

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE EL
USO DE MUROS ANCLADOS Y CALZADURAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE
EDIFICACIONES**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

GUSTAVO ADOLFO CABELLOS GAVIDIA

ASESOR: ING. XAVIER MAX BRIOSO LESCANO

Lima, Diciembre del 2012

RESUMEN

En este trabajo se desarrolló un análisis comparativo entre dos procedimientos usados para la estabilización de taludes, uno corresponde al uso de calzaduras y el otro al de muros anclados.

El estudio parte haciendo una breve introducción en donde se describe la normativa vigente y se presentan las obras en estudio. Estas obras cuentan con dos y tres sótanos y medio respectivamente, con la idea de identificar a partir de cuántos sótanos resulta económicamente conveniente utilizar muros anclados.

Las comparaciones comienzan haciendo un resumen de cada procedimiento con el fin de identificar diferencias entre ambos procedimientos, este análisis sirve de base para realizar la comparación referente al planeamiento en donde se puede observar que el procedimiento de muros anclados en ambos casos resultó ser 16% y 33% más rápido que el de calzaduras en condiciones estándar.

Por otro lado, para el análisis económico, se usaron los rendimientos y análisis de precios unitarios de la empresa EDIFICA, empresa ejecutora de ambas obras, con la finalidad de llegar a valores reales económicamente y poder hacer una mejor comparación. Los resultados obtenidos muestran un ahorro de 14% y de 41% para el caso de dos y tres sótanos y medio respectivamente, utilizando el procedimiento de muros anclados.

Como parte del estudio se hizo un análisis de seguridad, evaluando los principales peligros involucrados en cada procedimiento, en este caso se obtuvieron resultados similares ya que en ambos casos se tiene actividades como excavación masiva y perfilado que se consideran actividades de alto riesgo.

Finalmente, se realizó un análisis sobre el impacto causado en las viviendas aledañas; por un lado, el impacto durante la construcción en donde ambos procedimientos generan los mismos inconvenientes hacia los vecinos; y por el otro, un impacto futuro económicamente positivo asumiendo que el vecino construirá un edificio de similares características. En este sentido, se ahorraría todos los gastos involucrados en la estabilización de taludes pues ya estarían los sótanos construidos, ahorro mucho mayor a la eliminación del sistema de estabilización que se encontraría en el terreno propio.

ÍNDICE

	Pág.
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. Antecedentes.....	01
1.2. Objetivos.....	01
1.3. Normativa vigente.....	02
1.4. Obras estudiadas.....	03
Capítulo 2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	10
2.1. Procedimiento constructivo – Calzaduras.....	10
2.2. Procedimiento constructivo – Muros Anclados.....	16
2.3. Análisis comparativo.....	27
Capítulo 3. PLANEAMIENTO.....	29
3.1. Considerando dos sótanos.....	29
3.2. Considerando tres sótanos y medio.....	34
Capítulo 4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	39
4.1. Considerando dos sótanos.....	39
4.2. Considerando tres sótanos y medio.....	47
Capítulo 5. SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.....	56
5.1. Seguridad a considerar – Calzaduras.....	62
5.2. Seguridad a considerar – Muros Anclados.....	65
Capítulo 6. IMPACTO EN VIVIENDAS ALEDAÑAS.....	68
6.1. Impacto debido a la construcción.....	68
6.2. Impacto futuro.....	74

Capítulo 7. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....76

Capítulo 8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....78

ANEXOS



CAPÍTULO 1

Introducción

1.1. Antecedentes

La construcción es uno de los principales sectores de la economía nacional, tanto por su contribución a la riqueza del país, como por la generación de puestos de trabajo, pero a su vez es uno de los sectores donde existe mayor riesgo de accidentes laborales debido a la informalidad de las obras.

El actual proceso de globalización ha traído consigo la “internacionalización” de la mayoría de los sectores productivos del país, entre ellos el sector construcción. Esta coyuntura, caracterizada por la inversión de capitales extranjeros en obras de infraestructura pública y privada, debe motivar a las empresas constructoras a desarrollar reformas integrales en sus sistemas tradicionales de gestión y a establecer políticas internas orientadas a elevar su nivel de competitividad, requiriendo para ello aumentar la calidad y reducir el costo de sus ofertas, incrementando la productividad y mejorando las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

Actualmente, se incluye en las edificaciones el diseño y construcción de uno o más sótanos como solución al requerimiento de estacionamientos por parte de los municipios. En los últimos años, para estabilizar los taludes generados por las excavaciones profundas de estos sótanos, se viene usando en Lima el sistema de “muros anclados” como una alternativa técnica y económica a la solución tradicional de las calzaduras. Sin embargo, no existen publicaciones que describan a carta cabal las ventajas y desventajas, ni la conveniencia económica de cada método, por lo que es urgente elaborar un análisis técnico-económico que compare ambas metodologías, máxime, que son actividades de alto riesgo que están originando muchos accidentes con pérdida de vidas.

Para el desarrollo de la tesis se usarán dos proyectos ejecutados en la ciudad de Lima, básicamente edificios multifamiliares ubicados en el distrito de Miraflores.

1.2. Objetivos

Como objetivos generales se tienen los siguientes:

- Presentar una metodología para comparar técnica y económicamente los dos sistemas de estabilización de taludes

- Hacer una comparación de cada proceso en referencia a procedimiento, recursos, tiempo y seguridad.
- Presentar la diferencia económica de cada proceso incluyendo como variable el número de sótanos, tomando para ello dos obras diseñadas con calzaduras pero que finalmente fueron construidas usando muros anclados.

Como objetivos específicos se tienen los siguientes:

- Describir detalladamente cada procedimiento constructivo.
- Mostrar y comentar los cronogramas empleados en cada obra analizando la rapidez de cada proceso.
- Mostrar los precios involucrado en cada procedimiento, encontrando las diferencias de los recursos utilizados en cada proceso.
- Hacer un análisis de seguridad de cada proceso empleando el método IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) y comparar ambos resultados.
- Analizar económicamente el impacto en las edificaciones vecinas, considerando una construcción futura, evaluando los trabajos que se realizarían para demoler y eliminar los materiales encontrados, tanto para calzaduras como para muros anclados, así como el ahorro generado de no ejecutar una estructura de sostenimiento.

1.3. Normativa vigente

En el Reglamento Nacional de Edificaciones no se indican criterios para la elección del uso de una estructura de sostenimiento como calzaduras o muros anclados. No se especifican propiedades ni características que puedan servir como guía para decidir la metodología.

Sin embargo, sí hay algunos comentarios para el uso de calzaduras como el siguiente:

“En el caso de las Calzaduras el Contratista de la Obra no deberá permitir que éstas permanezcan sin soporte horizontal, por un tiempo tal que permita la aparición de grietas de tensión y fuerzas no previstas en el cálculo de las calzaduras...”

En nuestro medio la calzadura es la estructura de sostenimiento más usada en edificaciones, sobre todo en empresas medianas a pequeñas; sin embargo, no existe

un documento técnico y formal en donde se limite el uso de calzaduras, la forma y el proceso.

Por otro lado, algunos municipios intentan regular el tema. Por ejemplo, el municipio de San Isidro ha aprobado el Decreto de Alcaldía N°005, en donde se incluyen formatos para poder informar al vecino sobre temas de seguridad complementaria durante la ejecución de obras con el fin de que el vecino tenga conocimiento pleno de fechas, procesos y etapas por las que pasará el proyecto, incluyendo la información de lo que pasará bajo su predio, ya sea en el caso de usar calzaduras o muros anclados.

1.4. Obras estudiadas

Para el desarrollo de la investigación se han tomado como muestra dos obras termiadas (2012), ubicadas en el distrito de Miraflores. Estas obras son edificios multifamiliares que cuentan con dos y tres sótanos y medio, ambas han sido construidas bajo los mismos procedimientos. Las características generales de cada una son las siguientes:

OBRA 1:

- Número de sótanos: 2
- Número de pisos: 7
- Área del terreno: 1078 m²
- Área techada 7,179 m²
- Profundidad de excavación: -5.70 m
- Número de anillos con calzadura: 4
- Número de anillos con muros anclados: 2
- Imagen 3D de la obra y croquis general del terreno:



-3D OBRA 1-

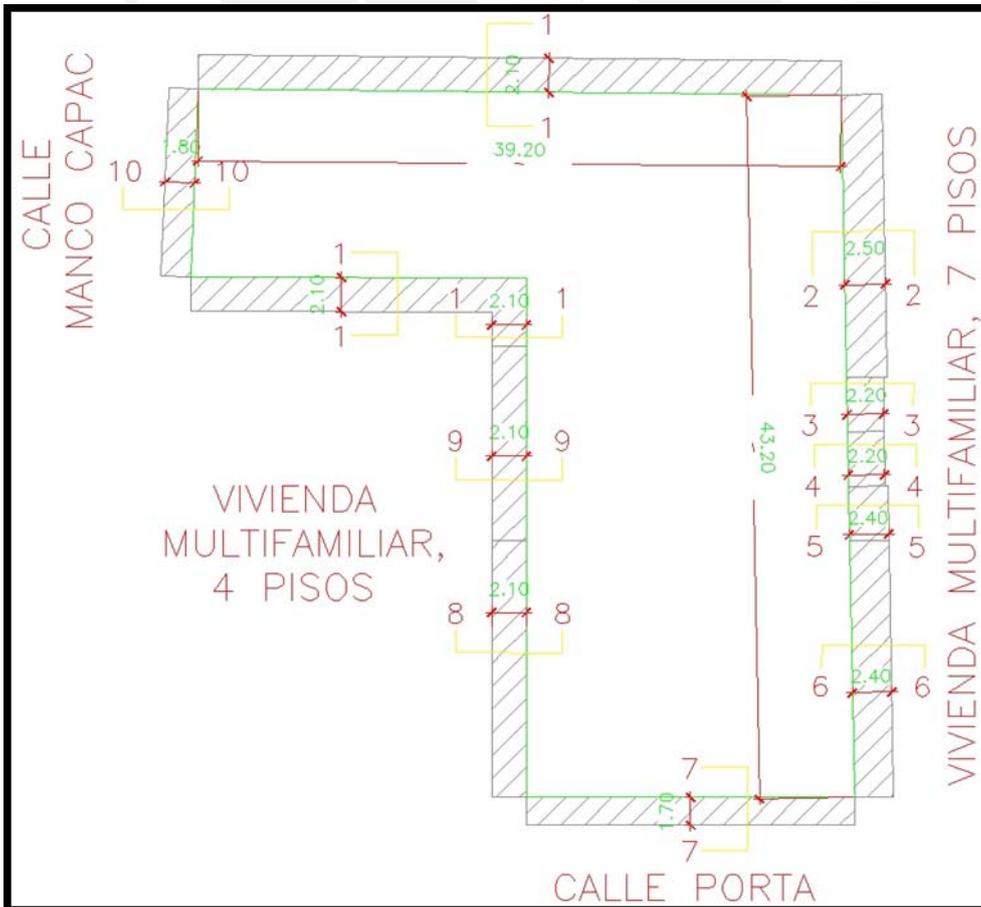


Imagen 01. Terreno OBRA 1

- Corte de calzada empleada para el análisis:

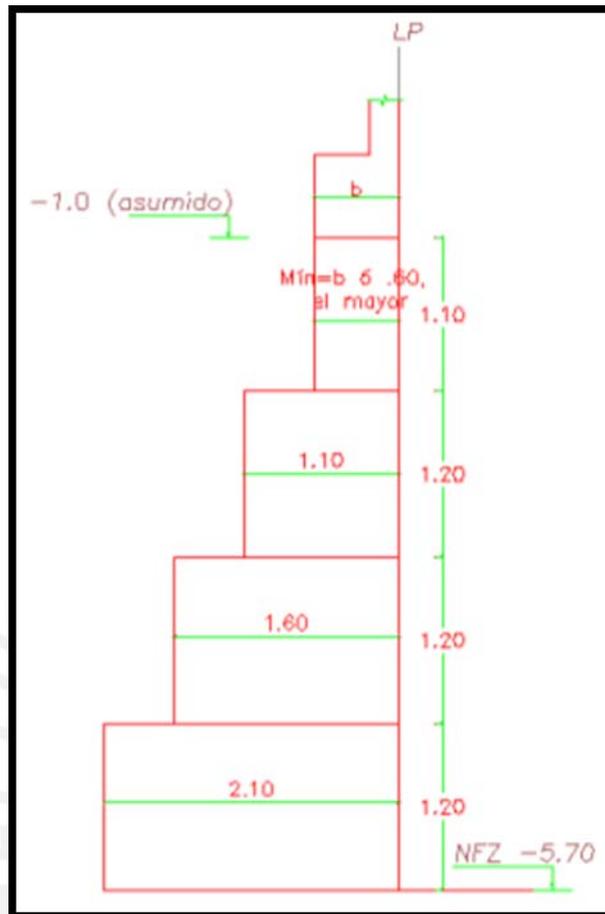


Imagen 02. Corte típico de calzaduras OBRA 1

- Corte de muro anclados:

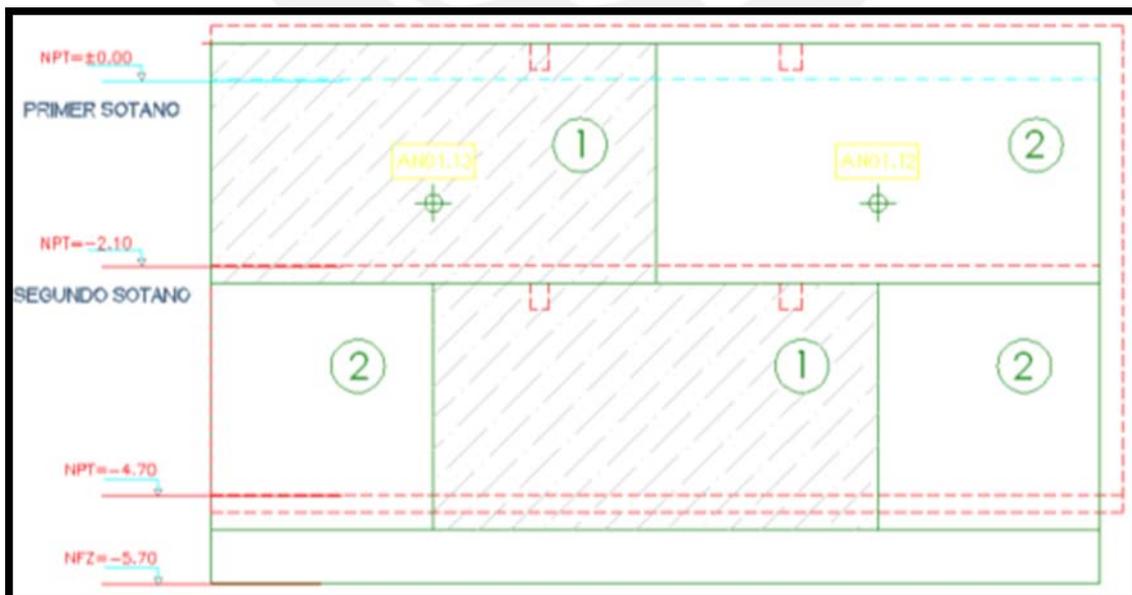


Imagen 03. Corte típico de muros anclados OBRA 1

OBRA 2:

- Número de sótanos: 3.5
- Número de pisos: 7
- Área del terreno: 1400 m²
- Área techada 12,372 m²
- Profundidad de excavación: 12.85 m
- Número de anillos con calzada: 8
- Número de anillos con muros anclados: 4
- Imagen 3D de la obra y croquis general del terreno:



-3D OBRA 2-

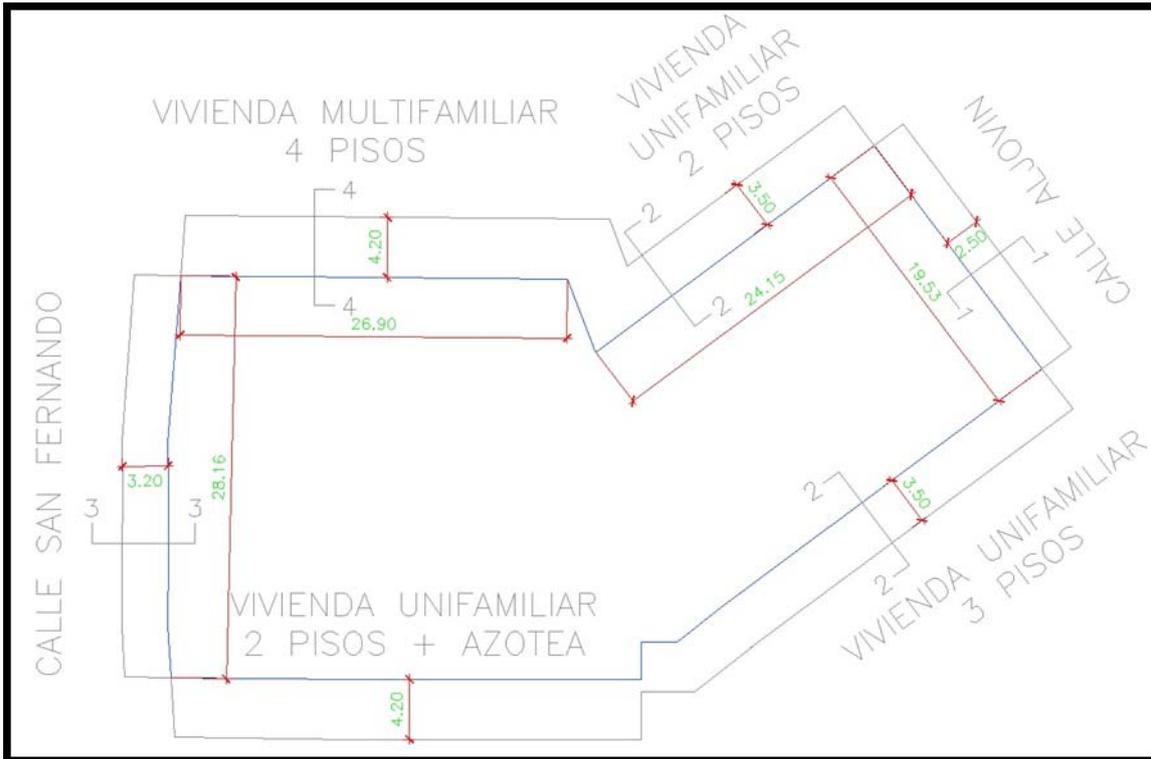


Imagen 04. Terreno OBRA 2



- Corte de calzada:

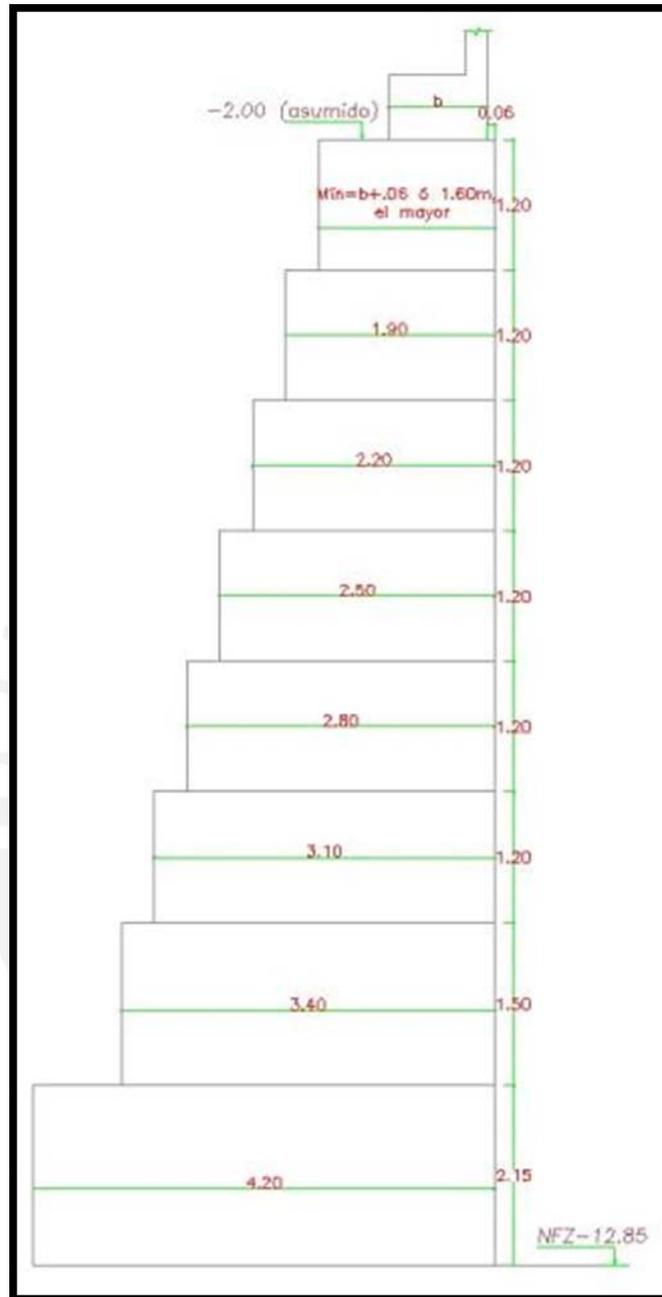


Imagen 05. Corte típico de calzaduras OBRA 2

- Corte de muro anclados:

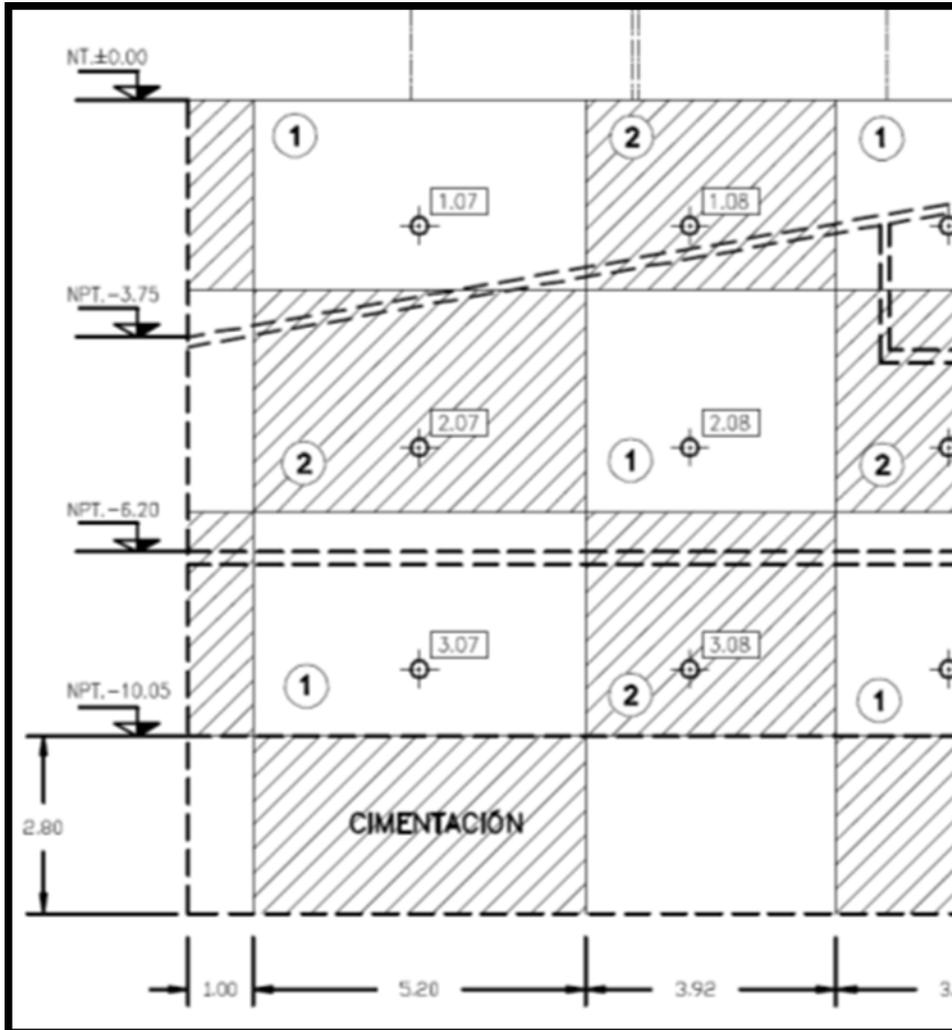


Imagen 06. Corte típico de muros anclados OBRA 2

En el ANEXO PLANOS, se muestran los planos completos de ambas obras.

CAPÍTULO 2

Procedimiento constructivo

A continuación se describirá el procedimiento que se ha empleado para la construcción de muros anclados así como el procedimiento que la misma empresa ha ejecutado en obras anteriores para calzaduras.

2.1. Calzaduras

- ✓ Excavación masiva

La excavación masiva se hace por tramos, a medida que se van terminando los anillos planteados en los planos se va excavando la altura del anillo siguiente. Por ello, para empezar, la primera parte de la excavación masiva se hace hasta una profundidad tal que se considere la altura del primer anillo por debajo de la cimentación vecina, esto aproximadamente es 2.10 metros por debajo del nivel cero (asumiendo que a -1.00m termina la cimentación vecina y que la altura del primer anillo es de 1.10m).

Por otro lado, cuando se realice la excavación se tiene que dejar una banquetta perimetral de 1.5 metros como mínimo, la cual sirve de sostenimiento.

En esta etapa es necesario el uso de maquinaria pesada como cargadores frontales y volquetes para la eliminación. Para las obras en estudio se utilizó un solo cargador frontal con una capacidad de 3 m³ y volquetes de 15 m³.

En la siguiente imagen se observa la banquetta dejada para el segundo anillo.



Imagen 07. Excavación de segundo anillo (referencial)

- ✓ Excavación manual de banqueta y de calzada

En seguida a la excavación masiva continuamos con la excavación manual en un orden establecido previamente.

En esta partida se tiene que dejar el espacio según la dimensión establecida en los planos, cumpliendo con el ancho, alto y fondo de la calzada, y excavando alternadamente o en frentes separados.

El número de calzaduras las cuales se excavarán depende del ritmo o la programación de la obra, en las obras que se han tomado como ejemplo se ha trabajado con un lote de 7 calzaduras diarias, esto quiere decir que en un día se vacían, se encofran y se excavan 7 calzaduras.

En las siguientes imágenes se observa trabajos en excavación manual.



Imagen 08. Excavación de una banqueta (referencial)



Imagen 09. Excavación de una banquetta y calzada (referencial)

✓ Encofrado de calzada

En esta parte se tapan o encofran los espacios dejados para las calzaduras, dejando una abertura en la parte superior para el respectivo vaciado.

El procedimiento en obra es sencillo y consiste en fabricar tapas con tablas de madera las cuales tendrán dimensiones similares para todas las calzaduras ya que el ancho de las calzaduras no varía y la altura es casi constante, esto hace que las tapas se usen nuevamente en las siguientes calzaduras.

Además, para contrarrestar el empuje del concreto se tiene que apuntalar adecuadamente la cara externa del encofrado y también se tiene que fabricar una rampa de acceso que va desde la mezcladora hacia la abertura dejada en la parte superior de la tapa.

En las siguientes imágenes se puede observar el uso de las tapas y la construcción de las rampas para el vaciado.



Imagen 10. Encofrado de calzaduras (referencial)

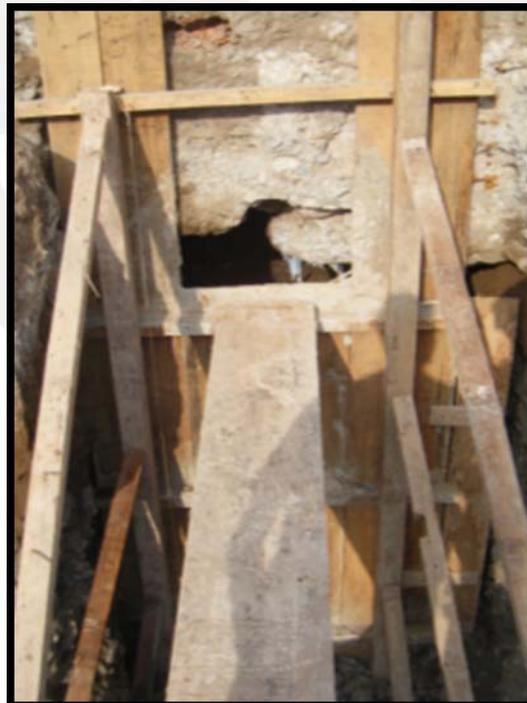


Imagen 11. Encofrado de calzaduras lista para vaciar (referencial)



Imagen 12. Encofrado y rampa de calzaduras lista para vaciar (referencial)

✓ Vaciado de calzada

El proceso de vaciado se realiza mediante buguis y abastecidos por una mezcladora, en este caso la mezcladora que se usó fue de 7 p3. El procedimiento contempla agregar alternadamente 30% de piedra grande (8" máximo) y antes de finalizar agregar a la última tanda aditivo expansivo para que el concreto llegue a tener contacto adecuadamente con la calzada superior y la transferencia de cargas sea uniforme.

Por otro lado, se observa en el corte típico de la calzada de la obra 2 que el último anillo de las calzaduras tiene una profundidad de 4.20 metros, lo que genera rápidamente una duda acerca de lo viable que es realizar ese trabajo, por un lado se tiene el riesgo que genera la excavación masiva y por otro, el problema que se tendría al momento de vaciar la calzada. Estos dos puntos deben ser considerados en el momento que se realizan los trabajos ya que de ese procedimiento podría depender la estabilidad de ese anillo y la integridad física de los obreros que trabajen en dicha zona.

En la siguiente imagen se aprecia el proceso de vaciado.



Imagen 13. Vaciado de calzaduras (referencial)

✓ Desencofrado

El desencofrado se puede realizar al día siguiente, tratando de no maltratar la madera para poder usarlo la mayor cantidad de veces posible. En esta etapa se aplica petróleo como desmoldante para las siguientes calzaduras.

2.2. Muro anclados

La siguiente imagen muestra rápidamente el proceso el cual es detallado más adelante:

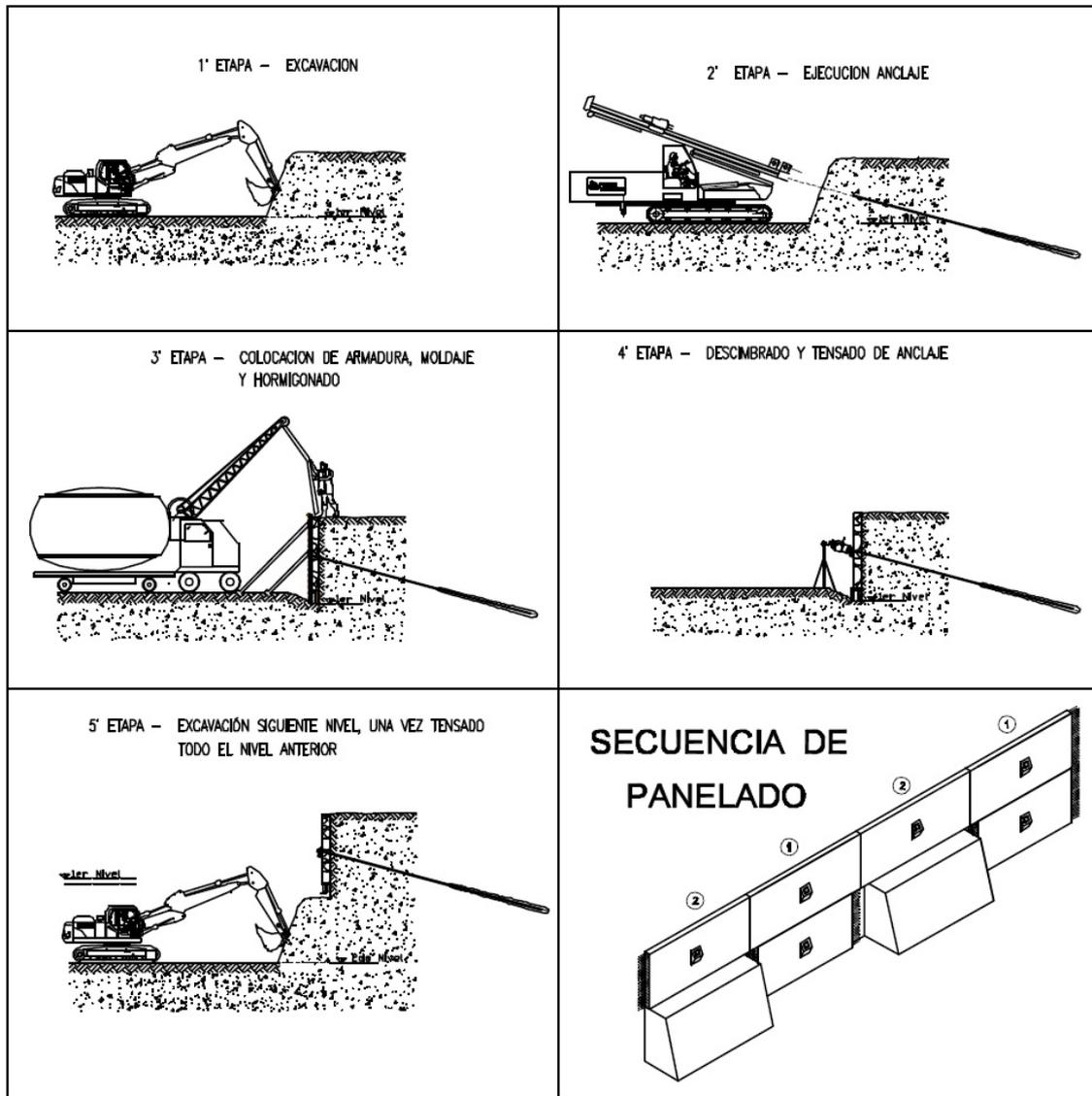


Imagen 14. Proceso constructivo de muros anclados

✓ Excavación masiva

Esta etapa es similar a la de calzaduras, se hace por etapas a medida que se van avanzando los anillos. Es importante mencionar que la excavadora o retroexcavadora que se está empleando normalmente se queda en la obra para contribuir con el movimiento de tierra al interior de la obra para conseguir armar rápidamente los contrafuertes.

✓ Perforación e introducción de cables e inyección

○ Definición de trazo:



Imagen 15. Trazo de ejes

Se define el punto de anclaje de acuerdo a lo indicado en el plano de detalle. Hay que considerar que el detalle de los planos es a la cara del muro anclados, por lo cual debemos proyectar el punto con el ángulo de inclinación en la banquetta.

○ Armado del taladro y casing:



Imagen 16. Armado de taladro y casing

Se arma el primer casing con la punta del taladro en la máquina perforadora.

- Colocación de espuma y lubricantes:



Imagen 17. Colocación de lubricante

Se colocan los lubricantes al taladro para que pueda rotar. Así mismo, se le coloca espuma líquida al agua para que sirva como agente de limpieza del taladro y de la perforación.

- Posicionamiento y medición de ángulo:



Imagen 18. Medición de ángulo de perforación

Se posiciona la máquina perforadora en el punto indicado y se mide el ángulo de inclinación vertical y horizontal indicado en planos.

- Perforación:

Se inicia el proceso de perforación. Durante este proceso se añaden extensiones de casing y de taladro hasta alcanzar la profundidad requerida.



Imagen 19. Perforación

- Retiro del taladro:

Se procede a retirar el taladro (84 mm) para dejar el casing libre.



Imagen 20. Retiro de taladro

- Colocación de cable de acero:

Se coloca el cable para anclaje. Este ha sido previamente preparado de acuerdo a las especificaciones de diseño para cada muro anclado. Presenta dos partes: bulbo y parte libre.



Imagen 21. Extremo del bulbo (tubería con orificio)



Imagen 22. Inserción de cables para tensado

o Retiro de casing e inyección:

Una vez colocado el cable, se retira el casing para dejar el orificio libre e iniciar la inyección. Para la inyección se utiliza una planta de inyección de concreto. En ella se coloca 1 bls de cemento Portland Tipo I /IP por cada 25 lts de agua. La inyección termina cuando se ha llenado el bulbo y empieza a salir mezcla del orificio.



Imagen 23. Cable inyectado

Cabe resaltar que la inyección se realiza una vez que se tiene de 3 a 5 anclajes colocados.

- ✓ Excavación manual de banqueta y perfilado

Se inicia el proceso de excavación con la retroexcavadora hasta llegar al nivel deseado. El control de nivel se realiza permanentemente durante el proceso.



Imagen 24. Excavación de banqueta y perfilado

El perfilado se realiza manualmente con picos y palas.



Imagen 25. Perfilado de muro

Una vez alcanzado el nivel horizontal y vertical deseado, se procede a echar una lechada de cemento para evitar que se desmorone el terreno.



Imagen 26. Lechada de cemento para estabilizar

✓ Colocación de fierro

Al fierro especificado inicialmente en los planos estructurales el contratista de muros anclados agrega un refuerzo en la zona donde se generará los esfuerzos al momento de tensar los cables. El procedimiento sería el siguiente:

Traslado de material habilitado a zona de trabajo.



Imagen 27. Habilitación de acero

Colocación de mallas de acero (según planos).



Imagen 28. Colocación de acero

Colocación de acero terminada (Incluyendo refuerzo en zona de anclaje).



Imagen 29. Muro armado notándose acero de refuerzo

✓ Encofrado de muro

El proceso se inicia con la colocación de las soleras para apoyar las primeras planchas de encofrado metálico.

Todas las planchas han sido previamente preparadas con desmoldante.

Se lleva control topográfico al inicio y al final del proceso para mantener la verticalidad del mismo.

Colocación de paneles.



Imagen 30. Encofrado de muro anclado

Cabe mencionar que el encofrado en ambas obras fueron alquilados y que para la velocidad que se necesitaba se requirieron dos juegos de encofrado, con ambos juegos se cubren aproximadamente diez metros lineales de muros anclados y teniendo aproximadamente 150 metros lineales en total, se necesitan quince días para cada anillo.

Colocación de vigas de doble canal.



Imagen 31. Vigas de doble canal para alineamiento

Apuntalamiento y contrafuerte.



Imagen 32. Contrafuerte armado dejando el muro listo para vaciar

Como se aprecia en la imagen, el contrafuerte es una alternativa para asegurar la fijación de los paneles, sirve como estructura de apoyo al empuje que genera el concreto sobre las planchas de encofrado, para ello se utiliza un cargador frontal y un juego de tablas en donde se apoyarán los puntales. Esos puntales tienen un diseño dado por la empresa que alquila el encofrado; sin embargo, por experiencias previas se colocan más puntales que aseguren que las planchas no se pandearán.

✓ Vaciado de muro

El vaciado de los muros anclados se realizó con concreto premezclado con resistencia temprana a cinco días y utilizando una bomba para concreto. Además, algunas veces se vació con buguis o directamente sobre el muro haciendo una rampa de acceso. En la siguiente imagen se muestra lo mencionado.



Imagen 33. Vaciado de muro anclado

✓ Desencofrado de muro

Procedimiento convencional realizado al día siguiente del vaciado, retirando las planchas del muro, limpiándolas y posteriormente aplicándole el desmoldante respectivo.

✓ Tensado de cables

Cuando el concreto ha alcanzado su resistencia, esto es a los tres, cinco o siete días, se tensan los cables aplicando una fuerza que varía entre las 25 a 35 toneladas, dependiendo de la especificación de cada muro.

Este procedimiento suele ser rápido, tardando por cada muro un promedio de 20 minutos, por lo que es necesario y práctico planificar el tensado de la mayor cantidad de muros posibles al día.

Cuando se ha tensado el muro recién se puede iniciar la excavación debajo del mismo para continuar con el siguiente anillo, es por ello que controlar y asegurar este proceso es vital para mantener el flujo de los trabajos.



Imagen 34. Tensado de cables

✓ Otros procesos.

Existen más procesos de mucha importancia que no se pueden dejar de lado, uno de ellos es la escarificación en el muro anclado sobre la zona donde anclará la futura losa, para ello se tiene que hacer un trazo sobre el muro vaciado y posteriormente el picado con el uso de martillo eléctricos.

Por otro lado, cuando ya se han vaciado las losas y ya no es necesaria la tensión en los muros, se procede a cortar los cabezales ubicados debajo de las losas, que generan dicha fuerza sobre los muros.

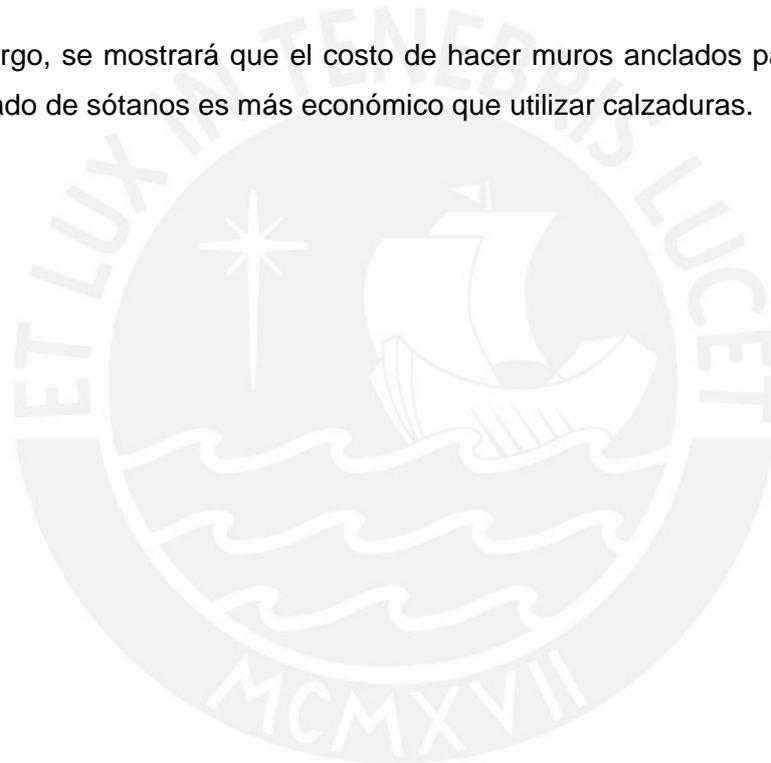
2.3. Análisis comparativo

- ✓ Como punto de partida, se tiene que las calzaduras sirven únicamente como sostenimiento de taludes y que para los alcances de la obra no generan valor, ya que posterior a su construcción se tiene que levantar los muros junto a ellas; por otro lado, los muros anclados además de servir como sostenimiento, sirven como

parte estructural del edificio, ya que son parte de los muros perimetrales de los sótanos, planteados en los planos de arquitectura y estructuras. Con ello ya se puede intuir que hay un ahorro de tiempo, el cual favorecerá al uso de muros anclados, el detalle se verá más adelante en el capítulo de planificación.

- ✓ Por la parte de materiales y mano de obra se tiene que para las calzaduras se usan materiales simples y baratos, y la mano de obra no tiene que ser tan calificada como en el caso de muros anclados, donde el buen uso de los conceptos topográficos, así como la habilidad de maquinaria para los contrafuertes y el buen empleo del encofrado para tener muros alineados y con buen acabado, generan un costo mayor aparente y un cuidado especial para los procedimientos.

Sin embargo, se mostrará que el costo de hacer muros anclados para un número determinado de sótanos es más económico que utilizar calzaduras.



CAPÍTULO 3

PLANEAMIENTO

En este capítulo se analizará el planeamiento típico para cada caso, en el cual se podrá apreciar la diferencia de tiempo entre ambos procesos y cómo esta diferencia se traduce en un ahorro económico a favor del uso de muros anclados, ese tiempo no considerado como ahorro económico en el capítulo 4 se analizará a continuación.

3.1. Considerando dos sótanos

A continuación, en la imagen 35 se muestra nuevamente la elevación de la calzada de cuatro anillos del proyecto Obra 1.

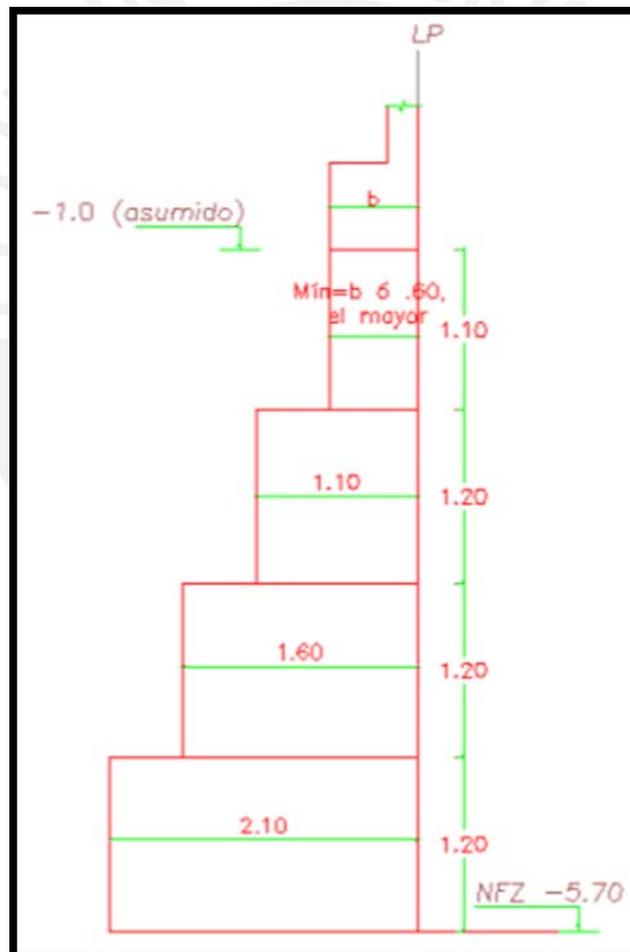


Imagen 35. Corte típico de calzada OBRA 1

El planeamiento en este caso fue terminar cada anillo en diez días, para ello se necesitó hacer diariamente aproximadamente quince metros lineales, lo que quiere decir que se necesitaba terminar entre siete a ocho calzaduras diarias. Para cumplir

con el objetivo se trabajó con trenes de trabajo y lotes de transferencia, donde cada cuadrilla se encarga exclusivamente de su partida (excavación, encofrado y vaciado) entregando diariamente a la partida sucesora las siete u ocho calzaduras.

Cabe mencionar que a medida que se profundiza se requiere más personal para poder cumplir con la planificación o tener una velocidad mayor en los dos primeros anillos y compensar a los siguientes.



Para este caso el planeamiento se planteo según el siguiente diagrama de gant: 1

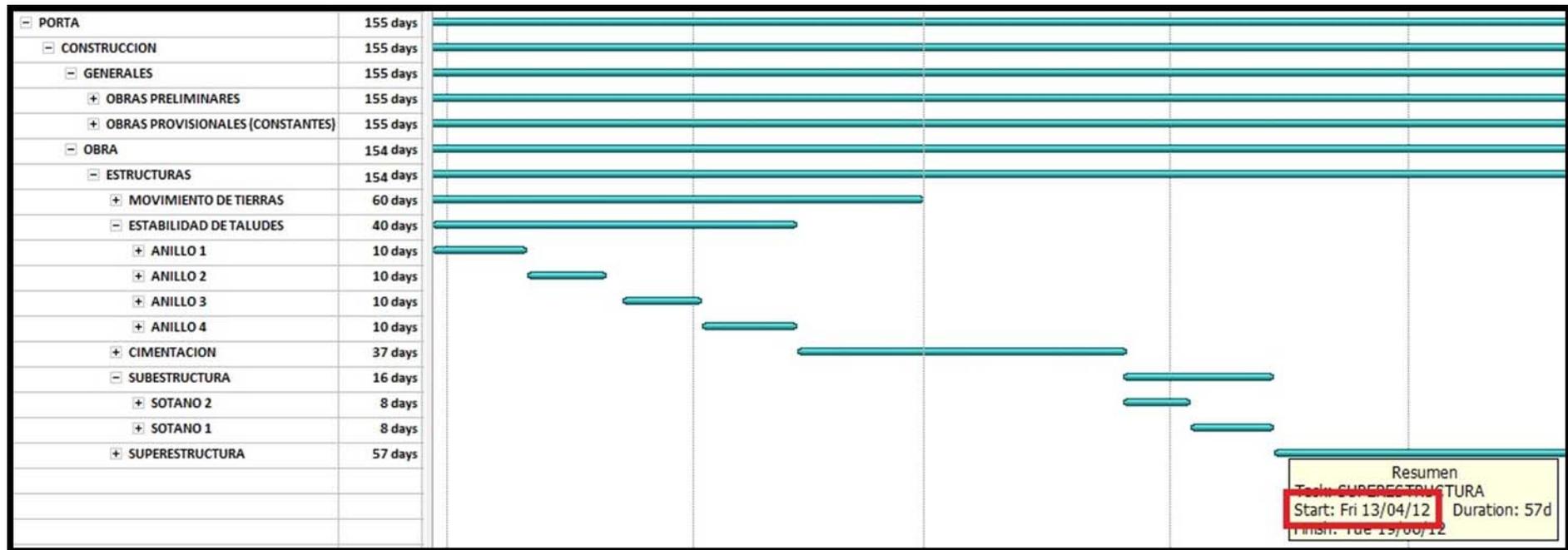


Imagen 36. Planificación maestra OBRA 1 - CALZADURAS

En la imagen 36, se puede observar que la fecha de inicio de la superestructura (casco desde el primer piso) está planificada para el 13/04/12, es decir 93 días de iniciadas las calzaduras. Este periodo es importante para luego compararlo con la duración obtenida usando muros anclados. Esta planificación es resultado de ratios reales proporcionados por la Empresa, ya que finalmente se utilizó el procedimiento de uros anclados.

A continuación se presenta la elevación típica de los muros anclados proyectados para la obra 1 (ver imagen 37).

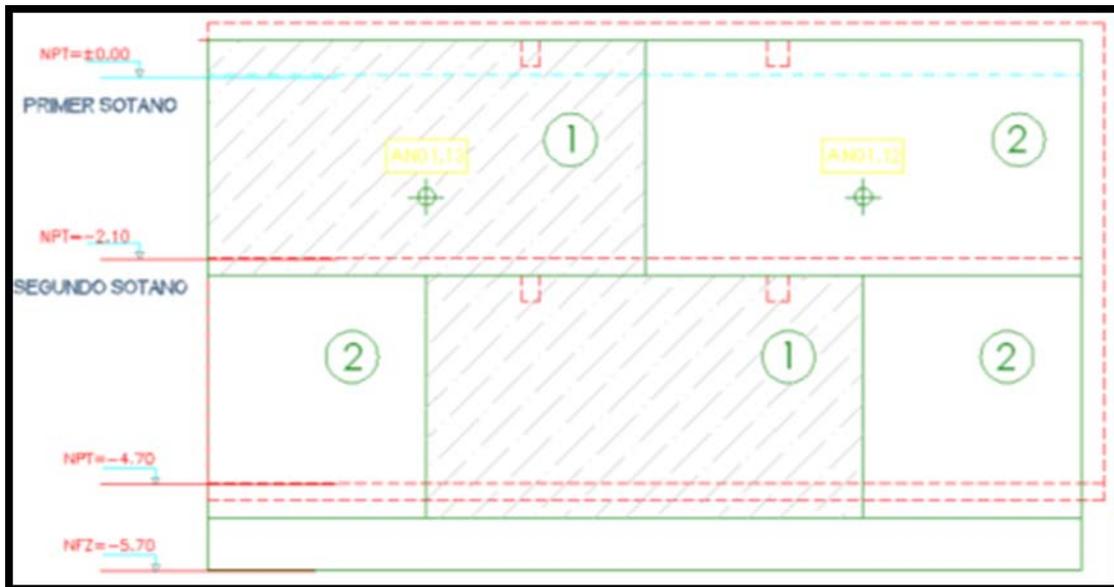


Imagen 37. Corte típico de muros anclados OBRA 1

Como se mencionó en el capítulo de procedimientos, la planificación estableció terminar cada anillo en quince días. Para cumplir con lo planificado, se requirió tener en obra dos juegos de encofrado metálico y cubrir alrededor de diez metros lineales diarios.

Para este caso el planeamiento se planteó según el siguiente diagrama de gant:

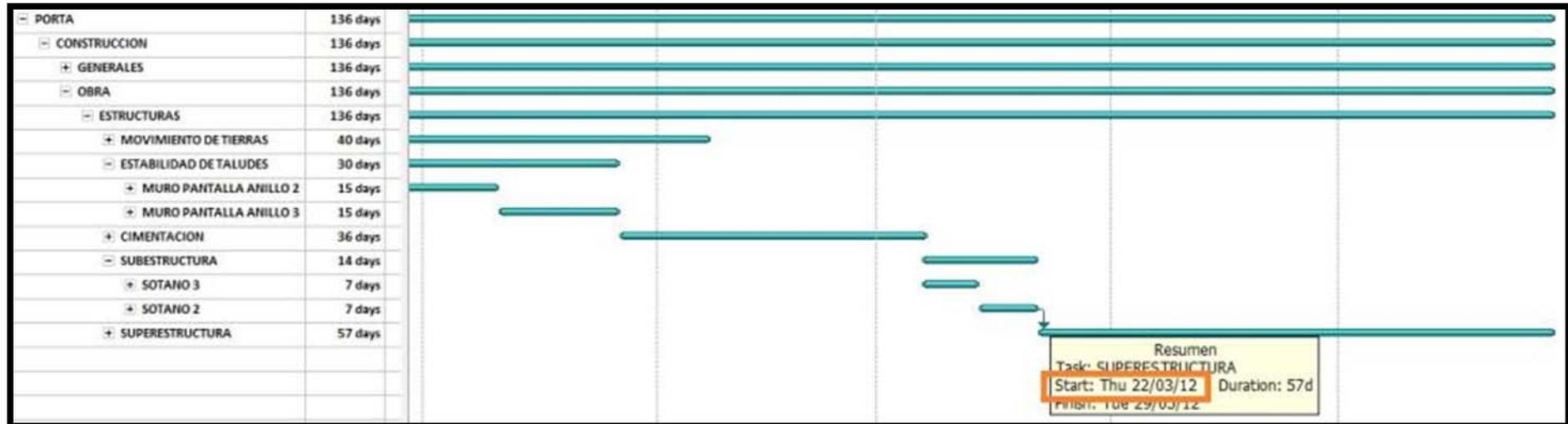


Imagen 38. Planificación maestra OBRA 1 – MUROS ANCLADOS

En la imagen 38, se puede observar que la fecha de inicio de la superestructura está planificada para el 22/03/12, 80 días después de haberse iniciado los muros anclados, lo que refleja una diferencia de 13 días ahorrados usando este procedimiento.

3.2. Considerando tres sótanos y medio

A continuación, en la imagen 39 se puede observar el corte de las calzaduras correspondientes a la obra 2. Cabe resaltar que debido a la profundidad a excavar, fue necesario considerar ocho anillos.

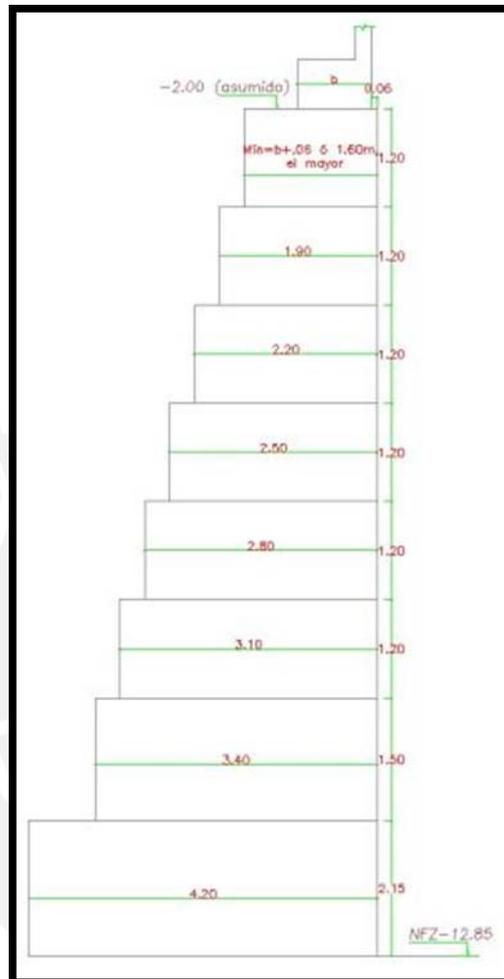


Imagen 39. Corte típico de calzaduras OBRA 2

En este caso, a diferencia del anterior, se ha considerado un incremento de dos días cada dos anillos ya que el cambio de dimensiones a medida que se avanza con los anillos es considerable, llegando a tener 4.2 metros de profundidad en el último anillo.

La velocidad de avance es similar al caso anterior, con un perímetro de 150 metros lineales aproximadamente, se necesita un avance diario alrededor de 15 metros (de siete a ocho calzaduras diarias). Sin embargo, el rendimiento baja anillos abajo y la duración de la actividad se ve afectada, según el planeamiento planteado.

Para este caso el planeamiento se planteo según el siguiente diagrama de gant:

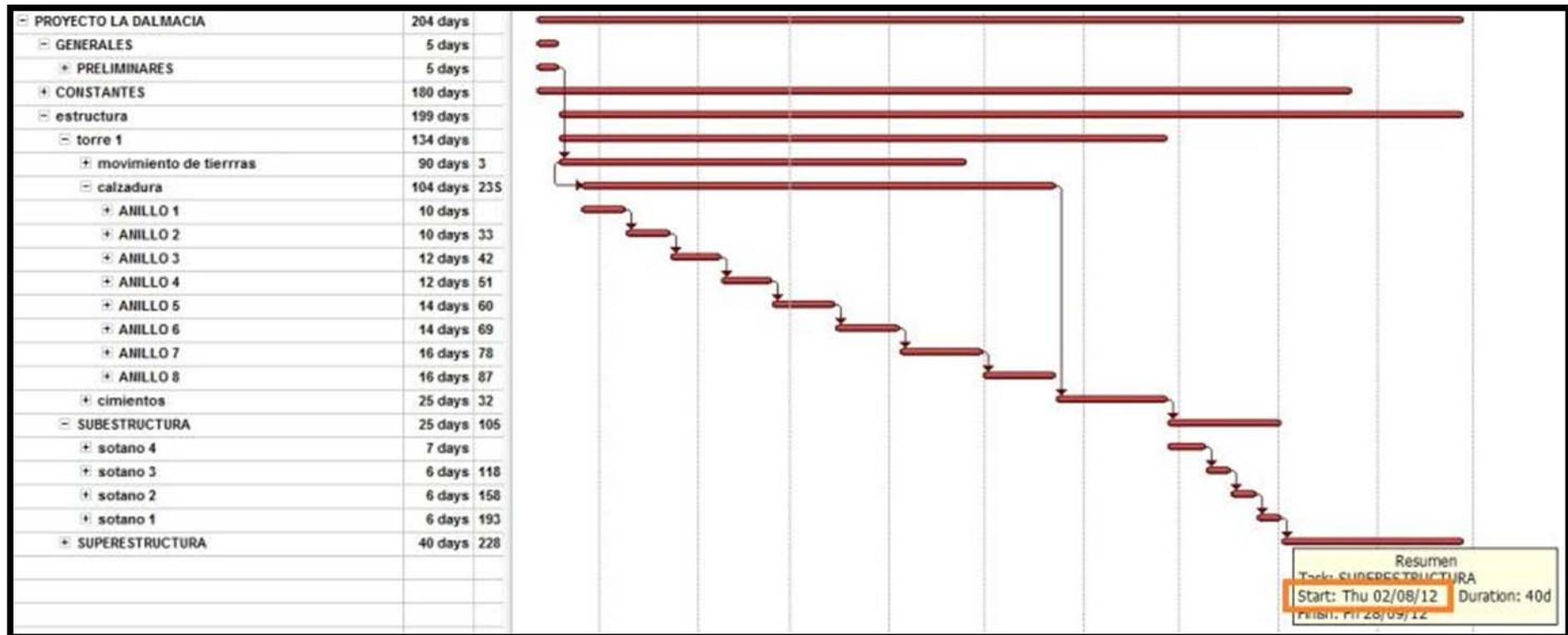


Imagen 40. Planificación maestra OBRA 2 - CALZADURAS

En este caso tenemos que la superestructura empieza el 02/08/12, 154 días después de iniciarse las calzaduras, alrededor de cinco meses empleando calzaduras.

De igual modo, se presenta nuevamente el esquema de la elevación típica de los muros anclados proyectados para este caso, se tiene:

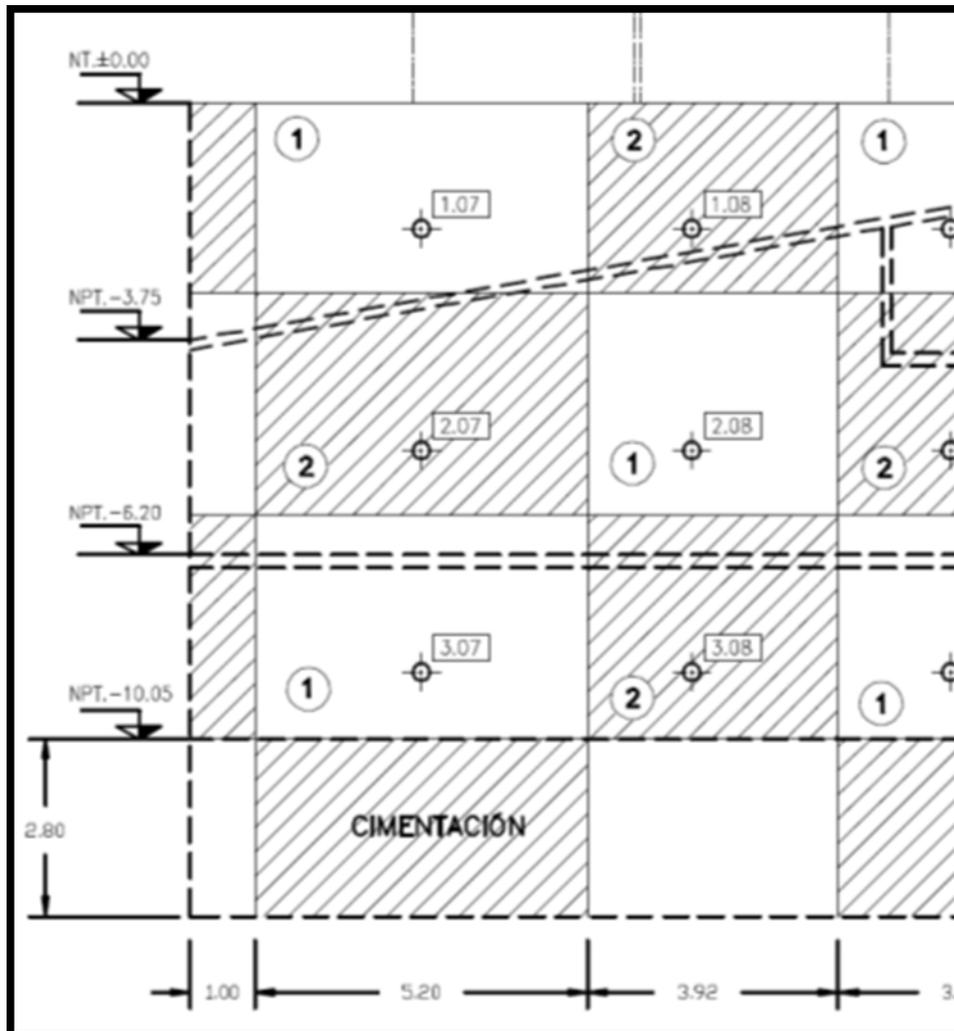


Imagen 41. Corte típico de muros anclados OBRA 2

Para este caso el planeamiento se planteo según el siguiente diagrama de gant:

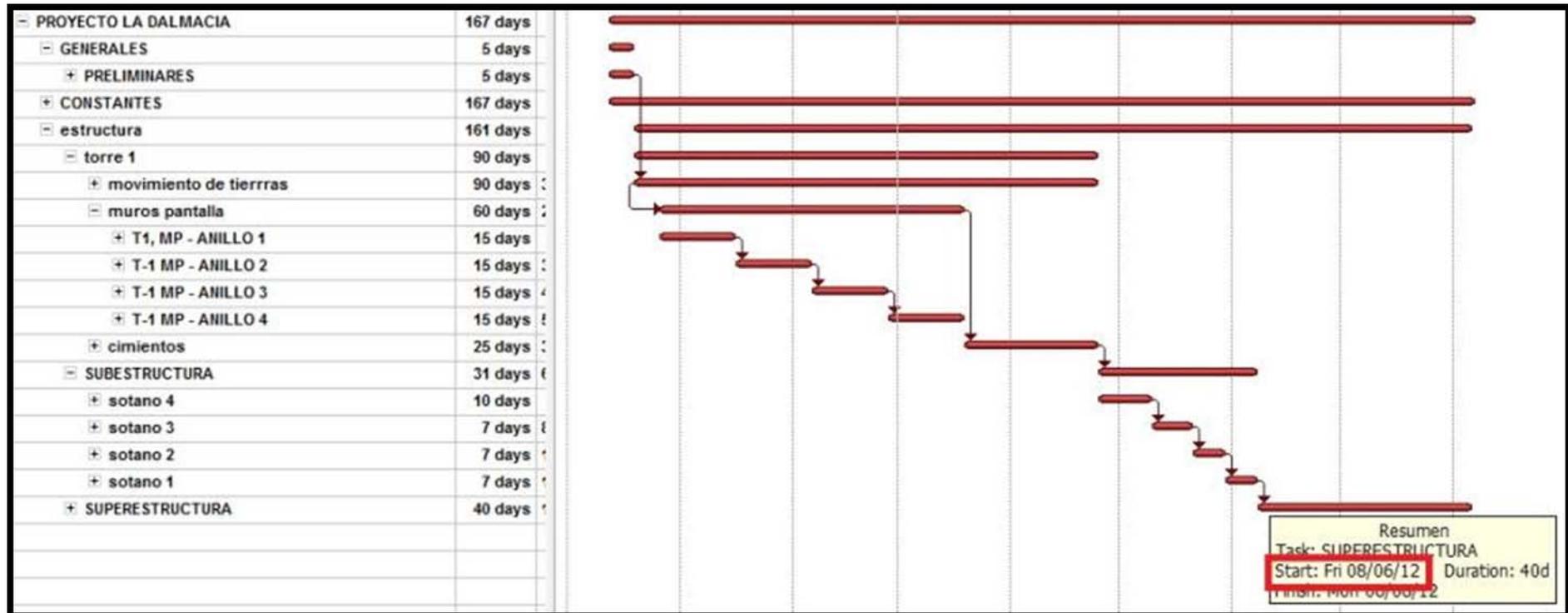


Imagen 42. Planificación maestra OBRA 2 – MUROS ANCLADOS

En ella se observa que la fecha de inicio de la superestructura es el 08/06/12, 116 días después de haber empezado los muros anclados, en comparación con las calzaduras se tiene 38 días de ahorro, este ahorro de tiempo es vital para cualquier proyecto de edificaciones y similarmente al caso anterior; por un lado se tiene un ahorro en gastos generales de más de un mes y por el otro lado, se tiene que el edificio se terminará en menos tiempo, lo que impulsaría las ventas.

En ambos casos se han planteado situaciones reales, considerando una cantidad de paños realizables y una situación en condiciones normales, las cuales han sido practicadas por la empresa en estudio.



CAPÍTULO 4

ANÁLISIS ECONOMICO

En este capítulo se analizarán las actividades que son particulares para cada caso, tanto como para calzaduras como para muros anclados. En tal sentido, para muros anclados se mostrará lo análogo que en calzaduras, esto es, el costo del anclaje, el costo adicional por el uso adicional de acero en la zona de anclaje, el costo adicional por el concreto (ya que en muros anclados el concreto a emplearse debía tener resistencias tempranas a cinco días y en calzaduras los muros de sótanos son de 210 kg/cm² a 28 días), el picado en los muros anclados para la zona de losa, entre otros.

Para este análisis se tomarán cortes de cinco metros de ancho para el primer caso y de 4.5 metros para el segundo, en ambos se variará la altura de dos a tres sótanos y medio, con ello se representará la comparación económica que se ajusta mejor al análisis planteado.

4.1. Considerando dos sótanos

CALZADURAS

Para el análisis económico, la Empresa proporcionó los análisis de precios unitarios que se muestran a continuación:

Part.	Descripción	Und.	Clasificación	Cantidad	Precio	Parcial	Total
1.00 Calzadura							
1.01	Excavación Localizada	m3					
	Excavación Localizada				Rendimiento	2.88	m3/dia
	Cuadrilla	Descripcion		Und	Cantidad	P. Unit	Parcial
		Mano de Obra					
	0.10	Capataz	mo	HH	0.278	15.2200	4.23
	1.00	Peon	mo	HH	2.778	11.9300	33.14
		Equipo / Herramientas					
		Herramientas	herramientas	%	3%		-
							37.37
1.02	Concreto	m3					
	Concreto				Rendimiento	20.00	m3/dia
	Cuadrilla	Descripcion		Und	Cantidad	P. Unit	Parcial
		Mano de Obra					
	0.10	Capataz	mo	HH	0.040	15.2200	0.61
	1.00	Operario	mo	HH	0.400	15.2200	6.09
	0.50	Oficial	mo	HH	0.200	13.2300	2.65
	5.00	Ayudante	mo	HH	2.000	11.9300	23.86
		Materiales					
		Cemento	materiales	bis	2.970	13.5593	40.27
		Hormigon	materiales	m3	0.457	27.9661	12.77
		Piedra Grande	materiales	m3	0.330	40.0000	13.20
		Equipo / Herramientas					
	1.00	Mezcladora	equipo	hm	0.050	7.0000	0.35
		herramientas (3% M.O.)	herramientas	%	3%		-
							99.79
1.03	Encofrado	m2					
	Encofrado	Nº uso de panel		40.00	Rendimiento	15.84	m2/dia
	Cuadrilla	Descripcion		Und	Cantidad	P. Unit	Parcial
		Mano de Obra					
	0.10	Capataz	mo	HH	0.051	15.2200	0.77
	1.00	Operario	mo	HH	0.505	15.2200	7.69
	1.00	Ayudante	mo	HH	0.505	11.9300	6.03
		Materiales					
		Paneles fenólicos	materiales	m2	1.000	0.8333	0.83
		Puntales 4"x4"x10ft	materiales	pie2	55.556	0.0975	5.42
	1.00	Desmoldante y curador	materiales	gal	0.03	13.2727	0.40
							21.13

Entonces los precios unitarios considerados para la actividad de calzaduras son:

PARTIDA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S. / (sin inc. IGV)
Excavación de calzaduras	M3	37.37
Encofrado de calzaduras	M2	21.13
Concreto de calzaduras	M3	99.79
Elimin. material excavado	M3	17.00

El corte para el primer análisis es el siguiente:

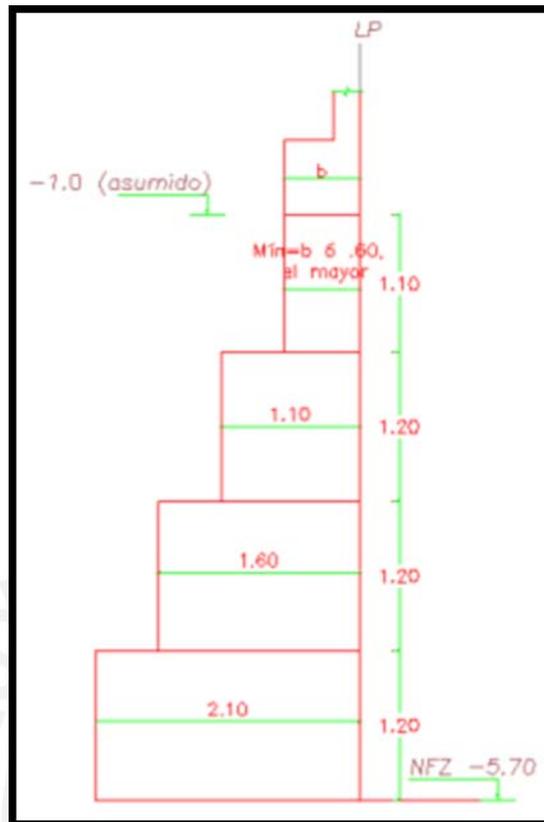


Imagen 43. Corte típico de calzada OBRA 1

Costo por cinco metros de ancho:

PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PRECIO S. / (sin inc. IGV)
Excavación de calzaduras	M3	32.1	1199.47
Encofrado de calzaduras	M2	23.5	496.53
Concreto de calzaduras	M3	32.1	3203.27
Elimin. Material exc.	M3	32.1	545.70
TOTAL	-	-	5,444.97

Por lo tanto, el monto total para el caso uno utilizando calzaduras considerando el corte mostrado es de S/. 5,444.97 (sin inc. IGV)

MUROS ANCLADOS

- Anclajes

Para este caso se tiene el siguiente presupuesto:

Partida	Descripción	CONTRACTUAL			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Movilizacion y Desmovilizacion	glb	1.00	4,600.00	4,600.00
2.00	Suministro e Instalacion de Anclajes Post tensados temporales	ml	174.40	280.00	48,832.00
COSTO DIRECTO				S/.	53,432.00

Cabe mencionar que para este caso el ancho de los paños para los muros anclados fue de cinco metros, tal como se muestra en el capítulo 1 y se tuvieron solo dos anillos de muros, de los cuales solo en el primero se utilizó anclajes y estos fueron de nueve metros de profundidad.

Por lo tanto, para efectos del presupuesto, se va a transformar las unidades de la partida de Movilización y Desmovilización a metros lineales, dividiendo el precio global entre el metrado de la partida 2.00, así se tendría:

Partida	Descripción	CONTRACTUAL			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Movilizacion y Desmovilizacion	ml	174.40	26.38	4,600.00
2.00	Suministro e Instalacion de Anclajes Post tensados temporales	ml	174.40	280.00	48,832.00
COSTO DIRECTO				S/.	53,432.00

Finalmente, bastará multiplicar cada partida por la longitud de los anclajes (9 metros) para tener el costo de un paño de cinco metros, con ello se podrá comparar con el caso de calzaduras, así tenemos:

Partida	Descripción	CONTRACTUAL			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Movilización y Desmovilización	ml	9.00	26.38	237.42
2.00	Suministro e Instalación de Anclajes Post tensados temporales	ml	9.00	280.00	2.520.00
COSTO DIRECTO				S/.	2,757.42

Por lo tanto, el monto total para el caso uno (dos sótanos) utilizando muros anclados considerando el corte de cinco metros de ancho, de igual modo que para calzaduras es de S/. 2,757.42 (sin inc. IGV), a este valor aún se tiene que añadir otros valores que se detallan a continuación.

- Acero adicional

El diseño de los muros se ve afectado por un refuerzo adicional en la zona de tensado, así como se muestra en la siguiente imagen:

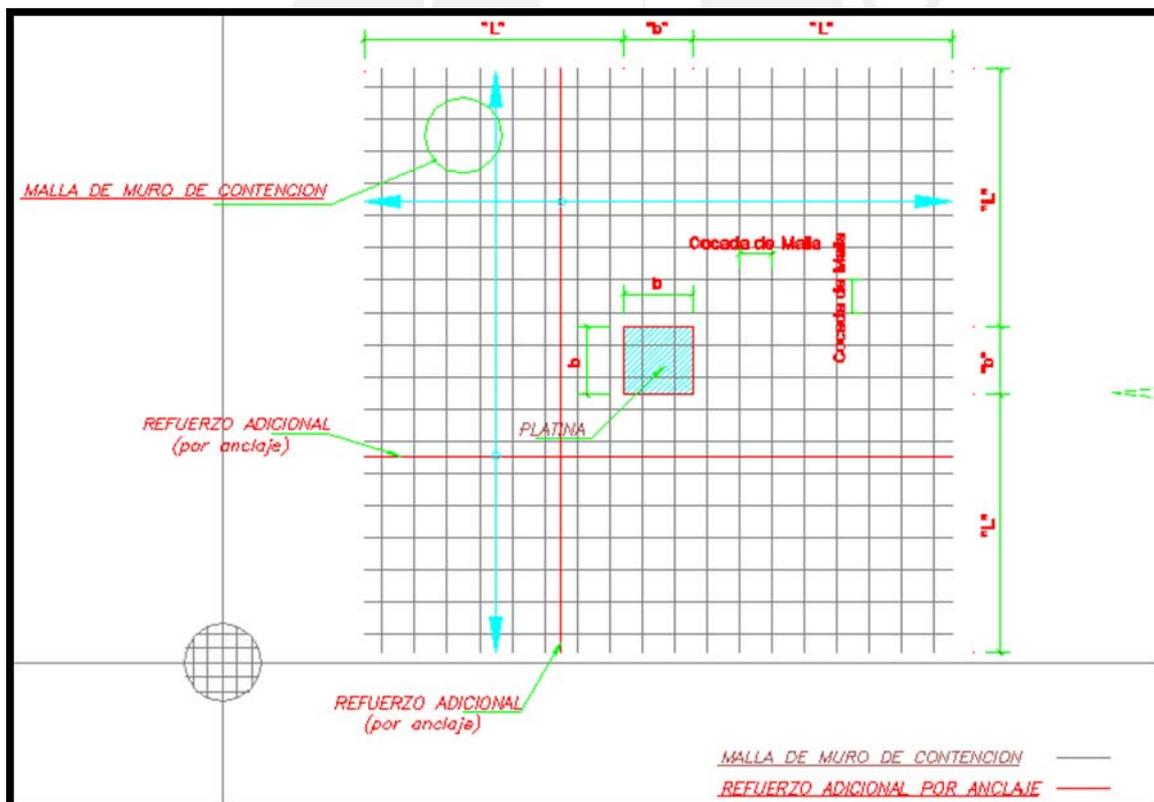


Imagen 44. Refuerzo adicional en muros anclados OBRA 1

El refuerzo es de varillas tiene un diámetro de ½" espaciados a cada 0.125 m, además, se tiene un refuerzo adicional en la unión de muros superiores con los

inferiores el cual sirve de empalme, con ello se tiene el siguiente metrado y costo adicional:

Partida	Descripción	Refuerzo adicional			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Refuerzo adicional 1/2" @ 0.125m	ml	117.04	2.46	287.66
2.00	Empalme 3/8" @ 0.25m, empalme de 0.4m	ml	16.00	1.45	23.20
COSTO DIRECTO				S/.	310.85

- Concreto adicional

El concreto usado en muros anclados tiene resistencias tempranas a cinco días, teniendo una diferencia (comparándola con el concreto normal a 28 días) en el costo de 23 nuevos soles por metro cúbico. Por lo que el adicional es:

Partida	Descripción	Adicional concreto			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Diferencia por resistencias tempranas	m3	3.75	23.00	86.25
COSTO DIRECTO				S/.	86.25

Además, se tiene que considerar el desperdicio característico de esta partida, que según datos brindados por la Empresa es de 25%, este valor considerando que los muros son de 25cm de espesor, equivale decir que se está vaciando demás 6.25cm de espesor. El resultado de este costo adicional se muestra en el siguiente cuadro.

Partida	Descripción	Adicional concreto'			
		UND	Cant.	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Anillo 1	m3	0.94	224.00	210.00
2.00	Anillo 2	m3	0.53	201.00	107.03
COSTO DIRECTO				S/.	317.03

- Adicional de escarificado en zona de losa

Existe un costo adicional de escarificar en los muros la zona donde empalma la losa, el siguiente cuadro muestra dicho costo:

Partida	Descripción	Adicional escarificado			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	HH por escarificar	HH	4.00	13.25	53.00
2.00	Martillo demoleedor eléctrico de 11 kg	HM	4.00	4.49	17.95
3.00	Andamio (1 cuerpo)	HM	4.00	0.25	1.00
COSTO DIRECTO				S/.	71.95

- Adicional de retroexcavadora para banquetas y contrafuertes

En el procedimiento para la construcción de muros anclados existe una etapa en la que se necesita una retroexcavadora para hacer un contrafuerte con terreno propio que sirve como apoyo para el encofrado, además, se usa para agilizar el retiro de las banquetas ya que son de dimensiones considerables. Por el uso de la retroexcavadora se tiene:

Partida	Descripción	Adicional por uso de retroexcavadora			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Retroexcavadora	HH	4.25	110.00	467.50
COSTO DIRECTO				S/.	467.50

- Rendimiento bajo

El rendimiento de la partida de encofrado cuando la dirección de la construcción es ascendente es mayor que cuando se realiza en dirección contraria, que viene a ser el caso de los muros anclados, la diferencia es la siguiente:

Partida	Descripción	Adicional por diferencia de rendimiento en la partida de encofrado					
		UND	Metrado	Dif. Rend. (HH/m2)	Total HH	Costo (S././HH)	Parcial S/.
1.00	Mano de obra encofrado	m2	23.5	1.72	40.42	14.5	586.09
COSTO DIRECTO							S/. 586.09

- Perfilado

Una partida adicional no contemplada en el uso de calzaduras es la partida de perfilado, en esta partida se usa básicamente HH y herramientas básicas como picos y lampas, este costo está siendo considerado por metro cuadrado de terreno, según el siguiente cuadro:

Partida	Descripción	Adicional por perfilado			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Perfilado	m2	23.50	7.13	167.56
COSTO DIRECTO					S/. 167.56

- En resumen, el costo en el caso de tener dos sótanos utilizando muros anclados, para el análisis que se está elaborando, considerando un ancho de cinco metros es el siguiente:

CONCEPTO	Parcial S. / (sin inc. IGV)
Anclajes	2,757.42
Acero adicional	310.85
Concreto adicional	403.28
Escarificado	71.95
Retroexcavadora	467.50
Dif. MO encofrado	586.09
Perfilado	167.56
TOTAL	4,764.65

4.2. Considerando tres sótanos y medio

CALZADURAS

Precios unitarios considerados para la actividad de calzaduras:

PARTIDA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S. / (sin inc. IGV)
Excavación de calzaduras	M3	37.37
Encofrado de calzaduras	M2	21.13
Concreto de calzaduras	M3	99.79
Elimin. Material excavado	M3	17.00

El corte para el primer análisis es el siguiente:

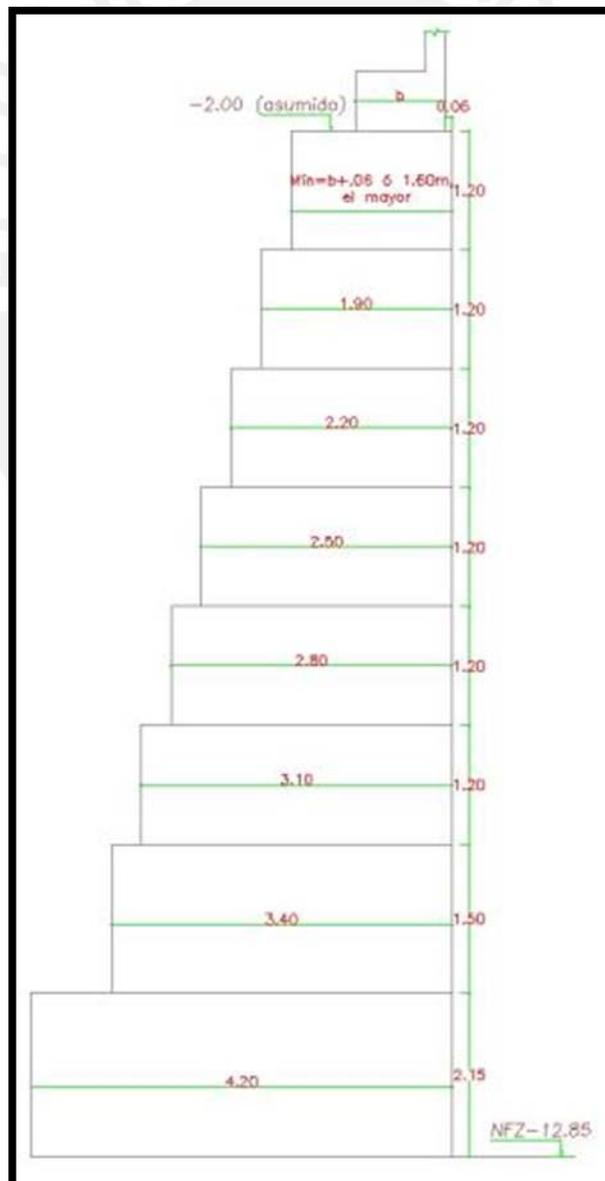


Imagen 45. Corte típico de calzada OBRA 1

En este caso consideraremos un ancho de 4.5 metros ya que es el ancho promedio de los muros anclados:

PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PRECIO S. / (sin inc. IGV)
Excavación de calzaduras	M3	117.18	4,378.63
Encofrado de calzaduras	M2	43.2	912.77
Concreto de calzaduras	M3	117.18	11,693.44
Elimin. Material exc.	M3	117.18	1,992.06
TOTAL	-	-	18,976.90

Por lo tanto, el monto total para el caso uno utilizando calzaduras considerando el corte mostrado es de S/. 18,976.90 (sin inc. IGV)

MUROS ANCLADOS

- Anclajes

Partida	Descripción	CONTRACTUAL				
		UND	# de anclajes	Metrado por anclaje	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Movilización y Desmovilización	ml	3	9.00	26.38	712.26
2.00	Suministro e instalación de Anclajes tensados temporales	ml	3	9.00	280.00	7560.00
COSTO DIRECTO					S/.	8272.26

Por lo tanto, el monto total para el caso dos (tres sótanos y medio) utilizando muros anclados considerando el corte de 4.5 metros de ancho, de igual modo que para calzaduras es de S/. 8,272.26 (sin inc. IGV), a este valor aún se tiene que añadir otros valores que se detallan a continuación.

- Acero adicional

Partida	Descripción	Refuerzo adicional				
		UND	# de anclajes	Metrado por anclaje	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Refuerzo adicional 1/2" @ 0.125m	ml	3	117.04	2.46	863.76
2.00	Empalme 3/8" @0.25m, empalme de 0.4m	ml	3	16.00	1.45	69.60
COSTO DIRECTO					S/.	933.36

- Concreto adicional

Partida	Descripción	Adicional concreto				
		UND	Concreto a 5 días (m3)	P.U. S/.	Parcial S/.	
1.00	Diferencia por resistencias tempranas	m3	11.31	23.00	260.13	
COSTO DIRECTO					S/.	260.13

Partida	Descripción	Adicional concreto'				
		UND	Cant.	P.U. S/.	Parcial S/.	
1.00	Anillos anclados	m3	2.83	224.00	633.36	
2.00	Ultimo anillo	m3	0.79	201.00	158.29	
COSTO DIRECTO					S/.	791.65

- Adicional de escarificado en zona de losa

Partida	Descripción	Adicional por escarificado				
		UND	Número de paños	Cant. Horas por paño	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	HH empleadas para escarificar	HH	3	4.00	13.25	159.00
2.00	HM de martillo demoledor de 11kg	HM	3	4.00	4.49	53.88
3.00	Andamio (1 cuerpo)	HM	3	4.00	0.25	3.00
COSTO DIRECTO					S/.	215.88

- Adicional de retroexcavadora para banquetas y contrafuertes

Partida	Descripción	Adicional por uso de retroexcavadora				
		UND	Número de paños	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Retroexcavadora	HH	3	3.80	110.00	1254.00
COSTO DIRECTO						S/. 1254.00

- Rendimiento bajo

Partida	Descripción	Adicional por diferencia de rendimiento en la partida de encofrado					
		UND	Metrado	Dif. Rend. (HH/m2)	Total HH	Costo (S./HH)	Parcial S/.
1.00	Mano de obra encofrado	m2	57.82	1.72	99.4504	14.5	1442.0308
COSTO DIRECTO							S/. 1442.031

- Perfilado

Partida	Descripción	Adicional por perfilado			
		UND	Metrado	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	Perfilado	m2	35.29	7.13	251.62
COSTO DIRECTO					S/. 251.62

- En resumen, el costo en el caso de tener dos sótanos utilizando muros anclados, para el análisis que se está elaborando, considerando un ancho de cinco metros es el siguiente:

CONCEPTO	Parcial S. / (sin inc. IGV)
Anclajes	8,272.26
Acero adicional	933.36
Concreto adicional	1,051.78
Escarificado	215.88
Retroexcavadora	1,254.00
Dif. MO encofrado	1,442.03
Perfilado	251.62
TOTAL	13,420.93

En el siguiente cuadro se aprecia un resumen de los resultados obtenidos:

<u>Análisis económico</u>	COSTO (S/.)						
	Calzaduras		Muros pantalla		Diferencia		
2 sótanos	S.	5,444.97	S.	4,764.65	S.	680.32	14%
3.5 sótanos	S.	18,976.90	S.	13,420.93	S.	5,555.97	41%

Se aprecia que a medida que se profundiza se logra un mayor ahorro utilizando muros anclados, esto debido a que los bloques de concreto en las calzaduras aumenta considerablemente. Con los valores obtenidos se puede concluir que a partir del segundo sótano resulta mejor económicamente utilizar muros anclados; en este punto empieza a crecer la diferencia a favor del uso de este procedimiento.

Los metrados considerados en este capítulo se pueden apreciar en los siguientes cuadros:

a. Considerando dos sótanos (cortes de 5 metros de largo)

a.1. Calzaduras

DATOS				CONCRETO				ENCOFRADO		RESULTADOS	
item	Descripción	Cota Sup	Cota inf	Concreto	h ml	Ancho ml	Largo ml	h ml	Perim. ml	Concreto m ³	Encofrado m ²
	CALZADURA (2 SOTANOS)										
	ANILLO 1	-1.00	-2.10	F'c=100Kg/cm ²	1.10	0.60	5.00	1.10	5.00	3.30	5.50
	ANILLO 2	-2.10	-3.30	F'c=100Kg/cm ²	1.20	1.10	5.00	1.20	5.00	6.60	6.00
	ANILLO 3	-3.30	-4.50	F'c=100Kg/cm ²	1.20	1.60	5.00	1.20	5.00	9.60	6.00
	ANILLO 3	-4.50	-5.70	F'c=100Kg/cm ²	1.20	2.10	5.00	1.20	5.00	12.60	6.00
										32.10	23.50

a.2. Muros anclados

DATOS				CONCRETO				ENCOFRADO			ACERO ADICIONAL				RESULTADOS				
item	Descripción	Cota Sup	Cota inf	Concreto	h ml	Ancho ml	Largo ml	h ml	Perim. ml	cara	Descripción	∅	# Aceros	Longitud s/emp	Concreto m ³	Encofrado m ²	3/8 ML	1/2 ML	
	MURO PANTALLA (2 SOTANOS)																		
	PAÑO 1	-1.00	-4.00	F'c=210Kg/cm ² a 5 días	3.00	0.25	5.00	3.00	5.00	1	Refuerzo 1	1/2	28	4.18	3.75	15.00		117.04	
											Refuerzo 2	3/8	40	0.40			16.00		
	PAÑO 2	-4.00	-5.70	F'c=210Kg/cm ² a 28 días	1.70	0.25	5.00	1.70	5.00	1					2.13	8.50			
															5.88	23.50	16.00	117.04	
																	8.96	116.34	

ML
KG

Totales	Concreto (m3)		Encofrado m2	Acero Kg
	a 5 días	a 28 días		
	3.75	2.13	23.50	125.30



b. Considerando tres sótanos y medio (cortes de 4.5 metros de largo)

b.1. Calzaduras

DATOS				CONCRETO				ENCOFRADO		RESULTADOS	
item	Descripción	Cota Sup	Cota inf	Concreto	h ml	Ancho ml	Largo ml	h ml	Perim. ml	Concreto m ³	Encofrado m ²
	CALZADURA (3.5 SOTANOS)										
	ANILLO 1	-2.00	-3.20	F'c=100Kg/cm ²	1.20	1.60	4.50	1.20	4.50	8.64	5.40
	ANILLO 2	-3.20	-4.40	F'c=100Kg/cm ²	1.20	1.90	4.50	1.20	4.50	10.26	5.40
	ANILLO 3	-4.40	-5.60	F'c=100Kg/cm ²	1.20	2.20	4.50	1.20	4.50	11.88	5.40
	ANILLO 4	-5.60	-6.80	F'c=100Kg/cm ²	1.20	2.50	4.50	1.20	4.50	13.50	5.40
	ANILLO 5	-6.80	-8.00	F'c=100Kg/cm ²	1.20	2.80	4.50	1.20	4.50	15.12	5.40
	ANILLO 6	-8.00	-9.20	F'c=100Kg/cm ²	1.20	3.10	4.50	1.20	4.50	16.74	5.40
	ANILLO 7	-9.20	-10.70	F'c=100Kg/cm ²	1.50	3.40	4.50	1.20	4.50	18.36	5.40
	ANILLO 8	-10.70	-12.85	F'c=100Kg/cm ²	2.15	4.20	4.50	1.20	4.50	22.68	5.40
										117.18	43.20

b.2. Calzaduras

DATOS				CONCRETO				ENCOFRADO			ACERO ADICIONAL				RESULTADOS				
item	Descripción	Cota Sup	Cota inf	Concreto	h ml	Ancho ml	Largo ml	h ml	Perim. ml	cara	Descripción	∅	# Aceros	Longitud s/emp	Concreto m³	Encofrado m²	3/8 ML	1/2 ML	
	MURO PANTALLA (3.5 SOTANOS)																		
	PAÑO 1	0.00	-3.00	F'c=210Kg/cm² a 5 días	3.00	0.25	4.50	3.00	4.50	1	Refuerzo 1	1/2	28	4.18	3.37	13.50		117.04	
											Refuerzo 2	3/8	40	0.40			16.00		
	PAÑO 2	-3.00	-6.00	F'c=210Kg/cm² a 5 días	3.00	0.25	4.50	3.00	4.50	1	Refuerzo 1	1/2	28	4.18	3.38	13.50		117.04	
											Refuerzo 2	3/8	40	0.40			16.00		
	PAÑO 3	-6.00	-10.05	F'c=210Kg/cm² a 5 días	4.05	0.25	4.50	4.05	4.50	1	Refuerzo 1	1/2	28	4.18	4.56	18.23		117.04	
											Refuerzo 2	3/8	40	0.40			16.00		
	PAÑO 4	-10.05	-12.85	F'c=210Kg/cm² a 28 días	2.80	0.25	4.50	2.80	4.50	1					3.15	12.60			
															14.46	57.82	48.00	351.12	
																	26.88	349.01	

Totales	Concreto (m3)		Encofrado m2	Acero Kg
	a 5 días	a 28 días		
	11.31	3.15	57.82	375.89



CAPÍTULO 5

SEGURIDAD

En este capítulo se utilizará la identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER) para cada una de las actividades de ambos procedimientos, con ello se podrá apreciar las diferencias existentes referentes al tema de seguridad. A continuación se explicará cómo se desarrolla el método IPER, el cual es explicado en la tesis para optar el título de ingeniero civil presentada por Carina La Madrid Ruiz Conejo cuyo tema es “Propuesta de un plan de seguridad y salud para obras de construcción”.

La identificación de peligros y evaluación de riesgos constituye uno de los elementos de la planificación de la obra. Para ello antes del inicio de los trabajos se evalúan todas las actividades que se ejecutarán durante el desarrollo de la obra, identificando los peligros asociados a cada una de ellas y valorándolos, la cual defino como “Matriz de Riesgos” donde las variables son Probabilidad y Consecuencia.

Se ha establecido un Procedimiento de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos como ejemplo, el cual se describe a continuación:

Objetivo:

- Identificar los peligros asociados a las actividades desarrolladas en la obra.
- Establecer los niveles de riesgo residual de los peligros encontrados para determinar si estos han sido reducidos a niveles tolerables, cumpliendo con las obligaciones legales nacionales y la Política de Prevención de Riesgos Laborales y de Medio Ambiente de la empresa.
- Establecer medidas de control, que permitan eliminar, disminuir o llevar el riesgo evaluado a niveles tolerables.

Alcance

Este procedimiento tiene por alcance identificar todos los peligros que se puedan encontrar dentro de las instalaciones de la obra, al realizar la evaluación de la magnitud del riesgo en función a la probabilidad de ocurrencia de un accidente y la severidad del mismo (consecuencia), con el propósito de establecer medidas de control que permitan la aceptación del riesgo.

Términos y condiciones

- **Peligro.-** Fuente o situación con potencial para producir daños de lesión en personas, equipos, materiales y procesos en general.
- **Riesgo.-** Combinación entre la probabilidad de que ocurra un evento peligroso y la magnitud de sus consecuencias.
- **Actividad.-** Conjunto de tareas que se realizan dentro de los procesos constructivos de la obra.
- **Medidas o Acciones Preventivas/correctivas.-** Acciones que se adoptan con el fin de eliminar o reducir los riesgos derivados del trabajo, dirigidas a proteger la integridad del trabajador a fin de controlar las pérdidas.

Responsabilidades

- El ingeniero de campo y el prevencionista son los Responsables de identificar los peligros y valorar los riesgos propios de las actividades que se desarrollan en obra.
- La empresa a través del coordinador de la obra verificará el cumplimiento del presente procedimiento.

Procedimiento

La Evaluación de los Riesgos se realizará de las actividades de este proyecto se realizarán de la siguiente forma:

1. Identificación del peligro:

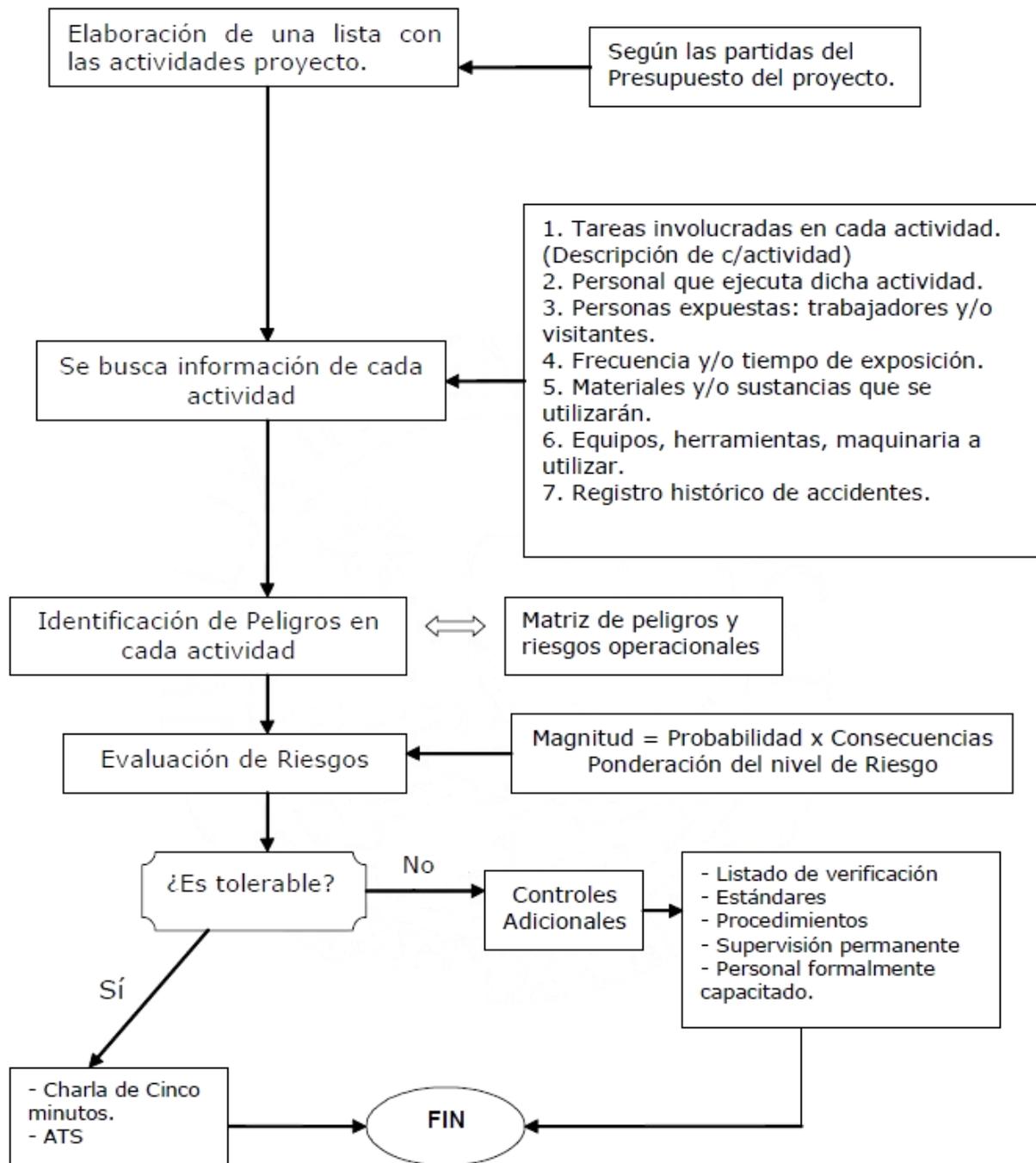
El ingeniero de campo y el prevencionista inspeccionarán las distintas áreas de trabajo y los procesos que implican la realización de cada actividad, buscando identificar los peligros asociados a todos los procesos. Siguiendo el diagrama de flujo propuesto, para ello se utilizará la “lista de peligros” y el “formato de la Matriz de identificación de peligros” (ambos se muestran más adelante).

2. Evaluación de riesgos de seguridad y salud ocupacional:

Una vez identificado cada uno de los peligros propios de cada proceso o actividad (diagrama de flujo) se procederá a llenar la matriz de evaluación de riesgos, donde

se evaluará el riesgo de los peligros de cada tarea de acuerdo a dos parámetros: consecuencia y probabilidad. Ver tablas:

FLUJO DEL ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES DE LA CONSTRUCCIÓN



La Guía Técnica de Registros del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2007) recomienda usar una matriz de valoración como la que se muestra a continuación.

Matriz de valoración:

		Consecuencias		
		Leve	Moderado	Grave
Probabilidad	Baja	1	2	3
	Media	2	4	6
	Alta	3	6	9

Clasificación del riesgo:

Magnitud	Riesgo
1	No es significativo
2	Bajo
3	Moderado
4	Medio
6	Alto
9	Muy alto

Probabilidad:

- **Baja:** El daño o la pérdida ocurrirá raras veces.
- **Media:** El daño o la pérdida ocurrirá ocasionalmente.
- **Alta:** El daño o la pérdida ocurrirán casi siempre o siempre.

Consecuencias:

- **Leve:** para daños a las personas las lesiones son leves sin días perdidos y para materiales los daños son leves a máquinas o herramientas.
- **Moderado:** para daños a las personas las lesiones son graves con días perdidos y para materiales el deterioro es total de la máquina, equipos, destrucción parcial del área.
- **Grave:** para daños a las personas las lesiones son fatales y para materiales la destrucción es del área, daños a la propiedad.

A continuación se muestra la LISTA DE PELIGROS ASOCIADOS A LOS RIESGOS DE SEGURIDAD:

IDENTIFICACION DE PELIGROS EN SEGURIDAD Y LOS RIESGOS ASOCIADOS		
Núm.	PELIGROS	RIESGOS
1	Pisos resbaladizos / disparejos	Golpes, contusiones, traumatismo, muerte por caídas de personal a nivel y desnivel
2	Caída de herramientas/objetos desde altura	Golpes, heridas
3	Caída de personas desde altura	Golpes, heridas, politraumatismos, muerte
4	Peligros de partes en maquinas en movimiento	Heridas, golpes
5	Herramienta, maquinaria, equipo y utensilios defectuosos	Heridas, golpes, cortaduras
6	Máquinas sin guarda de seguridad	Micro traumatismo por atrapamiento, cortes, heridas, muertes
7	Equipo defectuoso o sin protección	Micro traumatismo por atrapamiento, cortes, heridas, muertes
8	Vehículos en movimiento	Golpes, heridas, politraumatismo, muerte
9	Pisada sobre objetos punzocortantes	Heridas punzocortantes
10	Proyecciones de materiales objetos	Golpes, heridas, politraumatismos, muertes
11	Equipo, maquinaria, utensilios en ubicación entorpecen	Golpes, heridas
12	Atrapamiento por o entre objetos	Contusión, heridas, politraumatismos, muerte
13	Golpe o caída de objetos en manipulación	Contusión, heridas, politraumatismos, muerte
14	Golpes con objetos móviles e inmóviles	Contusión, heridas, politraumatismos, muerte
15	Falta de señalización	Caídas, golpes
16	Falta de orden y limpieza	Caídas, golpes
17	Almacenamiento inadecuado	Caída, golpes, tropiezos
18	Superficies de trabajo defectuosas	Caída a un mismo nivel, golpes, contusiones
19	Escaleras, rampas inadecuadas	Caída a diferente nivel, golpes, contusiones
20	Andamios inseguros	Golpes, politraumatismos, contusiones, muerte
21	Apilamiento inadecuado sin estiba	Golpes, politraumatismos, contusiones
22	Cargas o apilamientos inseguros	Golpes, politraumatismos, contusiones
23	Alturas insuficientes	Golpes
24	Vías de acceso	Tropezones, golpes, tropiezos
25	Contactos eléctricos directos	Quemaduras, asfixia, paros cardíacos, conmoción e incluso la muerte. Traumatismo como lesiones secundarias
26	Incendios eléctricos	Quemaduras, asfixia, paros cardíacos, conmoción e incluso la muerte. Traumatismo como lesiones secundarias, pérdidas materiales
27	Fuego y explosión de gases, líquidos y sólidos o combinados	Intoxicaciones; asfixia, quemaduras de distintos grados; traumatismos; la muerte
28	Sismo	Traumatismo, politraumatismo, muerte
29	Disturbios sociales (marchas, protestas, robos)	Traumatismo, politraumatismo

Fuente: Material del curso Seguridad y Salud en la Construcción, Xavier Brioso, 2005

Y en la siguiente se muestra la LISTA DE PELIGROS ASOCIADOS A LOS RIESGOS EN SALUD:

Núm.	IDENTIFICACION DE PELIGROS EN SALUD Y LOS RIESGOS ASOCIADOS	
1	Ruido	Sordera ocupacional
2	Vibración	Falta de sensibilidad en las manos
3	Iluminación	Fatiga visual
4	Radiaciones ionizantes y no ionizantes	Daño a los tejidos del cuerpo, quemaduras
5	Humedad	Resfrío, enfermedades respiratorias
6	Ventilación	Incomodidad, asfixia
7	Polvos	Neumoconiosis, asfixia, quemaduras, alergias, asma, dermatitis, cáncer, muerte
8	Humos	Neumoconiosis, asfixia, alergias, asma, cáncer, muerte
9	Humos metálicos	Neumoconiosis, asfixia, alergia, asma, cáncer
10	Neblinas	Neumoconiosis, asfixia, alergia, asma, cáncer
11	Sustancias que pueden causar daño por inhalación (gases, polvos, vapores)	Neumoconiosis, asfixia, alergia, asma, cáncer
12	Sustancias toxicas que puedan causar daños si se ingieren	Intoxicación, asfixia, muerte, cáncer
13	Sustancias que lesionan la piel y absorción	Quemaduras, alergias, dermatitis, cáncer
14	Bacterias	Infecciones, reacciones alérgicas
15	Hongos	Infecciones, reacciones alérgicas, micosis
16	Posturas inadecuadas (cuello, extremidades, tronco)	Tensión muscular, dolor de cuello en región cervical
17	Sobreesfuerzos (cargas, visuales, musculares)	Inflamación de tendones, hombro, muñeca, mano
18	Movimientos forzados	Tensión muscular, inflamación de tendones
19	Carga de trabajo: presión, excesos, repetitividad.	Insomnio, fatiga mental, trastornos digestivos, trastornos cardiovasculares

Fuente: Material del curso Seguridad y Salud en la Construcción, Xavier Brioso, 2005

Lo mostrado en este capítulo servirá para analizar cada procedimiento, para ello se ha comenzado por identificar en cada caso todas las actividades involucradas, en los siguientes puntos se desarrolla el análisis aplicativo.

Actividad	Peligros																																					
	Alta presión	Atravesamientos	Atropello	Caida de estructuras existentes	Caida de objetos	Caidas a elevavel	Caidas a nivel	Caidas de altura	Contacto con energia eléctrica	Contacto con sustancias nocivas	Contacto con temperaturas extremas	Corrus	Choques	Delincuencia	Demuntes	Estrés térmico	Explosión	Falta de capacitación	Falta de oxígeno	Golpes	Inhalación de sustancias nocivas	Incidio	Instrucciones	Ingestión de sustancias nocivas	Inundaciones	Intoxicación de animales	Picadura de insectos	Proyección de partículas	Radiación	Resbalares	Ruido	Sobreesfuerzos	Tensión psicológica	Tropiezos	Vibraciones	Volcanuras		
Excavación masiva		6	6												6																							
Excavación de calzada		9		6											9					6																		
Encofrado de calzada					3						3		6							4			1						3		3			6				
Vadado de calzada					1	4		6	2																			2					9		3	4		
Desencofrado					4																							3						3				

Matriz de peligros 02 - CALZADURAS

Los valores designados en el cuadro anterior se pueden apreciar en el ANEXO 01.

Después de obtener todos los resultados se tienen que tomar medidas preventivas como las que se muestran a continuación:

MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS

En Seguridad:

Código	Requisitos	Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo
001	“Procedimientos de trabajo”	X	X	
002	“Permisos de Trabajo”	X		
003	“Supervisión Permanente”	X		
004	“Equipos de protección personal específicos”	X	X	X
005	“Equipos, implementos y herramientas especiales”	X	X	X
006	“Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo”	X	X	X
007	“Capacitación en cursos básicos en Seguridad, Salud y Medio Ambiente “	X	X	X
008	“Capacitación en el Plan Contingencias”	X	X	X
009	Capacitación de 5 minutos.	X	X	X
010	AST	X	X	
011	Procedimientos de trabajo	X	X	
012	Entrenamiento del personal	X		
013	Supervisión de campo	X		
014	Simulacros	X		

FUENTE: Adaptación del Texto Guía del Diplomado de Prevención de Riesgos Laborales en la Industria de la Construcción

Como se puede apreciar las actividades con mayor riesgo son las de excavación masiva y la de excavación de calzadura, esta última no solo es la actividad más peligrosa sino que como se ha visto a lo largo de la historia de la construcción en el Perú, esa es una de las actividades de la construcción que más tragedias ha tenido.

Con respecto a las demás actividades se observa que existen peligros pero que no son de alto riesgo y que no generarían mayores problemas en la obra si se lleva un buen control de los trabajos, haciendo uso adecuado de EPI, capacitaciones de prevención y con un buen plan de seguridad en la obra.

Activida	Peligros																																			
	Alta presión	Atropellos	Atropello	Caida de estructuras existentes	Caida de objetos	Caidas a nivel	Caidas a nivel	Caidas de altura	Contacto con energía eléctrica	Contacto con sustancias nocivas	Contacto con temperaturas extremas	Corros	Choques	Dallincuencia	Dammbras	Estrés térmico	Explosión	Falta de capacitación	Falta de oxígeno	Gotas	Inhalación de sustancias nocivas	Incendio	Inmersiones	Ingestión de sustancias nocivas	Inundaciones	Mordedura de animales	Picadura de insectos	Proyección de partículas	Radiación	Rasclomas	Ruido	Sobreesfuerzos	Tensión psicológica	Tropismos	Vibraciones	Voleaduras
Evacuación masiva		6	6												6																6					
Perforación		4	6						6				4		2		4					3		2				9		6			4	6		
Inyección								4								1													2							
Perfilado		6		6											9		6															4				
Colocación de fierro				4	6		6					6							4		4		2							4						
Encofrado				4					3		6							4			1						3	3		6						
Vaciado de muro				4	6		6	4											2										4				6			
Desencofrado				4																							3					3				
Tansado								4																						4						

Matriz de peligros 02 – MUROS ANCLADOS

Los valores designados en el cuadro anterior se pueden apreciar en el ANEXO 02.

En este caso se observa que la partida de muros anclados presenta mayor número de actividades pero esa característica no hace que el procedimiento sea más peligroso o de mayor riesgo.

Similarmente a calzaduras, en muros anclados las actividades más peligrosas son excavación masiva, perforación y perfilado; en este caso la actividad de perforación es la crítica debido al ruido generado, a las vibraciones producidas, proyección de partículas, contacto con sustancias nocivas y atropello. Sin embargo, como se ha observado en las obras estudiadas, las empresas que se encargan de las perforaciones saben resguardar correctamente a sus trabajadores haciendo que el uso de EPI adecuado y procedimientos correctos esté presente en todos sus trabajadores.



CAPÍTULO 6

IMPACTO EN VIVIENDAS ALEDAÑAS

En este capítulo se analizará las consecuencias que se tiene al usar cada proceso, estas consecuencias se enfocarán de dos puntos, el primero causado por los trabajos durante el proceso constructivo y el segundo generado en un futuro, asumiendo que la vivienda aleadaña construirá un edificio con igual cantidad de sótanos.

6.1. Impacto debido a la construcción

En ambos casos el impacto en viviendas aleadañas debido al proceso constructivo es considerable, sobre todo porque es difícil evitar asentamientos que generen fisuras en las paredes vecinas; por otro lado, la falta de conocimiento acerca de los procesos constructivos y las evidencias de fisuras en sus viviendas generan reacciones negativas y malos entendidos con la empresa constructora.

En las leyes no está claro el tratamiento que se le debe dar a este tema, en la etapa de licencias la Ley 29090 con modificatoria menciona brevemente un requisito referente a los vecinos. Así se tiene:

En primer lugar en el Artículo 10 se define los tipos de modalidades:

“Para la obtención de las licencias de habilitación o de edificación existen cuatro (4) modalidades:

1. Modalidad A: Aprobación automática con firma de profesionales

Para obtener las licencias reguladas por la presente Ley mediante esta modalidad, se requiere la presentación ante la municipalidad competente de los requisitos establecidos en la presente Ley y los demás que establezca el Reglamento. El cargo de ingreso constituye la licencia, previo pago de la liquidación respectiva, y a partir de este momento se pueden iniciar las obras.

Pueden acogerse a esta modalidad:

a. La construcción de una vivienda unifamiliar de hasta 120m² construidos, siempre que constituya la única edificación en el lote.

b. La ampliación de una vivienda unifamiliar, cuya edificación original cuente con licencia de construcción o declaratoria de fábrica, y la sumatoria del área construida de ambas no supere los 200m².

c. La remodelación de una vivienda unifamiliar, siempre que no implique modificación estructural, cambio de uso o aumento de área construida.

d. La construcción de cercos de más de 20 m de longitud, siempre que el inmueble no se encuentre bajo el régimen en que coexistan secciones de propiedad exclusiva y propiedad común.

e. La demolición total de edificaciones menores de cinco (5) pisos de altura, siempre que no requiera el uso de explosivos.

f. Las ampliaciones consideradas obras menores, según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

g. Las obras de carácter militar de las Fuerzas Armadas y las de carácter policial de la Policía Nacional del Perú, así como los establecimientos de reclusión penal, los que deben ejecutarse con sujeción a los Planes de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

En la presente modalidad, no están contempladas las edificaciones que constituyan parte integrante del Patrimonio Cultural de la Nación declaradas por el INC.

No están incluidas en esta modalidad las edificaciones señaladas en los literales a., b., c., d. y f. que requieran la ejecución de sótanos o semisótanos o una profundidad de excavación mayor a 1.50 m, colindantes con edificaciones existentes. En dicho caso, debe tramitarse la licencia de edificación bajo la Modalidad B.

2. Modalidad B: Con firma de profesionales responsables

Para obtener las licencias reguladas por la presente Ley mediante el procedimiento con firma de profesionales responsables, se requiere la presentación, ante la municipalidad competente, del Formulario Único acompañado de los requisitos establecidos en la presente Ley.

El cargo de ingreso constituye una licencia temporal que permite, a partir de ese momento, iniciar las obras preliminares.

La municipalidad cuenta con un plazo de hasta quince (15) días útiles para la verificación administrativa del expediente en los supuestos de edificaciones; y, de veinte (20) días para el supuesto de habilitaciones urbanas; así como de los otros requisitos que establece el Reglamento respectivo para garantizar la idoneidad y correcta ejecución del proyecto. Después de la verificación sin observaciones, se otorga la licencia definitiva que autoriza la continuación de la ejecución de las obras de habilitación urbana o de edificación.

Pueden acogerse a esta modalidad:

a. Las habilitaciones urbanas de unidades prediales no mayores de cinco (5) ha, que constituyan islas rústicas y que conformen un lote único, siempre y cuando no esté afecto al Plan Vial Provincial o Metropolitano.

b. Las habilitaciones urbanas de predios que cuenten con un planeamiento integral aprobado con anterioridad

c. Las edificaciones para fines de vivienda unifamiliar, multifamiliar o condominios de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar no mayores a cinco (5) pisos y que no superen los 3000 m² de área construida.

d. Las obras de ampliación o remodelación de una edificación existente, con modificación estructural, aumento de área construida o cambio de uso. Asimismo, las demoliciones parciales.

e. La construcción de cercos en que el inmueble se encuentre bajo el régimen en que coexistan secciones de propiedad exclusiva y propiedad común.

En la presente modalidad, no están contempladas las habilitaciones urbanas y edificaciones que constituyan parte integrante del Patrimonio Cultural de la Nación declaradas por el Instituto Nacional de Cultura (INC).”

Para nuestros casos de estudio la modalidad es la B, para ella en el Artículo 25 se dice lo siguiente acerca de los requisitos:

“Los requisitos para solicitar una licencia de edificación, que conforman el expediente, son los siguientes:

Para la Modalidad B:

a. Formulario Único, debidamente suscrito por el solicitante y los profesionales responsables.

- b. Copia literal de dominio expedida por el Registro de Predios.*
- c. En el caso de que quien solicite la licencia no sea el propietario del predio, debe acreditar la representación del titular.*
- d. En los casos de persona jurídica, se acompaña la vigencia del poder correspondiente.*
- e. Certificado de parámetros urbanísticos y edificatorios.*
- f. Certificado de factibilidad de servicios para obra nueva de vivienda multifamiliar o fines diferentes al de vivienda.*
- g. Documentación técnica compuesta por planos de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y otras, de ser el caso. Se debe presentar como parte de los planos de proyecto de estructuras, según sea el caso, el plano de sostenimiento de excavaciones, de acuerdo con lo establecido en el artículo 33° de la Norma E 050 del Reglamento Nacional de Edificaciones acompañado de la memoria descriptiva que precise las características de la misma, además de las edificaciones colindantes indicando el número de pisos y sótanos, complementando con fotos; asimismo, el estudio de mecánica de suelos, de acuerdo a las características de las obras y según los casos que establece el Reglamento. Esta documentación debe ser presentada en original y una (1) copia impresa.*
- Se adjunta, asimismo, la Póliza CAR (Todo Riesgo Contratista), o el seguro de accidentes contra terceros según las características de la obra a ejecutarse de acuerdo a lo que establece el Reglamento, con una cobertura por daños materiales y personales a terceros, como complemento al Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo según la Ley núm. 26790, Ley de Modernización de la Seguridad Social en Salud. La póliza debe estar vigente durante todo el período de ejecución de la obra y es exigida por la municipalidad el día previo al inicio de las obras. En los casos de remodelación, ampliación o demoliciones parciales, se exigirá la declaratoria de edificación.*
- h. Boletas de habilitación de los profesionales que suscriben la documentación técnica señalada en el literal g.*
- i. Comprobante de pago de licencia de edificación.”*

Como se puede apreciar las licencias son otorgadas cumpliendo con los requisitos mencionados y ello involucra una licencia para realizar lo que se ha presentado en los planos. Un grupo de ellos son los planos de sostenimiento donde se muestra el procedimiento constructivo a utilizar, en ambos casos (calzaduras y muros anclados) la municipalidad autoriza (al otorgar la licencia) que el constructor invada la propiedad vecina para poder realizar lo que se manifiesta en dichos planos.

Lo mencionado anteriormente no es una justificación para realizar los trabajos sin conocimiento de cada vecino ya que ello involucraría problemas legales que perjudicarían la buena relación necesaria entre el vecino y la empresa constructora.

6.1.1. Calzaduras

Como problemas principales en este tipo de procedimiento se tienen las fisuras, estas se presentan a lo largo de todo el proceso y continúan apareciendo en los primeros meses del casco.

El ingeniero Antonio Blanco sobre las fisuras en viviendas aledañas comenta:

“Las calzaduras son muros de contención en voladizo y como tales tienen desplazamientos laterales en la parte superior (giro).

Estos giros y deformaciones son las que activan el empuje y son los que originan una fisura o grieta de tracción en el piso del vecino, paralela a la calzada.

También es factible la ocurrencia de asentamientos verticales, sea por los efectos de retracción del concreto de la calzada o por un mal llenado de alguno de los segmentos. Esto produce que en los muros del inmueble vecino, ubicados perpendicularmente a la calzada se puedan producir fisuras diagonales que indican que el extremo más cercano a la calzada se ha asentado.”¹

En el proceso constructivo se suelen tomar medidas preventivas como la de apuntalar los muros por ambas caras en caso sea posible, sobre todo aquellos muros que muestran poca resistencia al no contar con columnas de amarre o cuando estas columnas están muy separadas.

Por otro lado, se tiene la ventaja de ser un procedimiento silencioso ya que no utiliza ninguna máquina ni equipo que genere ruidos molestos, salvo la mezcladora que, a comparación de otros equipos de construcción, causa menor molestia en los vecinos.

Sin embargo, existe un punto crítico generado por la invasión a la propiedad vecina, como se aprecia en los cortes mostrados, la calzadura está ubicada exactamente debajo de la propiedad vecina. Este aspecto suele ser mal manejado por la empresa constructora y de la cual cualquier vecino se puede apoyar para hacer una demanda y paralizar la obra.

Por ello es indispensable generar desde el inicio del proyecto una buena comunicación con todos los vecinos y es en esa etapa donde el constructor debe procurar agrupar la documentación necesaria para cubrirse ante cualquier queja. Se recomienda tener un archivo fotográfico firmado por ambas partes en el cual la empresa constructora se compromete a dejar los ambientes aledaños tal cual han sido encontrados; además, se debe contar con la aprobación vecinal para poder ejecutar trabajos debajo de su propiedad. Todos estos documentos deben ser firmados por el propietario del inmueble respectivo.

6.1.2. Muros anclados

El panorama en este caso es ligeramente diferente, la experiencia peruana indica que las fisuras suelen ser menores que en el caso anterior; sin embargo, la molestia por este factor tiene el mismo impacto que en el caso de las calzaduras, la molestia generada y el temor de los propietarios se mantiene.

Las medidas a tomar no varían del caso previo, se tiene que reforzar y tener cuidado con todos los muros aledaños que no presenten buen diseño estructural.

Además, existe un factor que genera incomodidad constante en los vecinos debido al ruido de toda la maquinaria empleada para este procedimiento, además de las vibraciones que se generan en la zona de trabajo. Con ello se puede decir que este procedimiento a comparación con el de calzaduras es mucho más ruidoso e incómodo para las personas que viven a los alrededores.

Similarmente al caso anterior, también hay un caso de invasión a la propiedad, esto ocurre al introducir los cables para tensar en la zona perforada, estos cables atraviesan por lo general diez metros por debajo de las edificaciones vecinas, incurriendo en una invasión a la propiedad ajena.

Es por ello que se recalca un tema de comunicación entre la constructora y los vecinos. Las recomendaciones son las mismas que en el caso anterior.

6.2. Impacto futuro

En este punto se asumirá que el propietario de alguna edificación vecina decide construir un edificio de similares características a los que se vienen analizando, en especial el número de sótanos, y se podrán ver los inconvenientes y las ventajas para cada caso.

6.2.1. Calzaduras

Por parte del procedimiento de calzaduras el impacto en el futuro es negativo, ya que se está dejando grandes bloques de concreto dentro del terreno en el cual se levantará un edificio similar, esto generaría un gasto adicional en la etapa de excavación masiva debido a que no es lo mismo eliminar material suelto que grandes bloques de concreto, además al no poder extraer todo el bloque entero se tiene que proceder a la demolición con el uso de martillos eléctricos u otros similares.

Por otro lado, se tiene la ventaja de que el futuro constructor ya no realizará ninguna calzada ni tampoco hará uso de muros anclados ya que en este caso el terreno ya no necesitará estabilizarse.

Este punto puede servir de apoyo para transmitir a los vecinos, asegurando que la presente construcción finalmente será un ahorro para él en el futuro.

A continuación se presenta un costo aproximado de la demolición de la calzada encontrada:

Partida	Descripción	PARA 2 SOTANOS (POR TRAMO ANALIZADO)			
		UND	CANT	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	DEMOLICION DE CALZADURA	m3	32.1	17.20	552.12
COSTO DIRECTO				S/.	552.12

Partida	Descripción	PARA 3.5 SOTANOS (POR TRAMO ANALIZADO)			
		UND	CANT	P.U. S/.	Parcial S/.
1.00	DEMOLICION DE CALZADURA	m3	117.18	17.20	2,015.50
COSTO DIRECTO				S/.	2,015.50

6.2.2. Muros anclados

En este procedimiento el panorama es más favorable ya que no se dejan grandes bloques de concreto sino cables rodeados de mortero el cual no es mayor molestia para eliminar, por el contrario ese cable puede ser revendido a cualquier reciclador de fierro lo que generaría un pequeño alivio económico en los gastos menores.

Para cualquier caso existe un ahorro al no tener que estabilizar el talud ya que existe el edificio construido pero dicho ahorro disminuiría en caso la estabilización se haya realizado con calzaduras, según las proporciones estimadas en el punto anterior.



CAPÍTULO 7

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Como se ha podido apreciar, se ha analizado la comparación entre muros anclados y calzaduras desde varios enfoques, así tenemos:

En primer lugar, el procedimiento para utilizar anclajes utiliza una tecnología más compleja que en el caso de las calzaduras, por resumir se tiene una máquina perforadora, una inyectora, una tensadora y un grupo electrógeno; por el otro lado, se tiene simplemente una mezcladora de concreto.

Este hecho hace que utilizar muros anclados esté bajo el mando de personal bien calificado y que conozca a cabalidad todo el procedimiento, en el medio existen varias empresas que asesoran a constructoras nuevas para iniciarlas en el uso muros anclados por lo que deja de ser un impedimento o un obstáculo desconocer del tema.

En segundo lugar, en el capítulo 3 se pudo apreciar que a medida que aumentan los anillos o el número de sótanos, el ahorro en tiempo de ejecución disminuye si se utilizan muros anclados, este resultado se complementa con el siguiente ya que entre ambos se resume el ahorro principal de la utilización del procedimiento ya mencionado. Según el estudio realizado en esta tesis se tiene que para dos sótanos si se decide utilizar calzaduras se tomará 16% más de tiempo que empleando el otro método y para el caso de 3.5 sótanos el resultado se eleva a 33%.

En tercer lugar, se tiene el aspecto económico que según el análisis, resulta más barato emplear muros anclados y con mayor diferencia a partir del tercer sótano (es importante aclarar que la conclusión no aplica para edificios con un solo sótano). Esta conclusión es una de las principales de este estudio ya que para la mayoría de los casos usar o dejar de usar un método constructivo se rige por su costo y según los resultados que se tiene del capítulo 4 utilizar calzaduras genera un costo más elevado, en este sentido se recomienda utilizar el procedimiento de muros anclados.

En números tenemos que para el caso de dos sótanos el procedimiento de calzaduras es 14% más caro que el de muros anclados y para el caso de 3.5 sótanos este valor se eleva hasta 41% de ahorro; además para mejorar aún más este análisis se puede agregar el ahorro en gastos generales al utilizar muros anclados, con estos resultados se puede concluir que a mayor profundidad el procedimiento resulta tener aún mayor diferencia.

Por otro lado, como procedimiento, emplear calzaduras resulta ser más riesgoso para la ocurrencia de accidentes conforme sea más profundo, esto quiere decir que dejar de hacer o hacer mal alguna parte del procedimiento se puede desencadenar en algún derrumbe los cuales son una de las principales razones de muertes en construcción.

Sin embargo, el procedimiento de muros anclados también presenta cierto riesgo, ya que al tener dentro de sus etapas el movimiento de tierras y el uso de maquinaria pesada podría generar accidentes de igual magnitud que en el caso anterior por lo que las recomendaciones de seguridad mencionadas en el capítulo respectivo tienen la misma intensidad e importancia.

Finalmente; en el tema de los vecinos se tiene que las molestias son parecidas en ambos casos, ya sea por el polvo, el ruido o las fisuras. Se podría decir que para tener buenos resultados con los vecinos se tiene que emplear muy bien los métodos constructivos que generen la menor cantidad de fisuras, respetar los horarios y tener una muy buena comunicación con todos ellos. Además, el constructor deberá revisar antes todos los ambientes de los vecinos y con mayor énfasis los muros colindantes a la obra, hacer un registro con fotografías y elaborar un documento firmado por ambas partes donde se muestre el estado real de las viviendas aledañas, todo ello con la finalidad de evitar problemas legales futuros.

Por otro lado, el vecino deberá estar informado de los beneficios que genera la construcción, sobre todo el uso de muros anclados o calzaduras. Se puede decir que su suelo se revaloriza ya que el vecino cuando quiera hacer un edificio nuevo en su propiedad (que probablemente tenga las mismas características del edificio en construcción) o quiera vender su casa como terreno puede argumentar que en la zona colindante ya no será necesario ningún elemento de sostenimiento lo que equivale a un ahorro sustancial estimado en la presente tesis.

CAPÍTULO 8

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. **Norma Técnica de Edificaciones E.050 “Suelos y cimentaciones”**
Reglamento Nacional de Edificaciones
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y SENCICO
Lima, 2006
2. **Decreto de alcaldía N° 005**
Municipalidad de San Isidro
Lima, 201
3. **Muros anclados de concreto armado: solución alternativa para excavaciones profundas en la ciudad de Lima**
Coll Calderón, Jorge
Lima, 1996
4. **Propuesta de un plan de seguridad y salud para obras de construcción**
La Madrid Ruiz Conejo, Carina
Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil
Disponible en la Hemeroteca FACI-PUCP
Lima, 2008
5. **Ley N° 29090**
Ley de regulación de habilitaciones urbanas y de edificaciones
Congreso de la República
Lima, 2007
6. **Proceso constructivo de una edificación con sótano utilizando calzaduras**
Delgado Contreras, Genaro
Disponible en es.scribd.com
Lima, 2011
7. **Proceso constructivo de una edificación con sótano utilizando muros anclados**
Delgado Contreras, Genaro
Disponible en es.scribd.com

Lima, 2011

8. Conferencia sobre calzaduras

Antonio Blanco Blasco Ingenieros EIRL

Disponible en es.scribd.com

Lima, 2008

9. Sistemas de estabilización del terreno para el caso de excavaciones de edificios con sótanos: caso especial de muros anclados

Ramos Rugel, Maritza

Antonio Blanco Blasco Ingenieros EIRL

Disponible en www.asocem.org.pe

Lima, 2010

10. Revista COSTOS – Enero 2012 GRUPO S10

Edición 214. Lima, 2012

