



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



Facultad de Ingeniería Civil

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA SEGUNDA ETAPA DE LA PLAZA COMERCIAL LAS AMÉRICAS

Tesis Que Presenta

Jorge Luis Salcedo López

Para Obtener el Grado de

Ingeniero Civil

Asesor de Tesis: Ing. Jaime Camacho Moreno

AGRADECIMIENTOS

Al término de esta etapa de mi vida, quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

A mis padres:

Como un testimonio de gratitud y eterno reconocimiento, por el apoyo que siempre me han brindado y con el cual he logrado terminar mi carrera profesional, siendo para mí, la mejor de las herencias. Sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.
Con cariño y admiración.

A Mis Maestros:

Por ser los facilitadores del conocimiento durante mi preparación profesional, guías en la experiencia del ámbito laboral y sabios consejeros en situaciones complejas. A todos sin distinción, por sus buenos y malos ejemplos también, ya que esos tintes o tonalidades nos permiten tener un amplio panorama de nuestra realidad con lo cual nos vamos formando y forjando día a día.

Con un agradecimiento especial al profesor y amigo Ing. Jaime Camacho Moreno por apoyarme con la asesoría de este trabajo, por sus consejos y su amistad

A La Facultad:

A tus aulas llegué con una esperanza en la mente y una promesa en el corazón, hoy me retiro con nuevas ilusiones y metas por alcanzar alimentadas por la ambición del conocimiento. Tus techos nos dieron cobijo en aquellos días enteros que pasamos mis compañeros y yo tomando clases y cursos complementarios con la firme convicción de una mejor preparación.

“Brindemos por los locos, por los inadaptados, por los rebeldes, por los alborotadores, por los que no encajan, por los que ven las cosas de una manera diferente. No les gustan las reglas y no respetan el status-quo. Los puedes citar, no estar de acuerdo con ellos, glorificarlos o vilipendiarlos. Pero lo que no puedes hacer es ignorarlos. Porque cambian las cosas. Empujan adelante la raza humana. Mientras algunos los vean como locos, nosotros vemos el genio. Porque las personas que se creen locas para pensar que puedan cambiar el mundo, son las que lo hacen.”

Jack Kerouac

Introducción	4
Justificación	5
Proyecto	6
Proyecto Arquitectónico	6
Estudios Previos	7
Proyecto Estructural	10
Proceso Constructivo	11
Cimentación	11
<i>Piloteado</i>	11
<i>Dados Candelero</i>	12
<i>Dados con Anclas</i>	16
Terracerías Y Firmes	18
<i>Muros de Concreto (Contención y Rampa de estacionamiento)</i>	18
<i>Relleno</i>	20
<i>Firmes</i>	21
Estructura	23
<i>Plaza Comercial (Concreto Presforzado)</i>	23
<i>Deck de Estacionamiento (Steel Deck)</i>	32
<i>Domo</i>	36
<i>Fachadas</i>	37
<i>Aislantes Sísmicos</i>	40
Instalaciones	43
<i>Instalación Hidráulica</i>	43
<i>Cisternas</i>	44

<i>Instalación Sanitaria</i>	46
<i>Instalación de Gas</i>	47
<i>Instalación de Aire Acondicionado</i>	47
<i>Instalación de Protección Contra Incendio</i>	48
<i>Instalación de Drenaje Pluvial</i>	49
<i>Instalación Eléctrica</i>	50
<i>Instalaciones Especiales</i>	51
<i>Sistematización</i>	51
<i>Escaleras Eléctricas y Mecánicas</i>	51
<i>Cubos de Elevadores</i>	54
Acabados	56
Anexos	63
Conclusiones	81
Referencias	82

Introducción

La reconstrucción y ampliación de la plaza comercial Las Américas ubicada sobre la Avenida Enrique Ramírez Miguel en la ciudad de Morelia, Mich., dio inicio desde el año 2006 después de haber reubicado la tienda Comercial Mexicana, pero por ser un plan tan ambicioso, realizar la construcción en su totalidad en una sola etapa no era la opción más viable por requerir una inversión muy grande. Es por ello que se optó por dividir el proyecto en tres etapas, donde para cada una de ellas se contempló la realización de una nueva sección de la plaza comercial con tienda ancla y locales comerciales independientes.

La presente tesis es una breve descripción del proceso de construcción que se siguió a lo largo de la realización de la segunda etapa de la Ampliación de Plaza Las Américas, así como de algunos de los problemas y/o conflictos que se fueron presentando a lo largo de su construcción, desde la cimentación hasta la terminación de la nueva área de la plaza comercial donde se tenía sólo la tienda ancla de Liverpool terminada a la fecha en que se abrieron las puertas a todo el público en general. Es por esta razón que, aún cuando en el proyecto de la segunda fase se indica la construcción de las nuevas instalaciones de la tienda Samborns para su posterior reubicación, he decidido no incluirla en el trabajo por ser una construcción llevada a cabo con la misma metodología pero a diferentes tiempos; es decir, si bien la nueva tienda Samborns es parte de la segunda fase de la construcción, no se tenía planeado su terminación e inauguración junto con la plaza comercial.

La tesis no trata de criticar o hacer un análisis de la forma en que se llevó a cabo la construcción, sino simplemente de relatar cómo se hicieron las cosas y las consideraciones hechas por los responsables al tomar las decisiones, hayan sido o no las mejores para resolver o dar solución a las diferentes situaciones que se presentaron, ya fueran previstas o imprevistas.

Justificación

Se pretende dar a conocer, no sólo a la comunidad ingenieril sino a todo aquel que esté interesado en saber más acerca de las metodologías y procesos de construcción llevados a cabo en la segunda etapa de la obra denominada Ampliación Plaza Las Américas, la cual ha sido impactante de diferentes formas para la sociedad de Morelia, ya sea porque es un lugar mucho más grande y bonito para ir de compras o ir a pasear, porque le da otro status a la zona, por el impacto visual, porque Morelia ha crecido y por lo tanto se hizo necesario dar a las personas un centro comercial apropiado a su nivel de vida y poder adquisitivo con tiendas de diferentes marcas que antes sólo se adquirirían en otras ciudades más grandes y porque hasta el momento de realización de la obra era una de las más grandes e importantes que se llevara a cabo en la ciudad y se utilizaron sistemas constructivos que no se verían en construcciones más pequeñas.

Espero poder saciar la curiosidad de muchos interesados en el tema con este trabajo y resolver la duda de cómo fue la realización de tal obra a todo aquel que se le haya ocurrido plantearse la pregunta en algún momento.

Proyecto

Proyecto Arquitectónico

En el proyecto arquitectónico inicial se contemplaba la construcción de tres niveles de plaza con locales comerciales, una tienda ancla y áreas de esparcimiento y convivencia familiar. Un espacio de cuatro niveles para dar servicio de estacionamiento a los visitantes de la plaza y clientes de las diferentes tiendas.

En la planta baja del centro comercial se ubicarían 21 locales comerciales, lo mismo en el primer nivel y el segundo nivel sería destinado a 11 locales de comida, sanitarios de hombres y mujeres para uso de clientes y 2 locales comerciales más. Los negocios de comida deberían estar ubicados a un costado de la plaza, es decir, del lado contrario de la tienda ancla para que los olores no invadieran la tienda, quedando los dos locales restantes a la entrada de la tienda ancla.

En la parte superior de la plaza se proyectó inicialmente un domo a una sola agua, siguiendo la línea visual del domo colocado en la primera fase, sin embargo, por cambio de proyecto se decidió un domo a dos aguas y a diferentes elevaciones.

Para comunicar los diferentes niveles se ubicarían tres elevadores panorámicos; uno dentro de la plaza y dos más en el estacionamiento, escaleras eléctricas en diferentes puntos para ir de planta baja al primer nivel y de primer nivel a segundo nivel al interior de la plaza, así como escaleras mecánicas que comunicaran los diferentes niveles del estacionamiento con los accesos al centro comercial.

Como se dijo anteriormente, el estacionamiento constaría de cuatro niveles accesibles para los automóviles mediante rampas de ascenso y descenso, pudiendo entrar a éste desde la calle Venezuela en la parte posterior de la plaza a nivel de planta baja y se mantendría comunicado con el nivel de sótano del estacionamiento construido anteriormente de igual forma con una rampa. El estacionamiento contaría además con dos puentes que darían entrada directa a la tienda Sears y a los cines respectivamente.

Estudios Previos

El conocimiento detallado de la estructura y propiedades del subsuelo resulta primordial para poder llegar a un diseño apropiado de la cimentación de una estructura. Es por ello que uno de los puntos claves del proyecto, consiste en el programa de exploración, integrado por los trabajos ejecutados directamente en el campo y complementado con los ensayos de laboratorio, para posteriormente conjuntar los resultados de gabinete, hasta llegar a un modelo geomecánico susceptible de análisis matemático.

Para el análisis de la cimentación se realizaron dos sondeos de 25 m de profundidad denominados SM-1 y SM-2, exclusivamente en la zona del antiguo estacionamiento, es decir, cuando las instalaciones de la Comercial Mexicana se encontraban aún en la Plaza Las Américas, ya que no existía la posibilidad de entrar a otras áreas. Los sondeos se ejecutaron combinando el penetrómetro estándar de 60 cm de longitud, hincándose a percusión con obtención de muestras alteradas representativas y el muestreo inalterado empleando el tubo Shelby dentado o Barril Denison.

Estos estudios sirvieron para definir el tipo de cimentación que se llevaría a cabo en la primer etapa de construcción. Para la segunda etapa no se realizaron estudios de mecánica de suelo adicionales, por lo menos no con muestras de suelo; en su lugar, se tomaron los resultados de los estudios de la etapa anterior y se usaron como parámetros iniciales para, a partir de ellos, extrapolar resultados complementándolos con un estudio geomagnético para corroborar que el suelo fuera similar y con las mismas características en todo el terreno. El escaneo geomagnético dio como resultado una similitud en la estratigrafía del terreno, con lo que se dio inicio la construcción.

A continuación se anexan los resultados del estudio de mecánica de suelos con las características de las muestras extraídas a diferentes profundidades en cada uno de los sondeos:

La secuencia estratigráfica detectada en el sitio obedece a un depósito en un ambiente lacustre, generado por la otrora presencia de una pequeña presa.

SM-1	
Prof. (m)	Descripción
0.20 - 1.40	Estrato con capacidad de carga que va de suelta a media; compuesto por grava y gravillas de hasta 3/4" (GC) empacadas en una matriz de arcilla con muy poca arena, color café. Su humedad natural varió de 30.72% a 25.96%
1.40 - 7.10	Arcilla con poca arena fina (CH), su color va de café oscuro a café. Su consistencia va de semirrígida a rígida y su compresibilidad de media a baja. Su contenido natural de agua osciló entre 24.74% y 42.17%

SM-1	
7.10 - 9.10	Limo(MH) de color café, con algunos grumos del mismo material; de consistencia muy rígida y compresibilidad baja; su humedad natural osciló entre 26.69% y 44.44%. En la parte inferior se detectó una lente de aproximadamente 40 cm de limo arenoso (ML) color café de consistencia muy rígida y baja compresibilidad
9.10 - 12.60	Material compuesto por boleos de hasta 15 cm, gravas y gravillas de hasta 3/4" (GC), empacados en una matriz de arena con finos arcillosos; la resistencia a la penetración estándar arrojó valores mayores a 50 golpes, por tal motivo la compacidad es alta.
12.60 - 13.20	Arcilla (CH) con grumos, color café, de consistencia dura y compresibilidad muy baja. Su humedad natural fue de 37.78%
13.20 - 15.60	Material con una compacidad alta, conformado por gravas basálticas redondeadas de hasta 3/4" (GC), empacadas en una matriz de arcilla con arena; su humedad natural osciló entre 16.77% y 21.98%
15.60 - 21.00	Se observó una alternancia de boleos y gravas redondeadas de origen fluvial, empacadas en una matriz arcillo-arenosa. Dentro de este estrato, a una profundidad de 18 m, se observó un pequeño estrato de aprox. 5 cm de gravas y gravillas de hasta 1", empacadas en una matriz de arcilla con arena, de compacidad alta y color café.
21.00 - 25.00	Se detectó una toba conformada por limo arenoso (SM) de color café, de consistencia dura y compresibilidad muy baja.

SM-2	
Prof. (m)	Descripción
0.20 - 0.80	Estrato con una compacidad suelta, compuesto por gravas y gravillas de hasta 1/2" (GM) empacadas en una matriz de arena con finos limosos, color café. Su humedad natural fue de 26,08%
0.80 - 9.10	Arcilla (CH-CL) con poca arena fina, su color va de café oscuro a café. Su contenido natural de agua osciló entre 21,62% y 50,60%. El número de golpes fue de entre 4 y 48, por lo tal motivo su consistencia va desde baja a alta y su compresibilidad de alta a muy baja.
9.10 - 9.50	Se encontró un limo (MH) con arena color café; de consistencia dura y compresibilidad muy baja.

SM-2	
9.50 - 10.40	Se detectó un material compuesto por boleos, gravas y gravillas (GC), empacadas en una matriz de arena poco arcillosa; la resistencia a la penetración estándar arrojó valores mayores a 50 golpes, por tal motivo la compacidad es alta.
10.40 - 15.00	Se cruzó una alternancia de boleos y gravas redondeadas de origen lacustre, empacadas en una matriz arcillo-arenosa, de compacidad muy alta.
15.00 - 20.00	Se detectó una toba conformada por un material limo arenoso (ML) de color café, de baja plasticidad y con algunas gravillas en la parte superior, de consistencia dura y compresibilidad muy baja.

El nivel freático se detectó durante los trabajos de exploración a 6.00 m en ambos sondeos. Adicionalmente en los sondeos se realizaron pruebas de permeabilidad promedio tipo Lefranc de carga variable, debido al carácter arcilloso de las matrices.

Una vez obtenidos los resultados de los estudios de mecánica de suelos, se hizo el análisis del sistema de cimentación que se iba a llevar a cabo para la transmisión de cargas al terreno. En este caso se analizaron dos alternativas de cimentación: la primer alternativa de cimentación fue a base de zapatas aisladas desplantadas a 2.00 m de profundidad con respecto al nivel de sótano (-7.00m), considerando zapatas cuadradas de diferentes dimensiones que iban desde 1.00 hasta 4.50m; la segunda alternativa de cimentación sería mediante el empleo de pilas cortas de sección circular, desplantadas a -5.00 m de profundidad en material compacto a partir del nivel de sótano (-7.00m), tomando en consideración diámetros a partir de los 0.60 y hasta 1.50m.

Finalmente mediante los análisis se determinó que la cimentación más conveniente sería la conformada por pilas circulares de diferentes diámetros, ya que permitiría una mejor transmisión de cargas al terreno, su proceso constructivo resultaba menos tardado y porque en el caso de las zapatas debía retirarse en su totalidad los materiales blandos hasta encontrar un estrato resistente; lo cual traería complicaciones constructivas adicionales al tener en su mayoría un terreno arcilloso.

Proyecto Estructural

Para la estructura del centro comercial se optó por elementos de concreto estructural prefabricados en planta, con un presfuerzo mediante torones sujetos a tensión suministrados por la empresa VIBOSA. La estructura se formaría con diferentes piezas como lo son:

- Elementos losa TT las cuales conforman la losa.
- Trabes portantes, encargadas de recibir o soportar a los elementos TT.
- Elementos o trabes rigidizantes, que brindan rigidez a la estructura tal como su nombre lo indica.
- Columnas con capiteles para soportar otros elementos, como las trabes portantes y rigidizantes, además de ser éstas las que transmiten las cargas de forma puntual a la cimentación.

Adicionalmente a éstos, se hizo uso de elementos tipo T, los cuales son de menores dimensiones pero que de igual forma sirven para formar la estructura de la losa, con la ventaja de soportar cargas o pesos mayores. Éstos elementos se usaron entre los ejes J y K de la azotea de Liverpool con el fin de soportar la maquinaria y equipo que se alojaría ahí más tarde.

Dicho sistema fue elegido por considerar que las edificaciones construidas bajo éste sistema permiten tener claros más largos en comparación con la estructura de acero (lo que claramente es una ventaja y un beneficio para edificios de uso comercial), soportan mayores cargas, además de su rapidez en el montaje en comparación con los tiempos constructivos de otros métodos. Éste último punto es quizás el más importante por su impacto directo en los tiempos y costos de construcción.

Para el caso de la estructura del estacionamiento se decidió construirla en forma de deck con columnas y elementos de acero. Las trabes tanto principales como secundarias serían de sección I de cuerpo macizo, una trabe intermedia de menores dimensiones que dividiera el área rectangular delimitada por dos trabes principales y dos secundarias para que a ella se sujetaran mediante tornillos las trabes “casteladas” o perforadas, las cuales servirían para soportar la losa de concreto, así como los contraventeos para dar rigidez lateral a las trabes casteladas.

Para el estacionamiento se optó por estructura de acero ya que es mucho más ligero que el concreto y por su velocidad de construcción. La ligereza de los materiales de construcción empleados en el estacionamiento es importante puesto que, al ser una estructura destinada a albergar los automóviles de los clientes, el mayor de los pesos recibidos por la cimentación será el de los mismos automóviles en comparación con el peso de la estructura misma, y hubiera sido un exceso de carga para el terreno de haber optado por otro tipo de materiales más pesados, traduciéndose posteriormente en posibles fallas del material de apoyo o en la necesidad de implementar otro tipo de cimentación más costosa como el mejoramiento o estabilización del mismo.

Proceso Constructivo

Cimentación

• Piloteado

Después de la demolición de la construcción previa en la zona, el piloteado para la cimentación profunda que soportaría la nueva superestructura de la segunda etapa de la nueva plaza comercial fue la primer tarea a realizar.

El piloteado se inició en el área del antiguo estacionamiento por estar libre de cualquier tipo de construcción a demoler. La brigada de topografía fue la encargada de la localización para las perforaciones de las pilas con ayuda de estación total.

Para la cimentación se seleccionó previamente un sistema de pilotes de punta siguiendo las recomendaciones hechas por el laboratorio encargado del estudio de mecánica de suelo. Se consideraron pilotes de diferentes diámetros para la cimentación según la capacidad de carga requerida por la solicitud de cargas aplicadas en los diferentes puntos de la plaza comercial y estacionamiento.



Una vez localizados los puntos para las perforaciones, la empresa Rivera Construcciones, que era la encargada de realizar las tareas de pilotaje, hizo las perforaciones con una máquina barrenadora hasta la profundidad requerida, la cual fue variable por la estratificación y diferentes niveles del terreno, y encontrar el estrato resistente a diferentes profundidades retirando el material del interior y posteriormente colocando el armado de la pila que había sido habilitado con anterioridad.

En ocasiones se hacía necesaria la utilización del “bote” en lugar del barreno para hacer las perforaciones por haber presencia de agua, lo cual dificultaba la extracción del material con el simple barreno. Al momento de accionar la maquinaria para hacer la perforación con el bote colocado, por acción del giro del mismo, se abren una especie de compuertas en la parte inferior y la parte dentada del bote sirve para perforar mientras el material se aloja en su interior; para retirar el material basta con hacer girar el bote en sentido contrario para cerrar las compuertas del mismo y así poder llevar a la superficie el material junto con el agua atrapada.



Como el terreno presentaba diferentes alturas debido a la construcción anterior, debía comprobarse la altura a la cual se dejaba el armado, esto con ayuda claro de la brigada de topografía.

El armado de las pilas fue diferente dependiendo del diámetro, el cual dependía a su vez de la ubicación de las mismas y la carga a transmitir al terreno. Como las varillas utilizadas para los armados de los pilotes eran a partir de varillas del No. 8 y no se permite hacer traslapes, en su lugar, se debieron unir las varillas mediante soldadura sólo admitiendo una unión por varilla corroborando la resistencia de la soldadura enviando muestras de las mismas para someterlas a pruebas de resistencia por tensión, siendo satisfactorios los resultados de dichas pruebas de laboratorio.



Una vez colocado el armado en su lugar, una grúa colocaba un embudo de acero para facilitar el colado de la pila, el cual se hizo con un concreto premezclado con resistencia de $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$ suministrado por la empresa ABCD. Con ayuda de una cinta métrica se verificó constantemente el nivel del concreto dentro de la pila hasta el nivel requerido, que en realidad era 30cm por arriba del nivel final

de desplante de los dados tipo candelero. Esto se hizo para demoler esos 30cm de concreto una vez fraguado por considerarse un concreto contaminado que arrastra por flotación fragmentos del material presente en el fondo de la perforación hasta la superficie durante el colado.



Cuando por algún motivo la perforación tuviera presencia de agua, ya fuera porque se perforó una tubería de conducción de agua o por presencia de agua freática, primero se verificaba si la tubería estaba clausurada o no y se procedía con el colado de forma inmediata para taponar con el mismo concreto e impedir que la perforación se llenara de agua.

Como el piloteado fue la primer tarea de la obra, después de la demolición claro, un retraso en ésta actividad desencadenaba retrasos en las demás actividades que le seguían. Lamentablemente la perforadora no podía hacer su labor si no se contaba con área limpia de materiales, escombros o de personal realizando actividades paralelas y esto dio origen a los primeros retrasos en los tiempos de ejecución de obra.

• Datos Candelero

El armado de los pilotes se dejó sobresaliendo aproximadamente 1.0m para que las varillas sirvieran al momento de unir el armado de los pilotes con el de los dados de tipo candelero en el caso de la plaza comercial y de dados con anclas para el deck del estacionamiento.



Después de haber colado por completo los pilotes y hecho el descabece de los mismos demoliendo la capa de 30cm de la superficie, se coló una plantilla de 5cm de concreto pobre hecho en obra alrededor del pilote para obtener una superficie uniforme y recibir el armado del dado y se enderezaron las varillas dobladas por el rotomartillo de la retroexcavadora durante el descabece, de lo contrario hubiera sido imposible colocar el armado de los dados tipo candelero sobre el armado del pilote.

Una vez colada la capa de 5cm de concreto pobre al rededor del armado del pilote, se trazaron cuatro puntos a manera de cruz o ejes que convergen al centro de la pila para indicar la posición en que se debería colocar el armado de los dados. La ubicación de estos puntos fue a cargo de la brigada de topografía mediante el uso de la estación total, ya que ellos son los que poseen toda la información acerca de la localización exacta, alturas, niveles, orientaciones, etc. de los diferentes elementos que conforman la superestructura de la plaza comercial, y de su trabajo depende que al final todas y cada una de las piezas sean colocadas en el lugar donde les corresponda según lo marque el proyecto.



Después de ubicar los cuatro puntos sobre la superficie del terreno una cuadrilla de peones se encargó de trasladar dichos puntos a la parte baja de la excavación mediante hilos o reventones y una plomada. En caso de que los hilos no se encontraran en forma perpendicular entre ellos al momento de unir los puntos marcados por la brigada topográfica, quedaba claro que existía un error ya fuera por parte de la brigada que hizo mal sus mediciones, o bien, simplemente al marcarlos sobre el terreno; cualquiera que fuere el caso, se debía corroborar dichos puntos para que no existieran errores al momento de colocar el armado de los dados que más adelante recibirán las columnas pre-esforzadas.

Luego de haber ubicado satisfactoriamente los ejes de orientación para los dados, el armado de los mismos se marcaba con pintura para facilitar la tarea de hacer coincidir los ejes del armado con los ejes de la pila. Para el traslado y colocación del armado se utilizaba una retroexcavadora con la ayuda de por lo menos tres peones para mover y girar el armado hasta orientarlo de forma adecuada. En algunos casos al armado de los dados en la colindancia con la construcción de la primera etapa, tuvieron que ser recortados de la parte superior en un costado para poder ubicarlos en su lugar, ya que estorbaba una trabe portante de la primer etapa de la ampliación de la plaza.

En el centro del interior del dado se colocó una placa de acero llamada placa de asiento, que debía cumplir con una altura específica corroborada con estación total por la brigada de topografía.

Ya colocado el armado en su lugar, se habilitó, lubricó la cimbra, y se dejó listo el elemento en espera de la olla de concreto para su colado. La cimbra podía ser lubricada con



aceite quemado, diesel o un desmoldante que se utilizó después, el cual daba mejores resultados a la hora de descimbrar los dados. En un inicio se utilizó una cimbra con tablas pero resultó ser poco conveniente por lo tardado en su colocación y que al descimbrar no se recuperaba la madera, luego se optó por intentar con una cimbra hecha a manera de “molde a la medida” con hojas de triplay y unas piezas de madera que le dieran la forma y rigidez. Ésta resultó ser más eficaz por su pronta y fácil colocación además de poder usarla en repetidas ocasiones después de su limpieza y lubricarla de nuevo. La cimbra del centro fue modificada también. Al principio se hacía uso de unas hojas de triplay reforzadas con un marco de polines, cada hoja se colocaba en su posición para crear el cuadrado del centro, pero más tarde fue sustituido este sistema

por una cimbra de acero de dos piezas, ya que de ésta forma el espacio cuadrado del centro quedaría más uniforme al ser menos maleable que las cuatro piezas de madera.

La ubicación y orientación de la cimbra del centro debía ser comprobada también por al brigada de topografía para asegurarse de que el hueco quedara bien orientado a la hora de colar el dado. El colado de los dados candelero fue con concreto premezclado suministrado por la empresa ABCD con un $f'c=350$ Kg/cm² y vibrado con un vibrador manual de tipo eléctrico. Una vez fraguado el concreto se removía la cimbra y se repetía el proceso en otra de las pilas.

Como éstas tareas fueron realizadas entre los meses de Agosto y Septiembre, hubo ocasiones en que no se podía colar por estar inundada la excavación del dado a consecuencia de las lluvias y se tenía que posponer hasta conseguir una bomba para poder sacar el agua y así poder colar, lo cual suponía retraso en la obra.



En al zona del andén de carga y descarga de Liverpool entre los ejes J - K el armado de los dados tuvo que ser diferente, ya que éstos hubieran estorbado a los camiones al dejar un espacio reducido para sus maniobras. Es por esto que los dados fueron 1.40m más largos que los demás pero con la parte superior cortada a la mitad como se puede apreciar en la imagen.



Ya que estuvieron colados los dados y con las terracerías hasta el nivel de proyecto, se hicieron excavaciones rectangulares de dimensiones variables a su alrededor de aproximadamente 50 cm de profundidad para colar las manteletas según lo indicado en planos. Las manteletas son secciones rectangulares unidas a los dados a manera de zapatas que dan mayor área de contacto y soporte al dado para la transmisión de cargas. La cimbra usada se conformó por blocks de concreto y en ocasiones con tabique rojo recocido. Se coló una cama de 5cm de concreto pobre hecho en obra para sobre éste colocar el armado de refuerzo con varillas del #5@15cm en ambos sentidos según especificaciones de proyecto con variaciones de longitudes de acuerdo con el tipo de manteleta correspondiente a su ubicación, para esto se hizo uso de las varillas dejadas previamente sobresaliendo del dado, las cuales sirvieron para dar continuidad y/o unión entre el dado y la manteleta. El colado de las manteletas fue con concreto premezclado suministrado por la empresa MIXERCON con un $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ y vibrado con un vibrador manual de tipo eléctrico.



En la mayoría de los casos, el armado de los dados no se podía colocar en su lugar con ayuda del peso propio, ya que las varillas sobresalientes de las pilas que habían sido dobladas y enderezadas dificultaban la tarea, quedando “atorado” el armado de los dados. Para hacer bajar el armado se recurrió a la “fuerza bruta” ejercida por la retroescavadora para mover y acomodar el armado, de igual forma se hacía cumplir con la elevación necesaria al aplastar el armado desde el centro cuando por alguna razón se encontrara unos centímetros elevado. Estas prácticas ocasionaron que las varillas quedaran más juntas en algunas zonas y más separadas en otras o simplemente dobladas las varillas alterando completamente el armado, lo cual puede ocasionar que el armado trabaje de forma diferente a la pensada durante su diseño y probablemente pudo ser también una de las causas de que el concreto no alcanzara a cubrir todos los espacios. Complementando el problema con un vibrado deficiente por parte de los trabajadores dio como resultado algunos dados “cacarizos”, además de no cumplir con el recubrimiento mínimo de 5cm al dejar la cimbra pegada a las varillas del armado por no hacer uso de los separadores proporcionados.

- **Dados con Anclas**

El armado y colado de los dados cuadrados con anclas que recibirían las columnas de acero en el área de estacionamiento fue mucho más sencillo. Para comenzar, el área al rededor de la pila debía estar limpio y con una pequeña cama de concreto pobre hecho en obra igual que en el caso de los dados tipo candelero, el dado fue armado sobre la pila con varillas #4@20cm para el acero vertical, con doble varilla en las esquinas y del #3@12cm a manera de estribos. Los dados podían ser de 1.0mX1.0m ó de 1.30mX1.30m según lo marcara el proyecto debido a su ubicación y cargas a soportar.



Listo el armado, se cimbró el dado con tablas de madera y polines para dar confinamiento. Las anclas se colocaron en su lugar de forma vertical cuidando dejar libres entre 25 y 30 cm de la punta roscada sobre el nivel de colado terminado. Para asegurar que las anclas permanecieran en su lugar durante el colado, se colocaban cuatro tablas perforadas a manera de molde de las anclas, que se sujetaban a éstas tablas mediante tuercas, y en la parte inferior se sujetaban con alambroón al armado del mismo dado, verificando siempre con ayuda de una regleta con niveles que quedaran verticales y no inclinadas, de lo contrario se complicarían las maniobras para colocar las columnas.

Posteriormente las tablas usadas para sostener las anclas y mantenerlas en su lugar fueron sustituidas por moldes metálicos, los cuales resultaron más confiables. En el caso del molde de las anclas, también fue necesario revisar su ubicación y orientación con estación total por parte de la brigada de topografía, para que éstas correspondieran con la ubicación de las columnas y evitar así errores constructivos.

Una vez listo el armado, la cimbra y las anclas en su lugar, se realizó el colado con concreto premezclado de $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ suministrado por la empresa ABCD y de igual forma se vibró con un vibrador de tipo eléctrico.

Hubo un cuarto tipo de dados, los que correspondían a la línea fronteriza entre el estacionamiento y la plaza comercial donde algunos ejes coincidían y se optó por hacer un armado único donde se incluyeran ambos tipos de dados. El armado se realizó de forma similar que los dados tipo candelero pero considerando un dado cuadrado con espacio para las anclas pegado a éste tal como se muestra en las imágenes.



Durante los trabajos de cimentación realizados hubo que hacer algunos cambios por imprevistos; por ejemplo, al realizar las perforaciones para pilotaje hubo zonas donde el estrato resistente no se encontraba a 10.0m ni a 11.0m y se tuvo que perforar hasta 13.0 o 14.0m, este fue el caso también de zonas donde se encontró mucho boleo con tamaños mayores a los esperados según el estudio de mecánica de suelos, lo que restaba firmeza al terreno. Uno de los dados cuadrados con anclas localizado en el área de estacionamiento sobre los ejes 13 - K se tuvo que demoler el mismo día de su colado luego de comprobar las alturas de las anclas y darse cuenta que éstas se encontraban 30cm por arriba del nivel especificado.

Además en una de las pilas sobre los ejes eD - e16, se coló de un diámetro inferior al solicitado, y como solución, se decidió colar otras dos pilas más del mismo diámetro a los

lados de ésta para hacer un dado rectangular de mayores dimensiones y tener una distribución uniforme de las cargas, es decir, se hizo un dado más grande soportado por tres pilas en lugar de una para que descansara sobre éste una columna anclada.



Terracerías Y Firmes

• Muros de Concreto (Contención y Rampa de estacionamiento)



Tanto en la periferia de la tienda Liverpool como la colindancia de la construcción con Fábricas de Francia y Samborn's, se construyó un muro de contención para soportar el empuje del material de relleno necesario para alcanzar los niveles de proyecto y sobre éste desplantar los muros de block.



Dicho muro de contención debía ser capaz de soportar los empujes ejercidos por el material. El armado del muro de retención se conformó por $8\phi\#8$, $12\phi\#3$ y estribos de cuatro ramas $\#4@25\text{cm}$. Se unía a los dados candeleros mediante $4\phi\#8$ del armado del muro y se coló con un concreto de $f'c=300\text{kg/cm}^2$ suministrado por ABCD vibrado con vibradores eléctricos. De forma similar a los dados candeleros, se colaron manteletas por el costado interno del muro de retención.



En la zona de la calle de circulación para ascenso y descenso de pasajeros entre la plaza comercial y el estacionamiento también se construyó un muro de contención de forma similar por la diferencia de niveles que se pensaba inicialmente fuera mayor.



Antes de hacer la excavación de la rampa para el paso de planta baja del estacionamiento a sótano, se construyó un muro de retención de dimensiones y armado variables debido a la pendiente de la misma rampa que consistía en el muro mismo con una zapata de longitudes diferentes a cada costado apoyada sobre una cama de concreto pobre de 5cm para brindar una superficie pareja luego de apizonar de forma manual el material arcilloso del terreno. El concreto usado para su colado fue de $f'c=300\text{kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral suministrado por ABCD, usando cimbra de triplay para un acabado aparente con “chaflanes de madera” en las uniones de las hojas de triplay para

un mejor terminado al eliminar la unión. A las secciones de las pilas que quedaron al descubierto por la construcción del muro de retención se les coló una sección adicional con la única finalidad de dejarlas como columnas cuadradas y uniformar la sección con los dados rectangulares. Sólo se colocó una capa de malla electrosoldada.

Después de fraguado, se cubrieron con un impermeabilizante a base de asfalto en la cara en contacto con el material de relleno, el cual se conformó por tepetate compactado a un mínimo de 90% en capas de 30cm humedeciendo el material para facilitar la compactación por medios mecánicos mediante el uso de un compactador manual de gasolina o bailarina.

Una vez construido el muro, se pudo iniciar la excavación de la rampa y posteriormente la demolición de las tabla-estacas para abrir el paso de la rampa.



El proyecto arquitectónico contemplaba jardineras al frente de la tienda Liverpool a ambos costados de las escaleras y de alturas variables, éstas se hicieron con muros de block aplanados con mortero, quedando de un espesor de alrededor de 25cm siguiendo la forma curva del edificio.

Algunos de los tramos de muro se colaron unos cuantos centímetros más arriba del nivel marcado, lo cual se vio reflejado al momento de colar los firmes de concreto o bien, al momento de colocar los muros perimetrales de block de concreto.

Entre los ejes M - N en el frente de Liverpool, se demolió unos cuantos centímetros el muro de contención, así como una parte de la capa de firme y se coló nuevamente para emparejar el nivel con la capa de concreto del firme. Se hizo un corte para delimitar el área a “picar” de la capa de firme. Para conseguir una buena adherencia entre la capa de concreto nuevo con el concreto viejo, se impregnó la superficie con un adhesivo transparente especial para tirol (Pracktico marca COMEX) elaborado a base de resinas acrílicas antes de colocar el nuevo concreto. En las partes donde el muro de contención quedó más arriba pero sobre éste se desplantó un muro de block de concreto, no fue necesario hacer algún tipo de corrección ya que sólo se coló con unos centímetros menos la dala de cerramiento intermedia para absorber el error de altura.



- **Relleno**



El relleno fue a base de un arreglo de gravas de diferentes tamaños hasta el nivel requerido marcado en proyecto y sobre ésta capa de filtro de roca triturada, una capa de base del orden de los 30cm de espesor.



El material se distribuyó con motoconformadora y compactado con un compactador de rodillo metálico vibratorio hasta lograr un grado de compactación del 95%. El material de base fue humedecido rociándolo con una pipa de agua para lograr su compactación óptima.



En el área de estacionamiento, después de la demolición de la antigua casa de la familia Ramírez y la casa contigua, se rellenó y mejoró el terreno de la misma manera antes descrita, luego se realizaron las tareas de pilotaje con la misma metodología mencionada anteriormente, con dados cuadrados y anclas incorporadas para atornillar las columnas circulares de la estructura de estacionamiento.

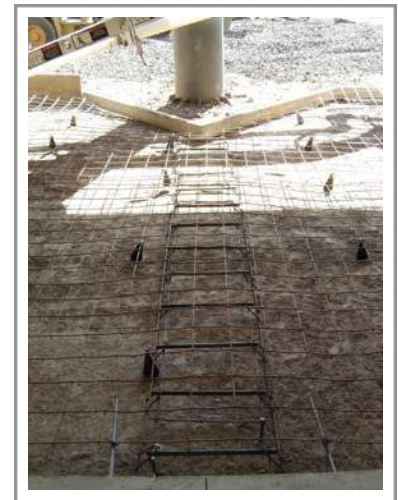


Durante el pilotaje y colado de dados con áncoras, la capa de base fue contaminada con filtro y fue necesario renivelar la capa de base. Se realizó un “papeo” para la renivelación de la base y, por recomendación del laboratorio de materiales, se estabilizó la capa de base con cal en proporción de 30 a 40Kg/M³ en los entre ejes eD-eE para luego colar la losa del firme de concreto.

• Firmes



Los firmes se hicieron de 15 cm de espesor con concreto premezclado con acabado pulido y resistencia de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, refuerzo por temperatura con una capa de malla electrosoldada suspendida con silletas y varillas de 3/8" de 80cm de longitud a cada 50cm en continuidades en Liverpool y plaza comercial, mientras que en el estacionamiento se colocaron pasajuntas en ambas direcciones



sostenidas por canastillas de una columna a otra. Las pasajuntas en el sentido longitudinal fueron de $\varnothing\#4@75\text{cm}$ de 1m de longitud y $\varnothing\#6@30\text{cm}$ de 45cm de longitud en el sentido transversal. En ambos casos se realizaron los cortes respectivos una vez fraguado el concreto con un cortador de disco y se sellaron las juntas con “cola de rata” y un sellador de poliacrílico.



Con el colado de los firmes quedaron de manifiesto los errores en las elevaciones de los colados de las manteletas de los dados candelero, los cuales tuvieron que ser “rebajados” hasta en 15cm para emparejar la superficie con el nivel de firme de concreto. Algunas otras se colaron unos cuantos centímetros por debajo del nivel y de igual forma se re-nivelaron con el nivel de firme.



En la zona de estacionamiento se dejó sin colar una franja entre el nuevo firme y el firme que conforma la planta baja del área de sótano para hacer cortes limpios con disco y colar dicha transición.

Fue en esta misma zona donde el firme quedó con un desnivel en forma de protuberancia por un error en el colado del firme en la etapa anterior. Por ser la zona perimetral del sótano, se tenían tablaestacas a las orillas y una de éstas no se “rebajó” en su momento y se coló el firme con un nivel más alto. Finalmente se hizo un corte en dicha área para demoler parte de la tablaestaca lo suficiente y así poder renivelar el firme.

Estructura

• Plaza Comercial (Concreto Presforzado)

La compañía Vibosa S.A. de C.V. fue la encargada de la fabricación, suministro y colocación de las piezas para formar la estructura de la plaza comercial. La planta de fabricación de las diferentes piezas se localizó en las afueras de la ciudad de Morelia por la salida a Salamanca en las cercanías de la Universidad La Salle de Morelia; de ahí se transportaron las piezas en trailers hasta el lugar de la obra en construcción y se izaron con diferentes grúas.



Vibosa contaba con diferentes moldes para el colado de las distintas piezas. Los moldes eran continuos y se separaban los colados para obtener piezas de las longitudes necesarias. Las piezas para la losa TT fueron las que se comenzaron a colar primero, ya que fueron éstas piezas las más numerosas en la construcción. Los armados se hacían de forma manual y se colocaban luego de haber engrasado los moldes con un desmoldante especial, lo mismo con la malla electrosoldada y los torones que debían ser tensados previamente al colado con un dispositivo hidráulico. El concreto era vertido desde la olla de concreto, se esparcía de forma manual con palas y se vibraba con un vibrador de gasolina para evitar dejar burbujas de aire atrapadas que pudieran crear puntos frágiles.

En el caso de la losa TT, se hacía pasar una llana vibratoria y se colocaban una serie de conectores en la parte superior, que servirían para dar adherencia al concreto a la capa de compresión; luego eran cubiertos con una lona para evitar la deshidratación del concreto y se dejaba fraguar. Pasadas las 14hrs. se desmoldaban con grúa y las trasladaban en trailer a un área de almacenaje en espera de ser llevadas a obra. Todas las piezas fueron coladas con unas “orejas” para su izaje posterior.

El concreto solicitado por la empresa para el colado de las piezas fue de $f'c=350$ Kg/cm² de fraguado ultra rápido, pues debía dar el 80% de su resistencia a las 14hrs después de haber sido colado para que fuera posible desmoldar en ese tiempo y comenzar el habilitado de los moldes para colar nuevamente.

Al realizar las primeras pruebas de resistencia del concreto los resultados no fueron los esperados, pues el concreto no cumplía con la resistencia solicitada a las 14hrs y andaba entre el 65 y 75%. Conforme pasaron los días fueron mejorando las dosificaciones hasta alcanzar la resistencia deseada.

Para el colado de las trabes portantes y rigidizantes el armado se hacía primero en un área alejada de los moldes y se soldaban las placas de acero de las orillas para luego transportarlas a sus respectivos moldes y colar la trabe; mientras que las columnas eran armadas primero y luego se armaba el molde alrededor. El concreto utilizado en todas las piezas fue de las mismas características pero suministrado por ABCD y PREMIX.



El día 27 de Agosto de 2008 llegó a la obra una grúa de VIBOSA para el izaje, ese mismo día se ensambló la grúa, ya que llegó en dos trailers y al día siguiente colocó la primera de las columnas en su lugar. La grúa era una Krupp con capacidad de 450 Ton. Hacía uso de un contrapeso en la parte posterior de 60Ton, las cuales debían quitarse antes de reubicar la grúa y volver a colocarlas para maniobrar. Se colocaban también un par de placas de asiento o de apoyo de la grúa hechas de acero de 1" de espesor que se transportaban con retroescavadora. Ésta no era la grúa destinada para la obra, pues inicialmente se tenía contemplada la llegada de otras dos grúas más pequeñas para la colocación de la estructura; sin embargo, la empresa tenía ambas grúas en reparación en otros estados de la república. Una de ellas llegó en la última semana de Septiembre con lo que se pudo avanzar a mayor velocidad; y fue en la primera semana de Noviembre que llegó otra de las grúas a la obra y se retiró la Krupp.

A las columnas se les dejó un paquete de tres varillas sobresaliendo de la parte inferior para hacer un ajuste de alturas antes de su colocación en obra. Se verificó la elevación final o de colado de las placas de asiento localizadas al centro de los dados candelero y en base a dicha elevación se realizó el ajuste necesario a la altura de las columnas haciendo el corte de las varillas en la longitud que fuese necesaria.



Para el montaje se levantó la columna unos cuantos centímetros por arriba de la altura de los dados tipo candelero mientras tres o cuatro personas la posicionaban en su lugar para que la grúa la bajara lentamente. Un topógrafo con ayuda de un tránsito o una estación total, era quien verificaba la correcta ubicación e inclinación guiándose con unas marcas dibujadas al centro de dos costados en la parte superior de cada columna. Los espacios vacíos en el dado fueron rellenos con un concreto hecho en obra con groud como aditivo reductor de la contracción del concreto durante el fraguado con un $f'c=350 \text{ kg/m}^2$.

El montaje de columnas se inició por los ejes M-N-O de los ejes frontales en el terreno destinado para Liverpool y al tener algunas columnas colocadas se prosiguió con las traveseseras para posteriormente colocar las TT para formar los entrepisos.



Para colocar las piezas en su lugar, al menos dos personas debían montarse en las traveseseras (portante, rigidizante o TT) al momento de ser elevadas por la grúa para hacer de forma manual los ajustes menores necesarios en su colocación.



En cada módulo se colocaron tres piezas TT para la losa, después de las TT y de forma contigua, se montó la travesera rigidizante para comenzar con el módulo siguiente de piezas TT. Las traveseseras portantes y rigidizantes se unieron a la columna mediante placas de acero de $3/4"$ de espesor soldadas a ambos costados de cada travesera. Dichas placas fueron ligeramente curvadas con ayuda de un gato hidráulico para facilitar el contacto entre el punto de apoyo en la columna con la travesera.



Las piezas de la losa TT se unieron entre sí mediante conectores sísmicos, esto es, se soldaban placas metálicas para unir una pieza con otra en dos puntos de contacto a los costados de las mismas. En cada uno de los costados de las TT se dejaron ahogadas varillas que después de colada la pieza se descubrieron rompiendo el concreto para de éstas soldar los conectores sísmicos y unir las piezas de losa TT entre sí y de la misma forma hacerlo también con las traveseseras rigidizantes. De forma similar se unieron las TT a las traveseseras portantes mediante soldadura en los puntos de apoyo, es decir, las "patas" de

las piezas TT llevan unas placas de acero que descansan sobre otras placas de acero de la trabe portante y éstas se soldaron pero sólo en dos de las cuatro “patas” y de forma cruzada para evitar el desplazamiento de las piezas entre ellas.

La intensión de los conectores sísmicos, que no son más que pedazos de varilla o de placas de acero soldadas a los elementos prefabricados, es de ligar de alguna manera las piezas para que en caso de sismo, trabajen de forma conjunta en lugar de trabajar como cuerpos aislados, lo que provocaría serios daños a la losa de entrepiso.

En la azotea de Liverpool se dejó una pendiente mayor al 2% a dos aguas y en el área destinada a maquinaria y bodega del eje J al eje K, se colocaron piezas tipo T con pendiente mínima para la conformación de la losa en lugar de hacerlo con las TT, esto por la diferencia de cargas a soportar y que las piezas tipo T resisten mayores cargas.



En el área de bodega se dejó un desnivel de aproximadamente 70cm por debajo del resto de la azotea según lo marcado en el proyecto arquitectónico, para esto se debieron fabricar columnas y traveses portantes especiales para su colocación sobre el eje K, capaces de dar soporte a traveses TT con un determinado nivel a un costado, y por el otro costado de la trabe portante, soportar traveses T con un nivel más bajo.



Como un caso específico, las columnas en los ejes L y M a lo largo del eje 8, no fueron en su totalidad columnas prefabricadas en concreto, es decir, las columnas sólo llegaban hasta el 2º nivel y sobre éstas se colocaron columnas metálicas circulares con sus respectivos capiteles, sobre las cuales descansaron las piezas prefabricadas de azotea. Esto se hizo con fines estéticos, pensando en que se guardara una similitud con la estructura metálica del domo en lugar de contrastar de forma dramática la línea visual.

En el caso de módulos atípicos, ya fuera por sus dimensiones o por la forma irregular del módulo visto en planta, se optó por utilizar estructura de acero y piso conformado por losacero, ya que dicha estructura se puede adaptar casi a cualquier forma posible, cosa más complicada para la estructura mediante piezas prefabricadas. Tal fue el caso por ejemplo, de la zona frontal de la tienda Liverpool y en



los módulos donde se tenían huecos para elevadores. Los módulos con estructura de acero se hicieron con vigas IR soportadas por traveses de acero hechas en cajón fabricadas a medida según especificaciones de proyecto. Las traveses hechas en cajón se apoyaron sobre las traveses portantes y se soldaron por la parte inferior a un ángulo de acero de 15.2x15.2x1.27cm de 166cm de longitud soldado éste a su vez a la trave portante por las pequeñas placas de acero destinadas para recibir y soportar las patas de las piezas de losa TT. Se adicionaron además placas de acero de 60x85x1.9cm a ambos costados de las traveses portantes justo a la altura donde se colocaría la trave de acero hecha en cajón para soldarla por medio de placas de cortante.

Como los huecos de escaleras, elevadores y demás se definieron en su diseño de forma tardía, la mayoría de éstas placas no estaban incorporadas a las traveses y se tuvieron que perforar las traveses portantes para sujetar las placas de acero a ambos costados con anclas del #6 donde iría una trave de acero hecha en cajón, y bastó con colocar placas de acero sujetas con tornillos y taquetes expansivos donde se necesitó soldar vigas de acero a traveses portantes para soportar losacero.



Una vez que se definió la forma de resolver las áreas de escaleras y otros huecos, las demás traveses portantes se fabricaron con las placas necesarias ya incorporadas, sin embargo, aún así hubo que hacer algunas modificaciones adicionando un segmento más de placa cuando se tuvo la necesidad de recorrer una trave 25cm.

Además, para algunos de los módulos con huecos de elevadores y/o escaleras se mandaron hacer traveses metálicas de sección en cajón con soportes en forma de “V” integrados para sostener las piezas de losa TT y así minimizar el uso de acero en la estructura, lo cual estaba incrementando los costos constructivos; pero éstas piezas también dieron problema, ya que los soportes metálicos para las “patas” de las TT se hicieron con medidas más reducidas de las necesarias y se tuvo que cortar una placa de los costados de cada soporte para que las piezas TT pudieran entrar. Lo malo estuvo en que dicha placa nunca fue repuesta y así se dejaron apoyadas, cubiertas luego por el falso plafón.



Algunas de las piezas utilizadas para dar la forma circular a la fachada, fueron soldadas sobre la trave ya montada en su entrepiso, lo cual dificultó las maniobras de los trabajadores haciendo más lenta y peligrosa su tarea, que consistía en soldar las vigas IR de diferentes longitudes en su ubicación exacta, doblar la viga IR frontal para curvarla según la forma de la

fachada por medio de un malacate con cadena y soldarla en su posición. Por tal motivo y por sugerencia de supervisión de obra, se optó más tarde por soldar las piezas en piso y elevar la trabe ya con la forma circular de la fachada soldada a ésta, haciendo la operación más ágil y segura.



Los planos arquitectónicos marcaban una figura triangular en la esquina del eje O al frente de la tienda Liverpool, se fabricó una estructura metálica para darle forma a esa zona en particular y más adelante, colocar sobre ésta las piezas de fachada. Los postes de la estructura se apoyaron y empotraron en el muro de contención, ya que se demolió una parte para dejar al descubierto el armado y poder soldar a éste los postes cuadrados de la estructura. Para unir las vigas metálicas a la trabe portante prefabricada existente, se colocaron placas de acero con taquetes expansivos.

Sobre la estructura de acero se colocaron láminas de aluminio acanaladas que se fijaron a las vigas mediante pernos soldados de 2 1/2" con una "perneadora". La "perneadora" es una especie de pistola que sirve para soldar el perno a la estructura de acero, en la pistola se coloca el perno con un objeto pequeño de cerámica en la base llamado ferrul, que sirve para proteger al operador de las chispas al momento de accionar la pistola para soldar el perno. Al accionar la pistola la temperatura derrite la lámina de aluminio y suelda el perno



directamente a la viga metálica. Algunos de los pernos se soldaron directamente con una máquina soldadora, ya fuera porque el cable de la perneadora no alcanzaba a llegar y no era posible mover en ese momento la perneadora, porque la perneadora se estuviera usando en otra área o simplemente se utilizaban ambas de forma simultánea para lograr un mayor avance.



Para el área del pasillos de la plaza también se utilizó estructura de acero para dar forma a los huecos y en los puentes que comunicarían ambos lados de la plaza comercial. Aquí uno de los detalles fue que varias de las piezas no estructurales, como PTR's utilizados para dar las formas circulares, se colocaron cuando las piezas ya presentaban oxidación y no se limpiaron ni pintaron nuevamente, así se dejaron puestas y se cubrieron luego con el plafón y por lo tanto quedaron sin la protección de pintura adecuada.

Antes de colar las capas de compresión se delimitaban áreas para colar y debían estar listos los armados, que consistían en una capa de malla electrosoldada suspendida con silletas como refuerzo por temperatura y varillas para resistir el momento negativo colocadas en los perímetros de cada módulo, es decir, de columna a columna sobre las trabes

portantes y rigidizantes. Además, la brigada de topografía se encargó de dejar previamente a la colocación de la malla y acero de refuerzo, una serie de “maestras” a lo largo y ancho de cada entrepiso indicando las elevaciones de la capa de compresión en diferentes puntos, ya que los entrepisos cuentan con pendiente. Para el colado de las áreas con losacero se colocó de igual forma malla electrosoldada como acero de refuerzo por temperatura.

Para la capa de compresión se colocó un concreto de $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$ con un superfluidificante para hacer posible o facilitar el bombeo a las alturas que fue necesario elevar el concreto suministrado por MIXERCON. Las capas de compresión fueron de espesor variable entre 8 hasta 18cm por las variaciones en la superficie, esto ocurrió en mayor medida en las áreas hechas en acero por descuidos durante la ejecución de dichas tareas. En la planta alta de la plaza comercial, las vigas de acero de perfil IR se soldaron aproximadamente 1.5” por debajo de las trabes hechas en cajón, lo que hizo que la lámina de aluminio para la losacero quedara por debajo del nivel que debía. El problema fue que los colocadores de la lámina doblaron y deformaron la lámina en su afán por cubrir toda el área, con los diferentes niveles.



La resistencia del concreto para los entrepisos fue elegida para emular la resistencia del concreto con el cual se colaron las piezas presforzadas y que no existiera una discontinuidad o diferencia en el material y así poder considerar que la estructura trabaja de una forma más homogénea.

En el colado de las capas de compresión y firme de concreto en el área de Liverpool, el concreto se extendió con rastrillos y se vibró con un vibrador de gasolina para después esparcirlo de forma más homogénea con montenes respetando los niveles ya marcados anteriormente, se emparejó con llana metálica y ya que empezaba a fraguar el concreto se metían las allanadoras tipo avión y helicóptero, primero con unos discos o platos y más tarde sin ellos para que las llanas metálicas hicieran contacto directo con el concreto y así dar un acabado pulido. Durante y después del pulido se roció el piso con curacreto. El proceso de colocación de las capas de compresión en el área de plaza se hizo de forma similar, con la diferencia de que no se dejó un acabado pulido sino rugoso al hacer uso de las allanadoras tipo helicóptero únicamente con el platillo puesto. Después de fraguado se hicieron los cortes para dejar juntas de dilatación justo donde se encontraban las uniones entre cada pieza presforzada.

Durante el montaje de las diferentes piezas para formar la estructura del edificio, la primer grúa sufrió una avería por la cual se hizo necesario detener el avance de dicha tarea. Se rompió una manguera de la bomba que acciona el sistema hidráulico y no había en existencia dicha pieza en las cercanías de Morelia, pero afortunadamente se consiguió quién pudiera hacer una manguera similar de forma provisional para poder continuar con el uso de la grúa. Por la avería la grúa dejó de trabajar aproximadamente dos semanas. En esas fechas ya se contaba con otra grúa más.



Algunas de las piezas no se fabricaron de la medida justa marcada en el proyecto y al momento de intentar colocarla en su lugar simplemente no entraba, para esto se realizaron los ajustes necesarios de demolición o rebajar las piezas que fueran necesarias para poder realizar su montaje; tal fue el caso de una trabe portante de la azotea de Liverpool sobre el eje K, y un par de piezas TT para la losa.

Los muros perimetrales de la tienda de Liverpool fueron hechos con block de concreto unidos con mortero, castillos de 15x15@550cm, dalas a cada 10 hiladas aprox., escalerillas y varillas de 3/8" ahogadas a cada 80cm. Los muros no se unieron a la estructura, para ello se colocó una capa de celotex entre los castillos y las columnas de la estructura, de la misma forma se evitó la unión de los muros en la parte superior con las trabes. Se colocaron una serie de placas de acero en forma de "L" clavadas al muro y la trabe en la que remataba el muro a manera de sujetadores a ambos lados de los muros en la parte superior espaciados a cada 60cm tanto en los muros de los locatarios como en los perimetrales de la tienda Liverpool. Estos sujetadores se colocaron con una pistola accionada por aire a presión con la cual los trabajadores disparaban clavos con rondanas de forma directa en el block y/o las trabes para fijar los sujetadores.



A petición de los ingenieros de Liverpool, el muro que divide la tienda con la plaza y locales comerciales, se hizo doble. Fue en éste muro donde se hizo necesaria la colocación de un refuerzo adicional en las piezas de losa TT para tener una mejor distribución de las cargas ejercidas por dicho muro, ya que el muro no descansaba de forma directa en uno de los apoyos y la carga se ejercía a lo largo de la pieza TT, fuerza para la cual no se diseñó el elemento.



Dichas estructuras se fabricaron con ángulos de 3" en forma triangular con soportes horizontales superior e inferior soldados a las TT por medio de las piezas metálicas incorporadas en el elemento y sostenidas en la parte superior por placas de acero de 5/8"x6"x59" ahogadas en las capas de compresión por medio de tornillos. Como se trató de una medida no prevista con anticipación, se tuvo que hacer los cortes necesarios para ahogar las placas donde ya se habían colado las capas de compresión y sostener así las estructuras.

Los muros de división para los locales comerciales de la plaza y de comida del área de Food Court siguieron el mismo proceso constructivo. Un día el operador de una de las grúas

que estaba subiendo y colocando piezas de la estructura de acero en la plaza comercial, hizo un mal movimiento y golpeó uno de los muros divisorios con una de las trabes de acero y derribó cuatro de los muros que ya se encontraban en pie; afortunadamente no había trabajadores en esas áreas en el momento del accidente y todo quedó en andamios desechos y retraso de la obra por tener que limpiar y volver a hacer los muros.



De acuerdo a los planos arquitectónicos de límite de losas, debía dejarse una junta constructiva de 10cm entre las losas del estacionamiento y la plaza comercial, pero al momento de colar las capas de compresión de la plaza en la zona colindante con el estacionamiento, no se respetó lo marcado en los planos y se coló la losa hasta donde se encontraban las trabes, dejando un espacio sin colar donde más tarde se soldaron “patas de gallo” para dar el sostén necesario a los tramos de losa faltantes.



Fue un caso similar en los límites de losa de cada nivel que en plano estaba marcado un voladizo hacia el centro de la plaza, y se resolvió de la misma forma con “patas de gallo” soldadas a las trabes metálicas y otras más soldadas a placas atornilladas a las trabes prefabricadas y así poder colocar la lámina acanalada para el colado posterior de la capa de compresión.



En el tiempo que se colaron las capas de compresión, surgió la duda de si el concreto con el que se había fabricado una de las piezas en losa TT colocada en el nivel de azotea de plaza, arriba del Food-Court, cumplía con las especificaciones de resistencia porque comenzaron a aparecer grietas en la capa de compresión. Más tarde se determinó que el problema no era estructural sino constructivo al momento de la ejecución de tareas, pues durante el montaje de la pieza no se tuvo el cuidado necesario y la trabe TT no se encontraba completamente apoyada sobre la trabe portante por medio de las “patas” de la misma, y por acción del peso de la capa de compresión y la misma gravedad, se acomodó la trabe TT en su lugar, dejando como consecuencia las grietas que en un inicio fueron causa de alarma. De todas formas se hizo la demolición de una franja de la capa de compresión para realizar un muestreo del concreto de la pieza prefabricada, se reforzó con carillas corrugadas el área demolida y se coló de nuevo. La prueba de laboratorio arrojó un resultado satisfactorio del concreto muestreado.



• Deck de Estacionamiento (Steel Deck)

El estacionamiento se dividió en dos estructuras, dejando una junta constructiva que coincidió con la junta constructiva entre los edificios de la primera etapa con el nuevo edificio de la segunda. Los ejes se dejaron con una separación de 1.00m, lo que dio como resultado una separación entre columnas de 0.40m paño a paño; pero si consideramos que las columnas cuentan con discos en cada nivel, la separación real fue de alrededor de los 15cm.

El estacionamiento fue construido por dos empresas diferentes para que el avance fuera mayor y concluir en menor tiempo. La división para su ejecución se hizo a partir del eje e10 hacia ambos lados.



El costado en iniciar primero labores fue el que se encontraba detrás de lo que era la antigua casa de la familia Ramírez, es decir, arriba del nivel subterráneo de estacionamiento construido durante la primera etapa. En esta zona, las columnas metálicas circulares se soldaron a las placas de acero de las columnas de concreto del nivel de sótano, sólo se debían ubicar con exactitud la columnas para poder cortar con disco la capa de concreto y dejar al descubierto la placa superior de acero de las columnas. Se dibujó el centro de la columna directamente sobre la placa y luego el perímetro de la columna para indicar su ubicación y se soldaron a la placa de acero unas piezas

triangulares de acero a manera de cartabones como ayuda al momento de colocar la columna con grúa delimitando el área donde debía entrar, luego se colocaban las columnas con una grúa cuidando dejarlas verticales verificando constantemente con plomadas en dos direcciones y ajustando la inclinación hasta que ésta fuera nula.

Los cartabones que sirvieron inicialmente para posicionar la columna, se soldaron a ésta después de soldar la columna a la placa de asiento con soldadura de arco de penetración completa, para esto la columna contaba con un bisel sencillo en la base apoyada sobre la placa de asiento. Los cartabones no estaban considerados en el proyecto estructural, sin embargo, como los soldadores lo hacían como ayuda personal en sus labores para facilitarse el trabajo, se decidió dejar los cartabones como un refuerzo adicional.

Se colaron los huecos producto del corte de la losa y los cartabones se cortaron hasta el nivel de losa, así quedaron ahogados. De esta forma se erigieron todas las columnas de esa área en específico donde las columnas del deck de estacionamiento descansan y descargan directamente sobre las columnas precoladas del sótano.

Las columnas ancladas fueron mucho más sencillas y rápidas en su montaje ya que, de haber colado de forma adecuada los dados con las anclas, sólo se debía erigir la columna con grúa y colocarla en su posición para embonarla en las anclas y luego colocar las tuercas. Las columnas no se asentaron directamente sobre los dados, se colocaron “tuercas niveladoras” en las anclas para precisamente dar la elevación correcta a cada una de ellas, colocarlas y sujetarlas con otras tuercas más en la parte superior.



Los espacios dejados entre el dado y la columna, se rellenaron con un mortero hecho con grout, endumin y agua para no dejar espacios vacíos.

Lamentablemente, en muchos de los casos las anclas no quedaron rectas de forma vertical y lo que se tuvo que hacer fue hacer más grandes los orificios de la placa de base de las columnas con soplete. Esto fue por los dados que en un inicio se colaron sosteniendo las anclas con moldes hechos de tablas de madera, los cuales resultaron no ser muy confiables.



Básicamente se usaron cuatro tipos de trabes en la estructura del estacionamiento: T-6 y T-11 para formar los módulos rectangulares de columna a columna, T-1 que dividen los módulos por mitad y las trabes casteladas, perforadas o TC para soportar la losa de concreto.



Las T-6 se colocaron sobre los ejes en el sentido longitudinal y las T-11 sobre los ejes en el sentido transversal dividiendo el estacionamiento en módulos rectangulares, llevando ambas trabes placas de conexión de $\frac{3}{8}$ " de espesor a ambos costados. Para facilitarse la labor de montaje de las trabes, los soldadores adicionaban pequeñas placas de metal soldadas a la parte superior de los patines para apoyar así las trabes en los anillos de placa de $e=1 \frac{1}{4}$ " y soldarlas. Tanto el

disco de la columna como las trabes debían contar con un bisel según se mostrara en plano, la superficie debía estar limpia de escoria, óxido, grasa o cualquier otro material extraño, y toda la soldadura usada debía ser de tipo arco sumergido, dejando juntas de penetración completa usando soldadura de la serie E-7018.

Durante el proceso de soldar las trabes, también se debía retirar una parte de la soldadura con un des-soldador, el cual funciona de forma similar a la máquina soldadora elevando la temperatura de la soldadura hasta derretirla pero se le incorpora una manguera que se conecta a un compresor de aire y con el aire a presión se desprende la soldadura incandescente. Este proceso se realizó cuando quedaron burbujas de aire atrapadas y/o para la remoción de escoria dejada por la soldadura.

Las T-1 se montaron y soldaron de forma paralela a las T-6 a la mitad los módulos delimitados por las T-6 y T-11. Las T-1 se apoyaron sobre placas de acero soldadas de forma vertical al centro de las T-11 sobre su patín inferior como placa atiesadora de $e=3/8"$, dejando el espacio justo para las T-1 que se soldaron con placas de cortante a las T-11. Las placas de cortante y placas de conexión de las T-1 fueron también de $e=3/8"$ y dimensiones según planos estructurales. Por último se colocaron las trabes casteladas de forma perpendicular y atornilladas a las trabes T-1 y T-6 con tornillería de calidad A325. Además se colocaron una serie de contraventeos entre las trabes casteladas formados por ángulos de 2".



Las especificaciones, dimensiones y ubicación exacta de las diferentes trabes que conformaron la estructura del estacionamiento, se pueden consultar con mayor claridad en los planos adjuntos.

Las T-1 y T-6 ya llegaban a la obra con una serie de placas de conexión perforadas incorporadas para recibir a las casteladas, pero las trabes casteladas debían ser perforadas en obra. Esto se hizo con un taladro especial al cual se le debía incorporar un líquido al momento de realizar la perforación para evitar el calentamiento y facilitar la perforación. Sin embargo, las perforaciones sólo se hicieron de forma adecuada en un inicio, ya que por los retrasos en la obra, lo que hicieron los trabajadores para ahorrar tiempo fue colocar de forma provisional las casteladas en su posición y por medio de un soplete hacer los orificios a las trabes, usando a manera de molde las perforaciones de las placas incorporadas en las T-6 y T-1. Por supuesto que los orificios no quedaban circulares o de tamaños uniformes y por esta razón se colocaron rondanas para tapar el mal acabado. Una vez montadas todas las trabes, se colocaron los contraventeos entre las casteladas igualmente atornillados a pequeñas placas de conexión perforadas soldadas a las trabes casteladas. Toda la estructura metálica se protegió con una capa de "praimer" en color gris.



La estructura misma del Steel Deck contó con sus respectivos contraventeos para evitar la rotación de la estructura en caso de sismo, hechos con tubos de acero de $\varnothing=12"x3/8"$ con ranuras en los extremos para las placas de conexión de $e=1/2"$ soldadas a las columnas y trabes, las cuales se reforzaron con placas atiesadoras de igual espesor. Algunos de los contraventeos se colocaron después de haber colado los firmes y fue necesario demoler unas pequeñas zonas para soldar las placas y luego volver a colar.



En los módulos que se fueron terminando de montar y ya liberados por el laboratorio después de su inspección de soldadura, se procedió con el entrepiso a base de steel-deck de 3" de peralte y calibre 22, pernos de cortante de $\varnothing=3/4"$ y 5" de longitud sobre trabes @30cm (en cada valle de los acero) con malla electro_soldada de 6x6 4/4 como acero por temperatura y refuerzo negativo en

continuidades con varillas corrugadas de #3@30cm con longitud de 80cm en el sentido transversal y una capa de 3" de concreto premezclado con acabado pulido de $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$ bombeado y suministrado por ABCD, lo que dio un total de 6" (15cm aprox.).



Después de fraguado el concreto de las capas de compresión, se hicieron los cortes a cada 2.75m en el sentido longitudinal y de 3.30m en el sentido transversal de 5cm de espesor aproximadamente y se realizaron cortes en forma de rombo alrededor de las columnas. Todas las juntas se sellaron con "cola de rata" y un sellador a base de polímeros.

En los perímetros del estacionamiento se colocaron pequeñas trabes atornilladas en voladizo de 45cm de longitud para dar soporte a la lámina acanalada y así dar soporte a la losa para cumplir con el límite de losa marcado en los planos arquitectónicos.

En algunos de los módulos, como el delimitado por los ejes e9-e10 y eA-eB del 1^{er} nivel, el concreto "se puso boludo" días después de su colado. No se determinó la causa exacta del fenómeno y no se dio mayor importancia, ya que no se tuvieron repercusiones o afectaciones de tipo estructurales. Otro detalle durante el colado de los firmes en el estacionamiento fue que no se le avisó a tiempo a la empresa encargada de los colados, que debía dejar un perfil "C" metálico a base de placa de acero de $e=3/8"$ embebido en los límites de la losa de algunas áreas para recibir los soportes de la fachada de estacionamiento y servir además como cerramiento; pero sólo se tuvieron que demoler algunos cuantos metros ya colados para colocar los canales y colar de nuevo dichos tramos.



El laboratorio del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la UMSNH fue el encargado de supervisar las soldaduras en toda la obra, tanto en el estacionamiento como en la plaza comercial donde se construyó con estructura de acero, al igual que las placas en la estructura presforzada. Básicamente se encargaba de revisar que realmente fuera soldadura de penetración y no de varillas ahogadas cubiertas con soldadura o "pescados", que el trabajo de soldadura fuera de buena calidad y no se dejara muy porosa, con escoria u otros defectos.

Algunos de los retrasos en la estructura del estacionamiento, fueron a raíz del descarrilamiento de un ferrocarril en Michoacán, pues la mayoría de las grúas de la empresa encargada de la ejecución de una parte del estacionamiento se emplearon para mover los vagones descarrilados, con lo cual no se pudo trasladar las piezas de planta a la obra.

• Domo



En un inicio se tenía planeado hacer el domo a una sola agua y seguir la silueta del domo hecho en la etapa anterior, pero por cambio de proyecto, el resultado fue el domo a dos aguas con que se construyó finalmente. Dos fueron las empresas encargadas de la construcción y montaje de la estructura del domo para que el avance fuera más rápido, pero aún así, se tuvieron retrasos por falta de trabajadores ya que por ser un trabajo a realizar en las alturas, muchos fueron los que renunciaron y otros tantos simplemente rechazaba el trabajo desde un inicio.

El domo se hizo por medio de una estructura metálica con forma de “costillas de ballena” como elementos principales con una curvatura según el proyecto arquitectónico, largueros espaciados a longitudes variables oscilantes entre los 2.5m, travesaños entre los largueros y piezas de “lámina multitecho” como cubierta.



La estructura se apoyó en los extremos sobre columnas circulares de alturas variables con una reducción en la parte superior de su sección en forma cónica con fines arquitectónicos, soldadas éstas a las placas de asiento de las columnas prefabricadas; y al centro en el punto donde los domos convergen, las costillas se sostuvieron en otro par de columnas inclinadas 24° con respecto a la vertical. Las columnas inclinadas se montaron de forma separada. Primero se soldaron unos cubos metálicos a las placas de asiento de las columnas prefabricadas en el eje 10, se soldaron unas placas más para formar las bases inclinadas de las columnas y posteriormente colocar las columnas una por una en su posición para ser soldadas formando una “V” entre ambas columnas. Para unir las “costillas” con las columnas metálicas inclinadas, se soldaron en las columnas una serie de “anillos o discos” para colocar y soportar las “costillas” para luego soldarlas a la columna.

Los dos módulos de las orillas del domo del lado de la tienda Liverpool, se apoyaron directamente en las columnas prefabricadas soldando las costillas metálicas del domo a placas de acero con las que se colaron las columnas de los ejes N y K a lo largo del eje 8, mientras que se hizo un encamisado a las dos columnas localizadas sobre los ejes O y J como un refuerzo adicional para soportar las fuerzas a las que se someterían por el peso de la estructura del domo.



Los largueros fueron hechos con tubos de 10" y "PTR's" soldados en su parte superior, postes verticales al centro de los largueros, y cuatro tensores de $\varnothing=1"$: dos a cada lado de orilla del larguero al centro del mismo convergiendo con la punta del poste vertical en una placa atiesadora. Se unieron a las costillas atornillándolos a éstas con tornillos de 1/2" por medio de unas silletas "U" soldadas a las costillas, se soldaron tres travesaños tubulares



circulares de forma equidistante entre cada larguero por medio de placas atravesadas en los los travesaños para rigidizar los largueros y de forma similar se soldaron travesaños a las placas de conexión de los postes uniendo poste con poste además de contraventeos de $\varnothing=1\text{cm}$ de forma cruzada entre las áreas rectangulares formadas entre los postes y los travesaños que los unieron.

Las láminas de "multitecho" que se usaron para formar la cubierta del domo, se sujetaron con "pijas" y se sellaron los traslapes para evitar la filtración de agua de lluvia. Para el desalojo del agua de lluvia se instalaron canalones en las orillas bajas del domo, conectadas a las tuberías de bajada pluvial.

• Fachadas

La fachada en la zona frontal se construyó con dos materiales diferentes: se tiene la "fachada de piedra" consistente de una serie de piezas o paneles prefabricados de grano expuesto montados en una estructura o bastidor metálico que sirve a su vez como un refuerzo para su montaje, aunque algunas de las piezas se hicieron con acabado lizo en la misma tonalidad de color; y la fachada de "Trespa" arriba de la entrada principal en el centro del edificio, en colores "rojo cobre" y "amarillo cobre".

Trespa es un material en forma de placa plana, producida a base de resinas termoendurecibles, homogéneamente reforzadas con fibras basadas en madera y fabricada

a alta presión y temperatura. Las placas tienen una superficie decorativa integrada y son extremadamente sólidas y duraderas.

La fachada de piedra se colocó de forma directa apoyándose en la estructura metálica de los diferentes niveles, éste no fue el mismo caso de la fachada de Trespa, donde se tuvo que construir una estructura metálica adicional a manera de cancelos rectangulares para poder fijar a ésta las piezas de fachada Trespa.

La fachada de piedra se sujetó a la estructura metálica de los entresijos por medio de unas “patas de gallo” hechas con ángulos metálicos, los cuales se soldaban a las vigas metálicas de los entresijos y a las piezas de fachada tanto en la parte superior como en la parte inferior en las esquinas de los bastidores. Las piezas mismas de la fachada de piedra se atornillaron entre ellas y se soldaron pequeñas placas para tener una mejor unión entre sí. En las piezas de la zona inferior, las “patas de gallo” se soldaron a placas de acero atornilladas en el muro de contención mediante taquetes expansivos.



En la azotea, las piezas de fachada de piedra se sujetaron de forma similar con ángulos metálicos soldados en las esquinas inferiores y a placas atornilladas en el firme, pero se dejó un espacio entre la estructura del edificio y la fachada de 15cm aprox. y se sujetaron con ayuda de contravientos de tubos de $\varnothing=3"$ atornillados a placas soldadas a la estructura metálica. Los espacios se taparon con lámina de acero en el fondo, se rellenaron los espacios con casetones de poliestireno, se colocaron franjas de celotex para evitar la unión del concreto con las piezas de fachada y se coló con concreto pobre a manera de chaflán. Lo mismo se hizo en toda la periferia de la azotea de Liverpool donde se colocaron piezas de fachada de piedra.

Los planos arquitectónicos marcaban que la fachada de Trespa debía sobresalir 6.00m por arriba de la fachada imitación de roca de azotea, es decir, 11.00m del firme de azotea hasta el final de la fachada pues la fachada de grano expuesto mide entre 5.00 y 5.50m, pero no se indicó la forma de su montaje. Se optó por fabricar una estructura metálica para fijar a ésta los cancelos a los cuales se adherieron las placas de fachada, para lo cual se tuvieron que hacer varias pequeñas demoliciones en la azotea de Liverpool para poder así soldar los PTR's de la nueva estructura a las vigas metálicas. Las placas de fachada de Trespa se pegaron a la estructura metálica con una especie de cinta adhesiva con



pegamento por ambos lados, por la parte trasera se adicionó un silicón negro de uso industrial y se sellaron las juntas con el mismo silicón negro por la parte frontal.



El que no se haya indicado con anticipación no es por el hecho de un mero descuido, sino un reflejo de que el diseño se iba haciendo conforme se avanzaba la obra y sólo se debía esperar por el plano actualizado que marcara la solución.

Algunos de los contravientos de la fachada de grano expuesto “estorbaban” o quedaron justo donde se debía soldar alguno de los PTR’s, éstos contravientos tuvieron que ser cortados pues ya se encontraban embebidos en la capa de compresión y se soldaron en uno o dos puntos a la nueva estructura metálica. Toda la fachada de azotea se cubrió con lámina sostenida por pijas para protegerla

de la lluvia y se sellaron las zonas donde fue necesario hacer algún tipo de corte por las “patas de gallo” o los contravientos.

En la fachada del estacionamiento se decidió por hacer una combinación de tres fachadas: prefabricados de grano expuesto, barandales metálicos de lámina multiperforada y rejas cuadradas de la misma lámina multiperforada. El diseño de las fachadas del estacionamiento (las diferentes vistas) se dio durante la construcción del mismo, es por esta razón que no se puede hablar de algún cambio de proyecto como tal, siendo que la definición se dio conforme se avanzó en su construcción; al igual que otras áreas de la plaza, como lo fueron los fosos de elevadores en el estacionamiento, los puentes de comunicación entre éste con la plaza, etc.



La fachada del estacionamiento con vista a la calle Venezuela, se conformó con una combinación de éstos tres diferentes componentes antes mencionados. Algunas de las piezas se apoyaron sobre un murete de concreto con altura variable según el proyecto arquitectónico construido en la periferia del estacionamiento. Los paneles de grano expuesto se sujetaron de la misma manera que en el frente de la plaza comercial y se adicionaron paneles en la azotea de la colindancia del edificio de la primer etapa con el estacionamiento para impedir el paso de las personas.

Los barandales se hicieron con un soporte a base de placas de acero de 3/8” con postes de placa con forma circular para dar un aspecto “abombado” a la lámina perforada, atiesadores de placa de 1/4” al centro y pasamanos a base de tubo de acero de $\varnothing=2$ ” soldado al barandal. Los barandales se sujetaron a los perfiles “C” embebidos en la losa de

entrepiso y se reforzaron las láminas perforadas con placas de acero igualmente de 3/8" para dar firmeza. En las entradas vehiculares se instalaron marquesinas con lámina multiperforada hechas con vigas I y una viga metálica en cajón que se sostuvo por medio de tensores de $\varnothing=3/8"$, sujetos éstos a su vez a postes metálicos instalados en las banquetas en el interior del estacionamiento.



En la fachada que da a la calle Brasil de uso peatonal, se tiene un muro pantalla con curvatura. El muro se dejó con un acabado similar en textura y color a los paneles de grano expuesto pero con franjas horizontales en acabado liso.



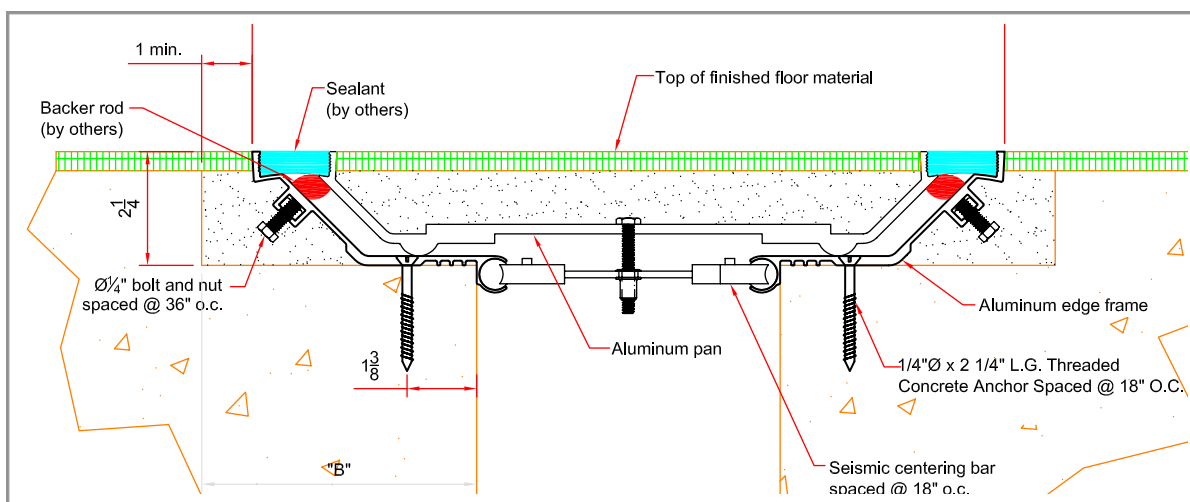
En la fachada de la calle de servicio, es decir, la que queda intermedia entre el estacionamiento y la plaza comercial, se colocó puro barandal de lámina perforada.

• Aislantes Sísmicos

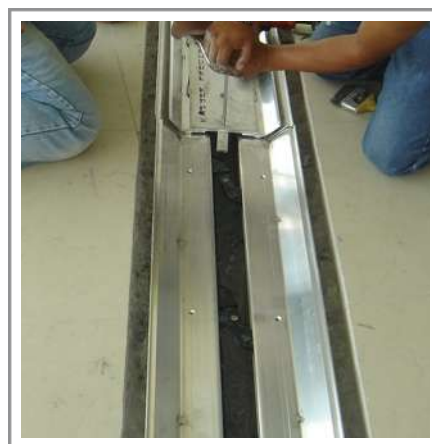
La estructura que conforma la plaza comercial está formada en realidad por dos edificios independientes contruidos uno muy cerca del otro, y eso podría traer problemas y consecuencias de grandes magnitudes en caso de ocurrir un movimiento sísmico si no se tomaran las medidas necesarias debido a su proximidad. En casas habitación o en edificios contruidos en terrenos aledaños entre sí, se dejan espacios entre las edificaciones como juntas constructivas para permitir el movimiento natural de las edificaciones en caso de sismo; sin embargo, ésta opción no es aplicable a casos similares al de la plaza comercial, donde se necesita tener continuidad en los pasillos tal como si se tratara de un mismo cuerpo.

La solución fue simplemente la implementación y/o colocación de juntas sísmicas como juntas de construcción del tipo “charola”, la cual hace posible dejar el espacio necesario entre las dos construcciones y colocar losetas cerámicas o cualquier otro material en la parte superior para el piso terminado.

El sistema consiste en dos piezas angulares de aluminio sujetas cada una a la capa de compresión de cada una de las edificaciones, conectadas entre sí mediante “barras sísmicas centrales” hechas de un material polimérico, las cuales tienen la posibilidad de moverse libremente permitiendo la separación entre los dos pisos en ambos sentidos. Las piezas se conectaron a los entrepisos atornillando las bases de aluminio con tornillos para concreto y tuercas en las orillas que quedaron ahogadas más tarde al colar los espacios con un concreto de baja contracción.



En la parte superior de las bases, se colocó la charola sujeta al centro con tornillos a las barras sísmicas. Dicha charola tiene la única función de tapar el espacio y proporcionar una superficie para la colocación y continuación del piso dejando espacios a los costados de la misma, los cuales fueron llenados con un material elastomérico para superficies transitables en tonalidad similar a la de las losetas cerámicas. Para tal propósito, se sellaron los espacios entre las bases y la charola con una cinta de silicona, de forma similar a como se sellan las juntas en los pavimentos.



Este sistema se implementó en el entrepiso del primer nivel, así como en los accesos de la plaza comercial en cada uno de sus niveles entre la estructura de plaza comercial y el steel deck o estructura de estacionamiento. El resultado es un sistema eficiente que permite el movimiento libre de cada una de las estructuras conservando la continuidad entre éstas.



En el caso de la estructura de domo, se dejó una sección a lo largo con discontinuidad en el cancel que debía unirlos. Inicialmente el cancel de cristal se colocó del tamaño completo del espacio entre los domos, pero más tarde se redujo y se colocaron láminas acanaladas soldadas a un costado de una de las columnas del domo.

Instalaciones

En éste apartado se tratarán las diferentes instalaciones de la segunda etapa de la obra, sin incluirse las instalaciones propias de la tienda Liverpool, ya que fue la misma tienda quien se encargó de sus instalaciones al momento de realizar los acabados de la tienda. Es por ésta misma razón que se omite el área de la tienda al momento de comentar los acabados.

Por tratarse de un centro comercial, se contó con más instalaciones que las comúnmente vistas en edificios con fines habitacionales. Las diferentes instalaciones fueron: Instalación Hidráulica, Agua Tratada, Protección Contra Incendio, Drenaje, Colector Pluvial, Agua Helada, Aire Acondicionado, Gas, Eléctrica, Sistematización, Voz y Video, Detección de Humo e Intrusión.

Todos los locales comerciales contaron con instalaciones de agua fría, agua tratada y drenaje; el agua fría para lavabos y agua tratada para los aparatos de sanitario, con excepción de los locales del Gastronómico que sólo contaron con instalaciones de agua fría y gas.

• Instalación Hidráulica

La instalación hidráulica se hizo con tubería “Tuboplus” marca “Rotoplás”. Para esto, la toma proveniente de la red municipal es de tubo de cobre con su medidor de agua instalado y válvula de compuerta, protegido todo con una caja de lámina con candado pues el medidor debe estar en las afueras de la plaza en un lugar accesible; de ahí se abastece directamente al llenado de la cisterna de plaza comercial con tubería de polipropileno de 50mmØ con su respectivo flotador en la cisterna.



Se abastece de agua a toda la instalación con un equipo hidroneumático Duplex Tipo Paquete con dos bombas centrífugas acopladas a motores eléctricos de 20 HP a 220V; para manejar un gasto por bomba de 215GPM y una presión de 84 PSI, con dos tanques precargados de 300 Lts @100 PSI. El equipo hidroneumático se encuentra montado sobre una base estructural en el cuarto de máquinas de la cisterna.



De la cisterna sale una tubería de 100mmØ equipada con una válvula Check Bridada de Cierre Amortiguado marca PICCSA, hacia el cuarto de medidores de agua, donde se ramifica y reduce a 75mmØ para conectar a éstas, cabezales de acero soldable de 75mmØ con niples de 13mmØ y extremos roscados a los cuales se conectan los medidores de agua y se envían las tuberías de 13mmØ de polipropileno a su respectivo local comercial, todas ellas con válvulas de esfera en cada terminal.

Cisternas

Tanto la tienda Liverpool como la zona de plaza comercial con locales comerciales contaron con sus propias cisternas de forma independiente para abastecerse del agua necesaria.

Inicialmente la cisterna de la tienda Liverpool se tenía proyectada para almacenar agua limpia y agua tratada de forma dividida en cuatro cámaras, dos para agua limpia y dos para agua tratada separadas entre sí por medio de un muro doble con una cámara de aire intermedia, pero se cambió el proyecto a un muro simple para dividir la cisterna, quedando las mismas cuatro cámaras comunicadas entre sí con pasos en la parte inferior para almacenar únicamente agua limpia.

La localización de la cisterna coincidía con dos de las columnas de la superestructura de elementos prefabricados y por ende, con dos de las pilas. Estas dos pilas fueron perforadas a una profundidad mayor que las demás por el peso de la misma cisterna y se descabezaron hasta el nivel de piso de la cisterna.

Para la excavación se demolió la losa de concreto del antiguo estacionamiento y se usó una excavadora para la remoción del material arcilloso además de ser necesario introducir un “mini cargador frontal” para juntar el material, acercarlo a las orillas y así poder retirarlo desde afuera con la excavadora, se niveló el fondo con una capa de 5cm de concreto pobre incluyendo las trincheras excavadas para los muros perimetrales e intermedios.

Durante la excavación hubo varios derrumbes de material por su calidad de arcilloso al perder humedad, lo cual dificultó las labores de excavación. Se intentó frenar los derrumbes aplicando una capa de lechada sobre el material, sin obtener resultados favorables. De hecho, un derrumbe mayor de material “pandeo” uno de los muros perimetrales que se enderezó luego con polines y un gato hidráulico.



La cimbra seleccionada fue “cimbra muerta” con block de concreto como cimbra exterior y cimbra a base de hojas de triplay para el interior. Se colocó el armado del fondo de la cisterna, así como el de los muros perimetrales e interiores con las “tomas” hechas de tubería de acero de diferentes diámetros ahogados en el muro de división del cuarto de máquinas a sus respectivas alturas.

Las pilas se continuaron con un armado circular del mismo diámetro que los dados candelero hasta el nivel requerido para que el armado de los dados fuera colocado en su lugar uniendo los armados de los dados con el del muro central.

El colado de la cisterna se hizo primero hasta una altura de 2.30m aproximadamente a partir del fondo de la misma, y posteriormente se coló la altura faltante colocando una junta de PVC al final del primer colado para evitar fugas a través de la junta fría entre los concretos.

Después de colar los muros hasta una altura intermedia, se colaron los dados candelero junto con una sección del muro intermedio para así poder erguir las dos columnas prefabricadas en su lugar.



Durante el colado de uno de los dados, la cimbra no resistió la presión ejercida por el concreto, botó una de las orillas y se detuvo el colado hasta sellar la fuga causada por un mal amarre de la cimbra.

La cisterna se coló con concreto $f'c=300\text{Kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral dejando 5cm aproximadamente del armado de los muros al descubierto para anclar el armado de la tapa de la cisterna y posteriormente colar con un concreto normal de $f'c=250\text{Kg/cm}^2$. El espacio alrededor de la cisterna fue rellenado con material de filtro.

Después de haber colado la cisterna por completo, se resanaron y sellaron las juntas claramente visibles por no introducir el vibrador hasta la profundidad necesaria durante el colado con “CONCREPATCH”, un mortero hidráulico para resanar superficies verticales de baja contracción y se aplicó adicionalmente una impermeabilización para evitar fugas de agua.

A causa de las diferentes actividades que se realizaban al mismo tiempo en la obra, coincidió con que la compañía VIBOSA colocó piezas TT arriba de donde se llevaría a cabo el colado de la cisterna más tarde, lo cual dificultó las maniobras de la bomba pluma que en realidad no alcanzó a colocar la pluma en los puntos del colado, y se usaron “canalones” para direccionar y colocar el concreto entre todos los trabajadores.

Una vez colada la tapa de la cisterna, se hicieron los cortes necesarios en el sentido longitudinal, transversal y alrededor de las columnas prefabricadas para evitar el agrietamiento del concreto por contracciones. Por último, se colaron las manteletas alrededor de la cisterna ya que se tuvo terminado el material de relleno y base hasta el nivel marcado en el proyecto.

En el caso de la cisterna de la plaza comercial, se proyectó sólo una división para tener dos compartimentos para almacenar agua fría y otro más para el cuarto de máquinas. La cimbra utilizada fue a base de hojas de triplay por ambos lados y se coló de igual forma primero una sección de los muros pero con las hojas de triplay “acostadas”, es decir, al

rededor de unos 1.20m para luego colar lo restante de los muros con una junta de PVC para la unión entre los dos colados. En ésta cisterna también hubo derrumbe de material, pero sólo se tuvo que quitar y volver a acomodar el armado del muro en su posición junto con la cimbra.

Durante su excavación la máquina quitó más material del que debía y dejó un par de dados con anclas sin material de soporte con las columnas circulares metálicas ya colocadas. Bastó con apuntalar los dados para dar un apoyo adicional hasta rellenar con material.

• Instalación Sanitaria

La instalación de agua tratada se hizo de igual forma con tubería de polipropileno con diferentes diámetros de tubería (75, 64, 50, 32, 25, 19 y 13mm) en color verde para diferenciarlas del agua fría pintada en color azul claro. El agua tratada proviene de la PTAR construida en la primer etapa de la construcción de la plaza comercial en el nivel de sótano, alimentando a la red con un equipo hidroneumático.

Todas aquellas tuberías tanto de agua fría, agua tratada, drenaje, etc., que debían subir a un nivel superior, se sujetaron a las columnas prefabricadas para que al momento de ser “forradas” las columnas quedaran escondidas todas las tuberías. Las tuberías de polipropileno de agua fría y agua tratada se sujetaron a las columnas mediante camas de tubería verticales con abrazaderas unicanal.

El drenaje se dividió en aguas negras y aguas grasosas. En ambos casos se utilizó tubería de PVC de 2” y 4”. Se instalaron trampas de grasa para retener las grasas provenientes del Gastronómico y se instalaron registros a cada 10.00m aproximadamente en ambos drenajes. Se instalaron además tuberías de ventilación en diferentes puntos, quedando en azotea 8 salidas de dichas tuberías de ventilación. Una parte de las descargas de aguas negras se descarga a la PTAR de la primera fase y otra parte se descarga a la red municipal de forma provisional hasta la construcción de la PTAR que se tiene contemplada construir en la tercer etapa para dar servicio a la segunda y tercer etapa. Es por esta misma razón que las aguas grasosas se descargan igualmente de forma provisional, de forma directa a la red municipal.



Las instalaciones de agua fría, agua tratada y drenaje de los sanitarios en el 2° nivel de la plaza comercial y de los locales de comida rápida, quedaron ocultas bajo un “sobrefirme” con una altura de 0.55m aproximadamente, construido con dos hiladas de block de concreto y varillas ahogadas @1.00m para conformar las trincheras de instalaciones y se atravesaron PTR’s para dar soporte a la losacero del “sobrefirme”. Se dejaron dos accesos por el pasillo de servicio para el mantenimiento de las instalaciones de los sanitarios en caso de ser necesario.

• Instalación de Gas



Para el suministro de gas L.P. a los locales de comida del Gastronómico se instalaron tres tanques estacionarios de gas horizontales marca TATSA; dos de ellos son de 5,000 lts de capacidad cada uno, los cuales se ubicaron en la azotea del lado oriente de la plaza comercial y que dan servicio a los locales de comida de esa área, el tercero fue de 1,000 lts de capacidad y se ubicó igualmente en la azotea pero del lado poniente de la plaza para dar servicio a los dos locales de ese costado. La red de llenado para los dos tanques estacionarios de 5,000 lts se localizan sobre la calle de servicio y el tercer tanque se llena por el andén de carga-descarga de la primer etapa de la plaza por la parte frontal. Para la red de llenado se hizo la instalación con tubería de 1 1/4" $\varnothing$ tipo CRK con sus respectivas válvulas y accesorios como lo son las válvulas de globo para gas L.P., acoplador check de llenado, tubería de desfogue, válvula de servicio y seguridad.

Ya para la distribución del gas a cada local, se hizo la instalación con tubería tipo CRL de 1" $\varnothing$ con válvula de servicio y regulador de presión a la salida del tanque estacionario hacia los medidores, donde se reduce el diámetro a 1/2" y se lleva la tubería por el techo de forma aparente hasta terminar con válvula de cierre rápido en cada local.

• Instalación de Aire Acondicionado

Otra instalación entregada a los locatarios fue la de "agua helada" para que cada uno se conectara a ésta para la instalación de su propio equipo de aire acondicionado. Para el agua helada se instaló, en el lado oriente de la azotea de la plaza, un equipo Chiller marca YORK tipo SCREW con capacidad



de 250 T.R. y 6,300 Kg conectado a dos bombas marca PICSA de 30 H.P. cada una para conducir el agua hacia las Unidades de Manejo de Aire (UMA's) y a los diferentes locales por medio de tuberías de cobre protegidas por un aislante térmico y equipadas con válvulas de compuerta y de balanceo. Se instalaron dos UMA's de 15 H.P. cada una, con capacidades de 630,100 y 796,700 BTU/Hr y gastos de 120 y 124 G.P.M. respectivamente; también

instaladas en la azotea del lado oriente. El aire frío se condujo hacia los diferentes niveles de

la plaza comercial por ductos rectangulares de lámina hechos en obra de las dimensiones marcadas según los planos protegidos por un aislamiento exterior de 1" hasta las conexiones con los ductos flexibles de 16"Ø, conectados a su vez a los difusores finales tipo "spot" de 16", los cuales son visibles en los pasillos de la plaza y fácilmente identificables por su forma redondeada pintados en la misma tonalidad "bombon" que los plafones.



En el extremo poniente de la plaza, se instalaron de forma similar dos UMA's (Unidades Manejadoras de Aire) de 7.5H.P. cada uno para la instalación de aire acondicionado de ese extremo, y se instalaron dos nuevas bombas en la azotea de la primera etapa de 15H.P. cada una, conectadas al equipo Chiller existente para suministrar de agua helada a dichas UMA's y locales comerciales de los diferentes niveles de ése lado de la plaza.

Adicionalmente, se instalaron equipos de extracción de aire; cuatro ventiladores centrífugos de extracción de 1 y 3/4 de H.P. marca SOLER Y PALAU de 87Kg aproximadamente con capacidades desde 2,850 hasta 3,600 C.F.M. cada una dependiendo de cada ventilador para extraer el aire de los locales y los baños en segundo nivel.

Lo ideal en este tipo de instalaciones (aire acondicionado y extracción) es que los huecos en la losa para el paso de los ductos de un nivel a otro, se dejen listos desde el momento de ser coladas las capas de compresión para no tener que demoler más tarde. En este caso no se hizo así porque los planos donde se marcaba la localización, el paso y las bajadas y subidas de los ductos, no eran del todo claros y se tenían varios errores en la localización de las bajadas de los ductos, como el hecho de considerar bajadas de ductos justo a la mitad de las puertas de acceso de los locales por la parte posterior o el simple hecho de duplicar ductos en planos. Así que se decidió esperar hasta el momento de su colocación para resolver la instalación al momento mismo de hacerla, siguiendo dentro de lo posible lo marcado en planos. Un par de los ductos fueron colocados y luego cambiados de lugar, debiendo tapar los huecos dejados en la capa de compresión.

• Instalación de Protección Contra Incendio

En construcciones de este tipo resulta necesario contar con una instalación de protección contra incendio. Se instalaron en total 18 gabinetes con manguera contra incendio: 6 al interior de la plaza (dos por nivel) y 12 en área de estacionamiento (4 por nivel excluyendo azotea). Los gabinetes se instalaron a 1.60m de altura a partir del nivel de piso terminado, alimentados por una tubería de 50mmØ de Fo. Gal. conectada a ella una válvula de globo de 50mmØ x 38mm y conectada a ésta, una manguera de neopreno-poliéster de 38mmØx30mts con su respectivo Chiflón de bronce de tres posiciones de 38mmØ. Además se instaló una "toma siamesa" localizada en la calle de servicio enfrente de la sub-estación eléctrica con tubería de 75mmØ a 1.00m de altura con válvula check. Toda la



instalación se hizo por el lecho bajo de la losa de entepiso haciendo uso de los “pasos” para tubería de las trabes TT, con excepción de la toma siamesa. Toda la tubería de protección contra incendio fue de fierro negro roscado CED-40 en diámetros de 100, 75, 64 y 50mm pintada de color rojo para diferenciarla de las demás.



Tanto la instalación de agua fría como la de protección contra incendio contaron con su respectiva válvula eliminadora de aire marca Armstrong mod. 1AV con válvula de compuerta marca URREA.

El equipo hidroneumático para la instalación de protección contra incendio se encuentra de igual forma en el cuarto de máquinas de la cisterna que abastece la plaza comercial, y consta de una bomba centrífuga horizontal para manejar un gasto de 111GPM @110PSI acoplada a un motor YANMAR mod. 3TNV82 @3600RPM de 30HP con tanque de combustible y automatización marca COSIELSA, una bomba centrífuga similar acoplada a un motor eléctrico de 20HP @3500RPM / 230V, una bomba Jockey para manejar un gasto de 5GPM @120PSI

acoplada directamente a un motor eléctrico de 3HP, 230VTS.

• Instalación de Drenaje Pluvial

En la instalación pluvial se usó PVC sanitario pintado de color gris de 200 y 250mmØ para el desalojo del agua de lluvia tanto en el domo al conectar la tubería con los canales de lámina, como para conectar las diferentes coladeras y rejillas instaladas en el estacionamiento en sus dos niveles superiores, haciendo uso de un juego de dos codos de 45° para romper la velocidad y presión en las bajadas. En las bajadas de agua del domo, se colocaron coladeras de cúpula en los canales para evitar que se tapen por obstrucción de basura.

Inicialmente sólo se tenían consideradas 6 bajadas en el nivel de azotea de estacionamiento además de las bajadas provenientes del domo, pero finalmente se instalaron coladeras y rejillas en los tres niveles superiores de estacionamiento por creer que las consideradas inicialmente no serían suficientes, esto después de una tormenta que llenó de agua los niveles donde antes no se tenía contemplada la instalación de coladeras y darse cuenta de que el agua no corría como debía hacerlo en el nivel de azotea. Finalmente se instalaron alrededor de 46 coladeras y 4 rejillas en el nivel de azotea, además de una rejilla más en el acceso al gastronómico. En los niveles subsecuentes del estacionamiento se instaló un número similar de coladeras y se protegieron las bajadas con protección de concreto pobre.

En la instalación pluvial sucedió algo parecido a la instalación del aire acondicionado, en el sentido de que se hicieron perforaciones en la losa para pasar una tubería y más tarde se cambiaba de lugar, debiendo colar nuevamente los huecos dejados. Este tipo de problemas son atribuibles en ambos casos a la empresa contratista por no tener un esquema o plan de ataque bien definido.



Ya en planta baja, el agua de lluvia se desaloja por medio del colector pluvial hecho con tubería ADS de 1.05 y 0.60m $\varnothing$ sobre una cama de arena limpia y acostilladas de igual forma con sus posos de visita y tapas de fierro fundido. En los cambios de dirección se unieron las tuberías con concreto hecho en obra reforzado con malla electrosoldada y pedazos de varillas corrugadas, luego se le dio la redondez a las paredes para encausar el flujo del agua. El colector se conectó al colector pluvial de la etapa anterior y se instaló una tubería de 0.60m $\varnothing$ provisional para desalojar el agua de la rejilla en el acceso y salida vehicular por la calle Venezuela hasta que se construya el colector de la tercera etapa. El colector pluvial se incorpora al drenaje municipal.



El colector debía pasar por arriba de la rampa de acceso a nivel de sótano en el estacionamiento, pero ahí la tubería era de 1.05m $\varnothing$ y no dejaba la altura necesaria para el paso de los vehículos, es por esto que se pusieron dos tuberías de 0.60m $\varnothing$ de ADS y más adelante se cambiaron por tubos de acero para garantizar su resistencia. El problema de la altura no se resolvió con el simple cambio de la tubería, sino que fue necesario “recorrer” el punto donde la rampa

converge con el nivel de sótano para dejar el espacio mínimo necesario entre el firme y la tubería.

Durante la instalación del colector pluvial, se tuvieron que mover algunos tubos porque se había hecho pasar la tubería justamente donde debía hacerse una perforación para el piloteado.

• Instalación Eléctrica

La instalación eléctrica comenzó desde la preparación del sistema de tierras para la subestación. Para el sistema de tierras se colocó una malla hecha con cables de cobre desnudos en forma de cuadrícula, conectada a barras de cobre incadas en un arreglo de arcillas adicionadas con químicos dentro de un cilindro de cartón. Se construyó un cajón de concreto con el tamaño adecuado para alojar el “seccionador”, al cual llega la corriente de media tensión de la CFE y se divide para pasar luego a la subestación con el cableado necesario para las conexiones de los medidores. Las conexiones al sistema de tierras se hicieron mediante unas placas atornilladas en los muros, a las cuales se unieron puntas de los cables desnudos del sistema de tierras. Del cuarto de los medidores de luz que lo correspondía a cada local comercial se alimentó a los mismos por el lecho bajo del plafón mediante charolas tipo “cablofil” hasta los tableros eléctricos, y por debajo de la capa de firme de concreto hasta los registros eléctricos cuadrados galvanizados





para las “islas” en los pasillos, los cuales también fueron acondicionados con agua fría, y drenajes. Toda la conducción de la instalación eléctrica de plaza comercial y estacionamiento se hizo con tubo conduit de pared delgada, gruesa y P.G. dependiendo de su destino. La capacidad de la subestación fue de 2000KVA, con lo cual se da servicio a la segunda etapa de la plaza comercial, incluyendo la tienda Liverpool con su equipo de aire acondicionado, equipo hidroneumático; además de quedar una zona del seccionador destinada para la dar abastecer a la tercera etapa de la construcción.

Se colocaron puertas de “louber” en la subestación, emulando lo que se hizo en la subestación de la primera etapa.

• Instalaciones Especiales

Sistematización

La sistematización se refiere todo lo relacionado con el cobro por el servicio de estacionamiento: las plumas de las entradas y salidas de vehículos, las máquinas que entregan los boletos y las máquinas para el pago de los mismos. Toda la instalación se conectó al servidor central que se instaló y equipó desde la primer etapa de la construcción de la plaza comercial. En la sistematización se usó fibra óptica. Las máquinas “boleteras” de la entrada-salida por la calle Venezuela debían estar alineadas, pero las mangueras de PVC utilizadas para su instalación no quedaron alineadas. Lo que se hizo fue dibujar una línea recta que quedara lo más cercana posible a las tres instalaciones.



Otras de las instalaciones especiales fue la de “voz y video”, es decir, la instalación de bocinas y pantallas de LCD de 42” en los pasillos para la ambientación de la plaza con música y dar información a los visitantes; y la instalación de detección de humo e intrusión, que se manejaron de forma conjunta por ser ambas sistemas de seguridad.

Escaleras Eléctricas y Mecánicas

Los fosos para los huecos en escaleras eléctricas y elevadores se hicieron cuando aún no se cubría ese espacio con material de banco para dar el nivel de proyecto y que la labor fuera más ágil y sencilla en su ejecución. Las dimensiones de los fosos para las escaleras eléctricas y elevadores, fueron especificadas por el fabricante con indicaciones de la ubicación de las instalaciones necesarias y escalera marina en el caso de los fosos para elevadores.

Los fosos para las escaleras mecánicas se hicieron con muros de 20cm de espesor con varillas #3@20cm, 2Ø#8 en la parte superior, 3Ø#8 en la parte inferior y estribos igualmente #3@20cm. El fondo se conformó con una “doble parrilla” de 20cm de espesor con varillas #3@20cm. El colado se hizo con concreto de $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$. El armado de los foso de elevadores, escaleras mecánicas y montacargas se hicieron iguales, con la pequeña diferencia del fondo del montacargas, el cual se hizo con varillas de $1/2" \varnothing$.



En el hueco de las escaleras en cada entepiso de la tienda Liverpool, se colocó una estructura metálica para soportar las secciones en voladizo. Se demolieron unas secciones de la capa de compresión para dejar embebidas placas de acero de $e=1.27\text{cm}$ atornilladas a las piezas TT mediante ángulos de $15.2 \times 15.2 \times 1.27\text{cm}$ y $L=85\text{cm}$ a los costados de las “patas” de la TT con 8 tornillos de $3/4" \varnothing$.

Dichas placas se unieron a vigas I para soportar los momentos negativos. Las vigas I se soldaron a placas de acero de $e=1.27\text{cm}$ que se adicionaron a las traveses por ambas caras, sujetas con anclas atravesando la trabe. Adicionalmente y por petición de los ingenieros de Liverpool, se colocó un refuerzo adicional para soportar el peso de las escaleras mecánicas, el cual consistía en una placa rectangular de $186 \times 22.5\text{cm}$ colocada horizontalmente, soportada por placas más pequeñas espaciadas a cada 46cm unidas entre sí por placas de acero al frente y soldadas a placas ancladas en la trabe portante. Todo esto para que sirviera de soporte y brindar una mejor transmisión de las cargas ejercidas por las escaleras mecánicas.



Uno de los fosos para las escaleras eléctricas en la tienda Liverpool, se cimbró con block de concreto, pero al ver la demora, se decidió hacerlo con hojas de triplay en los fosos subsecuentes. Antes de hacer el colado de los fosos de dichas escaleras, se entregó al contratista unos nuevos planos con la indicación de “juntar” los fosos o acercarlos lateralmente recorriendo cada uno 36cm; sin embargo, ésta indicación no se le comunicó al contratista encargado de la estructura de acero para dar forma al límite de losa en el hueco del primer nivel, y tiempo después se tuvo que demoler parte de la capa de compresión, soldar una viga adicional y cortar los patines de uno de los lados de otra de las vigas para evitar el trabajo adicional extra.

También se demolió en uno de los extremos la orilla de cada foso para dejar una especie de “escalón” con un ángulo metálico ahogado como preparación para la colocación de las escaleras.



Las escaleras eléctricas de la plaza comercial se colocaron en su posición con ayuda de un par de grúas para su posterior instalación por el personal del fabricante.



Todas las escaleras mecánicas de la tienda Liverpool y de plaza comercial, tanto las escaleras de servicio como las escaleras para clientes, se hicieron con alfardas de sección CE305x30.8Kg/ml y OR de 152x12.7mm como postes. Los escalones se conformaron con lámina calibre 14 soportada por ángulos de 5.1x5.1x0.5x25cm soldados a ambos costados de las alfardas. En los descansos de las escaleras se colocaron secciones CE y PTR's para dar soporte y firmeza a la lámina y se soldaron placas atiesadoras a la misma altura de las CE para rigidizar las alfardas en dicha zona. Algunos de los postes se unieron a las trabes portantes de la estructura prefabricada, para ello se soldaron placas de acero sujetas mediante 8 anclas del #6 y otras placas más, soldadas a éstas en todas las caras de la trabe portante a manera de “encamisado” de 32cm de ancho para poder soldar a éstas placas los postes de la escalera con placas en dos de sus costados. En las escaleras del estacionamiento simplemente se soldaron los postes a la estructura metálica.



La cimentación para las escaleras se hizo con excavaciones trapezoidales con un armado de “parrillas” con varillas #5@25cm en el fondo y en la “tapa”, dejando anclada una “placa base” mediante 2 anclas “U” del #6. Fue a éstas placas base que se soldaron los postes para dar soporte a la escalera.

Las escaleras localizadas en el estacionamiento comunican los diferentes niveles del mismo y las entradas a la plaza comercial en planta baja y sus dos niveles. Al momento de colocar las escaleras en los huecos del estacionamiento correspondientes, los últimos escalones de descanso en cada nivel del estacionamiento quedaron por arriba del nivel de los pisos, es decir, quedaron con un “brinco” en cada nivel. Lo que se decidió hacer fue

disimularlo con la colocación de banqueta alrededor de las escaleras, y luego se cambió de idea para dejar rampas para disimular la diferencia de niveles y encausar además el agua hacia las coladeras instaladas al pie de las escaleras. Estas rampas se adornaron con recintos de piedra negra en franjas.

Cubos de Elevadores



Los cubos para los elevadores en la tienda Liverpool, al igual que el del montacargas, se construyeron con muros de acabado “aparente” de block de concreto con sus respectivos castillos y dalas quedando listos para la instalación posterior de los equipos elevadores; mientras que en los de plaza comercial sólo se dejó la estructura metálica conformada por postes metálicos circulares y rectangulares con vigas metálicas soldadas a éstos, espaciadas según los cálculos estructurales.



En los cubos de los elevadores de plaza comercial y estacionamiento se colocaron estructuras metálicas a base de PTR's para después ser forradas con “Alucobond” por ambas caras para conformar el hueco de la puerta a los elevadores y alojar en uno de los costados de éstas secciones huecas las botoneras de los mismos. En el elevador panorámico (al interior de la plaza comercial) sólo se colocó cancelería en la planta baja a manera de protección para evitar accidentes, mientras que los dos elevadores del estacionamiento se cubrieron casi en su totalidad con cancelas de cristal laminado.

En uno de los elevadores se tuvo que hacer una modificación en la altura de la viga superior para la conformación del hueco de la puerta después de una actualización en los planos de las islas y banquetas del estacionamiento, el cual marcaba una banqueta de 15cm de altura con rampa para el ascenso y descenso de los elevadores en la planta baja, con lo cual se tuvo que modificar la altura de dicha viga por esos 15cm adicionales. Esto fue en el segundo de los tres elevadores, es decir, el elevador ubicado en el estacionamiento con acceso a planta baja como nivel inferior.

En el tercero de los elevadores, con acceso a sótano, los cambios, arreglos y modificaciones fueron más tardados que en los otros dos. Primero se elevó la viga superior de la puerta 15cm debido a la banqueta en de ascenso y descenso; el travesaño en el sótano se encontraba ubicado del lado incorrecto, es decir, la puerta debía estar orientada hacia el norte y se colocó el travesaño del lado sur; y finalmente el esqueleto de PTR's para formar el hueco de la puerta forrado de Alucobond se hizo sin seguir las indicaciones de los planos, algunos de los PTR's se colocaron invadiendo el espacio del hueco del elevador, lo cual

podía interferir con la trayectoria del elevador e impedir su movimiento, además de haber confundido la orientación de la puertas al momento de soldar las estructuras en cada entrepiso.

Este fue el mayor de los problemas ya que al ser un elevador de doble puerta se hicieron los huecos de las puertas de manera invertida y en ninguno de los niveles iba a coincidir pues no se encontraba al centro del hueco. Finalmente se optó por esperar sólo en éste último elevador a que se colocara en su lugar la maquinaria y sólo hasta ese momento hacer los esqueletos metálicos y forrarlos con Alucobond en acabado mate blanco.

En el nivel de azotea del lado donde quedaría el acceso al elevador, se estancaba demasiada agua de lluvia al borde de la banqueta, es por ello que se pensó en modificar la ubicación de la puerta y se colocó una rampa de ascenso y descenso de personas en el lado opuesto y se habló con el personal de Schindler para hacer la petición y verificar si era posible cambiar la puerta sólo en ese nivel para que se abriera por el lado contrario al indicado originalmente; sin embargo la respuesta no fue muy favorable alegando que era mucho papeleo y se debía hacer un cobro adicional por un monto muy elevado. Fue así como se decidió “proteger” de alguna manera esa zona con un tejado y cristales laterales para evitar, dentro de lo posible, que las personas y el interior del elevador se mojen demasiado.

Una vez listas las estructuras metálicas de los elevadores y después de hacer los cambios necesarios en la ubicación de la instalación eléctrica para que estuviera localizada en el lugar especificado por el fabricante, se procedió a la colocación e instalación de los elevadores por parte del fabricante mismo. Debido a demoras por parte de la empresa Schindler, los elevadores no llegaron sino hasta tiempo después de la inauguración de la tienda Liverpool y apertura de la nueva sección de la plaza comercial, y al momento de la llegada del equipo técnico, solicitaron la remoción de todos y cada uno de los cristales que se encontraban cubriendo los cubos de los tres elevadores por el temor a romper uno de ellos. Finalmente se llegó a un acuerdo de proteger los cristales con hojas de triplay y así comenzaron con sus labores de instalación de los elevadores.

Las tareas para la instalación de los elevadores se hicieron durante el turno de la noche por motivos de seguridad.

Acabados

Para el piso se colocaron losetas de porcelanato de 60x60cm marca Interceramic con diferentes acabados, texturizados, y colores, siguiendo un patrón previamente determinado en el proyecto arquitectónico siguiendo el mismo diseño propuesto y ejecutado en la etapa anterior. En la zona de rampa peatonal en la transición o unión de los dos edificios, se colocaron piezas antiderrapantes para evitar accidentes.

Durante la colocación de las piezas, salieron a relucir las imperfecciones dejadas en la capa de compresión de concreto al hacerse necesario la colocación de mayor cantidad de “pegapiso” en algunas áreas.

Durante y después de la colocación del piso se siguieron realizando diferentes actividades, y por la falta de precaución por parte de los contratistas, algunas de las piezas se estrellaron o rompieron de forma definitiva y tuvieron que ser cambiadas, lo que trajo como problema adicional que el color ya no fue el mismo en algunos casos; ya que, si bien se hizo el pedido del mismo color y modelo de las piezas, la tonalidad varía durante el proceso de su fabricación. Ya para el final de la colocación del piso, las piezas se habían agotado, incluso en Interceramic y hacían falta de colocar algunas más. Afortunadamente fueron sólo unas cuantas las que hacían falta y se pudo hacer el cambio en la colocación de piezas con acabado brillante por unas con texturizado. Este fue el caso de las piezas alrededor de la escalera eléctrica del piso del Gastronómico.

En los pasillos afuera de los locales comerciales se colocó un falso plafón a una altura de 4.60cm a partir del N.P.T., a partir del cual se colocaron “cajillos luminosos” para la instalación de luminarias, y faldones de tablarroca según lo marcado en el proyecto arquitectónico en todos los contornos de los huecos en los entrepisos. Los faldones del área de Gastronómico si hicieron de estructura con forma triangular a base de PTR's con cubierta láminas de “Alocubond” con acabado en color aluminio, combinando con un faldón de tablarroca en color “bom bon”.



Los barandales de los dos pisos superiores se hicieron con cristal templado de 12mm de espesor, pasamanos tubular de acero inoxidable de 3"Ø sujeto al cristal con herrajes de acero inoxidable de 3/8"Ø y tapones con rosca también en acero inoxidable. Para la colocación de los cristales en su posición, se debieron instalar previamente unas molduras de aluminio embebidas 10cm aprox. en la capa de compresión. Las molduras son conocidas también como “servilleteros” por su parecido con éstos, y se colocó neopreno para evitar que el cristal

se hincase directamente sobre la moldura. Se colocaron “sardineles” de porcelanato con canto boleado en las orillas de los cristales como protección y adorno de los barandales.

Los barandales debían tener una altura de 1.10m a partir del N.P.T. con cristales de 1.20m de altura dejando los cristales con una separación recta entre ellos, sin embargo, el contratista no tomó en cuenta la pendiente del edificio e hizo los cristales rectos o con sus cuatro ángulos de 90° cuando debían ser con cierta inclinación y por esta razón los barandales tuvieron diferentes alturas a los diferentes lados de la plaza comercial. Otra de las fallas en la colocación y montaje de los barandales fue que al momento de colocación de los “servilleteros” se debía “calzar” los servilleteros pero claramente se veía cómo en algunas zonas los servilleteros estaban embebidos más que en otras zonas y esto tuvo un claro impacto en la altura final del pasamanos; o quizá se hizo con toda intención para tener esa holgura de manejar las alturas de los cristales para compensar en lo posible el error de no haber contemplado la pendiente del edificio.

Se cubrieron las columnas prefabricadas con láminas de aluminio soldadas a una armadura para dar a las columnas una forma circular con diferentes diámetros en cada nivel, se cubrieron con pasta automotriz y se pintaron luego de color “bom bon”.

Se colocó cancelles verticales con cristal templado de 9mm en las uniones de los domos con distintas elevaciones. Para esto se soldaron perfiles PTR de 4” espaciados según el proyecto arquitectónico para luego colocar sobre éstos, una cubierta de plástico en color blanco y las molduras o soportes de aluminio y “perfiles bolsa” para recibir el cristal. La cubierta de plástico tiene el fin, además del estético, prevenir la corrosión galvánica que pudiera presentarse de no aislar las piezas de aluminio de los PTR’s.



En la zona donde se tendrá próximamente la continuación de la tercera etapa de la plaza comercial, se colocó una estructura metálica a base de trabes en cajón hechas de placa y perfiles OR que sirvieron para la colocación provisional de láminas “duroc” y la posterior colocación de una lona decorativa o tapial. Sólo en el nivel de planta baja se colocó un muro hecho con block de concreto.

En los cancelles que unieron el domo existente con el nuevo, se dejaron piezas de lámina como junta constructiva; es decir, la cancelería no está unida directamente atornillada a las columnas del domo, sino que se unieron de forma indirecta por medio de láminas en ambos extremos.

En las entradas a la plaza comercial desde el estacionamiento, se colocaron también cancelles con cristal templado en una estructura hecha con perfiles OR de 8x6x3/8” pintados en color blanco y “perfiles bolsa”. Las puertas corredizas se dejaron de 1.34m cada cristal, lo cual dejó un espacio final para la entrada y salida de 2.68m y una altura de 2.52m menos el espesor necesario para la colocación del sistema de puertas.

Los cristales de la cancelería en azotea, por arriba de los locales de comida, fueron con un acabado opaco para que no se viera la escalera de servicio o las instalaciones de aire acondicionado, etc., desde el interior de la plaza.



La iluminación es muy importante como aspecto arquitectónico decorativo. Por esta razón se instalaron cajillos luminosos con luminarias fluorescentes en la periferia de los huecos en cada entrepiso como se mencionó anteriormente, postes con luminarias en los pasillos y puentes de comunicación al interior de la plaza, en la parte superior de los faldones del gastronómico, sobre los faldones de tablarroca en toda la plaza, etc.

Se pintó la estructura del domo con pintura blanca con pistola y con ayuda de una “araña” para alcanzar las zonas elevadas, todo el plafón y las columnas circulares se pintaron en color “bom bon” o “malvavisco” y finalmente se colocaron tapias en todos los locales comerciales de planta baja y segundo nivel. En el tercer nivel se colocaron tapias solamente a los locales en los que no se estaban realizando tareas por parte de los locatarios.

Con respecto al estacionamiento, los acabados que se pueden mencionar son en primera instancia, las banquetas e islas. Se hicieron con una altura de 15cm de concreto premezclado $f'c=200\text{Kg/cm}^2$ colando primero las guarniciones con secciones de varilla corrugada de $3/8''\varnothing$ incadas en la capa de compresión en perforaciones hechas previamente con un taladro y una varilla también de $3/8''\varnothing$ a lo largo de la guarnición. La cimbra usada fue de tablas de triplay para dar la forma circular de las islas, y montenes para las guarniciones rectas.

Las guarniciones sirvieron como cimbra para las banquetas y se “picó” el concreto en el área de la banqueta, pero se le dio la indicación al contratista de colocar un plástico o hule negro como capa impermeable y/o aislante entre la capa de compresión y la banqueta. La razón de aislar la banqueta de la capa de compresión es para evitar la transmisión de las grietas que pudieran aparecer en la capa de compresión, a la banqueta.

Se dejaron “pasos” a lo largo de las banquetas y guarniciones para el agua de lluvia y se aislaron de igual forma alrededor de las columnas siguiendo los cortes de la capa de compresión en forma de rombo. En algunos casos, estos pasos no se dejaron al momento de colar los elementos y se tuvo que hacer el paso posteriormente mediante la demolición de la sección necesaria. Ya que las banquetas estuvieron coladas se realizaron los cortes con disco siguiendo la misma línea y separación



de los cortes en la capa de compresión. En las banquetas del acceso a plaza comercial por el nivel de azotea, se colocaron recintos de piedra negra de forma decorativa y se cubrieron con barniz.

En la colindancia del estacionamiento con la plaza comercial, se dejaron banquetas con pequeños “muretes”, los cuales se aislaron con placas de poliestireno.

Las columnas de acero se protegieron con un cinturón de concreto pobre de 1.00m de altura y 10cm de espesor aproximadamente, con una capa de malla electrosoldada sostenida por varillas de 3/8” soldadas a la columna.



Se colaron escalones a las orillas de las rampas para el cruce de personas con sus respectivas banquetas en zona de descanso. Algunas de las escaleras quedaron en lugares poco convenientes, ya que la altura entre el nivel de piso y la estructura metálica no fue la más adecuada por el espacio tan reducido, siendo éste un peligro para el paso de personas altas. La “solución” por la que se optó fue simplemente pintar esas partes de las vigas metálicas en específico con pintura blanca para hacerla más notoria y que las personas se percaten de la altura para tener precaución.

En las orillas del hueco de la rampa en el nivel de azotea y en la misma periferia de la losa de las rampas, se dejó un aplanado en acabado rugoso; para ello se colocó “malla de gallinero” y un aditivo para unir al concreto “viejo”. El aplanado se desprendió en algunas partes por las vibraciones del rotomartillo utilizado para demoler los huecos necesarios en las banquetas para la instalación de los postes de los barandales y se volvió a “resanar”.

Se instalaron barandales de cables en los huecos de la rampa soldados a las columnas metálicas con postes intermedios con perforaciones por las cuales pasa el cable, atornillados a la banqueta. En los lugares donde debía dejarse un espacio para el paso de las personas, se colocaron pequeños postes tubulares para soldar a éstos los cables del barandal.

Se decidió por este tipo de barandales después de descartar otras opciones para protecciones en las rampas vehiculares, algunas eran de malla perforada a todo lo largo de las rampas, otras eran estructuras metálicas con forma circular y pasamanos pero finalmente se desecharon por ser más costosas y menos estéticas.



Para la iluminación del estacionamiento, se instalaron lámparas fluorescentes en los tres niveles del estacionamiento y postes de luz en la azotea de dos y tres reflectores atornillados a “barrenánclas”, las cuales fueron colocadas después de estar coladas las capas de compresión y banquetas, por lo que tuvieron que pasar hasta por debajo de la trabe

metálica y unir las entre ellas por medio de una placa metálica. Los postes se montaron por varias personas con cuerdas sin ayuda de grúa para evitar maltratar las vialidades y se colocaron protecciones metálicas a ambos costados para evitar los golpes de los vehículos.



El proyecto de la ubicación y colocación de banquetas e islas fue modificado para dejar el espacio necesario para un helipuerto que no se tenía contemplado, para lo cual se demolió parte de las banquetas. También se modificó la ubicación de algunos postes, esto después de que se hicieron indicaciones del espacio necesario para el aterrizaje.

La superficie del estacionamiento fue protegida con un impermeabilizante automotriz con el sistema “BULKEN”. Primero se utilizó un “equipo de samblasteo” para retirar la capa superior en acabado pulido por medio de la abrasión y dejar una superficie rugosa para favorecer la adherencia del impermeabilizante. Al momento de “raspar” la superficie, se hicieron visibles todas las grietas en el concreto de la capa de compresión. Todas las grietas tuvieron que ser selladas con “colas de rata” y el mismo impermeabilizante a base de poliuretanos de forma manual con brocha para asegurar que la sustancia penetrara en lugar de sólo tapar la grieta superficialmente.



El sistema de impermeabilización completo consistió en varias capas. Después de remover la capa superior de cemento, aspirar la superficie para quitar todo tipo de partículas de suciedad y con las grietas selladas, se aplicó la capa de impermeabilizante de tan solo una fracción de milímetro de espesor dejándolo reposar 24hrs. Las capas subsecuentes fueron para protección del impermeabilizante con propiedades de tracción para los vehículos. Se aplicó una capa de éste material cuando la anterior tenía todavía una consistencia “chiclosa” para garantizar la adherencia superficial entre

ellas, esparciendo de forma manual arena silíceo fina; ésta segunda capa se aplicó sólo en las áreas de tránsito vehicular, es decir, excluyendo los cajones de estacionamiento. La tercer capa se hizo de la misma forma ahora en toda la superficie (cajones de estacionamiento y áreas de circulación). La capa final se hizo con otro material con propiedades similares pero de color verde con protección contra los rayos solares UV.

El sistema de impermeabilización debía colocarse en días soleados, con la superficie limpia y seca. Por esta razón se hizo en fechas fuera de época de lluvias, pero aún así cuando llovía se debía dejar secar la superficie un par de días para estar seguros de que no quedara agua “atrapada” en la capa de compresión, ya que después se podría estropear el trabajo de impermeabilización al intentar evaporarse esa agua.

Se tenía el problema de las perforaciones necesarias para la colocación de los topes en los cajones de estacionamiento, se decidió dejar “presentados” los tornillos en las perforaciones de la losa, impermeabilizar, retirar los tornillos, colocarlos topes y sujetarlos en su lugar sellando los tornillos con silicón.

Las banquetas de azotea también se impermeabilizaron. Se pintaron las guarniciones en color amarillo, adicionando un polvo blanco reflejante sobre la pintura. Se colocaron las flechas de circulación, así como las separaciones de los cajones de estacionamiento con un material adhesivo asfáltico por calentamiento mediante un rodillo metálico y se colocaron placas de señalización informativas para direccionar el tránsito dentro del estacionamiento.

La estructura del estacionamiento se pintó con una capa de color gris después de la capa de praimer y se determinaron diferentes colores para pintar las columnas de cada uno de los niveles del estacionamiento, quedando el color verde para la planta baja, amarillo para el primer nivel, y rojo para el segundo. Las columnas se pintaron en color blanco y sólo se pintaron las protecciones de concreto y franjas en la parte superior de las columnas con el color correspondiente al nivel del estacionamiento.

En los huecos de las escaleras y las tomas de luz se instalaron “techumbres” o domos de estructura metálica de formas diferentes en color blanco, forrados con policarbonato transparente y cancelería de aluminio con cristal templado. Algunas de las estructuras de las “techumbres” fueron reutilizadas de las que se tenía instaladas previamente en planta baja como “tragaluz” para el nivel de sótano.



En los descansos de las escaleras del estacionamiento en los accesos a la plaza comercial, se colocaron plafones de tablarroca con forma ovalada en el techo y faldones de forma circular para cubrir las traveses que quedaban a la mitad del nivel. Estos plafones se mojaron, echaron a perder y se instalaron nuevamente, porque los domos de las escaleras y los tragaluz no se habían instalado todavía. Incluso cuando ya estaban instalados, el agua continuó siendo un problema porque se infiltraba por debajo de los cancelos que no se habían sellado aún con silicón, o incluso por los recintos de piedra negra sin barnizar.

Uno de los cancelos del domo de la escalera con acceso a la plaza comercial por el área gastronómica “no encajaba” porque el poste tubular no se “plomeó” lateralmente y quedó inclinado. Lo que se tuvo que hacer fue colocar el cancel derecho pero recorriéndolo un poco para disimular el error y sellar los espacios vacíos con silicón de color blanco.

Se colocaron cenefas de piedra negra en las banquetas de las afueras de la plaza tanto al frente por la Av. Enrique Ramírez Miguel como por la calle Venezuela según lo marcado en el proyecto arquitectónico y se plantaron diferentes plantas y arbustos en las diferentes jardineras del frente de la plaza y por la parte posterior en la periferia del estacionamiento.

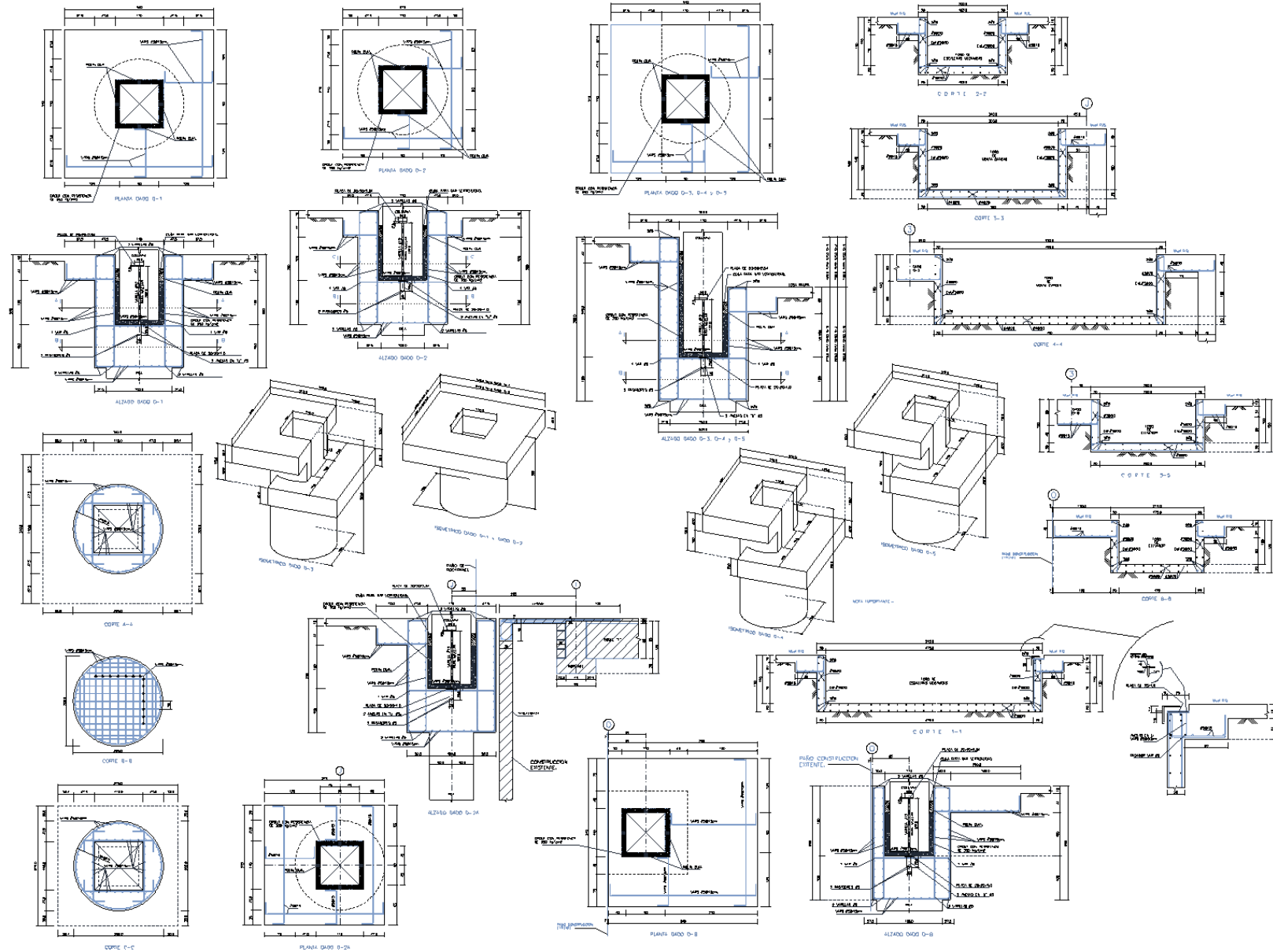


Para que las instalaciones en azotea no fueran visibles para los usuarios o visitantes de la plaza comercial, se colocaron pantallas de louver pintadas en color blanco para tapar los tanques de gas, bombas, equipo de chillers, etc. Esto se hizo en los dos extremos de la azotea, ya que por uno de los lados se tenía visibilidad desde el estacionamiento, y desde el interior de la plaza podía verse la instalación del otro extremos de la azotea a través de los cancelles de cristal del domo. Lo mismo se hizo para la azotea de la tienda SEARS, que dejaba visibles sus instalaciones desde los puentes de comunicación interiores de la plaza comercial.

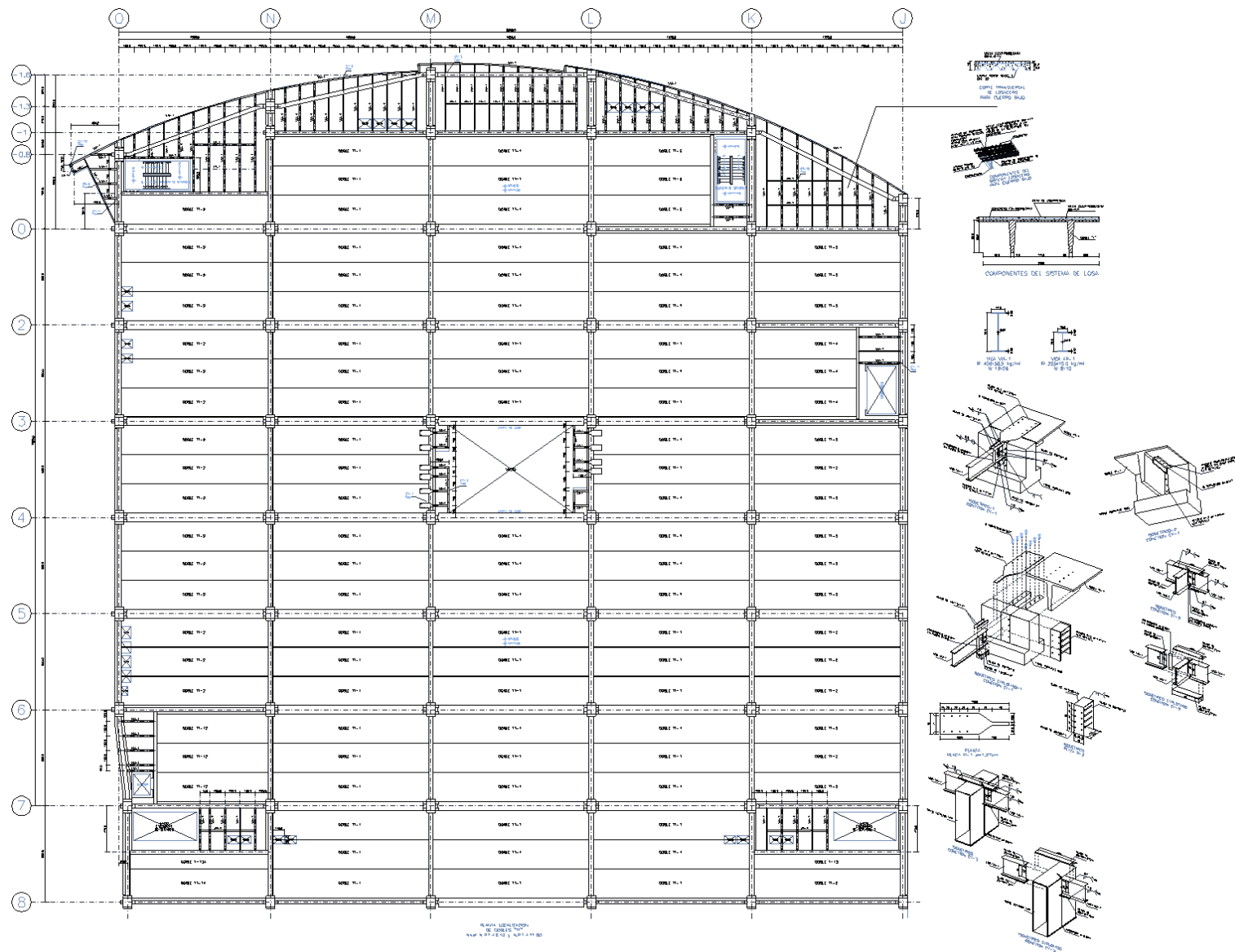
Desde un mes y medio antes de la apertura de la nueva área de la plaza comercial, se colocó una lona a la entrada de la obra indicando los días faltantes para terminar las labores y abrir la plaza comercial al público en general. Con esto los contratistas y los mismos trabajadores tenían un recordatorio del tiempo restante, con la presión que ello conlleva.

ANEXOS

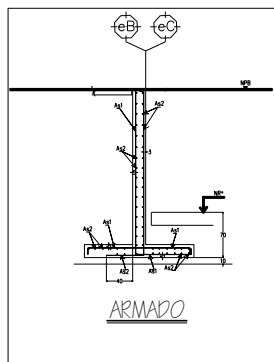
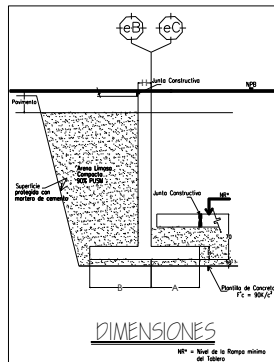
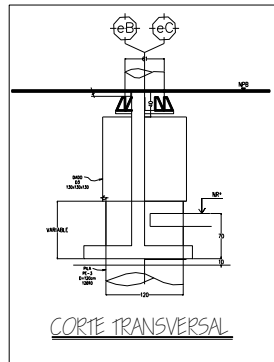
Detalle de Dados y Fosos



Localización de Dobles TT 1º y 2º Nivel



Planta Muros de Retención



Tramo	Dimensiones (cm)			Acero de Refuerzo	
	A	B	H1	A1	A2
12-13	85	165	30	# 6@14	# 4@25
13-14	75	150	25	# 5@12	# 4@30
14-15	65	125	20	# 5@12	# 4@30
15-16	50	105	15	# 5@18	# 4@30
16-17	40	80	15	# 5@25	# 3@20
17-18	30	60	15	# 5@25	# 3@20
18-19	30	45	15	# 4@15	# 3@20
19-20	30	45	15	# 4@20	# 3@20

NOTA IMPORTANTE
El Nivel de la Planta Baja es Variable
y se debe de consultar en el
Plano Arquitectónico A-000

NOTAS CONSTRUCTIVAS DE LOS MUROS DE LA RAMPA

Son aplicables las Normas Generales de Construcción de la SCT.

CARACTERÍSTICAS DEL DESPLANTE

«La ubicación y los niveles de ejes de la Rampa así como las instalaciones hidráulicas, eléctricas y/o sanitarias, deben verificarse con el proyecto arquitectónico»

«De acuerdo con el estudio de Mecánica de Suelos, el estrato de apoyo está constituido por arcilla plástica limosa»

«Los trozos sueltos del fondo de la excavación mecánica de desplante deben retirarse y las irregularidades de la excavación rellenarse con concreto pobre $F_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$, para lograr un desplante uniforme»

«La zapata de los muros se desplazará sobre una planilla de concreto pobre $F_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ apoyada en el terreno natural compactado al 90% de su PVM»

ACERO DE REFUERZO

«Se utilizarán varillas corrugadas de acero con Límite de Fluencia de 4,200 Kg/cm^2 y curva esfuerzo-deformación que muestre una región de comportamiento plástico bien definida»

«Las varillas corrugadas cumplirán con las normas NOM B6, NOM B294 o NOM B457»

«El 80% de los especímenes ensayados para certificar la calidad del acero debe resistir los esfuerzos y deformaciones especificadas, y ninguna muestra debe exhibir esfuerzos de fluencia y ruptura inferiores al 90% especificado»

CIMBRA

«Los moldes podrán ser metálicos, de triple impermeable o duela capitada. Serán extensores, para evitar la pérdida de lechada durante el colado»

«Al iniciar el colado, la superficie interna de los moldes debe estar húmeda y limpia»

«Cuando se estime necesario, se dejarán ventanas u aberturas en los moldes, para facilitar la limpieza previa al colado así como la colocación y compactación del concreto fresco»

«La obra feita y los moldes deben ser rígidos y resistentes para soportar el peso y la presión lateral del concreto fresco y las cargas inducidas por el proceso de colado, sin sufrir deformaciones excesivas»

CONCRETO

«El diseño de los muros se hizo considerando que la resistencia estándar del concreto será de $F_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$. Por lo tanto, la resistencia técnica de la mezcla premesclada, $\text{TCR} = 300 \text{ Kg/cm}^2$. El concreto premesclado cumplirá la norma ASTM C-84»

«El tamaño máximo del agregado será de 2.5 cm (1"). El revestimiento de la mezcla no excederá de 30 cm, a menos que se emplee concreto bombeado, en cuyo caso el revestimiento no excederá de 14 cm»

«Se recomienda el uso de vibradores de inmersión con diámetro en la cabeza de 2.5 cm (1") a 4.0 cm (1 1/2") y frecuencia de vibrar dentro de la mezcla de 3,000 a 13,500 c.p.m»

«El concreto es aceptable estructuralmente cuando se satisfacen simultáneamente los siguientes requisitos:

1° Ningún cilindro tiene resistencia inferior a 215 Kg/cm^2

2° El promedio de cualquier serie de tres pruebas consecutivas debe ser superior a 250 Kg/cm^2

3° No más del 10% de los especímenes tendrá resistencia inferior a la resistencia de proyecto de 250 Kg/cm^2

«Si se recurre a membranas impermeables para el proceso de curado del concreto, cumplirán con la norma ASTM C-309»

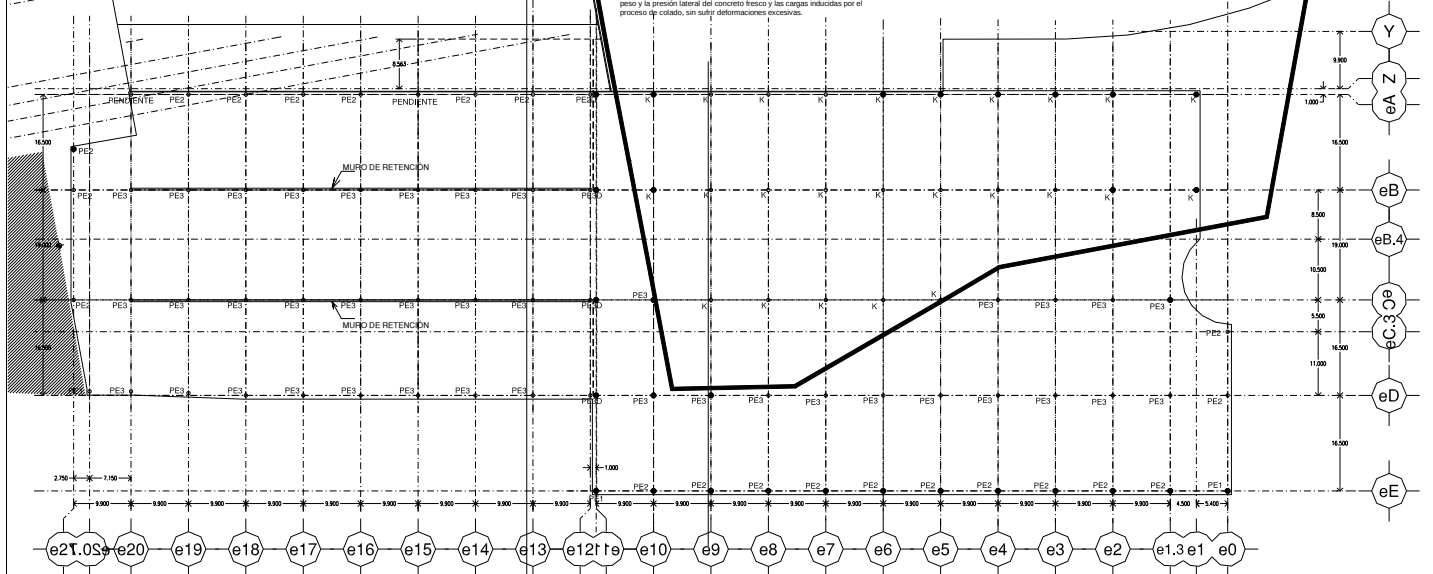
RELLENO DE LAS EXCAVACIONES Y CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN

«Se iniciará una vez que las pruebas de laboratorio certifiquen que se ha alcanzado al menos el 70% de la resistencia de proyecto de los muros»

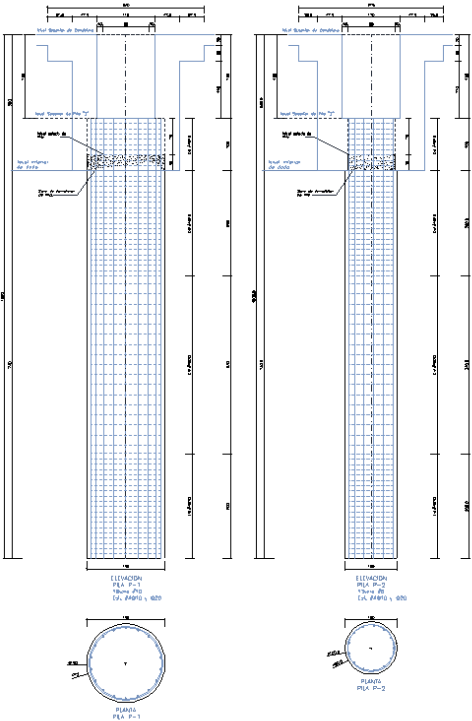
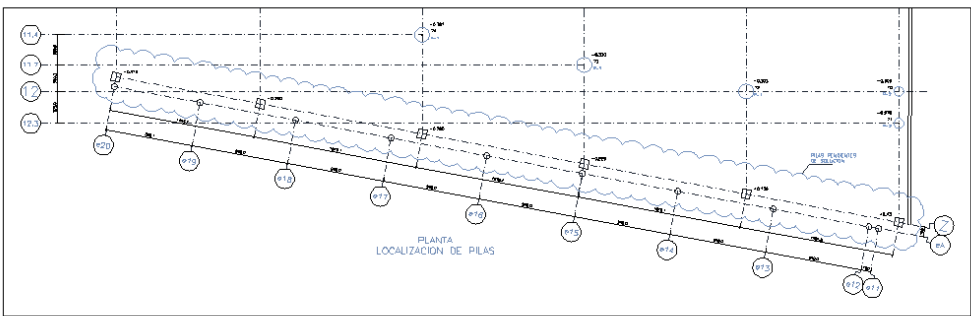
«La grava gruesa limpia y uniforme que se empleará en la capa de filtro de los muros se colocará simultáneamente al avance de la construcción del terraplén»

«Los tubos perforados laterales descargarán libremente aguas abajo»

«Los rellenos se construirán con limo arenoso compactado al 95% de su PVM»

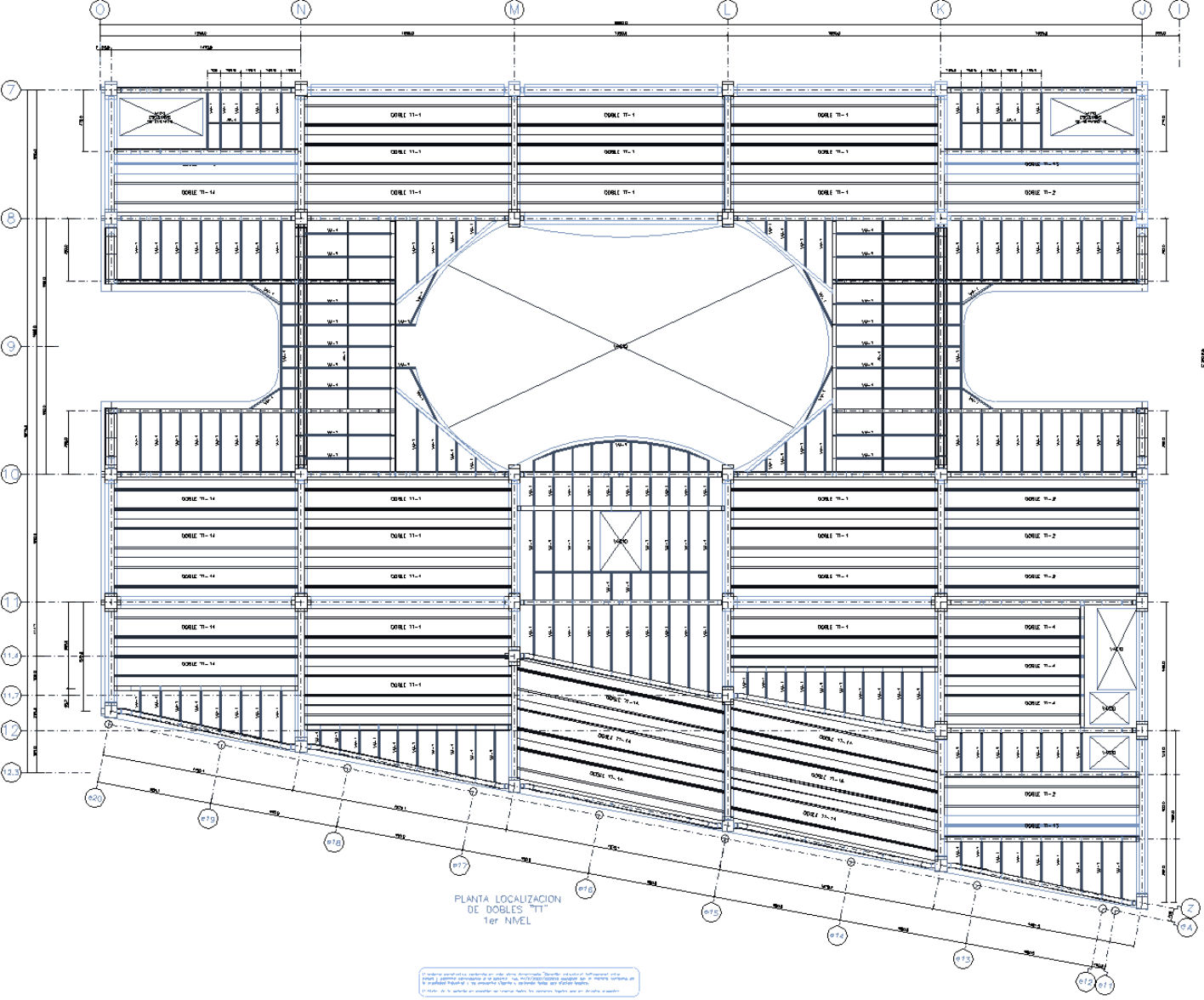


Planta Cimentación Plaza

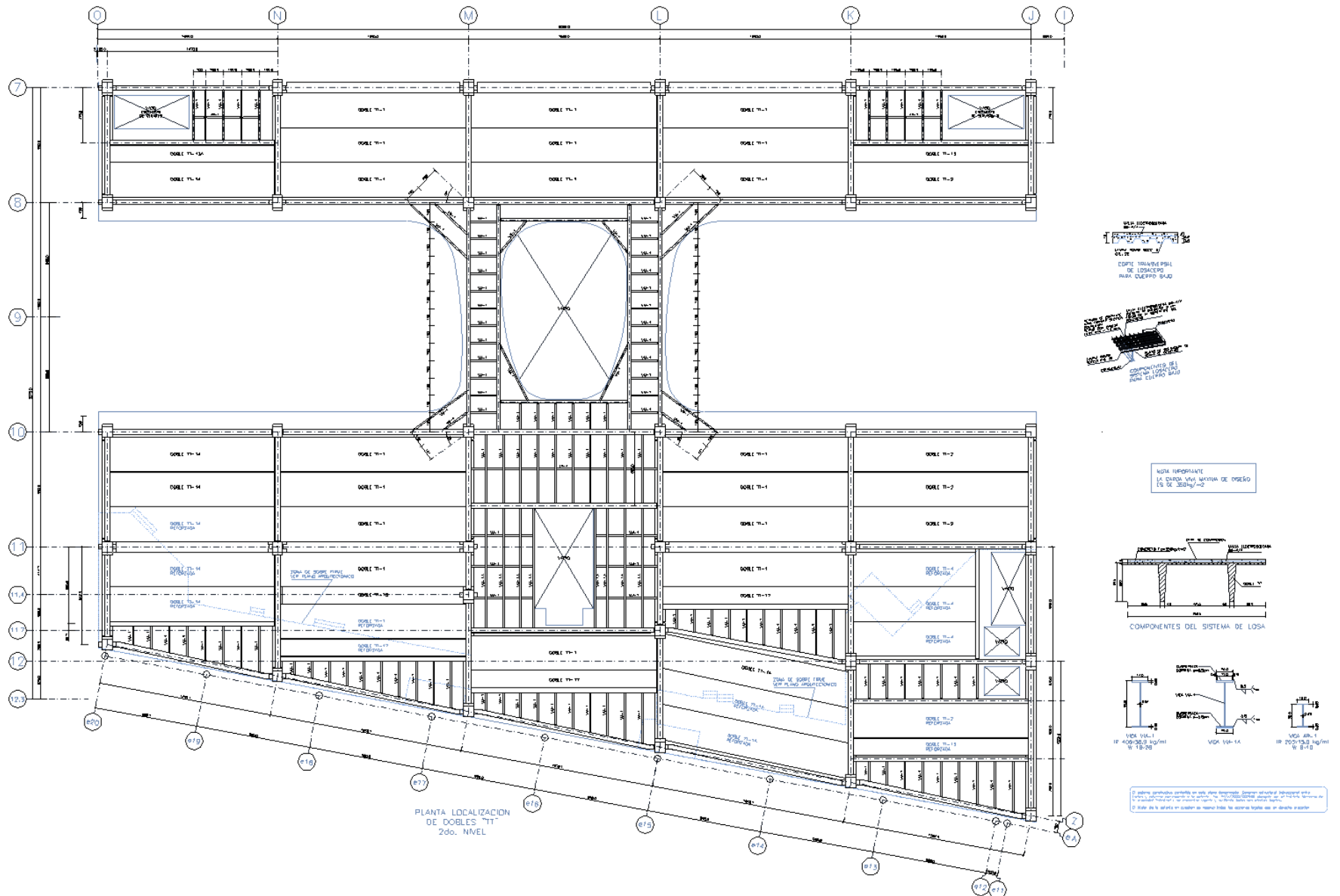


CONDICIONALES DE PILAS			R ² (%)	
PILA	Q ₁	Q ₂		
1	0,00	0,00	0,00	CONDICIONES DE PILAS CON CONCENTRACIONES DE 0,001 M/L
2	0,00	0,00	0,00	
3	0,00	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	
8	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	0,00	0,00	
10	0,00	0,00	0,00	
11	0,00	0,00	0,00	CONDICIONES DE PILAS CONCENTRACIONES DE 1 M/L
12	0,00	0,00	0,00	
13	0,00	0,00	0,00	
14	0,00	0,00	0,00	
15	0,00	0,00	0,00	
16	0,00	0,00	0,00	
17	0,00	0,00	0,00	
18	0,00	0,00	0,00	
19	0,00	0,00	0,00	
20	0,00	0,00	0,00	

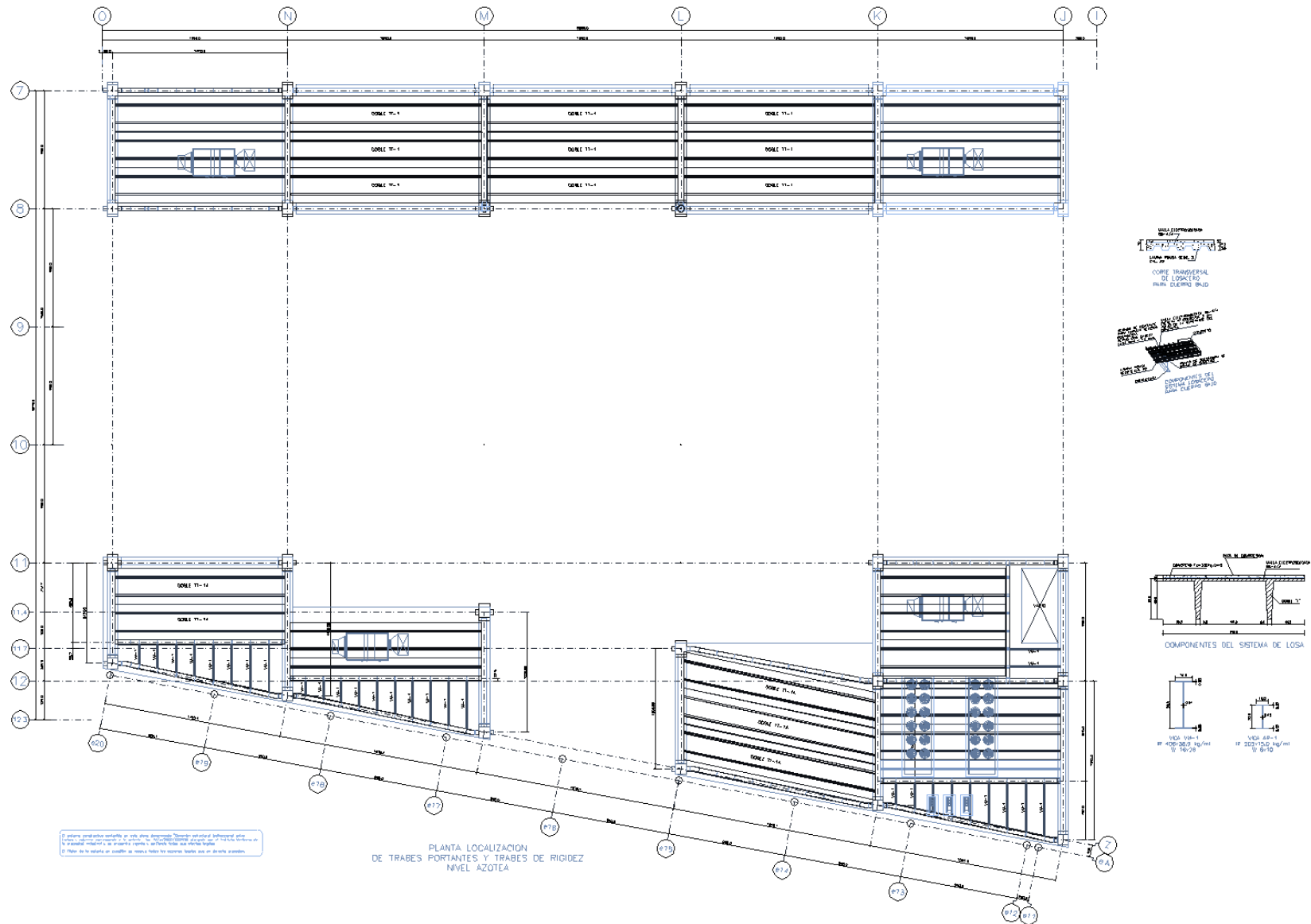
Planta Localización Dobles TT 1er Nivel



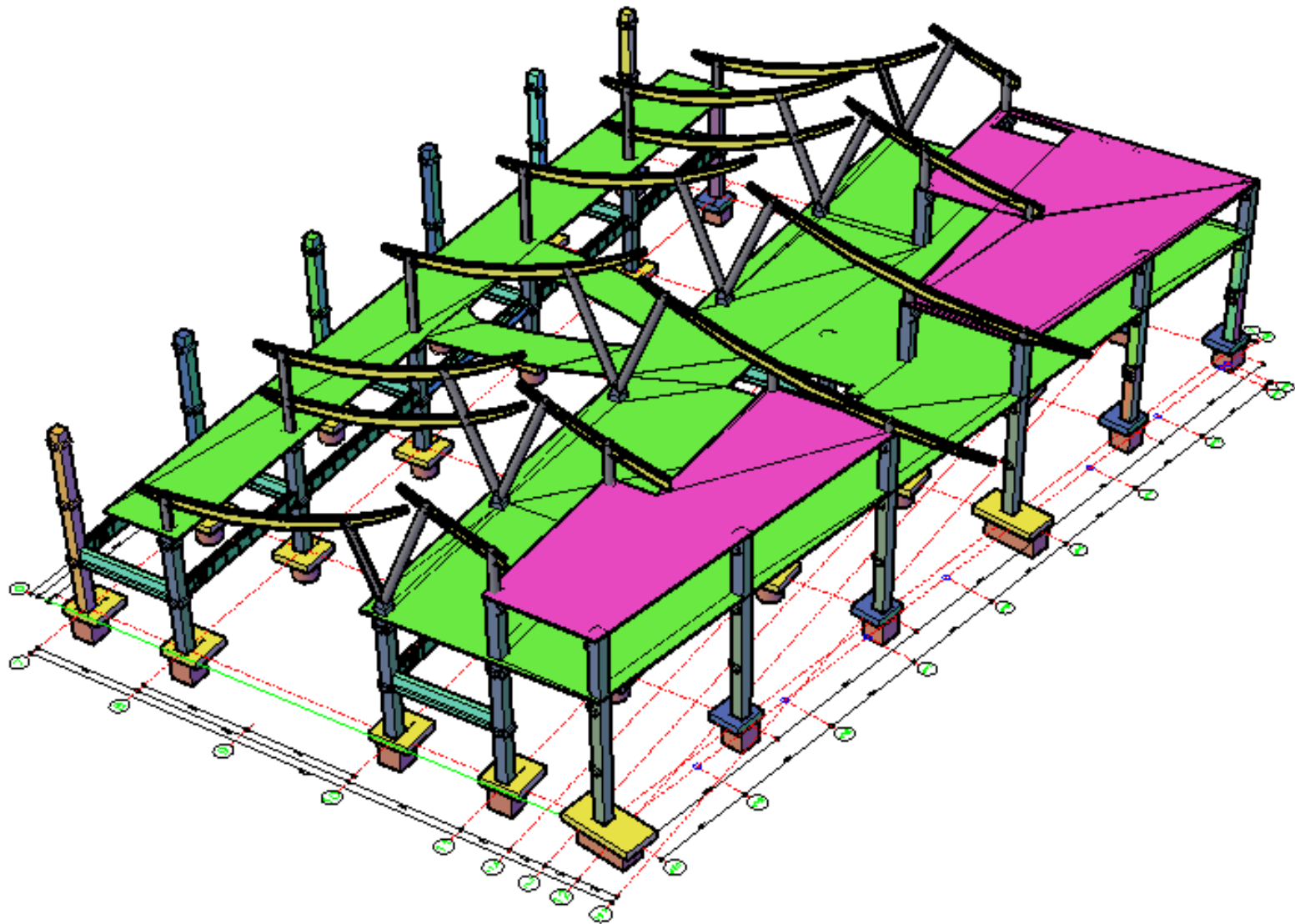
Planta Localización Dobles TT 2º Nivel



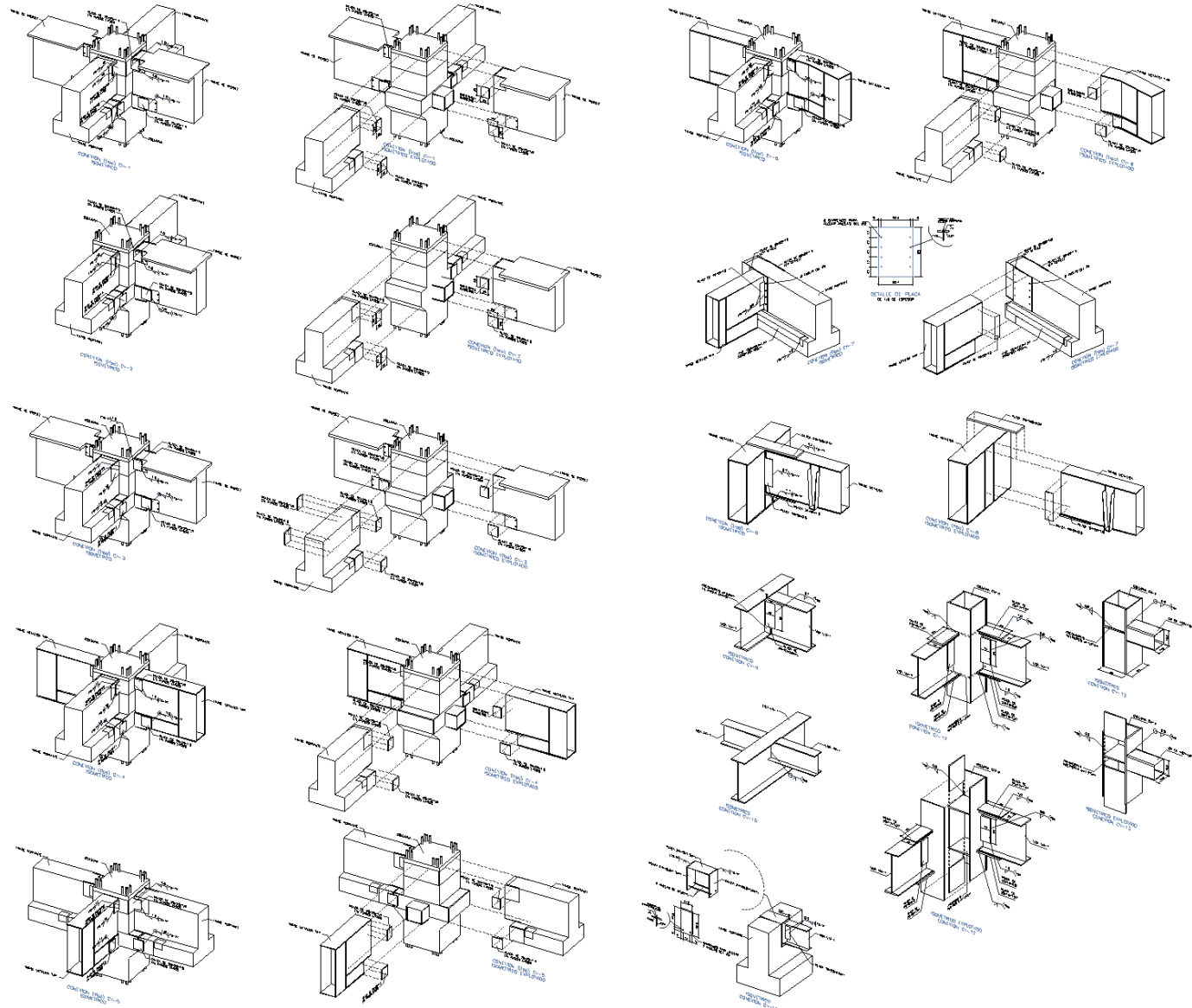
Planta Localización Dobles TT Nivel Azotea



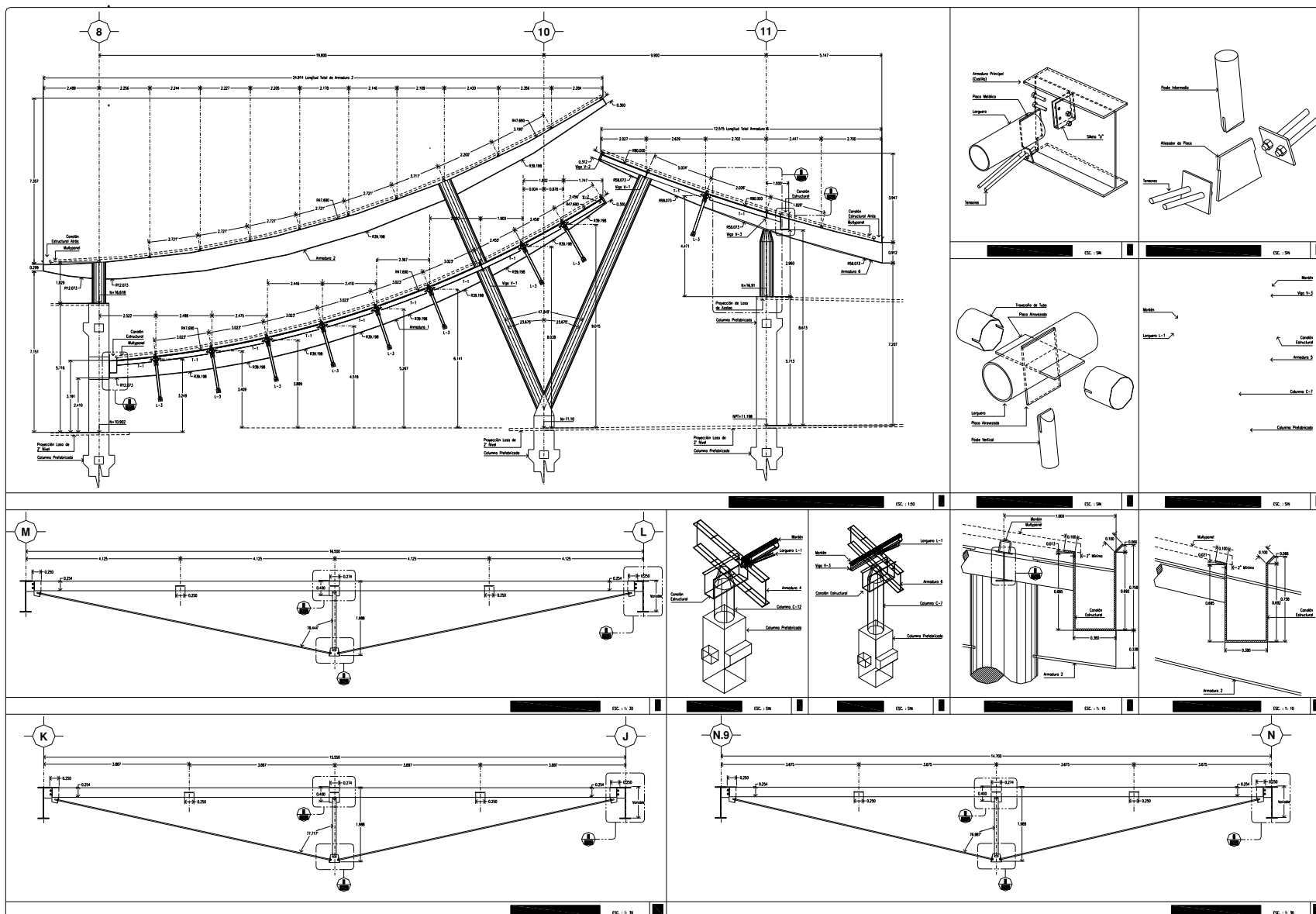
Estructura 3D



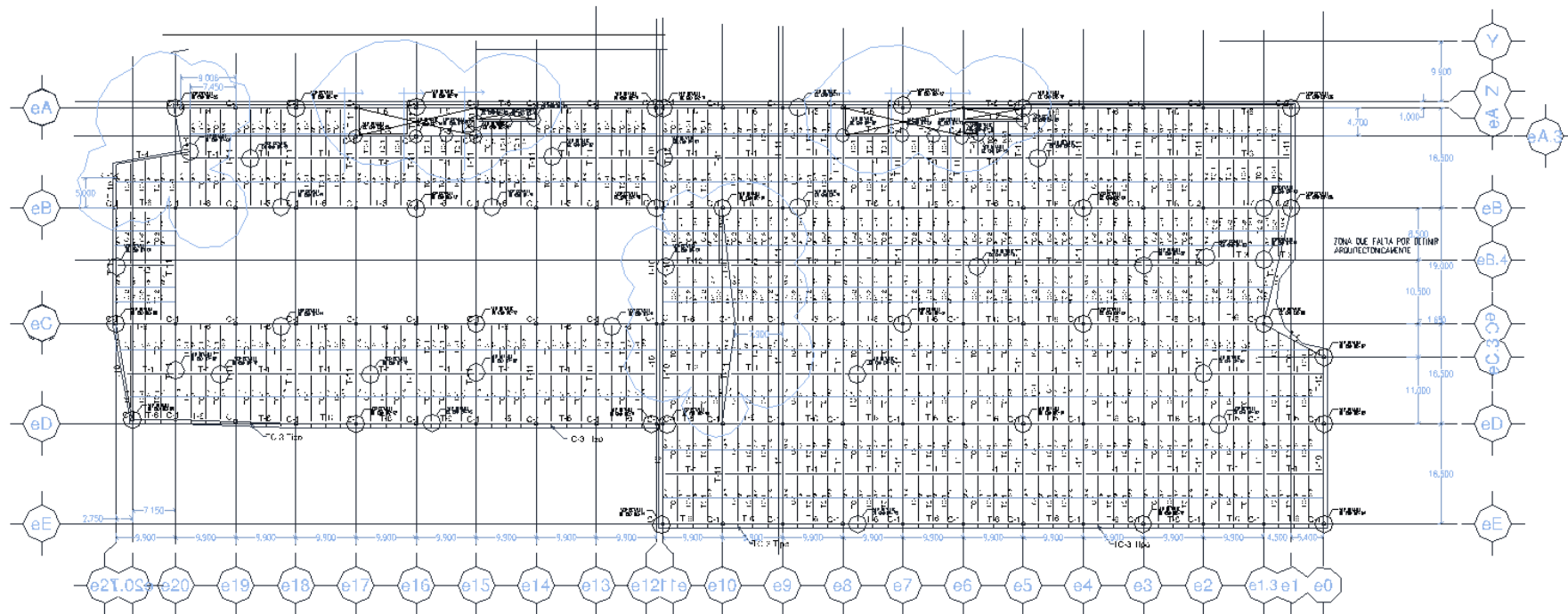
Conexiones



Detalles Cubierta Mall y Food Court



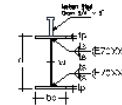
Planta Entrepiso Nivel 1



TAREAS CAS ELABORAS del 16 al 18 de mayo	
Grupo de	Casclados de
TC-1	IPR 4 x 4 x 44.0 kg
TC-2	IPR 4 x 4 x 46.0 kg
TC-3	IPR 4 x 4 x 48.0 kg

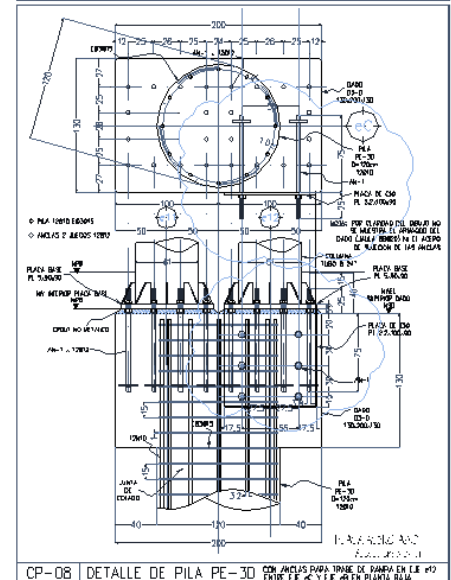
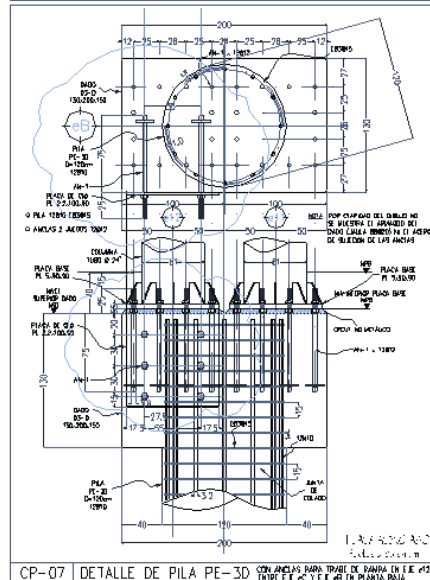
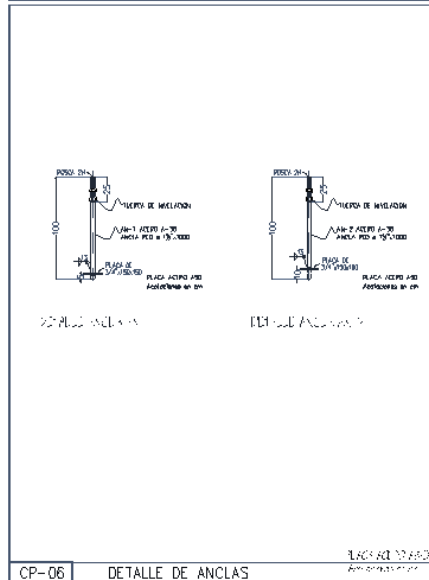
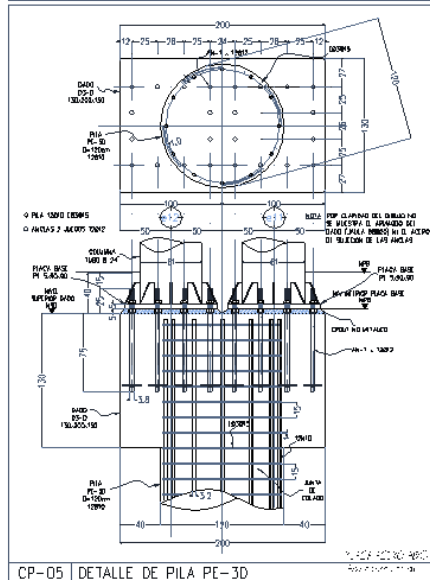
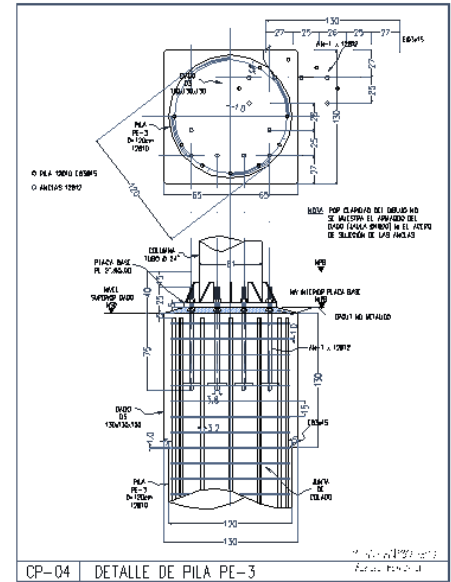
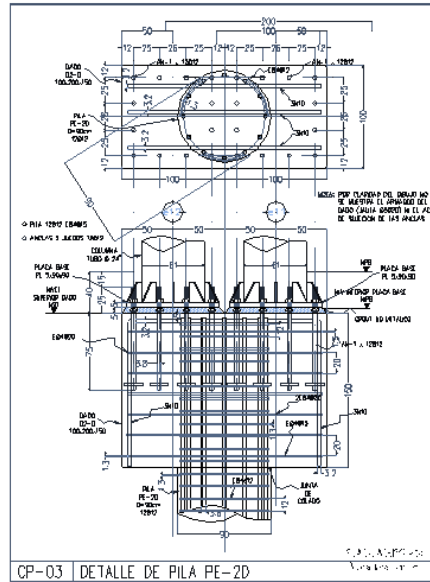
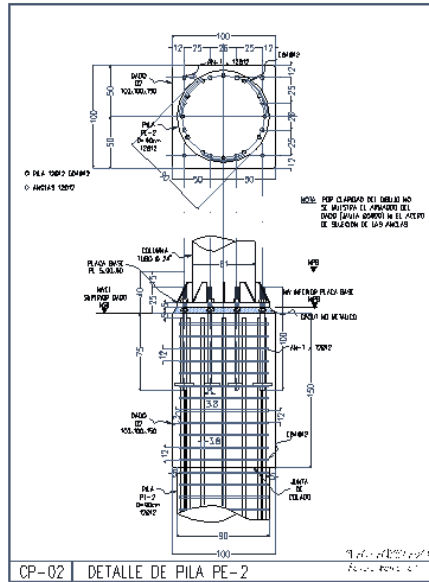
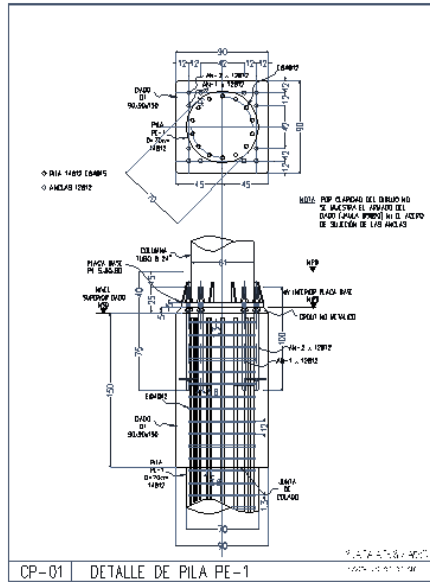
Ged. BUKAR 27 T. 371 4871 Area	
Section	
U-1	Tubo 24"x0.50"
U-2	Tubo 24"x0.665"
U-3	Tubo 24"x0.50"
D-1	Tubo 12"x0.375"

CONTRAPUNTEOS	
Secundar	
CF ¹	Ang C ¹ y 0°
CF ²	Ang C ² y 16°

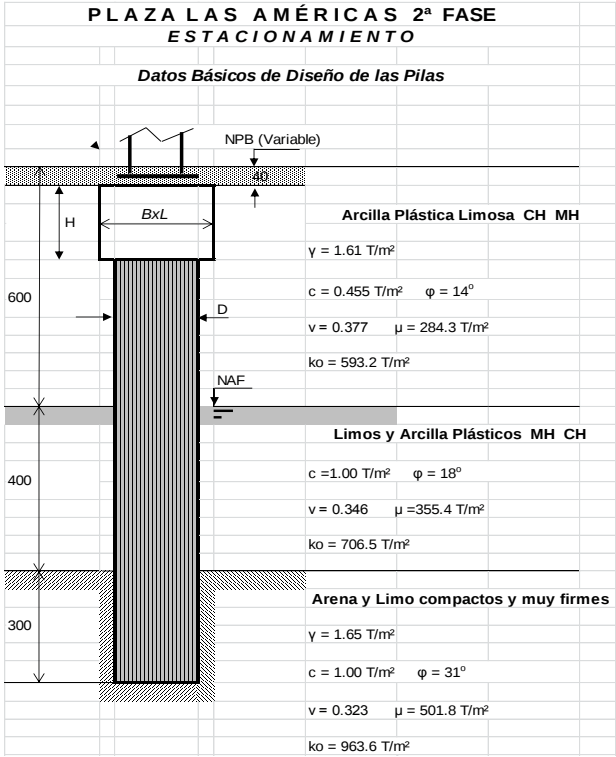


Species	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th
1-1	12	19	369	325	8
1-2	12	23	369	325	8
T-5	12	23	369	936	3
1-4	12	16	369	375	8
T-5	12	10	369	369	3
T-6	12	13	369	936	3
1-7	12	16	369	936	3
1-8	12	19	369	636	3
T-6	12	23	369	936	3
T-7	12	23	369	936	3
T-1	12	22	369	936	3
C-4	12	32	369	836	3

Detalles de Armados

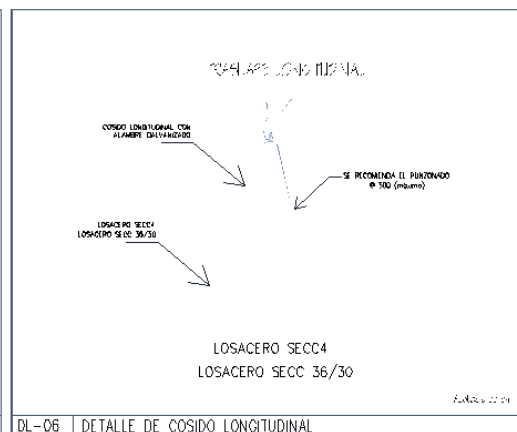
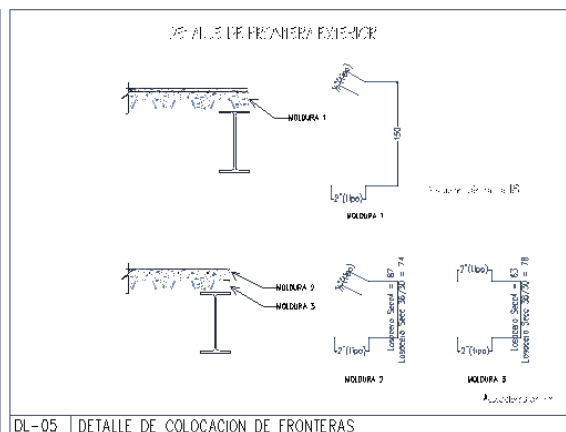
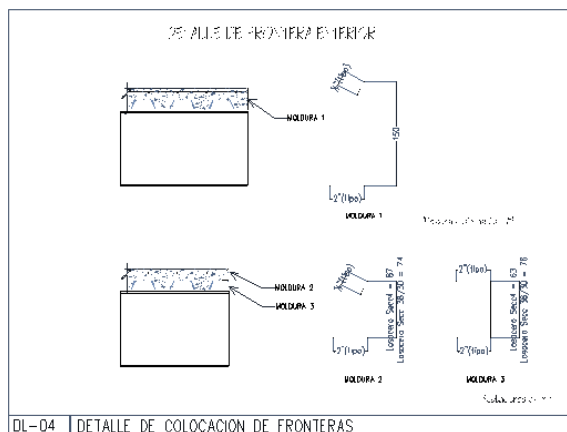
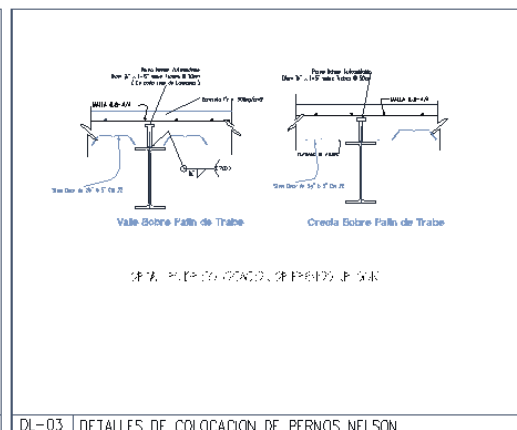
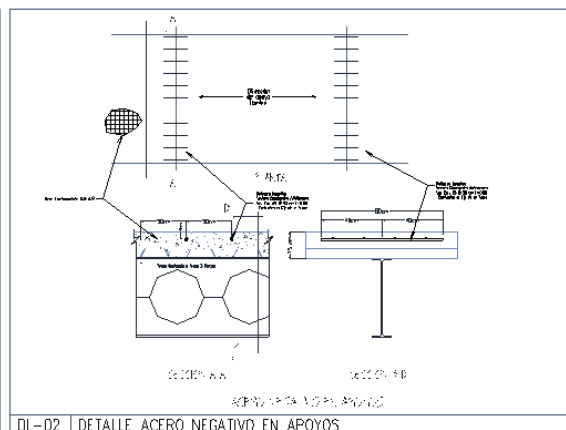
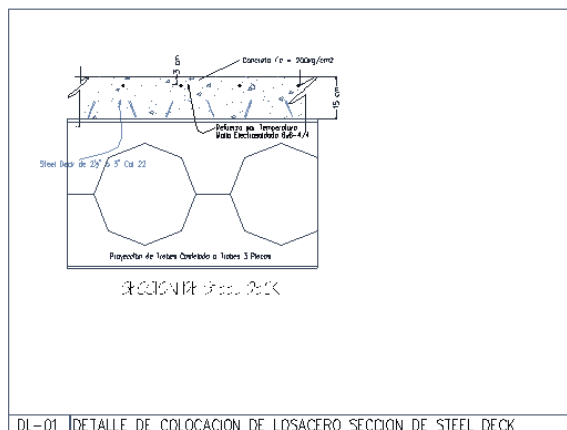


Datos Cimentación Estacionamiento

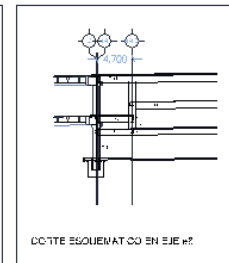
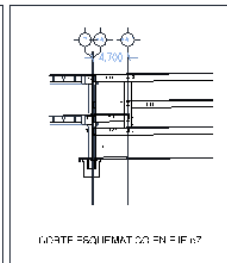
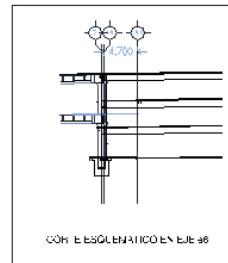
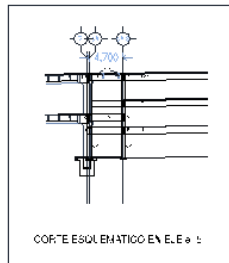
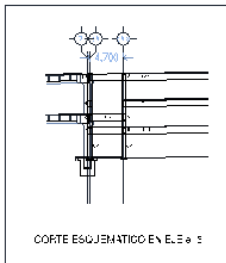
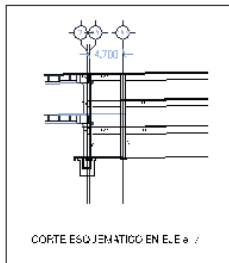
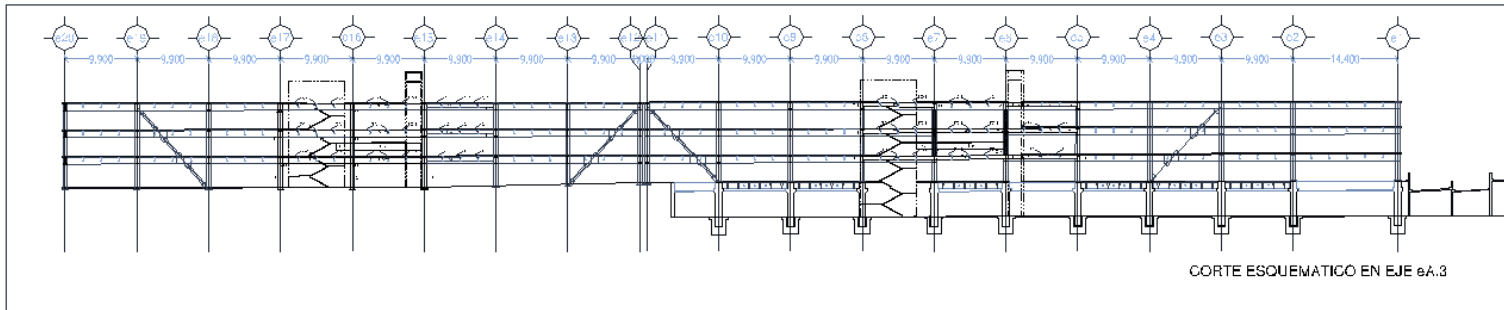
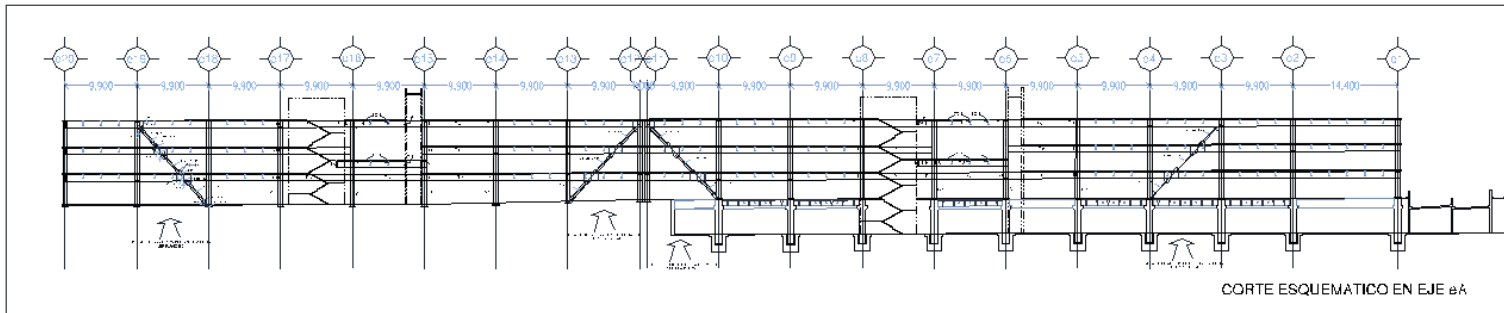


PLAZA LAS AMÉRICAS 2ª FASE ESTACIONAMIENTO												
Datos de Construcción de las Pilas												
				Concreto f'c = 300 Kg/cm²		Acero fy = 4,200 Kg/cm²						
Pila Tipo	Piezas	Diámetro D (cm)	Acero Longitudinal	Estribos	Dado			Anclas A36				
					B x L	H	Jaula	Placa A50	Cuadrícula	Número y Diámetro	Longitud	Anclajes (12 anclas)
K	25	Columnas de Concreto Existentes con Placa Superior de Conexión										
PE1	3	70	14 # 12	# 4 - 10@12, @20	90X90	150	# 5 @ 20	80x80x2"	66x66	12 # 12	100 = 75+25	3 juegos
PE2	21	90	12 # 12	# 4 - 10@12, @20	100x100	150	# 5 @ 20	90x90x2"	76x76	12 # 12	100=75+25	21 juegos
PE3	35	120	12 # 10	# 3 - 10@15, @20	130x130	130	# 4 @ 20	90x90x2"	76x76	12 # 12	100=75+25	17 juegos
PE2D (*)	1	90	12 # 12	# 4 - 10@12, @20	100x200 (*)	150	# 5 @ 20	90x90x2" (*)	76x76 (*)	12 # 12	100=75+25	2 juegos (*)
PE3D (*)	3	120	12 # 10	# 3 - 10@15, @20	130x200 (*)	130	# 6 @ 20	90x90x2" (*)	76x76 (*)	12 # 12	100=75+25	6 juegos (*)
Pendientes Diseño Común	2	Columnas del Estacionamiento (eA/e15 y eA/e20) Opuestas a las del Centro Comercial										
(*) Pilas con Cabezal Doble												

Detalle de Instalación de Losacero



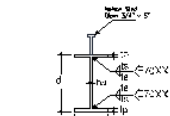
Cortes Esquemáticos Zona de Elevadores



TRABES CASTELAZAS VISTA 156-157.25	
Sección	Coord. inicio de
TC-1	IPN 14" x 8.5" x 44.8 kg/m
TC-2	IPN 14" x 8.5" x 52.7 kg/m
TC-3	IPN 8" x 7.1 kg/m

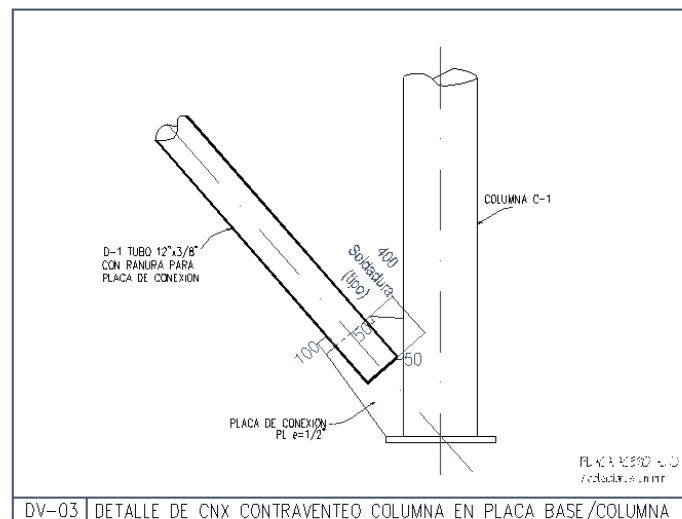
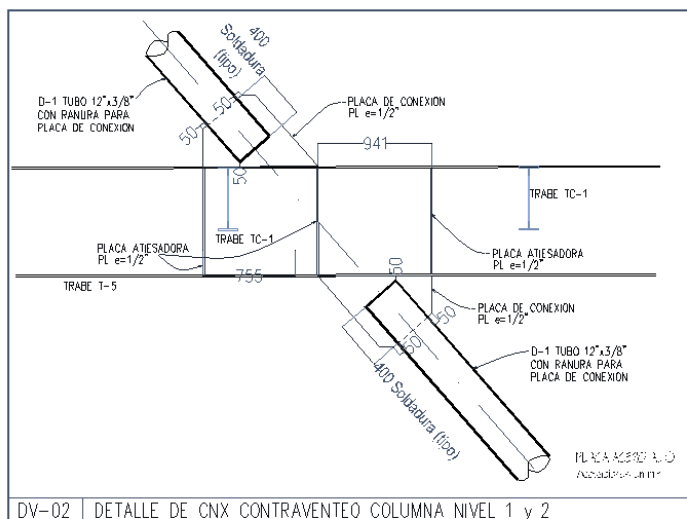
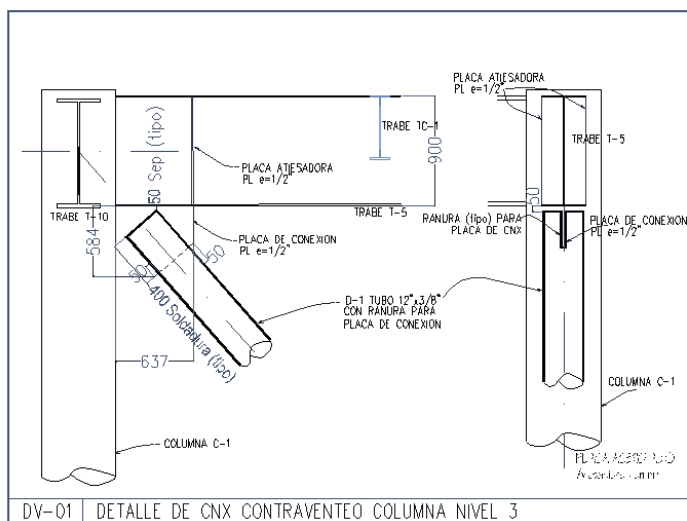
COLUMNAS DE TUBO ACER 156-157.25	
Sección	Coord. inicio de
C-1	Tubo 24" x 0.500"
C-2	Tubo 24" x 0.500"
C-3	Tubo 24" x 0.500"
C-4	Tubo 12" x 0.375"

CONTRAVIENTOS	
Sección	Coord. inicio de
CV-1	Ang 2"x1 3/8"
CV-2	Ang 2"x3 1/8"

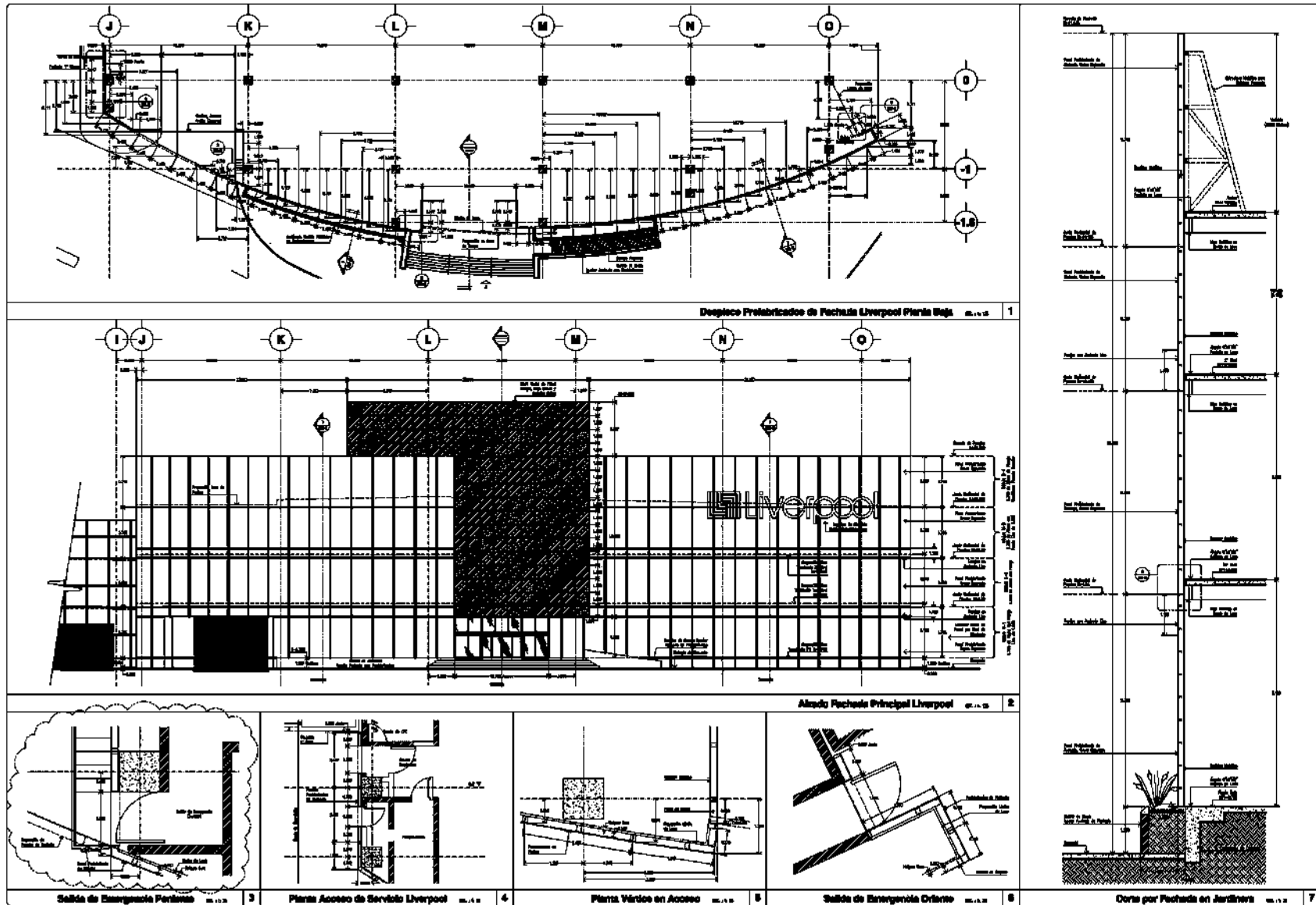


TABLAS DE 3 PLACAS VISTA 156-157.25					
Sección	Diámetro	Diámetro	Diámetro	Diámetro	Diámetro
T-1	10	10	10	10	10
T-2	10	10	10	10	10
T-3	10	10	10	10	10
T-4	10	10	10	10	10
T-5	10	10	10	10	10
T-6	10	10	10	10	10
T-7	10	10	10	10	10
T-8	10	10	10	10	10
T-9	10	10	10	10	10
T-10	10	10	10	10	10
T-11	10	10	10	10	10
T-12	10	10	10	10	10

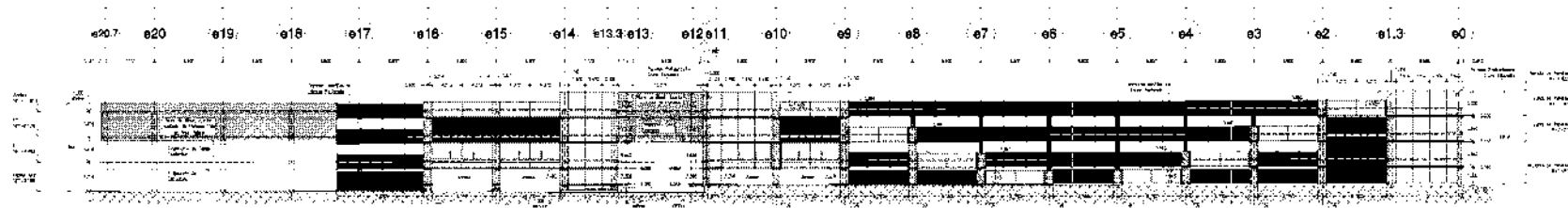
Detalle Conexión Contraventeo Columnas



Fachada de Liverpool

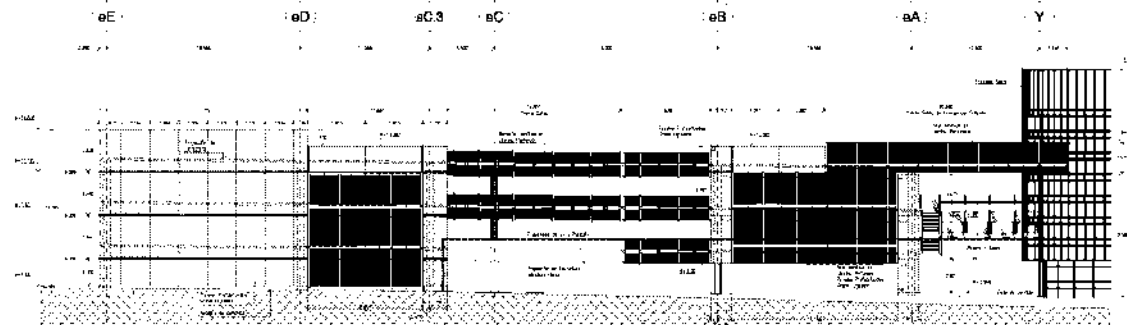


Fachadas Generales de Estacionamiento



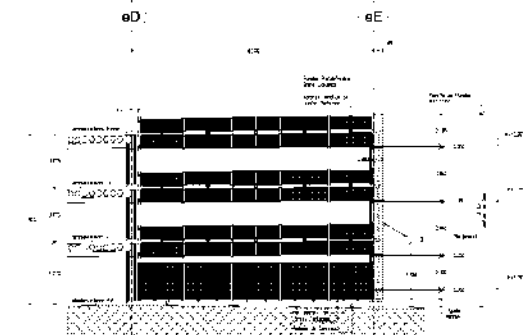
Estacionamiento Fachada Av. Venezuela

1



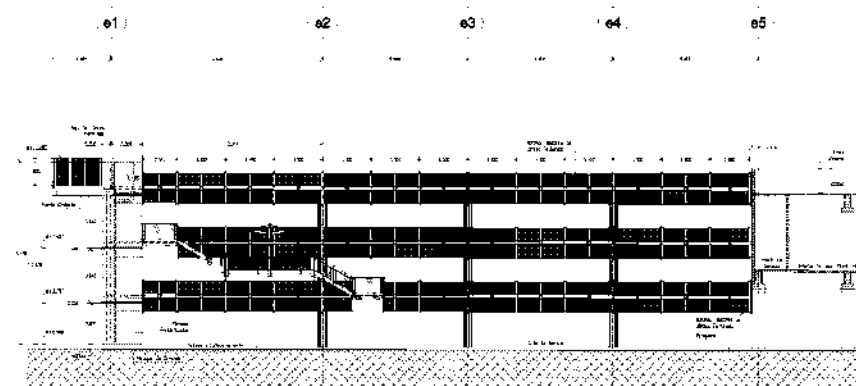
Estacionamiento Fachada Sobre Calle Peatonal

2



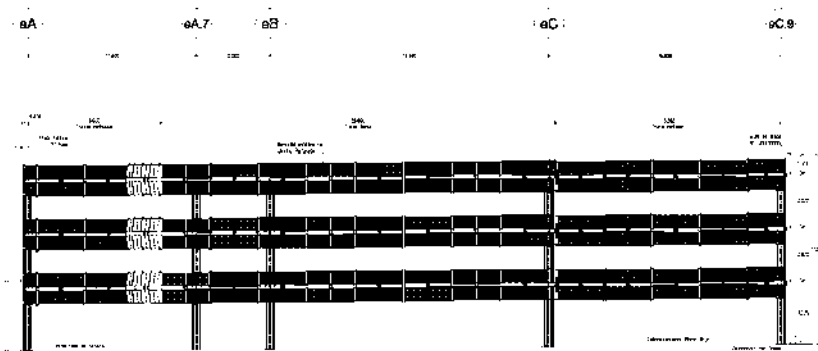
Estacionamiento Fachada en Cerrada Perú

3



Estacionamiento Fachada en Calle de Servicio

4



Estacionamiento Fachada Hacia Camelinas

5

CONCLUSIONES

Todos los proyectos y obras de construcción sin importar su uso o dimensiones, serán objeto de cambios durante su construcción, ya sea por mejoras al proyecto, reducción en los costos o por soluciones a situaciones imprevistas. Los imprevistos van a existir siempre y en cualquier proyecto a construir, pues se trabaja con un plan de ataque partiendo de muchas consideraciones posibles y variables fuera de nuestro alcance de controlar, pero se les debe dar solución pronta para que la obra no detenga su proceso de avance, que ésta resuelva el problema y no sea una solución momentánea para que de esta forma los costos no se eleven demasiado.

Muchas de las decisiones en obra son tomadas por el grado de dificultad y el tiempo que tomará poner en práctica dicha solución, pero lo más importante y que determina su puesta en práctica, es el costo de las mismas, sin perder de vista que el factor tiempo afecta de forma directa en el costo.

En esta obra no se tuvo un gran número de situaciones imprevistas, de problemas a solucionar, o correcciones por hacer, parte de esto se debió a que en su mayoría se mantuvo el mismo equipo de trabajo de la 1ª etapa. De esta forma se canalizaron las experiencias de la 1ª etapa para poder prever posibles puntos de conflicto o dificultad durante la ejecución de sus trabajos, buscando así la solución antes de que el problema se manifestara. Así es como se logró reducir los costos por correcciones a sólo un 10% de los costos correctivos en la etapa anterior.

Es de suma importancia contar con un plan de ataque ordenado y bien definido, así como una supervisión eficiente durante todos los procesos, esto no nos garantizará que evitemos tener que solucionar cuestiones de construcción durante la ejecución, pero sí nos dará la tranquilidad de saber que tenemos un mayor control de la obra y que las correcciones serán las menores posibles, evitando así sobrecostos excesivos.

REFERENCIAS

1. Trespa, S9520 Trespa Placas para exterior Meteon (incl. Carta de Color) [en línea], Documentación para exterior Información, Formato PDF, Disponible en Internet: [http://www.trespa.com/mx/binary/S9520_Trespa_Meteon_Placas_para_Exterior_\(incl_Gama_de_Colores\)_01_2011_tcm27-35185.pdf](http://www.trespa.com/mx/binary/S9520_Trespa_Meteon_Placas_para_Exterior_(incl_Gama_de_Colores)_01_2011_tcm27-35185.pdf)
2. Ing. Antonio Córdova López. GNT-SSNP-M021-2005 Especificación Técnica “Sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación”, [en línea], PEMEX, Subdirección de Ingeniería, Generencia de Normatividad Técnica, 2005, Especificaciones Técnicas Internas / 3.030, PDF, Disponible en Internet: [http://www.pemex.com/files/content/GNT-SSNP-M021-2005\(Rev0\).pdf](http://www.pemex.com/files/content/GNT-SSNP-M021-2005(Rev0).pdf)
3. Fester, ENDUMIN “ENDURECEDOR MINERAL PARA PISOS DE CONCRETO”, [en línea], Fester, Fichas técnicas, 2008, PDF, Disponible en línea: <http://www.dobleg.com.mx/fichastecnicas/Fester/ENDUMIN30K.pdf>
4. Retex, “CONCREPATCH Mortero Tixotrópico de Fraguado Rápido, Sin Contracción, Restaurador de Concreto, Para Superficies Verticales”, [en línea], Retex, Fichas Técnicas Grouts, Morteros y Restauradores; 2009, PDF, Disponible en línea: <http://www.retex.com.mx/pdfs/13.pdf>
5. “Sistema VULKEM 350/345/346 Guía de Aplicación”, [en línea], PDF, Disponible en línea: <http://eucomex.com.mx/PDF/Vulkem%20350-345-346%20Guia.pdf>
6. Wabo Seismic Pan “Product Details”, [en línea], PDF Disponible en línea: <http://wbacorp.com/Products/ViewProductLine.aspx?ProductLineID=3>