



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**"OBRA CIVIL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
PABELLÓN NACIONAL DE LA
BIODIVERSIDAD"**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Rubén Eduardo Reyes Chávez

ASESOR DE INFORME

M. en I. Luis Candelas Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/091/19

Señor
RUBÉN EDUARDO REYES CHÁVEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento que ha sido aprobado el tema que usted propuso, mismo que será asesorado por el profesor M.I. LUIS CANDELAS RAMÍREZ para ser desarrollado como informe escrito, conforme a la opción VI. "Titulación mediante trabajo profesional" para obtener su título de INGENIERO CIVIL.

"OBRA CIVIL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PABELLÓN NACIONAL DE LA BIODIVERSIDAD"

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES
- II. CIMENTACIÓN
- III. COLUMNAS
- IV. LOSAS
- V. CISTERNA Y CUARTO DE MÁQUINAS
- VI. ESCALERA Y RAMPA DE ACCESO
- VII. CONTROL DE CALIDAD Y PROCESO ADMINISTRATIVO (REVISIÓN DE GENERADORES)
- VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 5 de septiembre del 2019.
EL PRESIDENTE


M.I. MARCO TULIO MENDOZA ROSAS

MTMR/gar

Agradecimientos:

Agradezco a Dios y a la vida por hoy estar en dónde estoy, por darme la fortaleza y salud necesaria en los momentos indicados. Por los aprendizajes y experiencias que he tenido a lo largo de mi historia en este plano, mismos que me han hecho estar culminando esta etapa tan importante en mi vida.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme una formación ética y profesional, clases y profesores de muy alto nivel.

Agradezco a mis padres, Margarita y Salvador, por su apoyo incondicional, por los aprendizajes que me han dado producto de sus triunfos y fracasos, por enseñarme a no rendirme pese a que las cosas se tornen difíciles. También por sus consejos que aún que no los tome de inmediato siempre me hacen reflexionar las situaciones y sobre todo por la confianza y libertad que siempre me han brindado ya que gracias a ello pude adquirir más conocimientos de la vida misma.

A Yotzi, por su gran apoyo en la etapa universitaria, profesional y en este proceso de titulación ya que en ningún momento me ha dejado rendirme, por alentarme todas las veces que lo he necesitado y retarme a dar más de mi confiando en mis aptitudes y potencial para lograrlo, por su cariño y por su amor a lo largo de este proceso. Así mismo a su familia que de igual manera me han apoyado y confiado en mis capacidades.

Agradezco a mi asesor, M en I. Luis Candelas Ramírez por brindarme el tiempo, el apoyo necesario para asesorar y orientar mi trabajo de titulación, por ser una de las personas que me inspiró a irme a la rama de construcción y haberme transmitido valiosos conocimientos impartidos en sus clases, mismos que me han servido en ocasiones para realizar mejor mis actividades profesionales.

A mis amigos de la facultad, ya que me apoyaron en todo momento y también nos divertimos bastante en este trayecto. Aún que casi no nos veamos actualmente, sé y confío que les irá muy bien si así se lo proponen porque son grandes personas.

Agradezco a mi amigo de la adolescencia y próximo ingeniero, Luis Gerardo Lara Suastegui por apoyarme, estar conmigo en las buenas y en las malas y también por alentarme más al presumir mis logros como si fueran los suyos. Confío que serás grande, hermano.

A Carso Infraestructura y Construcción, a la licenciada de recursos humanos y a los ingenieros con los que he trabajado por brindarme la oportunidad, el apoyo y la confianza para complementar mis estudios académicos con la experiencia en campo estando en varias ramas de la profesión durante mi estadía como becario. Así mismo por la oportunidad que me dieron de ejercer mi profesión contratándome como ya residente de obra. También por dejarme utilizar la información para la elaboración de este trabajo y motivarme para lograr la titulación.

Agradezco a todas las personas que han formado parte de mi vida, ya sea de buena o mala manera, ya que gracias a ellas he aprendido más y soy esta versión de mí que siempre se encuentra en un constante cambio y evolución.

A todo el equipo de PNB ya que con ellos aprendí muchísimas cosas tanto profesionalmente como lecciones de vida. Marcaron un antes y un después en este camino profesional. Les deseo el mayor de los éxitos en su vida y que compartamos más de una obra en el futuro.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	I
Introducción.....	II
Objetivos.....	III
1. Antecedentes.....	1
1.1. Carso Infraestructura y Construcción.	
1.2. Servicios que se ofrecen.	
1.3. Periodo de trabajo.	
1.4. Descripción del proyecto a desarrollar.	
2. Cimentación.....	9
2.1. Descripción del elemento.	
2.2. Planos estructurales.	
2.3. Proceso constructivo.	
2.4. Actividades realizadas.	
3. Columnas.....	28
3.1. Descripción del elemento.	
3.2. Planos estructurales.	
3.3. Proceso constructivo.	
3.4. Actividades realizadas.	
4. Losas.....	47
4.1. Descripción del elemento.	
4.2. Planos estructurales.	
4.3. Proceso constructivo.	
4.4. Actividades realizadas.	
5. Cisterna y Cuarto de Máquinas.....	72
5.1. Descripción de los elementos (Losas, Muros y Cárcamo)	
5.2. Planos estructurales.	
5.3. Proceso constructivo.	
5.4. Actividades realizadas.	
6. Escalera y Rampa de Acceso.....	101
6.1. Descripción de los elementos (Trabes y escalones).	
6.2. Planos Estructurales.	
6.3. Proceso constructivo.	
6.4. Actividades realizadas.	
7. Control de Calidad y Proceso Administrativo (Revisión de Generadores).....	106
7.1. Informes proporcionados por laboratorio de calidad.	
7.2. Generadores de obra.	
7.3. Actividades realizadas.	
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	115
Referencias.....	117

Introducción:

En este informe de actividades se desarrolla la parte constructiva del proyecto “Pabellón Nacional de la Biodiversidad Ing. Carlos Slim” ubicado en la zona cultural de Ciudad Universitaria, mismo en el que actualmente me encuentro trabajando haciendo énfasis en los procesos constructivos, la parte administrativa, de calidad y de las actividades que he desempeñado a lo largo de la etapa de obra civil.

El contenido de este trabajo está dividido en ocho capítulos de los cuáles tres capítulos se dedican a la estructura principal, dos a la estructura secundaria y uno a la parte administrativa y de calidad.

En el capítulo uno, se habla a manera informativa sobre Carso Infraestructura y Construcción, se menciona también las actividades que he realizado en mi periodo de trabajo con la empresa y una breve descripción del proyecto de Pabellón Nacional de la Biodiversidad.

En el capítulo dos, se comienza a desarrollar los procesos constructivos de la cimentación de la estructura principal del proyecto, así mismo las actividades que desempeñé en los procesos involucrados.

En el capítulo tres, se describen las columnas y los procesos constructivos para su correcta construcción. También se describen las actividades a mi cargo en esta etapa de construcción.

En el capítulo cuatro se desarrolla en torno a las losas de entre piso describiendo el elemento y su armado, así mismo los procesos constructivos para su correcta ejecución y las actividades que desarrollé en estos elementos.

En el capítulo cinco, se describe la estructura secundaria que corresponde al cuarto de máquinas y la cisterna del edificio, así mismo los procesos constructivos que se llevaron a cabo para su realización y por último las actividades que desempeñé durante su construcción.

El capítulo seis, hace una pequeña descripción de lo que serán las escaleras del acceso principal y los procesos que se tuvieron que hacer antes de su construcción, ya que a la fecha no se han realizado.

El capítulo siete contiene la descripción del control de calidad para los elementos de concreto y el proceso administrativo que es la revisión de generadores de obra, así mismo las actividades que desarrollé en este ámbito.

Para concluir, en el capítulo ocho se localizan las conclusiones y recomendaciones que son reflexionadas desde mi punto de vista como estudiante, egresado y trabajador.

Objetivos:

Objetivo general:

- Mostrar los procesos constructivos de una estructura mixta, considerando dos materiales de adherencia uno con otro, formando un sistema estructural de concreto armado y estructura metálica.

Objetivos específicos:

- Describir el proceso constructivo de una estructura de concreto armado, con sus complicaciones y las soluciones dadas en esta obra, comparando ambas y generando un criterio de factibilidad.
- Aplicar los conocimientos básicos adquiridos a problemas de la vida profesional, dando la mejor solución posible sin descuidar la calidad, el costo y seguridad tanto de la estructura como de los trabajadores.

1. Antecedentes

1.1. Carso Infraestructura y Construcción.

Carso Infraestructura y Construcción es una empresa mexicana que cuenta con 28 años de experiencia que forma parte de Grupo Carso uno de los consorcios industriales, comerciales y de servicios más grandes de América Latina.

La empresa se especializa en el desarrollo de proyectos para sectores como:

- Agua.
- Edificación.
- Hidrocarburos y energía.
- Industria.
- Infraestructura.
- Comunicaciones.

1.2. Servicios que se ofrecen:

Para el **sector Agua** se ofrece el desarrollo de proyectos llave en mano que integran diseño, producción y operación de infraestructura especializada en:

- Líneas para el transporte y medición de agua.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Proyectos hidroeléctricos.
- Presas de Almacenamiento.

En el **sector Edificación** se ofrecen los siguientes servicios en construcción civil:

- Diseño. Se integran los elementos necesarios para armar un proyecto ejecutivo confiable.
- Construcción. Se ofrecen soluciones flexibles durante las diferentes fases de cualquier proyecto.
- Revitalización Urbana. Se desarrollan proyectos de viviendas residenciales autosustentables.

En el **sector Hidrocarburos y Energía** se ofrecen los siguientes servicios:

- Ingeniería y construcción de plataformas marinas fijas y plataformas marinas auto elevables.
- Gerenciamiento, ingeniería y diseño de pozos petroleros.
- Perforación y terminación de pozos petroleros geotérmicos.
- Renta, operación y mantenimiento de equipos de perforación.
- Perforación direccional.

- Servicio integral de fluidos de perforación.
- Construcción de líneas para el transporte y medición de hidrocarburos, gas natural, oleoductos y gasolinoductos.

Para el **sector Industria** se ofrecen los siguientes servicios para el sector público y privado:

- Estructuras metálicas para puentes, edificios y rama de minería.
- Intercambiadores de calor.
- Recipientes a presión.
- Torres de destilación.
- Enfriadores de aire.
- Condensadores de superficie.
- Calentadores de agua de alimentación de alta presión.
- Fabricación de recipientes de gran tamaño.

En el **sector Infraestructura** se especializan en el diseño y construcción para el sector público y privado de:

- Autopistas de altas especificaciones.
- Obras hidroeléctricas.
- Presas de almacenamiento de agua.
- Túneles.
- Viaductos.
- Pasos a desnivel.

En el **sector Telecomunicaciones** se ofrecen servicios integrales de infraestructura para telecomunicaciones fijas y móviles a nivel nacional e internacional, apuntalados por procesos eficientes, una gran capacidad de producción y amplia experiencia en el sector.

1.3. Periodo de Trabajo.

Al ser descritos con anterioridad los servicios que Carso ofrece, cabe destacar que comencé mis labores profesionales en la empresa a partir del 21 de Diciembre del 2017, trabajando de manera activa en la actualidad. Durante del periodo que he estado laborando me he involucrado en dos áreas principales del Sector Edificación las cuáles son:

- Área de construcción.
- Área de control de obra.

En el área de construcción realicé mis labores profesionales como residente de obra de albañilerías, acarreo de material producto de demoliciones por reestructuración de torre de oficinas para cambiar su uso a viviendas, así mismo

del proceso inicial de reestructuración del muro “core”. Todo esto en la obra “Conjunto Habitacional Nasa”.

En el área de control de obra continué con mis labores profesionales en la revisión de generadores de obra, pago de estimaciones, pago de suministro de materiales y concordancia (cuadre) de estos últimos para la reconstrucción de casas, iglesias, mercados y hospitales, trabajos que fueron hechos por parte de la Fundación Carlos Slim en su campaña de Unidos por México iniciada después del sismo del 19 de Septiembre de 2017.

Por último y actualmente, en el área de construcción, me encuentro realizando labores profesionales en la obra “Pabellón Nacional de la Biodiversidad” en la cual se me ha encomendado la supervisión los trabajos de obra civil, revisión de generadores y control de calidad de los elementos de concreto que estructuran al edificio en esta primera etapa de proyecto que es la obra civil.

1.4.Descripción del proyecto a desarrollar.

El predio donde se lleva a cabo la construcción se ubica en el Circuito Cultural de Ciudad Universitaria S/N, Coyoacán. A un costado del estacionamiento No 4.

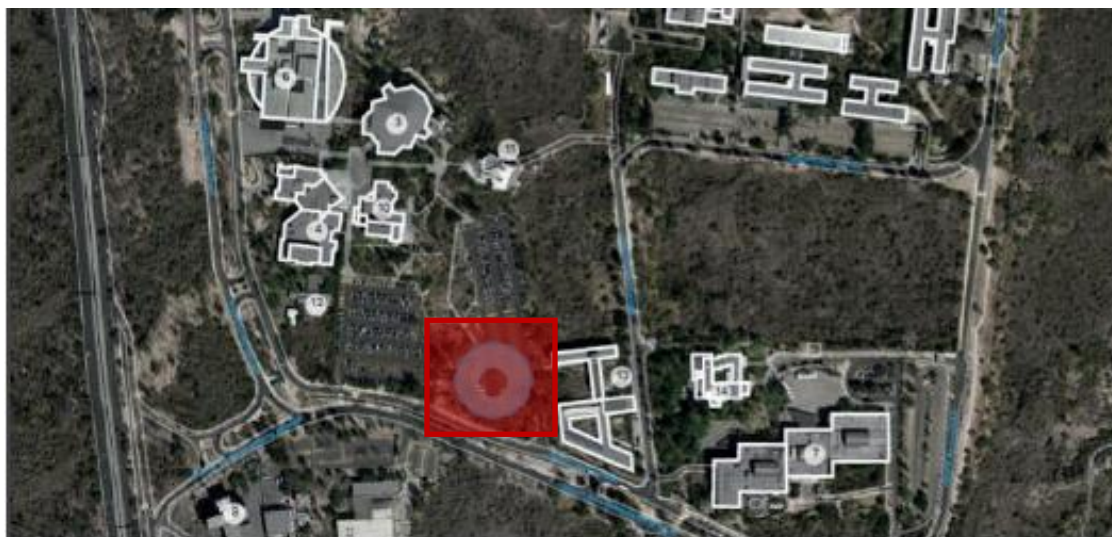


Fig. 1.1 Planta de localización

El proyecto que lleva por nombre “Pabellón Nacional de la Biodiversidad Ingeniero Carlos Slim” es un edificio destinado a complementar e incrementar el acervo de especies y actividades de investigación pertenecientes al instituto de Biología de la UNAM el cual cuenta con 3 niveles (Nivel -1, Planta baja, Primer Nivel). Conectados entre sí a través de una escalera principal al centro del edificio, 2 escaleras de emergencia, un elevador y un montacargas.

Cabe mencionar que la altura del edificio al frente de la calle se apeg a las condiciones de la normatividad de construcción dentro de la zona cultural en Ciudad Universitaria que a continuación se menciona:

II.2.8. Los edificios que se proyecten en la zona escolar y la de investigación, tendrán una altura máxima de cuatro niveles con altura mínima de entepiso de 3.00m. En las zonas administrativa y cultural, podrán construirse edificios de mayor altura, respetando la altura predominante en la zona.

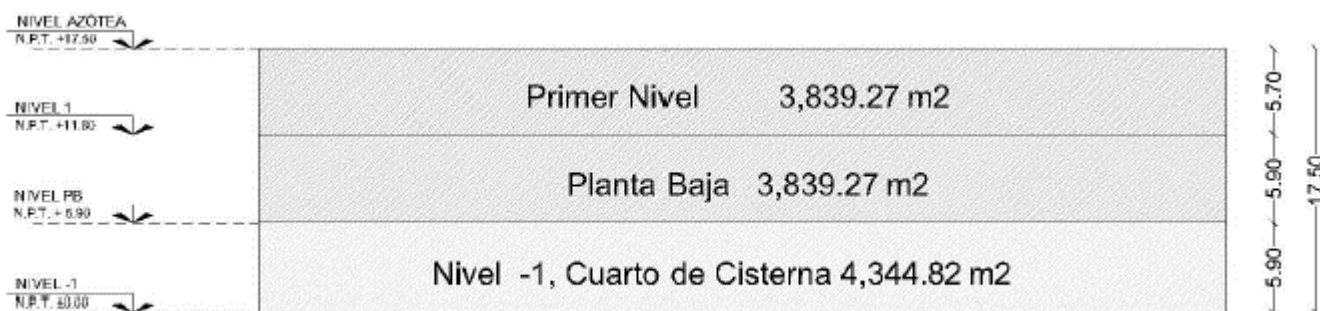


Fig. 1.2 Niveles esquemáticos

Cada nivel, según proyecto arquitectónico, contendrá lo siguiente de manera general:

- **Nivel -1:** Tienda de suvenires, cafetería para todo público, área de trabajo, oficinas, espacios para equipos específicos, anaqueles, archivos de alta densidad, sanitarios, escaleras de emergencia, elevador, montacargas, cisterna, cuarto de máquinas. Con un total de 2377.87 m² construidos en edificio, 505.55 m² en áreas de servicios y 1461.40 m² de reserva ecológica teniendo así un total de 4344.82 m².

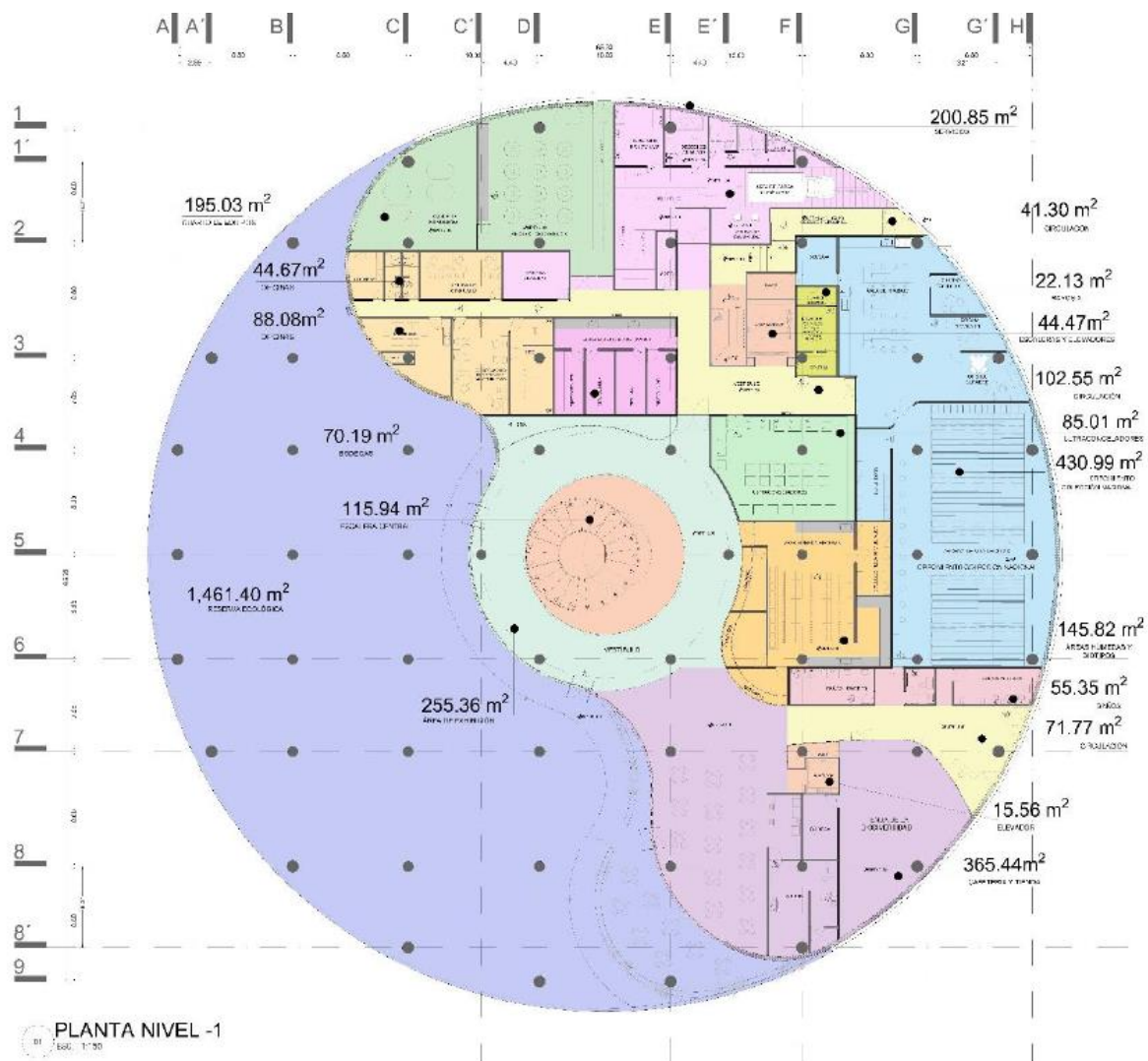


Fig. 1.3 Planta arquitectónica nivel -1

- **Planta Baja:** Acceso principal que conecta con el nivel de banqueta, recepción, escaleras de emergencia, elevador, montacargas, oficinas, archivos de alta densidad, sanitarios, almacenes y áreas de exhibición. Con un total de 3839.27 m² construidos.

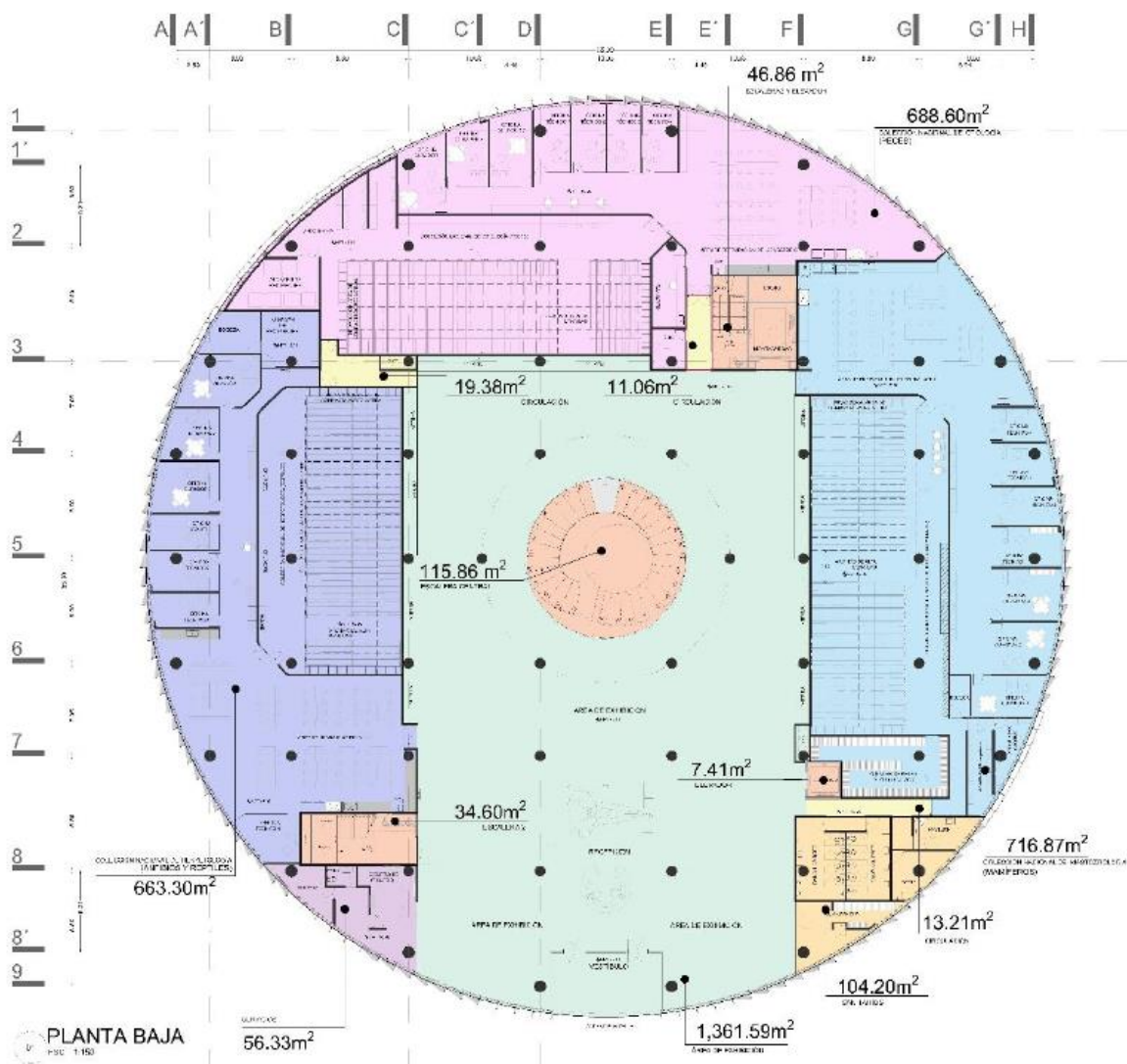


Fig. 1.4 Planta arquitectónica nivel planta baja.

- **Nivel 1:** Oficinas, biblioteca, sala de usos múltiples, dirección general, laboratorios, archivos de alta densidad, cubo de elevador, cubo de montacargas y escaleras de emergencia. Con un total de 3839.27 m² construidos.

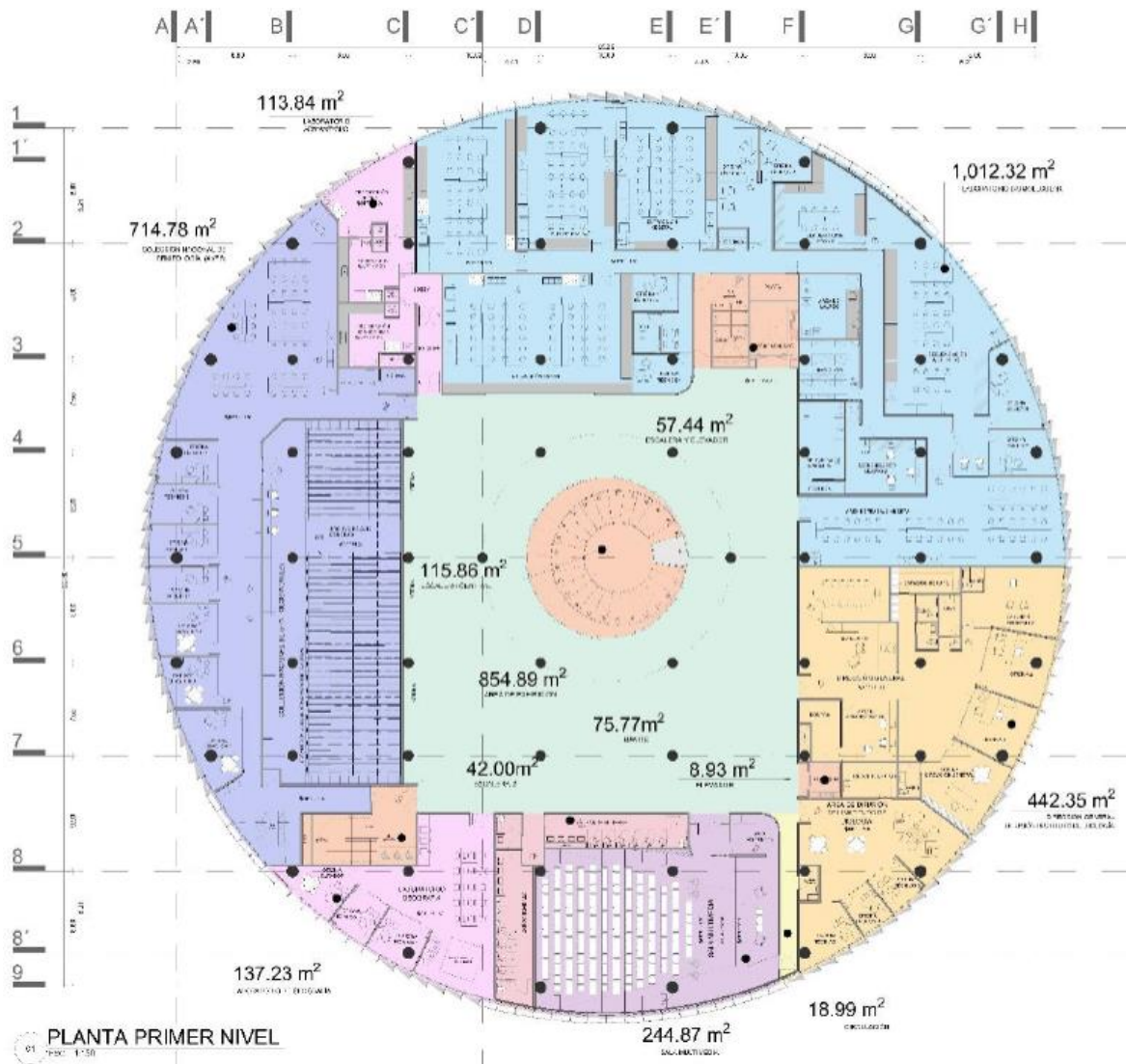


Fig. 1.5 Planta arquitectónica nivel primer nivel.

- **Azotea:** Coladeras para bajadas de agua pluvial, escaleras de emergencia, sistema de pararrayos.

Hablando de temas estructurales el edificio está conformado por:

- Zapatas aisladas.
- Columnas circulares de sección híbrida (acero estructural y concreto reforzado).
- Estructura auto soportada compuesta de acero estructural (vigas principales, secundarias las cuales son perfiles "I").
- Losas de entre piso y azotea con el sistema de losacero.
- Losa maciza en el Nivel -1.
- Cuarto de máquinas y cisterna de concreto armado.



Fig. 1.6 Planta esquemática del nuevo edificio en conjunto.

2. Cimentación

2.1. Descripción del elemento:

La cimentación se desplantó de acuerdo a un estudio de mecánica de suelos realizado por Ingeniería Experimental, S.A de C.V la cuál es una rama de Colinas de Buen, S.A de C.V en el que se realizó un sondeo de exploración con la finalidad de definir si existían grietas o cavidades en la roca basáltica, este estudio se realizó por medio de sondeos de recuperación de polvos, (un barreno por zapata), de 9.0 m de longitud, estos se ubicaron en los puntos de cruce de los ejes planteados del edificio teniendo como resultado lo siguiente:

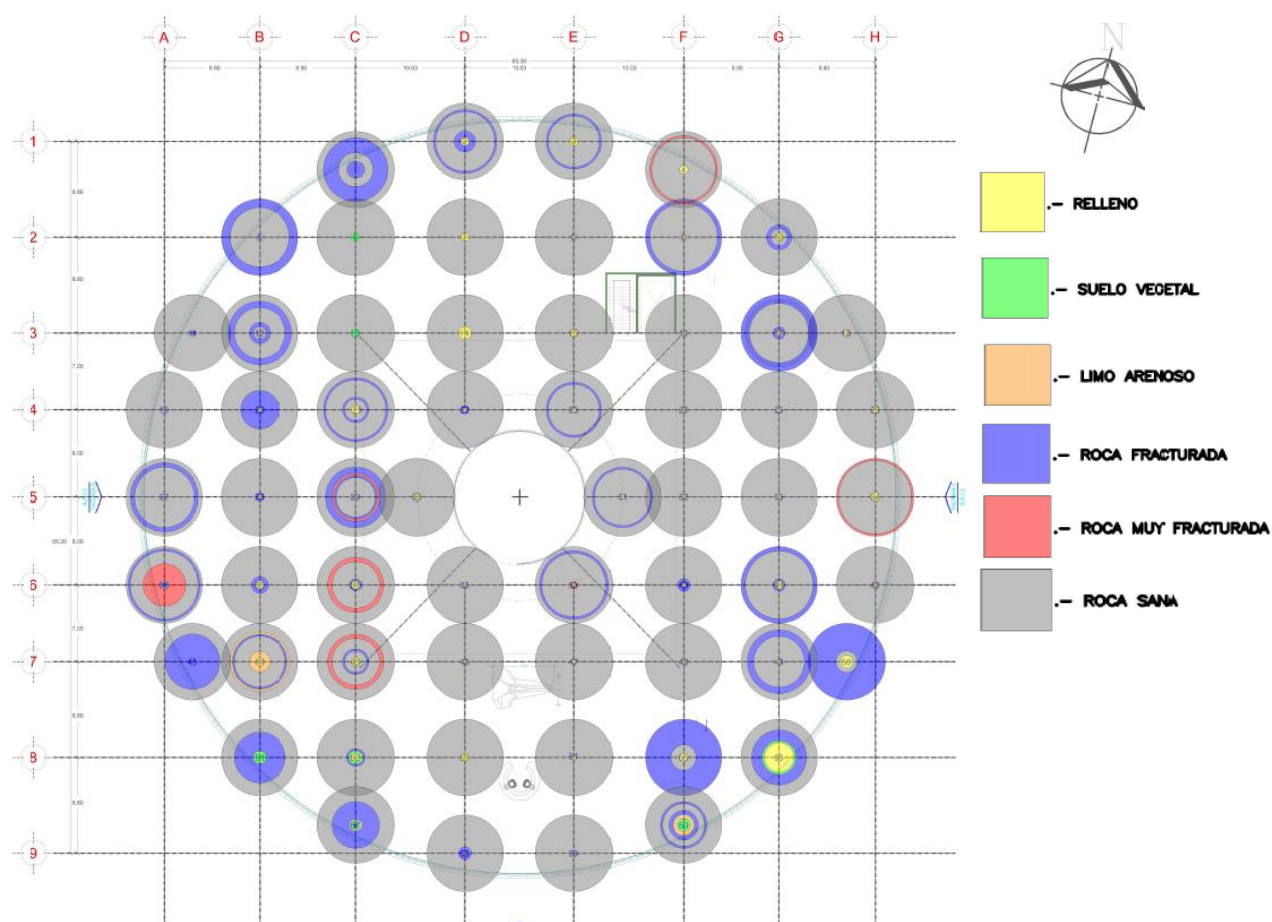


Fig. 2.1 Planta de resultados de los estudios de mecánica de suelos.

La información anterior se utilizó para definir los niveles de desplante de cada una de las 60 zapatas y realizar la excavación correspondiente.

Así mismo Colinas de Buen, S.A de C.V. tras un análisis estructural a corde al tipo de edificación que se construiría se llegó a la conclusión de que se usaría un sistema de zapatas aisladas de concreto armado y las dimensionó de la siguiente forma:

- **Zapata 1:** 300 x 300 cm y altura de 60 cm.
- **Zapata 2:** 260 x 260 cm y altura de 55 cm.
- **Dado 1:** 110 x 110 cm con altura variable según desplante de cimentación.
- **Dado 2:** 120 x 120 cm con altura variable según desplante de cimentación.

2.2. Planos Estructurales:

- **Planta Estructural:**

Consiste en la forma geométrica del edificio con sus respectivos ejes que van desde el A-H en un sentido y en el otro del 1-9.

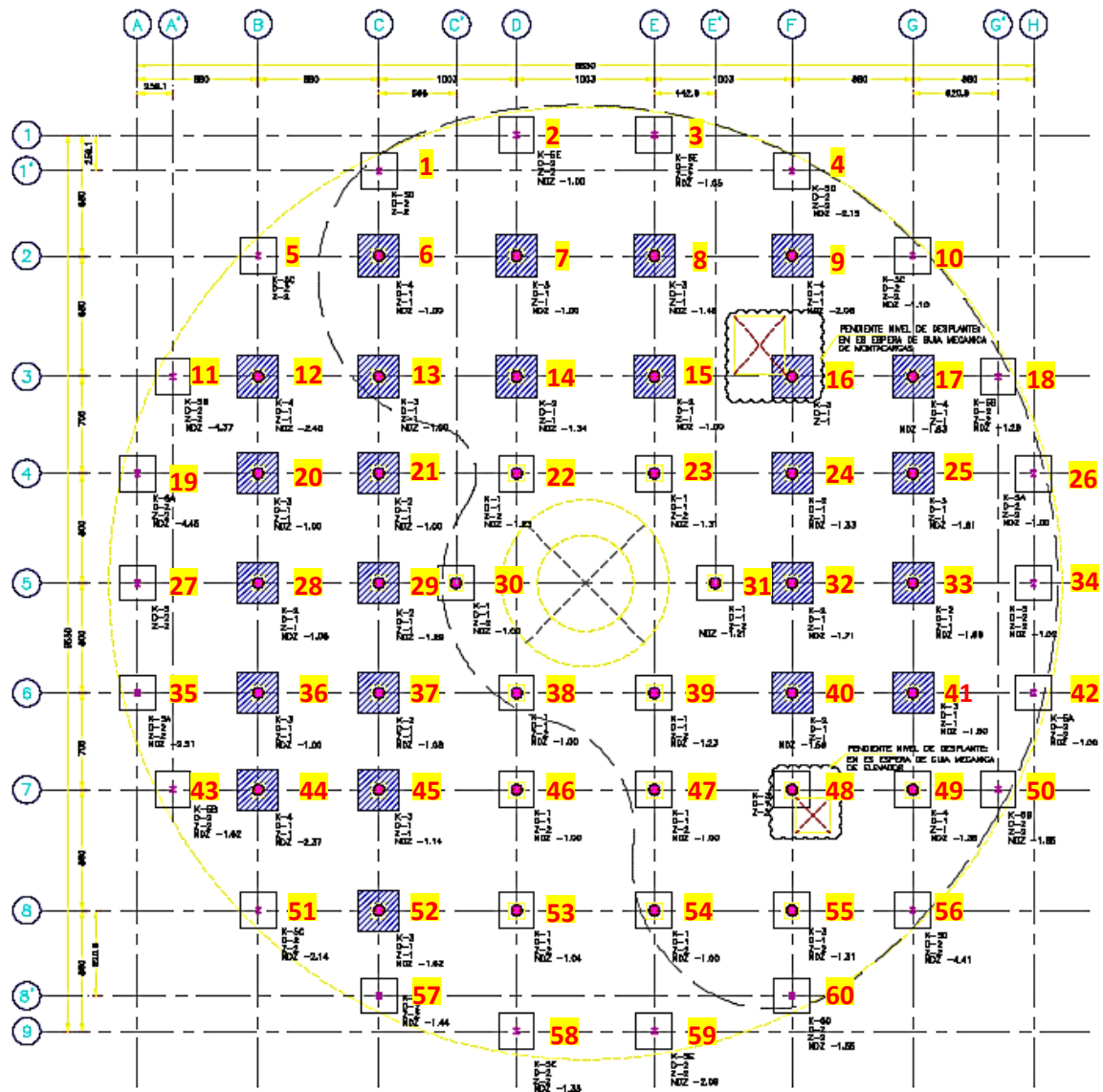
La estructura contará con 60 zapatas aisladas mismas que se encuentran en la intersección de cada eje del plano.

Estas se encontrarán numeradas para su mejor localización en físico de acuerdo a la nomenclatura siguiente:

# ZAPATA	EJES
1	1' - C
2	1 - D
3	1 - E
4	1' - F
5	2 - B
6	2 - C
7	2 - D
8	2 - E
9	2 - F
10	2 - G
11	3 - A'
12	3 - B
13	3 - C
14	3 - D
15	3 - E
16	3 - F
17	3 - G
18	3 - G'
19	4 - A
20	4 - B

# ZAPATA	EJES
21	4 - C
22	4 - D
23	4 - E
24	4 - F
25	4 - G
26	4 - H
27	5 - A
28	5 - B
29	5 - C
30	5 - C'
31	5 - E'
32	5 - F
33	5 - G
34	5 - H
35	6 - A
36	6 - B
37	6 - C
38	6 - D
39	6 - E
40	6 - F

# ZAPATA	EJES
41	6 - G
42	6 - H
43	7 - A'
44	7 - B
45	7 - C
46	7 - D
47	7 - E
48	7 - F
49	7 - G
50	7 - G'
51	8 - B
52	8 - C
53	8 - D
54	8 - E
55	8 - F
56	8 - G
57	8' - C
58	9 - D
59	9 - E
60	8' - F



PLANTA DE CIMENTACION

(N.P.T. ± 0.00)

NOTA: EL N.P.T. ± 0.00 CORRESPONDE AL
NIVEL TOPOGRAFICO N.P.T. +98.70

- **Zapata tipo 1**

La zapata cuenta con una geometría cuadrada cuyas dimensiones son de A= 300 cm, B= 300 cm y h= 60 cm. Por especificaciones se utilizó un concreto de resistencia a la compresión $F'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ y TMA 3/4" ó 19 mm de clase 1.

El acero de refuerzo es de un $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ y el armado consiste en una doble parrilla, en el lecho superior se encuentran las "Vars A" y "Vars B" las que tienen un diámetro nominal del 6/8" (#6) y con una distribución a cada 15cm. En el lecho superior el armado consiste en dos lechos de varillas de 1/2" (#4) con una distribución a cada 20 cm, las

- **Zapata tipo 2**

La zapata cuenta con una geometría cuadrada cuyas dimensiones son de A= 260 cm, B= 260 cm y h= 55 cm. Por especificaciones se utilizó un concreto de resistencia a la compresión $F'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ y TMA 3/4" ó 19 mm de clase 1.

El acero de refuerzo es de un $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ y el armado consiste en una doble parrilla, en el lecho superior se encuentran las "Vars A" y "Vars B" las que tienen un diámetro nominal del 6/8" (#6) y con una distribución a cada 18cm. En el lecho superior el armado consiste en dos lechos de varillas de 1/2" (#4) con una distribución a cada 25 cm, las cuales se llamarán "vars C".

La "nota A" nos indica que la profundidad mínima de desplante son 60 cm.

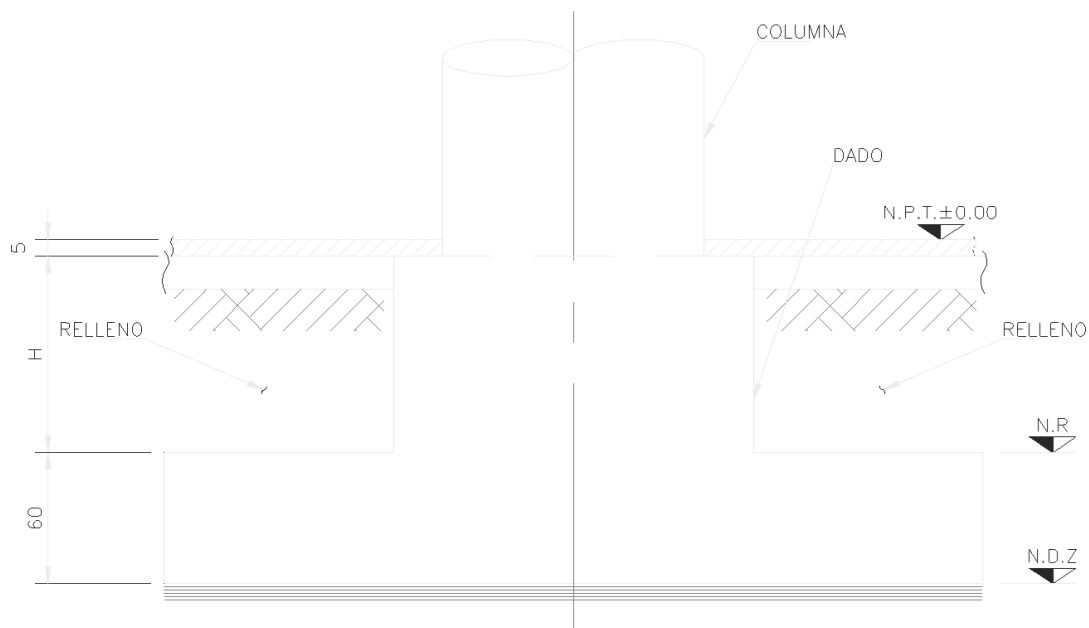
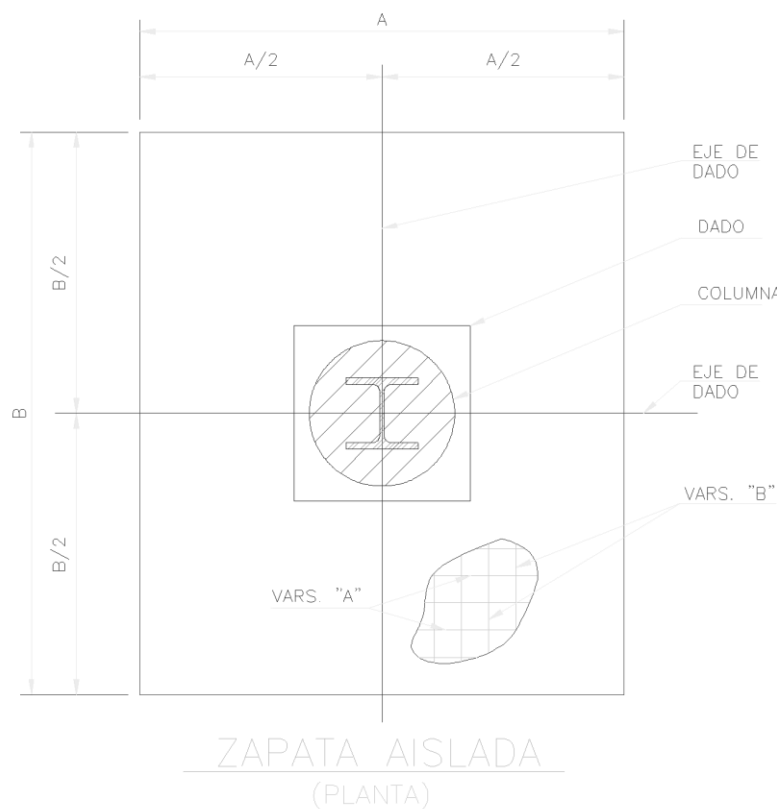
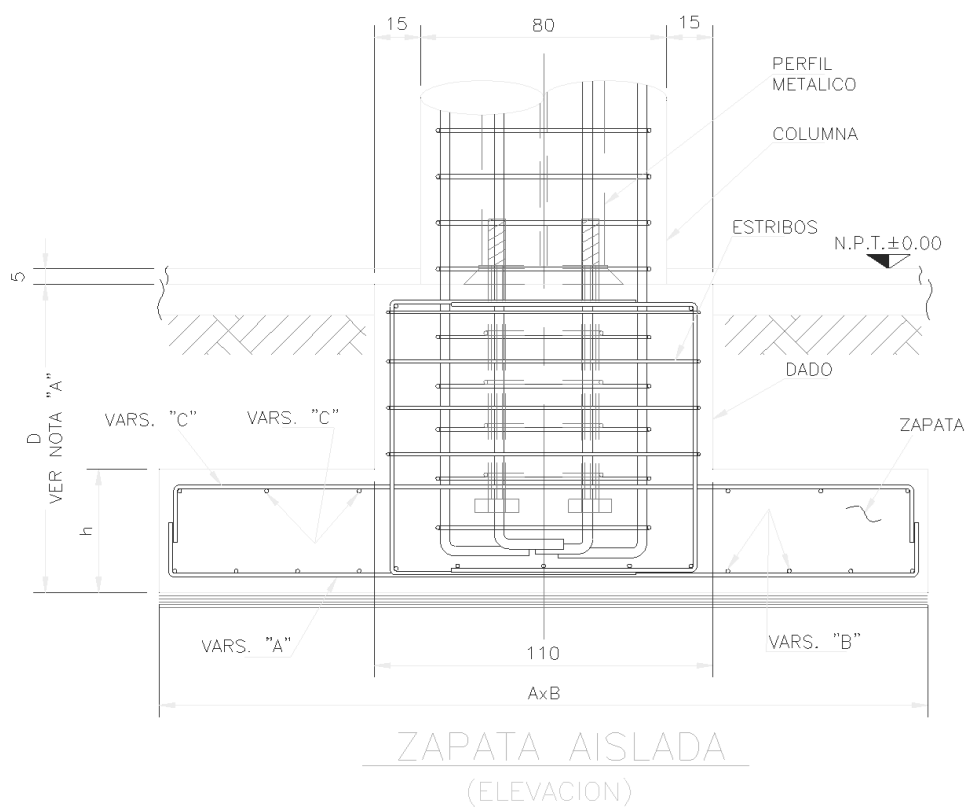


Fig. 2.3 Corte esquemático de las zapatas aisladas.



- **Dado tipo 1:**

La planta del dado cuenta con una geometría cuadrada cuyas dimensiones son de A= 110 cm, B= 110 cm y H= variable según el desplante cada zapata. Por especificaciones del estructurista se utilizó un concreto de resistencia a la compresión $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y TMA $\frac{3}{4}$ " ó 19 mm, clase 1.

El acero de refuerzo es de un $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ y el armado consiste en 8 varillas de 1" (#8) como acero longitudinal y estribos de varilla de $\frac{1}{2}$ " (#4) a cada 20 cm como refuerzo transversal.

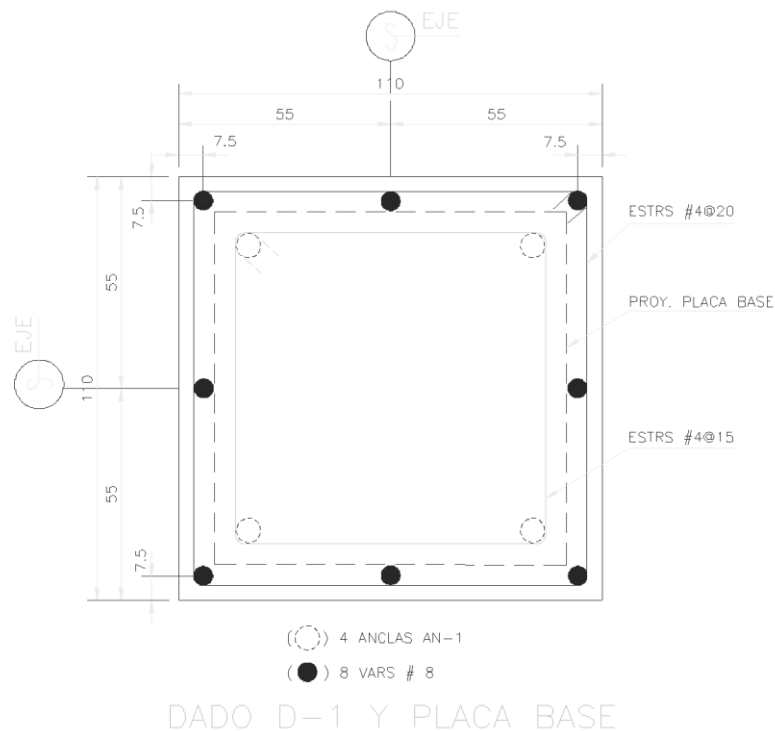


Fig. 2.6 Planta de dado tipo 1.

- **Dado tipo 2:**

La planta del dado cuenta con una geometría cuadrada cuyas dimensiones son de $A = 120 \text{ cm}$, $B = 120 \text{ cm}$ y $H =$ variable según el desplante cada zapata. Por especificaciones del estructurista se utilizó un concreto de resistencia a la compresión $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y TMA $\frac{3}{4}"$ ó 19 mm , clase 1.

El acero de refuerzo es de un $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ y el armado consiste en 8 varillas de $1 \frac{1}{4}"$ (#10) como acero longitudinal y estribos de varilla de $\frac{1}{2}"$ (#4) a cada 20 cm como refuerzo transversal.

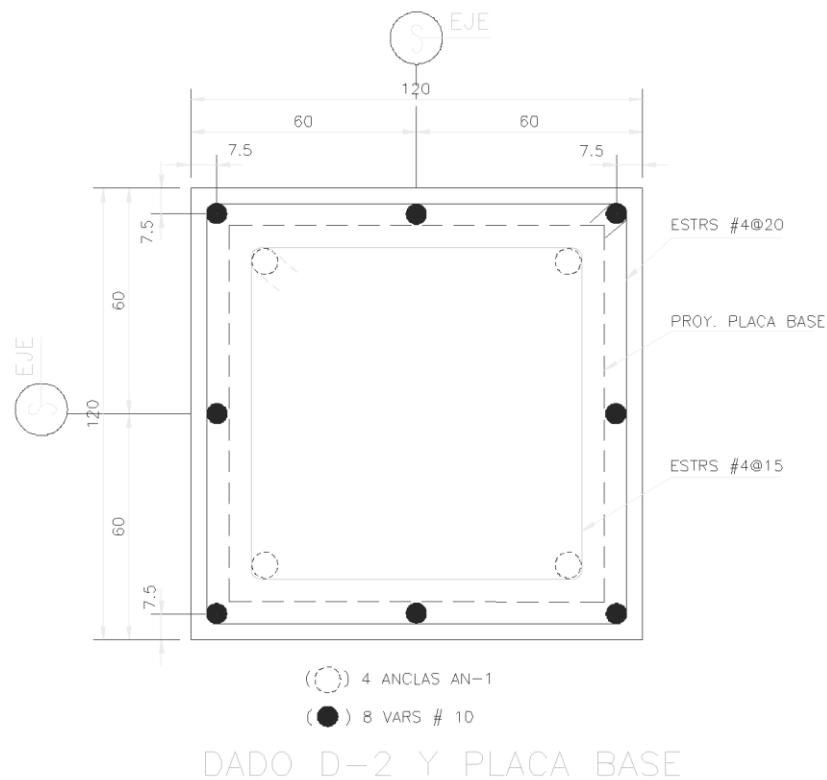


Fig. 2.7 Planta de dado tipo 2.

Al ser una estructura híbrida o mixta se tiene que tener una placa base para de ahí montar la estructura metálica, la cuál se realizará con 4 varillas de 1 1/2" (#12) roscadas en sus extremos para ahí colocar tuercas estructurales tipo hexagonales que sujetarán el perfil metálico en su extremo superior y en el inferior le dará sujeción a las anclas con el concreto. Para el confinamiento de este armado se tendrán estribos de 1/2" (#4) a cada 15 cm.

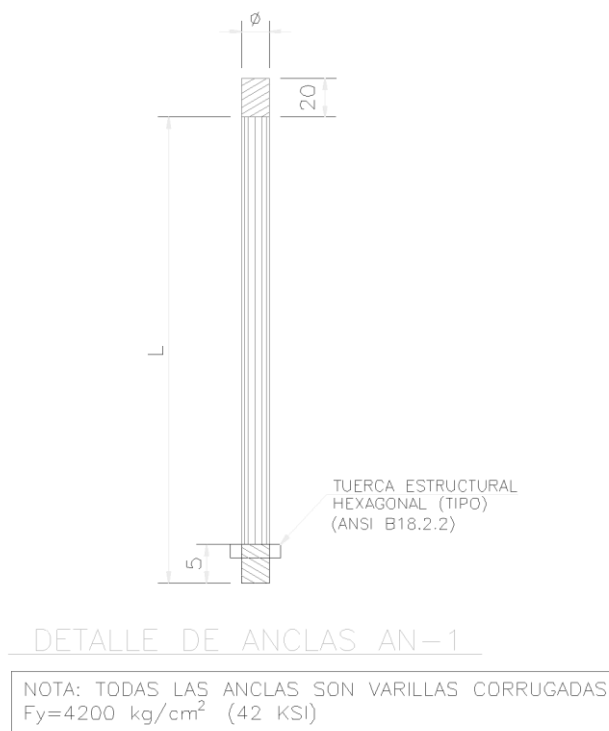


Fig. 2.8 Detalle para las anclas de placa base y estructura metálica que quedarán ahogadas en los dados de las zapatas.

2.3. Proceso Constructivo

- **Adecuación del terreno encontrado**

El terreno donde se está llevando a cabo la construcción se tenía un estacionamiento, por lo cuál se tuvo que retirar toda la carpeta asfáltica que se encontraba en el lugar, esto con la ayuda de retroexcavadoras o “pacharas” como se les demonima comúnmente en la obra.

Una vez retitada la carpeta asfáltica se procedió a quitar el relleno hasta llegar al suelo constituido por roca basáltica con capacidad de carga de 100 ton/m².

Todo el producto de la demolición y adecuación del terreno fue retirado por camiones tipo tortón y llevados a su tiradero correspondiente.



Fig. 2.9 Fotografía del área a trabajar delimitada con tapial blanco.

- **Excavación**

Al llegar a la roca basáltica se trazaron, con ayuda de topógrafos, las ubicaciones de las 60 zapatas aisladas esto para proceder a la excavación propia para el desplante de las mismas.

La excavación se realizó con retroexcavadoras equipadas con martillo hidráulico para fragmentar la roca y con una excavadora tipo 320 con un cucharón para removerla que también se equipaba con una pica para ayudar en la excavación. Cabe señalar que el producto de la excavación de esta roca basáltica no se extrajo en camiones de escombro si no que se iba acopiando dentro del terreno para su uso futuro.



Fig. 2.10 Fotografía aérea del avance de la excavación, tomada por un dron.



Fig. 2.11 Fotografía de la excavadora acopiando la roca producto de la excavación.

- **Nivelación de desplante:**

El nivel de desplante fue dado por el estructurista basado en el estudio de mecánica de suelos y variaba en cada zapata teniendo un mínimo de 0.60m y un máximo de aproximadamente 5.0 m de profundidad.

A la excavación de cada desplante se le dio un sobredimensionamiento lateral a corde a las dimensiones de cada tipo de zapata, esto como fin de facilitar el proceso constructivo de armado, cimbrado y descimbrado del propio elemento.

Para el desplante del terreno natural de las zapatas se fabricó una plantilla de concreto ciclópeo, utilizando concreto de $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y TMA de 3/4.

Este concreto ciclópeo se formó con concreto premezclado, de las especificaciones antes mencionadas a tiro directo y rocas producto de la excavación teniendo como finalidad la nivelación correcta del desplante el cual era disparejo por la naturalidad del terreno, así mismo para evitar la contaminación del concreto del elemento estructural (zapata aislada).



Fig. 2.12 Fotografía del vaciado del concreto de la olla a la zona deseada.



Fig. 2.13 Fotografía del extendido y colocación de roca basáltica para el concreto ciclópeo

- **Armado**

El armado de cada zapata se hizo de acuerdo a los planos estructurales obedeciendo la distribución del acero en ellos propuesto y sin ningún cambio de diámetro nominal de la varilla.

El acero se habilitaba en una mesa de habilitado y se trasladaba a la zona de desplante

Primero se armaba el lecho inferior de la zapata previo el trazado de los topógrafos para que quedara en la posición indicada, después se colocó el armado del dado se entramaba el lecho superior de la zapata.

Una vez que el armado del dado estaba colocado se iba confinando con estribos del #4, posteriormente se colocaba el armado de las anclas que recibieron la estructura metálica.

Para que estas anclas no se movieran al momento de colar se tuvo que habilitar cuatro ganchos y cruzarlos en forma de “gato” (#) y amarrar cada varilla del ancla a ellos para quitarle la libertad de movimiento.



Fig. 2.14 Fotografía del armado de la zapata 16



Fig. 2.15 Fotografía del armado de un ancla.

- **Cimbrado**

El cimbrado fue a base de tarimas, barrotes, pasadores, polines de apuntalamiento y yugos.

Se cimbraron todas las caras laterales de la zapata y del dado aplicándoles desmoldante, por medio de rodillos, a las caras de la cimbra que estuvieran en contacto con el concreto.

Cabe mencionar que el elemento ya colado se descimbraba a las 24hrs de haberse colado, teniendo un descimbrado cuidadoso ya que la vida de la cimbra variaba entre los 4 y 5 usos.



Fig. 2.16 Fotografía de la cimbra de una zapata.



Fig. 2.17 Fotografía de la cimbra de un dado con plataforma de trabajo.

- **Colado:**

El concreto que se utilizó para colar las zapatas tiene las siguientes características:

- Concreto premezclado.
- Resistencia a la compresión de $F'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- TMA 20mm o lo que es lo mismo 3/4"
- Clase 1
- Revenimiento 18

La planeación del colado se llevó a cabo una vez que la zapata estaba armada, cimbrada y con las anclas niveladas por topografía y el elemento liberado por supervisión.

El proceso de colado empezaba recibiendo la olla en la obra, una vez adentro se revisaba su remisión asegurándose que viniera conforme a lo solicitado y los metros cúbicos que se habían pedido y los que se estaban suministrando.

CONCRETOS FORTALEZA

NOTA DE REMISION

PLANTA IZT	FECHA 13-May-19	HORA 9:38 AM	PEDIDO 9002	UNIDAD 1601	OPERADOR EFREN MOSQUEDA AVILA	NO. DE REMISION 9005421	PEDIDO CTE 676 1581 08	FOLIO No. 21310
CLIENTE OPERADORA CICSA, S.A DE C.V.			DIRECCION CIUDAD UNIVERSITARIA 3000 CP 04360 COL C					
VOLUMEN 2.50 m3	CONCRETO ENTREGADO 250 28d 20mm R18cm B C1		CLASE Y CALIDAD 12A3F210000A CODIGO CONCRETO		3/4 GRAVA	REVENIMIENTO 180.00 mm	PEDIDO 2.50 m3	POR SURTIR 0.00 m3
SERVICIOS Y ESPECIFICACIONES			EL SERVICIO FUE:		EXCELENTE ☐	RECIBI DE CONFORMIDAD		
					BUENO ☐	HORA LLEGADA A OBRA 10:52		
						HORA DE SALIDA A OBRA		

Fig. 2.18 Ejemplo de remisión.

Ya que se verificaban esos datos se procedía a realizar la prueba estándar de revenimiento o de cono con el personal del laboratorio de calidad. También se tomaban muestras en cilindros de medidas estándar para ensayarlos a 7, 14 y 28 días.

Para el revenimiento se consideraba una tolerancia de $\pm 3.5\text{cm}$



Fig. 2.19 Fotografía de la prueba de revenimiento en campo.



Fig. 2.20 Fotografía de la bomba telescópica desplegada.

Después de verificar el revenimiento con ayuda de los bandereros colocábamos la olla en posición para poder vaciar el concreto al elemento.

Cabe señalar que 46 zapatas se colaron a tiro directo mientras que las 14 restantes se colaron con bomba telescópica por lo inaccesible que llegaba a ser la localización de dichas zapatas.

Para colar algunas zapatas se tuvo mejorar el terreno aledaño haciendo un camino de acceso seguro para la olla utilizando el material de relleno que aún quedaba en la obra por lo irregular que iba quedando la superficie por las excavaciones. Así mismo se empleó el doble canalón que traen las ollas de accesorio.



Fig. 2.21 Fotografía de la olla con el doble canalón para mayor alcance de tiro directo.

Por proceso constructivo se colaba primero la zapata y consecuentemente el dado para que no existieran juntas constructivas todo esto con un vibrado constante para el cual se emplearon dos vibradores de motor de gasolina. Para el caso de las zapatas con dados mayores a 2 metro se llevaron a cabo en dos sesiones de colado, usando siempre adhecon para no permitir juntas frías debido a la importancia del elemento estructural.

El descimbrado se realizaba 24 horas después del colado y de inmediato se procedía al curado del elemento, primero se le mojaba con agua y después se le colocaba el curacreto con rodillo.



Fig. 2.22 Fotografía de una zapata colada y cimbrada.



Fig. 2.23 Fotografía de una zapata colada y descimbrada

2.4. Actividades Realizadas.

El proyecto comenzó con las excavaciones el 14 de febrero del 2019 y yo fui asignado a la obra el día 12 de Abril del 2019 cuando ya se llevaba la cuarta parte de la excavación de los desplantes de la cimentación.

Por lo que en primera instancia se me encargó realizar la cuantificación de acero y concreto de cada zapata y dado del proyecto según la segunda revisión de los planos estructurales aplicando lo aprendido en la Facultad de Ingeniería. Esto como fin de comparar y en su defecto corregir los volúmenes obtenidos por el contratista y el residente por parte de Carso para su posterior suministro.

La cuantificación la realicé en hojas de Excel para su fácil elaboración y su mejor entendimiento.

Seguido de esto se me encomendó apoyar al residente de obra, que estuvo desde el inicio, a supervisar los trabajos de excavación, verificar que los niveles de desplante con las brigadas de topografía.

Después realicé la supervisión y la primera liberación del armado de los elementos estructurales, revisando que su distribución fuera la correcta, que tuviera todos los amarres correspondientes y que el acero fuera el correcto.

Para el proceso de cimbrado se me encomendó supervisar el trabajo de carpintería cuidando que el recubrimiento propuesto por el estructurista se haya respetado, así mismo que se le haya aplicado el desmoldante a las caras que estuvieron en contacto con el concreto. También verifiqué las dimensiones de los elementos con las brigadas de topografía.

Una vez que empezó el proceso de colado supervisé las pruebas de revenimiento para darle aceptación a las ollas de concreto que llegaban a la obra para su seguida colocación.

Se me encomendó adecuar el terreno de acceso para las ollas de concreto premezclado, esto como finalidad de que pudieran acceder cerca del elemento y colar a tiro directo.

Mientras más conocía del proceso de colado poco a poco el residente de obra me encomendó la supervisión de la colocación del concreto y su correcto vibrado. Cuidando el nivel de las anclas para recepción de la estructura metálica ya que un error de más de dos líneas o milímetros podía ser contraproducente al momento del montaje de la estructura metálica. En este proceso se presentó el problema de que en los primeros dados durante el colado se movieron de su lugar, por lo que después del colado se colocaron en su nivel correcto. Como solución se dio poner gatos (#) amarrando la estructura de las anclas a la estructura del dado, para que así el movimiento durante el colado a tiro directo fuera poco o nulo.

Como actividad final revisé los generadores de obra civil del armado, cimbrado, colado y curado de todas las zapatas y dados de la cimentación del edificio.

En ciertos generadores tuve que conciliar con el contratista los volúmenes puestos en obra ya que diferían un poco con los números que arrojaba el proyecto estructural.

La cimentación se concluyó a mediados del mes de Mayo del 2019.



Fig. 2.24 Fotografía de toda la cimentación tomada con un dron.

3. Columnas.

3.1. Descripción del elemento:

La estructura con la que cuenta el edificio es del tipo mixta lo que significa que se compone de un perfil de acero estructural y concreto armado. Ambos elementos hacen un solo sistema ya que el perfil de acero estructural cuenta con adherencia al concreto armado.

Al ser de este tipo de estructura después de que la cimentación concluyera se realizó el montaje de la estructura metálica y por consiguiente la colocación de zunchos o casquillos en todos los nodos de la estructura para posteriormente su colado.

El proyecto cuenta con 60 columnas por nivel, dando un total de 180 columnas que son las encargadas de bajar las cargas a la cimentación.

Las columnas son de sección circular y se cuenta con dos diámetros diferentes, mismos que se distribuyen de la siguiente forma:

- 38 columnas de 80 cm de diámetro (columnas internas).
- 22 columnas de 90 cm de diámetro (columnas perimetrales).



Fig. 3.1 Fotografía de la estructura metálica y su montaje.

3.2. Planos Estructurales:

- **Planta Estructural:**

Consiste en la forma geométrica del edificio con sus respectivos ejes que van desde el A-H en un sentido y en el otro del 1-9.

La estructura contará con 60 columnas de sección circular mismas que se encuentran en la intersección de cada eje del plano. Este orden se conservara tanto en N-1, PB y N1 teniendo la misma planta estructural.

Existen 10 tipos de columnas:

- K1 • K2 • K3 • K4 • K5
- K5A • K5B • K5C • K5D • K5E

Estas se encontrarán numeradas para su mejor localización en físico de acuerdo a la nomenclatura siguiente:

COLUMNA	EJES	TIPO
1	1' - C	K-5D
2	1 - D	K-5E
3	1 - E	K-5E
4	1' - F	K-5D
5	2 - B	K-5C
6	2 - C	K-4
7	2 - D	K-3
8	2 - E	K-3
9	2 - F	K-4
10	2 - G	K-5C
11	3 - A'	K-5B
12	3 - B	K-4
13	3 - C	K-3
14	3 - D	K-2
15	3 - E	K-2
16	3 - F	K-3
17	3 - G	K-4
18	3 - G'	K-5B
19	4 - A	K-5A
20	4 - B	K-3

COLUMNA	EJES	TIPO
21	4 - C	K-2
22	4 - D	K-1
23	4 - E	K-1
24	4 - F	K-2
25	4 - G	K-3
26	4 - H	K-5A
27	5 - A	K-5
28	5 - B	K-2
29	5 - C	K-2
30	5 - C'	K-1
31	5 - E'	K-1
32	5 - F	K-2
33	5 - G	K-2
34	5 - H	K-5
35	6 - A	K-5A
36	6 - B	K-3
37	6 - C	K-2
38	6 - D	K-1
39	6 - E	K-1
40	6 - F	K-2

COLUMNA	EJES	TIPO
41	6 - G	K-3
42	6 - H	K-5A
43	7 - A'	K-5B
44	7 - B	K-4
45	7 - C	K-3
46	7 - D	K-1
47	7 - E	K-1
48	7 - F	K-3
49	7 - G	K-4
50	7 - G'	K-5B
51	8 - B	K-5C
52	8 - C	K-3
53	8 - D	K-1
54	8 - E	K-1
55	8 - F	K-3
56	8 - G	K-5C
57	8' - C	K-5D
58	9 - D	K-5E
59	9 - E	K-5E
60	8' - F	K-5D

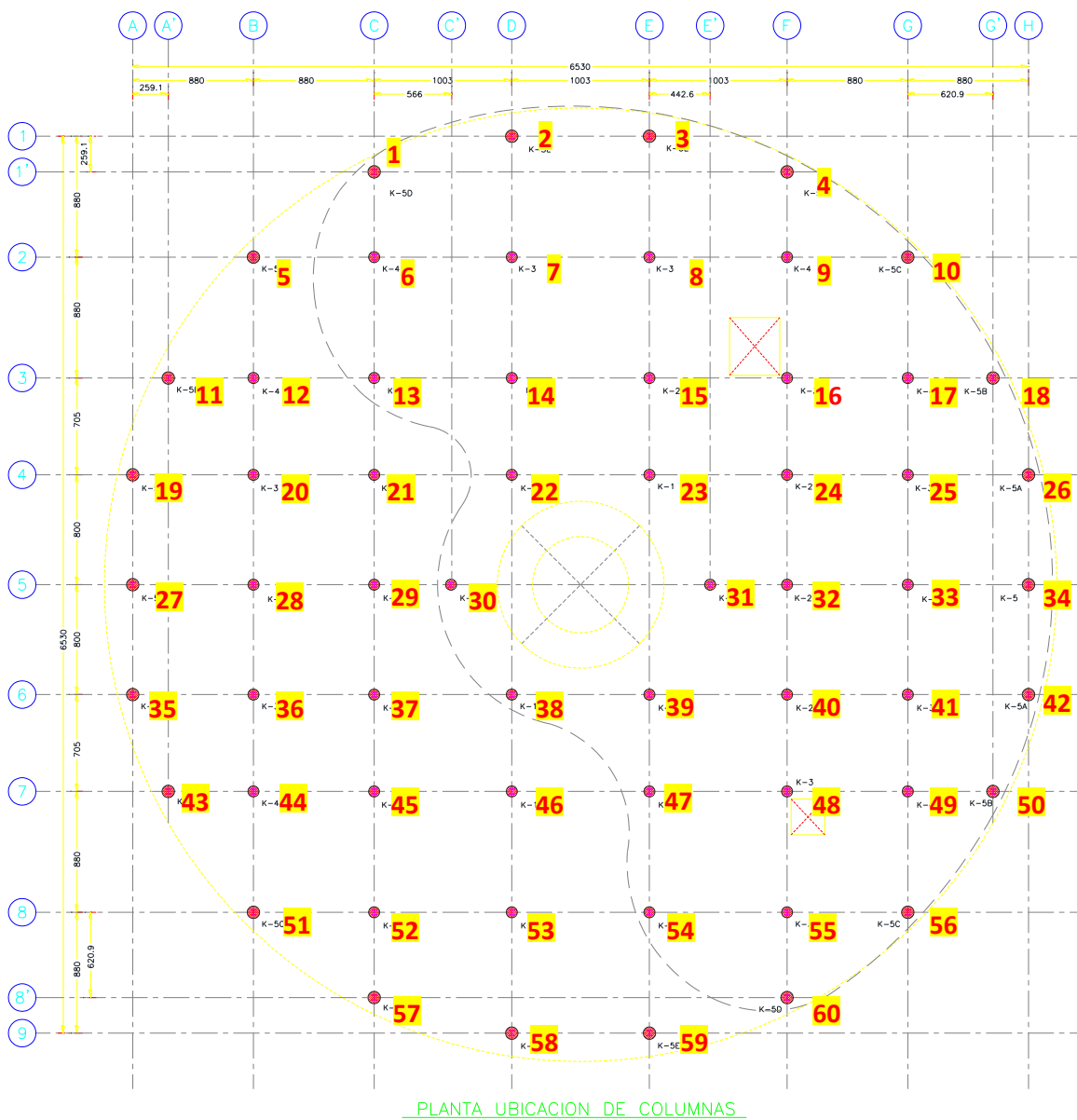
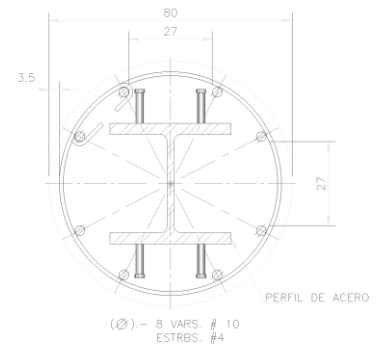


Fig. 3.2 Planta de localización de columnas mismas que se aplican para N-1, PB y N1.

- **Columna tipo K1:**

Cuenta con un armado de 8 varillas del #10 ó 1 1/4" en su acero longitudinal y estribos del #4 ó 1/2", en el acero transversal, los cuáles están distribuidos a cada 10 cm en el primer tercio del largo de la columna, a cada 20 cm en el segundo tercio y nuevamente a cada 10 cm en el tercer tercio. Tendrá un diámetro de 80cm y un recubrimiento de 3.5cm. Cabe señalar que el armado será el mismo del N-1 a PB, de PB a N1 y de N1 a Azotea.



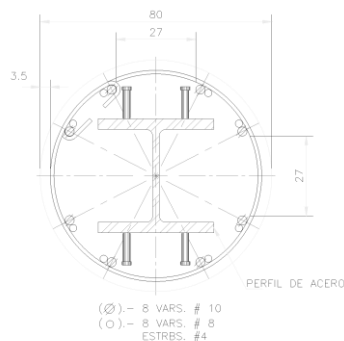
ARMADO DE COLUMNA K-1

Fig. 3.3 Armado de la columna K1.
Tomada del plano estructural.

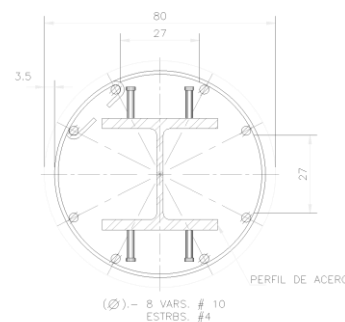
- **Columna tipo K2:**

Cuenta con un armado de 8 varillas del #10 ó 1 1/4" y 8 varillas del #8 ó 1" en su acero longitudinal y estribos del #4 ó 1/2", en el acero transversal, los cuáles están distribuidos a cada 10 cm en el primer tercio del largo de la columna, a cada 20 cm en el segundo tercio y nuevamente a cada 10 cm en el tercer tercio. Tendrá un diámetro de 80cm y un recubrimiento de 3.5cm. Cabe señalar que este armado será para el N-1 a PB.

Para el armado de PB a N1 y de N1 a Azotea el armado cambia a sólo llevar 8 varillas del #10 ó 1 1/4", los estribos continúan con su misma distribución en todos los niveles



ARMADO DE COLUMNA K-2
(DE CIMENTACION A NIV. P.B.)



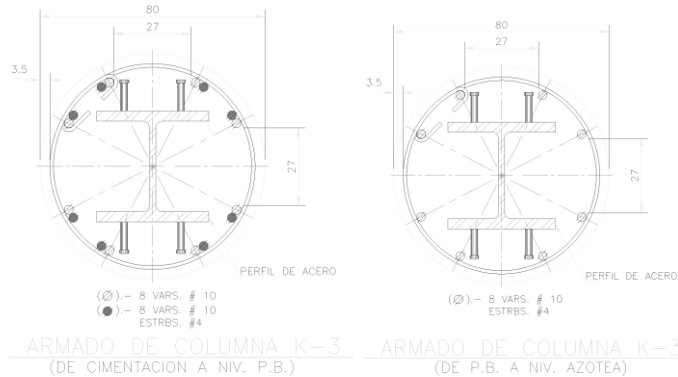
ARMADO DE COLUMNA K-2
(DE P.B. A NIV. AZOTEA)

Fig. 3.4 Armado de la columna K2. Tomada del plano estructural.

- **Columna tipo K3:**

Cuenta con un armado de 16 varillas del #10 ó 1 1/4" en su acero longitudinal y estribos del #4 ó 1/2", en el acero transversal, los cuáles están distribuidos a cada 10 cm en el primer tercio del largo de la columna, a cada 20 cm en el segundo tercio y nuevamente a cada 10 cm en el tercer tercio. Tendrá un diámetro de 80cm y un recubrimiento de 3.5cm. Cabe señalar que este armado será para el N-1 a PB.

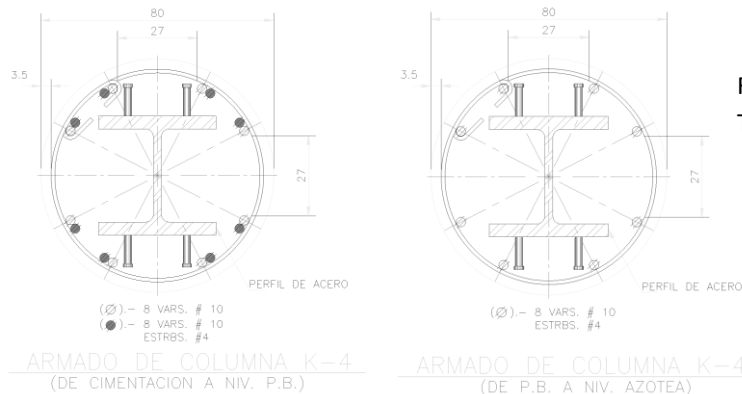
Para el armado de PB a N1 y de N1 a Azotea el armado cambia a sólo llevar 8 varillas del #10 ó 1 1/4", los estribos continúan con su misma distribución en todos los niveles



- **Columna tipo K4:**

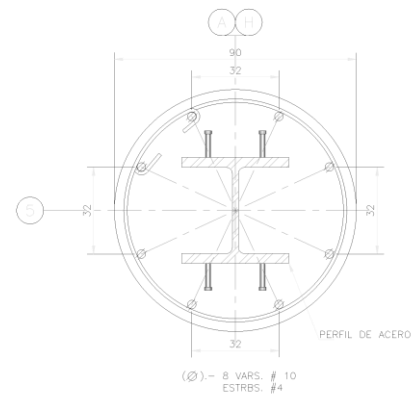
Cuenta con un armado de 16 varillas del #10 ó 1 1/4" en su acero longitudinal y estribos del #4 ó 1/2", en el acero transversal, los cuáles están distribuidos a cada 10 cm en el primer tercio del largo de la columna, a cada 20 cm en el segundo tercio y nuevamente a cada 10 cm en el tercer tercio. Tendrá un diámetro de 80cm y un recubrimiento de 3.5cm. Cabe señalar que este armado será para el N-1 a PB.

Para el armado de PB a N1 y de N1 a Azotea el armado cambia a sólo llevar 8 varillas del #10 ó 1 1/4", los estribos continúan con su misma distribución en todos los niveles



- **Columna tipo K5:**

Cuenta con un armado de 8 varillas del #10 ó 1 1/4" en su acero longitudinal y estribos del #4 ó 1/2", en el acero transversal, los cuáles están distribuidos a cada 10 cm en el primer tercio del largo de la columna, a cada 20 cm en el segundo tercio y nuevamente a cada 10 cm en el tercer tercio. Tendrá un diámetro de 90cm y un recubrimiento de 3.5cm. A partir de esta columna se está hablando de columnas perimetrales. Su armado es el mismo del N-1 a Azotea.

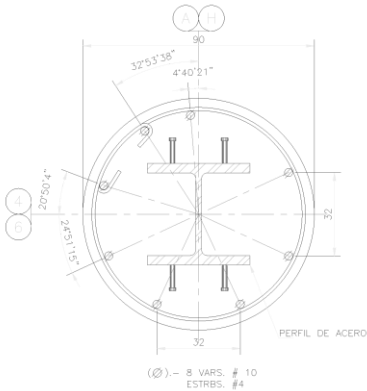


ARMADO DE COLUMNA K-5
(DE CIMENTACION A NIV. AZOTEA)

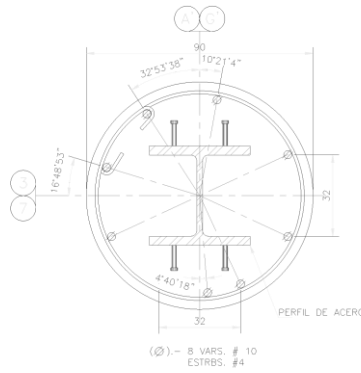
Fig. 3.7 Armado de la columna K5. Tomada del plano estructural.

- **Columna tipo K5A, K5B, K5C, K5D Y K5E:**

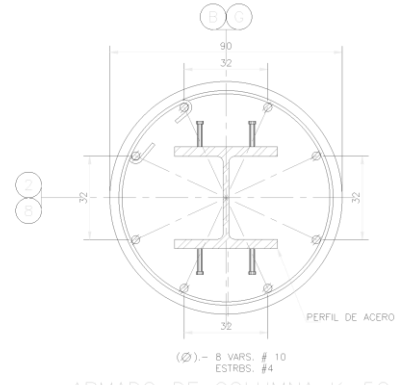
Cuenta con un armado de 8 varillas del #10 ó 1 1/4" en su acero longitudinal y estribos del #4 ó 1/2", en el acero transversal, los cuáles están distribuidos a cada 10 cm en el primer tercio del largo de la columna, a cada 20 cm en el segundo tercio y nuevamente a cada 10 cm en el tercer tercio. Tendrá un diámetro de 90cm y un recubrimiento de 3.5cm. Es una columna perimetral. Su armado es el mismo del N-1 a Azotea. Lo que cambia entre estos tipos son los ángulos de conexión con las traves que llegan a ese nodo.



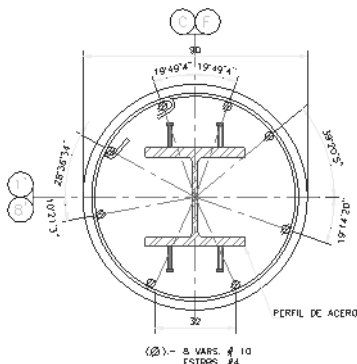
ARMADO DE COLUMNA K-5A
(DE CIMENTACION A NIV. AZOTEA)



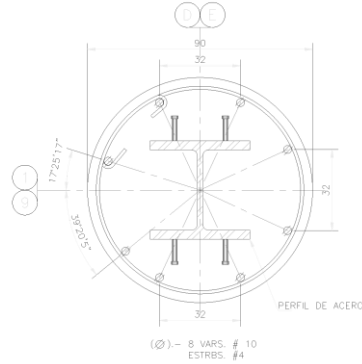
ARMADO DE COLUMNA K-5B
(DE CIMENTACION A NIV. AZOTEA)



ARMADO DE COLUMNA K-5C
(DE CIMENTACION A NIV. AZOTEA)



ARMADO DE COLUMNA K-5D
(DE CIMENTACION A NIV. AZOTEA)



ARMADO DE COLUMNA K-5E
(DE CIMENTACION A NIV. AZOTEA)

Fig. 3.8 Armado de las columnas K5A, K5B, K5C, K5D Y K5E. Tomada del plano estructural.

El perfil con el que se estructuraron las columnas del edificio fue de dos tipos:

- W 14"x193
- W 14"x233

El sistema de adherencia al concreto se llevó a cabo con pernos tipo Nelson de 3/4" los cuales sirven como conectores de cortante.

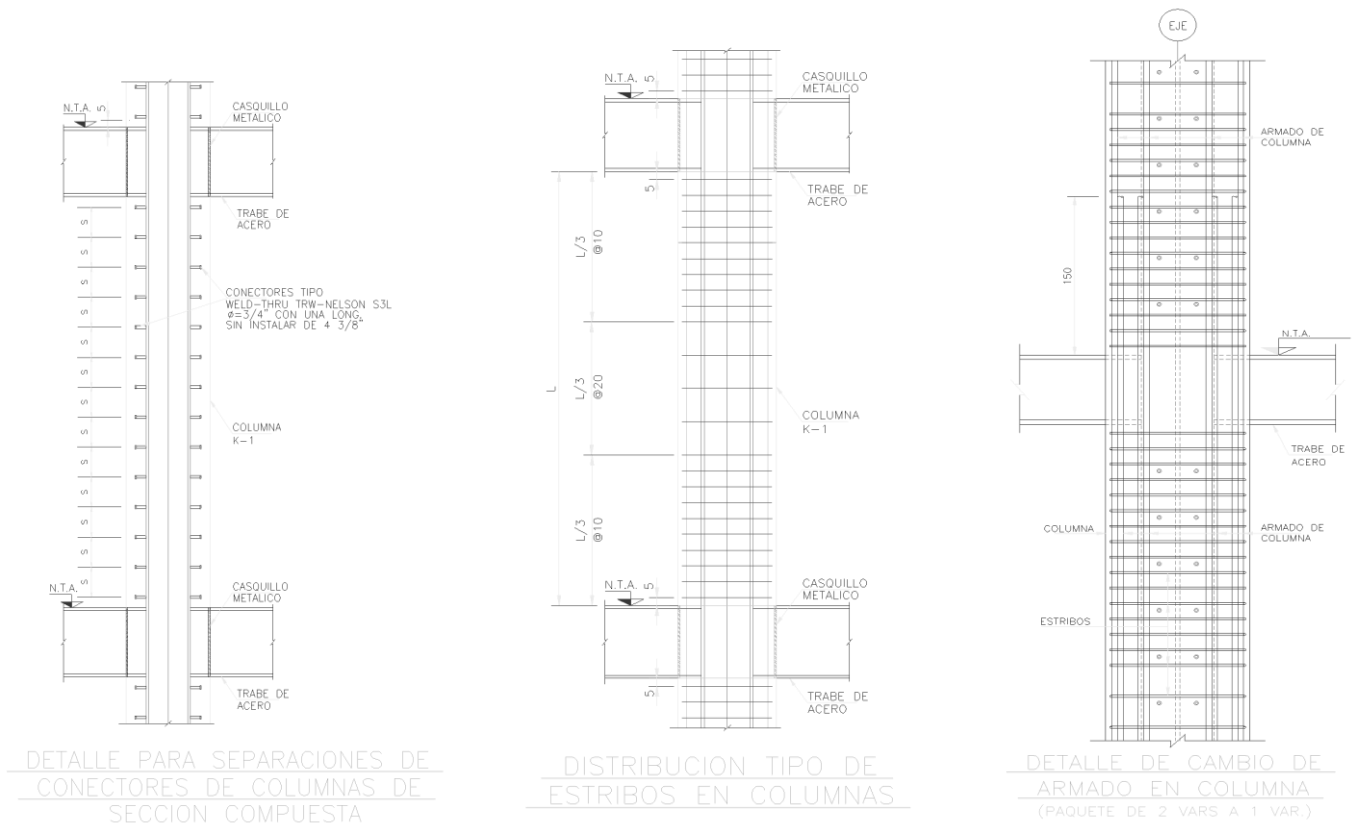


Fig. 3.9 Detalles de conectores, estribos y del cambio de armado. Tomada del plano estructural.

3.3. Proceso Constructivo:

- **Armado:**

El armado de cada columna se realizó de acuerdo a los planos estructurales, obedeciendo la distribución de los estribos.

Para las varillas longitudinales se realizó la colocación en tres traslapes llevados a cabo con coples mecánicos.

Siendo así que el primer disparo tenía la punta final roscada, el segundo disparo tenía ambas puntas roscadas para recibir el primero y el remate, el tercer disparo era el remate del acero longitudinal y se finalizaba con una escuadra de 40 cm.

Cabe señalar que el primer disparo de varilla longitudinal venía desde la cimentación y su inicio en una escuadra también de 40 cm. Por lo que en el interior del dado se contaba con las varillas de la columna correspondiente a su tipo y estribos a cada 10 cm.

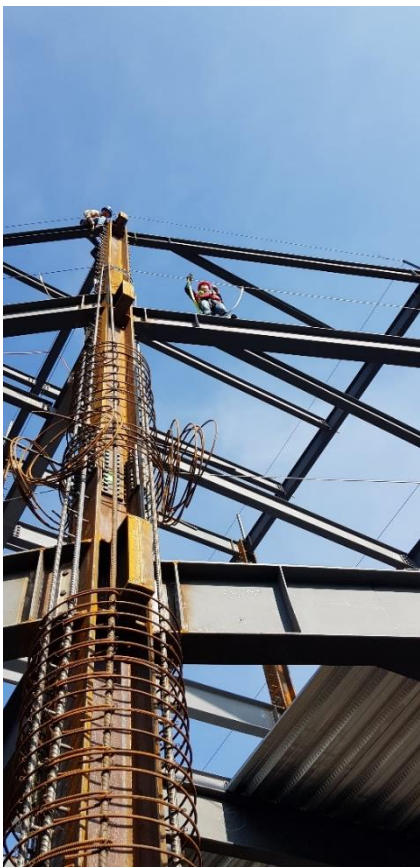


Fig. 3.10 Fotografía del armado longitudinal hasta 2do disparo.



Fig. 3.11 Fotografía del armado transversal denotando la separación de los estribos.

- **Cimbrado:**

El proyecto arquitectónico marco que todo el concreto que se utilizara en obra tendría que llevar un acabado aparente por lo que se decidió utilizar cimbra metálica para su ejecución, esto por el lado de arquitectura.

Por el lado de construcción se optó por la cimbra metálica debido a la altura de las columnas ya que la altura máxima de entre piso es de 5.90m y se cuentan con diámetros grandes 0.8m y 0.9m.

La cimbra metálica se compone de 4 piezas, las cuales al unir dos se forma una media caña, a su vez dos medias cañas se convierten en la cimbra de la columna.

La cimbra se diseñó a razón del siguiente criterio:

- La altura máxima de la cimbra era 5.02m esto debido a que tomamos como referencia el peralte máximo que teníamos en las vigas que llegaban al nodo dicho nodo estaba cubierto por el casquillo o zuncho.
- Recortamos una cimbra de 0.90m de diámetro para ajustar la altura de las columnas más cortas, teniendo como medida mínima 2.70m y máxima de 5.50m. Dichas columnas se encontraban entre los ejes 2-7; A-B (ver fig. 3.2) ya que se tiene un lecho de roca basáltica que se respetó para “integrar la estructura al terreno natural”.
- Una vez llegada a obra se le adecuaron agarraderas, esto para facilitar su colocación y permitir a los trabajadores engancharse al momento de plomear la cimbra, atornillar la cimbra para su cierre hermético y para el momento del colado darle golpes con un mazo de neopreno.



Fig. 3.12 Fotografía de un topógrafo revisando el plomo de la cimbra.

Las medias cañas de la cimbra se transportaban a la zona cercana a la columna que se fuera a colar, después de esto se le pidió a los topógrafos trazar un cuadro con el tira líneas en la superficie que permitiera centrar mejor la cimbra para su correcta nivelación o plomeo. A la cimbra antes de izarla se le aplicaba desmoldante con rodillo en toda su superficie de contacto.

Seguido de esto para izar la cimbra se utilizaba un diferencial sujetado a una viga principal el cual se amaraba a la media caña por medio de sus agarraderas, un grupo de trabajadores la iba alzando manualmente y un par de ellos utilizando las poleas del diferencial, hubo casos en los que no se contaba con la disponibilidad del diferencial y en su lugar se utilizaban cuerdas del mismo modo que el diferencial.

Una vez izadas las dos cañas el paso siguiente era plomear la cimbra con respecto a la referencia trazada por los topógrafos para después colocar los tornillos de la cimbra los cuáles le dieron hermeticidad.

Por último para asegurar el plomeo de la cimbra y evitar que se mueva durante el proceso del colado se apuntaló con puntales metálicos.

Una vez descimbrado el elemento se procedía a limpiar la cimbra desbastando el concreto adherido a ella por medio de una esmeriladora.



Fig. 3.13 Fotografía del izaje de una media caña.



Fig. 3.14 Fotografía del apuntalamiento de la cimbra.

- **Colado:**

El concreto que se utilizó para colar las columnas tiene las siguientes características según los planos estructurales:

- Concreto premezclado.
- Resistencia a la compresión de $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$
- Bombeable.

Para el proceso del colado se enfrentaron dos principales problemas:

- ❖ La altura de la columna.
- ❖ La densidad de acero que tenía la columna.

Al ser la columna de 5.90 metros en N-1 y PB y de 5.70 en N1 se pensó en un inicio colarla como tradicionalmente se colan las columnas, esto es abriendo una ventana en la cimbra a dos diferentes alturas y verter el concreto en dichas aberturas pero al tener un acabado aparente era difícil que con este proceso quedarán así. La segunda opción la cual quedó rechazada por las juntas frías que se podían generar era el de colar la columna en dos eventos. La tercera era verter un mortero amortiguante con un tirante de mínimo 2.0m esto para vaciar el concreto desde la parte alta de la columna cayendo en dicho mortero para evitar segregación por el impacto del concreto con la superficie, el mortero por densidad se desbordaría por la parte superior del zuncho quedando en la columna el concreto con las especificaciones antes mencionadas esta opción fue rechazada por el costo elevado que tendría el colado de cada una.



Fig. 3.15 Fotografía de la experimentación con un modelo del zuncho y una tubería flexible o "moco" de una bomba telescópica

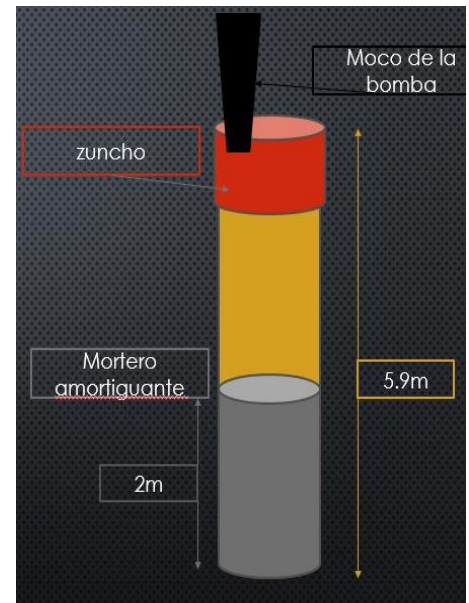


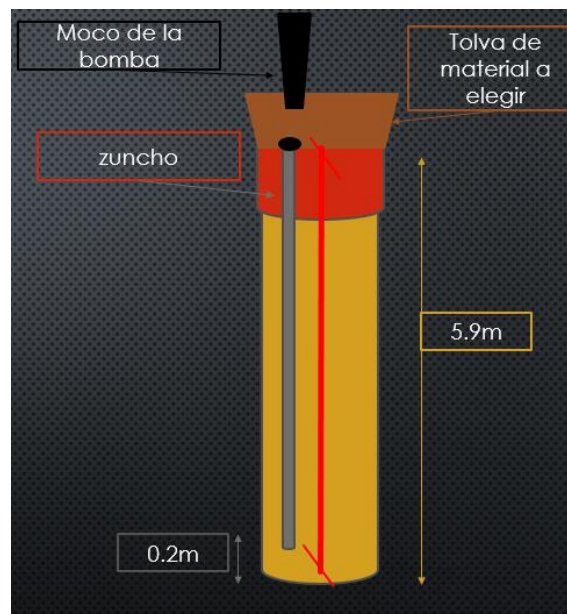
Fig. 3.16 Esquema de la propuesta del mortero amortiguante.

Por la parte de la densidad de acero el problema inicial fue básicamente que no se podía introducir la tubería convencional de bombeo de concreto cuya medida estándar es de 4" debido a que el espacio máximo que teníamos entre el zuncho, el armado, el perfil de la columna y los perfiles de las vigas era de 3". Por lo que se propuso crear una artesa en forma de embudo e ir vaciando constantemente concreto en ella para que cayera directamente en la cimbra, pero esta opción se rechazó debido a su lento procedimiento y la complicación al vibrar el concreto, así mismo porque la opción del mortero amortiguador fue refutada. La otra idea se realizó con base en la idea de la artesa, pero esta vez era crear un embudo metálico cuya terminación fuera roscada y ahí embonar una tubería de pvc hidráulico de 3" esto a fin de imitar el colado de las pilas de cimentación realizando un tubo tremi con el pvc hidráulico de alta resistencia que llegaría casi hasta el fondo de la columna.



Fig. 3.17 Fotografía tomada mostrando el espacio que quedaba para colar la columna.

Fig. 3.18 Esquema de la propuesta de embudo con tubo de pvc hidráulico.



La solución óptima a la que se llegó fue realizar un nuevo proceso al que le llamamos inyección de concreto mismo que consiste en bombear el concreto con una bomba de concreto lanzado sin su compresor ya que para el concreto lanzado se utilizan mangueras de 2" de diámetro, la manguera se introducía hasta llegar al fondo de la columna. Al subir progresivamente el concreto se subía simultáneamente la manguera para que no quedara ahogada y tuviera una mejor distribución del concreto, así mismo se iba vibrando constantemente y dándole golpes con mazos de neopreno a la cimbra metálica para su correcta distribución.

Debido al proceso seleccionado las especificaciones del concreto quedaron de la siguiente manera:

- Concreto premezclado.
- Resistencia a la compresión de $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$
- TMA 3/8" (granzón).
- Concreto fluidificante y autocompactable para su mejor distribución.
- Bombeable.
- Al ser un concreto autocompactable ya no cuenta con revenimiento si no con extensibilidad por lo que se tenía el rango de 40-50 cm de extensibilidad.

El proceso era simple, teníamos la bomba estacionaria de concreto lanzado en un punto estratégico en la obra, se extendían las mangueras de 2" cuya longitud promedio era de 10 m.



Fig. 3.18 Fotografía de la bomba de concreto lanzado recibiendo el concreto de una olla.

Cuando llegaba la primer olla de concreto se le vaciaba una lechada preparada en obra a la tolva de la bomba, una vez colocados en la columna a colar se bombeaba la lechada a un tambo que teníamos en las cercanías de dicha columna, esto como fin de lubricar la manguera y así evitar obstrucciones generados la fricción del concreto con la manguera teniendo así un paso sin atascarse el concreto.

Mientras se bombeaba la lechada antes mencionada se le hacía la prueba de extensibilidad al concreto que llegaba a la obra, siguiente de eso se tomaban cilindros para sus futuras pruebas de compresión esto con ayuda del personal del laboratorio de calidad. La extensibilidad que permitíamos era de 40 a 55 cm para que el concreto fluyera bien por la tubería y tuviera una mejor distribución en la cimbra ya que la columna tenía una alta densidad de acero.



Fig. 3.19. Prueba de cono realizada por personal de laboratorio.



Fig. 3.20. Fotografía en la que se observa la medición de la extensibilidad del concreto.

Una vez aprobado por el personal de laboratorio se bombeaba el concreto hasta que tuviera un tirante de aproximadamente $\frac{1}{3}$ de columna, se pausaba el bombeo y se procedía a vibrar el concreto para su correcta distribución y así evitar segregación.

Después del vibrado se procedía el llenado de la columna con el concreto bombeado hasta el $\frac{2}{3}$ y de nuevo se le daba su correcto vibrado, mismo procedimiento hasta llenar la altura indicada con concreto y finalizar este evento de colado.

Cada columna se colaba en un promedio de 17 minutos, pero se pedía las ollas de concreto con un intervalo de 45-50 minutos por el tiempo de traslado de la manguera a la siguiente columna, ya que no todos los eventos de colado los teníamos en el mismo nivel.



Fig. 3.21. Fotografías en la que se muestra el vibrado del concreto dentro de la cimbra.

El proceso en PB se realizó como sostén la lámina de losacero punteada y en otras zonas con la propia estructura metálica por lo que se tuvo que adecuar tarimas para poder tener más área de trabajo, así mismo aprovechamos las líneas de vida, colocadas para la soldadura de la estructura metálica, para engancharnos por medio de nuestros arneses el proceso de colado.



Fig. 3.22. Fotografías en la que se muestra el colado de columnas en nivel PB.

El proceso en N1 y Azotea se realizó en su mayoría teniendo como único sostén la propia estructura metálica por lo que se tuvo que adecuar tarimas para poder tener más área de trabajo, así mismo aprovechamos las líneas de vida, colocadas para la soldadura de la estructura metálica, para engancharnos por medio de nuestros arneses el proceso de colado y en todo momento con la presencia del segurista para evitar algún accidente que pudiéramos lamentar.



Fig. 3.23. Fotografías en la que se muestra el colado de una columna en nivel azotea, denotando el uso de arnés de seguridad anclado a la línea de vida.

El descimbrado del elemento se realizaba con un mínimo de 20 hrs después, desatornillando la cimbra y por medio de lazos o un diferencial retirando la cimbra metálica. Luego de esto se curaba con agua y con curacreto.



Fig. 3.24. Fotografía del descimbrado de una columna en N-1.

3.1. Actividades realizadas:

El armado de columnas comenzó la última semana de Mayo cuando nos liberaron un cuarto de la estructura metálica dando inicio a la colocación de estribos y el demás acero longitudinal.

Las actividades que desempeñé en el armado de acero fue llevar un control de las piezas de acero longitudinal que se usaban para su correcto armado, así mismo revisar que los estribos tuvieran su correcta ejecución.

En conjunto con el residente de obra y el gerente tuvimos varias juntas con finalidad de resolver la problemática de cómo íbamos a colar los elementos debido a las complejidades que en el punto 3.3 se describen hasta que se llegó a la solución óptima.

Para el proceso del cimbrado del elemento junto con el ingeniero residente de obra realicé un levantamiento de las diferentes medidas de las columnas concentrándome en las que fueran menores de 5m de altura para sobre de ellas adecuar la cimbra a conveniencia de empezar por la de mayor altura y terminar con la de menor altura de estas columnas cortas y así maximizar el uso de la cimbra.

En el proceso de colado cuantifiqué el volumen de concreto que se iba a utilizar en cada evento, también yo supervisaba los eventos de colado inspeccionando desde que llegaba la olla de concreto y que este viniera con las especificaciones que se habían solicitado para estos elementos estructurales, así mismo del correcto proceso de colado y vibrado para que el elemento final fuera el deseado estructuralmente.

El residente de obra me encargó solucionar cualquier problema que se presentara en el evento del colado de acuerdo al criterio que me iba formando, no obstante que contaba con su apoyo por si aún dudaba de qué acción realizar. Esto ayudo a generar más confianza en mí mismo y formarme un criterio más amplio sobre cómo resolver los problemas que se pudieran presentar.

Retomando lo anterior yo era el encargado de organizar a los ingenieros residentes de las contratistas que colaron columnas para decidir por qué columnas de las seleccionadas por colar íbamos a empezar o en su defecto cambiar de columna si se presentaba alguna anomalía durante la revisión del plomo del elemento.

Se colaban en promedio 5 columnas diarias.

Se finalizó el colado de las 180 columnas la primera semana de Septiembre.

4. Losas

4.1. Descripción del elemento.

Al ser una construcción que cuenta con estructura metálica el sistema elegido de losa de entre piso, en PB, N1 y Azotea, es a base de losacero la cuál por proyecto estructural tuvo un calibre 22 con tolerancia a ser 18. La losacero se colocó punteada en las vigas principales y secundarias, así mismo asegurada con pernos tipo Nelson de 3/4" para su adherencia con el concreto y que trabaje como un solo sistema.

La losacero cubrió los claros del proyecto siendo el más grande de 10.03m hasta el más chico que fue de 6.21m.

Se contaba también con un volado en toda la circunferencia pero este fue construido con el sistema de losa maciza, el claro que tenía dicho volado era variable según el punto de la circunferencia en el que se encontraba, en el centro se tenía su máximo de 2.0m y en los extremos tenía su claro menor de 1.60m.

La losa en N-1 se realizó por proyecto estructural de losa maciza.

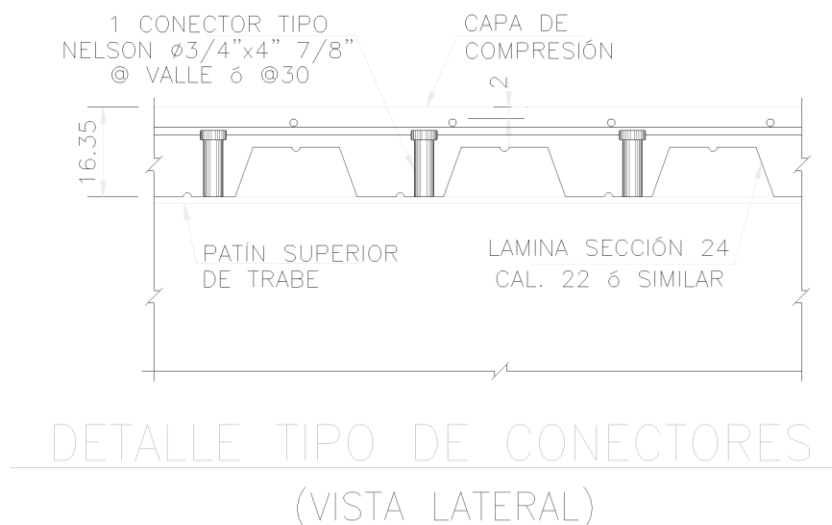


Fig. 4.1 Detalle de la losacero y sus conectores.

4.2. Planos Estructurales.

- Planta Estructural:

Para el N-1 la planta estructural nos muestra los ejes referenciados de la construcción que van del 1 al 9 en un sentido y en el otro del A al H, así mismo se denota el área delimitada de la “amiba” la cuál es el área donde habrá losa maciza, el área que resta y que se encuentra ashurada con color rojo se trata de un espacio donde la construcción se mimetizará con el ambiente de la roca volcánica teniendo así un pequeño espacio de área verde.

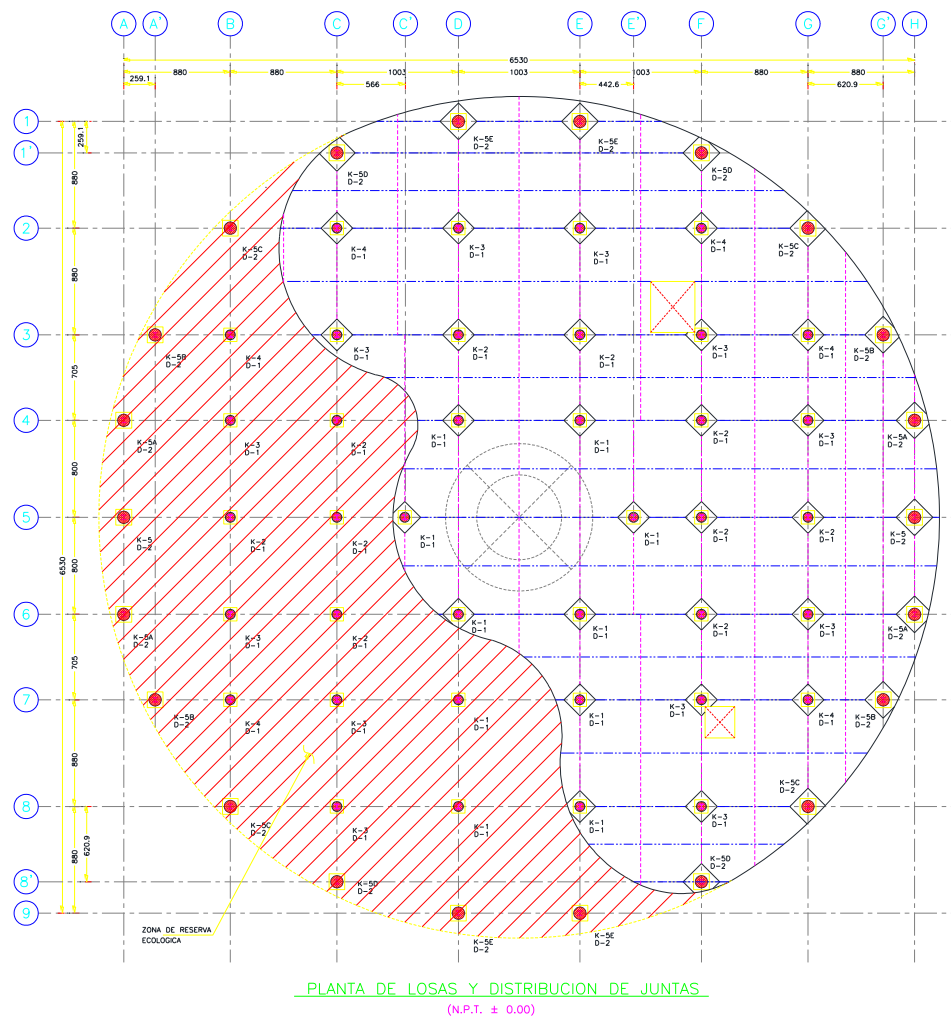


Fig. 4.1 Planta estructural en N-1

Para los niveles de PB, N1 y AZ la planta de igual manera nos muestra los ejes referenciados de la construcción que van del 1 al 9 en un sentido y en el otro del A al H, pero en este caso mostrando las trabes principales y vigas secundarias para su mejor localización, también se encuentran acotados cada cuadrante de la superficie circular. Dentro de la planta estructural se localizan los pasos del elevador, el monta cargas, las escaleras de emergencia y la escalera central.

Se aprecia ashurado con color rojo el volado que llevan las losas antes mencionadas

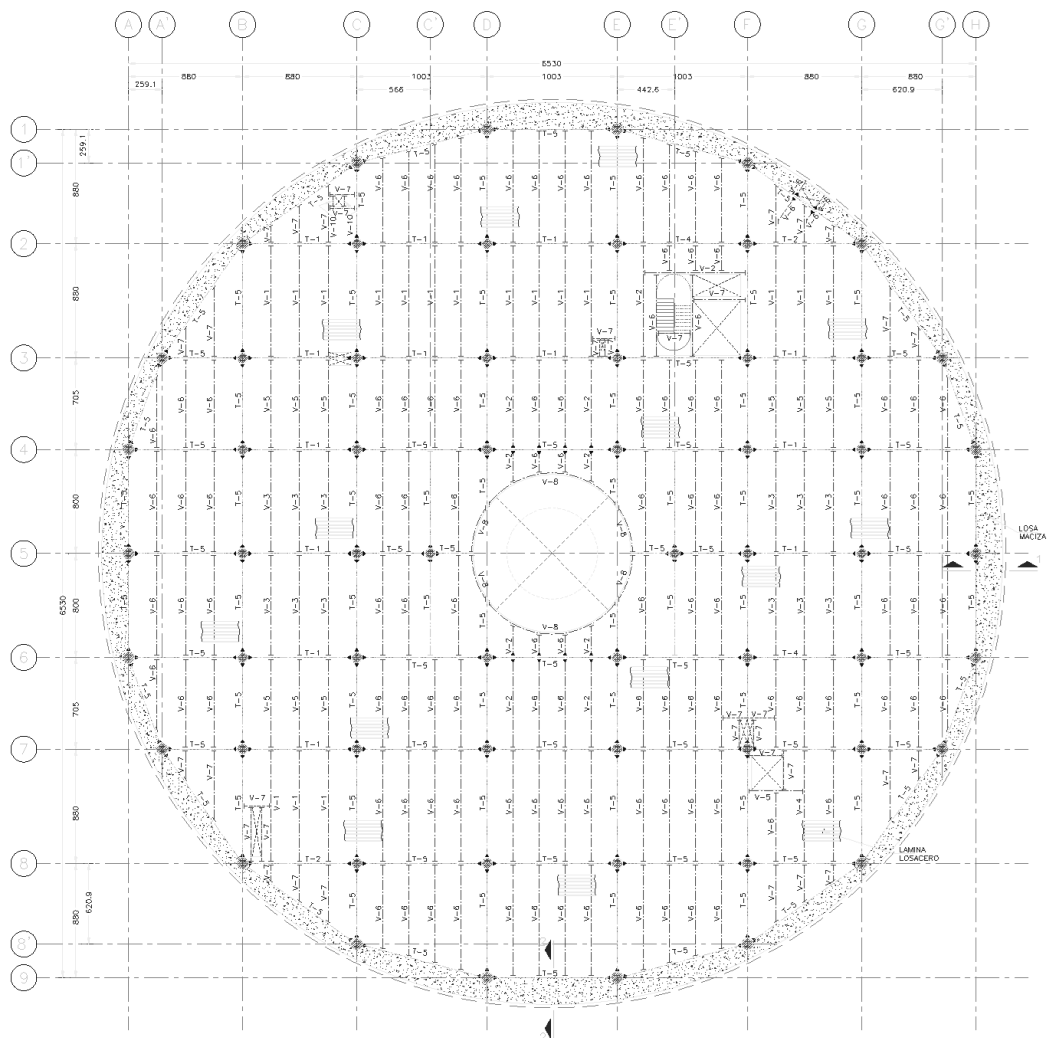


Fig. 4.2 Planta estructural en PB, N1 y AZ

Para su ejecución de las losas se dividió la circunferencia en 4 prioridades las cuales se encuentran seccionadas de la siguiente forma:

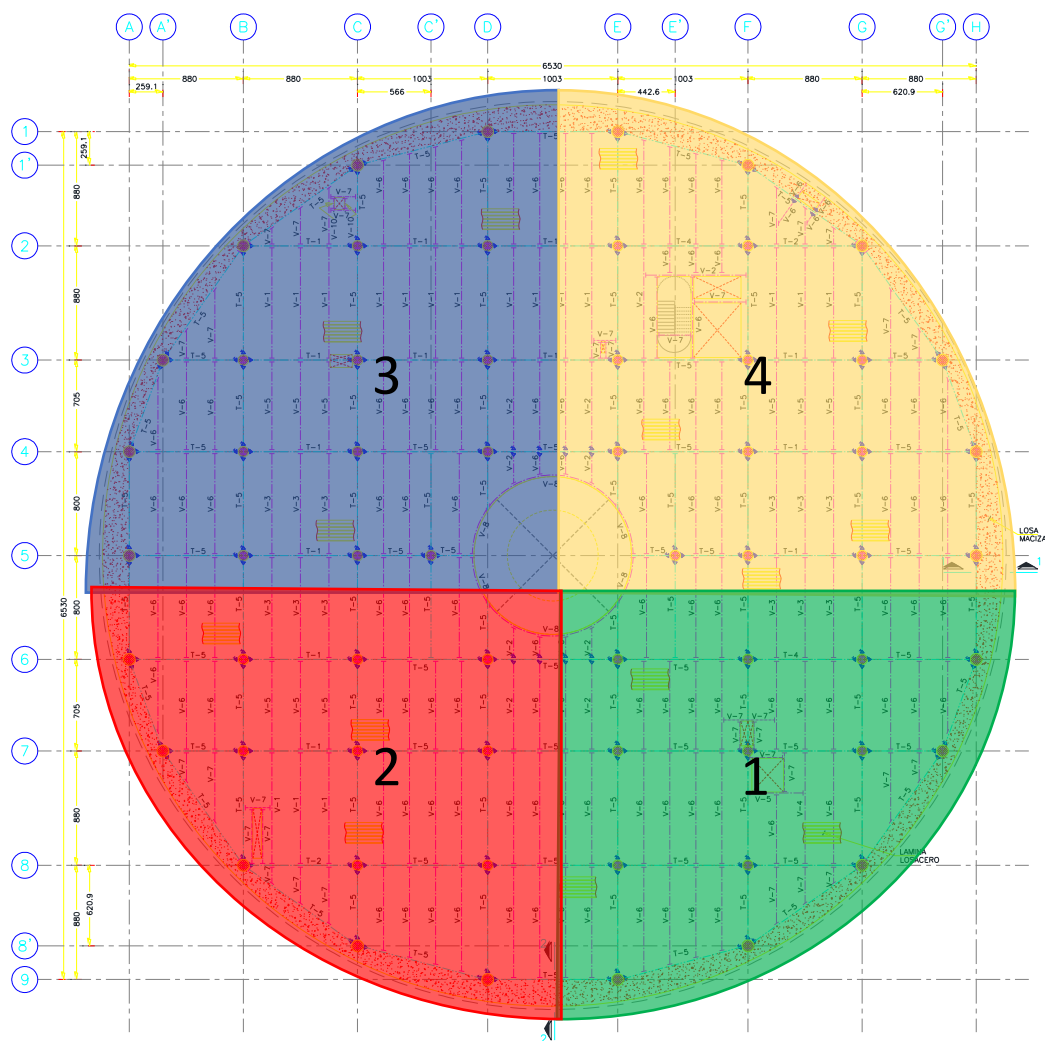


Fig. 4.3 Planta dividida en 4 prioridades.

- **Armado de N-1**

El armado de la losa del N-1 o firme de cimentación, como también se le llamaba en obra, se realizó según los planos estructurales cuyas especificaciones consistían en una doble parrilla con varilla del #3 ó 3/8" a cada 25cm en sus dos sentidos, siguiendo la configuración de la “amiba” ya que en los extremos de ella cerrábamos con una escuadra para rigidizar bien el armado. Así mismo para darle mayor soporte al acero se utilizaban silletas del mismo diámetro nominal del armado, colocadas en una densidad de 3 a 4 silletas por m². Esta losa fue una losa maciza.



Fig. 4.4 Detalle estructural del armado de la losa maciza del N-1

- **Armado de PB y N1**

Al ser una losa con el sistema de losacero el armado de la losa de estos dos niveles se especifica en los planos estructurales que lleva una parrilla de varillas del #3 o 3/8" a cada 20 cm en ambos sentidos, contando con silletas, para asegurar la altura de la cama de compresión, hechas con varillas del #3 o 3/8" en una densidad de distribución de 3 silletas por m². En cada extremo de la losa se cerraba el armado con una escuadra.

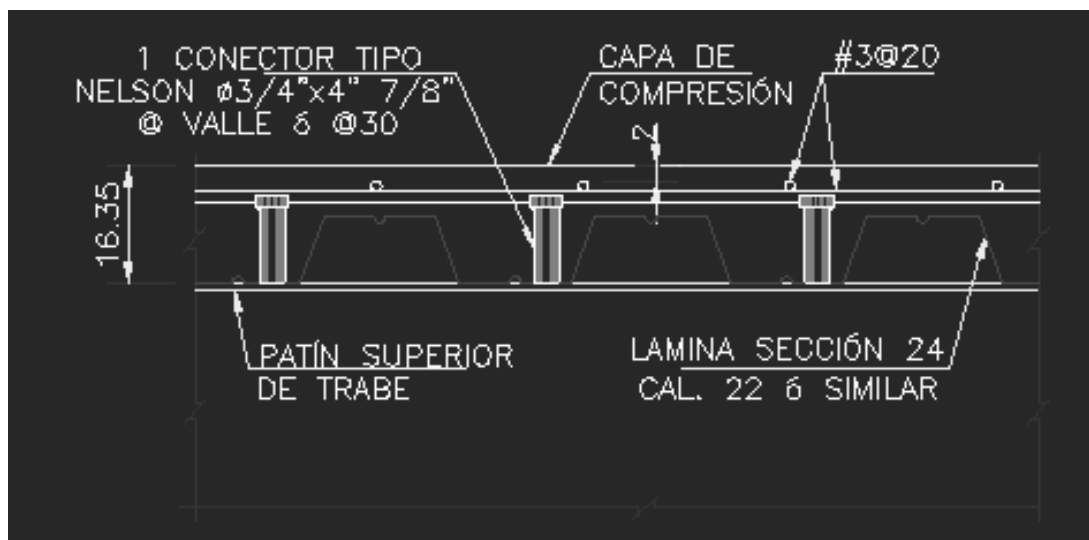


Fig. 4.4 Detalle estructural del armado de la losa.

- **Volado**

Consiste en un sistema de losa maciza. Para el volado se tienen dos tipos de armado, uno para en el que el armado va en dirección a la losacero y el otro para en el que va en dirección perpendicular a la losacero. Esto de acuerdo a los planos estructurales.

- Para en el que el armado va en dirección de la losacero se tienen dos parrillas. En el lecho inferior se cuenta con varillas del #3 ó 3/8" a cada 25 cm en el sentido longitudinal y en el transversal con bastones del #3 ó 3/8" a cada valle de la losacero. En el lecho superior se cuenta con varillas del #3 ó 3/8" a cada 20 cm iniciando a 60 cm dentro de la losacero y en el sentido longitudinal reforzado con bastones del #5 ó 5/8" a cada 15 cm
- Para en el que el armado va en dirección perpendicular a la losacero se tienen dos parrillas en el lecho inferior se cuenta con varillas del #3 ó 3/8" a cada 25 cm en el sentido longitudinal y en el transversal con bastones del #3 ó 3/8" a cada 30 cm contando con una bayoneta para librar la cresta de la losacero. En el lecho superior se cuenta con varillas del #3 ó 3/8" a cada 20 cm iniciando a 60 cm dentro de la losacero y en el sentido longitudinal reforzado con bastones del #5 ó 5/8" a cada 15 cm

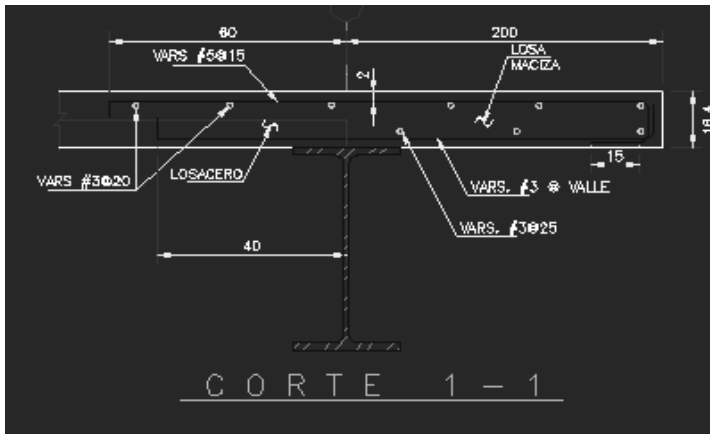


Fig. 4.5 Armado del volado en dirección a la losacero.

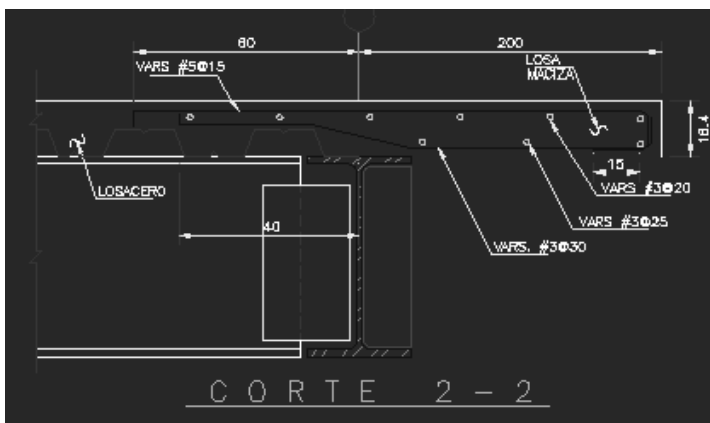


Fig. 4.6 Armado del volado en dirección perpendicular a la losacero.

- **Armado de AZ**

Al ser una losa con el sistema de losacero el armado de este nivele se especifica en los planos estructurales que lleva una parrilla de varillas del #3 o 3/8" a cada 30 cm en ambos sentidos, contando con silletas, para asegurar la altura de la cama de compresión, hechas con varillas del #3 o 3/8" en una densidad de distribución de 3 silletas por m². En cada extremo de la losa se cerraba el armado con una escuadra.

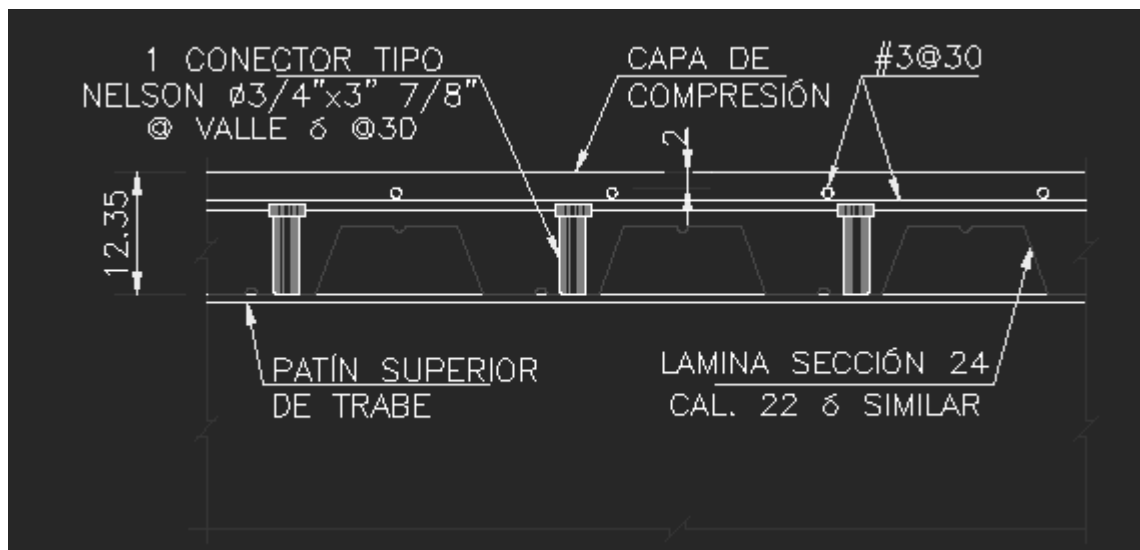


Fig. 4.7 Detalle estructural del armado de la losa.

- **Losa maciza en ducto de elevador y montacargas**

Esta losa maciza se encontrará en los huecos correspondientes de elevador y montacargas y tendrá el armado que indican los planos estructurales.

Cuentan con una doble parrilla en la que en el lecho inferior de esta se tiene varilla del #5 ó 5/8 a cada 15 cm en un sentido y en el otro se tiene una bayoneta que se mete 50 cm de anclaje a la losacero en cada lado del cuadrado del hueco, igual del #5 ó 5/8 a cada 15 cm. En el lecho superior se cuenta con un armado de varillas del #5 ó 5/8 a cada 20 cm en cada sentido.

Para soporte de esta losa, en el plano estructural se indica que tendrán ángulos soldados al alma de la viga que delimite estos huecos.

Para el proceso de izaje del elevador y montacargas se dejaron unas omegas de varilla del #8 ó 1" y como refuerzo de estas dos varillas del #5 ó 5/8".



Fig. 4.8 Detalle del armado de la losa maciza en huecos de elevador y montacargas.

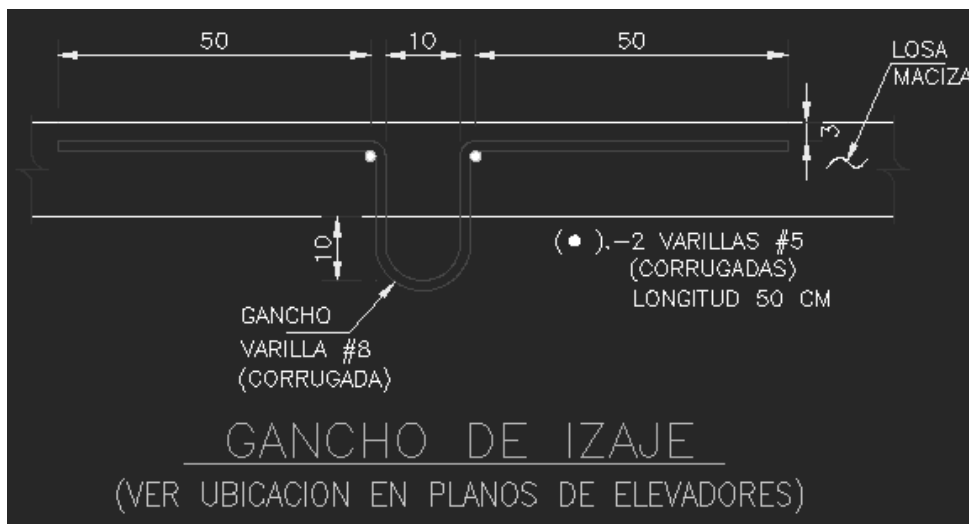


Fig. 4.9 Detalle del anclaje para el izaje de elevador y montacargas.

4.3. Proceso Constructivo:

- **Losa Maciza**

- **Mejoramiento del terreno:**

Para la losa maciza del N-1 se tuvo que mejorar el terreno esto debido a que el terreno natural era de basalto lo cual lo hace por demás irregular.



Fig. 4.10 Fotografía del terreno antes de su mejoramiento.

El mejoramiento consistió en una capa de tepetate de 5 cm de espesor por toda la extensión de la “amiba”, (área que cuenta con losa en el N-1), dicha capa por proyecto se pidió con un 95% de compactación. Durante el proceso una cuadrilla de topógrafos se encontraba presente para realizar el levantamiento necesario de las áreas y asegurar que el nivel fuera el deseado.

Una vez que se acababa de extender la capa por el área deseada se procedía a su compactación utilizando para esto un par de bailarinas y un mini rodillo.



Fig. 4.11 Fotografía de la compactación del tepetate.

Luego de esto con ayuda del laboratorista se le realizaba una prueba de campo de compactación teniendo así los resultados al momento y se procedía a pedir concreto para la plantilla de concreto.



Fig. 4.12 Fotografía de la prueba de campo para obtener el grado de compactación

Por último se utilizaba un concreto pobre de $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con TMA de 20mm y Rev. 20 a tiro directo para crear una plantilla de 5cm sobre la cual se desplantó la losa de la N-1 cumpliendo la función de no contaminar el concreto ni el acero de la losa de la amiba. Este concreto al ser plantilla no requería de ningún acabado, solamente de su extendido y regleado. Para darle el nivel correcto a la plantilla los topógrafos incrustaban pedazos de varilla en el tepetate y dejaban libre una altura que se tenía que cubrir para dar esos 5cm de espesor, de igual manera se encontraban presentes para monitorear el nivel.



Fig. 4.13 Fotografía del colado de la plantilla.

- **Armado:**

El armado de la losa se realizó según los planos estructurales con su traslape de 40 diámetros de acuerdo al reglamento, contando con todos los amarres en las uniones de varillas y con la separación indicada de acuerdo al nivel en dónde se ubicará el armado. Las silletas fueron hechas en obra con varilla del mismo diámetro del armado y colocadas en una densidad de 3 a 4 silletas por m², respetando el recubrimiento y la capa de compresión marcada en los planos estructurales.

Cada que se remataba el armado en alguna columna o en el tope de la cimbra en los volados se cerraba en escuadra. Así mismo se tuvo que realizar un arreglo tipo estribo para rodear las columnas en planta, esto debido a que como el concreto se interrumpía por la propia columna pudiera generar grietas sin ese refuerzo.

Se coordinó el trabajo del armado con los ingenieros de instalaciones para que las tuberías que marcaba el proyecto quedaran en su sitio, así mismo las coladeras que se tenían que dejar en el área de las peceras.



Fig. 4.14 Fotografía del armado de la losa maciza.

○ **Colado:**

El concreto que se colocó en las losas fue el que venía especificado de la siguiente manera en los planos estructurales:

- Resistencia a la compresión $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Revenimiento mínimo de 18 cm.
- TMA 3/4" o 20 mm
- Clase 1.
- Bombeable.

Para proceder a realizar los colados el trabajo previo consistía en verificar que todo estuviera listo para realizarlo, revisar los amarres de las varillas, que el armado fuera el correcto según los planos estructurales. Por último nos coordinábamos con el personal de instalaciones para dejar las preparaciones de las instalaciones indicadas ahogadas en las losa.

Una vez revisado lo anterior se delimitaba la zona que se iba a colar con las fronteras de polines y también se procedía a cuantificar el concreto que cada tramo de losa requería para su correcto llenado. Los intervalos de llegada de las ollas que se solicitaban eran de 8 a 10 minutos.

Se le realizaba la prueba de revenimiento y extracción de cilindros para sus respectivos ensayos, una vez aprobado se procedía a vaciar el concreto en la bomba de concreto, este concreto bombeado salía de la tubería y de inmediato los trabajadores jalaban el concreto para abarcar más espacio en poco tiempo.

Después de cada colado se procedía a que los pulidores le dieran el acabado correspondiente, se curara la losa y por último se realizaban los cortes con disco que indican los planos estructurales como fin de encausar las fisuras por contracción del concreto.



Fig. 4.15 Fotografía del colado de losa maciza en el cual se denota las tuberías ahogadas y la frontera de colado.

- **Losacero:**

- **Colocación de losacero.**

La losacero es un proceso rápido de realizar ya que cuando llegaron los paquetes de suministro se eslingaban y se subían al nivel deseado con una grúa hidráulica. Se empezó con la primera prioridad en la totalidad de sus niveles y progresivamente con las demás hasta culminar en la cuarta prioridad.

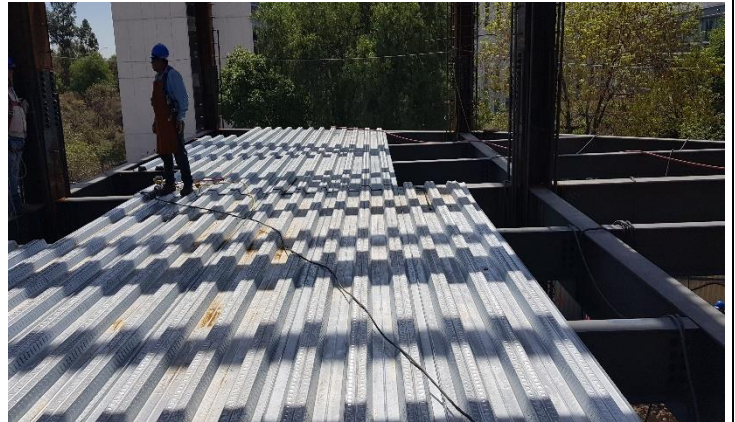


Fig. 4.16 Fotografía de la lámina tendida sobre la estructura metálica.

El grosor de la lámina que se colocó fue de calibre 22, 18 y 19 ya que eran los admisibles por los estructuristas. Después de tender la lámina se perneaba con una pistola perneadora colocando pernos tipo “Nelson” de 3/4” y con ferrul para su mejor colocación, siendo los pernos para la adherencia del concreto con la lámina haciéndolo un mismo sistema una vez colado el elemento. Los pernos se colocaron con una distribución a cada 30 cm o a cada valle.



Fig. 4.17 Fotografía de pernos y ferrul ya colocados en la losacero.



Para realizar la colocación de la losacero en los círculos de la columna se tuvo que adecuar ángulos de herrería soldados al zuncho metálico para darle mayor soporte al llegar con los nodos de conexión de través y columnas protegidos por el zuncho metálico y no arriesgar al personal que trabajamos sobre la lámina.

Fig. 4.18 Fotografía de los ángulos para un mejor soporte de la lámina,

- **Armado:**



Fig. 4.19 Fotografía del armado del volado en PB.

El armado de cada losa se realizó según los planos estructurales con su traslape de 40 diámetros de acuerdo al reglamento, contando con todos los amarres en las uniones de varillas y con la separación indicada de acuerdo al nivel en dónde se ubicará el armado. Las silletas fueron hechas en obra con varilla del mismo diámetro del armado y colocadas en una densidad de 3 a 4 silletas por m^2 , respetando el recubrimiento y la capa de compresión marcada en los planos estructurales.

Cada que se remataba el armado en alguna columna o en el tope de la cimbra en los volados se cerraba en escuadra. Así mismo se tuvo que realizar un arreglo tipo estribo para rodear las columnas en planta, esto debido a que como el concreto se interrumpía por la propia columna pudiera generar grietas sin ese refuerzo.

Sobre este mismo concepto también se realizaron unos “gatos” o refuerzos longitudinales cuando se tenía un paso de algún ducto.

El armado en el volado de la azotea se tuvo que cambiar de diámetro de varilla ya que en proceso constructivo nos era muy difícil realizar los ganchos pequeños con la varilla del #5 ó 5/8” (esto para los bastones del volado) porque el espesor de dicha sección es de 12cm y se cambió por varilla del #4 ó 1/2”. Esto con la validación del estructurista que cambio también la distribución a cada 10 cm.



Fig. 4.20 Fotografía del armado en N1.



Fig. 4.21 Fotografía del armado en AZ.

Como es bien sabido en la azotea se deben de llevar pendientes para encausar el agua producida por la lluvia a coladeras y su correspondiente instalación de bajada de aguas pluviales. En la mayoría de los casos las pendientes son realizadas con rellenos o entortamientos para dar los niveles necesarios, en este caso, para no realizar rellenos, las pendientes se fabricaron por medio de un armado sobre armado, esto quiere decir que sobre la parrilla del armado de losacero se realizó otro armado en donde se localizaron los parteaguas. El armado consistía en varillas longitudinales del #3 ó 3/8" a todo el perímetro de la circunferencia de la losa con una distribución a cada 50cm (esto donde fuera la parte alta de los parteaguas). Para el acero transversal se utilizaron ganchos del #3 ó 3/8" a cada 30 cm. El croquis de ubicación de los parteaguas se presenta a continuación, así como el corte transversal del mismo

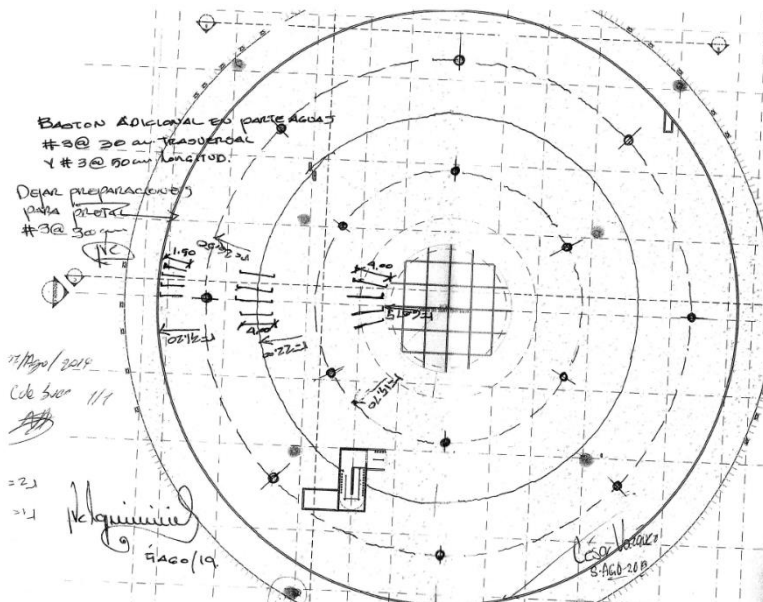


Fig. 4.22 Esquema de la ubicación de los parteaguas.

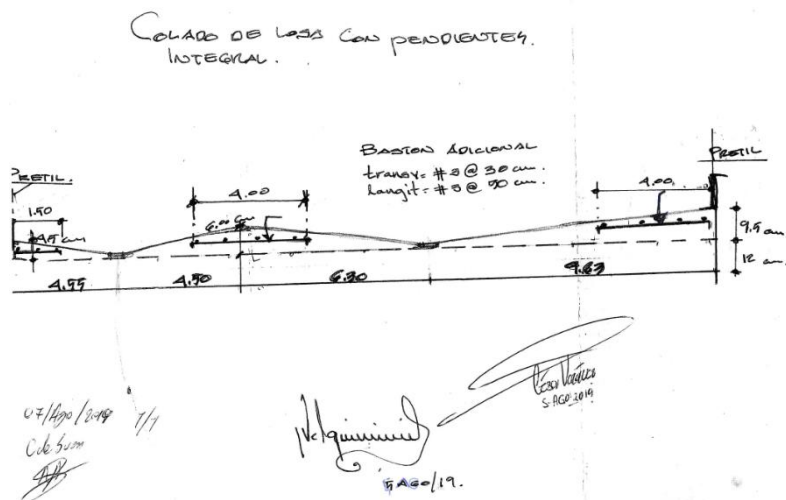


Fig. 4.23 Boletín del armado y ubicación de los dos parteaguas de la azotea con pendiente.

- **Apuntalamiento:**

El apuntalamiento consiste en un refuerzo de la losa de concreto con polines y barros los cuales descargan sobre las vigas y trabes principales previniendo así que la lámina se flexione o se produzca una flecha. También se utilizaron perfiles “H” para apuntalar las trabes principales.



Fig. 4.24 Fotografía del apuntalamiento en losa de concreto y los andamios de carga.

- **Obra falsa:**

Para este sistema de losa se utilizó como obra falsa en los niveles PB, N1 y AZ andamios de carga los cuales están equipados con accesorios tipo canal en la base de contacto para en ellos sostener los polines que distribúan las cargas que se presentarían durante los colados esto tanto para el volado como para bajar las cargas de las vigas a la losa del nivel inferior.



Fig. 4.25 Fotografía de la obra falsa en volado.

Así mismo, para el volado se fabricaron ménsulas con perfiles de acero sujetadas a la misma estructura con una grapa en la trabe del nivel superior siguiente y un cable tensor, con las que se pudieron realizar actividades simultáneas en el nivel inferior, así mismo es que en lugares donde no era muy factible el uso de andamios de carga en los volados por el lecho rocoso se utilizaron.

En las partes sin desniveles y en el nivel N1 y AZ se utilizaron andamios de carga para poder cimbrar los volados mismos que al estar cerca del vacío se tenían que ventear para mayor rigidez y evitar que algún viento o un mal movimiento hiciera que el andamio se viniera abajo.

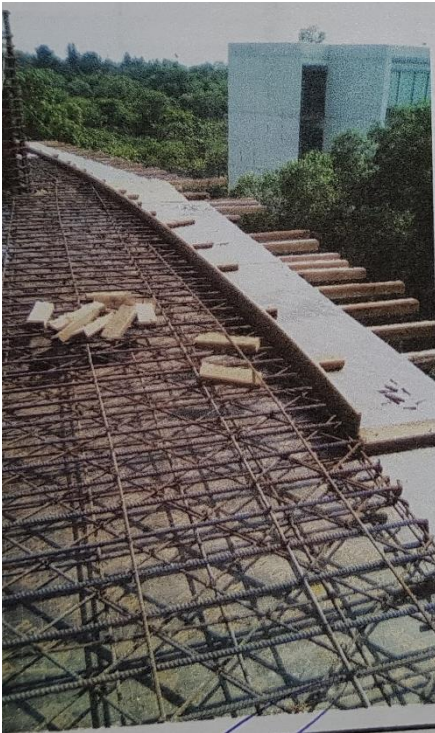


Fig. 4.26 Fotografía de la obra falsa de ménsulas con el volado descimbrado

- **Cimbrado:**

Para el cimbrado de los volados se utilizaban hojas de triplay nuevas ya que el acabado fue aparente, estas hojas se tenían que ajustar a las medidas de cada sección del volado, teniendo como medida mayor 2m y como mínima 1.70, así mismo se les adecuaba a la circunferencia de las columnas. Sobre de estas hojas de triplay los topógrafos trazaban los puntos de la circunferencia de la losa para que pudieran tender el armado y las barreras.

Fig. 4.27 Fotografía del cimbrado de la losa del volado con desmoldante.



Las barreras cuentan como una especie de cimbrado, en el volado eran hechas a base de cortes de triplay adecuados de nuevo a la circunferencia de la losa y con la altura indicada para dar el espesor de la losa que en los planos estructurales vienen especificados (16.4 para PB y N1, 12.4 para AZ) estas hojas de triplay de la barrera del volado se reforzaban con polines verticales, horizontales y diagonales para fungir en papel de arriostramiento e impedir que la cimbra se abriera o se moviera.

Fig. 4.28 Fotografía de la barrera del volado.

Las fronteras de corte de colado se realizaban con polines entre el armado cuya finalidad era separar la zona que se fuera a colar.



Fig. 4.29 Fotografía de la barrera en el detalle del círculo de la estructura



Fig. 4.30 Fotografía de la frontera de un colado en la azotea.

○ **Colado:**

El concreto que se colocó en las losas fue el que venía especificado de la siguiente manera en los planos estructurales:

- Resistencia a la compresión $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- Revenimiento mínimo de 18 cm.
- TMA 3/4" o 20 mm
- Clase 1.
- Bombeable.

Se iba colando por prioridades dejando algunos pendientes en ellas como las losas macizas del elevador y del montacargas o los ejes próximos al círculo de la escalera central esto por si el proyecto de la escalera indicaba anclaje en el armado de la losa.

Para proceder a realizar los colados el trabajo previo consistía en verificar que todo estuviera listo para realizarlo, revisar los amarres de las varillas, que el armado fuera el correcto según los planos estructurales, que la cimbra, el apuntalamiento y los andamios estuviesen bien colocados y asegurados, así mismo que la losa de concreto estuviera en perfectas condiciones para evitar flechas durante el colado o que estas láminas se abrieran y pudiera caer concreto al nivel inferior. Por último nos coordinábamos con el personal de instalaciones para dejar las preparaciones de las instalaciones indicadas ahogadas en las losas o inclusive los ductos de ventilación bien delimitados.

Una vez revisado lo anterior se delimitaba la zona que se iba a colar con las fronteras de polines y también se procedía a cuantificar el concreto que cada tramo de losa requería para su correcto llenado. Los intervalos de llegada de las ollas que se solicitaban eran de 8 a 10 minutos.

Cuando llegaban las ollas de concreto a la obra se les hacía la prueba de revenimiento realizada por personal del laboratorio de calidad, así mismo se le monitoreaba su tiempo de estancia en obra ya que por indicaciones del mismo personal de laboratorio el concreto tenía dos horas de vida después de que saliera de la planta.

Todos los colados se realizaron con bomba estacionaria y con tres bomberos aunado una persona que operara la bomba. Los trabajadores se comunicaban por radio para saber cuándo parar el bombeo. El bombeo se paraba cuando se iba a realizar un recorte de tubería o cuando el concreto se atascara en la misma.



Fig. 4.31 Fotografía de los bomberos controlando la tubería durante un colado en la azotea.

Al momento de colar se tenía la presencia de una brigada de topografía para indicar y dar los niveles necesarios de proyecto para las losas y los volados a los pulidores.

Al iniciar el colado se le vaciaba lechada a la tolva de la bomba esto para lubricar la tubería y evitar que el concreto se quedara atascado en ella.



Fig. 4.32 Fotografía panorámica durante un colado en la azotea, se denota la cantidad de gente que se ve involucrada en el proceso.

Se contaba con personal que con jaladores de concreto lo iban extendiendo mientras el mismo salía de la tubería y otros lo iban vibrando, así mismo después de un tramo entraban los pulidores para dejar el concreto al nivel necesario y cuando estuviera fraguado entrar a dar el acabado que el proyecto indicaba (pulido o floteado según las especificaciones del proyecto arquitectónico).



Fig. 4.33 Trabajadores equipados con jaladores para extender el concreto durante un colado en N1

Para la losa de la azotea se habilitaron unas varillas a todo lo largo de los parte aguas para su fácil localización debido a que la pendiente es muy pequeña y se podía perder a simple vista.



Fig. 4.34 Varillas con capuchones naranjas, utilizadas para no perder de vista el parte aguas y tener con ellas referencias del nivel en esas zonas.

Las losas al siguiente día se curaban con curacreto aplicado con jaladores suaves para no dañar el acabado pulido del concreto.

La cimbra del volado se retiraba después de 5 días de realizado el colado y su apuntalamiento después de una semana de colado, para asegurar su resistencia y evitar que en el volado se crearan fisuras.



Fig. 4.35 Fotografía del curado de la losa de nivel AZ con curacreto.

1.1. Actividades realizadas:

Para el proceso del mejoramiento del terreno realicé la supervisión de la compactación de tepetate al 95% como lo pedía el proyecto aprendiendo como se verificaba dicha compactación de manera rápida a la usanza de la obra así como con el equipo correspondiente de laboratorio.

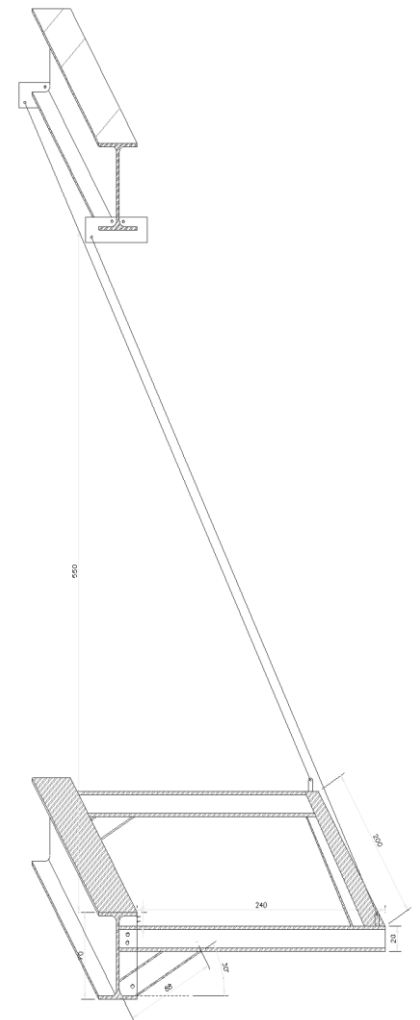
Supervisé los colados de plantilla que se realizaron a tiro directo.

El tendido de losacero comenzó la segunda semana de junio cuando el personal de calidad de la estructura metálica nos liberó la primera prioridad de PB a AZ dando inicio a la etapa de las losas.

Las actividades que desempeñé en el armado de acero fue la cuantificación del acero para el surtido del mismo tanto el de la losacero como el del volado guiándome en los planos estructurales, así mismo de su correcta ejecución.

Para el proceso de apuntalamiento, el residente de la obra, me encomendó la tarea de la supervisión de esta actividad en la cual me encargué de que tuviera una correcta distribución y no quedara ni un entre eje sin su refuerzo.

En la obra falsa realicé el dibujo en isométrico en autocad para darnos una mejor idea de cómo irían colocadas las ménsulas propuestas para los volados.



4.36 Obra falsa en isométrico
dinujado en Autocad.

En el proceso del cimbrado supervisé que se realizara con hojas de triplay con a lo mucho 3 usos más correcta aplicación del desmoldante.

En el proceso de colado, junto con la supervisión, revisé que todo estuviera en óptimas condiciones para su colado al día siguiente, al principio junto con el residente me quedé a supervisar los colados aprendiendo cuál era la mejor manera de extender la tubería de la bomba para empezar a colar y cuándo darles indicaciones a los bomberos para recortar la bomba, así mismo afinando el cálculo a ojo de lo que se ha vaciado y poder cuantificar así cuánto faltaría de concreto para cerrar dicho colado todo esto para prevenir un posible ajuste al pedido del

concreto y solicitarlo con tiempo ya que las ollas nos tardaban aproximadamente una hora en llegar a la obra.

En el primer colado el contratista no realizó el apuntalado completo de la losa debido a que por problemas administrativos no contaban con el personal suficiente para llevarlo a cabo y no estuvo en tiempo y forma. El concreto ya se tenía en obra y no tardaban en llegar las demás ollas de concreto a la obra, así que se tuvo que meter a otro contratista a la par para apuntalar con los polines y los andamios por completo a la losa que se iba a colar. Debido a esto y a que el colado comenzaba el residente de obra se quedó en el nivel inferior para supervisar y apresurar a los trabajadores que realizaban el apuntalamiento, mientras que yo permanecía en la losa para indicar a los bomberos por donde comenzar y proseguir el colado. Nos comunicábamos por medio de radios el residente y yo para que por medio de los ejes me indicara por donde ya se encontraba apuntalado y yo dirigir el colado desde arriba. Fue un colado lleno de adrenalina y de mi parte nerviosismo pero se logró sin mayores retrasos y todo se apuntaló.

Después de dos colados de losas el residente me dio la responsabilidad de supervisar todos los colados de losas tanto de N-1, PB, N1 y AZ. Así que supervisé los colados de losa teniendo el poder de toma de decisiones por si el colado se complicaba teniendo el respaldo del residente. Siendo el colado más grande a mi cargo de 190m³.

También yo llevé a mi cargo el control de las remisiones de concreto vaciando los datos importantes en un Excel. Teniendo esto como respaldo para cuando se conciliara con la concretara los volúmenes suministrados en obra.

Los colados de las losas terminaron el día 26 de Septiembre del 2019, excepto en el nivel N -1.



4.37 Fotografía del último colado de losa

5. Cisterna y cuarto de Máquinas.

5.1.Descripción de los elementos (Losas y Muros).

A diferencia del edificio la estructura del cuarto de máquinas y de la cisterna se realizó de concreto armado contando con una superficie de construcción de 505.55 m² con una altura máxima de 5.48m y una mínima de 4.20m ya que el punto más bajo de la estructura vendrá de nivel de la bahía de acenso y descenso de vehículos y por su parte la más alta creará una junta constructiva con el edificio principal conectándolo con el nivel de calle.

La cisterna cuenta con un cárcamo de bombeo y dos celdas para almacenar agua cuyo tirante máximo es de 2m teniendo 77m³ en cada una.

El cuarto de máquinas tendrá conexiones de mediana tensión, voz y datos.

En cuanto a la losa fondo del cuarto de máquinas se trata de un sistema de losa maciza de 30cm de espesor con un armado de doble lecho. Así mismo en la cisterna pero con pendientes que conducirán el agua al cárcamo y en las esquinas chaflanes para evitar que la humedad se acumule y se produzcan hongos.

Los muros de dicha construcción son puramente de concreto armado con dos lechos de acero de refuerzo, dichos muros tendrán una forma irregular ya que en 3 de sus 4 caras de la estructuras contará con muros curvos.

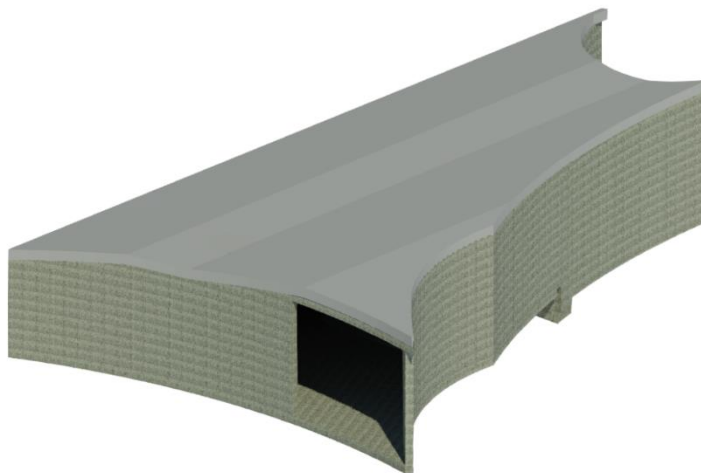


Figura 5.1 Modelo de la cisterna en software de autodesk realizado por el departamento de BIM

5.2. Planos Estructurales:

- **Planta estructural:**

A excepción de las anteriores plantas estructurales mostradas y desarrolladas en este trabajo y/o proyecto, esta no cuenta con ejes referenciados si no más bien con cortes esquemáticos en los muros que forman la estructura ya que cuenta con una forma geométrica compuesta. Por ende en los muros el refuerzo cambia.

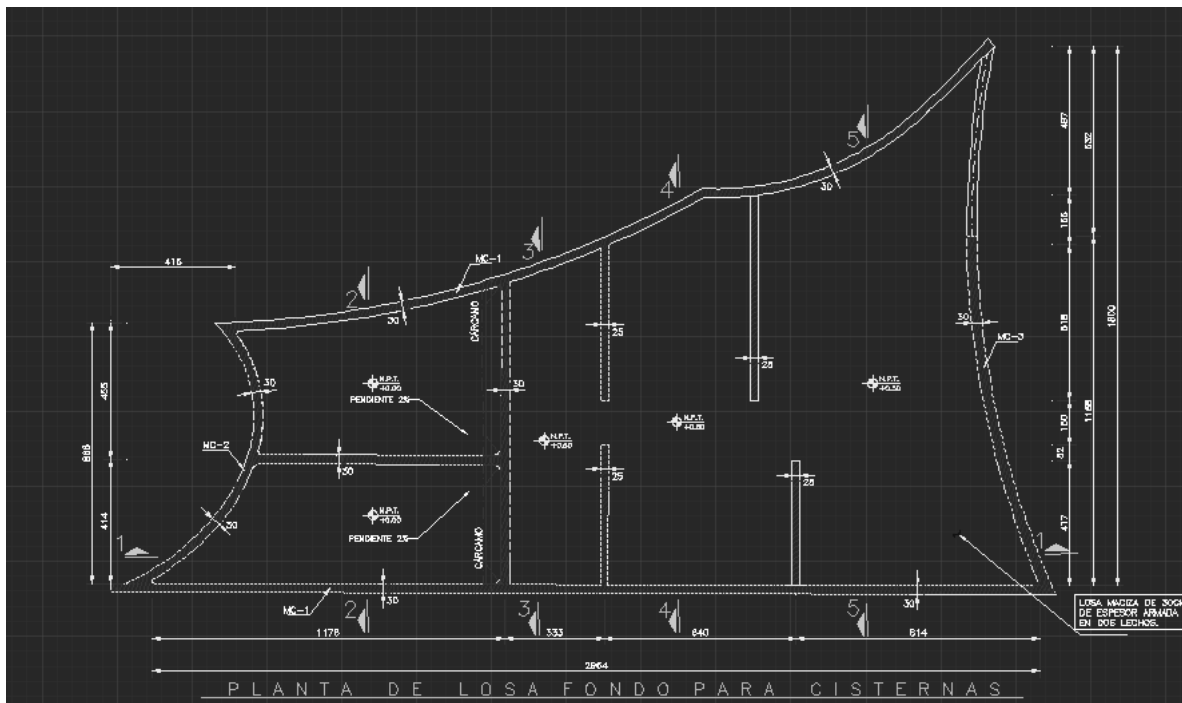


Figura 5.2 Planta del cuarto de máquinas y de la cisterna.

- **Armado de losa fondo en cisterna:**

La losa cuenta con un armado de doble parrilla en el que el lecho inferior en un sentido lleva varillas del #4 ó 1/2" a cada 20 cm y en el otro lleva varillas del #5 ó 5/8" a cada 24 cm y en su lecho superior en ambos sentidos un armado con varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm. En el armado de la losa se incluye un detalle tipo chaflán en todas las intersecciones entre losa y muros de cisterna el cual cuenta con una distribución de varillas del #3 o 3/8" a cada 20 cm.

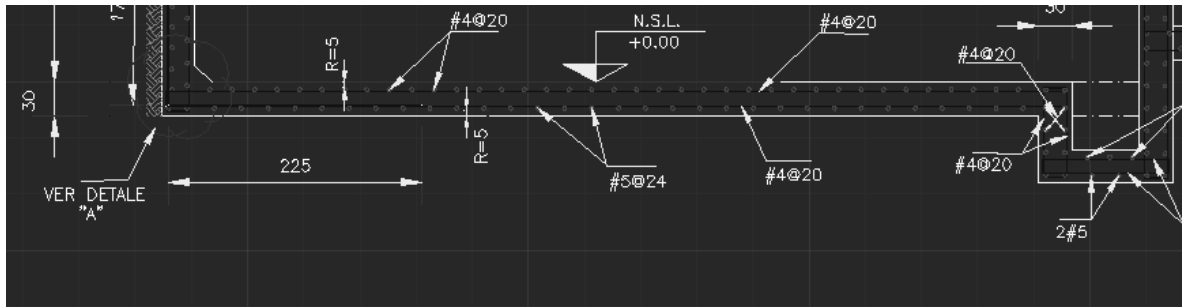


Figura 5.3 Armado de losa en cisterna.

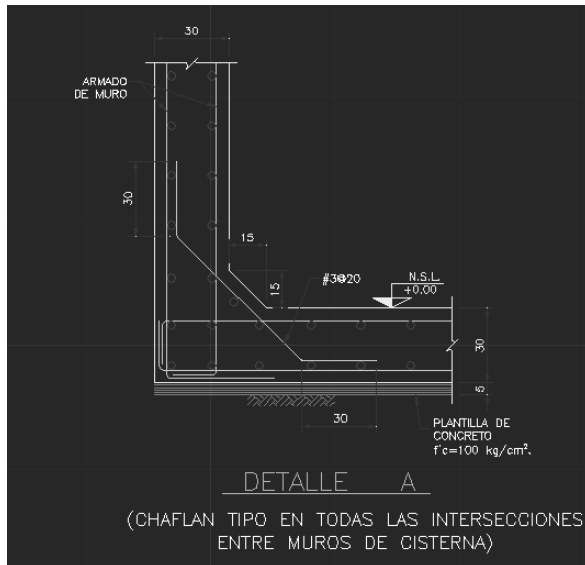


Figura 5.4 Detalle del chaflán en las intersecciones

- **Armado de muros en cisterna:**

- **Corte 2-2:**

Se cuenta con un armado diferente para cada muro, por lo que para su mejor comprensión se le asigna la nomenclatura de A, B y C a cada muro.

- **Muro A:** Tiene un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior en el refuerzo longitudinal tiene varilla del #5 ó 5/8" a cada 24 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm. En el lecho interior en el refuerzo longitudinal se cuenta con varilla del #4 ó 1/2" a cada 18 cm y en el refuerzo transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.
- **Muro B:** Cuenta con un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior cuenta con el mismo armado que en el interior y este es el siguiente, el refuerzo longitudinal tiene varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.
- **Muro C:** Tiene un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior en el refuerzo longitudinal tiene varilla del #5 ó 5/8" a cada 24 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm. En el lecho interior en el refuerzo longitudinal se cuenta con varilla del #5 ó 5/8" a cada 15 cm y en el refuerzo transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.

Para el sistema de anclaje muro/losa se cuentan con ángulos de varilla del #5 ó 5/8" a cada 24 cm intercaladas para que en las esquinas inferiores el armado de losa y este ángulo queden separaciones de 12 cm.

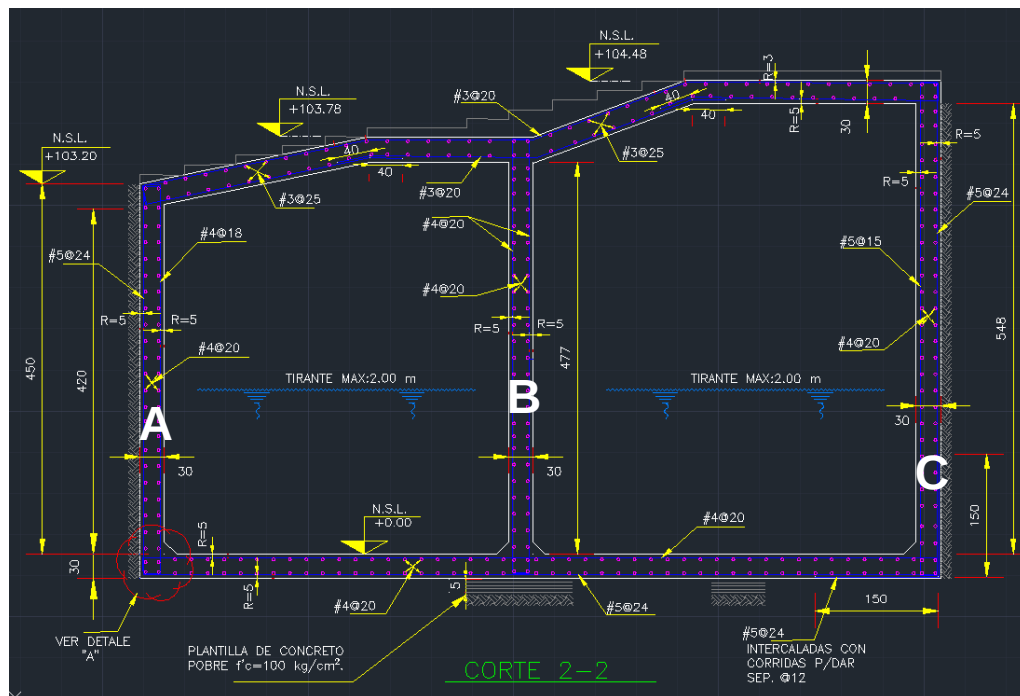


Figura 5.5 Corte 2-2 en el cual se muestra el armado de la losa, los muros y la losa tapa de la cisterna.

➤ Corte 1-1

Se cuenta con dos muros los cuales serán llamados muros D y E que a continuación se describen:

- **Muro D:** Tiene un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior en el refuerzo longitudinal tiene varilla del #4 ó 1/2" a cada 30 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 18 cm. En el lecho interior en el refuerzo longitudinal se cuenta con varilla del #4 ó 1/2" a cada 18 cm y en el refuerzo transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.
- **Muro E:** Cuenta con un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior cuenta con el mismo armado que en el interior y este es el siguiente, el refuerzo longitudinal tiene varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.

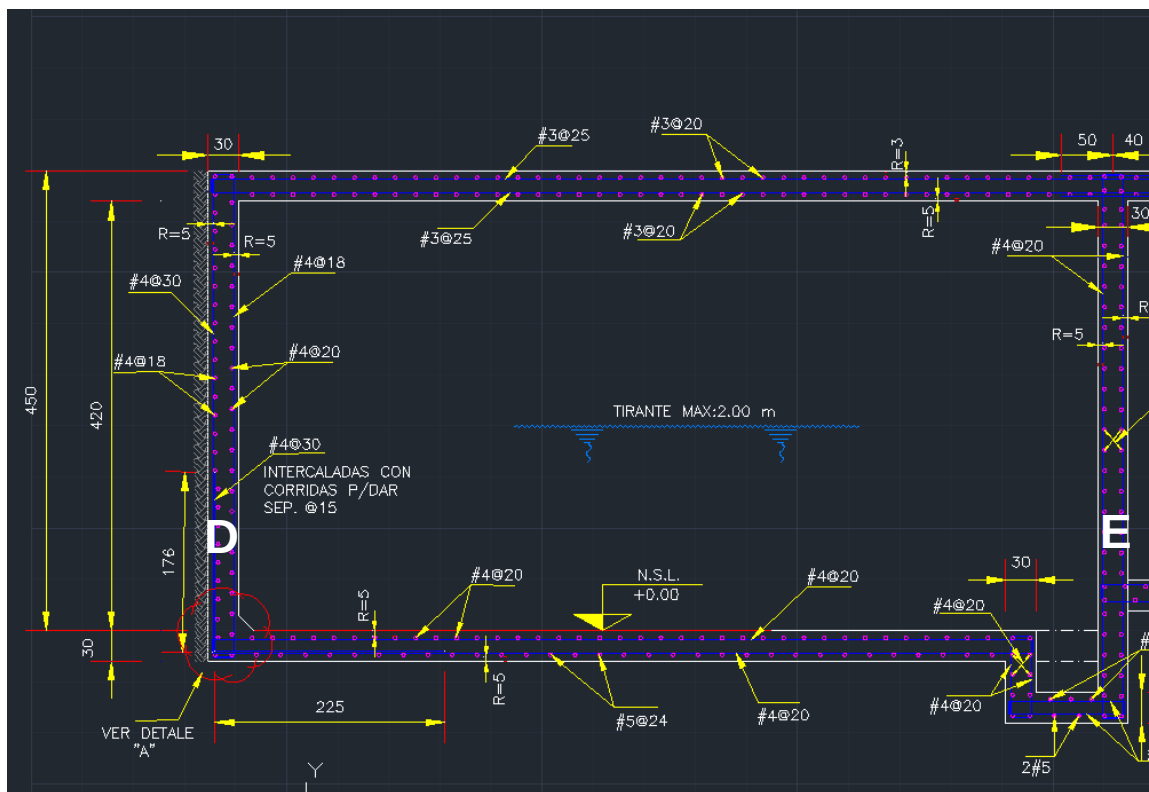


Figura 5.6 Corte 1-1 en el cual se muestra el armado de la losa, los muros y la losa tapa de la cisterna.

- **Armado de losa tapa de cisterna:**

El armado de este elemento cuenta con varias pendientes o quiebres para dar la inclinación necesaria para la rampa de acceso que se detallará en el capítulo siguiente. Dicha losa cuenta con un armado a doble parrilla por ser del tipo maciza, en el lecho inferior en un sentido se cuenta con varillas del #3 ó 3/8" a cada 25 cm y en el otro con varillas del #3 ó 3/8" a cada 20 cm, misma distribución que comparte con el lecho superior. Cabe señalar que se contaba con el anclaje necesario entre los muros y la losa.

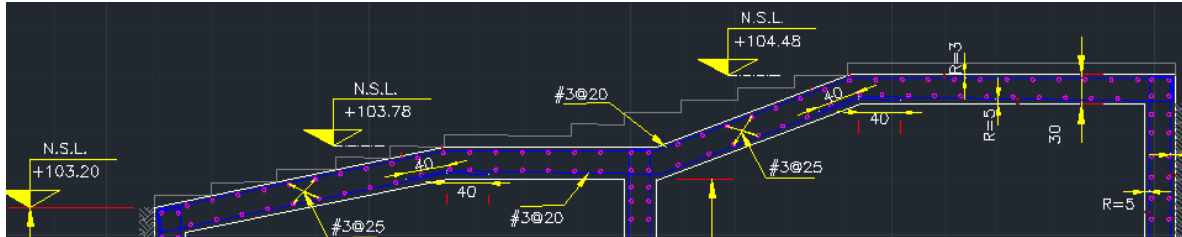


Figura 5.7. Armado de la losa tapa en la cisterna.

- **Armado de losa fondo de cuarto de máquinas:**

La losa cuenta con un armado de doble parrilla en el que el lecho inferior en un sentido lleva varillas del #4 ó 1/2" a cada 30 cm y en el otro lleva varillas del #5 ó 5/8" a cada 24 cm y en su lecho superior en un sentido con varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm y en el otro sentido cuenta con varillas del #5 ó 5/8" a cada 24 cm.

En cada intersección de muro con la losa fondo se pondrán unos ángulos de varilla del #5 ó 5/8" a cada 24 cm para que en esas esquinas la separación sea a cada 12 cm y reforzar las uniones.

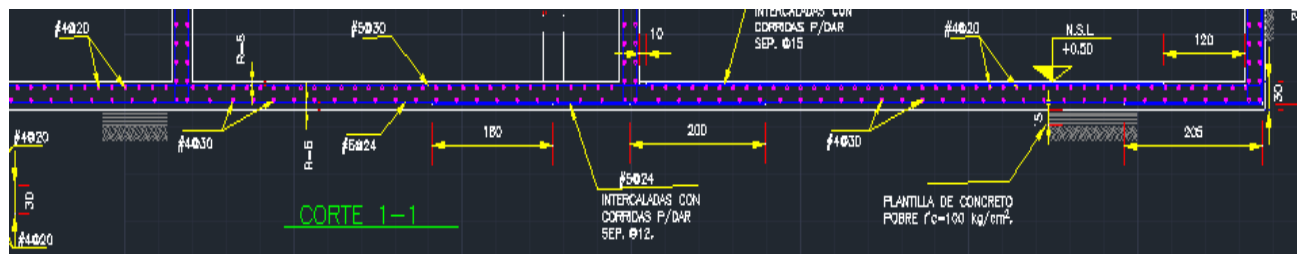


Figura 5.8. Armado de la losa fondo del cuarto de máquinas

- Armado de los muros en el cuarto de máquinas:

- **Cortes 3-3, 4-4, 5-5:**

Para estos muros se cuenta con un armado en común en muros A y B los cuáles se clasificaron así para su mejor ubicación.

- **Muro A:** Tiene un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior en el refuerzo longitudinal tiene varilla del #4 ó 1/2" a cada 25 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm. En el lecho interior en el refuerzo longitudinal se cuenta con varilla del #4 ó 1/2" a cada 18 cm y en el refuerzo transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.
- **Muro B:** Tiene un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior en el refuerzo longitudinal tiene varilla del #5 ó 5/8" a cada 25 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm. En el lecho interior en el refuerzo longitudinal se cuenta con varilla del #5 ó 5/8" a cada 15 cm y en el refuerzo transversal varilla del #4 ó 1/2" a cada 20 cm.

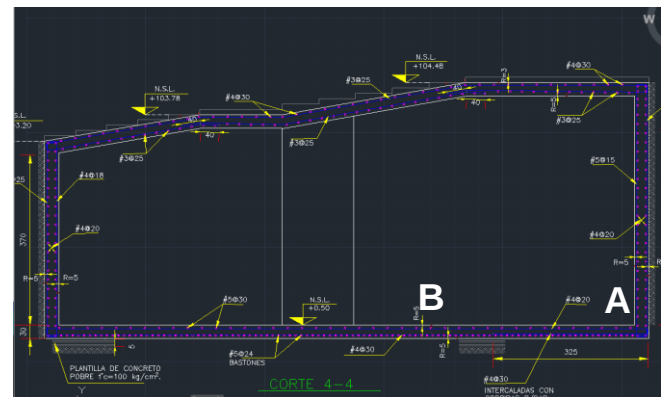
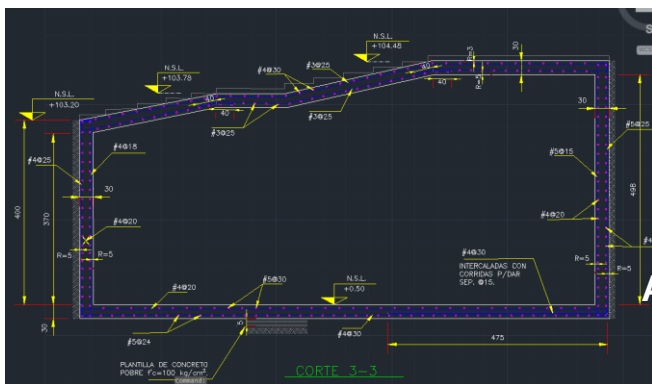


Figura 5.9. Armado de los muros en los cortes 3-3, 4-4, 5-5 en cuarto de máquinas.

➤ **Corte 1-1 :**

En este corte tenemos los muros que serán los “divisorios” dentro del espacio designado para el cuarto de máquinas, se denotarán en C, D y E.

- **Muro C:** Cuenta con un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior cuenta con el mismo armado que en el interior y este es el siguiente, el refuerzo longitudinal tiene varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm.
- **Muro D:** Cuenta con un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior cuenta con el mismo armado que en el interior y este es el siguiente, el refuerzo longitudinal tiene varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm.
- **Muro E:** Tiene un armado de doble lecho en el que en el lecho exterior en el refuerzo longitudinal tiene varilla del #5 ó 5/8” a cada 24 cm y en el transversal varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm. En el lecho interior en el refuerzo longitudinal se cuenta con varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm y en el refuerzo transversal varilla del #4 ó 1/2” a cada 20 cm.

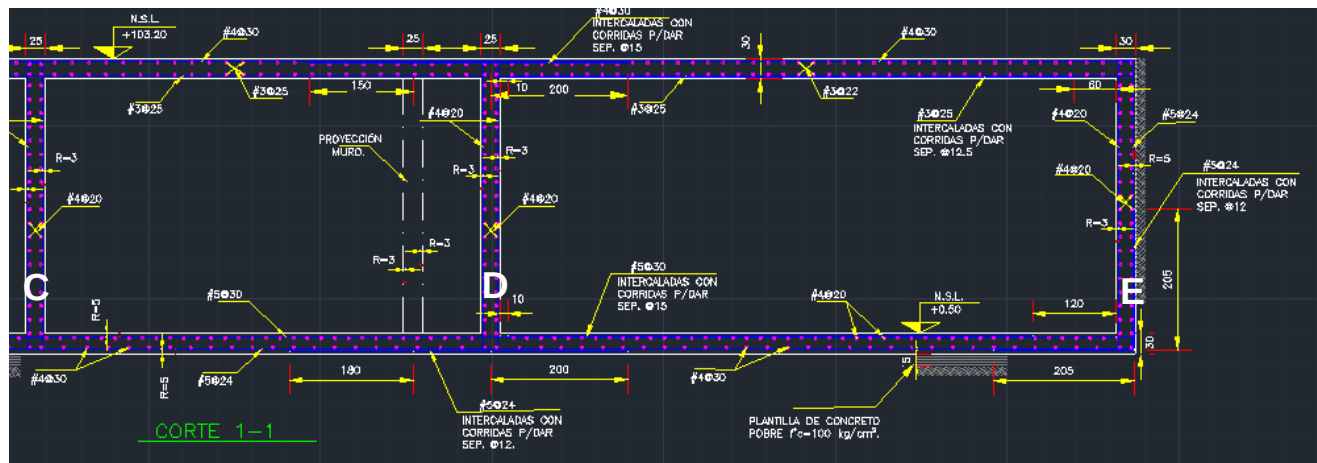


Figura 5.10. Armado de los muros en el corte 1-1 en cuarto de máquinas.

- **Armado de losa tapa del cuarto de máquinas:**

Al igual que en la losa tapa de la cisterna nos encontramos con la presencia de muchos quiebres debido a que dicha losa también nos servirá para la arquitectura de las escaleras y rampas de acceso al edificio. Al ser una losa maciza cuenta con un armado a dos lechos en la que en el lecho superior tiene un armado en un sentido con varillas del #4 ó 1/2" a cada 30 cm y en el otro sentido varillas del #3 ó 3/8" a cada 25 cm. En el lecho inferior las varillas en ambos sentidos son varillas del #3 ó 3/8" a cada 25 cm.

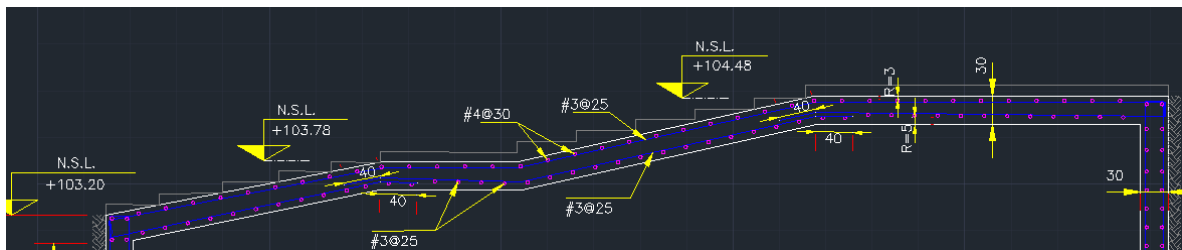


Figura 5.11. Armado de la losa tapa del cuarto de máquinas denotando los quiebres por las rampas de acceso y la forma de la escalera.

- **Trabes:**

Al ser un sistema de losa maciza y librar claros de gran longitud, la losa tapa del cuarto de máquinas se tiene una distribución de 8 trabes para bajar las cargas hacia los muros de concreto las cuales tienen el siguiente armado:

- **Trabe TC-1:** Para el armado longitudinal se tienen 4 varillas del #6 y varilla del #3 a cada 20cm, esta trabe como tiene varios quiebres se especifica que las varillas longitudinales se dejen puntas de 60 cm cada que se cambie de pendiente. En el refuerzo transversal los estribos son de varilla del #4 a diferentes distribuciones según la trayectoria de la viga, teniendo estribos a cada 15 cm y a cada 20cm según el quiebre en el que se encuentre.

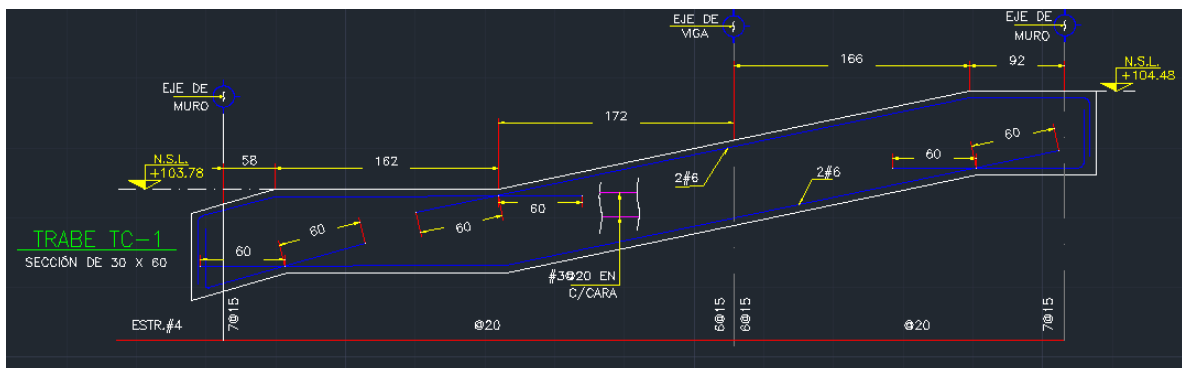


Figura 5.12 Armado de trabe TC-1.

- **Trabe TC-2:** Para el armado longitudinal se tienen 2 varillas del #6, 2 varillas del #8 y varillas del #3 a cada 20cm, esta trabe como tiene varios quiebres se especifica que las varillas longitudinales se dejen puntas de 60 cm cada que se cambie de pendiente. En el refuerzo transversal los estribos son de varilla del #4 a diferentes distribuciones según la trayectoria de la viga, teniendo estribos a cada 15 cm y a cada 20cm según el quiebre en el que se encuentre.

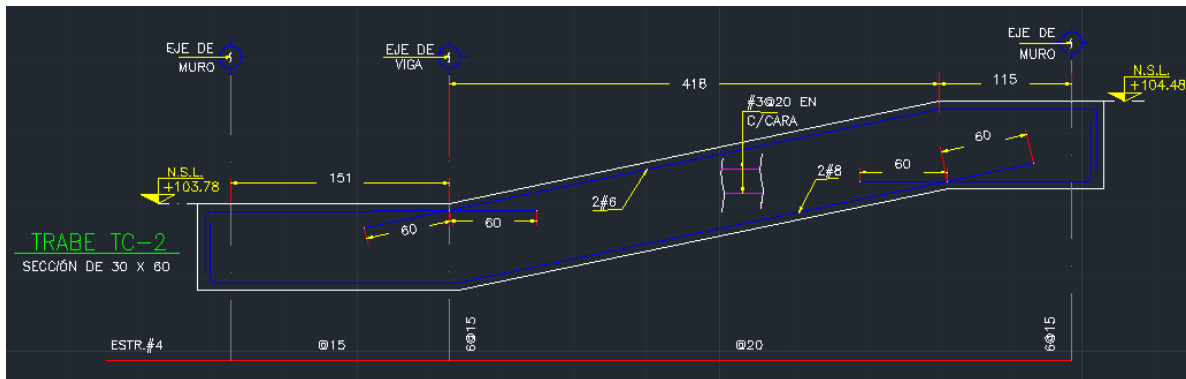


Figura 5.13 Armado de trabe TC-2.

- **Trabe TC-3:** Para el armado longitudinal se tienen 4 varillas del #6 y varillas del #3 a cada 20cm. En el refuerzo transversal los estribos son de varilla del #4 a diferentes distribuciones según la trayectoria de la viga, teniendo estribos a cada 15 cm y a cada 20cm según el quiebre en el que se encuentre.



Figura 5.14 Armado de trabe TC-3.

- **Trabes VC-1, VC-2, VC-3, VC-4 Y VC-5:** Para el armado longitudinal se tienen 4 varillas del #6 y varillas del #3 a cada 20cm. En el refuerzo transversal los estribos son de varilla del #4 a diferentes distribuciones según la trayectoria de la viga, teniendo estribos a cada 15 cm y a cada 20cm según el quiebre en el que se encuentre.

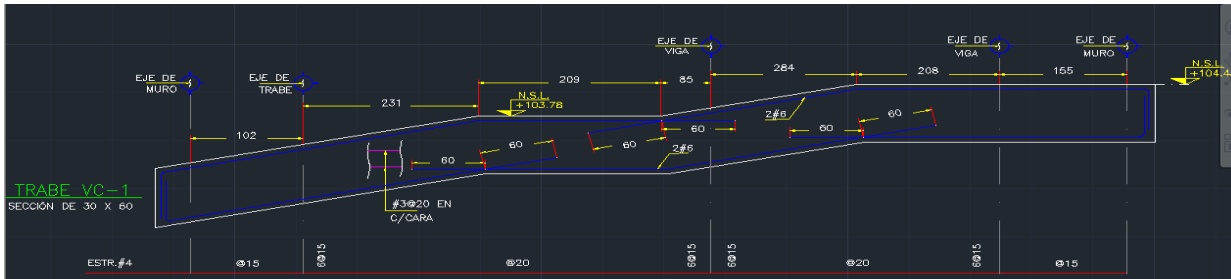


Figura 5.15
Armado de
trabe VC-1.

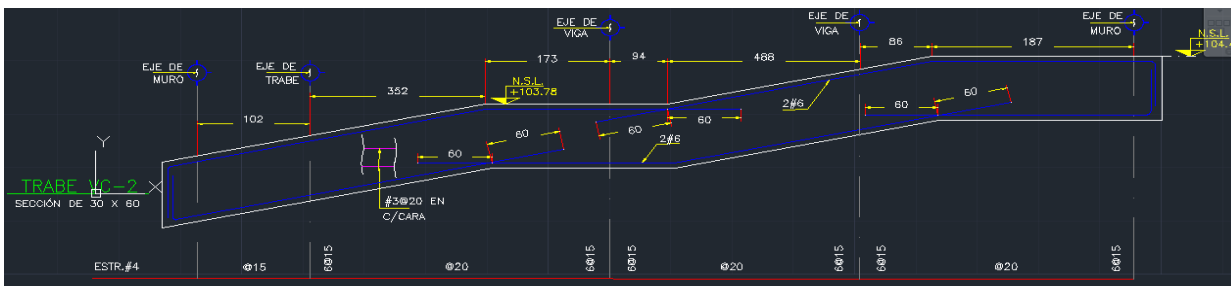


Figura 5.16
Armado de
trabe VC-2.

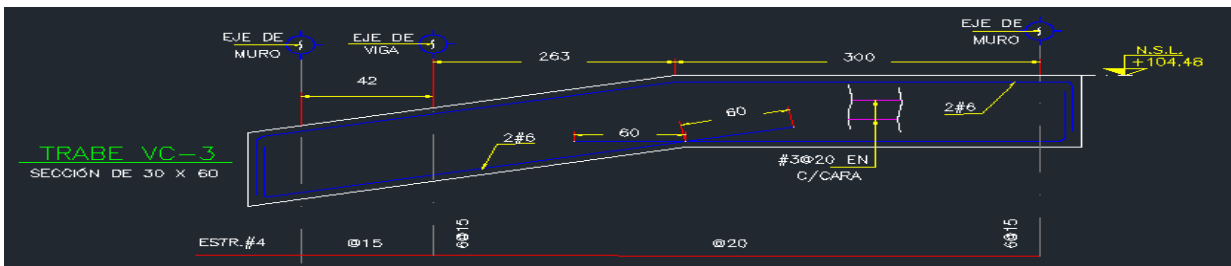


Figura 5.17
Armado de
trabe VC-3.

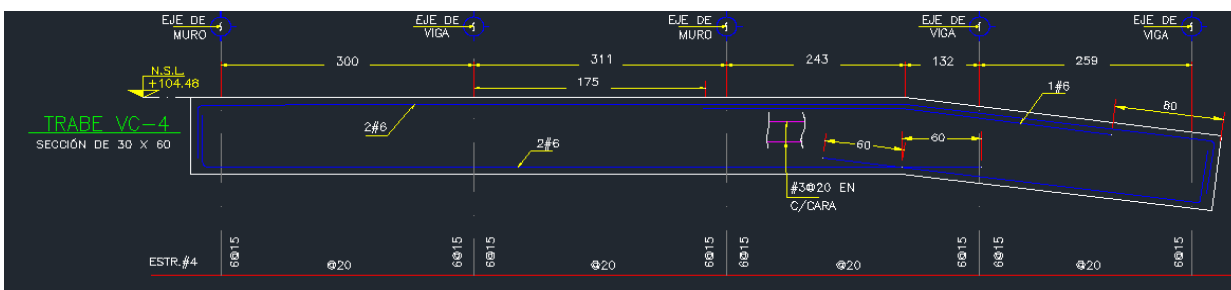


Figura 5.18
Armado de
trabe VC-4.



Figura 5.19
Armado de
trabe VC-5.

5.3. Proceso Constructivo:

- **Mejoramiento de terreno para losas:**

En el terreno de desplante del cuarto de máquinas y de la cisterna se encontraba un montículo de roca basáltica mismo que tuvo que ser demolido parcialmente para su construcción, se realizó dicho proceso con su acarreo de material a las laterales del proyecto ya que más adelante se utilizaría la roca producto de la demolición.

Como todo terreno rocoso, este no sería la excepción y aún que se le haya hecho un afine aún se encontraba discontinuo por lo que se mejoró el terreno con capaz de tepetate compactado a un 96% para su correcto desplante de la estructura.

Esta compactación se verifico con una prueba directa en campo y una más en laboratorio.



Figura 5.20 Fotografía que muestra el mejoramiento del terreno donde se desplantará del cuarto de máquinas y cisterna

Después de las capas de tepetate requeridas para dar el nivel deseado se procedió a colar una platilla de concreto pobre ($F'c = 100\text{kg/cm}^2$) con concreto premezclado vaciado con la ayuda de un mini cargador y una pachara las cuales vaciaban el concreto ya que nos encontrábamos a un nivel +50cm del de las zapatas, se extendía y regleaba para darle uniformidad a la plantilla sobre la cual se empezará a realizar el armado de acero para la losa del cuarto de máquinas y de la cisterna.



Figura 5.21 Fotografía en la que se denota la existencia de la plantilla y el inicio del armado de la losa fondo del cuarto de máquinas y cisterna.

- **Armado de Losa fondo:**

El armado de la losa fondo se realizó de acuerdo a los planos estructurales en cuanto a diámetros de varillas y sus correctas separaciones. Se respetada la distancia de los traslapes y las escuadras de remates de la losa. También de acuerdo a la forma compleja de la estructura de la cisterna y el cuarto de máquinas.

Así mismo la densidad de silletas fue de 4 silletas por m^2 siendo estas las que calzaban el acero de tal forma para respetar los 5 cm de recubrimiento inferior y superior que indican los planos estructurales, la losa una vez colada contaba con un espesor de 30cm.

Se dejaban las preparaciones de anclaje de los muros en la losa, de hecho se dejó el armado principal de todos los muros de la cisterna y del cuarto de máquinas ya alzados. En caso particular de la cisterna se realizó el armado del chaflán que indicaban los planos estructurales y del cárcamo de bombeo



Figura 5.22. Fotografía que muestra el armado de la losa fondo de la cisterna.



Figura 5.23. Fotografía que muestra el armado de la losa fondo del cuarto de máquinas.

- **Armado de Muros:**

Los muros se armaron de acuerdo a los planos estructurales descritos con anterioridad, así mismo se utilizaban separadores (que son como las silletas de la losa) para asegurar que el recubrimiento de 3cm se respetara y así mismo se quedará rígido el acero para que los trabajos que se realizarán en ellos no contribuyera a desplomar el acero.

En la cisterna se dejaron dos pasos hombre para que en un futuro entraran trabajadores a darle su correcto mantenimiento, dichos pasos tenían dimensiones de 80 cm por 80 cm. Y estos se reforzaban con varillas del #5 haciendo un “gato (#)” y un rombo alrededor de ese gato. Así mismo se dejaron dos tuberías entre el armado que cruzaban el muro de colindancia de la cisterna con el cuarto de máquinas mismas que se reforzaron con unos diamantes de varilla del #5 para evitar que se hicieran grietas por el hueco.

En el cuarto de máquinas se dejaron pasos para las tuberías de media tensión y voz y datos tratados con el mismo refuerzo que se utilizó para los pasos hombre en la cisterna.



Figura 5.24 Fotografía del refuerzo de un muro ante el paso de tubería en el muro de colindancia de la cisterna con el cuarto de máquinas.

Figura 5.25 Fotografía de la colocación de las tuberías del cuarto de máquinas para su posterior refuerzo.



- **Armado de trabes:**

Las trabes se armaron de acuerdo a las especificaciones en los planos estructurales y cuidando los quiebres del armado de acero con una brigada de topografía al pendiente para cuidar los niveles necesarios.

Así mismo se cuidó el recubrimiento necesario para este elemento que fue de 3 cm.

Para llevar a cabo el armado de las trabes se tuvo que fondear primero con triplay y apuntalar el fondeo con andamios de carga ya que la estructura del cuarto de máquinas es de solamente concreto armado.



Figura 5.26 Fotografía del armado de una trabe.

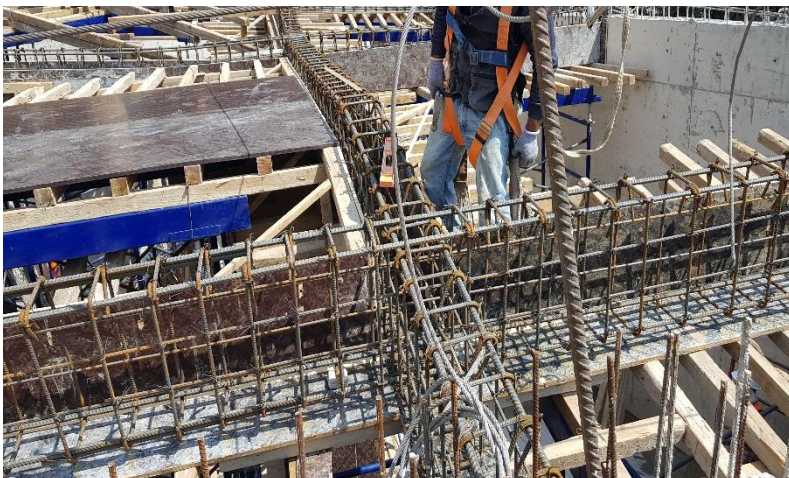


Figura 5.27 Fotografía de una intersección de dos trabes.

- **Armado de losa tapa del cuarto de máquinas y de la cisterna.**

Para realizar el armado de la losa tapa se tuvo que tener a una brigada de topografía todo el tiempo presente ya que, como se ha repetido a lo largo de este capítulo, los quiebres presentan un gran reto para su realización.

El armado de la losa tapa se realizó según los planos estructurales, respetando la separación y los traslapes correspondientes, contando con una densidad de silletras de 4 silletras por m^2 . Al tratarse de un armado de doble parrilla se tendían primero la capa inferior, después la superior y por último se calzaba con las silletras.

Así como con las trabes, se tuvo que colocar la cimbra primero para poder tender el acero de refuerzo.

Para cuidar las pendientes en el acero se tuvieron que poner algunas puntas con varillas del #3 que nos sirvieran como referencia al momento de estar armando y también colando para dar los niveles necesarios.



Figura 5.28 Fotografía del tendido de acero para losa tapa.

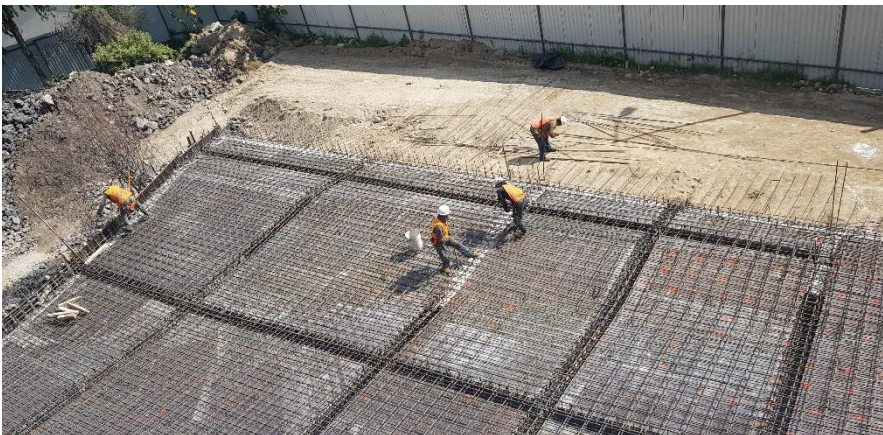


Figura 5.29 Fotografía del armado a dos parrillas de la losa tapa.

- **Cimbrado de losa fondo del cuarto de la cisterna y cuarto de máquinas.**



El cimbrado de la losa fondo no fue nada fácil ya que al tener una forma irregular con curvas presentes se tuvo que reforzar más la cimbra. En este caso particular de la losa fondo se cimbró el espesor de la losa (30 cm) más a parte otros 30 cm de muro para darle más cuerpo a la misma. Por lo que se utilizó una cimbra para frontera de la losa y otra más para el cuerpo de los muros.

Para conseguir la curvatura en las hojas de triplay se tuvo que humedecer hasta hacerla flexible y una vez teniendo esa trabajabilidad se ajustaba a modo que una vez seco el material mantuviera su forma ya modificada. Así mismo con varillas del #3 se le daba contorno a la cimbra para ajustar más a la forma y rigidizar la curva.

Figura 5.30 Fotografía de un módulo de cimbra curva.

Se distribuían polines a cada 50 cm y a estos se les colocaba un arriostramiento al suelo cercano o en su caso algún montículo de roca para que el empuje del concreto fuera resistido. Por la parte interna para asegurar el cimbrado de los muros internos del cuarto de máquinas se usaron puntales metálicos de lado a lado.

En todo momento se tuvo presencia de al menos una brigada de topografía que fueron los que en un inicio trazaron con el tiralíneas en lugar y la forma exacta de la cimbra. En la losa se dejó un recubrimiento de 3cm y se aplicó desmoldante en las áreas de contacto.



Figura 5.31 Fotografía en elevación de la cimbra en cisterna.

- **Cimbrado de Muros:**

De nuevo en el cimbrado de los muros nos encontramos con el mismo problema y a la vez con la misma solución para darles la forma deseada por proyecto.

Debido a que la altura máxima de los muros era de 5.28 m y la mínima de 4.00m, se realizó el cimbrado en dos trepados, teniendo así dos eventos de colados para construir los muros de concreto reforzado.

Los muros se cimbraban a dos caras con tarimas hechas a base de hojas de triplay, dando la separación usando separadores de madera internos que se ponían en el punto más alto para que en el momento de estar colando se retiraran y no quedaran ahogados.

Para evitar que las dos caras se abrieran se utilizaron moños colocados en toda la cimbra. Así mismo se utilizaron polines y madrinas para rigidizar la estructura.

Para dar las curvas de igual manera se utilizaban varillas del #3 para flexionar la hoja de triplay y obtener la forma deseada.

Se utilizaron puntales metálicos que iban de la cimbra al terreno en un ángulo de aproximadamente 45° para transmitir la carga al firme de apoyo para que el muro no se abriera por el empuje del concreto.

En todos los muros se le dejó un recubrimiento de 5 cm y se aplicó desmoldante en la cimbra sobre las áreas de contacto.



Figura 5.32 Fotografía del primer trepado en cimbra en cisterna.

Figura 5.33 Fotografía del segundo trepado en cuarto de máquinas.



- **Cimbra en trabes.**

Para la cimbra de las trabes se construyó un encofrado para cada una de ellas. El cual se constituía de los siguientes elementos.

- **Fondeo**

Para soportar el encofrado en los claros de muro a muro se utilizaron andamios de carga, mismos que en las canaletas superiores sostenían polines guías que servirían como base para colocar las hojas de triplay usadas para fondear las trabes.

Como ya se ha mencionado en este capítulo el sistema de losa y trabes tienen unos quiebres de cambio de nivel, así que para dar estas diferencias de nivel en este elemento estructural se tuvo que jugar con las alturas de los soportes de los andamios de carga.



Figura 5.34 Fotografía de los andamios de carga

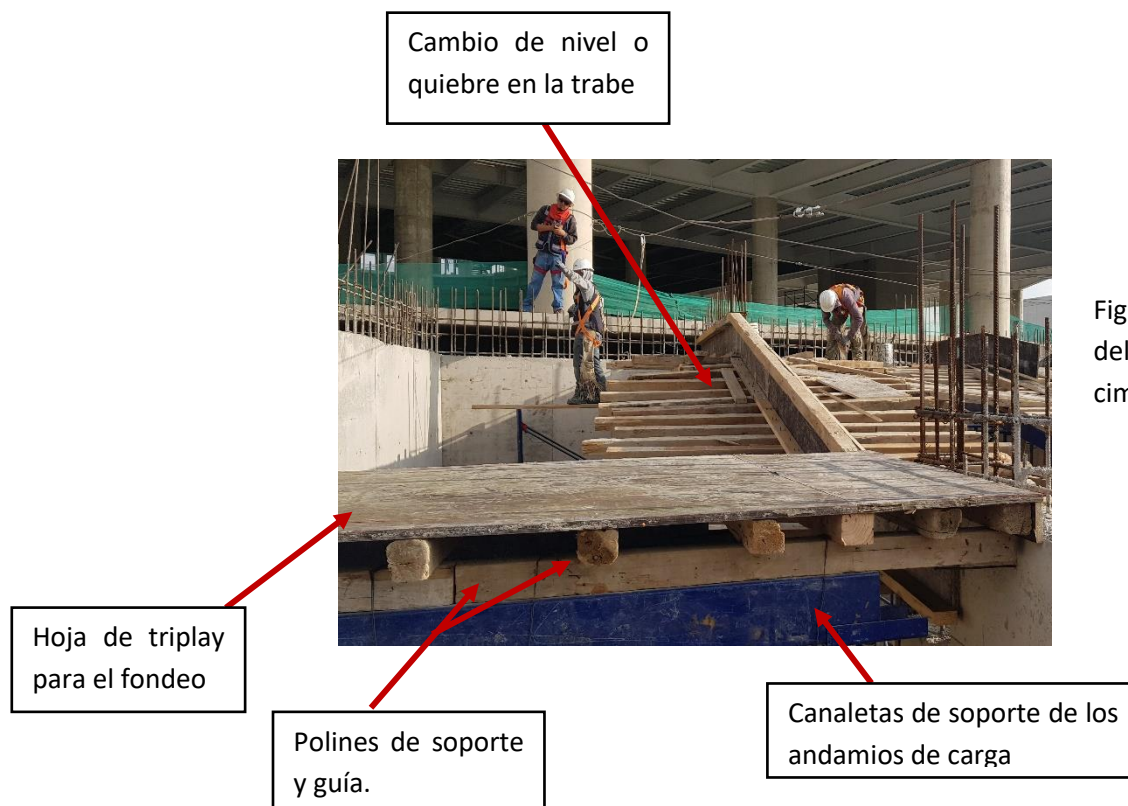


Figura 5.35 Fotografía del fondeo de una cimbra.

- **Costados**

Para los costados de las trabes se utilizaron hojas de triplay reforzados con polines a medida de que quedara la mitad de la trabe con costado ya que la otra mitad sería colada con la losa tapa. Por esta misma razón los costados de las trabes se hacían con los cajones que a su vez serían el fondo de cimbra para la losa tapa.

En la intersección del costado con el fondo de la cimbra se colocó un chaflán para dar el detalle que se pedía proyecto arquitectónico.



Figura 5.36 Fotografía de los costados de la cimbra en trabes.

- **Cimbra de losa tapa:**

Para el cimbrado de la losa tapa se utilizaron hojas de triplay como base para tender y armar el acero de refuerzo, así mismo se seccionó en módulos en cada área delimitada por las trabes, ya que como se mencionó anteriormente, sirvió esta cimbra también para forjar los costados de las trabes. Todo el tiempo de la colocación de esta cimbra se contó con una brigada de topografía para dar los niveles indicados de los quiebres de la losa.



Figura 5.37 Fotografía de la cimbra en losa tapa.

- **Colado de losa fondo:**

Para el colado de la losa fondo de la cisterna se utilizó un concreto premezclado con las siguientes características:

- $F'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.
- TMA 20 mm.
- Revenimiento 18.
- Impermeabilizante cristalizado.
- Bombeable.

En el caso del concreto que se utilizó para el cuarto de máquinas es el siguiente:

- $F'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.
- TMA 20 mm.
- Revenimiento 18.
- Bombeable.

Antes de realizar el colado se revisaba que la cimbra estuviera bien colocada y que el armado de acero fuera el correcto, así en la losa como en los 30cm de muro que se colaron a la par. Así mismo a las ollas la prueba de revenimiento y muestreo en cilindros de concreto.

Se utilizaron dos vibradores de gasolina y dos cuadrillas de trabajadores que jalaban el concreto para su correcta distribución.

El proceso de colado fue con el criterio de primero colar toda la losa y por segundo los 30 cm de muro.

Para que las losas tuvieran el espesor adecuado se tenía a una cuadrilla de topografía supervisando los niveles en todo momento, más en el caso de la cisterna puesto que la losa tenía su propia pendiente.

El colado en sí fue un poco adverso porque en esas fechas nos tocaban días lluviosos y como ya se encontraba armado el entramado del muro, la tubería de la bomba tuvo que colocarse entre ella restringiéndole un poco la libertad de movimiento.

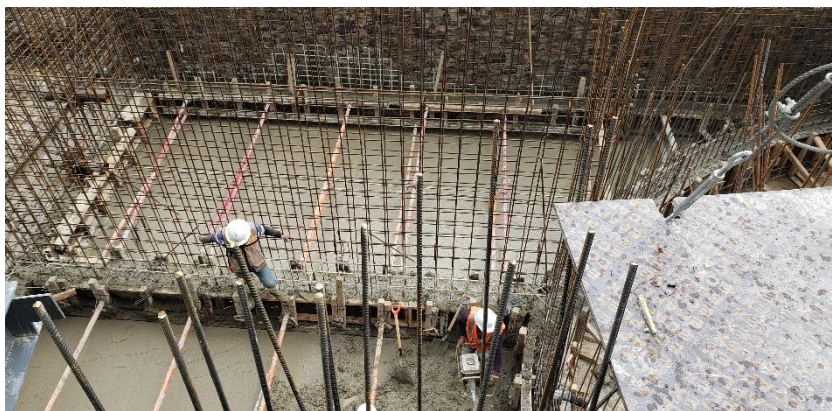


Figura 5.38 Fotografía del colado de la losa fondo de la cisterna.

Después de haber sido colado y de dar el nivel correcto, entraba una cuadrilla de pulidores a dar el acabado que se llevará por proyecto, en este caso fue pulido.

La cimbra se retiraba al día siguiente y se procedía a curar en dos etapas en la que en la primera se realizaba con agua y la segunda con una membrana llamada curacreto.



Figura 5.39 Fotografía del colado de la losa fondo del cuarto de máquinas.

- **Colado de muros:**

El concreto utilizado para colar los muros de la cisterna tuvo las siguientes características:

- $F'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.
- TMA 20 mm.
- Revenimiento 18.
- Impermeabilizante cristalizado.
- Bombeable.

En el caso del concreto de los muros del cuarto de máquinas las características son las siguientes:

- $F'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.
- TMA 20 mm.
- Revenimiento 18.
- Bombeable.

El colado de los muros se llevó a cabo en dos trepados, es decir que debido a que la altura máxima es de 5.48m y la mínima de 4.20m primero se cimbraron los muros con una altura de una hoja de triplay (2.44m) en el primer colado y en el segundo colado se completó la altura faltante.

Para el primer trepado se tenían 30 cm de muro los cuales se colaron junto con la losa, por lo que la zona de contacto se tuvo que escarificar y limpiar antes de cimbrar dicho trepado y momentos antes de iniciar el colado se le aplicó adhecon para que el concreto nuevo formara uno solo con el concreto ya colado con anterioridad.



Figura 5.40 Colado del primer trepado en muros de la cisterna.



En el caso de la cisterna después de escarificar se le colocó una cinta de “Water Stop” para evitar que en las juntas de colado se pudiera presentar alguna filtración de agua, paso siguiente se cerró la cimbra y también, momentos antes del colado se colocó adhecon para que el concreto nuevo se adhiriera al viejo.

Figura 5.41 Muestra de la cinta “Water Stop”.

Para cada trepado se fabricaba una obra falsa en la cual los trabajadores y los bomberos de concreto pudieron tener una pasarela para el momento del vaciado de concreto ya que la tubería de la bomba se colocaba desde el punto más lejano del muro y se iban haciendo cortes para ir llenando la altura indicada. Cabe mencionar que para optimizar tiempos y asegurar una mejor repartición de concreto, se iba colando la mitad del muro del extremo más lejano hasta el más cercano y de regreso se iba rellenando del más cercano al más lejano.



Figura 5.42. Fotografía durante el colado del primer trepado de los muros en cuarto de máquinas.

En todo momento se tuvieron dos vibradores de gasolina para que se diera el mejor acomodo del concreto. Por todo este proceso se determinó pedir las ollas de concreto con un intervalo de 40 minutos ya que se hacían varios cortes de tubería y manipular los tramos era complicado en las alturas.

Se coló con una bomba estacionaria y tubería estándar de 4" y como en todo bombeo se preparaba lechada para humectar las paredes internas de la tubería y evitar obstrucciones.



Figura 5.43. Fotografía del segundo trepado del muro de cisterna.

La cimbra se retiraba al día siguiente y se curaba el concreto con agua en primera instancia y con curacreto por consiguiente.



Figura 5.44 Fotografía del muro curvo del cuarto de máquinas siendo descimbrado.

- **Colado de trabes y losa tapa**

Para el colado de las trabes se utilizó el concreto que venía especificado en los planos estructurales y tiene las siguientes características:

- $F'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.
- TMA 20 mm.
- Revenimiento 18. (Pero por proceso constructivo se utilizó de 14 - 16).
- Impermeabilizante cristalizado.
- Bombeable.

En este subtema se abarcan estos dos elementos estructurales ya que se colaron en el mismo evento.

Para dicho colado, como nos queda en ubicación lejos del acceso principal, se habilitó una entrada cerca del circuito de automóviles, por el cual se le dio acceso a la olla que vaciara a una bomba telescópica equipada con un brazo de 40 m de alcance. Se optó por una bomba de este tipo ya que al ser una losa tapa con varios quiebres iba a ser necesario muchos cortes de tubería y esto implicaría mayor tiempo de vaciado.



Figura 5.45 Fotografía de la bomba telescópica acomodada en el acceso cercano al circuito vehicular.

El proceso de colado empezó por la parte más alta de la losa tapa y de ahí hacia abajo para que el concreto que se fuera a resbalar por el vibrado quedara bien esparcido. Por lo mismo se pidió un revenimiento bajo de 14 – 16 cm ya que se necesitaba de un concreto espeso pero manejable para que la lechada del mismo no se separará del agregado al momento del vibrado y el la sustancia líquida se fuera al fondo dejando la grava en la parte de hasta arriba.

Las ollas se pidieron al principio a cada 30 minutos, pero después de vaciar dos de ellas se cambió el tiempo de los intervalos ya que era demasiado rápido el vaciado con la bomba que se usó.



Figura 5.46 Fotografía del vaciado del concreto con bomba telescópica.

Se contaba de nuevo una cuadrilla de topografía para dar niveles de acabado, así mismo para que no se perdieran los quiebres con la masa de concreto se pusieron varillas guías para que los trabajadores al colar se ubicarán el nivel correspondiente. Se vibró con la ayuda de 2 vibradores de gasolina.

El colado duró aproximadamente 3 horas y media tiempo que sirvió para que, por el revenimiento pedido y el buen clima, el fraguado del concreto se diera a lo largo del día y antes de acabar la jornada laboral se curara con curacreto.

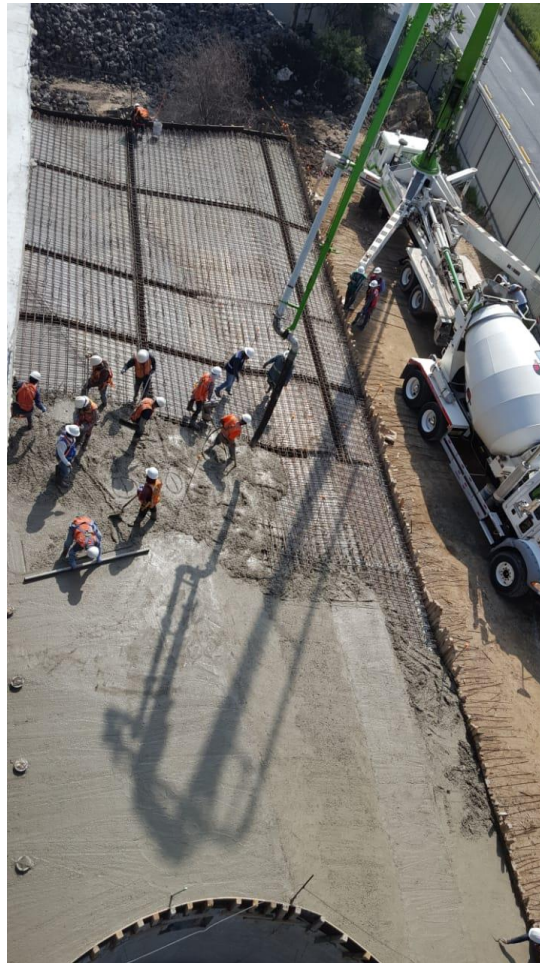


Figura 5.47 Fotografía del extendido de concreto con bomba telescópica.

5.4. Actividades realizadas:

Para el proceso del mejoramiento del terreno realicé la supervisión del tendido de tepetate, así como su compactación con las bailarinas y su prueba de compactación en campo a la usanza de la obra y con el equipo de laboratorio, esta última nos da el porcentaje de compactación de un material de manera rápida y acertada.

Supervisé así mismo la colocación de plantilla de concreto pobre y sus niveles indicados.

En el armado de los elementos de la estructura de concreto reforzado supervisé que fuera armado acorde a los planos estructurales y antes de los colados revisé si se contaban con todos los amarres y traslapes indicados, así mismo que se dejara el recubrimiento indicado en cada elemento.

Las actividades que realicé en el proceso del cimbrado fue revisar que en efecto cumpliera con la propiedad de hermeticidad la cimbra y se asegurara que resistiera los empujes del concreto sobre el elemento.

Se aclaró el punto de resistencia al empuje del concreto ya que en el primer colado losa fondo del cuarto de máquinas se venció la cimbra y se comenzó a salir el concreto. Cosa que se resolvió a la brevedad poniéndole unos arriostramientos con topes de madera a los apoyos de la cimbra y sobre todo calzando una zona donde la cimbra tenía un desnivel y por la cual comenzó a salir el concreto por esa abertura dando como resultado el vencimiento de la misma.

En el proceso de colado, junto al contratista que llevaba a cabo la obra civil de esta estructura, obtuve la cuantificación del volumen de concreto necesario para el elemento que se fuera colar. En el mismo proceso de los colados el residente de obra me encomendó llevarlos a cabo y si llegase a faltar concreto le avisara con tiempo ya que por lo regular las ollas que nos mandaban tardaban una hora en llegar a la obra.

Como tal fui el responsable de llevar a cabo los colados de todos los muros en sus dos trepados, la losa del firme del cuarto de máquinas y la losa tapa.

Las complicaciones presentadas en los colados de los muros se debieron a la gran distancia entre la bomba y el lugar de colado, así como también del tendido de la tubería y de los cortes que se requerían.

Como experiencia personal, en la supervisión de un colado de muros, se reventaron dos tramos de tubería debido a que un tramo de la misma tenía una obstrucción tal que al ser empujada por el concreto y la fuerza de la bomba, terminó reventando el tramo de tubería en cuestión y la segunda tubería reventó porque debido a ese primer estallido se le hizo una perforación minúscula y al

pasar el concreto con el empuje de la bomba, reventó. Así que para cambiar cada tramo dañado se tardaron los bomberos debido a que había que desconectar y volver a acomodar el tendido, como consecuencia las ollas llegaban y se encontraban formadas esperando tirar concreto, así que con ayuda del cabo de albañilerías decidimos empezar de otro modo el colado de dicho muro para que ninguna olla se regresara por el tiempo de permanencia de la hora, tiempo que el personal del laboratorio se encontraba monitoreando.

Tuve colados bajo lluvia moderada y cuando aumentaba la intensidad teníamos que parar en lo que se bajara un poco.

La construcción de esta estructura de concreto armado se empezó los últimos días de mayo con el mejoramiento del terreno y concluyó a mediados de Octubre con el colado de la losa tapa.

6. Escalera y Rampa de Acceso

6.1. Descripción de los elementos

La escalera y rampa de acceso tendrán lugar sobre la losa tapa del conjunto de cisterna y cuarto de máquinas, elemento estructural que en el capítulo anterior se habló a detalle de él. Debido a ello dicha losa cuenta con los quiebres necesarios para asegurar las pendientes correctas de las rampas.

Las rampas de acceso tendrán una configuración en zig – zag durante el desarrollo de los escalones.

Esta escalera cuenta con un recorrido tal para cubrir una altura de 2.64m que conecta de nivel de calle al nivel de PB del edificio.

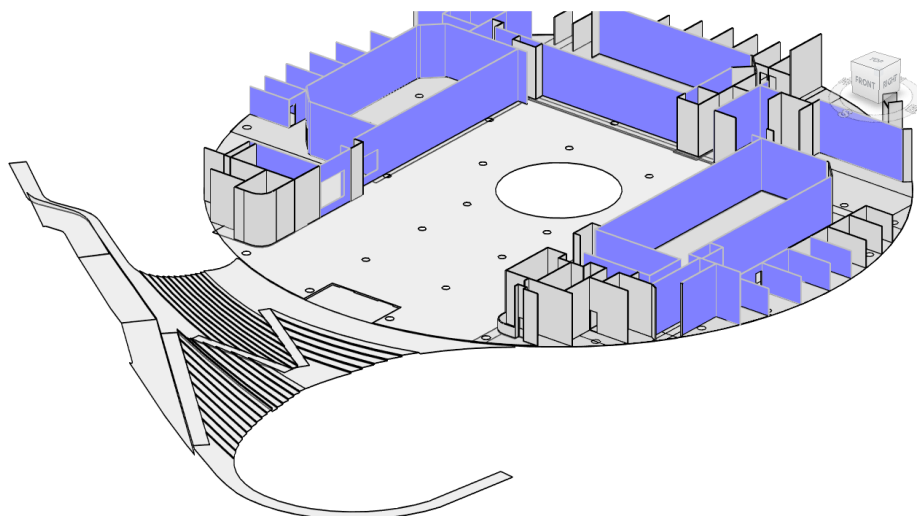


Fig. 6.1. Modelado de la escalera y rampa de acceso.

6.2. Planos estructurales

Los escalones se forjarán con un armado hecho a base de varilla del #3, el cual para definir la silueta del escalón se tiene una distribución de varilla del #3 a cada 20 cm el peralte y para el refuerzo de la huella se tienen varillas transversales del #3 a cada 25 cm.

Contará con una parrilla de acero del #3 por temperatura.

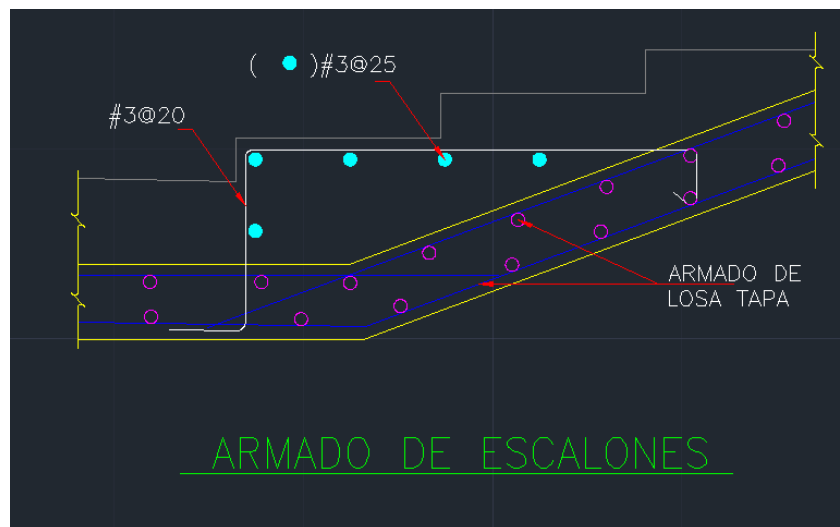


Fig. 6.2. Detalle estructural del armado de la escalera.

6.3. Problemática:

A la fecha de 28 de Noviembre de 2019 aún no se ha llevado a cabo el armado de la estructura de los escalones porque se tiene una indefinición por parte de proyecto, misma que consiste en el tipo de concreto que se usará.

Así mismo se tuvieron que realizar trabajos previos para que la rampa de acceso y escalones se llevarán a cabo de una forma correcta. Los trabajos previos son los siguientes:

- Impermeabilizar la losa tapa del cuarto de máquinas esto a modo de prevención ya que por los equipos especiales que reguardará el cuarto de máquinas no se tienen que tener filtración de agua.
- Se realizó una cimentación para un pretil de basalto que se realizará a modo de contorno de la rampa y este a su vez como un muro pequeño de contención para el relleno de la adecuación de suelo para la extensión de los escalones.



Fig. 6.3. Fotografía de la cimbra de la cimentación para el pretil de basalto.

- Se realizó el mejoramiento de terreno a pie de losa tapa del cuarto de máquinas y cisterna. Esto porque los escalones empiezan a una distancia considerable del paño exterior de dicha losa.



Fig. 6.4. Mejoramiento del terreno para desplante de los escalones más bajos

- Debido a las instalaciones que tendrá el cuarto de máquinas se tuvo que sacar la instalación de mediana tensión, lo cual implica abrir una sepa a pie de losa tapa para colocar registros donde el proyecto de instalaciones lo requiriera.
- Colar el encofrado de tubería que iba de un registro a otro.



Fig. 6.5. Colado del encofrado para tubería de media tensión en sepa adecuada para la colocación de dicha tubería,

- Volver mejorar el terreno para tapar el encofrado y con esto dejar el terreno ideal para la rampa previa a los escalones de la losa tapa.
- Realizar un pretil de basalto de 70 cm en los costados de la losa tapa del cuarto de máquinas y cisterna para con esto realizar una proyección para el forjado de escalones.



Fig. 6.6. Construcción de pretil de basalto de 70 cm de altura.

De las actividades antes mencionadas nos encontramos actualmente colando los encofrados de la canalización para las tuberías de la media tensión y con la ejecución del pretil de basalto



Fig. 6.7 Fotografía tomada en diciembre de 2019 en la cual se refleja el avance actual del proyecto.

7. Control de calidad y Proceso administrativo (Revisión de generadores)

7.1. Informes proporcionados por laboratorio de calidad.

En cada proceso que se necesitara comprobar la calidad de los materiales se hacía uso del personal del laboratorio de calidad, dicho personal fue un técnico laboratorista que realizaba las pruebas en campo para una respuesta rápida, y confiable, como siguiente acción recababa las muestras necesarias para mandarlas al laboratorio y le hicieran los ensayos correspondientes teniendo así una doble confirmación con los reportes que el laboratorio nos entregaba contenida la información del resultado de los ensayos referentes a obra civil.

Las pruebas de calidad que se pedían en campo eran los siguientes:

- Revenimiento del concreto.
- Extensibilidad del concreto.
- Compactación de tepetate.
- Calibre de la lámina de losacero.



a)



b)



c)



d)

Fig.7.1:

a) Calibrador para losacero.

b) Prueba de extensibilidad.

c) Prueba de compactación.

d) Prueba de revenimiento.

Las pruebas que se mandaban a realizar en el laboratorio fueron las que a continuación se muestran:

- Resistencia a la compresión del concreto a 7 días.
- Resistencia a la compresión del concreto a 14 días.
- Resistencia a la compresión del concreto a 28 días.
- Resistencia a tensión del acero de refuerzo.
- Compactación de tepetate.

A continuación se muestra un ejemplo de los formatos de los reportes de concreto entregados y su explicación de los puntos importantes para su análisis.



LIAC CONSULTORES, S. de R.L. de C.V.
 OFICINAS: ROCHESTER NÚM. 49 1° PISO COL. NÁPOLES ALC. BENITO JUÁREZ 03810 CIUDAD DE MÉXICO
 TEL. 5555433800, 01 Y 02 www.liac.com.mx liac@liac.com.mx
 LABORATORIO CENTRAL: SAUCES NÚM. 484-A COL. PASTEROS ALC. AZCAPOTZALCO 02150 CIUDAD DE MÉXICO

1
2

INFORME DE ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO															
ESPECIMENES CILINDRICOS															
Solicitante: OPERADORA CICS, S.A. DE C.V.					Obra: PABELLON NACIONAL DE LA BIODIVERSIDAD UNAM					Fecha de muestreo: 05 septiembre 2019					
Calle: LAGO ZURICH NÚM. 245, EDIFICIO FRISCO, PISO 2					Dirección: CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO					Informe núm.: 20191004112828					
Colonia: AMPLIACIÓN GRANADA					Contratista: OPERADORA CICS, S.A. DE C.V.					Exp. no.: 144/33 O.T. no.: 22					
Ciudad: 11529 CIUDAD DE MÉXICO					Clave: CMP										
MUESTREO DE CONCRETO HIDRAULICO EN ESTADO FRESCO															
Muestra núm.	Planta Pre-mezcladora	Remisión núm.	Características solicitadas del concreto				Vol. olla	Tiempo de recorrido, h		Revenimiento, cm		Masa unitaria, g/cm³	Contenido de aire, %	Temperatura, °C	
			f'c	Cemento	T.M.A.	Rev.		Salida	Llegada	1°	2°				
114	Fortaleza	9006521	350	1	RN	10	*	6.5	09:38	10:56				26.0	
CONTROL DE REVENIMIENTOS															
Muestra núm.	Localización	Ensayos de la resistencia a la compresión, kPa (kgf/cm²)													
		3 días	Promedio	7 días	Promedio	14 días	Promedio	28 días	Promedio	56 días	Promedio				
114	Columnas, ejes: (D) 1, 1° nivel; ejes: (F) 4, (E) 5, (F) 5, (E) 6, (F) 6, planta baja.	31 653	(323)	31 653	(323)	35 127	(358)	35 127	(358)	43 271	(441)	43 203	(441)		
					92%			102%				126%			
		4 5													
Observaciones: 1 kg/cm² = 98.0665 kPa; 1 kPa = 0.010197162 kg/cm² Flujo por revenimiento: solicitado: 70 cm; determinado: 40 cm. Concreto colocado con bomba estacionaria. Volumen total colocado: 19.5 m³.															
Temperatura de curado Inicial, °C: 21.0 Método de curado: En humedad Fecha de ensayo: 3 de octubre de 2019 Fecha de emisión: 4 de octubre de 2019		Observaciones: 1 kg/cm² = 98.0665 kPa; 1 kPa = 0.010197162 kg/cm² Flujo por revenimiento: solicitado: 70 cm; determinado: 40 cm. Concreto colocado con bomba estacionaria. Volumen total colocado: 19.5 m³.													
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO C-007-002/11		muestreo realizado por:  David Mendoza Mendoza Nombre del laboratorista													
		muestreo realizado por:  Fernando Figueroa Hernández Nombre del laboratorista													
		muestreo realizado por:  Ing. César A. Vázquez V. Nombre del laboratorista													
MÉTODOS DE ENSAYOS EMPLEADOS ACREDITADOS: NMX-C-83-ONNICE-2014, NMX-C-186-ONNICE-2013, NMX-C-185-ONNICE-2016, NMX-C-159-ONNICE-2016, NMX-C-181-ONNICE-2013, NMX-C-162-ONNICE-2014. ESTE INFORME NO PUEDE SER ALTERADO, NI REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO. EL INFORME DE ENSAYOS SE REFIERE EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.															

6

1.-

Solicitante:	OPERADORA CICS, S.A. DE C.V.	Obra:	PABELLÓN NACIONAL DE LA BIODIVERSIDAD UNAM
Calle:	LAGO ZURICH NÚM. 245, EDIFICIO FRISCO, PISO 2	Dirección:	CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO
Colonia:	AMPLIACIÓN GRANADA	Contratista:	OPERADORA CICS, S.A. DE C.V.
Ciudad:	11529 CIUDAD DE MÉXICO		
		☒ Control	☐ Visita
			Clave: CMP

Cuadros de información general de la empresa que solicita el ensaye y del proyecto de donde se obtuvo la muestra.

2.-

Fecha de muestreo		
05	septiembre	2019
Informe núm.: 20191004112828		
Exp. no.:	144/33	O.T. no.: 22

Datos del muestreo, la fecha de cuando se obtuvo y datos para su clasificación interna en el laboratorio.

3.-

MUESTREO DE CONCRETO HIDRAULICO EN ESTADO FRESCO												
Planta Pre-mezcladora	Remisión núm.	Características solicitadas del concreto					Vol. olla m³	Tiempo de recorrido, h		Revenimiento, cm		Temperatura, C° (D)
		f'c kg/cm²	Clase	Cemento, tipo	T.M.A. mm	Rev. cm.		Salida planta	Llegada Obra	1°	2°	
Fortaleza	9006521	350	1	RN	10	*	6,5	09:38	10:56	*		26,0

Datos de la remisión de concreto, importantes para tener un mejor monitoreo de qué olla fueron tomadas las muestras y de qué planta mezcladora.

4.-

Localización
Columnas, ejes: (D) 1, 1° nivel; ejes: (F) 4, (E') 5, (F) 5, (E) 6, (F) 6, planta baja.

Tipo de elemento colado y su ubicación a ejes.

5.-

Ensayos de la resistencia a la compresión, kPa (kgf/cm²)						
Promedio	7 días	Promedio	14 días	Promedio	28 días	Promedio
	31 653 (323)	31 653 (323)	35 127 (358)	35 127 (358)	43 271 (441)	43 203 (441)
		92%		102%	43 135 (440)	126%

Resistencia a la compresión (F'c) a 7, 14 y 28 días, expresados en kpa y entre paréntesis en kg/cm². El porcentaje que se muestra es en relación a lo que sería la resistencia máxima deseada, que en ese caso es de 350 kg/cm².

6.-

Observaciones : $1 \text{ kg/cm}^2 = 98.06650 \text{ kPa}$ $1 \text{ kPa} = 0.010197162 \text{ kg/cm}^2$ ¹⁰ Método de ensayo no acreditado

* Flujo por revenimiento; solicitado: 70 cm; determinado: 40 cm.

Concreto colocado con bomba estacionaria. Volumen total colocado: 19,5 m³.

Observaciones generales del proceso de colado realizado en obra.

7.2. Generadores de obra:

Los contratistas después de un trabajo realizado llámese: colado, tendido de losacero, armado de acero o cualquier trabajo pedido por la supervisión, realizaban generadores de obra, en los cuales se plasmaba el trabajo realizado en las unidades correspondientes, en el caso de que el trabajo correspondiera a alguna instrucción plasmada en los planos estructurales o en un boletín se ponía el diagrama correspondiente, también venía acompañado por una planta donde se marcaba la localización del trabajo en los ejes de la construcción y por último las fotografías evidencia del trabajo realizado.

Estos generadores se revisaban y en su caso se corregían para que los contratistas no cobraran de menos o de más, si no lo justo. Una vez revisados se regresaban a ellos para que armaran su estimación y procedieran al cobro de dicha estimación.

A continuación se muestra un ejemplo de generadores de obra:

OPERADORA CICSA, S.A. DE C.V.
GENERADOR DE OBRA

OBRA: LABORATORIO PABELLON DE LA BIODIVERSIDAD

UBICACIÓN: CIRCUITO "CULTURAL" DE CIUDAD "UNIVERSITARIA" UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, COYOACAN, C.P. 04510, CIUDAD DE MEXICO.

PLANO (S): ESTRUCTURAL NIVEL P.B. (E-04 Y E-02 e)

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA VALMGON, S.A. DE C.V.

ESTIMACION

EST.14/ORD.14

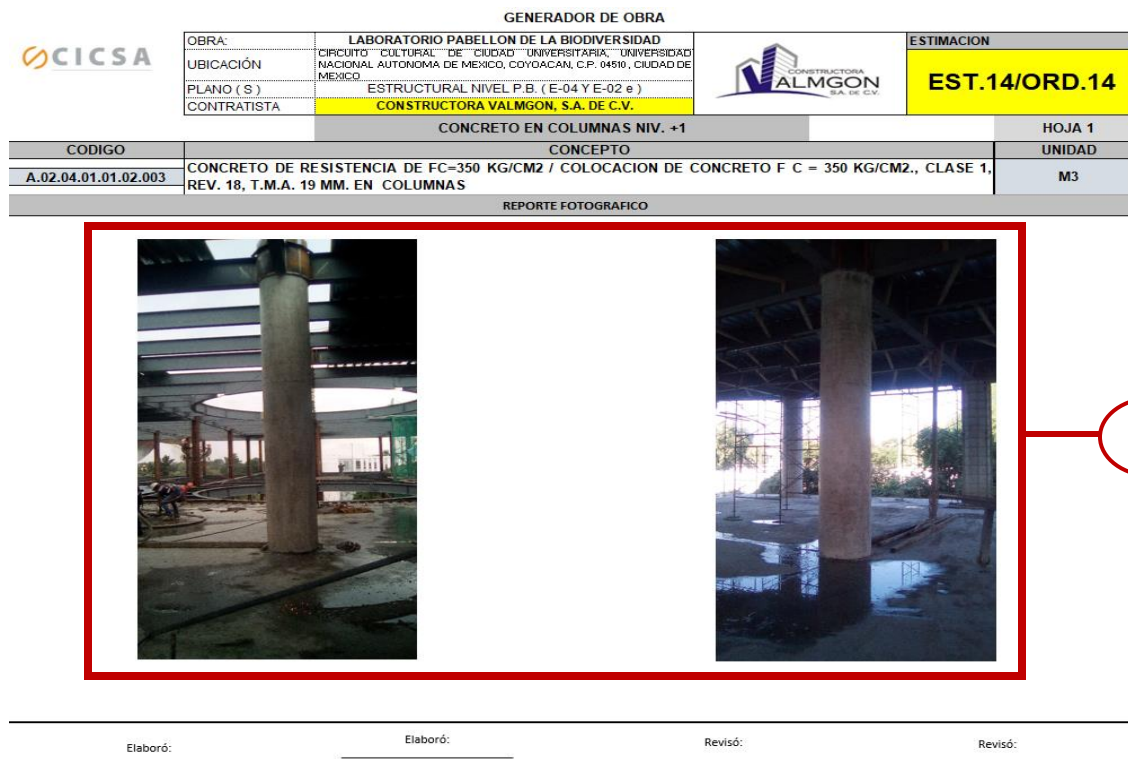
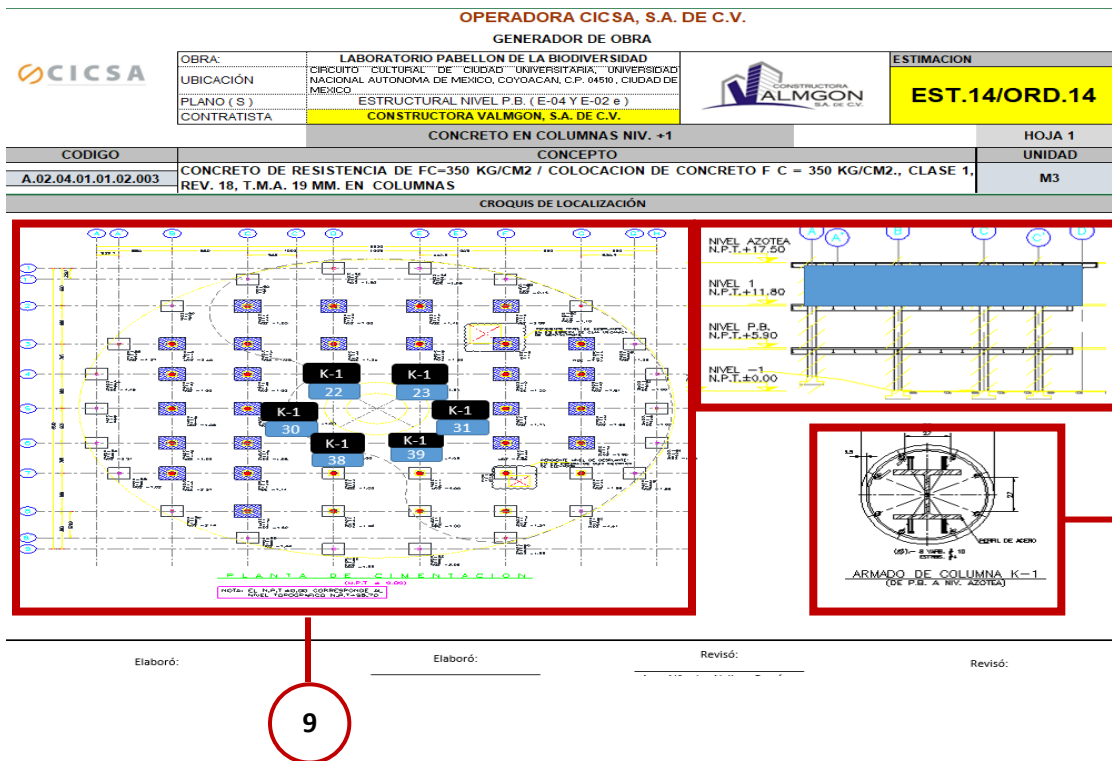
CONCRETO EN COLUMNAS NIV. +1

CONCRETO

CODIGO: A.02.04.01.01.02.003

CONCRETO DE RESISTENCIA DE FC=350 KG/CM2 / COLOCACION DE CONCRETO F C = 350 KG/CM2., CLASE 1, REV. 18, T.M.A. 19 MM. EN COLUMNAS

							HOJA 1
							UNIDAD
							M3
COLUMNA TIPO K-1 DE 80 CMS. DIAM.	NIV. +1 a AZOT.	EJES	OPERACIONES	LARGO	AREA	PZS.	TOTAL
PRIORIDAD 1	K-1 (REFER. 39)	6 - E	3.1416x(0.40)2 = 0.50 M2	5.70	0.50	1.00	2.85
PRIORIDAD 2	K-1 (REFER. 38)	6 - D	3.1416x(0.40)2 = 0.50 M2	5.70	0.50	1.00	2.85
PRIORIDAD 3	K-1 (REFER. 22)	4 - D	3.1416x(0.40)2 = 0.50 M2	5.70	0.50	1.00	2.85
PRIORIDAD 3	K-1 (REFER. 30)	5 - C	3.1416x(0.40)2 = 0.50 M2	5.70	0.50	1.00	2.85
PRIORIDAD 4	K-1 (REFER. 23)	4 - E	3.1416x(0.40)2 = 0.50 M2	5.70	0.50	1.00	2.85
PRIORIDAD 4	K-1 (REFER. 31)	5 - E	3.1416x(0.40)2 = 0.50 M2	5.70	0.50	1.00	2.85
TOTAL M3							17.10



1.-

OBRA:	LABORATORIO PABELLON DE LA BIODIVERSIDAD
UBICACIÓN	CIRCUITO CULTURAL DE CIUDAD UNIVERSITARIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, COYOACAN, C.P. 04510 , CIUDAD DE MEXICO
PLANO (S)	ESTRUCTURAL NIVEL P.B. (E-04 Y E-02 e)
CONTRATISTA	CONSTRUCTORA VALMGON, S.A. DE C.V.

Cuadros de información general de la obra, planos usados para realizar el generador y nombre del contratista.

2.-

ESTIMACION
EST.14/ORD.14

Número y tipo de la estimación que se formará con los trabajos que se generan.

3.-

CONCEPTO
CONCRETO DE RESISTENCIA DE FC=350 KG/CM2 / COLOCACION DE CONCRETO F C = 350 KG/CM2., CLASE 1, REV. 18, T.M.A. 19 MM. EN COLUMNAS

Concepto del trabajo plasmado en el generador de obra.

4.-

	NIV. +1 a AZOT.
COLUMNA TIPO K-1 DE 80 CMS. DIAM.	
PRIORIDAD 1	K- 1 (REFER. 39)
PRIORIDAD 2	K- 1 (REFER. 38)
PRIORIDAD 3	K- 1 (REFER. 22)
PRIORIDAD 3	K- 1 (REFER. 30)
PRIORIDAD 4	K- 1 (REFER. 23)
PRIORIDAD 4	K- 1 (REFER. 31)

Referencia del elemento según planta estructural y en este caso, según sección de acción.

al

8.-

Resultado de las operaciones previas, hasta abajo el total de las mismas y la unidad que le corresponde al concepto generado.

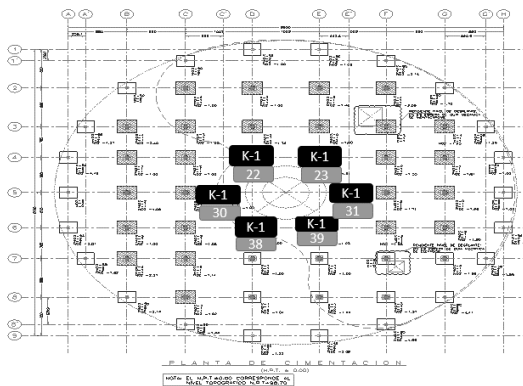
[illegible]

Resultado de las operaciones previas, hasta abajo el total de las mismas y la unidad que le corresponde al concepto generado.

[illegible]

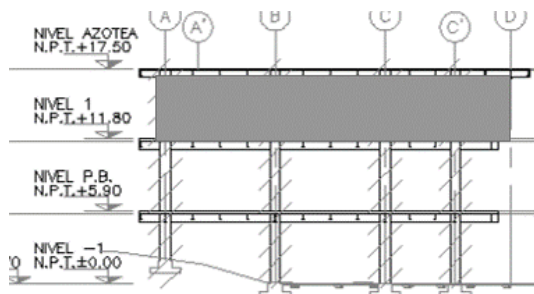
Información numérica desglosada para llegar
resultado del volumen generado.

9.-



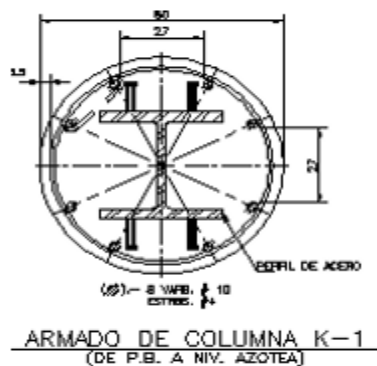
Ubicación en planta del elemento o la actividad generada.

10.-



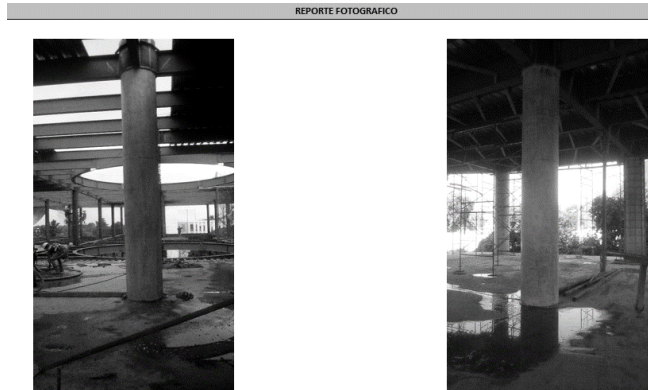
Localización en un alzado esquemático definiendo el nivel en donde se encuentra lo generado.

11.-



Detalle estructural del concepto general, puede ser recabado de los planos estructurales o de algún boletín, si es que se cuenta con uno que justifique el trabajo realizado.

12.-



Reporte fotográfico de lo generado, mismo que servirá como evidencia visual de que si se realizaron los trabajos.

Estos partes de un generador desglosadas son las mínimas que un generador debe de contener para su entendimiento, recordando que un generador de obra tiene que ser de fácil entendimiento porque dicho documento es muy importante al momento de cobrar por las actividades realizadas y en un futuro se puede prestar a alguna auditoria, teniendo como entendido que no siempre los ingenieros o los arquitectos serán quienes analicen el generador de obra.

Al momento de revisarlo se le harán las correcciones correspondientes haciéndolas de una manera clara y concisa, sobre todo con fundamentos sin aplicar corrector lo que le contratista plasmó, esto como medida para que no se presenten futuros malos entendidos.

Así mismo, sobre la misma línea de evitar malos entendido, después de corregir lo generado se tiene que conciliar con el residente del contratista para explicar el por qué se modifican sus números.

7.3. Actividades realizadas:

Con los reportes del laboratorio realicé la recepción de ellos, su correcta interpretación y síntesis de información, creando un Excel donde vacié los datos importantes de los reportes teniendo así la información concreta y a la mano por cualquier aclaración.

Específicamente en los reportes de concreto monitoreé que cada elemento diera la resistencia a su 100% por si llegaba a suceder algún caso con menor resistencia de inmediato comunicarlo para su análisis y pertinente solución.

Por designación directa del residente de obra, en la parte de generadores yo revisé generadores de obra civil de dos contratistas lo cual implicaba que supiera que se estaba generando, saber leer los planos estructurales, darle seguimiento a cada proceso constructivo para ver que se estuviera llevando a cabo bien sin meter menos materiales de los indicados en planos, corregir con fundamentos si es que el contratista generaba de más o de menos y conciliar con los residentes de dichos contratistas el volumen final.

Llevé un archivo Excel a forma de control de qué generadores revisé para que no quisieran generar dos veces un mismo concepto o para que no faltara nada que generar.

8. Conclusiones y recomendaciones.

Como conclusión de este reporte de actividades, tengo a bien mencionar que en mis labores profesionales ejercidas en Carso Infraestructura y Construcción, he puesto en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil tanto en mi estancia en lo administrativo como lo es en la residencia de obra, en esta última con mayor énfasis ya que debido a las condiciones con las que llegué a la obra “Pabellón Nacional de la Biodiversidad”, me tocó la gran fortuna de llevar, junto con el encargado de la misma, una obra desde sus cimientos hasta la terminación de la obra civil y en estos momentos los acabados. Teniendo como aprendizaje la experiencia que la obra misma me pudo brindar con el ritmo acelerado que caracteriza a una construcción de edificación.

Repito que con más énfasis en la residencia de obra debido a que muchas personas que he encontrado en mi camino dicen que un ingeniero civil en el ramo de la construcción sólo se dedica a obtener rendimientos, la experiencia en obra es totalmente diferente ya que cotidianamente se necesita dar soluciones prácticas, seguras y bien fundamentadas a problemas que surgen durante los

procesos constructivos, dichos problemas ponen a prueba el ingenio de cada uno porque nunca hay sólo una solución ante la situación que se presente.

Aunado a lo anterior aclarar que uno como estudiante de ingeniería civil y futuro ingeniero se va a enfrentar con situaciones en las que no sólo se aplican conocimientos de un área en específico y se va a tener que aprender sobre la marcha para satisfacer las necesidades que la obra solicite.

Como recomendación personal, al momento de estar en el mundo laboral no creer que uno domina algún tema en específico porque mientras más uno conoce más ignora, siempre hay que tener la humildad presente y las ganas de aprender cosas nuevas ya que los procesos constructivos se encuentran innovándose día con día y de las personas que luego creemos que no vamos a aprender terminamos extrayendo un vasto conocimiento.

Otra recomendación que a mi parecer es una de las más importantes es que si se tiene la oportunidad de ingresar al campo laboral invirtiendo tiempo ya en los últimos tres semestres, aclaro que en estos últimos tres semestres ya que a esa altura de la carrera uno ya cuenta con cierto conocimiento de la profesión que nos pueden ayudar a entender las cosas en el ámbito profesional. Así mismo es importante ya que muchas empresas no están contratando a recién egresados sin experiencia laboral. También es importante esto de empezar a buen tiempo en el campo laboral porque cuando una empresa te contrata con un rango es porque dicha empresa confía en que sabes lo mínimo para ocupar ese puesto como profesional egresado y muchas empresas no tienen tiempo para educar jóvenes ingenieros. Nos buscan para ya ser capaces de dar soluciones más no problemas.

Otra recomendación que doy a los que ya están en obra laborando es que se informen muy bien a cerca de los sindicatos y sus cuotas sindicales ya que desgraciadamente se tiene que lidiar con ellos. Pero ante todo cuidar la integridad del personal que se tiene a cargo y la propia.

Una vez que se está ejecutando una obra recomiendo que se tenga mucho dialogo con la supervisión así como con las personas de proyecto para solucionar los problemas que se presenten en un corto tiempo y con la solución óptima para dicha situación porque es bien sabido que en la obra el tiempo es dinero.

Por último es importante permanecer actualizado, seguir estudiando e investigar nuevos temas de nuestra profesión para tener mayor presencia en la solución de problemas que surjan durante el proceso de construcción de una edificación, ser más eficaz en la toma de decisiones y aportar con algo diferente y novedoso a nuestro gran mundo de la Ingeniería.

Referencias:

- Planos estructurales para la realización de la obra civil.
- <http://www.ccicsa.com.mx/>
- Conocimientos adquiridos en la carrera.
- Conocimientos adquiridos en obra.