33 día(s)	2.89 día(s)	19.85 día(s)
ETAPA 10	250.00 m.s.n.m.	a	240.00 m.s.n.m.	2.66 día(s)	19.41 día(s)	22.07 día(s)	41.92 día(s)
ETAPA 11	240.00 m.s.n.m.	a	230.00 m.s.n.m.	2.57 día(s)	18.72 día(s)	21.29 día(s)	63.21 día(s)
ETAPA 12	230.00 m.s.n.m.	a	220.00 m.s.n.m.	3.53 día(s)	25.72 día(s)	29.25 día(s)	92.46 día(s)
ETAPA 13	220.00 m.s.n.m.	a	210.00 m.s.n.m.	4.49 día(s)	32.71 día(s)	37.20 día(s)	129.66 día(s)
ETAPA 14	210.00 m.s.n.m.	a	200.00 m.s.n.m.	3.86 día(s)	28.11 día(s)	31.97 día(s)	161.63 día(s)
ETAPA 15	200.00 m.s.n.m.	a	190.00 m.s.n.m.	9.78 día(s)	71.17 día(s)	80.95 día(s)	242.58 día(s)
ETAPA 16	190.00 m.s.n.m.	a	180.00 m.s.n.m.	15.70 día(s)	109.66 día(s)	125.36 día(s)	367.94 día(s)
ETAPA 17	180.00 m.s.n.m.	a	173.50 m.s.n.m.	0.00 día(s)	6.09 día(s)	6.09 día(s)	374.03 día(s)

Tabla 15

Los cálculos referentes a los rendimientos se encuentran contenidos en el Anexo 8 de este documento.

Equipo requerido para la excavación de la obra de excedencias (Tabla 16).

EQUIPO REQUERIDO PARA EXCAVACIONES EXTERIORES.
Perforadora hidráulica sobre orugas track drill (Tamrock Ranger 500 y/o similar)
Cargador sobre llantas CAT 966G y/o similar
Tractor D7R montado sobre orugas
Camión Articulado CAT 735 y/o similar de 32.7 Ton (19 m³)
Equipo para lanzamiento de concreto sobre camión

Tabla 16

TRATAMIENTOS

Cuando el banqueo este próximo a la pared terminada, en esta última voladura se empleará el pre-corte con la finalidad de procurar el acabado de las paredes, posteriormente se aplicarán los tratamientos respectivos. (Figura 55).

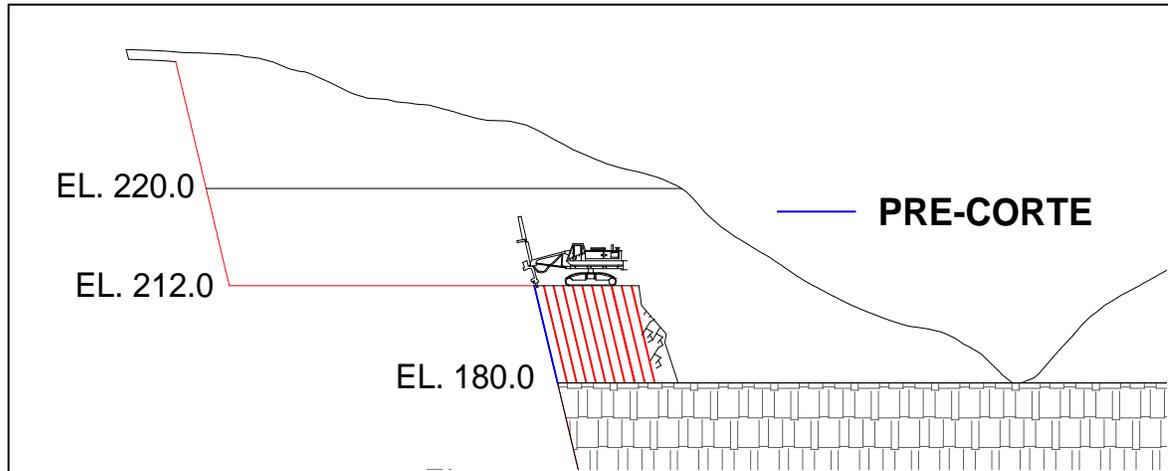


Figura 55.- Pre-corte Talud

Conforme se descienda en la excavación de tajo se irán colocando los tratamientos para estabilizar la roca. (Figura 56).

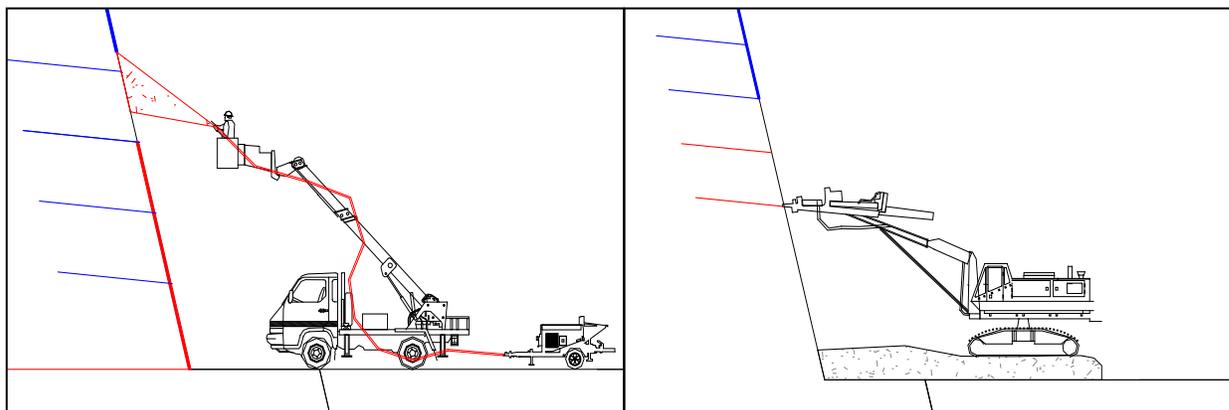


Figura 56.- Concreto lanzado, drenajes y colocación de anclajes



III.2.2. CONCRETOS DE OBRA DE EXCEDENCIAS.

Para la ejecución de los trabajos de colocación de concreto en la estructura del canal vertedor se presenta una breve descripción de la secuencia de construcción propuesta:

Para efecto de los procedimientos constructivos se describirán los trabajos de construcción de muros a sección completa y por tramos.

Para el procedimiento de construcción de estructuras a sección completa se tiene planteado utilizar alzadas de 2.40 m de altura y la cimbra que aquí se propone será de tipo deslizante. (Figura 57).

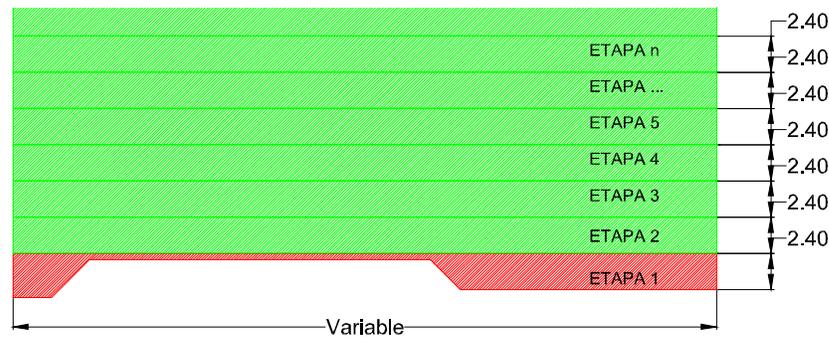


Figura 57.- Esquema de construcción por alzadas a sección completa

Los cambios de color son para diferenciar los cambios en la forma de la cimbra.

Para el procedimiento de construcción de las estructuras en tramos de 6 m, se utilizarán alzadas de 2.40 m. Se colocará el armado de acero de 6 metros de longitud por 2.40 metros de altura, se colocará la cimbra y se hará el colado, simultáneamente se podrá colocar otro juego de cimbra que irá desfasado una alzada y al llegar a la altura máxima de la estructura se comenzará con la segunda torre. (Figura 58).

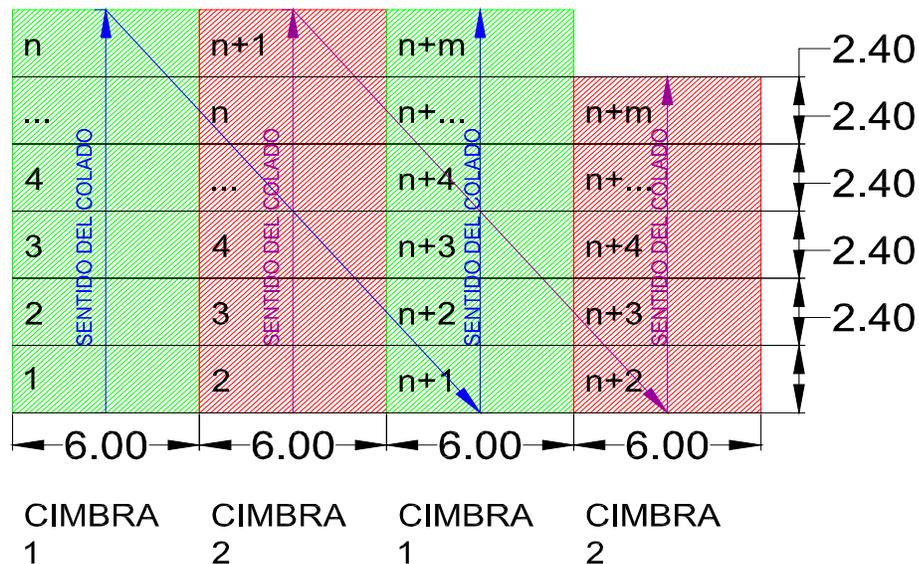


Figura 58.- Esquema de construcción por tramos



Una vez desplantada la zona de la estructura de control y el tanque amortiguador se procederá a colocar los concretos de pilas, cimacio y losas del tanque amortiguador. (Figura 59 y Figura 60).

La colocación de los concretos se realizará de forma simultánea a las excavaciones del canal manteniendo una distancia de seguridad entre estas dos actividades ya que para las excavaciones se emplearán explosivos.

Después de haber colocado el concreto de reposición se sugiere empezar los trabajos de construcción en el muro lateral de encauzamiento en margen izquierda (A)

Simultáneamente a la construcción del muro lateral de encauzamiento se realizará la pila izquierda y estribo izquierdo de la estructura de control (B)

Una vez acabados los trabajos de construcción de la pila izquierda y el estribo izquierdo se reutiliza la cimbra para la construcción de la pila derecha y muro derecho respectivamente (C).

Al finalizar la construcción de la pila derecha y el estribo derecho se comenzará la construcción de una parte del muro lateral derecho (elev. 210 msnm) (D).

Al concluir el muro lateral derecho (elev. 210 msnm) se continúa con la construcción de la parte restante de dicho muro (elev. 183.75 msnm) (E).

Simultánea a la construcción del muro antes mencionado se construirá también el muro de encausamiento (F).

Al concluir los trabajos de construcción del muro lateral derecho (elev. 183.75 msnm) y el muro de encausamiento se continuará con la construcción de la losa del canal de salida (G).

Se propone que al terminar la losa del canal de salida se comience la construcción del muro del tanque amortiguador (H).

Al terminar la estructura del muro del tanque amortiguador se sugiere comenzar con la losa de dicho tanque.

Se propone que al terminar la losa del tanque amortiguador se comience la construcción de la losa de entrada del canal de llamada (I).

La construcción del puente de maniobras se propone que se construya una vez finalizado por lo menos un vano en la estructura de control (pilas y estribos) (J).

Para culminar la estructura del vertedor se construye el cuerpo principal del cimacio y la piel de éste (K).

A continuación se muestra un diagrama para la construcción de la estructura de control de la obra de excedencias.

Nota: La cimbra utilizada en todos los concretos será de tipo deslizante.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

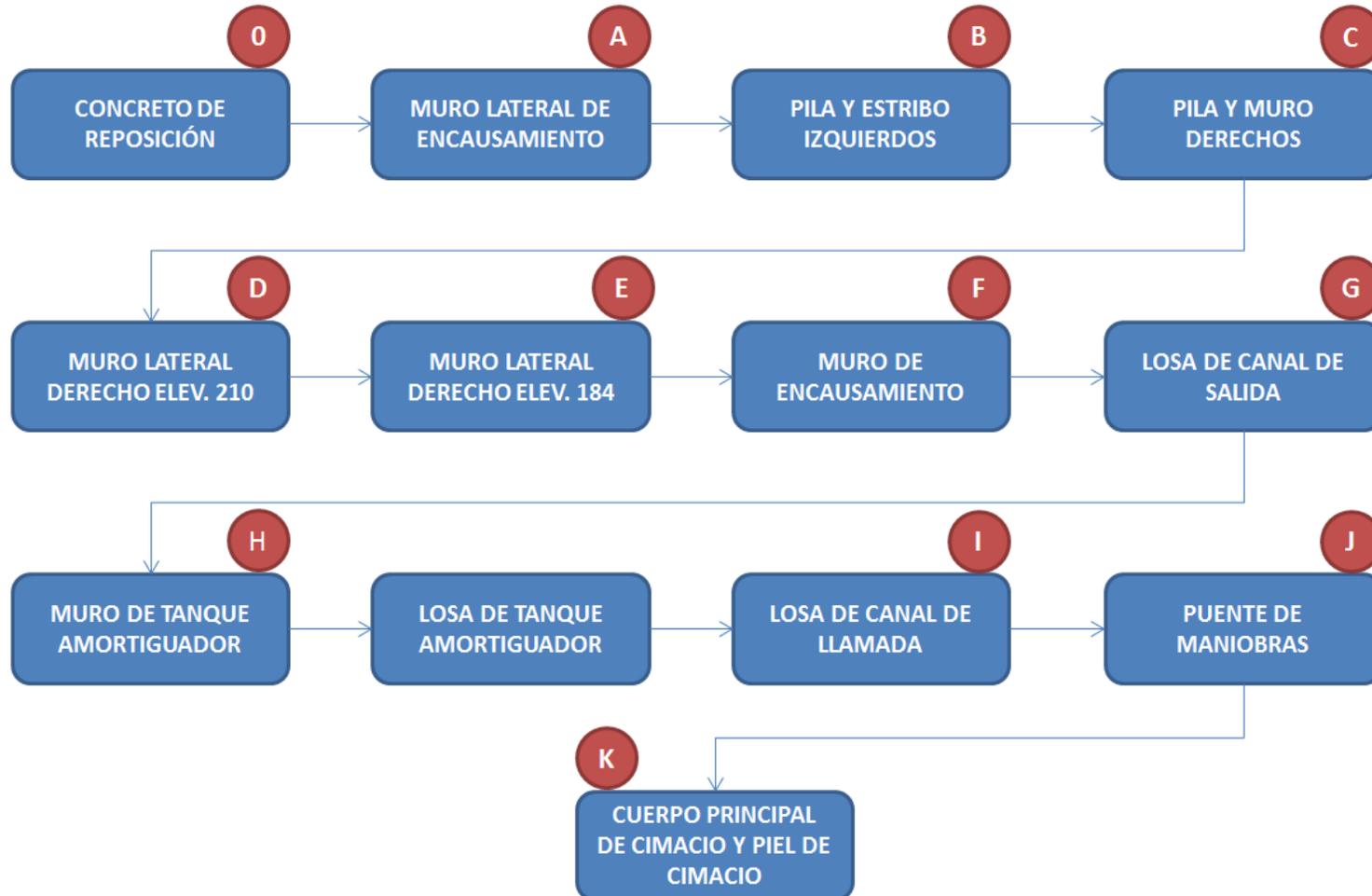


Figura 59.-Diagrama de colocación de concretos en estructura de Obra de Excedencias.

III.2.2.1. CONCRETO DE REPOSICIÓN

Terminada la excavación del recinto del canal se propone colocar el concreto de reposición de 100 kg/cm², sin refuerzo, dicha reposición se puede colocar por medio de bombeo desde la orilla de la margen izquierda y su nivelación se podrá hacer empleando medios manuales, para esta actividad se recomienda una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar (Figura 61).

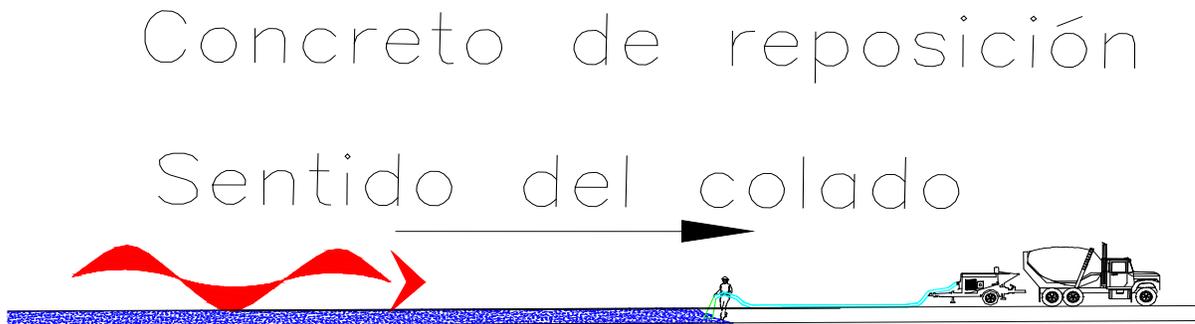


Figura 61.- Esquema de colocación de concreto de reposición

III.2.2.2. MURO LATERAL DE ENCAUSAMIENTO EN MARGEN IZQUIERDA (Figura 62).

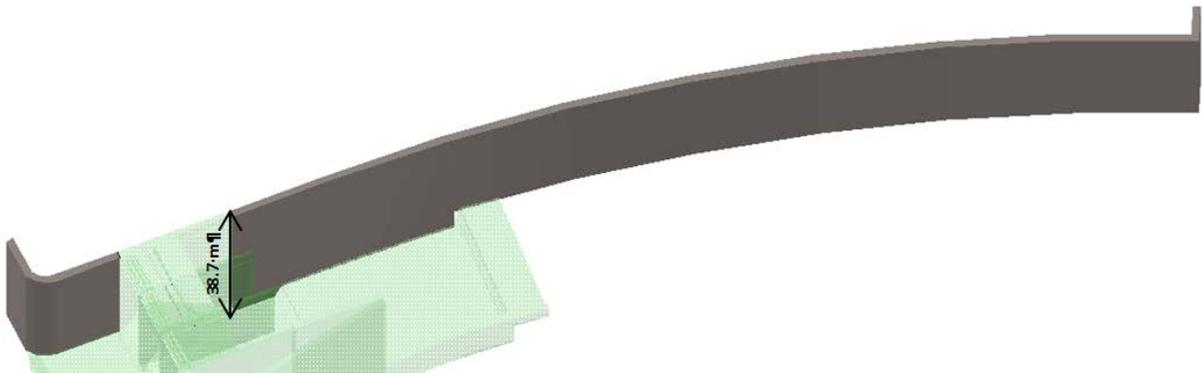


Figura 62.- Muro Lateral de Encausamiento en Margen Izquierda

Para la construcción este muro el procedimiento que se plantea será construir tramos de 6 m de longitud con alzadas de 2.40 m, ya que el muro tiene una longitud total de 436.74 m, por lo que tendrá 73 tramos con 13 alzadas cada uno (Figura 63). Se propone una densidad de acero de refuerzo de 60 kg/m³ y rendimiento para habilitado y colocación de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, con 4 frentes de construcción, se obtiene que en aproximadamente 12 días se tendrán 3 tramos con sus 13 alzadas, lo que nos da un tiempo total de finalización de 180 días (7 meses). El concreto podrá ser colado en el sitio mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

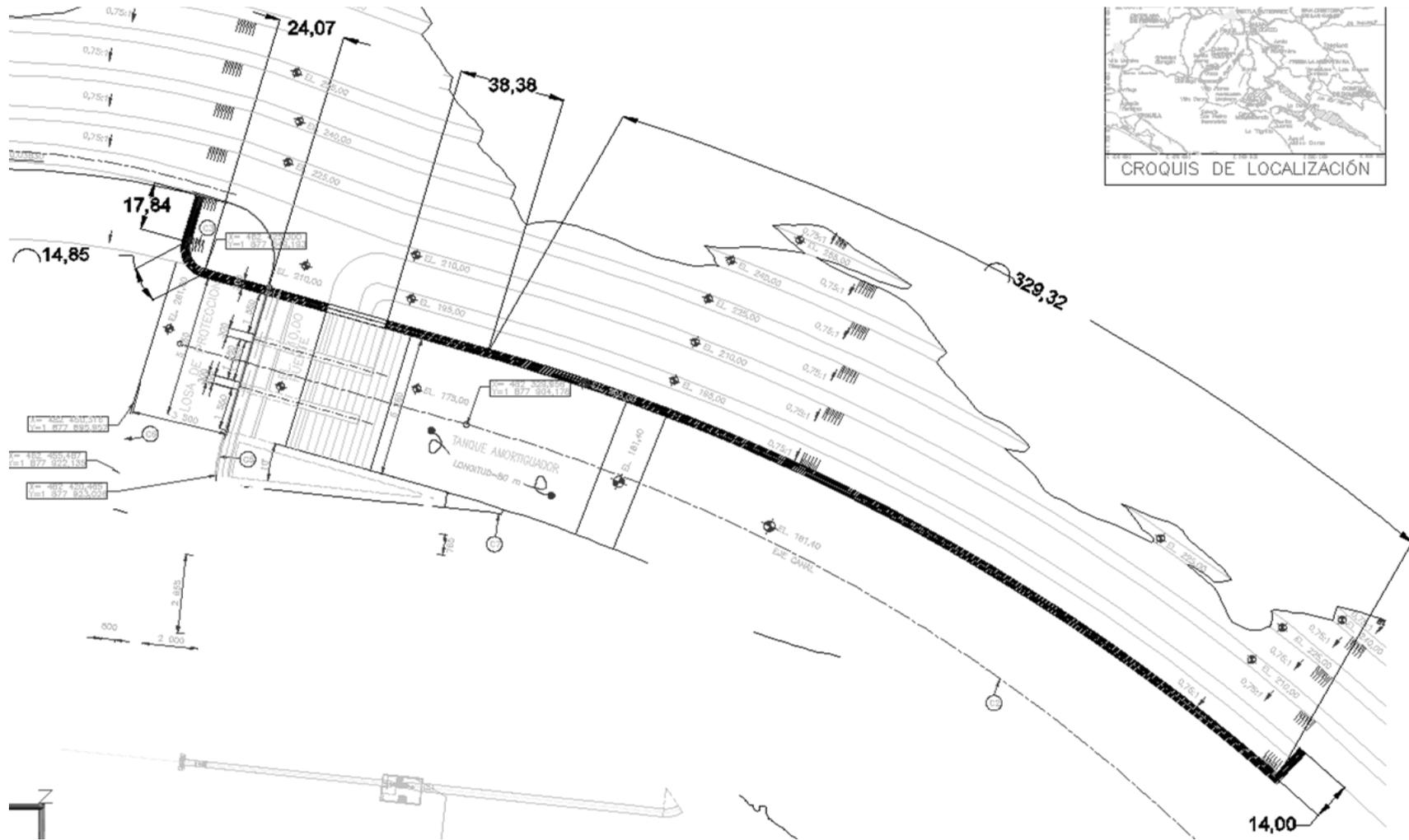


Figura 63.- Planta de Muro Lateral de Encausamiento de Margen Izquierda

III.2.2.3. ESTRIBOS (Figura 64 Figura 68)

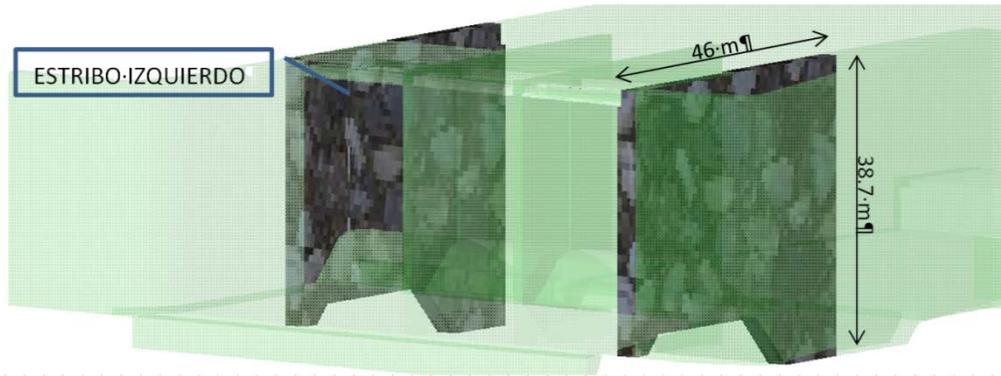


Figura 64.- Estribos de Vertedor

El estribo izquierdo se comienza a construir de manera simultánea con el muro lateral izquierdo de encausamiento (Figura 65). Se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m³ y un rendimiento de colocación y armado de acero de 1.5 Ton/día. El procedimiento que se plantea será de alzadas de 2.40 metros a sección completa, lo que nos da un total de 17 alzadas para llegar a la elevación 210.00 M.S.N.M., el tiempo estimado por alzada es de 4 días, esto nos da un total de 61 días para la construcción del estribo. Una vez finalizado este estribo se plantea utilizar la misma cimbra para la construcción del estribo derecho, el cual se propone que se construya con el mismo procedimiento, densidad y rendimiento, con alzadas de 2.40 m a sección completa, este estribo tendrá la misma duración que el estribo izquierdo (61 días), lo que nos da un tiempo de 162 días (6.5 meses) aproximadamente para la construcción de ambos estribos.

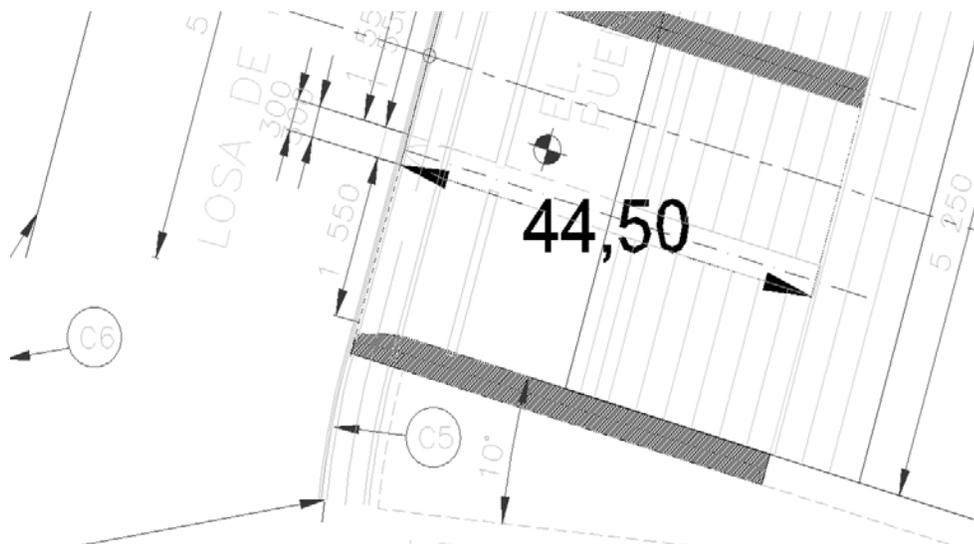


Figura 65.- Planta de estribo de Vertedor

III.2.2.4. PILAS (Figura 66 y Figura 68)

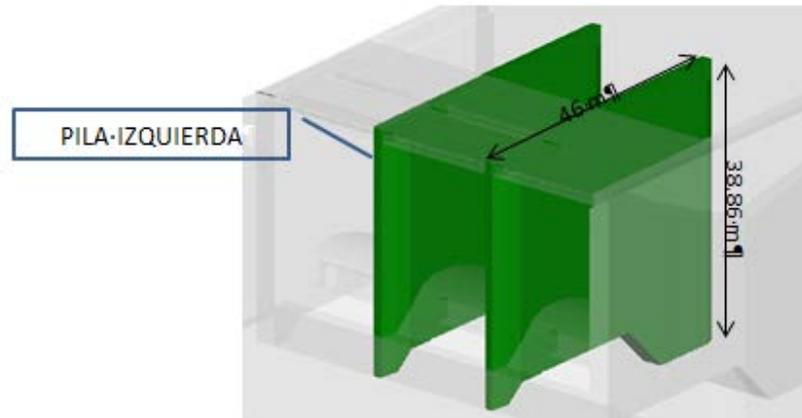


Figura 66.- Pilas de Vertedor

Se plantea que la pila izquierda se construya simultáneamente al estribo izquierdo (Figura 67). Se propone que la construcción sea en alzadas de 2.40 m lo cual nos arroja un total de 16 alzadas para 39 metros de altura a sección completa hasta llegar a la elevación de 210.00 M.S.N.M. La densidad de acero de refuerzo en esta estructura se propone de 70 kg/m³ y el rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo se plantea que sea de 1.5 Ton/día, con tres frentes esto nos arroja que cada alzada se tomará 4 días, obteniendo un tiempo total de 61 días por pila. Posterior a esta pila se plantea utilizar la misma cimbra para la construcción de la pila derecha, la cual se propone que se construya con el mismo procedimiento, con alzadas de 2.40 m a sección completa, esta pila se llevará a cabo en el mismo lapso, 61 días, lo que nos da un tiempo total de 162 días (6.5 meses) aproximadamente para la construcción de ambas pilas.

NOTA: los colores de la figura representan los cambios y ajustes de cimbra

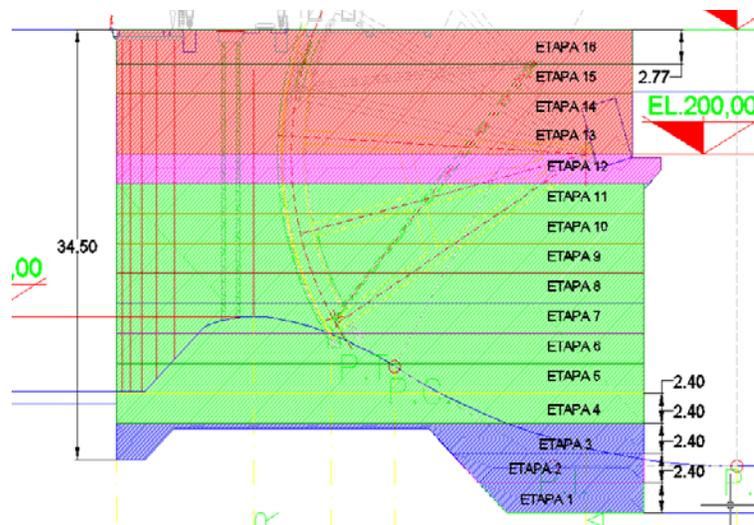


Figura 67.- Etapas de construcción de pila de vertedor



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".

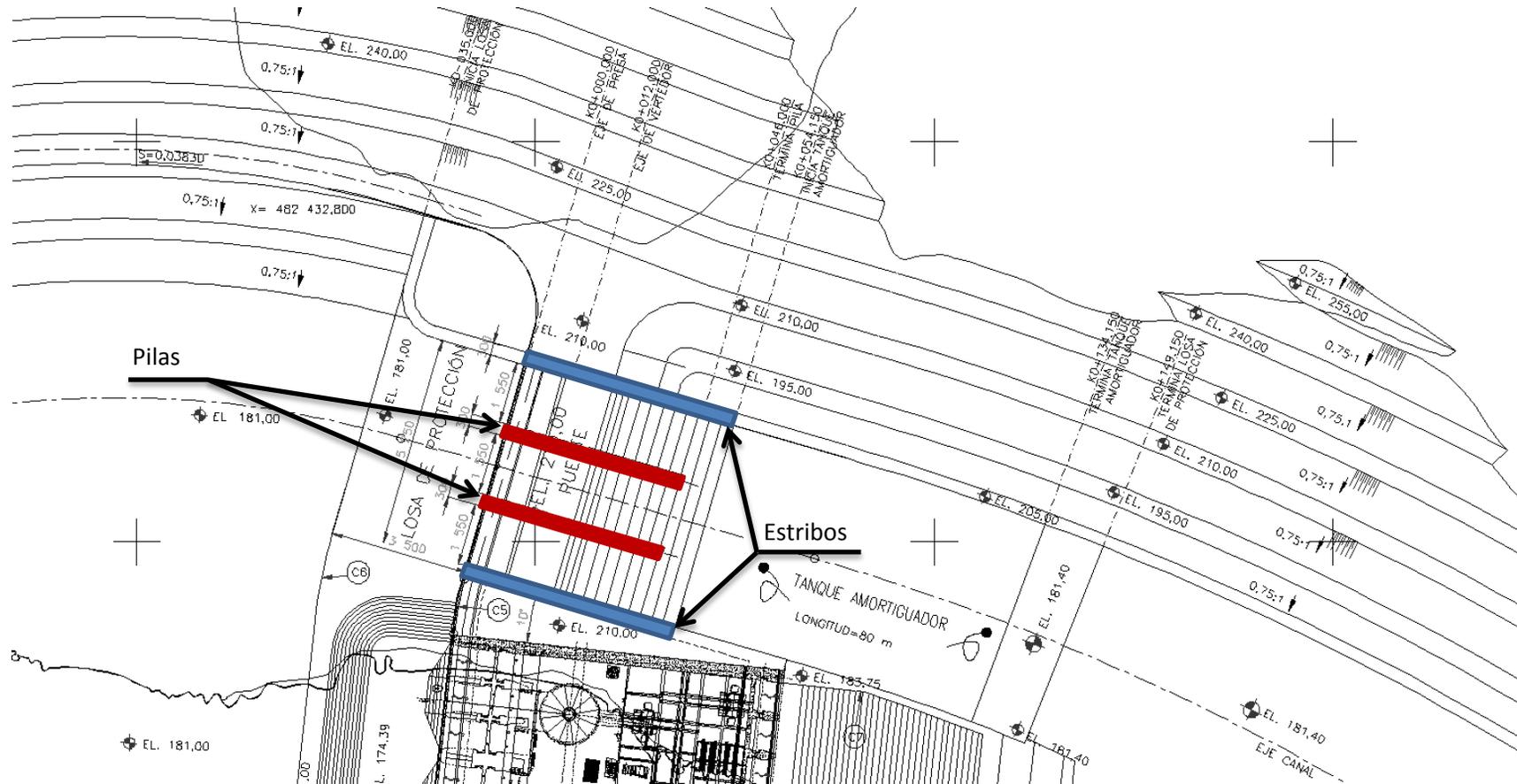


Figura 68. Planta de Estribos y pilas del vertedor.

III.2.2.5. MURO LATERAL DERECHO (ELEV. 210 M.S.N.M.)

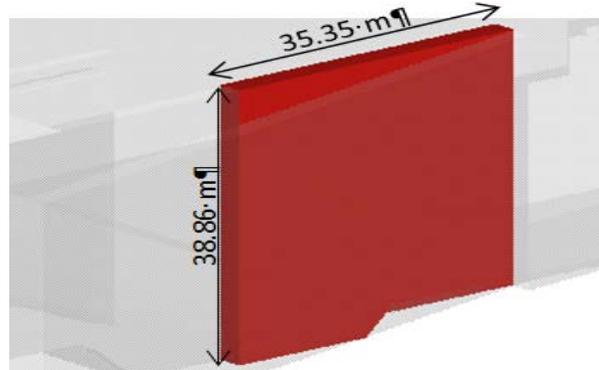


Figura 69.- Muro Lateral Derecho (Elev. 210 M.S.N.M.)

Esta estructura se ha planteado que se realice una vez finalizado el estribo derecho para utilizar la cimbra del mismo ya que la metodología constructiva es la misma. Se propone que se construya en alzadas de 2.40 m de altura lo que nos arroja un total de 16 alzadas para 39 metros hasta llegar a la elevación 210 M.S.N.M., la densidad de acero de refuerzo propuesta para esta estructura es de 60 kg/m³. Con un rendimiento de propuesto de 1.5 Ton/Día, por lo que la colocación y el armado de acero se podrá realizar en una semana y posteriormente hacer el colado, se plantea contar con dos frentes de trabajo, cada alzada se colocará y armará en 6 días, obteniendo un tiempo total de 87 días. El concreto podrá ser colado en sitio mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar.

NOTA: los colores de la figura representan los cambios y ajustes de cimbra

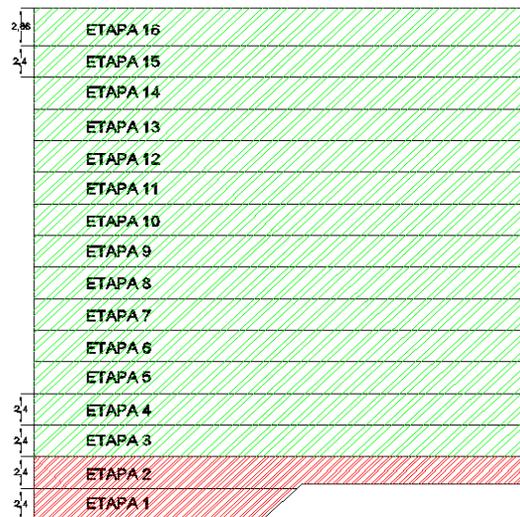


Figura 70.- Etapas de construcción del muro lateral derecho

III.2.2.6. MURO LATERAL DERECHO (ELEV. 183.75 MSNM)

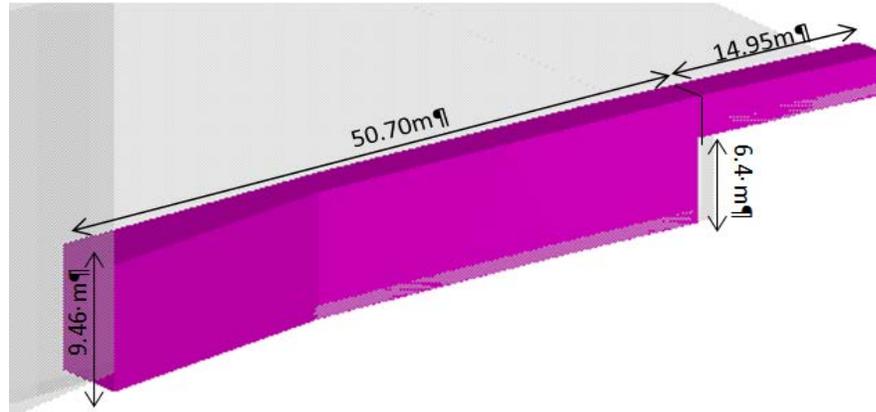


Figura 71. Muro Lateral Derecho (Elev. 183.75)

Esta estructura se ha planteado que se construya una vez finalizado el muro lateral derecho (Elev. 210.00 M.S.N.M.), de tal manera que se construya en tramos de 6 metros con alzadas de 2.4 m de altura lo que nos da un total de 4 alzadas para 9.50 metros de altura, hasta llegar a la elevación 183.75 M.S.N.M., la densidad propuesta del acero de refuerzo para esta estructura es de 60 kg/m³. Con un rendimiento para habilitado y colocación de acero propuesto de 1.5 Ton/Día, con 2 frentes de trabajo y 1 juegos de cimbra cada frente, cada tramo se armará y colará en 1 días obteniendo un tiempo total de 17 días. El concreto se propone sea colado in situ mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 4 del Anexo 10 de este informe.

NOTA: los colores de la figura representan los cambios y ajustes de cimbra

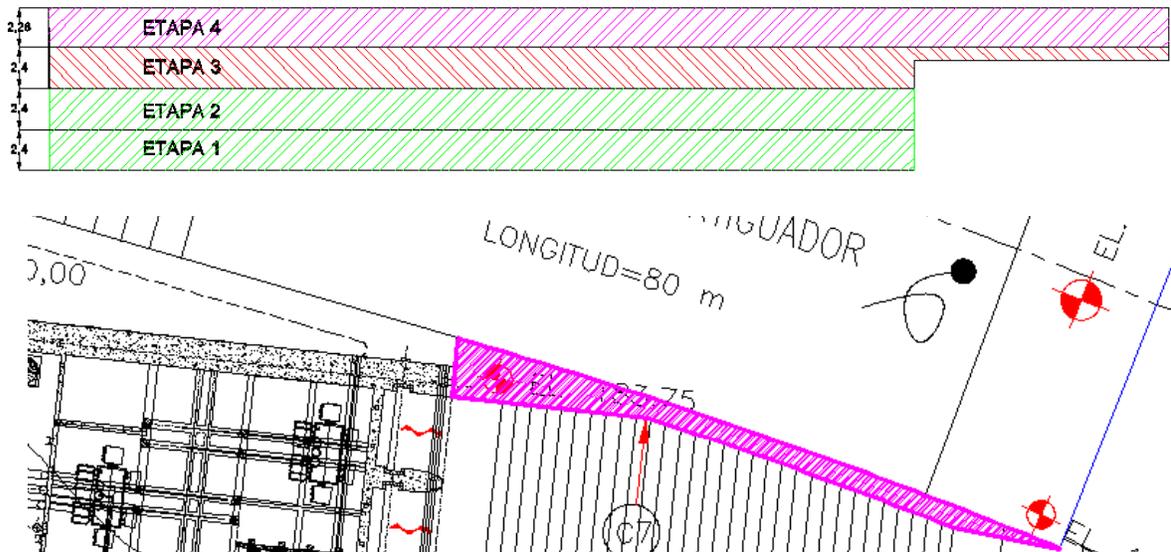
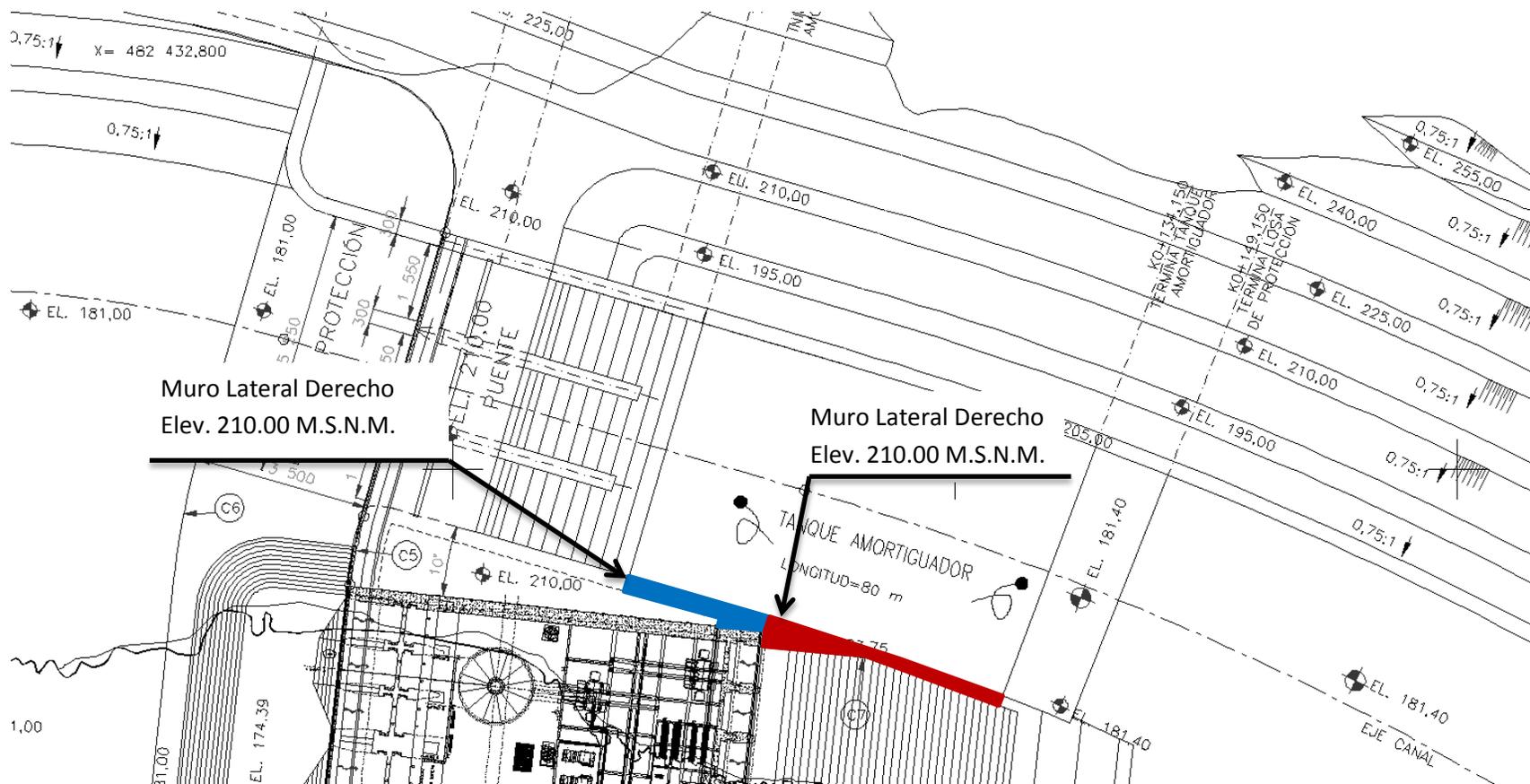


Figura 72.- Etapas de construcción de muro lateral derecho y planta



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.2.2.7. MURO DE ENCAUSAMIENTO

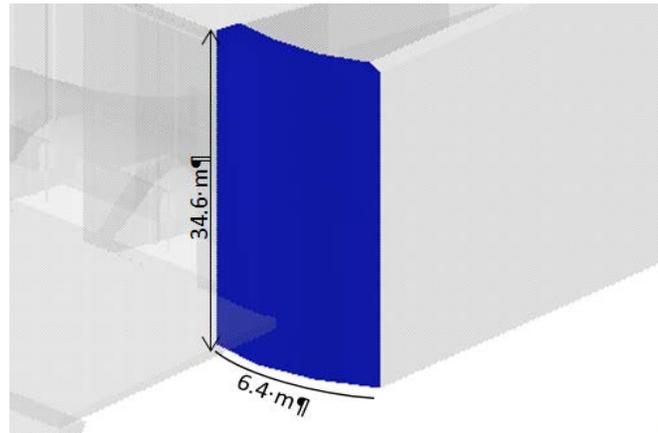


Figura 73.- Muro de Encausamiento

La construcción de esta estructura se propone que se lleve a cabo simultáneamente con el muro lateral derecho (Elev. 183.75 M.S.N.M.) en alzadas de 2.40 m lo que nos da un total de 16 alzadas para llegar a la elevación 210.00 M.S.N.M. a sección completa, se propone una densidad de acero de refuerzo en la estructura de 70 kg/m³ y un rendimiento de armado y colocación de acero de 1.5 Ton/Día, con 2 frentes de trabajo nos arroja que cada alzada será construida en 5 días obteniendo una duración total de 70 días. El concreto se propone sea colado en sitio mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 2 del Anexo 10 de este informe.

NOTA: los colores de la figura representan los cambios y ajustes de cimbra.

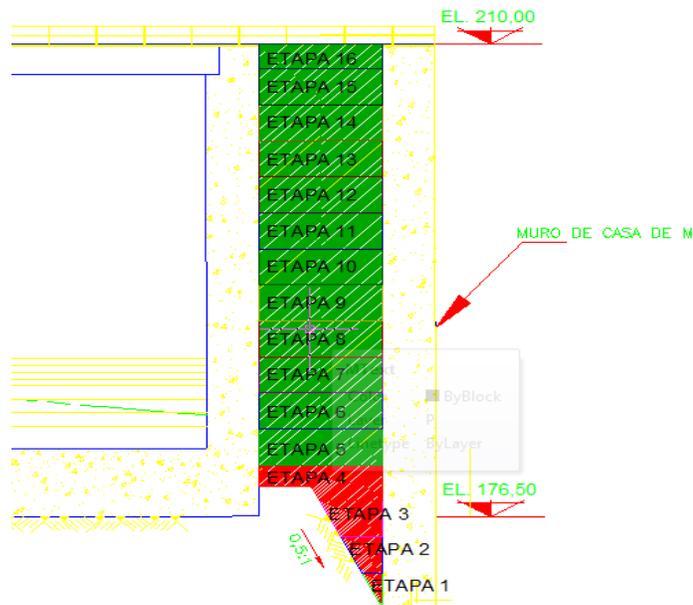


Figura 74.- Etapas de muro de encausamiento de vertedor

III.2.2.8. LOSA DE SALIDA

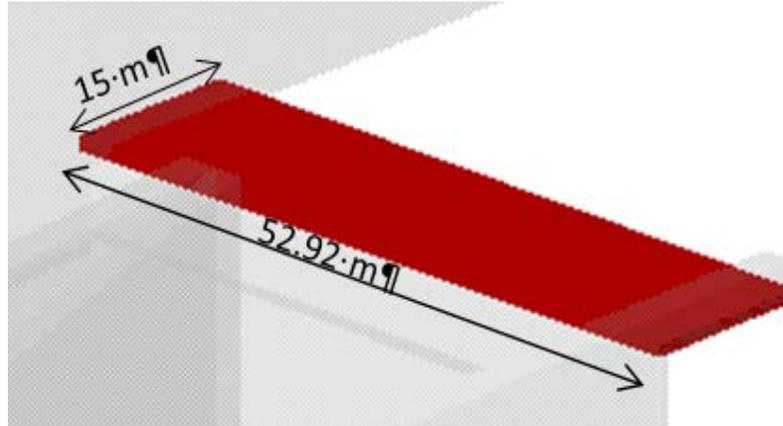


Figura 75.- Losa de salida de vertedor

Una vez concluidos los concretos en los estribos y las pilas de la estructura de control se propone construir la losa de salida del vertedor en dos tramos de 21 y 32 metros a lo ancho del canal situada a la elevación 181.40 M.S.N.M. y cuenta con 1 metro de espesor, dicha estructura será construida de esta forma por maniobras y acceso. El concreto se propone sea colado in situ mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar. En esta estructura se propone una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m^3 , el rendimiento propuesto de colocación y armado de acero será de 1.5 Ton/Día, con dos frentes de trabajo y un juego de cimbras nos arroja un tiempo por tramo de 10 días y un total de 20 días para la culminación de la estructura completa. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 8 del Anexo 10 de este informe.

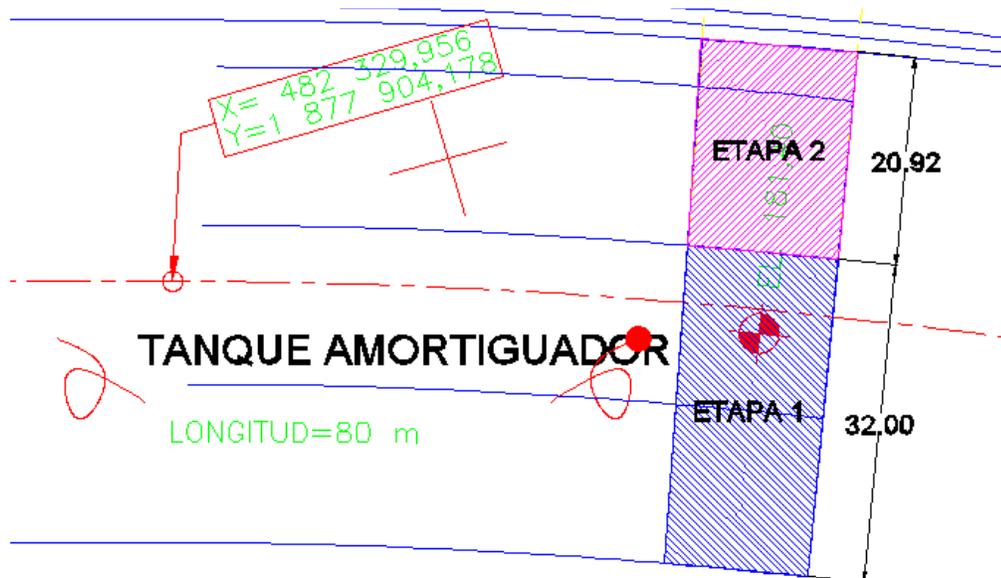


Figura 76.- Planta de losa de salida

III.2.2.9. TANQUE AMORTIGUADOR

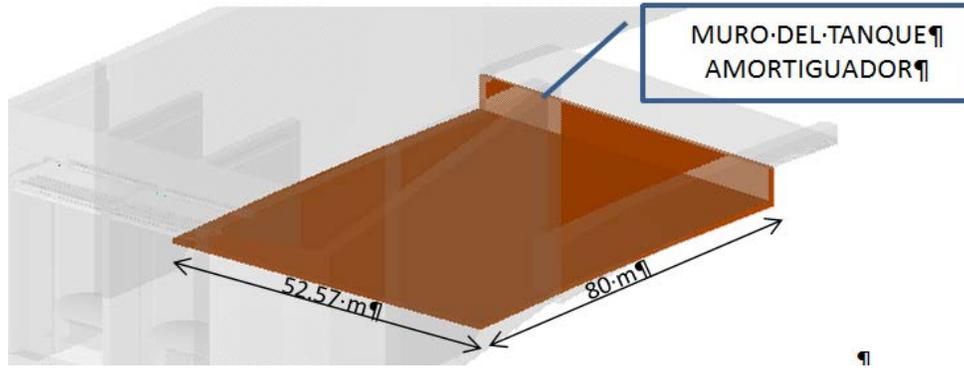


Figura 77.- Tanque Amortiguador

Terminada la losa de salida se propone iniciar la construcción del muro del tanque amortiguador que se hará en tramos de 6.0 m de longitud, lo que nos da un total de 9 tramos, con alzadas de 2.40 m, cada tramo tiene 3 alzadas, la densidad para esta estructura se propone que sea de 60 kg/m³ con un rendimiento de colocación y armado de acero de 1.5 Ton/Día, con dos frentes de trabajo cada alzada se calcula en 1 día aproximadamente lo que nos arroja que cada tramo se construye en 2 días, por lo que el muro del tanque amortiguador se construye en 19 días.

Una vez concluido este muro se colocará y armará el acero en la losa del tanque amortiguador dividida en dos tramos de 80 X 26 m, con 4 frentes de trabajo, cada tramo tendrá una duración de 25 días lo que nos arroja 50 días para la construcción de la losa del tanque amortiguador El concreto se propone sea colado in situ mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar. Tanto los rendimientos como la densidad de acero serán las mismas que en el muro de éste Tanque. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en las páginas 9 y 10 del Anexo 10 de este informe.

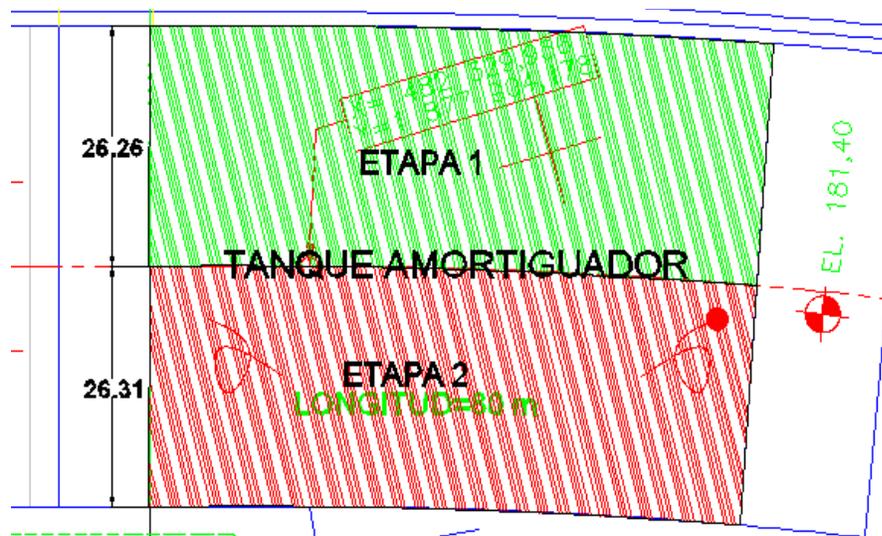


Figura 78.- Planta de tanque amortiguador

III.2.2.10. LOSA DE ENTRADA

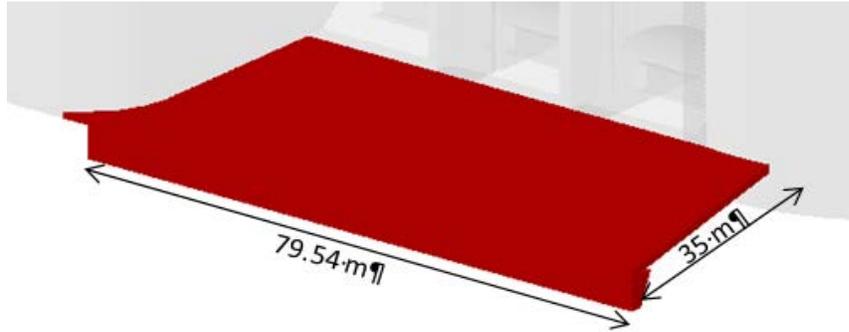


Figura 79.- Losa de Entrada de vertedor

Una vez concluidos los concretos en el tanque amortiguador se plantea construir la losa de entrada al vertedor en dos etapas de 26 y 35 m. cada una, la estructura de desplante de la elevación 181.00 M.S.N.M. y cuenta con 1 metro de espesor, dicha estructura será construida de esta forma por maniobras y acceso. El concreto se propone sea colado in situ mediante una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar. Se propone una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m³, el rendimiento propuesto de colocación y armado de acero será de 1.5 Ton/Día, con 4 frentes de trabajo nos arroja un tiempo por tramo de 11 días con un total de 21.5 días para la culminación de la estructura completa. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 7 del Anexo 10 de este informe.

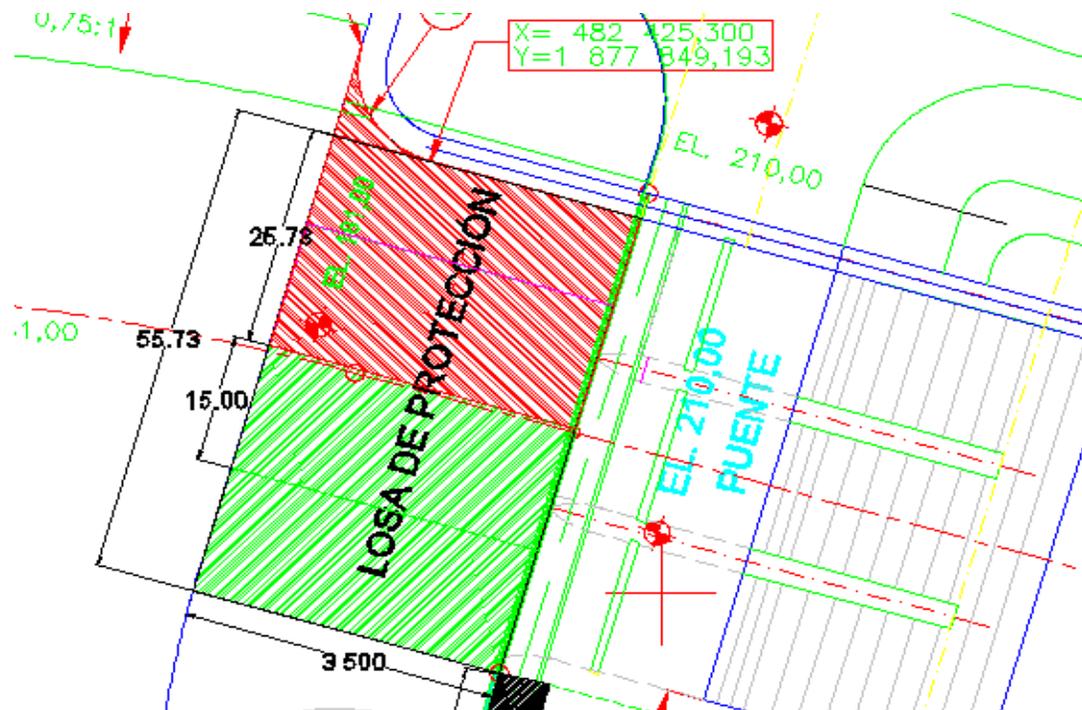


Figura 80.- Planta de losa de entrada



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.2.2.11. PUENTE DE MANIOBRAS

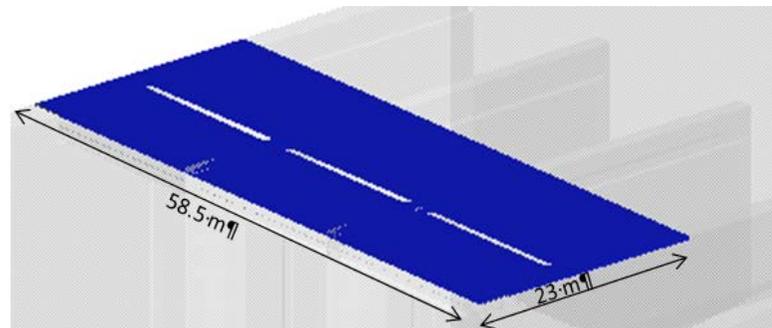


Figura 81. Puente de Maniobras de vertedor

Esta estructura se podrá comenzar una vez finalizado por lo menos un vano en la estructura de control, se propone una cimbra anclada a los estribos y pilas con una densidad de acero de refuerzo propuesta de 70 kg/m³ y con un rendimiento de colocación y armado de acero es de 1.5 Ton/Día. Se plantea hacer el uso de 1 frente de trabajo con lo que cada vano nos tomará un tiempo de 18 días esto nos arroja un tiempo de 37 días para finalizar esta estructura. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 11 del Anexo 10 de este informe.

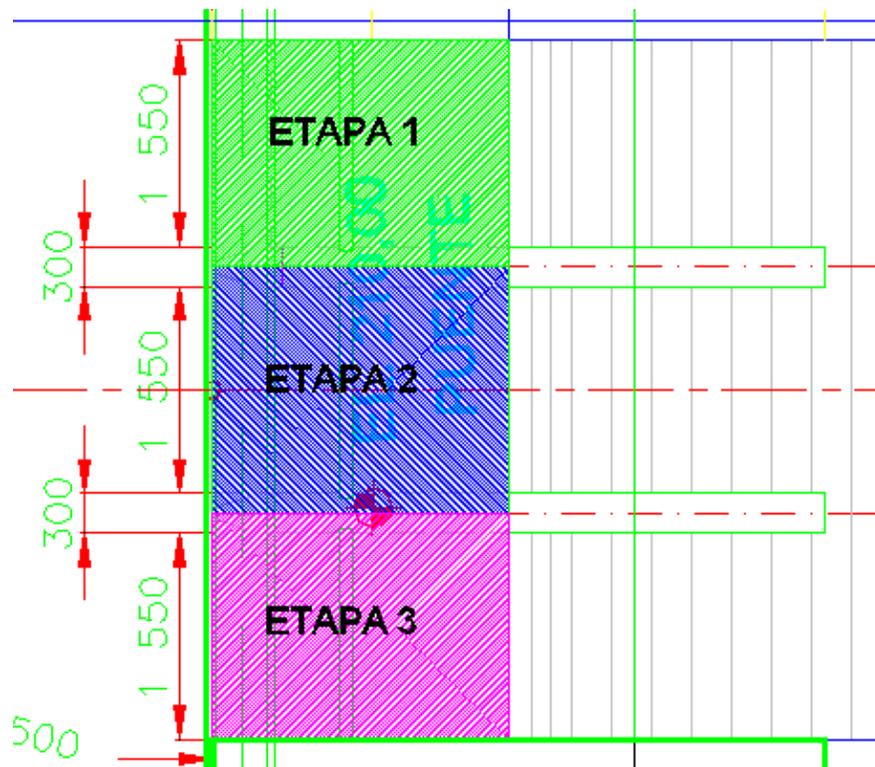


Figura 82.- Planta de puente de maniobras

III.2.2.13. CIMACIO (PIEL Y CUERPO PRINCIPAL)

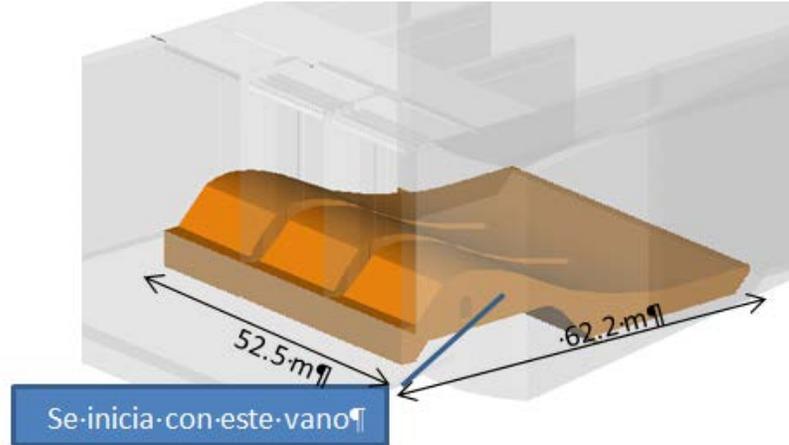


Figura 83.- Cimacio

Una vez terminado el vano entre la pila y el estribo derecho, se iniciará la construcción del cuerpo principal del cimacio, este consistirá en realizar etapas escalonadas con una altura de 2.40 m, lo que corresponde a 9 etapas. Se proponen rendimientos de 100 m²/día de cimbrado y de 91 m³/hr para colado, con dos frentes de trabajo para el cimbrado y el rendimiento de colado se obtiene un tiempo de terminación de 27 días por cimacio sin piel. Como etapa final se realizará el colado de la piel utilizando el sistema de cimbra deslizante, se propone una densidad de acero de 70 Kg/m³ y una rendimiento de habilitado y colocación de acero de 1.5 Ton/Día, con dos frentes de trabajo esta etapa terminará en 22.8 días. Todo esto nos da un tiempo para culminación por cimacio de 2 de meses, para 3 vanos el tiempo será de 151 días (5.8 de mes) de trabajo. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran de la página 12 a la página 29 del Anexo 10 de este informe.

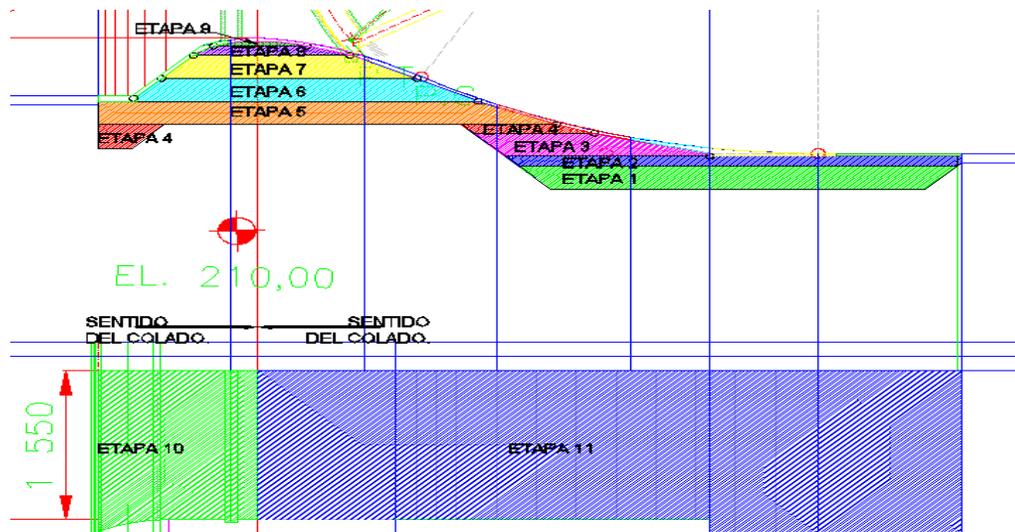


Figura 84.- Perfil y planta de cimacio



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



El equipo propuesto para la construcción de concretos es:

EQUIPO PARA CONCRETOS DE OBRA DE GENERACIÓN.
Planta de concreto con mezclador central
Revolvedora sobre camión
Cargador sobre llantas
Soplador de cemento
Planta de hielo
Banda Transportadora radial
Trituradoras
Planta de cribado
Gusano lavador de arena
Alimentador vibratorio
Bomba para concreto sobre camión
Bomba para concreto portátil
Torre de construcción



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.2.3. CAMINOS PROPUESTOS PARA LA OBRA DE EXCEDENCIAS.

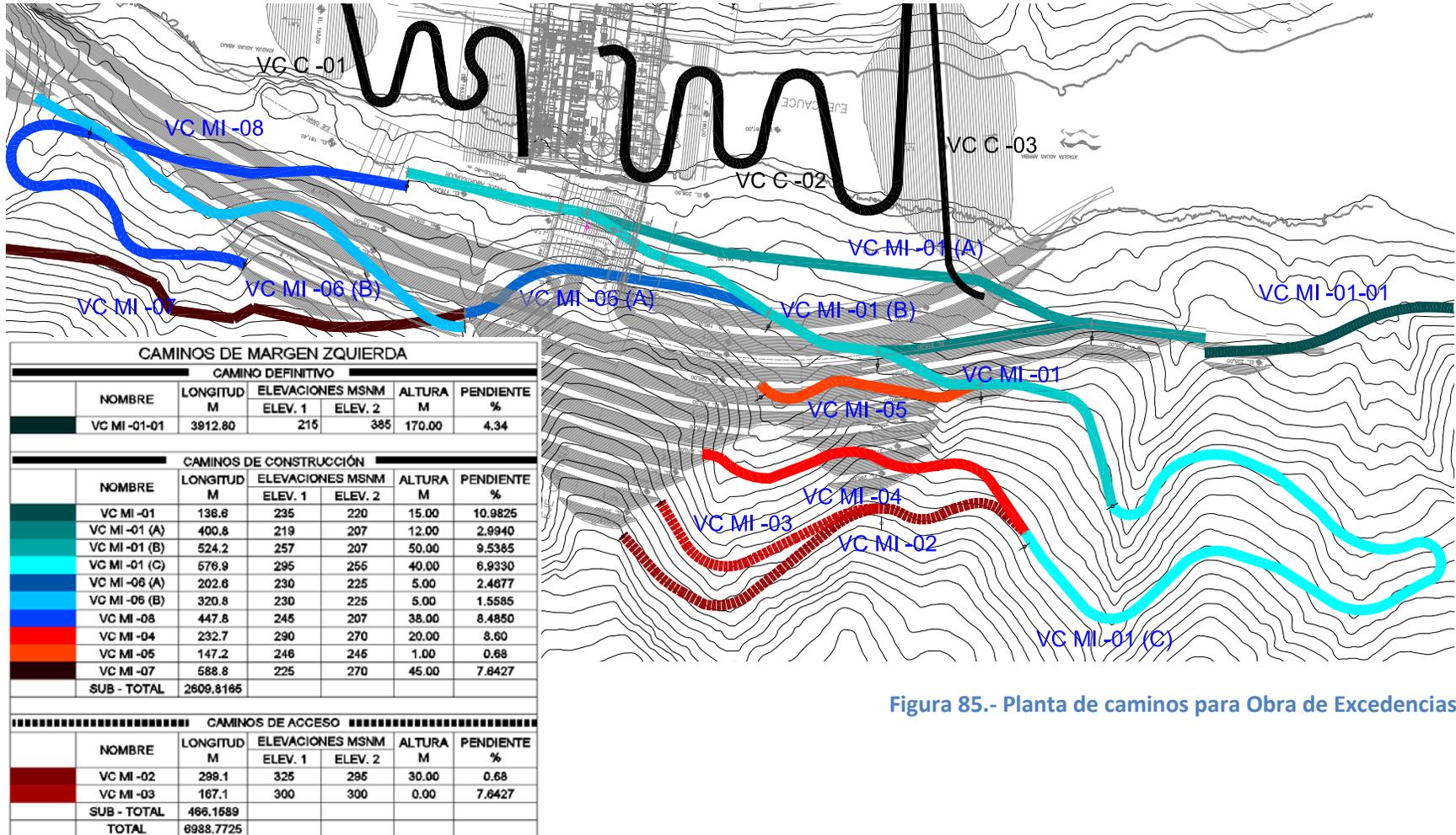


Figura 85.- Planta de caminos para Obra de Excedencias



Para acceder a la obra de excedencias ubicada en la margen izquierda del río se sugiere construir el camino definitivo VC-MI-01-01 él cual tendrá una longitud de 3,912 m y llegará a la elevación 215.00 M.S.N.M. con una pendiente máxima del 4%, a partir de este camino se sugiere construir los caminos de construcción y caminos de acceso que nos permitan tener acceso y comunicación entre las diferentes zonas de la obra de excedencias y margen izquierda.

Los caminos de construcción propuestos (VC-MI-01, VC-MI-01(A), VC-MI-01(B), VC-MI-01(C), VC-MI-06(A), VC-MI-06(B), VC-MI-08, VC-MI-04, VC-MI-05, VC-MI-07) tienen una longitud total de 2,609.00 m, con pendientes variables que rondan entre 0.5% y 11% y mantienen comunicadas las excavaciones de la margen izquierda y el canal vertedor de la obra de excedencias de la elevación 220.00 M.S.N.M. a la elevación 290 M.S.N.M.

Los caminos de acceso que se proponen (VC-MI-02 y VC-MI-03) serán para continuar con las excavaciones en las partes altas de la margen izquierda del río las cuales comprenden de la elevación 300 MSNM a la elevación 325 MSNM, la longitud de estos caminos será de 466 m. y tendrán pendientes menores al 8%.

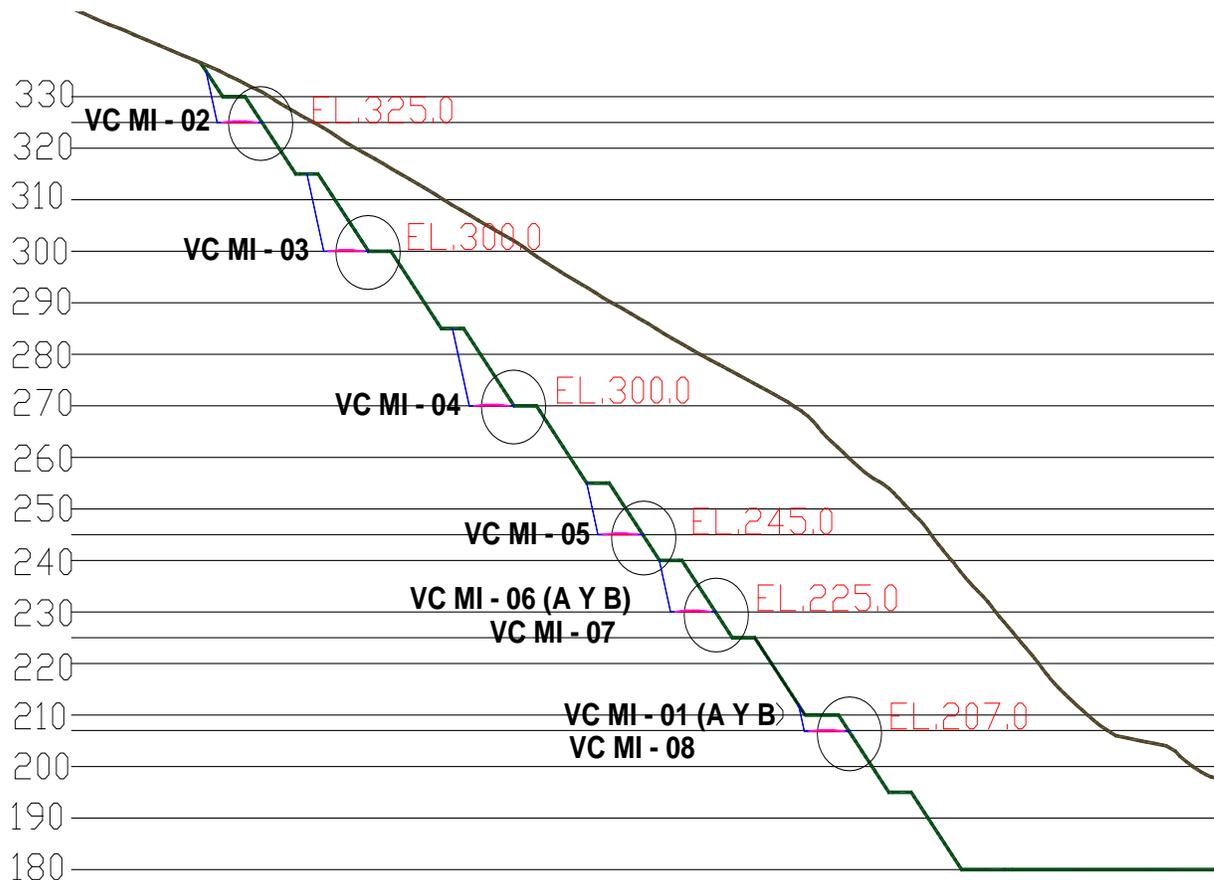


Figura 86.- Perfil de caminos en Obra de excedencias



III.3. OBRA DE GENERACIÓN

III.3.1. EXCAVACIONES

La excavación de aluvión y roca en el lecho del río donde se alojara la casa de máquinas se realizará en forma simultánea ya que la composición del suelo en esta zona se distribuye en un porcentaje de 70% de material de depósitos aluviales y el restante 30% están compuestos de material de roca.

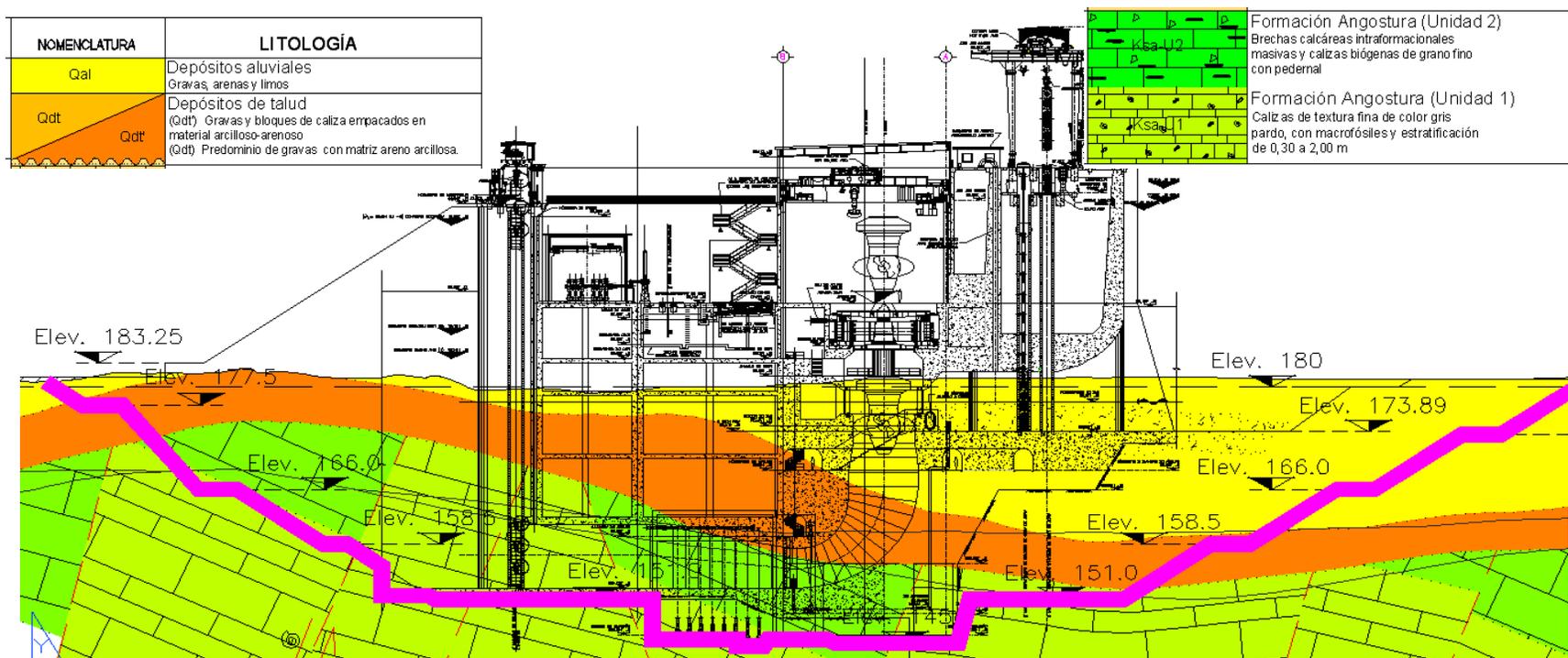


Figura 87.- Obra de Generación



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS.

El volumen de excavación en suelo aluvial es de aproximadamente de 436,620 m³ el cual se planea excavar en un periodo de 52 días, con un rendimiento promedio de 8,398 m³/día

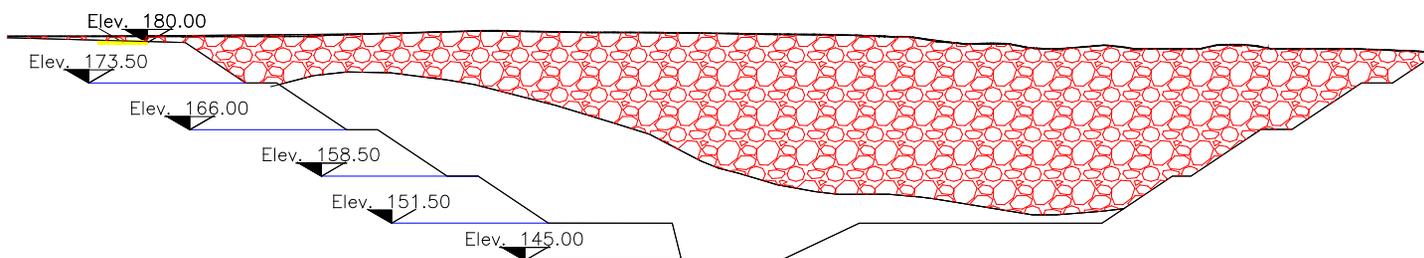


Figura 88.- Excavación de suelo aluvial

RENDIMIENTO DE DESPALME	2,338 m³/día
RENDIMIENTO DE BANQUEO EN ROCA	1,928 m³/día

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO SIN USO DE EXPLOSIVOS							
ELEVACIÓN				Volumen de Exc. En Suelo	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración del Despalme
ETAPA 1	180.00 m.s.n.m.	a	173.50 m.s.n.m.	187,432 m ³	3	7,200 m ³ /día	26 día(s)
ETAPA 2	173.50 m.s.n.m.	a	166.00 m.s.n.m.	126,625 m ³	4	9,600 m ³ /día	13 día(s)
ETAPA 3	166.00 m.s.n.m.	a	158.50 m.s.n.m.	88,028 m ³	4	9,600 m ³ /día	9 día(s)
ETAPA 4	158.50 m.s.n.m.	a	151.50 m.s.n.m.	34,534 m ³	4	9,600 m ³ /día	4 día(s)
ETAPA 5	151.50 m.s.n.m.		145.00 m.s.n.m.	0.00 m ³	0	0 m ³ /día	0 día(s)
Total				436,620 m³		Total de días	52 día(s)



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO CON USO DE EXPLOSIVOS

Para la excavación de la casa de máquinas en los estratos rocosos se realizarán banqueos de 6.0, 7.0 y 7.5 m. el volumen de roca estimado en el banco es de 235,104 m³ el cual se estima excavar en un periodo de 58 día(s) con rendimiento promedio de 4,077 m³/día.

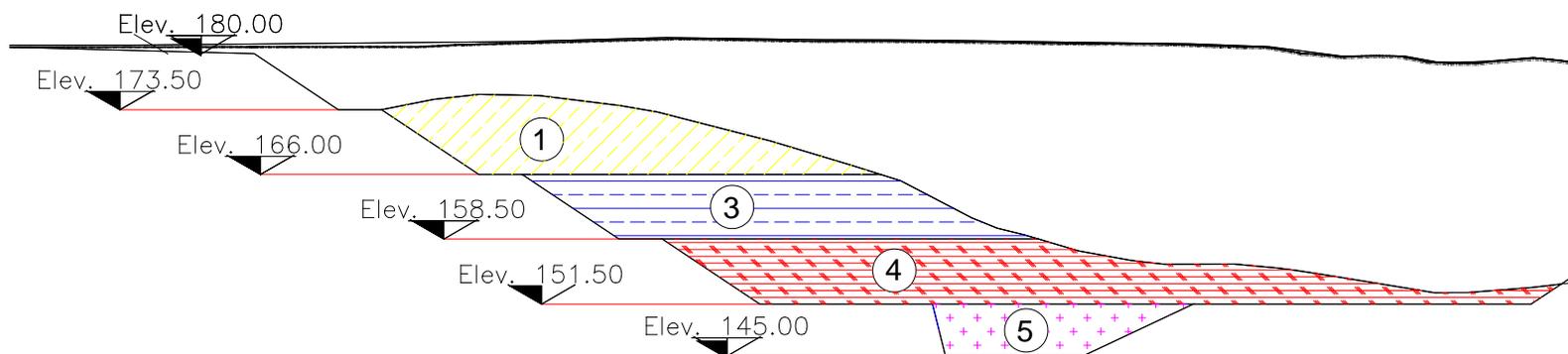


Figura 89.- Excavación del estrato rocoso

EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO CON USO DE EXPLOSIVOS							
ELEVACIÓN				Volumen de Roca x Etapa	No. de Frentes	Rendimiento de excavación	Duración de Exc. En Roca
ETAPA 1	180.00 m.s.n.m.	a	173.50 m.s.n.m.	0 m ³	0	0 m ³ /día	0.0 día(s)
ETAPA 2	173.50 m.s.n.m.	a	166.00 m.s.n.m.	53,695 m ³	3	5,784 m ³ /día	9.3 día(s)
ETAPA 3	166.00 m.s.n.m.	a	158.50 m.s.n.m.	61,712 m ³	3	5,784 m ³ /día	10.7 día(s)
ETAPA 4	158.50 m.s.n.m.	a	151.50 m.s.n.m.	93,967 m ³	2	3,856 m ³ /día	24.4 día(s)
ETAPA 5	151.50 m.s.n.m.	a	145.00 m.s.n.m.	25,729 m ³	1	1,928 m ³ /día	13.3 día(s)
Total				235,104 m³		Total de días	58 día(s)



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



EQUIPO REQUERIDO PARA EXCAVACIONES EXTERIORES.

Perforadora hidráulica sobre orugas track drill (Tamrock Ranger 500 y/o similar)

Cargador sobre llantas CAT 966G y/o similar

Tractor D7R montado sobre orugas

Camión Articulado CAT 735 y/o similar de 32.7 Ton (19 m³)

Equipo para lanzado de concreto sobre camión



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



El descenso de las excavaciones se realizará por medio de bancos de 6.0, 7 y 7.5 m

Para la excavación en la zona de obra de generación se plantean caminos desde las coronas de las ataguías hasta la parte más baja de esta zona, los cuales irán avanzando según los trabajos que se lleven a cabo.

Estos caminos se muestran de la página 12 a la página 16 de éste documento.

La pendiente de los caminos que se emplearán es del 12% aproximadamente. Ver

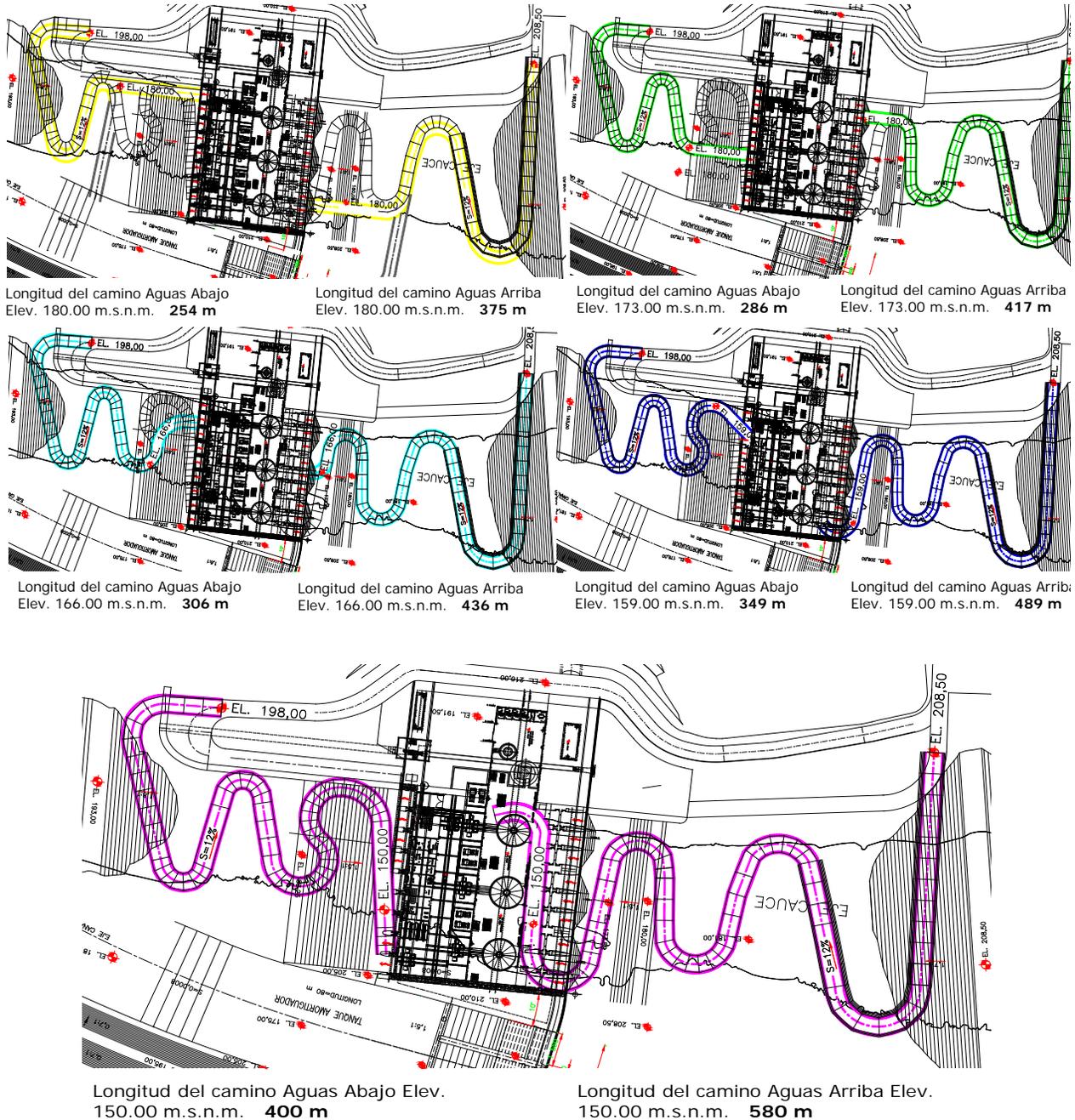


Figura 90.- Construcción de caminos para Obra de Generación



III.3.2. CONCRETOS DE OBRA DE GENERACIÓN.

III.3.2.1. GENERALIDADES

Para acceder a esta zona se proponen dos rampas, la primera accederá desde la margen derecha bajando por la ataguía aguas arriba de la elevación 209.00 a la 150.00 M.S.N.M. tendrá un desarrollo de 580.0 m de longitud y una pendiente máxima de 10 %, la segunda rampa bajara por la misma margen pero por la ataguía aguas debajo de la elevación 198.00 a la 150.00 M.S.N.M., tendrá un desarrollo de 400.0 m con una pendiente no mayor a los 12 %.

Para lograr cumplir con los tiempos de ejecución contemplados en el Programa de Construcción, se concibió ejecutar las estructuras utilizando cimbra deslizante donde estas lo permitiesen, básicamente en las pilas, muros y estribos. Se recomienda utilizar grúas torre o grúas móviles para la colocación y movilización de estas cimbras.

III.3.2.2. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN.

Se propone, como primera actividad colocar el concreto de reposición de 100 kg/cm², sin refuerzo, dicha reposición se puede colocar por medio de bombeo y su nivelación se podrá hacer empleando medios manuales, para esta actividad se recomienda una bomba tipo Schwing BPA 500 o similar.

Una vez que este concreto de reposición este colocado, los concretos de Obra de Generación se dividirán en zonas.

III.3.2.2.1. OBRA DE TOMA

Se iniciará con la colocación de rellenos en el canal de llamada y la obra de toma, una vez concluidos se procede a la construcción del muro de encausamiento de aguas arriba, posteriormente se procede a la construcción de las pilas y las losas a la entrada seguido de los muros pantalla y muros posteriores a las ranuras y finalmente se construye la losa de maniobras.

III.3.2.2.2. CASA DE MÁQUINAS.

Se plantea que se inicie con los primeros colados que serán concretos de empaque en la zona de casa de máquinas, se continúa con el muro lateral izquierdo y el relleno en la margen derecha posteriormente se construyen los concretos de tubos de aspiración una vez finalizados estos concretos se propone continuar con los concretos de turbinas y excitadores y se finalizarán los concretos con la losa en el piso de inspección.

III.3.2.2.3. ASPIRACIÓN

Se comenzará con el concreto de losa piso en esta zona posterior a este se construyen los estribos de aspiración la losa inferior, losa superior y muros perimetrales de aspiración, una vez finalizadas estas estructuras se plantea construir los muros divisorios y centrales de aspiración, sobre esta estructura se colocará el concreto de relleno de aspiración y finalmente se colocarán las losas de generadores, transformadores.

III.3.2.2.4. ESTRUCTURA DE COMPUERTAS

Se comenzará con el estribo izquierdo y posteriormente se construye el estribo derecho, una vez finalizadas estas estructuras se plantea construir las pilas centrales y la losa de maniobras.



III.3.2.2.5. DESFOGUE

Esta obra dará por terminados los concretos, las estructuras que lo componen serán la losa del canal de desfogue y el muro lateral izquierdo de encausamiento en la salida.

Esquema que divide la Obra de Generación por zonas. También se puede ver en la página 19 de este documento.

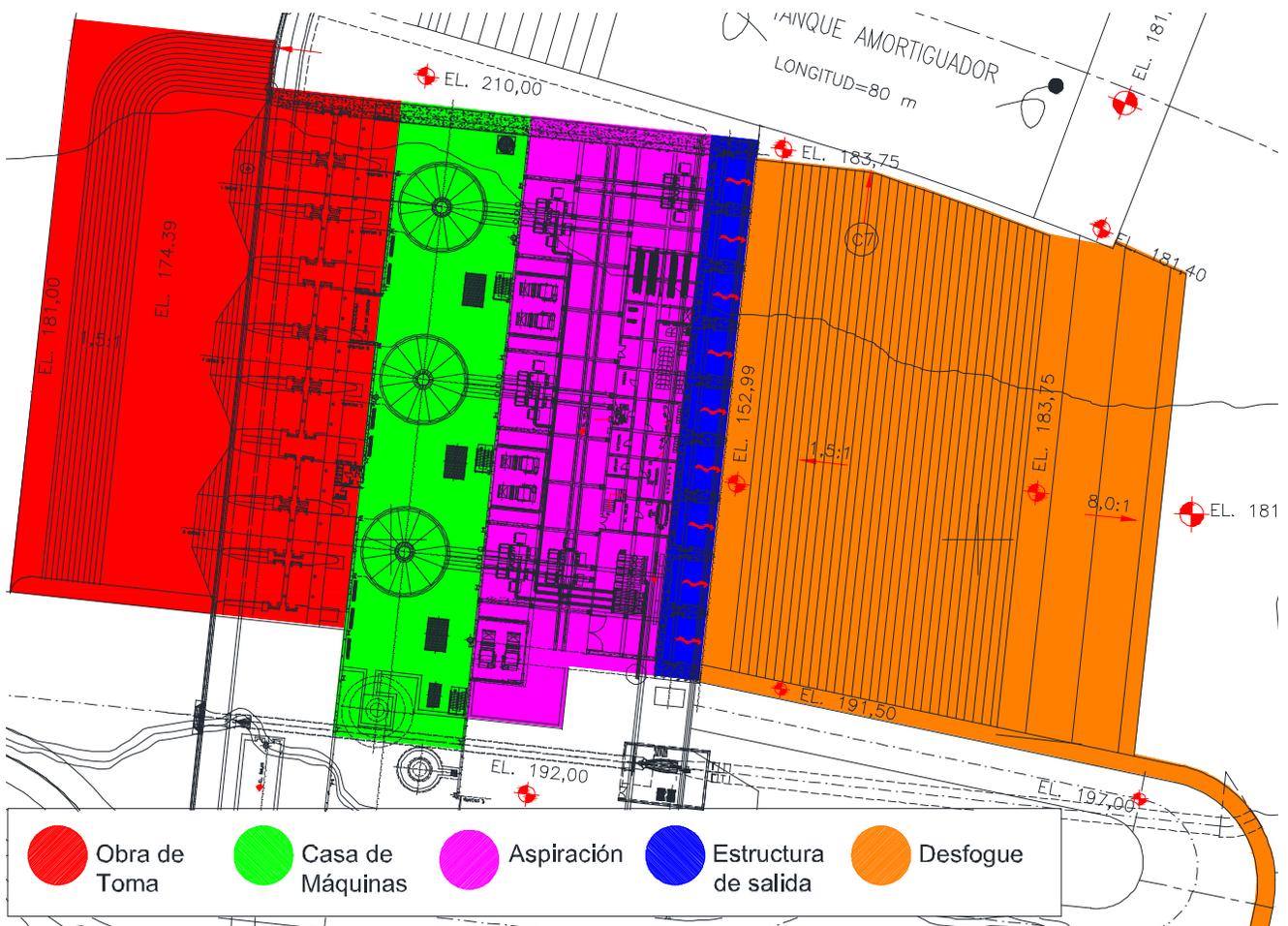


Figura 91.- Planta de la división de la Obra de Generación



Para efecto de los procedimientos constructivos se describirán los trabajos de construcción de muros a sección completa y por tramos.

Para el procedimiento de construcción de estructuras a sección completa se tiene planteado utilizar alzadas de 2.40 m de altura y la cimbra que aquí se propone será de tipo deslizante

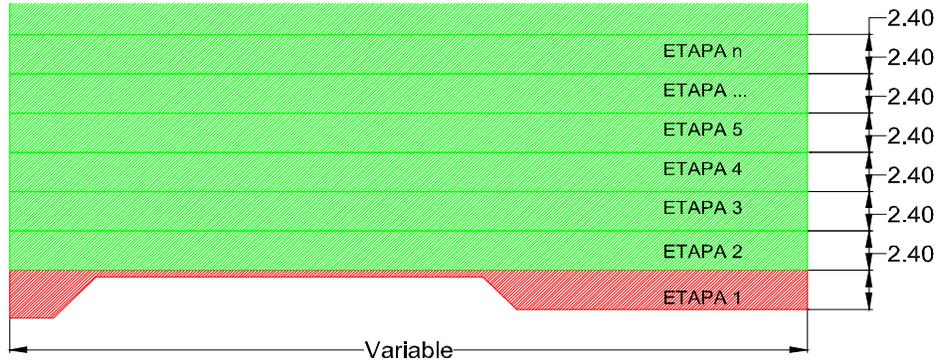


Figura 92.- Esquema de construcción por alzadas a sección completa

Los cambios de color son para diferenciar los cambios en la forma de la cimbra.

Para el procedimiento de construcción de las estructuras en tramos de 6 m, se utilizarán alzadas de 2.40 m. Se colocará el armado de acero de 6 metros de longitud por 2.40 metros de altura, se colocará la cimbra y se hará el colado, simultáneamente se podrá colocar otro juego de cimbra que irá desfasado una alzada y al llegar a la altura máxima de la estructura se comenzará con la segunda torre.

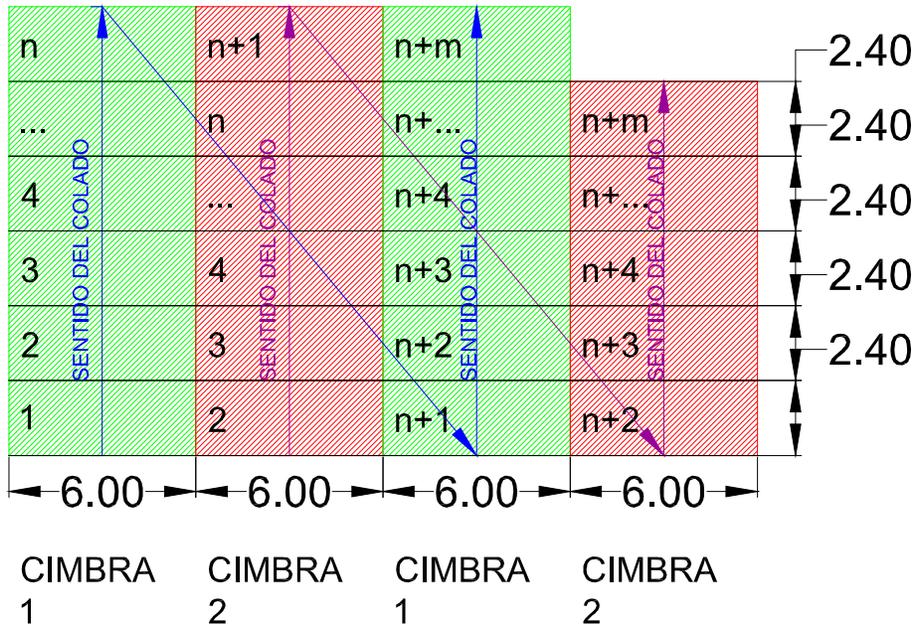


Figura 93.- Esquema de construcción por tramos

A continuación se describe el procedimiento constructivo a detalle de cada etapa antes mencionada.



III.3.2.2.6. OBRA DE TOMA

III.3.2.2.6.1. Relleno en Obra de Toma y Canal de Llamada.

Una vez que la excavación llegue a la elevación 150.00 M.S.N.M. se podrá comenzar a colocar el concreto de relleno en la obra de toma sin acero refuerzo, se plantea que se coloque en alzadas de 2.40 m lo que nos arroja un total de 13 alzadas, si se tiene un rendimiento de colocación de cimbra de 100 m²/día, una colocación de concreto de 91 m³/hr y cada colado se tomará un día de fraguado, nos da un total de 112 días para finalizar éste relleno.

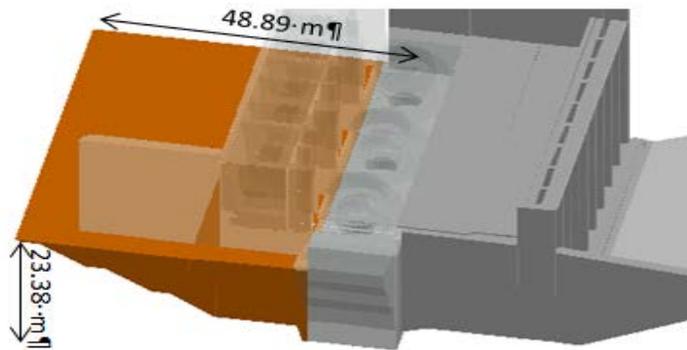


Figura 94.- Relleno en Canal de Entrada

III.3.2.2.6.2. Estribos de Obra de Toma.

Este muro se propone que se construya una vez concluidos el concreto de relleno en obra de toma y canal de llamada, se plantea que se construya con alzadas de 2.40 m de altura, esto nos arroja un total de 15 alzadas, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 100 kg/m³, con un rendimiento de colocación y armado de acero de 1.5 Ton/día, con un frente de trabajo se plantea que se finalice en un total de 153 días. Una vez concluido éste estribo se plantea proceder a la construcción del estribo derecho con utilizando la misma cimbra y el procedimiento será idéntico al descrito para el estribo izquierdo.

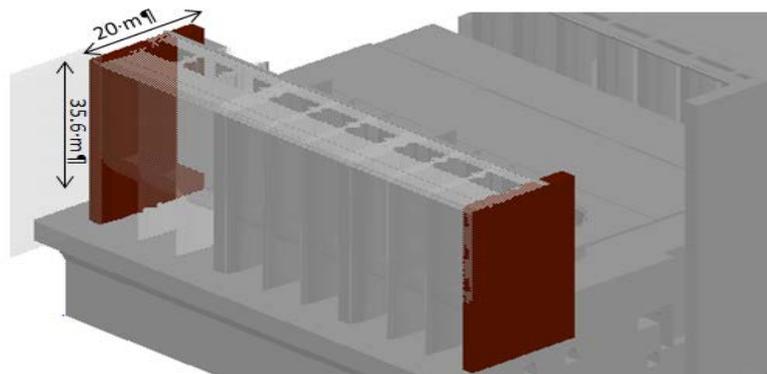
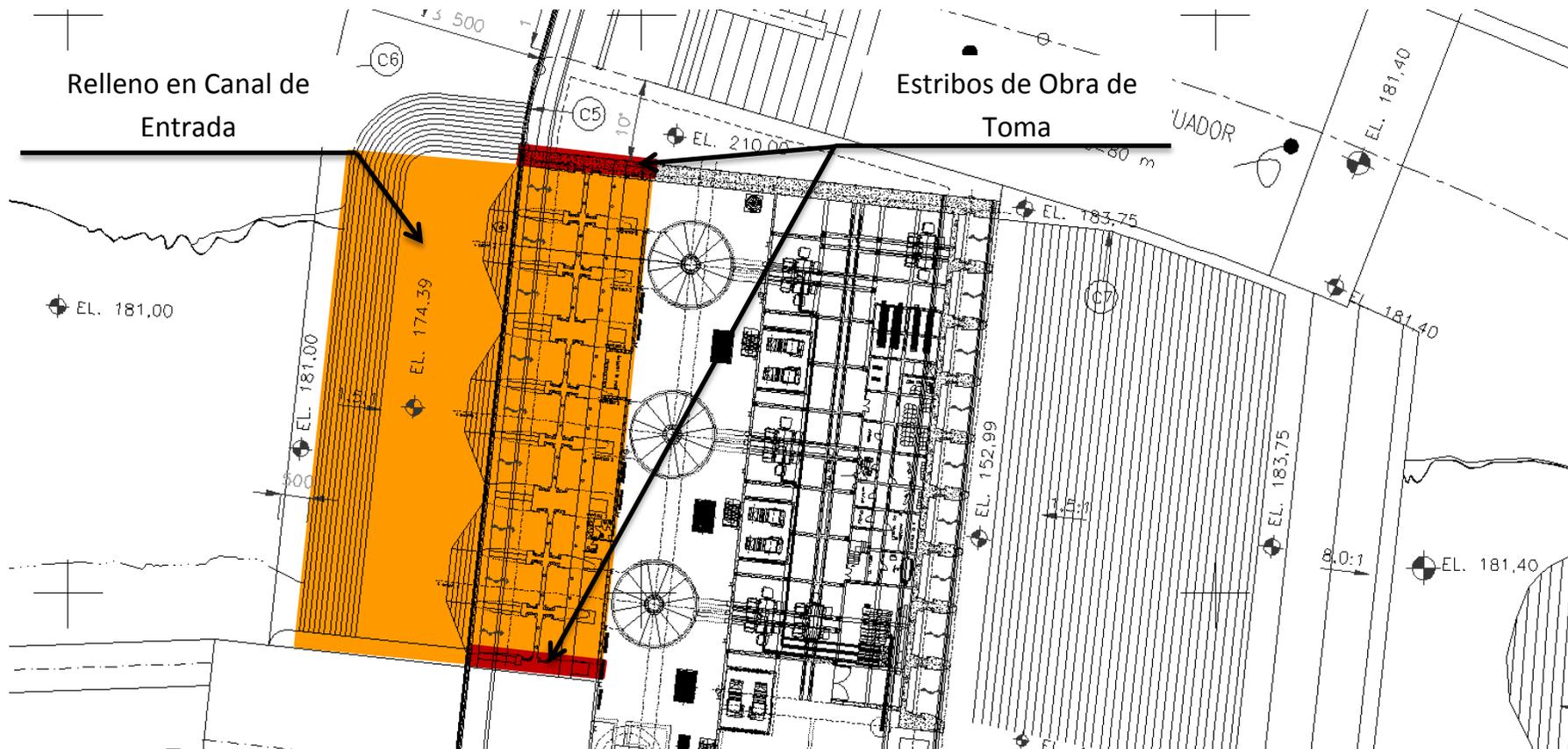


Figura 95.- Estribos de Obra de Toma



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.3.2.2.6.3. Muro de Encausamiento en Obra de Toma.

Una vez finalizado el estribo derecho, este muro se construirá en tramos de 6 m con alzadas de 2.4 m, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 100 kg/m^3 , el rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo que se propone para ésta estructura es de 1.5 Ton/día, se plantea que se trabaje con un frente de trabajo, esto nos arroja que la estructura se finalizará en un total de 264 días.

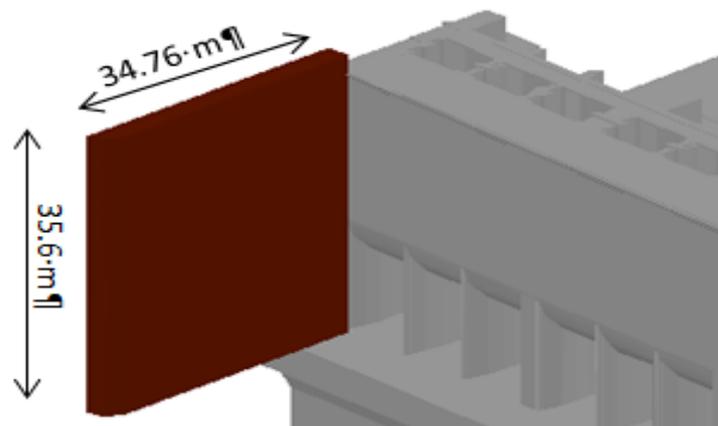


Figura 96.- Muro de Encausamiento de Obra de Toma

III.3.2.2.6.4. Pilas primarias para compuertas

Una vez concluido el relleno de obra de toma se podrá comenzar con la pila primaria número uno, el procedimiento que se plantea para la construcción de esta estructura será de alzadas de 2.4 m a sección completa, lo que nos da un total de 15 alzadas, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m^3 , con un rendimiento de colocación de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, con un frente de trabajo esta estructura nos arroja un tiempo de finalización de 80 días. Una vez finalizada la pila primaria número uno se podrá dar comienzo a la pila número dos y así se utilizará la misma cimbra en ambas estructuras, el procedimiento a seguir para esta segunda pila será idéntico al ya descrito para la primera pila, el total para ambas pilas será de 161 días.

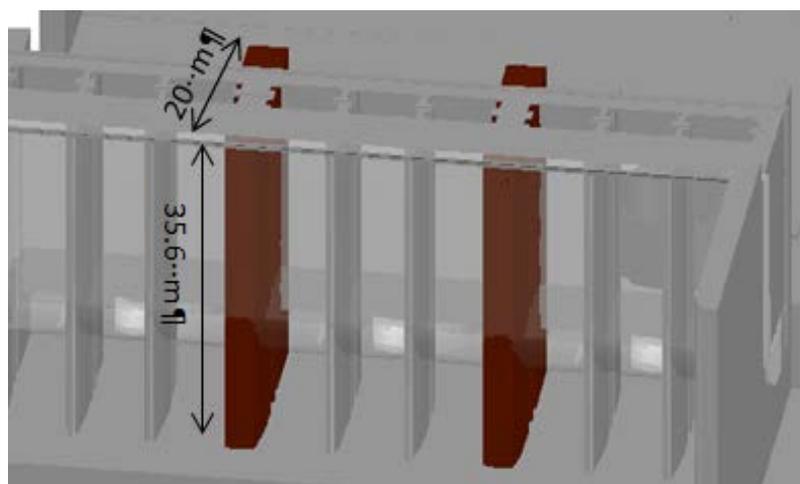


Figura 97.- Pilas primarias para compuertas de entrada



III.3.2.2.6.5. Pilas secundarias

Con la pila primaria número uno construida, se plantea comenzar con las pilas secundarias uno y dos, el procedimiento para la construcción de estas estructuras será con alzadas de 2.4 m a sección completa, se recomienda una densidad de acero de 70 kg/m^3 , el rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo se recomienda que sea de 1.5 Ton/día y se tendrán dos frentes de trabajo, cada frente de trabajo atacará de manera simultánea las pilas, esto nos arroja un tiempo de 56 días para la construcción de éstas. Las pilas subsecuentes se harán de la misma manera, en pares, es decir, una vez concluidas las pilas secundarias uno y dos la cimbra se colocará en las pilas 3 y 4, estas pilas se recomienda que se comiencen una vez que se finalice la pila primaria dos, las pilas secundarias 5 y 6 se harán una vez finalizadas las pilas primarias 3 y 4. Los procedimientos constructivos, así como los rendimientos recomendados serán idénticos para todas las pilas. El tiempo para la finalización de todas las pilas será de 167 días.

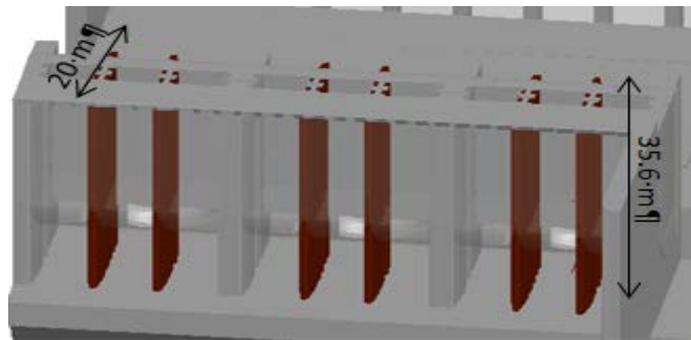
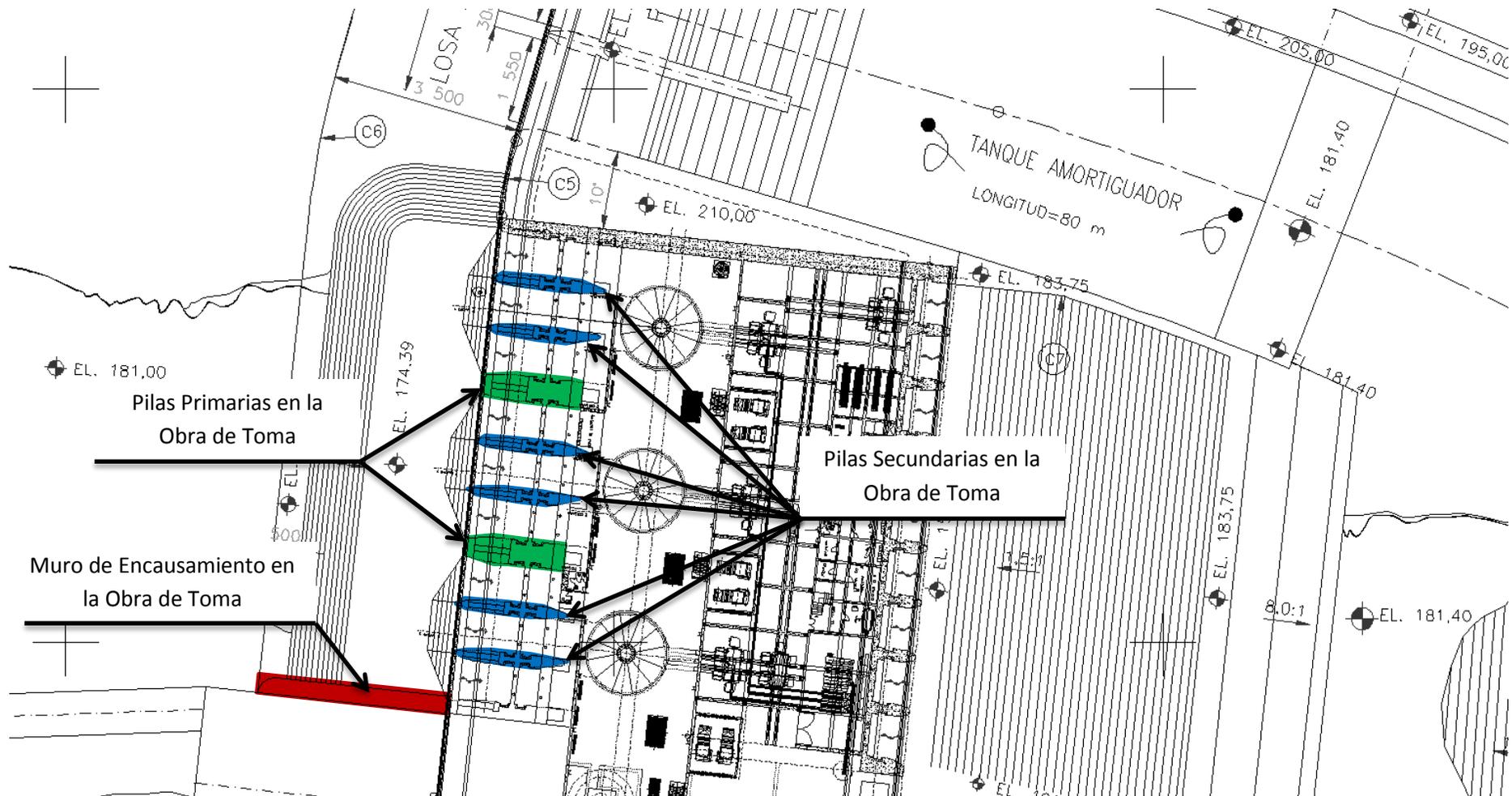


Figura 98.- Pilas secundarias en Obra de Toma



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".





III.3.2.2.6.6. Losa superior en bocatoma

Para comenzar los trabajos de esta estructura se deberán tener culminados los trabajos de construcción de por lo menos una pila primaria y una pila secundaria. Esta estructura se plantea que se construya con el apoyo de una obra falsa, la cual irá anclada y colocada entre las estructuras de pilas primarias y secundarias, se recomienda una densidad de acero de 70 kg/m^3 , con un rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, con dos frentes de trabajo y tomando en cuenta la colocación de la obra falsa, esta estructura nos arroja un tiempo de finalización de tres vanos en 69 días, la estructura se llevará un total de 125 días (*estas estructuras serán traslapadas y se puede observar en el Programa Detallado de Construcción*). Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 13 del Anexo 11 de este informe.

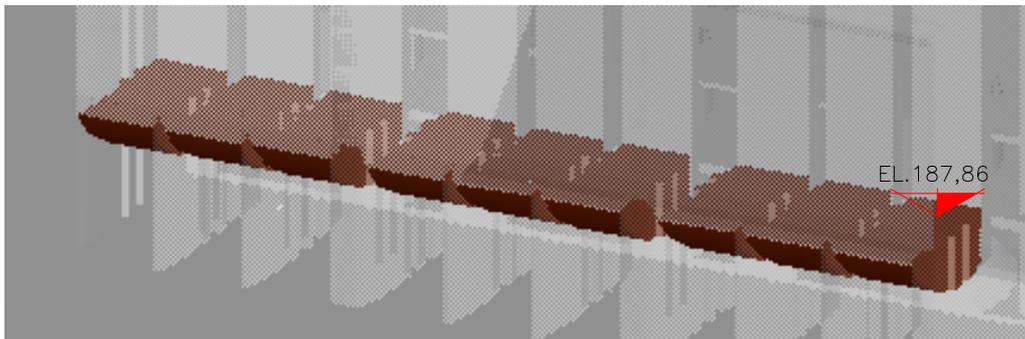


Figura 99.- Losa superior en bocatoma

III.3.2.2.6.7. Muros pantalla en bocatoma

Para poder iniciar con estos concretos se deberán tener construidas las losas superiores en la bocatoma, ya que este muro se colocará por encima de las mismas. El procedimiento que se propone para la construcción de estos muros será con alzadas de 2.4 m entre vanos, se propone una densidad de acero de 70 kg/m^3 y un rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, con dos frentes de trabajo nos arroja un tiempo de construcción de 53 días para 3 muros. (*Estas estructuras serán traslapadas y se puede observar en el Programa Detallado de Construcción*). El tiempo de finalización de estos muros será de 110 días. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 12 del Anexo 11 de este informe.

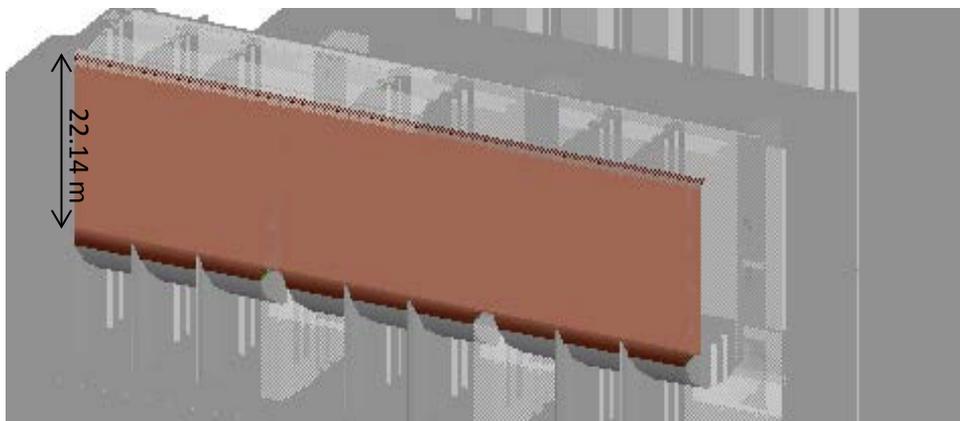


Figura 100.- Muro Pantalla en bocatoma

III.3.2.2.6.8. Muro posterior a ranuras

Estos muros podrán iniciar simultáneamente con los muros pantalla siguiendo el mismo procedimiento, con alzadas de 2.4 m y se manejaran los mismos rendimientos y números de frentes. Con dos frentes de nos arroja un tiempo de construcción de 21 días para 3 muros. *(Estas estructuras serán traslapadas y se puede observar en el Programa Detallado de Construcción)*. El tiempo de finalización de estos muros será de 98 días. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 12 del Anexo 11 de este informe.

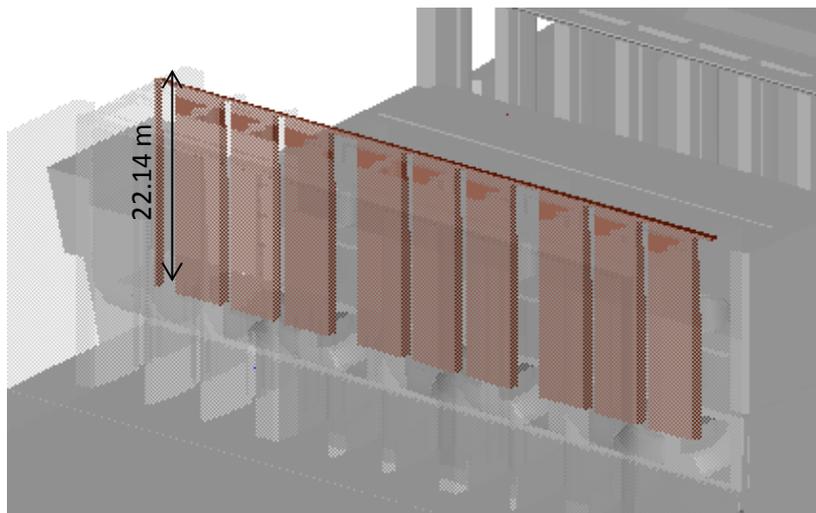


Figura 101.- Muro posterior a ranuras

III.3.2.2.6.9. Losa de maniobras

Esta estructura se plantea que sea la que culmine con los concretos en la obra de toma, podrá comenzar para esta estructura se propone una densidad de acero de 60 kg/cm² y un rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, utilizando una obra falsa para el colado con un frente de trabajo nos arroja un tiempo de 27 días para el puente en 3 vanos, el tiempo total de este puente de maniobras será de 80 días. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 17 del Anexo 11 de este informe.

Con esta estructura se concluyen los concretos en zona de obra de toma.

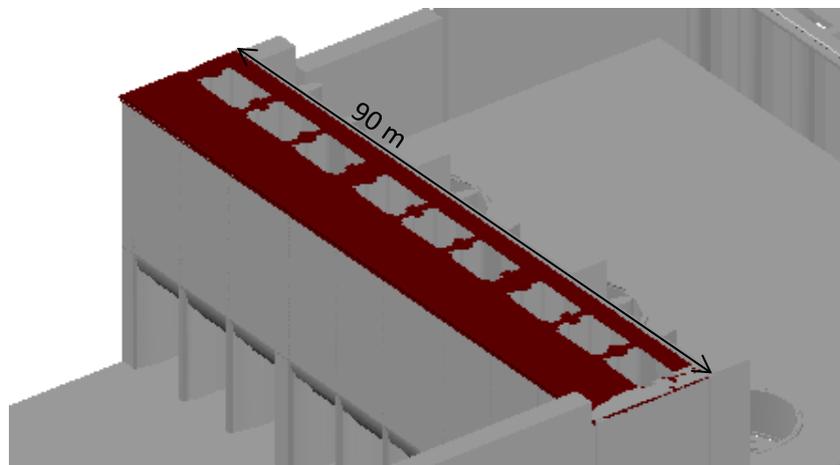
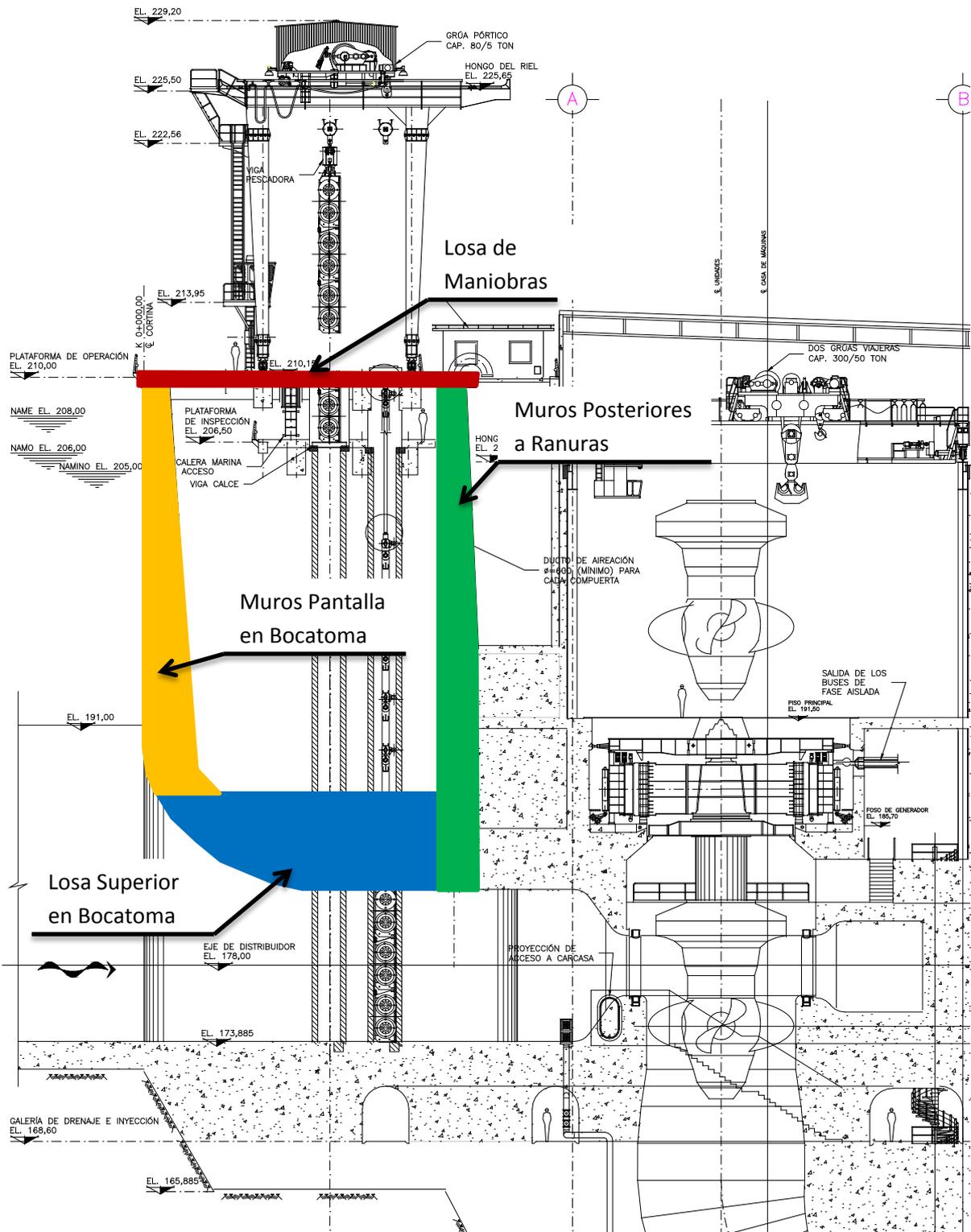


Figura 102.- Losa de Maniobras en Obra de Toma



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.3.2.2.7. CASA DE MÁQUINAS

III.3.2.2.7.1. Muro perimetral izquierdo

Este muro se ha planteado que se construya con alzadas de 2.4 m a sección completa lo que nos da un total de 23 alzadas, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 100 kg/cm^2 y un rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton /día, y con un frente de trabajo esta estructura se culmina en 212 días.

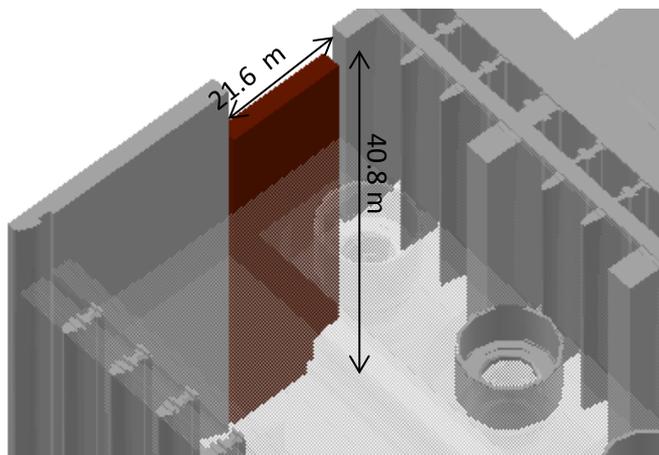


Figura 103.- Muro perimetral izquierdo de Casa de Máquinas

III.3.2.2.7.2. Relleno Lateral derecho de Casa de Máquinas

Para esta estructura se podrá colocar el concreto de relleno sin acero refuerzo, se plantea que se coloque en alzadas de 2.40 m lo que nos arroja un total de 13 alzadas, si se tiene un rendimiento de colocación de cimbra de $100 \text{ m}^2/\text{día}$ y se utilizarán 4 frentes de trabajo, una colocación de concreto de $364 \text{ m}^3/\text{hr}$ y cada colado se tomará un día de fraguado, nos da un total de 30 días para finalizar éste relleno. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 23 del Anexo 11 de este informe.

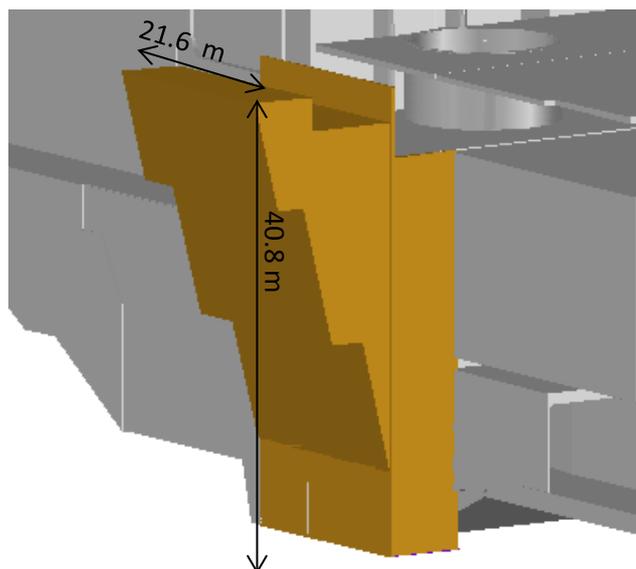
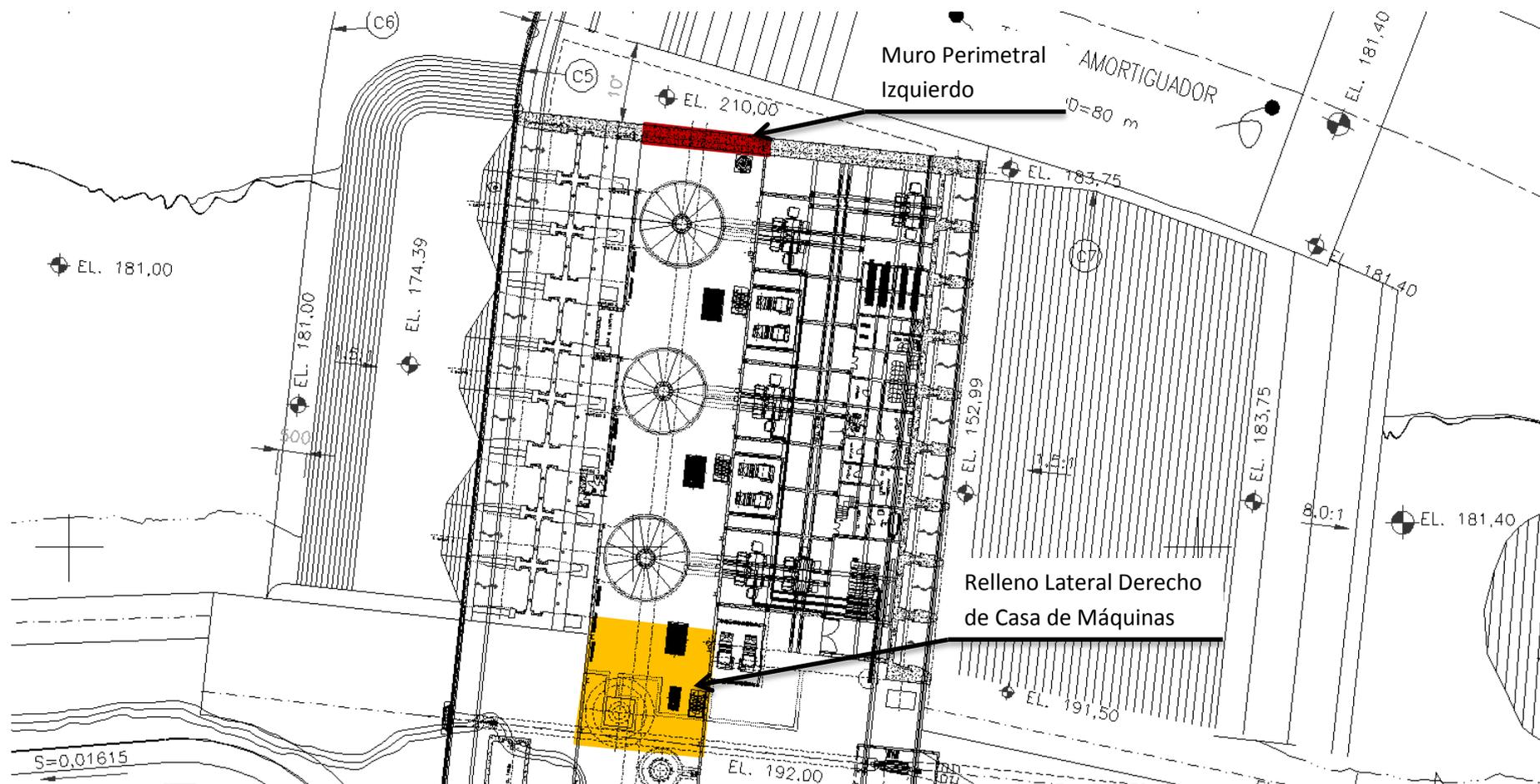


Figura 104.- Relleno lateral derecho de Casa de Máquinas



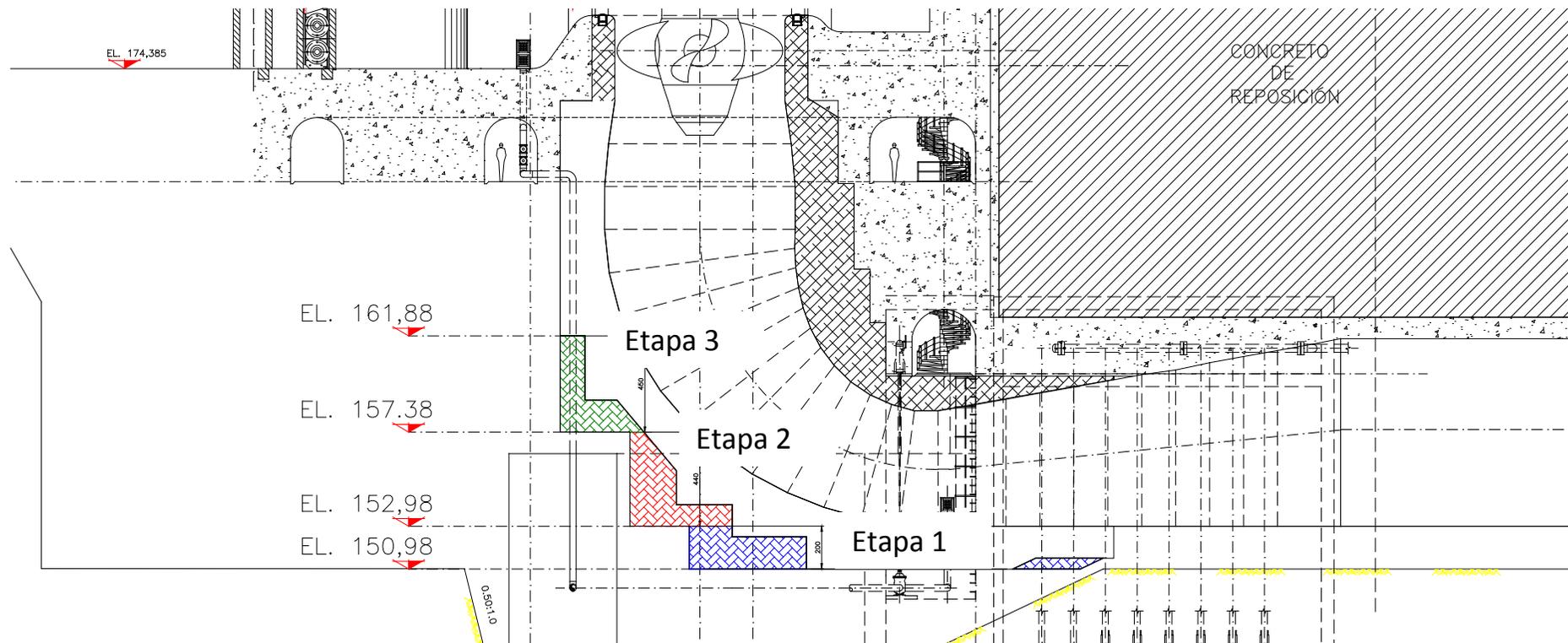
"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".





III.3.2.2.7.3. Primeros colados tubo de aspiración

Una vez terminada la excavación del foso de la tubería se inicia con los concretos para revestir el foso, en las siguientes etapas:



1º.- Colado Muros y Apoyos para posicionar el codo.

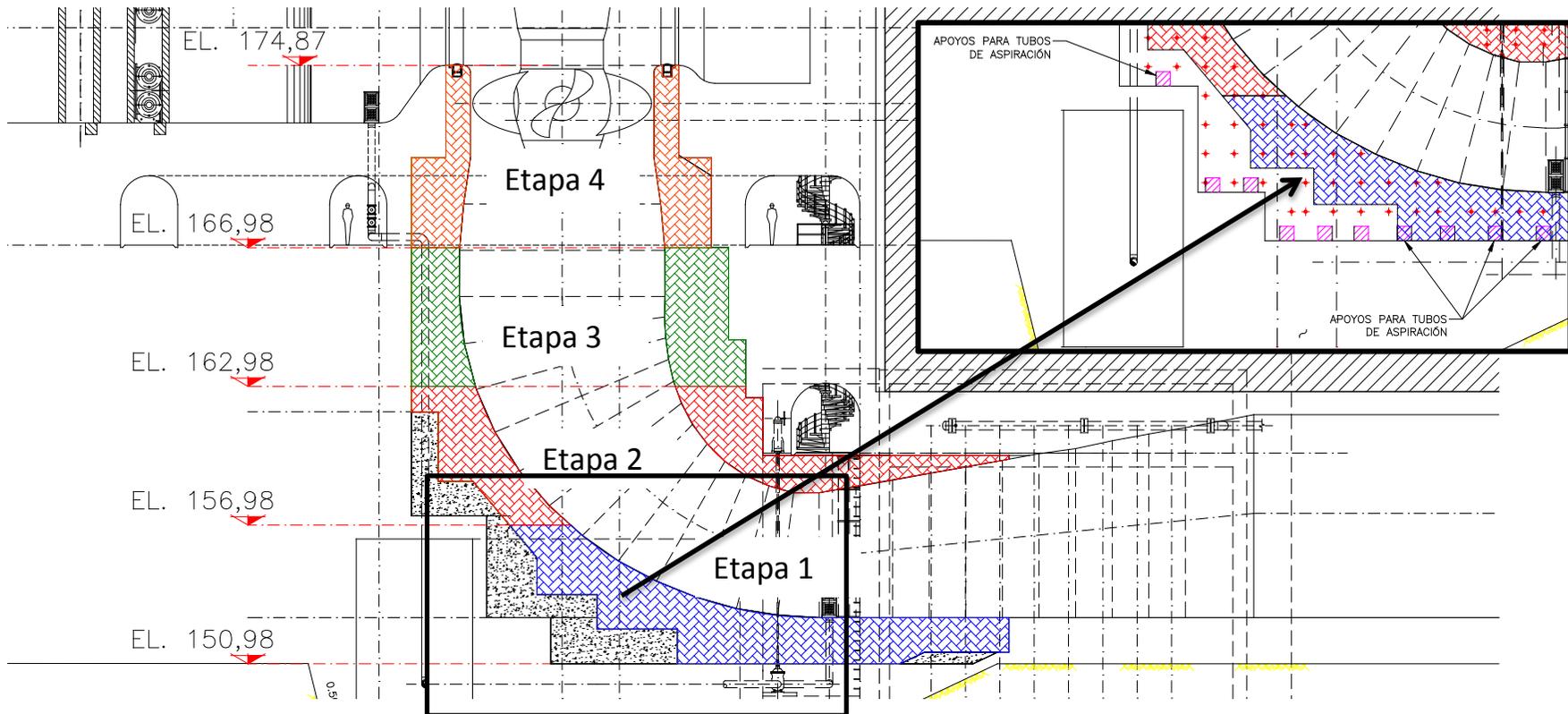
Esta actividad se realiza en 3 alzadas.



MONTAJE CODO

Segundos colados tubos de aspiración.

Previamente a esta etapa se coloca la cimbra de los últimos 4 m. del túnel de aspiración para que esta sirva como soporte del concreto de empaque. Montado el codo se procede a concretarlo en 3 etapas de 4 m. de altura aproximadamente.

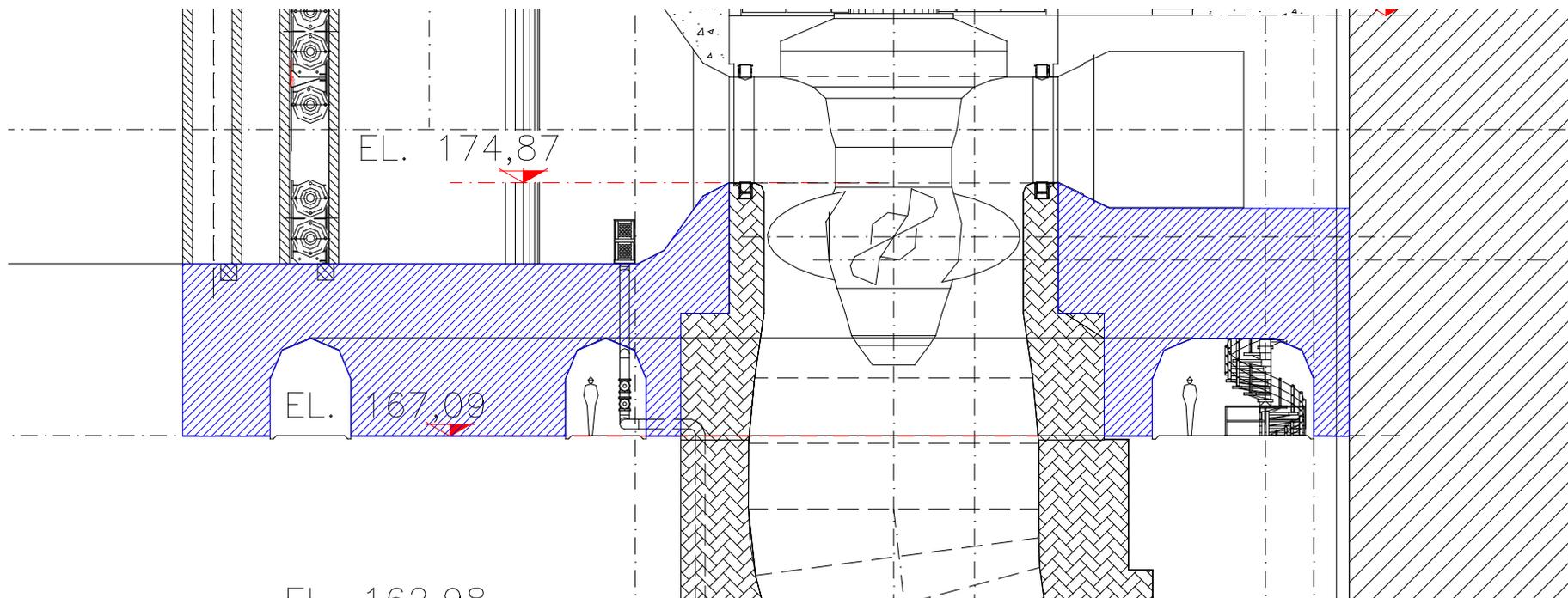




"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Empotrado el codo, se realiza el montaje del cilindro superior el cual se embebe hasta la elevación 174.87.



Para la ejecución de esta etapa se debió haber colocado previamente la cimbra que delimita la galería de inspección y la cual queda conformada por el concreto de este empaque.

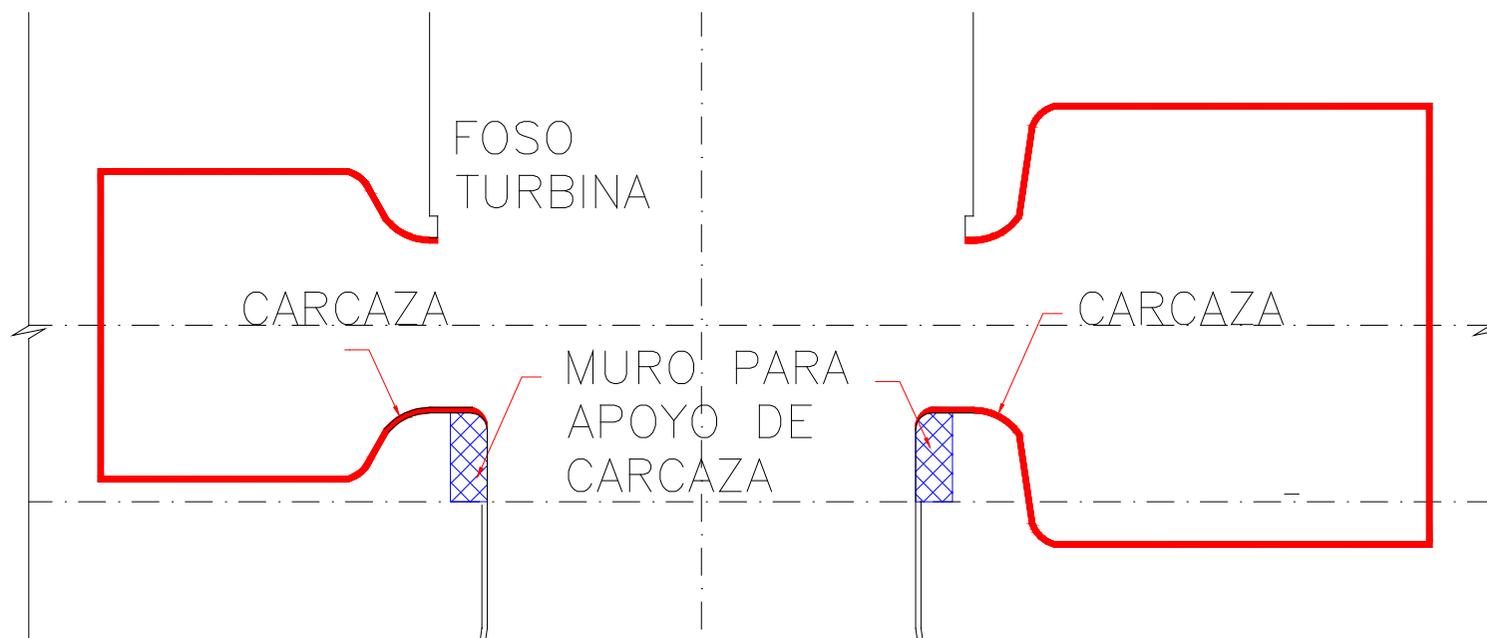


"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.3.2.2.7.4. Primeros colados anti-distribuidor y carcasa

Desde la elevación 172.37 se construyen los apoyos del anti-distribuidor (dados de concreto sobre un muro circular de aproximadamente 1.5 m de altura) y los apoyos de la carcasa que consisten en columnas de concreto desplantados sobre el piso de la elevación 172.37.





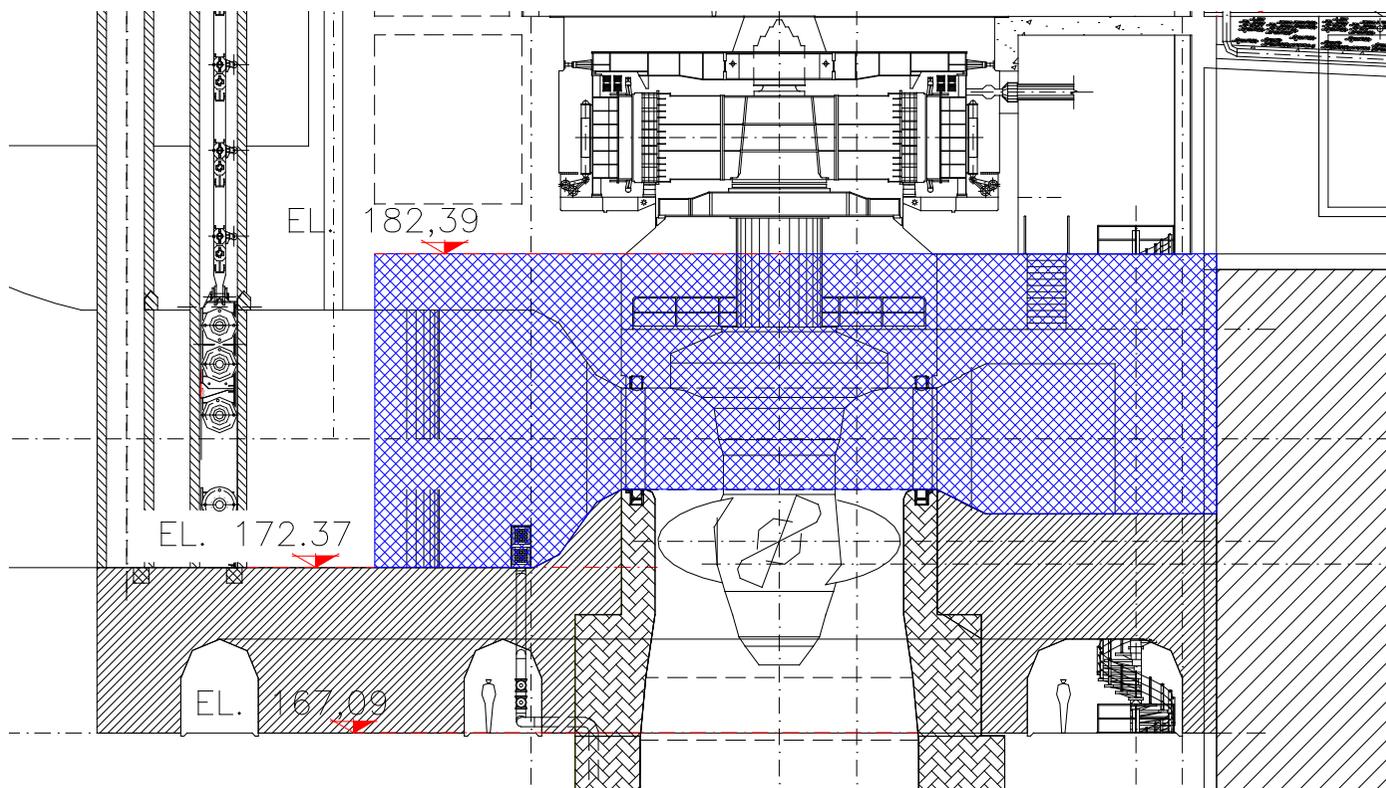
"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



III.3.2.2.7.5. Segundo colado carcaza

Una vez montados el anti-distribuidor y la carcaza se procede a realizar los segundos colados hasta la elevación 182.40, esta actividad se realiza en 2 alzadas:

Embebida la carcaza y con el tiempo adecuado de fraguado del concreto, se procede a realizar la prueba hidrostática.



III.3.2.2.8. ASPIRACIÓN

III.3.2.2.8.1. Losa de aspiración

Este concreto se propone que sea colocado una vez terminados los concretos de desplante de casa de máquinas, para esta estructura se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 60 kg/m^3 y que se realice con rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, con dos frentes de trabajo esta estructura nos arroja un tiempo total de 65 días.

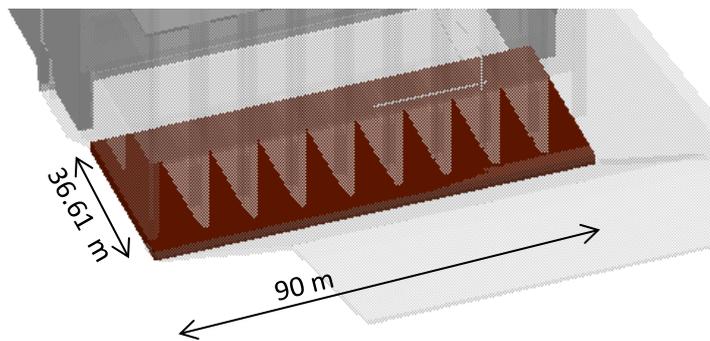


Figura 105.- Losa de aspiración

III.3.2.2.8.2. Estribos del Túnel de Aspiración

Estas estructuras se podrán realizar una vez finalizada la losa antes mencionada, se tiene planteado comenzar con el estribo izquierdo, este se podrá realizar con alzadas de 2.4 m de altura a sección completa, se tienen un total de 28 alzadas, se recomienda una densidad de acero de 70 kg/cm^2 , con un rendimiento propuesto de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día y 2 frentes de trabajo se obtiene que el tiempo para finalizar esta estructura será de 92 días.

El estribo derecho se podrá comenzar una vez finalizado el estribo izquierdo, esto para darle un mayor número de usos a la cimbra, el procedimiento, así como los procedimientos serán idénticos a los antes mencionados, este último estribo cuenta con una entrada en la margen derecha lo que nos da un total de 18 alzadas, por lo que el tiempo para finalizar esta estructura nos arroja 80 días.

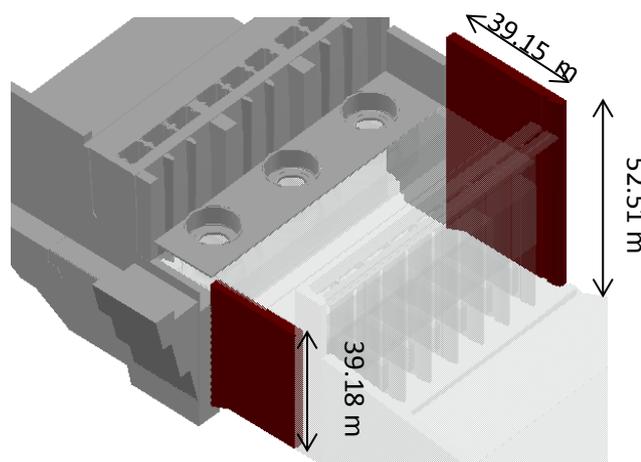
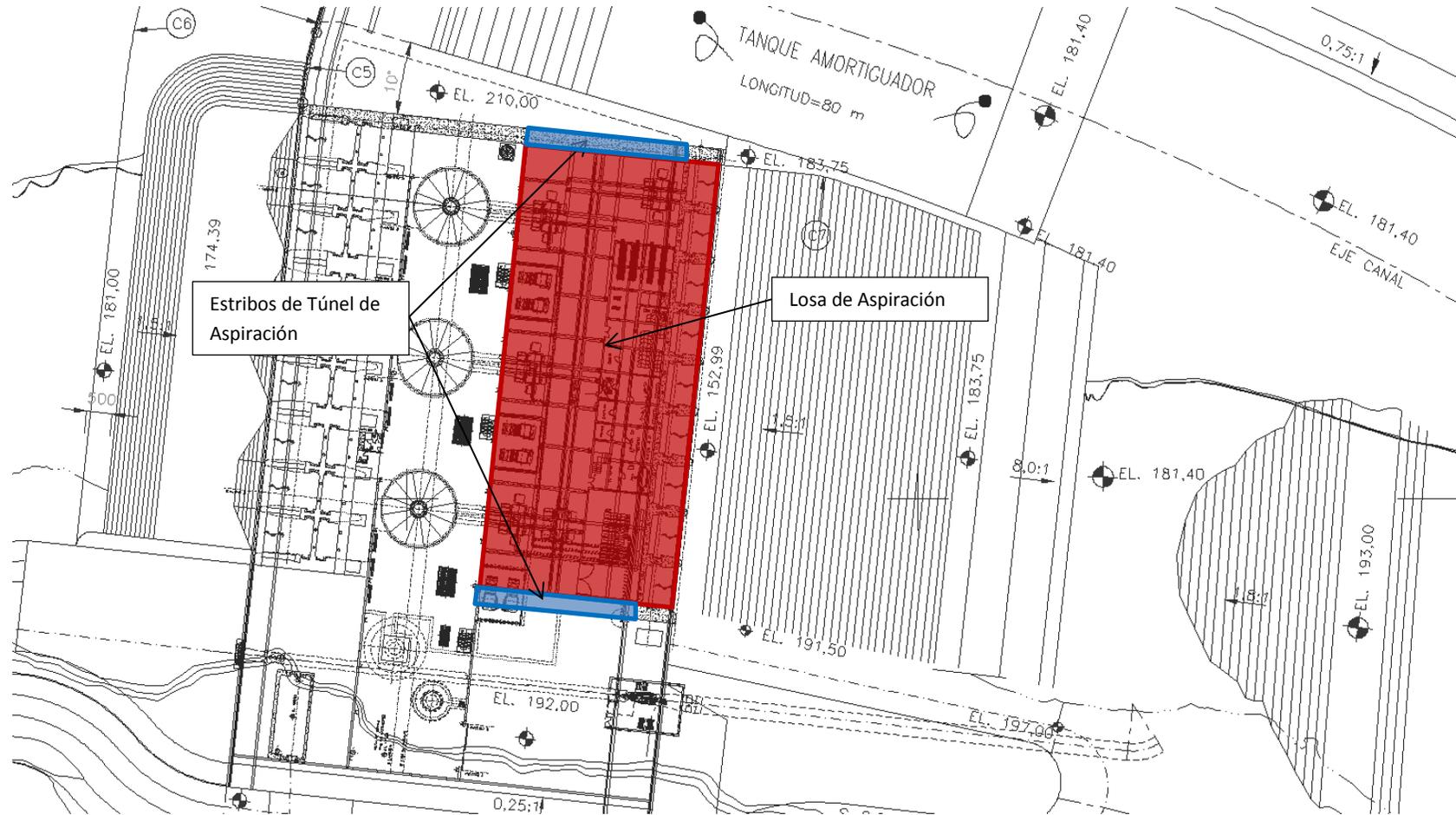


Figura 106.- Estribos del Túnel de aspiración



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".





III.3.2.2.8.3. Losa inferior, losa superior y muros de aspiración

Para esta estructura y debido a su complejidad el cálculo se ha realizado haciendo un conjunto de varias estructuras, el orden será: Losa inferior, muros perimetrales y centrales y finalmente la losa superior, se recomienda una densidad de acero de 100 kg/m^3 , el rendimiento propuesto para la colocación y armado de acero de refuerzo es de 1.5 Ton/día, con cuatro frentes de trabajo el tiempo estimado que se tiene es de 133 días. Los cálculos que respaldan esta información se encuentran en la página 23 del Anexo 11 de este informe.

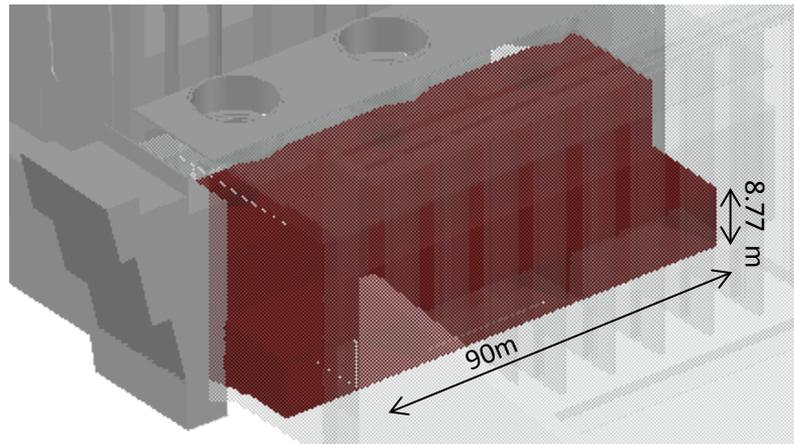


Figura 107.- Losa inferior, losa superior y muros de aspiración

III.3.2.2.8.4. Muros centrales de aspiración

Se ha propuesto que estas estructuras se inicien una vez que se concluyan los túneles de aspiración, se podrá iniciar con los muros 1 y 2 ubicados en el vano 1, se ha planteado que se construyan en alzadas de 2.4 m lo que nos da un total de 4 alzadas, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m^3 , con un rendimiento propuesto de 1.5 Ton/día, con un frente de trabajo se tiene que estas estructuras se finalizarán en 25 días. Los muros 3 y 4 se iniciarán una vez que se concluyan los muros 1 y 2, y así sucesivamente con los muros 5 y 6, los procedimientos, así como los rendimientos antes mencionados serán idénticos para todos los muros. El total de días para la construcción de estas estructuras será de 75 días.

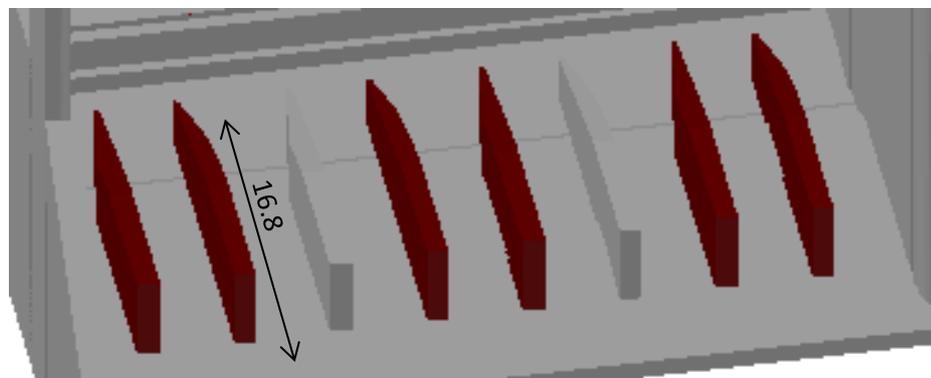


Figura 108.- Muros centrales de aspiración

III.3.2.2.8.5. Muros divisorios de aspiración

Estos muros se plantea que se comiencen por el muro 1, una vez concluidos los muros centrales de aspiración, este se ha planteado con los mismos rendimientos y procedimientos que los muros centrales, esta estructura nos da un total de 4 alzadas y un tiempo de 25 días. Para el muro 2 los tiempos rendimientos y procedimientos son idénticos, por lo cual el tiempo estimado para su culminación será de 25 días y se comenzará una vez finalizado el muro 1, esto nos da un total de 50 días para ambas estructuras.

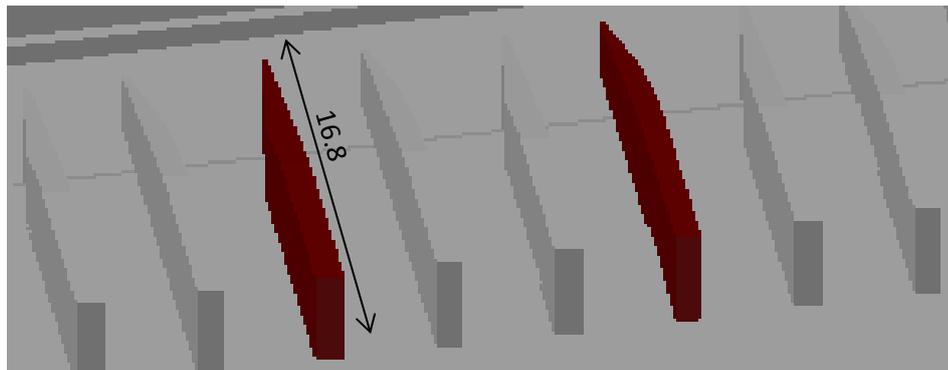


Figura 109.- Muros divisorios de aspiración

III.3.2.2.8.6. Concreto de relleno sobre aspiración

Este concreto se colocará por encima de los muros centrales y divisorios de la aspiración, por lo que podrán iniciarse una vez que se termine la fabricación de los mismos. Este concreto de relleno tendrá un rendimiento de colocación de cimbra de 100 m²/día y 91 m³/hr, se plantea que se construya con un frente de trabajo, el método será hacer alzadas de 2.40 m de altura lo que nos da un total de 13 alzadas, para cada alzada se dará un día para el correcto fraguado, todo esto nos da un tiempo para la finalización de este relleno de 56 días.

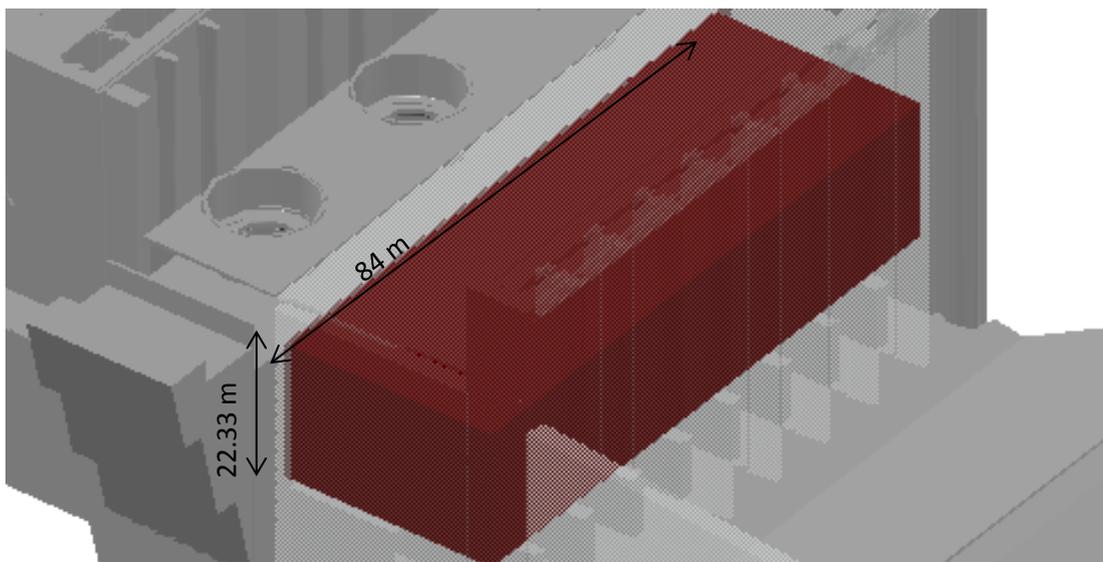


Figura 110.- Relleno sobre aspiración



III.3.2.2.8.7. Losa sobre el relleno

Esta estructura se construirá una vez finalizado el relleno sobre la aspiración, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 60 kg/m^3 , se recomienda que se tenga un rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día , con un frente de trabajo se tienen estimado que se termine esta estructura en un tiempo aproximado de 37 días.

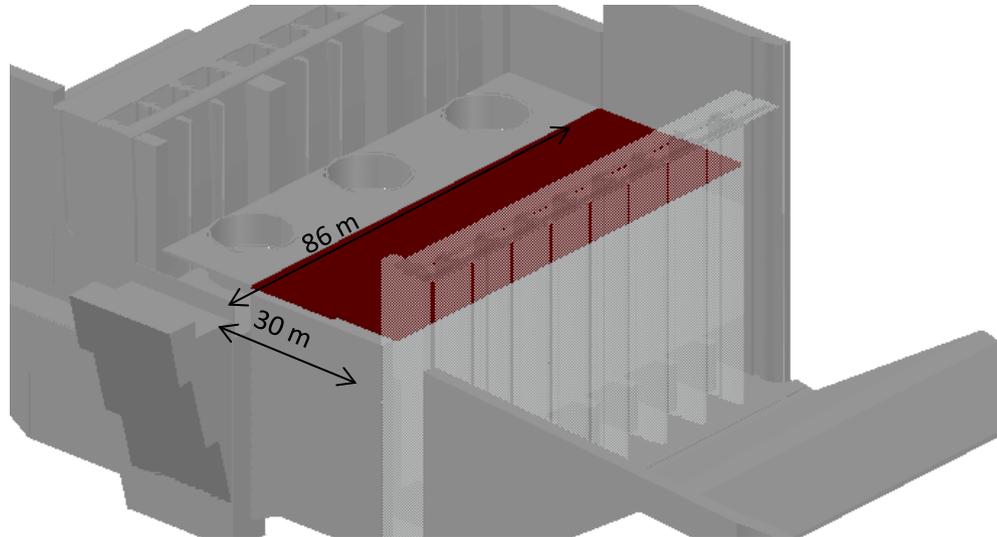


Figura 111.- Losa sobre relleno

III.3.2.2.9. ESTRUCTURA DE COMPUERTAS DE SALIDA

III.3.2.2.9.1. Estribos

Esta estructura se plantea que se comience una vez finalizada la losa de aspiración, la estrategia que se plantea es de construir el estribo derecho en alzadas de 2.4 m de altura a sección completa lo que nos da un total de 23 alzadas, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m^3 , con el rendimiento que se propone de 1.5 Ton/día, con un frente de trabajo se tiene que el tiempo para construir esta estructura será de 66 días. Una vez que se finalice el estribo derecho se dará comienzo al estribo izquierdo para utilizar el juego de cimbra, los rendimientos y procedimientos constructivos serán idénticos para ambos estribos, esto nos arroja un total de 132 días para ambos estribos.

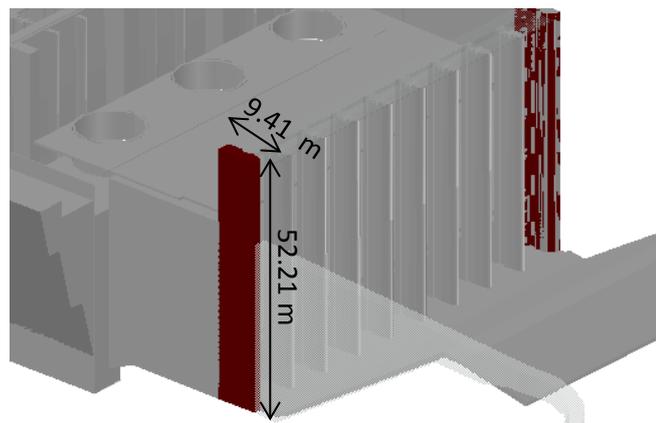


Figura 112.- Estribos en estructura de salida

III.3.2.2.9.2. Pilas centrales

Una vez que se terminen de construir ambos estribos se procederá a la construcción de las pilas centrales 1 y 2, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m^3 , el rendimiento que se recomienda es de 1.5 Ton/día, estarán trabajando 2 frentes simultáneamente, uno en cada pila, se construirá con alzadas de 2.4 m a sección completa esto nos da un total de 22 alzadas lo que no arroja un tiempo de finalización de 21 días. Estos rendimientos y procedimientos serán idénticos para las pilas 3, 4, 5, 6, 7 y 8, el total de tiempo para la culminación de las pilas centrales será de 123 días.

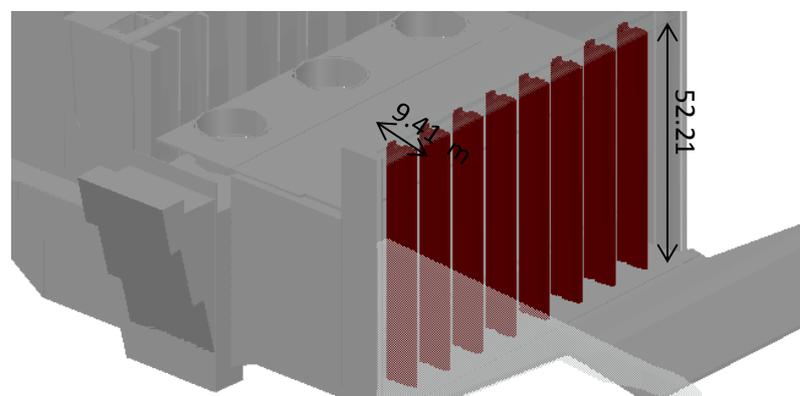
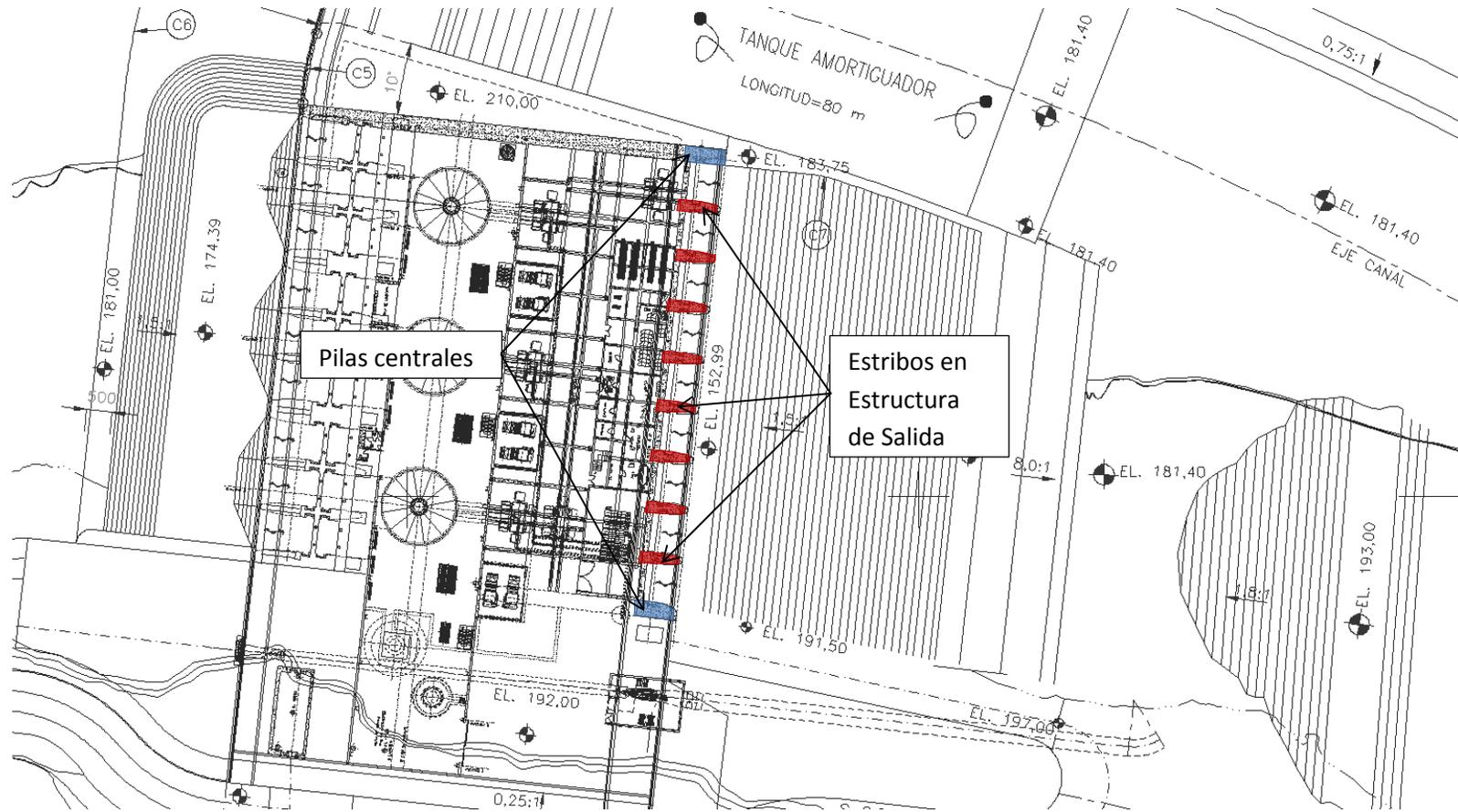


Figura 113.- Pilas centrales



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".





III.3.2.2.9.3. Losa de maniobras de desfogue

Esta estructura se plantea que sea la que culmine con los concretos en la obra de estructuras de compuertas, para esta estructura, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 60 kg/m^3 , se propone un rendimiento de colocación y armado de acero de refuerzo de 1.5 Ton/día, utilizando una obra falsa para el colado con un frente de trabajo nos arroja un tiempo de 17 días para el puente en 3 vanos, lo que nos da un total de 50 días para la finalización del puente de maniobras.

Con esta estructura se concluyen los concretos en zona de obra de toma.

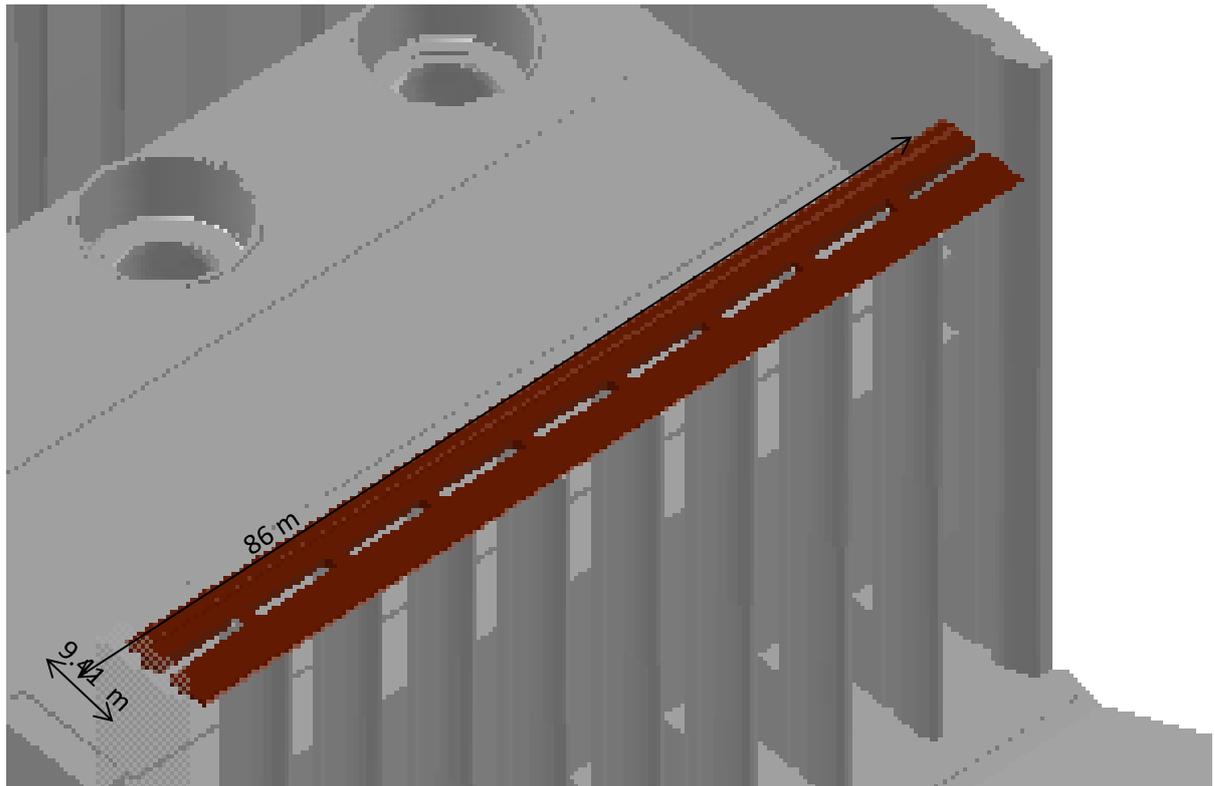


Figura 114.- Losa de maniobras de desfogue

III.3.2.2.10. DESFOGUE

III.3.2.2.10.1. Losa del Canal de Desfogue

Esta estructura se propone que se inicie una vez terminadas las pilas de la estructura de compuertas, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 60 kg/m^3 , el rendimiento propuesto será de 1.5 Ton/día y se tendrán dos frentes de trabajo, esto nos arroja que el tiempo de culminación de esta losa será de 72 días.

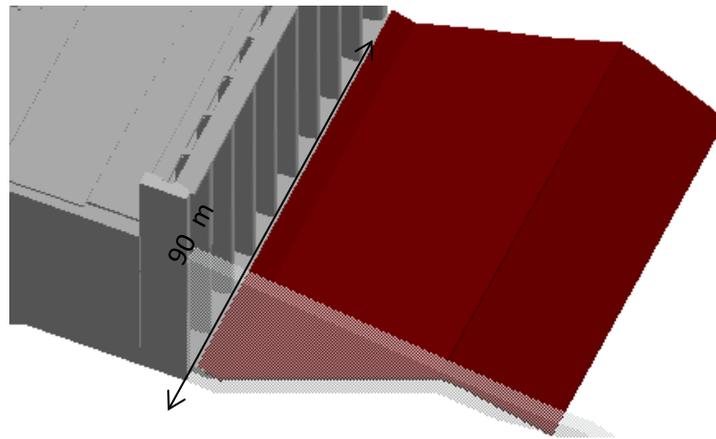


Figura 115.- Losa de Canal de desfogue

III.3.2.2.10.2. Muro de encausamiento desfogue

Este muro se plantea que se construya simultáneamente con la losa de desfogue, se recomienda una densidad de acero de refuerzo de 70 kg/m^3 , el rendimiento que se recomienda es de 1.5 Ton/día, se propone que se construya en tramos de 6 metros con alzadas de 2.4 m de altura, se tendrán 2 frentes de trabajo y dos juegos de cimbra, una vez colado el primer tramo se colocará la segunda cimbra y así se continuará simultáneamente la construcción de este muro, no se tiene un número que rijas el número de alzadas por tramo de 6 metros, pero se sabe que se tienen 114 alzadas en total, lo que nos arroja un total de 57 días para la finalización de esta estructura.

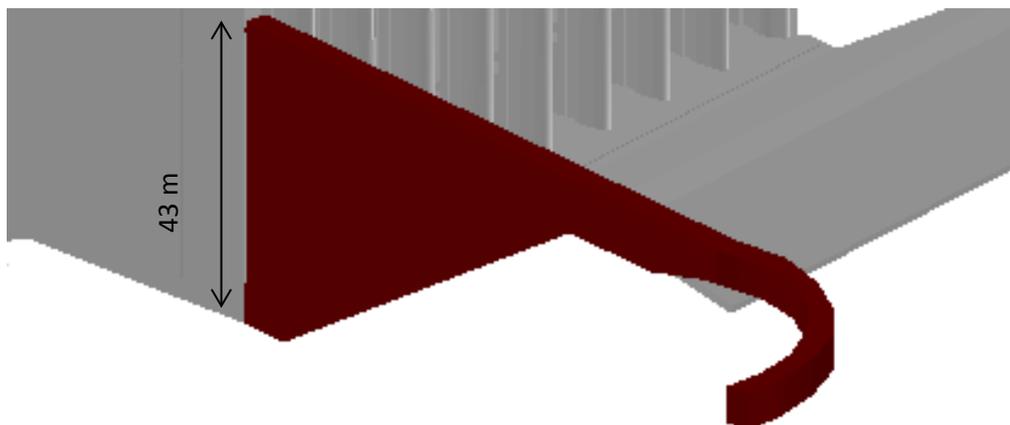


Figura 116.- Muro de encausamiento en desfogue



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".





"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



El equipo propuesto para la construcción de concretos es:

EQUIPO PARA CONCRETOS DE OBRA DE GENERACIÓN.
Planta de concreto con mezclador central
Revolvedora sobre camión
Cargador sobre llantas
Soplador de cemento
Planta de hielo
Banda Transportadora radial
Trituradoras
Planta de cribado
Gusano lavador de arena
Alimentador vibratorio
Bomba para concreto sobre camión
Bomba para concreto portátil
Torre de construcción

III.3.3. CAMINOS PROPUESTOS PARA LA OBRA DE GENERACIÓN

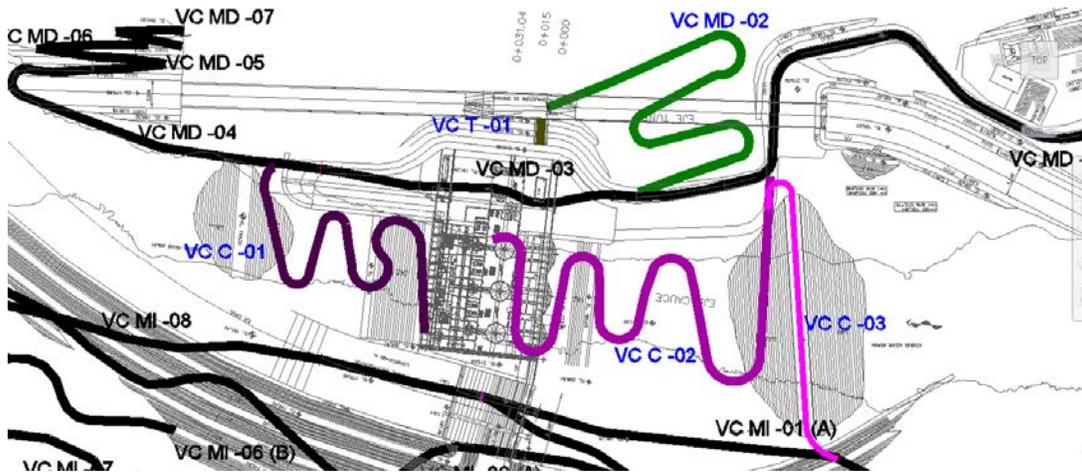


Figura 117.- Planta de caminos para Obra de Generación

CAMINOS DENTRO DEL CAUCE						
CAMINOS DE ACCESO						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC C -01	400.1	198	150	48.00	11.9980
	VC C -02	594.2	209	150	59.00	9.9299
	VC C -03	234.2	205	206	1.00	0.4269
	TOTAL	1228.4554				
CAMINOS DENTRO DEL CAUCE						
TÚNEL						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC T -01	18.7	210	210	0.00	0.0
CAMINOS DE MARGEN DERECHA						
CAMINOS DE CONSTRUCCIÓN						
	NOMBRE	LONGITUD M	ELEVACIONES MSNM		ALTURA M	PENDIENTE %
			ELEV. 1	ELEV. 2		
	VC MD -02	453.52	275	220	55.00	12.1272

Figura 118.- Datos de caminos para Obra de Generación

Para realizar los trabajos en la obra de generación se sugiere realizar un camino de construcción VC-M-D-02 el cual llegara a la elevación 210.00 M.S.N.M. donde se ubica la playa de montaje de la obra de generación.

Se propone construir caminos dentro del cauce accesando desde las ataguías, estos caminos se denominados caminos de acceso y llegan a la casa de máquinas, a la elevación 150.00 M.S.N.M., la longitud total de estos caminos es de 1,228 m y cuentan con pendientes menores al 12%.

Para tener acceso a la estructura de control en el túnel de desvío se propone la construcción de un túnel de 18.7 m de longitud, con una sección de 8x8 que entrara por la playa de montaje a la elevación 210.00 M.S.N.M.



IV. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN

Para el correcto entendimiento de este capítulo se definirá el concepto de programación en términos de constructividad.

La programación es el determinar tiempos para operaciones específicas que abarca el proyecto para la estimación de costos y fijar un plan tentativo de los métodos para hacer el trabajo. La estimación del proyecto puede determinarse en base a tres factores: la experiencia, las cantidades de obra y los rendimientos construcción. El programa de trabajo muestra todas las partidas que afectan al proyecto y toma en cuenta las condiciones que afectan la construcción en particular en una época específica del año.

Para hacer esto, es necesario estudiar con detalle los planos y las especificaciones, se considera la fecha más ventajosa o la fecha requerida para desviar ríos, cuando pueden obtenerse partidas de equipo o de la planta de construcción nueva o especializada (ej. Obra Hidromecánica) las posibles fechas de entrega de materiales, fechas de recepción de las partidas, etc.

Con estas fechas se determinarán los rendimientos para los conceptos de trabajo que controlan el programa y se establecen tentativamente el tipo, la cantidad y el tamaño de las diversas unidades de equipo y plantas de construcción.

Una programación para el plan que se vaya a seguir contiene los siguientes puntos:

- Duración estimada de cada actividad.
- El tiempo de inicio y terminación requerido para terminar el proyecto.
- Holguras.
- La ruta crítica.

La importancia de la programación en una obra de gran magnitud es poder tener una perspectiva de como los factores de costo, tiempo y calidad influyen en el proyecto y esencialmente consiste en relacionar actividades por ejecutar con la disponibilidad de recursos.

La programación también nos permitirá una organización de las actividades del proyecto mediante una calendarización proponiendo fechas de inicio y terminación.

La programación de una obra siempre será única, no existe una programación igual ya que los factores que juegan serán variados desde la mano de obra, los recursos, el clima etc.



En cuanto a los métodos de programación más comunes tenemos:

- Diagrama de barras o diagrama de Gantt.
 - Se utiliza principalmente para representar los tiempos de actividades en un proyecto. Este muestra fechas de comienzo y la terminación de cada partida de trabajo, indica las partidas que se pueden empalmar y las que deberán culminarse para que inicie otra.
- Diagrama de red o modelo.
 - Este es una técnica útil para la planeación, programación y control de proyectos ya que cuenta con actividades interrelacionadas.
- PERT (Program Evaluation and Review Technique).
 - Con estos modelos se puede desarrollar una programación y análisis de proyecto. Es una técnica de evaluación y revisión de programas ya que se empleará el cálculo probabilístico de las duraciones de las actividades. Usará tres duraciones: duración óptima, media y pesimista, y son probables en base a los registros de proyectos similares realizados anteriormente.
- Ruta crítica.
 - Brinda un enfoque mucho más preciso y útil que las gráficas de barras, además de permitir una evaluación pronta comparando siempre lo programado contra lo real y así en caso de existir un retraso en lo programado realizar acciones correctivas.

Para este análisis se usará la programación mediante gráfica de barras rectangulares o gráfica de Gantt y el método de la ruta crítica.

Programación con gráfica de Gantt

Los programas de trabajo nos muestran las fechas de inicio y terminación de los diversos elementos de un proyecto. Los programas pueden prepararse en forma tabular o gráfica, y esta última es la requerida debido a su fácil visualización.

Una de las ventajas principales es que se mostrarán las fechas de inicio y la terminación de cada partida de trabajo. Indica las partidas en las cuales se empalma el trabajo, las partidas que traslapan con otras y por qué cantidad y las partidas que deben quedar terminadas antes de que se comiencen otras.



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289
CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Id	Nombre de tarea	Cantidad	Unidad	Rendimiento	Duración	Comienzo	Fin	2015	2016	2017
22	OBRA AUXILIAR DE EXCEDENCIAS				404 días	mié 22/04/15	jue 04/08/16			
23	Túnel de acceso	20	m		15 días	mié 22/04/15	vie 08/05/15			
24	Excavación de nicho	36,051	m³	400.5 m³/días	90 días	sáb 09/05/15	vie 21/08/15			
25	Ampliación de la zona de túnel				30 días	sáb 22/08/15	vie 25/09/15			
26	Losa	616	m³	41 m³/días	15 días	sáb 26/09/15	mar 13/10/15			
27	Estribos izquierdo	6,338	m³	105.5 m³/días	60 días	mié 14/10/15	mar 22/12/15			
28	Estribo derecho	6,338	m³	105.5 m³/días	60 días	mié 23/12/15	mar 01/03/16			
29	Montaje de compuerta				134 días	mié 02/03/16	jue 04/08/16			
30	ATAGUÍAS				85 días	lun 03/02/14	lun 12/05/14			
31	Construcción de Ataguía Aguas Arriba	148,203	m³	2,694.5 m³/día	55 días	lun 03/02/14	lun 07/04/14			
32	Ataguía aguas Abajo	34,783	m³	2,318 m³/día	15 días	lun 03/02/14	mié 19/02/14			
33	Pantalla impermeable aguas arriba	5,241		116 m³/día	45 días	vie 21/03/14	lun 12/05/14			
34	Pantalla impermeable aguas abajo	1,000	m³	33.3 m³/día	30 días	jue 20/02/14	mié 26/03/14			
35	OBRA DE EXCEDENCIAS (MARGEN IZQUIERDA)				571 días	mar 25/06/13	mar 21/04/15			
36	EXCAVACIONES				374 días	sáb 13/07/13	lun 22/09/14			
39	CONCRETOS				571 días	mar 25/06/13	mar 21/04/15			
59	OBRA DE GENERACIÓN Y CORTINA				738 días	jue 27/03/14	mié 03/08/16			
148	SUBESTACIÓN				356 días	jue 15/05/14	vie 03/07/15			
149	Exc. Para Sub-estación.	106,056	m³	3,535 m³/día	30 días	jue 15/05/14	mié 18/06/14			
150	Relleno de plataforma	172,830	m³	2009 m³/día	86 días	jue 19/06/14	vie 26/09/14			
151	Sub-estación				240 días	sáb 27/09/14	vie 03/07/15			
152	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO				160 días	jue 17/03/16	lun 19/09/16			
153	U1				67 días	jue 17/03/16	jue 02/06/16			
154	U2				67 días	mar 17/05/16	mar 02/08/16			
155	U3				67 días	lun 04/07/16	lun 19/09/16			



Derivado de los trabajos previos de Planeación Estratégica y Procedimientos Constructivos, se elabora un Programa Detallado de Construcción. Éste programa contiene las actividades ligadas identificando las predecesoras y sucesoras.

El programa da inicio el primero de enero de 2013 con los trabajos de movilización del contratista la construcción de los caminos de acceso y finaliza con las pruebas y puesta en servicio de los equipos de generación, la duración total del programa es de 1,164 días efectivos de trabajo (44 meses calendarizados).

Para la programación de la adecuación de este proyecto, se han tomado en cuenta los periodos de estiaje que son en los meses de: febrero, marzo, abril y mayo. Este periodo de estiaje limita algunas actividades dentro del vaso puesto que para realizar trabajos de excavación de canal de sedimentador y desarenador 1ra fase, obra de toma, así como los concretos de estas mismas estructuras necesitamos que el recinto este lo más seco posible, por lo tanto el bordo de protección se programa en estas fechas.

Las actividades que contendrá la ruta crítica se nombran cronológicamente según el programa de construcción:

- Movilización del contratista.
- Caminos de construcción.
- Excavación en portales del túnel de desvío (portal de entrada y portal de salida)
- Excavación en túnel de desvío
- Revestimiento del túnel de desvío a sección completa
- Construcción de ataguías (aguas arriba y aguas abajo)
- Construcción de pantallas impermeables en ataguías (aguas arriba y aguas abajo)
- Excavación en casa de máquinas
- Relleno de concreto simple en obra de toma y canal de llamada (casa de máquinas)
- Relleno de concreto simple en el lado derecho de casa de máquinas
- Concreto de desplante de carcasa (casa de máquinas)
- Concreto en muro perimetral izquierdo de casa de máquinas
- Desplante de concreto de relleno y primeros concretos (casa de máquinas)
- Montaje del cono y codo de turbinas (3 unidades) y concreto de empaque en casa de máquinas
- Pruebas y puesta en servicio del equipo de generación



"CONSTRUCTIBILIDAD DEL PROYECTO 289 CHICOASÉN II EN EL ESTADO DE CHIAPAS".



Programa general de construcción. Ver Figura 119

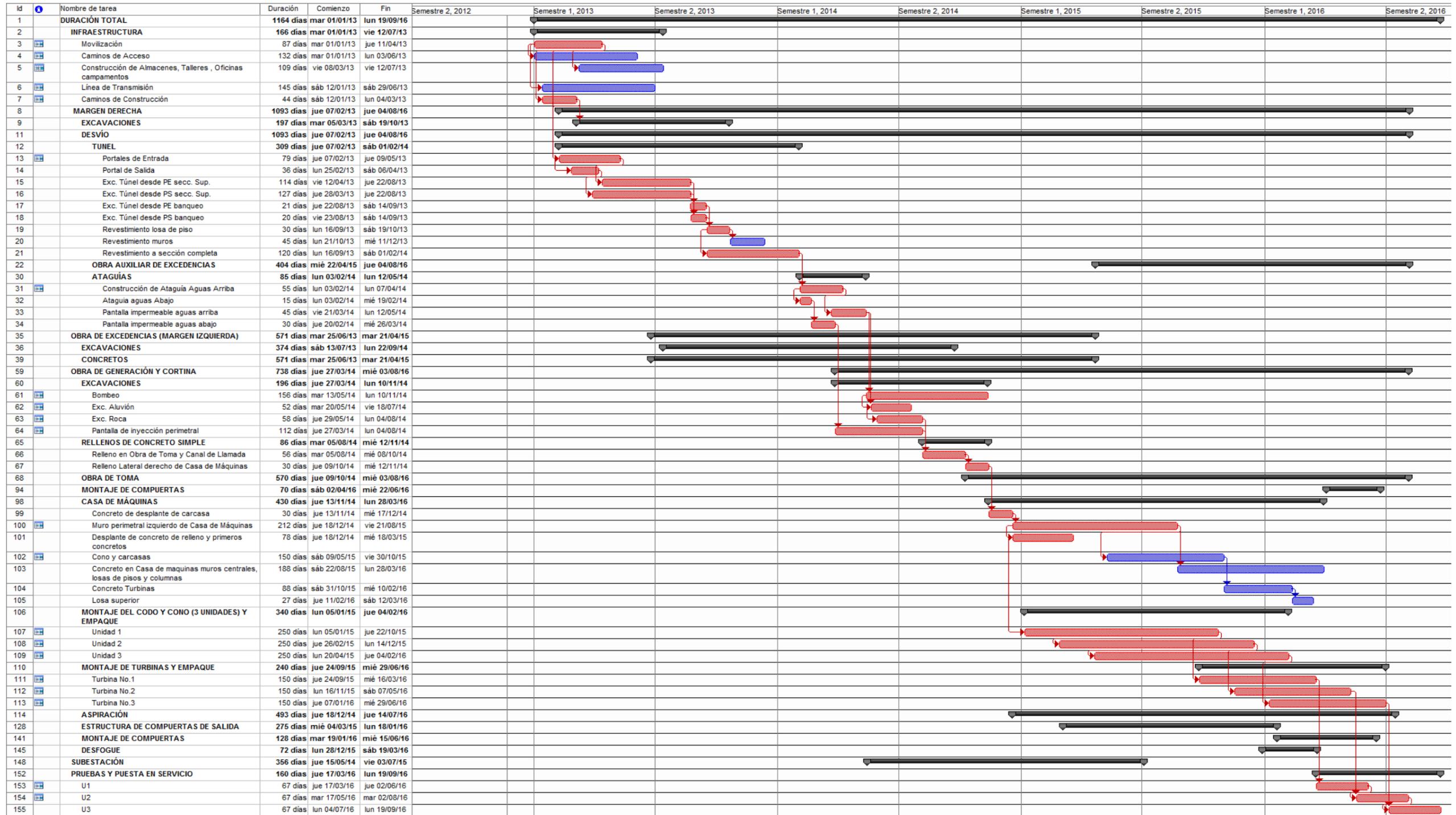


Figura 119.- Ruta Crítica del Programa de construcción.



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de constructibilidad, se diseñó un programa de construcción con una duración de 44 meses de trabajo en donde se observa que la ruta crítica radica al inicio de la obra con los caminos de construcción, la excavación del túnel de desvío, la excavación de la casa de máquinas y los concretos de la misma.

La excavación del tajo que alojará la obra de generación y contención es de vital importancia en la ejecución de los trabajos, ya que esta es una actividad crítica del proyecto, si esta actividad no se ejecuta en el tiempo programado generará un atraso general en el programa de construcción

En la zona del tajo de la casa de máquinas se propone construir una pantalla de inyección en forma perimetral con lo cual se busca asegurar la sequedad al momento de realizar los trabajos de construcción, se recomiendan realizar más estudios para el diseño de esta pantalla.

Respecto a la pantalla de inyecciones en casa de máquinas existe el riesgo de que si esta no llegase a disminuir el flujo de filtración, se tendrá la necesidad de implementar un sistema de bombeo, el cual sería un factor que se tendría que considerar ya que afectaría directamente en el presupuesto.

NOTA: el monto del presupuesto no incluye El financiamiento para la modalidad de los contratos PIDIRIEGAS

V.2. RECOMENDACIONES:

Se recomienda que la Comisión verifique que el contratista cuente con el equipo y los recursos necesarios desde el inicio de los trabajos, principalmente en lo referente a equipos para la excavación de los portales y el túnel de desvío.

Respecto a la estructura del vertedor que se alojaría en el túnel de desvío observamos que esta estructura presenta el riesgo de que si existe asentamiento dentro del túnel se corre el riesgo de que el sistema de compuerta de la obra de excedencias falle, lo que anularía su funcionamiento, por esta situación se recomienda que la estructura de control del vertedor se ubique en la entrada del túnel lo que eliminaría el riesgo geológico dentro del funcionamiento del vertedor.

Se recomienda realizar mayores estudios dentro del diseño de la casa de máquinas para disminuir el volumen de concreto de los rellenos fluidos con lo cual se busca disminuir el costo de este concepto en el presupuesto.

Se recomienda que la comisión fije como hitos penalizables la construcción del túnel de desvío, ataguías, las pantallas impermeables y la excavación de la casa de máquinas.