

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



**OPTIMIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS
ANCLADOS EN EXCAVACIONES PROFUNDAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MIGUEL TEODOMIRO RODRIGUEZ TIPTE

Lima - Perú

2015

Dedicatoria

La presente investigación se la dedico a mi familia.

A mis padres y Esposa por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mi amigo Rafael Castro por todo lo enseñado en obra que me sirvió para realizar el siguiente informe.

	Págs.
RESUMEN	3
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: MUROS ANCLADOS	8
1.0 GENERALIDADES	8
1.1 INTRODUCCIÓN	11
1.2 TIPOS DE SOSTENIMIENTO.....	11
1.3 CALZADURAS.....	12
1.4 ESTABILIZACIÓN MEDIANTE MUROS CON ANCLAJES TEMPORALES .	13
CAPÍTULO II: EXCAVACIONES PROFUNDAS	17
2.1. EXCAVACIÓN MASIVA.....	17
2.2. EXCAVACIÓN CON RAMPA.....	18
2.3. EXCAVACIÓN CON FAJA TRANSPORTADORA	21
2.4. RAMPA VS FAJA TRANSPORTADORA.....	29
CAPÍTULO III: PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS ANCLADOS	34
3.1. PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	36
3.2. PERFORACIONES.....	37
3.3. RETIRO DE BANQUETA.....	37

3.4. PERFILADO O DESQUINCHADO.....	38
3.5. PAÑETEO	38
3.6. COLOCACION DE ACERO EN MURO ANCLADO	39
3.7. ENCOFRADO DE MURO ANCLADO	41
3.8. CONCRETO EN MURO ANCLADO	44
CAPÍTULO IV: OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE MUROS ANCLADOS	47
4.1. ESTANDARIZACIÓN DEL PANELADO EN MUROS ANCLADOS	47
4.2. DISEÑO ALTERNATIVO DE TRATAMIENTO DE CACHIMBAS	50
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. CONCLUSIONES.....	53
5.2. RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA	55

RESUMEN

El siguiente informe trata de las mejoras que se encontraron en la construcción de muros anclados en excavaciones profundas.

Esquema y los equipos que se utilizaron en la construcción de muros anclados.

La optimización del panelado de muros para minimizar los desplomes en los muros y generar un mejor acabado, el cual se logró al hacer coincidir la costuras de la unión de los muros con el nivel de las losas de entrepiso.

El diseño alternativo de tratamiento de cachimbas que es una actividad crítica en el proceso de construcción de muros anclados debido al tiempo que toma realizar dicha actividad.

Los criterios que se tomaron para la eliminación del material debido a la profundidad (9 sótanos) donde el uso de rampas para los últimos anillos quedó descartado debido a la pendiente del terreno.

Uso de fajas transportadoras con transiciones para la eliminación de material, ubicación ideal de las transiciones y cantidad de transiciones.

Criterios de cómo ubicar la rampa en el proyecto que consideraciones debemos de tomar al momento de decidir su ubicación.

LISTA DE TABLAS

	Págs.
Tabla N° 1: Cronograma de Obra (Proyecto Panorama).....	9
Tabla N° 2: Datos tomados hasta la semana 18(Proyecto Panorama).....	19
Tabla N° 3: Cantidad de transiciones por número de sótanos.....	32
Tabla N° 4: Se detalla las alturas de los muros en cada anillo	36
Tabla N° 5: Se detalla los resultados obtenidos de la rotura de probetas.....	45
Tabla N° 6: Grafico Resistencia del concreto Vs semana	46

LISTA DE FIGURAS

	Págs.
Figura Nº 1: Foto referencial del Edificio	8
Figura Nº 2: Esquema de una Calzadura.....	12
Figura Nº 3: Imagen de una Calzadura	12
Figura Nº 4: Esquema de un Muro Anclado	13
Figura Nº 5: Anclaje con cable tensor	14
Figura Nº 6: Esquema de anclajes.....	15
Figura Nº 7: Equipo de perforación para muro pantalla.....	16
Figura Nº 8: Banquetas.....	17
Figura Nº 9: Banqueta para perforación e inyección	18
Figura Nº 10: Volumen eliminado por semana.....	19
Figura Nº 11: Excavación con rampa.....	20
Figura Nº 12: Layout de la rampa	21
Figura Nº 13: Excavación con faja transportadora	21
Figura Nº 14: Esquema de una faja transportadora	23
Figura Nº 15: Chute de descarga.....	24
Figura Nº 16: Vulcanizado de faja.....	25
Figura Nº 17: Alimentador de faja transportadora	25
Figura Nº 18: Eliminación de material	26
Figura Nº 19: Abastecimiento del alimentador	26
Figura Nº 20: Interruptor termomagnético	27
Figura Nº 21: Encapsulamiento de la faja principal	28
Figura Nº 22: Biombo de seguridad	28
Figura Nº 23: Faja transportadora operativa desde el anillo 3.....	30
Figura Nº 24: Uso de 2 Fajas transportadoras (Proyecto Panorama).....	31
Figura Nº 25: Distribución de fajas transportadoras con 1 y 2 transiciones	32
Figura Nº 26: Modulación de muros anclados del eje 20	34
Figura Nº 27: Modulación de muros anclados del eje M	34
Figura Nº 28: Modulación de muros anclados del eje 1	35
Figura Nº 29: Modulación de muros anclados del eje A.....	35
Figura Nº 30: Perforación para el anclaje.....	37

Figura N° 31: Retiro de banqueteta.....	37
Figura N° 32: Perfilado o desquinchado.....	38
Figura N° 33: Pañeteo del muro.....	39
Figura N° 34: Plano de estructura.....	40
Figura N° 35: Colocación de acero en muro anclado.....	41
Figura N° 36: Encofrado muro pantalla.....	41
Figura N° 37: Colocación de tablonces.....	42
Figura N° 38: Transporte del encofrado.....	42
Figura N° 39: Colocación de bloques.....	43
Figura N° 40: Colocación de tierra (Empuje pasivo).....	43
Figura N° 41: Desencofrado.....	44
Figura N° 42: Resultado del ensayo de probetas.....	45
Figura N° 43: Vaciado de Concreto.....	46
Figura N° 44: Costura de unión de muros generada por la desincronización de niveles.....	47
Figura N° 45: Modulación inicial del panelado.....	48
Figura N° 46: Modulación optimizada del panelado.....	49
Figura N° 47: Esquema del chute y el plano de falla.....	51
Figura N° 48: Plancha de fenólico que separa a la cachimba del muro.....	52

INTRODUCCIÓN

En la construcción de muros anclados es recurrente encontrar desplomes en los muros las cuales pueden ser minimizadas con una óptima modulación del panelado. La modulación del panelado está regido principalmente por la modulación de los muros anclados, es decir, que las dimensiones del encofrado dependen directamente de las dimensiones de los muros anclados. En todos los casos, estas dimensiones originan que los muros de entre piso se construyan en dos tramos, lo cual genera junta de vaciado que difícilmente resulta aplomado de nivel a nivel, y además genera un picado de la cuña en la unión de estos dos tramos de muro así como el posterior resane. Otro trabajo adicional que se genera debido a esta modulación es el picado de la cajuela para la losa de techo.

El siguiente informe describe dos alternativas constructivas, la primera consisten en la modulación optimizada del panelado de muros en la cual se busca la sincronización de las costuras de la unión de los muros con el nivel de las losas de entrepiso para evitar que éstas queden en medio de la pared de los sótanos.

La segunda alternativa está orientada al diseño alternativo del tratamiento de cachimbas la cual consiste en la creación de un plano de falla entre la cachimba y el muro.

CAPÍTULO I: MUROS ANCLADOS

1.0 GENERALIDADES

El proyecto “PANORAMA PLAZA NEGOCIOS” consiste en la construcción de un centro Empresarial y Comercio de primer nivel.

Está constituido por 09 sótanos de estacionamientos y 2 torres de oficinas de 19 pisos las cuales incluyen área de comercio en sus primeros niveles, en la foto de elevación se aprecian las 2 torres (ver figura 1).



Figura 1: Foto referencial del Edificio

Fuente : (Proyecto: Panorama Plaza Negocios - GyM)

1.01 UBICACIÓN

PANORAMA PLAZA NEGOCIOS se ubica en la avenida Javier Prado Este (antes Av. Circunvalación del Club Golf Los Incas) Mz Sección II Sub Lote 4B – 4C Urbanización Club Golf Los Incas, distrito de Santiago de Surco, departamento de Lima.

1.02 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de la obra es de 25 meses el cual se computará al momento de ocurrir el último de los siguientes eventos:

Firma del contrato.

Notificación del concesionario al constructor para el inicio a los trabajos de construcción.

La entrega del inmueble por parte del concesionario.

Estudio de suelos definitivo.

Proyecto definitivo.

1.03 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

En la figura 2 se muestra una vista del cronograma de obra en la cual figura que para la partida movimiento de tierra tenemos 174 días a partir del martes 12-11-2013.

Para la partida de estabilización 171 días y para la construcción de muro pantalla 163 días.

Tabla N°1 Cronograma de obra (Proyecto Panorama)

Nombre de tarea	Duración	Duración programada	Comienzo	Fin	Comienzo programado
EDIFICIO PANORAMA (No incluye levantamiento de observaciones)	517 días	517 días	lun 04/11/13	vie 13/11/15	lun 04/11/13
Inicio de Obra	0 días	0 días	lun 04/11/13	lun 04/11/13	lun 04/11/13
OBRAS PRELIMINARES	36 días	36 días	lun 04/11/13	lun 23/12/13	lun 04/11/13
MOVIMIENTO DE TIERRAS	174 días	174 días	mar 12/11/13	vie 18/07/14	mar 12/11/13
ESTABILIZACION	171 días	171 días	mar 03/12/13	jue 07/08/14	mar 03/12/13
CONCRETO ARMADO	359 días	359 días	vie 20/12/13	jue 21/05/15	vie 20/12/13
MUROS PANTALLA	163 días	163 días	vie 20/12/13	jue 14/08/14	vie 20/12/13
SOTANOS Y EDIFICIO	206 días	206 días	vie 01/08/14	jue 21/05/15	vie 01/08/14
DISIPADORES SISMICOS	119 días	119 días	vie 13/02/15	lun 03/08/15	vie 13/02/15
ACABADOS	285 días	285 días	lun 22/09/14	lun 02/11/15	lun 22/09/14
ACABADOS HUMEDOS	223 días	223 días	lun 22/09/14	jue 06/08/15	lun 22/09/14
ACABADOS SECOS	242 días	242 días	jue 20/11/14	lun 02/11/15	jue 20/11/14
MURO CORTINA	169 días	169 días	jue 19/03/15	vie 13/11/15	jue 19/03/15
INSTALACIONES	293 días	293 días	mar 02/09/14	vie 23/10/15	mar 02/09/14
Fin de Obra	0 días	0 días	vie 13/11/15	vie 13/11/15	vie 13/11/15

Fuente : (Proyecto: Panorama Plaza Negocios - GyM)

1.04 ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto comprende la ejecución de las siguientes actividades que se encuentran dentro del EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) del proyecto

1. Obras provisionales
 - 1.1. Obras preliminares.
 - 1.2. Servicios generales
 - 1.3. Campamentos.
 - 1.4. Equipos
2. Sótanos
 - 2.1. Excavación y estabilización.
 - 2.2. Estructura de concreto armado
 - 2.3. Instalaciones
 - 2.4. Acabados
3. Torres
 - 3.1. Estructura de concreto armado.
 - 3.2. Instalaciones.
 - 3.3. Acabados
 - 3.4. Fachada

1.1 INTRODUCCIÓN

La estabilización de los taludes se realizará mediante la construcción de muros de concreto armado fijados al corte de terreno y anclajes realizados por una máquina perforadora apta para dichos fines.

Se considera que los trabajos de perforación se realizarán con dos perforadoras neumáticas sobre orugas. De igual manera existirán dos cuadrillas de concreto armado (encofrado, fierro y concreto).

El fierro corrugado será trabajado con varilla entera. El encofrado será metálico e incluirá un sistema de soporte con puntales apoyados en escuadras con bloques de concreto o relleno de material propio en pantalla de madera.

1.2 TIPOS DE SOSTENIMIENTO

La Estabilización de Excavaciones para sótanos ésta enfocada a evitar problemas de deslizamientos o fallas del terreno, asentamientos u otras deformaciones que puedan ocurrir en el suelo, debido a cargas externas, condiciones de Humedad o frente a algún evento sísmico.

Por la magnitud de la construcción y el tipo de suelo, se usó el siguiente método de estabilización:

Estabilización con Talud, sin Protección

Valido cuando las dimensiones del terreno lo permite.

Normalmente se prefiere un talud estable (H:V 1:2 para suelos granulares gruesos como el de Lima). En suelos arenosos o arcillosos se debe considerar el Talud de Reposo.

Para la Estabilización de talud a medida que se va profundizando los trabajos, se requerirán banquetas para estabilización, recomendado cada 4 metros de profundidad y 1.50 m de plataforma.

A profundidades mayores a 6 metros, se recomienda realizar análisis globales de estabilidad.

Dada la configuración urbana, su uso no es práctico por la estrechez en la que se desarrollan las obras.

1.3 CALZADURAS

Las Calzaduras están constituidas por paños de concreto que se construyen alternada y progresivamente (como se aprecia en la figura 3 y 4), deben ser diseñadas y aprobadas por el Ingeniero estructural.

El ancho de las calzaduras debe ser inicialmente igual al ancho del cimiento por calzar y deberá irse incrementando con la profundidad. Las calzaduras deben ser diseñadas para las cargas verticales de la estructura que soportan y para poder tomar las cargas horizontales que le induce el suelo y eventualmente los sismos.

Es recomendable que a partir de una profundidad de 6 a 9 metros se busca una alternativa diferente, tanto por razones de seguridad y plazo.

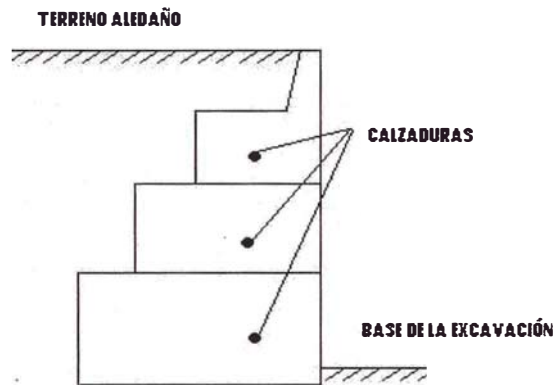


Figura 2 esquema de una calzadura



Figura 3 imagen de una calzadura

1.4 ESTABILIZACIÓN MEDIANTE MUROS CON ANCLAJES TEMPORALES

Constituyen un tipo de estabilización y protección de taludes verticales en excavaciones profundas, muy usada en edificios con varios sótanos, que actúa como un muro de contención y brinda muchas ventajas por ahorro de costos y mayor desarrollo en superficies.

Se deben tener las siguientes consideraciones al momento de realizar la estabilización mediante muros anclados

- Tipo de suelo y caracterización geológica.
- Condiciones de sobrecarga. Edificios aledaños.
- Condiciones de carga dinámica. Calles transitadas.
- Vulnerabilidad sísmica regional.

Los muros anclados tiene la función de resistir los empujes del terreno aprovechando al máximo la disponibilidad del suelo urbano

Las aplicaciones más comunes de los muros anclados se dan en los Sótanos de los edificios, estacionamientos Subterráneos, Rampas de Acceso.

1.4.1 Esquema de un muro anclado

Está conformado por un sistema de anclajes postensados y muros de contención, los cuales trabajan en forma conjunta para dar mayor estabilidad al talud vertical, esto se logra debido a que se forma un bulbo interior inyectando a presión lechada de cemento (ver figura 4), de modo tal que se logra arriostrar el anclaje varios metros por dentro del terreno adyacente.

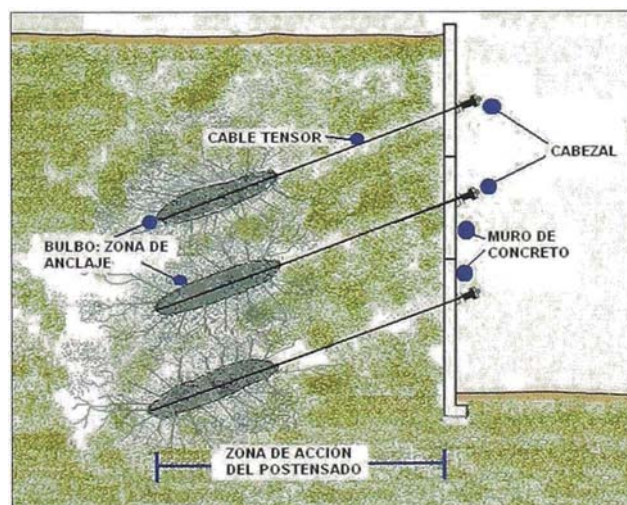


Figura 4 Esquema de un Muro Anclado

1.4.2 Anclajes

Los anclajes (ver figura 5) son elementos constructivos utilizados para mantener la estabilidad de taludes, pantallas de concreto, tablestacados, etc. Los muros anclados reciben importantes empujes de la tierra y también los efectos producidos por el agua, de modo que este recurso les permite reforzar y asegurar su estabilidad. Los muros anclados pueden llegar a profundidades mayores de 20m; la mayor ventaja que poseen es que no necesitan apuntalamientos ya que son sujetados por su tensado.



Figura 5 Anclaje con Cable Tensor

Estos elementos de anclaje logran estabilidad con un muy bajo índice de deformaciones. Los anclajes se hacen a medida que se avanza la excavación mediante cables empotrados con perforaciones inyectadas con lechada de cemento de altas resistencias, luego se tensan al aplicar esfuerzos iguales o superiores a los del terreno sobre el soporte.

Dependiendo del tipo de sollicitación los anclajes pueden ser anclajes definitivos o permanentes cuando el talud está libre de algún otro arriostre por lo que tendrá un mayor factor de seguridad para la carga de tensión y una protección anticorrosión que asegure su durabilidad, además de un monitoreo durante su vida útil.

Los anclajes temporales o provisionales queda estabilizado a una estructura de sostenimiento como puede ser una edificación, en donde la losa de piso es también diseñada para soportar y transmitir los esfuerzos horizontales permitiendo quitar los anclajes que sostenían el talud ya que su función ha sido cubierto por las Losa (ver figura 6).

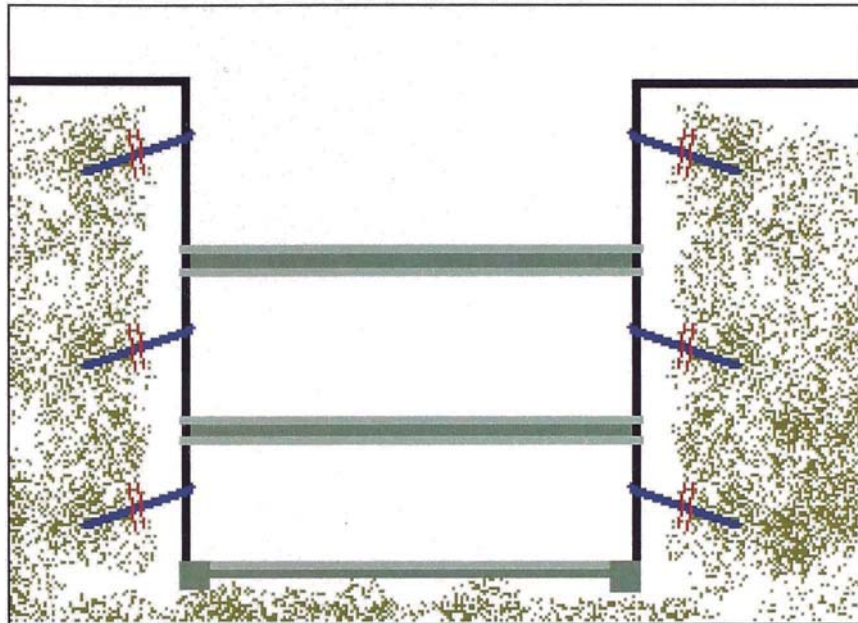


Figura 6 Esquema de anclajes

Para su ejecución se realiza en primer lugar la perforación, con la inclinación y longitudes proyectadas, utilizando los medios adecuados en función del terreno perforado, procediéndose posteriormente a la inyección con mezclas de cemento o aditivos, caso de ser necesario y al posterior tensado de los anclajes.

Para el anclaje se dispondrá del equipo de perforación adecuado. En este caso se está considerando el uso de dos Perforadoras hidráulicas Mustang A66 CBDT + Inyectora CG570 (ver figura 7).



Figura 7 Equipo de Perforación Para Muro Pantalla

Luego de terminado el perforado se inyectará la lechada de cemento en el bulbo. Comúnmente se usa lechada con relación a/c de 0.40-0.45. Estos dos procesos se realizarán en el día 2 del proceso constructivo.

Los anclajes actúan como soporte o sujeción de los muros de contención, aportando como ventajas el menor tiempo de ejecución (comparativamente a las calzaduras)

Los anclajes provisionales poseen en su extremo externo una placa de reporte y un cabezal donde van alojadas las cuñas de sujeción.

Lo que se busca con el tensado es que el terreno vecino mejore su Resistencia normal y por tanto su cohesión.

El concreto debe ser diseñado para soportar el punzonamiento debido al anclaje, con todo esto se evita las deformaciones en el talud. La importancia de esta acción se justifica porque minimiza problemas de asentamiento o deformaciones en las edificaciones aledañas.

CAPITULO II: EXCAVACIONES PROFUNDAS

En esta etapa se ha previsto eliminar el material de excavación mediante una rampa formada con material propio la cual se desarrollará hasta el 5to o 7mo sótano en función de las condiciones reales del terreno. Para los niveles inferiores la eliminación del material de excavación se realizará mediante faja transportadora y carguío con grúa en caso se requiera para los volúmenes finales.

2.1 EXCAVACIÓN MASIVA

Para poder iniciar la excavación masiva se realiza una inspección de los muros perimetrales de los edificios para verificar su estabilidad, durante la excavación se efectuó un control permanente de los niveles, para evitar la sobre-excavación.

La excavación masiva no se realiza en toda el área de la zona a estabilizar, sino que debe dejarse un tramo denominado banqueteta. La banqueteta tiene ciertas dimensiones según sea su función:

Banqueta de 2 m. de ancho como mínimo en la parte superior como se observa en la figura 8, de esta manera el equipo de trabajo podrá tensar el muro de manera apropiada.



Figura 8 Banquetas

Banqueta de 1 m. en la parte superior y de 1.50 m. en la parte inferior, dejada para la perforación, introducción del anclaje e inyección de la lechada como muestra la figura.



Figura 9 Banqueta para Perforación e inyección

2.2 EXCAVACIÓN CON RAMPA

Las rampas, dependiendo del tipo de material de la zona, tienen una inclinación máxima que las permite ser estables sin la necesidad de algún método de estabilización de taludes. A partir de esto, para poder llegar a mayores niveles de profundidad se requiere también rampas de mayor longitud, lo cual no siempre se tiene disponible, ya que esto depende netamente de las dimensiones del proyecto. Por ello, en proyectos de poca área pero con mucha profundidad es casi imposible el uso de solo rampa para la eliminación de material.

A continuación se muestran una gráfica con los datos tomados en el proyecto Panorama la cual indica los volúmenes eliminados por semana.

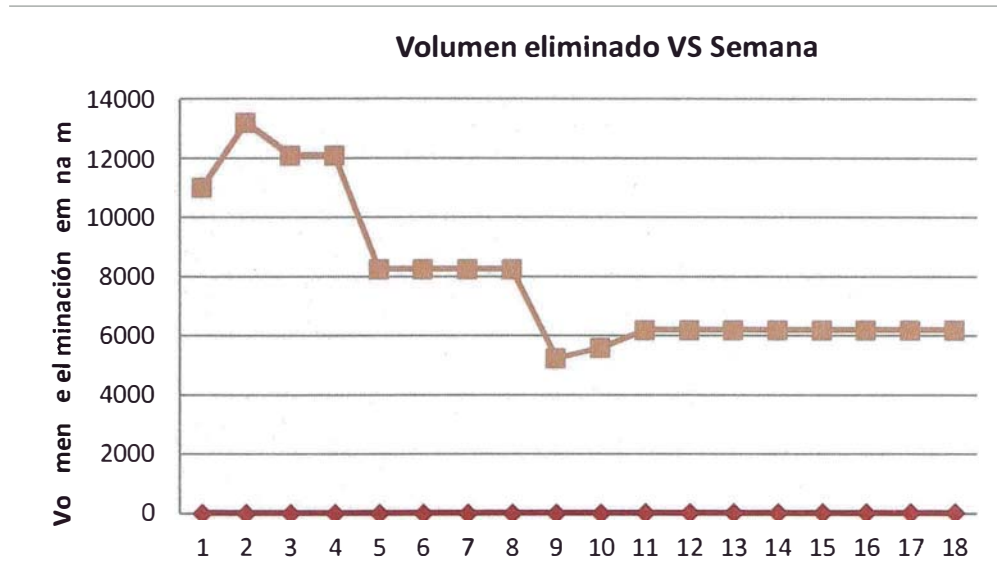


Figura 10 volumen eliminado por semana

La excavación con rampa se dio hasta el anillo 5 con un promedio de 7880m³ eliminado por semana como muestra la Tabla N°2.

Tabla N°2 Datos tomados hasta la semana 18 (Proyecto Panorama)

Semana	Programado	
	Semanal(m ³)	Acumulado(m ³)
1	11,000.00	11,000.00
2	13,200.00	24,200.00
3	12,100.00	36,300.00
4	12,100.00	48,400.00
5	8,250.00	56,650.00
6	8,250.00	64,900.00
7	8,250.00	73,150.00
8	8,250.00	81,400.00
9	5,250.00	86,650.00
10	5,600.00	92,250.00
11	6,200.00	98,450.00
12	6,200.00	104,650.00
13	6,200.00	110,850.00
14	6,200.00	117,050.00
15	6,200.00	123,250.00
16	6,200.00	129,450.00
17	6,200.00	135,650.00
18	6,200.00	141,850.00
promedio	7,880.56	

Fuente :(Elaboración Propia)

El punto débil de la eliminación con Rampa radica en el espacio que consume conforme la profundidad avanza la rampa forma parte del volumen a excavar.

La ubicación de la rampa debe comprometer la menor cantidad de paños de muros pantallas. La rampa no debe tener más de 12% de pendiente y los accesos deben permitir una salida cómoda de los camiones.

Se debe colocar un vigía en la puerta de ingreso de los camiones hacia la obra para orientación del personal que transita por la vereda.

Todo camión debe ser revisado antes de su salida para evitar cualquier tipo de accidentes en la vía pública debido a la caída de piedras de los volquetes.



Figura 11 Excavación con rampa

En el siguiente esquema se muestra la ubicación de la Rampa en el Layout de obra.

Como se observa en la imagen se colocó la rampa pegada a la obra vecina para minimizarlos los muros que se quedaran sin construir debido al uso de la rampa, estos muros se construirán conforme se va retirando la rampa con el uso de 2 excavadoras con el método llamado pasamanos .

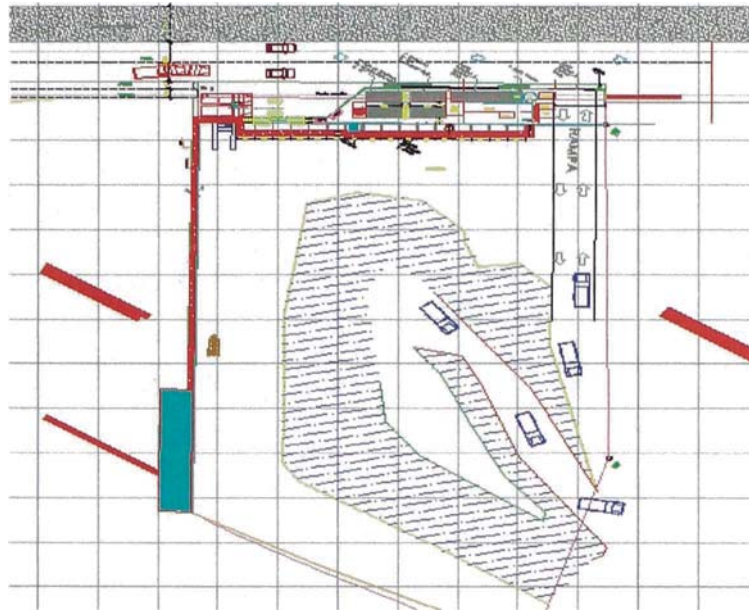


Figura 12 Excavación con rampa

2.3 EXCAVACIÓN CON FAJA TRANSPORTADORA

Es una opción muy útil para la eliminación de material, logra llenar un camión-carga en 7 minutos, es muy práctica para eliminar el material dejado por la rampa.

La excavación se realizará con cargador frontal y la eliminación de la banqueta se hará con retroexcavadora ayudado con una faja transportadora (como se observa en la figura 13) la cual constara con una tolva con alimentador de faja, que se fijará a los muros de contención la cual se empalmará según la excavación vaya profundizándose.



Figura 13 Excavación con faja transportadora

a) Componentes de la faja transportadora

Faja transportadora: Es un transportador muy utilizado para movilizar productos en forma angular y de manera mecanizada. Se usa comúnmente en la construcción y minería para eliminación de material de excavación.

Faja propiamente dicha: Hecha de lona y jebe.

Poleas: Son las que sostienen a la faja, están compuestos por:

Polea Motriz o Cabeza: Que lleva acoplado el motor, que es la que la mueve a la faja.

Polea de Cola o Impulsada: Que lleva un tensor horizontal de tornillo, sirve para templar la faja.

Polines: Sostienen a la faja y están espaciados a una determinada distancia, dan la forma de un canal a la faja para impedir que se derrame el material. Los polines de retorno sostienen a la faja en su retorno en su parte inferior. Los polines guía controlan que la faja no se salga hacia los lados.

Alimentador: Bandeja ubicada al pie de la faja transportadora, en el nivel más bajo, siendo su función la de recibir el material excavado, discernirlo y luego colocarlo en la faja para tener un flujo continuo de material. Cuenta con una rejilla para separar bolonería del material regular a eliminar; es móvil dependiendo de la longitud de desarrollo de la faja transportadora.

Zona de Descarga (Chute de descarga): Ubicada en la parte superior de la faja transportadora, teniendo como función descargar el material en los volquetes de transporte de material. Generalmente se ubica en un solo punto de descarga mientras dure la actividad de eliminación.

Escuadras de Soporte: Triángulos de metal, ubicados en el muro que sostiene a la faja transportadora, tienen como función el soporte de los cuerpos del equipo. Generalmente por cada cuerpo se colocara una escuadra.

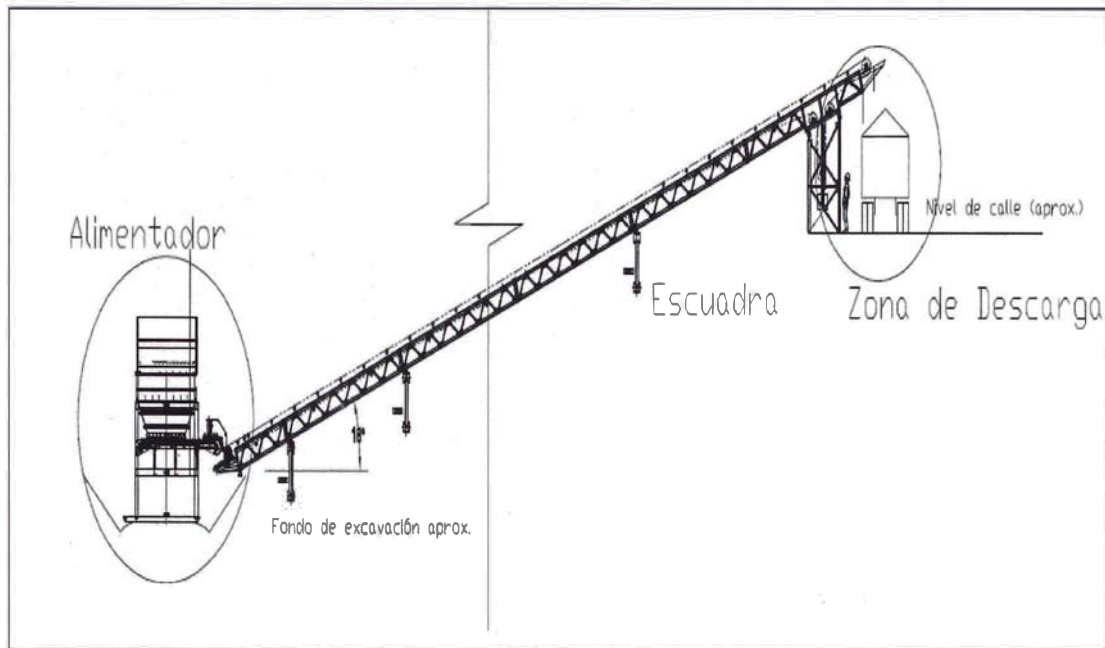


Figura 14 Esquema de una faja transportadora

b) Consideraciones

Se deberá tener en cuenta el ángulo más óptimo para la utilización de la faja transportadora, esto quiere decir que se deberá llegar a una profundidad que sea concordante con la longitud del tramo a recorrer horizontalmente.

Se respetara el ángulo de 18° respecto a la horizontal si fuera el caso; si se quisiera modificar el ángulo de inclinación deberá ser sustentada por la parte interesada.

El equipo se deberá ubicar en una zona de libre tránsito para los volquetes, ya que al estar instalada la faja transportadora, se deberá mantener en su posición hasta el final de la actividad, pudiendo solo alargar su longitud de desarrollo dentro de la excavación.

Este procedimiento de eliminación de material es recomendable para edificaciones con excavación profunda.

Si los linderos de la construcción son limitados, se pueden instalar otros cuerpos de forma perpendicular hasta llegar al fondo de excavación.

c) Montaje de Faja Transportadora:

Se realizará el vaciado de un solado de concreto como base de apoyo uniforme del castillo principal.

Se realizará la instalación del castillo principal con la base del contrapeso. Dichos elementos estarán fijados a la zapata de concreto por medio de unos pernos de expansión.

Se instalará el último cuerpo el cual tiene como parte principal el chute de descarga la cual será fijada al castillo por medio de pernos de grado. (Ver figura).



Figura 15 Chute de descarga

Verificar el eje del cuerpo hacia la parte baja del sótano para poder instalar las escuadras de acuerdo a la cantidad de cuerpos de faja que se requieran según la profundidad de excavación.

De acuerdo a la cantidad de cuerpos instalados se procederá a instalar la lona o faja para llegar a realizar un vulcanizado de faja como se observa en la figura 16.



Figura 16 Vulcanizado de faja

Ubicar el alimentador de la faja en el extremo inferior de la misma. Este alimentador puede ir de forma perpendicular o longitudinal a los cuerpos de la faja transportadora.



Figura 17 Alimentador de faja transportadora

Se realizará la instalación eléctrica de los 02 motores tanto de la faja principal como del alimentador.

Realizar pruebas en vacío y luego pruebas con carga y verificar el funcionamiento de los diferentes componentes, faja, polines y sistemas de seguridad de apagado y arranque.

d) Procedimiento de Eliminación:

La actividad inicia con la ubicación del volquete debajo del chute de descarga, contando con el apoyo de un señalero y el operador superior de la faja.



Figura 18 Eliminación de Material

Se cuenta con equipos de excavación, los cuales reúnen el material alrededor de la zona donde está el alimentador de la faja para que esta tenga un continuo Abastecimiento para su eliminación hacia el exterior de la Obra.



Figura 19 Abastecimiento del alimentador

Llenado el volquete en el exterior de la Obra, se detiene la faja para el retiro y nueva colocación de otro camión, repitiéndose los mismos pasos anteriormente descritos

e) Consideraciones de seguridad

Para la operación de eliminación con faja transportadora se consideró las siguientes medidas de seguridad:

- Sistemas de Emergencia:

La faja transportadora tiene incorporado un sistema de emergencia eléctrico. El sistema cuenta con un interruptor termomagnético (el cual se muestra en la figura 20) que se encarga de desactivar toda actividad de la faja en caso de un corto circuito y/o atascamiento de material en cualquier punto de la faja. Además se cuenta con un pozo a tierra que se encarga de dirigir cualquier tipo de descarga eléctrica al suelo, evitando cualquier tipo de electrocución.



Figura 20 Interruptor termo magnético

Se ha realizado un encapsulado a la faja transportadora con malla raschell en toda la longitud de esta. Esta evita que ante el eventual caso de caída de material de la faja, esta sea retenida en la malla. Se ha considerado especialmente el encapsulamiento de la zona de transición entre la faja principal y las fajas de transición como muestra la figura 21, en donde al caer material de una faja a otra se produce caída de material.



Figura 21 Encapsulamiento de la faja Principal

Se han instalado biombos de seguridad móviles que evitan que cualquier material (piedras de diferente granulometría) sea proyectado de la zona de descarga y tolva de los equipos a la avenida Javier Prado, donde es constante el tránsito de vehículos y peatones.



Figura 22 Biombo de Seguridad

2.4 RAMPA VS FAJA TRANSPORTADORA

Las rampas, dependiendo del tipo de material de la zona, tienen una inclinación máxima que las permite ser estables sin la necesidad de algún método de estabilización de taludes. A partir de esto, para poder llegar a mayores niveles de profundidad se requiere también rampas de mayor longitud, lo cual no siempre se tiene disponible, ya que esto depende netamente de las dimensiones del proyecto. Por ello, en proyectos de poca área pero con mucha profundidad es casi imposible el uso de solo rampa para la eliminación de material. Por ejemplo, un proyecto de 1500 m² (30mx50m) con 6 sótanos (aprox. 18m de profundidad) con una rampa de 15% de pendiente puede llegar hasta una profundidad de 10m por el lado más grande del proyecto, faltando 8 metros para la cota a llegar. A partir de este punto se podría prolongar la rampa por los otros lados del proyecto, pero esto volvería ineficiente el método ya que dificulta el proceso de construcción de muros anclados, o utilizar otro método complementario para eliminación.

Considerando que se llegó hasta el último nivel con el uso de rampas, otro problema que surge es la eliminación de la rampa. Todo el material que conforma la rampa representa miles de metros cúbicos de material que eliminar que podría tomar meses retirar del proyecto mediante "pasamanos" de excavadoras y carguío de material con torre grúa y canastilla de izaje.

Además, la eliminación de material de la rampa tiene que ir de la mano con la construcción de muros anclados. Mientras más se permite que la rampa baje a mayores niveles profundidad, más área que falta por estabilizar con muros anclados se tiene que construir. Esto conlleva a varias semanas o meses de retraso solo por la construcción de muros anclados en la zona que anteriormente se ubicaba la rampa.

El uso de fajas transportadoras es un método novedoso en la eliminación de material en proyectos de edificaciones, sin embargo, esta se utiliza en conjunto con el uso de rampas. Es decir, de todas formas se va a tener que construir rampas en la etapa de excavaciones, pero una adecuada transición de método de eliminación de rampa a faja es la clave para evitar futuros problemas.

Un periodo de inicio adecuado para el inicio de funcionamiento de la faja transportadora es entre el 2do y 3er anillo de excavación en un proyecto,

siendo los primeros anillos eliminados mediante rampas. Esto se debe a que no se debe permitir que la rampa crezca más allá del 3er anillo, ya que las desventajas de la rampa comienzan a tener mayor efecto (volumen de material a eliminar, cantidad de muros anclados por construir). Por ello es importante que el proceso de montaje de la faja comience lo antes posible, si es preciso junto con el inicio de la construcción de muros anclados, de tal forma que se gane tiempo en su proceso de montaje y esté lista cuando el proyecto se encuentre en el 3er anillo.

La transición de rampa a faja transportadora en el 3er anillo permitirá la construcción de los muros que quedan debajo de la rampa, con lo cual la construcción de muros se hace mucho más homogénea y constante.

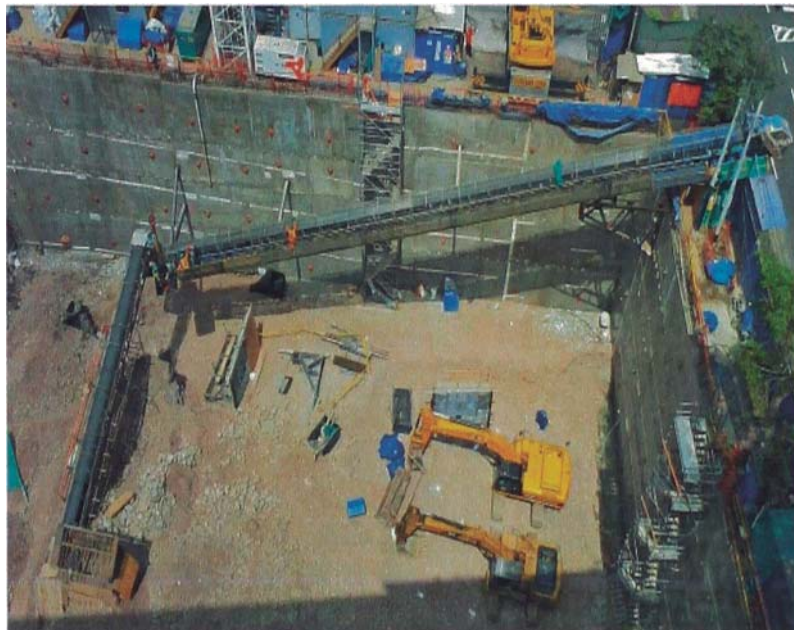


Figura 23 Faja transportadora operativa desde el anillo 3 (Proyecto Real 8)

Se debe tener en cuenta que si bien la faja transportadora elimina un 30% menos de material de excavación que a través de la rampa de tierra, ésta contribuye a una construcción más limpia con flujo constante de las actividades de acero, encofrado y concreto con resultados óptimos a nivel de productividad. Por otro lado, los proyectos de excavación ejecutados exclusivamente con rampa tienden a culminar tiempo después en relación a la construcción de proyectos que utilizan faja.

Finalmente dependerá del área y de la profundidad de cada proyecto para evaluar la posibilidad de utilizar dos fajas transportadoras.



Figura 24 Uso de 2 Fajas transportadoras (Proyecto Panorama)

2.4.1 Aumento de productividad con uso de faja transportadora

El uso de una faja transportadora trae muchos beneficios ya explicados anteriormente, sin embargo, el simple montaje y uso de esta no traerá los beneficios esperados. A continuación se mostrarán ciertos tips a tomar en cuenta para poder obtener la producción esperada en eliminación de material con faja transportadora:

El tamaño de una faja transportadora va a depender de cada proyecto. Las dimensiones del proyecto y la profundidad son las que determinarán la longitud de faja necesaria, ya que esta requiere de cierta pendiente de inclinación. Si la longitud de la faja es muy grande, esta no podrá ser abarcada por una sola faja principal, sino se tendrá que utilizar transiciones que funcionen como extensiones de la faja principal. Un estimado del número de transiciones se muestra en la siguiente tabla:

TablaNº3 Cantidad de transiciones por número de sótanos.

# Sótanos	Longitud de faja
1 - 4 sótanos	1 faja principal
5 - 8 sótanos	1 faja + 1 transición
9 - 12 sótanos	1 faja + 2 transiciones

Fuente :(Elaboración Propia)

La posición de la faja transportadora es un criterio muy importante a considerar. La faja transportadora en conjunto con las transiciones deben estar orientadas hacia el centro del proyecto, de esa forma se puede concentrar todo el material a cortar y eliminar en el centro, dejando libre todos los bordes del proyecto para la construcción de muros anclados.

Una posición ideal para el alimentador de la faja transportadora es al medio del proyecto, ya que esto vuelve la zona central del proyecto como zona de eliminación y acopio de material de excavación, lo cual permite que se reduzcan los tiempos de acarreo de material.

También se debe considerar la separación de la faja con los muros donde se ubican las escuadras de soporte

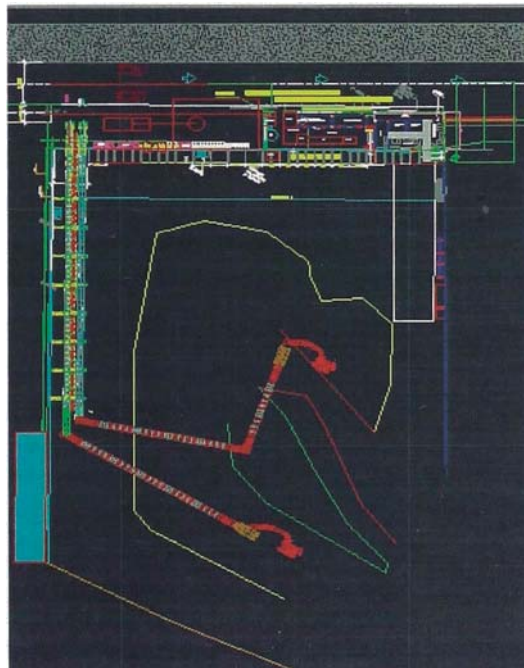


Figura 25 Distribución de fajas transportadoras con 1 y 2 transiciones

Además, se puede considerar ubicar la faja transportadora en el exterior de la obra y realizar el carguío de volquetes en la pista; sin embargo, esto podría afectar el tránsito frente al proyecto. Ante situaciones como esta se puede considerar montar la faja sobre una escuadra metálica empotrada a los muros anclados. De esta forma se realiza el carguío de material en los volquetes en una zona fuera de la pista.

La cantidad de fajas transportadoras a utilizar en el proyecto depende del total de material a excavar y de la velocidad con la cual se desea eliminar todo ese material. Una faja transportadora tiene un promedio de velocidad de eliminación de 700m³/día.

Por cada faja transportadora en el proyecto se debería considerar un mínimo de 2 excavadoras. Una excavadora dedicada a la alimentación de material a la faja transportadora, mientras que la segunda excavadora se encarga de proveer material a la primera excavadora. Estas son los equipos mínimos requeridos para la eliminación de material de excavación. Además de estas excavadoras se tiene que considerar los equipos a utilizar para corte de terreno, encofrado y perfilado.

Además, se puede mejorar la productividad de la faja mediante el uso de chutes especialmente diseñados para repartir la carga de material a dos volquetes a la vez. También se tiene que considerar la capacidad de la faja y del alimentador para aumentar el caudal de material de excavación.

CAPÍTULO III: PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS ANCLADOS

En el proyecto se contaron con 4 frentes de trabajo de muros anclados los cuales son:

-El eje 20, está conformado por 8 niveles de muros anclados ese eje colinda con el club golf los incas en la imagen observamos la modulación del eje 20

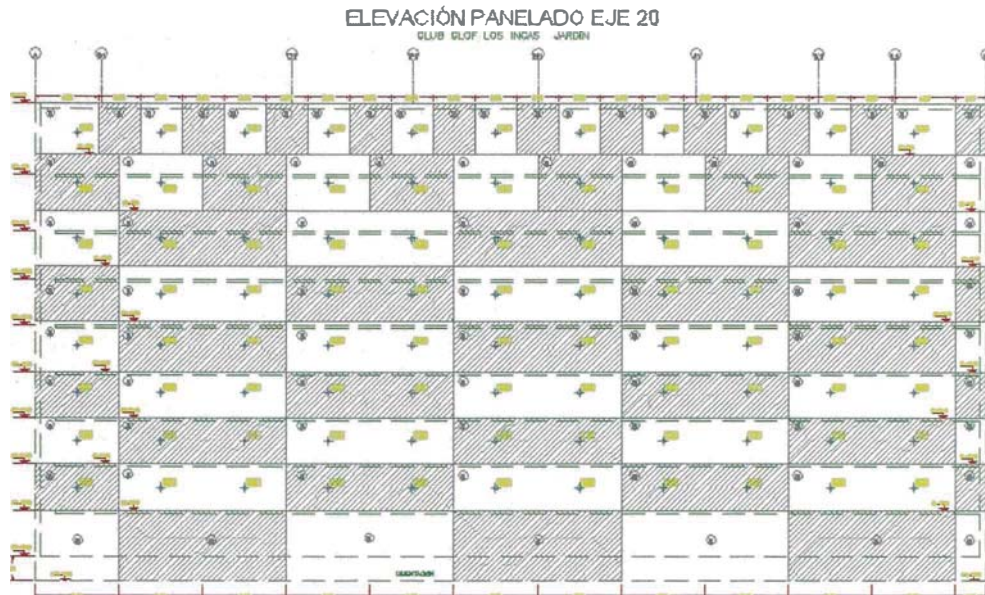


Figura 26 Modulación de muros anclados del eje 20

El eje M, está conformado por 8 niveles de muros anclados ese eje también colinda con el club golf los incas zona de eventos en la imagen se observa modulación del eje M

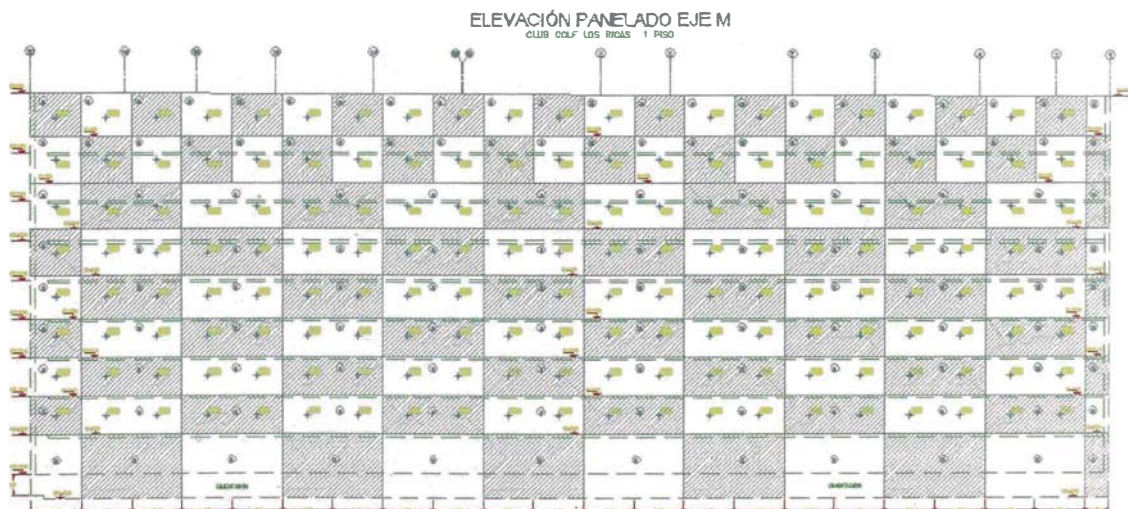


Figura 27 Modulación de muros anclados del eje M

El eje 1, está conformado por 8 niveles de muros anclados y colinda con la avenida Javier Prado.

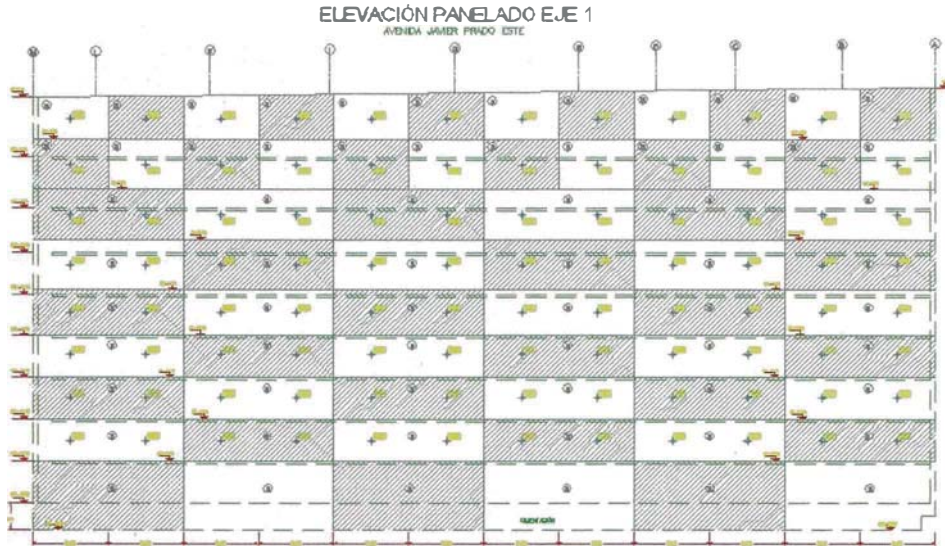


Figura 28 Modulación de muros anclados del eje 1

El eje A, está conformado por 4 niveles de muros anclados y colinda con el edificio Capital Golf.

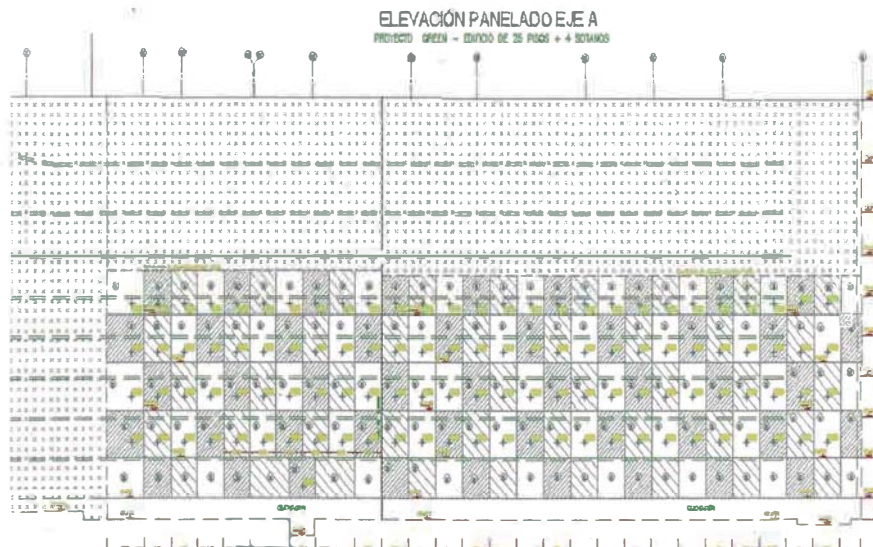


Figura 29 Modulación de muros anclados del eje A

3.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso de ejecución se realizó desde la superficie en forma descendente por anillos. Se basa en sectores excavados en el terreno, en forma alternada y con dimensiones de paños de 3.5m x 4.05m en el primer anillo del eje M, paños de 5.65m x 3.5m en los Ejes 1 y 20 para espesores de muros que varían de 0.20m a 0.50m según la profundidad.

El sectorizado debe ser aprobado por el Ingeniero estructural. No se recomienda sectores de mayor dimensión, dos sectores juntos u otra combinación que involucre riesgos de derrumbe sin aprobación previa del Ing. estructural.

Paralizar ante el riesgo de un derrumbe, presencia de humedad, presencia de material inestable, hasta establecer el proceso de control de dicho riesgo.

En la siguiente tabla se detalla la altura de los muros.

Tabla N°4 Se detalla las alturas de los muros en cada anillo

Anillo	Altura del Muro (m)
1	-3.5
2	-7.28
3	-11.06
4	-14.85
5	-18.3
6	-21.45
7	-24.6
8	-27.75
9	-30.9

Fuente :(Elaboración Propia)

3.2 PERFORACIONES

Las perforaciones para los anclajes se ejecutan luego que el movimiento de tierras se ha realizado hasta el nivel de plataforma necesario para la ejecución de la primera línea de anclajes, en el proyecto la línea de anclaje se encontró en la cota -2metros.



Figura 30 Perforación para el anclaje

3.3 RETIRO DE BANQUETAS

Luego del perforado para el anclaje de muro pantalla se procederá a la excavación y eliminación de las banquetas con maquinaria, luego se procede al perfilado del terreno a fin de dejar nivelado el talud para recibir el muro de contención



Figura 31 Retiro de Banqueta

3.4 PERFILADO O DESQUINCHADO

Es el proceso de afinar el perfil del talud a excavar, de la fineza del trabajo depende que no se sobre excave y se obtenga un desperdicio de concreto. En este proceso se debe tener cuidado de no tener un bajo control en el procedimiento de perfilado.

Para llegar desde la banqueta hasta el talud se inicia con un perfilado mecánico, posteriormente se termina de forma manual, por lo general se requiere una cuadrilla conformada por 5 peones, encargados de realizar las siguientes tareas:

Excavación de Zanja: Realizan la excavación de una zanja cuya longitud es el ancho del muro, 0.20m de ancho y 0.85m de profundidad con el fin de enterrar las varillas de acero (longitud de empalme aproximadamente).

Desquinchado manual: Esta labor se realiza con el fin de conseguir la plomada correspondiente, así como obtener el menor desperdicio posible contra el terreno al momento del vaciado.



Figura 32 Perfilado o Desquinchado

3.5 PAÑETEO

Es un proceso que consiste en echar concreto pobre o lechada en la superficie del talud, esto da cierta consistencia al suelo, pero no es su función, ya que el aporte de resistencia estructural que pueda brindar la lechada no es considerado por su pequeña magnitud. Se realiza con la finalidad de evitar que el terreno pierda o adquiera humedad y desmoronamientos ligeros, ya que la

cohesión del suelo está directamente vinculada a la cantidad de agua presente. No se puede descuidar este aspecto, ya que el diseño del muro implica un valor de cohesión, un descuido en este aspecto podría generar mucho riesgo.



Figura 33 Pañeteo del muro

3.6 COLOCACIÓN DE ACERO EN MURO PANTALLA

Es el proceso de armar en el sitio correspondiente el esqueleto de acero del muro que se va a anclar. El cual está compuesto por un emparrillado y un refuerzo en la zona de anclaje.

Debido a que el concreto que se usa por lo general es muy fluido y tiene acelerantes de fragua y además existe la presencia de una mecha de anclaje. Se debe tener en consideración:

Colocación de acero de refuerzo y tubo de PVC a 15° para Anclaje: El refuerzo de la zona cercana al anclaje es de vital importancia, además se considera un espacio para que el concreto no maltrate la mecha de anclaje.

Colocación de Mechas para futuras Losas: Colocar las mechas debidamente alineadas de acuerdo al proyecto, además se recomienda usar cajones de madera para proteger las mechas y así minimizar el picado en el momento de ejecutar la losa.

Aplomado de malla con ayuda de Topografía: El refuerzo debe ser debidamente perfilado para que la estructura esté debidamente orientada y obtenga el desempeño esperado

El acero que se uso es de diámetro 3/8" en su mayoría como indica los planos en la figura 34

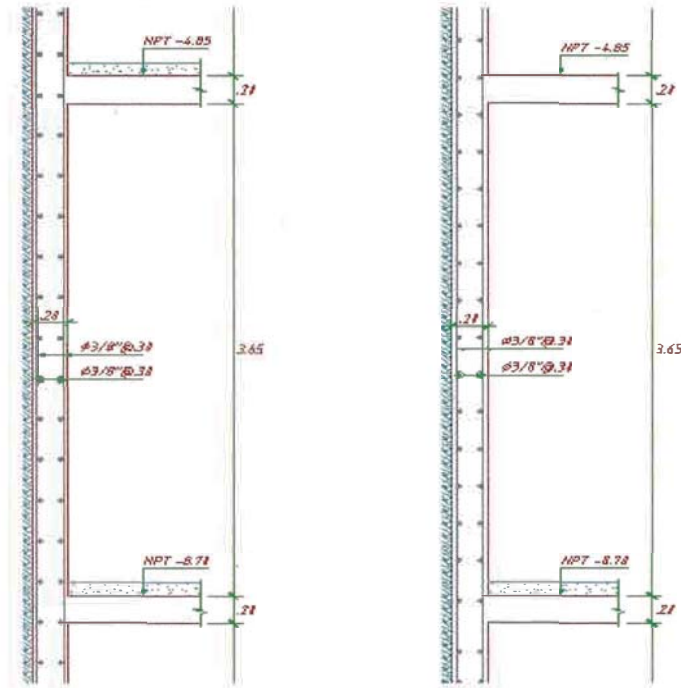


Figura 34 Plano De estructura

Relleno con material en la Zona inferior del Acero en las Mechas: Se debe de evitar que el acero ceda por presión del concreto es por eso que se usan dados de concreto o retazos de acero para asegurar que la parrilla no se hunda.

Escarificado de Muros Adyacentes: Es importante asegurar el empalme de la estructura y además dejar los orificios necesarios para asegurar la continuidad con la estructura.



Figura 35 Colocación de acero en muro anclado

3.7 ENCOFRADO DE MURO ANCLADO

El encofrado para los Muros Pantalla, es un proceso muy particular, ya que confluyen riesgos que en otro elemento a encofrar no suceden.

La presión que ejerce el concreto es muy alta, de modo tal que es capaz de abrir el encofrado común. Por eso debe estar muy bien apuntalado, sin embargo al estar avanzando en forma descendente hacia un nivel más profundo, es más difícil encontrar puntos de apoyo para poder estabilizar el encofrado.

El encofrado para los muros contra terreno consta del juego de panelería que conforma la cara de contacto y como apuntalamiento se trabaja con escuadras (Studs de EFCO u otros - ver dibujo) sobre las cuales se colocan bloques de concreto.



Figura 36 Encofrado Muro pantalla

-Colocar Tablones de madera para formar un soporte y una superficie nivelada para el encofrado.



Figura 37 Colocación de tablonos

-Transportar el encofrado con la excavadora o grúa frana y colocar contra el muro.



Figura 38 Transporte del Encofrado

-Colocación de bloques

Los bloques de concreto son elaborados con concreto de 100 kg/cm^2 de dimensiones que dependen del encofrado, aunque usualmente son de $0.60\text{m} \times 0.60\text{m} \times 1.20\text{m}$) y que se colocan entre las escuadras para evitar que el encofrado se levante. Además de cavidades superiores preparadas para vaciar el concreto y para dejar salir el anclaje.



Figura 39 Colocación de Bloques

-Luego de proceder con la colocación de bloques se pasa a colocar tierra y puntales.

El empuje pasivo para que no se produzcan deslizamientos y por consiguiente, desplomes en las placas.



Figura 40 Colocación de tierra (Empuje pasivo)

Los paneles, son muy fáciles de tratar, vienen en paños y hay que armarlos de modo tal que encajen en el muro y no interrumpen el acceso del concreto y el anclaje del muro.

El sistema de apuntalamiento está debidamente diseñado para soportar la presión del concreto, su movilización se logra con ayuda de una grúa, además, para poder armar las diferentes piezas del encofrado se necesitara de un andamio. El personal está obligado a usar arnés para estas maniobras.

El sistema es el más recomendado, los bloques de concreto evitan los desplazamientos tanto vertical como el horizontal en los elementos del encofrado. Gracias a que se entierran estos bloques de concreto la rigidez horizontal está asegurada. Además los bloques superiores evitan que se levante el encofrado.

Debido a que no hay puntos de apoyo, se utiliza material de la excavación como elemento de apoyo, asegurando el encofrado con más puntales, maderas, etc. y aquello que evite el movimiento (pateo) del mismo.

-Desencofrado

El desencofrado tendrá el siguiente orden:

Retirado de los bloques de concreto usando la grúa.

Retirado de las escuadras, planas y puntales de la base.



Figura 41 Desencofrado

3.8 CONCRETO EN MURO ANCLADO

El concreto usado en los muros pantalla estará diseñado teniendo en cuenta que para hacer el tensado de los anclajes (los cuales producen punzonamiento), se recomienda que la resistencia del muro haya alcanzado un $f'c=210\text{kg/cm}^2$; por tal motivo, usualmente se diseña un concreto de mayor resistencia, para poder desencofrar y tensar los cables a los pocos días del vaciado (en este caso se usó concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a las 24 horas)cuyos ensayos se observan en las siguientes páginas.

GEOS CONSULTORES ASesorES S. A. C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS
ESPECIALIZADO EN EL USO DE LOS PAÑOS REFORZADOS, APLICACIONES
AL MINISTERIO DE EQUIPOS PARA LABORATORIOS DE INGENIERIA N° 195671

Certificado N°034-14 ROT.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Obra : Panorama Plaza de Negocios.
Ubicación : Mz. Sección II, Sub Lot. 4B-4C, Urb. Club Golf Los Incas - Santiago de Surco.
Contrato : GYM S.A.
Fecha : 14-03-14

EN PROBETA SI DE CONCRETO
CON RESISTENCIA DE 210 Kg/Cm2

Procedencia	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad días	Dimensión CxH	Área Cm2	Carga Kg.	Resistencia Kg/Cm2
VACIADO CON CONCRETO PRE MEZCLADO							
Muro Perímetro Eje A : 6.38 ; E.37 ; 6.38 Eje F : 7.88 ; Eje M : 6.13 13-03-14-E-A 13-03-14-E-B	25-11-13	14-03-14	15,6	177	43542	240	
	26-11-13	14-03-14	15,8	177	43585	225	

Observaciones : Eje M : 6.13 se vació al 50%.

Tiempo Berrúez
MIL N° 0158-13

Figura 42 Resultado del ensayo de probetas

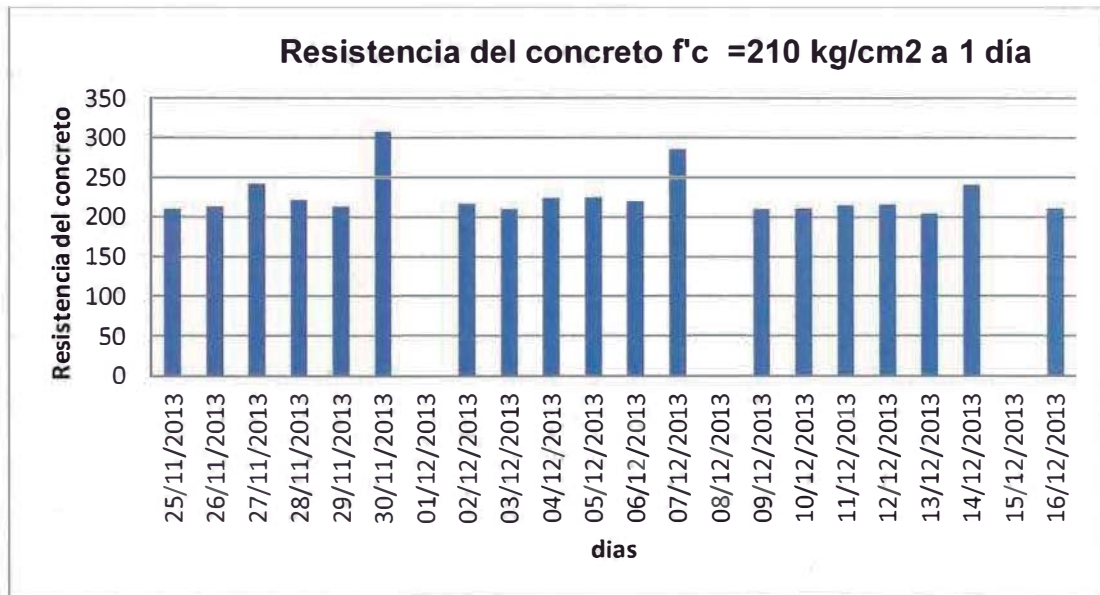
Se elaboró el siguiente cuadro con los resultados obtenidos de la rotura de probeta del concreto 210 Kg/cm² a 1 día

Tabla N°5 Se detalla los resultados obtenidos de la rotura de probetas

Fecha Vaciado	RESISTENCIA A 1 DÍA
25/11/2013	210
26/11/2013	214
27/11/2013	243
28/11/2013	222
29/11/2013	214
30/11/2013	309
02/12/2013	217
03/12/2013	210
04/12/2013	225
05/12/2013	225
06/12/2013	220
07/12/2013	286
09/12/2013	210
10/12/2013	211
11/12/2013	215
12/12/2013	216
13/12/2013	205
14/12/2013	241
16/12/2013	212

Fuente : (Elaboración Propia)

Tabla N°6 Grafico Resistencia del concreto Vs semana



Fuente :(Elaboración Propia)

El vaciado se realiza con bomba y en capas de 0.40m, con una velocidad adecuada

(Balance entre empuje esperado para el muro y rendimiento teórico), desde una altura aproximada de 5m, por lo cual requiere de un vibrado cuidadoso.

El vibrado nos asegura una buena densidad en el concreto evitando la formación de cangrejas (espacios de vacíos en el concreto), aunque también se usa concreto con aditivos.

Se recomienda hacer un curado químico que es más efectivo y rápido.



Figura 43 Vaciado de concreto

CAPÍTULO IV: OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE MUROS ANCLADOS

4.1. ESTANDARIZACIÓN DEL PANELADO EN MUROS ANCLADOS

La estandarización del panelado de muros se refiere a distribución de alturas que tendrá cada anillo de anclajes. Estas alturas son definidas por el ingeniero estructural del subcontratista que se encargará de los anclajes en los muros. En el caso del proyecto Panorama, los anclajes fueron encargados a la empresa Terratest. Las alturas de los muros se diseñan de tal manera que se sincronicen con los niveles de entepiso de los sótanos en los últimos anillos.

Se genera un problema debido a que la altura de entepiso del primer sótano es más grande que los siguientes por diseño arquitectónico. En cambio, la altura del primer anillo de muros es la menor de todas ya que es el primer soporte del talud libre frente a las fuerzas del terreno y edificaciones vecinas. Esta desincronización inicial se arrastra hasta el último anillo ocasionando que la costura que se genera entre los niveles de muro al vaciarse quede en medio de lo que será la pared del sótano como se observa en la figura 44. Cada una de estas costuras genera un resane



Figura 44 Costura de unión de muros generada por la desincronización de niveles.

En la Figura 45 se puede apreciar la modulación inicial del panelado diseñada por Terratest para el proyecto. Se representa a los niveles finales de entepiso de los sótanos con un recuadro en rojo y a las costuras generadas por la unión de los muros con líneas azules. Las costuras de los muros se van

sincronizando con la ubicación de las losas de entrepiso a medida que los anillos se van construyendo. Esto ocurre debido a que las alturas de los muros aumentan ya que los anillos superiores soportan los empujes del terreno, de esta manera se puede excavar un paño de mayor tamaño de manera segura, y porque las alturas de entrepiso de los sótanos disminuyen por diseño arquitectónico.

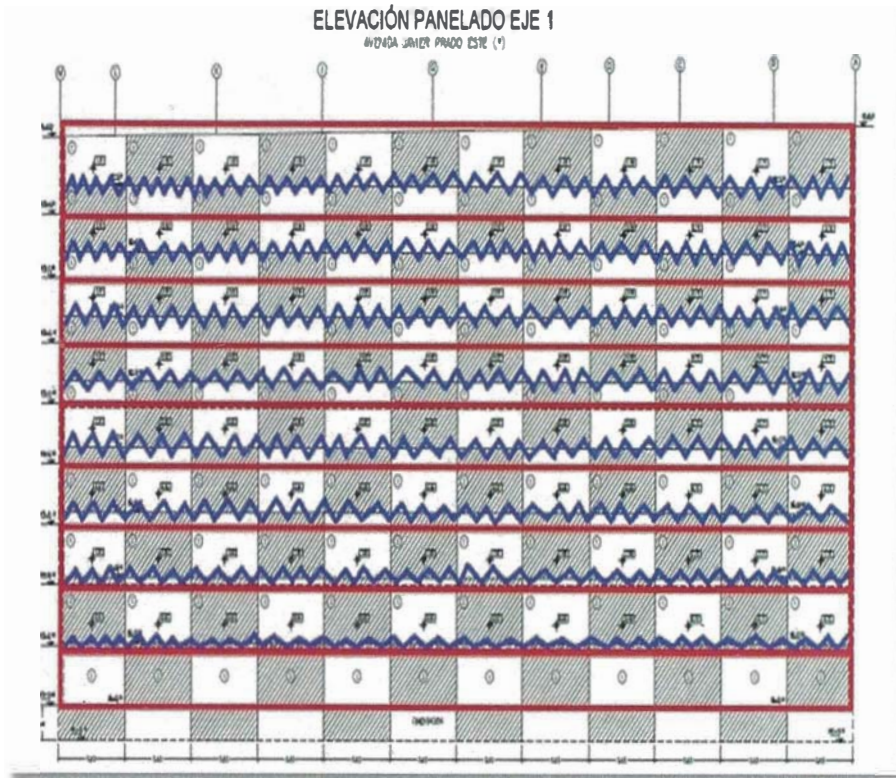


Figura 45 Modulación inicial del panelado.

En la Figura 46 se presenta la propuesta de panelado diseñada en el proyecto Panorama. El objetivo fue buscar la sincronización de las costuras de la unión de los muros con el nivel de las losas de entrepiso para evitar que éstas queden en medio de la pared de los sótanos. Para poder cumplir con la meta, se modelaron nuevas alturas de muros en las cuales los primeros anillos poseerían una mayor altura. Queda representada en la imagen la modelación, en la cual se logran eliminar cinco costuras. La sincronización entre las costuras y las losas se logró a partir del cuarto anillo.

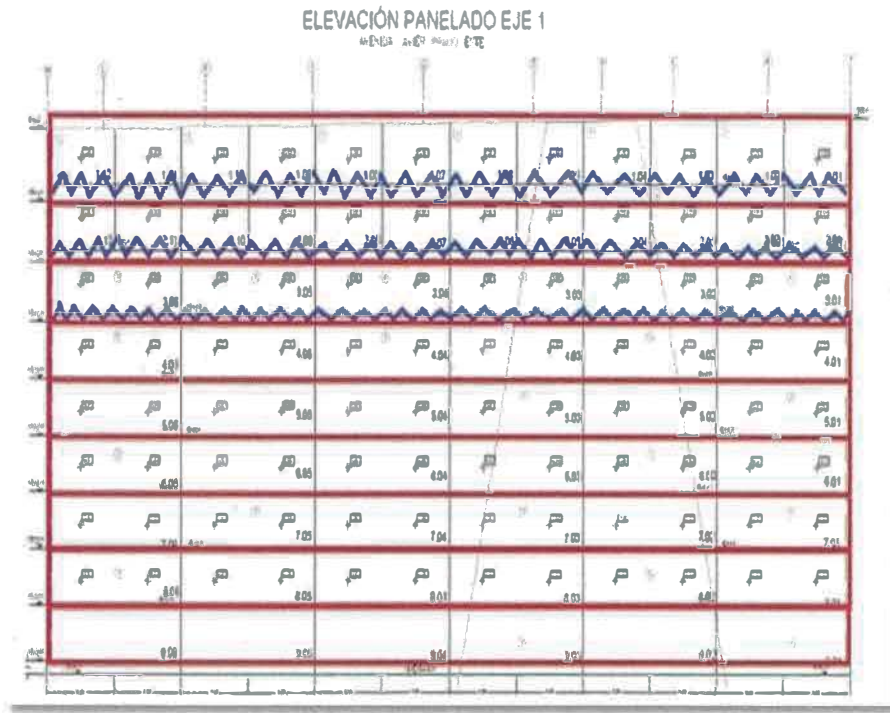


Figura 46 Modulaci3n optimizada del panelado.

Con esto se logr3 un ahorro significativo en los 5 anillos que se lograron optimizar

El ahorro generado es de S/. 41,362.37 (S/. 29,285.97 por ahorro de resanes y S/. 12,076.40 por ahorro En tiempo de picado)

Costo del picado de cachimbas (otros proyectos)

	Cantidad	P.U	Parcial
HH	0.4	15.94	6.376
HM	0.4	5.625	2.25
			8.626

P.U	ML	Numero de anillos	total
8.626	336	5	S/. 14,491.68

Costo del picado de cachimbas Obra Panorama

	Cantidad	P.U	Parcial
HH	0.06666667	15.94	1.062666667
HM	0.06666667	5.625	0.375
			1.4377

P.U	ML	Numero de anillos	total
1.4377	336	5	S/. 2,415.34

Ahorro en picado **S/. 12,076.40.**

Ahorro por resane.

Ahorro resane (ml)	Cantidad	P.U	Parcial
HH	0.6	19.34	11.604
HM	-	-	-
Cemento	0.25	14.5	3.625
Arena	0.5	4.40625	2.203125
			17.432125

P.U	ML	Numero de anillos	total
17.4300	336	5	S/. 29,282.40

Ahorro en resane **S/. 29,285.97.**

4.2 DISEÑO ALTERNATIVO DE TRATAMIENTO DE CACHIMBAS.

Para el vaciado de los muros anclados se utiliza una estructura conformada por tablonces de madera llamada chute. Se instala en la parte superior del encofrado formando un plano diagonal. De esta forma servirá de ayuda para transportar e introducir por gravedad el concreto premezclado dentro del encofrado.

Para asegurarnos que el concreto llene completamente el molde del encofrado, el chute se instala de tal manera que su parte más alta esté 5cms arriba del nivel de la unión de los muros (Ver Figura 47). Se le recubre con una capa de plástico para evitar que el concreto pueda adherirse a los tablonces.

Al momento del vaciado, llena en su totalidad al chute. El concreto que queda afuera del molde formando un molde en el chute se le denomina cachimba. Esta cachimba será demolida en cada anillo para poder brindarle una visión uniformemente plana a la unión de los muros y liberar las mechas de la losa de entrepiso que queden ocultas dentro del vaciado.

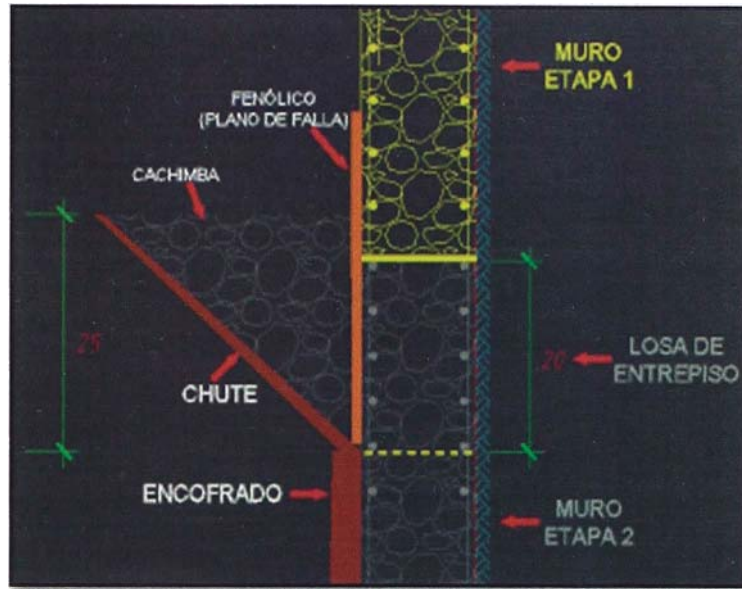


Figura 47 Esquema del chute y el plano de falla.

El procedimiento tradicional para el tratamiento de cachimbas consume horas hombre, horas máquinas y equipos. Un operario se encarga picar la cachimba entera usando un taladro para el concreto y una cizalla para quitar el alambre que haya quedado en la cachimba.

La alternativa desarrollada en el proyecto busca minimizar el uso de horas hombre y horas máquina para este procedimiento. Se ideó implementar una plancha de fenólico de 6mm, la cual se colocará entre la cachimba y el muro luego de haber culminado el vaciado. En esta posición, la plancha de fenólico creará un plano de falla entre la cachimba y el muro, separándolos parcialmente (Ver Figura 48). De esta manera, cuando el concreto ya completó su endurecimiento, la cachimba quedará separada casi de manera total del muro, dejando de formar parte de la estructura monolítica y siendo más fácil el procedimiento para su demolición.

Al momento de retirar la cachimba, primeramente el operario retira los tablonces que conforman el chute junto con el plástico, luego deberá usar el taladro picando la estructura cerca del plano de falla y rápidamente ésta caerá en bloque, disminuyendo drásticamente las horas hombre y horas máquina para este proceso.

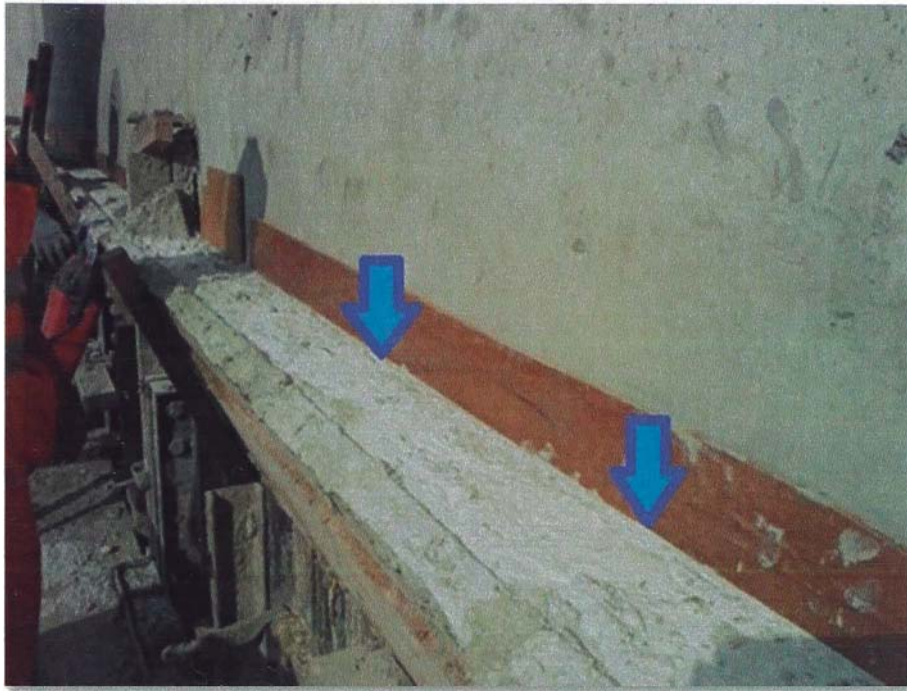


Figura 48 Plancha de fenólico que separa a la cachimba del muro

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Aplicando el diseño alternativo de tratamiento de cachimbas, se obtiene un ahorro de horas hombre y horas maquinas del 60%.
- Menor tiempo de solaqueo, aplicando el método de optimización del panelado se observa una reducción del 70%.
- El sistema de Muros Anclados es por naturaleza más seguro que las calzaduras, sin embargo la ejecución debe ser realizada con conocimiento y técnica adecuados.
- Las rampas por si solas traen desventajas en la eliminación de material de la rampa y construcción de muros anclados en la zona de la rampa por ello se debe trabajar en conjunto con fajas transportadoras
- La faja transportadora representa una buena oportunidad para presentar alternativas a los procedimientos usuales de eliminación de material de excavación.

5.2 RECOMENDACIONES

- El alimentador de la faja transportadora tiene que estar ubicado lo más centrado en el proyecto posible, de tal forma que se reducen los tiempos de acarreo de material de la zona de corte a la zona de eliminación.
- Se recomienda iniciar el montaje de la faja transportadora desde el inicio del proyecto.
- Se recomienda considerar el tamaño y cantidad de fajas dependiendo del tamaño del proyecto.
- Las fajas con transición tienen que ser orientadas hacia el centro del proyecto, de tal forma que sea más fácil la alimentación del material sin afectar la construcción de los muros anclados.
- Se recomienda analizar la ingeniería antes de la construcción ya que se puede optimizar la modulación de los paños.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTRO MALARIN, Rafael Tony. Paper: Alternativas constructivas para la mejora en el acabado de los muros anclados, Lima, Perú 2014.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Estabilización y control de eliminación Lima, Perú 2013.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Excavaciones profundas con faja vertical, Lima, Perú 2013.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Innovaciones en ingeniería y construcción de proyectos de edificaciones, Lima, Perú 2013.
- NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E.050-SUELOS Y CIMENTACIONES, Edición Enero1997, Lima, Perú 1997.
- OLCESE FRANZERO, Manuel. Ingeniería de Cimentaciones, Edición N°1, fondo editorial PUCP, Lima, 2009.