

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA NAVE
INDUSTRIAL DE DISTRIBUCIÓN LA COSTEÑA, UBICADA
EN LA CARRETERA MORELIA-SALAMANCA KM. 5.5”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

P.I.C. SERGIO MEJÍA GARCÍA

ASESOR:

M.A. RAMIRO SILVA OROZCO

Morelia, Michoacán; junio del 2008



INDICE

I.- INTRODUCCIÓN.....	4
II.- MEJORAMIENTO DE SUELO.....	6
III.- CIMENTACIÓN.....	28
IV.- CONSTRUCCIÓN DE MUROS.....	61
V.- ELABORACIÓN DE PISO.....	77
VI.- INSTALACIONES.....	96
VII.- COLOCACIÓN DE ESTRUCTURA.....	110
VIII.- ACABADOS.....	134
IX.- CONCLUSIONES.....	147



I.- INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene la finalidad de transmitir a las nuevas generaciones de Ingenieros Civiles los conocimientos necesarios para poder realizar con éxito una construcción de una nave industrial, ya que con frecuencia, en el momento que el Ingeniero recién egresado empieza a laborar se encuentra con cosas que nunca había escuchado, visto, estudiado o imaginado, tales como: máquinas, dispositivos, herramientas, agregados químicos o naturales, y procedimientos constructivos.

En la actualidad los medios de construcción son cada día más sofisticados con el propósito de obtener rendimientos más óptimos, es decir; realizar a través de ellos construcciones con mayor calidad, en menor tiempo y por consecuencia con un menor costo. Por lo tanto es necesario que el Ingeniero Civil conozca estos medios, pero sobre todo saber cuál es su función y como se emplea para no hacer mal uso de ellos, ya que de lo contrario, un mal uso puede generar trabajo no contemplado en el presupuesto y, así, se presentarían alteraciones en el mismo.

Considerando lo mencionado, podemos concluir que los procedimientos constructivos: son la aplicación de conocimientos, técnicas y herramientas a las actividades de un proyecto, con el fin de satisfacer, cumplir y superar las necesidades y expectativas de los involucrados.

Definiremos como involucrados a organizaciones y personas que serán afectadas o beneficiadas por el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, en una residencia, consideremos como involucrados al cliente y su familia, al arquitecto o ingeniero, a los constructores, vecinos, etc.



Los procedimientos constructivos tienen la finalidad del éxito, así como; cumplir los objetivos de tiempo, costo y calidad, a satisfacción del cliente y de los involucrados claves.

En los diferentes capítulos de la investigación (mejoramiento de suelo, cimentaciones, muros, pisos, instalaciones, estructura, etc.), se podrá observar con detalle el procedimiento constructivo adecuado y los medios necesarios para poder realizar dicha acción.

Así pues, los alumnos después de realizar la lectura estarán más preparados y más capacitados para poder desarrollar de una manera más profesional su trabajo.

II.- MEJORAMIENTO DE SUELO

Preliminares

Deslindes

Serán ejecutados por el contratista y el representante o propietario para lo cual deberá contarse con los documentos que acrediten la propiedad del terreno o terrenos de que se trate y planos del levantamiento topográfico correspondientes, los que deberá proporcionar el propietario.

Ejecución

Localización y trazo de los límites del terreno según la descripción de linderos que indiquen las escrituras y los planos entregados por el propietario, posteriormente a los propietarios colindantes o a sus representantes legalmente autorizados, quienes deberán firmar en unión de los representantes del proyecto las actas de conformidad que con motivo de la diligencia efectuada deben levantarse, las cuales deberán entregar al propietario. En caso de inconformidad por parte de alguno de los interesados se notificará a los servicios jurídicos del proyecto para que en coordinación y bajo su asesoría y acción legal se proceda en presencia de los inconformes a las siguientes acciones.

Replantación de los linderos que marquen las escrituras y los planos que representen los propietarios colindantes.

Levantamiento de un acta en que consignen los motivos de inconformidad adjuntando los planos con los datos de replanteo ejecutados tanto de los que marquen las escrituras y planos del proyecto, como los planos de las propiedades colindantes inconformes, debiéndose anotar con toda precisión los datos

referentes a la inscripción en el Registro Público de la propiedad correspondiente a los indicados en las escrituras que presenten los inconformes.

Se construirán y colocarán mojoneras si fueran necesarias en los puntos, bancos de referencia y vértices de la propiedad definitiva.



Fot. 1 Lugar de la construcción.

Mediciones para fines de pago

1. Se considerará la superficie del terreno definida por el área afectada por la poligonal de los límites definitivos tomando 1 m. de ancho por la longitud de la misma usando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo.
2. Se considerará los árboles por pieza en función de su diámetro y altura.

Licencias

Serán gestionadas y tramitadas por el representante del proyecto ante las dependencias oficiales hasta obtener la autorización correspondiente. El representante entregará la documentación debidamente estructurada de las



gestiones indicadas. Como solicitudes, planos, memorias de cálculo (avaladas por los peritos responsables debidamente registrados), escrituras, etc., y demás disposiciones oficiales necesarias para su otorgamiento.

A continuación se mencionan en forma enunciativa; pero no limitativa, las licencias y permisos con los que deberá contar la obra por ejecutar.

- a) Uso del suelo
- b) Demoliciones (en su caso)
- c) Construcción
- d) Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias
- e) Instalaciones de gas, eléctricas y generadoras de vapor
- f) Saneamiento ambiental
- g) Radio comunicación y telefonía
- h) Forestales
- i) Conexiones y Sistemas de agua potable y drenaje

Formas de pago

El pago de los derechos se hará mediante la solicitud de remesa especial generada por el representante.

Trazo y Nivelación

1. La localización general; trazo, alineamientos, bancos de referencia y niveles de trabajo para el desplante de la obra serán marcados en campo por el Contratista en base a los datos contenidos en los planos proporcionados por el proyecto, así como lo que se ordene en bitácora por el representante autorizado por la supervisión y que completen o modifiquen lo indicado en los planos de referencia.

El contratista asume la responsabilidad absoluta de la correcta ejecución de los trabajos, localización, trazo, alineamientos, dimensiones, elevaciones fijadas para el desplante, iniciación y desarrollo de la obra.

2. Los trazos y nivelaciones en razón de la precisión requerida podrán ejecutarse mediante el empleo de hilos, estacas, plomada, brújula, cinta métrica, estadal, baliza, niveleta, nivel de manguera, nivel montado, tránsito o los aparatos de topografía y otros equipos que se requieran y de mayor precisión para la correcta ejecución de los trabajos (como se muestra en las fotografías 2,3 y 4).



Fot. 2 Límite de terreno, parte exterior



Fot. 3 Límite exterior después de talados los árboles.



Fot. 4 Uso de hilos y crucetas para iniciar excavación



Ejecución

Los trazos deberán ejecutarse con aparatos e instrumentos topográficos que garanticen una precisión dentro de las tolerancias para todo tipo de estructura.

Definición

Para poder entender que es un mejoramiento de suelo, primero debemos comenzar por saber que es un suelo, cuales son sus características y cuales son sus componentes.

Los suelos son una acumulación heterogénea de partículas minerales no cementadas, producto de la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, lo que da como resultado una inmensa variedad de tipos de suelo, cuyo comportamiento será diferente en cada una de las sollicitaciones a que se someta.

Clasificación de los suelos

La clasificación de un suelo depende del grado de cementación, consistencia del material y dificultad para extraerlo, las características físicas de los suelos se determinan en laboratorio de campo, como son: contenido de agua, granulometría, calificación de la calidad de la roca.

Como apoyo a la clasificación en campo es conveniente contar con el estudio de mecánica de suelos y referencias del mismo en el terreno.

Por lo que se refiere a su dificultad de su excavación, los materiales se clasifican en:



- **Material “A”.-** Es aquel que se puede atacar con pala, si la excavación es hecha a mano no requiriendo el uso de pico, aún cuando este se emplee para facilitar la operación. Este material es el que puede ser eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con un tractor de oruga de 90 a 110 HP en la barra, sin auxilio de arados o tractores aún cuando ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos; o por excavadoras mecánicas montadas sobre tractor de orugas o cualquier equipo similar.

Los materiales comúnmente clasificados en este inciso, son los suelos blandos o muy blandos o nada cementados, cuando el 100% de sus partículas pasan la malla de 7.5 cm. este material es 100% material “A” cuando su cementación (cohesión) medida en prueba de penetración estándar o en compresión simple es menor o igual a 2.5 ton/m^2 (0.25 kg/cm^2) y su contenido de agua en sitio es mayor o igual al correspondiente al límite líquido. Ello no implica que otro tipo de material no pueda quedar clasificado en este inciso, si satisface las características señaladas al principio.

- **Material “B”.-** Es aquel que requiere el uso de pico y pala si la excavación es hecha a mano. Este material es el que por la dificultad de extracción y carga sólo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 HP en la barra o con pala mecánica con capacidad mínima de 1.00 m^3 , sin el uso de explosivos aún cuando por conveniencia se utilicen para aumentar el rendimiento; o bien que pueda ser aflojado con arado de 6 ton. jalado con tractor de orugas de 140 a 160 HP en barra.

Se considera como material “B” a las piedras sueltas menores de $\frac{1}{2} \text{ m}^3$ y mayores de 20 cm. cuando su cementación (cohesión) medida en



compresión simple es mayor o igual a 40 ton/m^2 (4.0 kg/cm^2) y su contenido de agua es menor o igual al límite contracción volumétrica.

Los materiales más comúnmente clasificados como material “B”, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates, haciéndose la misma salvedad asentada a este respecto en el inciso “A”.

- **Material “C”.**- Si la excavación es hecha a mano, es material que solo puede removerse con cuña y marro, pistolas neumáticas, taladro o mediante el uso de explosivos. También se considera como material “C” las piedras sueltas que aisladamente cubiquen 100 m^3 . Entre los materiales comúnmente clasificados como material “C” se encuentran las rocas basálticas y los conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas, haciéndose la misma salvedad a este respecto en el inciso “A”. Un material es 100% material “C” cuando la resistencia a compresión simple de una muestra inalterada es de 112 ton/m^2 (11.2 kg/cm^2).

Cuando en una excavación se encuentren mezclados materiales A, B y C, estos se clasifican en función de la proporción en la que intervengan, debiendo observarse las siguientes disposiciones:

1. Para clasificar un material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción, asimilándolo a que corresponda de los materiales A, B o C.
2. Siempre se mencionarán los tres tipos de materiales antes citados para determinar claramente de cuál se trata y en qué posición interviene.

Lo anterior se ilustra con los siguientes ejemplos:



1. Un suelo no cementado cuando sus partículas pasan la malla de 7.5 cm. se clasificará 100-0-0, correspondiendo la primera cifra al material "A" y la segunda y tercera a los materiales "B" y "C".
2. Para un material que presenta mayor dificultad que el material "B", deberá estimarse la clasificación intermedia que le corresponda, asignándole el porcentaje de materiales "A" y "B" de acuerdo con su mayor o menor dificultad de extracción y carga. Así, por ejemplo; un material precisamente intermedio se clasificará 50-50-0 o bien un material que en condiciones semejantes se encontrará entre los materiales "B" y "C" se clasificará 0-50-50.
3. Si el volumen por clasificar está compuesto por dos o más materiales diferentes, estando éstos separados físicamente se clasificará independientemente cada uno de ellos. Así, por ejemplo; una capa de material "A" con volumen de 30% del total colocada sobre un material de clasificación intermedia entre "B" y "C", se clasificará como 30-35-35. Si en el mismo caso el material de la capa inferior es "C", la clasificación sería de 30-0-70 y es "B" 30-70-0.
4. Material saturado o lodoso. El que por su elevado contenido de agua, se adhiere o escurre de la herramienta o maquinaria utilizada, reduciendo por lo tanto la eficiencia del trabajo.

Para poder realizar el mejoramiento de suelo, será necesario aplicar excavaciones y movimientos de tierra.

Excavaciones

Las excavaciones son un conjunto de operaciones necesarias para la remoción y extracción de materiales del suelo o terreno.



Los procedimientos para los trabajos de excavación se determinarán de acuerdo a las características del terreno y materiales por extraer y remover, así como el empleo de la herramienta o equipo.

De acuerdo al procedimiento definido en base a lo indicado anteriormente podrá ser:

- Excavación a mano
- Excavación por medios mecánicos
- Excavación con explosivos
- Excavación mixta

Dependiendo el nivel que alcance el agua en la excavación esta puede ser:

- Excavación en seco
- Excavación en agua

Ejecución

1. El equipo para excavación deberá ser propuesto por el contratista
2. Las dimensiones de las excavaciones, niveles, serán fijadas en el proyecto.
3. Las excavaciones para cimientos deberán tener la holgura mínima necesaria de 10 cm. por lado para que se pueda construir el tipo de cimentación proyectada. Esta holgura estará en función de la profundidad de excavación y clase de terreno.
4. En caso de que los taludes de la excavación fueran inestables troqueles o ademes previamente para evitar derrumbamiento (accidente).
5. Cuando las paredes o fondo de la excavación se usen como moldes de colado, todas las raíces, troncos o cualquier material orgánico que sobresalga de los taludes o piso deberá cortarse al ras.



6. Se construirán las obras de protección necesarias para evitar derrumbes o inundaciones de la excavación.
7. El fondo de la excavación deberá drenarse si se requiere. El lecho inferior de la excavación para cimientos deberá quedar terminado a los niveles que indique el proyecto, formando una superficie uniforme, limpia de raíces, troncos o cualquier material suelto.
8. Cuando la cimentación deba hacerse en el suelo que pueda ser afectado por el interperismo, en un grado tal que pudiera perjudicar la estabilidad de la construcción, la excavación se efectuará siguiendo las normas necesarias para ejecutarlo.
9. Cuando la excavación produzca bufamientos que puedan ser perjudiciales a la construcción, se ejecutará con el procedimiento adecuado que determine el proyecto.
10. Para excavaciones en agua, en el proyecto o la constructora a cargo de la obra de mejoramiento de suelo ordenará los procedimientos de ataque a seguir, en función de las características que presente la obra de que se trate.
11. Cuando la excavación se ejecute en terreno rocoso no podrán sobresalir filones rocosos o de otra índole, el recorte y afine no causarán pagos adicionales.

Medición para fines de pago

La medición de los volúmenes excavados se hará empleando como unidad el metro cúbico, con aproximación al décimo.

Todos los volúmenes de las excavaciones se medirán en la propia excavación, bajo las líneas y niveles indicados en los planos del proyecto o con las modificaciones que previamente hubieran sido autorizadas por la constructora.

No se considerará ningún coeficiente de abundamiento.



Equipo de compactación

Son el conjunto de máquinas que por medio de la elaboración terraplenes, sub-bases, y bases sirven para consolidar los suelos de acuerdo al grado de compactación específica.

Se entiende por **compactación** al procedimiento mediante el cual se aumenta la densidad, peso volumétrico del material de un suelo con el objeto de incrementar la resistencia y disminuir la compresibilidad, la permeabilidad y la erosionabilidad al agua del mismo.

El éxito de toda compactación depende de los métodos usados, del tamaño del área cargada, de la presión ejercida sobre ella y del espesor de la capa del suelo. Este espesor es importantísimo, pues cuando es mayor al que puede compactar el equipo no se genera bien la compactación y puede provocarnos problemas; este espesor depende del tipo de suelo y de la máquina de compactación que se utilice.

Para obtener la máxima compactación hay que dar al suelo el grado óptimo de humedad que le corresponde, pues agua en exceso dificulta la función y a veces hace imposible la compactación.

Factores que influyen en la compactación de los materiales:

- Contenido de humedad del material
- Granulometría del material
- Número de pasadas del equipo
- Peso del compactador
- Presión de contacto
- Velocidad del equipo de contacto
- Espesor de la capa



Existen diferentes tipos de compactadores como son:

- Tambores de acero liso
- Neumáticos
- Pata de cabra
- Rejilla o Maya
- Pisones remolcados
- Vibratorios
- Combinaciones tales como: Tambor vibratorio de acero liso, Neumáticos y tambores de acero liso.

Ejecución del Mejoramiento del suelo

Para el mejoramiento de suelos, debemos de tener presente que el procedimiento constructivo va a depender de la zona en el que se vaya a realizar la obra, considerando que puede realizarse está por **inyección de cal, cemento ó extrayendo el material** por medio de la excavación y rellenando y compactando con un material de mejor calidad. Éste proceso lo determinaran en el proyecto de acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios realizados por parte de mecánica de suelos.

En nuestro caso el procedimiento por el que se optó fue el de la extracción de material y modificar rellenando con un tepetate en capas de 20 cm. y compactado a 90% proctor estándar.

La ubicación en que se realizó la obra es en Morelia Michoacán, en la salida Morelia – Salamanca, Km 5.5. En el terreno se encuentra un material arcilloso expansivo debido a que pertenece a la cuenca hidrológica Cuitzeo, por tal motivo el nivel de aguas freáticas se encuentra no muy profundo del nivel de terreno natural (NTN), por lo tanto se tendrá que realizar un filtro con material natural que

reúna las características físicas: densidad, compacidad, porosidad, dureza, etc. Este filtro se realizará con roca basáltica (filtro), la capa del filtro tendrá 0.7m. de espesor.

Para poder extraer el material se tuvo que hacer uso de una máquina retroexcavadora 330 de oruga, con la finalidad de extraer eficientemente el material, ya que por las características del mismo una retroexcavadora pequeña no podía con el peso del material por el alto contenido de agua.



Fot. 5 Muestra la profundidad de excavación

La excavación fue de aproximadamente 1.90m. de profundidad (como se muestra en la fotografía No. 5), en el transcurso de la excavación se hizo uso de carros de volteo para estar realizando el acarreo del material de los cuales existen: **acarreo libre, sobre acarreo y acarreo primera estación.**

Acarreo libre.- Es aquel en que el transporte se efectúa hasta una estación con distancia definida en proyecto, usualmente está de 20.00m. por medios manuales y Km por medios mecánicos, por lo cual a partir de ésta el transporte se considerará como sobre acarreo y se incluye en el precio unitario del concepto por ejecutar.



Sobre acarreo.- Es aquel transporte que se lleva a cabo hasta una distancia excedente a la fija como acarreo libre.

Acarreo primera estación.- Es aquel transporte que se realiza hasta una estación con distancia definida en proyecto y no se incluye dentro del precio unitario del concepto por ejecutar.

El acarreo que se llevo a cabo en la obra fue el **acarreo primera estación**.

Una vez que se haya realizado la excavación a la profundidad deseada ó especificada en el proyecto, se procede a realizar el relleno de acuerdo al mismo, este deberá ser un agregado pétreo (roca basáltica) que funcione como filtro, éste filtro realizará la función de no dejar trabajar el agua por capilaridad.

Cuando se utilicen en el relleno medios mecánicos se deberá considerar lo siguiente:

1. El costo del material incluyendo su transportación hasta el lugar de relleno, abastecimiento, cargas y descargas, en su caso el suministro de agua.
2. El costo de la mano de obra del tendido del material por capas del espesor especificada, compactación por medios mecánicos para llevar a cabo hasta su total terminación el concepto de trabajo.
3. Depreciación y demás derivados del uso de maquinaria, equipo y herramienta que para la correcta ejecución del trabajo proponga el proyectista.
4. Pruebas de laboratorio.
5. La restitución total o parcial de la obra que no haya sido totalmente ejecutada a juicio del proyectista.

En la elaboración del relleno los primeros 70cm (nivel 97.85m a 98.55m.), se rellenó con filtro, el cual fue extraído del banco de Joyitas ubicado en la salida a

Quiroga. Después de ser vaciado en el terreno se hizo uso de la retroexcavadora para extender el material y pasar el compactador de rodillo liso con el cual se logra el reacomodo del material (como se muestra en las fotografías 6 y 7).



Fot. 6 Se puede observar el vaciado del filtro para resolver los problemas que se presentan con el agua.



Fot. 7 Rodillo liso compactando ó reacomodando el material para recibir la siguiente capa de material de tezontle.

Una vez que se ha logrado el reacomodo del material pétreo, se procede a colocar la siguiente cama de material (tepetate), el cual es extraído de un banco muy cercano que se ubica en la salida Morelia-Salamanca, Km 6.5l. El material se debe de ir colocando de acuerdo al proyecto: en capas de 20 cm. de espesor y con una compactación mínima de 90% proctor estándar.

Los rodillos pata de cabra son compactadores lentos pero que realizan un gran trabajo en materiales con gran contenido de arcilla, gravas y limos. Esto se debe por sus protuberancias que hacen la función de amasamiento y con ello es más fácil de llegar a la compactación deseada.

Para obtener la compactación deseada de las siguientes dos capas con espesor de 20cm. (98.55 m. a 98.95 m.), se hizo uso de un compactador pata de cabra. También se hizo uso de un compactador liso, este compactador hacía la función de ir cerrando la capa, es decir, las pequeñas deformaciones que iba dejando el compactador pata de cabra, con el compactador liso se cerraban (como se puede observar en la fotografía No 8).



Fot. 8 Compactación del rodillo pata de cabra y a un lado la compactación del rodillo liso.

Los encargados de las terracerías, deben considerar siempre los estudios de laboratorio que le garanticen la compactación especificada en el proyecto, como puede ser la **prueba proctor**, la cual garantiza un resultado aproximado al real al instante (prueba de campo).

La prueba proctor, consiste en conocer el grado de compactación ($G_c \%$), que es la relación que existe entre el peso específico del material del campo y el peso específico del material de laboratorio, para lo cual, en el laboratorio se realiza una prueba proctor (1933), la cual esta normada por la AASTHO, para obtener el peso específico del material de laboratorio, ya conocido; se realiza una prueba en campo para obtener el peso específico del mismo. Donde se obtiene una muestra de material y se determina el volumen y el peso, para obtener el peso específico con la relación peso entre volumen $\gamma = \omega / v$, esto se determina introduciendo un material ya conocido de donde se tomo la muestra y se despeja $v = \omega / \gamma$. La prueba se realiza como se observa en la fot. 9.

Si la obra civil la va ha ejecutar una empresa diferente a la que realizó la terracería, el residente tiene la responsabilidad de aplicar una prueba de laboratorio (proctor) si no queda conforme con la compactación, aún y cuando los resultados de laboratorio que proporcionan los de terracerías sean positivos, es decir, que satisfagan las especificaciones. Ya que de lo contrario, cualquier problema que se presente en la obra, entregada la terracería, recaerá en el residente encargado de la obra civil.





Fot. 9 Prueba de proctor en campo.

Después de haber terminado la compactación a esta altura (98.95m.), de acuerdo al proyecto, se procederá a construir las zapatas corridas para construir los muros de contención perimetral (como se ilustra en la fot. 10), los cuales soportarán el empuje del mismo material compactado que tiende a formar una dovela por la fuerza de la gravedad.

Una vez terminados los muros de contención se continuará la segunda fase de la plataforma siguiendo el mismo procedimiento constructivo como en la primera fase, es decir, realizando capas de 20cm. de espesor y compactación mínima de 90% proctor, esto se realizará las veces que sea necesario hasta llegar al nivel de terreno compactado (NTC= 101.3mts.).



Fot. 10 En el margen izquierdo se puede observar la zapata corrida y las varillas que sobresalen para construir el muro de contención.

El residente debe de estar observando que el procedimiento constructivo sea el adecuado, aplicando los medios mecánicos que más le favorezcan para un buen rendimiento y un buen terminado.



Fot.11 afine de terreno a pico y pala.

Dentro de la obra debe de existir buena comunicación entre los encargados de cada departamento, es decir, la comunicación entre el residente de obra civil y el residente de las terracerías para que no surjan problemas y los lleve a tomar dediciones que afecten el proyecto, por ejemplo, que el encargado de las terracerías deje el nivel de terreno compactado más elevado de lo especificado en el proyecto, lo cual nos genera problemas con el programa de ejecución de obra, ya que para poder tender el piso se necesitaría realizar un afine y esto implica demasiado tiempo, por ser realizado a pico y pala (como se observa en la fot. 11).

En el transcurso de la compactación se debe de estar observando que las siguientes operaciones se apliquen bien:

1. El tirado de material sea a espacios tales que al distribuir el material no vayan a quedar espesores mayores a 20 cm.
2. Para distribuir el material se deberá emplear la motocomformadora para que con la hoja, las capas queden aproximadamente de 20 cm.
3. Antes de ser compactado el material, deberá verificarse que tenga la humedad óptima para llegar al 90% de compactación especificado en el proyecto.
4. La compactación se realizará con cualquiera de los rodillos que existen, esto dependerá del tipo de material que se vaya a compactar.
5. En las partes donde no pueda llegar la compactación del rodillo, será necesario hacer uso de una compactadota de motor (bailarina).

Una forma de identificar la compactación en campo, es observando los cortes, ahí se pueden ver las capas y lo cerrado ó compactado del material. Observe las fotografías 12 y 13.



Fot. 12 Terreno mal compactado

Fot. 13 Terreno bien compactado.

Siempre que se esté compactando se deberá evitar que se ejecute lo siguiente:

1. El extendido del material con la retroexcavadora, que comúnmente se le conoce como pachara, esto dejará irregularidades en la capa a compactar y por lo tanto el vibrador no compactará uniformemente, lo cual provocará una mala compactación.
2. No se deberá compactar el material en seco, en caso de que eso se presente, se tendrá que realizar el suministro de agua por medio de pipas.
3. Si el material esta saturado de agua y ha rebasado el porcentaje óptimo de la misma, no se deberá realizar la compactación ó se tendrá que emplear material seco y homogenizarlo con la intervención de la motocomformadora.
4. No se realizarán compactaciones en capas inferiores a 10 cm., ya que de lo contrario provocará encarpetamiento ó deslizamiento de la capa. Provocando con el tiempo, daños en el piso.

Cuando una compactación no este bien realizada, es decir, que no haya realizado el procedimiento adecuado y por lo tanto no se obtuvieron los resultados especificados en el proyecto, se tendrán que levantar las últimas dos capas (como se observa en las fotografías 14 y 15), y modificar ó se deberá realizar una escarificada del material para hacer uso de la motocomformadora y homogenizar bien el material y tenderlo para recibir el compactador (tomando en cuenta que el laboratorio es quien va recomendar la opción mas favorable).



Fot. 14 Escarificación del terreno.



Fot. 15 Motocomformadora homogenizando el material.



Toma de decisiones

El residente debe tener presente que en el transcurso de la obra se pueden presentar problemas respecto a los procedimientos constructivos, es decir, puede haber zonas en las que el procedimiento constructivo previsto no se podrá ejecutar, por lo cual, el residente debe tener la capacidad de llevar a cabo una decisión favorable y razonable para la solución del problema. Estas decisiones deben de ser con la intención de no afectar demasiado el costo, tiempo y sobre todo la calidad.

Por ejemplo, en la construcción de la nave, en la esquina que forma el eje 2 con el eje A, se tomo la decisión de construir un muro de contención hecho de mampostería (como se ilustra en la fot. 16), con el objetivo de detener los caídos de paredones que afectaban la compactación. Este muro no estaba contemplado en el proyecto, pero fue necesario que se realizara para obtener la calidad requerida.

Así pues el gerente (residente) debe de tener esta capacidad de toma de decisiones favorables para su éxito en el momento que sea necesario y preciso.



Fot. 16 Muro de contención para detener caídos de paredón.

III.- CIMENTACIONES

Es la estructura o parte de la misma que está destinada a soportar el peso de la construcción que se construye sobre ella y transmitir al terreno en que se encuentra desplantada las cargas que soporta. Toda construcción deberá estar soportada por una cimentación apropiada que satisfaga las necesidades de seguridad.

Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir, como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada. La fusión puede ser: salvar un claro, como en los puentes; encerrar un espacio como sucede en los distintos tipos de edificios, o contener un empuje, como son los muros de contención, o soportar el peso de una construcción como son las cimentaciones. La estructura debe cumplir la función a la que está destinada con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado de las condiciones normales de servicio. Además, deben satisfacerse otros requisitos, tales como mantener el costo dentro de límites económicos y satisfacer determinadas exigencias estéticas.

Existen diferentes tipos de cimentaciones, como son:

- Zapatas aisladas
- Zapatas corridas
- Cajones de cimentación contra trabe
- Losa de cimentación
- Pilotes o pilas

Cimentaciones superficiales o poco profundas

Zapatas aisladas y profundas



- **Zapatas aisladas**

Elementos estructurales de base cuadrada o rectangular en los que se apoyan las columnas con objeto de transmitir la carga de éstas al terreno.

- **Zapatas corridas** Elementos estructurales en los que la longitud supera notablemente el ancho, soportan columnas o muros, construyéndose de concreto o mampostería.

Materiales

1. Concreto hidráulico
2. Acero de refuerzo
3. Piedra
4. Cimbra
5. Aditivos

Las estructuras de concreto

Las estructuras de concreto reforzado tienen ciertas características, derivadas de los procedimientos utilizados en su construcción, que las distinguen de las estructuras de otros materiales.

El concreto se fabrica en estado plástico, lo que obliga a utilizar moldes que lo sostengan (cimbras) mientras adquiere resistencia suficiente para que la estructura sea auto soportante. Esta característica impone ciertas restricciones, pero al mismo tiempo aporta algunas ventajas. Una de éstas es su “moldeabilidad”, propiedad que brinda al proyectista gran libertad en la elección de formas. Gracias a ella, es posible construir estructura, como los cascarones, que en otro material serían muy difíciles de obtener.



Otra característica importante es la facilidad con que puede lograrse la continuidad en la estructura, con todas las ventajas que esto supone. Mientras que en estructuras metálicas el logro de continuidad en las conexiones entre los elementos implica serios problemas en el diseño y en la ejecución, en las de concreto reforzados el monolitismo es consecuencia natural de las características de construcción.

Existen dos procedimientos principales para construir estructuras de concreto. Cuando los elementos estructurales se forman en su posición definitiva, se dice que la estructura ha sido colada *in situ* o colada en el lugar. Si se fabrican en un lugar distinto al de su posición definitiva en la estructura, el procedimiento recibe el nombre de prefabricación.

El primer procedimiento obliga a una secuencia determinada de operaciones, ya que para iniciar cada etapa es necesario esperar a que se haya concluido la anterior. Por ejemplo, no puede procederse a la construcción en un nivel de un edificio hasta que el nivel inferior haya adquirido la resistencia adecuada. Además, es necesario a menudo construir obras falsas muy elaboradas y transportar el concreto fresco del lugar de fabricación a su posición definitiva, operaciones que influyen decisivamente en el costo.

Con el segundo procedimiento se economiza tanto en la obra falsa como en el transporte del concreto fresco y se pueden realizar simultáneamente varias etapas de construcción.

Por otra parte, este procedimiento presenta el inconveniente del costo adicional de montaje y transporte de los elementos prefabricados y además, el problema de desarrollar conexiones efectivas entre los elementos.

El proyectista debe elegir entre estas dos alternativas, guiándose siempre por las ventajas económicas, constructivas y técnicas que pueden obtenerse en



cada caso. Cualquiera que sea la alternativa que escoja, esta elección influye de manera importante en el tipo de estructuración que se adopte.

Otra característica peculiar de las estructuras de concreto reforzado es el agrietamiento que debe tenerse en cuenta al estudiar su comportamiento bajo condiciones de servicio.

Características Generales del concreto y del acero

El concreto es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregados y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los agregados, construyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos o adicionantes, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. El peso volumétrico del concreto es elevado en comparación con el de otros materiales de construcción y como los elementos estructurales de concreto son generalmente voluminosos, el peso es una característica que debe tomarse en cuenta. Su valor se encuentra entre 1.9 y 2.5 ton/m³ dependiendo principalmente de los agregados pétreos que se empleen. Algunas de las otras características del concreto se ven influidas por su peso volumétrico. Por esta razón algunos reglamentos de construcción establecen disposiciones que dependen del peso volumétrico. El reglamento de construcciones del Distrito Federal, por ejemplo, define dos clases de concreto: Clase 1, que tiene un peso volumétrico en estado fresco a 2.2 ton/m³, y clase 2, cuyo peso volumétrico está comprendido entre 1.9 y 2.2 ton/m³.

El concreto simple, sin refuerzo, es resistente a la compresión, pero es débil en tensión lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Para resistir tensiones se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocado en las zonas donde se prevé que se desarrollarán tensiones bajo las acciones de servicio. El acero restringe el desarrollo de las grietas originadas por la poca resistencia a la tensión del concreto.



El uso de refuerzo no está limitado a la finalidad anterior. También se emplea en zonas de compresión para aumentar la resistencia del elemento reforzado, para reducir las deformaciones debidas a cargas de larga duración y para proporcionar confinamiento lateral al concreto, lo que indirectamente aumenta su resistencia a la compresión.

La combinación de concreto simple con refuerzo constituye lo que se llama **concreto reforzado**.

Efecto de la edad

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto aumenta su capacidad de carga con la edad. Este proceso de hidratación puede ser más o menos efectivo, según sean las condiciones de intercambio de agua con el ambiente, después del colado. Por lo tanto el aumento de capacidad de carga del concreto depende de las condiciones de curado a través del tiempo.

Efecto de la relación agua/cemento

La resistencia del concreto depende de la relación agua/cemento: a mayor relación agua/cemento, menos resistencia.

Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaño de partículas, así como tratar de utilizar el tamaño máximo posible del agregado grueso y que el módulo de finura de la arena se encuentre en un cierto rango de valores.

La calidad de un concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta, también llamada lechada de cemento. En un concreto elaborado



adecuadamente cada partícula de agregado estará completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado.

Para cualquier conjunto específico de materiales y condiciones de curado, la calidad del concreto endurecido está determinada por la cantidad de agua utilizada en relación con la cantidad de cemento. Algunas ventajas que se obtienen al educir el contenido de agua son:

1. Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
2. Se tiene menor permeabilidad y por consecuencia mayor hermeticidad y menor absorción.
3. Se incrementa la resistencia al interperismo.
4. Se logra una mejor unión entre capas sucesivas.
5. Se incrementa la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo.
6. Se incrementa la resistencia a la corrosión.
7. Se presenta menor cambio volumétrico causado por humedecimiento y secado.
8. Se reducen las tendencias de agrietamientos por contracción del concreto.

Entre menos agua se utilice se tendrá una mejor calidad del concreto, pero a condición de que se pueda consolidar adecuadamente. Menores cantidades de agua de mezclado producen mezclas más rígidas, pero con vibración aún las mezclas más rígidas pueden ser empleadas. Para una calidad dada de concreto las mezclas más rígidas son las más económicas. Por tanto la consolidación del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía.

Las propiedades del concreto en estado fresco (plástico) y endurecido, se pueden modificar agregando aditivos al concreto, usualmente de forma líquida o en polvo, durante su dosificación.



Los aditivos, en México, se usan comúnmente para:

1. Ajustar el tiempo de fraguado o endurecimiento.
2. Reducir la demanda de agua.
3. Aumentar la trabajabilidad (aumentar el revenimiento sin incrementar el consumo de agua).
4. Retardar el tiempo de fraguado del concreto.
5. Impermeabilizar el concreto.

Después de una dosificación adecuada, así como un buen mezclado, colocación, acabado y curado, el concreto endurecido se transforma en un material de construcción resistente, no combustible, durable, resistente al desgaste y prácticamente impermeable que requiere poco o nulo mantenimiento.

El concreto también es un excelente material de construcción por que puede moldearse en una gran cantidad de formas, colores y texturas par ser utilizado en un número ilimitado de aplicaciones.

Características de los aceros de refuerzo

El acero para reforzar concreto se utiliza en distintas formas. La más común es la barra o varilla que se fabrica tanto de acero laminado en caliente como de acero trabajado en frío.

Los diámetros usuales de las barras producidas en México varían de $\frac{1}{4}$ " a $1\frac{1}{2}$ ". (Algunos productores han fabricado barras corrugadas de $\frac{5}{16}$ ", $\frac{5}{32}$ " y $\frac{3}{16}$ ") En otros países se usan diámetros aún mayores.

Todas las barras, con excepción del alambIÓN de $\frac{1}{4}$ ", que generalmente es liso, tienen corrugaciones en la superficie, para mejorar su adherencia al concreto.



Generalmente el tipo de acero se caracteriza por el límite o esfuerzo de fluencia. El acero trabajado en frío no tiene un límite de fluencia bien definido.

En México se cuenta con una variedad relativamente grande de aceros de refuerzo. Las barras elaboradas en caliente pueden obtenerse con límites de fluencia desde 2300 hasta 4200 kg/cm². El acero trabajado en frío alcanza límites de fluencia de 4000 a 6000 kg/cm². En los países escandinavos se usan barras con límites de fluencia hasta de 9000 kg/cm².

Una propiedad importante que debe tenerse en cuenta en refuerzos con detalles soldados es la soldabilidad. La soldadura de aceros trabajados en frío debe hacerse con cuidado.

Otra propiedad importante es la facilidad de doblado, que es una medida indirecta de ductibilidad y un índice de su trabajabilidad.

Se ha empezado a generalizar el uso de mallas con refuerzo de losa, muros y algunos elementos prefabricados. Estas mallas están formadas por alambres lisos unidos por puntos de soldadura en las intersecciones. El acero es de tipo trabajado en frío, con esfuerzos de fluencia del orden de 5000 kg/cm². El espaciamiento de los alambres varía de 5 a 40 cm y los diámetros de 2 a 7 mm, aproximadamente. En algunos países, en lugar de alambres lisos se usan alambres con algún tipo de irregularidad superficial, para mejorar la adherencia.

El acero que se emplea en estructuras presforzadas es de resistencia francamente superior a la de los aceros descritos anteriormente. Su resistencia última varía entre 14000 y 22000 kg/cm² y su límite de fluencia, definido por el esfuerzo correspondiente a una deformación permanente de 0.002, entre 12000 y 19000 kg/cm².

Anclaje y adherencia

En elementos de concreto reforzado es necesario que exista adherencia entre el concreto y las barras de refuerzo, de manera que los materiales estén íntimamente ligados entre sí. De no existir adherencia, el comportamiento del elemento difiere del descrito en los capítulos anteriores.

El logro de un comportamiento adecuado en adherencia es un aspecto importante del dimensionamiento de elementos de concreto reforzado. Sin embargo, nuestro conocimiento de adherencia es relativamente escaso, especialmente en lo que se refiere a la determinación de los esfuerzos internos y a los mecanismos de las fallas por adherencia.

Los esfuerzos de adherencia se presentan en los elementos de concreto reforzado por dos causas: la necesidad de proporcionar anclaje adecuado para las barras y la variación de fuerzas en éstas debido a la variación del momento a lo largo del elemento.

Las barras de refuerzo deben estar ancladas en el concreto a ambos lados de la sección donde se requieran, de manera que pueda desarrollarse en ellas el esfuerzo requerido.

Naturaleza de la adherencia

La adherencia o resistencia al deslizamiento tiene su origen en los fenómenos siguientes:

1. Adhesión de naturaleza química entre el acero y el concreto.
2. Fricción entre la barra y el concreto, (que se desarrolla al tender a deslizar la barra).



3. Apoyo directo de las corrugaciones de las barras sobre el concreto que las rodea.

En barras lisas solo existen las dos primeras contribuciones. Como su aportación a la resistencia al deslizamiento es mucho menor que la debida al apoyo de las corrugaciones sobre el concreto, la adherencia con frecuencia era un factor crítico en el diseño cuando las barras lisas eran de uso común. Por ello era importante contar con anclajes adecuados en los extremos de las vigas para lograr un comportamiento como arco atirantado. Además, el mejor comportamiento en adherencia de estas barras ha hecho menos crítico el anclaje en los extremos que con las barras lisas y ha disminuido los agrietamientos y deformaciones respecto a los usuales en éstas.

No obstante estas mejoras, la adherencia sigue siendo un aspecto importante a considerar en el dimensionamiento de estructuras de concreto, sobre todo en el caso de barras con esfuerzos de fluencia de 6000 kg/cm^2 o aun mayores, cuyo uso es mayor en muchos países.

Aunque en las barras corrugadas la adhesión y la fricción también contribuyen a la adherencia, la aportación más importante corresponde a las corrugaciones. Es más, la adhesión se rompe al ocurrir pequeños deslizamientos de las barras dentro del concreto antes de que las corrugaciones se apoyen contra el concreto.

Como se mencionó anteriormente, el problema de adherencia, por su complejidad, ya que está interrelacionado con la fuerza cortante y el momento, ha sido estudiado sólo para casos particulares; no se dispone de una teoría general aplicable en todas las situaciones.



Empalme de barras

Comúnmente las barras de refuerzo se fabrican en longitudes que varían entre 12 y 18 m. Estas medidas no suelen ajustarse a las dimensiones de las estructuras, por lo que resulta necesario recurrir al empleo de empalmes. Por otra parte, por facilidad constructiva, las barras suelen cortarse con el fin de poder trabajar con piezas de menor longitud, lo que facilita su trabajo.

Hay diversas formas de efectuar el empalme de barras. La más común consiste en traslaparlas. Generalmente el traslape se efectúa con las barras traslapadas en contacto y amarradas con alambre, aunque también suele permitirse que quede cierto espacio entre ellas, siempre que esta separación sea inferior a la especificada por las normas.

El empalme por medio de traslape suele resultar práctico y económico para las barras de los diámetros menores. Para los diámetros mayores el empalme traslapado puede implicar un consumo alto de acero, por las longitudes de traslape requeridas, así como un congestionamiento exagerado de armado. Para evitar los inconvenientes de los traslapes se puede recurrir a empalmes soldados o empalmes a base de algún dispositivo mecánico. La elección del sistema apropiado depende de una comparación entre el costo del acero necesario para los traslapes y el costo de los empalmes a base de soldadura o de dispositivos mecánicos.

Los empalmes, cualquiera que sea su tipo, originan concentraciones de esfuerzos indeseables. Por otra parte, existe el riesgo de defectos en la realización del empalme. Por ello conviene evitar hacer empalmes en secciones críticas y que coincidan los empalmes de todas las barras de un elemento estructural en una misma sección.

El traslape mínimo admisible es de 30 cm. (ACI 318-89)



Empalmes soldados o por medio de dispositivos mecánicos

Para empalmar diámetros grandes, es aconsejable evitar los empalmes por traslape y recurrir a empalmes a base de soldadura o por medio de dispositivos mecánicos apropiados. Los reglamentos suelen exigir que los empalmes de esta clase sean capaces de desarrollar el 125 % del esfuerzo de fluencia cuando se utilizan en regiones donde el refuerzo está sujeto al esfuerzo máximo. En regiones donde el esfuerzo del acero es bajo, no es necesario cumplir con este requisito.

Según el reglamento ACI 318-89, los empalmes soldados deben realizarse de acuerdo con las recomendaciones de la America Welding Society. Debe tenerse especial cuidado en el caso de barras de alta resistencia trabajadas en frío.

Ejecución

Para realizar la construcción de la cimentación, será necesario realizar el procedimiento constructivo más favorable.

La cimentación del proyecto, en nuestro caso, será necesario construirla en tres etapas: Zapata de desplante para sostener el muro de contención, muro de contención y Zapata de desplante para sostener la estructura metálica (losa de cimentación).

Terminada la primera etapa de compactación (mejoramiento de suelo), se iniciará con el afine del terreno, observe la fot. 17, posteriormente se elaborará una plantilla de concreto pobre $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor de 5 cm. para recibir el armado de acero como se especifica en el “plano de cimentaciones”, ver fot. 20. El colado de la plantilla se ejecutará como sea conveniente, es decir, en el

sitio realizado por los obreros con la revolvedora y transportado en carretilla ó con concreto premezclado. Esto lo determinará el residente de obra.



Fot. 17 Afine del terreno y preparación de frontera para la plantilla pobre de $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

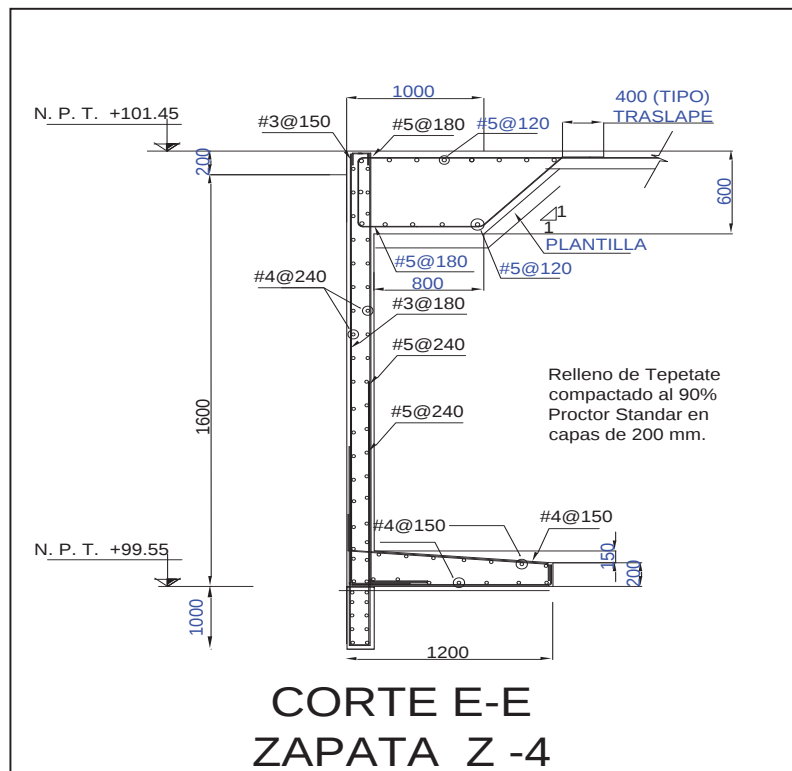


Fig. 1 Muestra la sección transversal de la zapata del eje "1 y 2"

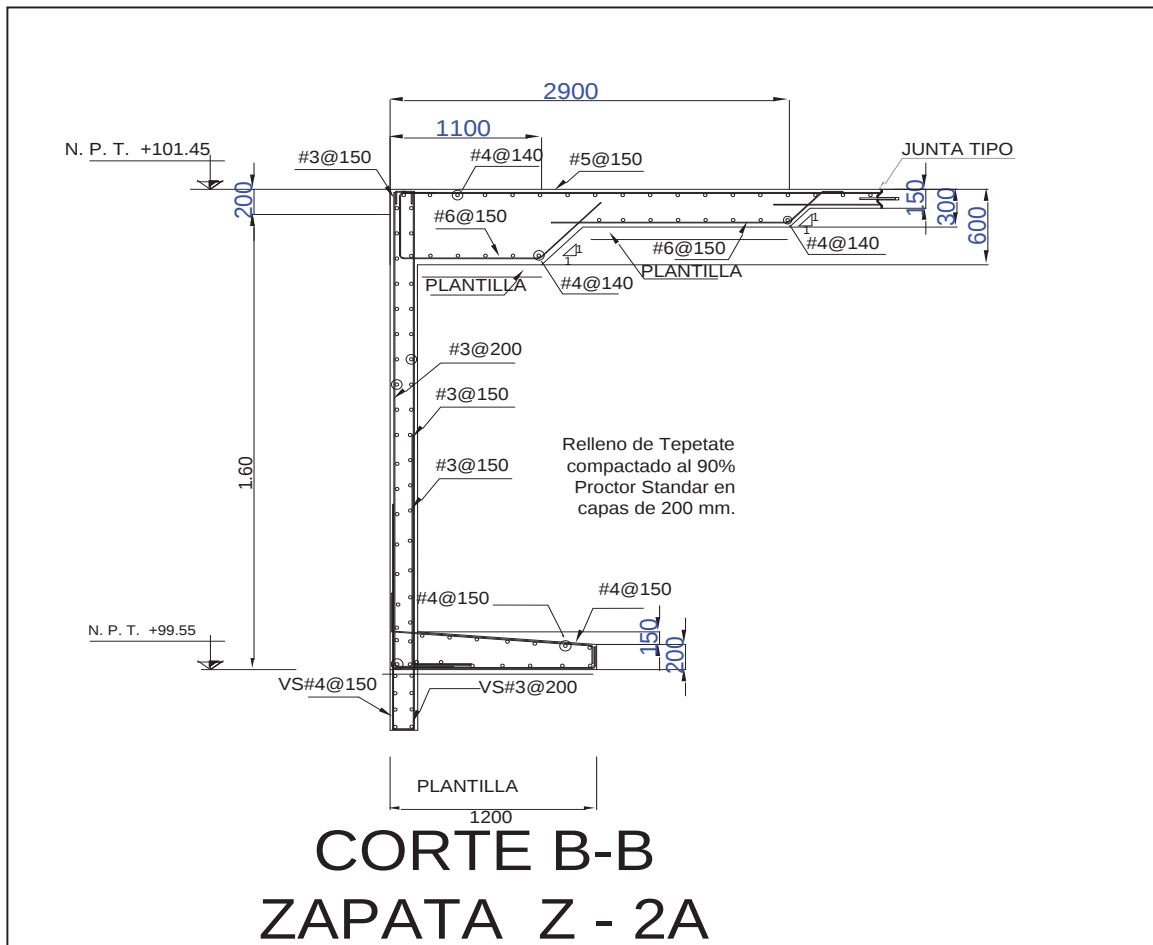


Fig. 2 Muestra la sección transversal de la zapata del eje "A y H"

En ocasiones cuando se presentan problemas de agua, será necesario hacer uso de bombas para extraerla y poder seguir la construcción (como se muestra en las fotografías 18 y 19).



Fot. 18 y 19 Ejemplos de problemas de agua que se pueden presentar en algunas zonas de construcción.

Los problemas de agua pueden ser por:

1. El nivel de aguas freáticas se encuentre no muy debajo del nivel de terreno natural.
2. Por problemas de clima, es decir, que se presente una lluvia intensa.
3. Problemas relacionados con drenajes, es decir, quebrar algún tubo que se encuentre cerca de la construcción.



Fot. 20 Plantilla de de concreto pobre, $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

Habilitado de fierro

Primeramente se procede al enderezado de las varillas que estén dobladas por mitad, su enderezado se realiza poniendo las varillas en una base horizontal y con la grifa se va enderezando poco a poco hasta quedar derecha, para esta operación se necesita un operario.

Después se procede al corte de las varillas, el corte de estas se puede realizar de diferentes formas, como son: con segueta, con una cortadora de palanca (fot. 21), y con equipo de corte (acetileno y oxígeno).



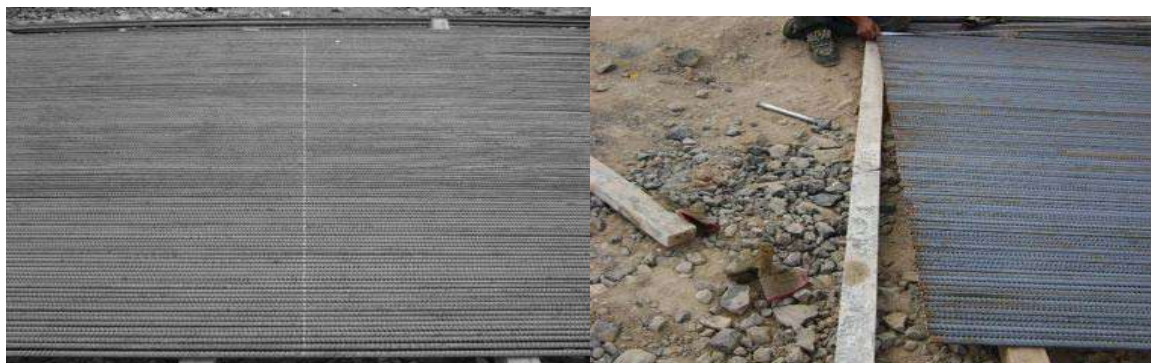
Fot. 21 Cortadora de acero por medio de palanca, para ésta operación se necesitan dos operarios.

Uso de Cortadora de Palanca

Para hacer uso de la cortadora de palanca, se requieren dos operarios, uno de ellos esta deteniendo las varillas y las esta colocando en la navaja de la cortadora para realizar los cortes de la medida especificada. El otro esta aplicando fuerza en la palanca de la cortadora.

Uso del Equipo de corte

Para hacer los cortes con el equipo (acetileno y oxigeno), se procede a realizar una cama de varillas, para realizar ésta cama es necesario la participación de dos operarios. Después se emparejan los extremos de las varillas, una vez realizada esta acción se hace uso del metro y se marcan todas las varillas a la medida deseada (como se ilustra en la fot. 22).



Fot. 22 Cama de varillas



Fot. 23 Manómetro para tomar lecturas de presiones

Tendidas las varillas y marcadas, se hace uso del equipo, el cual consta de: un soplete con mezclador integrado (fot. 25), este mezclador, como su nombre lo dice hace la función de mezclar el acetileno con el oxígeno; de un regulador con dos manómetros integrados (fot. 23), el primero sirve para marcar la presión a la que se encuentra sujeta la válvula, la segunda muestra la cantidad de acetileno u oxígeno con la que cuenta el tanque (fot. 24).



Fot. 24 se puede observar los tanques.



Fot. 25 Se puede observar el arco (soplete)

Para hacer uso del equipo es necesario:

Seguridad personal

1. Use siempre gafas protectoras cuando trabaje con soplete
2. Use guantes de material resistente al calor, que protejan sus manos y muñecas; manténgalos libres de grasas o aceites.
3. Mantenga la ropa limpia de grasa o aceite. Nunca use el oxígeno para sopletear la ropa pues esté en combinación con el aceite o la grasa la quemaría.
4. No permita que la ropa se sature con oxígeno.
5. Es preferible utilizar ropa de lana en vez de algodón, por que se quema con más dificultad y ayuda a proteger la piel de las altas temperaturas.
6. Nunca use aceite en los reguladores de oxígeno, cilindros, conexiones o sopletes, ni alrededor de ellos. Mantenga las manos libres de aceite.
7. No trabaje con equipo defectuoso o en malas condiciones. En caso de presentar deterioro, reportarlo a su superior.
8. En caso de quemaduras y lesiones, acudir de inmediato al servicio médico.

Después de haber marcado las varillas a la medida deseada, con el flexómetro, el operador realizará el corte haciendo uso del equipo (como se muestra en la fot. 26). Para hacer uso del equipo, tendrá que estar capacitado y conciente de aplicar las precauciones mencionadas con anterioridad.



Fot. 26 Corte de varillas haciendo uso del equipo de corte.

Doblado de la varilla o habilitado de acero

Para realizar el doblado de la varilla, dentro de la obra se construye un banco de concreto o de madera. El primero se realiza haciendo uso de un tambo y posteriormente se introducen unas varillas ahogadas en concreto (fot. 28). El segundo consiste en realizar la construcción de un banco de madera en el que se incrustan trozos de varilla (fot. 27). Construidos los bancos, para realizar el doblado se coloca la varilla en el banco, posteriormente se introduce un tubo galvanizado y de una longitud considerablemente largo a la varilla se aplica fuerza y se revisa que el doble haya quedado al ángulo especificado. Para ejecutar esta función es necesario de 2 operadores (oficial fierrero y ayudante fierrero).



Fot. 27 banco de madera.



Fot. 28 Banco de concreto

Para realizar los dobleces el oficial fierrero tendrá que hacer uso de un tablero. En este tablero podrá dibujar en él, con la supervisión o ayuda del ingeniero, las piezas requeridas para formar una sección de acero (como se observa en la fot. 29). Esto tiene la finalidad de trazar una figura, la cual contenga una medida que no vaya a generar desperdicio, es decir, obtener una longitud que sea múltiplo de 12, ya que la varilla, como lo habíamos mencionado con anterioridad, tiene una longitud de 12 m., de no ser así, se podría generar una gran cantidad de desperdicio, aunque aparentemente se observe que es un sobrante de barra de 10, 15 ó 20 cm. y lo pudiéramos considerar relativamente pequeño, pero cuando se hace uso de varillas de diámetros grandes realmente es

una pérdida de dinero, puesto que las varillas tienen un peso de: varilla de 5/8", 1.56 kg/ml; varilla de 6/8", 2.25 kg/ml; varilla de 1", 3.975 kg/ml. Por tanto esto nos podría llevar a una alteración del presupuesto.



Fot. 29 Tablero para realizar el trazo de las piezas necesarias para el armado.

La primera etapa de la cimentación (zapata de desplante para muro de contención) se elaborará con el fierro habilitado, el material (varilla) se acercará en el área que se requiera. El armado consiste en ir estructurando las piezas clave, ver fotografías 30 y 31, es decir, amarrar las piezas que van a dar forma a la zapata (como se muestra en el plano de cimentaciones) y facilitar la colocación y amarre de las próximas varillas, cuidando el traslape de las mismas donde sea necesario.



Fot. 30 Colocación de las piezas clave para dar forma a la zapata.



Fot. 31 zapata armada lista para colar.



Terminada la colocación, se procederá a realizar la cimbra para concreto.

Cimbra y Descimbra

Cimbra.- Conjunto de obra falsa y moldes temporales que sirven para soportar y moldear la construcción de elementos de concreto.

Molde.- Parte de la cimbra que sirve para confinar y amoldar el concreto fresco de acuerdo a las líneas y niveles especificados por el proyecto, durante el tiempo que éste alcance su resistencia prefijada.

Obra falsa.- Parte de la cimbra que sostiene establemente a los moldes en su lugar.

Las cimbras o moldes se ejecutan comúnmente de madera por ser un material que adopta con relativa facilidad casi cualquier forma y cuyo costo era relativamente bajo. Una cimbra de madera de contacto directo con el concreto y en la cual se ha empleado una buena mano de obra, puede ser usada de 4 a 6 veces. Si el elemento no ésta en contacto directo con el concreto, como sucede en el caso de elementos verticales como puntales, postes, refuerzos de tarima, largueros, madrinan, contravientos, etc., su vida útil puede alargarse hasta 10 o 12 usos.

La cimbra se construirá de acuerdo con el proyecto. En el diseño de la cimbra deberán considerarse los siguientes factores:

Estabilidad:

1. Cargas, incluyendo carga viva, muerta lateral e impacto.
2. Materiales por usar y sus correspondientes esfuerzos de trabajo.
3. Rapidez y procedimiento de colocación del concreto.



4. Contraflecha y excentricidad (en caso de losas).
5. Contraventeo diagonal y longitudinal.
6. Desplante adecuado de la obra falsa.
7. Evitar distorsiones causadas por las presiones del concreto.

Economía

Dependerá de utilizar el material apropiado según diseño del elemento por colar y tipo de acabado.

1. Materiales, forma de uso para cimbra y moldes.
2. Número de usos; dependerá del diseño del elemento por colar y tipo de acabado.

Calidad

La cimbra deberá terminarse con exactitud respecto a su alineamiento, nivel, acabado y limpieza.

Para reunir estos requisitos una cimbra debe poseer entre otras, las siguientes propiedades.

Ejecución de la cimbra

La cimbra se ajustará a la forma, alineamiento, niveles, dimensiones y acabado especificado en el proyecto (como se muestra en la fot. 32). En la elaboración de la cimbra, se evitará la fuga de lechada y de los agregados finos durante el vaciado, vibrado y compactado del concreto.



Fot. 32 Colocación de cimbra en la primera etapa de cimentación (Zapata para muros de contención)

Los materiales que se emplearán como cimbra de contacto o molde para obtener superficies de acabado aparente, deberán ser previamente revisados, además se tendrá que hacer uso de aceite quemado en la superficie de contacto con el concreto para que no sufra despostillamiento cuando sea retirada la madera, es decir, le facilitará el descimbrado (como se ilustra en la fot. 33).



Fot. 33 Madera en proceso de lubricación con aceite quemado.

Antes de iniciar el colado del concreto se deberá verificar lo siguiente:

1. la cimbra deberá estar limpia y exenta de toda partícula extraña, suelta o adherida al molde. Para tal fin el residente utilizará los medios que crea convenientes.



2. El número adecuado de puntales así como su correcta localización y verticalidad; verificando que todos estén ajustados con cuñas o arrastre.
3. Verificación de colocación de chaflanes en su caso.
4. Durante el colado y antes del fraguado inicial de concreto, se inspeccionará la cimbra para detectar deflexiones, asentamientos, pandeos o desajustes de los moldes u obra falsa.
5. La cimbra de madera deberá mantenerse húmeda durante un periodo mínimo de dos horas antes de efectuar el colado.
6. En las partes donde no se pueda cimbrar con madera por lo estrecho se deberá colocar polietileno u otro material que haga la función de separar las dos estructuras, además que hace la función de disipar energía en caso necesario.

Descimbrado

La determinación del tiempo que deben permanecer colocados los moldes y la obra falsa, depende del carácter de la estructura, de las condiciones de la estructura, de las condiciones climáticas, del tipo de cemento empleado, y del uso de aditivos que aceleren o retarden el fraguado del concreto.

Como mínimo o a menos que el residente indique otra cosa, los periodos entre la terminación del colado y la iniciación de la remoción de los moldes y la obra falsa deberán corresponder a lo indicado a la tabla siguiente.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	PORTLAND TIPOS I, II, IV, V, PORTLAN PUZOLANICO TIPO IP	TIPO III RESISTENCIA RAP.
Trabes	14 días	7 días
Losas	14 días	7 días
Bóvedas	14 días	7 días
Columnas	2 días	1 día
Muros y Contrafuertes	2 días	1 día
Costados trabes losas	2 días	1 día



Cuando se usen aditivos, la remoción de la obra falsa y moldes se iniciará cuando lo ordene el residente, con base en los resultados de las pruebas de cilindros de concreto representativos y curados en las mismas condiciones de la estructura.

Medición para fines de pago

Se hará tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación al décimo, debiéndose cuantificar exclusivamente la superficie de molde que esté en contacto con el concreto.

No serán medidas para fines de pago las superficies de formas empleadas fuera de las líneas y niveles de proyecto.

Después de tener la cimbra preparada se realizará el colado con cemento premezclado.

Como solicitar el concreto premezclado

Para realizar el colado de cualquier parte de la construcción con concreto premezclado es necesario solicitarlo adecuadamente para no tener problemas, por ejemplo:

1. Oiga queremos concreto enseguida... para la obra junto a la iglesia... como el del miércoles pasado...

Este es un ejemplo de cómo NO pedir el concreto premezclado, lo que sucede todos los días.

2. Pida el concreto con tiempo, para estar seguro de recibirlo en el momento que se necesite, se debe pedir por lo menos la tarde del día anterior.

3. El concreto se deberá solicitar de la siguiente manera:

Aquí el Ing. Mario, de la constructora SPC. Necesito para la obra Distribuidora Morelia, en la calle Morelos Norte, al lado del motel Boulevard, mañana Martes a las 8:30 hrs., 24 m³ de concreto de 250 kg/cm² de resistencia de tamaño máximo de 20 mm. y revenimiento de 14 cm. y que sea de tipo rápido.

4. Siempre se tendrá que estar preparado para recibir el concreto. El acceso deberá estar sin impedimentos y sobre terreno firme hasta el área de descarga, que el punto de descarga y la banda estén situados de tal forma que se consiga un tiempo óptimo de descarga (ver fot. 34).
5. Siempre se revisará la nota antes del vaciado del concreto para revisar que venga con las especificaciones pedidas (Revenimiento, resistencia, edad, tamaño del agregado máximo).
6. Siempre se revisará el revenimiento, si el concreto no tiene el revenimiento el Ing. tiene el derecho y la obligación de regresar el material.



Fot. 34 Preparado para recibir el concreto premezclado.



Revenimiento

Esta es la medida convencional de trabajabilidad del concreto, llevándose a cabo de la forma siguiente:

1. El cono de revenimiento se llena en tres camas apisonadas 25 veces con la varilla estándar punta de bala 5/8".
2. Se procede a retirarse el molde dejando asentarse el hormigón, tanto como su consistencia lo permita.
3. Se mide la distancia de la condición original del concreto a la condición revenida en su parte superior y ese será el revenimiento.

Entre los revenimientos más usuales tenemos los siguientes:

Clase de Estructura	Prueba de mezcla	Revenimiento mínimo en (cm)	Revenimiento máximo en (cm)	Revenimiento Promedio
1.- Presas, Pilas, Cimentaciones, etc.	Seca	0	8	4
2.- Losas y Trabes	Plástica	8	12	10
3.- Columnas, Castillos o Piezas de pequeñas dimensiones	Fluida	10	20	15

Después de revisar el revenimiento, se realizará el vaciado del concreto de una forma uniforme (como se muestra en la fot. 35). El vaciado lo realizarán los operadores de las revolvedoras y los obreros estarán preparados para recibir el concreto e ir vibrando y pasando regla para dar el acabado.



Fot. 35 Vaciado del concreto

Vibrado del concreto

El procedimiento para el eficaz vibrado de la cimentación varía con el tipo de trabajo, el vibrador empleado y el revenimiento del concreto a emplearse. La mayoría de las reglas para el vaciado a mano han de observarse y además, tomarse otras precauciones.

Generalmente los intervalos entre los puntos de inserción no han de ser mayores a 60 cm., para los vibradores más potentes y, desde luego, a intervalos más próximos para las máquinas menos potentes. Los vibradores han de insertarse y retirarse lentamente y deben operarse continuamente mientras se extraen. Se recomiendan de 10 seg. de vibrado en cada capa, hincados a cada 40 cm., de separación (como se observa en la fot. 36).

Las zapatas mojadas más de la cuenta no han de vibrarse, porque es posible que tenga lugar la segregación de los materiales. El asentamiento ha de

reducirse al mínimo posible para atenderse con una cantidad razonable de vibración.



Fot. 36 Vibrado del concreto, usando el vibrador en posición vertical a cada 40 cm.

Ventajas del vibrado

- El vibrado hace que el concreto se consolide
- El vibrado hace endurecer mas rápido el concreto
- Incrementa la impermeabilidad del concreto
- Con el vibrado se logran mejores acabados en superficies aparentes
- Se logra una mayor resistencia a los agentes atmosféricos
- Las mezclas pueden ser más secas y alcanzar resistencias más altas, lo que se traduce a piezas de menores dimensiones.

Precauciones para el vibrado

- Cuando se vibre un concreto se tendrá que realizar los moldes más reforzados de lo normal, para evitar salir el concreto, y resistan la presión hidrostática.
- Se tendrá que tener cuidado al realizar el vibrado a distancias no mayores a 40cm. y por un tiempo aproximado de 10 seg.

- Se procurará no hacer el vibrado en concretos que hayan empezado a fraguar, ni tampoco se vibrará los que estén demasiado fluidos, es decir, los concretos con revenimientos elevados no se vibrarán.

La segunda etapa de la cimentación (muros de contención) será de concreto armado. Los muros de concreto armado tendrán como función resistir esfuerzos a la compresión, flexión y empujes horizontales.

En lo referente a dimensionamiento, armado y resistencia, se ejecutará conforme esté indicado en el proyecto. En nuestro caso se especifica que el muro tiene doble parrilla, y para que esta quede bien separada se deben utilizar separadores en forma de “U” (orquillas), los cuales se deben ir colocando a una distancia de 1.30 m (como se puede ver en la fot. 37).



Fot. 37 muestra el uso de las orquillas

Después de realizar el armado, se procederá al cimbrado y descimbrado del muro tomando en cuenta lo mencionado en el sub-tema de **cimbra**. El carpintero deberá de preparar la cimbra de tal forma que el acero quede en el centro, es decir, que el recubrimiento del mismo sea el adecuado para evitar la corrosión.

El colado del muro se realizará con el cucharón de la revolvedora en los lugares donde sea accesible o con bomba (pluma) donde no sea accesible el

paso de la olla (ver fot. 39), por lo cual el revenimiento del concreto será mayor. El vaciado del concreto lo realizarán los operadores de la distribuidora del mismo.



Fot. 38 muestra el cimbrado del muro



Fot. 39 Muestra el colado del muro.

Esta tercera etapa de la cimentación (losa cimentación) es la más importante ya que tiene dos funciones: trabajar como cimentación y funcionar como piso.

Para logra lo primero es necesario dar forma a la excavación (afine de terreno fot. 40) y realizar la plantilla de concreto para recibir el acero y colocar las anclas que sostendrán las columnas de la estructura, también se colocarán los drenes de aguas pluviales (tubos de PVC). En las partes donde se junta el piso con la cimentación se genera una junta de expansión, por lo tanto será necesario utilizar capuchones a cada 30 cm. para controlar el hundimiento de la misma (ver fot. 42 y 43).



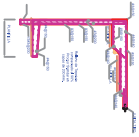
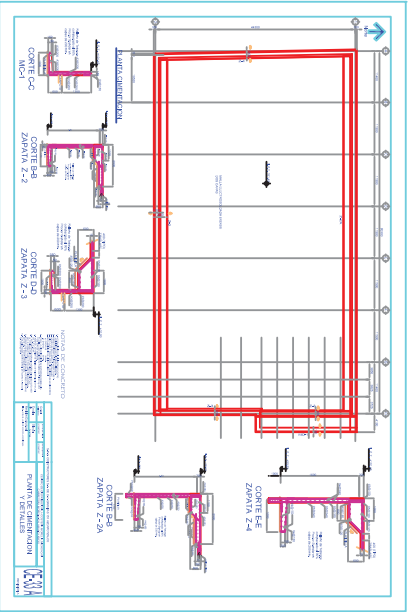
Fot. 40 Afine del terreno



Fotos 41 y 42 muestran el drenaje de agua pluviales y la colocación de capuchones y anclas.

Para lograr lo segundo, es necesario reunir previamente a los encargados de la ejecución del piso (Especialista en piso, distribuidor de concreto premezclado y residente de obra). En esta reunión se definirá como se va aplicar el concreto en la losa-cimentación, considerando que la sección a colar tiene un espesor elevado de 60 cm., por lo cual se necesitará gran cantidad de m^3 de concreto y el avance será poco en relación a los m^2 , considerando que existen dos tipos de secciones (imagen 1 y 2) y tomando en cuenta que el distribuidor de concreto solo puede suministrar 100 m^3 , se tendrá que ver donde es más conveniente aplicar el concreto, ya que para el especialista en pisos no es favorable realizar menos de 180 m^2 por día, por lo tanto se tendrá que llegar a un acuerdo fijo y favorable para ambas partes, tomado en cuenta los tiempos de tiro del concreto para no afectar el fraguado.

El procedimiento constructivo para el terminado de la superficie se vera en el tema de **pisos**.





IV.- CONSTRUCCIÓN DE MUROS

Los muros son elementos constructivos, arquitectónicos y estructurales que se construyen verticalmente o inclinados para delimitar espacios o para desempeñar una función estructural.

Hablar pues de muros, es tocar un tema demasiado amplio pero muy importante dentro de la Ingeniería Civil, ya que en toda construcción es necesaria la presencia de ellos.

Generalidades

1. Los muros pueden tener entre otras las siguientes funciones:
 - a.- Térmicas
 - b.- Acústica
 - c.- Protección radiológica
 - d.- Estructurales
 - e.- Ductos de instalaciones

2. En la construcción de los muros, los materiales a utilizar deberán satisfacer las especificaciones que indique el proyecto, así como los requisitos establecidos en las normas para cada caso. A continuación se mencionan a título enunciativo pero no limitativo los siguientes tipos de muros:
 - a.- Muros de mampostería.
 - b.- Muros de tabique de arcilla recocida.
 - c.- Muros de block hueco o macizo de cemento arena.
 - d.- Muros de bloques de arcilla recocida huecos o macizos.
 - e.- Muros de celosía de piezas precoladas industrializadas o de barro comprimido.
 - f.- Muros de concreto armado.



- g.- Muros de placas de yeso (tabla roca)
 - h.- Compuestos a base (de lámina, mallas metálicas, núcleos de poliuretano, tableros de cemento con madera pulverizadas).
 - i.- Muros de celosía o paneles de madera.
3. Cuando en la localidad donde se construye no exista el material especificado, el propietario del proyecto señalará el que a su juicio deba utilizarse.
 4. Si los muros se construyen en niveles superiores y requieren equipo para su elevación, este deberá ser el adecuado y previamente aprobado.
 5. Las dimensiones, disposición de las piezas, juntas, tratamiento superficial y demás características de acabado en los muros estarán dados por el proyecto.

Muros de tabique de arcilla recocida

Los materiales que intervienen en la construcción de los muros de tabique de arcilla recocida son los siguientes:

1. Tabique.
2. Cemento.
3. Arena.
4. Agua.

Las dimensiones, textura, grado de cocción, forma del tabique, serán aprobadas por el propietario del proyecto según muestra de la región presentada por el contratista, anticipadamente de acuerdo a programa de suministro de materiales.

No se aceptará tabiques con un esfuerzo de ruptura a la compresión inferior a 60 kg/cm^2 tomando en consideración la calidad de la arcilla y grado de cocción.



Cuando por las condiciones climáticas de la localidad donde se construya se prevean temperaturas inferiores a la de congelación, y el medio ambiente sea húmedo, así como en los casos en que el tabique se localice en cimentaciones o en muros de contención donde se esperen condiciones que propicien una alta desintegración, en el proyecto se fijará las características del material que deba utilizarse y si a su juicio se requiere comprobar su calidad deberán llevarse a cabo las siguientes pruebas:

1. Absorción.
2. Congelación.
3. Interperismo acelerado.
4. Salinidad.
5. Compresión.

No se aceptarán tabiques rotos, despostillados, rajados, porosos, o con cualquier otra clase de irregularidad que, a juicio del proyectista pudiera afectar la construcción y/o apariencia del muro.

Ejecución

En la ejecución de los muros de tabique de arcilla recocida deberá atenderse lo siguiente:

1. Previamente a su colocación, los tabiques deberán saturarse con agua, a fin de evitar perdidas del agua para fraguado del mortero, así como en los casos de muros que se encuentren el proceso de construcción, en las zonas que vayan a quedar en contacto con el mortero fresco.
2. Se deberá usar mortero cemento-arena, donde la proporción volumétrica aplicada será la que convenga al proyectista de acuerdo al tipo de material que exista en la zona para dar el acabado especificado.
3. El mortero deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.



4. Los tabiques de hiladas contiguas deberán cuatrapearse, las juntas verticales construirse a plomo y las horizontales a nivel, salvo indicación diferente del proyecto este aparejo será cambiado cuando el proyecto así lo ordene o cuando el espesor del muro así lo requiera.
5. Los muros de tabique de arcilla recocida deberán llevar los refuerzos de concreto armado que fije el proyecto.
6. Con objeto de evitar desplomes y derrumbes no deberán levantarse muros en una altura mayor de 2.00 m. sin que se hayan construido los refuerzos verticales adyacentes.
7. Cuando se utilicen muros divisorios los rellenos deberán utilizarse juntas con los elementos estructurales considerando las zonas sísmicas o asísmicas. El material y el espesor de esta junta estarán dados por el proyecto.
8. Cuando los muros se utilicen como muros de cortante en combinación con la estructura, deberán estructurarse como lo indique el proyecto.
9. En muros que desempeñen función estructural, la máxima proyección horizontal de las ranuras destinadas a alojar tuberías de instalaciones será de 50 cm., los cortes de las ranuras deberán hacerse con sierra de disco, con el auxilio de maceta y cincel para vaciarlas.

Tolerancias

En los muros de tabiques de arcilla recocida hecha a mano sin acabado aparente.

1. El almacenamiento horizontal de los muros en el desplante no deberán diferir del alineamiento teórico del proyecto, en más de 1 cm.
2. No se tolerarán desplomes mayores a $1/300$ de la altura del muro, para alturas mayores de 6.00 m. se permitirá un máximo de 2 cm.
3. No se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro, mayores de 3 mm.



4. El desnivel de la hiladas no será mayor de 3 mm por metro lineal, tolerándose como valor máximo 3 cm. para longitudes mayores de 10 m.
5. El espesor de las juntas tanto verticales como horizontales no será mayor de 1.5 cm. ni menor de 0.5 cm.

En muros de tabique hecho a mano, de arcilla recocida, con acabado aparente.

1. No se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de 2 mm.
2. El desnivel de las hiladas no será mayor de 2 mm. por metro lineal, tolerándose como valor máximo 2 cm. para longitudes mayores de 10 m.
3. El espesor de las juntas será el especificado por el proyecto y no deberá tener variaciones superiores a 4 mm.
4. En muros de tabique hecho a máquina, de arcilla recocida, con acabado aparente.
 - No se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de 1 mm.
 - El espesor de las juntas será el especificado por el proyecto y no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

Mediciones para fines de pago

Se hará por superficie tomando como unidad el m² con aproximación a un decimal, además, no se deberá incluir en la medición las superficies ocupadas por los refuerzos de concreto (cadenas y castillos).

Muros de bloques huecos o macizo de arcilla recocida

Los bloques que se emplean en este tipo de muros son de tipo prefabricado y prensado. Estos bloques tienen varias ventajas:

- Los bloques vienen con sus aristas de una sola medida y esto facilita al trabajador la construcción del muro, ya que puede desarrollar mejor su trabajo dando un acabado más óptimo.
- En aplanados, el rendimiento de la mezcla será mayor, ya que los muros estarán a plomo y el aplanado será de un espesor menor.
- En muros aparentes es más sencillo obtener el acabado óptimo, como ya lo mencionamos, por sus aristas que tienen la misma medida, además, el acabado que traen de fábrica es el acabado normal, es decir, que terminado el muro se procede a lavarlo.

En los muros construidos con bloques, no se aceptarán bloques con una resistencia a la compresión inferior a 100 kg/cm^2 .

Los muros de bloques huecos es necesario utilizar o anclar varillas en un espacio de 1m a 1.2m, estas varillas se denominan castillos ahogados y tienen la finalidad de darle mayor resistencia al muro, tanto a la flexión como a la torsión.



Fot.43 Muros de bloques huecos sobre uno de concreto armado.

Los muros de bloques huecos tienen la gran ventaja de que se pueden construir muros de longitudes muy prolongadas sin necesidad de utilizar castillos de concreto (como se muestra en la fot. 43). Por lo tanto se tendrá que hacer uso



de juntas constructivas a cada 25.00 mts. como máximo. Las juntas se realizarán con materiales plásticos que permitan disipar los esfuerzos generados por los efectos de contracción y dilatación (compresión).

Ejecución

Para su ejecución se realizará el mismo procedimiento que se llevo a cabo en el sub-tema de **muros de tabique de arcilla recocida**.

La mezcla que se utilizará en los muros de bloques huecos, será de una proporción con menos arena y esta deberá ser previamente harneada o cribada con la finalidad de obtener una mezcla más pastosa y más fina, esto se logrará con una relación cemento arena 1:4. En caso de resistencias superiores será lo que el proyectista señale.

Tolerancias

Las tolerancias que se deberán tomar en cuenta son las mencionadas en el sub-tema de **muros de tabique de arcilla recocida**.

Muros de bloques de concreto hueco

Los muros de block están contruidos con materiales de construcción de forma prismática rectangular (sólidos y huecos). Fabricados con moldes en máquinas de vibro compresión.

Los materiales que intervienen en la fabricación de bloques de concreto, son los siguientes:

- Cemento
- Arena
- Grava, piedra triturada



- Piedra pómez
- Escoria volcánica o tezontle
- Agua

El tipo de bloques de concreto huecos o sólidos en sus dimensiones, textura, color y forma estarán dados por el proyecto teniendo en cuenta su fabricación y uso:

Para bloques sólidos y huecos

- Bloques tipo “A” pesado

Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y de relleno. Su baja absorción permite el uso de estos bloques en exteriores sin recubrimiento.

- Bloques tipo “B” intermedio

Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deben protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.

- Bloques tipo “C” ligero.

Se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo, deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

No deberá utilizarse el bloque de concreto con resistencias de ruptura a la compresión inferiores a los valores que a continuación se indican:

“A” Pesado	Hueco 60 kg/cm^2	Sólido 100 kg/cm^2
------------	----------------------------	------------------------------



"B" Intermedio	Hueco 40 kg/cm ²	Sólido 70 kg/cm ²
"C" Ligero	Hueco 23 kg/cm ²	Sólido 40 kg/cm ²

Ejecución

Tenemos que tomar en cuenta que la elaboración de los muros en la obra es de acabado "tipo aparente", por lo que se debe de terminar con una buena calidad y esto incluye que las líneas verticales como horizontales queden bien definidas, es decir, que no se alcance a apreciar deformaciones. Por lo tanto se requiere de un buen proceso constructivo y una buena supervisión.

No se deberán humedecer los bloques de cemento durante su colocación, con objeto de disminuir los efectos de contracción y expansión.

Para nuestro caso el espesor del block es de 20 cm. por lo que procederá a colocar el reventón al inicio del muro a una distancia de 21 cm. para suministrar un espesor de mezcla de 1cm. una vez que se a colocado los block de la primera hilada se continuará colocando el reventón a 21 cm. de la parte superior de la hilada. Esto permitirá que el oficial bloquero pegué el block al ras del hilo garantizando así que las líneas de mezcla queden bien definidas y derechas. Este proceso se irá repitiendo cuantas veces sea necesario hasta llegar al enrase del muro, es decir, a la altura marcada por el proyecto.

Debemos mencionar también que para obtener las líneas verticales derechas u orientadas se hará uso de una regla o un hilo para de allí partir con una mitad de block la cual generará el traslape entre block y block (se puede observar en la fot 44), se deben realizar los cortes del block con una pulidora, los cortes deben estar bien trazados y bien medidos, de lo contrario las líneas verticales no se observaran bien alineadas, por lo tanto, la calidad de trabajo se reduce.



Fot. 44 se puede observar la colocación del block



Fot. 45 muro terminado con castillo y dala.

En los muros de block hueco, se tendrán que estar colando a cada 1 m. de distancia varillas de $3/8"$, en las cuales se irán introduciendo los blocks y se formará un cajón, entonces, se procede a rellenar con una relación cemento-arena 1:4, estos castillos se conocen como ahogados y sirven para darle mayor resistencia al muro.

Cuando los muros sean de alturas considerablemente elevadas, se tendrá que hacer uso de andamios de metal (como se muestra en la fot. 46), estos andamios constan de dos secciones de dos crucetas y de cuatro coples para la colocar mas andamios en la parte superior de las secciones y sujetarlos con alambrón. Así, el constructor obtendrá una mayor confianza y, además, se evitarán accidentes.



Fot. 46 muestra el uso de andamios e hiladas de block a reventón.



Castillos y Cadenas

Los castillos y cadenas son refuerzos de concreto en muros de mampostería, tabique, block.

Las finalidades principales de los castillos y cadenas son las siguientes: Proporcionar rigidez y/o estabilidad al muro, proporcionar la liga requerida de los muros, ligar a muros que se intercepten, como remates horizontales de muros, como elementos para la absorción de esfuerzos horizontales, etc.

La localización, espaciamiento, sección, armado, acabados y demás características de las cadenas y castillos, estarán dadas por el proyecto, considerando:

1. Se construirán castillos en todo el muro que desempeñe funciones estructurales o cuya altura exceda los 3.00 m de altura
2. En las intersecciones de muros, en ambos extremos de todo muro aislado.
3. El espaciamiento máximo entre castillos será de 20 veces el espesor del muro.
4. En caso de muros contruidos con bloques huecos con castillos colados en su interior, el espaciamiento máximo será de 10 veces su espesor.
5. Deberán construirse cadenas de concreto sobre el coronamiento de cimientos de mampostería como desplante de muros, en cerramientos de puertas y ventanas, y para remates horizontales o inclinados de bardas pretilas y muros que no vayan a estar ligados en la parte superior.

Ejecución

Se localizarán los castillos de acuerdo al plano del proyecto, después, se procederá a realizar el habilitado de fierro para armar las trabes y castillos.

Donde se presenten traslapes se deberá cumplir con el mínimo de 40 diámetros.

Para el cimbrado de las dalas y castillos, se utilizará madera acorde al acabado que se especifique en el proyecto. En caso de acabados aparentes, se utilizará chaflanes de 2.5 x 2.5 cm. (como se puede apreciar en la fot. 47 y 48).



Fot. 47 Colocación de chaflán



Fot. 48 cimbrado de castillo

Muros de concreto armado

Los muros de concreto armado, como su nombre lo dice, son estructuras construidas de concreto hidráulico y acero de refuerzo, su función principal es resistir esfuerzos a la compresión, flexión y empujes horizontales.

Los muros de concreto armado, en su ancho, altura, espesor, armado y acabado final estarán dados por el proyecto. Se harán juntas en los muros de concreto armado y estarán en función de la forma de su trabajo estructural con el objeto de evitar fisuras por dilatación y contracciones según lo indique el proyecto.



En los muros de concreto armado de mayor longitud deberán realizarse juntas a cada 30 m. (ver fot. 49).



Fot. 49 muestra una junta de construcción, entre muro de concreto y muro de block.

Material es:

1. Cemento
2. Arena
3. Grava
4. Agua
5. Varilla
6. Cimbra
7. Aditivos (cuando especifique el proyecto)

Ejecución

Además del procedimiento constructivo mencionado en las paginas 52 y 53, se debe considerar que cuando los muros de concreto armado se ubican en la parte exterior de la nave industrial deben tener un acabado de calidad (aparente), por lo cual se debe de utilizar madera de primera calidad y si es necesario, como

en nuestro caso, darle forma de marco al muro utilizando chaflanes de 2.5 cm X 2.5 cm. como se puede observar en la fot. 48.

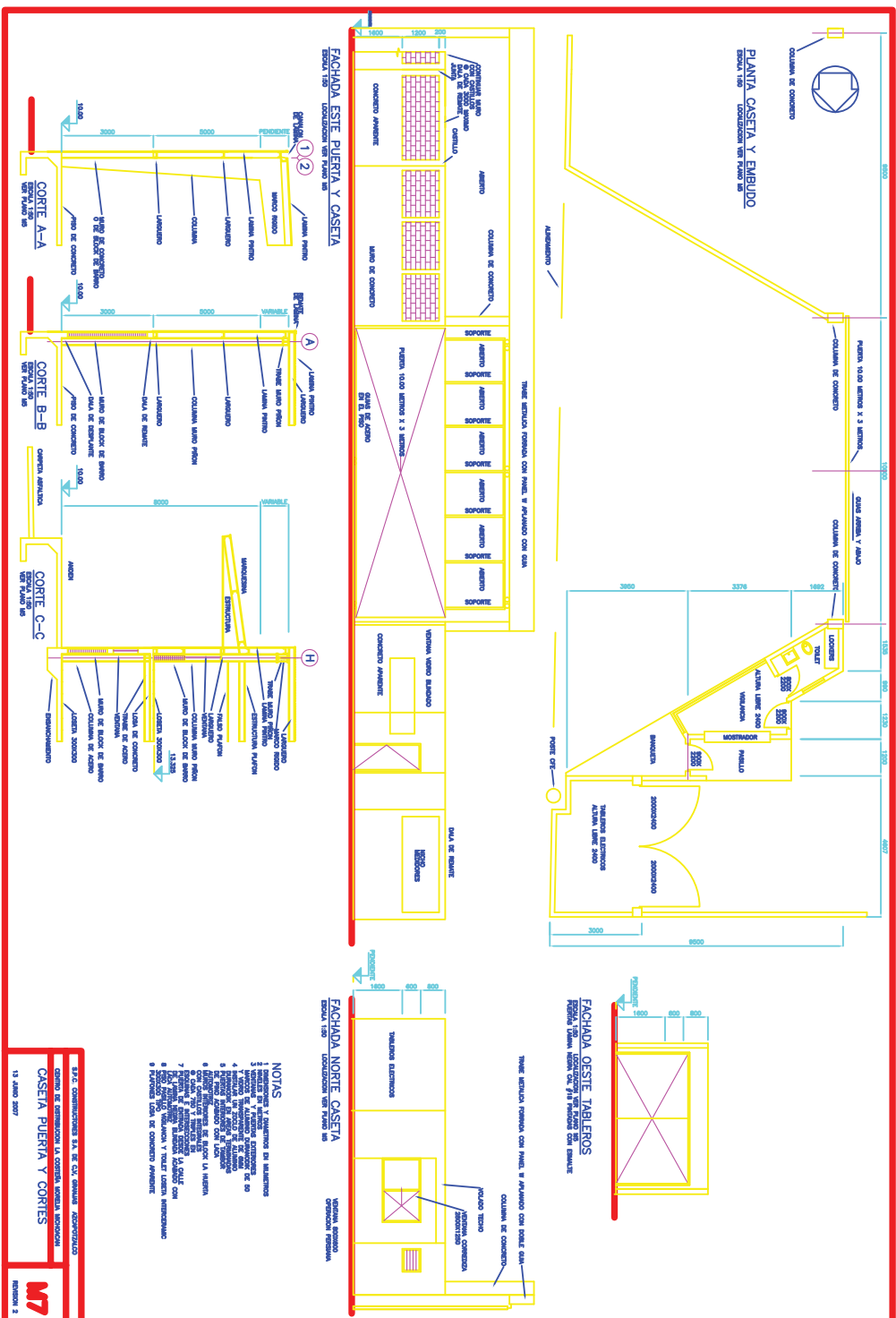
Los chaflanes tiene 2 funciones: primera, darle forma de marco al muro y segunda en caso de presentarse esfuerzos por dilatación evitar que sufra fracturas el muro actuando este como junta, es decir, que la fractura se presentará justamente donde se encuentra la ranura del chaflán.



Fot. 47 muro de concreto recién descimbrado



Fot. 48 muestra muro de concreto terminado.





V.- ELABORACIÓN DE PISO

Un piso de concreto desplantado en una base de tierra es un elemento constructivo común. Puede ser una simple losa de rodamiento, o tener un mayor grado de complejidad.

Sin importar lo elemental o lo complejo a que se refiere el ámbito ingeniería, el método constructivo de los pisos de concreto es similar: se prepara el terreno de soporte, y posteriormente el concreto es colocado. Desde luego existen muchas consideraciones tales como el drenaje y el diseño en el espesor.

La base deberá tener una superficie rugosa y de poro abierto, además deberá estar libre de sustancias que pudieran impedir la adherencia entre la sobrelosa y la losa base.

La sobre losa podrá aplicarse el mismo día (antes del fraguado de la losa base) o de aplicación diferida (después del fraguado de la losa). Además se podrá utilizar un endurecedor superficial mineral o metálico.

Las sobrelosa ligadas deberán tener un espesor de al menos 19mm (3/4"). Deberá coordinarse la separación de juntas en la sobrelosa, con el sistema de juntas en la losa base.

Pisos industriales

Son los pisos que están sometidos a cualquiera de las siguientes aplicaciones de carga:

1. Cargas móviles (entre los que podemos citar vehículos pesados, montacargas y cualquier vehículo con ruedas en contacto con la superficie de la losa.)



2. Cargas puntuales a través de los soportes de maquinarias o estructuras de almacenamiento, como racks o anaqueles.
3. Cargas uniformemente distribuidas, aplicadas directamente sobre la superficie de la losa de concreto.

Los pisos de concreto, industriales, comerciales o de tráfico ligero, deben ser diseñados y construidos sin olvidarnos de los aspectos económicos a los que van ligados. En términos de economía no se habla exclusivamente de construcción o inversión inicial, más bien incluyendo además los costos asociados con el mantenimiento y reparaciones necesarias en el piso, así como el mantenimiento y las reparaciones de los equipos que transiten sobre él, etc. La construcción de un buen piso de concreto requiere comunicación estrecha entre el propietario, arquitecto, ingeniero y contratista, con un mutuo entendimiento del nivel de calidad necesaria para el uso proyectado de la instalación.

Para asegurar que el piso industrial soporte exitosamente y sin asentamientos las cargas para las que fue diseñado, es de vital importancia diseñar y construir la sub-rasante y la base en preparación para recibir la losa de concreto.

Juntas

Las grietas en los pisos, son a menudo causadas por la restricción a cambios volumétricos en una masa de concreto, creando esfuerzos de tensión. Cuando estos esfuerzos de tensión exceden la resistencia a la tensión propia del concreto, sucede entonces el agrietamiento. Existe la posibilidad de un agrietamiento debido a las inevitables contracciones por enfriamiento y contracciones por secado, propiedades del concreto endurecido.

La aparición de agrietamiento en el concreto debe de ser controlado y hay varias maneras efectivas de lograrlo. Como primera consideración, tenemos que



minimizar los cambios volumétricos en el concreto endurecido y otras maneras de lograrlo incluyen la utilización de juntas, el uso de acero de refuerzo y el uso de fibras que ayuden a controlar el despostillamiento de los bordes.

La planeación para el diseño y colocación de las juntas de concreto es muy importante, proponiendo el tipo, número, ubicación y espaciamiento de las juntas, ya que de esta manera se logrará una mejor estimación en los costos y reducción de errores durante la construcción.

Existen principalmente tres tipos de juntas dependiendo su función, ubicación y condiciones en obra. Los tres tipos de juntas comúnmente utilizados en los pisos de concreto son: **expansión, contracción y construcción.**

- Junta transversal de expansión/Aislamiento: Estas juntas son colocadas en donde se permita el movimiento de la losa sin dañar estructuras adyacentes (estructuras de drenaje, muros, etc.).
- Juntas Longitudinal de contracción: Son las juntas longitudinales intermedias dentro del área o franja del piso que se esté colocando, y controlan el agrietamiento donde van a ser colados en una sola franja dos o más losas de concreto.
- Juntas transversales de contracción: Son las juntas que son construidas transversalmente al sentido del colado y que son espaciadas para controlar el agrietamiento provocado por los efectos de las contracciones como por los cambios de temperatura y de humedad.
- Junta Longitudinal de Construcción: Estas juntas unen losas adyacentes cuando van a ser coladas las franjas o áreas en tiempos diferentes.

La práctica común en las juntas de construcción es regresar posteriormente y realizar un corte a una profundidad de 1" (2.5cm.) para crear el depósito para el

material de sello, ya que selladas las juntas de construcción mejorarán el nivel de servicio al circular por ellas, así como su apariencia.

Generalidades

En la mayoría de los casos, la manera más común de colocar el concreto en un área grande, es mediante el colado de franjas, por lo tanto se tendrá que plantear la forma de ejecutar el piso mediante planos, así como se ilustra en el plano de pisos (CE-33B).

Una vez determinada la forma de ejecución y el tipo de juntas que van a existir (expansión, contracción y control), se procederá a realizar el habilitado de la frontera de madera, dicha frontera deberá estar a nivel, para el caso de la cimentación, y se colocarán los bull doger (capuchones), ver fot 49, para posteriormente colocar las varillas que trabajarán como junta de expansión.

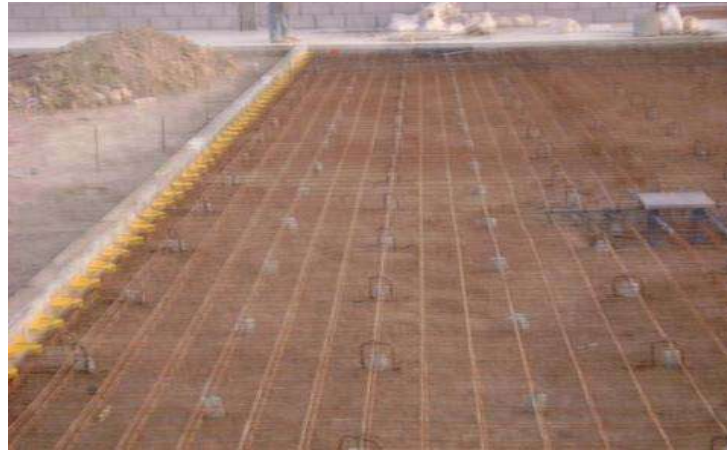


Fot. 49 Colocación de los capuchones y la frontera a nivel.

En las zonas donde sea piso, se realizarán franjas para permitir una mejor accesibilidad a la zona que se vaya a colar o se esté colando. Se realizarán juntas de contracción intermedias, transversales a la longitud mayor de la franja, en intervalos fijos. En los casos de franjas anchas, podrá ser necesaria, la formación de una junta longitudinal de control. Además, se hará uso de una doble malla de acero 6/6-6/16, la cual tendrá la función de resistir los esfuerzos a tensión que se

generarán por el secado del concreto, es decir, tiene la función de mantener bien cerradas las grietas que se lleguen a presentar.

En las juntas de contracción se colocarán diamond dowell (diamante mina), ver fot. 50, que servirán para reducir los esfuerzos por torsión. Estos se colocarán en la cimbra a una separación aproximada de 30 cm uno de otro.



Fot. 50 muestra los diamond dowell colocados en intervalos fijos de 30 cm.

Colocación de concreto

Antes de colocar el concreto el residente de obra tendrá que revisar la nota del concreto para verificar que sea el requerido, ya que los premezclados tienen una gran variedad de concretos que sirven para desempeñar diferentes funciones, por ejemplo; en nuestro caso se utilizó concreto $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ para la cimentación y concreto MR42 de baja contracción para los pisos.

La colocación del concreto podrá ser realizada por: toboganes de descarga, con bomba estacionaria ó con pluma (bomba). Esto será de acuerdo a las condiciones en que se encuentren, es decir, la accesibilidad que exista.

Cuando se coloque el concreto, independientemente del tipo de descarga que se utilice, se deberá impedir las grandes acumulaciones de concreto.

El extendido es la primera operación para la construcción de pisos en las superficies planas. El extendido se debe realizar con palas cortas de bordes cuadrados, después, se irá vibrando, como se observa en la fot. 51, para garantizar una correcta consolidación del concreto en los elementos o instalaciones que se encuentren entre el piso ó cimentación. La cabeza del vibrador deberá introducirse en forma vertical durante el proceso.



Fot. 51 extendido y vibrado del piso.

El concreto debe ser enrasado o reglado, es decir, que el nivel de la superficie se tiene que moldear hasta un nivel determinado, generalmente establecidos por los bordes de la cimbra. Esto se deberá realizar inmediatamente después de vaciado el concreto y se puede hacer manualmente con reglas simples o mecánicamente mediante reglas vibratorias o reglas láser (ver fot. 52).

De todas las operaciones de colocación y acabado del concreto, el reglado es la operación que contribuye de manera más importante en la obtención de nivel deseado. La estabilidad de la cimbra o de las guías de la regla, tiene un impacto directo en la precisión del reglado. Consecuentemente, se deberá tener cuidado en elegir el sistema de cimbras y el método de reglado, que mejor se ajuste al nivel final del piso.



Fot. 52 muestra el reglado del concreto.

Las cimbras están construidas generalmente de madera o de metal. El esparcimiento entre cimbras y el soporte proporcionado por ellas influirá en la precisión de la operación de reglado.

El ancho de las franjas generalmente varía entre 3 y 5 m., sin embargo, varía principalmente por depender en parte de la separación de los ejes de las columnas. Generalmente las franjas de un mismo proyecto tendrán anchos iguales (como se muestra en el plano), y además se deberán buscar que tengan bordes que coincidan con los ejes de las columnas.

En la parte superior del piso se aplicarán endurecedores superficiales (compuestos fabricados con distintos tipos de agregados y aditivos), como se puede visualizar en las fotografías 53 y 54, que al ser aplicados sobre la superficie fresca del concreto, aumentan la resistencia a la abrasión y al impacto. Entre los más comunes se encuentran los fabricados a base de agregado de cuarzo y agregado metálico. Los primeros brindan una resistencia a la abrasión equivalente al doble de la resistencia que presenta un piso de concreto bien curado, mientras que los fabricados con agregado metálico, llegan a alcanzar resistencias de hasta ocho veces la obtenida en un piso de concreto bien curado.

Por otro lado, estos endurecedores pueden ser color natural, manteniendo la apariencia del concreto, o bien, pueden brindar un color diferente con el fin de mejorar la apariencia general del piso e incluso la reflectividad del mismo, disminuyendo así el consumo de energía eléctrica para la iluminación, además de disminuir la permeabilidad del concreto, previniendo así la absorción de líquidos derramados, siempre y cuando sean limpiados oportunamente. El uso de estos endurecedores es particularmente útil en zonas sujetas a abrasión constante e impactos fuertes, tales como: andenes de carga y descarga, industria metal-mecánica, tiendas comerciales, almacenes, etc.

La aplicación del producto será de aproximadamente 3 kg/m^2 para garantizar la resistencia expuesta en los párrafos anteriores.



Fot. 53 y 54 muestran la aplicación de endurecedores minerales.

Después del colocar el endurecedor la superficie de concreto está lista para ser nivelada. La nivelación debe realizarse inmediatamente después del enrazado y deberá terminar antes que se presente el agua de sangrado en la superficie, ya que cualquier operación realizada sobre la superficie del concreto cuando el agua de sangrado esté presente, puede provocar defectos posteriores en la losa.

La nivelación se realiza mediante una flota llamada “bullfloat” o flota tipo “darby” cuyos propósitos son eliminar las huellas, rellenar deformaciones en la superficie causadas por el enrazado y empujar ligeramente debajo de la superficie el agregado (endurecedor). Las flotas tipo “bullfloat” y “darbies” tienen en esencia

el mismo propósito, pero proveen diversas ventajas y características una de la otra. El primer tipo tiene un mango más grande que facilita alcanzar superficies más grandes, mientras que las flotas tipo “darby” que son de un mango más corto, facilitan el acabado en bordes y zonas difíciles para la flota convencional.



Fot. 55 uso de la flota “bullfloat”



Fot. 56 uso de la flota “darby”

Flotado

El término flotado se utiliza para describir la compactación y consolidación de la superficie del concreto no formado. El flotado se lleva a cabo en dos etapas separadas durante el proceso de acabado del piso de concreto. La primera etapa es la nivelación, la cual se realiza con el “bullfloat” o “darby” inmediatamente después del enrazado para corregir planicidad. La segunda etapa del flotado se realiza después de la evaporación de la mayoría del agua de sangrado empleando generalmente equipos mecánicos (disco de flotado montado sobre aspas).

El flotado, ya sea manual o mecánico tiene cuatro propósitos:

1. Empujar el agregado grueso ligeramente debajo de la superficie del piso, compuesto por el agregado fino y el cemento.
2. Eliminar pequeñas imperfecciones como son: crestas y valles, para lograr una superficie plana.

3. Compactar y consolidar el concreto, además de traer mortero a la superficie, preparándolo para las siguientes operaciones.
4. Mantener la superficie abierta, de tal modo que el aire y el agua del sangrado puedan escapar.

El flotado del concreto hoy en día es realizado principalmente por medios mecánicos, como se muestra en las fotografías 57 y 58, sin embargo, se recomienda siempre hacer la primera pasada con herramientas manuales, ya que al usar los discos convencionales del flotado en la primera pasada puede provocar deformaciones u otra serie de problemas principalmente en pisos con endurecedores superficiales.



Fot. 57 y 58 muestran el uso del disco.

El concreto debe ser colado y terminado, por personal con experiencia y habilidad en la construcción de pisos de concreto. El acabado superficial en el concreto requiere de los tres pasos siguientes:

1. Colocación y extendido del concreto, compactación y nivelación de la superficie de concreto enrasado o perfilado con el uso de herramienta manual, regla o regla vibratoria.
2. Consolidación y acabado de la superficie mediante el flotado, seguido por el corte de puntos altos y relleno de puntos bajos (corrección de planicidad).



3. Compactación final y pulido mediante llanas manuales de acero o allanadoras mecánicas (helicópteros).

Existen tres acabados básicos en la superficie de una losa de concreto: reglado, flotado, y allanado.

El acabado pulido, es el empleado para losas de pisos industriales. El pulido mejora la apariencia estética de la superficie y logra una superficie más fuerte, con mayor resistencia a la abrasión y más fácil de limpiar.

Para hacer el proceso de pulido en el tiempo correcto dentro de proceso constructivo, se deben cumplir 2 condiciones básicas:

1. La película de agua de sangrado deberá haberse evaporado ya de la superficie flotada.
2. El concreto debe haber endurecido lo suficiente para prevenir que el proceso de pulido no saque de la superficie un exceso de material fino y agua.

El pulido se logrará con llanas de acero ejerciendo una presión fuerte que transformará la superficie abierta y arenosa obtenida del proceso de flotado en una superficie dura, densa, uniforme y libre de huellas de equipo y procesos previos.

Allanado

El propósito del allanado, es el de producir una superficie dura, densa y lisa. Esto se logra realizando el allanado inmediatamente después del flotado, con la finalidad de crear una superficie resistente a la abrasión.

El proceso del allanado o pulido mecánico se realiza con las aspas de las allanadoras mecánicas. Las allanadoras mecánicas o aspas deben ser inclinadas

con el propósito de ejercerle mayor presión a la superficie de la losa. Generalmente, una inclinación mayor producirá una superficie más lisa.

El allanado mecánico debe comenzar cuando el exceso de humedad traído a la superficie por el flotado inicial, haya desaparecido de la superficie y cuando no presente un estado muy visible de plasticidad (pegajoso). El tiempo de espera adecuado entre el flotado y el allanado va a depender de las condiciones del diseño de mezcla y las condiciones atmosféricas predominantes del lugar.



Fot. 59 ventilador (zancudo)



Fot. 60 acabado del piso (pulido).

El proceso del pulido debe hacerse siguiendo un patrón sistemático. Normalmente se requiere dos o más pasadas para incrementar la compactación de finos en la superficie y obtener una mayor resistencia a la abrasión (ver fot. 60). Además se deberá dar un cierto tiempo entre cada pasada para dejar endurecer el concreto y desaparezca el brillo de agua.

Se recomienda incrementar la inclinación de las aspas en cada pasada para ejercer presión adicional mientras el concreto endurece y también se recomienda hacer cada pasada en dirección opuesta a la anterior.

Será necesario hacer uso de las llanas manuales de acero para rematar las orillas del piso, así como se observa en la fot. 61, ya que las allanadoras mecánicas en ocasiones no pueden realizar el pulido de las esquinas u orillas.



Fot. 61 Remate de las orillas con llanas manuales.

Curado

Después de realizar el allanado, se procederá a realizar el curado del concreto. El curado se podrá realizar de diferentes formas: cubriendo la superficie del concreto con plástico, mojando el concreto todos los días durante una semana o recubriendo el concreto con una membrana.

El objetivo de curado en pisos de concreto, es el de optimizar la hidratación del concreto, manteniendo un contenido de humedad y temperatura óptimos en el concreto. A través de la hidratación de las partículas de cemento, se desarrolla su incremento de resistencia y por ende la resistencia a la abrasión.

Los métodos más eficaces para la mayoría de pisos industriales son aquellos en los que se utiliza agua, pero no siempre pueden ser los más prácticos, por ejemplo, los pisos con superficies metálicas ó con endurecedores minerales requieren técnicas de curado especial.

Para el proceso el curado, se enuncian los siguientes tres métodos alternativos:

1. Compuestos de curado. Consiste en el sellado de la superficie y bordes mediante la aplicación con aspersores de una membrana o compuesto de curado (ver fot. 62). El compuesto de curado deberá ser de un tipo que no deje una decoloración o marca permanente en la superficie, así como no intervenir en la aplicación de cualquier material subsecuente.



Fot. 62 muestra el curado del cemento con aspersor.

2. Mediante hojas de polietileno o papel impermeable. Las películas de polietileno y las hojas de papel impermeable son usadas como métodos de retención de humedad de concreto de la superficie previamente humedecida, colocada tan pronto como sea posible sin dejar marca en la superficie.

Sin embargo, este método de curado no se recomienda para pisos de acabado aparente debido a que el color de la superficie de concreto puede no llegará a ser uniforme, de hecho las manchas son más frecuentes si la cubierta de polietileno está expuesta directamente a los rayos del sol.



3. Mediante una cubierta húmeda. La lona es un recubrimiento húmedo usado con mayor frecuencia.

Este material y otros recubrimientos húmedos, cuando se aplican en la forma correcta, proporcionan un abastecimiento continuo de humedad, distribuida uniformemente sobre la superficie. Se deben colocar sobre el concreto tan pronto como esté lo bastante duro para que la superficie no se dañe. Todos los bordes expuestos del concreto deben ser cubiertos con sumo cuidado. Los recubrimientos deben mantenerse húmedos, de manera que la superficie húmeda permanezca en contacto continuo con el concreto durante el período de curado.

La superficie de piso recién construido deberá protegerse de las actividades de construcción posteriores. Por tal motivo se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Evitar pisar el piso por lo menos un día.
2. Evitar el tránsito de vehículos ligeros en un lapso de 7 días, a menos que las pruebas de laboratorio muestren que el concreto ha alcanzado una resistencia mínima de 210 kg/cm^2 a la compresión simple.
3. Dejar las hojas de papel o plástico el mayor tiempo posible en el piso.

Proteger la superficie de la losa con hojas de madera o con algún otro medio cuando se espere tráfico pesado.

Cortes

Para poder adquirir un terminado óptimo en los pisos industriales es necesario realizar juntas de control, de construcción y/o de expansión, ya que un

adecuado sistema de juntas puede eliminar la posibilidad de agrietamiento en el mismo. Por lo tanto, una buena aplicación de las juntas nos puede llevar al éxito del proyecto, ya que se tiene que escoger el tipo correcto de junta para cada ubicación, establecer un buen dimensionamiento de cada losa o piedra y realizar los cortes para formar las juntas donde sea requerido.

La junta en un piso industrial es mediante el corte con un disco para su posterior sellado (como se muestra en la fot. 63). Esto es debido al uso esperado del piso y a los esfuerzos ejercidos por las ruedas pequeñas de los montacargas a los bordes de las juntas.



Fot. 63 corte del concreto mediante disco de diamante.

Las cortadoras de concreto pueden ser de gasolina o eléctricas y los discos de corte pueden ser abrasivos o de diamante.

Actualmente se utilizan principalmente dos tipos de cortes: El corte convencional húmedo y el corte temprano en seco.

El corte temprano en seco se utiliza cuando se desea la formación de juntas a una edad temprana. El corte obtenido en este proceso no es tan profundo ya que se obtiene una profundidad máxima de 32 mm. (1 ¼"). Sin embargo, la entrada temprana permite que las juntas se formen antes que se desarrollen



esfuerzos de tensión, incrementado así, la posibilidad de que la grieta se forma en la junta cuando se desarrollen esfuerzos suficientes.

En el corte húmedo o convencional, se realizan normalmente entre las 4 y 12 horas después de que el acabado de la losa ha terminado, 4 horas en climas cálidos y 12 horas en climas fríos. En el proceso de corte temprano, el periodo de tiempo adecuado varía entre 1 hora para clima cálido y 4 horas para clima frío después de que el acabado del piso a concluido.

En el método convencional, la profundidad de corte debe ser al menos $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa. En el método de corte temprano, la profundidad deberá ser de al menos 25 mm (1").

Independientemente del método seleccionado, el corte de juntas deberá realizarse:

1. Antes de que el concreto comience a enfriarse.
2. Tan pronto como la superficie del concreto sea lo suficientemente firme para no ser rasgado, despostillado o dañado por el disco.
3. Antes de que se forme el agrietamiento causado por la contracción y secado del concreto en la losa.

Las ranuras producidas por el corte en el piso serán rellenas con materiales para soporte antes de la aplicación de un sellador para juntas. Existen dos tipos principales: aquellos que se utilizan en juntas de aislamiento o expansión, y los que se utilizan en juntas de control y construcción.

Los primeros se fabrican con materiales altamente compresibles como espuma de poliuretano o cartón tratado, de manera tal que sean capaces de

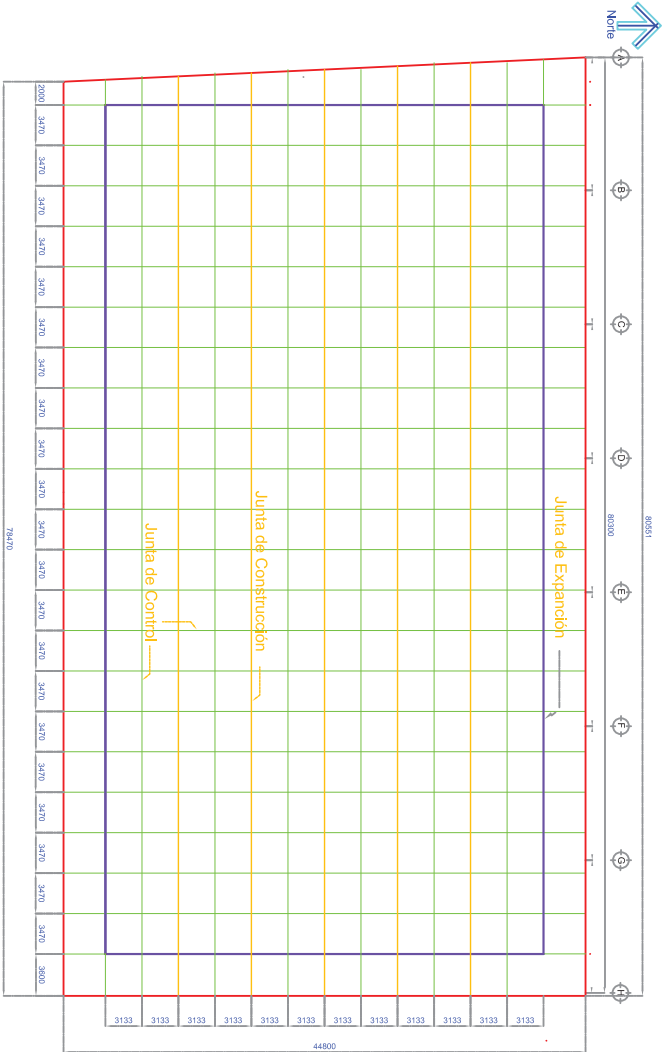


absorber los movimientos, entre secciones, generados en las juntas de aislamiento. Generalmente estos materiales se presentan en hojas o rollos según el caso.

Los segundos se fabrican generalmente con espuma de poliuretano en forma de cordón (se les conoce como backer rod o cola de rata) para soportar selladores elastoméricos en juntas que no van a estar sujetas a tráfico de vehículos con ruedas pequeñas, pero si a movimientos importantes del piso.

Los selladores para junta son productos cuya función principal es evitar el deterioro de las aristas de las juntas y prevenir el paso de líquidos que puedan deteriorar eventualmente las terracerías. Esos productos se dividen principalmente en elastoméricos y semirígidos, los cuales a su vez pueden estar fabricados a partir de distintos materiales tales como: poliuretano, resina epoxica, polyurea, silicón, poliuretano-asfaltó, etc.

Los selladores elastoméricos se utilizan principalmente en juntas que requieren una gran capacidad de elongación, pero no de una dureza superficial importante. Esta condición se da generalmente en juntas de control y construcción, o bien, en juntas de aislamiento donde se esperan movimientos importantes entre las distintas secciones de concreto como son en las juntas alrededor de las cimentaciones especiales para equipos, juntas perimetrales, etc.



NOTAS DE CONCRETO

1. EL CONCRETO DEBE SER DE CLASE C30/37, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, DEBEN USARSE CEMENTOS DE CLASE 42.5, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, Y AGREGADO DE GRASA DE 1.5% DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557.

2. EL CONCRETO DEBE SER DE CLASE C30/37, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, DEBEN USARSE CEMENTOS DE CLASE 42.5, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, Y AGREGADO DE GRASA DE 1.5% DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557.

3. EL CONCRETO DEBE SER DE CLASE C30/37, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, DEBEN USARSE CEMENTOS DE CLASE 42.5, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, Y AGREGADO DE GRASA DE 1.5% DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557.

4. EL CONCRETO DEBE SER DE CLASE C30/37, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, DEBEN USARSE CEMENTOS DE CLASE 42.5, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, Y AGREGADO DE GRASA DE 1.5% DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557.

5. EL CONCRETO DEBE SER DE CLASE C30/37, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, DEBEN USARSE CEMENTOS DE CLASE 42.5, DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557, Y AGREGADO DE GRASA DE 1.5% DE ACUERDO A LA NORMA ECUATORIANA NTC 2557.

S.P.C. CONSTRUCTORES S.A. DE C.V. / SEÑALES Y AZAROTZALCO		CENTRO DE DISTRIBUCION LA COSTA NOROCCIDENTAL	
Código: 1100000000		Código: 1100000000	
Escala: 1:100		Escala: 1:100	
Revisión: 01		Revisión: 01	
Elaborado: J. J. J. J.		Elaborado: J. J. J. J.	
Revisado: J. J. J. J.		Revisado: J. J. J. J.	
Aprobado: J. J. J. J.		Aprobado: J. J. J. J.	
Fecha: 11/03/2021		Fecha: 11/03/2021	

PLANTA DE CIMENTACION
JUNTAS

CE-338
REVISIÓN 1



VI.- INSTALACIONES

Las instalaciones son un conjunto de elementos que se integran a la construcción para darle un mayor confort al usuario. Éstas por su tipo de uso se clasifican en: Instalaciones hidráulicas, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, etc.

Instalaciones Hidráulicas

Son un conjunto de elementos tales como tuberías, conexiones, válvulas, materiales de unión entre otros que abastecen y distribuyen de agua a cada uno de los servicios, en la cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades de los mismos.

La ejecución de las instalaciones hidráulicas estará a cargo de un oficial plomero, el cual deberá de analizar el plano, si es necesario memorizarlo, y aclarar las dudas con el ingeniero residente antes de llevar a cabo la ejecución.

Los materiales a emplear dentro de las instalaciones hidráulicas estará en función del fluido para conducir y lo señalado por el proyecto, podrán ser: de cobre, fierro galvanizado, de PVC (policloruro de vinilo), etc.

Todas las tuberías horizontales necesarias, para el servicio interior de la nave, se deberán instalar abajo del nivel de la losa, además, se evitará instalar tuberías sobre equipos eléctricos ó sobre lugares que presenten peligro para los operarios al efectuar trabajos de mantenimiento. Las tuberías de alimentación se conectarán formando ángulos rectos entre sí y el desarrollo de las tuberías deberá ser paralelo a los ejes principales de la estructura.

Los tubos se emplearán siempre por tramos enteros y solamente se permitirán uniones en aquellos casos la longitud de tubería necesaria rebase la dimensión comercial.

Los cortes de los tubos se ejecutaran en ángulo recto con respecto al eje longitudinal del mismo y deberán conservarse limpias tanto en su interior como en su exterior, hasta la terminación total y entrega de los trabajos.

Los huecos y perforaciones en la losa serán los que especifique el proyecto, por eso es importante que se memorice y revise el plano, y deberán realizarse con equipo adecuado para no dañar la estructura. En los muros donde sea necesario de ranuras para introducir la tubería, se harán con cortadora de disco a la profundidad mínima necesaria, procediendo a la terminación con cincel y marro, sin dañar el resto del muro.

Ninguna tubería deberá quedar alojada en elementos estructurales. En losas y trabes de cimentación, se dejarán preparaciones como lo especifique el proyecto, estas preparaciones se harán dejando huecos cuadrados o rectangulares, como se puede observar en las fotografías 64 y 65, según se trate de una o varias tuberías, siempre considerando el espacio suficiente para alojarlas y forrarlas si es necesario. En caso de que solo sea una tubería, el hueco será cuadrado e igual a dos veces su diámetro por lado.



Fot. 64 y 65 Preparación cuadrada para la introducción de albañales.



Se deberán ejecutar uniones que sean perfectamente herméticas, sin remiendo de ninguna clase.

Las válvulas deberán quedar localizadas en lugares accesibles y que permitan su fácil operación. No deberán instalarse con el vástago hacia abajo manteniendo su posición y verticalidad. Se usarán válvulas de mariposa para la regulación de flujo. Serán con disco de bronce y cuerpo de hierro.

Los elementos de unión (soldadura) que se aplicarán son los siguientes:

1. Agua fría soldadura 50/50, para la unión de tuberías y conexiones de cobre se usará soldadura de baja temperatura de fusión, con 50% de aleación de plomo y 50% de estaño utilizando para su aplicación fundente no corrosivo en pasta.
2. Agua caliente soldadura 95/5; 95% estaño y 5% antimonio y pasta fundente.

Ejecución

Los tubos se cortarán con disco de diamante o segueta fina de 32 dientes. Al utilizar segueta se empleará guía para obtener corte escuadra, para lograr asiento perfecto entre el extremo del tubo y el tope de la conexión, evitando la fuga de soldadura. Se limpiará perfectamente bien con lija el extremo del tubo que va a entrar en la conexión y a su vez también se lijará cuidadosamente el interior de la conexión.

Después de haber lijado ambas piezas, se procederá a aplicar una capa de uniforme y delgada de pasta fundente en el exterior del tubo e interior de la conexión, utilizando cepillo de dientes o brocha, no aplicando con los dedos. Realizada esta función se introducirá el tubo en la conexión y se aplicará la flama



del soplete a la conexión, no al tubo, uniformemente; la temperatura se probará con la punta del cordón de soldadura aplicada al borde de la separación entre el tubo y la conexión. El exceso de soldadura alrededor del borde, se limpiará con estopa.



Fot. 66 Muestra parte de la instalación hidráulica y sus partes.

Pruebas

Antes de usar las instalaciones deberán ser probadas para garantizar que no hay fugas. La prueba consiste en lo siguiente:

Se llenará la tubería con agua a baja presión, lo cual tiene por objetivo eliminar lentamente el aire del sistema y detectar las posibles fugas graves de la instalación. Se aumentará la presión al doble de la presión de trabajo pero en ningún caso a una presión menor de 8.8 kg/cm^2 . La duración mínima será de 3 hr y la máxima de 5 hr. Después de realizada la prueba, deberán dejarse cargadas las tuberías soportando la presión de trabajo hasta la colocación de muebles y equipos. Para verificar esto deberán permanecer instalados los manómetros en lugares de fácil observación.

Para que proceda la prueba, la tubería deberá estar totalmente soportada y sin forro. Deberá hacerse un reporte completo de la prueba, con los siguientes

datos: Localización de la instalación antes de la prueba, tipo y número de pruebas efectuadas, tipo y número de fugas (Si la hubo), inspección, y reparación.



Muestra uso de manómetro

Instalaciones Sanitarias

Conjunto de elementos tales como tuberías, conexiones, válvulas y materiales de unión que tienen como finalidad conducir las aguas negras, materiales de desecho o pluviales a los lugares de captación destinados para tal fin.

En las instalaciones sanitarias las tuberías y conexiones a utilizar deberán ser de la misma marca, no permitiéndose el empleo de manera combinada con otras. No se permitirá el empleo de materiales usados. Los cambios de dirección en la tubería de drenaje deberán hacerse por medio de uso de “yes” de 45° y codos de 45° o 22.5°.

Las bajadas pluviales deberán desalojarse independientemente de la red de aguas negras según especifique el proyecto. Las bajadas pluviales no podrán emplearse como tubos ventiladores, podrán utilizarse conexiones en ángulo recto cuando el cambio de dirección sea de vertical a horizontal o en tuberías de

ventilación. En el caso de bajadas pluviales o en columnas de aguas negras, este cambio de 90° se hará con dos codos de 45° (como se muestra en la fot. 68).



Fot. 68 y 69 uso de las piezas codos y “yes”

Todas las tuberías horizontales necesarias, para servicio interior de la nave, se deberán instalar bajo el nivel de la losa del piso al que dan servicio, las redes principales deberán localizarse entre el plafón y la losa, en las zonas de circulación del edificio.

Para tuberías en exteriores se hará uso de albañales los cuales son conductos o canales que se construyen para desalojar aguas negras, jabonosas.



Fot. 70 y 71 Preparación y colocación de albañales.

Los albañales se construirán de concreto u otros materiales que indique el proyecto. Se consideran como albañales los tubos que tengan un diámetro



máximo de 45 cm. Cuando se utilizan albañales la pendiente mínima será de 1.5% y en drenes 1%, o lo que especifique el proyecto. Las tuberías que formen parte de la red de albañales se instalarán en tramos menores a 10 m centro a centro entre cajas de registro salvo que el proyecto indique otra cosa, ver fot. 71.

No se permitirá el tendido de tuberías cuando las zanjas estén inundadas, se asentarán el lecho seco, además se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar que las tuberías ya colocadas sufran deformaciones.

Durante el tendido y juntéo de las tuberías deberán colocarse puentes o niveles de madera por lo menos cada 15 m. La tubería se colocará hacia aguas arriba y se empezará su colocación de aguas abajo hacia aguas arriba siguiendo la pendiente especificada en el proyecto, al colocar los tubos deberán formar un conducto continuo correctamente alinado y sus paredes interiores deben ser lisas y uniformes. Después de colocada la cama específica de arena o base, se instalará la tubería saturando la campana de agua y la punta de tubo a introducir para colocar cemento-arena 1:4.

Después de colocados los tubos se procederá al relleno compactando el material en capas de 20 cm., salvo indicación en contrario, el material que se use como relleno deberá estar exento de raíces, troncos u otros materiales orgánicos.

Registros para Albañales

Cajas de concreto, mampostería u otro material, contruidos sobre la línea del albañal o ducto de que se trate, cuya función principal es la de dar acceso a la tubería para su desazolve, limpieza o revisión y facilitar la conexión de otros ductos, como se muestra en las fotografías 72 y 73.

La forma, dimensiones, localización, ventilación, separación de los registros y en general su diseño serán indicados en el proyecto.



Fot. 72 y 73 Muestran la excavación y el interior del registro.

Instalaciones Eléctricas

Son un conjunto de elementos tales como tuberías conduit, conductores eléctricos, materiales de unión, cajas de registro y chالupas, entre otros que abastecen y distribuyen la energía eléctrica a elementos usados en sustitución de la luz natural, para iluminar áreas específicas.

Tubería Conduit

Conductos cerrados de sección circular, cuyo objeto es alojar y proteger mecánicamente a los conductores eléctricos, limitar los efectos producidos por una falla eléctrica en los conductores y proporcionar, de ser posible, un blindaje de tierra.

Las tuberías conduit, así como los materiales necesarios para su instalación deberán cumplir con lo que especifique el proyecto.

Previamente a su instalación, el contratista deberá verificar que las tuberías estén exentas de materiales extraños adheridos tanto en su interior como en el exterior.

Las tuberías conduit deberán ser soportadas por elementos estructurales, por lo que ninguna tubería conduit se aceptará soportada por otra tubería o elemento de otras instalaciones, como tuberías de plomería, ductos de aire acondicionado, estructuras de falsos plafones u otros elementos que pueden elevar la temperatura de los conductores y presenten poca estabilidad para la tubería.



Fot. 74 y 75 Colocación de tuberías conduit

Las tuberías empotradas en muros se fijarán junto con las cajas. Las tuberías se instalarán en línea recta, como se observa en las fot. 74 y 75; cuando después de realizar la coordinación con otras instalaciones o cuando la estructura incida esta trayectoria, se podrán efectuar dobleces o cambiar de dirección.

Cajas de Registro

Recipientes o recintos metálicos o de PVC empleados en las instalaciones eléctricas para empalmar, dar salida o poder sacar los conductores que estén dentro de tuberías conduit, alojar implementos o equipo eléctrico, con el fin de protegerlo y con el objeto de prevenir a las personas de contacto accidental.



Las cajas registros deberán cumplir con las dimensiones adecuadas a las tuberías y dimensiones que deban contener, no presentar daños en las bocas o entradas ni agrietamientos en el cuerpo de la misma.

En la colocación de las cajas troqueladas en muros para instalaciones ocultas, se deberá considerar el tipo de recubrimiento del muro, debiendo coincidir el paño externo de la caja con el del acabado final del muro.

En muros, las cajas registro deberán colocarse verticalmente en tal forma que las tapas de las mismas puedan conservar fácilmente su verticalidad.

Cuando las instalaciones eléctricas queden alojadas en el interior de muros falsos, las cajas registros se deberán fijar al bastidor del muro mediante elementos que les proporcionen la rigidez necesaria, que eviten la movilidad durante su uso.

Las cajas registro en instalaciones visibles, deberán fijarse en su base al muro o losa por medio de tornillo o cualquier otro medio de fijación que asegure su inmovilidad.

En caso de tuberías ahogadas en concreto, previamente al vaciado del mismo, en las losas, las cajas de registro se deberán rellenar con papel, de tal forma que asienten perfectamente en la cimbra, a la cual se fijará para evitar movimientos durante el colado.

La aplicación de la caja chalupa de lámina de acero, se realizará en instalaciones interiores empotradas en muros y en plafón, como se puede ver en la fot. 76, únicamente cuando lo indique el proyecto, para apagadores de una o dos unidades, contacto dúplex, salida para control de aire acondicionado, etc. No debe instalarse en pisos, instalaciones visibles o interiores o exteriores y hay que evitar su empleo en zonas húmedas o altamente corrosivas.



Fot. 76 Colocación de chalupas

La aplicación de caja chalupe de PVC, se realizará en instalaciones interiores, de tipo oculto, se usará únicamente cuando lo indique el proyecto. Es recomendable su empleo en muros o plafones, para apagadores de una o dos unidades, para contacto dúplex, salida para aire acondicionado para termostatos, etc. Es recomendable su instalación en zonas húmedas o altamente corrosivas.

Conductos Eléctricos

Alambres metálicos de cobre o aluminio, con o sin aislamiento, de un hilo, empleados para conducir energía eléctrica.

Los conductores eléctricos, así como los materiales necesarios para su instalación, deberán cumplir con lo que especifique el proyecto en cada caso, de acuerdo con los requisitos establecidos.

La conducción de conductores deberá efectuarse con los equipos mecánicos o eléctricos necesarios y adecuados para su ejecución de sus trabajos de acuerdo con el proyecto. En lo general y salvo que el proyecto lo indique, se utilizarán conductores de cobre para alimentadores de fuerza, alumbrado y control.

El proyecto indicará el calibre del conductor y tipo de aislamiento de los alimentadores, ya que la división de proyectos previamente realizó los cálculos necesarios de conducción de corriente y caída de tensión y aplicó los factores de relleno y de demanda.



Solamente previa autorización de la Supervisión se permitirá iniciar el alambrado, debiendo verificar el contratista que la tubería este terminada de instalar en su totalidad, perfectamente fija y limpia.

Las conexiones eléctricas entre conductores deberán hacerse precisamente en las cajas de registro colocados para tal objeto, por ningún motivo se admitirán conexiones eléctricas en el interior de los tubos conduit, aún en el caso cuando éstas queden perfectamente aisladas.

Si los tramos de tubería por alambrear son relativamente cortos y en los registros intermedios no es necesario hacer derivaciones, los conductores se deberán introducir en un solo tramo sin hacer cortes en los registros pero dejándoles una gasa para evitar que queden tensos.

Al alambrear una tubería conduit, será necesario que la introducción de los conductores se realice mediante las acciones conjuntas de jalado del alambre y la de guiar dichos conductores a través de los registros intermedios para evitar que estos sufran deterioros en sus forros.

Previamente al ser introducidos en las tuberías conduit, los conductores deberán arreglarse de tal forma que se eviten enredos y nudos; asimismo sus extremos deben quedar debidamente marcados para evitar confusiones posteriores.



ESCALA 1/2000



PLANTA DE CONJUNTO PATIO Y FACHADAS

13 JUNIO 2007



VII.- COLOCACIÓN DE ESTRUCTURA

Primeros usos del Hierro y del Acero

Hierro: elemento químico natural y metálico de gran resistencia mecánica. (Fe).

- 3000 a.C. Se emplean ya utensilios tales como herramientas y adornos hechos de “acero” en el antiguo Egipto.
- 1000 a.C. Inicio de la edad de hierro, primeros indicios en su fabricación se cree que un incendio forestal en el monte de la antigua Troya fundió depósitos ferrosos produciendo hierro.
- 490 a.C. Batalla de Maratón Grecia. Los atenienses vencen con sus armas de hierro a los persas, que aún emplean el bronce, con un balance de 6400 contra 192 muertos.

Acero: aleación de hierro (99%) y carbono (1%) y de otros elementos de la más alta resistencia mecánica.

- 1779 d.C. Se construye el puente Coalbrookdale de 30 m de claro, sobre el Río Severn en Shropshire. Se dice que este puente cambia la historia de la revolución industrial, al introducir el hierro como material estructural, siendo el hierro 4 veces más resistente que la piedra y 30 veces más que la madera.
- 1819 se fabrican los primeros ángulos laminados de hierro en E.U.A.
- 1840 el hierro dulce más maleable, empieza a desplazar al hierro fundido en laminado de perfiles.
- 1848 William Kelly fabrica acero con el proceso Bessemer en E.U.A.
- 1855 Henry Bessemer consigue una patente inglesa para la fabricación de acero en grandes cantidades Kelly y Bessemer observan que un chorro de aire a través del hierro fundido quema las impurezas del metal, pero también eliminaba el carbono y magnesio.



- 1870 con el proceso Bessemer se fabrican grandes cantidades de acero al bajo carbono.
- 1884 se terminan la primeras vigas IE (I estándar) de acero en E.U.A. la primera estructura reticular el edificio de la Home Insurance Company de Chicago, Ill. Es montada.

William Le Baron Jerry diseña el primer “rascacielos” (10 niveles) con columnas de acero recubiertas de ladrillo. Las vigas de los 6 pisos inferiores se fabrican en hierro forjado, mientras que la de los pisos restantes se fabrica en acero.

- 1889 se construye la torre Eiffel en París, con 300 m de altura, en hierro forjado, comienza el uso de elevadores para pasajeros, operando mecánicamente.

Fabricación del Acero

La materia prima para la fabricación del acero es el mineral de hierro, coque y caliza. El mineral de hierro tiene un color rojizo debido al óxido de hierro; el coque, es el producto de la combustión del carbón mineral (grafito) es ligero, gris y lustroso.

Para convertir el coque en carbón mineral se emplean baterizo de hierro donde el carbón se coloca eliminándole el gas y alquitrán, después es enfriado, secado y cribado para enviarlo a los altos hornos (Coah).

Piedra Caliza: es carbonato de calcio de gran pureza que se emplea en la fundición de acero para eliminar sus impurezas (Nuevo León).

El primer producto de la fusión del hierro y el coque se conoce como arrabio, el cual se obtiene aproximadamente a los 1650° C.



Una vez en el alto horno los tres componentes se funden a los 1650°C , que aviva el fuego y quema el coque, produciendo monóxido de carbono el cual produce más calor y extrae el oxígeno, del mineral de hierro dejándolo puro. La alta temperatura funde también la caliza, que siendo menos densa flota en el crisol, combinándose con las impurezas sólidas del mineral formando la escoria, misma que se extrae 10 min. antes de cada colada.

Durante 10 hrs. se mantiene la mezcla en ebullición eliminando las impurezas y produciendo así acero. Algunos otros elementos como silicio, magnesio, carbono, etc., son controlados en la proporción requerida para el acero a producir.

Cuando la colada alcanza las especificaciones y condiciones requeridas se agregan “ferroligas” (substancias para hacer aleaciones con el hierro y dar propiedades especiales).

Ventajas del Acero como Material Estructural

1. **Alta Resistencia:** la alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios, y estructuras cimentadas en suelos blandos.
2. **Homogeneidad:** las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.
3. **Precisión dimensional:** los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.
4. **Elasticidad:** el acero es el material que más se acerca a un lineamiento elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables.



5. **Ductilidad:** el acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes.
6. **Tenacidad:** el acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica).
7. **Facilidad de unión con otros miembros:** el acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.
8. **Rapidez de montaje:** la velocidad de control en acero es muy superior al resto de los materiales.
9. **Disponibilidad de secciones y tamaños:** el acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.
10. **Costo de recuperación:** las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.
11. **Permite aleaciones fácilmente:** el acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.
12. **Se pueden prefabricar estructuras:** el acero permite realizar la mayor parte posible de una en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

Desventajas del Acero

1. **Corrosión:** el acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.
2. **Calor, Fuego:** en el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.



3. **Pandeo elástico:** debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicos las columnas de acero.
4. **Fatiga:** la resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).

Estructuras de Acero

Conjunto de piezas armadas y conectadas entre sí que se destinan a soportar y transmitir cargas temporales o definitivas, fabricadas con acero de calidad estructural o de alta resistencia (ver fot. 77 y 78).



Fot. 77 Estructura soldada



Fot. 78 Estructura con losa-acero

La fabricación de estructuras de acero, comprenderá la habilitación en taller o en campo y el montaje en obra de todos los elementos o partes que integran la estructura de acuerdo con lo indicado con el proyecto, sujetándose a lo establecido en las normas y especificaciones vigentes del código (AWS) American Welding Society.

El contratista deberá presentar para su aprobación los planos de taller correspondientes antes de iniciar la fabricación. Dicha aprobación se referirá



únicamente a la interpretación correcta que el fabricante haya dado a los planos de proyecto. Quedando bajo su exclusiva responsabilidad la fabricación de las piezas.

Los dibujos deben marcar la diferencia entre soldaduras de taller o de campo, además, los símbolos para soldadura deben ser aquellos que se especifican en el American Welding Society (AWS, 20). Las condiciones especiales deben ser totalmente explicadas mediante notas y detalles.

Se deberán indicar aquellas uniones en las cuales sea importante la secuencia de soldar, así como su técnica, para evitar los esfuerzos por contracción y distorsión.

Clasificación

Por lo que se refiere a los tipos de uniones empleadas para ligar diferentes elementos, que integran las estructuras, estas pueden ser:

- Estructuras soldadas
- Estructuras Atornilladas
- Estructuras Remachadas

Estructuras Remachadas y/o Atornilladas

Las estructuras remachadas o atornilladas, como su nombre lo indica, son aquellas que en las uniones de las piezas de la estructura se utilizan tornillos o remaches.

El proyecto fijará en cada caso las características de los remaches y tornillos que deban usarse.



Armado: Todas las partes de miembros que se estén remachando deben mantener contacto entre si, rígidamente, por medio de pernos o tornillos. Los agujeros que haya que agrandar para poder colocar los remaches o tornillos deberán limarse.

Colocación: Los remaches deben colocarse por medio de remachadoras de compresión u operadas manualmente, neumáticas, hidráulicas o eléctricas. Una vez colocados deben llenar totalmente el agujero, quedar apretados y sus cabezas en contacto completo con la superficie.

Los remaches se colocan en caliente; sus cabezas terminadas deben tener una forma aproximadamente semiesférica, entera, bien acabada y concéntrica con los agujeros, de tamaño uniforme para un mismo diámetro. Antes de colocarlos se calientan uniformemente a una temperatura no mayor de 1000°C y no deben descender de 540°C durante la colocación.

Antes de colocar los remaches o tornillos se revisará la posición, alineamiento y diámetro de los agujeros y, posteriormente se comprobará que sus cabezas estén formadas correctamente y se revisará por medios acústicos y otros fijados en el proyecto. En el caso de tornillos, se verificará que las tuercas estén correctamente apretadas y colocadas las rondanas, cuando se haya especificado su uso. La rosca del tornillo debe sobresalir no menos de 3 mm.



Fot. 79 Atornillado entre dos piezas



Fot. 80 Alineamiento de las piezas.



Los remaches que se encuentren flojos mal ajustados o defectuosos, deberán ser reemplazados por cuenta del contratista.

Estructuras Soldadas

Las estructuras soldadas, como su nombre lo indica, son las aquellas que en las uniones de las piezas de la estructura, se utiliza soldadura, estas soldaduras pueden ser de diferente tipo. Por lo que se refiere a las estructuras soldadas, se observarán las indicaciones del proyecto, el cual fijará las características, tipo y formas de aplicación de la soldadura, atendiéndose además lo siguiente:

Soldar es la acción y efecto de unir rígidamente piezas metálicas mediante la adición de un metal o aleación metálica, que se funde con las partes por ligar y que, al soldificarse, forman cuerpo en ellas.

La soldadura se hará con arco eléctrico metálico solamente el proyectista podrá autorizar otro procedimiento para soldar. Todos los accesorios del equipo para soldar y sopletes de corte deberán ser de un diseño y fabricación tal, que permitan a operadores calificados cumplir con las exigencias del trabajo encomendado.

Los generadores y transformadores deberán estar diseñados expresamente para trabajos de soldadura y ser capaces de proporcionar una corriente constante y ajustable al amplio rango de voltaje que sea requerido en el trabajo. Deberán responder automáticamente a los cambios en la demanda de potencia y ser capaces de producir rápidamente la corriente total al establecerse el arco.

Los cables serán de los materiales y secciones adecuados para evitar el sobrecalentamiento y/o una corriente inapropiada en el arco. Su aislamiento deberá ser efectivo a las conexiones a tierra, mediante cables de un solo tramo



seguro y adecuado para conducir la corriente eléctrica esperada. Los porta-electrodos deberán sujetar firmemente a los electrodos con un buen contacto eléctrico.

Se podrán utilizar guías automáticas para soldar, previa autorización por el proyectista, del equipo que se requiera. Las superficies que vayan a soldarse estarán libres de costras, escorias, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, pero se permite que haya costras de laminado que resistan un cepillado vigoroso hecho con cepillo de alambre. Siempre que sea posible, la preparación de bordes por medio de soplete oxiacetilénico debe efectuarse con sopletes guiados mecánicamente.

Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible, su separación no deberá exceder de 5 mm. Si la separación es de 1.5 mm o mayor, el tamaño de la soldadura de filete se aumentará en una cantidad igual a la separación.

Las partes que se vayan a soldar a tope deben alinearse cuidadosamente corrigiendo defectos en el alineamiento o mayores de 3 mm. Siempre que sea posible, las piezas por soldar se colocarán de manera que la soldadura se deposite en posición plana.

Al armar y unir partes de una estructura, o de miembros compuestos, se seguirán procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción. Cuando sea imposible evitar esfuerzos residuales altos al cerrar soldaduras en conjuntos rígidos el cierre se hará en elementos que trabajen a compresión.

Soldaduras de penetración completa. En placas de grueso no mayor de 8mm puede lograrse penetración completa depositando la soldadura por ambos

lados, en posición plana, dejando entre las dos una holgura no menor que la mitad del grueso de la placa más delgada y sin preparar sus bordes.

Una vez realizadas, las uniones soldadas deben inspeccionarse y reparar por cuenta del contratista todas las que presenten defectos aparentes de importancia, tales como el tamaño insuficiente, cráteres o socavación del metal base. Toda soldadura agrietada debe rechazarse.



Fot. 81 Soldadura en la unión de una placa ahogada y una columna del masanini.

Cuando el contratista considere conveniente, ordenará la revisión de las soldaduras por medio de radiografías u otro medio no destructivo. Salvo indicación en contrario un número elevado de soldaduras de campo de este tipo deberán radiografiarse o ultrasonarse.

No deberá soldarse cuando el material base por soldar esté húmedo, expuesto a la lluvia, vientos fuertes u otras condiciones desfavorables, ni cuando su temperatura sea inferior a 7° C bajo cero. Cuando la temperatura del material base sea inferior a cero grados centígrados deberá precalentarse hasta una temperatura de 20° C, debiendo mantenerse esta temperatura como mínima durante toda la operación de soldado.

Los extremos de las soldaduras de penetración completa deben terminarse de una manera que asegure su sanidad, para ello deben usarse placas de



extensión, las que se quitan después de terminar la soldadura, dejando los extremos de esta lisos y alineados con las partes unidas.

Proceso de Soldadura

Los procesos de soldadura se clasifican en dos grandes grupos:

Soldadura de Presión: Las partes a soldar se calientan al estado pastoso y se aplica presión mecánica sin usar material de aporte.

Soldadura por Fusión: Las partes a unir son llevadas hasta el estado líquido sin que intervenga golpe o presión pudiendo emplear o no material de aporte. En este grupo están las soldaduras empleadas en la fabricación de estructuras y son:

Soldaduras : SMAW (Soldadura de Arco Metálico Protegido)
 SAW (Soldaduras de Arco Sumergido)
 GMAW (Soldadura con Arco Metálico y Gas)

1.- SMAW: el proceso de soldadura de arco metálico protegido es el proceso más usual en la fabricación de estructuras metálicas debido a la relativa facilidad de aplicación, así como el bajo precio del equipo y material de aporte. Este proceso utiliza electrodos recubiertos, logrando una unión metálica de calidad.

La unión de las dos piezas metálicas se logra por medio de la fusión de ambas y un material de aporte o electrodo.

Para poder llevar a cabo la fusión es necesario contar con:

- Material de aporte: Electrodo
- Material base: Placa, Perfil, etc.
- Tensión eléctrica: Planta para soldar.



El electrodo conduce la corriente eléctrica del porta-electrodos y al hacer contacto con la planta se produce un corto circuito donde se genera calor y por consiguiente ambas partes (electrodo placa) se funden generando la unión entre las piezas (material base) agregándose a la unión el núcleo fundido del electrodo (material de aporte).

El tipo de corriente eléctrica que se necesita para la soldadura es generada por máquinas para soldar y el tipo de corriente depende de la máquina que la genera.

Existen dos tipos principales de máquinas soldadoras.

- Máquinas de corriente directa o continua.
- Máquinas de corriente alterna.

Partes del equipo para el proceso SMAW

1. Máquina soldadora
2. Cable de corriente
3. Cable de tierra
4. Porta electrodo
5. Pinza de tierra
6. Material de aporte (electrodo)
7. Material base (placa, solera, etc.)

Las máquinas de corriente directa o continua pueden ser de generador o rectificador.

La máquina de generador es una máquina normal con rectificador pero consta de un motor de combustión interna, el cual genera la corriente que pasa a la máquina soldadora y de donde sale el amperaje (intensidad); la máquina de



corriente directa con rectificador es una máquina de corriente alterna, pero se le implementa un rectificador de silicio el cual rectifica la corriente convirtiéndola de alterna a directa.

La ventaja principal de utilizar una máquina de corriente directa o continua que este tipo de corriente aporta las polaridades invertida o directa, las cuales dan ventajas al aplicar la soldadura.

El electrodo es uno de los factores más importantes en el proceso, es el material de aporte y está compuesto de:

- Núcleo
- Revestimiento
- Ancla
- Despuente
- Marca ó cliché

Las partes principales del arco eléctrico son:

- Electrodo
- Paso de material de aporte (núcleo fundido del electrodo)
- Área protegida por gas
- Material base (pieza a soldar)
- Charco (área fundida en MB)
- Escoria

Para poder realizar la fusión de las piezas se requiere de temperaturas altas, estas se generan en el arco eléctrico a 3500° C aproximadamente. Además de aportar material a la unión el electrodo también protege al metal base solidificado por medio de ciertos elementos contenidos en el forro y que al momento de solidificarse forman la capa de escoria que protege al cordón de enfriamientos bruscos y evitan la oxidación.



El material de aporte son electrodos revestidos de acero al carbón.

La norma AWS (Sociedad Americana de Soldadura) clasifica los electrodos de la siguiente manera:

Electrodos de acero al carbón:

E – 6010, E – 6013, E – 7015, E – 7016, E – 7018. Etc.

La letra “E” significa que se trata de un electrodo para soldadura por arco eléctrico.

Los primeros dos dígitos indican la resistencia a la tensión en miles de libras por pulgada (PSI).

La penúltima cifra significa la posición de la soldadura.

1. Indica que el electrodo se puede utilizar en toda posición.
2. Aplicable solo en posición plana y horizontal.
3. Posición plana solamente.

La última cifra significa el tipo de corriente, tipo de escoria, tipo de arco, penetración y presencia de elementos químicos.

1. CA ó CD – PI (Celulósico – potásico)
2. CA ó CD – PD (Titánico – Sódico)
3. CA ó CD – PD (Titánico – potásico)
4. CA ó CD – Ambas polaridades (Titánico – polvo de hierro)
5. CD – PI (Sódico – bajo hidrógeno)
6. CA ó CD – PI (Potasio – bajo hidrógeno)



7. CA ó CD – PD para soldaduras en filete horizontal y con CD – ambas polaridades o Ca para soldaduras en posición plana (polvo de hierro, óxido de hierro)
8. CA ó CD – PI (Polvo de hierro – bajo hidrógeno)

Especificaciones Técnicas

Todos los trabajos de soldadura deben ser efectuados por soldadores experimentados y competentes. Antes de empezar a soldar se requiere de la calificación de los soldadores por parte del departamento de control de calidad, el cual juzgará si el personal está capacitado para ejecutar trabajos de soldadura. El tipo de prueba dependerá del tipo de unión y posición de soldadura.

Todas las soldaduras deben tener las preparaciones diseñadas y serán efectuadas correctamente cuando la preparación de la junta se realice con máquinas perforadoras de oxi-acetileno o sopletes de corte manuales, deberán estimularse de manera que se obtenga un contorno liso y uniforme. Las uniones a soldar deben estar libres de humedad, grasa, pintura, óxido y todo material extraño, en un área de 50 mm a cada lado de la superficie a soldar. Las piezas a unir sujetan y posicionan de manera que los cordones de soldadura se ejecuten fácil y correctamente.

Montaje

En la colocación de estructura, se debe considerar el proceso más correcto para el montaje, en nuestro caso utilizaremos la combinación de estructuras soldadas y estructuras atornilladas, es decir, que en el área de las oficinas irá toda soldada y además serán construidas en la obra; y el área de la nave, será atornillada, considerando que las piezas son prefabricadas, de las cuales los marcos principales de la estructura son de sección irregular y armados de placa.

Durante el montaje, todas las piezas deben asegurarse por medio de tornillos, pernos o soldaduras provisionales para tomar en cuenta los esfuerzos y operaciones de montaje.

No se colocarán soldaduras definitivas, hasta que toda la estructura que vaya a quedar rigidizada por ellos esté adecuadamente alineada y plomeada.

El sistema de montaje que se siga, será el que señale el proyecto y deberá efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformación ni esfuerzos excesivos y se realizará con una Grúa Hidráulica Telescópica RT-60 S capacidad 18 ton., con motor a diesel mod. 3208, montada de tornamesa y con estrobos de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{5}{8}$ ". Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y/o deforman, deben ser enderezadas o repuestas, antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias en trabajos de taller.

Antes de iniciar la colocación de la estructura se revisará la posición de las anclas, como se ilustra en las fotografías 82 y 83, que habrán sido colocadas previamente, y en caso de que haya discrepancias con respecto a las posiciones mostradas en planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas. Se verificará que las tuercas estén correctamente apretadas y colocadas las rondanas, la rosca de las anclas debe sobresalir no menos de $\frac{1}{4}$ ".



Fot. 82 Colocación de Anclas



Fot. 83 Alineamiento de Anclas

Una vez colocadas las anclas, se procederá a instalar las columnas primarias (Sección irregular) y las secundarias, con ayuda de la grúa, las cuales deben quedar bien alineadas y plomeadas, posteriormente se colocarán los largeros ó montenes 575 C calibre 14 y los contravientos, para tomar en cuenta todas las cargas que puedan quedar sometidas durante el montaje, incluido el equipo y su operación. El contraventeo permanecerá en su lugar, así quedarán bien sujetas las columnas y no presentarán problemas en el momento de colocar la trabe.

Después se colocará la trabe para formar el marco. Esta trabe está formada por 5 partes, la parte central que se denomina “clave” o “cumbreira” y las restantes que se denominan trabes o casetones. Cabe mencionar que la dos piezas de los extremos del marco tienen una medida de 12.18 m, el alma de la sección es de $\frac{3}{8}$ ” y los patines de $\frac{3}{4}$ ”; las otras dos trabes tienen una medida de 6.74 m, un alma de $\frac{1}{4}$ ” y los patines de $\frac{1}{2}$ ”; la clave tiene una medida de 6.01 m y el alma y patines igual que los anteriores. Así pues, para poder colocar la trabe se tiene que armar previamente y realizar el montaje en dos etapas; la primera, con dos piezas y la clave (ver fot. 84); y la segunda, con dos piezas (ver fot. 85). Esto es con la finalidad de no exponer a la grúa a un volteo.



Fot. 84 1ra. Parte de la colocación



Fot. 85 2da. Parte, cierre del marco.

Colocado el marco, se procede al alineamiento, este alineamiento será realizado por el cabo y la cuadrilla de soldadores con ayuda del topógrafo, el

alineamiento se iniciará por un extremo y conforme se vaya avanzando se irán colocando cables tensores de acero de $\frac{1}{2}$ " con sus respectivos Tirfors, para su fijación y posteriormente partir como eje para las demás columnas (como se observa en la fot. 86). Debe quedar claro que siempre que se inicie el alineamiento por un extremo se continuará hasta llegar al otro, ya que si se inicia por ambos extremos, presentaría una deformación en el centro.



Fot. 86 Alineamiento de la trabe



Fot. 87 Tirfor

Conforme se vayan colocando los marcos, la cuadrilla de soldadores, realizará la colocación de los joist, los cuales le darán una estabilidad mayor a la estructura, ver fot. 88, y facilitan la colocación de los próximos marcos. También se colocarán los contravientos en la parte superior de la estructura, con los contravientos se sigue el proceso de alineamiento de las trabes.



Fot. 88 Colocación de Joist y contravientos

Después de colocar los Joist y los contravientos, se iniciará la colocación de la techumbre. En la techumbre se colocarán láminas pintro y láminas translucidas. Se fijarán con pijas de acero tipo broca para colocar con taladro, estas pijas traen un empaque, el cual sirve para evitar la entrada de agua.

La colocación del techo, se realizará con una máquina roladora para lámina KR18 (ver fot. 89), donde la segunda cifra R, indica que es rectangular; las cifras 3 y 4, indican las pulgadas de ancho efectivo. Esta máquina roladora, tiene la función específica de realizar las láminas en la obra, se adquiere lámina lisa en rollo con un ancho de 60 cm. y un calibre de 26 (como se muestra en la fot. 90), después, se procede a darles la forma del canal. Realizar el trabajo con este tipo de máquinas, tiene la ventaja de construir las laminas a la medida que sea necesario.

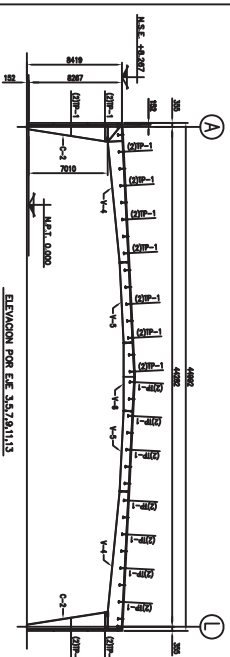
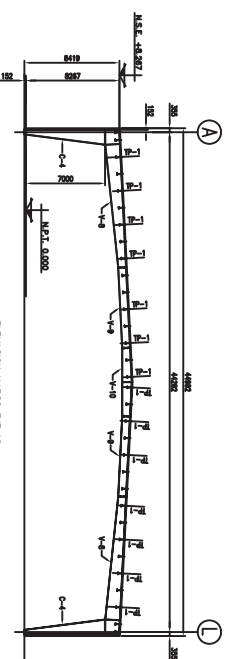
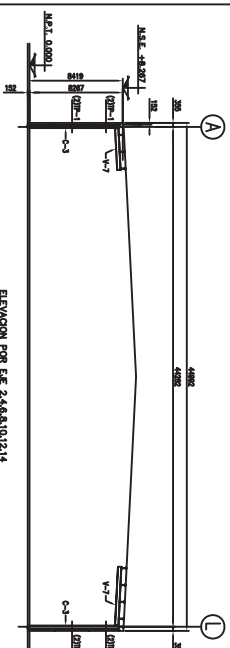
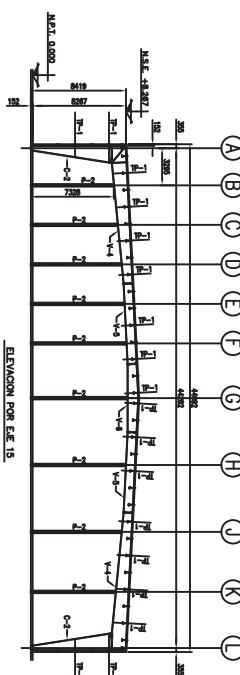
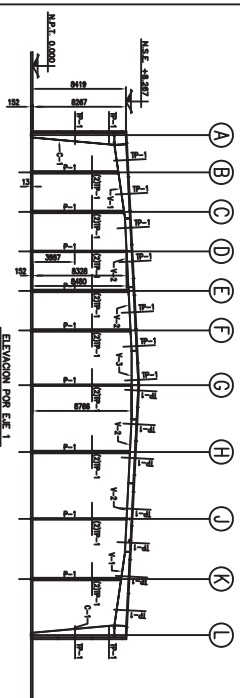


Fot. 89 Máquina roladora de lámina



Fot. 90 Rollo de lámina de 60 cm. de ancho

También existen laminas prefabricadas, estas laminas se clasifican en R y O, las más comunes son: R101, R72, O100 y O72. Los calibres en el mercado son: 18, 20, 22, 24 y 26. Los calibres más utilizados son: 24 y 26.

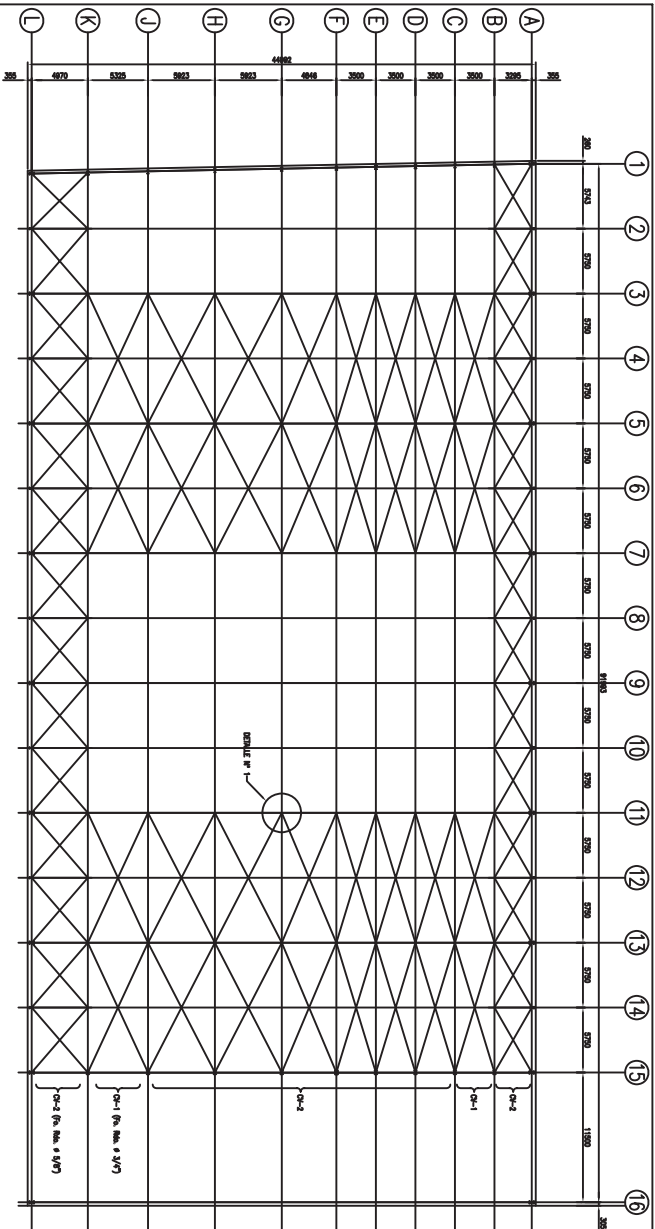
[illegible]

NOTAS GENERALES:

- 1.- ANEXOS EN RELACION
- 2.- FOLIOS EN RELACION
- 3.- DOCUMENTOS A FOLIA
- 4.- LOS OTROS SON DE BASTO

REVISION			PLANO DE SECCIONES ESTRUCTURALES	
No.	DESCRIPCION	REV.	FECHA	ELABORADO POR
A	PRIMA SU APROBACION	A.H.	19/07/07	R.L.S.
AUTORIZO:			ESCALA S/E	
A.H.			LC-EM-03	
			BR-02.jpg	

	
DIVISION ADMINISTRATIVAS Y CUENTAS	
PROYECTO:	LA COSTENA
CLIENTE:	
UBICACION:	
AREA:	
PLANOS DE	
77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100/101/102/103/104/105/106/107/108/109/110/111/112/113/114/115/116/117/118/119/120/121/122/123/124/125/126/127/128/129/130/131/132/133/134/135/136/137/138/139/140/141/142/143/144/145/146/147/148/149/150/151/152/153/154/155/156/157/158/159/160/161/162/163/164/165/166/167/168/169/170/171/172/173/174/175/176/177/178/179/180/181/182/183/184/185/186/187/188/189/190/191/192/193/194/195/196/197/198/199/200/201/202/203/204/205/206/207/208/209/210/211/212/213/214/215/216/217/218/219/220/221/222/223/224/225/226/227/228/229/230/231/232/233/234/235/236/237/238/239/240/241/242/243/244/245/246/247/248/249/250/251/252/253/254/255/256/257/258/259/260/261/262/263/264/265/266/267/268/269/270/271/272/273/274/275/276/277/278/279/280/281/282/283/284/285/286/287/288/289/290/291/292/293/294/295/296/297/298/299/300/301/302/303/304/305/306/307/308/309/310/311/312/313/314/315/316/317/318/319/320/321/322/323/324/325/326/327/328/329/330/331/332/333/334/335/336/337/338/339/340/341/342/343/344/345/346/347/348/349/350/351/352/353/354/355/356/357/358/359/360/361/362/363/364/365/366/367/368/369/370/371/372/373/374/375/376/377/378/379/380/381/382/383/384/385/386/387/388/389/390/391/392/393/394/395/396/397/398/399/400/401/402/403/404/405/406/407/408/409/410/411/412/413/414/415/416/417/418/419/420/421/422/423/424/425/426/427/428/429/430/431/432/433/434/435/436/437/438/439/440/441/442/443/444/445/446/447/448/449/450/451/452/453/454/455/456/457/458/459/460/461/462/463/464/465/466/467/468/469/470/471/472/473/474/475/476/477/478/479/480/481/482/483/484/485/486/487/488/489/490/491/492/493/494/495/496/497/498/499/500/501/502/503/504/505/506/507/508/509/510/511/512/513/514/515/516/517/518/519/520/521/522/523/524/525/526/527/528/529/530/531/532/533/534/535/536/537/538/539/540/541/542/543/544/545/546/547/548/549/550/551/552/553/554/555/556/557/558/559/560/561/562/563/564/565/566/567/568/569/570/571/572/573/574/575/576/577/578/579/580/581/582/583/584/585/586/587/588/589/590/591/592/593/594/595/596/597/598/599/600/601/602/603/604/605/606/607/608/609/610/611/612/613/614/615/616/617/618/619/620/621/622/623/624/625/626/627/628/629/630/631/632/633/634/635/636/637/638/639/640/641/642/643/644/645/646/647/648/649/650/651/652/653/654/655/656/657/658/659/660/661/662/663/664/665/666/667/668/669/670/671/672/673/674/675/676/677/678/679/680/681/682/683/684/685/686/687/688/689/690/691/692/693/694/695/696/697/698/699/700/701/702/703/704/705/706/707/708/709/710/711/712/713/714/715/716/717/718/719/720/721/722/723/724/725/726/727/728/729/730/731/732/733/734/735/736/737/738/739/740/741/742/743/744/745/746/747/748/749/750/751/752/753/754/755/756/757/758/759/760/761/762/763/764/765/766/767/768/769/770/771/772/773/774/775/776/777/778/779/780/781/782/783/784/785/786/787/788/789/790/791/792/793/794/795/796/797/798/799/800/801/802/803/804/805/806/807/808/809/810/811/812/813/814/815/816/817/818/819/820/821/822/823/824/825/826/827/828/829/830/831/832/833/834/835/836/837/838/839/840/841/842/843/844/845/846/847/848/849/850/851/852/853/854/855/856/857/858/859/860/861/862/863/864/865/866/867/868/869/870/871/872/873/874/875/876/877/878/879/880/881/882/883/884/885/886/887/888/889/890/891/892/893/894/895/896/897/898/899/900/901/902/903/904/905/906/907/908/909/910/911/912/913/914/915/916/917/918/919/920/921/922/923/924/925/926/927/928/929/930/931/932/933/934/935/936/937/938/939/940/941/942/943/944/945/946/947/948/949/950/951/952/953/954/955/956/957/958/959/960/961/962/963/964/965/966/967/968/969/970/971/972/973/974/975/976/977/978/979/980/981/982/983/984/985/986/987/988/989/990/991/992/993/994/995/996/997/998/999/1000/1001/1002/1003/1004/1005/1006/1007/1008/1009/1010/1011/1012/1013/1014/1015/1016/1017/1018/1019/1020/1021/1022/1023/1024/1025/1026/1027/1028/1029/1030/1031/1032/1033/1034/1035/1036/1037/1038/1039/1040/1041/1042/1043/1044/1045/104	
REVENIDO	R.U.S.
AUTORIZADO:	ESCOLA
A.H.	S/E
LC-EM-03	
EM-03-04	



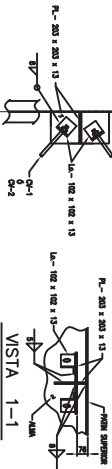
PLANTA DE CONTRAVIENTOS

LISTA DE MATERIALES	
ITEM	DESCRIPCION
01-1	CONCRETO Fc = 200 kg/cm²
02-1	ACERO ESTRUCTURAL (Fy = 50) en PLACAS BARRAS Y PERALTE



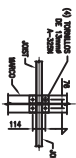
DIVISION ESTRUCTURAS Y CIMENTACION
PROYECTO: LA COSTERA
CLIENTE:
UBICACION:
REK:

REVISION				PLANO DE PLANTA DE CONTRAVIENTOS	
No.	DESCRIPCION	REK	FECHA	PROYECTO	ESCALA
A	PARA SU APROBACION	A.H.	16/07/07	R.L.S.	SIE
AUTORIZADO				LC-EM-02	
A.H.				BH-02-04m	



DETALLE N° 1
(TIPICO)

NOTAS GENERALES:
1.- VERIFICAR EL AREA DE ACERO EN LAS JUNTAS DE LOS MIEMBROS DE LA TRUSS.
2.- LAS OTRAS BARRAS DE ACERO EN LAS JUNTAS DE LOS MIEMBROS DE LA TRUSS.
3.- VERIFICAR EL AREA DE ACERO EN LAS JUNTAS DE LOS MIEMBROS DE LA TRUSS.



UBICACION DE LOCALIDAD -
TIPO



NOTAS GENERALES:

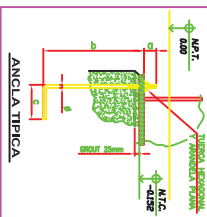
1.- CONFERENCIAS EN LABORATORIOS
2.- PRUEBAS DE LABORATORIO
3.- Y OTRAS REVISIONES A ESCALA
4.- LAS OTRAS SERÁN EL TÍTULO

REVISION			PLANO DE
No.	DESCRIPCION	FECHA	PLANTA DE CUBIERTA
A	PRIMA SU APROBACION	19/07/07	ESQUE
	A.H.		S/E
AUTORIZO:			LC-EM-01
	A.H.		BR-01/04

	
DIVISION DE INGENIERIAS Y CONSULTORIA	
PROYECTO:	LA COSTENA
CLIENTE:	
UBICACION:	
AREA:	
PLANO DE:	
77) PUNTO	PLANTA DE CUBIERTA
REVERSO	R.L.S.
ANTERIOR:	ESCALA
A.H.	S/E
	LC-EM-01
	EM-01

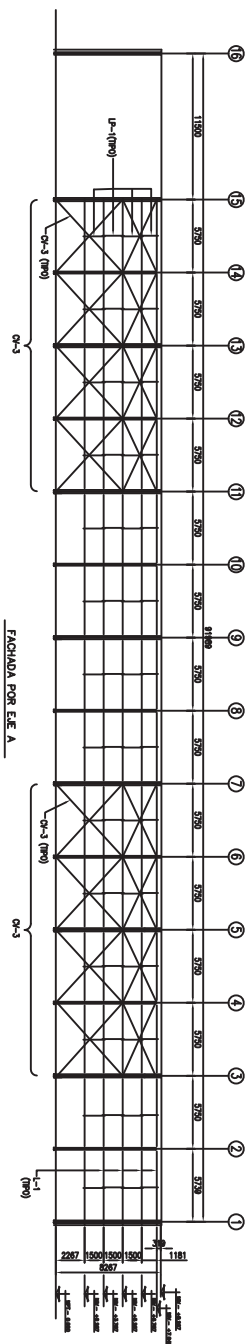
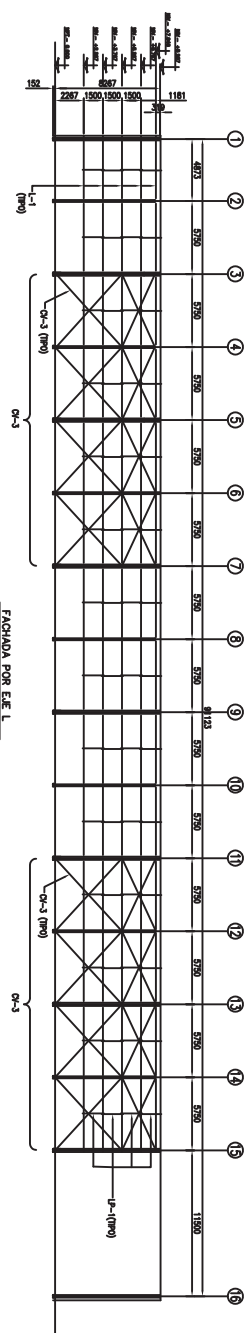


TABLA DE ANCLAS				
MCA	DIMENSIONES (mm)			Ø (mm)
	a	b	c	
AN-1	127	600	200	32
AN-2	102	460	150	25



REVISION			PLAN DE	
No.	DESCRIPCION	REV.	FECHA	ELABORADO POR
A	PLAN SU APROBACION	A.H.	19/07/07	R.L.S.
AUTORIZO:			S/E	
	A.H.		LCAN-01	
			M-01 May	

	
DIVISION DE INGENIERIAS Y CONSULTORIA	
PROYECTO:	LA COSTENA
CLIENTE:	
UBICACION:	
AREA:	
PLANOS:	
REVISOR:	R.L.S.
ELABORADOR:	ESQUE
A.P.H.	LC-AN-01
	ME-01 Rev.1



LISTA DE MATERIAL	
MARCA	DESCRIPCION
L-1	POLIN 6 INT CAL. 14
CR-3	CONTRINERNO Fo. Ribs. 3/4"
LP-1	USAPOLIN Fo. Ribs. 3/8"

REVISION			PLANO DE EVALUACIONES POR EJE A.Y V	
No.	DESCRIPCION	REV.	FECHA	ELABOR
A	PRIMA SU APROBACION	A.H.	16/07/07	R.L.S.
			REVISO:	
			AUTORIZO:	
			A.H.	
				LC-EM-04
				BR-04-04mg

	PROYECTO: LA COSTENA
CLIENTE:	UBICACION:
AREA:	

VIII.- ACABADOS

La definición de acabado, en términos de la Ingeniería Civil, es el tratamiento que se le da a un elemento para obtener efectos decorativos y de protección, facilitando su limpieza y decoración, con la finalidad de obtener una presentación de alta calidad al finalizar la obra. Los acabados o tratamientos, también conocidos como obra blanca, se aplican en los muros, en pisos, herrería, en carpintería, en plafones falsos, en pintura, etc.

Acabados en muros

En los muros, se realiza la protección, según el recubrimiento por colocar los acabados podrán ser materiales:

1. Pétreos: naturales como, mármol, cantera, piedra o artificiales.
2. Vítreos: azulejo, cintilla, vitrocota, losetas, mosaicos, venecianos.
3. De barro sin vidriar: baldosín, loseta, fachaleta.
4. tapiz plástico: con base de tela.
5. Textura o texturizados: integrales con agregados pétreos y resinas acrílicas.



Fot. 91 Colocación de vítreos en muros



Fot. 92 Muros terminados



Los recubrimientos pétreos naturales deberán estar sanos, sin grietas, exentos de irregularidades en su laminación, de espesores uniformes, carecer de intemperización, oquedades u otros defectos, los bancos de explotación deberán ser de reconocida calidad.

Los revestimientos vítreos o esmaltados, barro no vidriado deberán carecer de grietas, poros, de color uniforme, sin burbujas en la cara vidriada, o sin vidriar, sin hundimientos.

Texturados o texturizados integrales con agregados pétreos y resinas acrílicas. En la elaboración de los revestimientos las resinas empleadas deberán ser cien por ciento acrílicas, el recubrimiento deberá ser resistente al intemperismo, humedad, a cambios de temperatura, no sufrir desprendimientos, el color deberá ser integral, no presentar exudación.

El tapiz plástico no deberá de colocarse ni cambiar de tono cualquiera que sea su color, diseño y textura, su acabado deber de ser uniforme, no contener burbujas, motas, manchas, o cualquier otra imperfección, sobre su superficie no se deberá presentar ondulaciones o arrugas entre las orillas.

Recubrimientos integrales texturizados o texturados con agregados pétreos y resinas acrílicas y plásticas

Capa elaborada integralmente con productos industriales a base de resinas cien por ciento acrílicas y plásticas, pigmentos de óxido de hierro, arenas sílicas, titanio, carbonato de calcio, fungicidas, materiales pétreos, color integral desde su preparación y cargas diversas para obtener la plasticidad requerida del revestimiento lavable, incombustible, impermeable con acabado final de resina de poliuretano o resina acrílica según el recubrimiento especificado.



En la elaboración del recubrimiento las resinas deberán ser cien por ciento acrílicas y plásticas que garanticen la durabilidad y calidad del revestimiento especificado, no se aceptarán resinas que se utilizan generalmente en la fabricación de pinturas o acetato de polivinilo.

Los revestimientos a base de resinas cien por ciento acrílicas y plásticas no deberán sufrir desprendimientos; deterioro, debiendo ser resistentes en ambos sentidos y contar con la adherencia entre los componentes utilizados en su elaboración y la superficie por recubrir. Deben ser resistentes al intemperismo, humedad, cambios de temperatura, no debiendo cambiar de color o amarillearse y en su aplicación se empleará mano de obra calificada.

Los recubrimientos no deberán presentar exudación, transmisión de color, separación entre los materiales que la integran, deben estar libres de manchas, agrietamientos, de tonalidades diversas, defectos superficiales. Se sujetarán a los requisitos de calidad, resistencia, muestreo, base de aceptación que el propietario establezca.

La proporción de los componentes del revestimiento, será dada por el contratista en base a que éste debe satisfacer los requisitos de calidad exigidas por el propietario.

Previa a la colocación se muestreará la calidad de los recubrimientos y películas de protección final. Las superficies por recubrir deberán estar libres de grasas, polvo, productos desmoldantes, eliminando partículas sueltas, película de curado, pudiendo eliminar lo anterior por medio de un lavado químico producto de la mezcla del diez por ciento (10%) de ácido muriático con agua, la solución se deja el tiempo suficiente para que cese la formación de burbujas de aire, lavándose enseguida con abundante agua.



Se eliminarán alambres, se recubrirá cualquier otro elemento metálico para evitar oxidaciones.

Acabados en pisos y escalones

Elementos constructivos de acabados sobre superficies horizontales o inclinadas destinadas al tránsito utilizados para definir espacios y funciones específicas.

Los acabados en pisos se especifican para resistir abrasión o impactos, para aislamiento térmico, acústico, de radiación, conductores de cargas electroestáticas o funciones estéticas. Los acabados en pisos se ajustarán a los niveles o pendientes que especifique el proyecto.

Para acabados de pisos de fabricación industrial el Contratista deberá presentar previamente a su colocación muestras de los materiales a emplear para aprobación y autorización del proyectista. Se protegerán las superficies terminadas durante el proceso de terminación de la obra. No se aceptarán errores en las pendientes de los pisos en más de 0.2% ó 2 cm. máximo de desnivel en tramos mayores de 10 mts. Se rechazarán las piezas que sufran alabeos, irregularidades fisuras o despostilladuras.

Pisos de material de arcilla de barro vidriado o natural

Tratamiento que se da a la superficie de un piso colocando recubrimientos con materiales industriales elaborados con arcillas, silicatos, fundentes, y otras materias primas, otros con feldespatos, sílice, caolín, mezclado con wallestonita y pirofilita sometidas a cocción.

Los materiales vidriados con color, o natural, losetas, baldosas, deberán carecer de grietas, poros, ser de color uniforme, sin burbujas, no se aceptarán



piezas descuadradas, deformadas o rotas. Las losetas, baldosas, azulejos, deberán apegarse a lo especificado en proyecto.

Ejecución

Las áreas por recubrir deberán estar limpias, libres de grasa, aceites, eliminando partículas sueltas.

.Previo a la colocación del material del recubrimiento se deberá verificar que los pisos no presenten irregularidades ni desniveles; los cuales, en caso de existir, deberán corregirse.

La restitución de los materiales, colocación de los trabajos, mano de obra por mala ejecución y no verificación del estado que presenten los pisos previa a la colocación de los recubrimientos serán con cargo al Contratista.

Se procurará revolver las piezas de diferentes cajas o empaques colocándolas al azar con el objeto de lograr superficies con tonalidad lo más uniforme posible. La disposición de la colocación de las piezas se hará de acuerdo a lo especificado en el proyecto.

La superficie por recubrir se humedecerá colocando maestras a nivel o pendiente especificada en el proyecto a no más de 2 m de distancia entre 2 consecutivas en direcciones normales. Posteriormente se colocará el mortero en proporción 1:4 con espesor de 2.5 cm. el cual servirá de asiento al recubrimiento por colocar (si este es el procedimiento seleccionado) verificando su nivel y alineamiento de pieza a pieza con reventón, regla y nivel. Las piezas deberán sumergirse durante 24 hrs. Antes de su colocación.

La separación de las juntas será de 2 mm. a 1 cm. de acuerdo al proyecto.

Los cortes de las piezas se realizarán con cortadora de diamante, o con cortadora de disco abrasivo.

Se procurará que en vanos de puertas entre pasillos y locales, las piezas conserven el mínimo alineamiento, los ajustes se harán de preferencia en remate con muros u otros elementos verticales que definan los espacios, es decir, se ajustarán al perímetro indicado.

Se procurará golpear levemente el recubrimiento con el objeto de expulsar el aire sobrante de mortero obteniendo con esto un asiento uniforme del material, se limpiará el sobrante de mortero y lechada del mismo antes de fraguar conservando limpias las piezas y juntas de las mismas.

Posteriormente se juntarán los pisos con un junteador de colores o una lechada de cemento blanco con agua distribuyéndola con un rastillo de hule procurando que penetre perfectamente entre las juntas; antes de fraguar la lechada deberá extenderse una capa de aserrín y con un trapo efectuar la limpieza del piso con el objeto de que el sobrante de la lechada, seque y no manche (como se muestra en la fot. 94).



Fot. 93 Piso terminado pulido



Fot. 94 Piso terminado Vitropiso



Techos

Un techo es la parte superior de cualquier estancia. No debemos confundirlo nunca con una cubierta o tejado. Vamos a recordar que es cada uno: una cubierta es la parte superior de una edificación y un tejado es una cubierta con un revestimiento de tejas.

Los techos aunque son elementos que normalmente pasan desapercibidos, están aumentando de importancia en la construcción habitual, ya que cada vez más, desarrollan funciones esenciales en el acondicionamiento de los locales.

Vamos a ver cuáles son sus funciones:

- Paso de instalaciones: en las construcciones actuales han aumentado considerablemente el número de las instalaciones y lo que más nos importa, el tendido de tuberías y cables que debemos hacer pasar por algún sitio de forma que no se vean. Los falsos techos nos permiten dicho paso sin causar ninguna molestia, sin tener que realizar casi todas, y junto con la utilización de tabiquería seca (cartón yeso, paneles de madera, etc.) se han revelado como una buena solución.

Otra gran ventaja en un falso techo es que, en caso de avería, la localización y reparación es más sencilla que si van ocultas en el suelo o en el tabique de un muro.

Los tipos básicos que nos podemos encontrar son tres: **cielos rasos, placas de escayola y cartón yeso.**



Cielos rasos

Es el techo más sencillo que podemos realizar, consiste en ejecutar una carga de yeso (tendido) o de mortero de cemento (enfoscado) de 20 mm. De espesor aproximadamente.

Lo habitual es utilizar el tendido de yeso en los interiores y el enfoscado en los exteriores.

Se debe considerar un aspecto muy importante del trabajo con el yeso: el acero y el yeso son materiales incompatibles, que no deben estar nunca en contacto directo, ya que el acero podría oxidarse. Si se tiene que cubrir un elemento de acero con yeso, previamente se tendrá que pintar el acero o cubrir con un elemento cerámico que evite el contacto directo.

Placas de escayola

Los techos de placas de escayola son falsos techos que se realizan con placas prefabricadas de escayola rígida creando un revestimiento continuo de estancia a cubrir.

En la ejecución de estos techos lo primero que debemos hacer es plantear el encuentro con los tabiques, marcando el perímetro con respecto al suelo terminado.

Una vez terminado se irán colocando a tope las planchas de escayola, normalmente de 100x60x1.9 cm, con ayuda de fibras vegetales (cuerdas de esparto y cáñamo), untadas con pasta de escayola que, una vez seca, estabilizaran el conjunto.



Aunque este método es el más habitual, también se puede realizar la sujeción de las placas con una subestructura metálica a base de varillas roscadas, que nos permiten regular la altura. En la unión con los paramentos podemos utilizar dos soluciones: dejar una separación de 5 cm, que se rellenará posteriormente con pasta de escayola reforzada con fibras vegetales o crear un foseado perimetral con una moldura a escuadra.

Es habitual en estos techos colocar molduras prefabricadas que se pegan con adhesivos especiales para escayola una vez terminado el resto del trabajo.

En caso de pintar con un color diferente al blanco, es recomendable utilizar una capa de imprimación tapa poros que evite la aparición de dos tonos de color diferente marcando las juntas entre paneles. Esta diferente tonalidad es consecuencia de utilizar dos materiales diferentes: las placas de escayola y la pasta de escayola.

Cartón yeso

Son techos contruidos con placas de cartón yeso atornilladas a una subestructura metálica.

Las dimensiones normalizadas de las placas son de 1.2 m de ancho, con 2.6 m de largo para espesores de 13 mm y 2.7 m de largo para 15 mm de espesor.

Dependiendo de la calidad de nivelación del forjado o de la necesidad de realizar una cámara de aire, podemos encontrarnos con dos tipos: **los semidirectos o los suspendidos.**



Techos semidirectos de cartón yeso

Cuando el forjado está bien nivelado y no queremos dejar una cámara de aire.

Esta formado por muestras metálicas en forma de omega, fijadas directamente en la estructura del techo a las que atornillaremos a matajunta las placas de cartón yeso. El techo se remará tapando todas las cabezas de los tornillos y juntas con pasta de escayola especial para cartón yeso.

Techos suspendidos de cartón yeso

Se instalan cuando la nivelación del forjado no es la adecuada o deseamos construir una cámara de aire.

Están formadas por una serie de perfiles metálicos, colgados del forjado mediante varillas roscadas que permiten la nivelación en la altura. Las placas las atornillaremos posteriormente a matajunta en dirección perpendicular a los perfiles.

Techos registrables

Los techos registrables son techos suspendidos mediante estructura metálica en las cuales apreciamos claramente las juntas y podemos acceder a la cámara de aire formado entre acabado y estructura, así como se puede observar en la fot. 95.

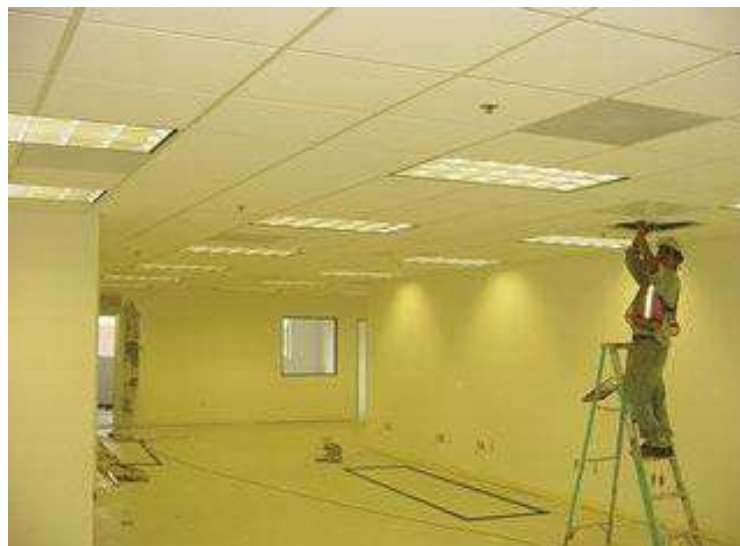
Además de ser registrables existe otra diferencia importante con los techos continuos y es que son totalmente prefabricados, es decir, una vez colocados no necesitamos realizar ningún trabajo de acabado.



Fot. 95 Techo suspendido mediante estructura metálica

Aunque existe un gran número de fabricantes en este tipo de techos, la diferencia entre los distintos modelos son mínimas, siendo los sistemas muy similares entre si dentro de cada tipo.

El acabado lo realizamos con placas de dimensiones normales de 60x60 cm, 120x120 cm. ó 60x120 cm, como se aprecia en la fot. 96. El material de estas placas es de lo más variado, pudiéndonos encontrar cartón yeso, metal, madera, y diversos de estos.



Fot. 96 Colocación de placas normales de 60x60 cm.



Al igual que en los techos continuos, lo primero que debemos hacer es el replanteo perimetral y la colocación de un perfil angular de borde que reciba el techo contra el tabique. Este remate tendrá un mínimo de dos fijaciones por metro.

Esta tira de borde se puede sustituir por una tira de falso techo continuo de escayola, de manera que no sea necesario cortar ninguna placa del techo de placas. En este caso no será necesaria la colocación del perfil angular.

Después replantearemos en el techo las líneas de modulación, según la dimensión de placa elegida, de forma que sepamos donde debemos atornillar las varillas roscadas de sujeción.

Estas varillas no tendrán una separación mayor entre si de 1.2 m, sostendrán los perfiles primarios, que son los que soportarán el peso del techo y que cruzan la estancia en toda la longitud. Después se colocarán los perfiles secundarios, que van de perfil a perfil primario, creando la modulación final y el arriostrando el sistema.



IX.- CONCLUSIONES

Después de analizar a detalle esta información, tema por tema, podemos concluir lo siguiente:

Debido a que en la actualidad, como se ha mencionado en la introducción, se han venido desarrollando y optimizando de manera muy acelerada todo tipo de maquinaria para la construcción, por lo cual, los procedimientos constructivos han ido cambiando y perfeccionándose con la finalidad de realizar los trabajos en menor tiempo, menor costo y con una mayor calidad, es por tanto, responsabilidad del Ingeniero Civil adquirir todo tipo de conocimientos que en su formación académica no haya adquirido, pero que son de suma importancia para el desarrollo de su carrera de una forma más profesional y científica.

Siempre que se vaya a realizar una construcción de esta magnitud, se deberá planificar el proyecto con anticipación, de tal forma, que se pueda llevar a cabo un proceso adecuado que nos permita ir realizando las diferentes etapas de la obra en el tiempo previsto y con la calidad requerida, es decir, tenemos que desarrollar un proyecto en el cual se puedan erradicar todos los problemas, por insignificantes que parezcan, que se pudiesen presentar en el transcurso de la obra y de una manera no muy agradable provoquen atraso en la construcción.

Esta investigación tiene la finalidad de mostrar al alumno una alternativa para la construcción de naves industriales, en la cual se pusieron de manifiesto diferentes medios mecánicos para la construcción que de alguna manera son más rápidos y eficientes que los trabajos manuales, y otros medios que vienen a sustituir a los métodos usuales en obra para garantizar una durabilidad mayor, por ejemplo, el uso de allanadoras mecánicas que garantizan de una manera muy segura cuadruplicar el allanado manual y además, obtener una calidad mayor en el acabado; el uso de dispositivos (bull doger y diamond dowel) que permiten en el



piso una mayor distribución de cargas y que a su vez restringen al piso movimientos cortantes y torsionantes, pero además su función principal es: no permitir que el piso se agriete; el uso de equipos de corte, con los cuales podemos ejecutar cortes de varillas de diámetros grandes y material de estructura de una manera más eficiente donde al trabajador le permite rendimientos muy elevados; etc.

También en la investigación, podemos observar diferentes errores que se fueron presentando en el transcurso de obra y que son de gran importancia mencionarlos con la objetivo de que el alumno tenga conocimiento de ello y lo contemple en los proyectos posteriores, con la finalidad de erradicarlos, y obtener resultados óptimos, por ejemplo, no considerar la tala de algún árbol que se encuentre dentro de la poligonal a construir, como fue en nuestro caso, y que se produjo retraso en el trabajo, ya que se lleva un proceso legal para poder realizar la tala; no tener comunicación con los responsables de los diferentes departamentos, como fue el caso de los encargados de las terracerías, que no las dejaron al nivel que marcaba el proyecto y se tuvo que realizar un afine por medio manual (pico y pala); otro problema, y creo que de los más graves, es haber adquirido una estructura más económica con la finalidad de reducir el costo, y que por esta decisión, parte de la estructura salio defectuosa y esto implicó más trabajo y tiempo; etc.

Así pues, el alumno al consultar esta investigación con el debido tiempo, obtendrá una basta información y podrá, de una manera muy sencilla, enriquecer sus conocimientos y hacer uso de ellos en su vida profesional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado. González Cuevas, Robles. Limusa Noriega Editores, 3ra. Edición.
2. Costo y Tiempo en Edificación. Carlos Suárez Salazar. Editorial Limusa. Tercera Edición, sexta reimpresión 2003.
3. Manual de Auto-Construcción. Arq. Carlos Rodrigues R. Quebecor World Bogotá, S. A. novena reimpresión, junio 2002.
4. Administración Profesional de Proyectos. Una Guía Practica para Programar el Éxito de sus Proyectos. Yamal Chamoun. Mc Graw Hill.
5. Manual de Diseño y Construcción de Pisos Industriales, Edición en Español.
6. Maquinaria para la Construcción. David Day.
7. Método Planeamientos y Equipos de Construcción. Peurifoy.
8. Guías Técnicas de Construcción Tomo I, Obra Civil, IMSS Seguridad y Solidaridad Social. Edición en Español 2004.
9. Guías Técnicas de Construcción Tomo II, Instalaciones Eléctricas Telefonía y Sonido, IMSS Seguridad y Solidaridad Social. Edición en Español 2004.
10. Guías Técnicas de Construcción Tomo III, Instalaciones Sanitarias y Especiales, IMSS Seguridad y Solidaridad Social. Edición en Español 2004.
11. IMCYC. Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Instituto Mexicano de Cemento y Concreto. Edición al Español, 1998.
12. Procedimiento de Soldadura Estructural Acero de Refuerzo. Norma Oficial Mexicana, NOM-H-121-1985.
13. Sociedad Mexicana para la Soldadura, apoyando el Desarrollo Tecnológico de la Soldadura en México.
14. Apuntes Generales, periodo 2002-2007, Facultad de Ingeniería Civil.