

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



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA
“VILLA SOL” - LOS OLIVOS
PROCESO CONSTRUCTIVO DE PLACAS MEDIANTE EL
SISTEMA DE ENCOFRADO AUTO TREPANTE**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALEX JOSE SIERRA CORDOVA

Lima- Perú

2011

INDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE SIMBOLOS Y DE SIGLAS	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO I RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	
1.1 UBICACIÓN	8
1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO	9
1.2.1 Sistema Estructural	9
1.2.2 Instalaciones	9
1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA	10
1.3.1 Estudio de Mercado	10
1.3.2 Estudio Topográfico	11
1.3.3 Estudio de Suelos	12
1.3.4 Arquitectura	14
1.3.5 Estructuras	16
1.3.6 Instalaciones Sanitarias	18
1.3.7 Instalaciones Eléctricas	19
1.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS	20
1.4.1 Arquitectura	20
1.4.2 Estructuras	22
1.4.3 Instalaciones Sanitarias	23
1.4.4 Instalaciones Eléctricas	24
CAPITULO II GENERALIDADES	
2.1 MATERIALES EMPLEADOS EN LOS ENCOFRADOS	26
2.1.1 Elementos Estructurales del Encofrado	28
2.2 SISTEMAS DE ENCOFRADO VERTICAL	31
2.2.1 Sistema Enkoform VMK	33

CAPITULO III EL SISTEMA AUTO TREPANTE	
3.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA AUTO TREPANTE	34
3.1.1 Secuencia de Trabajo del Sistema Auto Trepante	38
3.2 MONTAJE, USO Y DESMONTAJE	40
CAPITULO IV DISEÑO DEL SISTEMA AUTO TREPANTE APLICADO AL PROYECTO “VILLA SOL”	
4.1 DISEÑO DE ENCOFRADO DE PLACAS	49
4.2 CONDICIONES DE USO	52
4.3 ETAPAS DE ENCOFRADOS DE PLACAS	61
CAPITULO V COMPARATIVO DE COSTOS	
5.1 COSTO DEL SISTEMA AUTO TREPANTE	63
5.2 COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE SISTEMAS DE ENCOFRADO	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFIA	68
ANEXOS	69

RESUMEN

Los edificios de gran altura, son construidos principalmente mediante un sistema a base de muros estructurales ó placas de concreto armado, con la finalidad de lograr un comportamiento adecuado, frente a un eventual movimiento sísmico.

Para la construcción de estas placas se utiliza un sistema trepante, denominado así a todo tipo de encofrado que aprovecha de forma repetitiva como base de sustentación, el elemento de concreto ejecutado anteriormente con el mismo encofrado. Es decir es un encofrado apoyado sobre una estructura que se encuentra anclada en la tongada inmediatamente inferior a la que se va a realizar el vaciado de concreto.

En el abanico de soluciones para la realización de encofrados, los encofrados trepantes van ascendiendo conjuntamente con la estructura de concreto que se va realizando. Las estructuras encofradas con este sistema pueden alcanzar grandes alturas.

Por otro lado, dentro del desarrollo actual de los procesos industrializados, se ha creado los sistemas de auto trepado, que han significado un avance en la construcción de estructuras en altura como pilas de puentes, presas de concreto, muros y rascacielos. Esto se debe a que no necesitan una grúa auxiliar para realizar la maniobra de trepado, con todo lo que esto representa en cuanto a ahorros en tiempos y costes.

La trepa se lleva a cabo mediante unos sistemas hidráulicos situados en el propio encofrado, que hacen que el encofrado trepe por unos rieles que se han colocado previamente.

En el presente informe se aplica el sistema de encofrado auto trepante, en la construcción de placas exteriores del proyecto inmobiliario Villa Sol, llegando a conclusiones acerca de sus principales ventajas técnicas y económicas.

En la actualidad no existe en nuestro país, la aplicación del sistema de encofrado auto trepante, por falta de difusión del producto, por parte de las empresas proveedoras de estos servicios.

La fuente de información utilizada para elaborar el presente trabajo corresponde a la empresa Ulma Encofrados Perú S.A., una de las más grandes a nivel mundial, en el servicio de alquiler y venta de encofrados.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.01 Distribución de los distritos de preferencia para compra	10
Cuadro N° 1.02 Relación de áreas techadas de un bloque de edificio	14
Cuadro N° 4.01 Distribución de anclajes en paneles de encofrado	49
Cuadro N° 4.02 Distribución de vigas VM20 en panel de encofrado	50
Cuadro N° 4.03 Resistencia del concreto a tracción y cortante	60
Cuadro N° 5.01 Relación de elementos de 1 consola auto trepante	63
Cuadro N° 5.02 Relación de elementos de 1 consola trepante	64
Cuadro N° 5.03 Análisis costo total sistema trepante y auto trepante	65
Cuadro N° 5.04 Análisis costo de recursos sistema trepante	65

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.01 Imagen satelital del entorno de ubicación del proyecto "Villa Sol"	8
Figura N° 1.02 Plano levantamiento topográfico del terreno para el Proyecto "Villa Sol"	12
Figura N° 1.03 Vista en planta del proyecto "Villa Sol"	15
Figura N° 2.01 Vista de encofrado vertical en Chancadora Primaria	26
Figura N° 2.02 Encofrado vertical Nevi de la empresa Ulma Encofrados	31
Figura N° 2.03 Vista desencofrado de paneles con sistema Enkoform	33
Figura N° 3.01 Cilindro hidráulico	34
Figura N° 3.02 Cabezales trepadores	35
Figura N° 3.03 Mástil	35
Figura N° 3.04 Grupo Hidráulico	36
Figura N° 3.05 Consola ATR MK	37
Figura N° 3.06 Cono y cajetín de anclaje	39
Figura N° 3.07 Vista de etapas de trepado con sistema auto trepante	39
Figura N° 3.08 Panel de encofrado	40
Figura N° 3.09 Colocación de conos en el panel de encofrado	40
Figura N° 3.10 Paneles de encofrado. Primer vaciado de concreto	41
Figura N° 3.11 Cajetín de anclaje	41

Figura N° 3.12 Montaje de consolas ATR	42
Figura N° 3.13 Consolas ATR MK, colgado de cajetines de anclaje	42
Figura N° 3.14 Colocación de grupo hidráulico	43
Figura N° 3.15 Colocación de panel de encofrado	43
Figura N° 3.16 Colocación de cajetines de anclaje	44
Figura N° 3.17 Colocación de mástil	45
Figura N° 3.18 Uso y secuencia de trabajo del sistema auto trepante	46
Figura N° 3.19 Desmontaje de encofrado	47
Figura N° 3.20 Desmontaje de mástil	47
Figura N° 3.21 Desmontaje de consola ATR y grupo hidráulico	48
Figura N° 3.22 Desmontaje de los elementos de anclaje	48
Figura N° 4.01 Variables a,b y z relacionadas con cuadro N° 4.02	50
Figura N° 4.02 Panel de encofrado Enkoform VMK	51
Figura N° 4.03 Longitud recomendable para dos consolas	52
Figura N° 4.04 Cono de anclaje DW 20/M30	53
Figura N° 4.05 Fuerzas actuantes en cono de anclaje DW 20/M30	54
Figura N° 4.06 Reacciones sobre el concreto	55
Figura N° 4.07 Modelo estructural en software SAP2000	56
Figura N° 4.08 Sobrecargas en plataformas de trabajo	57
Figura N° 4.09 Carga de viento sobre el panel de encofrado	58
Figura N° 4.10 Reacciones sobre el anclaje en el concreto (Fuerzas en Ton)	59
Figura N° 4.11 Vista planta encofrado auto trepante en placas exteriores	61
Figura N° 4.12 Sección encofrado auto trepante en placas exteriores	62

LISTA DE SIMBOLOS Y DE SIGLAS

RDM	: Residencial densidad media
SEDAPAL	: Servicio de agua potable y alcantarillado
GPS	: Sistema de posicionamiento global
UTM	: Sistema de coordenadas universal transversal de mercator
ASTM	: Asociación internacional americana de ensayo de materiales
SUCS	: Sistema unificado de clasificación de suelos
qad	: Capacidad portante admisible
c	: Cohesión
ϕ	: Angulo de fricción interna
PG	: Piedra grande
KN	: Kilonewton
Ton	: Tonelada
T/m	: Tonelada por metro lineal
D	: Carga muerta
L	: Carga viva
S	: Carga de sismo
W	: Watt
Ccr	: Longitud mínima a bordes
HH	: Horas hombre
HM	: Horas máquina
VMK	: Encofrado formado por vigas VM20 y vigas riostras MK
ATR	: Auto Trepante
MK	: Viga riostra formada por la unión de dos vigas canal
DW	: Barra roscada dywidag
RVM20 2T	: Conector entre viga de madera y viga riostra MK
DW20/M30	: Barra dywidag de diámetro 20mm con tornillo de 30x130
VM20	: Vigas de madera de peralte 20 cm.
Enkoform	: Sistema de encofrado vertical, formado por vigas MK y VM20
Hnom	: Longitud embebida del anclaje

INTRODUCCION

El presente informe describe el sistema de encofrado auto trepante, para la ejecución de placas exteriores de concreto armado, del proyecto inmobiliario Villa Sol.

El objetivo principal es tener un conocimiento de la aplicación, ventajas técnicas y comerciales del sistema de encofrado auto trepante, mediante una descripción en detalle de sus elementos, diseño del sistema aplicado al proyecto inmobiliario "Villa Sol", indicar un listado de principales proveedores de este servicio, y comparar los costos de este sistema frente a un sistema tradicional.

En el capítulo I, se realiza un resumen ejecutivo, que comprende la ubicación del proyecto, la descripción del mismo, las memorias descriptivas de los estudios preliminares, arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y las especificaciones técnicas.

En el capítulo II, se describe los materiales empleados en los encofrados, en cuanto a los requisitos que deben cumplir estos, sus principales características y la descripción de los diferentes materiales que se emplean en los encofrados. Asimismo se describe el sistema de encofrado vertical, sus características principales y su utilización para resolver la construcción de muros principalmente.

En el capítulo III, se realiza una descripción en detalle de los principales componentes del sistema auto trepante, e ilustrando el funcionamiento del mismo en sus diferentes etapas de trepado, y se indica los procedimientos de montaje, uso y desmontaje del sistema.

En el capítulo IV, se realiza la aplicación del sistema al proyecto villa sol, diseñando el encofrado de las placas exteriores, y su utilización con el sistema de auto trepado. Se menciona las condiciones de uso del sistema, en cuanto a capacidades de carga y límites de anclaje, asimismo se cuantifica las etapas necesarias de auto trepado en la construcción del bloque de edificio respectivo.

En el capítulo V, se muestra en precios de alquiler y/o venta el sistema de encofrado auto trepante, así como la del sistema trepante tradicional, y se realiza un análisis comparativo de costos entre los dos sistemas.

Finalmente se indica las conclusiones y recomendaciones respectivas del informe realizado.

CAPITULO I RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1.1 UBICACIÓN

La inversión inmobiliaria debe estar acompañada de proyectos que busquen aprovechar y preservar la naturaleza de su entorno. Es muy importante un estudio minucioso de las distintas posibilidades arquitectónicas, acompañado de las soluciones técnicas y constructivas más adecuadas para concebir una edificación que se integre plenamente al equilibrio existente en el lugar.

En este caso particular, el terreno está ubicado en la av. Universitaria s/n parcela nro. 01, en el distrito de los Olivos, provincia y departamento de Lima. Es un terreno propiedad de la empresa Western Construcción S.A.C. donde se proyecta realizar un proyecto inmobiliario, denominado "Villa Sol", en un área total de 2253,70m².

El terreno está dentro de la zonificación correspondiente a comercio zonal, compatible con RDM (Residencial densidad media) para uso residencial.

Figura N° 1.01 Imagen satelital del entorno de ubicación del proyecto "Villa Sol".



Fuente: Google earth

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Proyecto Inmobiliario comprende un conjunto residencial, formado por 3 bloques de edificaciones. Cada bloque de edificación con 1 nivel de semisótano y 12 niveles superiores, en la que se desarrollarán 33 departamentos, a razón de 3 departamentos por nivel. El área total construida es de 4467.47 m² por cada bloque con una altura total de 33.30 m lineales.

Cada bloque de edificación cuenta con las siguientes instalaciones y servicios:

En el sótano; se cuenta con 5 estacionamientos, cuartos de bombas, cisterna, ingreso al ascensor, y 2 depósitos.

En el primer nivel se tiene el hall de ingreso de propietarios, zona de recepción, un elevador para discapacitados, un salón social, una cocina, 2 baños, 4 depósitos y 5 estacionamientos.

Desde el segundo al doceavo nivel, se distribuyen 99 departamentos, con 3 departamentos por nivel. Cada departamento son sala-comedor, 2 dormitorios, cuarto de estudio, cuarto de uso múltiple, cocina, patio-lavandería y 3 baños.

Además se cuenta con un área de vestíbulo por nivel con ascensor y escalera.

Para la comunicación vertical y evacuación tendremos 1 escalera de evacuación, 1 ascensor de servicio de 8 personas. La escalera va desde el semisótano hasta el 12° nivel.

La solución de parqueos considera 2 zonas de estacionamientos, ubicada en el semisótano y primer piso.

Toda la edificación ha sido diseñada respetando las normas del RNE. El diseño ha previsto la ventilación natural de los espacios interiores, combinando materiales ligeros que permitan tener grandes luces y alturas, muy apropiadas para este tipo de edificaciones.

1.2.1 Sistema Estructural

Los bloques de edificios se han diseñado con un sistema de pórticos y placas de concreto armado, las losas de techo son losas aligeradas. Esta solución mixta permite generar un ambiente interior ventilado y apropiado para sus ocupantes.

1.2.2 Instalaciones

Las instalaciones de agua se resolverán por una toma del servicio de agua potable y alcantarillado de Lima. Los desagües se canalizarán por gravedad hacia la red de desagüe de SEDAPAL.

Todos los departamentos contarán con aire acondicionado, agua caliente y cable TV. El sistema de seguridad del conjunto estará garantizado por una red de agua contra incendio, así como la señalización de rutas de escape respectiva.

1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA

A continuación se brinda un resumen de la memoria descriptiva de cada especialidad:

1.3.1 Estudio de Mercado

El cuadro 1.01 presenta los quince distritos más representativos, donde los hogares demandantes efectivos de vivienda desearían comprar su inmueble.

Cuadro N° 1.01 Distribución de los distritos de preferencia para compra.

PRECIO DE LA VIVIENDA EN US\$	DISTRITOS																TOTAL	
	NI.	LOS OLIVOS	SANTIA GO DE SURCO	SAN BORJA	SAN JUAN DE LURIGAN	SAN JUAN DE MIRAFLO	SAN MIGUEL	CALLAO	SAN MARTÍN DE PORRES	JESÚS MARÍA	LA VICTORIA	SANTA ANITA	COMAS	PUEBLO LIBRE	LA MOLINA	OTROS		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
HASTA 4 000	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	12.50	0.00	31.25	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.50	100.00
4 001 - 8 000	2.17	17.39	6.52	0.00	8.70	10.87	0.00	2.17	8.70	0.00	0.00	2.17	6.52	0.00	0.00	0.00	34.78	100.00
8 001 - 10 000	6.98	11.63	2.33	2.33	2.33	4.65	0.00	4.65	4.65	2.33	2.33	4.65	4.65	0.00	2.33	4.19	44.19	100.00
10 001 - 15 000	6.25	27.08	6.25	0.00	4.17	4.17	4.17	6.25	6.25	2.08	4.17	0.00	4.17	2.08	4.17	18.75	100.00	
15 001 - 20 000	5.00	25.00	6.67	3.33	5.00	6.67	0.00	5.00	1.67	1.67	6.67	6.67	6.67	0.00	6.67	13.33	100.00	
20 001 - 25 000	2.50	17.50	2.50	7.50	10.00	5.00	0.00	0.00	2.50	2.50	5.00	2.50	0.00	0.00	5.00	37.50	100.00	
25 001 - 30 000	0.00	7.02	12.28	8.77	3.51	1.75	8.77	3.51	3.51	7.02	5.26	5.26	5.26	0.00	5.26	22.81	100.00	
30 001 - 40 000	2.90	11.59	11.59	8.70	2.90	0.00	13.04	2.90	1.45	7.25	2.90	2.90	0.00	7.25	2.90	21.74	100.00	
40 001 - 50 000	0.00	5.88	17.65	8.82	8.82	2.94	8.82	0.00	0.00	5.88	0.00	5.88	0.00	14.71	0.00	20.59	100.00	
50 001 - 60 000	0.00	9.09	18.18	9.09	0.00	13.64	0.00	0.00	9.09	0.00	4.55	0.00	0.00	4.55	4.55	27.27	100.00	
60 001 - 70 000	0.00	15.38	15.38	23.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.38	7.69	0.00	0.00	7.69	7.69	7.69	100.00	
70 001 - 80 000	0.00	9.09	27.27	9.09	0.00	0.00	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.45	100.00	
80 001 - 100 000	0.00	40.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	100.00	
100 001 - 120 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	100.00	
120 001 - 150 000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
150 001 - 200 000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
200 001 - 250 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
250 001 - 300 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
300 001 - 500 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAS DE 500 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL	3.14	15.28	8.44	4.61	5.25	5.37	3.57	4.52	4.06	3.14	3.47	3.36	3.53	2.37	3.47	26.42	100.00	

Fuente: CAPECO, Julio 2009. Encuesta de Hogares

Los resultados del año 2009 permiten apreciar una preferencia por el distrito de Los Olivos con 15,28% (Año 2008: 11,86%). Le sigue en preferencia el distrito de Santiago de Surco con 8,44% (Año 2008: 7,94%). La distribución de preferencia por otros distritos se manifestó como sigue: San Juan de Miraflores con 5,37%; San Juan de Lurigancho con 5,25%; San Borja con 4,61%; Callao con 4,52%; San Martín de Porres con 4,06%; San Miguel con 3,57%; Cómas con 3,53%; La Victoria con 3,47%; La Molina con 3,47%; Santa Anita con 3,36%; Jesús María con 3,14% y Pueblo Libre con 2,37%.

1.3.2 Estudio Topográfico

El objetivo del levantamiento topográfico es detallar en un plano, las dimensiones, las curvas de nivel, los predios colindantes del terreno, con la finalidad de proyectar la construcción de tres edificios, con un total de 99 departamentos.

El punto de control se ubico dentro del terreno, aproximadamente en el centro geométrico y de este se tomaron los cuatro vértices del terreno.

Se marcaron en la parte exterior tres puntos de referencia.

Para la altimetría se ha tomado como referencia la cota de buzón cercana al terreno, para lo cual debió solicitarse ante la entidad correspondiente dicha información.

A partir de la cota conocida de buzón y utilizando un GPS para determinar sus coordenadas UTM se determinó las coordenadas y cotas de los vértices del terreno y de los puntos referenciales.

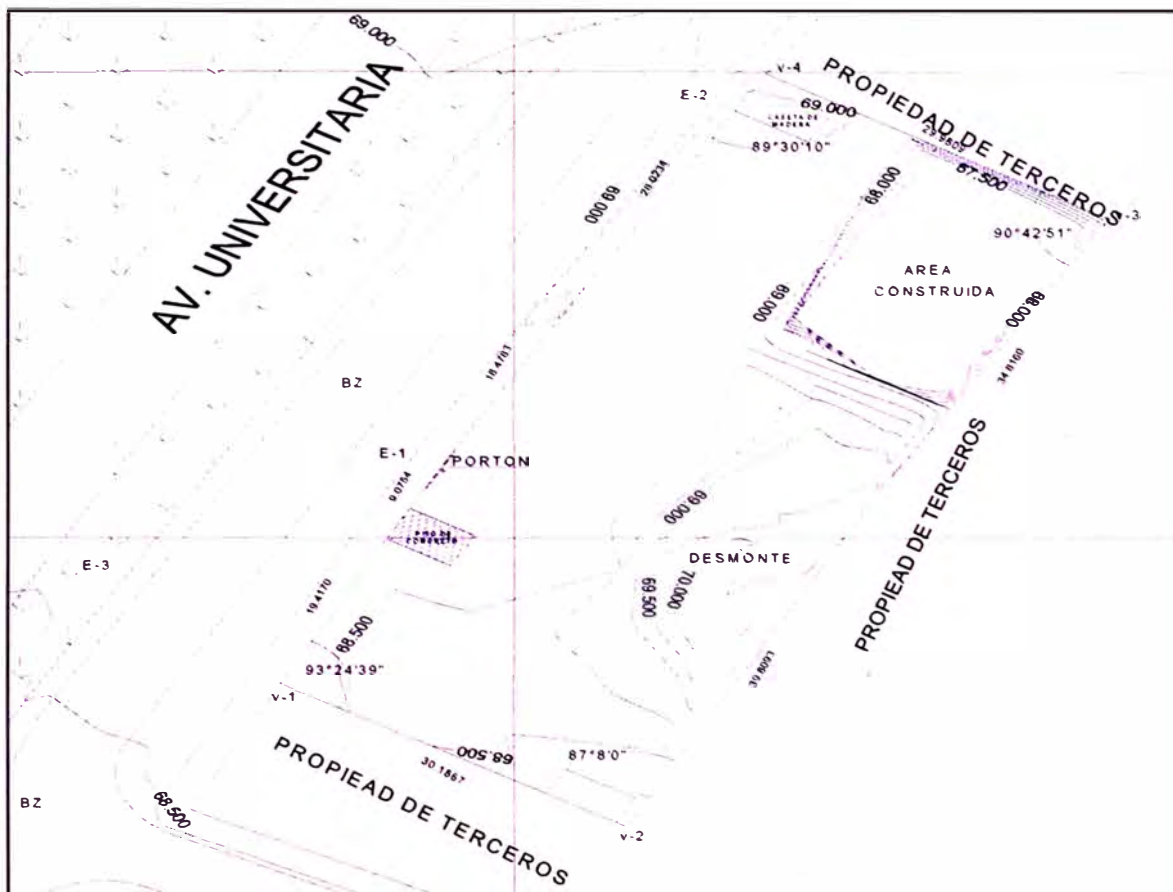
Se utilizó la estación total que fue ubicada en un punto dentro del terreno, desde el cual se realizó el levantamiento de los cuatro vértices del terreno, utilizando su respectivo prisma.

Utilizando el prisma se tomaron datos de las principales características del terreno, como son la ubicación de una estructura construida, caseta de vigilancia, posición de desmonte.

Desde el punto de control interior se tomó como referencia del punto E1, situado sobre la vereda, y desde este se ubico a los puntos E2 y E3. Estos puntos

servirán de replanteo en la etapa de construcción, dado que el punto de control interno no es factible utilizarlo como referencia.

Figura N° 1.02 Plano levantamiento topográfico del terreno para el proyecto "Villa Sol".



Fuente: Elaboración propia.

1.3.3 Estudio de Suelos

El presente Informe Técnico tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con fines de Cimentación para el proyecto: Villa Sol, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Clasificación unificada de SUCS (ASTM D2487)

Corte Directo (ASTM D3080)

Límite líquido y Plástico (ASTM 4318)

Contenido de sulfatos, cloruros y sales solubles (BS 1377 – Parte3)

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, se presenta la siguiente conformación:

En las calicatas C-1, C-2 y C-3 entre la profundidad 0.00 – 1.50mts se presenta arcilla limosa (CL) color gris claro con baja plasticidad y entre la profundidad 1.50 – 3.00mts se presenta arena limosa (SM) de color amarillento con lentes de caliche. En la calicata C-4 entre la profundidad 0.00 – 3.20 se presenta arcilla limosa (CL), color gris claro con baja plasticidad y entre la profundidad 3.20 – 5.30 se presenta grava mal graduada (GP) gravas subredondeadas de tamaño máximo 2" y de 5.30 – 6.00 se presentó arena limosa (SM) de color gris claro.

Considerando los datos del ensayo de Corte realizado con especímenes de arena limosa (SM), se presenta los siguientes parámetros $\phi = 30.4^\circ$ y $C=0.00\text{kg/cm}^2$.

Aplicando la teoría de Karl Terzaghi, la capacidad Portante admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[\gamma D_f N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma \right]$$

Donde:

Peso Volumétrico del suelo	$\gamma = 1.90 \text{ gr/cm}^3$
Profundidad de Cimentación	$D_f = 1.00 \text{ m.}$
Ancho del cimiento	$B = 1.50 \text{ m.}$
Factor de Seguridad	$FS = 3.00$
Factores Adimensionales, función de ϕ	N'_q, N'_γ

Reemplazando valores, se obtiene: $q_{ad} = 2.17\text{Kg/cm}^2$

1.3.4 Arquitectura

El proyecto inmobiliario "Villa Sol" se encuentra ubicado en la Av. Universitaria s/n parcela nro. 01 en el distrito de Los Olivos.

El área del terreno es de 2253,70 m².

Las áreas destinadas a los tres bloques de edificio son las siguientes:

Área ocupada: 1027.80 m²

Área libre: 1225.90 m²

En el cuadro siguiente se indica la relación de áreas techadas de un bloque de edificio.

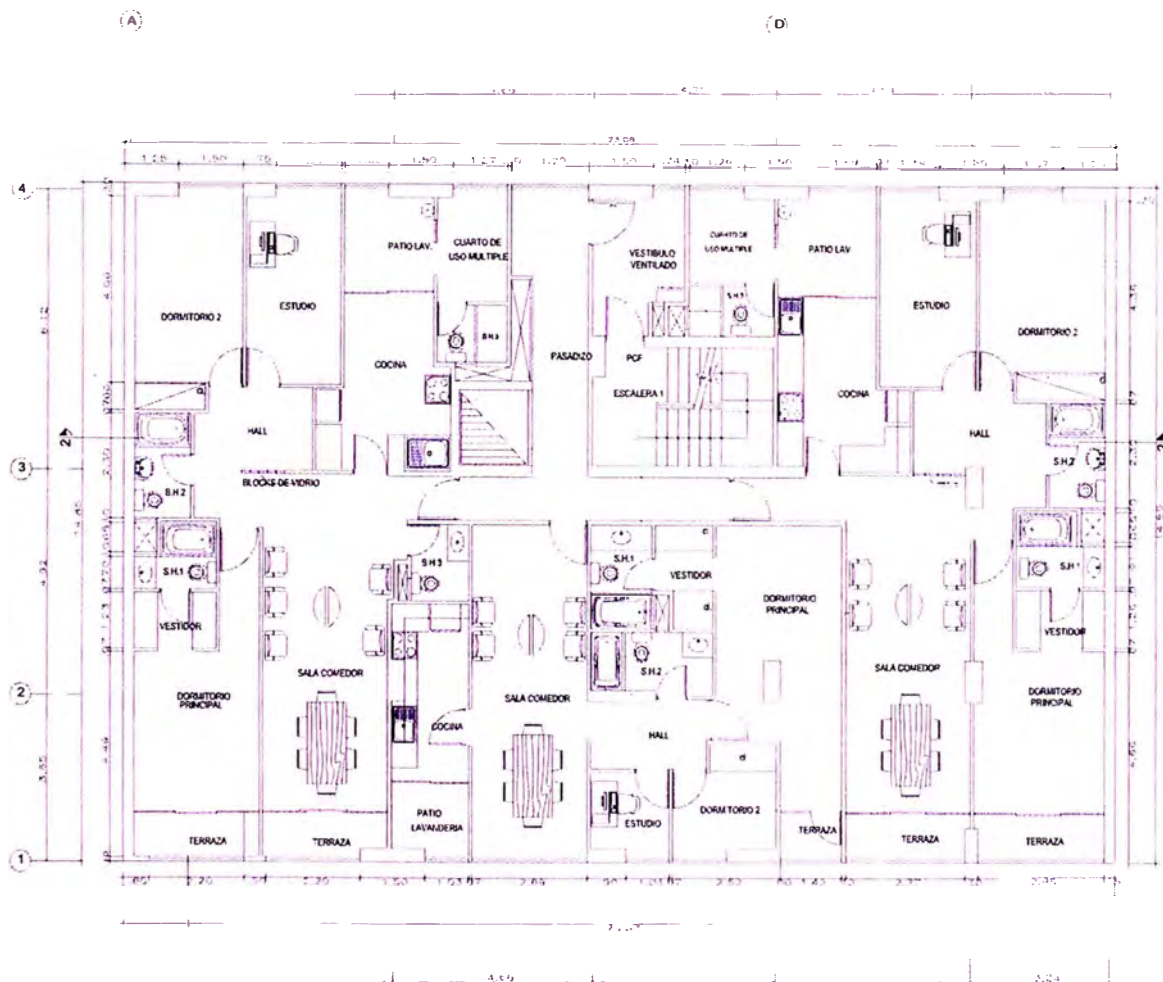
Cuadro N° 1.02 Relación de áreas techadas de un bloque de edificio

PISOS	AREA M2
SEMISOTANO	342.6
PRIMER PISO	342.6
SEGUNDO PISO	342.6
TERCER PISO	342.6
CUARTO PISO	342.6
QUINTO PISO	342.6
SEXTO PISO	342.6
SETIMO PISO	342.6
OCTAVO PISO	342.6
NOVENO PISO	342.6
DECIMO PISO	342.6
ONCEAVO PISO	342.6
DOCEAVO PISO	342.6
AZOTEA	13.67
TOTAL	4467.47

Fuente: Elaboración propia.

La edificación ha sido planteada como un conjunto compacto de doce niveles. En el semisótano se encuentran los diversos servicios que necesita el edificio para su funcionamiento como el cuarto de bombas, dos depósitos, un ascensor y cinco estacionamientos.

Figura N° 1.03 Vista en planta del proyecto "Villa Sol"



Fuente: Elaboración propia.

En el primer piso se ubican cinco estacionamientos, un salón social, una cocina, dos baños, un hall, un elevador para discapacitados y cuatro depósitos.

La planta típica que comprende desde el segundo piso hasta el doceavo piso cuenta con tres departamentos; el primer y segundo departamento cuenta con una sala - comedor, un dormitorio principal, un dormitorio secundario, un estudio, una cocina, un ambiente para uso múltiple, un patio lavandería y tres baños. El tercer departamento cuentan con una sala - comedor, un dormitorio principal, un

dormitorio secundario, un estudio, una cocina un ambiente para uso múltiple, un patio lavandería y dos baños.

Los elementos funcionales, así como los accesos al conjunto, orientación, iluminación y ventilación han tenido preponderancia al diseñar el conjunto, sin dejar de lado claro está, la concepción estética.

La altura de edificación es de doce pisos.

La edificación refleja la tipología de uso para vivienda multifamiliar, dadas las características expresivas que tienen las funciones que se dan en el edificio. Esto se refleja en las alturas de los pisos, el tipo de ventanas. Los accesos son por la Av. Universitaria.

El tránsito peatonal dentro del conjunto es longitudinal y vertical, dado el planteamiento arquitectónico adoptado.

Desde el ingreso principal se accede a los demás servicios. Cada uno de ellos tiene una identificación clara, tanto arquitectónica como de señalización y se accede primero a un hall general o de espera.

Las circulaciones verticales son para uso público. Los anchos y capacidades son los que fijan las normas y reglamentos.

1.3.5 Estructuras

Generalidades

La presente Memoria Descriptiva forma parte del Proyecto estructural para la ejecución del "PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL".

El objeto de esta memoria es brindar una breve descripción de la estructuración adoptada, así como de los criterios considerados para el diseño de los elementos estructurales.

El planteamiento estructural comprende la construcción de un proyecto de edificios multifamiliares ubicados dentro de la propiedad designada para la construcción. Cada edificio consta de 12 niveles y un semisótano delimitado por un muro de contención en todo el perímetro.

Consideraciones de Carga

a) Cargas Muertas

NIVEL TIPICO

Peso propio de la losa (Aligerado $e=0.20m$)	: 300	kg/ m ²
Peso muerto por piso y cielo raso	: 100	kg/ m ²
<u>Peso por tabiquería</u>	<u>: 100</u>	<u>kg/ m²</u>
Peso Total	500	kg/ m ²

NIVEL DE AZOTEA

Peso propio de la losa (Aligerado $e=0.20m$)	: 300	kg/ m ²
<u>Peso muerto por piso y cielo raso</u>	<u>: 100</u>	<u>kg/ m²</u>
Peso Total	400	kg/ m ²

b) Cargas Vivas (Sobrecargas)

NIVEL TIPICO → S/C= 200 Kg/m²

NIVEL DE AZOTEA → S/C= 100 Kg/m²

c) Combinación de Cargas

Las combinaciones de carga para la verificación estructural han sido tomadas del RNE E.060 mayo 2009 para su empleo en el diseño. Estas combinaciones son las siguientes:

- 1.40D + 1.70L
- 1.25D + 1.25L ± 1.00S_x
- 1.25D + 1.25L ±1.00S_y
- 0.90D ± 1.00S_x
- 0.90D ± 1.00S_y

Donde:

- D: Carga muerta
- L: Carga viva
- Sx, Sy : Cargas de sismo en dirección x e y , respectivamente.

Reglamentación y Normas de Diseño

Para el análisis y posterior verificación del diseño se ha tenido en cuenta el Reglamento nacional de Edificaciones:

- | | |
|---------------------------|-------|
| • Cargas | E-020 |
| • Diseño Sismo-resistente | E-030 |
| • Suelos y Cimentaciones | E-050 |
| • Concreto Armado | E-060 |

1.3.6 Instalaciones Sanitarias

- Abastecimiento de Agua Fría

El proyecto contará con una cisterna ubicada en el semisótano y un tanque hidroneumático ubicado en la sala de bombas de la edificación.

Contará con 1 conexión domiciliaria que abastecerá con una tubería de 1 ½" a la cisterna de agua de consumo doméstico, dicha cisterna tendrá un volumen útil de 40.00 m³.

- Agua contraincendios

Contará con 1 conexión domiciliaria que abastecerá con una tubería de 1 ½" a la cisterna de agua contraincendios, dicha cisterna tendrá un volumen útil de 45.00 m³.

- Agua caliente

Contará con un equipo de producción de agua caliente de 150 lts para los departamentos que tienen 3 dormitorios y uno de 90 lts para los departamentos con 2 dormitorios.

- **Desagüe y Ventilación**

La disposición del desagüe de cada uno de los aparatos sanitarios, se llevará a cabo mediante tuberías de PVC ISO 4435, las cuales bajarán de los pisos superiores por montantes de diámetro 4", los cuales a su vez llegarán a una caja de registro o al ramal que une a estas, ubicadas en el 1er piso de dimensión 12" x 24". Las redes de ventilación, han sido diseñadas de acuerdo a los requerimientos de los aparatos sanitarios.

1.3.7 Instalaciones Eléctricas

El proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta los criterios de funcionalidad, seguridad, mantenimiento y operatividad de las instalaciones eléctricas. Cada departamento tendrá un suministro independiente (un medidor) y un suministro de servicios generales para todo el edificio, uno por bloque.

También se han considerado las instalaciones de comunicaciones y alarmas. Esto es: Instalaciones de teléfono, TV-cable, intercomunicadores y alarmas contra-incendio, sus componentes son:

a) **Redes alimentadores a los Tableros de Distribución**

Los alimentadores de los tableros de Distribución de cada departamento se inician desde los dos bancos de Medidores (Suministros Eléctricos), ubicado en el 1er piso y van generalmente colgados en el techo, por medio de bandejas metálicas.

b) **Alimentador de Electro-bomba**

Este alimentador va desde el Tablero de Servicios Generales en forma subterránea con conductores del tipo THW en tubos de PVC-P, y llega al Tablero de control mando de la Electro-bomba y desde el tablero van circuitos de conexión para el control automático de la electro-bomba hasta los controles de nivel de la cisterna.

c) **Sistema de Comunicaciones**

Dentro del sistema de comunicaciones se ha considerado Redes de teléfonos, intercomunicadores y TV-cable. En este proyecto se han considerado ductos más no los equipos.

d) Sistema de alumbrado de emergencia

Se ha previsto un sistema de iluminación. Esto en las escaleras, hall y pasadizos. Estas luminarias se encenderán cuando el suministro de energía se corte en el local. Estas luminarias suministran energía desde un acumulador. Estos equipos están compuestos por un cargador de batería, un acumulador, equipo de transferencia electrónico y 2 lámparas de 50W.

1.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS

A continuación se brinda un resumen de las especificaciones técnicas de las diferentes especialidades:

1.4.1 Arquitectura

MUROS DE ALBAÑILERÍA Y TABIQUES

La albañilería es el proceso constructivo determinado por el uso de unidades de ladrillo, los que se unen entre sí por medio del mortero, para formar los muros.

MORTERO

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades corrigiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración de aire y humedad.

MANO DE OBRA

1. Se deberá utilizar únicamente mano de obra calificada.
2. Es importante vigilar los siguientes puntos:
 - a) El humedecimiento y/o limpieza de la unidad de albañilería.
 - b) La alineación y aplomado.
 - c) El menor espesor posible de juntas horizontales del mortero.
 - d) El procedimiento de asentado, particularmente la presión sobre las unidades de albañilería durante la colocación.
 - e) El llenado total de juntas verticales del mortero.

La calidad de la albañilería mejora con la mano de obra y la vigilancia del Residente y Supervisor de la obra.

TARRAJEO PRIMARIO Y RAYADO CON MEZCLA CEMENTO: ARENA 1:5

Descripción

Comprende todos aquellos revoques (tarrajeos) constituidos por una primera capa de mortero, pudiéndose presentar su superficie en forma rugosa o bruta y también plana, pero rayada, o solamente áspera. (Comprende los “pañeteos”).

VESTIDURA DE DERRAMES, PUERTAS Y VENTANAS

Descripción

Se refiere a los trabajos de enlucido con mortero de cemento y arena de todos los derrames de los vanos de la obra.

CIELOS RASOS

Se entiende por cielo raso, la vestidura de la cara inferior de techos, sea aplicada directamente en el mismo o sobre una superficie independiente especialmente construida.

PISO PORCELANATO 40x40cm

Descripción

El Porcelanato es por definición una masa de gres cerámico aporcelanado homogéneo y uniforme en todo su espesor, cuya característica distintiva es su casi nula absorción de agua y la ausencia de esmaltado superficial, que puede suplantarse con un pulido y abrillantado del mismo material.

CONTRAZOCALOS

Descripción

Se refiere al remate inferior de un paramento ó muro y el piso.

Consistirá en un revoque pulido, efectuado con mortero de cemento: arena en proporción 1:4.

CARPINTERÍA DE MADERA

Este capítulo se refiere a la ejecución de puertas, muebles, divisiones y otros elementos de carpintería de madera que en los planos se indica.

1.4.2 Estructuras

Concreto Armado

- Resistencia $f'c$: 210 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad : 217,370 Kg/cm²
- Módulo de Poisson : 0.20
- Peso específico : 2,400 Kg/m³

Concreto Simple

- Cimiento Corrido : Cemento – Hormigón 1:10+30% P.G. 6"
- Sobrecimiento : Cemento – Hormigón 1:8+25% P.M. 3"
- Solado : $f'c = 100$ Kg/cm²

Acero corrugado

- Limite de fluencia : 4200 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad : 2'100,000 Kg/cm²

Muro

Ladrillo KING-KONG artesanal.

- Resistencia : $f'm = 35$ kg/cm²
- Módulo de Elasticidad : $E = 500 f'm$
- Peso específico : 1,900 Kg/m³

Recubrimientos libres

- Cimientos : 7.0 cm
- Zapatas : 7.0 cm
- Muros y columnas : 4.0 cm
- Vigas peraltadas : 4.0 cm
- Vigas chatas : 2.5 cm
- Losas Aligeradas : 2.5 cm
- Escaleras : 2.5 cm

Suelo (según estudio de Mecánica de Suelos)

- Capacidad Portante : 2.17 kg/cm²

1.4.3 Instalaciones Sanitarias

Salida De Agua Fria Tub. PVC- SAP.

Constituye el punto de agua, la instalación de tuberías y accesorios (tees, codos, uniones universales, reducciones, etc.), desde la conexión del aparato hasta su encuentro con la tubería de alimentación principal o ramal a alimentación secundario según sea el caso.

Sistema Agua Fria, Agua Contra incendio

Para las redes de Agua Fría se emplearán tuberías y accesorios de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) rígido, de clase 10 (150 lbs/ pulg²), roscada, con un límite de seguridad entre presión de trabajo y presión de rotura no superior a 1/5 a una temperatura de 20° C.

VALVULAS DE BRONCE

GENERALIDADES

Válvulas

Las válvulas de interrupción, compuerta, globo, retenciones, flotadores, etc.; serán de bronce con uniones roscadas para una presión de trabajo de 150 lbs/pulg² Serán de primera calidad.

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

La tubería de fierro galvanizado a emplearse será de calidad garantizada y probada, debiendo cumplir con todas las normas establecidas. El Supervisor de Obra podrá exigir la presentación de certificados de calidad, otorgados por laboratorios de reconocida trayectoria, si existieran dudas sobre la calidad de la tubería.

Tubería PVC SAL

Descripción

Las tuberías y accesorios para el sistema de desagüe y ventilación serán de PVC, clase liviana.

Deberán cumplir con las Normas ITINTEC No. 399 -003.

REGISTRO ROSCADO DE BRONCE

Los registros serán de bronce con tapa hermética roscada, su instalación se hará al ras del piso. Las roscas serán engrasadas para su fácil remoción.

CAJA DE REGISTRO DE 0.30 x 0.60

Las cajas de registro serán de albañilería, de dimensiones interiores indicadas en los planos, las paredes serán de ladrillo K.K., asentados de canto con mezcla 1: 4 sobre suelo bien compactado.

1.4.4 Instalaciones Eléctricas

Conductores tipo TW

Los conductores para las instalaciones de interiores serán de cobre electrolítico blando de 99.9% de conductividad, aislamiento de Cloruro de polivinilo (PVC), siendo el de mínima sección de 2.5 mm² para los circuitos de alumbrado.

Conductores tipo THW

Estos conductores serán de cobre electrolítico de 99.9% de conductividad, aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC), flexible; siendo la mínima sección de 2.5mm².

Tableros de distribución

Estarán formados de dos partes:

Gabinete: Consta de caja, marco y tapa con chapa, barras verticales para interruptores normales y riel horizontal (BT-DIN) para los interruptores diferenciales y demás accesorios.

Interruptores.

Caja

Será del tipo para empotrar en la pared, construida de fierro galvanizado de 1.58 mm de espesor, como mínimo, debiendo traer huecos ciegos en sus cuatro costados, de diámetro variado: 20, 25, 35, 50 mm, etc. de acuerdo a los alimentadores.

Interruptores

Los interruptores serán del tipo automático del tipo termo magnético, deberán ser hechos para trabajar en duras condiciones climáticas y de servicio, permitiendo una segura protección y buen aprovechamiento de la sección de la línea.

Tuberías

Estarán constituidas por tuberías de PVC pesados (P) para todos los circuitos. El diámetro mínimo a utilizarse será de 20 mm.

Tomacorrientes

Los Tomacorrientes en general serán bipolares dobles, con línea de tierra, del tipo de alta seguridad, con placa de acero inoxidable, de 15A, 250V. Los Tomacorrientes de emergencia llevarán una marca de color rojo.

Interruptores de cuchilla

Estas serán del tipo para empotrar con fusible de alambre, base de porcelana, placa de baquelita, similar a TICINO 642.

Interruptores unipolares y bipolares

Los interruptores serán del tipo para empotrar, con placa de aluminio anodizado, color dorado, con dados de baquelita, de 15 A, 250V.

CAPITULO II GENERALIDADES

2.1 MATERIALES EMPLEADOS EN LOS ENCOFRADOS

El concreto es un material de construcción ampliamente utilizado y difundido por varias razones, entre las que se puede destacar su moldeabilidad recién amasado que permite obtener formas que con otros materiales serían imposibles o muy costosas. Para ello el concreto debe ser colocado en unos moldes que representen estas formas. Estos moldes se conocen con el nombre de encofrados.

Figura N° 2.01 Vista de encofrado vertical en Chancadora Primaria



Fuente: Registro Fotográfico de Ulma Encofrados. Mina Cerró Verde-Arequipa

Los encofrados deben cumplir una serie de características que los hagan adecuados para su uso como molde del concreto recién vertido. Normalmente se atiende a la economía de los encofrados ya que constituyen una partida importante dentro de una obra, pues su coste es superior incluso al del propio concreto. Deberán diseñarse, en consecuencia, con los materiales y medios auxiliares más económicos.

En cuanto a la capacidad de soporte de los encofrados, deben ser suficientemente resistentes para soportar las cargas que recibirán del concreto, vibrado, viento y no sólo eso, sino que también deben ser concebidos de forma que cuando vayan a ser colocados y retirados no se produzcan entorpecimientos o peligros en la obra.

En base a todo esto, se define un encofrado como una estructura auxiliar de la obra destinada a la retención y moldeo del concreto fresco, capaz de resistir las cargas que actúan sobre él, y que cumpla unas determinadas condiciones de funcionalidad, seguridad y economía.

Los encofrados deben cumplir ciertas características, de forma que se optimice su uso en la obra. Estas características son las siguientes:

Resistencia y rigidez

Los elementos del encofrado deben ser capaces de soportar las acciones a las que están sometidos, tanto por límites de fallo como funcionales.

Estanqueidad

Evitando la pérdida de lechada o finos.

Seguridad

El encofrado proyectado debe cumplir unos requisitos mínimos de seguridad, para que no supongan un peligro para los trabajadores durante las diferentes fases de montaje, vaciado de concreto y desencofrado.

No adherencia del concreto

La superficie interior será de un material tal que impida que se adhiera al concreto, facilitando así el desencofrado y proporcionando un mejor acabado.

La cara en contacto con el concreto tendrá la textura adecuada para conseguir el acabado deseado.

Manejabilidad en obra

Teniendo en cuenta los medios de los que se pueda disponer en obra, habrá que adecuar el tamaño y peso de los encofrados a utilizar de forma que puedan ser transportados y colocados correctamente.

Facilidad de montaje

Se diseñarán de tal forma que sean sencillos de montar para conseguir un ahorro en tiempo.

Facilidad de desencofrado

Disponiendo tanto los encofrados como los medios auxiliares de forma, que no se entorpezca la marcha de la obra.

Empleo de materiales reutilizables, de forma que se aprovechen al máximo y su uso resulte económicamente rentable.

Todo esto irá encaminado a que el encofrado desempeñe correctamente sus funciones:

- Servir de molde para conseguir las formas proyectadas.
- Evitar la pérdida de lechada y finos durante el fraguado.
- Evitar la pérdida del agua contenida en el concreto.
- Asegurar la correcta colocación de las armaduras, garantizando que se verifiquen los recubrimientos correspondientes.
- Proteger al concreto de las temperaturas externas.

2.1.1 Elementos Estructurales del Encofrado

Los principales elementos estructurales de un encofrado son:

Superficie encofrante

Es el paramento de los encofrados que está en contacto con el concreto fresco y, por tanto, la calidad del acabado dependerá de las características de la misma.

Los materiales que se emplean en la misma son normalmente: madera, paneles fenólicos, paneles metálicos (acero, aluminio), plástico, cartón.

Costillas

Son elementos transversales que constituyen el soporte de la superficie encofrante y contribuyen a rigidizarla, de forma que no se produzca su abolladura.

Generalmente son de madera o metálicos (frecuentemente perfiles laminados).

Correas

Son elementos longitudinales que contribuyen a dar rigidez al conjunto, conectando entre sí las costillas.

También suelen ser de madera o metálicas.

Los materiales que forman el encofrado se deberán elegir en base a los criterios descritos anteriormente, de forma que se emplee el material más adecuado para las necesidades de la obra. Los más empleados son la madera y el acero, aunque también se utilizan plásticos, aglomerados, aluminio, cartón, fibra de vidrio, yeso, cerámica, etc. Normalmente se suelen combinar varios de estos materiales en la confección del molde, aunque también existen encofrados (en especial los prefabricados) constituidos de un único material.

A continuación se enumeran una serie de características particulares de algunos de los materiales empleados:

Madera

Este material es, sin duda, el más utilizado en la técnica de encofrados, ya que presenta unas cualidades que le dan una gran versatilidad para su empleo en obra, entre las que se pueden destacar su facilidad de corte y su clavabilidad. Por el contrario, presenta las desventajas de una degradación mayor que otros materiales y la pérdida de resistencia que sufre por exceso de humedad.

Además de las tablas de madera aserrada, también se pueden encontrar tableros contrachapados, formados por planchas de madera encoladas entre sí, con un espesor mínimo en conjunto de 20 mm. Estos tableros se han empleado ampliamente debido a la calidad de las superficies acabadas, así como una mayor economía debido a que los paneles tienen unas dimensiones tales que permiten una colocación y retirada de forma sencilla.

Actualmente se ha difundido el uso de bandejas de encofrado, formadas por piezas de madera laminada unidas entre sí por una grapa metálica en los bordes. Normalmente llevan un tratamiento superficial para evitar su degradación, aunque también pueden ir revestidas de un panel fenólico.

Acero

El acero presenta una serie de ventajas sobre el resto de los materiales, entre las que hay que destacar:

Resistencia y rigidez suficientes.

Montaje y desmontaje rápido.

Son económicos si el número de usos es grande.

Se consiguen superficies lisas en los paramentos encofrados.

Entre las desventajas del acero hay que citar:

Si se utilizan pocas veces resultan caros.

Ofrecen poca protección y aislamiento para el vaciado de concreto en tiempo frío.

Plástico

El empleo de este material viene condicionado principalmente por la necesidad de obtener formas complicadas, ya que puede ser moldeado con facilidad. Normalmente se suelen construir sobre un molde con la forma proyectada, sobre el que se extienden una serie de resinas que, al endurecer, formarán el encofrado. Estos encofrados suelen ir reforzados con fibra de vidrio y una serie de elementos metálicos o de madera con el fin de dar rigidez al conjunto.

Aglomerado

Los paneles de aglomerado, debido a su rigidez, caras lisas y grandes dimensiones, permiten obtener superficies de concreto libres de defectos y marcas en las juntas. Además, los paneles de menor espesor presentan la ventaja de poder curvarse con radios pequeños, lo que permite obtener formas complejas sin recurrir a soluciones caras.

Aluminio

Los encofrados de aluminio son similares a los de acero, presentando la ventaja sobre éstos de una mayor ligereza, pero necesitan mayores secciones debido a que su resistencia es menor.

No hay que olvidar que se prohíbe que el aluminio esté en contacto con la superficie del concreto, por tanto, habrá que forrar estos encofrados con paneles fenólicos u otros que garanticen que no hay contacto entre ambos.

2.2 SISTEMAS DE ENCOFRADO VERTICAL

El sistema de encofrados verticales consiste en un molde dispuesto en vertical o inclinado con elementos de aplomado y nivelación que, en algunos casos, se apoya sobre unos elementos de apuntalamiento a los que transmite las cargas que actúan sobre él, y que éstos a su vez transmiten a una superficie de apoyo. Este tipo de encofrados permite ejecutar elementos estructurales tales como muros rectos y curvos, pilas de sección rectangular, etc.

Estos encofrados suelen estar constituidos por paneles modulares (capaces de ser desplazados mediante grúa), elementos de unión entre los paneles, puntales de aplomo y nivelación y ménsulas de trabajo. Dichos encofrados también se pueden configurar con elementos estándar (costillas primarias y secundarias y forro de encofrado). Este sistema de encofrados puede ser a una cara o a dos caras, presentando algunas diferencias en cuanto a su configuración.

Figura N° 2.02 Encofrado vertical Nevi de la empresa Ulma Encofrados



Fuente: Registro Fotográfico de Ulma Encofrados. Planta Huachipa-Lima

Los encofrados verticales deben de ser capaces de resistir el empuje del concreto fresco, el peso propio del encofrado, el peso del concreto en el caso de encofrados inclinados, las cargas impuestas, debidas a las operaciones de vertido o vibrado, o el desplazamiento de operarios sobre las ménsulas de trabajo, las acciones del viento, y otras posibles cargas horizontales hasta que el concreto haya endurecido. Las presiones que soportan los encofrados pueden alcanzar valores de hasta 90 KN/m².

La presión que ejerce el concreto sobre el encofrado depende de una serie de factores, la altura del encofrado, la velocidad de vaciado, la temperatura del hormigón en el momento del vaciado, la sección que configura el encofrado, la densidad del concreto y sus características en cuanto aditivos, etc. Si la altura de la tongada de concreto vertida es pequeña se puede asumir que el concreto actúa como un fluido en toda la altura de la tongada y la ley de presiones del concreto sigue una ley hidrostática. Si la altura de la tongada de concreto vertida es grande, la ley de presiones del concreto sigue una ley hidrostática sólo en la parte superior, ya que en la parte inferior comienza el endurecimiento del concreto antes de que termine el vertido del concreto, por lo que la presión ejercida en dicha zona es inferior al caso hidrostático.

El molde reproduce la forma del elemento estructural que se va a ejecutar. Consta de unos elementos de rigidización que en su tipo mas general, comprenden costillas, correas y forro de encofrado (forro fenólico). También puede estar constituido por paneles o bastidores metálicos con forro fenólico, que incluyen en el propio panel elementos de rigidización primarios y secundarios, no siendo necesarias costillas. Las costillas suelen configurarse con vigas de madera y de aluminio y las correas con perfiles metálicos. Aparte de estos elementos hay unos elementos adicionales del encofrado, que son puntales de aplome y nivelación, y puntales para apuntalamiento en encofrados verticales a una cara, barras con plato y tuerca de alas para el atado de encofrados verticales a doble cara (tirantes), grapas de unión de paneles para encofrados verticales con paneles, ménsulas de trabajo, elementos para izado de paneles, etc. La diferencia entre emplear paneles metálicos o bastidores metálicos con forro fenólico (u de otro tipo) hace referencia al acabado conseguido. Con bastidores metálicos se consigue un peor acabado en general, salvo que sean paneles nuevos, frente a la solución que emplea forro fenólico.

Este molde puede montarse en obra a partir de elementos estándar para configurar costilla, correas y forro, conformando el encofrado vertical; o emplear las soluciones modulares con paneles metálicos o bastidores metálicos con forro fenólico.

El molde puede ser recto, cuando todos los elementos se encuentran en planos verticales rectos, o curvo, cuando los elementos que lo forman no se encuentran en planos verticales.

2.2.1 Sistema Enkoform VMK

Enkoform VMK es un sistema de encofrado, que permite adaptarse a formas diversas y en ocasiones complejas que se pueden dar en edificación y obra civil. La idea del sistema enkoform surge de la necesidad de diseñar un sistema polivalente, que sea capaz de resolver las diversas topologías de obra con elementos estándares, como contrapartida a los sistemas antiguos basados en el empleo de elementos especiales para la solución de cada obra.

Figura N° 2.03 Vista desencofrado de paneles con sistema Enkoform



Fuente: Registro Fotográfico de Ulma Encofrados. Tren Eléctrico

CAPITULO III EL SISTEMA AUTO TREPANTE

3.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA AUTO TREPANTE

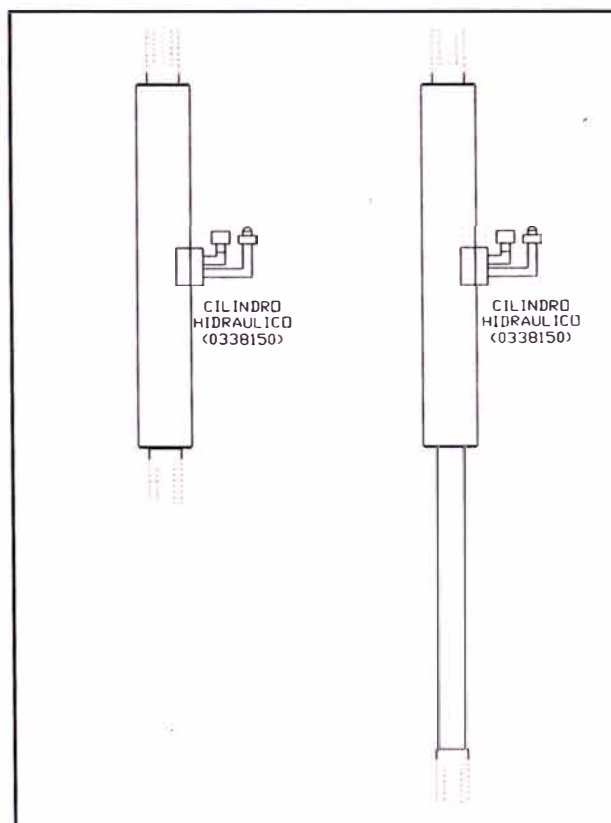
El sistema auto trepante consta básicamente de un sistema de trepa convencional, al que se le añaden soluciones mecánicas e hidráulicas; para conseguir que la elevación del sistema se realice sin necesidad de grúa.

Los elementos principales que se le añaden a la trepa convencional, con el objeto de que la estructura sea capaz de trepar sin necesidad de grúa son:

Cilindro Hidráulico

Elemento que va entre los dos cabezales trepadores y provoca el movimiento de consola ó mástil mediante su extensión y recogida. El sistema avanza 600mm en cada ciclo de extensión-retracción (Figura N° 3.01).

Figura N° 3.01 Cilindro hidráulico

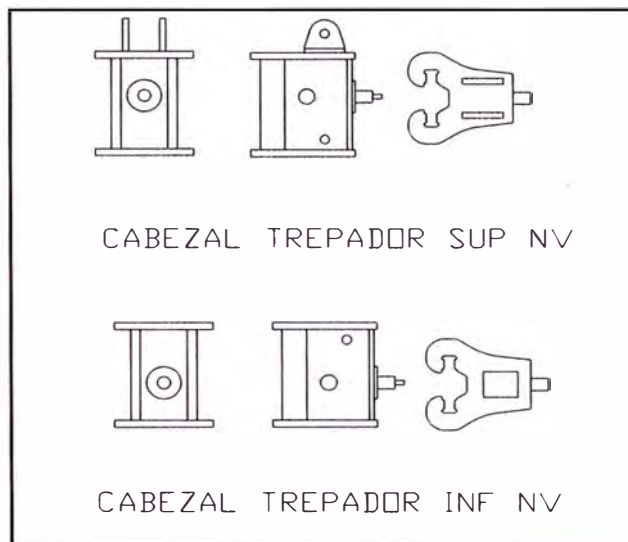


Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Cabezales Trepadores: Superior e Inferior

Estos dos cabezales son los encargados de elevar el mástil y la consola mediante la ayuda del cilindro hidráulico. Los cabezales, cuelgan de la consola mediante los bulones que incorporan y van guiadas en el mástil (Figura N° 3.02).

Figura N° 3.02 Cabezales trepadores

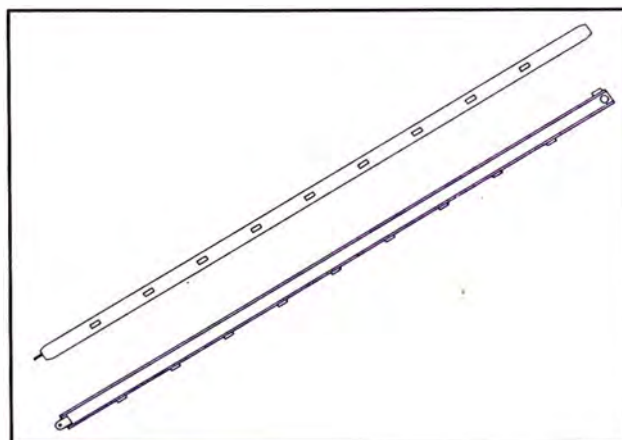


Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Mástil

Es el elemento de guiado y apoyo de la consola en su proceso de elevación, Durante los movimientos relativos entre consola y mástil siempre están guiados entre sí. Dispone de unos tacos distanciados por el recorrido del cilindro, que sirven de apoyo y empuje de los cabezales trepadores (Figura N° 3.03).

Figura N° 3.03 Mástil

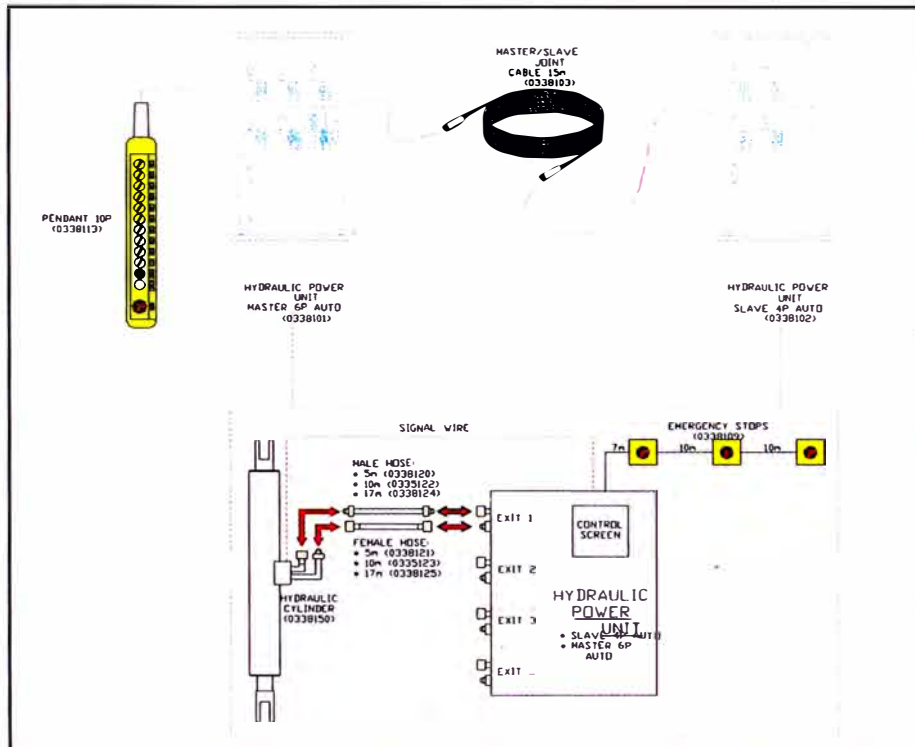


Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Grupo Hidráulico

Es el encargado de bombear el aceite a los cilindros hidráulicos. Desde un mismo grupo hidráulico se tiene la capacidad de accionar hasta 12 cilindros, haciendo posible que se eleven grandes conjuntos de encofrado simultáneamente (Figura N° 3.04).

Figura N° 3.04 Grupo Hidráulico



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

La elevación de la estructura, se realiza mediante la sucesiva elevación de mástil y de consola con encofrado a lo largo del muro a ejecutar.

Cada consola lleva su propio cilindro hidráulico, que es el encargado de elevar tanto el mástil, como la propia consola junto con todo el sistema de encofrado. La fuerza máxima admisible es de 10 toneladas.

A través de los cabezales trepadores, el cilindro hidráulico transmite la fuerza necesaria para elevar tanto el mástil como la estructura con encofrado. El sistema consta de un cabezal trepador superior que se une solidariamente a la estructura y un cabezal trepador inferior que está unido al superior mediante el cilindro hidráulico.

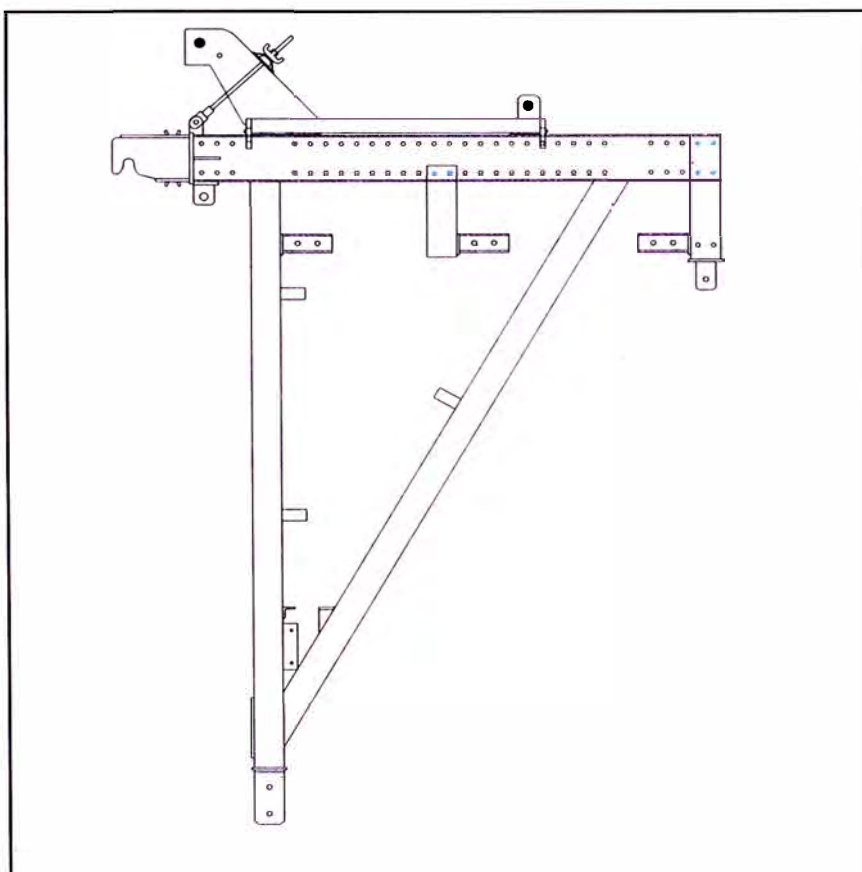
El grupo hidráulico es el encargado de suministrar el flujo de aceite necesario a los cilindros. Desde un mismo grupo hidráulico se tiene la capacidad de accionar hasta 12 cilindros, haciendo posible que se eleven grandes conjuntos de encofrado simultáneamente.

Consola ATR MK

Consola que se utiliza en el sistema auto trepante. Tiene la ventaja de la conectividad a perfiles de sección canal, mediante agujeros realizados en estos mismos.

La anchura de la consola hasta el muro es de aproximadamente 2500mm. Dispone de un sistema de retranqueo de cremallera que le permite 70 cm. de retranqueo (Figura N° 3.05).

Figura N° 3.05 Consola ATR MK



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

3.1.1 Secuencia de Trabajo del Sistema Auto Trepante

El panel de encofrado se une a las consolas auto trepantes mediante un carro de retranqueo que accionado mediante un mecanismo de cremallera permite separar los paneles del muro en la fase de desencofrado. La distancia máxima de retranqueo del encofrado es de 70 cm. Se dispone también de un tensor que sirve para aplomar el encofrado y elementos de regulación que permiten posicionar los paneles de encofrado tanto horizontal como verticalmente.

Para realizar las distintas tareas que se requieren durante las fases de trabajo, el sistema puede constar de hasta 5 plataformas de trabajo:

Plataforma Principal: Es la plataforma de trabajo más amplia (2,5m). Se utiliza como pasillo y para desencofrar, aproximar y aplomar el panel de encofrado. Desde aquí se puede colocar el acero y limpiar el panel mediante el sistema de retranqueo.

Plataforma de Accionamiento: Se utiliza como acceso al accionamiento de los cabezales trepadores y como plataforma de accionamiento de los cilindros. En esta plataforma se coloca el grupo hidráulico. El control de la elevación del sistema se realiza desde esta plataforma.

Plataforma de Recuperación de Conos: Se utiliza para recuperar los conos y cajetines de anclaje que han quedado en el concreto en tongadas precedentes.

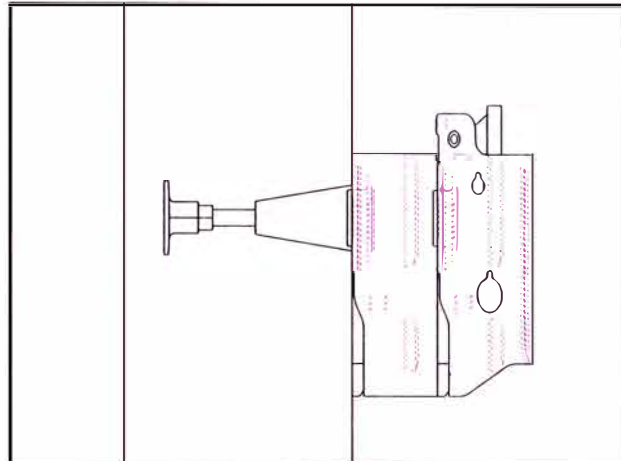
Plataforma de Hormigonado: Se utiliza para realizar el hormigonado y posicionado de anclajes.

Plataforma de Vela: Se utiliza principalmente para colocar y soltar los tirantes DW de las líneas de riostras superiores del encofrado.

Dependiendo de la altura de tongada, puede no ser necesaria la instalación de las plataformas de recuperación de conos y las plataformas de vela.

El anclaje de las consolas al muro se realiza mediante cajetines de anclaje y conos que embebidos en el hormigón soportan las cargas horizontales y verticales (Figura N° 3.06).

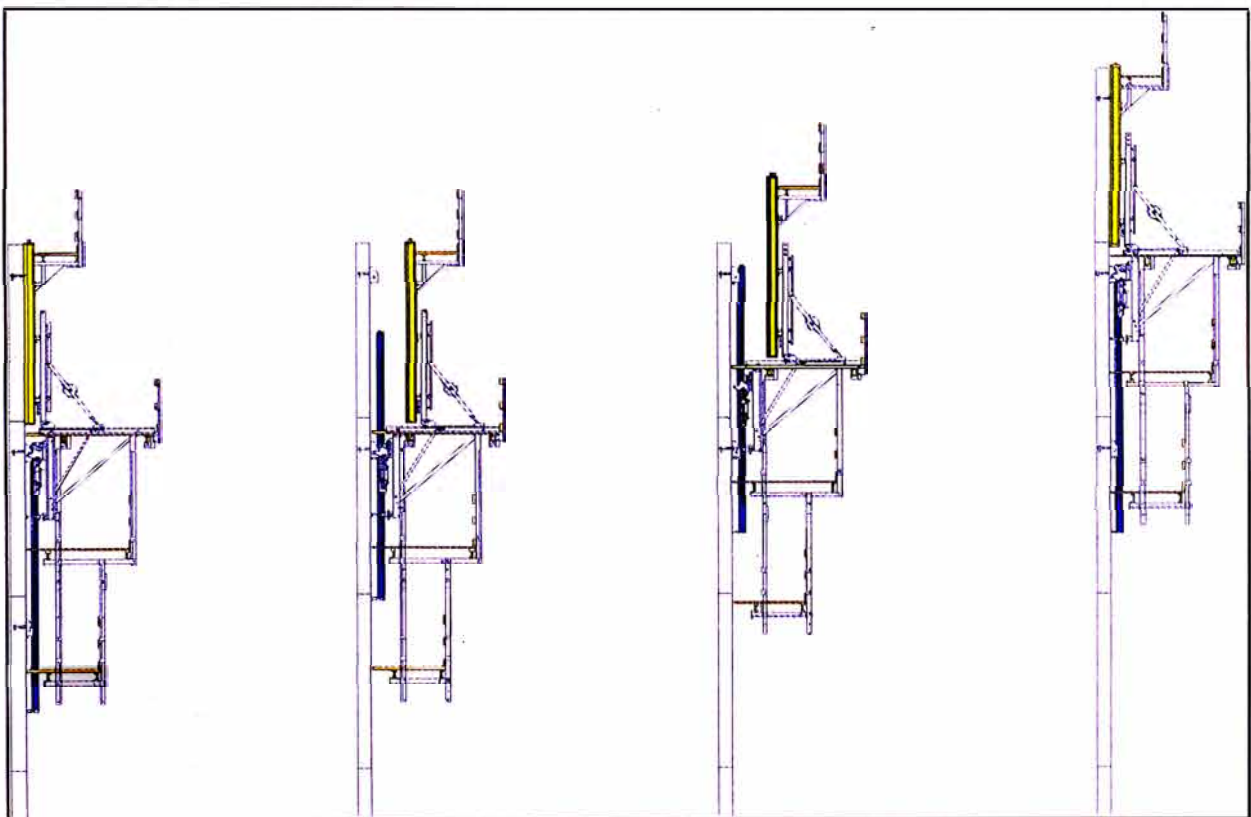
Figura N° 3.06 Cono y cajetín de anclaje



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

En la Figura N° 3.07 se ilustra el funcionamiento del Sistema Auto Trepante.

Figura N° 3.07 Vista de etapas de trepado con sistema auto trepante



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

3.2 MONTAJE, USO Y DESMONTAJE

Se describe los procedimientos siguientes:

Se realiza el montaje del panel de encofrado, de acuerdo a las dimensiones que se indica en los planos (Figura N° 3.08).

Figura N° 3.08 Panel de encofrado



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Se colocan los conos en el encofrado. Estos conos quedarán embebidos en el muro y servirán de apoyo para toda la estructura durante el proceso de trepado (Figura N° 3.09).

Figura N° 3.09 Colocación de conos en el panel de encofrado



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Se realiza el vaciado de concreto de la primera etapa (Figura N° 3.10).

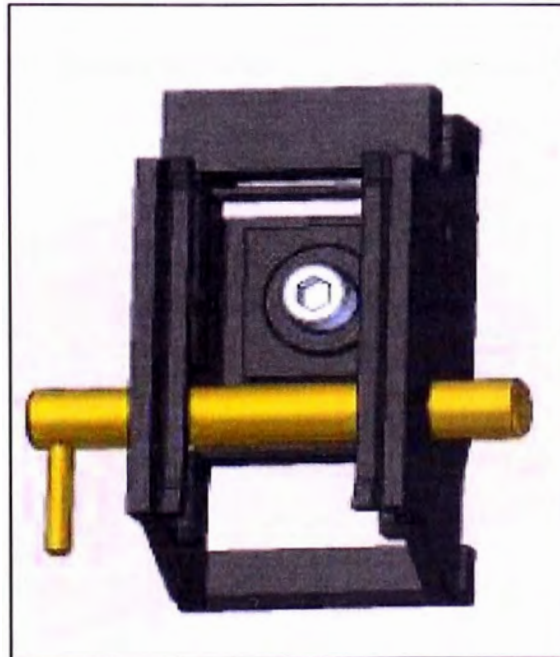
Figura N° 3.10 Paneles de encofrado. Primer vaciado de concreto



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Se colocan los cajetines anclaje en los conos del muro (Figura N° 3.11).

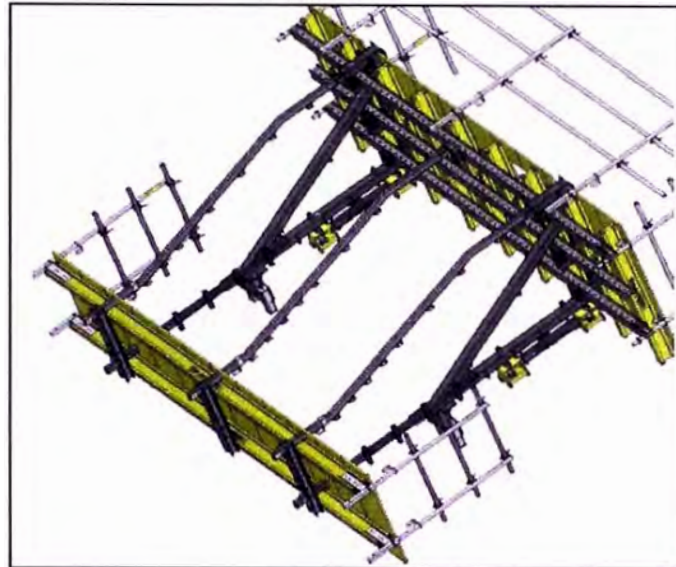
Figura N° 3.11 Cajetín de anclaje



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Se realiza el montaje de la consola ATR MK en grupos de 2, arriostrados por tubos y abrazaderas, colocándose también sus respectivas plataformas de trabajo (Figura N° 3.12).

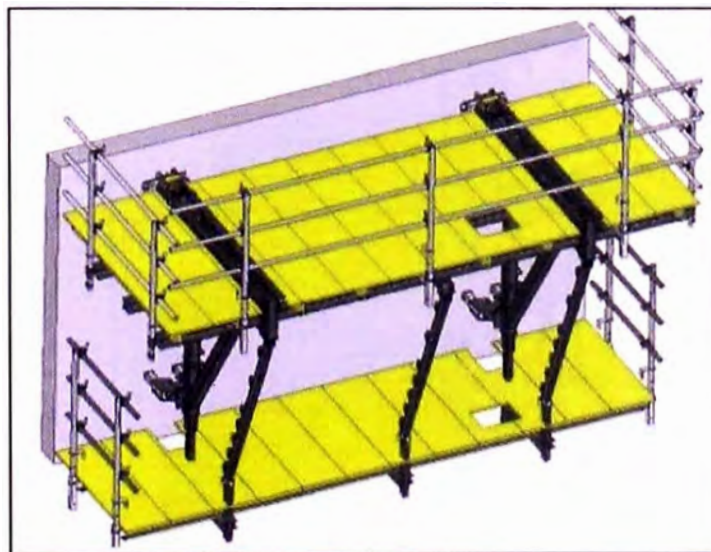
Figura N° 3.12 Montaje de consolas ATR



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

El conjunto de consolas ATR MK, se cuelga en los cajetines de anclaje situados en el muro (Figura N° 3.13).

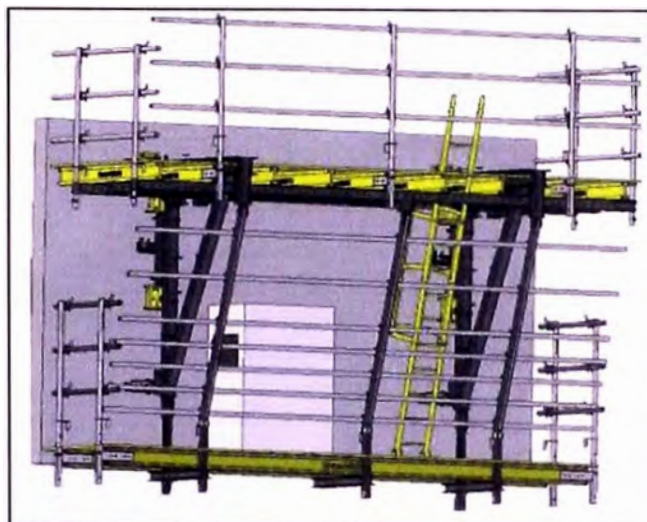
Figura N° 3.13 Consolas ATR MK, colgado de cajetines de anclaje



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Colocado el conjunto de consolas ATR MK, se coloca el grupo hidráulico encima de la plataforma de accionamiento y se realiza el montaje hidráulico (Figura N° 3.14).

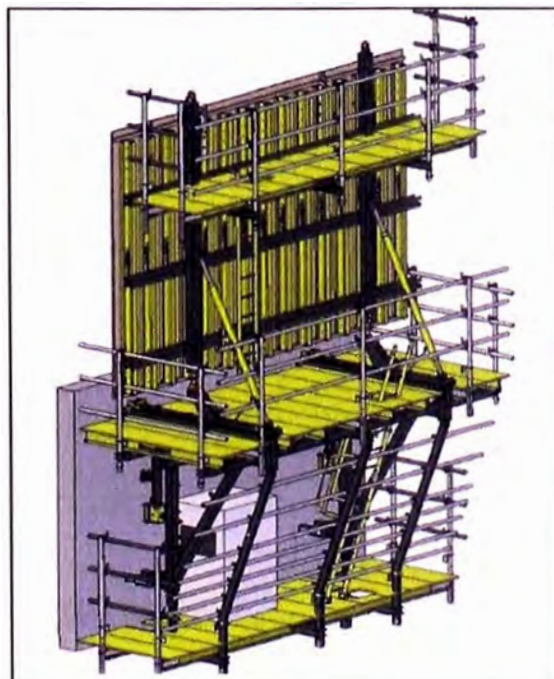
Figura N° 3.14 Colocación de grupo hidráulico



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Colocación del panel de encofrado, sobre las consolas ATR MK (Figura N° 3.15).

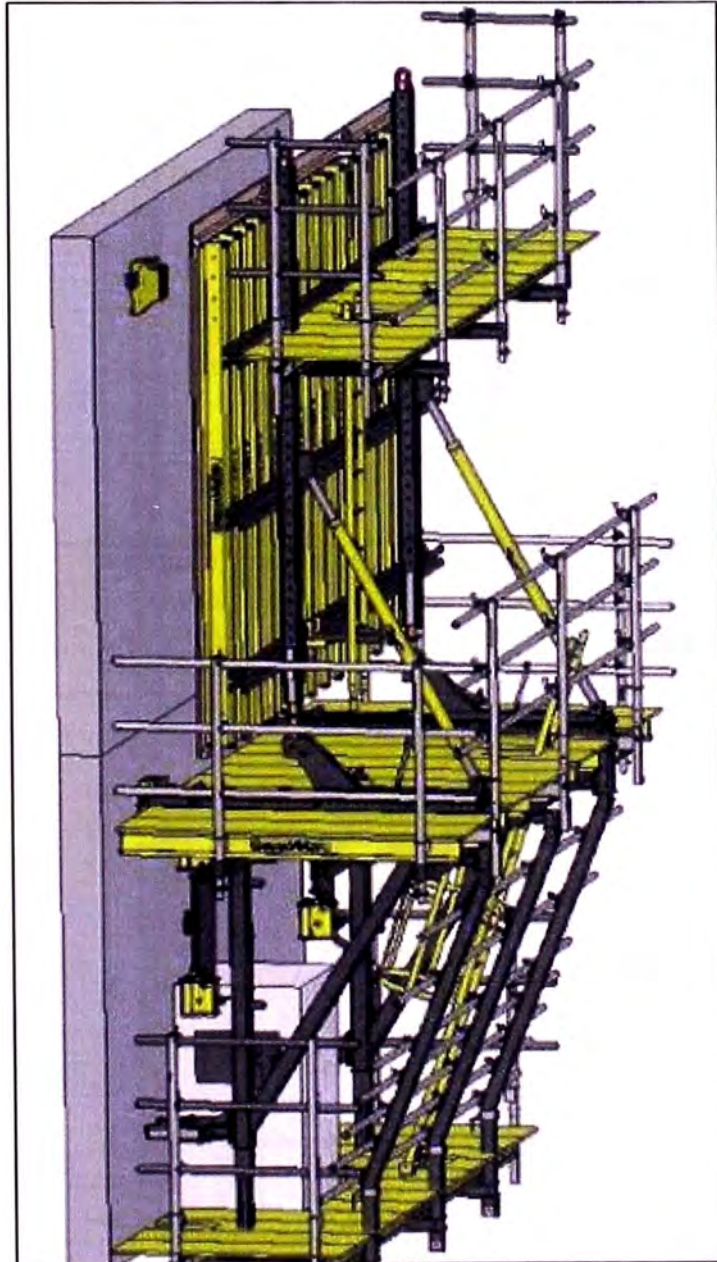
Figura N° 3.15 Colocación de panel de encofrado



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Realizado el vaciado de concreto y cuando este alcanza su resistencia necesaria, se retranquea el encofrado mediante el carro y se colocan los cajetines de anclaje (Figura N° 3.16).

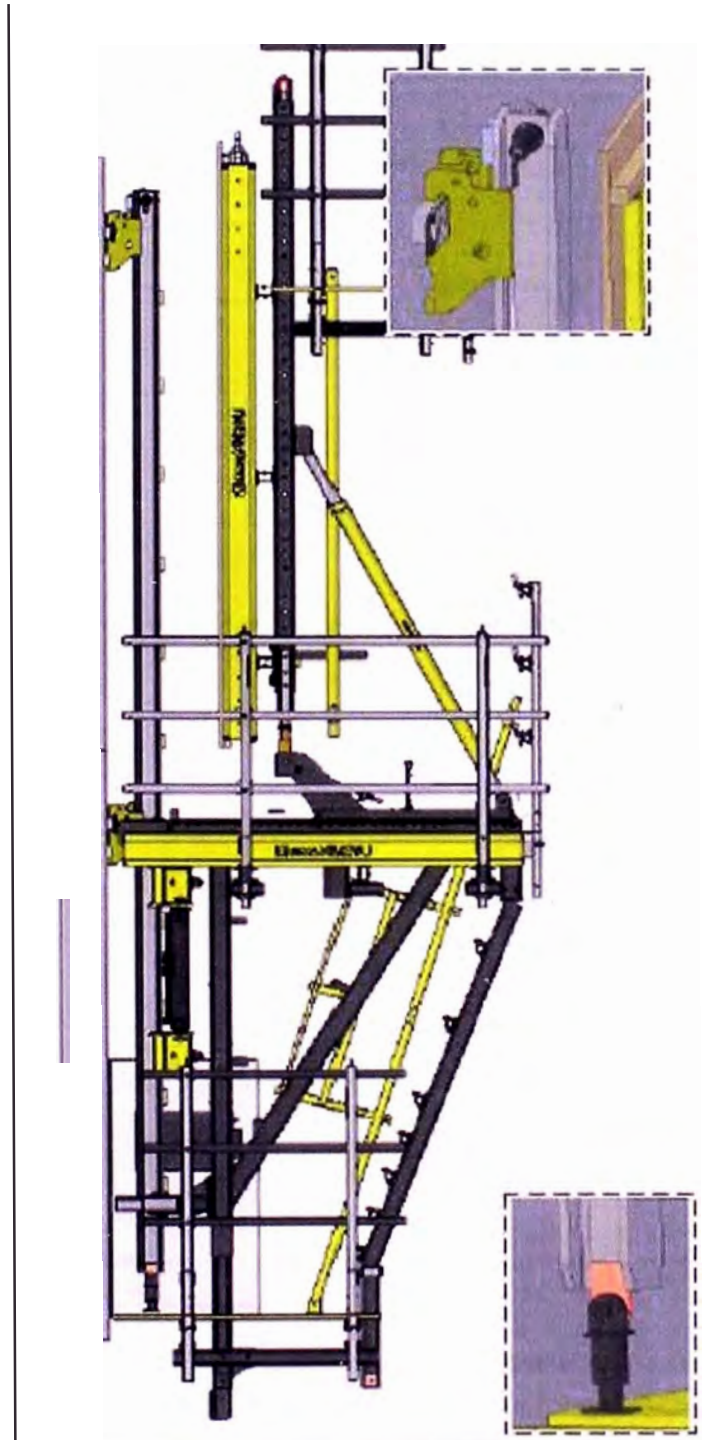
Figura N° 3.16 Colocación de cajetines de anclaje



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

En esta etapa se introduce el mástil, a través de los cajetines y cabezales trepadores (Figura N° 3.17).

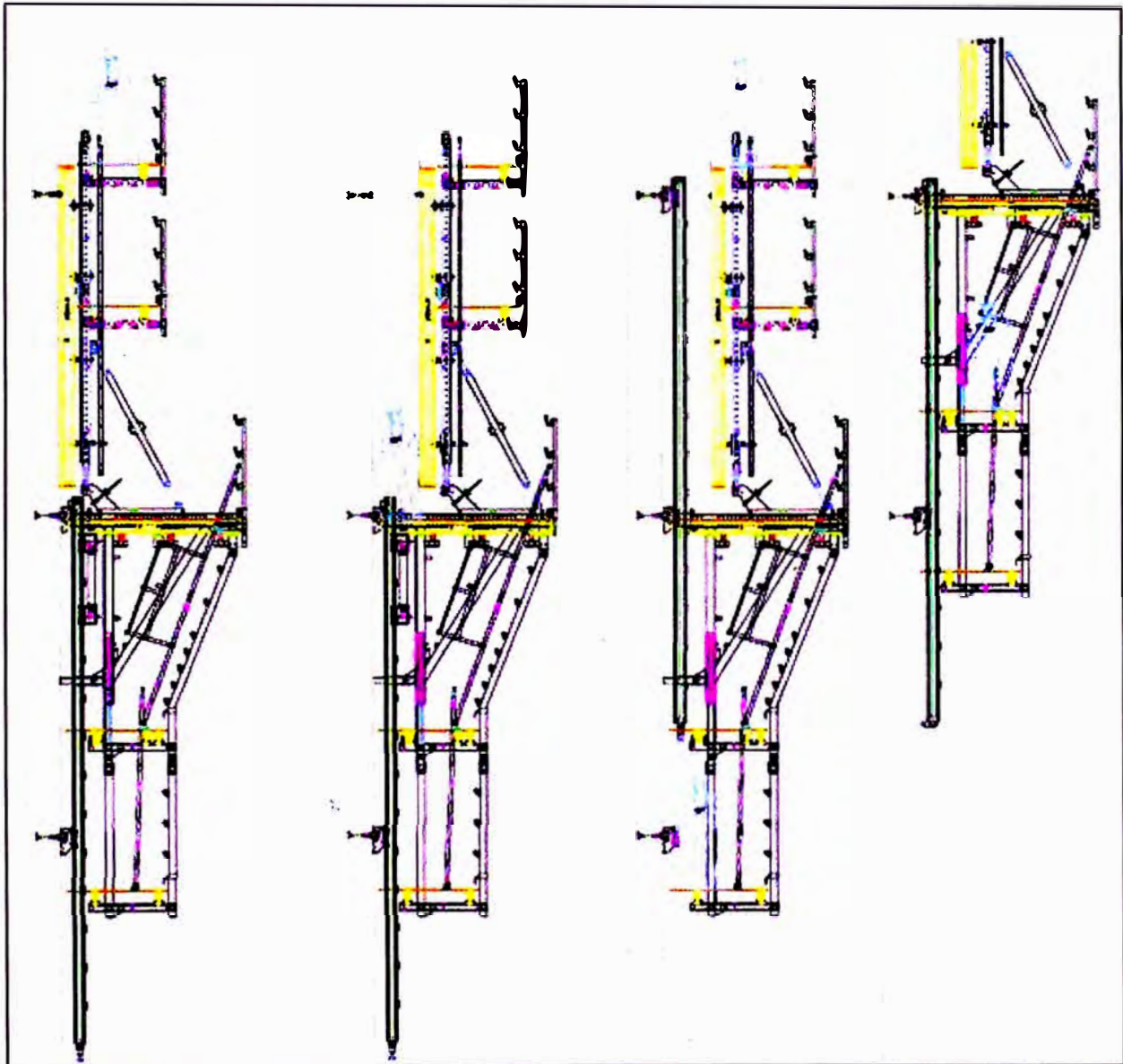
Figura N° 3.17 Colocación de mástil



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

El uso del sistema consiste en una secuencia de trabajo, en donde se realiza el vaciado de concreto del muro y se sube el encofrado de una tongada a otra (Figura N° 3.18).

Figura N° 3.18 Uso y secuencia de trabajo del sistema auto trepante



Vaciado de concreto

Desencofrado

- Colocación de anclaje
- Elevación de Mástil

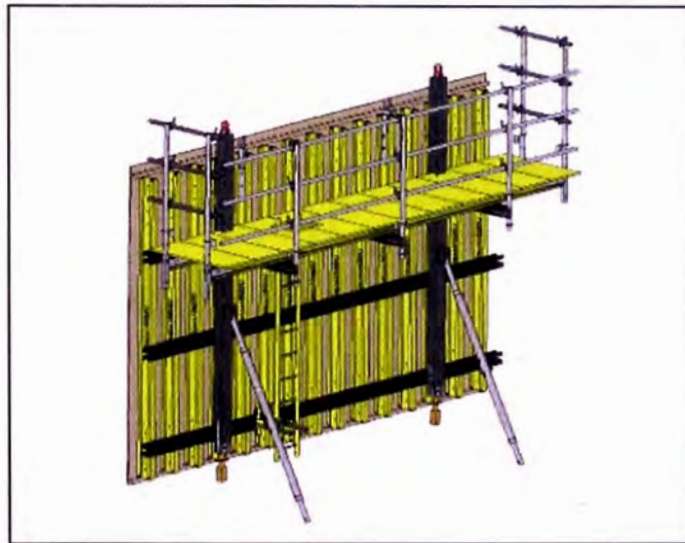
Elevación de estructura.

Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Una vez terminado el uso de la estructura, se procederá al desmontaje de la misma.

El primer paso del desmontaje, es descender la estructura al suelo mediante una grúa. La estructura se divide en los siguientes conjuntos y se baja en este orden: Se realiza el desmontaje del encofrado, que se encuentra unido a las consolas ATR MK (Figura N° 3.19).

Figura N° 3.19 Desmontaje de encofrado



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Se realiza el desmontaje del mástil, el cual debe extraerse de los cajetines de anclaje.

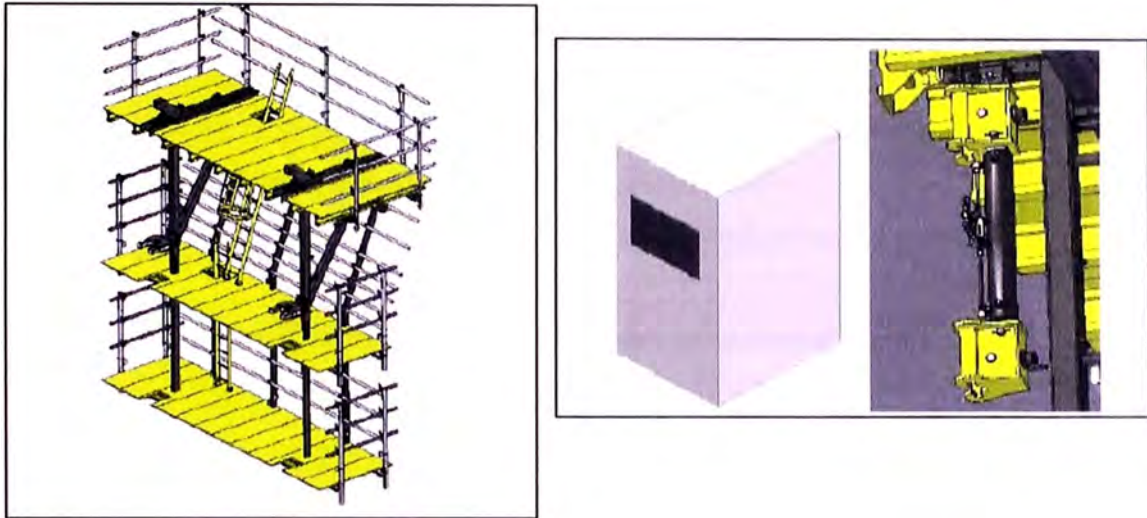
Figura N° 3.20 Desmontaje de mástil



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Se realiza el desmontaje de las mangueras hidráulicas y posteriormente de la consola ATR MK y del grupo hidráulico que se encuentra unido a la consola (Figura N° 3.21).

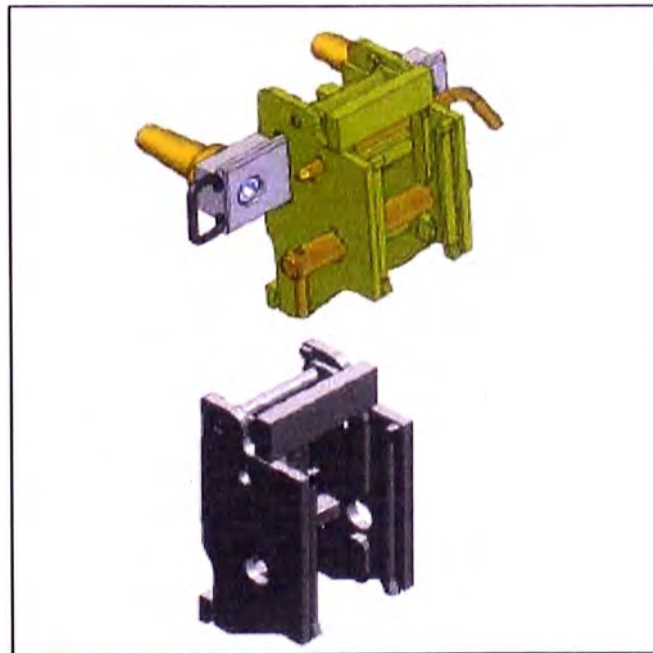
Figura N° 3.21 Desmontaje de consola ATR y grupo hidráulico



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

Finalmente se realiza el desmontaje de los elementos de anclaje (Fig. N° 3.22).

Figura N° 3.22 Desmontaje de los elementos de anclaje



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

CAPITULO IV DISEÑO DEL SISTEMA AUTO TREPANTE APLICADO AL PROYECTO "VILLA SOL"

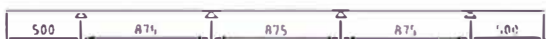





4.1 DISEÑO DE ENCOFRADO DE PLACAS

Para el diseño del encofrado de placas, se utilizará el sistema Enkoform VMK, descrito en el capítulo II.

En el montaje del encofrado, posterior a la colocación de los paneles, se usan barras roscadas 15 para unir un panel con el del frente.

La posición y reparto de estas barras roscadas se indican en el cuadro N° 4.01.

Cuadro N° 4.01 Distribución de anclajes en paneles de encofrado

Tipo ROOSTRA MK (20)	Separación entre BARRAS ROSCADAS 15 (mm)	Flèche máx. Vibre (mm)	Flèche máx. volad. (mm)	Carga de uso máx. en la ROOSTRA [kN/m]	Carga de uso de la BARRA ROSCADA 15 [kN]
3,625		0.23	0.91	88.1	90
4,125		0.23	0.74	84.9	90
4,625		0.3	0.44	74.4	90
4,875		0.79	0.55	65.9	90
4,875		0.2	0.8	86	90
5,625		0.3	0.56	73.5	90

Fuente: Guía de usuario, Enkoform VMK de Ulma Encofrados

Se utilizará un panel de encofrado de longitud 5,625 metros, y de acuerdo al cuadro N° 4.01, le corresponden cinco puntos de anclaje.

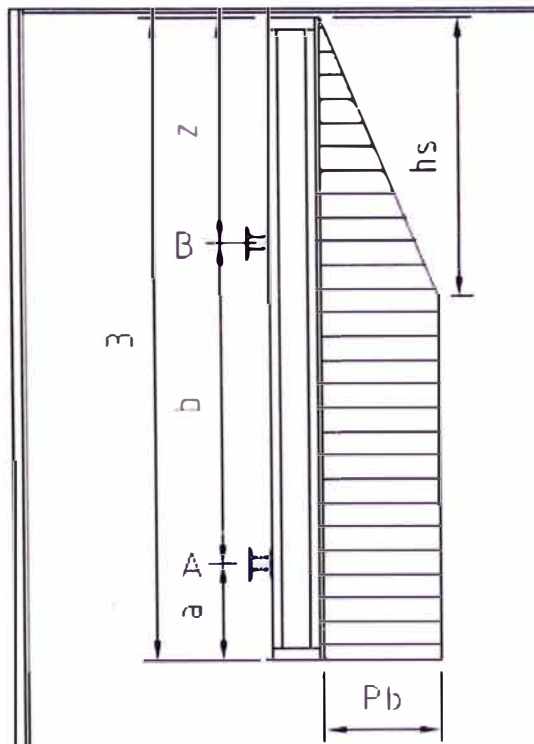
Para obtener la distribución de vigas VM20, se utilizará el cuadro N° 4.02.

Cuadro N° 4.02 Distribución de vigas VM20 en panel de encofrado

$h = 3[m]$		a [m]			b [m]		z [m]
		0,45			1,50		1,05
Presión de hormigón [kN/m ²]	30	40	50	60	70	80	
Separación entre vigas [mm]	465	375	310	280	270	-	
Flecha máxima entre vanos [mm]	0,9	1,1	1	0,9	0,8	-	
Flecha máx. en voladizo [mm]	-0,5	-0,8	-0,9	-0,8	-0,6	-	
Carga en RIOSTRA B [kN/m]	37,20	40,99	42,22	42	41,37	-	
Carga en RIOSTRA A [kN/m]	34,80	47,01	57,77	66	70,63	-	

Fuente: Guía de usuario, Enkoform VMK de Ulma Encofrados

Figura N° 4.01 Variables a,b y z relacionadas con cuadro N° 4.02



Fuente: Guía de usuario, Enkoform VMK de Ulma Encofrados

Considerando una presión admisible sobre el encofrado de 60 KN/m², se obtiene los siguientes valores para el diseño del encofrado:

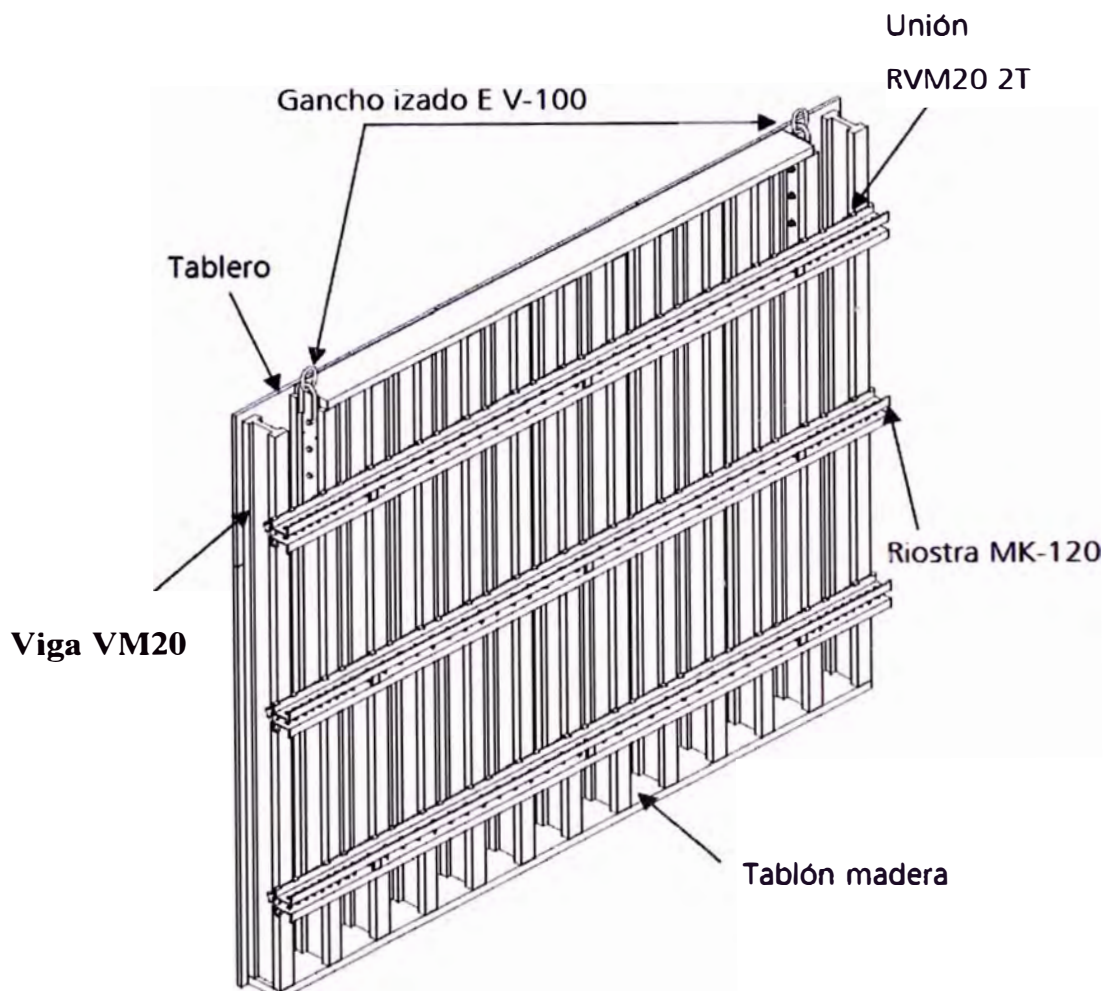
Separación entre vigas (mm) = 280

Valor de a (m) = 0,45

Valor de b (m) = 1,50

Valor de z (m) = 1,05

Figura N° 4.02 Panel de encofrado Enkoform VMK



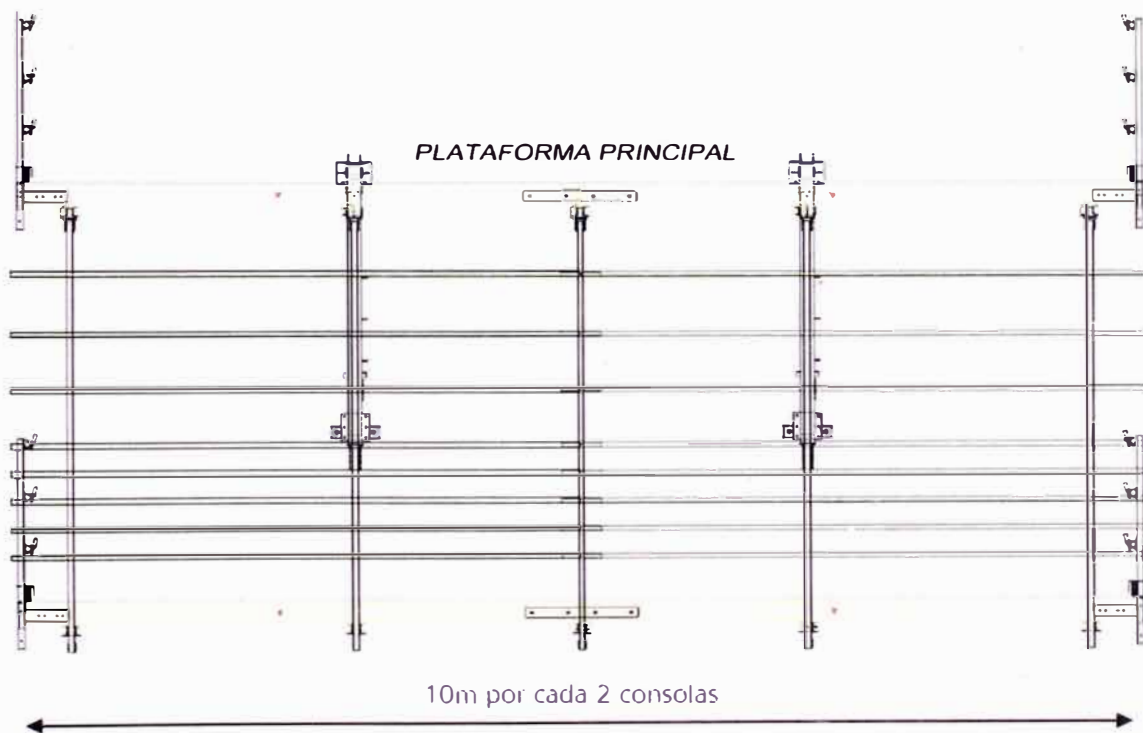
Fuente: Guía de usuario, Enkoform VMK de Ulma Encofrados

4.2 CONDICIONES DE USO

En el uso del sistema auto trepante se debe tener las siguientes consideraciones:

- 1.- Por cada dos consolas auto trepante, el tamaño máximo del panel de encofrado será de 40 m².
- 2.- Se limita la longitud máxima del panel de encofrado, para un conjunto de dos consolas a 10m.

Figura N° 4.03 Longitud recomendable para dos consolas



Fuente: Guía de usuario, consola ATR de Ulma Encofrados

- 3.- Cada cilindro hidráulico es capaz de ejercer su carga máxima sobre la consola en la cual está ubicada. Se tendrá que tener en consideración la carga de la estructura a elevar, para que no haya problemas a la hora de su izado.

Carga máxima de trabajo del cilindro hidráulico: 100 KN

4.- Para cada aplicación, se analizarán las cargas que tienen que soportar los anclajes, que dependerán del peso propio, las sobrecargas de uso y de las cargas de viento.

La resistencia de los anclajes depende de los siguientes factores:

Resistencia del concreto.

Resistencia del cono DW20/M30 y barra DW20

Resistencia del tornillo M30 DIN-912-10.9

Anclaje pasante ó con pie anclaje.

Longitud de anclaje y efectos de borde.

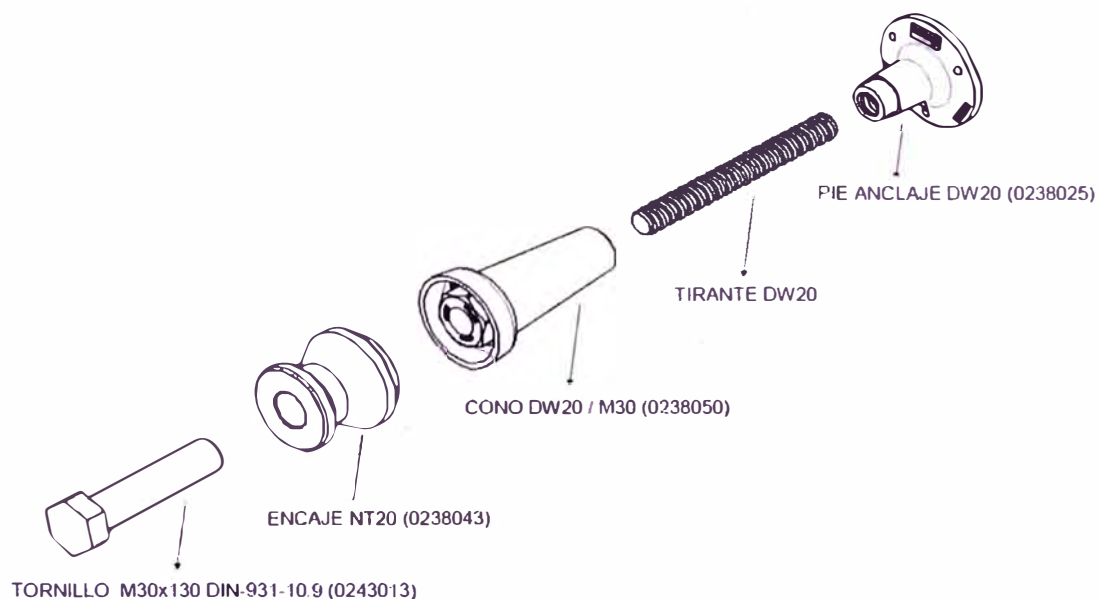
5.- Las labores de vaciado de concreto, colocación del acero, preparación y desencofrado, están limitadas a una velocidad de viento de 100 Km/hr.

El proceso de izado de mástiles ó consolas están limitadas a una velocidad de viento de 72 Km/hr.

Para velocidades de viento superiores a 100 Km/hr, se suspenderá todos los trabajos sobre la consola auto trepante.

6.- Verificación de fuerzas de reacción sobre los anclajes.

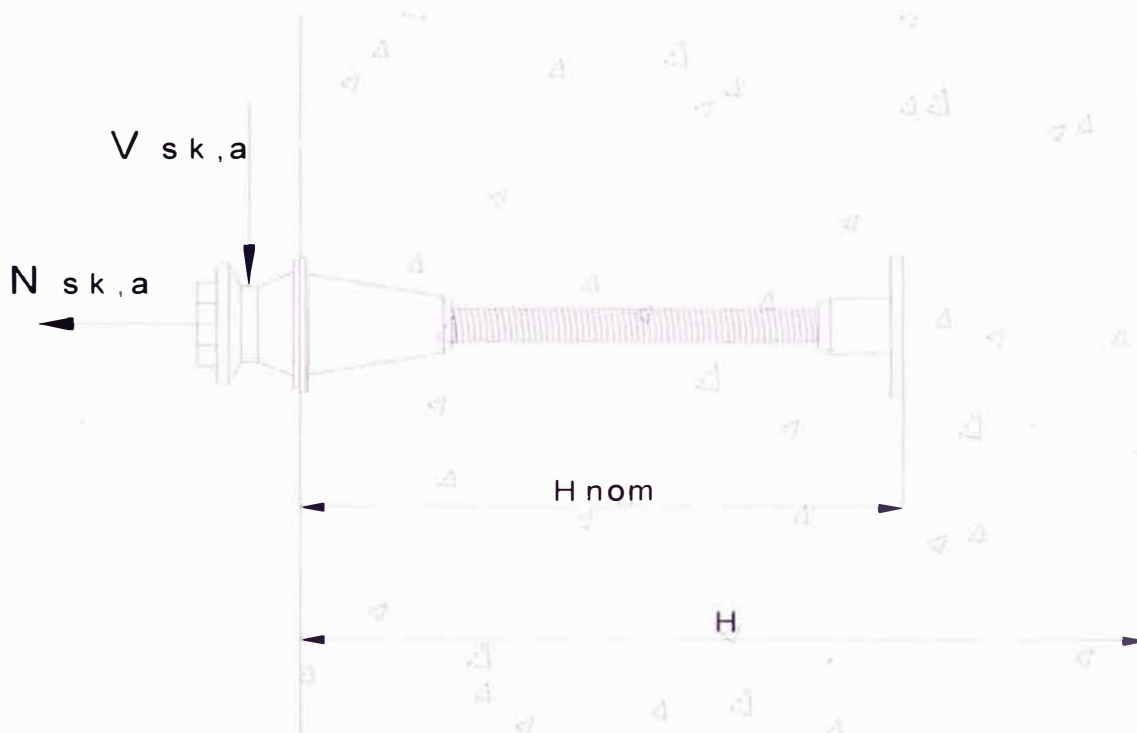
Figura N° 4.04 Cono de anclaje DW 20/M30



Fuente: Tablas de uso Cono DW20/M30 de Ulma Encofrados

En la figura N° 4.05 se pueden observar las cargas actuantes sobre el anclaje y su forma de transmisión al concreto.

Figura N° 4.05 Fuerzas actuantes en cono de anclaje DW 20/M30



Fuente: Tablas de uso Cono DW20/M30 de Ulma Encofrados

Donde:

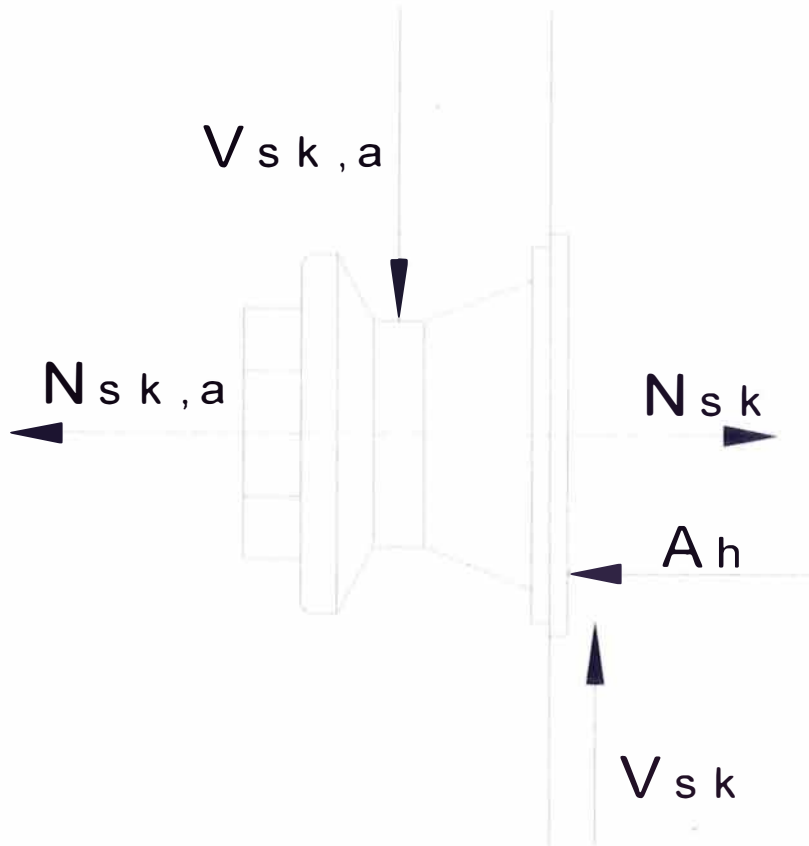
$N_{sk,a}$: Reacción de tracción sobre el anclaje.

$V_{sk,a}$: Reacción de cortante sobre el anclaje.

H_{nom} : Longitud embebida del anclaje.

H : Ancho de muro.

Figura N° 4.06 Reacciones sobre el concreto



Fuente: Tablas de uso Cono DW20/M30 de Ulma Encofrados

Donde:

N_{sk} : Reacción a tracción sobre el muro de concreto.

V_{sk} : Reacción a cortante sobre el muro de concreto.

A_h : Reacción a compresión sobre el muro de concreto.

Resistencia del concreto

Para cargas combinadas de tracción y cortante (N_{sk} , V_{sk}) se deben satisfacer las siguientes ecuaciones:

$$\frac{N_{sk}}{N_{rec}} \leq 1 ; \frac{V_{sk}}{V_{rec}} \leq 1 \qquad \frac{N_{sk}}{N_{rec}} + \frac{V_{sk}}{V_{rec}} \leq 1,2$$

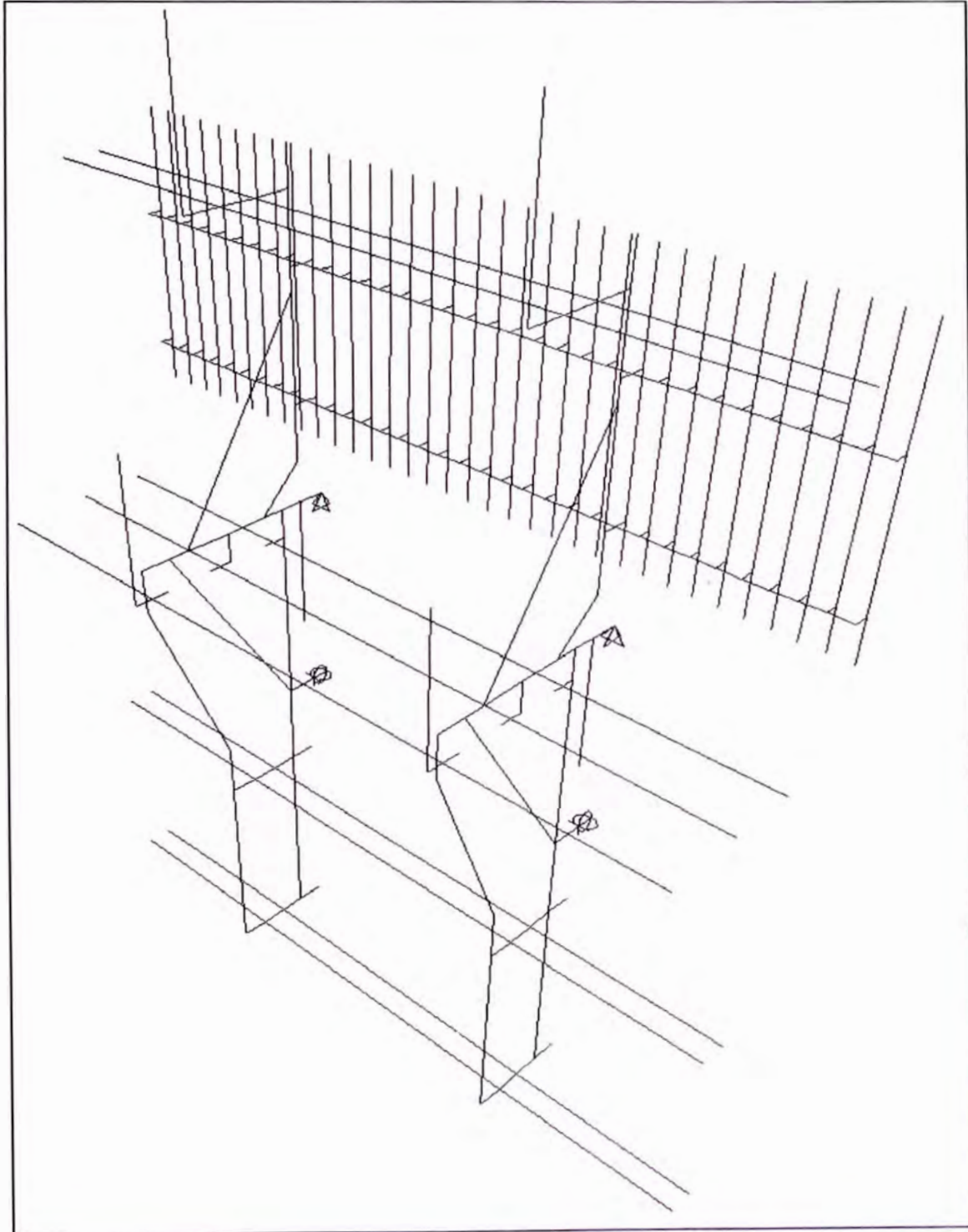
Donde:

N_{rec} : Resistencia de trabajo del concreto a tracción.

V_{rec} : Resistencia de trabajo del concreto a cortante

Realizando un análisis estructural de paño de encofrado de mayor longitud, con la finalidad de determinar las fuerzas sobre el anclaje.

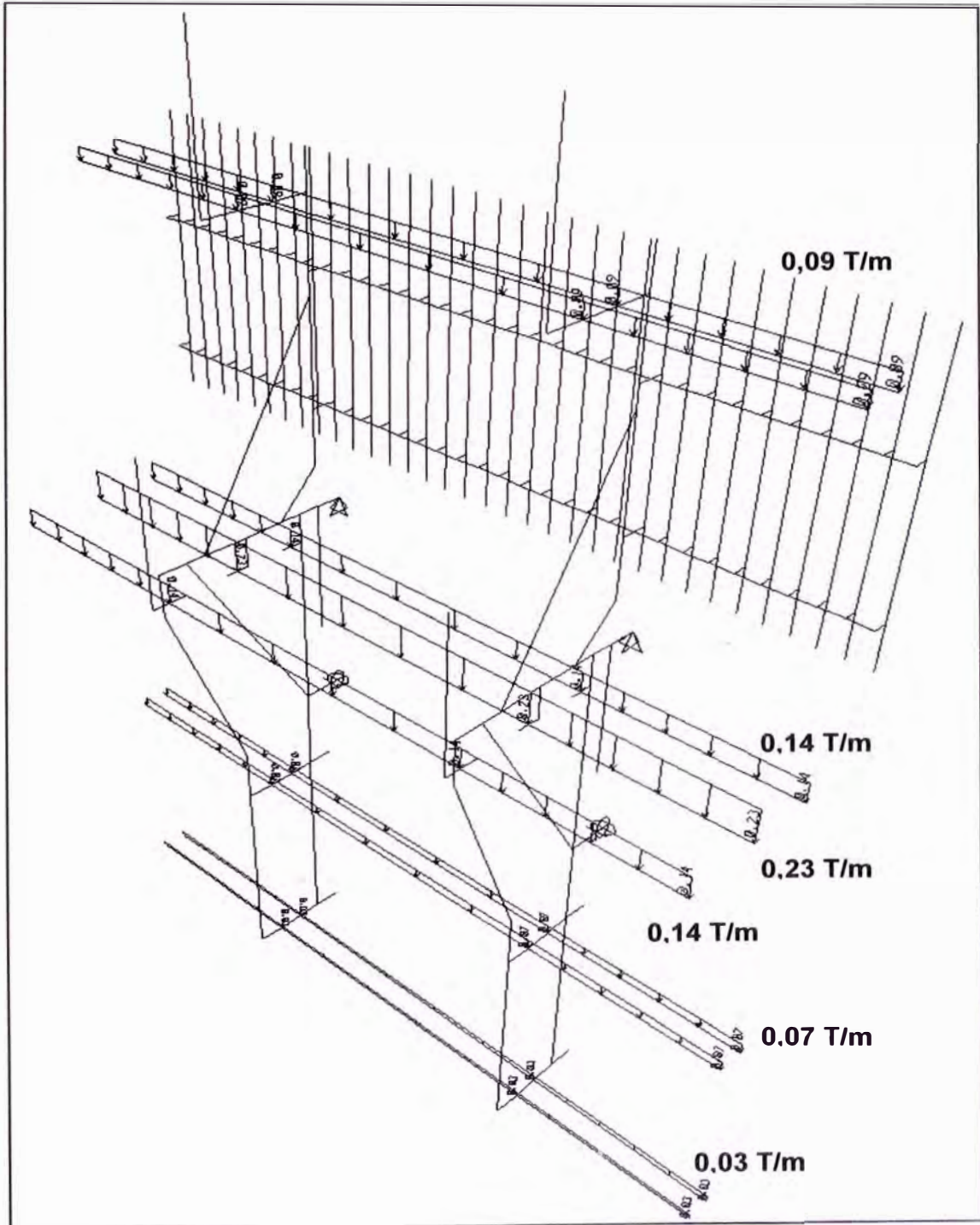
Figura N° 4.07 Modelo estructural en software SAP2000



Fuente: Elaboración propia

Se realiza la sobrecarga de uso sobre las plataformas de trabajo.

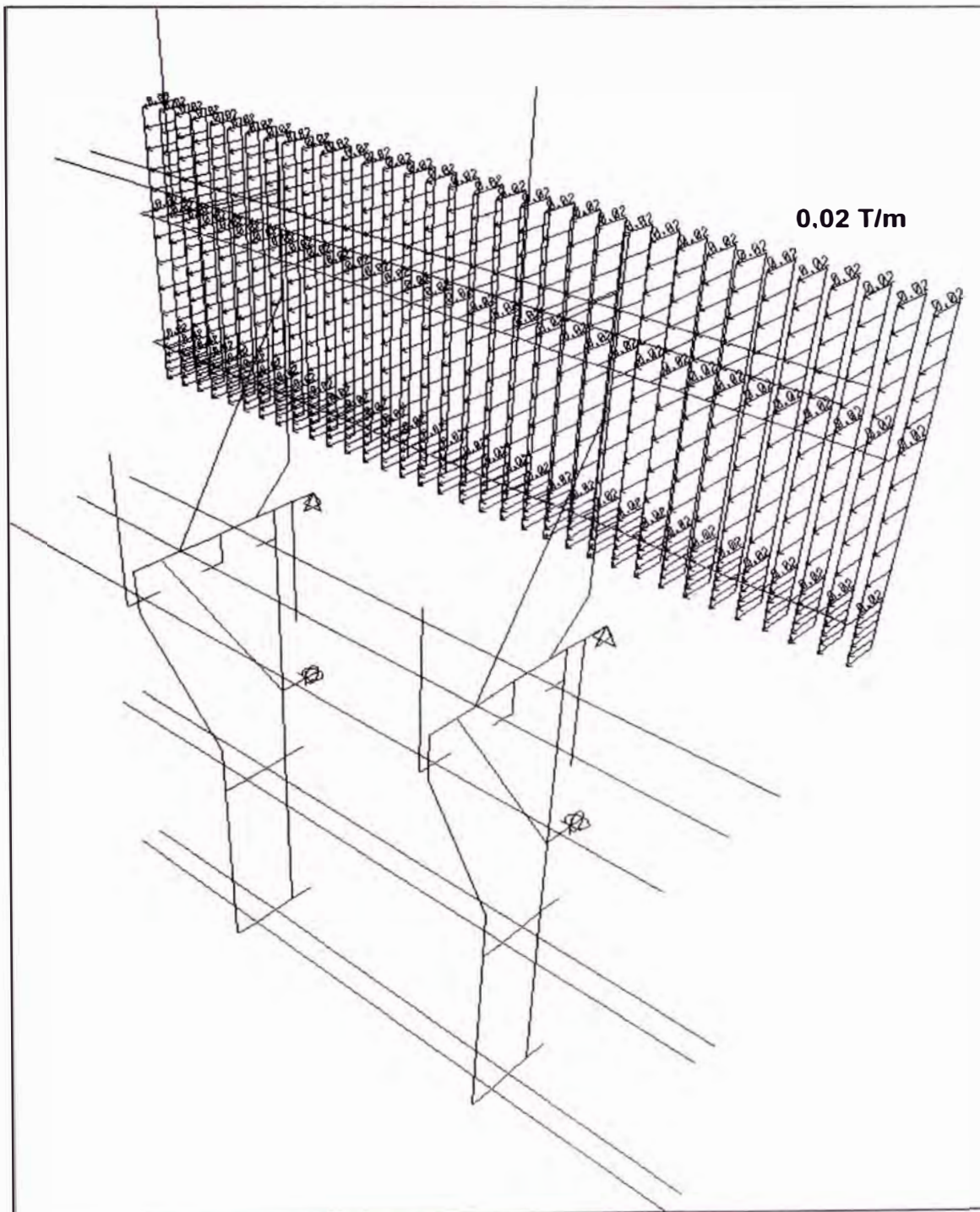
Figura N° 4.08 Sobrecargas en plataformas de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Se especifica la carga de viento, sobre el panel de encofrado.

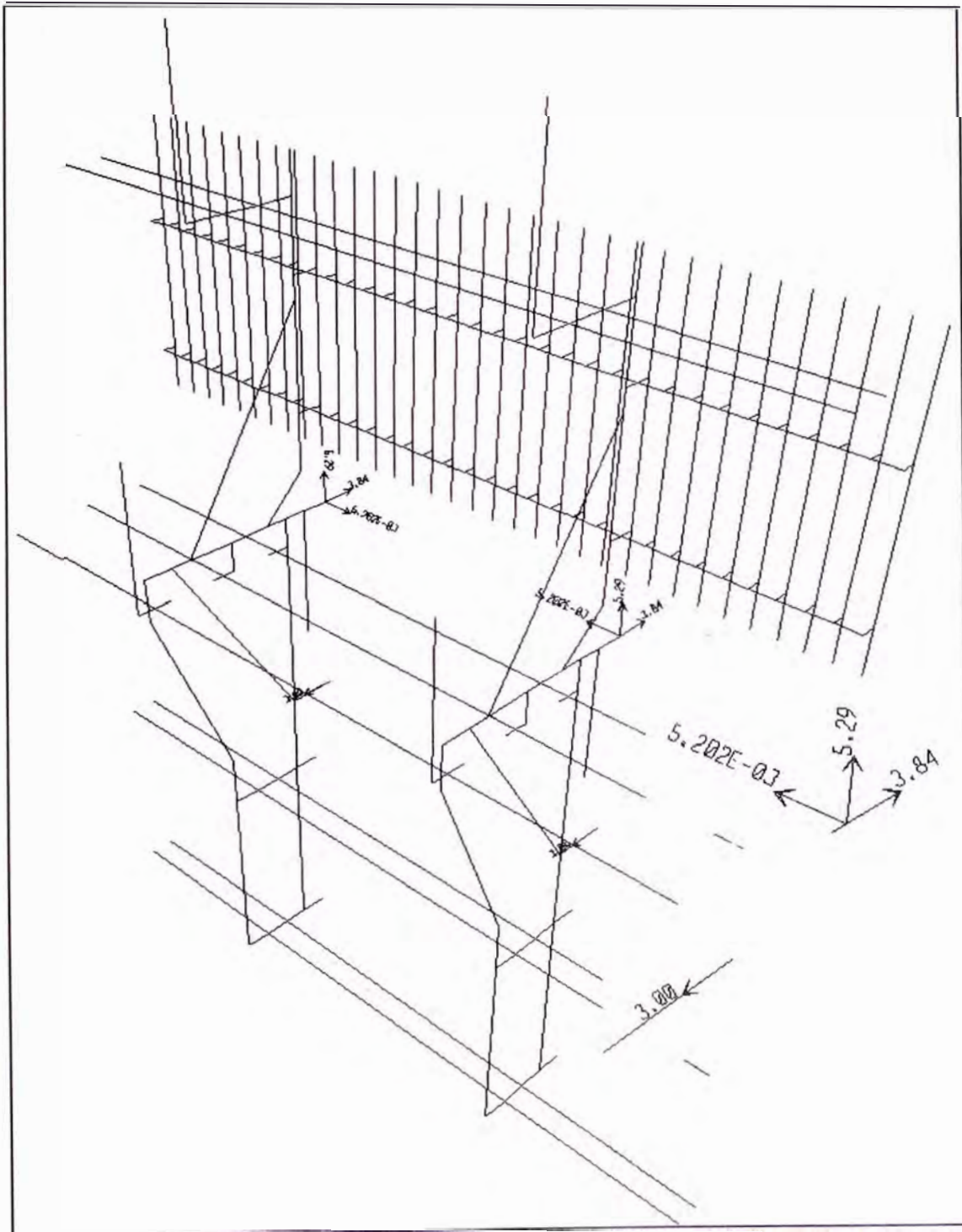
Figura N° 4.09 Carga de viento sobre el panel de encofrado



Fuente: Elaboración propia

Se determina las reacciones sobre el anclaje en el concreto.

Figura N° 4.10 Reacciones sobre el anclaje en el concreto (Fuerzas en Ton)



Fuente: Elaboración propia

De la figura N° 4.10, se determina las siguientes fuerzas:

N_{sk} : 3.84 Ton. (Reacción a tracción sobre el concreto)

V_{sk} : 5.29 Ton (Reacción a cortante sobre el concreto)

La resistencia del concreto se obtiene del cuadro N° 4.03:

Cuadro N° 4.03 Resistencia del concreto a tracción y cortante

	h_{nom} (mm)	220	250	300	350	400	450	500
$c_{cr} = 1.5 h_{nom} + 50$	(mm)	380	425	500	575	650	725	800
N_{Rec}	(kN)	50	60	79	100	122	145	170

V_{Rec}	(kN)	69
-----------	--------	-----------

Fuente: Tablas de uso Cono DW20/M30 de Ulma Encofrados

Con un H_{nom} de 220mm se tiene los valores siguientes:

N_{rec} : 5,0 Ton (Resistencia de trabajo del concreto a tracción)

N_{rec} : 10,0 Ton (Valor de resistencia con doble anclaje)

V_{rec} : 6,9 Ton (Resistencia de trabajo del concreto a cortante)

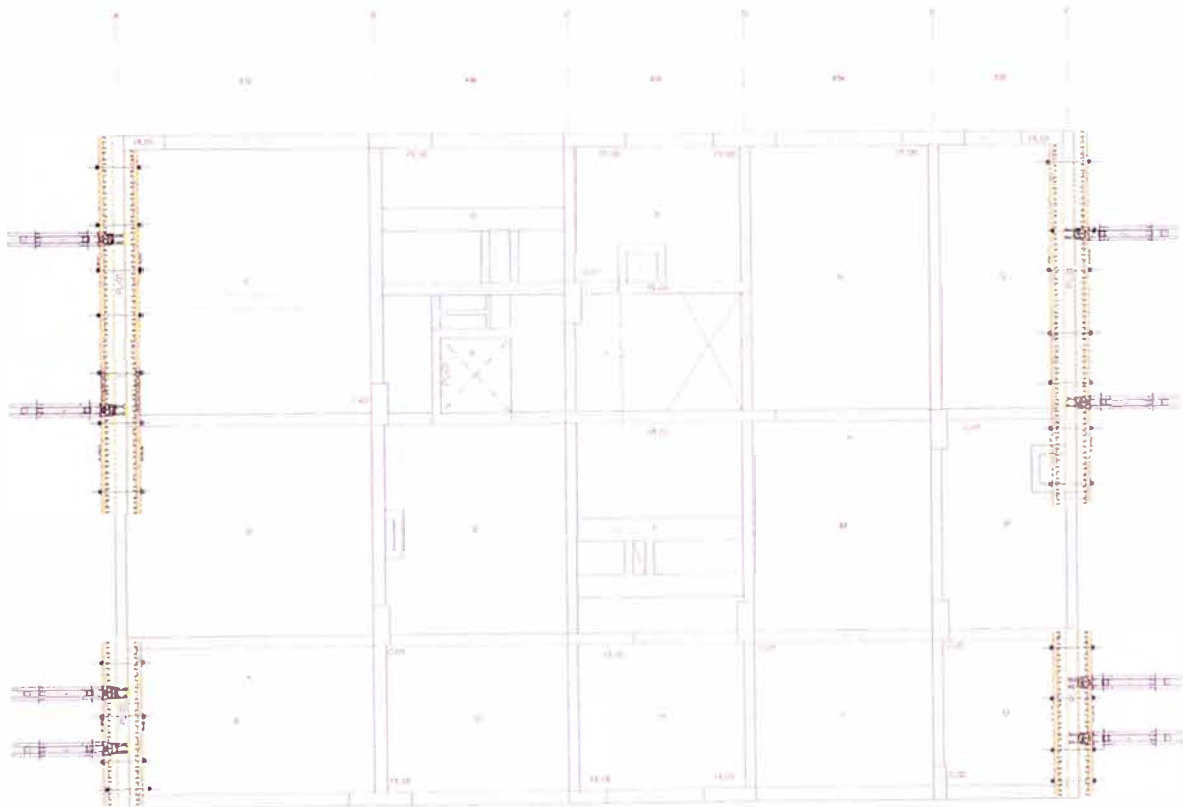
Realizando la verificación:

$$\frac{3.84}{10} \leq 1 \quad ; \quad \frac{5.29}{6.9} \leq 1 \quad \quad \frac{3.84}{10} + \frac{5.29}{6.9} = 1.15 \leq 1.2$$

4.3 ETAPAS DE ENCOFRADOS DE PLACAS

En la figura N° 4.11 se muestra la vista en planta del encofrado de las placas exteriores, mediante el sistema auto trepante.

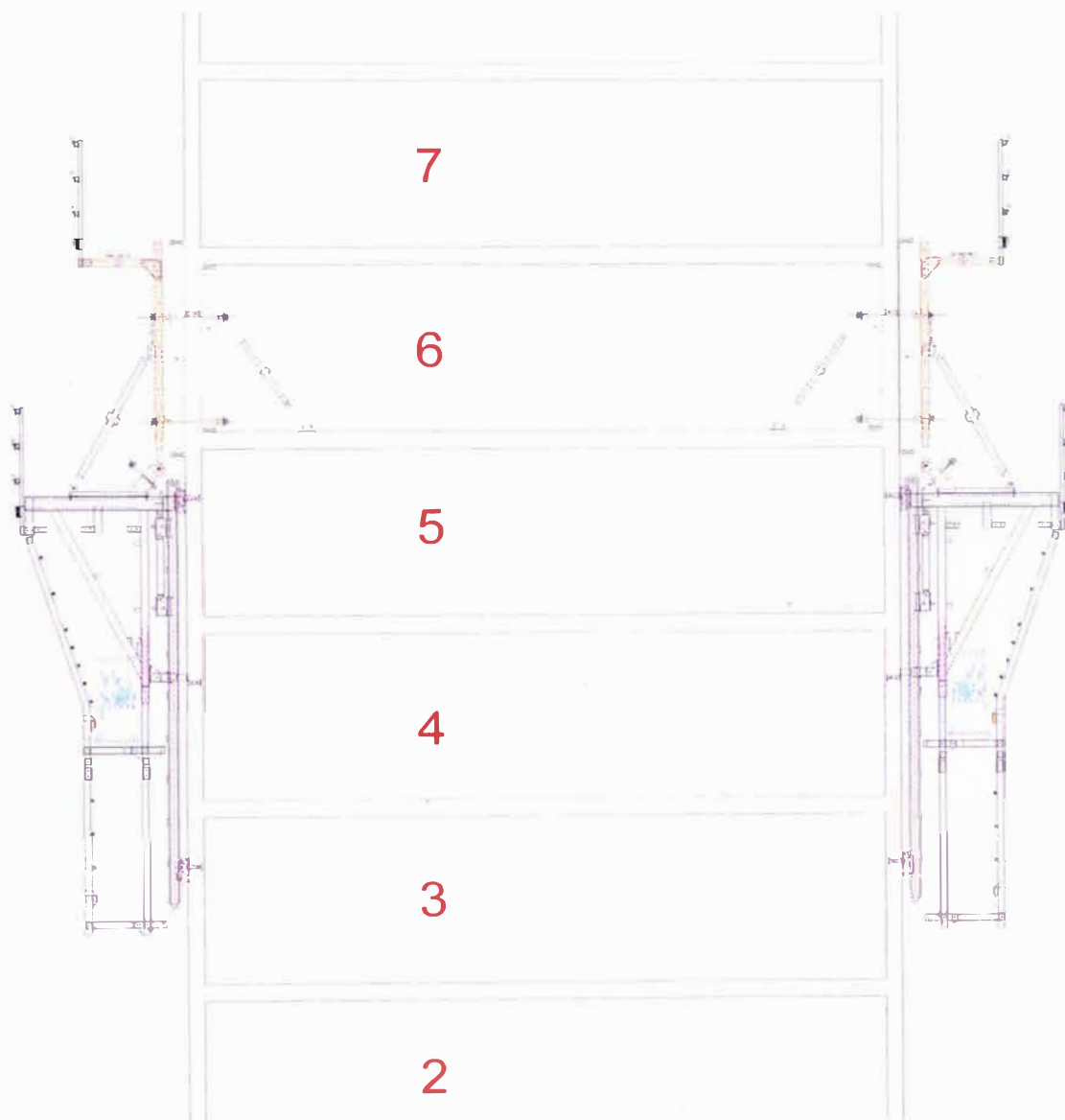
Figura N° 4.11 Vista planta encofrado auto trepante en placas exteriores



Fuente: Elaboración propia (ver anexo)

Será necesario realizar 12 etapas de auto trepado, para completar la construcción de las placas exteriores, del bloque de edificio del proyecto Villa Sol.

Figura N° 4.12 Sección encofrado auto trepante en placas exteriores



Fuente: Elaboración propia (ver anexo)

CAPITULO V COMPARATIVO DE COSTOS

5.1 COSTO DEL SISTEMA AUTO TREPANTE

En el cuadro N° 5.01 se establece los precios de cada elemento que conforma el sistema auto trepante.

Se indica precios en alquiler por mes y en venta.

Cuadro N° 5.01 Relación de elementos de 1 consola auto trepante

DESCRIPCION	CA NT	P. UNIT ALQ S/. X MES	P. TOTAL ALQ. S/. X MES	P. UNIT VENTA S/.	P. TOTAL VENTA S/.	PESO UNIT. KG	PESO TOTAL KG
CONSOLA ATR MK	1	168,3	168,3	4500	4500	374	374
SOPORTE PLAT PRINCIPAL 2	1	5,35	5,35	142,8	142,8	11,9	11,9
SOPORTE PLAT PRINCIPAL 3	1	10,48	10,48	279,6	279,6	23,3	23,3
CIERRE EXT PLAT ACCION NV	1	16,33	16,33	435,6	435,6	36,3	36,3
BASE PLATAF INF	2	12,68	25,36	338,16	676,32	28,18	56,36
CIERRE INT PLATAF CONOS	1	13,23	13,23	352,8	352,8	29,4	29,4
CIERRE EXT PLATAF CONOS	1	11,27	11,27	300,6	300,6	25,05	25,05
CIERRE INT EXTEN PLAT	1	11,07	11,07	295,2	295,2	24,6	24,6
CAJETIN DOBLE	3	10,67	32,01	284,5	853,56	23,71	71,13
CONO DW 20/M	3	0,9	2,7	24	72	2	6
CABEZAL TREPADOR SUP NV	1	13,63	13,63	363,6	363,6	30,3	30,3
CABEZAL TREPADOR INF NV	1	12,56	12,56	334,8	334,8	27,9	27,9
PIE CONSOLA ATR NV	1	30,15	30,15	804	804	67	67
PIE BARANDILLA 1,5	2	4,32	8,64	115,2	230,4	9,6	19,2
TENSOR TR 63X6 2.04-2.72	1	20,96	20,96	558,96	558,96	46,58	46,58
GRILLETE IZADO VELA	1	2,74	2,74	73,2	73,2	6,1	6,1
RIOSTRA MK-120/3,00	1	36,40	36,40	970,8	970,8	80,9	80,9
APOYO TENSOR RIOSTRA	1	3,02	3,02	80,4	80,4	6,7	6,7
CABEZAL UNIVERSAL	1	2,25	2,25	60	60	5	5
RIOSTRA MK-120/1,125	1	13,23	13,23	352,8	352,8	29,4	29,4
MASTI 6,1	1	177,75	177,75	4740	4740	395	395
CILINDRO HIDRAULICO	1	19,40	19,40	517,2	517,2	43,1	43,1
TOTAL			636.83		16994.64		1415.22

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 5.01 se tiene:

Precio de alquiler S/. / Mes / consola auto trepante: 636,83

Peso de cada consola: 1415,22 Kg.

Pecios totales de alquiler por 08 consolas auto trepantes: 5094,64

5.2 COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE SISTEMAS DE ENCOFRADO

En el cuadro N° 5.02 se indican los precios del sistema trepante.

Cuadro N° 5.02 Relación de elementos de 1 consola trepante

DESCRIPCION	CA NT	P. UNIT ALQ		P. TOTAL ALQ.		P. UNIT VENTA		P. TOTAL VENTA		PESO UNIT. KG	PESO TOTAL KG
		S/. X MES	X	S/. X MES	X	S/.	S/.	S/.	S/.		
CONSOLA PRINCIPAL TREPA	1	72		72		1440		1440		120	120
CONSOLA INT. RETRANQUEO	1	42		42		840		840		70	70
SOPORTE PLAT PRINCIPAL 3	1	20,18		20,18		403,5		403,5		33,62	33,62
MENSULA INFERIOR 4,5	1	31,67		31,67		633,40		633,4		52,78	52,78
CONO DW 20/M	3	1,2		3,6		24		72		2	6
PIE BARANDILLA 1,5	3	5,76		17,28		115,2		345,60		9,6	28,8
TENSOR TR 63X6 2.04-2.72	1	27,95		27,95		558,96		558,96		46,58	46,58
GRILLETE IZADO VELA	1	3,70		3,70		73.2		73.2		6,1	6,1
RIOSTRA MK-120/3,00	1	48,54		48,54		970,8		970,8		80,9	80,9
APOYO TENSOR RIOSTRA	1	4,1		4,1		80,4		80,4		6,7	6,7
CABEZAL UNIVERSAL	1	3		3		60		60		5	5
RIOSTRA MK-120/1,125	1	17,64		17,64		352,8		352,8		29,4	29,4
CONTRAVIENTO D12/5,5	1	3,6		3,6		72		72		6	6
TOTAL				295,26				5902.66			491.88

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 5.02 se tiene:

Precio de alquiler S/. / Mes / Consola trepante: 295,26

Peso de cada consola: 491,88 Kg.

Pecios totales de alquiler por 08 consolas trepantes: 2362,08

Se estima el tiempo de ejecución de la estructura de un bloque de un edificio en 10 meses.

En el cuadro N° 5.03, se estima el costo total de alquiler por un periodo de 10 meses, de ambos sistemas trepante y auto trepante.

Cuadro N° 5.03 Análisis costo total sistema trepante y auto trepante

TIEMPO DE EJECUCION (MESES)	PRECIO UNIT. S/. ALQ/MES SISTEMA AUTOTREPANTE	PRECIO S/. ALQ/MES SISTEMA TREPANTE	PRECIO TOTAL S/. ALQ/MES SISTEMA AUTO TREPANTE	PRECIO TOTAL S/. ALQ/MES SISTEMA TREPANTE
10	5094,64	2362,08	50946,40	23620,80
TOTAL			50946,40	23620,80

Fuente: Elaboración propia

Considerando, 8 horas de grúa por mes, empleado en el sistema trepante, se tiene un total de 80 horas grúa en 10 meses.

Por otro lado la mano de obra deberá incrementarse en 8 operarios utilizando el sistema trepante.

Cuadro N° 5.04 Análisis costo de recursos del sistema trepante

RECURSO PARA SISTEMA TREPANTE	COSTO UNITARIO HM / HH S/.	NUMERO DE HH / HM	TOTAL COSTO S/.
TORRE GRUA	600	80	48000
8 OPERARIOS	110	80	8800
			56800

Fuente: Elaboración propia

De los datos de los cuadros N° 5.03 y 5.04 tiene:

Costo total con el sistema auto trepante: S/. 50946,40

Costo total con el sistema trepante: S/. 23620,80 + S/. 56800,00 = S/. 80420,80

CONCLUSIONES

Las conclusiones son las siguientes:

El sistema auto trepante es un sistema de trepa convencional al que se le añaden soluciones mecánicas e hidráulicas para conseguir que la elevación del sistema se realice sin necesidad de grúa.

Para la ejecución de edificios de gran altura, se cuenta con este sistema industrializado para la ejecución de muros estructurales, que otorgarán a la obra ventajas técnicas y económicas.

La eliminación de la necesidad de grúa para la manipulación del sistema auto trepante, libera la carga de trabajo de ésta y considerando que el tiempo de movimiento de la grúa aumenta exponencialmente con la altura, es una ventaja a tener en cuenta en la ejecución de edificios de gran altura.

Utilizar el sistema de encofrado auto trepante requiere en su etapa de montaje inicial, el auxilio de un sistema grúa, y posteriormente todo el sistema se elevará a su siguiente posición de manera automática guiado por un sistema hidráulico.

Se ha realizado un análisis comparativo de costos, en la aplicación del sistema auto trepante y el sistema trepante, para la construcción de las placas exteriores del proyecto "Villa Sol", habiéndose demostrado en un análisis cuantitativo, que existe un ahorro de S/. 29474,40 nuevos soles, utilizando el sistema auto trepante en lugar del sistema trepante.

RECOMENDACIONES

Se indican las siguientes recomendaciones:

Todo el personal que vaya a utilizar o trabajar con el sistema auto trepante, anteriormente deberá estar formado e informado y haberse leído las Instrucciones de montaje y uso. Por otra parte, siempre se tendrá que tener acceso a dicha información.

Los operarios encargados de la elevación del sistema deberán utilizar las plataformas especificadas en las instrucciones y utilizar este documento durante los movimientos. Antes de realizar cualquier movimiento (encofrados, mástiles, plataformas...), hay que asegurarse que nadie se encuentre en situación de peligro y que todos estén informados del movimiento que se va a realizar.

No utilizar nunca el sistema auto trepante como elevador de material o gente. Cada vez que el sistema va a ser elevado asegurarse que el personal de las plataformas no exceda de los necesarios para dicha acción.

Durante las fase de izado de mástiles y plataformas, en los cuales se mueven los cilindros y los cabezales trepadores, los operarios que realicen dicha acción, no deberán tocar partes móviles ni grupos hidráulicos.

Las secuencias de movimiento de los sistemas auto trepantes deberán ser realizadas bajo la supervisión del personal, que está formado en su uso.

Es posible bajar la estructura auto trepante con el mismo sistema hidráulico. No obstante, esta maniobra no es automática y requiere cambiar las posiciones de los cabezales trepadores en cada recorrido del cilindro hidráulico. Por ello, esta operación se realizará con precaución y siempre bajo la supervisión de personal formado en su uso.

El sistema auto trepante será suministrado por un proveedor, que debe tener todas las certificaciones que garanticen la calidad y seguridad del sistema. Las principales empresas que podrían brindar este servicio en nuestro país son:

Ulma Encofrados Perú S.A.

Peri Peruana S.A.C.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Díaz Aliaga, José Guillermo, Análisis Comparativo de Sistemas y Tecnologías Aplicadas a la Construcción de Losas Aligeradas, Informe de Suficiencia, FIC, UNI, Lima, Perú, 2007
- 2.- Hidalgo Paucar, Santiago Pompeyo, Procesos Constructivos y Criterios de Cálculo de Sistemas de Encofrado Trepante para Obras Civiles mediante el uso de Conos de anclaje, Informe de Suficiencia, FIC, UNI, Lima, Perú, 2007
- 3.- Peurifoy, R.L, Encofrados para Estructuras de Hormigón, 1ra Edición, Madrid, España, 1967
- 4.- Ulma Encofrados Perú S.A., Guía del usuario, Consola ATR, 1ra Edición, Madrid, España, 2009
- 5.- Universidad de Cantabria, Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos, Curso de Encofrados, 1ra Edición, Madrid, España, 2008

ANEXOS

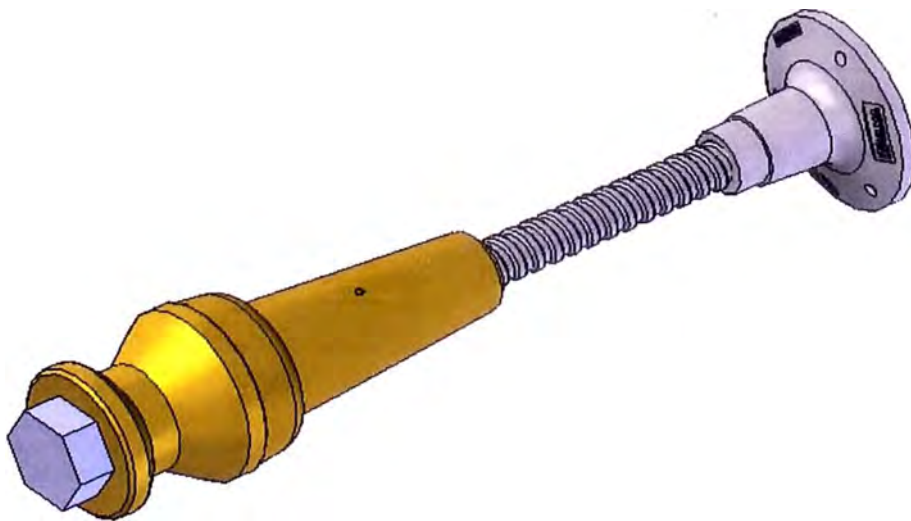
ANEXO 01 Tablas de uso "Cono DW20 / M30 con encaje NT20".

ANEXO 02 Planos de encofrado con el sistema auto trepante, aplicado al proyecto "Villa Sol".

TABLAS DE USO

“ CONO DW20 / M30 CON ENCAJE NT20 ”

(4ª versión – 19/12/2008)



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE	1
3.	DISTANCIAS MÍNIMAS A BORDES	3
4.	MÉTODO DE VERIFICACIÓN	4
4.1	RESISTENCIA DEL HORMIGÓN	4
4.1.1	<i>Resistencia del hormigón sin efectos de borde</i>	5
4.1.1.1	Resistencia a tracción.....	5
4.1.1.2	Resistencia a cortadura	5
4.1.1.3	Resistencia frente a la combinación de solicitaciones de tensión y cortadura.....	6
4.1.2	<i>Resistencia del hormigón con efectos de borde</i>	7
4.2	RESISTENCIA DEL TIRANTE DW20.....	8
4.3	RESISTENCIA DEL TORNILLO M30x130 DIN-931 10.9 (PAVONADO).....	8
5.	EJEMPLOS DE CÁLCULO	10
5.1	EJEMPLO 1: CÁLCULO SIN EFECTOS DE BORDE	10
5.1.1	<i>Resistencia del hormigón</i>	10
5.1.2	<i>Resistencia del tirante DW20</i>	11
5.1.3	<i>Resistencia del tornillo M30x130 DIN-931 10.9</i>	11
5.2	EJEMPLO 2: CÁLCULO CON EFECTOS DE BORD	12
5.2.1	<i>Resistencia del hormigón</i>	12
5.2.2	<i>Resistencia del tirante DW20</i>	14
5.2.3	<i>Resistencia del tornillo M30x130 DIN-931 10.9</i>	14

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se especifican las cargas de trabajo del anclaje realizado con el cono DW20/M30. Las verificaciones que se realizan son:

- Resistencia del hormigón
- Resistencia del tirante DW20
- Resistencia del tornillo M30x130

A continuación se describe cómo se han de realizar dichas verificaciones.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE

En la Figura 1 se puede ver la configuración para el montaje del anclaje DW20 / M30.

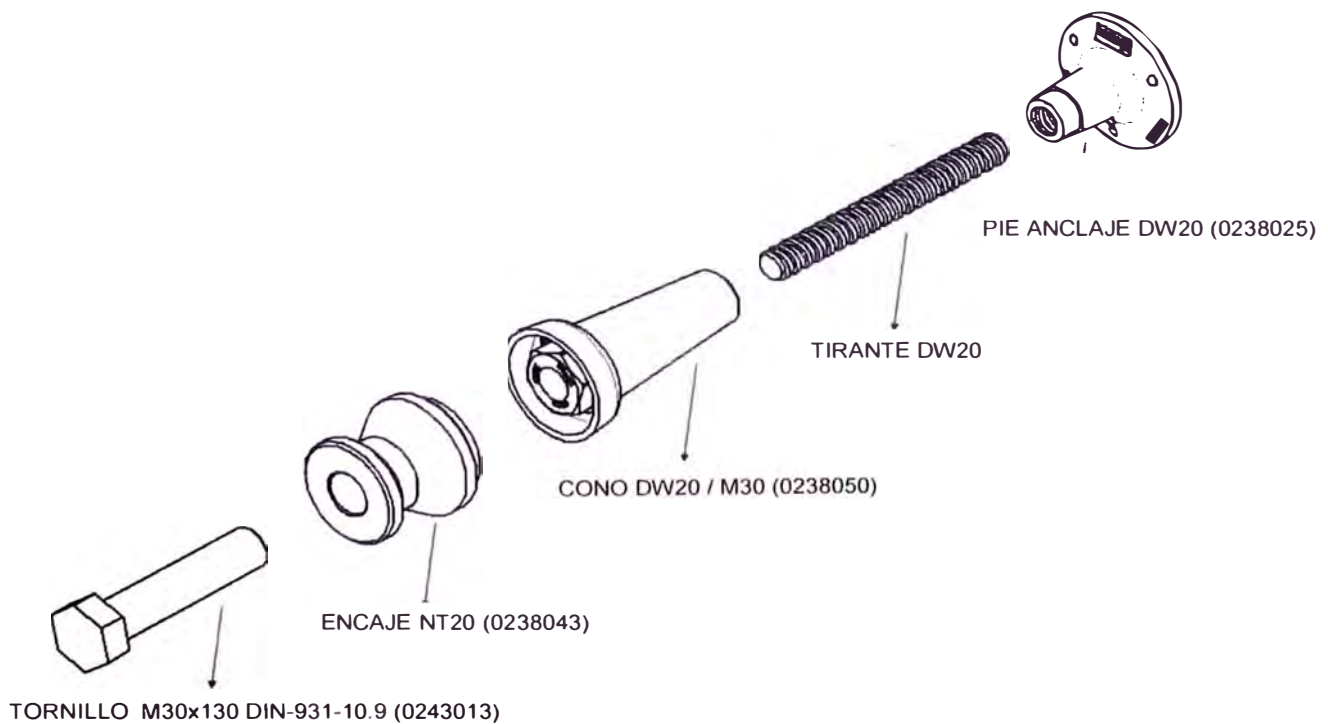


Figura 1: Montaje del cono D20/M30

En la Figura 2 se pueden ver las cargas actuantes sobre el anclaje y su forma de transmisión al hormigón.

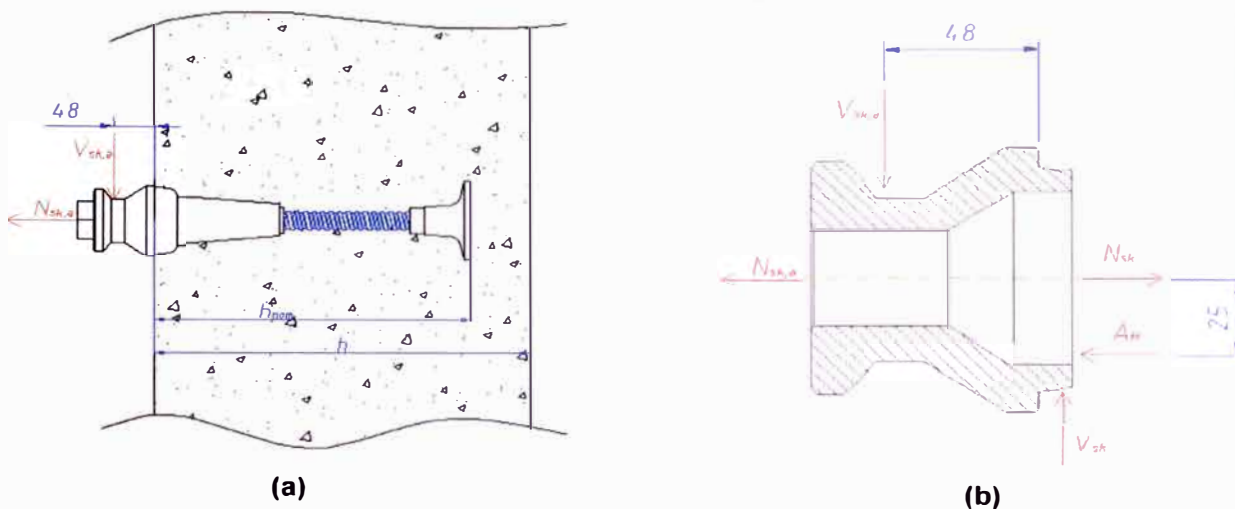


Figura 2: (a) longitud efectiva de anclaje y espesor de muro. (b) reacciones sobre el encaje NT 20

N_{sk} : Valor en ELS (Estado Límite Servicio) de la tracción.

V_{sk} : Valor en ELS (Estado Límite Servicio) del cortante.

h_{nom} : Longitud embebida del anclaje.

h : Espesor de muro.

$N_{sk,a}$: Reacción de tracción sobre anclaje en ELS (Estado Límite Servicio).

$V_{sk,a}$: Reacción de cortante sobre anclaje en ELS (Estado Límite Servicio).

	$N_{sk} = \lambda_N \cdot N_{sk,a} + \lambda_V \cdot V_{sk,a}$		$V_{sk} = \lambda_S \cdot V_{sk,a}$
	λ_N	λ_V	λ_S
Calc. resist. hormigón	1	0	1
Calculo tirante DW20.	1	0	0
Cálculo Tornillo M30	1	1,92	0

Tabla 1: Obtención de valores en ELS (N_{sk} y V_{sk})

3. DISTANCIAS MÍNIMAS A BORDES

En el posicionamiento del cono respecto a los bordes libres han de respetarse unas distancias mínimas. Estas distancias se pueden ver en la Figura 3 y se definen en la Tabla 2.

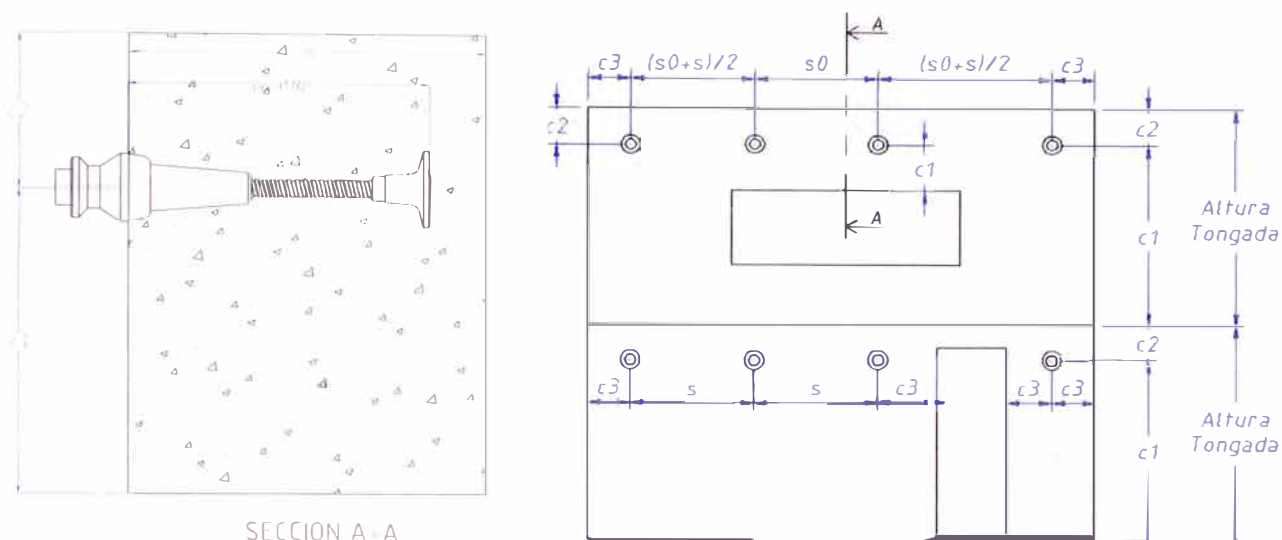


Figura 3: Representación de las distancias críticas

Tabla 2: Distancias mínimas entre conos y bordes libres

Longitud nominal embebida	h_{nom} (mm)	Pie Anclaje DW20	≥ 220
Mínimo espesor de muro	h_{min} (mm)	Pie Anclaje DW20	≥ 235
Distancia mínimas entre ejes de conos			
distancia entre ejes en muro liso ($c_1 \geq c_{1,max} = 1100$ mm.)		s_{min} (mm)	$3 \cdot h_{nom} + 100$
<ul style="list-style-type: none"> o distancia entre ejes en muro con aperturas ($c_1 \leq c_{1,max} = 1100$ mm.) 		$s_{0,min}$ (mm)	$3 \cdot c_1$
Distancias mínimas a bordes (Respecto a esfuerzo de CORTANTE)			
<ul style="list-style-type: none"> o respecto a borde cargado 		$c_{1,min,v}$ (mm)	1100
<ul style="list-style-type: none"> o respecto a borde no cargado 		$c_{2,min,v}$ (mm)	350
<ul style="list-style-type: none"> o perpendicular a la carga 		$c_{3,min,v}$ (mm)	350
Distancias mínimas a bordes (Respecto a esfuerzo de TRACCIÓN)			
<ul style="list-style-type: none"> o Respecto a todos los bordes 		$c_{1,min,N}$; $c_{2,min,N}$; $c_{3,min,N}$ (mm)	$1,5 \cdot h_{nom} + 50$

4. MÉTODO DE VERIFICACIÓN.

4.1 RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

Para cargas combinadas de tracción y cortante (N_{sk}, V_{sk}) se deben de satisfacer las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{○ Muro liso sin efectos de borde:} & \quad \frac{N_{sk}}{N_{Rec}} \leq 1 & \quad \frac{V_{sk}}{V_{Rec}} \leq 1 & \quad \frac{N_{sk}}{N_{Rec}} + \frac{V_{sk}}{V_{Rec}} \leq 1,2 \\ \text{○ Muro con efectos de borde:} & \quad \frac{N_{sk}}{N_{Rec.borde}} \leq 1 & \quad \frac{V_{sk}}{V_{Rec.borde}} \leq 1 & \quad \frac{N_{sk}}{N_{Rec.borde}} + \frac{V_{sk}}{V_{Rec.borde}} \leq 1,2 \end{aligned}$$

siendo:

N_{sk} : Valor en ELS (Estado Límite Servicio) de la tracción.

V_{sk} : Valor en ELS (Estado Límite Servicio) del cortante.

N_{Rec} , $N_{Rec.borde}$: Resistencia de trabajo del hormigón a tracción sin o con efectos de borde.

$$N_{Rec} = \frac{\text{Resit. Rotura Tracción}}{\gamma_M \cdot \gamma_F}$$

V_{Rec} , $V_{Rec.borde}$: Resistencia de trabajo del hormigón a cortante sin o con efectos de borde.

$$V_{Rec} = \frac{\text{Resit. Rotura Cortante}}{\gamma_M \cdot \gamma_F}$$

NOTA: En el caso de tener efectos de borde se han de calcular las resistencias correspondientes ($N_{Rec.borde}$, $V_{Rec.borde}$) para tener en cuenta la disminución de resistencia por dicho efecto.

- Los valores de las tablas son cargas de trabajo, es decir, hay que realizar la comparación con valores de reacciones obtenidos en una condición de ELS (Estado Límite de Servicio).

- Los valores de las tablas se calculan para una resistencia de hormigón de $f_{ck}=10$ MPa. (resistencia obtenida en ensayo sobre probeta cúbica de 150mm de lado)

$$\text{Para obtener la resistencia "cilíndrica"} \quad f_{ck,cil} = \frac{1}{1,25} \cdot f_{ck,c150}$$

- En caso de resistencias del hormigón superiores a $f_{ck}=10$ MPa se multiplicarán los valores de resistencias de las tablas por el factor $\sqrt{\frac{f_{ck,nuevo}}{10}}$ con $f_{ck,nuevo}$ en MPa.

- Para valores de h_{nom} diferentes a los de la tabla se interpolará linealmente entre dos valores conocidos.

- Calidad mínima de hormigón C20/25 o B25 (en España el mínimo sería el HA-25)
- Los valores sirven para hormigón fisurado o no fisurado.

4.1.1 Resistencia del hormigón sin efectos de borde

4.1.1.1 Resistencia a tracción

Dependiendo de la longitud del anclaje (h_{nom}) se especifican tanto la distancia mínima a bordes (c_{cr}) como la resistencia a tracción del anclaje.

Tabla 3

	h_{nom} (mm)	220	250	300	350	400	450	500
$c_{cr} = 1.5 h_{nom} + 50$	(mm)	380	425	500	575	650	725	800
N_{Rec}	(kN)	50	60	79	100	122	145	170

NOTA: En el caso de existir en el cono **únicamente un esfuerzo de tracción** ($V_{sk} = 0$) se tendrán que cumplir en cuanto a distancias mínimas a bordes se refiere: $c_{1,min,N}$; $c_{2,min,N}$; $c_{3,min,N}$ definidas en la Tabla 2.

En caso de existir **esfuerzo combinado tracción-cortante** (N_{sk}, V_{sk}) se respetarán tanto las distancias mínimas a bordes debidas al cortante ($c_{1,min,V}$; $c_{2,min,V}$; $c_{3,min,V}$) como las debidas a la tracción ($c_{1,min,N}$; $c_{2,min,N}$; $c_{3,min,N}$) definidas en la Tabla 2.

4.1.1.2 Resistencia a cortadura

En este caso la resistencia a cortante no depende de la longitud de anclaje (h_{nom}).

Tabla 4

V_{Rec}	(kN)	69
-----------	--------	-----------

NOTA: En el caso de existir en el cono **únicamente un esfuerzo de cortante** ($N_{sk} = 0$) se tendrán que cumplir en cuanto a distancias mínimas a bordes se refiere: $c_{1,min,V}$; $c_{2,min,V}$; $c_{3,min,V}$ definidas en la Tabla 2.

En caso de existir **esfuerzo combinado tracción-cortante** (N_{sk}, V_{sk}) se respetarán tanto las distancias mínimas a bordes debidas al cortante ($c_{1,min,V}$; $c_{2,min,V}$; $c_{3,min,V}$) como las debidas a la tracción ($c_{1,min,N}$; $c_{2,min,N}$; $c_{3,min,N}$) definidas en la Tabla 2.

4.1.1.3 Resistencia frente a la combinación de solicitaciones de tensión y cortadura

Las Figura 4 y Figura 5 representan las curvas de trabajo del cono DW20/M30 bajo combinación de tracción y cortadura para cada h_{nom} . La verificación del anclaje se realiza comprobando que el punto (N_{sk}, V_{sk}) se encuentra debajo de la curva correspondiente a su h_{nom} .

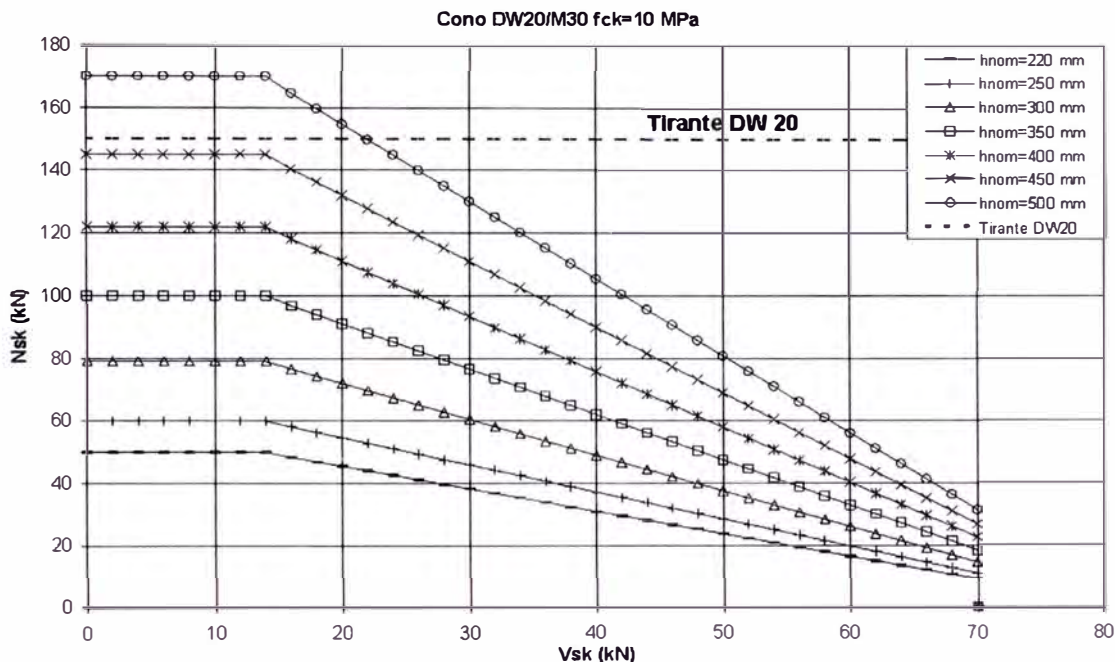


Figura 4: Curvas de trabajo para hormigones de resistencia 10 MPa

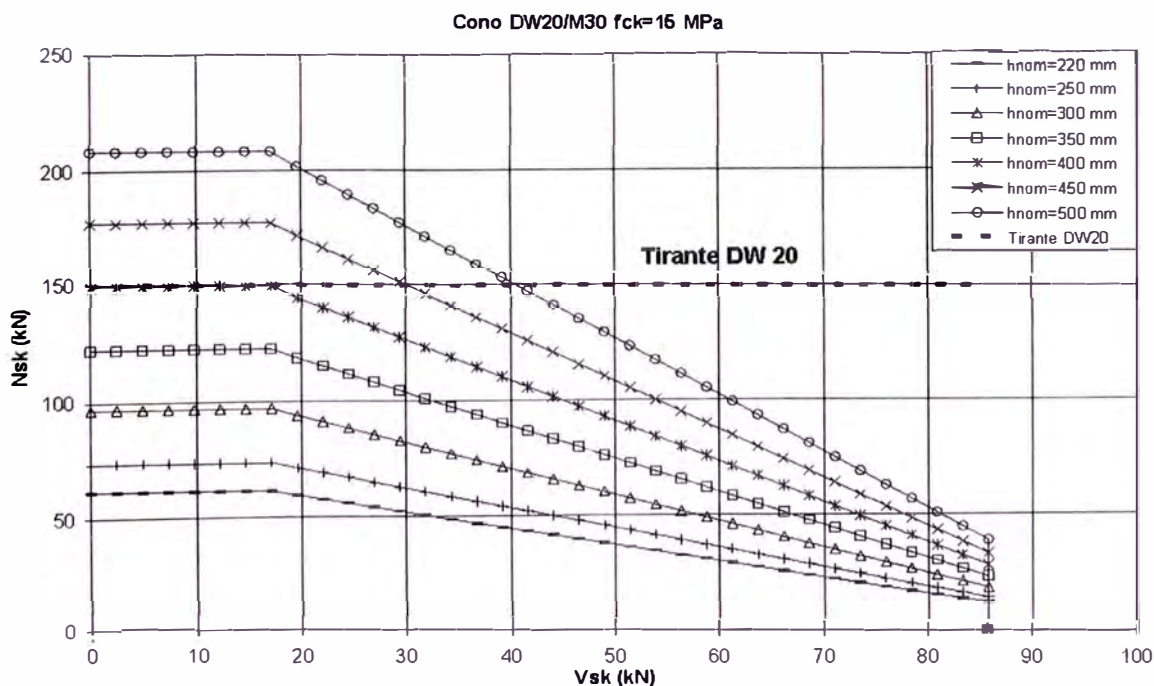


Figura 5: Curvas de trabajo para hormigones de resistencia 15 MPa

4.1.2 Resistencia del hormigón con efectos de borde

Cuando no se cumplen las distancias mínimas a los bordes hay que calcular los términos $N_{Rec.borde}$ y $V_{Rec.borde}$ para verificar la resistencia de hormigón. Estos términos se calculan a partir de los valores de resistencia sin tener en cuenta efectos de borde, N_{Rec} y V_{Rec} .

- Cálculo de $N_{Rec.borde}$:

El valor de $N_{Rec.borde}$ se calcula como: $N_{Rec.borde} = N_{Rec} \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N}$

$A_{c,N}^0$: área del hormigón de un anclaje individual sin ninguna influencia por distancias a bordes. Se idealiza el cono de punzonamiento como una pirámide de altura h_{nom} y lado de base $s_{cr,N}$ (ver Figura 6). Luego:

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} s_{cr,N}$$

$$s_{cr,N} = 3 h_{nom} + 100$$

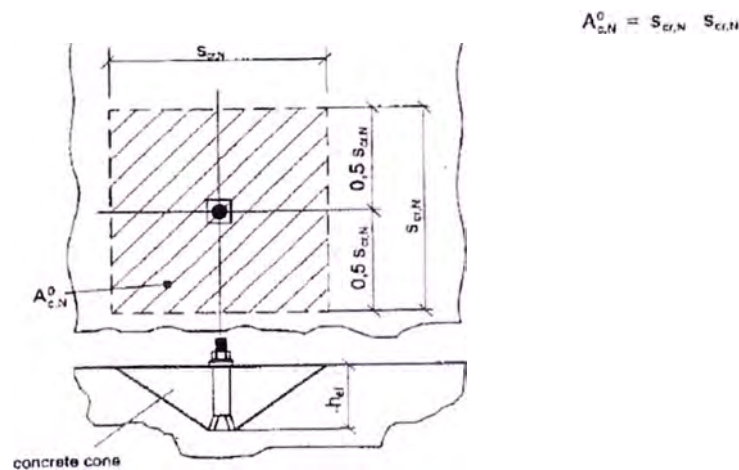


Figura 6: Idealización del cono de punzonamiento y área $A_{c,N}^0$ proyectada

$A_{c,N}$: área real del cono de punzonamiento del anclaje en la superficie de hormigón. Puede estar limitado por conos de punzonamiento que tienen interferencia entre si ($s \leq s_{cr,N}$) o también por los bordes del muro de hormigón (ver ejemplos Figura 7).

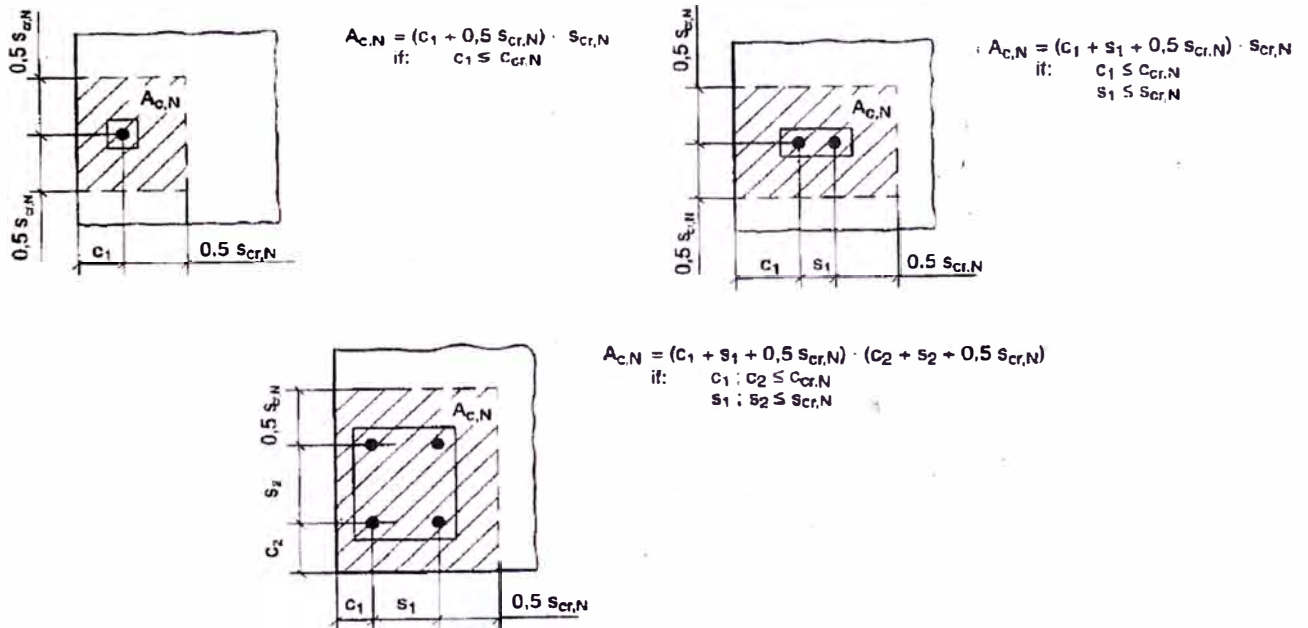


Figura 7: Ejemplos de áreas proyectadas $A_{c,N}$ para diferentes distribuciones de anclajes bajo tracción axial $\psi_{s,N}$: El factor que tiene en cuenta la distorsión de la distribución de tensiones del anclaje debida a los bordes:

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \quad \text{siendo "c" la menor distancia a borde.}$$

- Cálculo de $V_{Rec.borde}$:

En principio, las distancias mínimas $c_{1,min,v}$, $c_{2,min,v}$ y $c_{3,min,v}$ de la Tabla 2 se respetarán siempre por lo que la resistencia a cortante V_{Rec} no se minoraría en ningún caso.

Si en algún proyecto no hay posibilidad de respetar esas distancias mínimas se tendría que estudiar el tema de forma especial (apuntalamiento de la viga,).

4.2 RESISTENCIA DEL TIRANTE DW20

La carga de trabajo del tirante DW20 es: 150 kN.

Luego se verifica la resistencia del tirante DW20 siempre que: $N_{sk} < 150$ kN.

4.3 RESISTENCIA DEL TORNILLO M30x130 DIN-931 10.9 (PAVONADO)

Características del tornillo: **M30x130 DIN 931 - 10.9 Pavonado**

El diseño del ensamblaje de las piezas cono y encaje (figura 1) hace que el tornillo M30 no se encuentre sometido a cargas de cortadura.

Resistencia de cálculo del tornillo a tracción según EC-3:

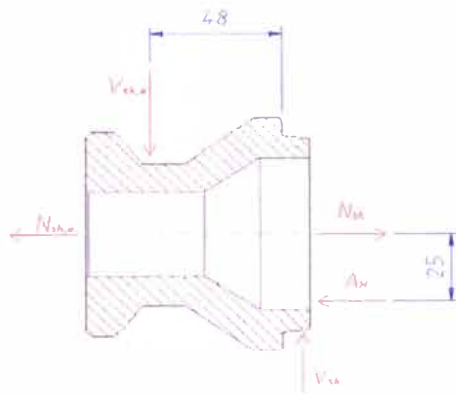
$$F_{t.Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{1.25}$$

Como coeficiente de seguridad únicamente se aplica el coeficiente de mayoración de cargas ya que el coeficiente de minoración del material ya está incluido en la anterior fórmula ($\gamma_M = 1,25$).
Luego:

$$N_{Rec.tornillo} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{1.25 \gamma_F}$$

Para el tornillo **M30x130 DIN 931 - 10.9 Pavonado** : $N_{Rec.tornillo} = 269 \text{ kN}$

Para calcular la carga actuante (ELS) de tracción en el tornillo hay que tener en cuenta que se ve sometido a una carga adicional de tracción debido a la excentricidad de aplicación de la carga cortante V_{sk} .



Tracción en tornillo en ELS:

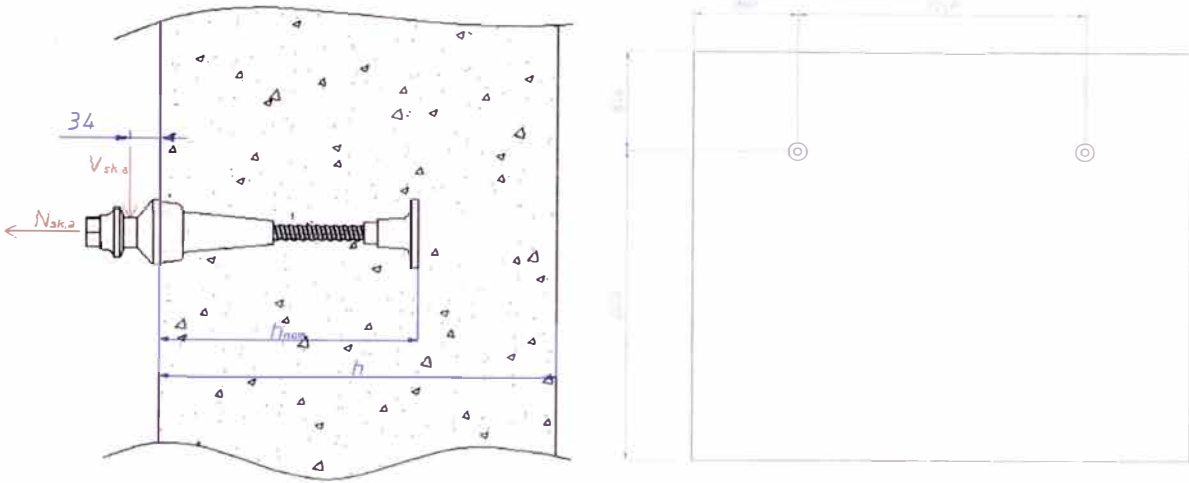
$$N_{sk} = \lambda_N \cdot N_{sk,a} + \lambda_V \cdot V_{sk,a} = N_{sk,a} + 1,92 V_{sk,a}$$

Luego se tiene que cumplir que:

$$N_{sk} \leq N_{Rec.tornillo} = 269 \text{ kN}$$

5. EJEMPLOS DE CÁLCULO

5.1 Ejemplo 1: Cálculo sin efectos de borde



En este caso los valores de partida serían:

$$N_{sk,a} = 40 \text{ kN}$$

$$c_1 = 2850 \text{ mm.}$$

$$V_{sk,a} = 50 \text{ kN}$$

$$c_2 = 800 \text{ mm.}$$

$$h_{nom} = 350 \text{ mm.}$$

$$c_3 = 800 \text{ mm.}$$

$$f_{ck} = 10 \text{ MPa}$$

$$s = 2000 \text{ mm}$$

5.1.1 Resistencia del hormigón

Las distancias a bordes y la distancia entre conos cumplen con las distancias mínimas exigidas para no considerar minoración de la resistencia por efectos de borde.

De los apartados 4.1.1.1 y 4.1.1.2 se obtienen los valores de resistencia tanto a tracción como a cortante:

$$N_{Rec} = 100 \text{ kN (de Tabla 3)}$$

$$V_{Rec} = 69 \text{ kN (de Tabla 4)}$$

Como no hay efectos de borde se tiene que cumplir que:

$$\frac{N_{sk}}{N_{Rec}} \leq 1 \quad \frac{V_{sk}}{V_{Rec}} \leq 1 \quad \frac{N_{sk}}{N_{Rec}} + \frac{V_{sk}}{V_{Rec}} \leq 1,2$$

En este caso:

$$\frac{40}{100} = 0,40 \leq 1 \quad \frac{50}{69} = 0,47 \leq 1 \quad \frac{40}{100} + \frac{50}{69} = 1,12 \leq 1,2$$

Por lo tanto, el anclaje es válido. Igualmente se podría haber ido a las curvas de trabajo (Figura 5) y verificar que el punto (N_{sk} , V_{sk}) está por debajo de la curva para el valor de $h_{nom}=300$ mm.

5.1.2 Resistencia del tirante DW20

En este caso,

$$N_{sk} = 40 \text{ kN} < 150 \text{ kN}$$

Luego el tirante DW20 es válido.

5.1.3 Resistencia del tornillo M30x130 DIN-931 10.9

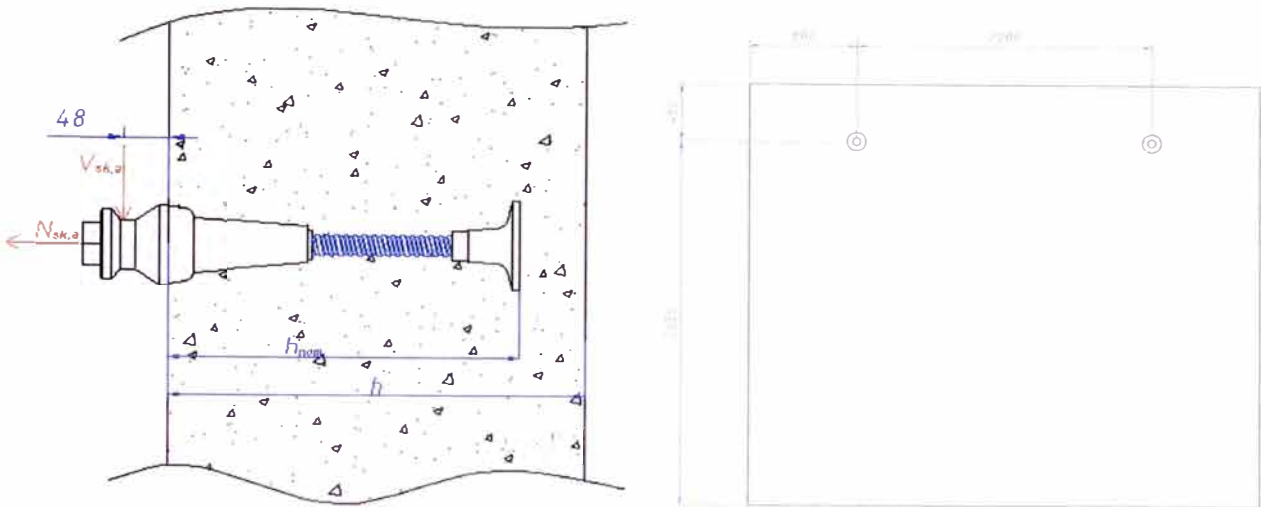
Se calcula la tracción en el tornillo M30x130 en ELS:

$$N_{sk} = N_{sk,a} + 1,62V_{sk,a} = 40 + 1,92 \cdot 50 = 136 \text{ kN}$$

Luego se cumple que:

$$N_{sk} = 136 \text{ kN} \leq N_{Rec.tornillo} = 269 \text{ kN}$$

5.2 Ejemplo 2: Cálculo con efectos de borde



En este caso los valores de partida serían:

$$N_{sk,a} = 40 \text{ kN}$$

$$c_1 = 2850 \text{ mm.}$$

$$V_{sk,a} = 50 \text{ kN}$$

$$c_2 = 450 \text{ mm.}$$

$$h_{nom} = 350 \text{ mm.}$$

$$c_3 = 800 \text{ mm.}$$

$$f_{ck} = 10 \text{ MPa}$$

$$s = 2200 \text{ mm.}$$

5.2.1 Resistencia del hormigón

En este caso la distancia crítica a bordes para tracción sería $c_{cr} = c_{3,min.N} = 575 \text{ mm.}$ (ver Tabla 2)

Luego la distancia c_2 no cumple con las distancias mínimas a bordes por lo que habría que calcular las resistencias de tracción considerando los efectos de borde.

Como las distancias c_1 y c_3 sí cumplen con las mínimas exigidas en la Tabla 2 para cortante no habría que minorar esta resistencia:

$$V_{Rec.borde} = V_{Rec}$$

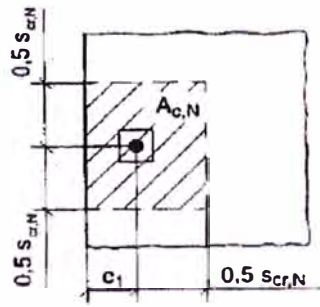
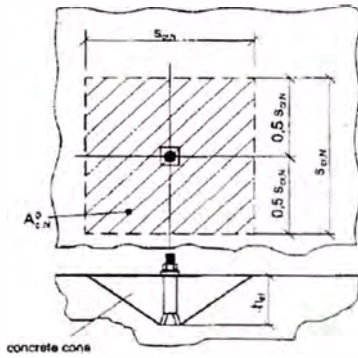
De las Tabla 3 y Tabla 4 se obtienen los valores de resistencia tanto a tracción como a cortante sin considerar efectos de borde:

$$N_{Rec} = 100 \text{ kN (Tabla 3)}$$

$$V_{Rec} = 69 \text{ kN (Tabla 4)}$$

Para el cálculo de $N_{Rec.borde}$ se aplicaría la formulación del apartado 4.1.2.

$$N_{Rec.borde} = N_{Rec} \frac{A_{c,N}}{A_0} \cdot \psi_{s,N}$$



$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5 s_{cr,N}) \cdot s_{cr,N}$$

if: $c_1 \leq c_{cr,N}$

$$s_{cr,N} = 3 h_{nom} + 100 = 1.150 \text{ mm.}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} s_{cr,N} = 1.322.500 \text{ mm}^2$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0,5 s_{cr,N}) s_{cr,N} = (450 + 0,5 * 1.150) 1.150 = 1.178.750 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \frac{c}{c_{cr}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{450}{575} = 0,93$$

$$N_{\text{Rec. borde}} = N_{\text{Rec}} \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} = 100 \frac{1.178.750}{1.322.500} \cdot 0,93 = 82,8 \text{ kN}$$

Y se tiene que cumplir que:

$$\frac{N_{sk}}{N_{\text{Rec. borde}}} \leq 1 \quad \frac{V_{sk}}{V_{\text{Rec. borde}}} \leq 1 \quad \frac{N_{sk}}{N_{\text{Rec. borde}}} + \frac{V_{sk}}{V_{\text{Rec. borde}}} \leq 1,2$$

En este caso:

$$\frac{40}{82,8} = 0,49 \leq 1 \quad \frac{50}{69} = 0,72 \leq 1 \quad \frac{40}{82,8} + \frac{50}{69} = 1,21 \leq 1,2$$

Por lo tanto, el anclaje no sería válido para un hormigón de 10 MPa.

En este caso se puede verificar si con una resistencia de hormigón superior, por ejemplo 15 MPa, se cumple la condición anterior.

$$N_{\text{Rec. borde, 15MPa}} = N_{\text{Rec. borde, 10MPa}} \sqrt{\frac{15}{10}} = 82,8 \sqrt{\frac{15}{10}} = 101,4 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Rec. borde, 15MPa}} = V_{\text{Rec. borde, 10MPa}} \sqrt{\frac{15}{10}} = 69 \sqrt{\frac{15}{10}} = 84,5 \text{ kN}$$

La verificación para un hormigón de 15 MPa sería:

$$\frac{40}{101,4} = 0,39 \leq 1 \quad \frac{50}{84,5} = 0,59 \leq 1 \quad \frac{40}{101,4} + \frac{50}{84,5} = 0,98 \leq 1,2$$

Luego en este caso sí cumple con la condición de verificación.

5.2.2 Resistencia del tirante DW20

En este caso,

$$N_{sk} = 40 \text{ kN} < 150 \text{ kN}$$

Luego el tirante DW20 es válido.

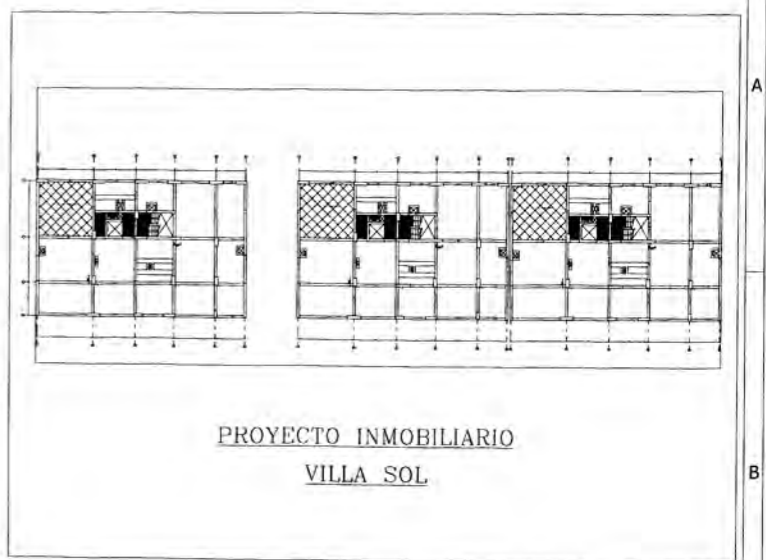
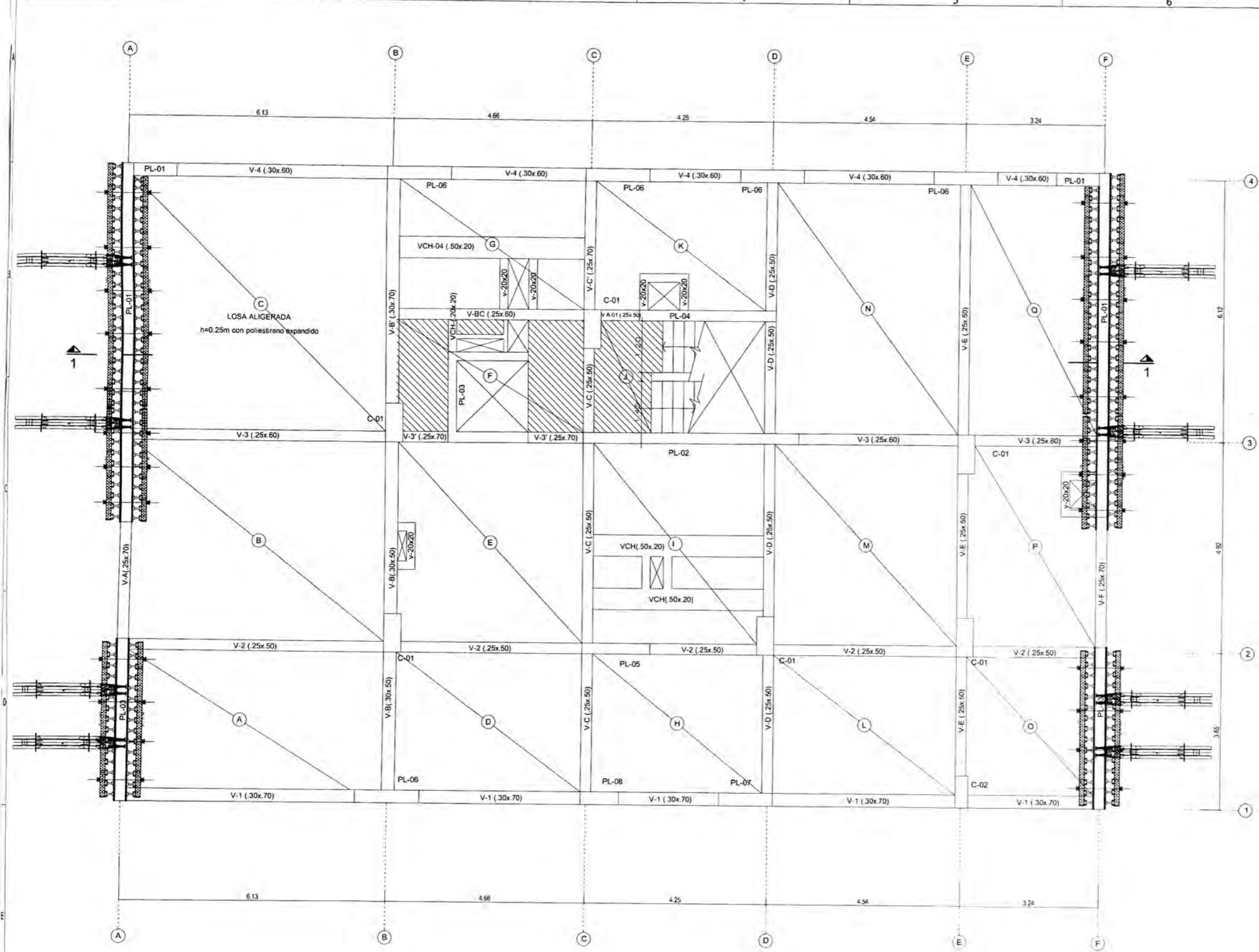
5.2.3 Resistencia del tornillo M30x130 DIN-931 10.9

Se calcula la tracción en el tornillo M30x130 en ELS:

$$N_{sk} = N_{sk,a} + 1,92V_{sk,a} = 40 + 1,92 \cdot 50 = 136 \text{ kN}$$

Luego se cumple que:

$$N_{sk} = 136 \text{ kN} \leq N_{Rec.tornillo} = 269 \text{ kN}$$



PROYECTO INMOBILIARIO
VILLA SOL

SISTEMA DE ENCOFRADO AUTO TREPANTE - VISTA EN PLANTA
Esc 1/100

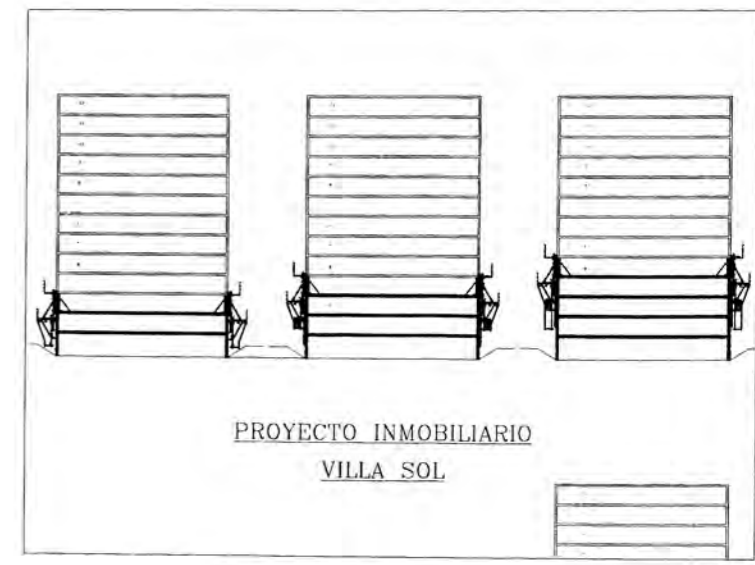
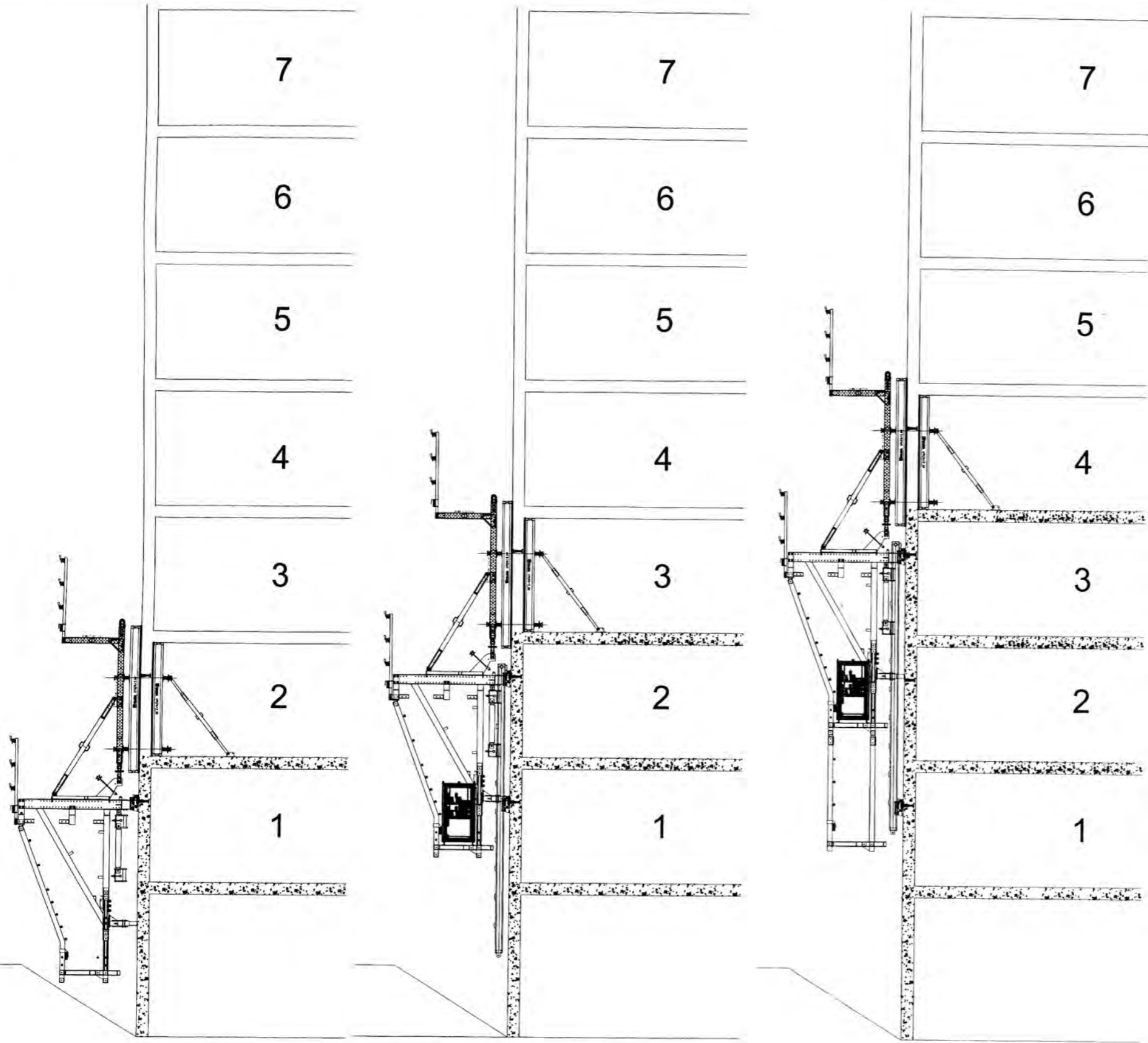
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	PLANOS REFERENCIALES

ULMA
ULMA Encofrados Perú S. A.

PROYECTO: P. INMOBILIARIO VILLA SOL SUB-PROYECTO: BLOQUE 01

DISEÑADO: A.S. REVISADO: A.S. ESCALA: INDICADA APROBADO: A3	PROYECTADO: A.S. APROBADO: A.S. FECHA: 25/08/10 HOJA: 01	DESCRIPCION: ENCOFRADO DE PLACAS MEDIANTE EL SISTEMA AUTO TREPANTE CLIENTE: CURSO DE TITULACION Nº DE PLANO: PVS-EA-001
--	---	---

REV 00



SISTEMA DE ENCOFRADO AUTO TREPANTE - SECCION 1-1
Esc. 1/100

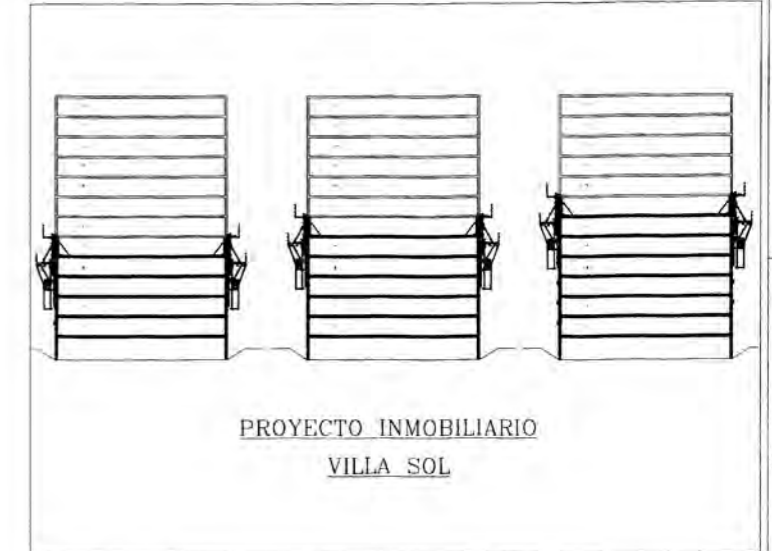
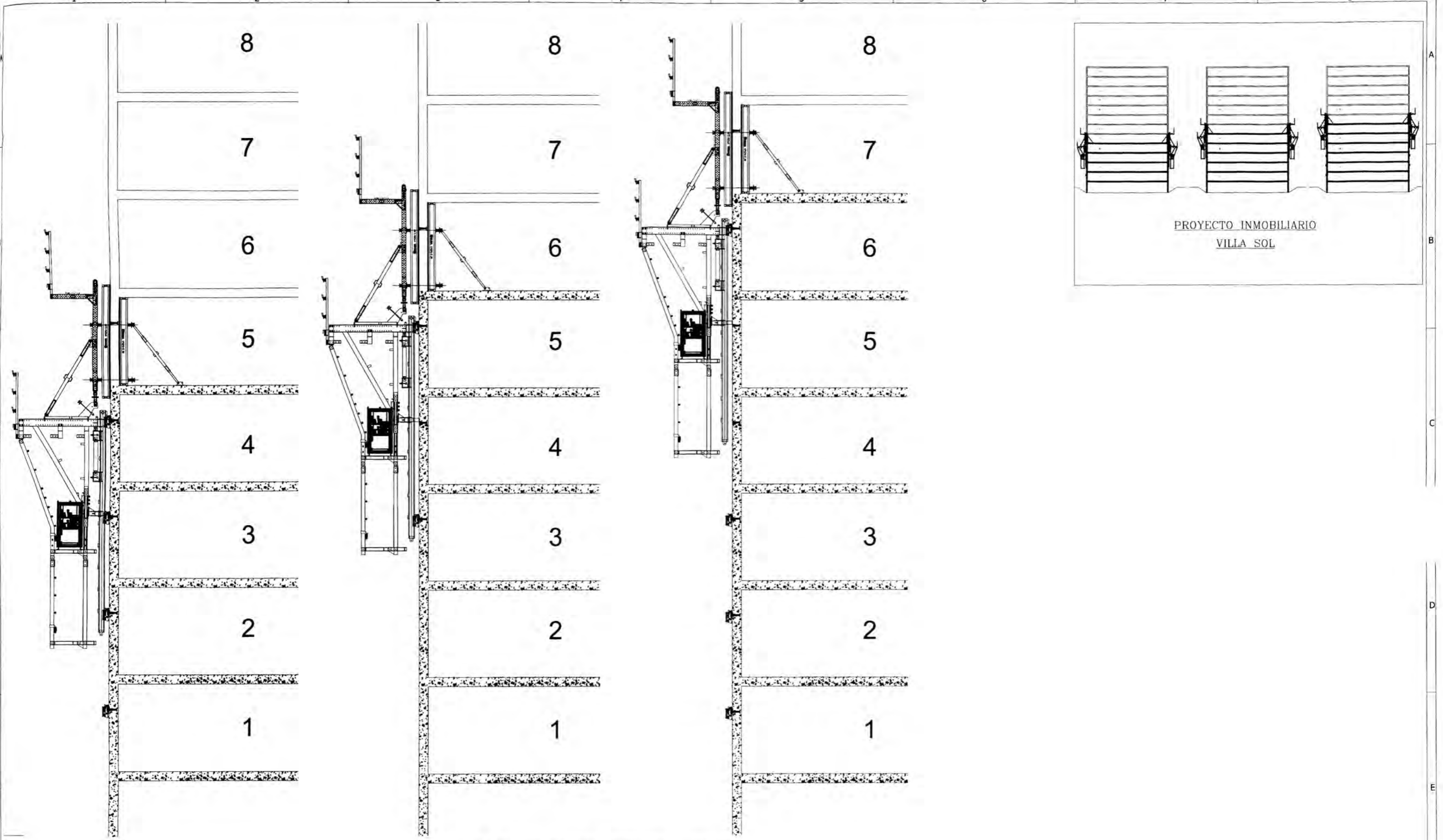
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	PLANOS REFERENCIALES

ULMA
ULMA Encofrados Perú S. A.

PROYECTO: P. INMOBILIARIO VILLA SOL
SUB-PROYECTO: BLOQUE 01

DISEÑADO	PROYECTADO
A.S.	A.S.
REVISADO	APROBADO
A.S.	A.S.
ESCALA	FECHA
INDICADA	25/08/10
VERIFICADO	REVISADO
A3	01
APROBADO	

DESCRIPCION:	SECCION 1-1 ENCOFRADO DE PLACAS MEDIANTE EL SISTEMA AUTO TREPANTE
CLIENTE:	CURSO DE TITULACION
Nº DE PLANO:	PVS-EA-002
REV	00



SISTEMA DE ENCOFRADO AUTO TREPANTE - SECCION 1-1

Esc: 1/100

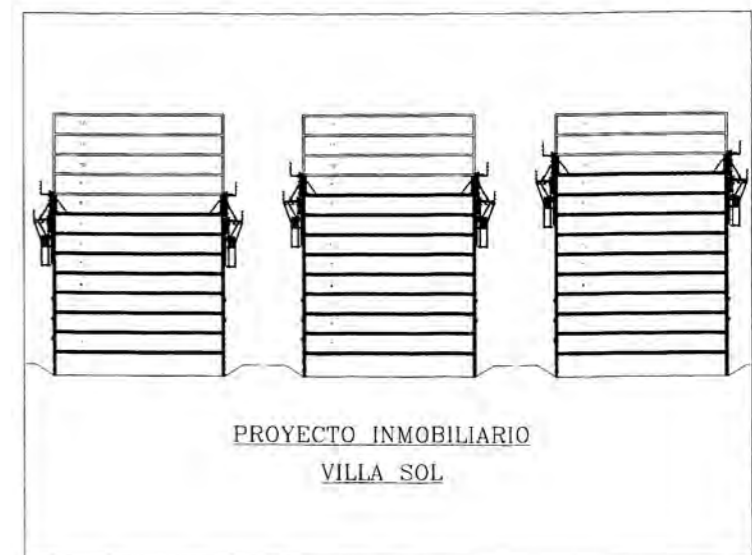
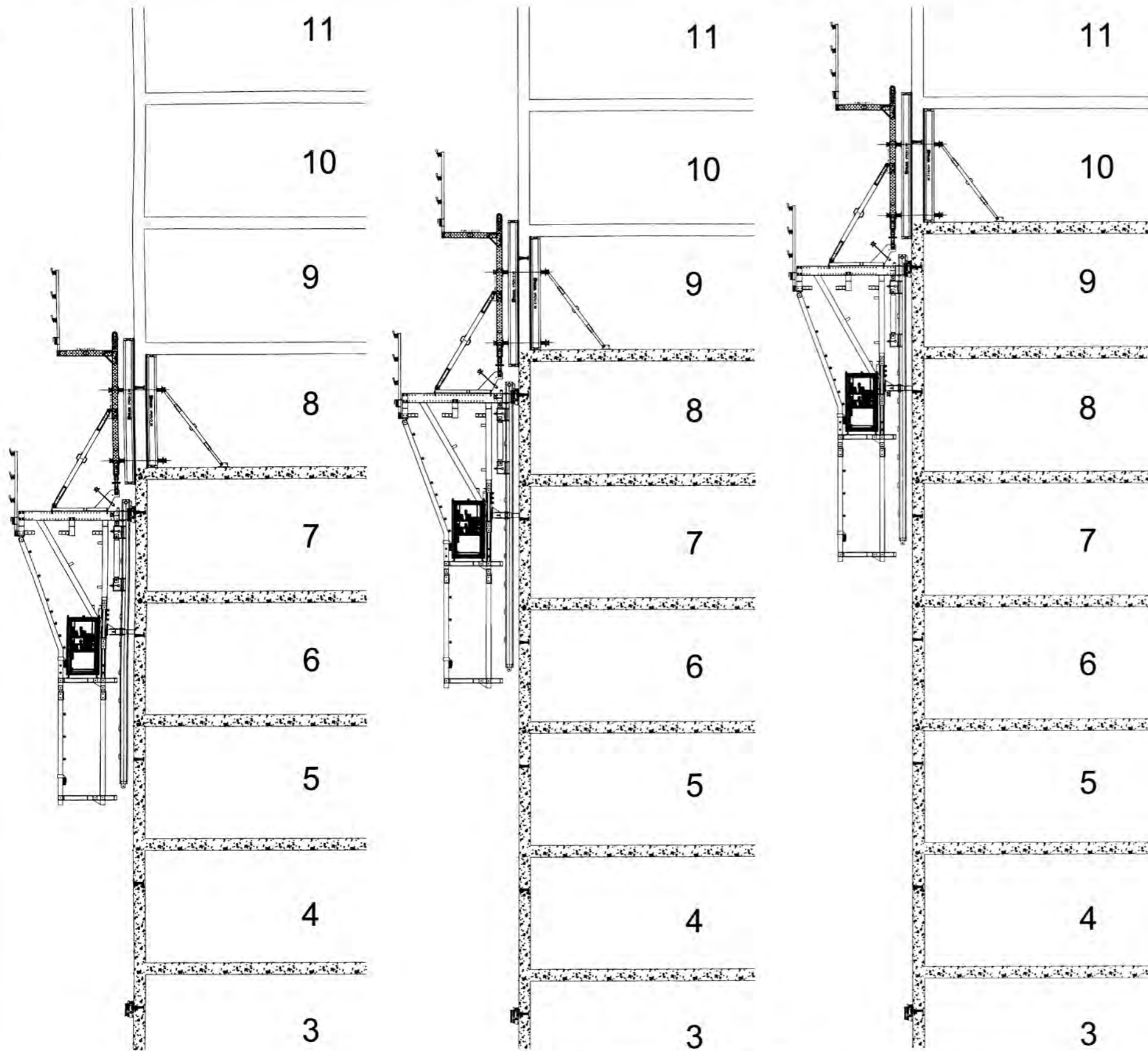
REV	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	PLANOS REFERENCIALES

ULMA
ULMA Encofrados Perú S. A.

PROYECTO: P. INMOBILIARIO VILLA SOL SUB-PROYECTO: BLOQUE 01

DIBUJADO: AS REVISADO: AS ESCALA: INDICADA TITULADO: A3 APROBADO: 	PROYECTADO: AS APROBADO: AS FECHA: 25/08/10 HOJA: 01 	DESCRIPCION: SECCION 1-1 ENCOFRADO DE PLACAS MEDIANTE EL SISTEMA AUTO TREPANTE CLIENTE: CURSO DE TITULACION N° DE PLANO: PVS-EA-003
---	---	--

REV 00



SISTEMA DE ENCOFRADO AUTO TREPANTE - SECCION 1-1

Esc: 1/100

REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	PLANOS REFERENCIALES

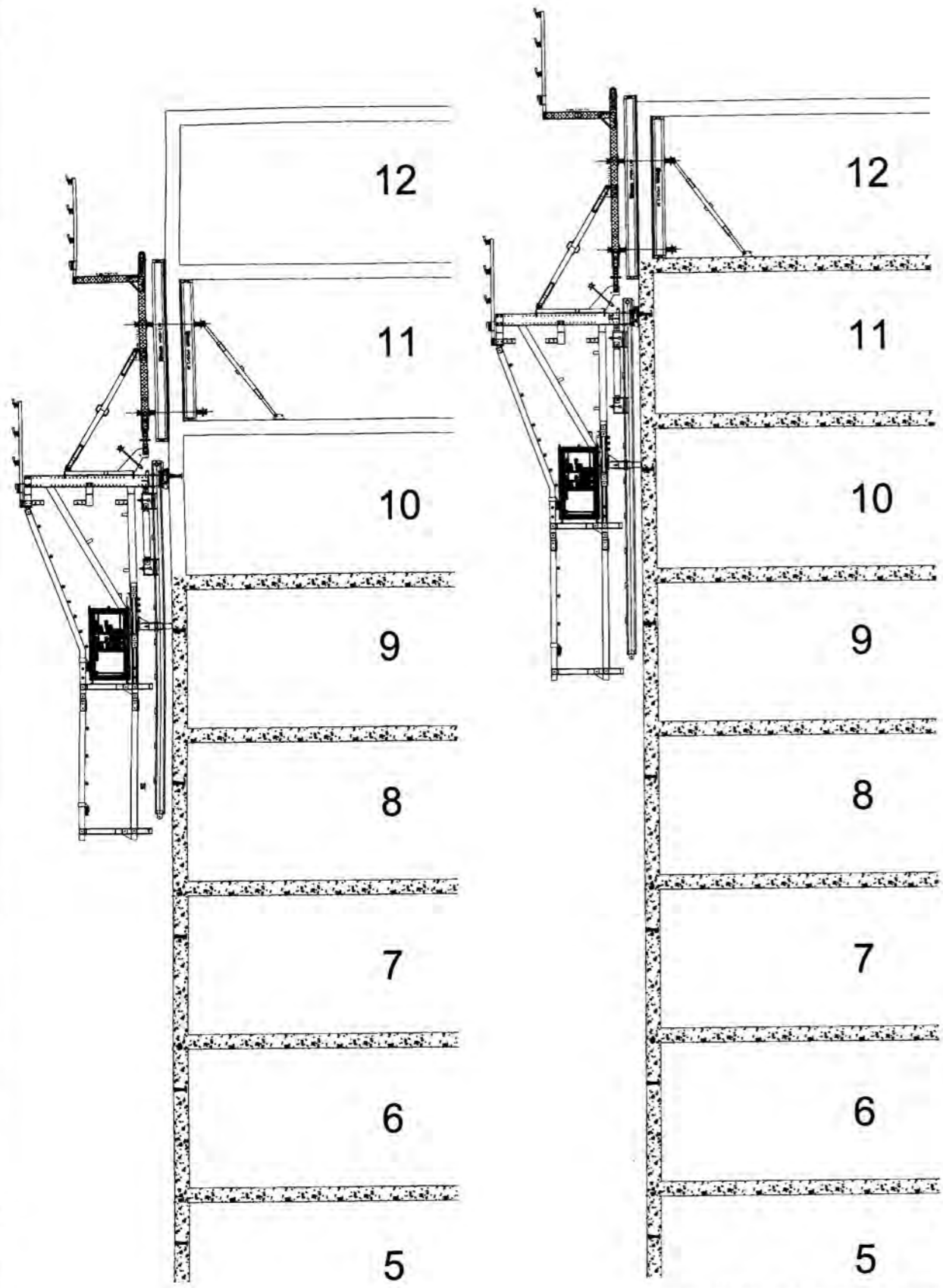


ULMA Encofrados Perú S. A.

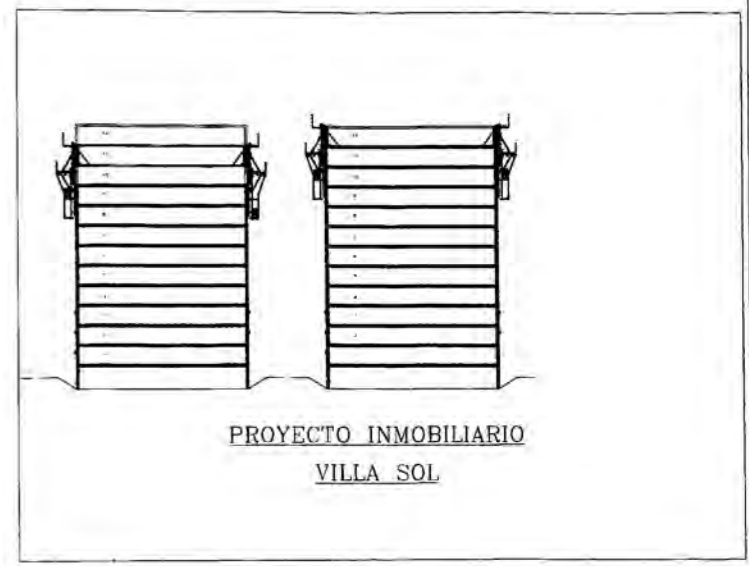
PROYECTO: P. INMOBILIARIO VILLA SOL
SUB-PROYECTO: BLOQUE 01

ORIJADO	PROYECTADO
A.S.	A.S.
REVISADO	APROBADO
A.S.	A.S.
ESCALA	FECHA
INDICADA	25/08/10
FIRMADO	HOJA
A3	01
ARCHIVO	

DESCRIPCION
SECCION 1-1 ENCOFRADO DE PLACAS MEDIANTE EL SISTEMA AUTO TREPANTE
CLIENTE:
CURSO DE TITULACION
Nº DE PLANO:
PVS-EA-004
REV.
00



SISTEMA DE ENCOFRADO AUTO TREPANTE - SECCION 1-1
Esc. 1/100



PROYECTO INMOBILIARIO
VILLA SOL

REV	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	REV	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	ELB.	PLANOS REFERENCIALES

ULMA
ULMA Encofrados Perú S. A.

PROYECTO	SUB-PROYECTO
P. INMOBILIARIO VILLA SOL	BLOQUE 01

<table border="1"> <tr> <td>DIBUJADO</td> <td>PROYECTADO</td> </tr> <tr> <td>A.S</td> <td>A.S</td> </tr> <tr> <td>REVISADO</td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td>A.S</td> <td>A.S</td> </tr> <tr> <td>ESCALA</td> <td>FECHA</td> </tr> <tr> <td>INDICADA</td> <td>25/08/10</td> </tr> <tr> <td>FORMATO</td> <td>HOJA</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>ARCHIVO</td> <td> </td> </tr> </table>	DIBUJADO	PROYECTADO	A.S	A.S	REVISADO	APROBADO	A.S	A.S	ESCALA	FECHA	INDICADA	25/08/10	FORMATO	HOJA	A3	01	ARCHIVO		DESCRIPCION: SECCION 1-1 ENCOFRADO DE PLACAS MEDIANTE EL SISTEMA AUTO TREPANTE CLIENTE: CURSO DE TITULACION N° DE PLANO: PVS-EA-005	REV 00
DIBUJADO	PROYECTADO																			
A.S	A.S																			
REVISADO	APROBADO																			
A.S	A.S																			
ESCALA	FECHA																			
INDICADA	25/08/10																			
FORMATO	HOJA																			
A3	01																			
ARCHIVO																				