



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGON

CONSTRUCCIÓN DE UN AULA DE USOS MÚLTIPLES
PARA EDUCACIÓN BÁSICA, DENTRO DE LA
DEMARCACIÓN DE LA DELEGACIÓN TLÁHUAC EN EL
DISTRITO FEDERAL

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

ULISES SOSA MORA

ASESOR:

DR. DANIEL VELÁZQUEZ VÁZQUEZ



MEXICO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	6
1.1 generalidades	
1.2 trazo y nivelación	
1.3 excavaciones	
1.4 cimentación	
1.5 acarreos	
1.6 superestructura	
1.7 albañilería	
1.8 instalaciones y acabados	
CAPÍTULO 2. TRABAJOS PRELIMINARES.....	44
2.1 Demolición y desmantelamientos	
2.2 Trazo y nivelación	
2.3 Excavaciones	
CAPÍTULO 3. CIMENTACIÓN.....	68
3.1 Mejoramiento del terreno	
3.2 Construcción de zapatas	
CAPÍTULO 4. SUPERESTRUCTURA.....	84
4.1 Armado y cimbra	
4.2 Concreto	
4.3 Albañilería	
4.4 Instalaciones y acabados	
CONCLUSIONES.....	133
BIBLIOGRAFIA.....	135
ANEXOS. Planos del proyecto	

INTRODUCCIÓN

La realización del presente trabajo tiene como objetivo el mostrar de una manera específica y gráfica el procedimiento constructivo de la edificación de un salón de usos múltiples perteneciente a una escuela preescolar, ubicada en la delegación Tláhuac, describiendo los procedimientos constructivos principales que se siguen para la edificación de una obra civil como esta; cabe aclarar que el área que abarcaremos será la de aspectos de carácter meramente constructivos sin ahondar en terrenos de procedimientos administrativos.

El Distrito Federal se encuentra integrado por 16 delegaciones entre las cuales se encuentra la delegación Tláhuac; con una superficie de 8,534.62 hectáreas (5.75 % de área total del Distrito Federal) y ubicada en la zona sur oriente de la ciudad, sus colindancias son al norte y noreste con la Delegación Iztapalapa, al oriente con el municipio del Valle de Chalco (Estado de México), al sur con Milpa Alta y al suroeste y oeste con Xochimilco.

Hasta hace un par de décadas esta delegación era considerada una de las delegaciones rurales existentes dentro de la ciudad, pero el crecimiento de la mancha urbana ha llegado a este territorio modificando los terrenos de cultivo existentes en zonas habitacionales. En los últimos años la demanda de servicios de empleo y salud para población mayor de edad ha ido en aumento lo cual no ocurre con el terreno de la educación pues se ha notado una sensible disminución de demanda educativa.

Sin embargo, es importante contar con las instalaciones adecuadas para el desarrollo de las actividades educativas propias de los diversos niveles; abarcaremos en este trabajo un caso particular de una escuela preescolar en la que se realizó la construcción de un salón de clases en sustitución de una instalación existente con su vida útil terminada.

Previamente a la construcción del aula escolar nueva, la escuela contaba con un salón en funcionamiento que ya no cumplía con los requerimientos necesarios para impartir clases pues el desgaste del inmueble era muy evidente, la construcción se encontraba formada a base de bastidores de acero, paneles de madera, lámina de aluminio y otros materiales que por el uso y el intemperismo se hallaban muy estropeados,

razón por la cual se tuvo que desmontar para dar paso a una nueva edificación.

El título de esta trabajo denominado **“Construcción de un Aula de Usos Múltiples Para Educación Básica, Dentro de la Demarcación de la Delegación Tláhuac en el Distrito Federal”** se abocará específicamente a la construcción de un aula que beneficiará a aproximadamente a cuarenta alumnos de nivel preescolar que al momento de la construcción requerían espacio para realizar las actividades que cotidianamente llevan a cabo en este centro educativo.

El capitulado de este trabajo que de forma general representa los procedimientos básicos de la obra en cuestión consta de cuatro capítulos, el capítulo 1 está referido a las Consideraciones Técnicas, el capítulo 2 se refiere a los trabajos preliminares; el capítulo número 3 se centra en la construcción de la cimentación y el capítulo 4 abarca la construcción de los elementos estructurales de concreto de la edificación y de algunos aspectos referentes a los acabados dentro de la misma, en pisos, muros, cancelería e instalación eléctrica.

Los capítulos se desglosarán por etapas a lo largo del desarrollo del proyecto, apoyándose en material gráfico; esto es con planos arquitectónicos y estructurales así como fotografías que muestran de forma clara el proceso constructivo. El capítulo de consideraciones técnicas tiene una importancia especial, ya que aquí se presentan desglosados de manera general los procedimientos básicos requeridos para la construcción de esta obra en específico.

Todos los procedimientos que se llevaron a cabo para llevar a buen fin la obra civil se mantuvieron con apego a las especificaciones, catálogo de conceptos y planos de proyecto conforme al contrato pactado con la Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano de la Delegación Tláhuac.

En la figura 1 se muestra la planta de conjunto y se indica con el achurado cuadrículado el área donde se sustituyó el aula escolar existente por la nueva construcción, ubicada en la Delegación Tláhuac.

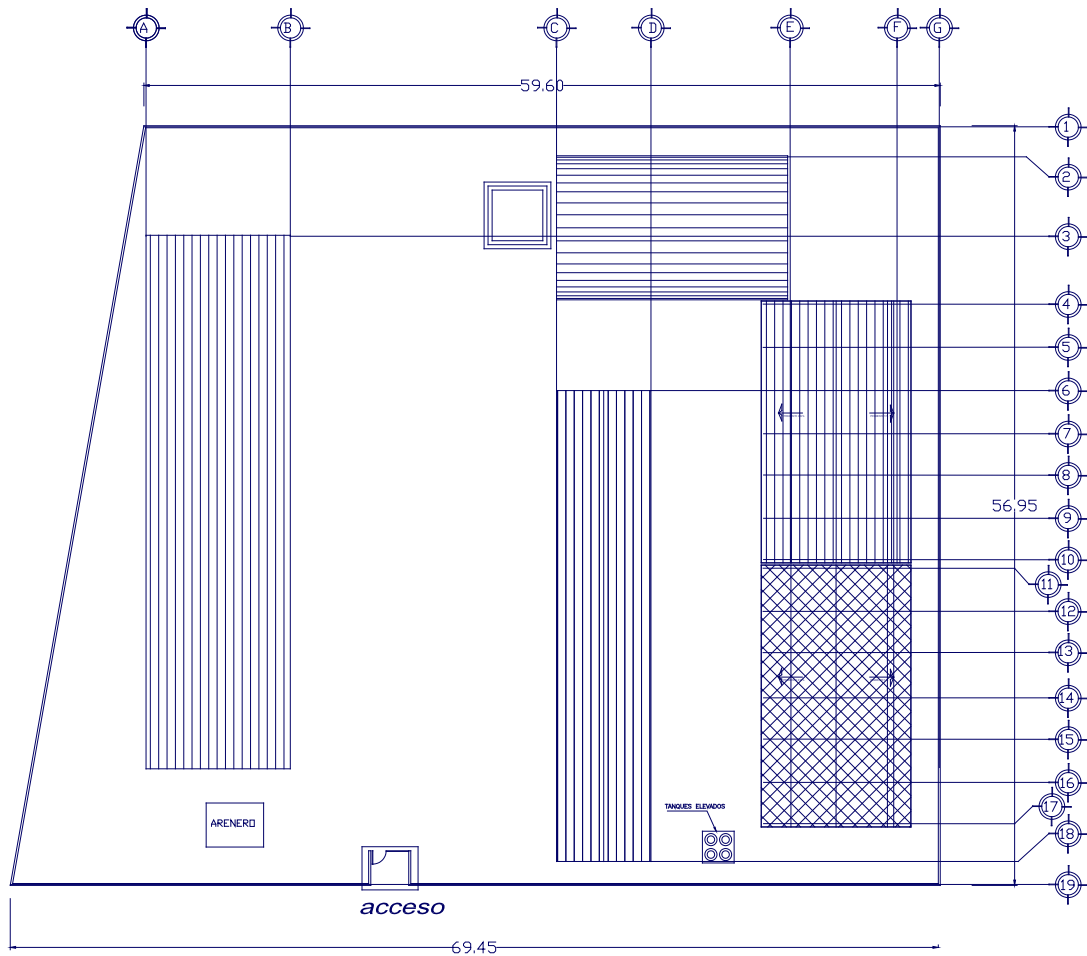


Figura 1. Planta de conjunto

El proyecto especifica que en la manufactura y manejo de los materiales de construcción se deberán cumplir de acuerdo a las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

Además de que no se podrán modificar los aspectos referentes al proyecto estructural, básicamente en el aspecto de los detalles en armados o cualquier otra indicación contenida en los planos o en las especificaciones sin la autorización por escrito de los responsables del proyecto Director Responsable de Obra (D.R.O.).

Para el diseño de los elementos de la estructura se utilizó el reglamento para las construcciones del D.F. (2004) y sus normas técnicas complementarias vigentes.

Según el proyecto se requieren concretos con diferente resistencia de acuerdo a los elementos estructurales de los que se trate y se pueden realizar en sitio o solicitar a una planta de concreto dependiendo del volumen a utilizar. Es importante puntualizar aspectos básicos de este material ya que es la materia prima con la que se construyó el inmueble al que hacemos referencia.

La resistencia a compresión del concreto se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto a carga axial, generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) determina a la edad de 28 días y se designa con el símbolo $f'c$. Esta característica es una de las más relevantes en lo referente a resistencia mecánica y su importancia radica en que representa la condición de carga en que el concreto presenta mayor capacidad para soportar esfuerzos, sobra decir que por las características que representa esta propiedad los diversos elementos estructurales a construir se diseñan con base a la resistencia a la compresión.

CAPÍTULO I. CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El presente trabajo se basa en el proceso constructivo a seguir para la edificación de un salón de clases dentro de una unidad escolar de educación primaria, ubicada dentro de la demarcación de la delegación Tláhuac, perteneciente al Distrito Federal¹ y que forma parte del contrato de obra denominado “Ampliación de Siete Espacios Educativos en Planteles Existentes”.

De acuerdo con las características arquitectónicas con las que se contaba en los espacios educativos, el proyecto de ampliación en todos los casos se realizó de forma similar en cuanto a diseño y acabados, de esta forma se mantuvo la uniformidad existente en las instituciones.

Antes de dar inicio a la construcción de la estructura, se realizó el proyecto ejecutivo en donde se establecieron las características y especificaciones que se requirieron en cada uno de los centros educativos, las cuales nos fueron proporcionadas directamente por el contratante, que en este caso fue el Departamento de Obras de la Delegación Tláhuac.

La importancia de mantener un procedimiento para la elaboración de un proyecto radica en la necesidad de conocer claramente la problemática que se quiere resolver y la forma en la que se buscará llegar a una solución con una estructuración bien elaborada. Con base en estos parámetros se decidió, al elaborar el procedimiento en cuestión, tomar en cuenta los pasos a seguir que se mencionan en los párrafos siguientes:

¹ Ahora Ciudad de México.

- Mantener presente la existencia de una necesidad que requería atención inmediata, la cual podía haber surgido como resultado de tener que continuar un proyecto inconcluso, que quizá había sido pospuesto para una etapa posterior, o bien, como respuesta a una solicitud presentada por la misma institución en donde se realizaron los trabajos.
- Analizar las causas que dieron origen a la necesidad y establecer los objetivos a cumplir, es decir, fijar las metas y alcances de la magnitud y utilidad de la obra a construir.
- Conceptualizar, con base en las etapas anteriores, las alternativas de solución para satisfacer la necesidad existente.
- Realizar, una vez detectadas las posibles soluciones, los estudios de factibilidad para determinar la viabilidad de cada una de las diferentes alternativas para realizar el proyecto constructivo. Es importante señalar que al elaborar dichos estudios no sólo se consideraron los aspectos técnicos y económicos del proyecto, sino también los medioambientales.
- Evaluar las alternativas de solución y su factibilidad con el fin de seleccionar la que representara los mayores beneficios técnicos, económicos y medioambientales.
- Evaluar el costo de la obra; lo cual se realizó mediante un análisis detallado de todos los costos que intervendrían para la materialización del proyecto a construir, cuidando siempre buscando mantenerse dentro de los márgenes del presupuesto destinado para éste.

- Realizar el diseño del proyecto, en el cual se manifestarían las soluciones para las necesidades que lo originaron y los estudios que fue necesario realizar para llegar a ellas. Se reflejaría, además, que al realizar dichos estudios se tuvieron presentes las características físicas del área donde se realizaría la obra, el impacto ambiental que tendría, el diseño arquitectónico, el diseño estructural, las instalaciones requeridas y la redacción de los documentos legales para obtener la licitación pública.
- Participar en el concurso para la licitación pública con la propuesta del proyecto, el cual se realizó de acuerdo con las bases establecidas por el licitante en su invitación a todos los interesados, personas físicas y morales, a participar en el proceso de licitación. La invitación a participar en la licitación se presentó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal e incluyó los datos acerca de la obra a ejecutar que debían ser considerados por los participantes, entre ellos los requisitos, las reglas, las condiciones técnicas y las condiciones administrativas a cumplir, incluyó también la dirección del lugar en el que los interesados podían encontrar las bases para el concurso. Cabe mencionar que la Delegación efectuó la licitación para esta obra con la parte de la partida presupuestal anual que tenía destinada para la atención de instituciones de tipo educativo.

Después del concurso de obra y del fallo para la adjudicación de la misma se comenzó el proceso constructivo de la edificación, el cual materializó físicamente las etapas del procedimiento que se siguió al elaborar el proyecto con el fin de lograr la licitación. En los siguientes capítulos describiremos con más detalle dicho procedimiento.

Durante todo el desarrollo de la obra se verificó que se cumplieran las especificaciones establecidas para el proyecto y al terminarlo se dio aval de la construcción ejecutada, con el compromiso de responder contra cualquier posible eventualidad.

Una vez terminada la construcción, y antes de entregar el inmueble, se probaron las instalaciones eléctricas para garantizar su buen funcionamiento, así mismo, se revisó que la calidad de los materiales cumpliera con las especificaciones.

El siguiente paso fue entregar el inmueble, el cual se dio con garantía, es decir, con el compromiso de responder por trabajos de mala calidad o vicios ocultos que pudieran llegar a aparecer después de la entrega-recepción de la obra.

La parte fundamental de un proyecto, en este caso de una obra, es la construcción, por lo tanto, es indispensable revisar los puntos básicos a considerar al momento de planificar e implementar una edificación, ya que de ellos depende el que ésta se considere o no como un elemento rentable. Esos puntos por lo general se pueden dividir en cuatro: el costo-beneficio, el tiempo de terminación, la calidad y la seguridad.

Costo-beneficio. Esta relación representa los gastos que produce la construcción de una obra en relación con el importe del beneficio que representará su uso para la comunidad y/o los particulares. Dichos gastos generalmente se encuentran sujetos a un presupuesto establecido hasta ciertos límites.

Tiempo de terminación. Esta característica se encuentra estrechamente ligada con la programación, ya que el determinar los tiempos de realización de todas las actividades y coordinar las mismas

de manera bien estructurada permite determinar el tiempo que tomará la realización de nuestra obra. Por lo general el periodo de tiempo para la conclusión de una obra se encuentra previamente establecido por las dependencias gubernamentales o los particulares, de modo que siempre es fundamental programar correctamente todas las actividades que intervienen en una construcción y considerar un tiempo de holgura que nos permita concluir una obra sin apresuramientos.

Calidad. Esta característica por lo general se manifiesta en la presentación de nuestra obra terminada, la cual deberá haber cumplido las especificaciones técnicas y las de los diseñadores, que deberán estar basadas en el reglamento de construcción vigente.

Seguridad. El tema de la seguridad tiene tal alcance que se busca esté presente en todos los trabajos que se desarrollen en la propia construcción y en su entorno, esto con el fin de, con el apoyo de diversos equipos, materiales e indicadores gráficos dispuestos exclusivamente para este fin, prevenir cualquier tipo de accidente que pudiera ocurrir, lo que finalmente se traducirá en la agilización de la obra y en un adecuado ambiente laboral.

Proceso de licitación

De acuerdo con las bases establecidas para el concurso (proceso de licitación), los interesados deberían elaborar dos propuestas: la propuesta técnica de ejecución de la obra y la propuesta económica. Dichas propuestas incluyeron los análisis y desglose de elementos a intervenir en la construcción de la obra en cuestión y constituyeron la razón fundamental para determinar el fallo en el que se adjudicó la construcción de la obra de la que se trata en este trabajo.

En la propuesta económica, en concreto, se evaluó el monto fijado para competir económicamente con las demás empresas, así como la experiencia, el tiempo de ejecución de los trabajos y los procedimientos constructivos a realizar.

Otro de los requisitos solicitados para obtener la adjudicación de la obra era realizar un proceso administrativo ante el Departamento de Obras de la Delegación Tláhuac, pues como contratistas, las dependencias gubernamentales encargadas de las licitaciones de obra pública solicitan que los interesados se encuentren al corriente con sus pagos ante hacienda.

Para completar los requisitos que exige la dependencia encargada de llevar a cabo el proceso de licitación; la empresa que resultó favorecida con el fallo hizo entrega del análisis desglosado de precios unitarios, los cuales incluyeron los costos directos e indirectos en que se incurriría para la construcción de la obra.

A continuación, y tomando como base los trabajos a realizar para construir las edificaciones, se definió el personal, la herramienta, el equipo y la maquinaria que intervendría en la obra, elementos necesarios para realizar el programa de obra, en el cual se fijó el plazo en que se concluirían las actividades referentes a la construcción. En este caso se nos solicitó que dicho programa contuviera las actividades divididas en periodos semanales. Finalmente, y para cumplir uno de los requerimientos más importantes establecidos por la dependencia, se presentó por escrito la descripción de la experiencia laboral tanto del personal técnico que labora en la empresa como la de la propia empresa.

Generalidades

La escuela en la que centraremos nuestra atención lleva por nombre **“JARDÍN DE NIÑOS JOSÉ TRINIDAD SAN MIGUEL PINEDA”** y está ubicada en la Calle Calmécac, núm. 1 y Avenida Mixquic–Chalco, en San

Andrés Mixquic, Delegación Tláhuac, Distrito Federal. La construcción a realizar fue un salón de clases de nivel preescolar, para lo cual se contó con un área total de construcción de 11.23 por 19.80 m².

Es importante tener presente el tipo de suelo donde se construirá, pues esto nos proporciona un parámetro para elegir las técnicas constructivas a seguir, seleccionar el equipo a utilizar y detectar los contratiempos que pudieran aparecer. En este caso la zona en que se ubica el terreno en donde se realizó la obra se encuentra clasificada, según el artículo 170 (ciento setenta) del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, como:

ZONA III–LACUSTRE–Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

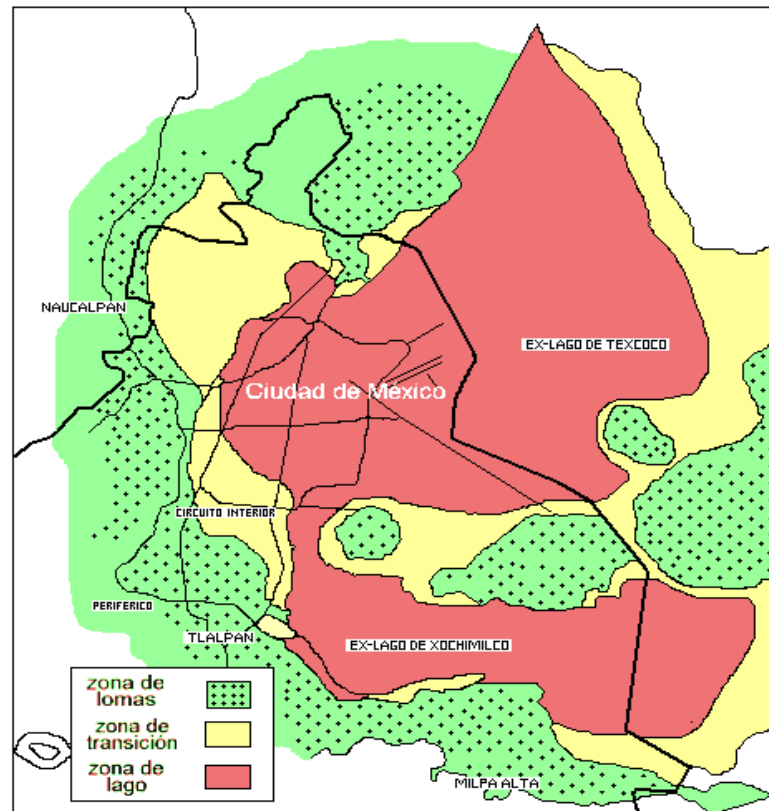


Figura 2. Zonificación del área de construcción

Como antes se mencionó, nuestra propuesta técnica incluyó un análisis general de las operaciones de construcción que intervendrían en la obra, lo cual nos condujo a visualizar de manera más clara el planteamiento de ésta y la forma en que se emprenderían las actividades de carácter constructivo, así como a realizar una memoria descriptiva basada principalmente en los conocimientos y apego a los reglamentos por parte del personal técnico encargado de la obra, esto último con el objetivo de cumplir con los lineamientos establecidos en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

A continuación se mencionan de manera general los procedimientos constructivos requeridos con mayor relevancia para la construcción de esta obra, ya que constituyen los procesos básicos para la mayoría de las obras civiles.

Trazo y nivelación

El trazo y nivelación del terreno es la actividad que se realiza como base para la construcción, sin embargo, hay proyectos cuyas características requieren que ésta se repita varias veces hasta concluirlos. En este trabajo la base para definir puntos, distancias, ángulos y cotas dentro de la superficie del predio destinado para construir fue el trazo y la nivelación, actividades con las cuales las brigadas topográficas marcan físicamente los límites en el campo de trabajo a partir de los planos del proyecto y de las especificaciones proporcionadas por el contratante en el proyecto ejecutivo. Con esto último el contratante asume la responsabilidad de la localización general, alineamientos y niveles que se fijan para la iniciación de la obra.

La obra requirió contar con el equipo especializado, como nivel, tránsito o estación total, y con la herramienta necesaria para efectuar tanto el trazo como la nivelación del terreno, pero, de acuerdo con la precisión que requería el trabajo, también se utilizó herramienta menor, tal como un nivel de manguera, niveletas, plomadas, hilos, etcétera.

La supervisión verificó y aprobó todos los trabajos realizados a fin de evitar errores, posteriormente asentó los resultados de las mediciones por escrito en una libreta de nivel y, dependiendo de la relevancia de éstos, en la bitácora de obra.

Excavaciones

La excavación es la operación ejecutada a cielo abierto, encauzada a la remoción y extracción de materiales con el fin de formar zanjas para alojar

cimientos, ductos e instalaciones de tuberías para alcantarillado o agua potable, así como con el fin de formar cubetas para canales o drenes. En este caso la excavación se ejecutó básicamente para la construcción de cimientos.

Según la clasificación establecida por el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, los trabajos de excavación se pueden realizar en materiales de clase I, II y III, ya sea en seco, en agua o en material saturado, y en cualquiera de las zonas "A", "B" o "C". Proyectando lo anterior específicamente a la obra que se realizó, pudimos inferir que la excavación se realizaría en un terreno de clase II, con material seco y ubicado en la zona "A". Se tuvo especial cuidado en tener presentes las condiciones en las que se encontraban las instalaciones existentes y las construcciones aledañas a fin de no provocar daños en alguna de ellas. Con ese fin se realizó una evaluación conjunta con la dependencia encargada, la supervisión y la contratista, buscando realizar un dictamen por escrito en el cual se mencionaran las condiciones en que estaban los elementos susceptibles de ser afectados. Se realizó, además, una revisión constante de los mismos durante el periodo de tiempo en el que se realizaron los trabajos; todo con la finalidad de deslindar responsabilidades.

Aun teniendo claro el tipo de suelo en donde se va a trabajar, es importante mencionar los diversos casos que se podrían presentar durante el desarrollo de este proceso y de las técnicas a utilizar para la construcción.

El tipo de suelo y la profundidad a la que se haya llegado con la excavación son la base para determinar si es factible trabajar con paredes verticales o si es necesaria la formación de taludes o alguna estructura que contenga el empuje de tierras y evite un derrumbe, sin que esto implique desviarse de lo especificado en el proyecto.

Si el suelo requiriera la construcción de ademes para la contención del empuje del terreno tanto vertical como horizontalmente, éstos se construirán de madera, acero, lámina o estructuras metálicas, buscando tener la seguridad de que las zanjas tienen las dimensiones que requieren los trabajos para los que originalmente fueron diseñadas y, además, de que las paredes perimetrales se mantendrán debidamente soportadas, de tal manera que eviten el derrumbe hacia los espacios excavados. En el caso de este proyecto se siguieron las especificaciones establecidas y se trabajó en estricto apego a las características de su diseño, garantizando la calidad de los materiales a utilizar.

El tipo de material que fue apareciendo en el transcurso de la excavación fue el parámetro a seguir para el diseño y construcción de los ademes, pero también se tomaron en cuenta aspectos como la separación entre paredes, la profundidad de la excavación y la saturación del terreno, pues esto indica el nivel de confinamiento en que deberá construirse la estructura. En el caso extremo de que el espacio excavado estuviera totalmente saturado, se tendría que succionar el material que impidiera desarrollar el trabajo; teniendo especial cuidado en prever las cantidades a descargar, el número y la capacidad de las bombas que se requerirían para este proceso y la distancia para ubicar el sitio de descarga, esto último con el fin de que no exista la posibilidad de que el material descargado retorne al sitio de la excavación de donde fue succionado, ya que la lejanía evitará un regreso por gravedad o por filtración. La localización del sitio de descarga se solicita a la dependencia delegacional a fin de no afectar zonas restringidas.

Si el terreno presentara grandes cantidades de material rocoso, la superficie del área excavada se tendría que adecuar de tal forma que no sobresalgan del fondo protuberancias rocosas o de cualquier otro objeto sólido, ya que esto impediría un apoyo uniforme en las bases de los cimientos que alojará la zanja. En este proyecto los trabajos se realizaron a

mano, con la ayuda de picos, cuñas, barretas y marro, o con rompedoras neumáticas cuando fue necesario. Se consideró también la posibilidad de utilizar explosivos, lo cual se descartó debido a la dimensión del volumen a excavar y a que la zona donde se realizó la construcción es urbana. La adecuación de la superficie de la excavación en este tipo de terrenos se realiza a una profundidad de entre 15.00 y 8.00 centímetros debajo de la rasante del proyecto original, lo cual nos dio un margen de espacio para formar una cama que se ajustara al nivel requerido, el material a utilizar para este propósito fue el especificado en el proyecto.

Si la excavación llegara a una profundidad considerable, en el transcurso de los trabajos se podría presentar la necesidad de cambiar los materiales por otros con características muy diferentes a las que se aprecian superficialmente o a las que se consideraron con anterioridad en el proyecto. Si al revisar los niveles se constata que se llegó a la profundidad deseada y se identifica que el estrato de suelo al que se llegó contiene material vegetal, basura u otros agentes contaminantes, se tendrá que continuar excavando hasta llegar a una profundidad en donde se garantice que se ha retirado completamente el suelo contaminado y que se puede colocar un nuevo material con las características adecuadas para mejorar el terreno donde se realizarán los trabajos de cimentación.

Es importante mantener visibles las marcas que se colocaron al momento de trazar la alineación, ya que éstas representan los límites a los que se debe llegar con la excavación. Si por el movimiento superficial del terreno o por las maniobras propias de este trabajo éstas se empezaran a perder, se tendrían que remarcar todas las veces que fuera necesario para tener un trabajo más preciso, y lo mismo ocurrirá con los niveles, los cuales se tendrán que verificar continuamente con el fin de adecuarlos a los que requiera el proyecto.

Con el fin de agilizar el proceso de acarreo del material que produzca la excavación, se deberá contar con el suficiente transporte de carga para irlo retirando de la obra a medida que se vaya excavando, y transportándolo a los lugares en donde corresponda tirarlo, sin embargo, si por alguna razón las unidades no se presentaran con la periodicidad requerida, entonces el producto de las excavaciones se depositará a uno o ambos lados de la zanja para su posterior acarreo, dejando libre un costado por el que se pueda pasar para realizar las diversas maniobras que se necesite llevar a cabo.

En conclusión, se buscará que el área excavada y las zonas aledañas se conserven libres de obstrucciones o de material suelto, producto de la misma excavación, durante el tiempo que dure el proceso previo a la construcción de la cimentación, y para el momento de iniciar el relleno de esta zanja.

Cimentación

Relleno de excavaciones con tepetate

Con esta actividad se buscará mejorar artificialmente las propiedades mecánicas del suelo, acomodando el relleno de tal forma que se aumente la resistencia y se disminuyan las deformaciones del terreno existentes entre una estructura y los paramentos de las excavaciones hechas para alojarlas; entre las estructuras y el terreno natural, o bien, entre las estructuras y las líneas y niveles que para la protección de las mismas señale el proyecto. En este caso el material que se utilizará para el relleno será tepetate, el cual será suministrado por los bancos de materiales que hayan sido aprobados previamente por un laboratorio reconocido.

El trabajo de rellenar los vacíos de la estructura se llevará a cabo siguiendo los límites, las líneas y niveles que indique el proyecto, buscando hacerlo con el suficiente cuidado para que no se dañen los elementos estructurales construidos. Con ese fin se debe impedir el tránsito de

cualquier tipo de equipo pesado sobre un elemento que se esté rellenando, esto hasta que se haya cumplido con el colchón mínimo de protección fijado en el proyecto. Otro detalle importante a tomar en cuenta al momento de realizar el relleno será verificar el tipo de material a utilizar, ya que éste deberá estar libre de troncos, ramas, raíces y otros materiales contaminantes que afecten de forma significativa su compactación.

Durante el proceso de relleno se deberá aplicar al material una compactación general que se distribuirá en capas horizontales de espesores no mayores a veinte (20) centímetros, agregando constantemente al tepetate el agua suficiente para mantenerlo húmedo, de tal manera que nos permita alcanzar el porcentaje de compactación fijado en las especificaciones del proyecto. Este procedimiento constructivo deberá verificarse constantemente con el apoyo de un laboratorio.

Acarreos

Los acarreos de material se realizarán con dos propósitos, para suministrar materiales de relleno y para retirar el producto de las excavaciones. En el caso del suministro de los materiales requeridos para la construcción de la obra, tales como agregados finos, gruesos, terracería, etc., éstos se transportarán desde el sitio donde se ubiquen los bancos autorizados hasta el lugar de consumo mediante transporte de volteo. En el caso del retiro de materiales de la obra, el acarreo abarca el producto de desmantelamientos, excavaciones, demoliciones, despalmes, etc. hasta el sitio de descarga que señale el proyecto, o el sitio que por situaciones extraordinarias se acuerde con la dependencia involucrada.

En relación con el costo del transporte de material, se tratará de minimizarlo buscando la ruta más corta y económica, para lo que se deberá seguir una distancia fija acorde con lo indicado en el proyecto, respetando las velocidades reglamentarias máximas permitidas y buscando provocar el

menor impacto urbano y ambiental posible; y, como ya se había mencionado, si la ruta fijada para tiro se encontrara intransitable, se solicitará al gobierno del Distrito Federal un cambio en la ruta, la cual se puede cambiar de manera provisional o definitiva, según se requiera.

Los acarreos libres con carretilla se considerarán en recorridos de hasta 20.00 m de distancia, en tanto que los acarreos con camión de volteo se considerarán a partir de 1000.00 m de distancia, si se tuvieran que realizar acarreos con camión en los que los recorridos sobrepasaran la distancia mencionada, serán considerados como sobreacarreos; en cuyo caso la supervisión podrá verificar físicamente las distancias excedentes a través de los registros que marque el tacómetro de los transportes. Además de llevar el registro de los kilómetros subsecuentes, se deberá mantener un control de todos los transportes utilizados en estas maniobras, lo cual se realizará por medio del registro en notas de remisión, las que deberán incluir un número de folio y la hora en que salen los camiones, además del sello de los tiros autorizados; así se podrá sustentar de manera efectiva el número de viajes realizados.

Una vez que se dé inicio a la obra, se deberán tramitar los permisos necesarios para que los transportes puedan ingresar a la zona de tiro. Al proceder al acarreo se deberán mantener las precauciones necesarias para evitar accidentes y otros imprevistos; entre ellas el no exceder la capacidad de carga de los camiones, ya que esto podría provocar volcaduras, o bien, colocar mallas o lonas sobre la carga de los camiones para no dañar el espacio urbano ni obstruir las vías de comunicación con derrames de material, así como para evitar sanciones y otros contratiempos.

Superestructura

Armado y cimbras

Las cimbras constituyen el conjunto de moldes y obra falsa que se utilizan por un tiempo determinado como apoyo para la construcción de elementos estructurales de concreto hidráulico; las cuales fungirán como soporte de las estructuras hasta que el concreto alcance un fraguado aceptable y soportable por sí mismo.

Los materiales a utilizar para las cimbras pueden ser madera, metal, fibra de vidrio, etc., sólo se tiene que verificar que tengan la suficiente resistencia y rigidez para contener el concreto del elemento a construir y que se apeguen a la normatividad existente.

Todos los materiales a utilizar para la fabricación y colocación de las cimbras serán suministrados por la empresa contratista, la cual deberá ajustarse a las normas de calidad de los materiales vigentes. Si llegasen a existir discrepancias entre las normas de construcción y las especificaciones que se establezcan en los documentos del contrato, entonces prevalecerán las que, en particular, contenga el proyecto de la obra en ejecución o por ejecutar.

En el caso del proyecto constructivo que nos atañe, se utilizará cimbra básicamente de madera, la cual deberá ajustarse a los alineamientos, dimensiones y niveles que se señalen en el proyecto y las especificaciones referentes a los acabados requeridos. Nos aseguraremos que cuente con la rigidez suficiente para soportar la presión originada por el concreto vertido en su interior, por la aplicación del vibrador y por las sobrecargas que puedan presentarse durante la construcción. Se verificará, además, la hermeticidad del molde de la cimbra para evitar que la lechada y los agregados se fuguen durante el colado.

Antes de iniciar el colado se deberá revisar el interior de los moldes de las cimbras para verificar que el acabado de las superficies tenga la calidad requerida por el proyecto, para lo cual se deberá evitar que las áreas de la cimbra que entren en contacto con el concreto se adhieran a él aplicando en toda su superficie una capa de material aislante que posteriormente permita el desmoldado. Este material puede ser aceite mineral o cualquier otro que exista en el mercado que funcione como aislante. Al aplicarlo se deberá tener cuidado de no aplicar demasiada cantidad a la madera para evitar manchar el concreto. Es importante mencionar que además de facilitar el desmoldado, el material aislante también ayuda a evitar que los moldes absorban la humedad del concreto.

Una vez que el concreto haya fraguado, se retirará la cimbra con mucho cuidado para que los moldes no se dañen demasiado y se puedan reutilizar. En cuanto la madera se haya retirado se procederá a limpiar la superficie de contacto para retirar restos de concreto endurecido o cualquier otro elemento que afecte la calidad de los siguientes elementos a colar.

La obra falsa se colocará de tal forma que mantenga la rigidez y resistencia necesarias para soportar las cargas producidas por el peso mismo del concreto, las cargas debidas a la presión del viento y las sobrecargas ocasionadas por las maniobras propias de la construcción, con ese fin se evitará utilizar elementos que se encuentren deformados y con nudos que afecten su resistencia. Se tendrá especial cuidado en revisar bien los apoyos con el terreno para evitar que aparezcan asentamientos al momento de realizar el colado del concreto y durante el fraguado.

Para los apoyos de la obra falsa se usarán cuñas de madera o cualquier otro dispositivo que permita corregir cualquier asentamiento eventual que pudiera producirse antes, durante o inmediatamente después de la colocación del concreto. Los puntales colocados deberán colocarse a

plomo, con una inclinación no mayor a 2 mm por metro lineal, se procurará, además, evitar utilizar como apoyos de la obra falsa otros elementos pertenecientes a la misma estructura. Para obtener mejores resultados al momento del colado de estructuras, será fundamental verificar constantemente los desplantes, niveles, contra flechas y, en general, todos los elementos geométricos de la obra falsa.

El tiempo para la remoción de la cimbra variará según el elemento estructural de que se trate, las condiciones climáticas y el concreto con que se haya construido la estructura, ya que los diferentes productos para concreto tienen distintos tiempos de fraguado, y si además se utiliza algún acelerante de fraguado, el tiempo para el retiro de la cimbra se reduce notablemente.

En la siguiente tabla se ilustra con claridad el tiempo reglamentario para realizar el descimbrado de elementos estructurales.

El tiempo reglamentario para realizar el descimbrado de elementos estructurales de concreto en condiciones normales, es decir sin acelerantes, es el siguiente:

Bóvedas 14 días.

Trabes 14 días.

Losas de entrepiso 14 días

Columnas 2 días.

Muros 2 días.

Costados de losas, trabes, etc. 2 días.

Guarniciones y parapetos 1 día.

Para remover los moldes y la obra falsa se buscarán procedimientos que no dañen las superficies del concreto o que incrementen los esfuerzos a que estará sujeta la estructura, y en el caso del retiro de los apoyos, tales como cuñas, cajones de arena, gatos y otros dispositivos, éste se irá realizando de manera que la estructura soporte los esfuerzos gradualmente, sin embargo, en puntos críticos de la estructura se procurará mantener puntales que mantengan rígidos los elementos estructurales.

Después de haber descimbrado la estructura se limpiará toda la madera resultante de este proceso y se almacenará en un lugar específico para su acopio, esto con el fin de evitar que se quede dispersa en las áreas de trabajo y pueda provocar accidentes.

Acero de refuerzo

El habilitado y armado del acero de refuerzo constituye uno de los principales procesos constructivos en el proyecto al que hacemos referencia, ya que, conjuntamente con el concreto, representa el elemento rígido que conforma la construcción.

El acero de refuerzo es el conjunto de piezas o barras de grado y límite elástico definidos según el proyecto en el que se trabaje, las cuales se colocan dentro de las estructuras de concreto hidráulico para absorber conjuntamente todos los esfuerzos a que quedan sometidas, de forma parcial o total, así como los cambios volumétricos por temperatura.

Los elementos de acero requeridos para las estructuras de concreto que se utilizarían en esta obra son los que se emplean en la mayoría de las construcciones y que se listan a continuación:

- Varilla de acero corrugado
- Malla electrosoldada

- Alambrón
- Alambre recocido

Varillas de acero corrugado

Las varillas de acero corrugado son barras de acero dúctil que por lo general se utilizan como refuerzo para la construcción de elementos estructurales de concreto; que al trabajar en conjunto con el concreto, permiten que éste resista los esfuerzos producidos por la tensión y evitan que se formen fisuras en el concreto ya fraguado. Los diámetros comerciales de las varillas de refuerzo son:

5/16", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 1", 1 1/4" y 1 1/2".

Al momento de recibir el acero de refuerzo requerido para el proyecto debemos constatar que éste tenga los diámetros requeridos en las especificaciones de construcción y verificar que se encuentre en condiciones óptimas para su uso. Se deberá verificar, además, que cumpla con todas las especificaciones que fijen las normas de calidad vigentes para este material. El material para el acero de refuerzo que se utilice de preferencia deberá ser nuevo, de lo contrario se tendrá especial cuidado de no utilizar acero afectado por óxido.

Malla electrosoldada

La malla electrosoldada es la unión en retículas de alambre corrugado o liso de 6" x 6" del mismo calibre, soldadas entre sí en calibres 10, 8, 6, 4 y 3, en presentaciones de hojas o rollos. La colocación de este producto es sencilla y muy rápida, por lo que con frecuencia se utiliza para firmes de concreto y capas de compresión de losas aligeradas.

Alambrón

El alambrón es un producto laminado en caliente con un proceso de enfriamiento controlado que le permite un mejor comportamiento en procesos posteriores. En la construcción por lo general se utiliza para formar los estribos de diferentes dimensiones mediante los cuales se unen las varillas que conforman el acero de refuerzo de las estructuras de concreto, así como para hacer los amarres de las cimbras de madera.

Para el suministro de alambrón se verificará, de igual forma que con el acero, que no se encuentre excesivamente oxidado y que cumpla con las especificaciones que las "normas de calidad de los materiales" fijen para dicho material.

Alambre recocido

El alambre recocido es un material con bajo contenido de carbono, lo cual hace que sea maleable y, por lo tanto, que permita hacer el amarre de otros de los materiales utilizados en la construcción, como el acero de refuerzo, las cimbras, etcétera. Por sus propiedades de ductilidad y maleabilidad este material es de gran ayuda en los diversos procesos constructivos que conforman una obra, entre ellas la que nos atañe y para la cual se utilizará alambre de calibre 18 con 1.22 mm de diámetro.

Habilitado

Todo el acero de refuerzo por lo común se habilita en frío, salvo en los casos en que el proyecto indique específicamente otra cosa.

Cuando se coloque acero de refuerzo sobre una cimbra, éste deberá descansar en soportes para varillas hechos de concreto, metal, plástico u otros materiales aceptables a fin de que se le dé el recubrimiento de concreto requerido.

Durante el proceso constructivo se deberá verificar constantemente los trabajos de habilitado para garantizar que los alineamientos del acero y el recubrimiento de concreto requerido se realicen de acuerdo con el elemento estructural del que se trate. Todas las varillas longitudinales y transversales se unirán entre sí en sus puntos de contacto por medio de amarres de alambre recocido del núm. 14 al 18 o, en su caso, de los calibres que señale el proyecto.

Concreto hidráulico

El concreto es el producto resultante de la combinación y mezcla de cemento portland en sus distintos tipos, con agregados pétreos y agua en proporciones adecuadas. Los materiales que intervienen en la fabricación de los concretos hidráulicos son:

- Cemento portland
- Arena (agregado fino)
- Grava (agregado grueso)
- Agua

Si el proyecto lo requiere, se utilizarán aditivos que pueden aumentar, disminuir o mejorar las características físicas del concreto hidráulico, lo cual dependerá del tipo y la dosificación que determine el laboratorio correspondiente. Según los efectos que producen en la mezcla de concreto, los aditivos se clasifican en alguna de las siguientes 12 categorías:

1. Reductores de agua
2. Retardantes de fraguado

3. Acelerantes de fraguado
4. Impermeabilizantes
5. Adherentes, (favorecen la adherencia entre mortero, agregados y acero de refuerzo).
6. Adhesivos, (se utilizan para la unión de un concreto fraguado con uno nuevo)
7. Colorantes
8. Acrecentadores de volumen
9. Fungicidas, bactericidas o insecticidas
10. Minerales finos, pulverizados
11. Reductores de agua y acelerantes de fraguado
12. Reductores de agua y retardantes de fraguado

Todo el cemento que haya iniciado su proceso de fraguado antes de ser utilizado deberá rechazarse, por lo que será muy importante revisar que el sitio en el que se almacenen los bultos no tenga filtraciones de agua ni humedad que pudieran provocar el endurecimiento del material.

Los agregados del concreto representan un factor muy importante en la construcción del mismo, ya que representan de 60% a 75% del volumen total, por lo que es importante cuidar que éstos no se encuentren contaminados al momento de realizar concreto hecho en obra. No ocurre lo mismo con el concreto premezclado suministrado por empresas concreteras, ya que para ellas es más fácil controlar estos elementos debido a que sus

plantas cuentan con control de calidad de todos los componentes, por lo que es más confiable emplear este tipo de material para construir.

En relación con el líquido necesario, si en el área de trabajo no existiera la posibilidad de bombear el suficiente para una jornada de trabajo, se deberá buscar pipas que lo suministren de manera externa y almacenarlo en recipientes limpios, que no presenten óxido, durante periodos no mayores a ocho días. Para el suministro de agua el contratista deberá contar con un proveedor constante y, en el caso de los procesos de compactaciones de materiales y la elaboración de concreto, deberá tener cuidado de verificar las características con las que dicho recurso se recibe en la obra, buscando que no contenga sales, aceites, materia vegetal u otro producto contaminante que pudiera afectar los trabajos a realizar.

Para el caso del almacenamiento y manejo de los agregados se tendrá cuidado al ejecutar las maniobras, de tal manera que no se altere su granulometría ni se mezclen con materias extrañas, principalmente de material biodegradable. Con este fin, y para evitar que se mezclen entre sí y se produzca contaminación excesiva, se almacenarán en los sitios o plataformas adecuados y en lotes debidamente separados.

Tanto el mezclado del concreto como la proporción adecuada de los materiales que lo integran para producir la resistencia requerida y el revenimiento necesario para manejarlo sin dificultad son responsabilidad del constructor. Para verificar la resistencia y el revenimiento del concreto especificado en el proyecto se deberá contar en la obra con un laboratorio, que se utilizará para realizar las pruebas necesarias durante el colado de los diversos elementos estructurales.

Para determinar si el colado del concreto se realiza en obra o en planta, se considerarán las cantidades que se requiera colar en una jornada de trabajo, pues en las normas existe un parámetro especificado que señala

que, para un volumen igual o mayor a 15.00 m^3 , y para una resistencia igual o mayor a 250.00 kg/cm^2 , el concreto deberá ser surtido por una planta de concreto. Esto último es necesario cuando se van a colar elementos estructurales, ya que en estos casos no se recomienda elaborar el concreto en obra sino adquirirlo en una planta, pues las plantas cuentan con métodos de dosificación y calidad más precisos de los que pudieran aplicarse en el campo de trabajo. Dichas plantas transportan el concreto en camiones tipo revolvedora llenos hasta un 80% de su capacidad. En el caso de que se adquiriera el concreto en una planta es indispensable revisar el tiempo que transcurre desde el momento en que el camión sale de la planta y la hora en que llega a la obra, pues si transcurre más de una hora después de que el agua se agregó a la mezcla, el concreto transportado ya no cumplirá con las características deseadas y no deberá ser aceptado.

Si el concreto se tuviera que colar en la obra, se deberá tener cuidado de que cada revoltura no sea mayor de 1.00 m^3 y de que el mezclado se inicie hasta que todos los materiales (cemento, agua y agregados) estén en la mezcladora, así como de que el tiempo de mezclado en ningún caso sea menor de uno y medio minutos.

Los tiempos normales o máximos de mezclado del concreto serán fijados en cada caso por quien realice la mezcla, ya sea para el que se elabora en obra o el que se solicita a una planta; con base en las especificaciones del equipo a utilizar. Se tendrá cuidado de revisar el tiempo máximo de mezclado para no exceder el tiempo especificado para este proceso y evitar tener que desecharlo, pues si esto sucediera se tendrían que hacer gastos extras para reponer los materiales.

En especial, se evitará prolongar demasiado el tiempo de mezclado, ya que los movimientos que se realizan al mezclar pueden llegar a triturar los agregados pétreos.

El transporte y colocación del concreto en las diferentes partes de la obra se ejecutará empleando el equipo y procedimientos adecuados para evitar la segregación de los elementos que lo constituyen, realizando el vaciado lo más cercano a su posición final para evitar interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre colados sucesivos, esto es, que el tiempo de diferencia entre cada periodo de vaciado de concreto en un mismo elemento no deberá ser mayor a 30 minutos, pues si esto sucediera se formaría una junta fría.

El concreto se colocará dentro de las líneas y niveles que el proyecto indique, e invariablemente se hará en presencia de un representante de la supervisión y del laboratorio.

Antes de programar el colado de alguno de los elementos de concreto se dará aviso a la supervisión, esto con el fin de que cuente con el tiempo suficiente para verificar las cimbras, la posición del acero de refuerzo y todos los ductos para las instalaciones indicados en los planos del proyecto; y para, posteriormente, solicitar la autorización para iniciar los trabajos de colado de estructuras o, en su defecto, si la obra aún no cumple con las condiciones especificadas en el proyecto, suspender el colado hasta que esto suceda.

Una vez que la supervisión apruebe el proyecto, se dará aviso a los representantes del laboratorio, buscando que se encuentren presentes en la fecha estipulada para el colado de alguna estructura y tomen las muestras necesarias para avalar que los trabajos se están desarrollando con los materiales y la resistencia del concreto especificada en el proyecto.

Al momento del vaciado se verificará que las superficies sobre las que se va a verter el concreto se encuentren libres de piedras sueltas, raíces, trozos de madera y, en general, de materiales de desecho. También es indispensable cerciorarse, antes de vaciar el concreto, de que la superficie de contacto de la cimbra se encuentre húmeda, y de que todo el acero de

refuerzo y los moldes estén limpios, alineados y con los niveles requeridos en el proyecto. En general, se deben garantizar las condiciones adecuadas para que, al momento de retirar la cimbra, el acabado de todas las caras visibles del concreto tenga la calidad requerida.

Una vez iniciado el colado, se revisará que el proceso se realice correctamente para obtener un resultado satisfactorio; pues para corregir elementos de concreto una vez que ya han fraguado sería necesario demolerlos y volverlos a realizar con materiales iguales a los que se utilizaron en los elementos a reparar, lo cual generaría un costo extra para el constructor.

Para el vaciado de concreto en cimentaciones de estructuras, dentellones u otras partes de la obra se debe revisar que la superficie que se vaya a cubrir por el concreto esté totalmente libre de agua.

Después de que el concreto se haya colado, se deberá evitar que éste entre en contacto con agua corriente hasta que pasen por lo menos 12 horas de haber efectuado el proceso, este detalle cobra relevancia si los trabajos de la obra se desarrollan durante la época de lluvias.

Cuando se realice el colado del concreto, principalmente en las columnas, es importante vaciar el material desde la menor altura posible para evitar la segregación, tomando las precauciones necesarias para evitar el choque contra el acero de refuerzo y las paredes de los moldes de cimbra. En el caso del colado de vigas, losas y otros elementos horizontales la altura del vaciado del concreto no deberá exceder los 1.50 m de altura.

En los elementos estructurales de desplante horizontal o en concretos masivos que pudieran llegar a presentarse, el concreto se verterá en capas horizontales de espesor uniforme, es decir, que no se aglutinará en un solo punto para después distribuirlo. Cada capa se acomodará y se vibrará en

toda su profundidad eficientemente sin dañar la calidad de la mezcla, esto con el fin de que el concreto resultante cumpla con las características que se requieren y que son: llenar completamente los moldes de cimbra, expulsar el aire atrapado, evitar la concentración de los agregados pétreos, y lograr una adherencia óptima con la superficie del acero de refuerzo y con otros elementos empotrados.

Una vez que se haya depositado una capa de concreto y se inicie con una capa subyacente se deberá procurar que la cabeza del vibrador penetre de 10.00 a 15.00 cm en la capa inferior, lo que permitirá una buena liga entre las capas. En los elementos estructurales de eje horizontal el colado se hará por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento hasta las juntas de construcción que fije el proyecto.

Si surgiera algún problema durante el transcurso de la obra y fuera necesario interrumpir el colado en alguno de los elementos, se formará una junta fría que deberá terminarse en un plano inclinado a 45°, limitándolo con un tapón o cimbra en forma transversal, el cual deberá ser perpendicular al refuerzo principal. En general, las juntas deberán localizarse cerca de la mitad de los claros de las losas, vigas y trabes, a menos que precisamente en ese punto de una viga se apoye una trabe; en cuyo caso la junta de la trabe se ubicará a una distancia igual al doble del ancho de la trabe.

Sin embargo, lo ideal es programar con exactitud los tiempos para elaborar el concreto para los colados a fin de no requerir juntas de construcción o limitar al mínimo la necesidad de utilizarlas.

Si la obra requiriera utilizar una planta mezcladora de concreto, ésta deberá contar con una capacidad tal que evite que el tiempo para el colado se prolongue más de la cuenta o que se llegue a interrumpir la continuidad de éste, lo cual provocaría la formación de juntas frías de tipo irregular.

En el caso en que se vaya a utilizar el concreto que es premezclado en camiones al momento en que éstos llegan a la obra, se deberán facilitar las maniobras que tenga que realizar el transporte para que pueda depositar el material lo más cerca posible de su colocación final, esto con el fin de evitar la segregación por el recolocado o el acarreo.

El colado se deberá efectuar a tal ritmo que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas de refuerzo. Además se deberá revisar constantemente el estado del concreto para impedir la colocación en la estructura de un material que haya endurecido parcialmente o que se encuentre contaminado por materiales extraños. Cuando se lleguen a presentar juntas frías, antes de continuar con el colado se les deberá dar el tratamiento que indique el laboratorio o el proyecto para asegurar una correcta liga con los colados que se presenten posteriormente.

Un factor de fundamental importancia para los elementos estructurales es el correcto vibrado del concreto, por lo que es indispensable que se cuente en la obra con el número suficiente de vibradores del tipo que se requiera para permitir dar el acomodo y la consistencia estipulada para el concreto. Quien determinará el estado físico de los vibradores, en cuanto al número, el tamaño y el funcionamiento, será la supervisión, ya que ésta cuenta con la capacidad para decidir cuáles son los más convenientes y si reúnen las características necesarias para realizar el trabajo que se solicita. Por lo general, y para prevenir alguna vicisitud, antes de realizar un colado una obra debe contar con un vibrador de repuesto por cada tres que estén en funcionamiento.

Para garantizar que un elemento estructural se ha construido de forma correcta, se continuará con el proceso del curado de concreto, lo cual tendrá la finalidad de evitar que se agriete por deshidratación; para ello el concreto

se mantendrá a una temperatura arriba de los 10°C (diez grados centígrados) y en condiciones de humedad durante por lo menos los primeros 7 (siete) días después de colado. El curado del concreto, en esencia, es un método para mantener al concreto en condiciones de humedad, para lo cual se pueden utilizar diversos procedimientos, dependiendo de las condiciones en las que se esté realizando el trabajo. Entre estos procedimientos se encuentran los curados:

- con membrana de un producto químico.
- con agua.
- con costalera o arena húmeda.
- con vapor.

El método más común para realizar el curado de concreto es el que se realiza con agua, el cual consiste en aplicar riegos continuos en los moldes o superficies de concreto expuestas al aire libre para mantenerlos siempre húmedos durante un tiempo no menor a 7 (siete) días. En losas este proceso se iniciará cuando no exista agua libre sobre la superficie y presente un aspecto húmedo uniforme.

En las superficies de concreto que requieran un acabado liso o pulido se deberá aplicar un reglado previo. Este tipo de acabado se le debe dar prácticamente a todas las superficies no formadas con cimbras y que queden expuestas a simple vista, a menos que el proyecto especifique otro tipo de acabado o que se utilice otro material para hacerlo.

Por lo general las superficies que requieren un acabado con plana son las que quedan visibles, como los pisos, la parte superior de los parapetos, las escaleras, pedestales y otros elementos similares. Si existen superficies en las que el proyecto indique un acabado rugoso, éste se hará

inmediatamente después de que se haya concluido el alisado con plana, para lo cual se utilizará como apoyo una escoba o manta de yute.

Cuando el proyecto así lo especifique, a la mezcla a utilizar en la capa superior se le agregarán materiales seleccionados, y en ocasiones aditivos, lo cual le proporcionará a la superficie un acabado diferente y una alta resistencia al desgaste.

En el caso que se quiera dar un acabado común a algún elemento de la obra, se buscará que éste no se encuentre expuesto a la vista, pero si está visible se deberán reparar los defectos y las depresiones que pudieran presentarse inmediatamente después de haber quitado la cimbra y antes de aplicar el curado (básicamente con el procedimiento de rociado de agua).

En los casos en que se utilicen pasadores para sujetar los moldes de cimbra y se presenten oquedades al momento de descimbrar, se deberá resanar éstas con una pasta de cemento que no se contraiga, aplicada directamente en el orificio, el cual antes se deberá limpiar y humedecer.

El acabado aparente se presentará en todas las superficies que quedarán permanentemente expuestas a la vista o en las que se señalen en el proyecto. Para este tipo de acabado se usarán moldes con superficie de contacto que pueden ser de acero o de madera, para lo que será necesario poner a consideración de la supervisión el tipo de material a utilizar y la superficie que se encontrará directamente en contacto con el concreto con la finalidad de que el acabado que se le dé al elemento presente una apariencia lo más fina posible.

Albañilería

Pisos de concreto

Al momento de comenzar con la construcción de los pisos se deberá verificar que la totalidad de instalaciones de servicio existentes estén funcionando de

manera correcta, así como constatar que se hayan colocado las tuberías de instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas, etc., que se requieran para el nuevo proyecto, y en especial comprobar que la terracería que será la base de este elemento se encuentre conformada, compactada, afinada y, en su caso, que tenga la pendiente indicada en el proyecto.

Para el colado de los pisos de concreto se deberá colocar malla de refuerzo 6-6/10-10 en toda el área del firme, anclada y con calzas que garanticen el recubrimiento mínimo de concreto de aproximadamente 5 cm, ya que el firme requerido es de 10 cm., también deberá verificarse que la base de tepetate sobre la cual se verterá el concreto se encuentre saturado de agua pero sin que existan encharcamientos, lo cual garantizará que la mezcla no perderá la humedad. Después de verter el concreto se procederá a distribuir y emparejar el material mediante una regla hasta que la superficie de concreto quede perfectamente uniforme. Una vez que el concreto haya fraguado lo suficiente para poder desplazarse sobre él sin que se produzcan hundimientos se comenzará con el apisonado de éste para obtener un mejor acabado. En el caso de los firmes exteriores el proceso varía ligeramente, ya que en estos casos se requiere un acabado rugoso, lo cual se conseguirá pasándole una escoba de tres a cinco hilos en sentido perpendicular al tránsito de peatones, siempre buscando que el escobillado sea lo más uniforme posible. Las aristas colindantes con las guarniciones que delimitan nuestra área de obra deberán recibir un acabado antes de que endurezca el concreto, es decir, que se le pasará un alisado longitudinal en las fronteras que distinga los elementos construidos.

Inmediatamente después de haber colado los pisos de concreto se deberán proteger del paso de peatones por un periodo de 24 horas, esto con el fin de garantizar que no sea dañado el acabado que previamente se le dio a la superficie y a continuación se curará el concreto con riego de agua durante 72 horas para mantener la humedad en la superficie.

Muros de tabique rojo recocido

Los muros representan la separación de los diversos espacios que constituyen las construcciones y pueden construirse de varios materiales que actualmente se emplean para estos elementos, como concreto, madera, cemento, poliestireno, etc., pero para este proyecto en particular se solicitó tabique rojo recocido.

Los muros se construirán de acuerdo con las especificaciones del proyecto y los planos. Éstos se deberán asentar sobre una base sólida (cadena de desplante). Los tabiques que conformarán los muros se juntarán con mortero, como se especifica en el proyecto. Los tabiques se deberán humedecer, de tal forma que no absorban el agua del mortero, ya que si esto ocurriera perdería consistencia, se deberá revisar, además, que los tabiques se encuentren limpios, sin grasa, polvo u otro elemento contaminante.

Para realizar la construcción de muros todos los elementos se colocarán de manera que queden cuatraperados con juntas verticales y horizontales, revisando frecuentemente que se encuentren alineados y a plomo.

Como medida de seguridad, y para evitar el desprendimiento y derrumbe de los muros, se construirán los amarres verticales adyacentes (castillos), lo que confinará los muros y garantizará la estabilidad de la obra, continuamente se debe verificar y, en su caso, corregir la verticalidad de los muros. Para los castillos se debe colocar la cimbra asegurándolos mediante puntales que sólo podrán ser removidos hasta que el concreto haya fraguado.

Instalaciones y acabados

Instalación eléctrica

La instalación eléctrica será el conjunto de elementos que permitirán transportar y distribuir la energía eléctrica desde un punto de suministro

hasta los equipos que funcionen con esta energía. Si la obra no fuera nueva, antes de iniciar el proceso de instalación eléctrica se tendría que hacer una revisión parcial o general de las instalaciones existentes y, una vez reconocidas las trayectorias y circuitos, se procedería al desmontaje de los elementos existentes (cable, luminarias, etc.) para posteriormente realizar la nueva instalación.

En este caso particular, la instalación eléctrica, que fue de tipo aparente con tubería conduit visible, se realizó cumpliendo con las normatividades y requisitos de funcionamiento, lo cual significa que los elementos utilizados son confiables, eficientes, seguros, flexibles, económicos y simples, esto último con el fin de facilitar el mantenimiento de los elementos que constituyen la instalación, así como la identificación de éstos por si en el futuro surgiera la necesidad de ampliar el espacio.

A *grosso modo* la instalación contará con un centro de carga QOD4, 4P, 60 AMP (cuatro pastillas y sesenta Amperes) y con tubería conduit metálica rígida (pared gruesa), suministrada en tramos de 3.00 m (tres metros) de longitud. Una vez terminada la instalación eléctrica, se verificará que la salida de corriente se encuentre en funcionamiento, se probará la continuidad eléctrica y se realizarán pruebas en contactos y apagadores para constatar su funcionamiento. Durante todo el proceso se seguirán puntualmente las normas y reglamentos aplicables a los conductores y aisladores que integran las canalizaciones eléctricas para asegurar que el funcionamiento y la protección requerida sea la óptima.

Aplanado en muros

El material requerido para el aplanado de los muros de este proyecto es mortero con arena; los aplanados representan la textura final que se observará en la superficie de éstos, por lo que es importante obtener un acabado de óptima calidad. En la obra en cuestión, como en todas, se

deberá mantener limpias las áreas con las que el mortero hará contacto, posteriormente se deberá humedecer los muros para aumentar la adherencia de la mezcla a emplear. Cuando se tenga lista la superficie se procederá a aplicar una capa de mezcla de mortero-arena 1:3 o 1:4 con espesor de 1 a 2.5 cm como máximo, la cual deberá empujarse hasta tener una superficie a plomo y regla con un acabado fino. Una vez que la consistencia de fraguado inicial se note a simple vista, se comenzará con el curado con aspersion de agua durante un periodo de 3 (tres) días.

Pintura de muros y plafones

El siguiente paso en el proceso constructivo es el acabado final, el cual consiste en la aplicación de pintura en la superficie. En esta etapa es importante señalar que se debe utilizar material de calidad reconocida, ya que de esto depende que la pintura tenga la suficiente capacidad para adherirse a la superficie sobre la cual se colocará, que se obtenga un acabado homogéneo y que la superficie quede bien protegida de los agentes ambientales.

Antes de proceder a la aplicación de pintura, y para garantizar el mejor acabado posible, hay que preparar la superficie, para ello hay que asegurarse de que los aplanados de la superficie estén secos y que los muros no tengan imperfecciones, como oquedades y excedentes de mortero aglutinado, o bien, partes flojas que no permitan que el material se adhiera con la suficiente firmeza; si llegasen a aparecer defectos se tendría que comenzar por resanarlos.

Si los muros que se van a pintar pertenecen a una obra nueva, será necesario aplicarles previamente un sellador a base de agua para tapar porosidades y optimizar el rendimiento de la pintura a utilizar.

Herrería

Lo siguiente etapa es la colocación de la cancelería, la cual requiere que antes se verifique que los elementos utilizados para la fabricación de puertas, ventanas y enrejados tengan el calibre y dimensiones indicados en el proyecto. La verificación también incluye revisar que los elementos componentes de las piezas de herrería (puertas, ventanas, portones y rejas) sean perfiles de una sola pieza y que estén unidos entre ellos tal como se haya establecido en el proyecto, así como que las piezas terminadas estén cubiertas por una capa de pintura anticorrosiva que las proteja de la intemperie, principalmente de la humedad.

Una vez colocados, hay que comprobar que no presentan deformaciones, que se hayan colocado a plomo, que estén ajustados con precisión en los marcos de puertas y ventanas, que están fijados a éstos por medio de anclas o pijas, y que presentan la holgura necesaria entre los elementos fijos y los elementos móviles.

Si el proyecto hubiera requerido que los elementos de la cancelería fueran de aluminio, habría sido necesario verificar que el material utilizado contara con certificados de calidad y una apariencia limpia. Por lo común el aluminio utilizado para cancelerías es del tipo anodizado, lo cual significa que al fabricarlo se utilizó la técnica de oxidación electroquímica para modificar su superficie con el fin de que quede más protegida y se le pueda dar alguna coloración, como el color oro, bronce o algún otro que se elija.

Para la colocación de este material se seguirán prácticamente los mismos procesos de revisión que en los elementos de herrería. Se verificarán las alineaciones, los plomos y los acabados en las uniones de las piezas que integren puertas y ventanas.

Impermeabilización (sistema prefabricado)

El siguiente paso es la impermeabilización, en este caso también es necesario que antes se revise el área de trabajo para verificar que esté en condiciones de aplicar el impermeabilizante, esto con el fin de comenzar por limpiar la zona, si estuviera sucia, y de retirar los agentes que pudieran tener efectos negativos en el material para impermeabilizar, en caso de que los hubiera.

Como en este caso la obra era nueva sólo fue necesario el proceso de limpieza, después se procedió a retirar el material suelto y a resanar las áreas que requerían el tratamiento de impermeabilización, y a construir un entortado de mortero en la superficie de una losa sin pendiente para encauzar las caídas o bajadas pluviales.

Para aplicar la impermeabilización con material prefabricado fue necesario comenzar por aplicar un primario “imperprim s” y posteriormente colocar, mediante un proceso de termofusión, un “uniplast sbs” en rollo prefabricado. En este proyecto en particular el proceso constructivo requirió tener especial cuidado en que la calidad de los materiales y la colocación de los mismos quedara garantizada, para lo cual se verificó que el proceso de termofusión de los lienzos se realizara correctamente, de tal manera que el acabado garantizara la impermeabilidad contra el agua.

Las etapas de los procesos constructivos aquí mencionados describen de forma general las actividades que se realizaron durante la construcción de la obra que nos atañe. Sin embargo, es necesario aclarar que no siempre es posible apegarse estrictamente a las etapas del proceso constructivo fijadas originalmente para una obra, ya que existen diversos factores que pueden obligar a desviarse de él, entre ellos están: el clima, el tiempo o algunos otros imprevistos. Debido a lo anterior es de vital importancia que haya buena comunicación entre los responsables de la obra y la empresa contratista, así

como que haya personal encargado de supervisarla para resolver los problemas o contratiempos que se presenten durante el desarrollo de la misma. Dicha supervisión puede ser externa o interna.

El catálogo de conceptos proporcionado como la base para tomar decisiones en cuanto a los materiales a utilizar y las especificaciones de éstos se deberá seguir puntualmente, sin embargo, sabemos que en el transcurso de realización de un proyecto se pueden presentar imprevistos que obligan a sustituir algún material o equipo, y que esto en ocasiones conduce a tener que agregar nuevos conceptos al catálogo original y, en consecuencia, a incurrir en costos extraordinarios. Si se diera este caso, se tendría que poner a consideración de la supervisión, que determinará si procede o no incurrir en los nuevos costos e indicará a la dependencia correspondiente la conclusión a la que haya llegado.

De lo anterior se concluye que, si bien existe la posibilidad de que durante el transcurso de construcción de una obra surjan exigencias o factores imprevistos que obliguen a modificar algunos conceptos del catálogo original, esto no debe afectar de manera sustancial los procesos constructivos previamente establecidos.

CAPÍTULO 2. TRABAJOS PRELIMINARES

2.1. Demolición y desmantelamientos

Nuestra área de construcción estaba ocupada por un inmueble provisional que se había construido con anterioridad, por lo que, para llevar a cabo el proceso de trazo y nivelación del terreno, fue necesario comenzar por demolerlo y desmantelarlo.

El proceso de demolición requirió realizar una serie de operaciones para, siguiendo los lineamientos marcados en el proyecto en cuestión, deshacer la estructura existente en su totalidad. Como se deseaba recuperar parte del material, se procuró que al retirarlo se dañara lo menos posible. El retiro de materiales se podía realizar de manera manual, con maquinaria o combinando ambos procedimientos, en este caso particular se aplicó este último debido a que, además de los elementos ligeros de la cancelería, se tenían que retirar elementos rígidos de concreto.

El procedimiento de desmantelación manual se utilizó para desmantelar hojas de multipanel y diversos materiales ligeros, pero principalmente para retirar la cancelería con el mayor cuidado posible, ya que se requería recuperarla.

Todo el material desmantelado se almacenó en un área donde no entorpeciera los trabajos de construcción y posteriormente se entregó a la residencia de supervisión y a la dependencia gubernamental correspondiente.

Los elementos de la estructura que se desmanteló, que se consideró podrían tener un tiempo más de vida útil, y, por lo tanto, que son material de recuperación, son los siguientes:

- Tuberías y ductos
- Canceles y ventanas metálicas
- Puertas metálicas
- Vidrios
- Equipos y material eléctrico
- Acabados recuperables de muros, pisos y plafones
- Gabinetes para luminarias
- Tarja de acero inoxidable

Cabe aclarar que como la edificación a dismantelar contaba con instalación hidráulica y sanitaria debido a que originalmente funcionaba como un salón comedor, fue necesario tener la precaución de sellar todas las salidas hidráulicas y los registros sanitarios que ya no se utilizarían. Puesto que las instalaciones eran mínimas, las trayectorias de estas instalaciones se ubicaron a simple vista, por lo que no se requirió el apoyo de planos. Sin embargo, como en las instalaciones a dismantelar existían tuberías que alimentaban otras áreas de la escuela, fue necesario trabajar con especial cuidado al dismantelaras, ya que de lo contrario existía la posibilidad de dañarlas. Un error al excavar en alguna zona podría provocar fugas hidráulicas, algo que se buscó evitar en todo momento.

Como la obra se construiría en una escuela preescolar era muy importante preservar la seguridad de los alumnos; por lo tanto, una actividad fundamental en el proceso constructivo fue la delimitación del área de trabajo, para lo cual se colocaron tapias con malla y plástico en el perímetro de la obra. De esta manera se evitó que los alumnos tuvieran acceso a ella o cualquier tipo de contacto con ella durante las actividades previas a la construcción o durante el desarrollo de ésta.



Imagen 2.1. Colocación de malla en un área de poca circulación.

Con la delimitación del terreno se logró minimizar las molestias causadas por el polvo, piedras y tierra que produjeron los procesos de demolición, desmantelamiento y excavación. A esto también contribuyó el hecho de que, cumpliendo con los requerimientos establecidos para esta etapa de los procesos constructivos, el terreno natural se regó constantemente para mantenerlo húmedo y así disminuir al mínimo la cantidad de polvo que el tráfico constante de las unidades de carga y acarreo podían producir.



Imagen 2.2. Tapial colocado en el área de mayor afluencia peatonal.

La demolición, como antes se expuso, se realizó de forma combinada; para la manual se utilizaron marros, picos y barretas; en tanto que para la mecánica se utilizó una máquina retroexcavadora; esto último se debió a que no sólo se tenía que retirar elementos de concreto simple sino también de concreto armado.

Los elementos a demoler en este inmueble básicamente estaban en el firme de concreto que conformaba el piso, pero también en las cadenas de concreto armado que formaban la cimentación, así como en las barras de concreto y tabique de la cocina de éste.



Imagen 2.3. Elementos de concreto dentro del salón del inmueble existente.

Cabe mencionar que en todo momento se tomaron las medidas de seguridad necesarias para evitar riesgos tanto para el personal de la empresa constructora como para los usuarios habituales del jardín de niños. En cuanto a los riesgos para las edificaciones vecinas, prácticamente no los hubo, ya que sólo existía un salón de clases adyacente que no fue afectado en ningún momento.

El desmantelamiento y desmontaje de las estructuras metálicas se realizó con el cuidado necesario para rescatar los elementos que estaban en condiciones de ser reutilizados. En el caso de los elementos metálicos que no se podían rescatar porque estaban muy corroídos por el óxido no fue necesario desmontar completos los tramos estructurales, así que se pudo agilizar el trabajo utilizando un equipo de oxicorte, con el cual también se

realizó el corte del armado de la plancha de concreto y de la cimentación, lo que facilitó el acarreo del material producto de las demoliciones.

Otros materiales que se podían reutilizar debido a que estaban en buenas condiciones fueron las láminas de la techumbre y de la puerta de acceso, de modo que se retiraron una por una con cuidado para poder mantenerlas en el mejor estado posible. Una vez desmontadas se procedió inmediatamente a dar aviso para entregarlas, ya que se corría el riesgo de dañarlas durante las maniobras propias de la obra debido a la fragilidad del material con el que estaban hechas.

Las instalaciones eléctricas, al igual que los accesorios que integraban este sistema, tales como la tubería, los gabinetes de las luminarias, contactos, apagadores y tableros ya habían cumplido su vida útil, no obstante su retiro se hizo de forma cuidadosa.



Imagen 2.4. Estructura destinada a la demolición y desmantelamiento.

En la imagen 2.4 se puede apreciar el estado en que se encontraba el inmueble existente en el área donde se construyó el nuevo salón de clases.

2.2. Trazo y nivelación

En esta etapa del proceso constructivo comenzamos por conocer la ubicación del terreno en donde se realizaría la obra, esto nos permitió identificar cómo estaba clasificado en el Distrito Federal (ahora Ciudad de México) de acuerdo con sus características, para, con base en esto, planear qué metodología se debía emplear para el proceso de excavación en este caso en particular.

La obra, como ya se mencionó, está ubicada en la Delegación Tláhuac, en la Calle Calmécac # 1 y Avenida Mixquic – Chalco, en San Andrés Mixquic. El siguiente croquis muestra gráficamente el sitio de ubicación de la obra.

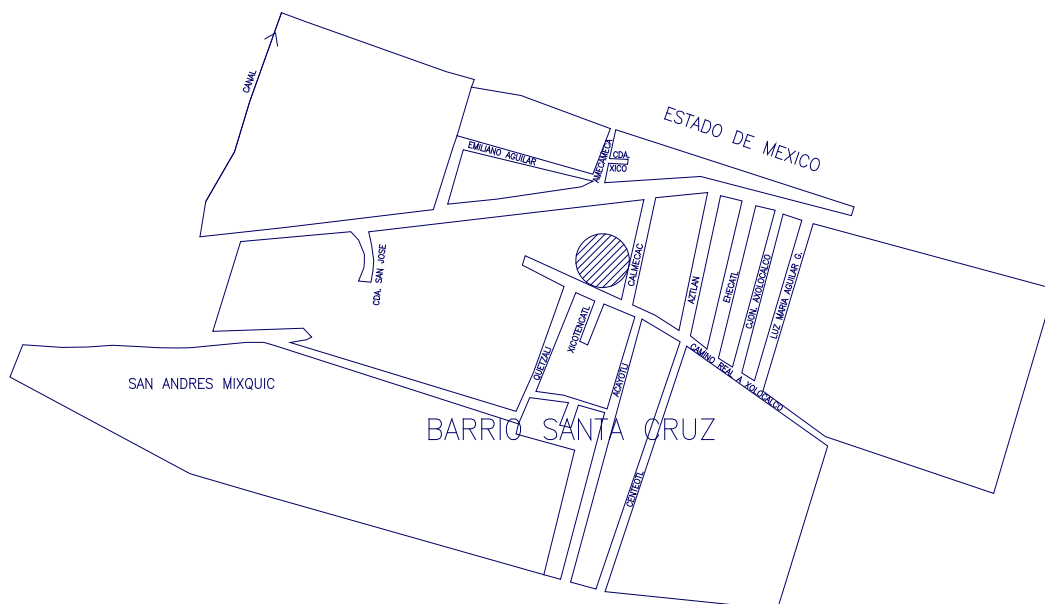


Figura 3. Croquis de ubicación de la obra.

Antes de dismantelar la construcción existente exploramos el terreno para identificar tuberías de instalaciones ocultas, así como para identificar de forma más clara las características y el comportamiento del terreno en el que trabajaríamos.

Por las características del terreno el Distrito Federal (ahora Ciudad de México) está dividido en las tres zonas que se mencionan a continuación:

Zona 1

El terreno de esta zona se caracteriza por la presencia de materiales sueltos, superficiales, grietas, oquedades naturales o galerías de minas, cabe señalar que para construir en este tipo de suelos se requiere darles antes un tratamiento especial.

Zona 2 y Zona 3

El terreno de estas zonas se caracteriza por la presencia de cimentaciones antiguas, restos arqueológicos, rellenos superficiales, antiguos o recientes, variaciones fuertes de estratigrafía, suelos inestables o colapsados, o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia; características que es muy importante tomar en cuenta en el diseño de obras a construir en ellas. Aquí es necesario señalar que la obra construida, como se mencionó en el capítulo I, está ubicada en la zona 2.

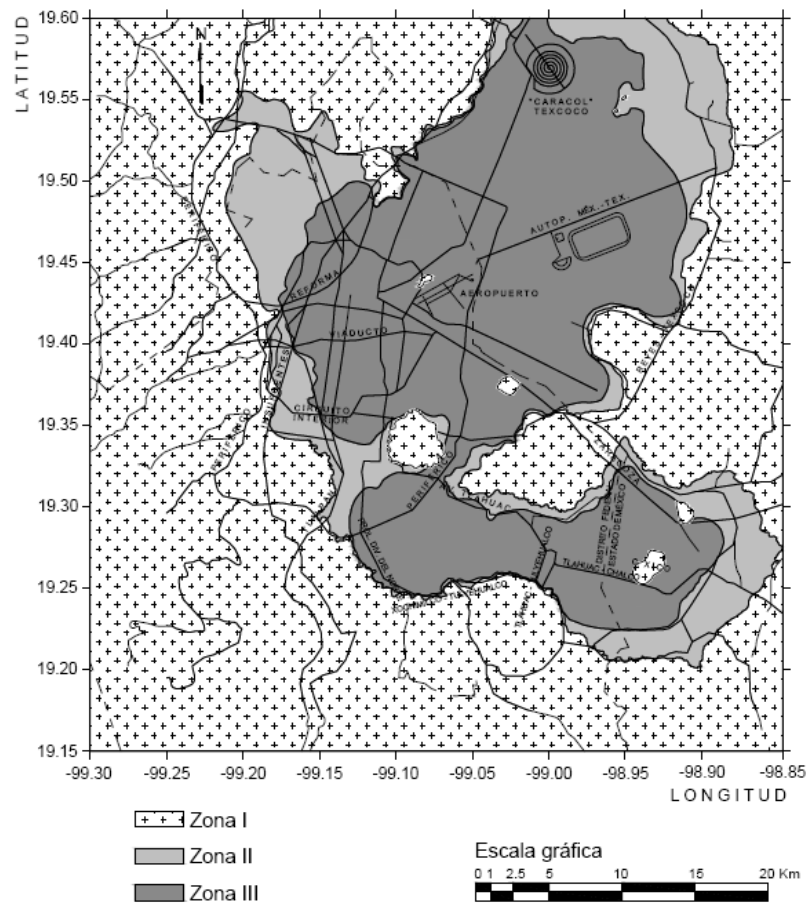


Figura 4. Zonificación geotécnica de la Ciudad de México (Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de cimentaciones, 2009).

De acuerdo con la zonificación geotécnica de la Ciudad de México, la obra se encuentra ubicada o pertenece a la zona II, un terreno cuyo suelo es muy arcilloso y tiene alta compresibilidad.

Antes de proceder a la realización del trazo y nivelación fue necesario retirar el firme de concreto existente en el terreno, que tenía un espesor de 10 cm en promedio. Esta plantilla fue demolida con medios manuales y mecánicos, utilizando marros, barretas y picos, así como una retroexcavadora de neumáticos, con lo que se agilizó de forma importante esta actividad.



Imagen 2.5. Demolición manual de elementos de concreto.



Imagen 2.6. Retiro de firme de concreto con el apoyo de una retroexcavadora de neumáticos.

A continuación se retiraron los excedentes del material suelto con el fin de emparejar lo más posible la superficie, ya que cuanto más plana esté, más facilita realizar los trabajos de trazo del terreno.

Esto requirió, para que el personal encargado de la construcción pudiera maniobrar con facilidad, deshierbar las áreas perimetrales del terreno en donde se ubicaría la obra. A continuación se realizó una limpieza general y se retiró de la obra todo el producto de estos trabajos.

Como se puede apreciar en la imagen 2.7, el material que superficialmente existía en el terreno era tepetate, lo cual nos facilitó el anclaje de madera en el mismo.



Imagen 2.7. Se observa la nivelación del terreno por medios mecánicos.

Para el trazo del terreno se utilizaron materiales como: cal hidratada, madera para las crucetas que sirvieron de apoyo para los hilos, hilos, teodolito y pintura de aceite para las marcas en elementos fijos.

Una referencia importante para llevar a cabo el trazo fue el salón de clases adyacente, ya que sabíamos que cualquier nueva edificación tendría que ser afín al resto de instalaciones de la escuela, por lo que en todo momento buscamos alinear la nueva construcción con la existente.

Como se puede apreciar en el plano estructural, la sección a trazar fue de forma rectangular, así que con la ayuda de un teodolito se marcaron los puntos ubicados en las cuatro esquinas, los cuales se tomaron como base para ubicar los ejes horizontales y verticales.

Según el plano de conjunto del jardín de niños J. Trinidad San Miguel Pineda, la ubicación del inmueble a construir se ubicaba en el costado sur-oriente, y los ejes en los que se encontraba delimitado el salón de clases eran E-F y 11-17, los cuales se encuentran dentro del total que integra la escuela.

La ubicación de los ejes fue un factor determinante para el proceso constructivo, pues fueron los parámetros que determinaron las dimensiones de los elementos estructurales que integraron la edificación. Por esta razón es muy importante que los puntos de cada eje se marquen en algún elemento fijo que no permita que estas marcas se pierdan o se borren, y que siempre estén a la vista, a manera de ubicación, durante todo el proceso constructivo.

En este caso se decidió marcar los ejes en un muro colindante al terreno, con pintura de aceite para evitar que se borraran, y posteriormente los puntos se trasladaron a crucetas y estacas colocadas en los extremos del

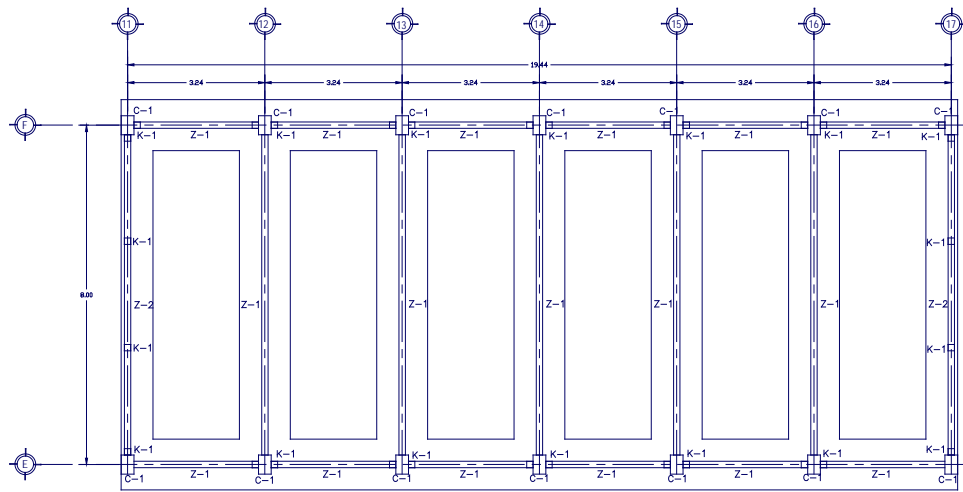
área de trabajo para poder visualizar físicamente los límites de las áreas que se excavarían.



Imagen 2.8. Ubicación de los ejes marcados en un muro contiguo.

Con el apoyo de hilos colocados a lo largo de la ubicación de los ejes se realizaron las medidas necesarias y el encalado para delimitar las áreas a excavar, formándose una serie de retículas en el terreno que sirvieron de guías durante este proceso. La forma del trazo se debió al tipo de cimentación que indicó el proyecto, que consistía en zapatas corridas.

En la figura siguiente se indica la forma en que se marcaron las líneas para la delimitación del terreno.



PLANTA DE CIMENTACION

Figura 5. Forma del trazo del área de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

En las imágenes 2.9 y 2.10 se puede observar la forma en que se hizo el trazo para la excavación del terreno con el apoyo de hilos y el uso de cal para el marcado.



Imagen 2.9. Trazo del terreno con cal hidratada.



Imagen 2.10. Trazo del terreno, con áreas definidas para la excavación.

El área total del trazo fue de 222.35m^2 , dividida en forma reticular referenciando las retículas según los ejes marcados.

En las imágenes 2.11 y 2.12 podemos observar que se utilizaron polines apuntalados en el terreno natural, los cuales sirvieron de apoyo para colocar los hilos y con esto referenciar los niveles, ubicados a lo largo de los ejes, para guiar la profundidad de la excavación.



Imagen 2.11. Colocación de polines de apoyo para delimitar la profundidad de la excavación.



Imagen 2.12. Área total de excavación.

Con la totalidad del área a construir marcada, y con los polines colocados como referencia en los costados, se dio paso al siguiente proceso, que consistió en la excavación de las retículas que alojaron la estructura de cimentación.

Como antes se mencionó, los polines funcionaron como elementos fijos donde se marcaron los niveles y se amarraron los hilos para proyectar una línea horizontal de apoyo que serviría para referenciar la profundidad de la excavación. Lo anterior se complementó con el uso de una duela de madera como escantillón [Un escantillón es sencillamente un patrón o guía a seguir en la construcción, asegurando horizontalidad y regularidad en las hiladas, Wikipedia, 2009].

2.3 Excavación

Una vez concluidos los trabajos de nivelación del terreno y el trazo del mismo, se dio inicio al proceso de excavación para construir los cimientos para la edificación, apegándonos a las especificaciones y dimensiones marcadas en los planos. Teniendo en cuenta que, para las maniobras a realizar para la construcción de la estructura de concreto en el interior de las zanjas, se debe considerar dejar una holgura en el perímetro de la proyección de las zapatas y realizar un corte parejo del terreno a fin de no dejar salientes en el fondo de la excavación, lo cual no se complicó debido a que el terreno excavado no presentaba material muy rocoso.

Las excavaciones se pueden realizar de forma manual o mecánica, incluso se pueden utilizar explosivos para aflojar el terreno en el caso de que la maniobra se complique, lo cual no se requirió para el terreno en que se realizó la obra, pues el terreno no presentó macizos rocosos.

En esta obra en particular, como ya antes se expuso, la excavación se realizó de forma manual y mecánica, en el caso de esta última ocupamos una retroexcavadora para retirar el material con mayor volumen y una cuadrilla de cuatro ayudantes con herramienta menor para perfilar los contornos y fondo de las celdas excavadas.

Antes de proceder a excavar se consideraron los resultados del estudio de la mecánica de suelos respectivos a la zonificación del terreno y la ubicación de las instalaciones ocultas (hidráulica, sanitaria y eléctrica) que se encontraban aledañas al área de trabajo, las cuales daban servicio a la edificación que se desmanteló y a las construcciones cercanas, esto con el fin de tomar las medidas necesarias para evitar dañarlas.

El proceso de excavación se realizó simultáneamente con el de acarreo del material, esto debido a que el espacio para construir era muy grande y permitía que el camión de acarreo estuviera cerca de la máquina retroexcavadora para recibir al momento el material que ésta iba extrayendo de las celdas previamente trazadas. Con esto se logró que un gran volumen del producto de excavación se retirara inmediatamente del lugar, pero como la maquinaria seguía trabajando durante los lapsos de tiempo entre el acarreo y la llegada al tiro de los camiones, fue necesario crear un banco con el material excavado.

El operador de la maquinaria en todo momento demostró su habilidad para el manejo de su unidad, ya que al maniobrar el material que no se retiraba en cuanto se extraía, buscó en todo momento ubicarlo en donde no interfiriera con el acomodo de los camiones de volteo que realizaron el acarreo.

Durante esta etapa se presentaron eventos que impidieron que el trabajo se desarrollara de manera óptima. Uno de ellos fue la necesidad de tener que suspender constantemente la excavación para dar mantenimiento

a la retroexcavadora de neumáticos que se utilizó debido a que su vida útil estaba por terminar y, además, era rentada. La supervisión que se realizó durante este proceso al desempeño de la maquinaria y al operador fue relevante, ya que el programa de la obra tenía establecido un periodo de tiempo para esta etapa.

Por la altura requerida para la excavación indicada en los planos, y debido a que el terreno se encontraba compactado, no fue necesario colocar protecciones para los taludes, pues éstos no presentaban peligro de desprendimiento en las paredes. Además, la evaluación del riesgo que representaba la excavación para el salón de clases aledaño a la nueva construcción dio como resultado que, por las características del terreno, se podía excavar sin peligro alguno de dañarlo, así que se procedió a realizar los trabajos de manera segura.

Continuamente se le indicó al operador de la maquinaria el proceso requerido para la excavación a fin de agilizar esta actividad, procurando en todo momento tomar las medidas necesarias para evitar accidentes de cualquier índole.

Como ya se había mencionado, la excavación se realizó siguiendo las marcas encaladas en el terreno natural, las cuales se plasmaron de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos, considerando, desde el momento de colocar las marcas, dejar en el terreno la holgura necesaria para posteriormente realizar los trabajos de cimbrado para las zapatas en el interior de las zanjas.

El plano que se muestra a continuación, nos indicó la forma en que debía realizarse el trazo, así como las dimensiones y la ubicación de los ejes.

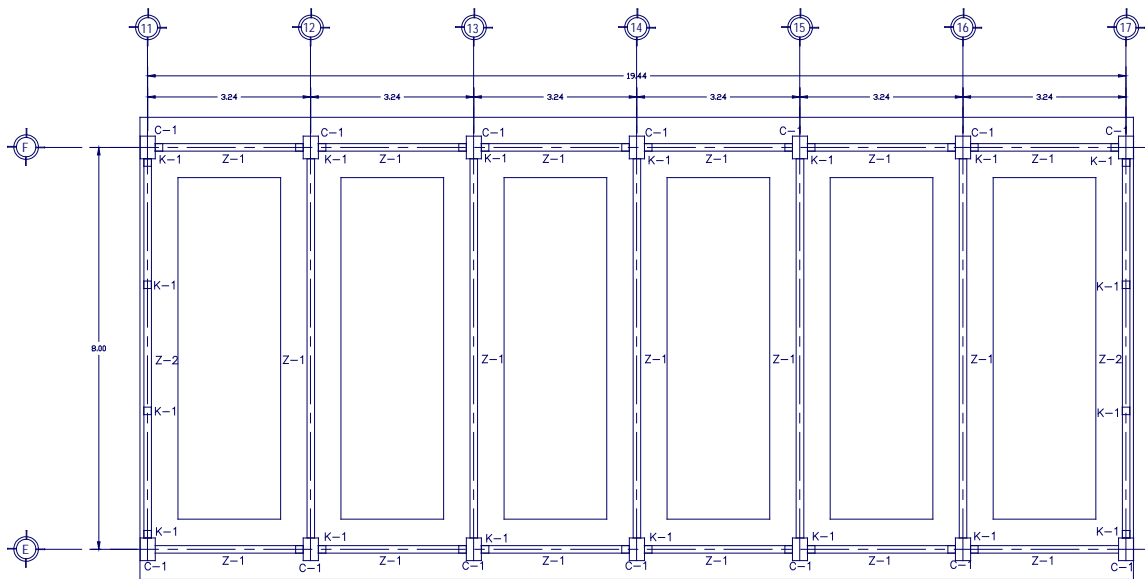


Figura 6. Plano de cimentación, guía para realizar el trazo y la excavación.

Según las especificaciones del proyecto, y de acuerdo con el catálogo de conceptos, la excavación debía realizarse de forma mecánica, lo cual se cumplió de forma puntual, agilizando con ello de manera considerable el tiempo empleado para este proceso, lo que, aunado al hecho de que la excavación y el acarreo prácticamente se realizaron en forma simultánea, contribuyó a evitar un atraso en el trabajo que pudiera alterar nuestro programa de obra (Ver las imágenes 2.13 y 2.14).



Imagen 2.13. Excavación del terreno con retroexcavadora.

Los acarrees se realizaron por medio de camiones de volteo hacia el tiro oficial indicado por la dependencia delegacional de la zona en la que se trabajó, pero cabe mencionar que gran parte del material extraído se depositó en terrenos aledaños a la construcción a solicitud de los habitantes, optimizando con esto el tiempo de traslado de las unidades encargadas de realizar el acarreo.



Imagen 2.14. Camión de volteo para transportar el material extraído del terreno al tiro correspondiente.



Imagen 2.15. Excavación y nivelación del terreno.

En la imagen 2.15 se puede observar a la persona que, durante todo el tiempo que duró la excavación, se encargó de indicar al operador de la máquina los lugares en donde había algún tipo de instalación que se pudiera dañar en algún punto de la zanja y la profundidad a la que se debía llegar, la cual en general fue de 1.50 m de profundidad, esto con el apoyo de los hilos colocados en los polines ubicados en los ejes de proyecto y con una regla de madera utilizada como escantillón. Al final se rectificó el trabajo con un nivel topográfico.

Conforme se avanzó en el proceso de excavación se observó que la estabilidad del terreno era muy aceptable, así que se decidió que no se requería colocar algún elemento para proteger las paredes de las zanjas excavadas; pero para evitar cualquier eventualidad en las excavaciones se aceleraron los siguientes procesos constructivos.



Imagen 2.16. Vista de la excavación total del área de construcción.

En la imagen 2.16 se observa cómo quedó el terreno una vez concluida la excavación por medios mecánicos, tal como se indicaba en el proyecto. Salta a la vista que la máquina no dejó bien perfilada la superficie del terreno, por lo que fue necesario que una cuadrilla de ayudantes retirara los excedentes y rellenara las oquedades en el fondo del terreno, así como que afinara verticalmente las paredes en los casos que existían salientes que pudieran interferir en la colocación de la cimbra de contacto.

Terminada la afinación de la cepa horizontal y verticalmente, proseguimos al proceso de mejoramiento y compactación del terreno.

CAPÍTULO 3. CIMENTACIÓN

3.1. Mejoramiento del terreno

Una vez excavada la zanja, comenzamos con el mejoramiento del terreno donde se realizaron los trabajos de construcción. Como se puede apreciar gráficamente en la figura 7, se requirió la formación de una estructura de tres capas de roca caliza (balastre), cada una de 15 cm de espesor, hasta alcanzar un total de 45 cm, y con una compactación de 70% de cada una de las capas.

Inmediatamente después del material pétreo se colocó una capa de 15 cm de tepetate, que por sus características solicitó un grado de compactación al 90%, esto para formar una base sólida sobre la cual se procederá a la siguiente etapa en el proceso de construcción.

70

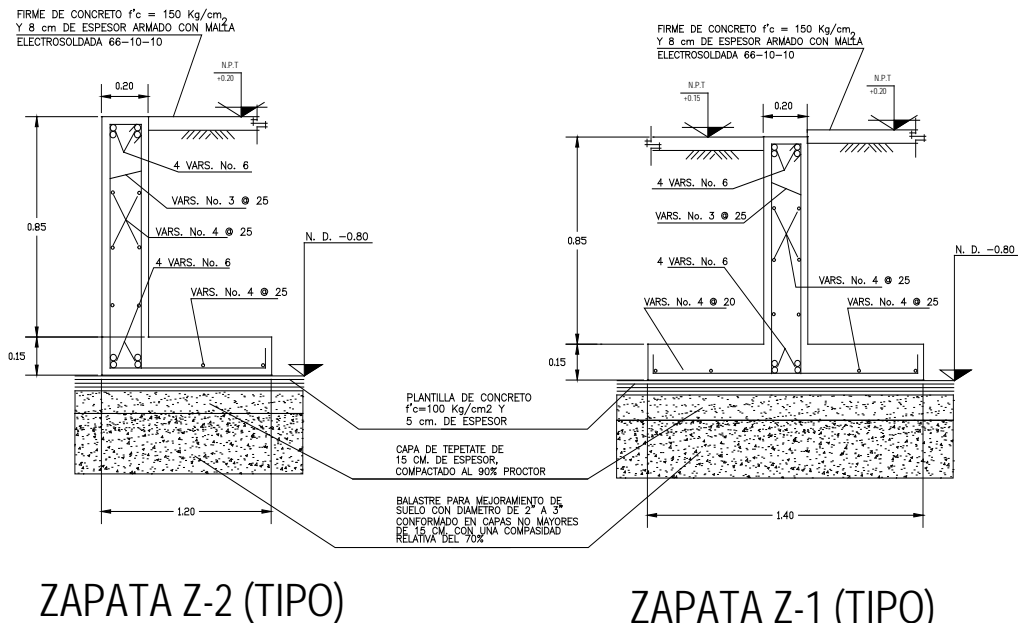


Figura 7. Vista en corte de las zapatas corridas y de sus especificaciones para construcción.

El suministro del balastre se colocó lo más cercano posible a la excavación para facilitar que el acarreo y distribución hacia el interior de la zanja fuera lo más fluido posible, ya que la distribución del material pétreo se realizó totalmente de forma manual con el apoyo de carretillas, con esto se garantizó la colocación y compactación, respectivamente, de cada una de las capas requeridas en el plano de proyecto.



Imagen 3.1. Distribución de material pétreo (balastre) en el fondo de la excavación.



Imagen 3.2. Colocación de capas de material pétreo (balastre) en el fondo de la excavación.

La compactación del balastre se realizó con apisonadores vibratorios (bailarinas), como se puede apreciar en la imagen 3.3 y 3.4, los cuales se pasaron de manera continua y repetida a todo lo largo y ancho del área de trabajo.



Imagen 3.3. Compactación de material pétreo (balastre) en el fondo de la excavación.



Imagen 3.4. Distribución y compactación de material pétreo (balastre) de acuerdo con los niveles del terreno.

La distribución de las capas de balastre se llevaron a cabo de acuerdo con los niveles requeridos en el proyecto, así que a lo largo de cada una de las celdas se colocaron hilos que sirvieron de referencia para alcanzar las alturas requeridas.

Una vez colocado el balastre, se procedió a suministrar el tepetate, siguiendo el mismo proceso constructivo que en las capas inferiores, es decir, utilizando carretillas y verificando constantemente el nivel al que se debía de llegar según lo indicado en el proyecto.

En el caso de la capa de tepetate se requería un 90% de compactación, por lo que se utilizó maquinaria ligera, consistente en un rodillo y dos apisonadores vibratorios que transitaron constantemente sobre el terreno hasta alcanzar la compactación requerida.

La compactación del terreno se verificó mediante pruebas de laboratorio realizadas en campo, obteniendo resultados preliminares aceptables y quedando en espera de los resultados definitivos. Con este antecedente se pudo avalar el estado del terreno y continuar con el siguiente proceso, el de la construcción de la plantilla de concreto.



Imagen 3.5. Distribución de manera uniforme de tepetate sobre la capa de balastre. Se puede apreciar que se conservaron los hilos que sirvieron de referencia para mantener los niveles requeridos en el proyecto.



Imagen 3.6. Compactación de capa de tepetate por medio de maquinaria ligera.



Imagen 3.7. Rectificación de niveles de proyecto con el apoyo de hilos.



Imagen 3.8. Las pruebas de compactación que se realizaron en campo reflejaron resultados aceptables.

Siguiendo con el proceso constructivo, se continuó con la elaboración de la plantilla, que es la capa de concreto pobre que debe cumplir con el nivel de resistencia indicado en el proyecto y ser construida sobre el terreno mejorado con tepetate compactado para el desplante de la cimentación de la estructura; la cual debe presentar una superficie uniforme y adecuada para el trazo de ejes y demás líneas auxiliares necesarias.

En este caso en particular el proyecto requirió una plantilla de concreto pobre de 5 cm, con resistencia a la compresión de $F_c = 100 \text{ kg/cm}^2$, la cual podría haberse hecho en obra, sin embargo, debido a que se requería un volumen considerable de este elemento, y pensando en optimizar el tiempo de ejecución, después de evaluar que por las características y especificaciones del concreto éste no requería pruebas de compresión por parte de un laboratorio, se optó por solicitarlo premezclado a una concretera. De igual forma que las capas colocadas para el mejoramiento del terreno, el concreto suministrado se distribuyó uniformemente en toda el área de construcción hasta alcanzar el espesor requerido de 5 cm, con lo cual se garantizó que las zapatas construidas se mantuvieran sin contaminantes en la base.



Imagen 3.9. Vaciado de concreto premezclado.



Imagen 3.10. Distribución de concreto para la construcción de la plantilla en todas las áreas donde se ubicaron las zapatas de cimentación.

3.2 Construcción de zapatas

Antes de determinar la cimentación adecuada para el tipo de terreno en donde se realizó la obra, los encargados del diseño realizaron los estudios geotécnicos pertinentes para conocer las características del suelo y, con base en esta información, elegir el tipo adecuado de estructura a construir.

Definiendo de forma más específica la cimentación, se puede decir que es aquella parte de la estructura que soporta el peso de la construcción y transmite al terreno en que se encuentra desplantada las diversas cargas propias de los demás elementos de la edificación existentes, de una forma estable, esto significa que el peso que representa la edificación tiene que ser compatible con las propiedades mecánicas del terreno.

La importancia de la cimentación reside básicamente en que es el grupo de elementos que soportan una superestructura, y en este caso en particular se optó por emplear zapatas corridas de cimentación, buscando dividir las cargas de la edificación en partes iguales, de tal forma que ninguna exceda a la otra, proporcionando estabilidad a nuestra construcción.

Al mismo tiempo que se desarrollaban los trabajos de mejoramiento del terreno y la construcción de la plantilla de concreto, se realizó el habilitado y armado del acero para las zapatas de cimentación y las columnas, esto con el fin de optimizar los tiempos de ejecución de la obra.



Imagen 3.11. Habilitado de acero a un costado de la construcción en proceso.



Imagen 3.12. Armado del acero de refuerzo para la construcción de zapatas.



Imagen 3.13. Colocación de acero para la construcción de zapatas de cimentación y para la construcción de columnas.

Como se puede apreciar en la imagen 3.13, el armado del acero para zapatas y columnas se desarrolló de forma conjunta, el acero longitudinal de las zapatas se colocó corrido, procurando no dejar empalmes en los entronques con las columnas e integrando con esto toda esta estructura de cimentación.

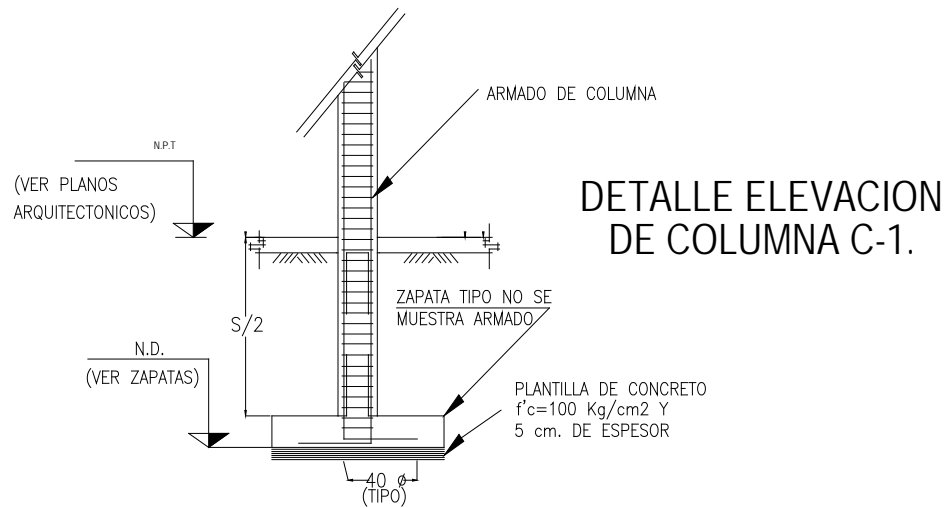


Figura 8. Vista en corte del anclaje de acero de las columnas en las zapatas de cimentación.



Imagen 3.14. Colocación de cimbra en zapatas de cimentación.

Al tiempo que se realizaba el armado del acero de refuerzo en las zapatas, se dio inicio a la cimbra de estos elementos. La cimbra es el conjunto de obra falsa y moldes que cumplen la función de soportar y contener el concreto fresco hasta que éste adquiera la forma requerida.

Las dimensiones de las zapatas representaron un factor importante para la elección de la cimbra a utilizar, ya que permitieron que, en vez de usar hojas de triplay que se tuvieran que recortar, se usaran tarimas de madera construidas con bastidores de barrotes y superficies de contacto con duelas, una cimbra más económica. Como las zapatas se encontrarían ocultas bajo el terreno natural, no se requería que el acabado de la superficie de este elemento fuera completamente liso, es decir, que no importaba si se presentaban marcas entre las juntas de la cimbra.

Antes de colocar las tarimas en las zapatas, las superficies de contacto se recubrieron con aceite quemado, lo cual sirvió de desmoldante a la hora de realizar la descimbra.

Las tarimas se colocaron alineadas verticalmente a lo largo de las retículas, tal cual se puede observar en la imagen 3.15, y en las bases de las zapatas sólo fue necesario confinar el elemento en los costados perimetrales. Como ya se mencionó antes, los trabajos de armado de acero y la colocación de cimbra en la cimentación se realizaron simultáneamente, respetando los espacios requeridos para realizar cada una de las actividades, de tal manera que no se obstaculizaran los procesos para dejar preparadas las zapatas a colar.



Imagen 3.15. Colocación de cimbra, simultáneamente con el armado de acero de refuerzo, en las zapatas de cimentación.

El concreto utilizado para la construcción de las zapatas fue requerido con una resistencia a la compresión de $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un agregado de $3/4''$, revenimiento de 15 cm, y de igual forma que para el caso de la plantilla, se solicitó concreto premezclado, sólo que en este caso se requirió una bomba estacionaria debido a que el proceso de vaciado en la zapata de cimentación demandó que el concreto se fuera acomodando de una forma más regular, así como que se incrementara la rapidez del vaciado en el molde para evitar que fraguara prematuramente.

El proceso del colado se realizó según los procesos habituales, inicialmente se realizó una lechada de cemento–arena para verterla en la tolva de la bomba estacionaria con el fin de lubricar la tubería que se utilizó para el vaciado del concreto, se humedeció la superficie de la cimbra con agua y se procedió a bombear el concreto premezclado suministrado por las ollas. Conforme se esparcía el material dentro de la cimbra se realizó un continuo vibrado, de tal forma que el material se distribuyera uniformemente dentro del molde confinado para que al momento de descimbrar no se observaran oquedades, que por lo general son resultado de que se dejaron espacios vacíos que se llenaron de aire.

La separación existente entre las varillas que constituyeron el armado de las zapatas no representó ningún obstáculo para el buen fluido del concreto, ya que el tamaño del agregado grueso no excedió los $3/4$ de pulgada, garantizando con ello que el concreto se distribuyera en todo el elemento constructivo.



Imagen 3.16. Vaciado de concreto dentro de la cimbra de las zapatas de cimentación con bomba estacionaria.



Imagen 3.17. Vibrado de concreto en la construcción de zapatas de cimentación.



Imagen 3.18. Zapatas de cimentación al término del colado.

Según los requerimientos del proyecto, y de acuerdo con las normas, se solicitó la realización de una muestra de concreto por cada 40 metros cúbicos, representada por cuatro cilindros de concreto que se muestrearon antes del vaciado de la olla y se enviaron a un laboratorio calificado para verificar la resistencia a la compresión a los siete, catorce y veintiún días, reservando el último cilindro por si los resultados a los veintiún días no fueran los esperados. Se requirió que el laboratorio entregara semanalmente los resultados para conocer la resistencia a la que se encontraba este elemento y proceder a los siguientes procesos constructivos.

CAPÍTULO 4. SUPERESTRUCTURA

4.1 Armado y cimbra

En este capítulo se describirán los aspectos referentes a los trabajos que se realizaron para construir los componentes visibles de la obra realizada, es decir, todos los elementos estructurales erigidos, los cuales incluyen las columnas, trabes, losas, pisos, muros, etc., que en conjunto conforman la superestructura.

La guía para establecer los lineamientos a seguir fueron las normas de construcción aplicables a este proyecto en particular, así como las especificaciones para los materiales de construcción.

Durante todo el desarrollo de la obra no sólo se tuvo siempre presente el hecho de que se debía cumplir con los estándares de calidad requeridos, según las normas aplicadas para los materiales que se utilizaron en la obra, la cual también se supervisó constantemente para procurar una buena calidad de los trabajos de albañilería, acabados e instalaciones.

De manera simultánea al armado de la cimentación se realizó también el armado de las columnas, pues el desplante de éstas se ancló en los entronques con las zapatas, tal cual se puede observar en la imagen 4.1.



Imagen 4.1. Anclaje del acero de refuerzo en columnas en cimentación.



Imagen 4.2. Armado de columnas pertenecientes a la superestructura de la edificación.

En la siguiente etapa de la construcción se procedió a descimbrar las zapatas de cimentación y se dio inicio a la colocación de cimbra para las columnas, que por ser un elemento visible en este caso requirieron que la superficie de contacto de la cimbra a utilizar estuviera lo más libre de imperfecciones. Debido a esto se requirió utilizar hojas de triplay de 1.22 x 2.44 m, esto con el fin de que el lado más largo abarcara una cara completa de cada columna para que no se presentaran juntas visibles en la superficie, a diferencia de las superficies de contacto de la cimentación, en las que, como se utilizaron tarimas para la cimbra, las juntas entre una pieza y la otra fueron más constantes y presentaron un aspecto áspero (ver la figura 4.3), lo que en este caso no fue importante porque este elemento quedaría oculto dentro del terreno y, por lo tanto, no fue necesario aparentar las imperfecciones que se presentaron en el acabado.



Imagen 4.3. Aspecto que presentó la superficie de la cimentación construida.



Imagen 4.4. Trabajos de armado de columnas y colocación de cimbra.



Imagen 4.5. Cimbra de columnas apuntaladas al terreno.

Para la colocación de la cimbra en las columnas se buscó asegurar en todo momento que al troquelarla las cubiertas de triplay estuvieran alineadas entre sí, así como constatar que se encontraran a plomo. Como se puede observar en la imagen 4.5, fue necesario apoyarnos de un hilo que sirvió de referencia para revisar los alineamientos. Para asegurar la verticalidad de las columnas en cada una de las caras del elemento, ésta se rectificó constantemente con ayuda de una plomada de acero. Finalmente, para asegurar este trabajo se utilizó un teodolito que garantizó la correcta ejecución del trabajo.

De forma conjunta se realizó el trabajo de alineamiento de la cimbra para las columnas y el troquelamiento de las mismas, apuntalándolas al terreno de tal forma que quedaran lo suficientemente rígidas para que al momento del colado no se deformaran por el empuje que generaría el concreto al momento de verterlo.



Imagen 4.6. Rectificación de la verticalidad de una columna con el apoyo de plomada.

Previamente, y tal cual lo marcan los planos, las varillas pertenecientes a los castillos adyacentes a las columnas se dejaron ancladas a las zapatas de cimentación, tal cual se puede ver en la imagen 4.7; este acero, por motivos de seguridad y de factibilidad para la construcción de las columnas, se dobló horizontalmente mientras se trabajaba en la colocación de la cimbra.

Los castillos se colocaron colindantes en las columnas ubicadas sobre los ejes E y F, a excepción de las columnas sobre el eje E, donde se situaron los accesos al salón. Lo mismo se hizo con los castillos sobre los ejes 11 y 17, sólo que en estos casos, por ser unos claros largos, se apostaron castillos intermedios entre una columna y la otra.

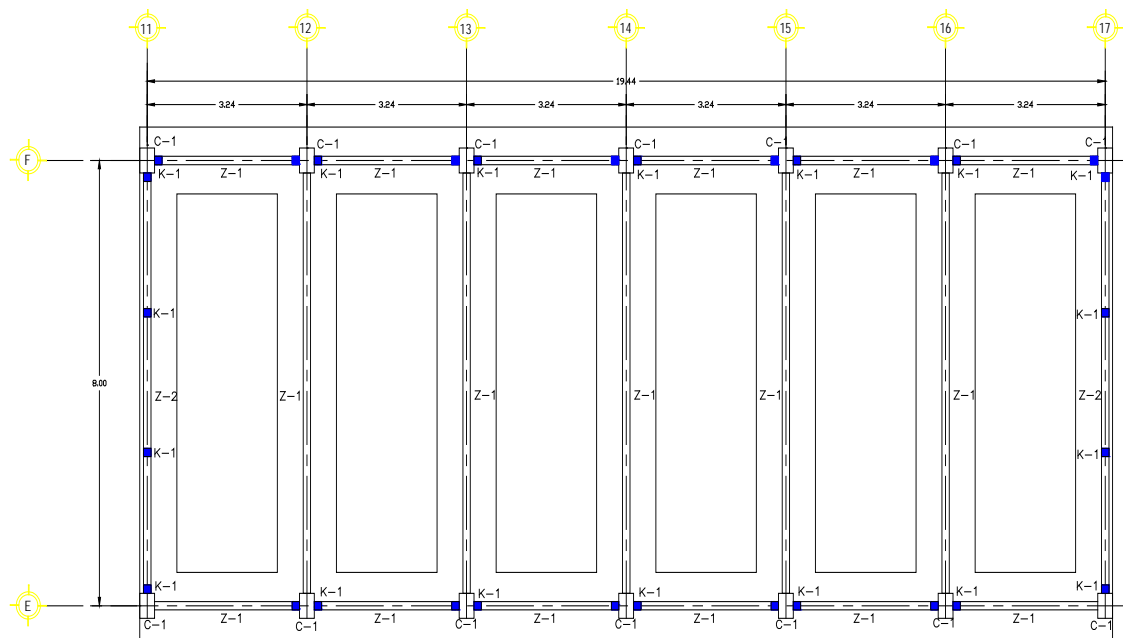


Figura 9. Ubicación de castillos según el plano.



Imagen 4.7. Acero de refuerzo para la construcción de los castillos adyacentes a columnas.

4.2 Concreto

Para aprovechar mejor la cimbra existente el colado de las columnas se realizó en dos jornadas, en cada una de las cuales se cimbraron y colaron siete columnas, que por ser de un volumen relativamente menor permitieron colarlas de forma manual, con botes de 20 litros; lo que además permitió optimizar recursos.

Siguiendo las especificaciones del proyecto se suministró concreto premezclado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un agregado no mayor de 20 mm y un revenimiento de 14 cm, para lo cual previamente se construyó una artesa de madera en donde se vertió el concreto a utilizar y desde donde se acarrearon para llevarlos a los elementos a colar.



Imagen 4.8. Vaciado de concreto premezclado en artesa hecha en obra.

Antes de iniciar el colado de las columnas se revisó que la superficie de contacto de la cimbra estuviera cubierta con desmoldante y humedecida, después se procedió al vaciado del concreto en tres partes, aplicando el vibrado de concreto cada vez que se llenaba aproximadamente un tercio de columna, y así consecutivamente hasta alcanzar la altura requerida por los planos de construcción.



Imagen 4.9. Colado manual de columnas.



Imagen 4.10. Vaciado de concreto hasta la altura requerida para las columnas.



Imagen 4.11. Empleo de un vibrador eléctrico para realizar el vibrado de concreto en las columnas en construcción.

Conforme se llevaba a cabo el proceso constructivo de las columnas, se iba verificando de forma periódica la estabilidad de la cimbra, lo que en algunos casos permitió detectar la necesidad de corregir las verticalidades de la cimbra durante el colado, pues al vaciar el concreto y vibrarlo se produjeron empujes internos que movieron ligeramente los apuntalamientos fijos en el terreno.

Antes de la colocación de la cimbra para las siete columnas del segundo colado se procedió a la descimbra de las primeras siete y al relleno

del terreno perimetral a las zapatas de cimentación, buscando con esto tener un terreno firme y uniforme sobre el cual realizar los trabajos subsecuentes.

Para el relleno de la excavación se utilizó tepetate, el cual se colocó en capas que se fueron compactando hasta llegar al nivel del terreno indicado en el proyecto, que fue de 90%, esto garantizó una base con las condiciones óptimas para recibir el firme de concreto posterior.



Imagen 4.12. Relleno con tepetate de la excavación adyacente a las zapatas de cimentación.



Imagen 4.13. Compactación por capas del relleno con tepetate.

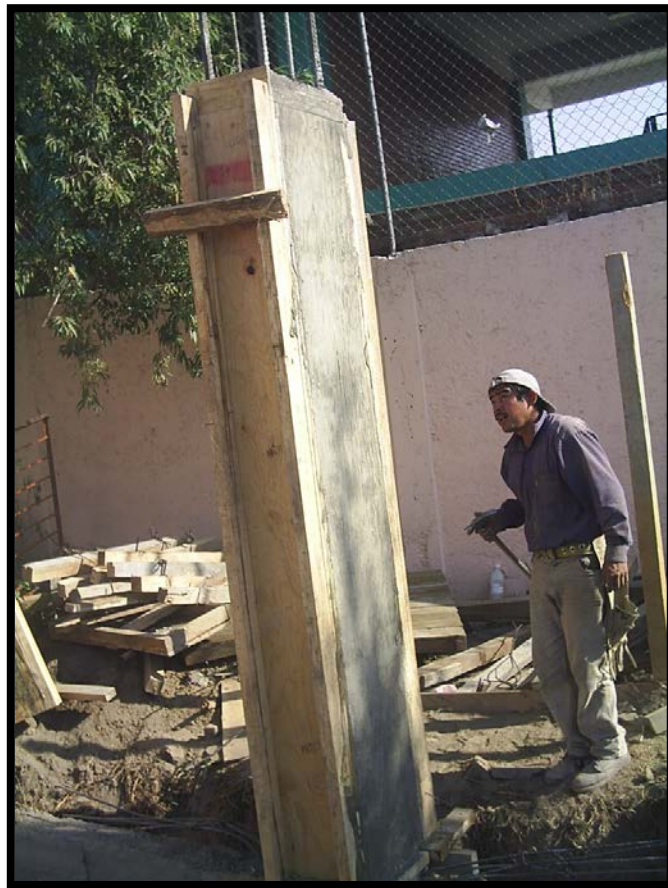


Imagen 4.14. Descimbrado de columnas fraguadas.

Con el concreto fraguado de las columnas se obtuvo la rigidez de estos elementos necesaria para proseguir con el armado de las traveses. Por las características requeridas en el proyecto para la losa, las traveses construidas en los claros cortos no se construyeron en forma rectangular como en los claros largos, en vez de hacerlo así se construyeron de manera que la parte central de cada traveses tuviera un peralte mayor que los costados a fin de formar la base para la losa, la cual se construyó con caída a dos aguas.

En la figura 10 y figura 11 se puede observar la distribución y el armado de las traveses en los claros cortos y los claros largos.

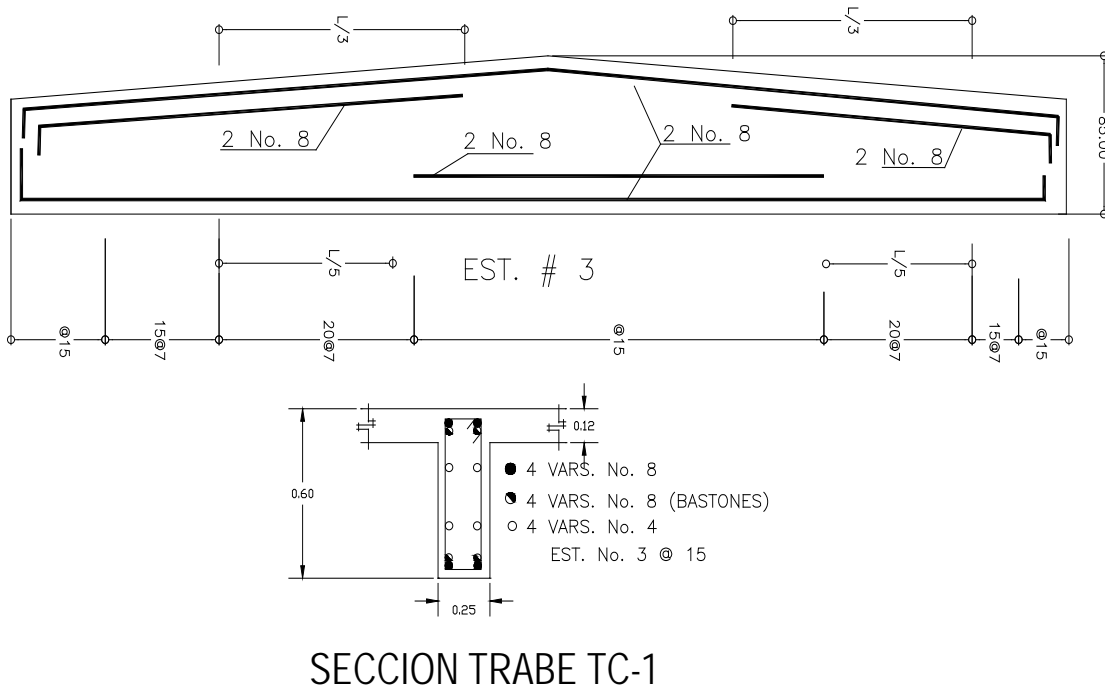


Figura 10. Armado de traveses en los claros cortos TC-1.

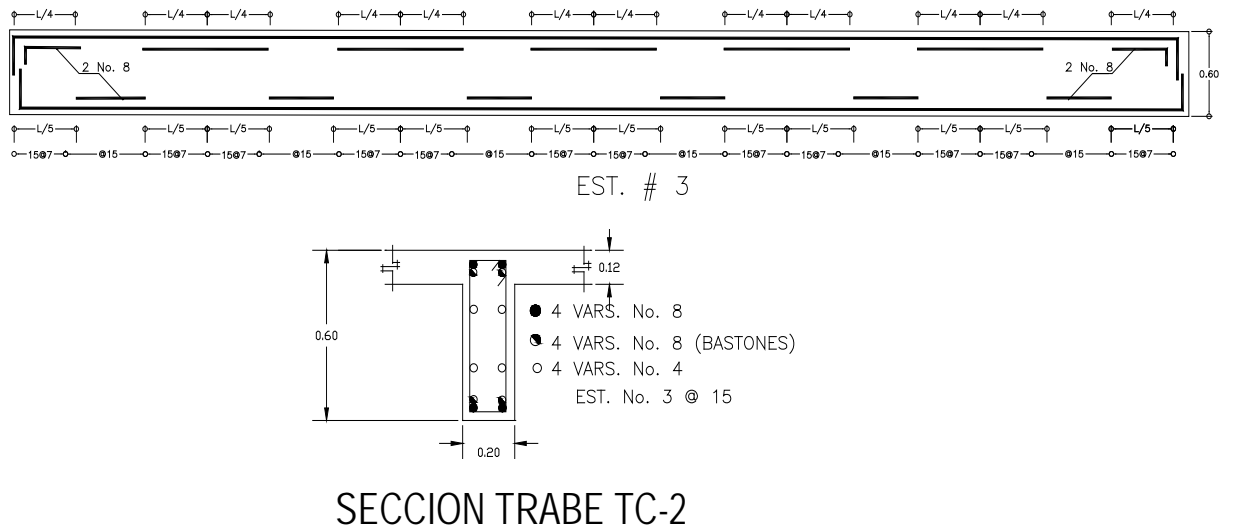


Figura 11. Armado de traves en los claros largos TC-2.

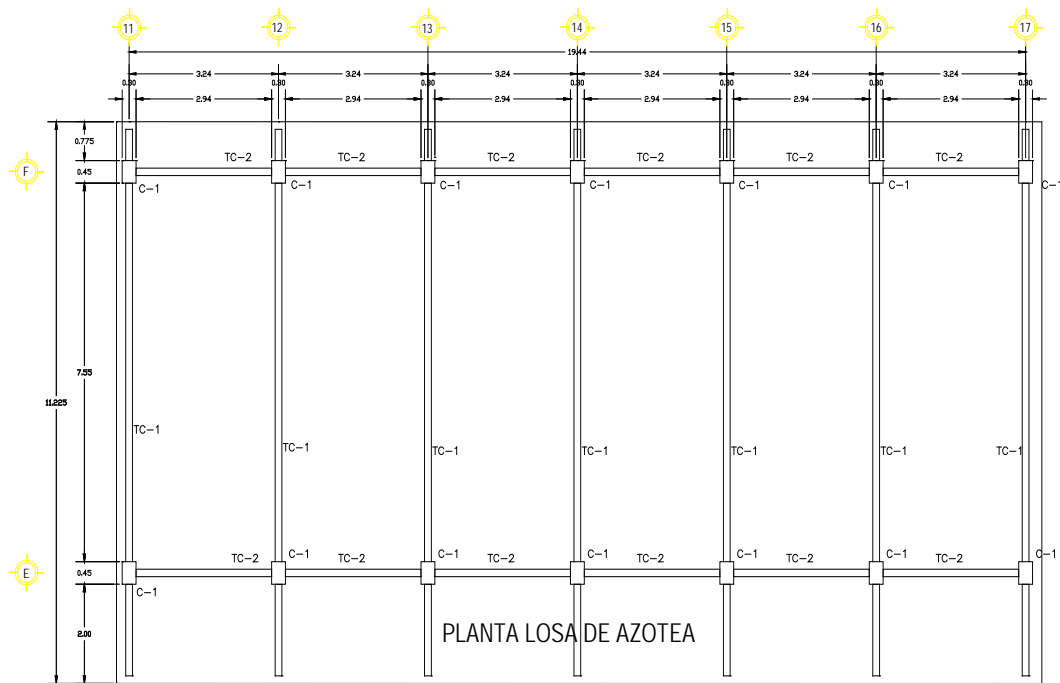


Figura 12. Ubicación de traves en claros cortos TC-1 y claros largos TC-2.

La longitud de los claros permitió iniciar el armado de las traveses apoyando el acero correspondiente sobre las columnas ya fraguadas, en donde se anclaron al acero ya existente en ellas, que se había dejado sobrado en la parte superior de cada una, como se puede apreciar en la imagen 4.14, en donde también se observa que el acero de las traveses en los ejes 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se encuentra pasando las columnas, ya que la losa del aula sobrepasa los ejes E y F.

El proceso constructivo continuó con el apuntalamiento de la cimbra para las traveses, para lo cual se colocaron pies derechos con una separación aproximada de un metro de distancia entre uno y otro, y después se colocaron los tableros de triplay que serían el soporte para el acero armado de las traveses.

La cimbra colocada para las traveses fue la base para la colocación de la madera restante empleada como base para el armado de la cubierta o losa tapa, ya que la cimbra para el colado de traveses y losa se construyó pensando en ejecutar el colado de estos elementos en forma monolítica. De igual forma que toda la cimbra que se utilizó para la construcción de las columnas del aula, la superficie de contacto de la madera se impregnó debidamente con desmoldante para poder realizar de manera sencilla el proceso de descimbra.



Imagen 4.15. Anclaje de acero en entronque de columnas y trabes.



Imagen 4.16. Armado de trabes antes de la colocación de la cimbra.



Imagen 4.17. Colocación de cimbra de soporte para traves de losa.



Imagen 4.18. Vista superior de la cimbra de soporte para la construcción de traves y losa de concreto.



Imagen 4.19. Trabe armada colocada sobre la superficie de contacto de la cimbra.



Imagen 4.20. Colocación de la cimbra en los costados laterales de las trabes de la losa.

Como un trabajo simultáneo al armado de traveses y colocación de la cimbra se realizó el relleno de tepetate en el perímetro y en el interior del área de construcción, lo cual fue fundamental para poder dar continuidad a la estructura de concreto, toda vez que este terreno compactado al 90%, según lo indicado en el proyecto, sirvió como soporte para la colocación de los pies derechos que sostuvieron primeramente el acero armado y posteriormente la losa y las traveses de concreto.

El equipo empleado para la compactación del terreno fue ligero, basado en dos bailarinas y un rodillo vibratorio, pues el espacio en que se desarrollaron los trabajos no era tan extenso como para ameritar el empleo de algún otro tipo de maquinaria pesada. Durante todo el tiempo que tomó el proceso de colocación de las capas de tepetate para mejorar el terreno se tuvo cuidado de asegurar que el porcentaje de compactación cumpliera con lo establecido en el proyecto y llegara al nivel de rasante requerido para la posterior construcción del firme de concreto. El proceso de compactación requirió paciencia debido a que se tuvo que hacer por capas y se tuvo que verificar continuamente por medio de muestras en sitio.



Imagen 4.21. Relleno del perímetro de la construcción y de la base del piso interior.



Imagen 4.22. Compactación del terreno de construcción con rodillo vibratorio para alcanzar un 90% de compactación.



Imagen 4.23. Colocación de cimbra de contacto para la construcción de la losa.



Imagen 4.24. Cimbra de soporte para la construcción de la losa colocada sobre terreno compactado.

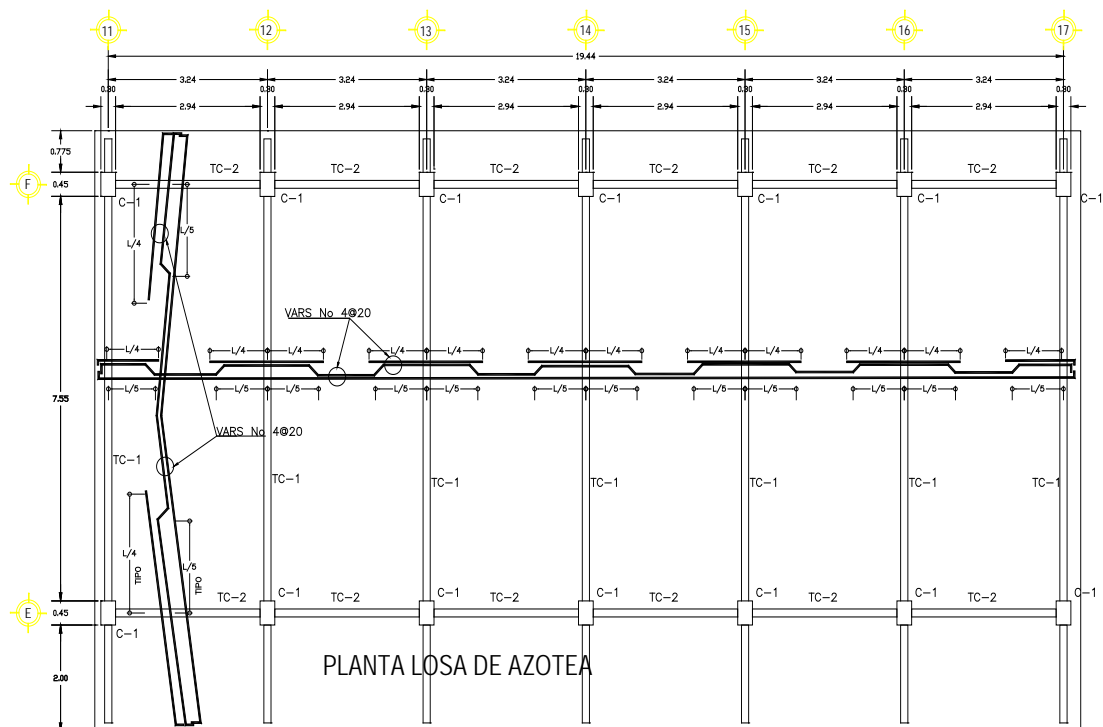


Figura 13. Distribución del acero de refuerzo para la losa.

El armado de la losa, tal como se especificó en el plano, se realizó una vez que se terminó de colocar la cimbra, las especificaciones se muestran en la figura 8, donde podemos ver que se indica que el acero de refuerzo a utilizar eran varillas de 4/8" distribuidas en ambos sentidos a cada 20 centímetros, intercalando una varilla con formación de columpio y una varilla extendida en toda su longitud; se especifica también que se deben colocar bastones en los cruces de las trabes.

Todas las bayonetas para formar los columpios en el acero se realizaron conforme se fueron distribuyendo las varillas en el sitio en ambos sentidos. Como se puede observar en la figura 8, los columpios se distribuyeron de forma encontrada a lo largo de los ejes.



Imagen 4.25. Fabricación de columpios en el armado de la losa tapa.

Una vez terminada la colocación del armado de acero de refuerzo para la losa, se comenzó a distribuir la tubería conduit para la instalación eléctrica del aula, fijándola por medio de amarres al armado de acero de refuerzo para garantizar que, al momento del vaciado de concreto, no se presentaran movimientos y las cajas galvanizadas permanecieran ubicadas en donde indicaba el plano.

El tubo conduit requerido para la instalación fue de pared delgada con 13 y 19 milímetros de diámetro, con sus respectivas cajas galvanizadas, las cuales fueron distribuidas sobre la cimbra de acuerdo con los sitios en que posteriormente se colocaría cada una de las luminarias en la losa del aula.



Imagen 4.26. Losa armada concluida.



Imagen 4.27. Colocación de tubería Conduit y cajas galvanizadas para la instalación eléctrica ahogada en losa.

Sin duda el colado de la losa y las trabes de la estructura fueron las partes más importantes de la construcción por el volumen de obra que generaron, lo cual se tradujo en gasto del tiempo establecido para la obra. El material requerido para estos elementos fue concreto estructural premezclado de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, agregado no mayor a 20 mm, con un revenimiento de 14 cm, con impermeabilizante integral incluido.

Para el vaciado de concreto en la losa y trabes se decidió emplear una bomba estacionaria, a continuación se revisó la estabilidad de la cimbra, su alineamiento, la aplicación de desmoldante en la superficie de contacto, el armado del acero de refuerzo, y el recubrimiento requerido de concreto para la losa y trabes. Se agregó agua para mantener húmeda la cimbra y se procedió a vaciar el concreto. El volumen de concreto requerido para este proceso fue de 43 metros cúbicos, distribuidos en seis ollas de 7 metros y

una olla con 8 metros cúbicos. Tomando en cuenta el volumen de concreto a recibir y la cantidad de personal que se encargaría de realizar el trabajo, se consideró que los intervalos para la llegada de las ollas fuera de 20 minutos, el tiempo que se estimó como el necesario para que el concreto vaciado se distribuyera y vibrara correctamente en todos los elementos.

Durante el proceso de colado de la losa se verificó constantemente que este elemento tuviera el espesor indicado en el proyecto, para lo cual se utilizó una varilla marcada a los 12 centímetros que funcionó como escantillón y nos fue marcando durante todo el vaciado del concreto si éste tenía el espesor requerido para la losa en construcción.

Cuando se hubo terminado el colado de la losa, y una vez que se verificó que el concreto ya había comenzado a fraguar, se aplicó el apisonado de este elemento, para ello se construyeron en obra pisones de madera que se pasaron sobre la superficie de concreto recién fraguado hasta que se observó que el área presentaba una superficie uniforme y plana.



Imagen 4.28. Colado de losa de concreto.



Imagen 4.29. Extendido del concreto bombeado y manejo de escantillones para establecer el espesor de la losa.



Imagen 4.30. Apisonado de la losa de concreto recién colada.

Durante el proceso constructivo de todos los elementos estructurales, tales como zapatas de cimentación, columnas, trabes y losa, se llevó un control de las resistencias del concreto suministrado a través de las pruebas de laboratorio solicitadas, las primeras en realizarse, antes del bombeado del concreto premezclado, fueron las pruebas de revenimiento para cada una de las ollas que suministraron el material, el cual se requería que tuviera un revenimiento de 10 cm para la cimentación y de 14 cm para las columnas, trabes y losa. Para las pruebas de resistencia a la compresión se vació concreto premezclado en cuatro cilindros metálicos que posteriormente fueron enviados a un laboratorio certificado que las realizaría con el fin de conocer la resistencia del concreto una vez alcanzado su fraguado, dando como resultado que cumplía con las especificaciones requeridas en el proyecto para cada uno de los elementos estructurales.



Imagen 4.31. Muestras de concreto enviadas a un laboratorio para verificar su resistencia.

En el caso del proceso de fraguado de concreto para la losa y trabes la cimbra se mantuvo instalada durante 21 días posteriores al colado del elemento, esto con el fin de garantizar que el proceso constructivo fuera el adecuado, que se alcanzara la resistencia requerida y que se previnieran las posibles deformaciones en los elementos estructurales.

Cuando se cumplió el tiempo estipulado para garantizar el correcto fraguado de la losa de azotea se procedió a realizar el descimbrado, procurando, por precaución, mantener algunos puntales distribuidos en la losa y las trabes.

4.3 Albañilería

Después de descimbrar la estructura de concreto se dio inicio a la construcción de los castillos adyacentes a cada columna, apoyándose en las varillas que previamente se dejaron ancladas en el armado de la cimentación; para los castillos se utilizaron varillas de 3/8" y los estribos se colocaron a cada 15 centímetros.

En los casos donde existió colindancia entre la columna y el castillo se colocó una junta de material aglomerado denominado Celotex, manteniendo con esto la independencia entre los dos elementos, ya que el colado de los castillos se realizó después del colado de las columnas. Este procedimiento se aplicó en prácticamente todos los casos en que existió la colindancia referida, excepto en los casos de castillos que se construyeron de forma independiente, en donde no se colocó dicha junta.

Los castillos construidos fueron de dos alturas, unos cortos hasta una altura de 80 centímetros y otros alargados hasta una altura de 2.50 m; la distribución de los castillos cortos se ubicaron en los claros largos del salón

en donde existiría cancelería y los largos en los claros cortos, pues en estas partes los muros fueron corridos.

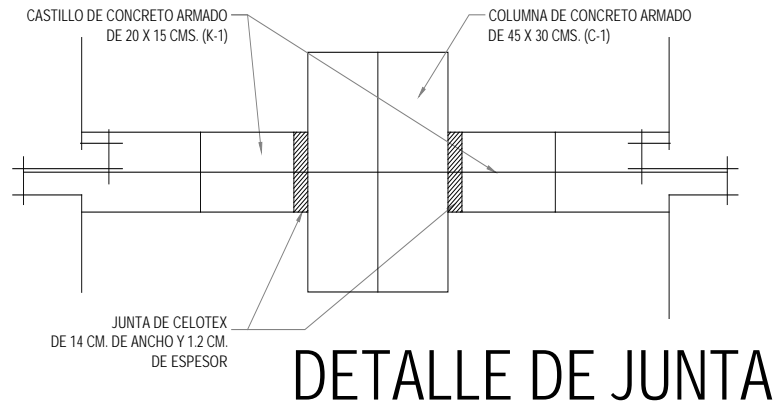


Figura 14. Detalle de la junta entre columnas y castillos.

En cuanto se terminaron los castillos se comenzaron a construir los muros perimetrales del aula, para todos los casos se emplearon las partes superiores de las zapatas de cimentación como dalas de desplante, las cuales fueron impermeabilizadas previamente aplicando con brocha un producto asfáltico elastomérico reforzado con fibras, denominado Microlastic, y colocando inmediatamente después una película de polietileno para proteger a los muros del ataque de los sulfatos lo mejor posible.



Imagen 4.32. Microlastic y película de polietileno para impermeabilizar.



Imagen 4.33. Impermeabilización de desplante de los muros de tabique rojo.

Durante el proceso de construcción de los muros de tabique rojo recocido se verificó constantemente la verticalidad con el apoyo de plomadas, lo cual permitió identificar y corregir a tiempo y en el momento los errores en la construcción e incluso, si se presentara el caso, retirar algunas hiladas en el muro y volver a colocar los tabiques.

En los casos donde los castillos no se encontraban adyacentes a las columnas, éstos se colaron posteriormente a la colocación de los muros. La preparación para el colado de los castillos requirió cortar cada uno de los

tabiques ubicados a los costados de este elemento en un ángulo de aproximadamente 45° para garantizar un mejor amarre entre éstos.



Imagen 4.34. Colocación de hiladas de tabique rojo recocido para la construcción de muros de tabique rojo recocido.



Imagen 4.35. Construcción de castillos de 2.50m de altura sin colindancia con columnas.

El colado de las dalas de cerramiento se realizó inmediatamente después de que la altura de los muros construidos alcanzó el nivel requerido en los planos. Para reducir los tiempos de ejecución de la obra se contó con tres cuadrillas de trabajadores de albañilería que realizaron diferentes labores, una se dedicó a construir los muros, otra a armar y colar los castillos y dalas de cerramiento y una más empezó a repellar los muros a medida que se avanzaba en su construcción, de tal manera que en algunos casos los cerramientos y el repellado de los muros se llegaron a realizar simultáneamente.

Para todos los casos de los castillos y dalas se requirió un concreto de 150 kg/cm^2 , y el acero empleado fue del # 3 con estribos del # 2 a cada 15 cm.

El repellado de los muros, tanto en toda la superficie interior del salón como en todas las áreas exteriores, se realizó en general con mortero y arena en una proporción de 1:5, con un espesor promedio de dos centímetros, lo que dio como resultado un aplanado de los muros con una textura rugosa que después se corregiría haciendo un aplanado fino para dejar la superficie fina y uniforme.



Imagen 4.36. Construcción de dalas de cerramiento en muros de tabique rojo.



Imagen 4.37. Remate de boquillas para recibir cancelería ajustadas al nivel requerido en el proyecto.

En el caso del acabado aparente para las superficies de columnas, trabes y losa se requirió únicamente realizar algunos resanes donde se presentaron imperfecciones, los cuales fueron mínimos, ya que, como se mencionó, en estos elementos se utilizó madera nueva para la cimbra de contacto a fin de presentar el mejor acabado posible.



Imagen 4.38. Aplanado de medios muros en los claros largos del salón.

El plano especificaba que el tablero eléctrico debía quedar empotrado en el muro, por lo que fue necesario hacer en él una ranura que dejara una oquedad a ras del muro con el acabado aplanado en la que se pudiera introducir la tapa, también se realizó una ranura vertical a partir del espacio del tablero hasta el piso para canalizar tubería conduit hacia la distribución de contactos.

Para la instalación eléctrica, y por requerimientos de la escuela, se modificó el proyecto de dejar un solo circuito para los contactos y finalmente se instalaron dos, como se aprecia en las figuras 15 y 16, esto requirió aumentar una tubería en diagonal para el segundo circuito. La fijación de la tubería conduit en el piso requirió utilizar anclas y abrazaderas para evitar que se moviera de la ubicación modificada al momento del colado del firme de concreto.

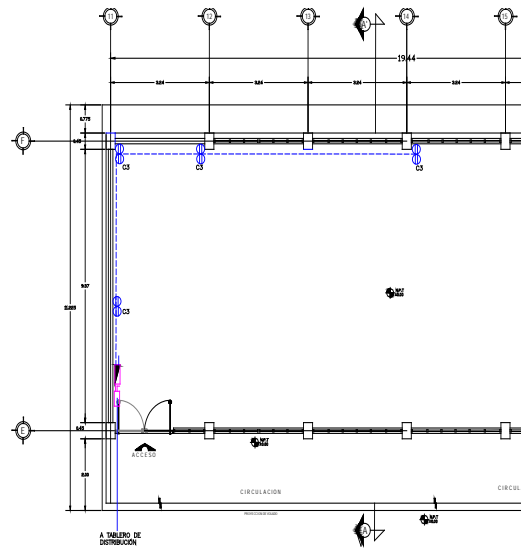


Figura 15. Ubicación original de la canalización de contactos en el piso en un circuito.

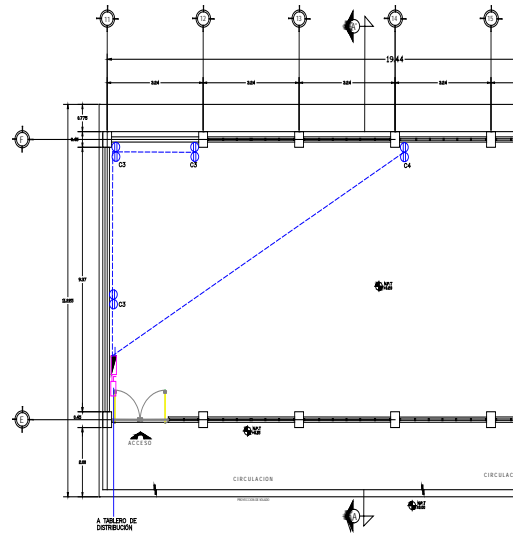


Figura 16. Ubicación modificada de la canalización de contactos en el piso en dos circuitos.



Imagen 4.39. Colocación de tubería conduit en el piso, anclada al terreno compactado.

Con el aplanado de los muros se inició la etapa de acabados, la cual continuó con el detallado de imperfecciones en la losa, trabes y columnas. Cuando se construyó el firme de concreto se necesitó volver a referenciar los niveles en los puntos fijos distribuidos perimetralmente en la construcción para que nos sirvieran como referencia al realizar el colado de pisos.

Previamente al inicio de la construcción del piso se efectuó una limpieza completa de toda el área de trabajo, ésta incluyó el retiro de residuos de mortero o concreto, de material suelto, basura, etc., tanto en el interior como en el exterior del aula, ya que perimetralmente se construyó una banqueta de concreto con un desnivel de cinco cm en relación con el nivel del interior del salón.

Con el terreno compactado y libre de cualquier basura se procedió al tendido de la malla de acero 6-6-10-10, que se ancló al terreno con varillas fijas y alambre recocido para hacer los amarres, dejando la calzada sobre el

piso, a cinco centímetros aproximadamente, con apoyos de concreto distribuidos en toda el área a construir. El material requerido para el colado del firme de concreto fue de resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, el cual se realizó en obra.

La construcción del firme de concreto también requirió, igual que la losa tapa, que se verificaran constantemente los niveles de resistencia solicitados en el proyecto. Debido a que el concreto se realizó en obra, al volumen que se suministraba y a los intervalos de tiempo en que se suministró, el material se distribuyó de forma correcta, y al pasar la regla se verificó que se mantuvo un acabado aceptable. El nivel del piso terminado se fue verificando constantemente durante todo el proceso de construcción, usando como apoyo los niveles marcados en las columnas y muros. El método que se utilizó para mantener el nivel del piso requerido consistió en colocar reventones con hilos y utilizar la regla para irlo conformando hasta obtener el resultado esperado. Es importante mencionar que el firme interior del aula se construyó dos centímetros abajo del nivel de piso terminado porque el acabado final sería de loseta cerámica.



Imagen 4.40. Sacando niveles y realizando la marcación de columnas para tener un parámetro al momento de construir el piso de concreto.

Con el firme de concreto colado en su totalidad esperamos un tiempo considerable para poder transitar sobre el área y compactar la superficie por medio de pisones de madera. Posteriormente se realizó el curado del concreto diariamente durante dos semanas, el intervalo de tiempo que se dejó pasar entre la construcción del firme de concreto y el inicio de la colocación del azulejo en el piso.

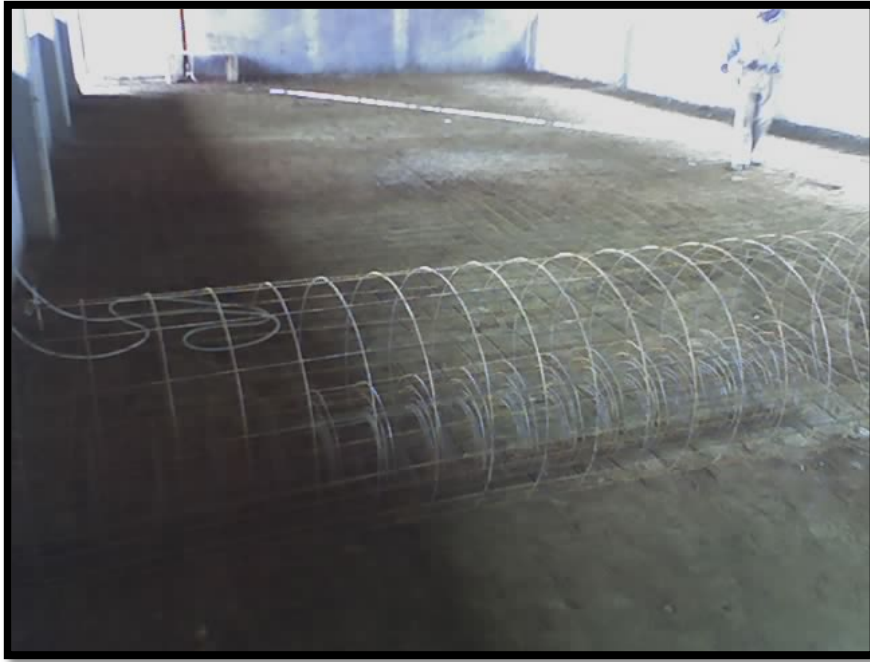


Imagen 4.41. Despliegue de la malla electrosoldada en el piso antes de su fijación en el piso compactado.



Imagen 4.42. Vaciado de concreto para la construcción de piso de concreto dentro del aula.

Para la construcción de la banqueta perimetral exterior del salón se colocó una trabe de concreto armada en el lindero de este firme, con un armado de acero del # 3 y con estribos del # 2 a cada 15 cm, corrida a todo lo largo de la fachada principal, como se aprecia en la figura 17. En la siguiente etapa del proceso constructivo se saturó el terreno compactado, y antes del vaciado de concreto, se tendió la malla electrosoldada de refuerzo, se colocó la cimbra de frontera basada en duelas de madera colocadas al nivel requerido y se hizo el acabado de la banqueta exterior, que en este caso, a diferencia de la del interior del salón, sólo requirió un terminado escobillado.

El acabado se realizó durante el proceso de fraguado del concreto una vez que se consideró que la superficie ya estaba en condiciones para esparcirle cemento y utilizar la llana para darle una textura lisa, a la que después se le dio el acabado de escobillado utilizando una escoba con cerdas en buenas condiciones.



Imagen 4.43. Construcción de la banqueta en la fachada frontal del aula.

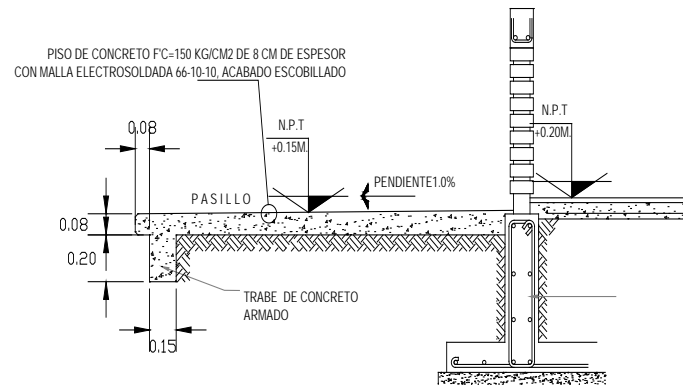


Figura 17. Detalle de la banqueta y la trabe ahogada en la fachada principal del aula.



Imagen 4.44. Apisonado del piso de concreto recién construido.

4.4 Instalaciones y acabados

Con la obra ya avanzada, lo cual significa que ya contaba con estructura, pisos y muros aplanados en la superficie interior y exterior, se procedió nuevamente a hacer una limpieza general y cepillar los muros para quitar el polvo e impurezas que se lo pudieron haber pegado con el fin de poder aplicar una base de sellador en toda la superficie. En general se utilizó sellador revuelto con pintura vinílica de color blanco con el fin de preparar los muros fondo para el posterior acabado con pintura vinílica; este procedimiento requirió que se aplicaran dos manos de esta mezcla en toda la superficie del inmueble, tanto en los muros como en la losa.

Para la instalación eléctrica se procedió a colocar el cableado en la tubería conduit previamente instalada en los muros, piso y losa, a colocar las lámparas dentro del inmueble y en el pasillo de la fachada frontal, y a colocar los accesorios eléctricos: los contactos, el interruptor de seguridad y el tablero de distribución. Dentro del salón se colocaron luminarias fluorescentes de 2 x 74 watts y en los pasillos exteriores de 2 x 38 watts.

La energía eléctrica se alimentó por medio de un registro eléctrico construido en el exterior del salón, del cual se derivó una tubería ahogada en el terreno que se dirigió hacia el tablero eléctrico instalado en el interior del aula. Originalmente el plano indicaba sólo tres circuitos, dos para luminarias y uno para los contactos, sin embargo, como antes se mencionó, las autoridades del plantel nos solicitaron separar los contactos en dos circuitos.



Imagen 4.45. Aplicación de sellador y una mano de pintura blanca en la superficie interior y exterior del salón.



Imagen 4.46 Colocación del tablero y las luminarias en el interior del aula.



Imagen 4.47. Colocación de luminarias en el pasillo de la fachada frontal del salón.

Continuando con los acabados de la obra, se procedió a realizar la colocación de piso de loseta cerámica asentado con pegazulejo. El primer paso consistió en barrer el piso donde se colocaría la loseta y en trazar la escuadra de inicio para la formación de las losetas, teniendo como referencia la entrada del acceso principal.

Antes de comenzar a colocar el piso cerámico se humedecieron las lozetas sumergiéndolas en un tambo con agua para que, al momento de su colocación, no absorbieran la humedad del pegazulejo previamente aplicado al piso. Durante todo el proceso de colocación del piso se prestó particular importancia a supervisar que las hiladas de las juntas entre piezas se mantuvieran en líneas rectas y con la separación justa para presentar un buen acabado, también se utilizaron reglas para verificar la horizontalidad de las piezas colocadas con el fin de que la superficie del piso quedara plana y sin desniveles entre las piezas.

Finalmente, una vez que el piso cerámico se hubo terminado y se verificó que tuviera la resistencia adecuada para evitar el movimiento de las piezas, se procedió a aplicar cemento blanco entre las juntas para darle una mejor apariencia.

Al tiempo que se colocó el piso, se colocó también un zoclo perimetral del mismo azulejo, sólo que recortado con un ancho de 10 cm, y se le aplicó cemento blanco en las juntas igual que se hizo con las del piso.



Imagen 4.48. Colocación del piso de azulejo cerámico, asentado en el piso con pasta de pegazulejo.



Imagen 4.49. Colocación de ventanas de aluminio en los costados del aula.

En la etapa de realización de los acabados fue más factible realizar actividades de forma simultánea, pues al mismo tiempo que se colocaba la loseta cerámica en el piso se realizaba la instalación de la cancelería y se aplicaba el impermeabilizante en la azotea.

La cancelería para la puerta de acceso y las ventanas se fabricó en taller con aluminio anodizado natural de 2", posteriormente las piezas se trasladaron a la obra para su montaje en los vanos existentes. Las dimensiones requeridas para estos elementos se especificaron en planos, pero para su fabricación se optó por tomar las medidas directamente en los espacios donde se colocarían, de esta forma se aseguró que se ajustaran correctamente en ellos.

Una vez fijada la cancelería en la construcción, se procedió a la colocación de cristales en las ventanas y de tiras de vinil para el sellado perimetral.



Imagen 4.50. Colocación de puertas de aluminio en la fachada frontal del aula.

Como ya se mencionó, al mismo tiempo que esto se llevaba a cabo se estaba realizando la impermeabilización de la azotea con el sistema de rollo prefabricado a base de asfaltos y elastómeros sintéticos, reforzada con malla poliéster con fibra de vidrio.

El proceso continuó con la realización de la limpieza de la azotea para el retiro de polvo y basura que se encontraba en la superficie, y con la aplicación por medio de un cepillo de un producto primario asfáltico a base de agua, que se dejó en reposo un día completo para garantizar el secado. Al día siguiente se procedió al tendido de los rollos utilizando termofusión

para adherirlo a la superficie, lo cual requirió el empleo de sopletes de gas para generar el calor necesario para realizar esta actividad.

Los lienzos se tendieron comenzando por la parte baja de la losa y continuando hacia arriba para que los traslapes entre los rollos no interfirieran con la caída libre del agua. Los rollos se extendieron a todo lo largo para aprovechar mejor el material y para los traslapes en todos los sentidos se consideró un empalme del material de 10 cm.



Imagen 4.51. Colocación de rollo prefabricado para impermeabilizar la azotea del aula.

Una vez concluidos los trabajos de cancelería, instalación eléctrica, impermeabilización de la azotea y colocación de la loseta en el piso, se procedió a pintar las superficies interiores y exteriores del salón con pintura vinílica de los colores y tonalidades requeridos por la institución. El color que se eligió predominantemente fue el blanco, el cual se contrastó pintando las

columnas y travesaños con color naranja. Como se hizo en el caso del sellado del fondo, se aplicaron dos manos de pintura en todas las superficies. Durante todo el proceso que duró la aplicación de la pintura el piso y la cancelería se mantuvieron cubiertos con lienzos de plástico para evitar salpicarlos de pintura.

Con la obra terminada se procedió a realizar un recorrido general de la construcción para identificar detalles a corregir, los cuales se atendieron rápidamente para proceder de inmediato a la limpieza general de la obra con el fin de dejarla lo mejor presentada posible.

El proceso constructivo concluyó al dar aviso por escrito a la dependencia encargada que el proyecto estaba terminado a fin de recibir el visto bueno y quedar en conformidad con todas las partes involucradas en cuanto a la calidad de la construcción, y esperando ya sólo el trámite de la firma para el acta de entrega recepción de la obra.



Imagen 4.53. Vista frontal de la obra terminada.

CONCLUSIONES

Los procesos constructivos mencionados en el presente caso práctico, abarcan de forma general las actividades que en la mayoría de este tipo de construcciones se desarrollan. Vale la pena mencionar que toda obra puede variar en cuanto al seguimiento estricto del proceso requerido originalmente por la intervención de diversos factores, como lo son: el clima, el periodo de ejecución, trabajos extraordinarios, etc. por lo que es de vital importancia mantenerse en estrecha comunicación con las partes involucradas en el desarrollo de los proyectos para definir las acciones a seguir en caso de que se llegasen a presentar imprevistos.

El catálogo de conceptos entregado por la dependencia fue la herramienta con la que trabajamos durante todo el desarrollo de la obra y desde el momento que se nos proporcionó para desarrollar el presupuesto de obra para el concurso sabíamos que se debía dar puntual seguimiento a las especificaciones de materiales y equipos que se suministraran para la obra, esta herramienta no es restrictiva, pues en caso de que alguno de los elementos solicitados en este no se consiguiera con facilidad o ya se encontrara discontinuado, se pudo sustituir por material de las mismas características y calidad sin que esto generara un precio extraordinario.

El generar un precio extraordinario implicó la exposición de los soportes tales como facturas, el análisis del precio unitario y en su caso los generadores del trabajo ya realizado para posteriormente presentarlo al departamento encargado de avalar dicho precio y esperar el dictamen aprobatorio o modificado.

La sustitución de un material por otro o la generación de los precios extraordinarios no fueron factores que afectaran sustancialmente el desarrollo del proyecto debido a que la dimensión de este caso particular no se prestaba para grandes cambios, sin embargo, en obras de dimensiones mayores el hecho de presentar una gran cantidad de precios extraordinarios

puede representar un factor determinante para la modificación del proyecto, debido al costo que se puede generar con esto.

La obra en la que se desarrolla el presente caso práctico se situó en el año 2005, en cuya época aún no se manifestaba de forma relevante la importancia requerida para la seguridad e higiene en la construcción, situación que actualmente representa un requerimiento básico para la cualquier tipo de obra, más allá de solo la utilización de equipo de seguridad personal por parte de todos los involucrados en la obra, ahora se manejan procesos y formatos de seguridad para los trabajos que se encuentran bajo riesgo de accidente.

En este sentido la industria de la construcción ha avanzado considerablemente para mejorar el ordenamiento interno de las construcciones y en general las condiciones de los trabajadores, pues actualmente es una obligación de las empresas capacitar y concientizar a su personal para la correcta aplicación de normas de higiene y seguridad, lo cual es una labor que se debe mantener cotidianamente.

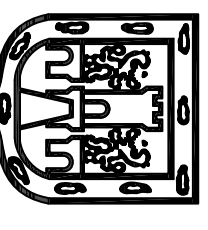
BIBLIOGRAFIA

SUAREZ SALAZAR CARLOS JAVIER. (2005). COSTO Y TIEMPO EN LA EDIFICACIÓN. 3ª EDICION, MEXICO, LIMUSA, 2005.

NEVILLE, ADAM M. (1999). TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. IMCYC. MÉXICO.

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO ARQUITECTONICO. (2004). <https://es.scribd.com/doc/8779709/NORMAS-TECNICAS-COMPLEMENTARIAS-PARA-DISENO-ARQUITECTONICO>

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL (2004). <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/r38501.pdf>

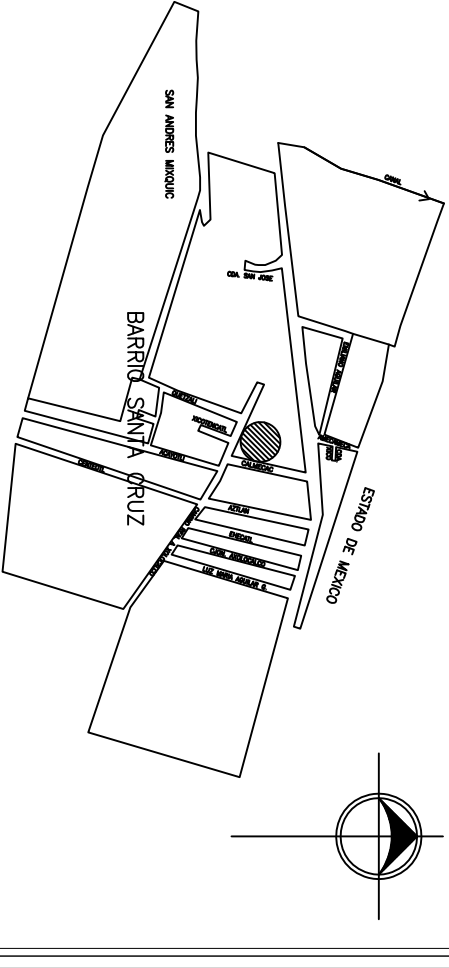


Estado de México

DELEGACION TLAHUAC

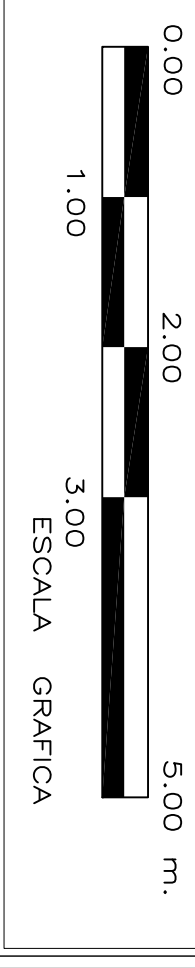
JEFA DELEGACIONAL EN TLAHUAC
L. C. FATIMA MENA ORTEGA

CROQUIS DE LOCALIZACION



-NOTAS GENERALES-

- LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2 X 74 WATTS
- LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2 X 38 WATTS
- CONTACTO
- TUBERIA POR LOSA
- TUBERIA POR PISO
- TABLERO DE DISTRIBUCION
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
DELEGACION TLAHUAC

Direccion General de Obras y Desarrollo Urbano

ING. ARO, JUAN MANUEL LOPEZ REYES

Direccion de Proyectos

ING. LEOBARDO SANCHEZ CRUZ

Proyecto: AMPLIACION DE ESPACIOS EDUCATIVOS EN PLANTILES EXISTENTES (J.N. J. TRINIDAD SAN MIGUEL PINEDA)

Titulo de Plano: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA

Ubicacion: CALMECAC NO.1 Y AVE. MIXQUIC-CHALCO

BO. STA CRUZ SAN ANDRES MIXQUIC

Revisado: ARO, CARLOS ISLAS CRUZ

J.U.D. DE ESTUDIOS Y PLANEACION

Edicador: ARO ROBERTO WACEDO

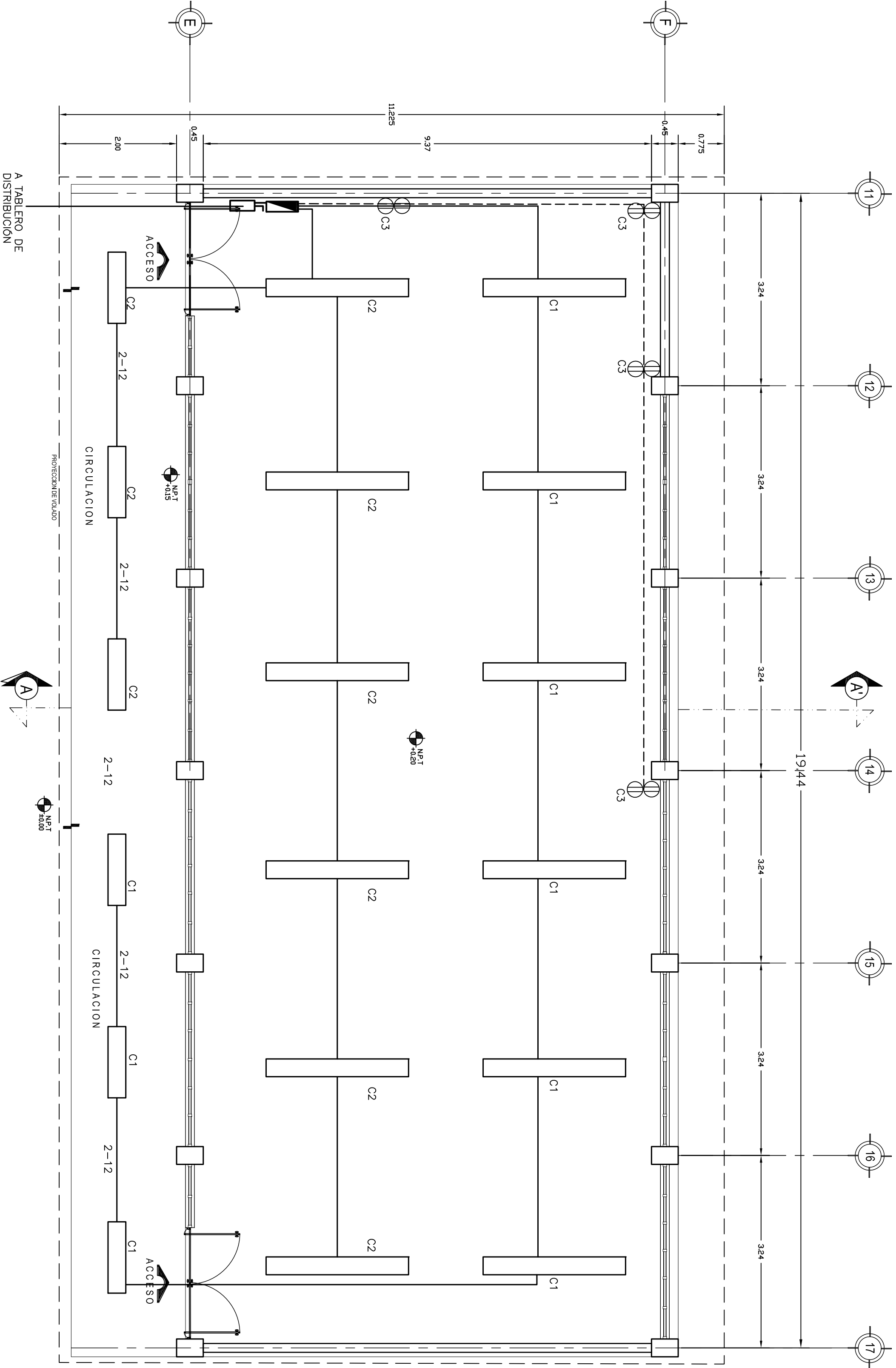
INDICADA

Fecha: NOVIEMBRE 2005

Asociacion: METROS

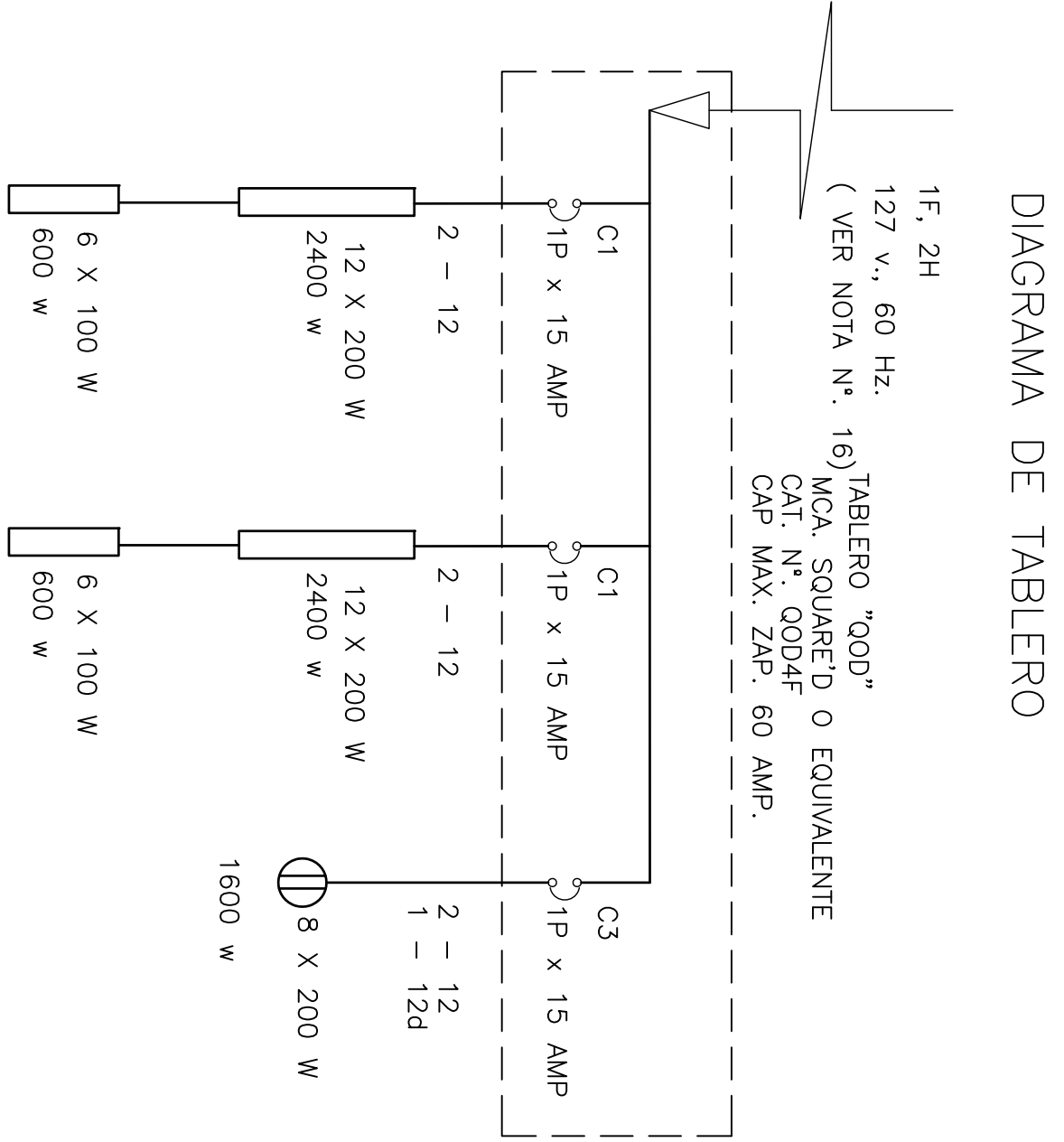
Clave Plano: 4 de 5

EL-01



PLANTA ARQUITECTONICA

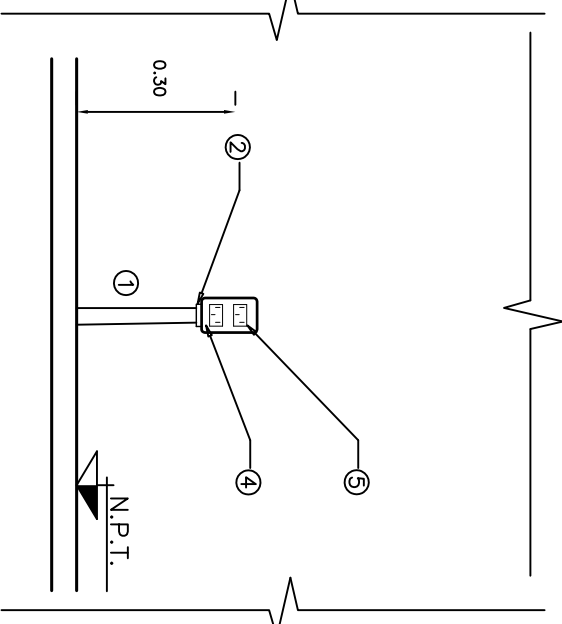
C U A D R O D E C A R G A	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	FASE
LOCALIZACION	TERMO MAGNETICO
REQUITO	AMPERES
NUMERO	Nº DE FASES
100 w	1
200 w	1
200 w	1
C1	3
C2	3
C3	0
T O T A L E S	6



NOMENCLATURA

- ① TUBERIA CONDUIT P.D.G.
- ② JUEGO DE CONECTOR RECTO Y MONITOR GALVANIZADO
- ③ CAYA DE REGISTRO CUADRADEA DE LAMINA GALVANIZADA
- ④ PLACA DE LAMINA DE ALUMINIO ANODIZADO
- ⑤ CONTACTO DUPLEX POLARIZADO, TIERRA ESTANDAR CAT 5262
- ⑥ CODO CONDUIT A 90°, P.D.G.
- ⑦ INTERRUPTOR CATALOGO M-1391, 1 POLO

DETALLE



ALIMENTACION AL TABLERO PARA DIFERENTES DISTANCIAS

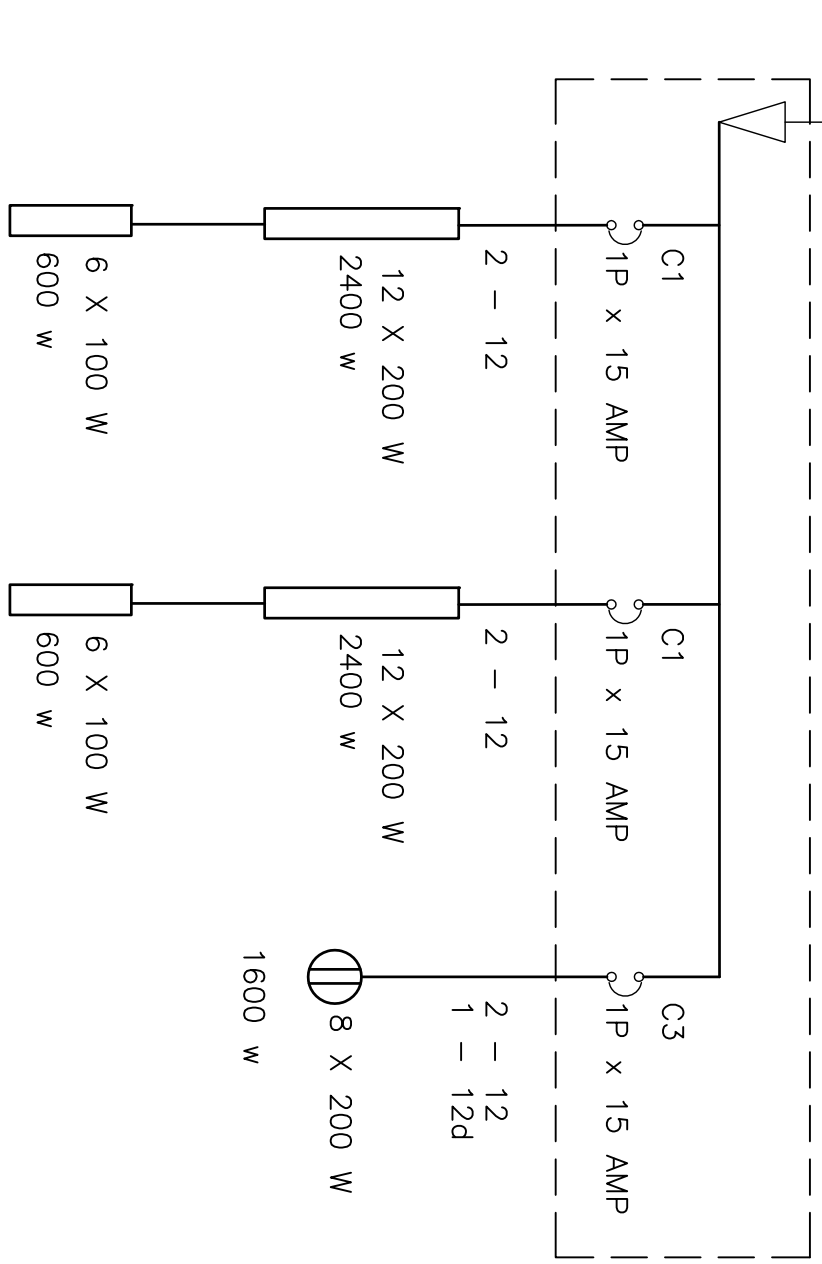
Nº DE COND.	CALEBRE DIAMETRO (mm)	CAIDA AMP	TENSION (%)	MAXIMA LONGITUD (m)	DIAMETRO HILLO TIERRA
2	8	19	15	2.00	40
2	6	25	15	2.00	64
2	4	25	15	2.00	102
2	4	25	15	2.00	102

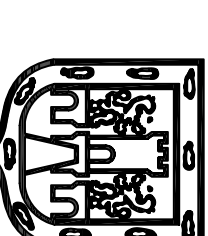
NOTAS:

- 1.- TODA LA INSTALACION SE HARA A BASE DE TUBERIA CONDUIT DE PARED DUREZA GALVANIZADA ROSQUILADA EN LOS EXTREMOS DE CADA TUBO DEBEN SER ESCARIMOS PARA GALVANIZADO CALIBRE N° 18.
- 2.- DEJAR LA TUBERIA VACIA Y GUIADA CON ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE N° 18.
- 3.- LA TUBERIA DE DIAMETRO NO ESPECIFICADO SERA DE 13 mm.
- 4.- USAR CONDUCTOR TIPO THW-90°C, RESISTENCIA AL AISLAMIENTO 600V, PARA CALIBRES N° 12 O MAYORES.
- 5.- LAS TRAYECTORIAS DE LOS DUCTOS SON APROXIMADAS; LOS AJUSTES DEFINITIVOS SE RESOLVERAN EN OBRA.
- 6.- SE USARA SOLAMENTE EQUIPO Y MATERIA ELCTRICO DE MARCAS QUE TENGAN REGISTRO EN LA DON-SECRET.
- 7.- TODAS LAS CAYAS DE PASO, SAJUNAS O CONEXIONES DEBEN ESTAR PROVISTAS DE UNA TAPA DEL MISMO MATERIAL ADECUADA A SU FORMA Y DE UN ESPESOR NO MENOR A LAS PAREDES DE LAS CAYAS.
- 8.- LA SUPERFICIE INTERIOR DEL TUBO DEBE SER LISA Y SIN DEFECTOS QUE PUEDIERAN DAÑAR LOS CONDUCTORES. LOS EXTREMOS DE CADA TUBO DEBEN SER ESCARIMOS PARA EVITAR BORDES COYRANTES.
- 9.- CUANDO UN TUBO ENTRE A CABINETES DEBERA PASAR POR UN TUBO DE PROTECCION PARA EVITAR LAS RESPALDURAS EN EL AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR.
- 10.- NO DEBERA CORTARSE EL CONDUCTOR PARA HACER EMPALMES EN CAYAS DE PASO QUE SOLO TIENGAN LA FUNCION DE CAMBER DE TRAYECTORIA AL CONDUCTOR.
- 11.- SE TIENEN EN CUENTA LAS TRAYECTORIAS PARA ELEMENTOS DE TENSION CIRCUITO SAJUNAS A LAMPARAS, CONTACTOS O PLANTAS DE INTERRUPTOR.
- 12.- PARA LA COLOCACION DE CONDUCTORES EN LAS CANALIZACIONES, NO DEBEN USARSE LIBRIGANTES O CONDUCTORES QUE PUEDAN DAÑAR EL AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR QUE PUEDAN DAÑAR EL AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR ÚNICAMENTE A LOS LUMINARIOS FLUORESCENTES.
- 13.- TODA LA TORNILLERIA, ROLDANAS, TIJERAS, MARPOSAS, ETC., PARA LAS LUMINARIAS, DEBERA SOMETERSE A UN PROCESO DE GALVANIZADO Y LA PINTURA EN POLVO BLANCA PARA LAS LUMINARIAS DEBERA SER APLICADA ELECTROSTATICAMENTE DE FABRICA.
- 14.- PARA ALIMENTAR LOS CIRCUITOS C1, C2, C3 Y C4, VER EL PLANO DE LA TUBERIA CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE CADA UNO, SI EN EL PLANO DE CONJUNTO NO SE INDICAN LOS DATOS DE LOS TUBOS, EL CENTRO DE CADA TUBO DEBERA SER EL PUNTO MAS PROXIMO (TABLERO DE DISTRIBUCION O NICHOS DE ACOMETIDA), UTILIZANDO PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE 30 AMP. Y CONDUCTORES DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA.

DIAGRAMA DE TABLERO

1F, 2H
127 V., 60 HZ.
(VER NOTA N.º 16) TABLERO "000"
CAT. N.º 0004F
CAP. MAX. ZAP. 60 AMP.





Estado de México

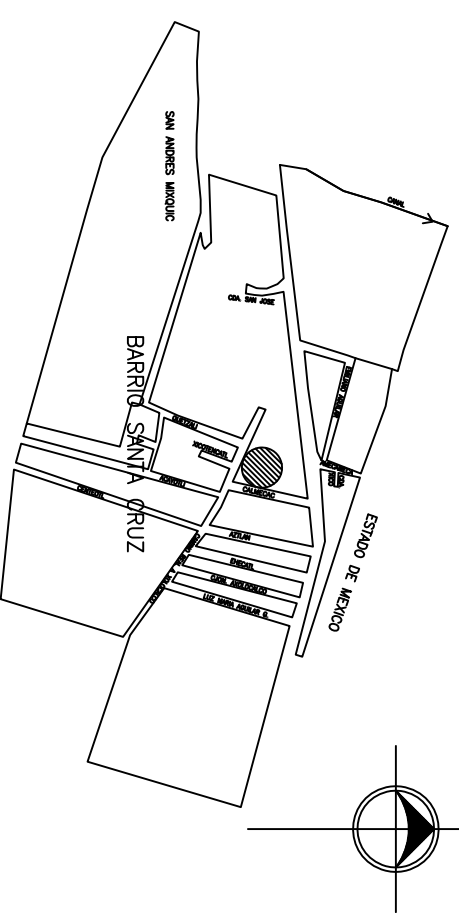
DELEGACION TLAHUAC



DELEGACION TLAHUAC

JEFA DELEGACIONAL EN TLAHUAC
L. C. FATIMA MENA ORTEGA

PROYECTO DE LOCALIZACION



-NOTAS GENERALES-

- 1.- ACOLOCACIONES Y ANEJOS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- 2.- LAS CORIAS ROJAS Y NIEBLAS EN OBRA DE ACUERDO CON EL PROYECTO ARQUITECTONICO.
- 3.- VERIFICAR COTAS Y NIEBLAS EN OBRA DE ACUERDO CON EL PROYECTO ARQUITECTONICO.
- 4.- CONCRETO $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ EN TODA LA ESTRUCTURA.
- 5.- TAMAÑO MÁXIMO DEL ABIGORADO 19 mm. (1/4").
- 6.- ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (R-42).
- 7.- RECURRIMIENTO LIBRE MÁXIMO DEL ACERO DE REFUERZO: CIMENTACION SOBRE TERRENO NATURAL: 5.00 cm. DE CIMENTACIONES: 2.00 cm. OTROS ELEMENTOS: 2.00 cm.
- 8.- CARGA VIVA MÁXIMA: CUBIERTA DE AZOTEA: 100.0 kg/m^2 .
- 9.- EL DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO SE REALIZARA DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA:

DIAMETRO ANCLAJE	TERMINAR	RADIO DE DOBLIZ
3	1/2"	40 cm
4	3/8"	50 cm
5	1/2"	60 cm
6	3/4"	80 cm
8	1"	80 cm

- 10.- EN LA MANUFACTURA Y MANTENIMIENTO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION SE DEBERAN CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA CORRESPONDIENTE Y/O LA NORMA DEL ASTM EQUIVALENTE.
- 11.- NO PODRA MODIFICARSE LA INGENIERIA ESTRUCTURAL EN LO REFERENTE A LOS DETALLES, AMADOS O CUALQUIER OTRA INDICACION CONTENIDA EN ESTE PLANO, MEMORIA Y ESPECIFICACIONES SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DE LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.
- 12.- EN CASO DE NO EXISTIR INDICACION ALGUNA SOBRE ALGUN PARTICULAR DEL PROYECTO DEBERAN RESPECTARSE LAS INDICACIONES DE LAS NORMAS DEL D.F. EN SU VERSION ACTUAL.
- 13.- PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA SE USARÁ EL REGLAMENTO PARA LAS CONSTRUCCIONES DEL D.F. (2004) Y SUS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS VIGENTES.
- 14.- LOS DETALLES ESTAN FUERA DE ESCALA.

SIMBOLOGIA:

- N. P. 1. NIVEL DE PISO TERMINADO.
- N. D. NIVEL DE DESPLANTE.
- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL.
- N. NIVEL.
- DIAMETRO.
- VARS. No. VARELLAS DEL No. (EN No. DE OCTAVOS).
- EST. No. ESTIBOS DEL No.
- ACADA (SEPARACION).
- N.L.S.C.T. NIVEL LECHO SUPERIOR DE CONTRAPARBE

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
DELEGACION TLAHUAC

Direccion General de Obras y Desarrollo Urbano

ING. ARO. JUAN MANUEL LOPEZ RETES

Direccion de Proyectos

ING. LEOBARDO SANCHEZ CRUZ

Proyecto: AMPLIACION DE ESPACIOS EDUCATIVOS EN PLANTILES EXISTENTES

(U.N. J. TRINIDAD SAN MIGUEL PINEDA)

Titulo de Plano: PLANO ESTRUCTURAL

Ubicacion: CALMECAC No. 1 Y AVE. MIXQUIC-CHALCO

BO. STA CRUZ SAN ANDRES MIXQUIC

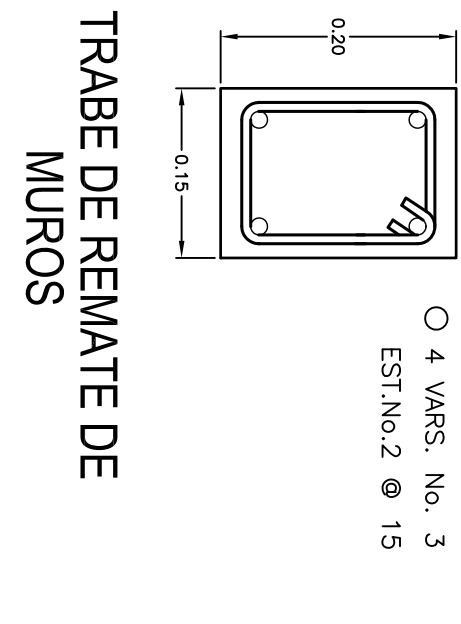
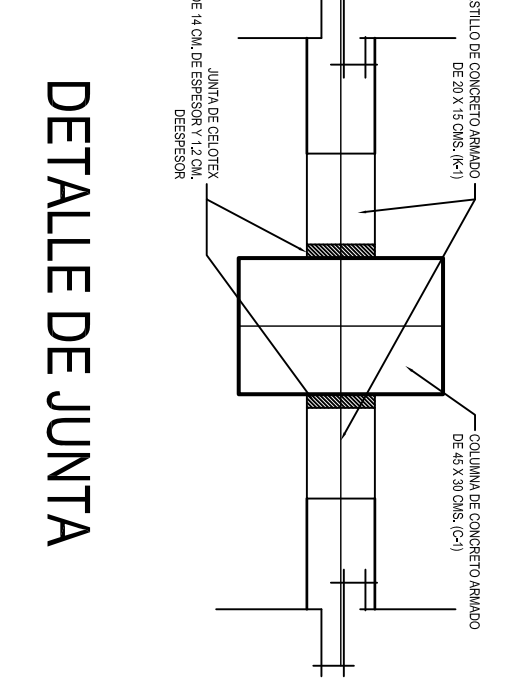
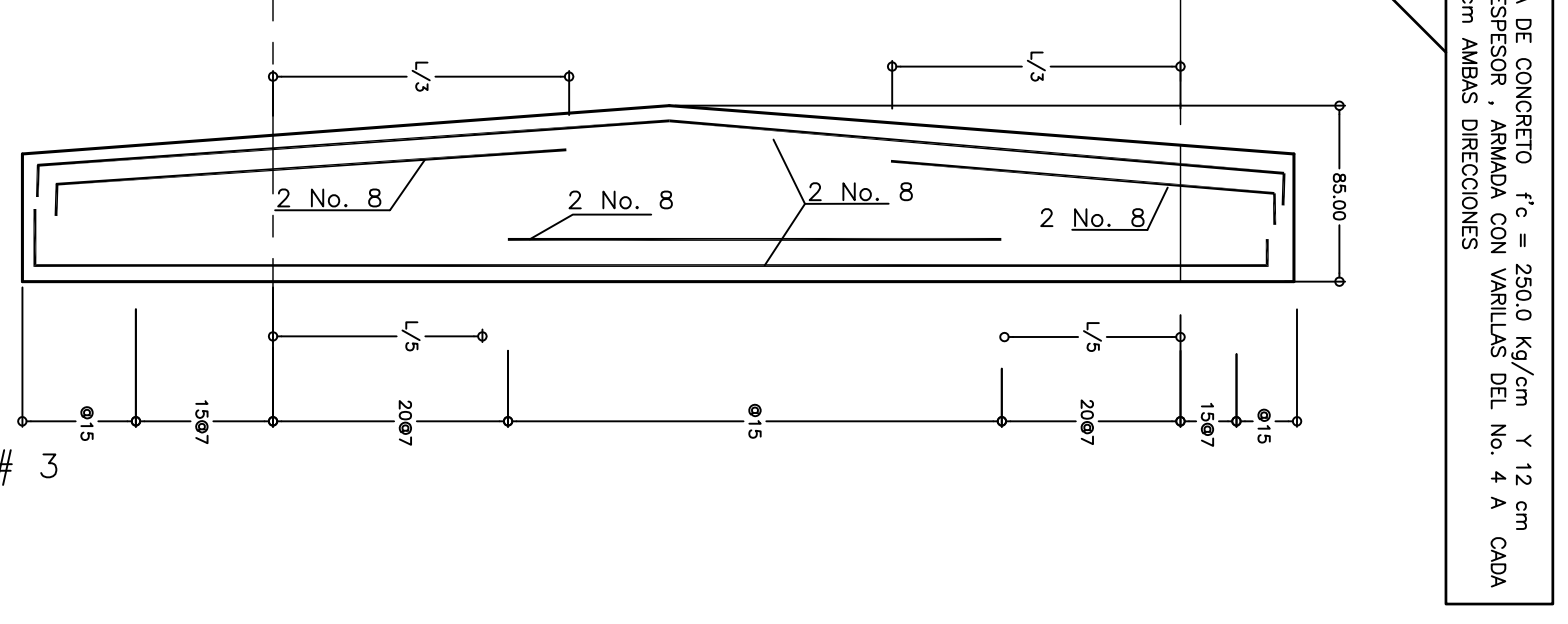
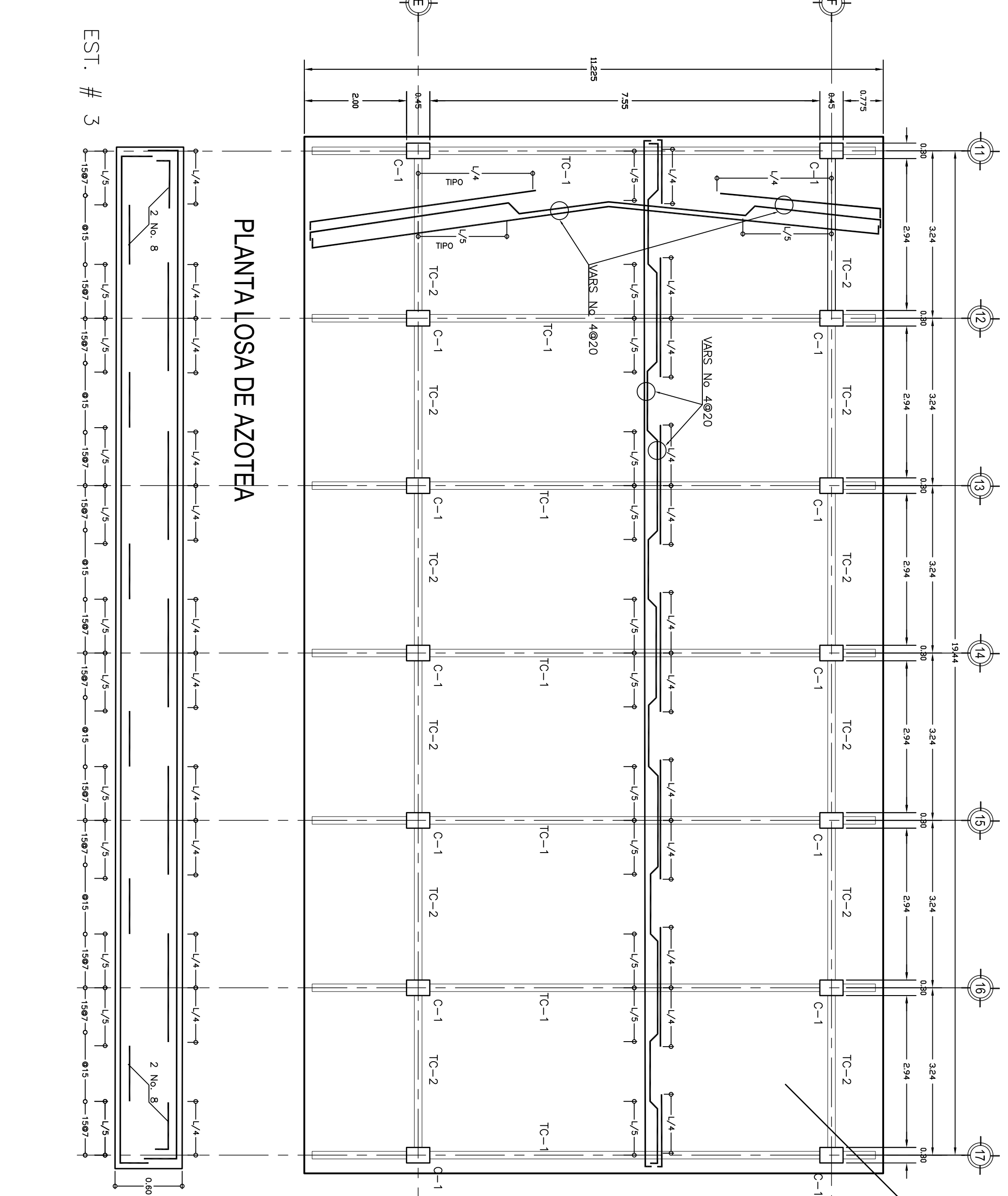
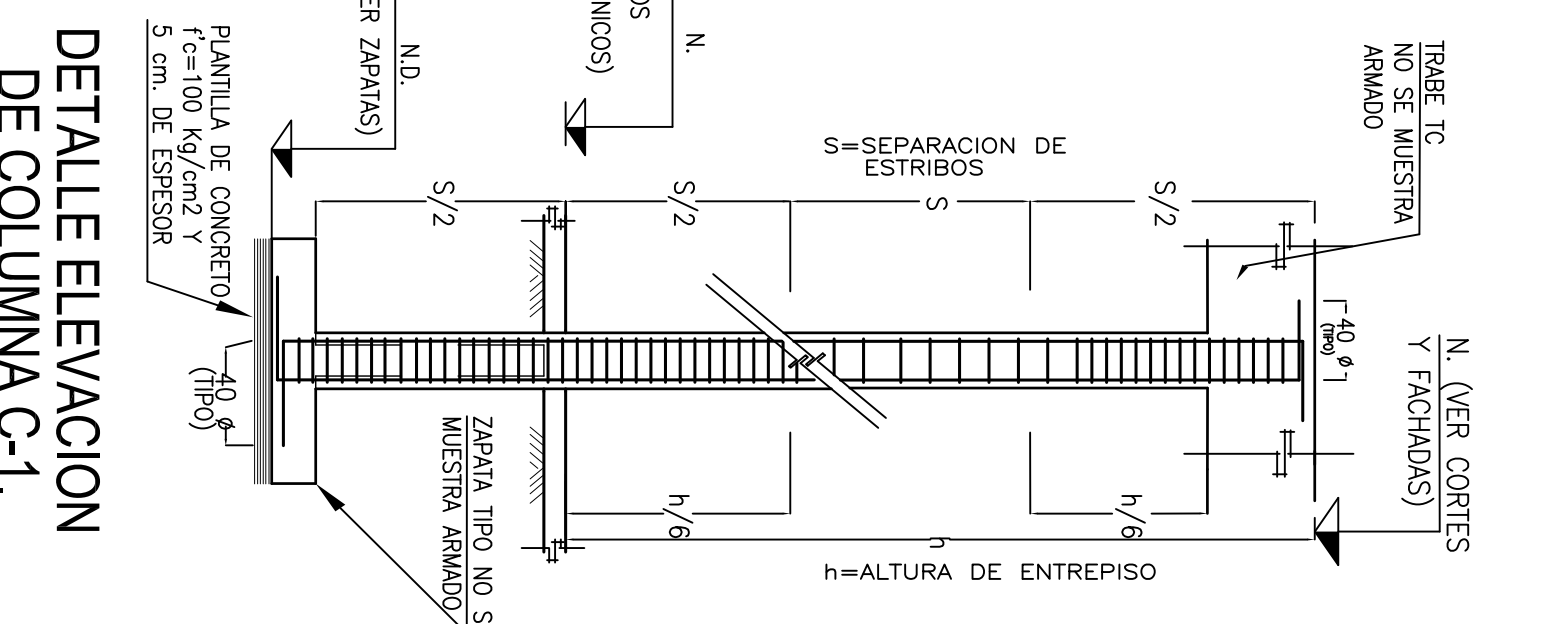
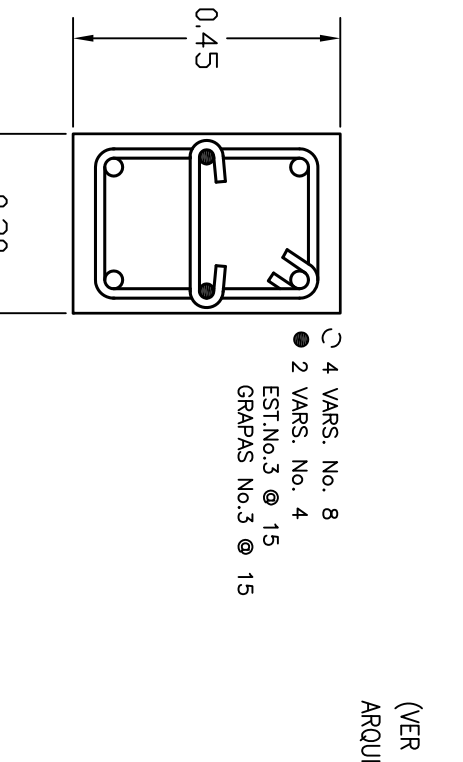
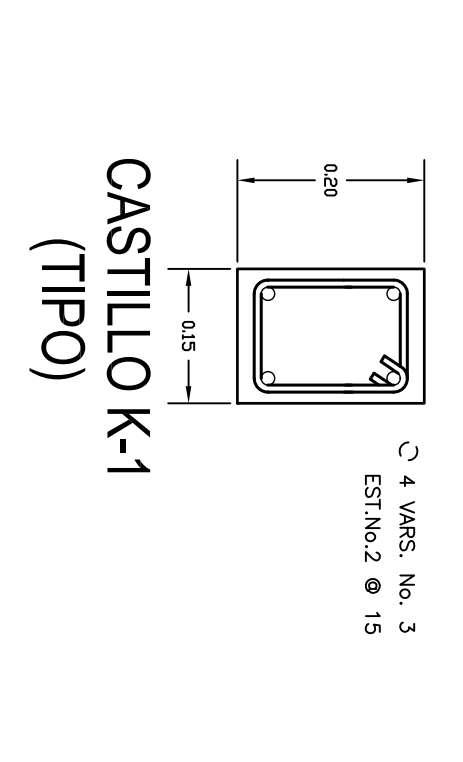
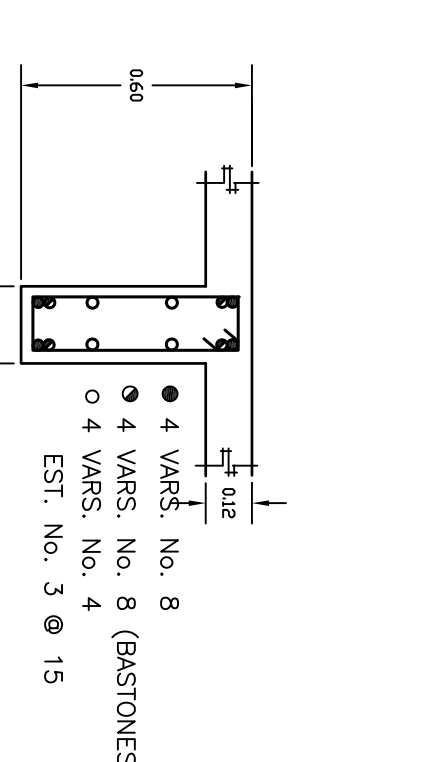
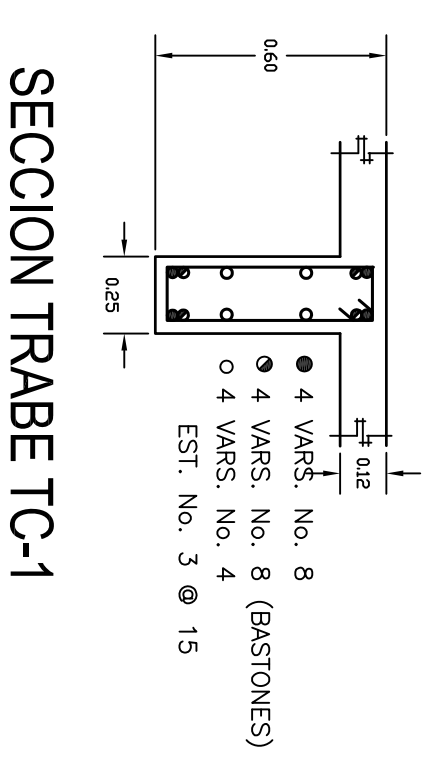
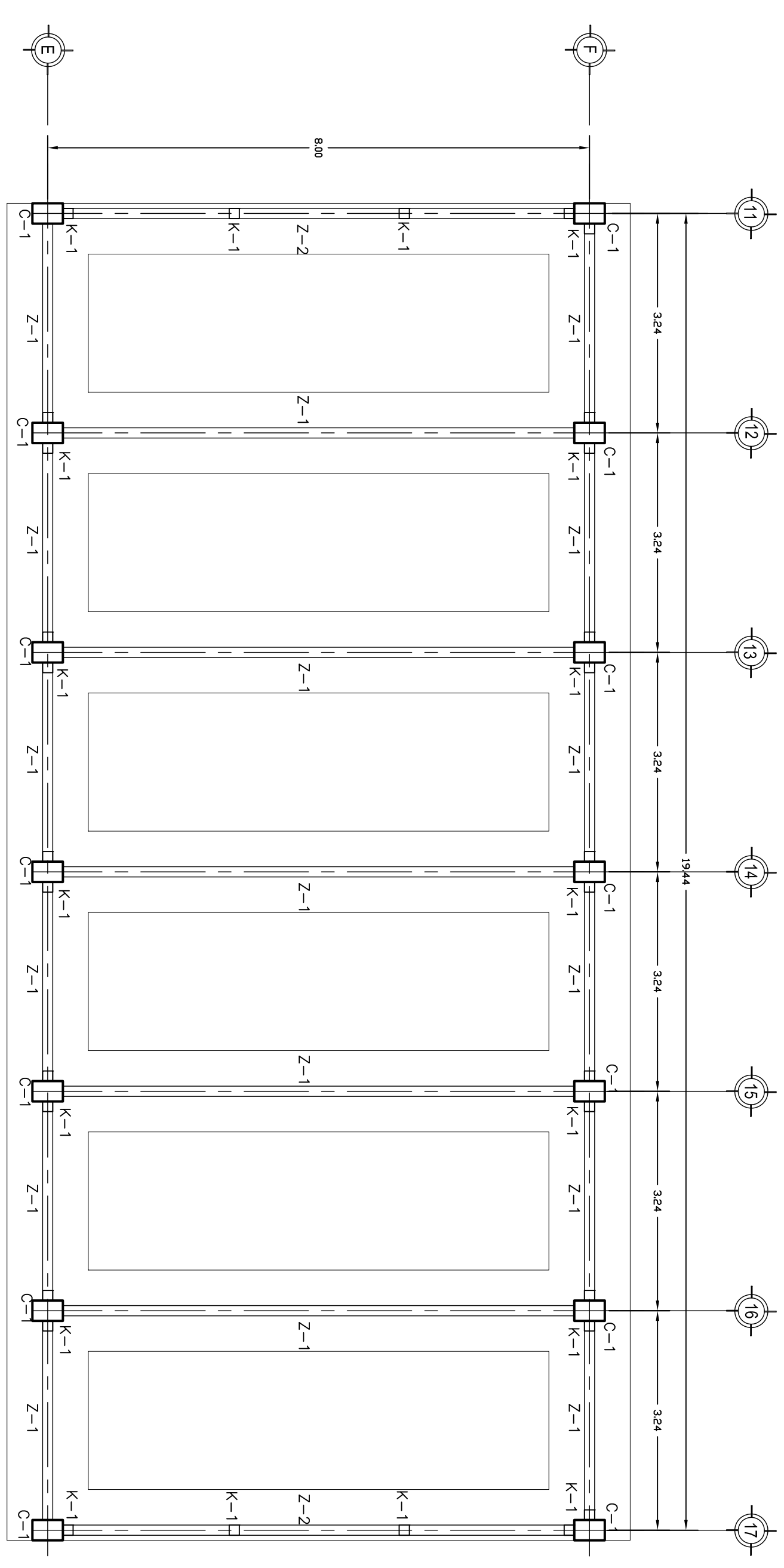
Revisó: ARO. CARLOS RUIZ CRUZ

JUD. DE ESTUDIOS Y FUNDACION

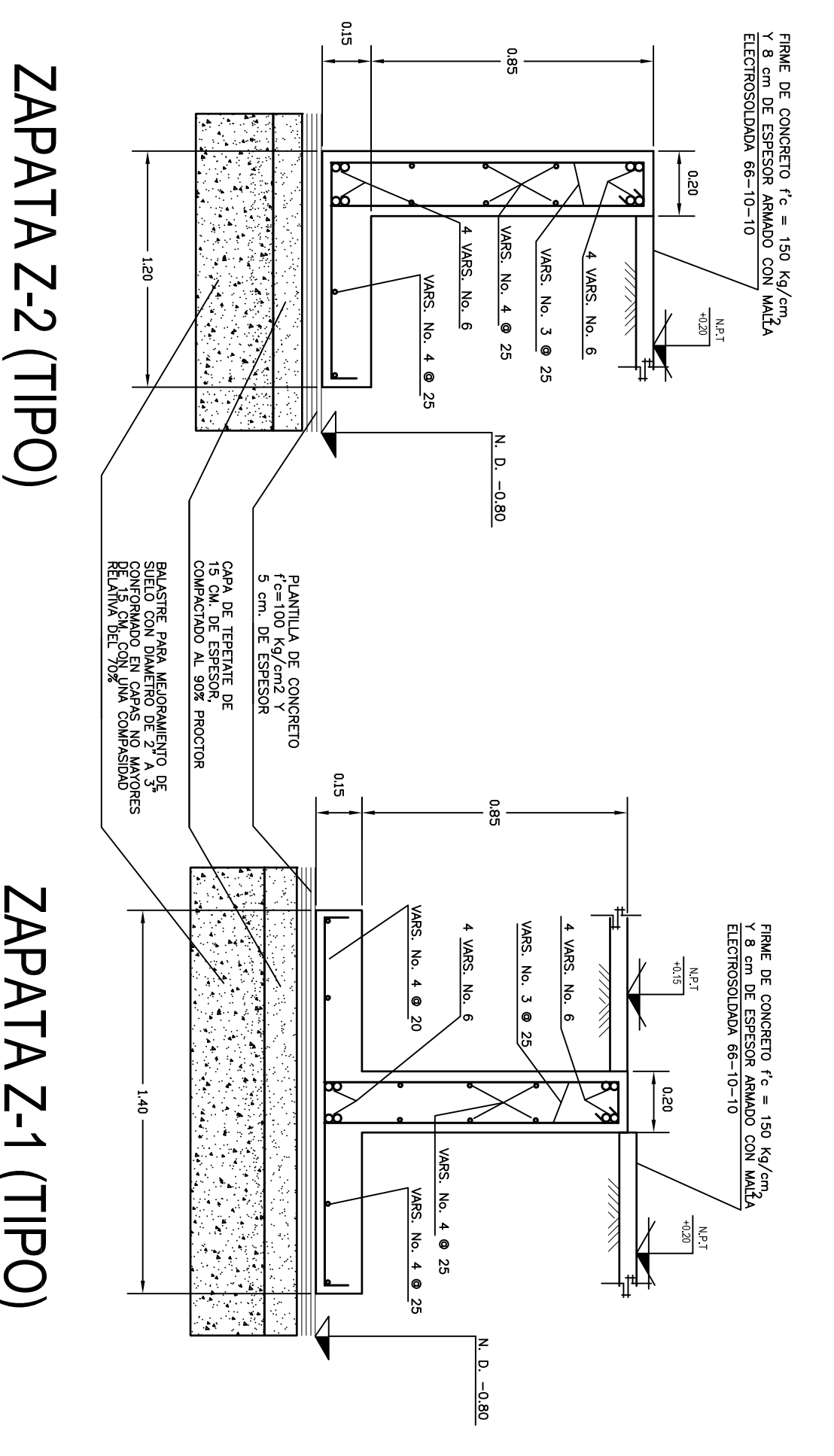
Elaboró: ARO. ROBERTO WACCEO

Fecha: Noviembre 2005

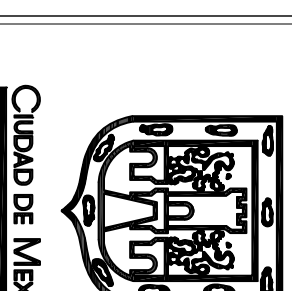
ES-01



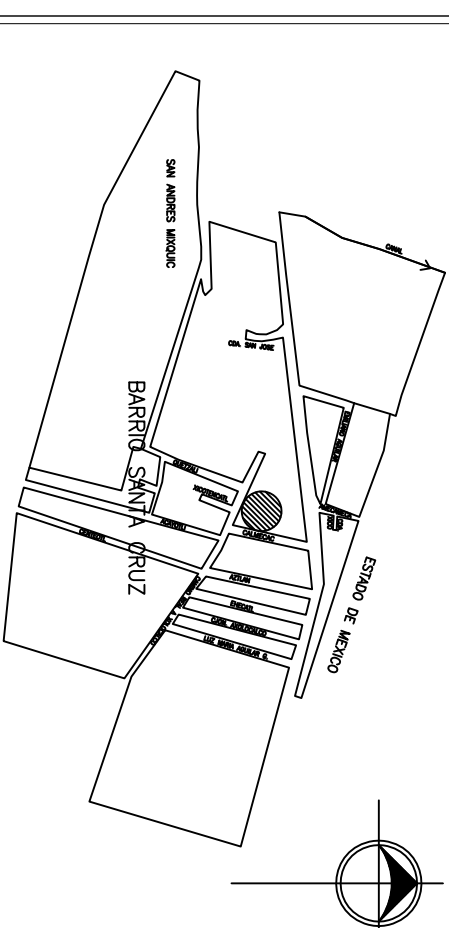
NOTA:
TODOS LOS MUROS LLEVAN TRABE DE CERRAMIENTO EN EL EXTREMO SUPERIOR



<p>GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL DELEGACION TLAHUAC</p>	
<p>Direccion General de Obras y Desarrollo Urbano ING. ARO. JUAN MANUEL LOPEZ RETES</p>	
<p>Direccion de Proyectos ING. LEOBARDO SANCHEZ CRUZ</p>	
<p>Proyecto: AMPLIACION DE ESPACIOS EDUCATIVOS EN PLANTILES EXISTENTES (U.N. J. TRINIDAD SAN MIGUEL PINEDA)</p>	
<p>Titulo de Plano: PLANO ESTRUCTURAL</p>	
<p>Ubicacion: CALMECAC No. 1 Y AVE. MIXQUIC-CHALCO</p>	
<p>BO. STA CRUZ SAN ANDRES MIXQUIC</p>	
<p>Revisó: ARO. CARLOS RUIZ CRUZ</p>	
<p>JUD. DE ESTUDIOS Y FUNDACION</p>	
<p>Elaboró: ARO. ROBERTO WACCEO</p>	
<p>Fecha: Noviembre 2005</p>	<p>Estado: INICIADA</p>
<p>Acotacion: METROS</p>	<p>Clase Plano: 3 de 5</p>
<p>ES-01</p>	



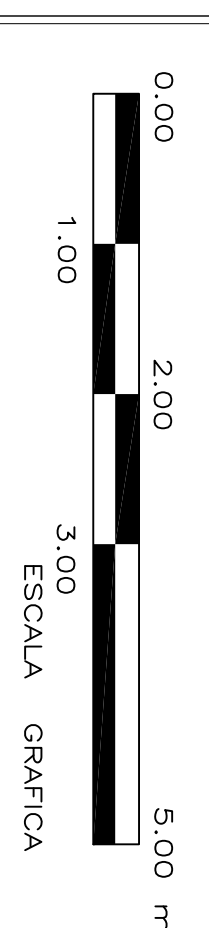
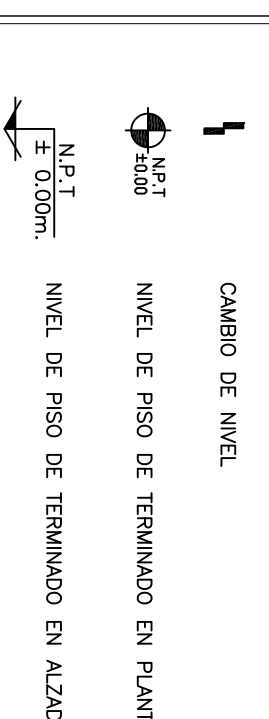
CROQUIS DE LOCALIZACION



-NOTAS GENERALES-

- 1.- ACOMODACIONES Y NIVELES EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- 2.- LAS COTAS RIEN AL DIBUJO.
- 3.- VERIFICAR COTAS Y NIVELES EN OBRA

-SIMBOLOGIA-



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
DELEGACION TLAHUAC

Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano

ING. ARO. JUAN MANUEL LOPEZ REYES

Dirección de Proyectos

ING. LEONARDO SANCHEZ CRUZ

Proyecto:

AMPLIACION DE ESPACIOS EDUCATIVOS EN PLANTELES EXISTENTES

(J.N. J. TRINIDAD SAN MIGUEL PINEDA)

Título de Plano:

PLANO ARQUITECTONICO

Ubicación:

CAJUECAC NO.1 Y AVE. MINOUC-CHALCO

BO. STA. CRUZ, SAN ANDRES MINOUC

Revisó:

ARO. CARLOS ISLAS CRUZ

J.L.D. DE ESTUDIOS Y PLANEACION

Clase Plano:

2 de 5

Elaboró:

ARO. ROBERTO MACEDO

MOJACA

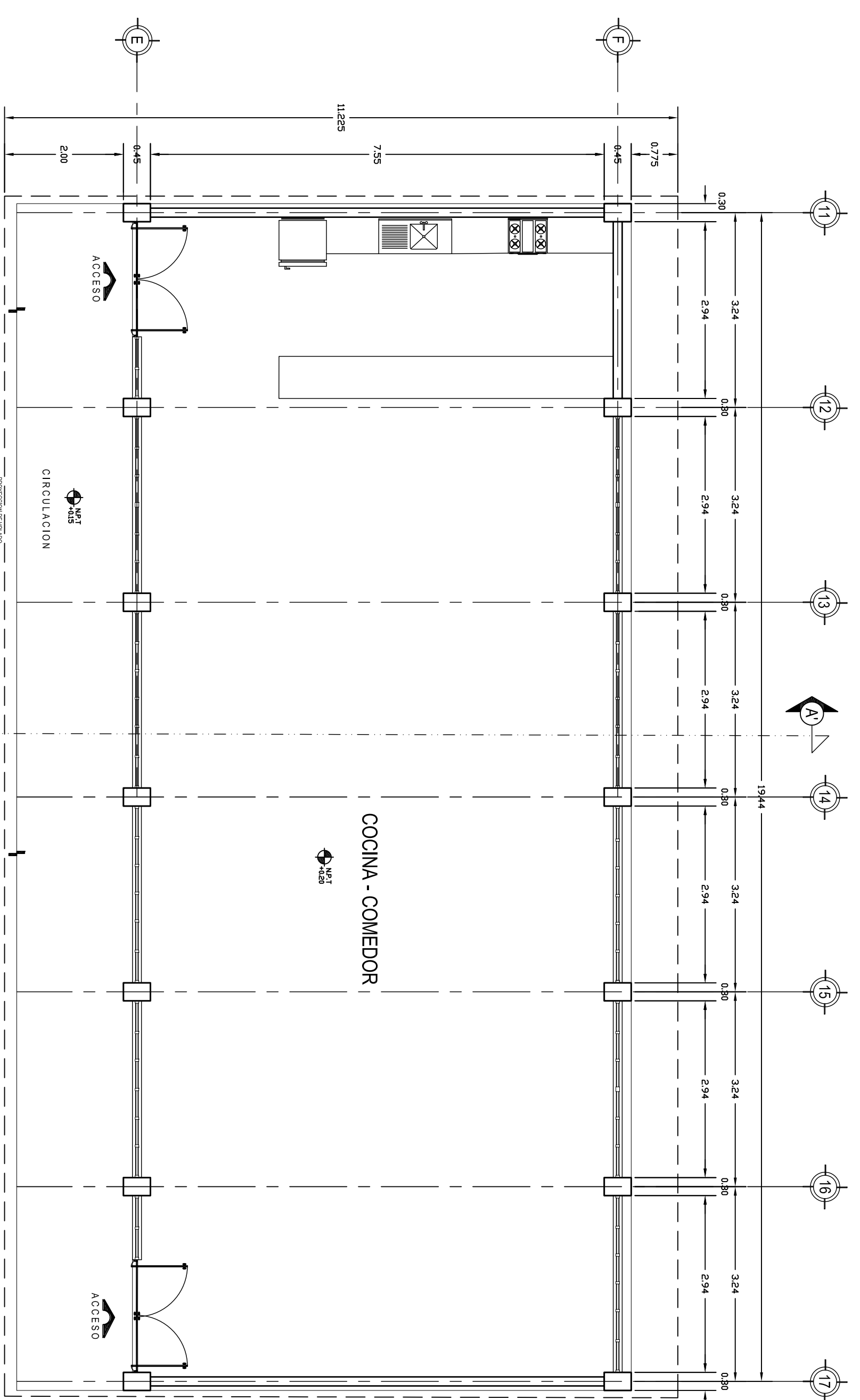
Acotaciones:

METROS

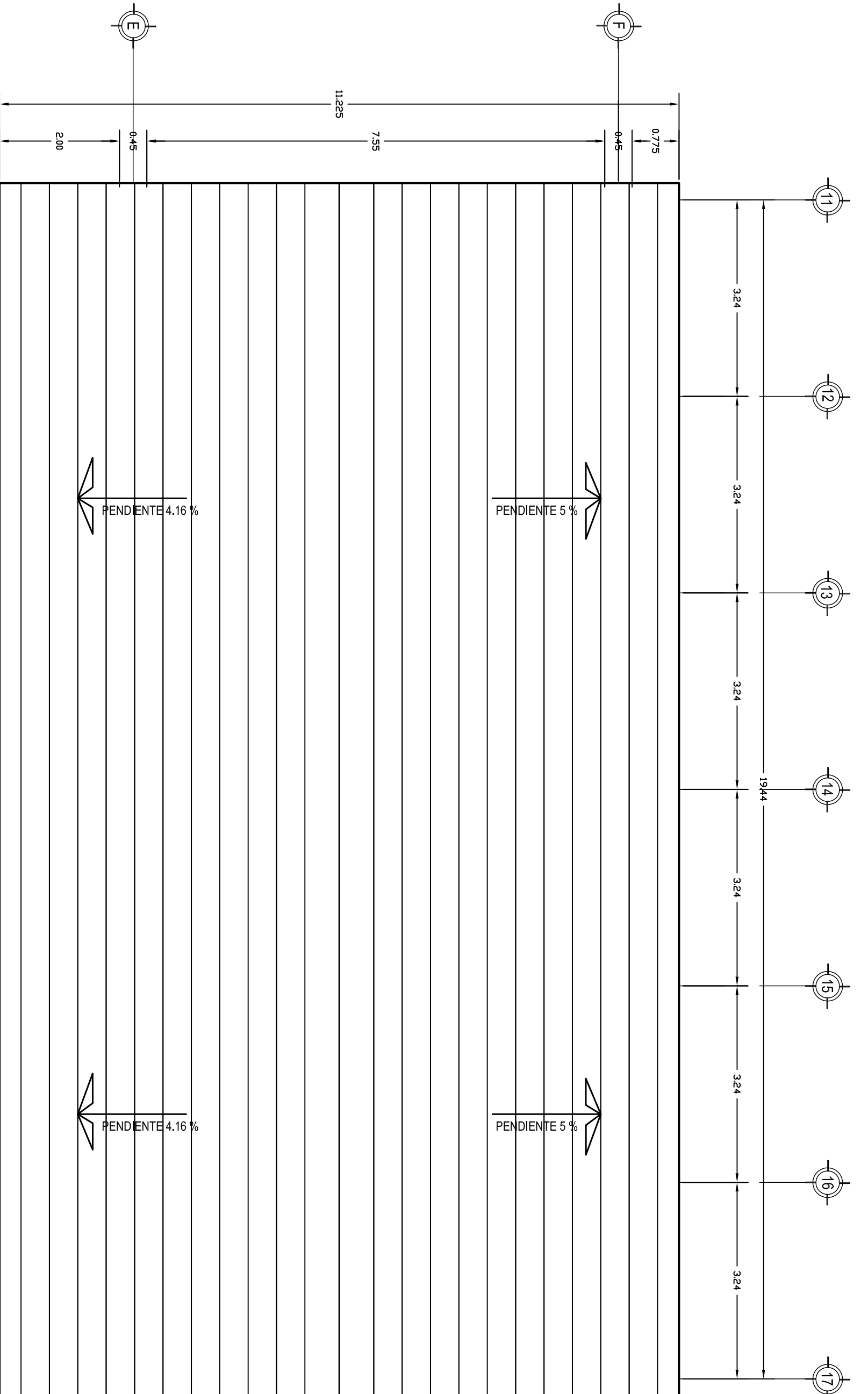
Fecha:

NOVIEMBRE 2005

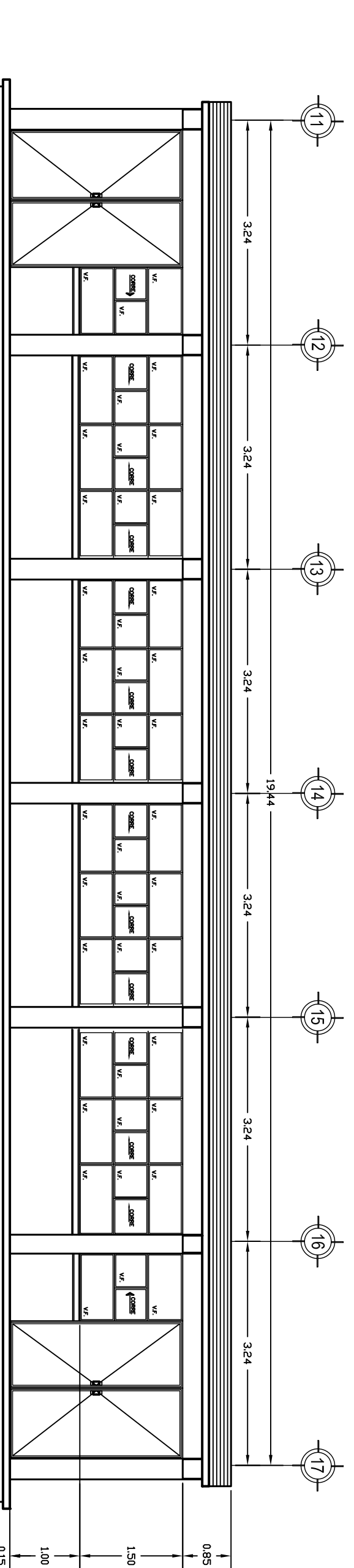
ARQ-01



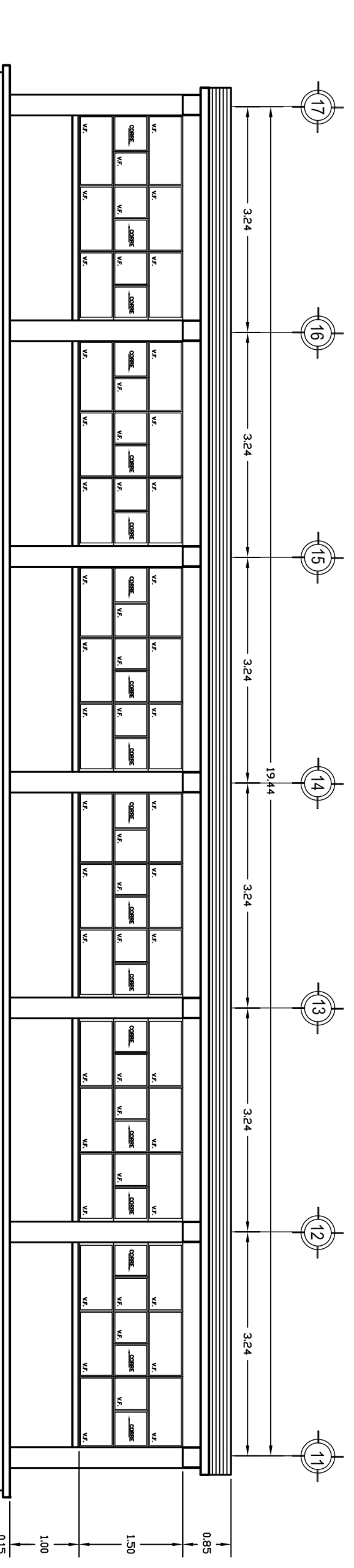
PLANTA ARQUITECTONICA



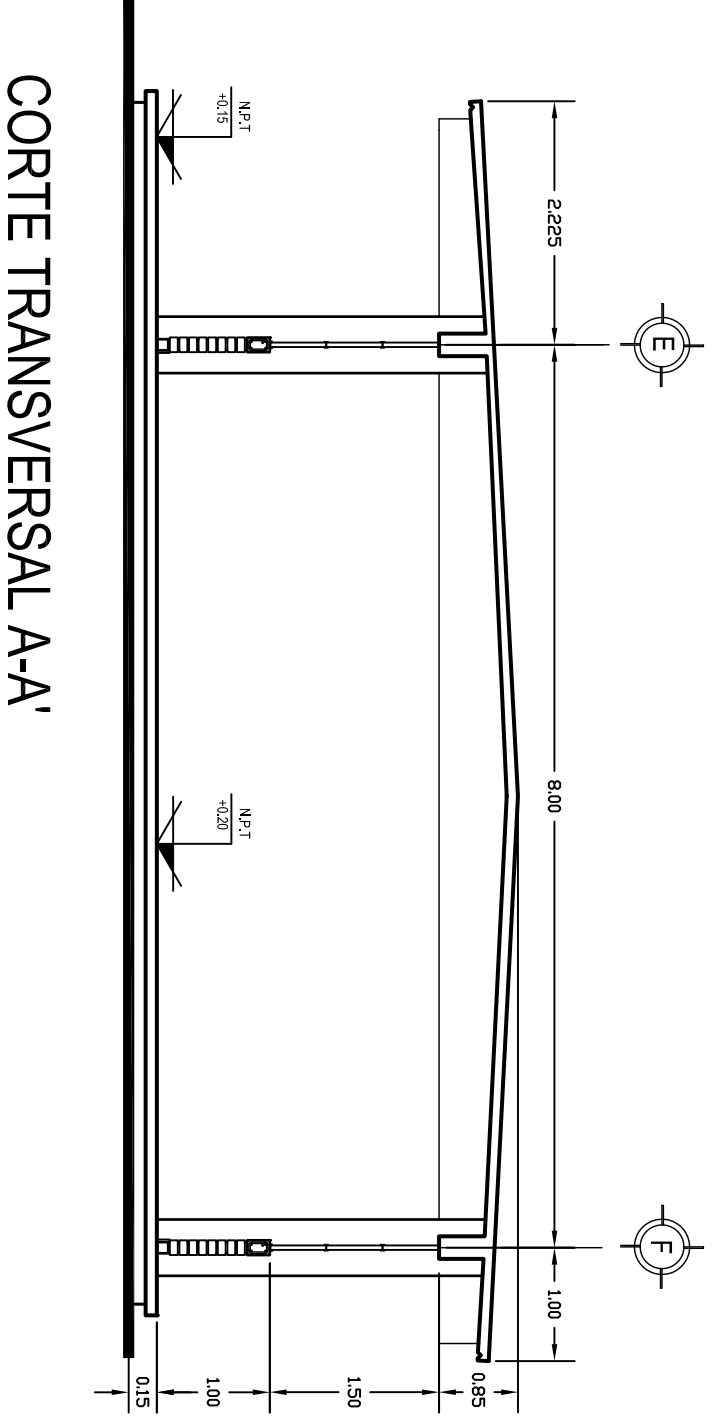
PLANTA DE AZOTEAS



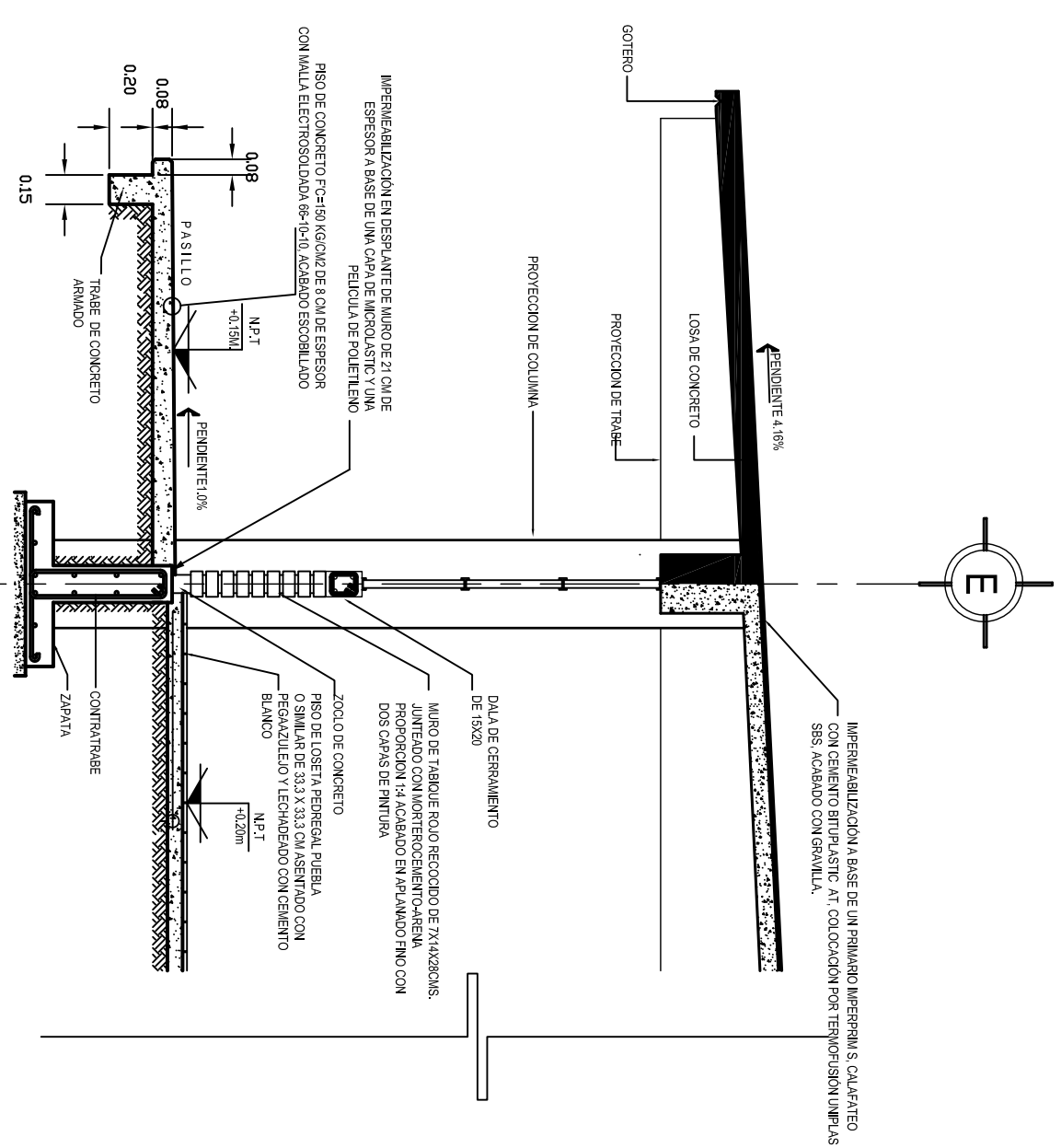
FACHADA FRONTAL



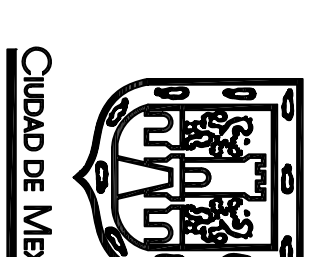
FACHADA POSTERIOR



CORTE TRANSVERSAL AA'



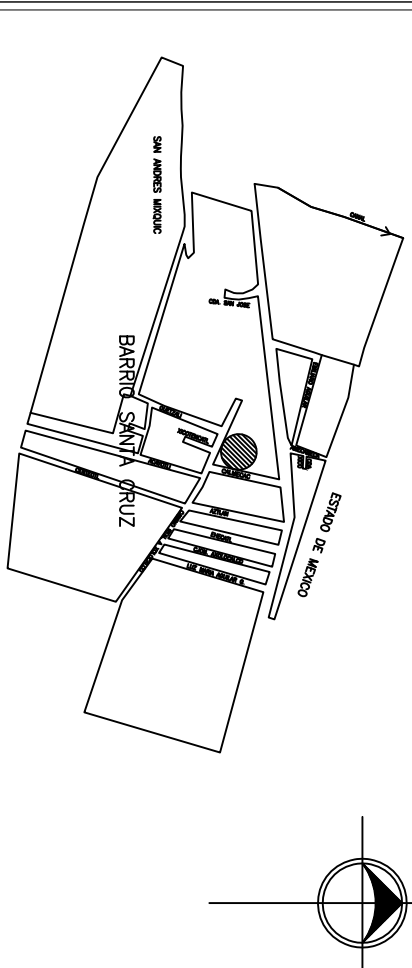
CORTE POR FACHADA



DELEGACION TLAHUAC

JEFA DELEGACIONAL EN TLAHUAC
L. C. FATIMA MENA ORTEGA

CROQUIS DE LOCALIZACION



-NOTAS GENERALES-

- EDIFICIOS EXISTENTES
- AREA A CONSTRUIR

NOTA: PREVIO A LOS TRABAJOS DE EXAMINACION SE DEBERAN VERIFICAR MEDIDAS EN CAMPO. CUALQUIER DISCREPANCIA SE DEBERA NOTIFICAR A LA DIRECCION DE PROYECTOS Y DIRECCION DE OBRAS Y MANTENIMIENTO

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
DELEGACION TLAHUAC

Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano

ING. ARO. JUAN MANUEL LOPEZ REYES

Dirección de Proyectos

ING. LEOBARDO SANCHEZ CRUZ

Proyecto:
AMPLIACION DE ESPACIOS EDUCATIVOS EN PLANTILES EXISTENTES

Título de Plano: PLANTA DE CONJUNTO

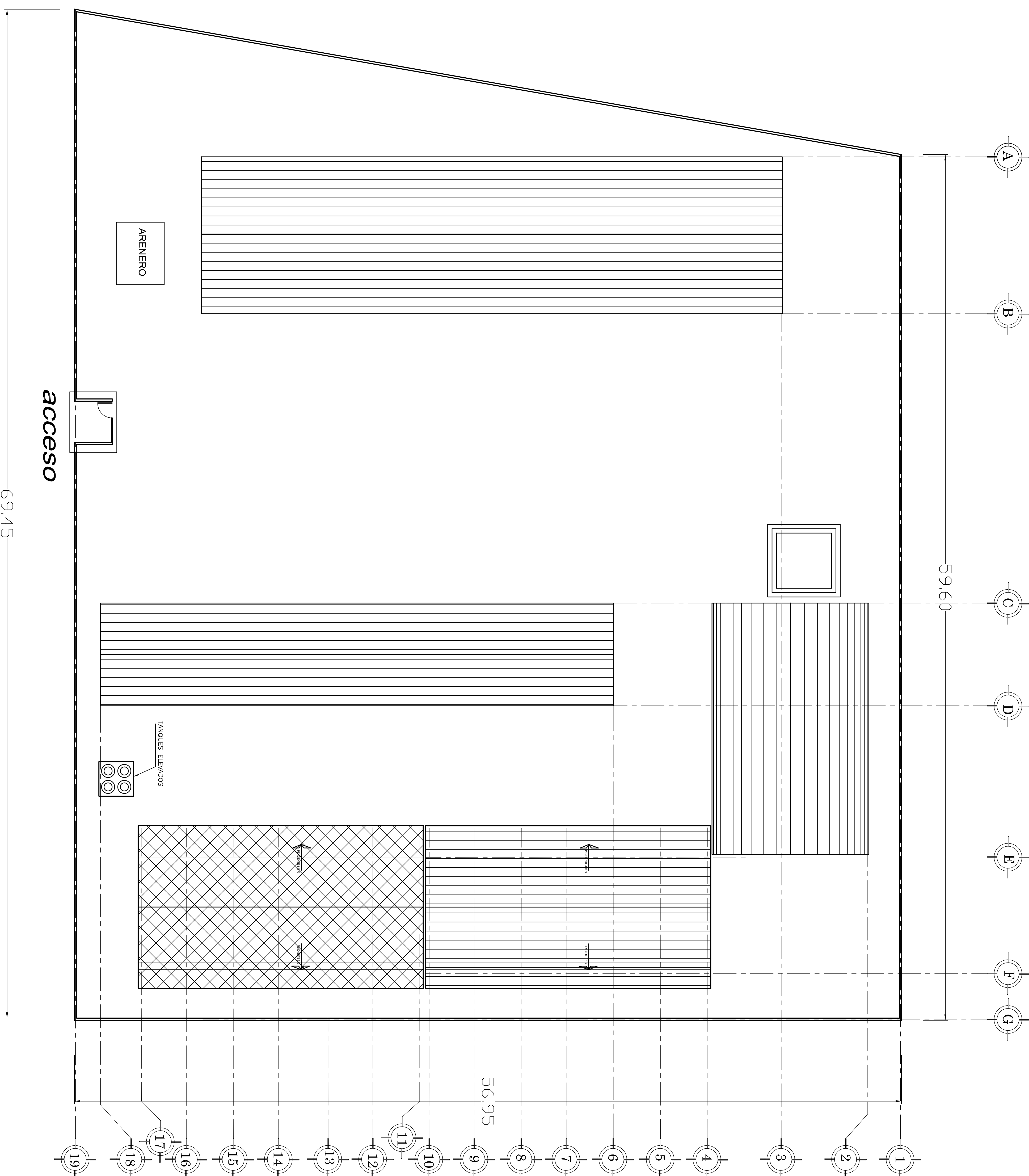
Ubicación: CALMECAC No. 1 Y CARRETERA MIXQUIC-CHALCO
Bo. SANTA CRUZ, SAN ANDRES MIXQUIC

Revisó: ARO. CARLOS ISLAS CRUZ

Elaboró: ARO. ROBERTO MACEDO

Fecha: Enero 2005

Escala: INDICADA
Acotaciones: METROS
Clave Plano: 1 de 5
PC-01



PLANTA DE CONJUNTO

69.45

acceso

ARENERO

TANQUES ELEVADOS

56.95

59.60