



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**“Control de calidad y procedimiento constructivo
del edificio de la Facultad de Historia de la
Universidad Michoacana de San Nicolás
de Hidalgo, etapa 2004-2006”**

TESIS

Para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL

**PRESENTA:
CHRISTIAN GABRIELA CORRAL
AGUADO**

**ASESOR:
M. A. WILFRIDO MARTINEZ MOLINA**

I N D I C E

CAPITULO I	
Introducción	1
 CAPITULO II	
Antecedentes del proyecto	2
 CAPITULO III	
Especificaciones y planos constructivos	3
III.1. Obras preliminares	3
III.2. Mampostería	7
III.3. Concreto hidráulico	9
III.4. Acero de refuerzo para concreto hidráulico	16
III.5. Cimentaciones	24
III.6. Estructuras	25
III.7. Muros	30
III.8. Pisos y pavimentos	32
III.9. Techos	35
III.10. Obras exteriores	37
III.11. Planos Constructivos	38
 CAPITULO IV	
Procedimiento de construcción	42
IV.1. Limpia, trazo y nivelación	42
IV.2. Excavación a cielo abierto	43
IV.3. Abatimiento de agua por bombeo directo	43
IV.4. Rellenos y compactación	44
IV.5. Plantillas	46
IV.6. Zapatas y contratraveses de concreto	46
IV.7. Cimientos	47
IV.8. Enrases de tabicón de concreto y cadenas de desplante	48
IV.9. Muros, cadenas y castillos	49
IV.10. Aplanados de mezcla	50
IV.11. Cubiertas	50
IV.12. Columnas de concreto armado	51
IV.13. Estructuras metálicas	52
IV.14. Pisos	55
IV.15. Acabados	56
IV.16. Limpieza de la obra	56
IV.17. Entrega de la obra	57
 CAPITULO V	
Pruebas de control de calidad a los materiales empleados	59
V.I. Pruebas de control de calidad en concreto	60
V.I.1. Muestreo de concreto fresco	60
V.I.2. Revenimiento	61
V.I.3. Moldeo de cilindros	63
V.I.4. Curado del concreto	64
V.I.5. Cabeceo de cilindros	65

V.I.6. Resistencia a la compresión	66
V.I.7. Datos obtenidos en Laboratorio	67
V.I.8. Criterios de evaluación de resultados del concreto hidráulico	70
V.I.9. Resultados estadísticos	73
V.II. Pruebas de control de calidad en acero de refuerzo	88
V.II.1. Resistencia a la tensión en acero	88
V.II.2. Datos obtenidos en Laboratorio	89
CAPITULO VI	
Conclusiones	90
BIBLIOGRAFIA	91

AGRADECIMIENTOS:

A Mis Padres:

Martha Aguado Zamudio y R. Gabriel Corral Guzmán por guiarme y apoyarme en cada momento.

A Mis Hermanos:

Alejandro y Mario Alberto Corral Aguado por estar siempre a mi lado.

A Vadir:

Por su apoyo y comprensión, así como a toda su familia.

A Mi Asesor de Tesis:

Wilfrido Martínez Molina y a su esposa Elia Mercedes Alonso Guzmán, por guiarme en todo momento, tanto en la realización de esta tesis como a lo largo de toda mi carrera.

Al Departamento de Coordinación Obras y Proyectos de la U.M.S.N.H.:

Ing. Cuauhtemoc Ortiz Venera, Ing. Jaramillo, Arq. Salvador González, M. Jaime García, Arq. Félix, Arq. Raúl Coria, Arq. Yurixhi García, Ing. José Martínez, Martín Alcanzar Romero, Ñiura Gutiérrez López, así como a todos los que colaboraron en éste proyecto. Gracias por su atención y ayuda.

A Mis Amigos:

Francisco Vargas “Pancho”, Dante A. Díaz Orta, Rogelio Peñaloza, Gaby Quezada, Yesenia Pérez, Edgar Delgado, a mis compañeros, gracias por su amistad y buenos consejos.

A Mis Compañeros de Laboratorio:

Jesús Zauno, Cindy Lara, Zeferino González, Wendy Barrera, Carmelita, Ramsés Pineda, por brindarme su amistad y conocimientos desinteresadamente.

C A P Í T U L O I

I N T R O D U C C I O N

En el presente trabajo de tesis se hablará de cómo se llevó a cabo el control de calidad del edificio de la Facultad de Historia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, así como el procedimiento constructivo de la misma.

Las normas con las que se llevó a cabo la construcción del edificio de la Facultad de Historia fueron las establecidas por el Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE).

El Laboratorio que lleva a cabo el control de calidad del alguna obra juega un papel muy importante, por que en él se deposita toda la confianza y es ahí en donde se determinará si la estructura que se esta realizando cumple con las especificaciones de resistencia establecidas de acuerdo a las pruebas realizadas.

El Laboratorio de Materiales “Luís Silva Ruelas” de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana llevó el control de las pruebas que se realizaron al concreto y al acero, en el concreto se realizaron pruebas de compresión simple a 7, 14 y 28 días de elaborados; y en acero para refuerzo del concreto se realizaron pruebas de tensión y doblado.

En ésta tesis nos enfocaremos principalmente en pruebas a los concretos estructurales en las diferentes etapas constructivas de la obra como son: cimentaciones, estructura, aceros de refuerzo para concretos, así como en los diferentes elementos tales como: zapatas, contratraveses, losas de entrepiso, azotea, traveses y columnas.

Los resultados correspondientes al concreto estructural se analizaron por métodos estadísticos para poder determinar si las resistencias obtenidas fueron las requeridas por la Oficina de Proyectos y Supervisión de la U.M.S.N.H. y para verificar que el control de calidad que se llevó fue bueno.

Es importante señalar que los resultados de las pruebas pueden variar dependiendo de diferentes factores que pudieron afectar los especímenes, entre los cuales podemos mencionar algunos: la elaboración del concreto, el llenado de cilindros, transporte, curado, variación de temperatura, entre otros.

CAPITULO II

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La Facultad de Historia de la Universidad Michoacana fue fundada en el año de 1973. La Escuela de Historia, hoy Facultad, comenzó a funcionar (1973) en un salón del segundo patio, planta alta de Colegio de San Nicolás de Hidalgo, posteriormente fue trasladada al edificio que hoy alberga a la Preparatoria No. 3, “José María Morelos y Pavón”; en 1975 hace su arribo al edificio “B” de la Unidad de Ciencias, Ingeniería y Humanidades, en Ciudad Universitaria, en Morelia. De ahí se cambia al edificio “M”, y finalmente al edificio “R”, el cual compartía inicialmente con la Escuela de Filosofía y hoy con la Facultad de Biología. Al resultar insuficientes las aulas, ocupa espacios prestados en los edificios “W” y “M” razón por la cual fue menester contar con edificio propio.

Un factor que justifica la construcción de un edificio propio para la Facultad de Historia se encuentra en la demanda y crecimiento de la matrícula en última década: en el ciclo 1994-1995 la Facultad de Historia contaba con una matrícula de 128 alumnos; para el ciclo 1998-1999 la Facultad había alcanzado una población estudiantil de 408 alumnos y para el ciclo 2004-2005 se tuvo una matrícula de 522 alumnos¹.

Actualmente toda institución desea acreditarse y la Facultad de Historia no es la excepción. Uno de los principales motivos que se tuvo para poder construir un nuevo edificio para la Facultad, fue el que la Secretaría de Educación Pública, actualmente mantiene la política de apoyar con recursos adicionales y programas especiales a todas las instituciones o programas que se encuentren acreditadas, y para poder obtener una acreditación era necesario que la Facultad de Historia contara, entre muchos otros requisitos académicos con un edificio propio. La SEP cuenta con el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) en el cual se ven todas las necesidades que se tienen en la Facultades y sus posibles soluciones, y fue que por medio de este programa de fortalecimiento se propuso el proyecto en comento y finalmente el financiamiento para la construcción del edificio de la licenciatura en Historia se llevó a cabo por Fondo de Aportación Múltiple (Ramo 33), Programa Federal de Obras. Ejercicio fiscal 2004, habiendo sido este por la cantidad de \$9,592,000.00 y de los cuales únicamente se utilizaron hasta ahora \$8,383,991.59.

El edificio consta de: Una planta baja que cuenta con 9 aulas y 2 cuartos de sanitarios (1 para hombres y 1 para mujeres), una puerta de acceso principal y una escalera para acceder a la planta alta; en planta alta cuenta con 5 aulas, 1 aula audio visual, 1 sala de maestros, 1 sala de computo, así como 2 cuartos de sanitarios (1 para hombres y 1 para mujeres).

CAPÍTULO III

ESPECIFICACIONES Y PLANOS CONSTRUCTIVOS

La construcción de la obra fue realizada mediante la modalidad de Administración por parte de la Oficina de Proyectos y supervisión, de la Universidad Michoacana, por lo que no se contrataron los servicios de alguna constructora. Si fueron realizados algunos trabajos mediante contratos, pero se limitaron a la realización de conceptos tales como cancelería, instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas y de red. El motivo para haber procedido en esta forma, es el de obtener un ahorro. Es decir que las ganancias que obtendría la contratista son invertidas por la Universidad Michoacana en la realización de trabajos en la propia obra. Las especificaciones que fueron utilizadas para la realización de proyecto, son las del Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE), y son estas las que a continuación se mencionan, adaptadas a esta obra.

III.1. OBRAS PRELIMINARES

III.1.1. Definición. Trabajos y obras que es necesario ejecutar antes del desplante de un edificio, para proteger el terreno y las construcciones, así como para facilitar y permitir la iniciación de la construcción.

Se consideran Obras Preliminares: entrega del terreno y del trazo, limpieza del terreno, formación de terrazas, cisternas provisionales, excavaciones, bombeos, rellenos, platillas, zampeados, subdrenes, apuntalamientos, tapiales, cercas, letrinas, demoliciones, instalación eléctrica provisional y señalamientos.

III.1.2. Requisitos de ejecución. Entrega del terreno, trazo y nivelación.

El Departamento de Planeación de la Universidad Michoacana entrega al Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras el trazo de los ejes principales de las obras, los linderos amojonados del terreno dentro del cual dentro del cual se realizarán éstas y un banco de nivel general con el cual el Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras podrá iniciar los trabajos.

Limpieza. La limpieza se ejecutará en toda el área del terreno y el producto de la limpieza del terreno se depositará en el lugar que indique el supervisor, pudiendo éste quedar dentro o fuera de la obra.

Formación de terrazas. Generalmente, se deberá procurar la compensación a base de cortes y rellenos con material producto de los cortes, compactándose los rellenos con cepas de 15 cm. de espesor y con humedad óptima.

Excavaciones. El C.A.P.F.C.E., indicará la manera de realizar las excavaciones, pudiéndose hacer a mano o con maquina autorizada por el Comité. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada no se requiere la autorización anterior.

En el caso de que el suelo de cimentación sea diferente al previsto ó, presente características nocivas para la obra, se proyectará una nueva cimentación. El C.A.P.F.C.E., indicará el uso que se le dará al material producto de la excavación.

Los taludes, serán ubicados según indique el proyecto. Los materiales inestables, serán removidos y toda materia orgánica que sobresalga, deberá cortarse al ras.

Bombeos. Cuando se requiera bombeo, el C.A.P.F.C.E., autorizará el equipo que se requiera utilizar. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización anterior.

Si conviene económicamente, el Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras construirá drenes o pozos que ayuden a ejecutar las excavaciones en seco y evitar derrumbes e inundaciones.

Cuando se utilicen explosivos, las excavaciones se deberán ajustar al proyecto, no aflojando material más allá de lo indicado; el contratista, deberá obtener los permisos necesarios para el uso de explosivos.

Rellenos. El C.A.P.F.C.E., indicará si los rellenos deben ejecutarse a mano o con maquinaria que deberá ser aprobada por el Comité. Los rellenos se ajustarán a los procedimientos fijados en el proyecto y deberán hacerse por capas de espesores no mayores de 15cm. y humedad óptima, con una compactación al 90%, salvo que el proyecto indique otra cosa. De preferencia, se utilizará material producto de la excavación, pero si no es conveniente, se hará con material de banco aprobado por el C.A.P.F.C.E.

Plantillas. Servirán como mejoramiento de la superficie de desplante, para protección del acero de refuerzo y para trazar con precisión los ejes de cimentación. Se construirán sobre superficies de desplante terminadas y afinadas. Serán de concreto hidráulico de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ Tendrán un espesor mínimo de 6 cm. Y se deberán apisonar y terminar uniformemente.

Zampeados. Sirven para evitar la erosión de la superficie del suelo, pueden ser de mampostería de tercera clase, mampostería seca, concreto hidráulico o de suelo-cemento.

- Zampeados de mampostería de tercera clase. Se utilizará mortero de cemento, cal y arena en proporción 1:2:6, salvo que el proyecto fije otra dosificación. Las piedras se colocaran cuatropedadas, humedecidas sobre una capa de mortero, tratando de no dejar huecos; las juntas se rellenarán con mortero. En taludes, el zampeado deberá hacerse comenzando por el pie del talud, con las piedras de mayor dimensión.
- Zampeados de mampostería seca. Las piedras deberán colocarse cuatropedadas y asentadas completamente en la superficie por zampear. Una vez colocadas las piedras, se rellenaran las juntas con material arcillo-arenoso, retacándose con lajas y comenzando por el pie del talud.

- Zampeados de concreto hidráulicos. Podrán ser precolados o colocados en el lugar, de las dimensiones y características que fije el proyecto.
- Zampeados de suelo-cemento. Los materiales se mezclarán en el lugar o en planta, preferentemente en seco, posteriormente se agregará el agua revolviéndolos nuevamente hasta obtener una mezcla homogénea; se colocará la mezcla extendiéndola y dándole el espesor fijado en el proyecto; se apisonará y se curará en forma adecuada.

Drenes. Se utilizarán para captar, coleccionar y desalojar el agua del terreno natural. Los principales tipos de drenes son: zanjas y superficiales.

- Drenes en zanja. Se abrirán zanjas en el terreno natural que alojará tubos machihembrados que podrán ser de pvc. sanitario o de concreto simple, de 15 cm. de diámetro y con perforaciones circulares a lo largo de los tubos; se mejorará el fondo de la excavación con material filtrante, con la pendiente del proyecto. Los tubos se colocarán sin juntar, y con las perforaciones hacia abajo. La pendiente será como mínimo 0.5%. Se cubrirá la tubería a volteo con material filtrante húmedo, dándole una ligera apisonada, al final, se cubrirá la zanja con una capa impermeable ó zampeado.

Apuntalamientos. Se ejecutarán de acuerdo con lo que fije el proyecto y/u ordene el C.A.P.F.C.E. Cuando durante el transcurso de una obra se haga necesario proteger al personal, a terceros, a la construcción misma o a las construcciones circunvecinas y tal circunstancia no estaba prevista, el contratista deberá realizar las obras de apuntalamiento necesarias y lo comunicará de inmediato al C.A.P.F.C.E.

Tapiales. se construirán en la ubicación y las dimensiones y características que fije el proyecto y/u ordene el C.A.P.F.C.E. Se utilizará para protección del tránsito de personas ajenas a la obra y de los propios trabajadores.

Cercas provisionales. Se construirán en la ubicación y de las dimensiones que indique el C.A.P.F.C.E. Se utilizarán para limitar la zona de trabajo y evitar acceso de personas ajenas a la obra.

Demoliciones. Se ejecutarán con el objeto de deshacer una estructura o parte de ella, seccionando, estibando y almacenando los materiales aprovechables y retirando los escombros según indique el C.A.P.F.C.E.

El equipo a utilizar, será previamente aprobado por el C.A.P.F.C.E. El Departamento de Proyectos y Supervisión de Obra deberá tomar las precauciones necesarias para evitar daños a terceros y a los propios trabajadores.

Cuando se ordene la demolición parcial de una estructura, por mala ejecución la obra ó, cambio de proyecto, en el caso de concreto reforzado, las juntas de construcción, y el acero de refuerzo, se cortarán en la longitud y forma que indique el C.A.P.F.C.E.

III.1.3. Criterios de medición y base de pago

La limpieza del terreno se medirá tomando como unidad el metro cuadrado.

La formación de terrazas se medirá tomando como unidad el metro cúbico corte y/o de relleno.

Las excavaciones se medirán tomando como unidad el metro cúbico, teniendo en cuenta:

Para cualquier profundidad, a partir del borde más bajo del terreno original; verificándose en la excavación misma, tomando como base los volúmenes definidos en el proyecto, con las modificaciones en más o en menos, ordenadas por el C.A.P.F.C.E.

Los derrumbes y azolves originados por causas no imputables al Departamento de Proyectos y Supervisión de Obra, deberán medirse y clasificarse directamente en el propio material y serán los únicos que se medirán para efectos de pago.

El relleno de grietas y oquedades en el lecho de roca o suelo de cimentación, se medirá tomando como unidad el m³ de concreto, mortero o lechada de cemento.

El bombeo se medirá tomando como unidad la hora de bombeo efectivo.

No se medirán los volúmenes que exceden las tolerancias mencionadas, cuando las paredes de excavación puedan servir de molde.

Los rellenos se medirán tomando como unidad el metro cúbico compacto.

Las plantillas construidas sobre la superficie de desplante se medirán tomando como unidad el metro cuadrado.

Los zampeados se medirán de la manera siguiente:

1. De mampostería seca	m ³
2. De mampostería junteada con mortero de cemento, cal y arena en proporción 1:2:6 en	m ³
3. De concreto hidráulico de acuerdo al espesor	m ²
4. De suelo-cemento de acuerdo al espesor	m ²

Los drenes se medirán de acuerdo con lo siguiente:

1. Las excavaciones de zanja	m ³
2. Las platillas	m ²
3. Los materiales de filtro	m ³
4. Los tubos del diámetro y características fijados	metro de tubería colocada
5. Los registros de inspección y limpieza	pieza
6. La capa impermeable	m ²

Apuntalamientos, se medirán tomando como unidad el lote.

Las demoliciones se medirán de acuerdo a lo siguiente:

En las mamposterías y en el concreto hidráulico, se toma como unidad el metro cúbico. Se medirán en la propia obra antes de demolerla.

La limpieza del terreno, formación de terrazas, excavaciones, rellenos de grietas, rellenos, plantillas, zampeados, drenes, apuntalamientos y demoliciones, medidos como se indica en ésta Cláusula.

III.2.MAMPOSTERIA

III.2.1. Definición. Elementos de piedras naturales o artificiales, tabiques y bloques macizos o huecos, unidos con mortero aglutinante, que se utilizan como cimientos y muros.

Se considerarán los siguientes tipos de mamposterías:

- a. Mampostería de piedra natural, de segunda clase, que se construye con piedra labrada, rastreada y junteada con mortero de cemento-arena.
- b. Mampostería de piedra natural, de tercera clase, que se construye con piedra sin labrar junteada con mortero de cemento y cal.
- c. Mampostería de tabiques de barro o bloques de concreto, macizos o huecos, junteada con mortero de cemento y cal o cemento de albañilería.

III.2.2. Materiales

Las piedras naturales empleadas en cimentación estarán limpias y sin rajaduras, pesar 30 kg. Mínimo, excepto las cuñas. Se desecharán las piedras redondeadas. No se admitirán piedras que tengan materias extrañas.

Los tabiques de barro y bloques de concreto, deberán estar limpios y sin rajaduras y exentos de materias extrañas.

III.2.3. Requisitos de ejecución

Los morteros deberán elaborarse dosificando los materiales en volumen. Los materiales se mezclarán en seco en una artesa limpia y estanca hasta que la mezcla adquiera un color uniforme; siempre que sea posible, y según convenga de acuerdo con el volumen, se preferirá el mezclado mecánico. A continuación se le agregará el agua necesaria hasta obtener una pasta trabajable. El tiempo del mezclado, una vez que se agrega el agua, no deberá ser menor de 3 minutos.

Los morteros a base de cemento normal no deberán usarse después de transcurrido un tiempo de 2.5 horas del mezclado inicial, ni después de transcurrido 45 minutos de haberse incorporado el agua.

Los morteros a base de cemento de albañilería no deberán usarse después de transcurrido un tiempo de 3.5 horas después del mezclado inicial, ni permanecer más de

1 hora sin ser remezclados. En ningún caso la resistencia nominal a la compresión de mortero será menor de 40 kg/cm^2 , para las mamposterías de tabiques de barro o de bloques de concretos, ni de 15 kg/cm^2 para las mamposterías de piedras naturales. La relación volumétrica entre la arena y la suma de los cementantes se encontrará entre 2.25 y 5.

Para la ejecución de cimientos de mampostería de piedra natural deberá observarse lo siguiente:

- Se obtendrá una superficie de desplante, haciendo una plantilla de mortero, con pedacería de piedra ó sin ella, con un espesor mínimo hasta obtener una superficie uniforme.
- Se humedecerán plantillas y piedras, colocando las piedras más voluminosas en forma cuatroeada, usando suficiente mortero para asentar las piedras. Las mejores caras se aprovecharán para los paramentos y las coronas.
- La pendiente de las caras inclinadas, no será mayor de 1.5 (vertical) a 1 (horizontal).
- Cuando la mampostería vaya a quedar cubierta por agua, será juntada con mortero de cemento.
- Sobre la corona del cimiento, se construirán dalas de cemento reforzado y los castillos deberán empotrarse 40 cm. mínimo en el cimiento.

En la mampostería de segunda clase, las piedras se labrarán hasta lograr la forma correspondiente con las alledañas. Si las piedras son de origen sedimentario, el labrado se hará de tal manera que los lechos estratificados queden normales a la carga. El junteo se hará con mortero de cemento, llenando los espacios entre piedras contiguas. Las juntas, no serán mayores de 4 cm. Ni menores de 2cm. de espesor. Se procurará el cuatrapeo de juntas verticales, horizontales o inclinadas. Se usarán piedras a tizón distribuidas en forma conveniente para lograr una mejor trabazón y que ocuparán mínimo $1/5$ parte del área del paramento. Los muros de contención se pueden hacer con mampostería de segunda clase.

Para mamposterías de tercera clase, no se labrarán las piedras u en los huecos, se podrán rellenar con mortero y piedra chica o rajueleado. Se procurará que las caras de mayores dimensiones queden perpendiculares a la compresión. El junteo se hará con mortero de cemento de albañilería ó cal.

En la ejecución de mamposterías de tabique de barro o bloques de concreto se obtendrá:

- Las piezas de barro se saturan antes de colocarse, no así los bloques de concreto (tabicones).
- Se utilizará mortero de cemento y cemento de albañilería ó cal para las juntas y recubrimientos que no excederán de 1.5 cm.
- Las piezas se colocarán cuatroeadas el centro.
- La dimensión de la sección transversal de los muros que cumplan funciones estructurales y de fachada, serán de 10cm. como mínimo.

Para dar por terminada la construcción de las mamposterías, se verificarán las secciones en su forma y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el C.A.P.F.C.E. dentro de las tolerancias que se indican a continuación.

CONCEPTO	MAMPOSTERIA		
	SEGUNDA CLASE	TERCERA CLASE	MUROS
a. Base al nivel de desplante ancho y longitud	+ 3 cm.	+ 5 cm.	
b. Coronamiento, ancho longitud y enrase	+ 2 cm.	+ 3 cm.	+ 1 cm.
c. Salientes aisladas en paramentos visibles	2 cm.	4 cm.	
d. Salientes aisladas en paramentos no visibles	5 cm.	10 cm.	
e. Desplome de planos de paramentos	1:300	1:200	1:300
f. Espesor de las juntas	± 0.5 cm.	± 2 cm.	± 0.5 cm.

III.2.4. Criterios de medición y base de pago

Las mamposterías de acabado común para cimientos y muros de contención se medirán tomando como unidad el metro cúbico.

Las mamposterías de tabique de barro o bloques de cemento, macizos o huecos, del espesor y características fijado en el proyecto, se medirán tomando como unidad el metro cuadrado.

III.3. CONCRETO HIDRAULICO

III.3.1. Definición. Es el resultado de la mezcla y combinación, en dosificación adecuada, de cemento Pórtland, agregados pétreos finos y gruesos seleccionados y agua, que se utilizará en la construcción de elementos estructurales o decorativos, pavimentos, pisos, tuberías, banquetas y guarniciones.

Cuando lo requiera el proyecto y/o el C.A.P.F.C.E. fijarán el tipo de adicionante que podrá usarse en la elaboración del concreto hidráulico para mejorar su trabajabilidad, acelerar su fraguado, endurecer se superficie, aumentar sus propiedades de impermeabilidad o estabilizar el volumen.

III.3.2. Materiales

Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son los siguientes:

- Cemento
- Agua
- Agregado fino
- Agregado grueso
- Adicionantes

El C.A.P.F.C.E. clasifica el cemento de acuerdo a las normas A.S.T.M., en éste caso nosotros tomaremos la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE que son las que actualmente rigen en nuestro país.

Los tipos de cemento son los siguientes:

- CPO Cemento Pórtland ordinario
- CPP Cemento Pórtland puzolánico
- CPEG Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno
- CPC Cemento Pórtland compuesto
- CPS Cemento Pórtland con humo de sílice
- CEG Cemento con escoria granulada de alto horno²

La clase resistente y las características son las siguientes:

Clase resistente	Características especiales
20	RS
30	Resistente a los Sulfatos
30R	BRA
40	Baja Reactividad Álcali
40R	agregado
	BCH
	Bajo Calor de Hidratación
	B
	Blanco

Según las necesidades del proyecto los cementos pueden requerir de una o más características especiales. Por lo que puede ser requerido un CPO RS, que es un cemento Pórtland ordinario resistente a los sulfatos, o bien, un CPO B, un cemento Pórtland ordinario Blanco³.

Cuando el proyecto o el C.A.P.F.C.E. no indiquen el tipo de cemento que se debe usar en una obra, este será CPO. El C.A.P.F.C.E. podrá muestrear en cualquier momento el tipo de cemento que se pretenda utilizar y, éste será preferentemente de una marca de reconocida calidad.

El agua que se utilice en la elaboración del concreto hidráulico, deberá estar limpia y se debe evitar la utilización de agua con contenido de sal mayor del 5%.

Los agregados pétreos son: la grava y la arena, formados por granos limpios, duros y libres de materia orgánica. Los adicionantes que se utilicen en la elaboración del concreto podrán ser:

- Aditivos reductores de agua
- Agentes inclusores de aire
- Puzolanas
- Aditivos retardantes y acelerantes del fraguado

Cuando se utilice cemento envasado, deberá llegar a la obra por envases originales, cerrados en la fábrica y permanecer así protegidos de cualquier humedad, hasta su utilización en la obra.

En caso de que el C.A.P.F.C.E. autorice el empleo de cemento a granel, las características de las tolvas de almacenamiento, deberán ser probadas y/o autorizadas por el C.A.P.F.C.E., además, el equipo de transporte será previamente autorizado por el C.A.P.F.C.E.

El almacenamiento de los agregados, se hará de tal manera que no se contaminen y no se altere su composición granulométrica.

III.3.3. Requisitos de ejecución

Los concretos hidráulicos se designarán de acuerdo con la carga unitaria de ruptura a la compresión ($F'c$) fijada en el proyecto. El Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras, obtendrá las probetas de ensaye con la frecuencia que el C.A.P.F.C.E. considere necesario. Si al efectuar los ensayos, se encuentra que el concreto elaborado no cumple con dicha resistencia, deberá removerse ó demolerse y sustituirse por concreto nuevo que cumpla con las características en el proyecto.

La dosificación de los materiales para la elaboración de concreto, será determinada por el Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras y, bajo su responsabilidad.

La calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y aprobados de acuerdo a las normas NOM C-159 y NOM C-83 en un laboratorio acreditado.

Cuando la mezcla de concreto se elabora para obtener la resistencia especificada a 14 días, las pruebas se efectuarán en este lapso, de lo contrario, deberán efectuarse a los 28 días.

Para verificar la resistencia a compresión de concreto con las mismas características y nivel de resistencia, se tomará como mínimo una muestra por cada día de colado, pero no menos de una por cada 40 m³ de concreto. De cada muestra se fabricará y ensayará una pareja de cilindros.

Se entiende por coeficiente de variación (C_v), al cociente que resulta de dividir la desviación estándar (s) entre el promedio de las resistencias obtenidas (m) o sea:

$$C_v = s/m$$

$$S = [\Sigma (X_i - m)^2 / (n - 1)]^{1/2}$$

En donde:

X_i = Resistencia individual de cada uno de los especímenes

n = Número de pruebas de resistencia

La primera determinación del coeficiente de variación se hará con los resultados obtenidos de un mínimo de 10 muestras. El coeficiente de variación de las mismas debe ser igual o menor de 0.15.

Las cantidades de los materiales que intervengan en la dosificación del concreto serán medidas en peso, separadamente. Salvo que el C.A.P.F.C.E. ordene lo contrario, los concretos de $F'c$ hasta 200 kg/cm², podrán dosificarse por volumen, siempre y cuando la densidad de los agregados no sea menor de 2.3; en este caso, se deberán usar recipientes cuya capacidad sea conocida y constante.

El concreto, deberá tener el revenimiento o la consistencia marcada en el proyecto; éste se hará a maquina y deberá satisfacer lo siguiente:

- a. la revoltura se hará en un mínimo de 1.5 minutos. El contenido de la revolvedora deberá salir por completo del tambor, antes de que los materiales para la siguiente operación sean introducidos en el mismo.
- b. Antes de iniciar la producción de concreto, se consultará con el C.A.P.F.C.E., requiriendo éste que en el lugar se encuentren todos los materiales, equipo y personal necesarios para el colado correspondiente.
- c. Cuando por algún motivo y después de haberse hecho la revoltura tenga que dejarse ésta en reposo dentro de la revolvedora, no deberá permanecer más de 20 minutos en ella y antes de vaciarla se volverá a mezclar por lo menos durante 1 minuto. Cuando el C.A.P.F.C.E. autorice el uso de adicionantes, los tiempos mencionados podrán modificarse.

Cuando se autorice que la mezcla de materiales se haga a mano, se observará lo siguiente: Desde el momento en que se inicia el agregado del agua hasta que se deposite la revolvedora en los moldes, no deberá transcurrir más de 30 minutos y por ningún motivo se agregará agua después de ese tiempo. Cada revoltura hecha a mano se limitará a una mezcla cuyo contenido de cemento no sea mayor a 3 sacos de 50 kg. Si una parte de la revoltura empieza a fraguar, no deberá emplearse en la obra.

Por ningún motivo se autorizará concreto elaborado a mano, para colado de elementos estructurales.

Cuando el C.A.P.F.C.E. lo autorice, podrá utilizarse concreto elaborado en camión revolvedor, cuya revoltura se efectuará en el trayecto de la planta al sitio de colado. No transcurrirán más de 30 minutos desde el agregado del agua hasta el vaciado del concreto, con el uso del adicionantes, variando este tiempo a criterio del C.A.P.F.C.E.

El transporte y vaciado de la revoltura, se hará por alguno de los siguientes medios:

- a. Con carretillas, vagonetas, cubetas o camiones. Se construirán pasarelas para evitar que éstos se apoyen directamente en el acero de refuerzo.
- b. Con canales o tubos que deberán disponerse de manera que prevengan cualquier segregación y/o clasificación de los materiales. Los canales pueden ser de metal o de madera forrada con lámina. La altura máxima de caída será de 3 mts.
- c. Por medio de bombeo, instalando el equipo fuera de la zona de colado, de tal manera que no produzca vibraciones en el concreto fresco. La operación de bombeo deberá hacerse con flujo continuo de revolvedora.

El Departamento de Obras y Supervisión de Obras avisará 24 horas antes por escrito al C.A.P.F.C.E. cuando pretenda colar, para así, permitir la adecuada supervisión de los elementos.

El acomodo y compactación de la revoltura en los moldes se obtendrá con alguno de los siguientes métodos:

- a. Mediante el uso de vibradores por inmersión.
- b. Cuando la revoltura se deposite en estructuras de espesor reducido se acomodará con pisones de tipo vibratorio o maquinas de acabado.
- c. Cuando se trate de elementos precolados se usarán, además, vibradores de molde como lo fije el proyecto.
- d. Cuando con la aprobación del C.A.P.F.C.E. no se usen vibradores la revoltura se acomodará picándola con varillas metálicas
- e. Se deberán utilizar los vibradores adecuados, dependiendo del tipo de estructura y se evitará el excesivo vibrado, para impedir cualquier segregación y/o clasificación de material, así como el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo, que afecte las paredes previamente coladas o modifique la posición del acero.

Cuando la lluvia pueda perjudicar los trabajos de colados, éstos se suspenderán y se protegerán las superficies de concreto fresco. No se efectuarán colados cuando la temperatura sea menor a 5°C.

Para el colado de elementos de eje vertical, tales como pilas, columnas, muros, etc., se hará como sigue:

- a. La revoltura se vaciará colocando la por capas horizontales, continuas, de 25 a 30 cms. de espesor.
- b. Cuando la altura de caída de la revoltura sea mayor a 3m., se hará uso de deflectores y trompas de elefante.
- c. Cuando por alguna causa sea preciso interrumpir la continuidad de una de las capas, ésta deberá terminar con una cara vertical modelada con un tabique o mampara, colocada transversalmente al molde.
- d. El tiempo transcurrido entre el colado de una capa y la siguiente, no deberá ser mayor a 30 minutos.
- e. No se paralizará el colado cuando falten menos de 45 cm. para enrasar el coronamiento final de muros, estribos, pilas o columnas.

El colado de arcos, se hará formando dovelas, debiéndose colar cada dovola en una sola operación. El orden de avance deberá ser simultáneo de ambos arranques hacia la clave. Se aplicarán las mismas recomendaciones para el colado de elementos de eje horizontal.

El curado del concreto, necesario para lograr un fraguado y endurecimiento correctos, se obtendrá conservando la humedad superficial, mediante algunos de los siguientes procedimientos:

- a. Aplicando riegos de agua adecuados, sobre las superficies expuestas y moldes, a partir del momento en que dichos riegos no marquen huellas en las superficies expuestas.
- b. Aplicando a las superficies expuestas una cubierta impermeable que impida la evaporación del agua contenida en el concreto. Los moldes de madera se mantendrán húmedos durante 7 días para cualquier concreto.

- c. Cubriendo las superficies expuestas con arena o mantas, que se mantendrán húmedas lo mismo que los moldes. Los tiempos serán los mismos mencionados anteriormente.
- d. Mediante el empleo de vapor de agua ó cualquier otro procedimiento fijado en el proyecto y/o el C.A.P.F.C.E.

Las obras falsas de las cimbras, se construirán conforme al proyecto que elabore el Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras y apruebe el C.A.P.F.C.E. se observará lo siguiente:

- a. Las obras falsas podrán ser de madera, metálicas u otro material aprobado por el C.A.P.F.C.E.
- b. Se usarán cuñas de materiales duros en el apoyo de las cimbras, con objeto de corregir asentamientos antes, durante ó inmediatamente después del colado.
- c. Una vez terminada la construcción de la obra falsa, se revisará en todos los aspectos, comprobando que reúna las características solicitadas.
- d. El C.A.P.F.C.E. verificará los desplantes, niveles, contraflechas, contraventeo y todos los elementos geométricos de la obra falsa.

Los moldes de las cimbras se construirán conforme el proyecto que elabore el Departamento de Proyectos y Supervisión de Obra y le apruebe el C.A.P.F.C.E.; se recomienda lo siguiente:

- a. Los moldes podrán ser de madera, metálicos u otro material aprobado por el C.A.P.F.C.E.
- b. Los moldes, deberán tener rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la revoltura, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al colado. También, deberán ser estancados para evitar el sangrado de la mezcla.
- c. Se podrán utilizar los moldes un mayor número de veces que el fijado por el C.A.P.F.C.E., previa autorización de éste.
- d. Antes de colar, se impregnarán las superficies de los moldes con aceite mineral ó cualquier material aprobado por el C.A.P.F.C.E., esto se hará antes de colocar el acero de refuerzo y si éste se ensucia, deberá limpiarse antes de efectuar el colado.

La remoción de las cimbras, se hará de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Se recomienda lo siguiente:

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE CEMENTO HIDRAULICO	
	CPO 30, CPO 30R, CPC 30, CPC 30R, cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS	CPO 40, CPO 40R y CPC 40R
Bóveda	14 días	7 días
Trabes	14 días	7 días
Losa de piso	14 días	7 días
Columnas	2 días	1 día
Muros	2 días	1 día
Costados de trabes, Losa, etc.	2 días	1 día
Cuando la carga a soportar sea de consideración, a juicio del C.A.P.F.C.E, éste fijará el plazo mínimo adecuado en cada caso.		

- b. Cuando se usan adicionantes, la remoción de los moldes y de la obra falsa, se iniciará cuando lo ordene el C.A.P.F.C.E., con base en los resultados de las pruebas a los cilindros del concreto empleado.
- c. En elementos estructurales, que no soporten cargas, los moldes de superficies verticales se podrán remover a partir de 12 a 48 horas después de haberse colado.
- d. Los amarres para sujetar y reforzar moldes se removerán de manera que no queden, a excepción de los metálicos, dentro del concreto.
- e. El procedimiento al remover las cimbras será tal que no se dañe o se incrementen esfuerzo en el concreto. Los apoyos de la obra falsa, se retirarán de manera que la estructura tome su esfuerzo gradualmente.
- f. El curado del concreto se hará como se mencionó anteriormente, aunque la remoción de la cimbra sea antes de concluir el periodo de curado.

III.3.4. Criterios de medición y base de pago.

La medición del concreto se hará tomando como unidad el metro cúbico. Como base, se tomará el volumen que fije el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por los cambios autorizados por el C.A.P.F.C.E. Se medirá por separado cada tipo de concreto que fije el proyecto y/o ordene el C.A.P.F.C.E.

Los moldes o cimbra se medirán tomando como unidad el metro cuadrado de área de concreto entre los moldes y el concreto.

No se medirán las juntas de dilatación; los adicionantes, los materiales para el curado, ni las obras falsas, por lo que la parte proporcional correspondiente deberá quedar incluida en el precio unitario del concreto hidráulico ó en el de los moldes.

El concreto hidráulico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de concreto y el F'c correspondiente. Estos precios unitarios incluyen: adquisición de agregados, acarreo de materiales, juntas de dilatación, adicionantes, todas las maniobras de almacenamiento, lavado de materiales inertes, acomodo y compactación de revoltura, curado del concreto, muestreo y pruebas al concreto.

Los moldes se pagaran al precio fijado en el contrato por metro cuadrado. Éstos precios unitarios incluyen: la parte proporcional del valor de adquisición del material y herrajes empleados, de acuerdo con el número de usos que fije el C.A.P.F.C.E., parte proporcional de obra falsa, trabajos de taller y transporte de material, así como las maniobras de carga y descarga de materiales, almacenamiento de éstos, preparación, fabricación, aceitado y colocación de los moldes y de la obra falsa, desperdicios y remoción de la madera.

Las bonificaciones ó las deducciones por cemento, se pagarán ó descontarán al precio fijado en el contrato para el kg. de cemento. Este precio unitario incluye: el valor de adquisición del cemento y su transporte a la obra, cargas y descargas, almacenamiento y desperdicios.

El concreto hidráulico, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de concreto, de acuerdo al F'c de que se trate. Estos

precios unitarios, incluyen a lo que correspondió al concreto hidráulico mencionado anteriormente, además de la parte proporcional del costo de la madera y acero de refuerzo utilizado con todas las maniobras necesarias para su habilitado, armado y locación.

III.4. ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO HIDRAULICO

III.4.1. Definición. Los aceros para concreto hidráulico a que se refiere esta norma, son los que se utilizan en la construcción de elementos estructurales colados en obra, prefabricados normales y concretos postensados y pretensados.

III.4.2. Material

El acero que se utilice, deberá ser preferentemente de una marca de reconocida calidad. Ningún acero de marca nueva o sin antecedentes de buena calidad, será autorizado hasta que se hayan hecho ensayos con resultados satisfactorios, antes de que se empiece a usar dicho acero.

El acero para concreto hidráulico deberá llegar a la obra sin oxidación perjudicial, exento de aceites o grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformaciones de la sección.

El acero para refuerzo deberá almacenarse bajo cobertizos, clasificado según su tipo y sección, debiendo protegerse cuidadosamente contra la humedad y alteraciones químicas.

El acero para concreto hidráulico que no cumpla con la calidad estipulada, deberá ser rechazado, marcado y retirado de la obra.

Los elementos que se utilicen en los empalmes soldados se deberán almacenar cuidadosamente, conservando los empaques de fábrica en lugares secos y limpios. En su manejo, se evitará que se maltraten o contaminen con aceite, agua u otras materias extrañas. Los electrodos que se saquen de los empaques sellados, deberán usarse en un lapso no mayor de 4 horas; si no se secarán en hornos de una a tres horas, a una temperatura de 230° C.

III.4.3. Requisitos de ejecución

Las varillas de refuerzo se doblarán lentamente en frío para darles la forma que fije el proyecto, cualquiera que sea su diámetro. Los dobleces se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 6 veces el de la varilla. En varillas menores de 2.5 cm. de diámetro, los ganchos de anclaje de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor de 3 veces el de la varilla.

Los empalmes, cuando los autorice el C.A.P.F.C.E., serán traslapados ó soldados, usando el tipo que se indique en el plano. En una sección no se empleará más del 33% de las varillas de refuerzo y se evitarán empalmes en secciones de máximo esfuerzo de tensión. Los empalmes traslapados, tendrán una longitud mínima de 40 veces el

diámetro de la varilla; no se autorizará su colocación en lugares donde la sección no permita una separación mínima libre de $1 \frac{1}{2}$ veces el tamaño máximo del agregado grueso, entre el empalme y la varilla más próxima.

Los empalmes soldados, serán con soldadura de arco eléctrico y electrodos metálicos. La mano de obra de los soldadores deberá ser calificada en exámenes. Los electrodos se usarán en la posición indicada para su tipo y deberán transferir por lo menos 1.25 veces la fuerza de fluencia de tensión de las varillas. La preparación y colocación de los extremos de varillas o barras, será como se indica a continuación:

- a. La superficie por soldar hasta 5 cm. a una y otro lado de la junta, deberán estar limpias, sin escamas de laminado y libres de óxido, pintura, grasa ó cemento.
- b. Las superficies en las que se vaya a depositar la soldadura a tope con penetración completa, deberán ser lisas y uniformes.
- c. Los cortes necesarios para preparar los biseles, deberán hacerse con soplete oxiacetilénico ó con segueta; cuando se utilice el soplete, deberá eliminarse la escoria producida por el corte.
- d. Las juntas se planearán de tal manera que la soldadura pueda colocarse aún en la posición más desfavorable.
- e. En las uniones a tope, las barras deberán alinearse cuidadosamente, antes de empezar a depositar la soldadura. Se tendrá cuidado en que las aristas de los biseles coincidan perfectamente.
- f. El deslizamiento máximo permisible, será la décima parte del diámetro de la menor de las barras sin exceder de 3 milímetros.

Los empalmes soldados serán de los tipos siguientes:

- a. Uniones con soldadura de filete para varillas de diámetro no mayor del No 6 (Figura 1). En su ejecución se observará lo siguiente:
 1. Cuando la unión, se efectuó traslapando las barras, la soldadura deberá depositarse, de ser posible, por ambos lados de la arista de contacto.
 2. Cuando la unión se efectuó colocando una varilla frente a otra, el elemento auxiliar para unir las dos barras no traslapadas, puede ser otra barra, un par de barras, una placa, ó un ángulo (Figura 2), que deberá tener una resistencia igual o mayor que la de las barras por unir.
 3. Se prohíbe el uso de juntas excéntricas en estructuras que vayan a quedar sometidas a un número grande de ciclos de carga. En las que la falla por fatiga sea una posibilidad (Figuras 1 y 2 con uniones en un solo lado).
 4. Cuando se usan dos barras del mismo diámetro, de alguna de las maneras mostradas en las figuras 1 y 2a, el tamaño nominal de la soldadura será, como mínimo, igual al radio de la barra; si las dos barras tienen diámetros diferentes, el tamaño nominal será el menor de los dos radios. Si se emplean las uniones de las figuras 2b o 2c, el tamaño nominal de la soldadura será también el radio de la barra.
 5. En cualquiera de los casos anteriores, la dimensión real de la garganta del filete de soldadura deberá ser igual ó mayor que $\frac{3}{4}$ del tamaño nominal.
- b. Uniones a tope con soldadura de penetración, para varillas o barras del No 8 ó mayores; y para aquellos casos especiales en que no se pueden utilizar los traslapes.

En su ejecución se observará lo siguiente:

1. Se biselarán las barras para permitir una colocación adecuada del metal de aportación, que deberá llenar totalmente la sección transversal de la junta.
2. Las preparaciones a) y b) se emplearán normalmente en barras que se suelden en posición horizontal, y las c) y d) para barras en posición vertical. (Ver figura 3).

No se autorizará trabajo de soldadura para temperatura ambiente menor de 10°C , ni cuando las superficies por soldar estén húmedas o expuestas a la lluvia. Cuando la temperatura del metal base no sea menor de 0°C se precalentará a 20°C debiendo mantenerse esa temperatura durante la operación del doblado. No deberá acelerarse el enfriamiento de las soldaduras con ningún método, por lo que se protegerán contra cualquier causa accidental que pudiera ocasionar un enfriamiento acelerado.

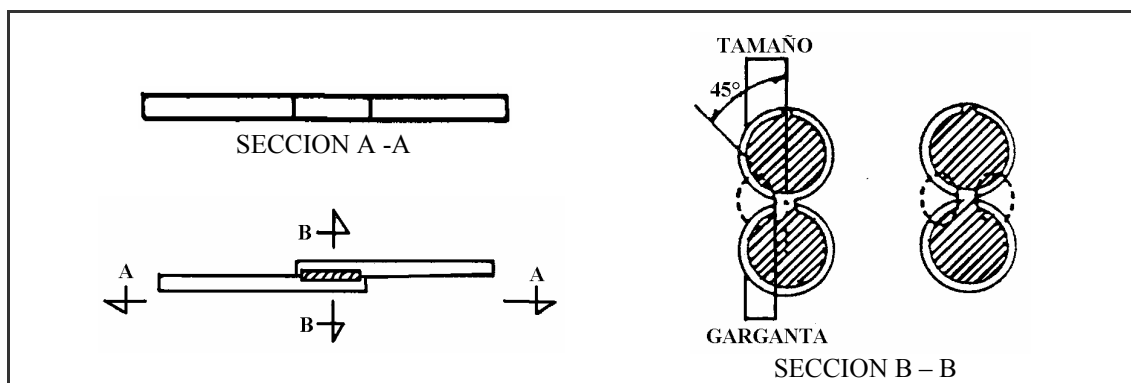


FIG. 1 UNION DE BARRAS TRASLAPADAS

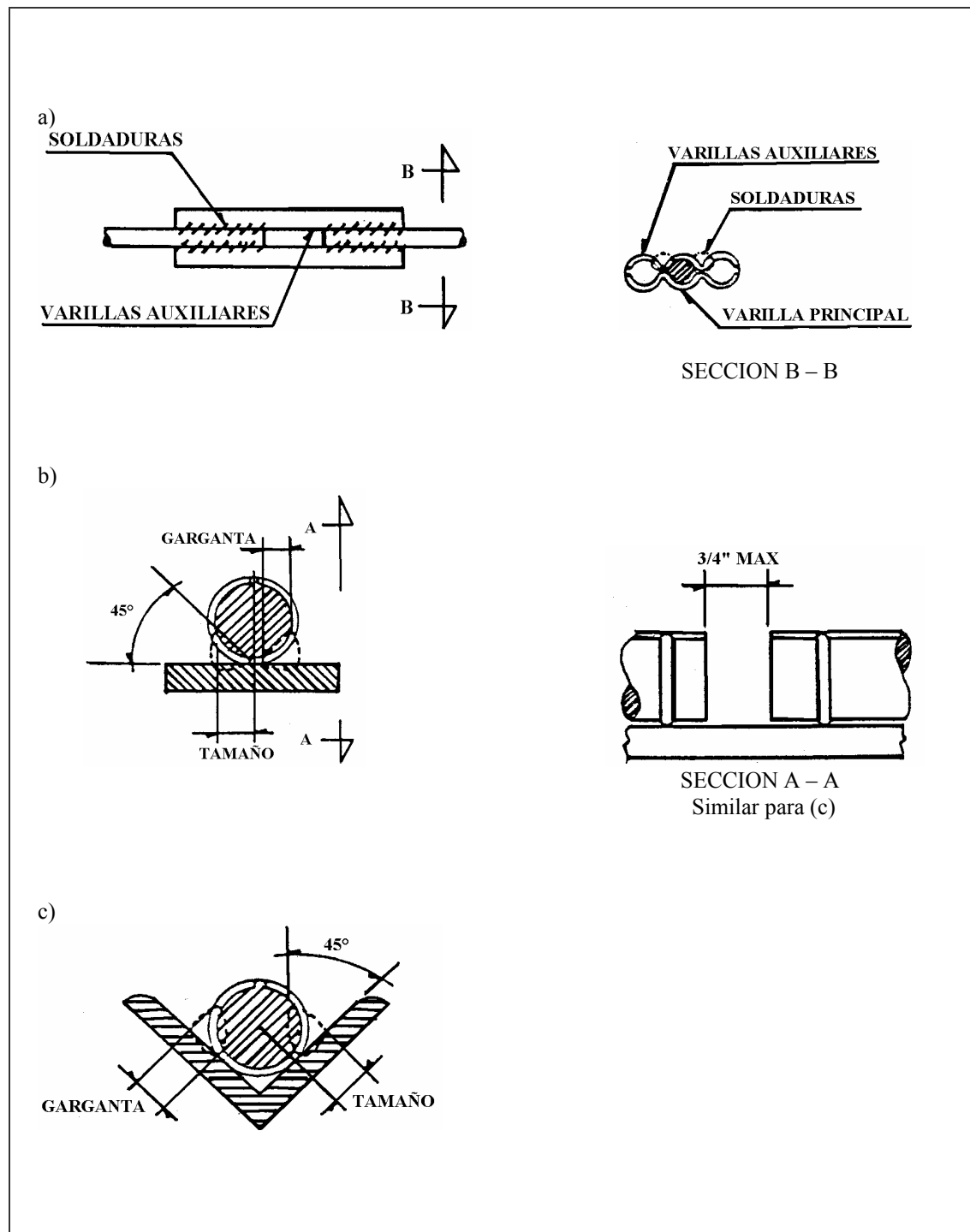
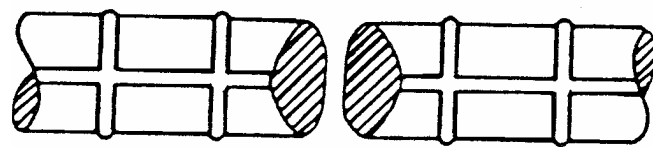
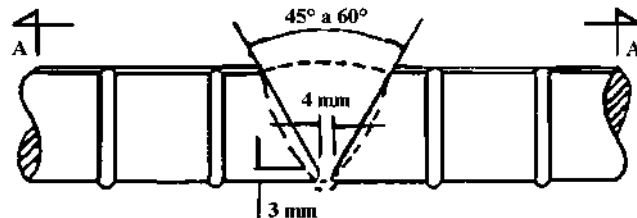


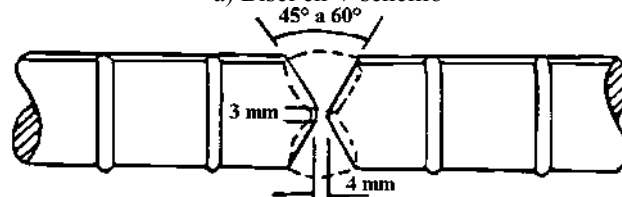
FIG. 2 UNIONES EFECTUADAS CON ELEMENTOS DE RESPALDO



SECCION A - A

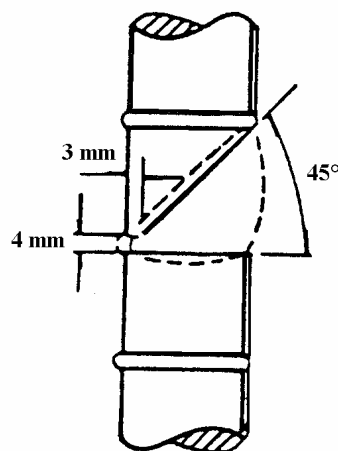


a) Bisel en V sencillo

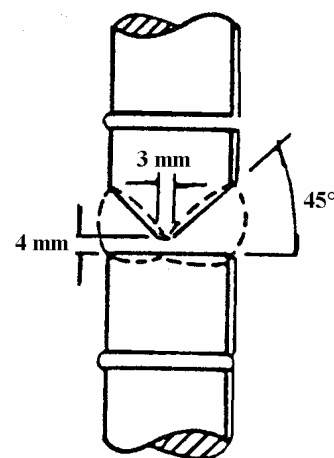


b) corte en V doble

Preparación empleada normalmente para barras en posición horizontal.



c) Bisel en V sencillo²



d) Bisel en V doble²

Preparación empleada normalmente para barras en posición vertical.

FIG. 3. PREPARACION DE EXTREMOS DE LAS BARRAS

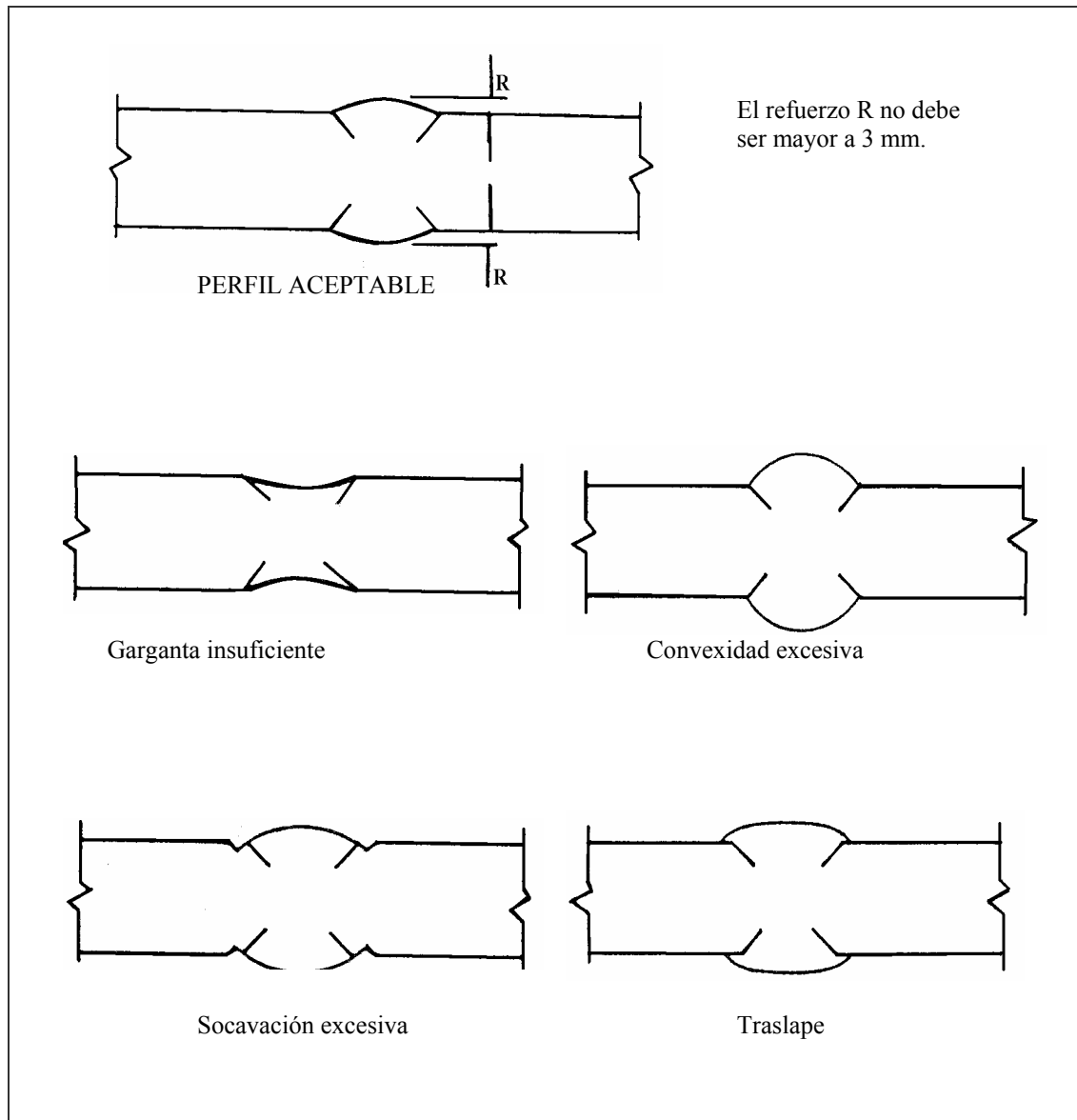


FIG. 4 PERFILES INACEPTABLES

Los electrodos, deberán venir claramente identificados. Siempre que sea posible, se soldarán horizontalmente, procurando depositar la soldadura en una secuencia tal, que la temperatura de ésta quede balanceada durante el proceso de ejecución.

La soldadura deberá ser compacta y homogénea, de las dimensiones fijadas en el proyecto. Las depresiones y cráteres deberán llenarse hasta contemplar la sección transversal fijada. La falta de penetración, porosidad, grietas, quemaduras y escorias, son señales de soldadura mal ejecutada. Deberá existir una fusión completa entre la soldadura anteriormente depositada, el metal base y la siguiente soldadura. En general, las soldaduras deberán cumplir con lo siguiente:

- la profundidad de una socavación no será nunca mayor de 0.25 mm. Cuando su dirección sea transversal a la de los esfuerzos primarios en la parte socavada, ni mayor de 0.8 mm. Cuando su dirección sea paralela a la de estos esfuerzos primarios.

- b. No se aceptarán uniones en las que la soldadura esté traslapada sobre la barra.
- c. La suma de los diámetros de los poros visibles no serán mayor a 9 mm. En cada 2.5 cm. lineales de soldadura.
- d. Las uniones no deberán presentar grietas en el metal base, ni en el depositado.
- e. Las soldaduras serán inaceptables si tienen porosidad, es decir, bolsas de gases y otros vacíos similares de tipo globular ó defectos de fusión, inclusiones de escoria, fusión incompleta, penetración inadecuada y otros defectos.

A juicio del C.A.P.F.C.E., se ejecutarán las pruebas radiográficas necesarias.

Las varillas de refuerzo deberán colocarse en la posición que fije el proyecto y mantenerlas firmemente en su sitio, durante el colado. En general, se observará:

- a. Los estribos, deberán rodear las varillas longitudinales y quedar firmemente unidos a ellas.
- b. El refuerzo próximo al molde deberá separarse del mismo, por medio de separadores de acero o dados de concreto que tengan el espesor para dar el recubrimiento requerido.
- c. En losas con doble capa de refuerzo, éstas se mantendrán en su posición por medio de silletas y separadores de acero, dando las separaciones y recubrimientos de proyecto.
- d. No se indicará ningún colado hasta que lo indique el supervisor.

Para dar por aceptado el armado y colocación del acero para concreto, se verificarán sus dimensiones, separación, sujeción, formas y posición de la tolerancia siguientes:

- a. La localización de dobleces y cortes de barras longitudinales no debe diferir en mas de 1 cm. + 0.01L con relación al proyecto, en losas, zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas. En donde “L” es el claro del elemento, excepto en extremos discontinuos en donde la tolerancia será 1cm.
- b. La posición del refuerzo de zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas, será tal que no reduzca el peralte efectivo “d” en más de 3mm más de 3 centésimos de “d”, ni reduzca el recubrimiento en mas de 0.5 cm. en columnas rige la misma tolerancia referida a la sección transversal.
- c. Las dimensiones del refuerzo transversal de trabes, vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo, no excederán a las de proyecto en más de 1cm. mas 5 centésimas de “t” siendo “t” la dimensión en la dirección que se considera tolerancia; ni serán menores de las de proyecto en más de 3 mm. mas 3 centésimos de “t”.
- d. El espesor de recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no diferirá al de proyecto en más de 5mm, no será menor de 1cm.
- e. La separación del acero de refuerzo en losas, zapatas, muros y cascarones, respetando el número de varillas en una faja de 1m de ancho, no diferirá al de proyecto en más de 1cm. más de 1 décimo de “s”, siendo “s” la separación fijada.
- f. La separación del acero de refuerzo en trabes, considerando los traslapes, no diferirá en más de 1 cm. mas 10% de las separación de proyecto, pero siempre respetando el número de varillas y su diámetro y de tal manera que se permita pasar el agregado grueso.
- g. La separación del refuerzo transversal en cualquier miembro estructural, no diferirá en más de 1cm. más 10% de separación de proyecto.

III.4.4. Criterios de medición y base de pago

Las varillas, barras y otros perfiles se medirán tomando por unidad el kilogramo. El peso que fije el proyecto, será tomado como base de medición. No se medirán los desperdicios del acero de refuerzo para concreto hidráulico, ni los empalmes, traslapados o soldados.

Las varillas, barras y otros perfiles, se pagarán a precios unitarios fijados en el contrato para kilogramo, del tipo y sección correspondientes. El precio unitario incluye lo que corresponde por: valor de adquisición y transporte hasta el lugar de la obra; maniobras, cargas y descargas, almacenamiento; protección, cortado, desperdicios, doblado, empalmes, traslapados o soldados, limpieza, soldadura, armado con alambre de amarre y los separadores y silletas; colocación; metro y pruebas; los tiempos de vehículos empleados en el transporte durante las cargas y descargas.

TABLA 1. TIPOS DE BARRAS Y ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES

ACERO DE REFUERZO								ELECTRODO
DESIGNACION	TITULO DE LA NORMA	COMPOSICION QUIMICA % MAX, DE P	GRADO	RESISTEN- CIA MINIMA A LA TENSION	LIMITE DE FLUENCIA MINIMO	ELABORACION MÍNIMA EN 203 MM EN PORCENTAJE		PARA DESARRO- LLAR AL 12% DEL ESFUERZO DE FLUENCIA DE LA BARRA
				KG/ CM²	KG/ CM²	Nº DE VARILLA	ELONGACION	
NOM B-6	VARILLAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO, PROCEDENTES DE LINGOTE O PLANQUILLA PARA REFEURZO DE CONCRETO	0.05 DE ANALISIS DE CUCHARON; 25% EN ANALISIS DE COMPROBACION	30	5000	3000	2, 2.5, 3 4, 5, 6 7 8 9 10 11, 12	11 12 11 10 9 8 7	E – 60
			42	6300	4200	2, 2.5, 3, 4 5, 6, 7, 8 9, 10, 11, 12	9 8 7	E – 80
			52	7200	5200	2, 2.5, 3 4, 5, 6 7, 8, 9, 10 11, 12	8 9 7	E – 100
NOM B - 18	VARILLAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO, PROCEDENTES DE RIEL PARA REFUERZO DE CONCRETO		35	5600	3500	2, 2.5, 3 4, 5, 6 7 8 9, 10, 11, 12	6 7 6 5 5	E - 70
			42	6300	4200	2, 2.5, 3 4, 5, 6 7 8 9, 10, 11, 12	6 6 5 4.5 4.5	E – 80
NOM B-32	VARILLAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO, PROCEDENTES DE EJES, PARA REFUERZO DE CONCRETO		30	5000	3000	2, 2.5, 3 4, 5, 6 7 8 9 10 11, 12	11 12 11 10 9 8 7	E-60
			42	6300	4200	2, 2.5, 3 4, 5, 6 7 8 9 10 11, 12	8 8 8 7 7 7 7	E-80
NOM B-29 Y	VARILLAS CORRUGADAS DE ACERO, TORCIDAS EN FRIO PROCEDENTES DE BILETES PARA REFUERZO DE CONCRETO	EL ANALISIS DE CUCHARON 0.05 PARA EL PROCESO BASICO 0.08 PARA EL PROCESO ACIDO, 25% MAS EN ANALISIS DE COMPROBACION	45	5200	4200		8	E-80
			50	6000	5000		8	E-90
			60	7000	6000		8	E-110

III.5. CIMENTACIONES

III.5.1. Definición. Parte de una estructura cuya función es la de transmitir directamente el suelo las fuerzas que actúan sobre ella.

Aquí se tratan los siguientes elementos estructurales que constituyen una cimentación: mampostería de piedra natural; concreto ciclópeo; zapatas aisladas y corridas, contratraveses; plataformas y cajones de concreto hidráulico reforzado; pilotes de madera; pilotes de concreto hidráulico reforzado y pilotes de acero y cilindros de concreto hidráulico reforzado.

III.5.2. Materiales

Los materiales deberán cumplir con lo especificado en estas Normas. Los elementos de concreto deberán tener la resistencia especificada en el proyecto; en caso contrario se demolerán y sustituirán.

III.5.3. Requisitos de ejecución

El proyecto y/o el C.A.P.F.C.E. fijarán en cada caso, el tipo de cimentación que deberá construirse para cada obra según las características y la capacidad de carga del suelo en que se apoyará la cimentación y en su caso, de acuerdo con los estudios de mecánica de suelos correspondientes.

Las excavaciones, se ejecutarán de acuerdo a lo que corresponda en su norma respectiva ya mencionada en este IV Capítulo.

En la ejecución de cimentaciones de mampostería de piedra natural se observará lo indicado en su forma respectiva ya mencionada en este IV Capítulo.

Las cimentaciones de concreto ciclópeo se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en la fracción de las normas para concreto ya mencionadas. Con el Objeto de obtener un concreto ciclópeo homogéneo y uniforme, será conveniente observar el siguiente procedimiento de colado:

- a. Se vaciará una primera capa de concreto hidráulico de 15 cm. de espesor sobre la plantilla del fondo de la excavación.
- b. Se colocarán las piedras distribuidas uniformemente hasta cubrir el 30% del área de la capa.
- c. Se colocará una segunda capa de concreto de 15 cm. de espesor cubriendo las piedras colocadas.
- d. Se repetirán las operaciones anteriores hasta llegar al enrase o nivel fijado en el proyecto, que deberá ser acabado con concreto.

Las zapatas aisladas y corridas, contratraveses, plataformas y cajones de concreto hidráulico reforzado se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en las normas para concreto hidráulico y acero para concreto hidráulico, este mencionado en este mismo capítulo.

Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene el C.A.P.F.C.E. por condiciones particulares del terreno, las cimentaciones deberán apoyarse sobre pilotes hincados en el suelo.

III.5.4. Criterios de medición y base de pago

La mampostería de tercera clase, se pagará por metro cúbico colado, el concreto hidráulico se pagará por metro cúbico colado, el acero de refuerzo se pagará por kilo ejecutado.

Los precios unitarios de los conceptos anteriores, serán los fijados en el contrato.

III.6. ESTRUCTURAS

III.6.1. Definición. Conjunto de electos de madera, concreto hidráulico reforzado, de acero estructural y otros que constituyen el esqueleto o armazón resistente de un edificio.

En esta norma se tratan los siguientes tipos:

- Estructuras de madera
- Estructuras de concreto hidráulico reforzado
- Estructuras de concreto presforzado
- Estructuras de acero.

III.6.2. Materiales

Madera y productos de madera (Norma Oficial Mexicana), concreto hidráulico, mamposterías, cimentaciones, muros.

La madera que no cumpla con la calidad estipulada será rechazada, marcada y retirada de la obra. Los herrajes, adhesivos y dispositivos que se empleen, serán de las características que en cada caso dije el C.A.P.F.C.E.

La lamina de acero utilizada en ductos y los dispositivos de anclaje, tales como placas de acero, cuñas, separadores acoples que se utilicen en las estructuras de concreto presforzado serán de las características que fije el proyecto y/u ordene el C.A.P.F.C.E.

En las estructuras de acero se observará lo siguiente:

- a. Las piezas de madera que se utilizarán serán aserradas y cepilladas, obteniéndose las escuadrías después de realizadas las operaciones mencionadas.
- b. Las piezas se manejarán y almacenarán teniendo cuidado de no dañarlas. Se rechazarán aquellas piezas que presenten astilladuras, huellas de golpes por manejo inadecuado o daños por intemperismo o por ataque de insectos.
- c. Los cortes, rebajes, barrenos, se ejecutaran antes de aplicar la preservación o tratamiento a las piezas de madera.

En las estructuras de concreto presforzado, se observará lo siguiente:

- a. Los ductos y uniones serán herméticos para impedir la entrada de agua.
- b. El diámetro interior de los ductos será como mínimo 4mm. mayor que el diámetro del cable, pero no mayor de 6mm.
- c. Los ductos no deberán arrastrarse ni dejarse caer, y estarán libres de materias extrañas, abolladuras y/o deterioro por oxidación.

- d. Los gatos, manómetros y demás instrumentos necesarios para las operaciones de tensado, serán previamente aprobados por el C.A.P.F.C.E.

El proyecto fijará en cada caso las características del material empleado en la construcción de las estructuras de acero.

III.6.3. Requisitos de ejecución

Las estructuras de madera se fabricarán en el taller de acuerdo con las dimensiones, tipo de madera, ensambles, juntas, adhesivos, herrajes y preservación, fijadas en el proyecto.

Las estructuras de concreto hidráulico reforzado se construirán de la forma, dimensiones, calidad y colocación del acero de refuerzo y $F'c$ que se fije en el proyecto. El equipo de construcción que se usen deberá ser previamente aprobado por el C.A.P.F.C.E. Además de lo indicado en las normas para concreto hidráulico y acero para concreto hidráulico se observará lo siguiente:

- a. Cuando se trate de estructuras precoladas o de elementos precolados que pasarán a formar parte de la estructura:
 1. El contratista se obliga a facilitar el acceso a la planta en la que se construirán los electos, para que el C.A.P.F.C.E. pueda verificar el cumplimiento del proyecto, del control de calidad y efectúe los muestreos y las pruebas que considere necesarios.
 2. Asimismo, el contratista deberá de tomar las precauciones para que durante la carga, transporte, descarga y montaje de las piezas, éstas no sufran daños.
 3. Cuando se trate de estructuras prefabricadas: Los medios de sujeción o rigidización temporales, el equipo de izado, los apoyos provisionales, etc., deben diseñarse para las fuerzas que puedan presentarse durante el montaje, incluyendo los efectos de sismo y viento, así como de las deformaciones que se prevea ocurrirán durante estas operaciones.
- b. Cuando se trate de elementos estructurales aligerados con bloques de concreto ligero o módulos de material plástico a base de espuma de poliestireno:
 1. No se colocarán los bloques de material plástico que presenten grietas, deformaciones o desportilladuras.
 2. Cuando se requieren colocar que dos ó más piezas juntas, deberán unirse por medio de grapas, flejes u otro procedimiento aprobado.
 3. se fijarán firmemente a los moldes o cimbra para evitar su desplazamiento o flotación durante el colado.
 4. Previamente al colado, deberán humedecerse adecuadamente.
 5. se tendrá especial cuidado en el vibrado del concreto hidráulico, para garantizar el acomodo y compactación de la revoltura, sin dañar las piezas y obtener un buen acabado.
 6. Cuando las piezas sean huecas, se colocarán en tal forma que se evite la entrada de lechada y de revoltura en la parte hueca.
- c. Cuando el proyecto señale “concreto aparente”, se entenderá el acabado tal y como quede después de remover la cimbra. No se admitirán huecos debido a burbujas de aire, oquedades, segregación de los agregados por mal vibrado,

fisuramientos, juntas de colado visibles o juntas frías, despostillamientos, ni desperfectos superficiales por mala calidad de la cimbra. El concreto aparente que presente los desperfectos antes citados, será rechazado y demolido. Los paños aparentes quedarán limpios y sin variación en tonos de color.

- d. En losas y trabes, la superficies superior de colado, es decir, aquellas que no lleva cimbra o molde, deberá acabarse eliminando la revoltura excedente hasta lograr una superficie uniforme y sin depresiones de acuerdo con las dimensiones y formas fijadas en el proyecto, aplicando llana de madera o metálica sin compactar la revoltura para evitar el brote de agua en la superficie. Cuando el concreto se encuentre en estado plástico y aparezcan grietas en la etapa de acabado, se ordenará su recompactación.

Para dar por termina una estructura de concreto reforzado, se verificarán los alineamientos, posición, niveles, dimensiones, formas y acabados de los elementos estructurales de acuerdo a lo fijado en el proyecto, dentro de las siguientes tolerancias:

- a. Las dimensiones de cualquier sección transversal de una trabe o columnas no diferirán de las de proyecto en más de $0.05 t + 10 \text{ mm.}$ ó menos de $0.03 t + 3 \text{ mm.}$, en donde “t” es la dimensión para la que se considera la tolerancia.
- b. El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no diferirá del de proyecto en más de $0.05 h + 5 \text{ mm.}$ ó menos de $0.03 h + 3 \text{ mm.}$, en donde “h” es el espesor de la losa, muro o cascarón.
- c. Los ejes de la sección transversal de una columna en el desplante no distarán de los del trazo en más de $0.01 t + 10 \text{ mm.}$, en donde “t” es la dimensión de la sección de la columna, perpendicular al eje de que se trate.
- d. Los ejes longitudinales de columnas, en distintos niveles de una estructura, no distarán del eje vertical de proyecto en mas de $0.01 t + 10 \text{ mm.}$, en donde “t” es la dimensión de la columna, perpendicular al eje de que se trate
- e. El desplome de una columna o el efecto combinado de excentricidad y desplome no excederá de $0.02 t + 10 \text{ mm.}$, en donde “t” es la dimensión de la columna, perpendicular al eje desplomado.
- f. La distancia entre el eje centroidal de una columna y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas no será mayor de $0.01 t + 5 \text{ mm.}$, en donde “t” es la dimensión de la sección de la columna, perpendicular a la medida de la tolerancia.
- g. La distancia entre el eje centroidal de una trabe de sección constante y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, no será mayor de $0.02 h + 10 \text{ mm.}$ ó de $0.02 b + 10 \text{ mm.}$, en donde “h” es el peralte de la trabe y “b” es el ancho de la misma.
- h. Los ejes de trabes en los elementos de apoyo no distarán de los del proyecto en más de $0.02 b + 5 \text{ mm.}$, en donde “b” es el ancho de la trabe.
- i. En el caso de trabes que deban ir apañadas con los elementos de apoyo, la tolerancia anterior se limita a 3 milímetros.
- j. La altura entre 2 losas consecutivas no excederá a la del proyecto en más de 2 centímetros.
- k. La desviación angular de los ejes de cualquier sección transversal de una trabe y/o columna, respecto a los de proyecto no excederá de $2^{\circ}17'$, que es el ángulo cuya tangente es igual a 4 centésimos.

Las estructuras de acero se fabricarán en el taller de acuerdo con las dimensiones y demás requisitos fijados en el proyecto.

El Departamento de Proyectos y Supervisión de Obras se obligará a facilitar el acceso de personal del C.A.P.F.C.E. a la planta y pueda verificar el cumplimiento del proyecto y efectúe los muestreos y pruebas que considere necesarios. Cualquier cambio en los perfiles, secciones y/o tipo de acero, requerirá de la autorización previa del C.A.P.F.C.E.

Las estructuras de acero podrán ser atornilladas o soldadas.

En las estructuras de acero atornilladas, con pernos y tuercas a presión, se observará lo siguiente:

- a. Las perforaciones para paso de tornillos, se harán con troquel o con taladro y broca de un diámetro mayor, respecto al diámetro nominal del tornillo, según especificación de proyecto.
- b. Las partes que se vayan a unir, previamente a la colocación de los tornillos, deberán presentarse con pasadores o pernos.
- c. Los tornillos, roldadas y tuercas se colocarán a la presión que fije el proyecto mediante el uso de la herramienta adecuada.
- d. Se tendrá especial cuidado en la carga, transporte y descarga de las piezas, evitando que sufran daños, flambeos y deformaciones.
- e. El procedimiento de montaje será fijado por el proyecto y/u ordenado por el C.A.P.F.C.E.

En las estructuras soldadas el proyecto fijará en cada caso el tipo de metal de aportación, metal base y los procedimientos para su ejecución y se observará lo siguiente:

- a. el contratista deberá recabar previamente la autorización del equipo y personal que pretende utilizar.
- b. Las superficies por soldar, deberán limpiarse y no deberían presentar defectos. Las superficies a 5 cm. a cada lado de una junta por soldar deberán estar libres de pintura y limpias.
- c. Cuando se utiliza soldadura de filete, las piezas no estarán separadas más de 5 mm. Si la separación es de 1.6 mm. o más, el ancho del filete se aumentará en una separación igual. No se permitirá el hémelo de placas de empaque sin autorización del Supervisor.
- d. Cuando se utiliza soldadura de ranura a tope, las piezas se alinearán cuidadosamente.
- e. Las partes por soldar se mantendrán en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura.
- f. Las puntas provisionales de soldadura se limpiarán y fundirán completamente con la soldadura definitiva. Las soldaduras de pasadas múltiples, tendrán sus extremos en cascada.
- g. Siempre que sea posible, la soldadura se hará en posición horizontal y el avance deberá de hacerse de las piezas más fijas a aquellas con mayor libertad de movimiento.
- h. No se soldará cuando el metal esté húmedo o expuesto a la lluvia.
- i. Cuando el C.A.P.F.C.E. lo considere conveniente, ordenará la revisión de soldaduras por medio de radiografías.

Después de haber sido inspeccionados y aprobados los trabajos, se les aplicará una capa de protección, debiendo limpiarse previamente los elementos de grasas, escamas, escorias, etc.

Para dar por terminada la construcción y montaje de las estructuras de acero, se verificarán sus dimensiones, forma, acabados, elevaciones y alineamientos de acuerdo a lo fijado por el proyecto, dentro de las siguientes tolerancias:

- a. Las dimensiones de vigas, trabes y columnas, no diferirán de las del proyecto en más de $0.002 t + 2 \text{ mm.}$, ni serán menores en 5 mm. respecto a las del proyecto, en donde “t” es la dimensión en la que se mide la tolerancia.
- b. En columnas, la flecha en cualquier plano no diferirá de la del proyecto en más de $0.0007 h + 3 \text{ mm.}$, en donde “h” es la altura de la columna.
- c. En vigas o trabes, la flecha medida en el taller no diferirá de la del proyecto en más de $L/4000$ ni será mayor de 6 mm., en donde “L” es la longitud de la trabe o viga.
- d. La distancia entre el eje centroidal de una trabe o viga de sección constante y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, antes de aplicar la carga no será mayor de $L/1000$ en el sentido vertical, ni de $L/700$ en el sentido horizontal, en donde “L” es la longitud de la viga o trabe.
- e. En vigas compuestas, la falta de coincidencia del alma con un plano, (combamiento), en una longitud igual al peralte no será mayor de $h/150$ en donde “h” es el peralte de la viga.
- f. En vigas compuestas, la falta de coincidencia del patín con un plano, en una distancia igual al ancho del patín, no será mayor de $B/100$ en donde “B” es el ancho del patín.
- g. En vigas, trabes y columnas, el ángulo que forman el patín con el alma, no diferirá con el del proyecto en más de 1 centésimo.
- h. En vigas, trabes y columnas, la flecha del patín debido al combamiento transversal, no será mayor de $B/100$ en donde “B” es el ancho del patín.
- i. En vigas, trabes y columnas, la excentricidad del alma con relación al patín, no será mayor de 6 milímetros.
- j. Los ejes de apoyo de las trabes, vigas y columnas no diferirán de los de proyecto en más de 2 mm. en sentido longitudinal ni de 5 mm. en sentido transversal.

III.6.4. Criterios de medición y base de pago

1. Las estructuras de madera se medirán tomando como unidad la estructura fabricada.
2. El montaje de estructuras de madera, se medirá tomando como unidad la estructura montada y se pagará al precio fijado en el contrato.
3. Las estructuras de concreto reforzado se medirán y pagarán de acuerdo a lo fijado en las normas para concreto y acero para concreto.
4. Las estructuras de acero se medirán tomando como unidad el kilo de estructura fabricada. Como base se considerará el peso neto fijado en el proyecto. Se pagarán al precio fijado en el contrato para el kilo de estructura terminada.
5. El montaje de las estructuras de acero, se medirá tomando como unidad el kilogramo de estructura montada. Como base, se considerará el peso fijado en el proyecto.

III.7. MUROS

III.7.1. Definición. Elementos de un edificio o estructura contruidos de mampostería con: tabique macizo recocido, tabique macizo recocido prensado, tabique hueco vertical, bloques de concreto hueco, de concreto hidráulico reforzado y otros materiales, cuya función es delimitar espacios y/o soportar cargas o empujes.

III.7.2. Materiales

Materiales para mampostería, materiales para concreto hidráulico, acero para concreto hidráulico, impermeabilizaciones.

III.7.3. Requisitos de ejecución

En la ejecución de muros de mampostería de tabique macizo de barro recocido, se observará lo siguiente:

- a. La superficie de desplante, deberá ser horizontal y uniforme.
- b. Cuando lo ordene el supervisor, previamente se harán los trabajos de impermeabilización de la superficie del desplante.
- c. El trazo y desplante de los muros se hará de acuerdo con los ejes y cotas fijados por los planos.
- d. Se deberá hacer el despiece de la primera hilada para lograr una repartición uniforme de juntas verticales, cuatrapeo y remate adecuados.
- e. Sobre cerchas y escantillones, se deberán trazar las hiladas horizontales de acuerdo con la distribución fijada.
- f. Los muros de carga con espesor de 14 cm. ó menos, no se ranurarán horizontalmente.
- g. No se tendrán desplomes ni desviaciones en su alineamiento mayores de 1:300
- h. Previo a su colocación, los tabiques se saturarán de agua.
- i. Las juntas horizontales serán continuas y a nivel, y las verticales cuatrapeadas al centro y a plomo, con espesor de 1 cm.
- j. El mortero deberá unir las piezas de tabique en la totalidad de la superficie de contacto, tanto horizontal como vertical.
- k. Las juntas aparentes, deberán ser entalladas en forma de media caña con herramientas adecuadas con un remetimiento de 5 mm.
- l. El enrase de los muros, deberá terminar con piezas completas y concluir con el lecho de los electos que vayan a soportar, permitiéndose una variación en los niveles de enrase de 1 cm.
- m. En las esquinas o en la intersección de los muros en las que no vayan castillos, las hiladas deberán cuatrapearse haciéndolas coincidir horizontalmente para lograr un amarre adecuado.
- n. En su unión con castillos, se deberán dejar dientes de amarre. En el caso de muros aparentes, los remates quedarán a plomo.
- o. Salvo indicación de contrario los muros deberán quedar desligados de la estructura por medio de una franja de celotex o polietileno.
- p. En los vanos destinados a recibir puertas y ventanas, se recomienda el uso de escantillones de madera ó metálicos, para lograr vanos a escuadra, a nivel y a plomo y con las medidas precisas fijadas en el proyecto, y se deberán prever los

elementos de fijación o anclaje, dejándolos ahogados en los castillos o muros correspondientes.

En la ejecución de muros de mampostería de tabique hueco vertical, se observará lo anteriormente mencionado y además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a. Se asentarán con mortero sobre el total del área sólida de tabique.
- b. En los antepechos y pretilas sin remate o cerramiento expuesto a la intemperie, la última hilada deberá quedar con los huecos rellenos de concreto $f'c=150$ kg/cm² con acabado pulido.
- c. Cuando el proyecto indique acero de refuerzo dentro de los huecos de tabique, las varillas verticales, deberán estar perfectamente ancladas y en su posición precisa antes de proceder al desplante del muro. El acero de refuerzo horizontal, deberá ser continuo en la longitud del muro y anclado en sus extremos. No se aceptan variaciones en la posición del acero de refuerzo mayor de 3 cm. La separación del acero de refuerzo no será mayor de 6 veces el espesor del muro ni de 90 cm.
- d. Los castillos ahogados en los huecos de tabique se colocarán en tramos no mayores de 50 cm., con una mezcla de cemento, arena y granzón de $f'c=150$ kg/cm² teniendo cuidado de que la celda quede llena con el colado.
- e. Las instalaciones, irán ahogadas en las celdas.

En la ejecución de muros de mampostería de bloques de concreto huecos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a. Los bloques estarán libres de materias extrañas y se colocarán sin humedecer para disminuir los movimientos por contracción ó expansión del material.
- b. Las intersecciones de dos muros de carga, no deberán cuatrapearse.
- c. Los bloques deberán conservarse secos, protegiéndose de la lluvia, para impedir que el agua penetre en sus celdas.

En la ejecución de muros de concreto hidráulico reforzado, se observará lo correspondiente a las normas de acero, concreto y estructuras.

En la ejecución de muros de mampostería de piedra natural, se observará lo que corresponde a la norma de mamposterías.

En la ejecución de cualquier muro, se observarán las generalidades siguientes:

- a. las piezas empleadas en la construcción de muros, deberán de estar limpias y sin rajaduras.
- b. Las piezas de barro deberán saturarse previamente a su colocación, las piezas a base de cemento deberán estar secas al colocarse.
- c. Morteros:
La consistencia de la mezcla de mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose siempre que sea posible un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de 3 minutos.
- d. Concretos:
Los concretos para el colado de elementos de refuerzo, interiores o exteriores al muro, tendrán la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes.
El tamaño máximo del agregado será de 1 cm.

III.7.4. Criterios de medición y base de pago

Los muros de mampostería de tabique de barro recocido y de bloques de concreto, se medirán y pagarán, tomando como unidad el metro cuadrado. Como base, se tomará la cantidad fijada en el presupuesto y se pagarán a los precios fijados en el contrato.

Los muros de concreto hidráulico reforzado se medirán y pagarán de acuerdo a lo fijado en normas de concreto, acero y estructuras.

Los muros de mampostería de piedra natural se medirán y pagarán de acuerdo con lo fijado en la norma de mampostería.

III.8. PISOS Y PAVIMENTOS

III.8.1. Definición. Superficies horizontales o inclinadas destinadas al tránsito y/o a la colocación del mobiliario y equipo de un edificio. En estas Normas, se entenderá como pisos los construidos en el interior de un edificio y como pavimentos, los que se construyan en el exterior. Los pisos y pavimentos podrán ser de: concreto hidráulico, carpetas asfálticas, piedras naturales o artificiales tales como losetas o cintillas de mármol, loseta vinílica, linóleo, alfombras y maderas.

III.8.2. Materiales

Materiales de mampostería de concreto hidráulico, para muros y pisos, recubrimientos, madera, pisos de linoleum, loseta vinílica y alfombras.

III.8.3. Requisitos de ejecución

Los pisos de concreto hidráulico, se construirán sobre rellenos compactos o sobre losas de concreto hidráulico. En su ejecución se observará lo siguiente:

- a. La superficie del terreno natural estará compactada al 90% y nivelada.
- b. Se colocarán maestras de concreto hidráulico a 1.80 metros de separación en ambas direcciones para marcar los niveles de piso terminado.
- c. Previo a la colocación del concreto, las superficies se humedecerán.
- d. Se vaciará el concreto colocándolo directamente de la carretilla lo más cerca de su posición definitiva para evitar traslapeos.
- e. Por medio de rastrillos, palas o reglas se extenderá hasta un nivel ligeramente superior que el de las maestras para después compactar con pisón metálico.
- f. Se removerá el exceso del concreto con reglas enrasándolo hasta el nivel de piso terminado.
- g. Se dejará reposar, hasta que desaparezca la humedad superficial y presente una superficie sensiblemente dura; inmediatamente se aplicará la regla para quitar imperfecciones del nivelado y se aplicará llana metálica para efectuar el pulido o acabado final, hasta obtener una superficie tersa y uniforme. Cuando se ordene acabado rugoso, la superficie pulida se escobillará.
- h. Inmediatamente después del fraguado final se procederá al curado del piso durante 5 días.

- i. Cuando los pisos se construyan sobre una losa de concreto hidráulico se observará lo anteriormente mencionado y además:
 1. Deberán construirse en forma integral con la losa de concreto, para lo cual sobre la superficies fresca de colado, se realizarán las operaciones de compactados, nivelado, acabado y curado.
 2. Cuando se autorice a construir sobre una losa ya fraguada, la superficie de la losa deberá estar limpia y exenta de materias extrañas, con la rugosidad necesaria para obtener buena adherencia. Se humedecerá sin encharcar, colocando una capa de 3cm. máximo de espesor, procediendo a nivelar, acabar y curar.

Los pisos de piedra natural o artificial, se construirán sobre firmes de concreto sobre el terreno natural o losas de concreto. En su ejecución se observará lo siguiente:

- a. Los firmes tendrán un acabado rugoso para lograr buena adherencia.
- b. Previo a la colocación de las piedras se limpiará y humedecerá el firme.
- c. Se tenderá una capa de mortero de cemento-arena proporción 1:5 de 1.5 cm. de espesor, sobre la que se asentarán las piedras, de acuerdo con su modulación y después fijados en el proyecto.
- d. La unión de un tipo de piso con otro de diferente acabado, se hará en el eje longitudinal de las puertas, debiendo quedar ambos al mismo nivel.
- e. Las juntas de las piezas serán al tope, paralelas y a escuadras con los muros adyacentes, con desniveles menores de 1 mm. entre las piezas consecutivas. Se lechadearán con cemento blanco y agua, limpiando el exceso de lechada antes de fraguar.
- f. Las piezas de ajuste y de remate se cortarán a maquina, debiendo quedar a no más de 1 cm. de distancia del muro.
- g. Los pisos de piedra deberán quedar terminados a nivel, sin ondulaciones o tropezones, con sus juntas a reventón y a escuadra de un espesor uniforme, con las piezas bien adheridas al firme o losa.
- h. Cuando se ordene pulirlos y brillarlos, el trabajo se hará a maquina.

Los pisos de mosaico, terrazo, de mármol y de losetas, baldosas o cintillas de barro, se ejecutarán en general, de acuerdo a lo anteriormente mencionado.

En la ejecución de pisos de loseta vinílica se observará lo siguiente:

- a. La superficie sobre la que se colará la loseta de acabado pulido y limpia.
- b. Previo a la colocación de la loseta se habrán terminado todos los trabajos que pudieran dañarla.
- c. Sobre el piso limpio se trazarán los ejes principales de colocación, haciendo el despiece y el ajuste en uno de los muros para lograr un mínimo de piezas cortadas.
- d. Se procederá la colocación a partir del rincón más distante de la entrada, extendiendo el pegamento del rincón hacia el centro.
- e. El pegamento se aplicará con una llana dentada dejando secar de 30 a 40 minutos antes de aplicar la loseta.
- f. Se calentarán las losetas por el reverso a una temperatura de 45°C aproximadamente, evitando un calentamiento excesivo.
- g. Las losetas, se sentarán a tope, a reventón y a escuadra sobre el pegamento, con un rodillo liso presionando del centro hacia las orillas.

- h. Una vez colocadas las losetas, se limpiarán y durante 2 semanas se evitará que penetre la humedad o agua. Se limpiarán nuevamente y se les aplicará cera líquida anticipadamente como acabado final.
- i. Los pisos de loseta vinílica deberán quedar terminados sin manchas, rayaduras, correctamente adheridos al firme de concreto pulido, enceradas, limpias y de color y dibujo uniforme.

En la ejecución de pisos de alfombra, se observará lo siguiente:

- a. El proyecto, fijará el tipo de alfombra a usar.
- b. Previamente se colocará un bajo-alfombra de yute o material similar con espesor mínimo de 1 cm.
- c. En todo el perímetro de la pieza por alfombrar, se fijará al piso tiras de madera con dientes de clavos a los que se sujetará la alfombra.
- d. Las juntas serán longitudinales y no transversales, cosiéndose por el reverso de la alfombra con hilo adecuado.
- e. En la unión con otros pisos de distinto acabado se colocarán tapajuntas metálicas.
- f. No se aceptarán pisos de alfombra que queden abolsados con desprendimientos o aberturas en las uniones.

En la ejecución de pisos de madera se observará lo siguiente:

- a. Se colocarán sobre polines de madera del tipo que fije el proyecto.
- b. El espaciamiento máximo entre polines será de 60cm. para duelas de 25 mm. de espesor.
- c. Los polines que puedan quedar expuestos a la humedad deberán tratarse con preservativos adecuados.
- d. Las duelas, serán machihembradas, rectas y a escuadra sin torceduras o flexionadas, de la longitud necesaria para que sus extremos coincidan con el eje de los polines. Se fijarán con clavos a cada polín de 2.5 veces el espesor de la duela, colocando diagonalmente al machambrado.
- e. En su unión con otros pisos de distinto acabado se hará a nivel colocando una tapajunta metálica. En los rincones de las piezas se colocarán rejillas de ventilación para evitar humedecimiento.
- f. No se aceptará madera que presente nudos de ningún tamaño.
- g. Los pisos de madera, se terminarán pulidos a máquina, encerándolos y/o barnizándolos.
- h. Cuando se requieren zoclos serán del mismo tipo y se fijará con taquetes y tornillos.

Cuando se construyan adoquines de concreto se observará lo siguiente:

- a. Se colocará sobre tepetate o mezclas de tepetate y grava, compactadas al 90%. Cuando vayan a transitar vehículos sobre ellas la compactación será del 95%.
- b. Sobre la base afinada y nivelada se colocará una capa de arena de 2 cm. de espesor mínimo y sobre ésta se asentarán los adocretos, presionándolos hasta el nivel de piso terminado.
- c. Las piezas se colocarán con juntas prácticamente a tope rellenas con arena fina hasta lograr el amarre adecuado.
- d. En las orillas de los pavimentos de adocreto se construirán guarniciones de concreto para rematar y confinar el pavimento.

- e. Los adoquines serán de la forma, textura, color, dimensiones y F'c que fije el C.A.P.F.C.E.

III.8.4. Criterios de medición y base de pago

Los pisos y pavimentos se medirán por metro cuadrado de superficie construida. Como base se tomarán las cantidades fijadas en el proyecto. Se pagarán a los precios unitarios fijados en el contrato⁴.

III.9. TECHOS

III.9.1. Definición. Cubierta de un edificio construida de concreto hidráulico, ladrillos, tajas, láminas ó madera, apoyados sobre elementos estructurales cuyo objeto es proteger el interior de los agentes atmosféricos.

III.9.2. Materiales

Concreto hidráulico, madera, acero, láminas acanaladas metálicas, impermeabilizaciones.

Los herrajes que se utilizan en la sujeción de láminas deberán cumplir con las normas de calidad que fije el C.A.P.F.C.E.

III.9.3. Requisitos de ejecución

En la ejecución de techos transitables, se observará lo siguiente:

- a. Se construirán sobre la losa superior de un edificio, acabada con llana de madera y que deberá presentar una superficie con textura uniforme.
- b. Sobre la losa se colocará un relleno de tezontle a material ligero apisonándolo hasta obtener las pendientes de proyecto no menores de 2% y que reconocerán las bajadas de agua pluvial.
- c. Inmediatamente, se extenderá un entortado de mortero de cemento, cal y arena, en proporción 1:2:9 de 3 cm. de espesor mínimo. Cuando el entortado se comience a fisurar y antes del fraguado final, se aplicará con plana de madera, un mortero de arena y cemento para cerrar el agrietamiento y dejar una superficie uniforme, lo más tersa posible.
- d. Integralmente con el entortado, se realizarán chaflanes, pretilas, bases o cualquier elemento que apoye en la losa.
- e. Los elementos tendrán las pendientes y parteaguas que indique el proyecto y se curarán mínimo durante 3 días.
- f. Se colocará la impermeabilización que indique el proyecto.
- g. Antes de la colocación de enladrillado se checará la impermeabilización particularmente en la bajada de aguas, remates de pretilas, muretes o cualquier elemento que se apoye en la losa.
- h. Los ladrillos previamente humedecidos y limpios se colocarán con mortero de cemento-cal-arena proporción 1:2:6 formando tableros o cuadros de 15 metros cuadrados máximo con juntas de dilatación. En coladeras el enladrillado llegará

- a 3cm. de la coladera, emboquillando con mortero de cemento-arena en proporción 1:5 a 1.5cm. bajo el nivel del enladrillado.
- i. El enladrillado se lechadeará y escobillará 24 horas después de terminado. Se curará mínimo 3 días.
 - j. El enladrillado, lechadeado y escobillado deberá presentar una superficies limpias sin ondulaciones y depresiones, piezas sueltas, rajadas o desprendidas y con la pendiente de proyecto no menor 2%.

En la ejecución de techos no transitables, que en general can colocados sobre estructuras de madera o metálicas se observará lo siguiente:

- a. Previamente a la colocación de la cubierta, deberán estar terminados los trabajos de pintura y/o tratamiento de las estructuras que lo soporten. La pendiente mínima será del 15%.
- b. Podrán ser de láminas acanaladas metálicas o de paneles tipo sándwich formado por dos láminas lisas y con un alma de espuma de poliestireno o poliuretano o de tejas de barro o de concreto hidráulico.
- c. Estarán sujetas a la estructura y elementos de apoyo por medio de ganchos con roldadas y tuercas, tornillos o clavos.
- d. El diámetro de las perforaciones en las láminas deberá ser 1.5 veces más grande que el diámetro de los ganchos, tornillos y clavos, cuyo largo será de 2 veces la altura de la onda. Llevarán empaque para sellar las perforaciones.
- e. El traslape de los extremos de las láminas será de 15 cm. mínimo y en los lados de 1 anda (una cresta y un valle).
- f. La colocación de la lámina o teja se comenzará por la parte más baja. Cuando rematen en muro se hará un ranura de 5cm. en donde penetrarán las láminas o tejas, protegiéndose esta unión con un chaflán de mortero.
- g. En los parte-aguas se colocarán cumbreras del mismo material.

En las cubiertas de teja de barro o de concreto, además de lo que corresponda de lo fijado anteriormente, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a. Se desecharán las tejas cuarteadas o despostilladas.
- b. El traslape mínimo será de 5cm.
- c. Las dos primeras hiladas de teja deberán unirse con mortero de cemento-arena en proporción 1:5.
- d. Cuando la pendiente sea mayor de 30% se sujetará según lo indique el C.A.P.F.C.E.
- e. Cuando se coloquen sobre losas de concreto hidráulico, previamente se habrá impermeabilizado.

III.9.4. Criterios de medición y base de pago

Los techos se medirán tomando como unidad el metro cuadrado. Como base se tomarán las cantidades fijadas en el proyecto. Se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cuadrado.

III.10. OBRAS EXTERIORES

III.10.1. Definición. Son el conjunto de trabajos y obras que se realizan fuera de los edificios, para complementar y mejorar su funcionamiento y con fines de protección y/o decoración.

Las obras exteriores podrán ser:

- a. Plazas cívicas y de acceso
- b. Canchas deportivas
- c. Pasos a cubierto
- d. Banquetas y guarniciones
- e. Bardas, cercas y rejas de entrada
- f. Estacionamientos
- g. Iluminación exterior
- h. Red de riego
- i. Tanques elevados
- j. Cisternas
- k. Señalamientos
- l. Subestaciones y plantas de emergencia

III.10.2. Materiales

Podrán ser: Obras preliminares, mamposterías, concreto hidráulico, acero para concreto, cimentaciones, estructuras, muros, recubrimientos, pisos y pavimentos, instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias, instalaciones eléctricas.

III.10.3. Requisitos de ejecución

El C.A.P.F.C.E., fijará en cada caso las obras exteriores que deberán ejecutar para mejorar el funcionamiento, proteger y/o hacer más agradable el ambiente en que se encuentran los edificios.

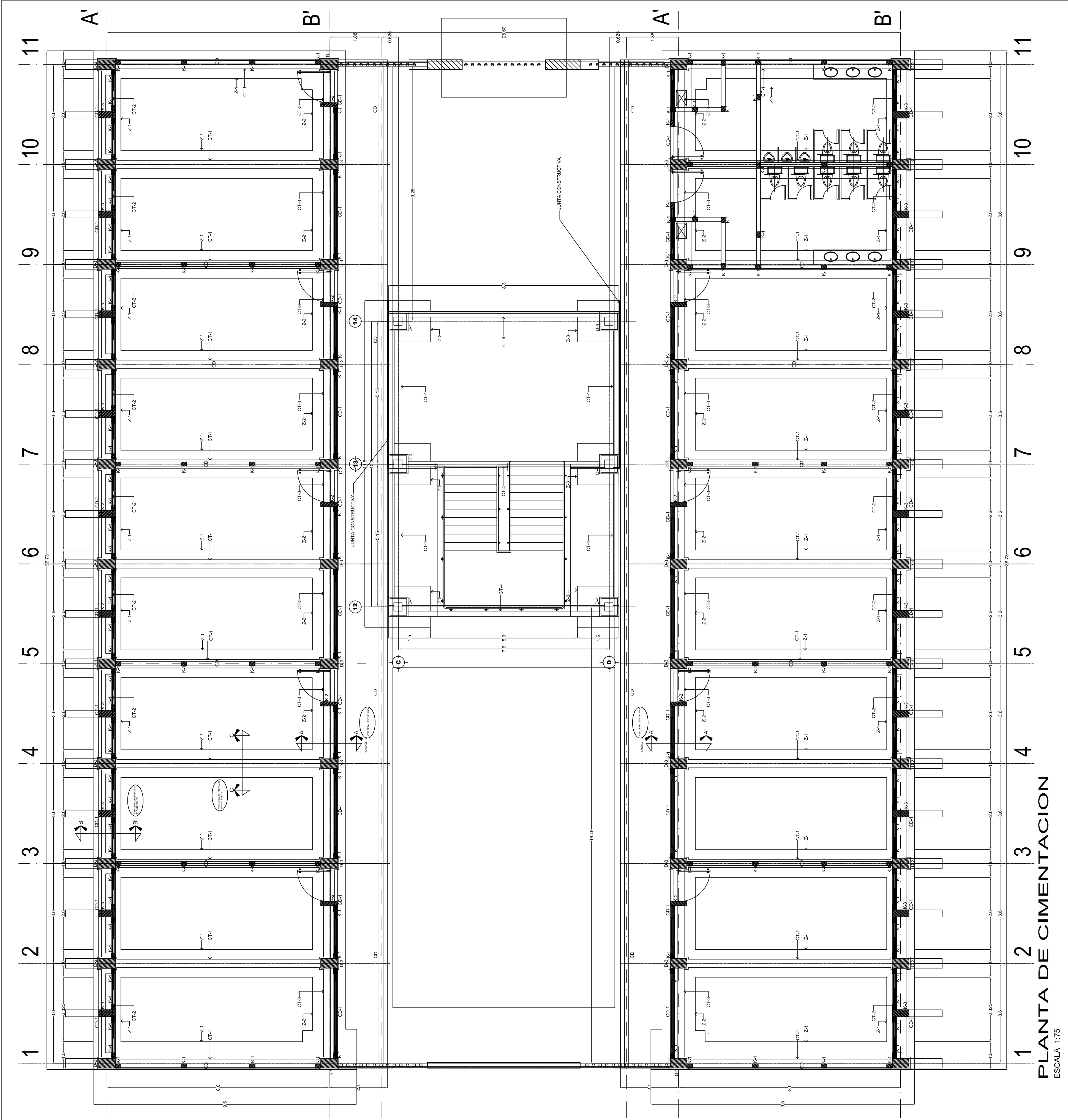
Las plazas cívicas y de acceso, canchas deportivas, pasos a cubierto, banquetas, guarniciones, bardas, cercas, rejas de entrada, estacionamientos, iluminación exterior, etc., se ejecutarán de acuerdo a lo que corresponda en lo fijado en las normas correspondientes.

III.10.4. Criterios de medición y base de pago

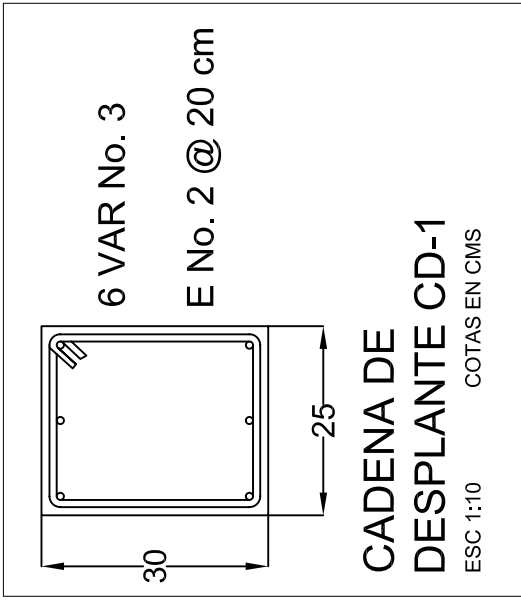
Las plazas cívicas, canchas deportivas, pasos a cubierto, banquetas, guarniciones, bardas, cercas, rejas de entrada, estacionamientos, iluminación exterior, red de riego, tanques elevados, cisternas, subestaciones y plantas de emergencia, se medirán y pagarán de acuerdo con lo que les corresponda de los fijados en las normas correspondientes⁵.

(6)

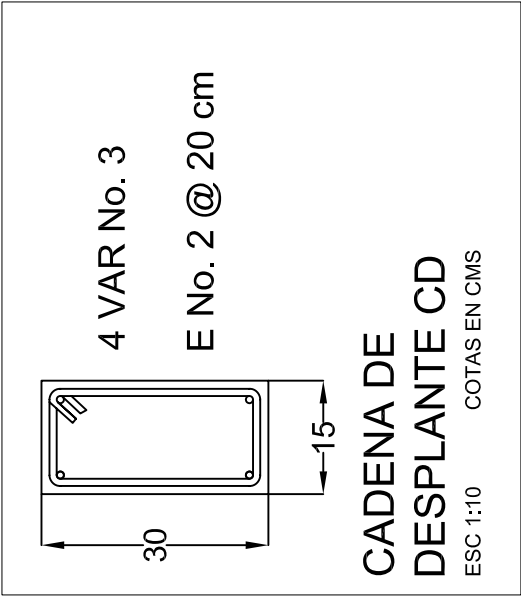
Planos Constructivos



PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA 1:75



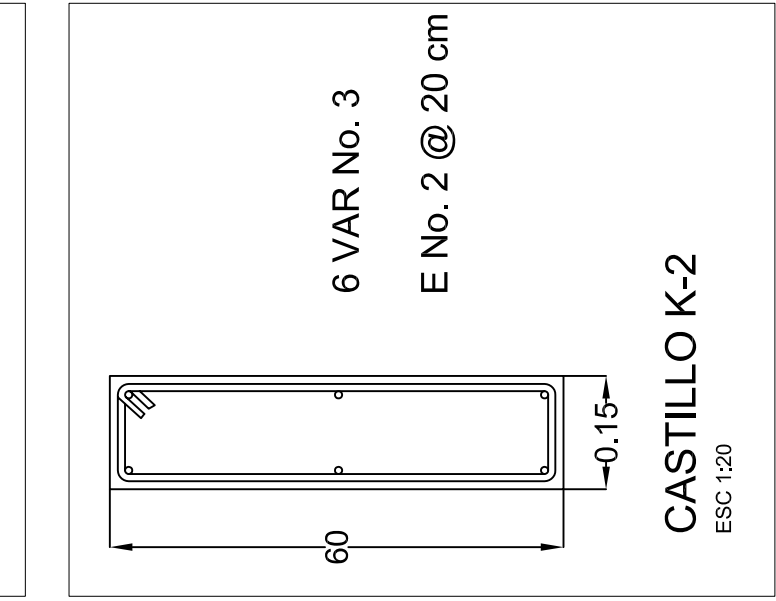
CADENA DE
DESPLANTE CD-1
ESC 1:10
COTAS EN CMS



CADENA DE
DESPLANTE CD
ESC 1:10
COTAS EN CMS

6 VAR No. 3
E No. 2 @ 20 cm

4 VAR No. 3
E No. 2 @ 20 cm



CASTILLO K-2
ESC 1:20

6 VAR No. 3
E No. 2 @ 20 cm

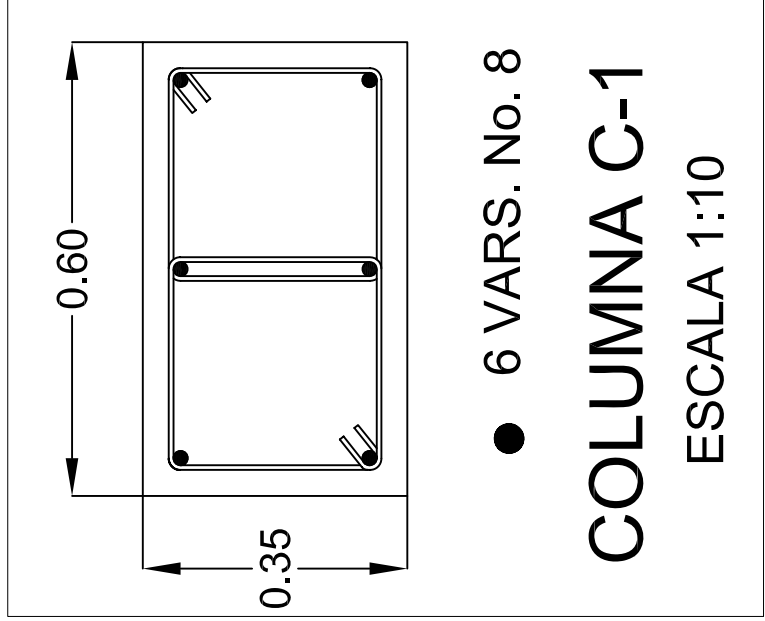
6 VAR No. 3
E No. 2 @ 20

CASTILLO K-3
ESC 1:20

6 VAR No. 3
E No. 2 @ 20

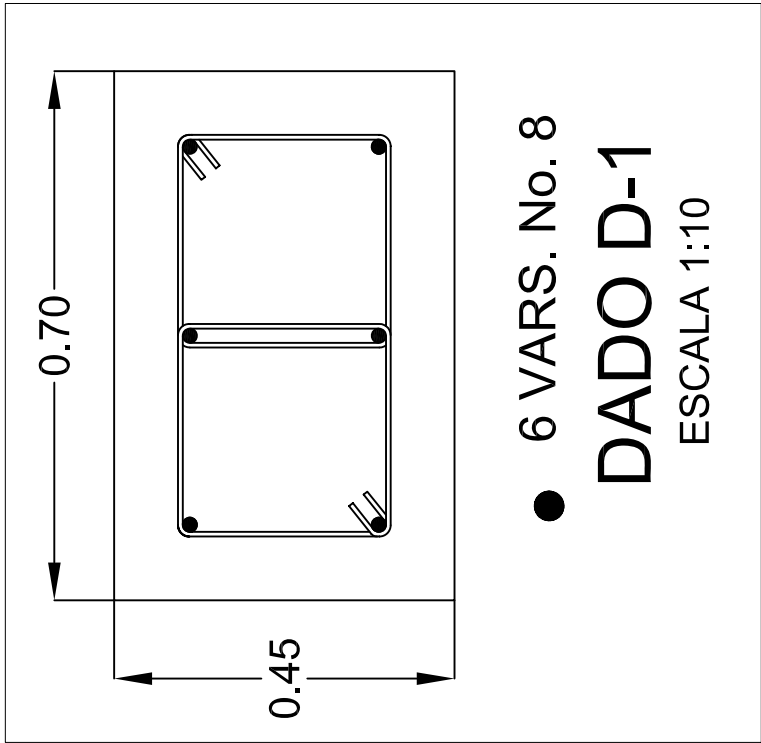
4 VAR No. 3
E No. 2 @ 20 cm

CASTILLO K-1
ESC 1:10
COTAS EN CMS



6 VARS. No. 8

COLUMNA C-1
ESCALA 1:10



6 VARS. No. 8

DADO D-1
ESCALA 1:10

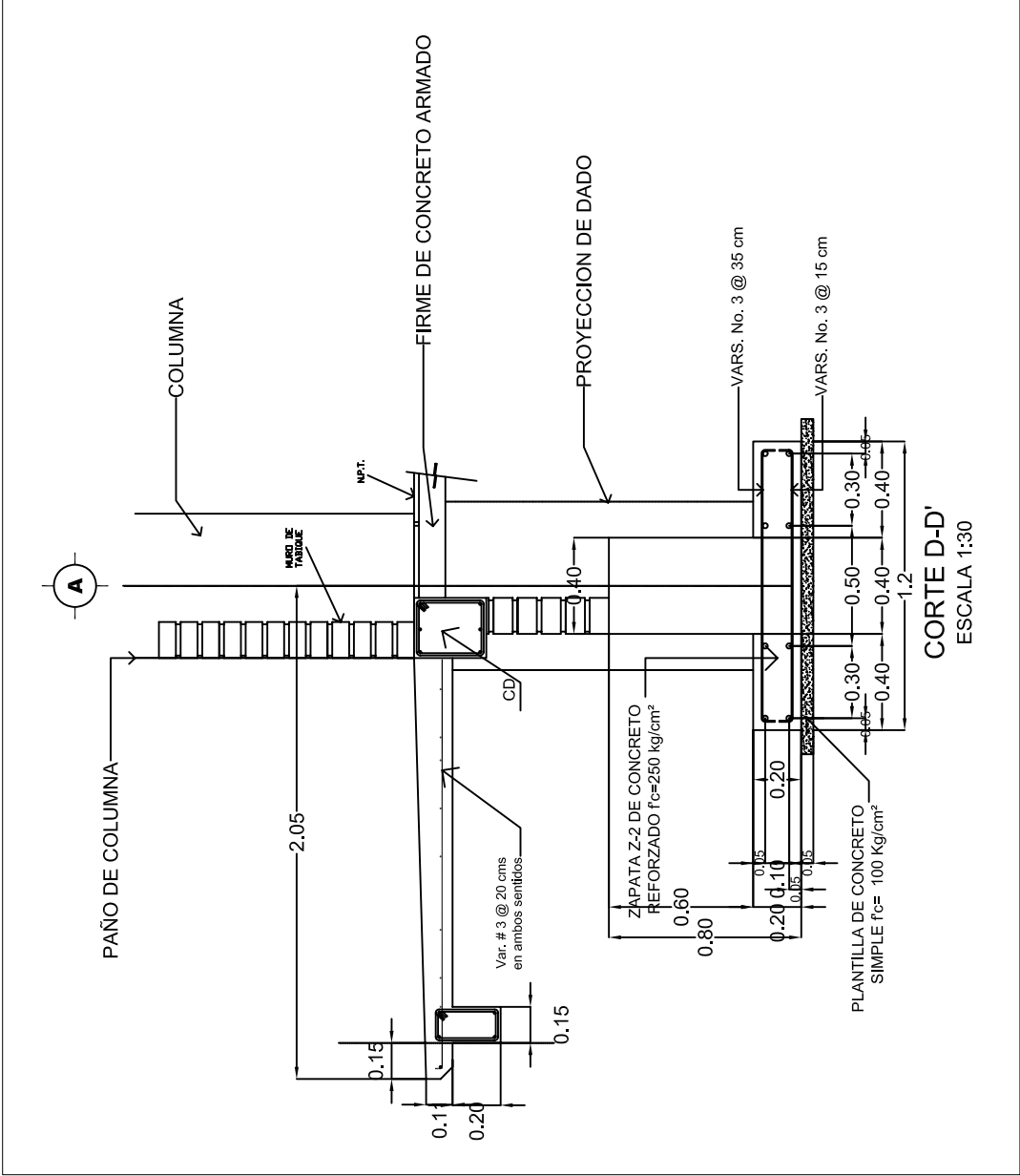
ESPECIFICACIONES

COMPACTACION se haga bajo firmes con topete o grava, cementada con un peso volumétrico de 1700 kg/m³ como mínimo compactados en 5 capas de 15 cm de espesor cada una. La compactación deberá ser la óptima según prueba proctor de laboratorio.

CONCRETO se usará concreto proporcionalizado por peso tomando en cuenta la resistencia requerida de 25 MPa. El concreto será de tipo normal, con un contenido de agua máximo del 20% y un contenido de cemento mínimo de 250 kg/m³. Los recubrimientos libres zópatas 4 cm, contraespalda, dados y cadenas 15 cm, y los recubrimientos de losa 5 cm. Los recubrimientos especificados deberán ser verificados antes y después de la colocación del concreto. La plantilla será de concreto pobre de 6 cm de espesor con un F'c=100 kg/cm².

ACERO el acero de refuerzo será de alta resistencia con un fy=4200 kg/cm² y un diámetro de 8 mm. Los diámetros, espesores y longitudes serán los que se indiquen en el plano. Todos los detalles de varillas se harán alrededor de un perno de 8 mm.

NOTAS: 1. Consultar el plano arquitectónico para localización de cadenas, muros y acotaciones en cimientos. 2. Consultar el plano de desplante de obra se obra, donde el terreno de la resistencia indicada F'c=12 ton/m² siempre que no sea menor de la resistencia del terreno. 3. Los enrrases en cimentación se harán con tabique de concreto de 150x240 cm con mortero arena 1:4 para recibir la contratrase o el tabique de concreto de 150x240 cm con mortero arena 1:4 para recibir la contratrase o el se extraerá una muestra de tres cilindros para ensaye a carga por 7-14-28 días de realizado el colado.



AULAS HISTORIA
Plano:

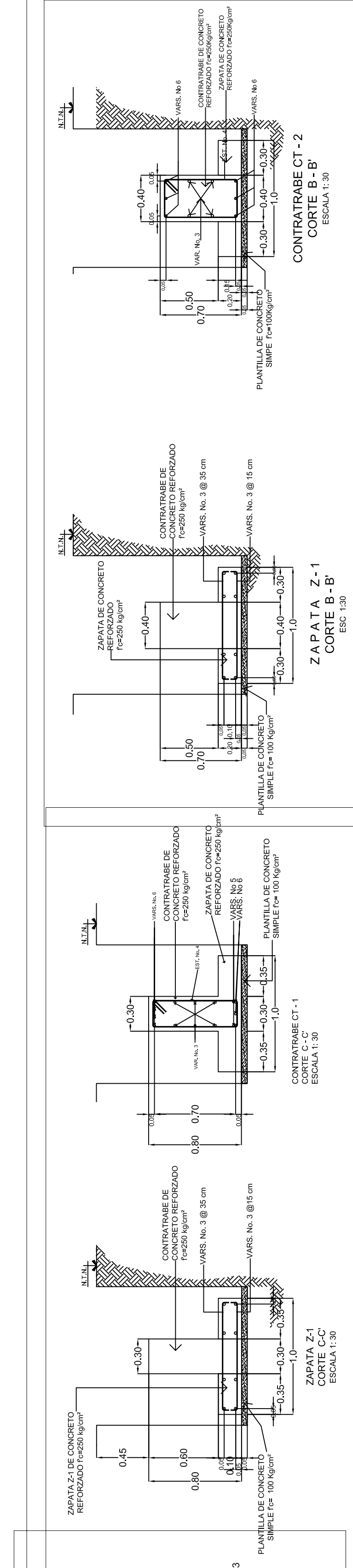
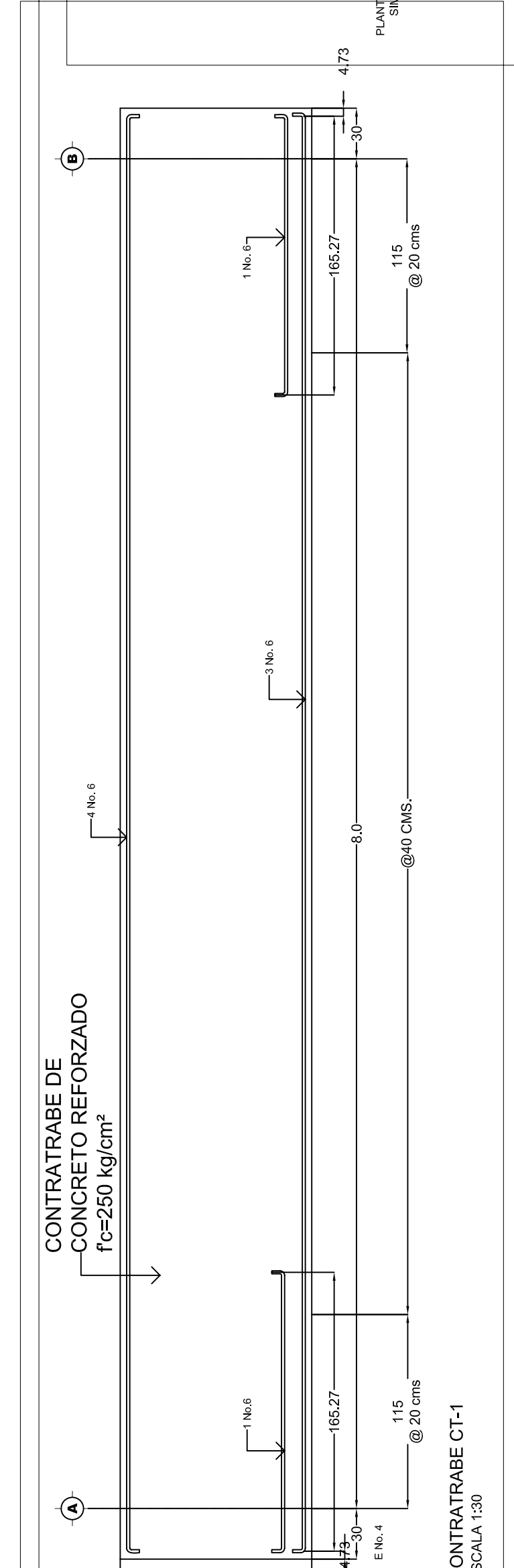
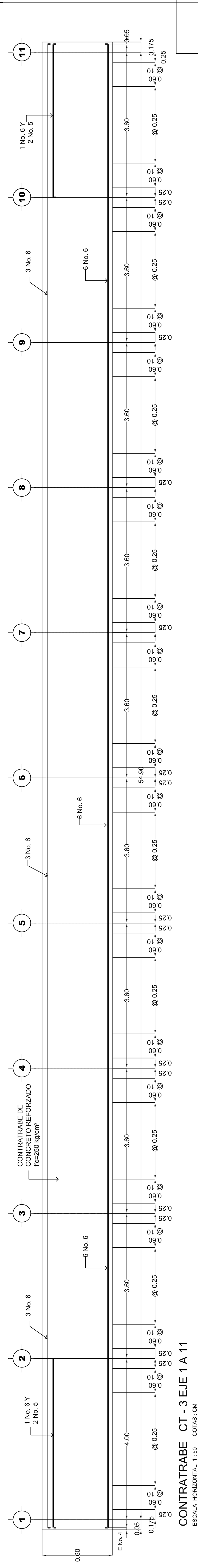
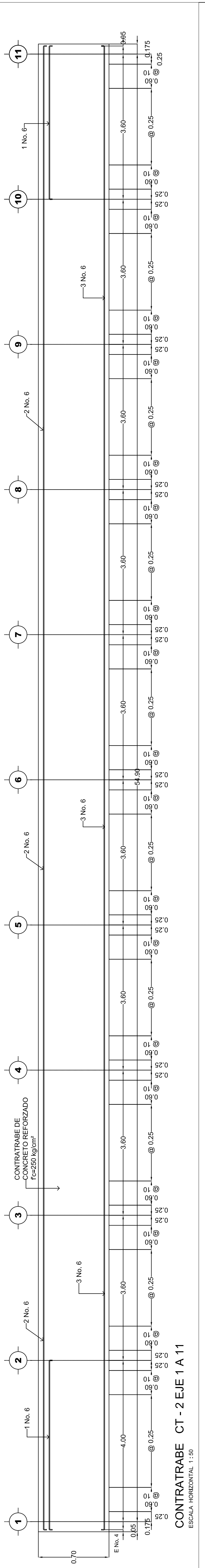
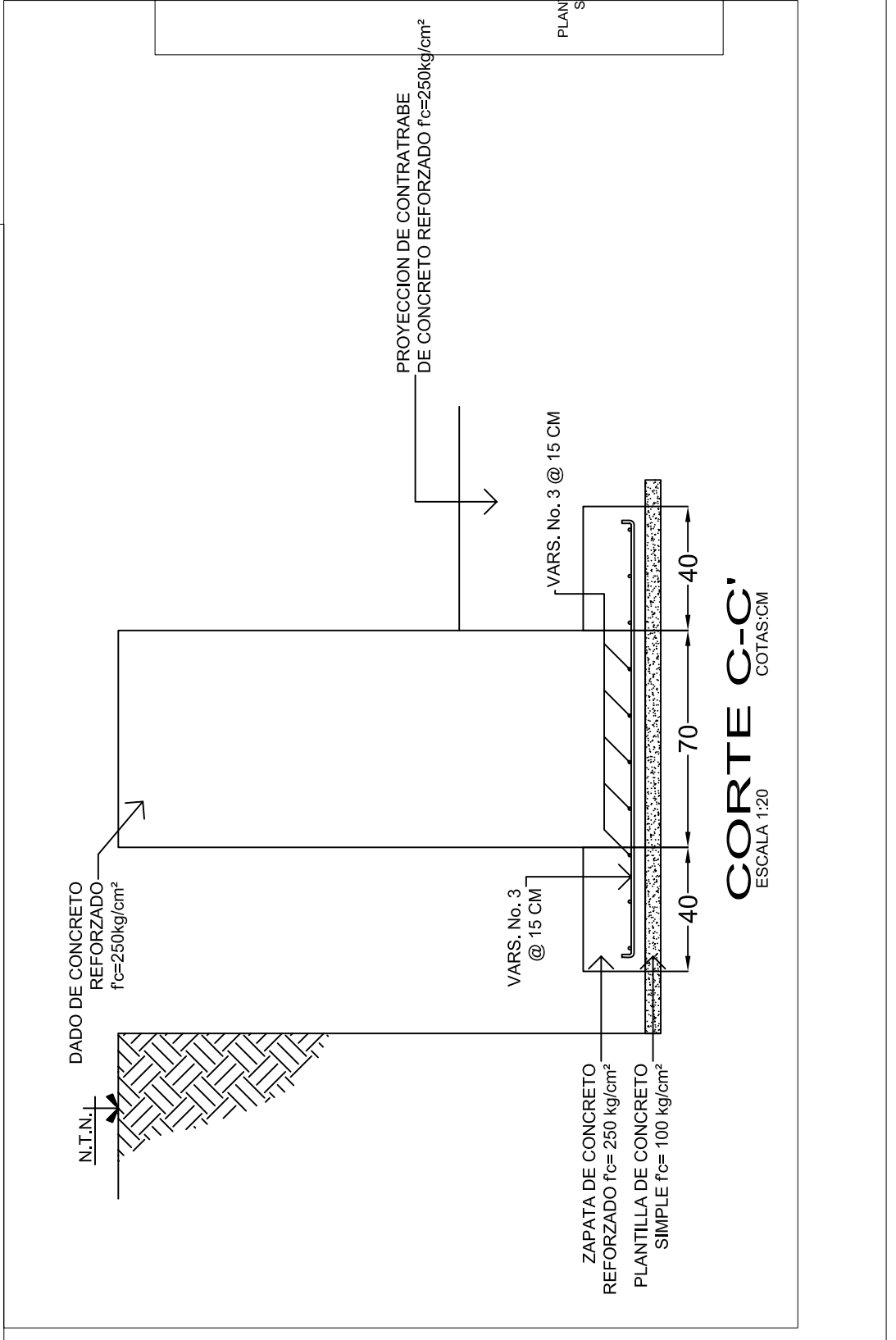
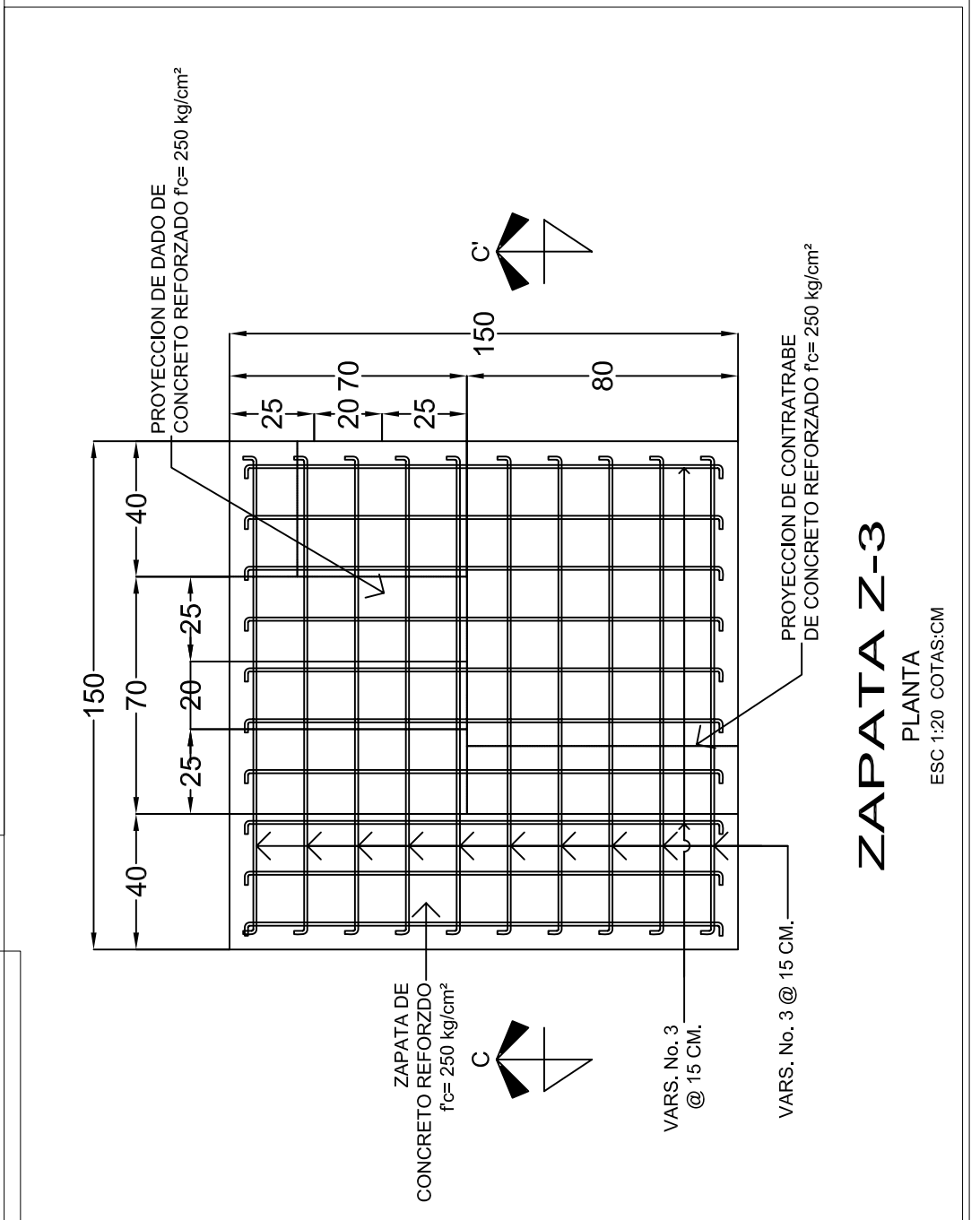
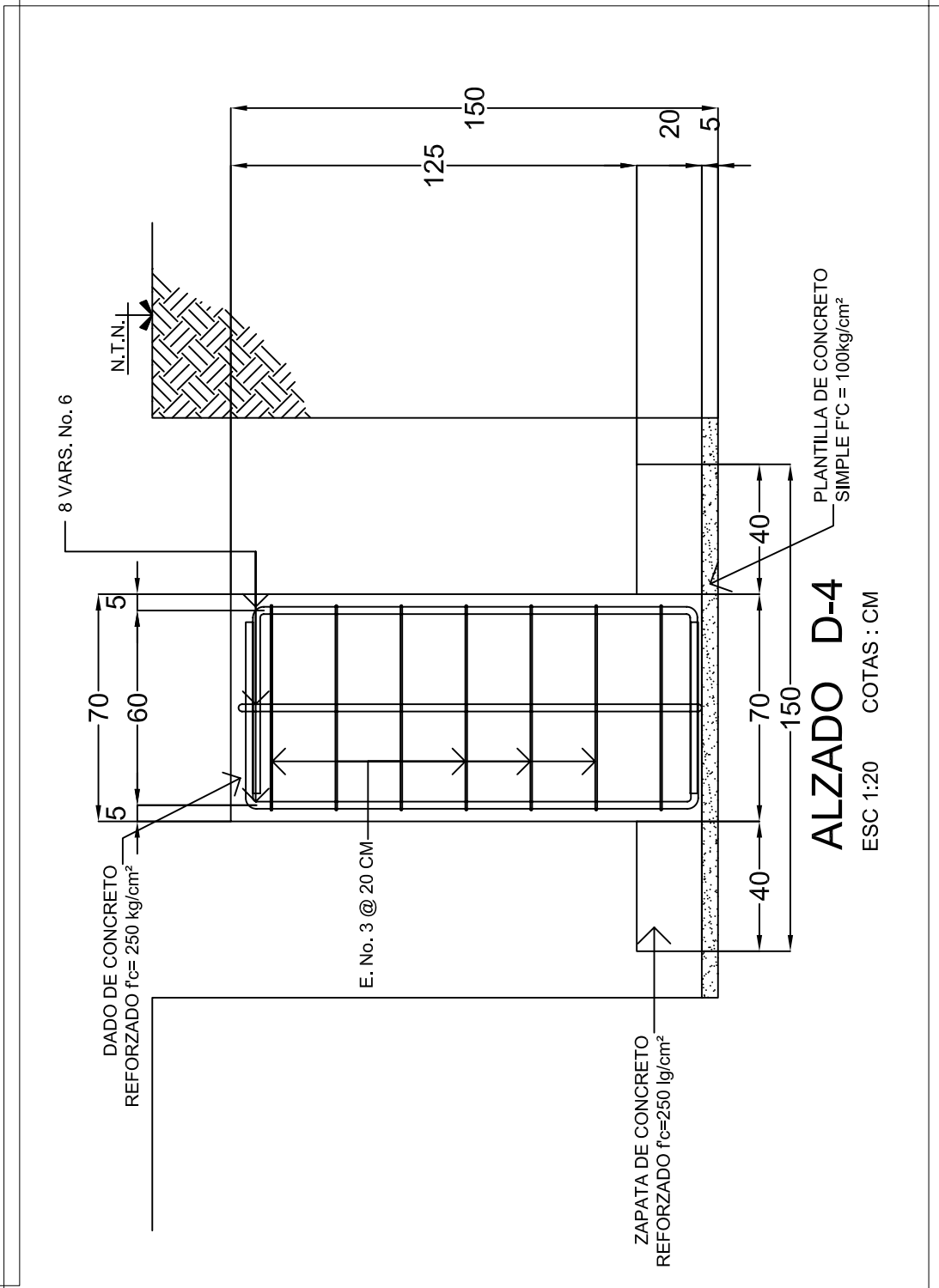
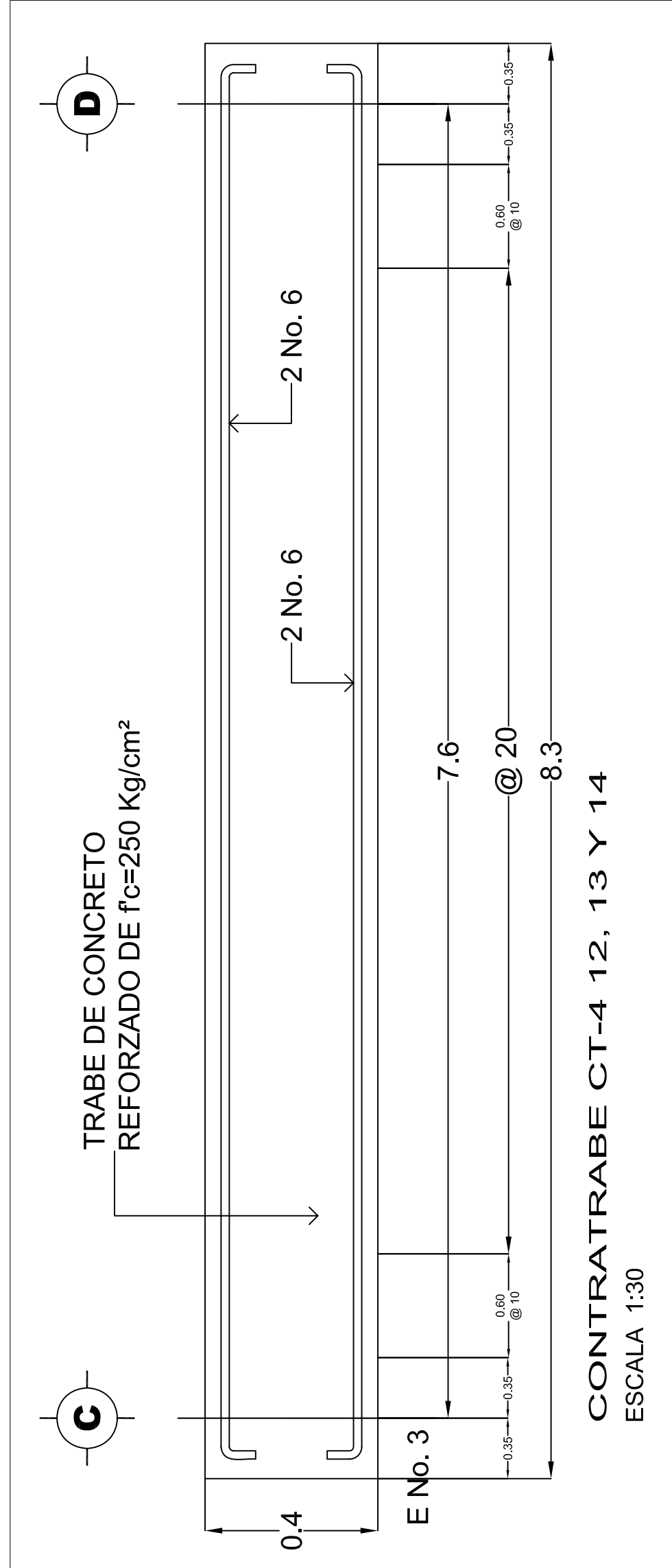
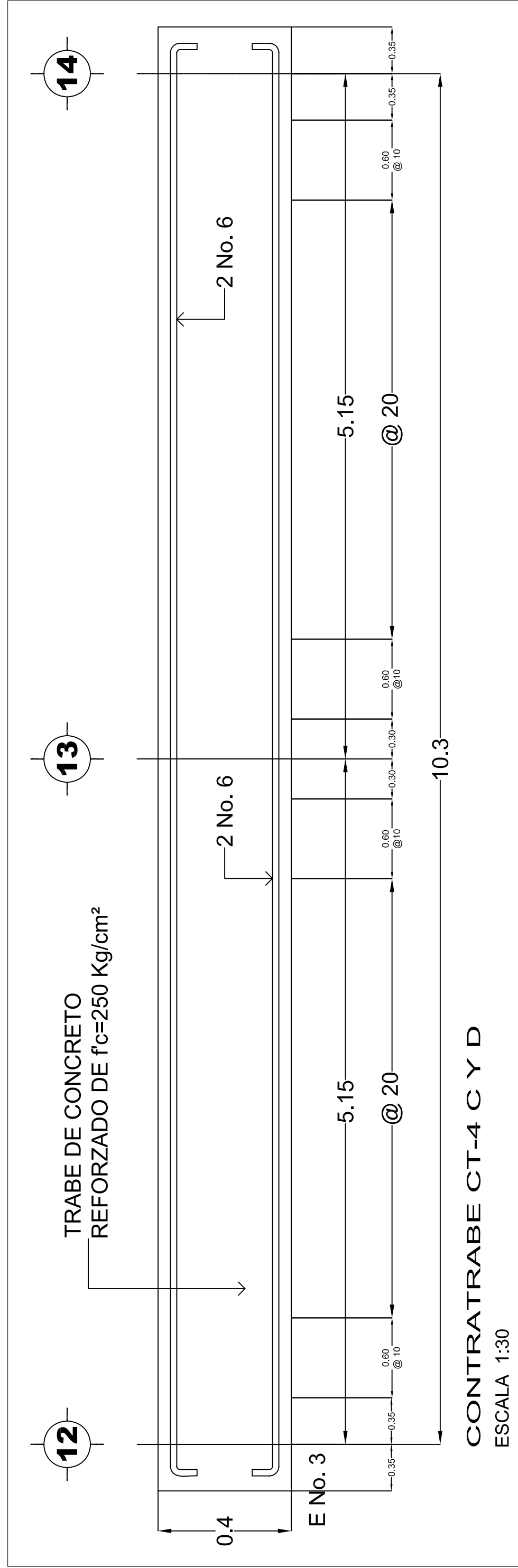
EST-CIM-1
ESTRUCTURAL CIMENTACION

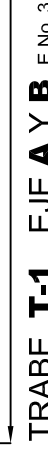
Coordinación de Proyectos y Obras

Ing. Jaime Hernández Díaz
Ing. Cuauhtémoc Ortiz Venera



Proyecto: Coordinación de Proyectos y Obras	Revisó: Ing. Cuauhtémoc Ortiz Venera
Fecha: JULIO 2024	Escalé: Indicado
Morelia Michoacán.	



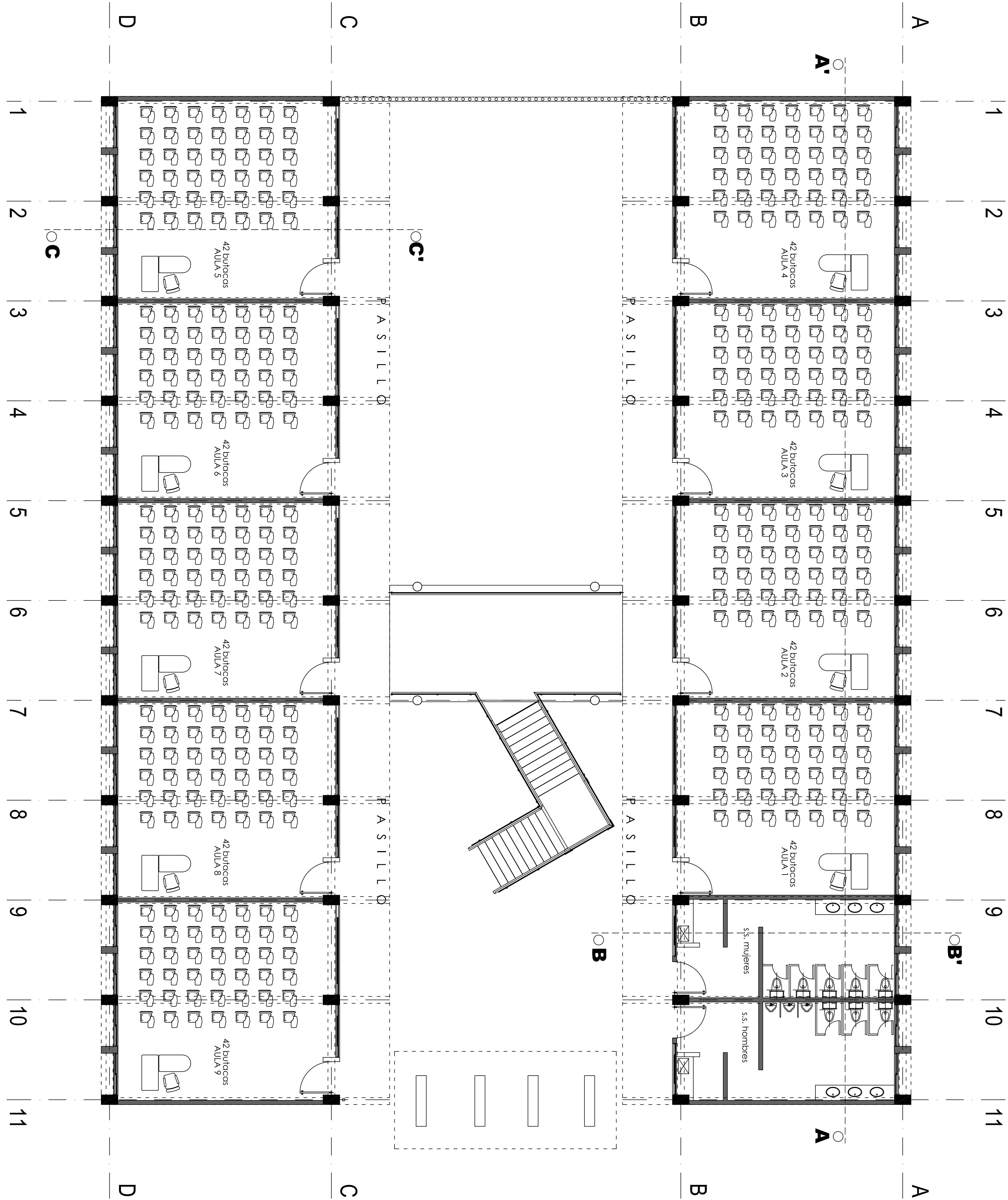


PROYECTO ARQUITECTONICO

AULAS HISTORIA

INSTITUTO TECNOLÓGICO METALÚRGICAS

Ubicación: C.U.



Plano:

ARQ-01

PLANTAS ARQUITECTONICAS

Coordinación de Proyectos y Obras
Ing. Jaime Hernández Díaz
Ing. Cuauhtémoc Ortiz Vivera

Umsnh

Proyecto Continúa de Proyectos y Obras | Revisión Ing. Cuauhtémoc Ortiz Vivera | Fecha: JULIO 2004 | Dibujó: Jir | Escala: 1/75 | México, Michoacán.

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

IV.1. Limpia, trazo y nivelación

Para poder iniciar nuestra obra fue necesario realizar la limpieza de terreno cuyo fin era eliminar la vegetación existente sobre un terreno, ya que es una parte importante de su habilitación para el desplante de una estructura y la realización de una excavación.

Así pues, fue necesario localizar, alinear, ubicar y marcar en el terreno los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados en el plano de proyecto, así como los linderos del mismo, todo esto de acuerdo al plano de conjunto general de la Unidad de Ciencias, Ingeniería y Humanidades (C.U.).



Limpia de terreno



Trazo y nivelación del terreno

IV.2. Excavación a cielo abierto

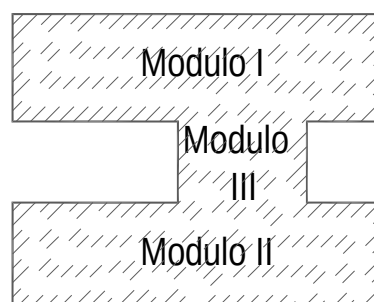
Fue necesario realizar excavaciones para extraer la capa vegetal y arcillosa que supreyacían en el terreno, con un promedio de: 1.50 metros. El material producto de esta excavación fue tirado fuera de obra, por no ser material útil como relleno, únicamente se usó un poco de éste material para rellenar exteriores.



Excavación a cielo abierto

IV.3. Abatimiento de agua por bombeo directo

El modulo “II” se inundó con agua pluvial, por lo que fue necesario drenar a fin de que los trabajos se realizaran en condiciones relativamente secas; para poder drenar el agua fue necesario usar una bomba de 2 HP, todo esto con el fin de estabilizar el fondo y los taludes, reducir cargas laterales en los taludes, así como hacer que el material de excavación fuera más fácil de manejar y evitar un fondo movedizo y lodoso.





Inundación de la excavación



Abatimiento del agua por bombeo directo

IV.4. Rellenos y compactación

El relleno que se colocó bajo firmes se realizó con tepetate o grava cementada con un peso volumétrico de 1700 kg/m^3 como mínimo compactada, en capas no mayores de 20 cm., la compactación se realizó con una compactadota mecánica normal, se realizaron pruebas proctor para poder determinar la humedad óptima del relleno.

Debido a que el modulo “II” se inundó fue necesario utilizar una capa de material de filtro para el desplante de las zapatas y hubo necesidad de mejorar el suelo con cemento. En el caso del modulo “I” únicamente se mejoró el suelo de desplante en el área de zapatas.



Relleno del terreno con material para mejorar el terreno



Compactación del material de relleno

IV.5. Plantillas

Una vez listo el terreno para poder colocar sobre él nuestra estructura fue necesario colocar plantillas de concreto pobre de 5 cm. De espesor con $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, siempre teniendo mucho cuidado de trabajar sobre una superficie limpia y nivelada.



Plantilla de concreto pobre

IV.6. Zapatas y contratraveses de concreto

Para poder iniciar con el armado de las zapatas y contratraveses fue necesario siempre tener bien ubicados los ejes marcados en el proyecto para evitar errores, posteriormente realizar el armado de los elementos, poder colocar la cimbra, y colocar en concreto, del cual fue necesario tomar 3 cilindros de cada elemento y así poder realizar las pruebas de resistencia a compresión, a 7, 14 y 28 días.





Colado de zapatas

IV.7. Cimientos

Es muy importante tener mucho cuidado en la subestructura de los edificios por que es en ella en donde se va a desplantar la superestructura y en donde se van a concentrar muchas de las cargas.



Vibrado del concreto

IV.8. Enrases de tabicón de concreto y cadenas de desplante.

Fue necesario ejecutar un enrase con tabicón de concreto junteado con mortero arena 1:4, de una altura de 1.10 mts. y de 14 cm. de espesor; este enrase recibió la cadena de desplante para los muros de tabique de arcilla roja recocida.



Colocación del enrase de tabicón



Armado de cadena de desplante

IV.9. Muros, cadenas y castillos.

Se utilizó tabique de barro recocido de 6x12x22 cm., teniendo cuidado siempre de humedecer bien el espécimen para evitar que el tabique absorbiera el agua del mortero. La procedencia del tabique es de Santiago Undameo



Armado de cadenas y castillos



Unión de muro con castillo

IV.10. Aplanados de mezcla

Para poder llevar a cabo el aplanado fue necesario humedecer el muro y posteriormente colocar el mortero.



Aplanado de muros de tabique

IV.11. Cubiertas

Únicamente en el puente de unión entre el modulo I y Modulo II se utilizó losacero.



Armado de losa de entrepiso



Colado de losa de entrepiso

IV.12. Columnas de concreto armado

Las columnas tienen una sección de 60 cm. por 35 cm., son cimbradas con triplay de pino de 16 mm. de espesor, teniéndose un acabado aparente; su armado longitudinal es de 8 var. n° 6 y estribos n° 2 a 20 cm centro a centro.; tienen una calidad de concreto de $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, habiendo sido coladas con concreto hecho en obra.

En el momento en que se colaron las columnas de concreto armado también fue necesario tomar 3 especímenes de concreto para posteriormente realizar pruebas de resistencia a la compresión en cilindros de concreto y poder determinar si se realizaron con la resistencia requerida en el proyecto.



Cimbrado de columnas de segundo nivel

IV.13. Estructuras metálicas

La puerta de acceso, escalera, barandales y techo del edificio se realizaron con estructura metálica únicamente, teniendo especial cuidado en la colocación de las piezas y en las uniones, para evitar cualquier daño a la estructura.

Se utilizó PRIMER con cromato de zinc, pintura METALEX de Sherwin Williams color s.m.a., el tipo de soldadura fue 70-18, y se realizaron pruebas de líquidos penetrantes en el acero las cuales fueron realizadas por el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la U.M.S.N.H.

Para la estructura metálica se utilizaron los siguientes elementos:

CPL 10" x 3.5" x 6.9 Kg/cm Cal. 14

CPL 5" x 2" x 3 Kg/cm Cal. 16

IPR 6" x 4" x 13.39 kg/m

PERFIL RECTANGULAR R-400 (100 mm. x 38 mm.) Cal. 18

Proceso de electro revestido

Para puente y rampas de escalera:

IPR 10" x 4" x 22.3 kg/m

IPR 10" x 4" x 17.86 kg/m

TUBO Ø 4" x 12.7 kg/m

TUBO Ø 6" x 25.36 kg/m

LI 4" x 3/8" x 14.58 kg/m

PL 7 cm. x 30 cm x 3/8"

PL 15 cm x 10 cm x 3/8"



La grúa utilizada para la colocación de los elementos fue de una capacidad de 22 toneladas y 25 m. de capacidad



Unión con soldadura de la estructura metálica



Colocación de la cubierta metálica



Para realizar los cortes en los elementos grandes se hizo mediante oxicorte, para elementos pequeños se usó una cortados de disco.



Soldadura de un elemento



Armado de escalera

IV.14. Pisos

Se colocó piso de concreto gris con agregado de mármol blanco y se realizó acabado martelinado.



Colado del puente unión entre el Modulo I y Modulo II ⁷

IV.15. Acabados

Los muros fueron realizados con tabique de arcilla roja acabado común juntados con mortero de cemento de albañilería (mortero comercial)-arena, en proporción volumétrica 1:4 y aplanados con un acabado fino con esponja, con mortero elaborado de igual manera al lo ya mencionado. Para los sanitarios se utilizó lambrin con azulejo juntado a tope de 20 x 30 sobre un repellado de mortero



Acabados en sanitarios

IV.16. Limpieza de la obra

La limpieza de la obra se debe llevar tanto en el interior del edificio como en el exterior teniendo cuidado de no olvidarse de ningún detalle para que pueda empezar con su funcionamiento.



Limpieza del exterior del edificio



Limpieza del interior del edificio

IV.19. Entrega de la obra

La entrega de la obra terminada se llevó a cabo en Noviembre de 2005 por el Sr. Gobernador Lázaro Cárdenas Batel y el Sr. Rector de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Jaime Hernández Díaz, así como por el Ing. Cuauhtemoc Ortiz Venera Jefe del Departamento de Obras y Proyectos de la U.M.S.N.H.



Entrega de la obra por el Sr. Gobernador Lázaro Cárdenas Batel y el Sr. Rector Jaime Hernández Díaz⁵



Entrega del Edificio de Historia⁵



Edificio actualmente en funcionamiento

C A P Í T U L O V

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD A LOS MATERIALES EMPLEADOS

Actualmente el control de calidad de las obras es muy importante en el nuestro país como en el mundo, por que con ello podemos estar seguros de que la obra podrá prestar el servicio para el que fue diseñada, uno de los puntos más importantes en el control de calidad es el de verificar la calidad de los materiales empleados en la obra, así como el empleo en la misma.

El índice de resistencia más característico del concreto es su resistencia a la compresión, y el del acero, su resistencia a la tensión.

El laboratorio juega un papel muy importante en el control de calidad de los materiales, por que es en él en donde se realizarán las pruebas que nos indican si los materiales empleados en las obras cumplen con las especificaciones establecidas por las normas así como con las especificaciones establecidas por el constructor.

Se realizaron pruebas de compresión simple en cilindros de concreto, así como pruebas de tensión y doblado a las varillas de acero reforzado utilizados en los elementos del edificio.

Se tomaron 3 cilindros de concreto por cada elemento de la estructura, éstos se tomaron en obra, y en su mayoría la muestra fue tomada de camión trompo y muy pocos de revoladora.

Para el acero se tomaron únicamente 5 varillas de $3/8''$ de diámetro, así como 3 varillas de $1/2''$ y 5 varillas de $3/4''$ de diámetro, todas ellas con una longitud de 60 cm., para poder determinar en ellas la resistencia a tensión.



Prueba de compresión en concreto

V.I. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO

A continuación se mencionaran las pruebas que se deben llevar a cabo para poder realizar un buen control de calidad en concreto, así como los resultados obtenidos en laboratorio.

V.I.1. MUESTREO DE CONCRETO FRESCO

Este es probablemente, el procedimiento más importante de todo el proceso de prueba del concreto, ya que si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos que siguen al muestreo se verán seriamente afectados, aunque al desarrollarlos cumpla con los requerimientos establecidos en las normas.

V.I.1.1. Equipo

Antes de tomar las muestras se debe asegurar de tener el siguiente equipo limpio y con las superficies en contacto con el concreto fresco húmedas:

- Carretilla o cubeta
- Charola
- Cucharón (que cuente con mango)

Además de lo anterior, se debe tener siempre una libreta de reporte.

V.I.1.2. Procedimiento

Muestreo de concreto procedente de camiones mezcladores o agitadores

Para garantizar la confiabilidad de los resultados, la muestra debe tomarse de cuando menos tres porciones diferentes de la carga, asegurándose de que la muestra se tome en el tercio medio de la misma, después de que se haya descargado cuando menos el 15% de la carga y antes de que se descargue el 85% de la misma.

El tiempo máximo que se debe emplear para tomar las porciones y completar la muestra es de 15 minutos.

Se puede obtener la muestra, pasando el recipiente a través del chorro de descarga.

Las porciones de muestra que se obtengan, deberán depositarse en la charola y cuando se tenga la muestra completa se deberá remezclar vigorosamente con el cucharón, hasta que se obtenga una apariencia de la mezcla homogénea.

Se debe evitar que la muestra quede al descubierto por más de 15 minutos, ya que en este tiempo se debe haber terminado de efectuar las determinaciones requeridas y elaborar los especímenes.

Muestreo del concreto procedente de mezcladoras estacionarias.

Cuando se muestrea de mezcladoras estacionarias, se procede de manera semejante a lo anteriormente indicado, pero teniendo en cuenta que las muestras se obtienen tomando un mínimo de tres porciones durante el segundo tercio de la descarga.

V.I.1.3. Reporte

En la libreta de reporte, se anotará con claridad de dónde, cuándo (fecha y hora) y para qué objeto se tomó la muestra de concreto fresco. Asimismo, se debe registrar la localización o destino que se dio al concreto (dónde quedó colocado), es decir, en qué elemento se empleó: losa, columnas, trabe, muro, etc.

V.I.2. REVENIMIENTO

Esta determinación es de gran importancia ya que con ella se decide si el concreto producido puede ser colocado. Una diferencia de 2.5 centímetros en la determinación, puede provocar el rechazo de una carga completa de concreto.

V.I.2.1. Equipo

Al hacer la determinación del revenimiento, se requiere del siguiente equipo limpio:

- Cono (con dos estribos y jaladoras)
- Cucharón (con mango)
- Varilla punta de bala
- Cinta métrica.

V.I.2.2. Procedimiento

Llenado del cono y compactación.

Una vez homogeneizada la muestra, se selecciona una superficie plana, horizontal lisa, firme y no absorbente (puede ser una placa metálica). Se humedece esta superficie y el interior del cono, a continuación se fija el cono sobre la superficie húmeda colocando los pies del operador sobre los estribos (posición que deberá mantener durante toda la operación del llenado y compactación) procediendo como se indica a continuación:

Se debe llenar el cono en 3 capas, cada capa debe ser aproximadamente un tercio del volumen total del cono y hacer la compactación, en la forma siguiente:

La primera capa, debe tener una altura aproximada de 7 centímetros, se compacta con 25 penetraciones de la varilla punta de bala, inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo una espiral hacia el centro.

La segunda capa, con la que debes alcanzar una altura aproximada de 15 centímetros dentro del cono, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe. La varilla penetre aproximadamente 2 centímetros en la primera capa.

La tercera capa, con la que debe llenarse el cono y rebasar ligeramente el borde superior del mismo, se compacta también con 25 golpes de la varilla; en cada golpe se debe penetrar 2 centímetros aproximadamente en la segunda capa. Durante la compactación de la tercera capa, el concreto puede quedar debajo del borde superior del cono, se puede agregar un poco de mezcla y continuar compactando hasta completar el número

del golpes especificados. De preferencia se debe agregar muestra después de los primeros 10 golpes.

Enrasado y limpieza del concreto sobrante

Utilizando la varilla punta de bala, se enrasa el concreto apoyándose en el borde superior del cono. Una vez enrasado, se limpia el exceso de concreto que haya alrededor del cono.

Levantamiento del cono

Después de enrasar y limpiar el exceso de concreto, se procede a levantar el cono, de manera suave, (para permitir que el concreto al liberarse del molde se asiente de manera normal), alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones del cono que podrían arrastrar el concreto. Para levantar completamente el cono, requieres un tiempo de 5 ± 2 segundos.

Medida del revenimiento

Inmediatamente después de que se levante el cono, se debe colocar de cabeza junto al concreto asentado, poniendo la varilla acostada y horizontal sobre el borde del cono y en dirección de la altura promedio de la base superior en el concreto asentado. Se mide verticalmente con la cinta métrica, la diferencia que exista entre la altura del cono de metal y la porción central de la superficie del concreto asentado. Esta medida es el revenimiento y se debe reportar con aproximación de un centímetro.

Tolerancias del revenimiento

Si al medir el revenimiento se encuentra que no cumple con las tolerancias especificadas, se debe hacer una segunda prueba inmediatamente, con otra porción de la misma muestra o de otra muestra que se tome de la misma entrega. Si esta segunda prueba tampoco cumple, se debe considerar que el concreto no ha cumplido con el revenimiento estipulado.

A continuación se indican las tolerancias, aplicables en la prueba de revenimiento según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155.

REVENIMIENTO ESPECIFICADO EN cm.	TOLERANCIA EN cm.
menos de 5	± 1.5
5 a 10	± 2.5
más de 10	± 3.5

El valor del revenimiento debe determinarse en un tiempo que no exceda de 15 minutos contados a partir del momento en que se inicia la descarga.

V.I.2.3. Reporte

En la libreta se debe anotar la planta, número de camión, número de remisión, hora de llegada de la olla y hora del muestreo, así como el valor del revenimiento con la observación de “Desviado” si esto ocurre y la localización del lugar en que se colocó el concreto.

V.I.3. MOLDEO DE CILINDROS

Se debe ensayar a compresión en cilindros de 15 centímetros de diámetro por 30 centímetros de altura.

Para que se pueda juzgar de manera adecuada la calidad del concreto, se requiere que los cilindros sean elaborados desarrollando correctamente los procedimientos especificados para el llenado de los moldes, compactación, enrasado e identificación.

V.I.3.1. Equipo

Para efectuar el moldeo de cilindros, se requiere del siguiente equipo:

- Moldes (los necesarios para los cilindros que debas moldear, perfectamente sellados para evitar fugas y aceitados ligeramente con aceite muy delgado en las superficies interiores)
- Cucharón
- Varilla punta de bala o vibrador (dependiendo del valor del revenimiento del concreto).

Además de lo anterior, se debe contar con el material necesario para proteger los cilindros después de moldearlos.

V.I.3.2. Procedimiento

Se debe revisar primero que los moldes estén sellados para evitar pérdidas de agua. Una vez sellados, se aceita ligeramente con aceite rebajado con gasolina las superficies interiores del molde. A continuación se procede de la siguiente manera:

El lugar en se debe moldear los cilindros, debe encontrarse cubierto y la superficie en que queden almacenados, debe ser horizontal, lisa y libre de vibraciones.

Se requiere que la temperatura de este lugar, pueda ser mantenida entre 15 y 27 grados centígrados.

Se colocan los moldes sobre la superficie en el lugar en que quedarán almacenados y se procede con la muestra homogeneizada debidamente remezclada, a elaborar cada cilindro como sigue:

V.I.3.3. Llenado del molde y compactación por varillado

Se debe llenar el molde en 3 capas, cada capa debe ser de aproximadamente un tercio del volumen total del molde.

Al vaciar cada capa, con porciones del concreto tomadas con el cucharón, se debe girar éste sobre el borde del cilindro a medida que se vaya descargando el concreto, APRA asegurar su correcta distribución y reducir al máximo la segregación del agregado grueso dentro del molde.

La primera capa que debe tener una altura aproximada de 10 centímetros se compacta con 25 penetraciones, siguiendo el trazo de una espiral, de la orilla al centro.

Después de que se haya compactado la primera capa, se quedan oquedades superficiales, se golpea ligeramente con la varilla varias veces, de abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde, para que cierren los vacíos que se hayan quedado, al compactar.

La segunda capa, con la que se debe alcanzar una altura aproximada de 20 centímetros dentro del molde, se compacta con 25 penetraciones de la varilla de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe la varilla penetre 2 centímetros aproximadamente en la primera capa.

Después de que se haya compactado la segunda capa, si hay oquedades, se repite el golpeo lateral en la misma forma que se hizo en la primera capa, con la tercera capa, se debe llenar totalmente el molde y agregar una cantidad extra suficiente, para que después de hacer la compactación, también con 25 golpes de la varilla que deben penetrar 2 centímetros en la segunda capa, el molde debe quedar totalmente lleno con un ligero excedente. Si hay oquedades se repite el golpeo lateral como se hizo en las capas anteriores.

Enrasado. Se elimina el exceso de concreto, pasando la regla metálica para enrasar con movimiento de vaivén sobre el borde superior del molde, para obtener una superficie plana y uniforme. Es importante evitar hacer pasadas en exceso que hagan sangrar el concreto.

Identificación. Para identificar los cilindros, se puede marcar con trazos muy finos sobre la parte superior del cilindro o realizar unas etiquetas y colocarlas de igual forma en la parte superior del cilindro, con las claves de identificación que se tengan designadas.

Protección de los cilindros. Para evitar la evaporación del agua de los cilindros, recién elaborados, se deben cubrir inmediatamente después de la identificación, con una tapa de material no absorbente ni reactivo, o con una tela de plástico resistente, durable e impermeable, debidamente sujeta.⁸

V.I.4. CURADO DEL CONCRETO

Los especímenes de prueba elaborados para comprobar las proporciones de la mezcla para propósitos de resistencia, o como base para la aceptación, deben retirarse de los moldes, de preferencia a las 24 hrs. Después del moldeo permitiéndose un margen de entre 20 y 48 hrs. Y almacenarse de inmediato en una condición húmeda a la temperatura de 23 ± 2 °C hasta el momento de la prueba.

Curado inicial. Durante las primeras 24 horas después del moldeado, todos los especímenes de prueba deben almacenarse bajo condiciones que mantengan la temperatura adyacente a los especímenes en el intervalo de 16° a 27 °C y prevenir pérdidas de humedad de los especímenes. A toda hora la temperatura dentro y entre los especímenes deberá ser controlada protegiéndolos de los rayos del Sol y de cualquier mecanismo irradiador de calor. Los especímenes que serán transportados al laboratorio para curado estándar antes de 48 horas, deberán permanecer en los moldes en un ambiente húmedo hasta ser recibidos en el laboratorio, desmoldados y colocados en el curado estándar. Si los especímenes no son transportados en 48 horas, los moldes deben ser removidos en 24 horas y usar curado estándar hasta ser transportados.

Curado estándar. Una vez completado el curado inicial y dentro de los 30 minutos de remover los moldes, se almacenarán los especímenes en una condición húmeda con agua libre en sus superficies a todo hora a una temperatura de 23 ± 1.7 °C. Temperaturas entre 20 y 30 °C son permitidas por periodos que no excedan de 3 horas inmediatamente antes de la prueba. Los especímenes no deberán ser expuestos al goteo o a corrientes de agua.

V.I.5. CABECEO DE CILINDROS

Es la preparación de las bases de los especímenes de concreto para su prueba, logrando una superficie uniforme y poder distribuir uniformemente la carga.

V.I.5.1. Equipo

- Placas cabeceadoras
- Dispositivos de alineamiento
- Recipientes para fundir azufre

V.I.5.2. Procedimiento

Si la cabeza que va a recibir el material de cabeceo tiene una capa o depósito aceitoso o de cera que evite la adherencia del cabeceo, habrá que eliminar estos depósitos o recubrimientos. Si se desea, las placas de cabeceo pueden ser cubiertas con una capa delgada de aceite mineral o grasa para evitar la adherencia del material a la placa de cabeceo.

Se prepara el azufre para su empleo, calentándolo a 140 ± 10 °C. Recargue el recipiente con material fresco y el suficiente número de intervalos para asegurar que el material “más viejo” no haya sido empleado más de 5 veces y evitar que el material pueda disminuir la resistencia y fluidez ocasionada por la contaminación del mortero con aceite o con desperdicio de distintas clases, y pérdida de azufre a través de la volatilización.

La placa de cabeceo o dispositivo para el cabeceo debe ser calentada ligeramente antes de ser empleada para frenar la velocidad de enfriamiento del material y permitir la

producción de capas delgadas. Lubríquese ligeramente la placa y agítese el mortero de azufre inmediatamente antes de colocar cada capa.

Las cabezas de los especímenes deben estar lo suficientemente secas al momento del cabeceo para evitar la formación de burbujas de vapor o bolsas de espuma de más de 6mm. de diámetro en las capas. En caso de emplear dispositivo vertical, coloque el azufre dentro de la placa de cabeceo, levantando el cilindro arriba de la placa y haciendo contacto lateral con las guías, deslizando el cilindro hacia abajo hasta que entre en contacto con la placa de acero mientras se mantiene un contacto constante con las guías de alineamiento. El cilindro deberá permanecer en contacto con las guías mientras descansa y se endurece el mortero de azufre depositado sobre la placa de acero. Coloque suficiente azufre para cubrir la cabeza del cilindro mientras el mortero de azufre se solidifica.

V.I.6. RESISTENCIA A LA COMPRESION

Este método de prueba consiste en aplicar una carga axial a cilindros moldeados, y calcular la resistencia a la compresión mediante la división de la carga máxima obtenida entre el área real de la sección transversal del espécimen.

Los resultados de este método de prueba pueden ser utilizados como base para el control de calidad del concreto, determinación de variaciones con especificaciones, control de evaluación de la efectividad de las mezclas y usos similares.⁹

V.I.6.1. Equipo

- Metro para medir diámetro
- Maquina universal Forney

V.I.6.2. Procedimiento

Una vez obtenido el diámetro del espécimen se coloca en la maquina universal centrando el eje vertical del espécimen en el centro de la placa de apoyo, se ajusta la platina superior a la cara del espécimen de manera que no se aplique carga de impacto. Se nivela y se pone en ceros la maquina para poder aplicar una carga constante. Se continúa la carga del espécimen hasta la falla del mismo registrándola en la bitácora del laboratorio.

$$\text{Resistencia (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Carga (Kg)}}{\text{Área de Contacto (cm}^2\text{)}}$$

Conociendo y registrando su edad se determina su porcentaje de resistencia respecto a la resistencia de proyecto de la forma siguiente:

$$\% \text{ Resistencia} = \frac{\text{Resistencia real a cierta edad}}{\text{Resistencia de proyecto}}$$

Todo informe debe incluir los siguientes conceptos:

1. Número de identificación del cilindro
2. Diámetro del cilindro

3. Área de la sección transversal
4. Carga máxima
5. Resistencia a la compresión
6. Edad en días
7. Tipo de mezclado
8. Tipo de cemento
9. Ubicación del elemento
10. Revenimiento¹⁰

V.I.7. DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

DATOS DE BITÁCORA Resistencia a la Compresión de Concreto Hidráulico

Obra: Edificio de la Facultad de Historia de la UMSNH

Periodo de Elaboración de Concreto: 03/11/04 al 03/06/05

Periodo de Elaboración de Pruebas: 10/11/01 al 01/07/05

Resistencia de Proyecto del Concreto = 250 kg/cm²

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)	Tipo de Cemento
1	9818	12	1	03/11/04	10/11/04	31375	177	177.5	71	7	71	CPC-40
2	9819	12	2	03/11/04	17/11/04	32750	177	185.3	74	14	87	CPC-40
3	9820	12	3	03/11/04	01/12/04	34500	177	195.2	78	28	100	CPC-40
4	9821	13	4	03/11/04	10/11/04	28000	177	158.4	63	7	71	CPC-40
5	9822	13	5	03/11/04	17/11/04	31000	177	175.4	70	14	87	CPC-40
6	9823	13	6	03/11/04	01/12/04	33750	177	191.0	76	28	100	CPC-40
7	9824	12	7	03/11/04	10/11/04	33500	177	189.6	76	7	71	CPC-40
8	9825	12	8	03/11/04	17/11/04	33500	177	189.6	76	14	87	CPC-40
9	9826	12	9	03/11/04	01/12/04	36825	177	208.4	83	28	100	CPC-40
10	9851	16	10	13/11/04	22/11/04	37000	177	209.4	84	9	77	CPC-40
11	9852	16	11	13/11/04	29/11/04	37875	177	214.3	86	16	89	CPC-40
12	9853	16	12	13/11/04	13/12/04	40500	177	229.2	92	30	100	CPC-40
13	9854	13	13	13/11/04	22/11/04	39000	177	220.7	88	9	77	CPC-40
14	9855	13	14	13/11/04	29/11/04	42000	177	237.7	95	16	89	CPC-40
15	9856	13	15	13/11/04	13/12/04	46500	177	263.1	105	30	100	CPC-40
16	9857	13	16	13/11/04	22/11/04	36000	177	203.7	81	9	77	CPC-40
17	9858	13	17	13/11/04	29/11/04	35500	177	200.9	80	16	89	CPC-40
18	9859	13	18	13/11/04	13/12/04	39000	177	220.7	88	30	100	CPC-40
19	9932	10	19	09/12/04	16/12/04	27125	177	153.5	61	7	71	CPC-40
20	9933	10	20	09/12/04	23/12/04	30000	177	169.8	68	14	87	CPC-40
21	9934	10	21	09/12/04	06/01/05	35500	177	200.9	80	28	100	CPC-40
22	9935	10.5	22	09/12/04	16/12/04	31500	177	178.3	71	7	71	CPC-40
23	9936	10.5	23	09/12/04	23/12/04	29500	177	166.9	67	14	87	CPC-40
24	9937	10.5	24	09/12/04	06/01/05	36000	177	203.7	81	28	100	CPC-40
25	9938	10.5	25	09/12/04	16/12/04	27500	177	155.6	62	7	71	CPC-40
26	9939	10.5	26	09/12/04	23/12/04	28125	177	159.2	64	14	87	CPC-40
27	9940	10.5	27	09/12/04	06/01/05	32500	177	183.9	74	28	100	CPC-40
28	9951	12	28	15/12/04	22/12/04	35750	177	202.3	81	7	71	CPC-40
29	9952	12	29	15/12/04	29/12/04	39125	177	221.4	89	14	87	CPC-40
30	9953	12	30	15/12/04	12/01/05	42000	177	237.7	95	28	100	CPC-40

31	9954	10	31	15/12/04	22/12/04	36500	177	206.5	83	7	71	CPC-40
32	9955	10	32	15/12/04	29/12/04	43500	177	246.2	98	14	87	CPC-40
33	9956	10	33	15/12/04	12/01/05	44000	177	249.0	100	28	100	CPC-40
34	9957	10.5	34	15/12/04	22/12/04	36250	177	205.1	82	7	71	CPC-40
35	9958	10.5	35	15/12/04	29/12/04	44125	177	249.7	100	14	87	CPC-40
36	9959	10.5	36	15/12/04	12/01/05	42625	177	241.2	96	28	100	CPC-40
37	9992	17	37	14/01/05	21/01/05	37500	177	212.2	85	7	71	CPC-40
38	9993	17	38	14/01/05	28/01/05	41375	177	234.1	94	14	87	CPC-40
39	9994	17	39	14/01/05	11/02/05	48500	177	274.5	110	28	100	CPC-40
40	9995	11	40	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71	CPC-40
41	9996	11	41	14/01/05	28/01/05	45000	177	254.6	102	14	87	CPC-40
42	9997	11	42	14/01/05	11/02/05	47500	177	268.8	108	28	100	CPC-40
43	9998	17	43	14/01/05	21/01/05	40725	177	230.5	92	7	71	CPC-40
44	9999	17	44	14/01/05	28/01/05	45500	177	257.5	103	14	87	CPC-40
45	10000	17	45	14/01/05	11/02/05	56375	177	319.0	128	28	100	CPC-40
46	10001	15.5	46	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71	CPC-40
47	10002	15.5	47	14/01/05	28/01/05	50000	177	282.9	113	14	87	CPC-40
48	10003	15.5	48	14/01/05	11/02/05	56250	177	318.3	127	28	100	CPC-40
49	10004	15.5	49	14/01/05	21/01/05	38250	177	216.5	87	7	71	CPC-40
50	10005	15.5	50	14/01/05	28/01/05	47500	177	268.8	108	14	87	CPC-40
51	10006	15.5	51	14/01/05	11/02/05	53625	177	303.5	121	28	100	CPC-40
52	10007	11	52	14/01/05	21/01/05	37625	177	212.9	85	7	71	CPC-40
53	10008	11	53	14/01/05	28/01/05	48000	177	271.6	109	14	87	CPC-40
54	10009	11	54	14/01/05	11/02/05	50250	177	284.4	114	28	100	CPC-40
55	10017	14	55	17/01/05	24/01/05	27500	177	155.6	62	7	71	CPP-30R
56	10018	14	56	17/01/05	31/01/05	39825	177	225.4	90	14	87	CPP-30R
57	10019	14	57	17/01/05	14/02/05	46000	177	260.3	104	28	100	CPP-30R
58	10032	15	58	24/01/05	31/01/05	38500	177	217.9	87	7	71	CPP-30R
59	10033	15	59	24/01/05	09/02/05	47625	177	269.5	108	16	89	CPP-30R
60	10034	15	60	24/01/05	21/02/05	53250	179	297.4	119	28	100	CPP-30R
61	10096	15.5	61	07/02/05	14/02/05	35250	177	199.5	80	7	71	CPP-30R
62	10097	15.5	62	07/02/05	21/02/05	40125	177	227.1	91	14	87	CPP-30R
63	10098	15.5	63	07/02/05	07/03/05	39000	177	220.7	88	28	100	CPP-30R
64	10099	15	64	07/02/05	14/02/05	35000	177	198.1	79	7	71	CPP-30R
65	10100	15	65	07/02/05	21/02/05	42500	179	237.3	95	14	87	CPP-30R
66	10101	15	66	07/02/05	07/03/05	39500	177	223.5	89	28	100	CPP-30R
67	10102	12.5	67	15/02/05	22/02/05	43625	177	246.9	99	7	71	CPC-40
68	10103	12.5	68	15/02/05	01/03/05	70000	177	396.1	158	14	87	CPC-40
69	10104	12.5	69	15/02/05	15/03/05	74500	179	416.0	166	28	100	CPC-40
70	10105	12.5	70	15/02/05	22/02/05	41250	177	233.4	93	7	71	CPC-40
71	10106	12.5	71	15/02/05	01/03/05	46500	177	263.1	105	14	87	CPC-40
72	10107	12.5	72	15/02/05	15/03/05	54750	177	309.8	124	28	100	CPC-40
73	10108	10.5	73	15/02/05	22/02/05	43250	177	244.7	98	7	71	CPC-40
74	10109	10.5	74	15/02/05	01/03/05	34375	177	194.5	78	14	87	CPC-40
75	10110	10.5	75	15/02/05	15/03/05	55375	179	309.2	124	28	100	CPC-40
76	10111	14.5	76	15/02/05	22/02/05	37875	177	214.3	86	7	71	CPC-40
77	10112	14.5	77	15/02/05	01/03/05	43000	177	243.3	97	14	87	CPC-40
78	10113	14.5	78	15/02/05	15/03/05	50250	177	284.4	114	28	100	CPC-40
79	10114	13	79	15/02/05	22/02/05	39750	177	224.9	90	7	71	CPC-40
80	10115	13	80	15/02/05	01/03/05	41750	177	236.3	95	14	87	CPC-40
81	10116	13	81	15/02/05	15/03/05	50875	179	284.1	114	28	100	CPC-40
82	10188	12.5	82	15/03/05	22/03/05	48875	177	276.6	111	7	71	CPC-40

83	10189	12.5	83	15/03/05	29/03/05	57000	177	322.6	129	14	87	CPC-40
84	10190	12.5	84	15/03/05	12/04/05	63875	177	361.5	145	28	100	CPC-40
85	10191	14	85	15/03/05	22/03/05	35500	177	200.9	80	7	71	CPC-40
86	10192	14	86	15/03/05	29/03/05	44500	177	251.8	101	14	87	CPC-40
87	10193	14	87	15/03/05	12/04/05	53875	177	304.9	122	28	100	CPC-40
88	10194	16.5	88	15/03/05	22/03/05	35000	177	198.1	79	7	71	CPC-40
89	10195	16.5	89	15/03/05	29/03/05	40250	177	227.8	91	14	87	CPC-40
90	10196	16.5	90	15/03/05	12/04/05	50750	177	287.2	115	28	100	CPC-40
91	10197	15	91	15/03/05	22/03/05	36500	177	206.5	83	7	71	CPC-40
92	10198	15	92	15/03/05	29/03/05	46500	177	263.1	105	14	87	CPC-40
93	10199	15	93	15/03/05	12/04/05	53125	177	300.6	120	28	100	CPC-40
94	10200	15	94	15/03/05	22/03/05	45750	177	258.9	104	7	71	CPC-40
95	10201	15	95	15/03/05	29/03/05	48250	177	273.0	109	14	87	CPC-40
96	10202	15	96	15/03/05	12/04/05	56875	177	321.8	129	28	100	CPC-40
97	10203	14	97	15/03/05	22/03/05	32500	177	183.9	74	7	71	CPC-40
98	10204	14	98	15/03/05	29/03/05	48500	177	274.5	110	14	87	CPC-40
99	10205	14	99	15/03/05	12/04/05	57500	177	325.4	130	28	100	CPC-40
100	10272	14.5	100	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71	CPC-40
101	10273	14.5	101	13/04/05	27/04/05	40000	177	226.4	91	14	87	CPC-40
102	10274	14.5	102	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100	CPC-40
103	10275	16.5	103	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71	CPC-40
104	10276	16.5	104	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87	CPC-40
105	10277	16.5	105	13/04/05	11/05/05	36875	177	208.7	83	28	100	CPC-40
106	10278	15	106	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71	CPC-40
107	10279	15	107	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87	CPC-40
108	10280	15	108	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100	CPC-40
109	10281	13	109	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71	CPC-40
110	10282	13	110	13/04/05	27/04/05	37500	177	212.2	85	14	87	CPC-40
111	10283	13	111	13/04/05	11/05/05	40625	177	229.9	92	28	100	CPC-40
112	10284	14	112	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71	CPC-40
113	10285	14	113	13/04/05	27/04/05	34875	177	197.4	79	14	87	CPC-40
114	10286	14	114	13/04/05	11/05/05	41000	177	232.0	93	28	100	CPC-40
115	10287	13	115	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71	CPC-40
116	10288	13	116	13/04/05	27/04/05	37000	177	209.4	84	14	87	CPC-40
117	10289	13	117	13/04/05	11/05/05	39375	177	222.8	89	28	100	CPC-40
118	10298*	10	118	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	43	7	71	CPC-40
119	10299*	10	119	18/04/05	02/05/05	14000	177	79.2	53	14	87	CPC-40
120	10300*	10	120	18/04/05	17/05/05	17500	177	99.0	66	29	100	CPC-40
121	10301*	10	121	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	43	7	71	CPC-40
122	10302*	10	122	18/04/05	02/05/05	14500	177	82.1	55	14	87	CPC-40
123	10303*	10	123	18/04/05	17/05/05	18000	177	101.9	68	29	100	CPC-40
124	10304	16	124	01/04/05	22/04/05	46500	177	263.1	105	21	96	CPP-30R
125	10305	16	125	01/04/05	22/04/05	46500	177	263.1	105	21	96	CPP-30R
126	10306	16	126	01/04/05	29/04/05	45500	177	257.5	103	28	100	CPP-30R
127	10433	16	127	03/06/05	17/06/05	35000	177	198.1	79	14	87	CPC-40
128	10434	16	128	03/06/05	24/06/05	31000	177	175.4	70	21	96	CPC-40
129	10435	16	129	03/06/05	01/07/05	32875	177	186.0	74	28	100	CPC-40

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

V.I.8. CRITERIOS DE EVALUACION DE RESULTADOS DEL CONCRETO HIDRAULICO

La Estadística es la ciencia cuyo objetivo es reunir una información cuantitativa concerniente a individuos, grupos, series de hechos, etc. y deducir de ello gracias al análisis de estos datos unos significados precisos o unas previsiones para el futuro.

La estadística, en general, es la ciencia que trata de la recopilación, organización presentación, análisis e interpretación de datos numéricos con e fin de realizar una toma de decisión más efectiva.

Los métodos estadísticos tradicionalmente se utilizan para propósitos descriptivos, para organizar y resumir datos numéricos. La estadística descriptiva, por ejemplo trata de la tabulación de datos, su presentación en forma gráfica o ilustrativa y el cálculo de medidas descriptivas

La Estadística para su mejor estudio se ha dividido en dos grandes ramas: la Estadística Descriptiva y la Inferencial.

Estadística Descriptiva: Consiste sobre todo en la presentación de datos en forma de tablas y gráficas. Esta comprende cualquier actividad relacionada con los datos y está diseñada para resumir o describir los mismos sin factores pertinentes adicionales; esto es, sin intentar inferir nada que vaya más allá de los datos, como tales.

Estadística Inferencial: Se deriva de muestras, de observaciones hechas sólo acerca de una parte de un conjunto numeroso de elementos y esto implica que su análisis requiere de generalizaciones que van más allá de los datos. Como consecuencia, la característica más importante del reciente crecimiento de la estadística ha sido un cambio en el énfasis de los métodos que describen a métodos que sirven para hacer generalizaciones. La Estadística Inferencial investiga o analiza una población partiendo de una muestra tomada.

Para nuestro caso únicamente se utilizará Estadística Descriptiva.

Método Estadístico

El conjunto de los métodos que se utilizan para medir las características de la información, para resumir los valores individuales, y para analizar los datos a fin de extraerles el máximo de información, es lo que se llama métodos estadísticos. Los métodos de análisis para la información cuantitativa se pueden dividir en los siguientes seis pasos:

1. Definición del problema
2. Recopilación de la información existente
3. Obtención de información original
4. Clasificación
5. Presentación
6. Análisis¹¹

Todos los datos que se obtienen de ensayos están sujetos a variaciones. Para gran número de datos, existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto que se está ensayando y el cuidado con que se han hecho los ensayos.

La medida más común de la tendencia central de un conjunto de datos es el **promedio**, y las más comunes del grado de uniformidad son la **desviación estándar** y el **coeficiente de variación**.

Los datos que se presentan en ésta tesis son los resultados de los ensayos a la compresión de un grupo de 129 cilindros de concreto. Los cilindros se ensayaron con propósitos de control y representan la variación real de la resistencia del concreto utilizado en el Edificio de Historia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El concreto del que se extrajeron las muestras fue fabricado para dar una determinada resistencia nominal.

Para poder representar gráficamente los datos obtenidos en el laboratorio se usa un histograma. Este se construye llevando a escala en el eje de las ordenadas el número de datos comprendidos en intervalos iguales, los que se indican en el eje de las abscisas.¹²

Los intervalos de clase son un conjunto de grupos o intervalos contiguos, que no se traslapan, tales que cada valor del conjunto de observaciones pueda colocarse en uno, y sólo en uno de los intervalos.

Una relación que permite estimar cuántos intervalos s deben tomar es la Regla de Sturges:

$$K = 1 + 3.322 \log_{10} n$$

Donde:

K = Número de intervalos

n = Número de valores del conjunto

Cuando no se tiene idea de qué tamaño debe ser la amplitud (W) de intervalo, puede determinarse por la relación:

$$W = R/K$$

Donde:

K = Número de intervalos

R = Rango de la muestra¹³

Para un gran numero de datos, existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto que se está ensayando y el cuidado con el que se han hecho los ensayos.

Muestra. Conjunto de datos (n)

Promedio ($\bar{X}$). Suma de valores de toda la muestra sobre el número de elementos que la componen.¹⁴

Moda. Se define como el valor que ocurre más frecuentemente en la muestra.

Mediana. Es el elemento central, divide el conjunto en dos partes, delante y detrás de ella hay aproximadamente 50% de los datos.

Rango. Es simplemente la diferencia entre el mayor valor y el menor valor de la variable de la muestra.¹³

Varianza. Si el conjunto de valores está por n observaciones X_i , cuyo promedio es $\bar{X}$, podemos mostrar la desviación respecto al promedio de cada observación a la cual se le conoce como el residuo. La desviación cuadrada recibe el nombre de varianza (σ^2)

$$\text{Si } n \geq 31 \text{ elementos: } \sigma^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n$$

$$\text{Si } n \leq \text{elementos: } \sigma^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n-1)$$

Desviación estándar. Es la raíz cuadrada de la varianza, siempre es positiva y sus unidades son las mismas que las de la varianza.¹⁴

$$\text{Si } n \geq 31 \text{ elementos: } \sigma = \left\{ \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n \right\}^{1/2}$$

$$\text{Si } n \leq \text{elementos: } \sigma = \left\{ \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n-1) \right\}^{1/2}$$

Coefficiente de variación. Es la desviación estándar expresada como porcentaje de la media aritmética.

$$C.V. = (S/X) \times 100^{13}$$

Existen diferentes valores de la desviación estándar, dependiendo del control de calidad.

Clase de operación	Excelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Pobre
Pruebas de control de campo	< 25 kg/cm ² 12.5 %	25 – 35 17.5 %	35 – 40 20.0 %	40 – 45 22.5 %	> 50 kg/cm ² 25 %
Mezcla de prueba en el Laboratorio	< 15 kg/cm ²	15 - 17	17 - 20	20 - 25	> 25 kg/cm ²

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal considera que los valores habituales del Coeficiente de Variación de concretos estructurales son:¹⁵

Proceso de manufactura	Coeficiente de Variación C.V.
Concreto premezclado mecánicamente, proporcionado por peso y controlando el contenido de agua de los agregados pétreos	0.15
Concreto mezclado mecánicamente proporcionado por volumen	0.25
Concreto mezclado manualmente proporcionado por volumen	0.30

V.I.9. RESULTADOS ESTADISTICOS

V.I.9.1. ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 7 DIAS

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40.

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	9818	12	1	03/11/04	10/11/04	31375	177	177.5	71	7	71
2	9821	13	4	03/11/04	10/11/04	28000	177	158.4	63	7	71
3	9824	12	7	03/11/04	10/11/04	33500	177	189.6	76	7	71
4	9851	16	10	13/11/04	22/11/04	37000	177	209.4	84	9	77
5	9854	13	13	13/11/04	22/11/04	39000	177	220.7	88	9	77
6	9857	13	16	13/11/04	22/11/04	36000	177	203.7	81	9	77
7	9932	10	19	09/12/04	16/12/04	27125	177	153.5	61	7	71
8	9935	10.5	22	09/12/04	16/12/04	31500	177	178.3	71	7	71
9	9938	10.5	25	09/12/04	16/12/04	27500	177	155.6	62	7	71
10	9951	12	28	15/12/04	22/12/04	35750	177	202.3	81	7	71
11	9954	10	31	15/12/04	22/12/04	36500	177	206.5	83	7	71
12	9957	10.5	34	15/12/04	22/12/04	36250	177	205.1	82	7	71
13	9992	17	37	14/01/05	21/01/05	37500	177	212.2	85	7	71
14	9995	11	40	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71
15	9998	17	43	14/01/05	21/01/05	40725	177	230.5	92	7	71
16	10001	15.5	46	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71
17	10004	15.5	49	14/01/05	21/01/05	38250	177	216.5	87	7	71
18	10007	11	52	14/01/05	21/01/05	37625	177	212.9	85	7	71
19	10017**	14	55	17/01/05	24/01/05	27500	177	155.6	62	7	71
20	10032**	15	58	24/01/05	31/01/05	38500	177	217.9	87	7	71
21	10096**	15.5	61	07/02/05	14/02/05	35250	177	199.5	80	7	71
22	10099**	15	64	07/02/05	14/02/05	35000	177	198.1	79	7	71
23	10102	12.5	67	15/02/05	22/02/05	43625	177	246.9	99	7	71
24	10105	12.5	70	15/02/05	22/02/05	41250	177	233.4	93	7	71
25	10108	10.5	73	15/02/05	22/02/05	43250	177	244.7	98	7	71
26	10111	14.5	76	15/02/05	22/02/05	37875	177	214.3	86	7	71
27	10114	13	79	15/02/05	22/02/05	39750	177	224.9	90	7	71
28	10188	12.5	82	15/03/05	22/03/05	48875	177	276.6	111	7	71
29	10191	14	85	15/03/05	22/03/05	35500	177	200.9	80	7	71
30	10194	16.5	88	15/03/05	22/03/05	35000	177	198.1	79	7	71
31	10197	15	91	15/03/05	22/03/05	36500	177	206.5	83	7	71
32	10200	15	94	15/03/05	22/03/05	45750	177	258.9	104	7	71
33	10203	14	97	15/03/05	22/03/05	32500	177	183.9	74	7	71
34	10272	14.5	100	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
35	10275	16.5	103	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71
36	10278	15	106	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71
37	10281	13	109	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
38	10284	14	112	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
39	10287	13	115	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
40	10298*	10	118	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	26	7	71
41	10301*	10	121	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	26	7	71

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 7 DIAS POR ORDEN CRONOLOGICO

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	9818	12	1	03/11/04	10/11/04	31375	177	177.5	71	7	71
2	9821	13	4	03/11/04	10/11/04	28000	177	158.4	63	7	71
3	9824	12	7	03/11/04	10/11/04	33500	177	189.6	76	7	71
4	9851	16	10	13/11/04	22/11/04	37000	177	209.4	84	9	77
5	9854	13	13	13/11/04	22/11/04	39000	177	220.7	88	9	77
6	9857	13	16	13/11/04	22/11/04	36000	177	203.7	81	9	77
7	9932	10	19	09/12/04	16/12/04	27125	177	153.5	61	7	71
8	9935	10.5	22	09/12/04	16/12/04	31500	177	178.3	71	7	71
9	9938	10.5	25	09/12/04	16/12/04	27500	177	155.6	62	7	71
10	9951	12	28	15/12/04	22/12/04	35750	177	202.3	81	7	71
11	9954	10	31	15/12/04	22/12/04	36500	177	206.5	83	7	71
12	9957	10.5	34	15/12/04	22/12/04	36250	177	205.1	82	7	71
13	9992	17	37	14/01/05	21/01/05	37500	177	212.2	85	7	71
14	9995	11	40	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71
15	9998	17	43	14/01/05	21/01/05	40725	177	230.5	92	7	71
16	10001	15.5	46	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71
17	10004	15.5	49	14/01/05	21/01/05	38250	177	216.5	87	7	71
18	10007	11	52	14/01/05	21/01/05	37625	177	212.9	85	7	71
19	10017**	14	55	17/01/05	24/01/05	27500	177	155.6	62	7	71
20	10032**	15	58	24/01/05	31/01/05	38500	177	217.9	87	7	71
21	10096**	15.5	61	07/02/05	14/02/05	35250	177	199.5	80	7	71
22	10099**	15	64	07/02/05	14/02/05	35000	177	198.1	79	7	71
23	10102	12.5	67	15/02/05	22/02/05	43625	177	246.9	99	7	71
24	10105	12.5	70	15/02/05	22/02/05	41250	177	233.4	93	7	71
25	10108	10.5	73	15/02/05	22/02/05	43250	177	244.7	98	7	71
26	10111	14.5	76	15/02/05	22/02/05	37875	177	214.3	86	7	71
27	10114	13	79	15/02/05	22/02/05	39750	177	224.9	90	7	71
28	10188	12.5	82	15/03/05	22/03/05	48875	177	276.6	111	7	71
29	10191	14	85	15/03/05	22/03/05	35500	177	200.9	80	7	71
30	10194	16.5	88	15/03/05	22/03/05	35000	177	198.1	79	7	71
31	10197	15	91	15/03/05	22/03/05	36500	177	206.5	83	7	71
32	10200	15	94	15/03/05	22/03/05	45750	177	258.9	104	7	71
33	10203	14	97	15/03/05	22/03/05	32500	177	183.9	74	7	71
34	10272	14.5	100	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
35	10275	16.5	103	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71
36	10278	15	106	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71
37	10281	13	109	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
38	10284	14	112	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
39	10287	13	115	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
40	10298*	10	118	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	26	7	71
41	10301*	10	121	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	26	7	71

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 7 DIAS DE MAYOR A MENOR RESISTENCIA

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	10188	12.5	82	15/03/05	22/03/05	48875	177	276.6	111	7	71
2	10200	15	94	15/03/05	22/03/05	45750	177	258.9	104	7	71
3	10102	12.5	67	15/02/05	22/02/05	43625	177	246.9	99	7	71
4	10108	10.5	73	15/02/05	22/02/05	43250	177	244.7	98	7	71
5	10105	12.5	70	15/02/05	22/02/05	41250	177	233.4	93	7	71
6	9998	17	43	14/01/05	21/01/05	40725	177	230.5	92	7	71
7	10114	13	79	15/02/05	22/02/05	39750	177	224.9	90	7	71
8	9854	13	13	13/11/04	22/11/04	39000	177	220.7	88	9	77
9	10004	15.5	49	14/01/05	21/01/05	38250	177	216.5	87	7	71
10	10032**	15	58	24/01/05	31/01/05	38500	177	217.9	87	7	71
11	10111	14.5	76	15/02/05	22/02/05	37875	177	214.3	86	7	71
12	9992	17	37	14/01/05	21/01/05	37500	177	212.2	85	7	71
13	10007	11	52	14/01/05	21/01/05	37625	177	212.9	85	7	71
14	9851	16	10	13/11/04	22/11/04	37000	177	209.4	84	9	77
15	9995	11	40	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71
16	10001	15.5	46	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4	84	7	71
17	9954	10	31	15/12/04	22/12/04	36500	177	206.5	83	7	71
18	10197	15	91	15/03/05	22/03/05	36500	177	206.5	83	7	71
19	9957	10.5	34	15/12/04	22/12/04	36250	177	205.1	82	7	71
20	9857	13	16	13/11/04	22/11/04	36000	177	203.7	81	9	77
21	9951	12	28	15/12/04	22/12/04	35750	177	202.3	81	7	71
22	10096**	15.5	61	07/02/05	14/02/05	35250	177	199.5	80	7	71
23	10191	14	85	15/03/05	22/03/05	35500	177	200.9	80	7	71
24	10194	16.5	88	15/03/05	22/03/05	35000	177	198.1	79	7	71
25	10099**	15	64	07/02/05	14/02/05	35000	177	198.1	79	7	71
26	9824	12	7	03/11/04	10/11/04	33500	177	189.6	76	7	71
27	10203	14	97	15/03/05	22/03/05	32500	177	183.9	74	7	71
28	9818	12	1	03/11/04	10/11/04	31375	177	177.5	71	7	71
29	9935	10.5	22	09/12/04	16/12/04	31500	177	178.3	71	7	71
30	10272	14.5	100	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
31	10281	13	109	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
32	10284	14	112	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
33	10287	13	115	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3	71	7	71
34	10275	16.5	103	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71
35	10278	15	106	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	69	7	71
36	9821	13	4	03/11/04	10/11/04	28000	177	158.4	63	7	71
37	9938	10.5	25	09/12/04	16/12/04	27500	177	155.6	62	7	71
38	10017**	14	55	17/01/05	24/01/05	27500	177	155.6	62	7	71
39	9932	10	19	09/12/04	16/12/04	27125	177	153.5	61	7	71
40	10298*	10	118	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	26	7	71
41	10301*	10	121	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1	26	7	71

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

LISTA JERARQUIZADA A 7 DIAS

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

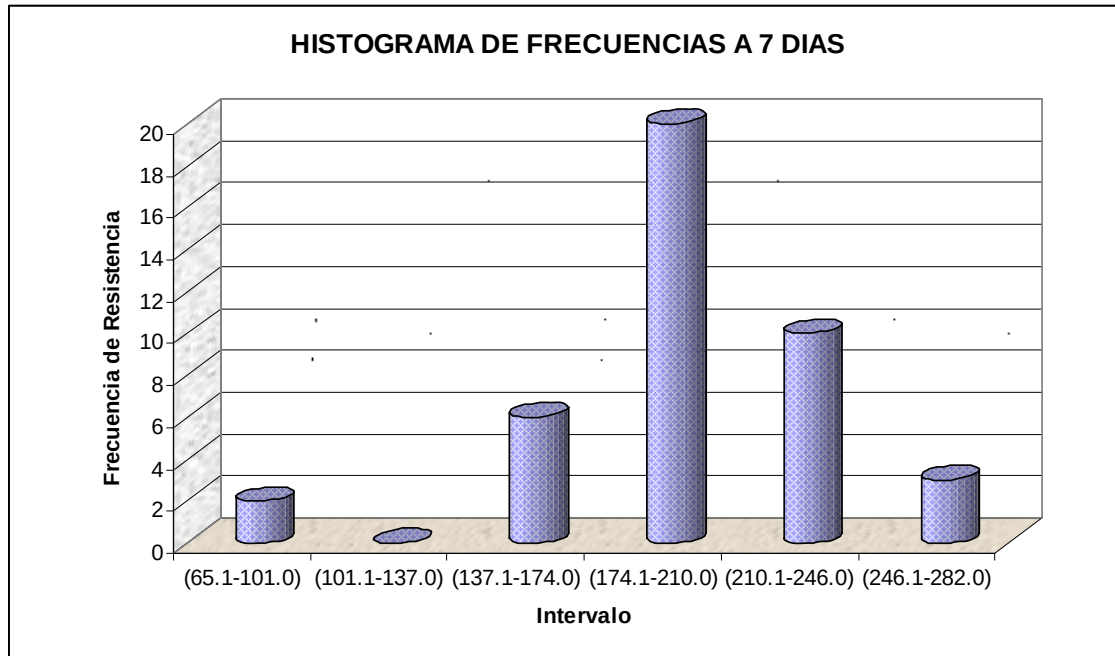
No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Intervalo (kg/cm ²)	Frecuencia Especímenes Intervalo	Resist. %
1	10188	12.5	82	15/03/05	22/03/05	48875	177	276.6	(246.1-282.0)	3.0	111
2	10200	15	94	15/03/05	22/03/05	45750	177	258.9			104
3	10102	12.5	67	15/02/05	22/02/05	43625	177	246.9			99
4	10108	10.5	73	15/02/05	22/02/05	43250	177	244.7	(210.1-246.0)	10.0	98
5	10105	12.5	70	15/02/05	22/02/05	41250	177	233.4			93
6	9998	17	43	14/01/05	21/01/05	40725	177	230.5			92
7	10114	13	79	15/02/05	22/02/05	39750	177	224.9			90
8	9854	13	13	13/11/04	22/11/04	39000	177	220.7			88
9	10004	15.5	49	14/01/05	21/01/05	38250	177	216.5			87
10	10032**	15	58	24/01/05	31/01/05	38500	177	217.9			87
11	10111	14.5	76	15/02/05	22/02/05	37875	177	214.3			86
12	9992	17	37	14/01/05	21/01/05	37500	177	212.2			85
13	10007	11	52	14/01/05	21/01/05	37625	177	212.9			85
14	9851	16	10	13/11/04	22/11/04	37000	177	209.4	(174.1-210.0)	20.0	84
15	9995	11	40	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4			84
16	10001	15.5	46	14/01/05	21/01/05	37000	177	209.4			84
17	9954	10	31	15/12/04	22/12/04	36500	177	206.5			83
18	10197	15	91	15/03/05	22/03/05	36500	177	206.5			83
19	9957	10.5	34	15/12/04	22/12/04	36250	177	205.1			82
20	9857	13	16	13/11/04	22/11/04	36000	177	203.7			81
21	9951	12	28	15/12/04	22/12/04	35750	177	202.3			81
22	10096**	15.5	61	07/02/05	14/02/05	35250	177	199.5			80
23	10191	14	85	15/03/05	22/03/05	35500	177	200.9			80
24	10194	16.5	88	15/03/05	22/03/05	35000	177	198.1			79
25	10099**	15	64	07/02/05	14/02/05	35000	177	198.1			79
26	9824	12	7	03/11/04	10/11/04	33500	177	189.6			76
27	10203	14	97	15/03/05	22/03/05	32500	177	183.9			74
28	9818	12	1	03/11/04	10/11/04	31375	177	177.5			71
29	9935	10.5	22	09/12/04	16/12/04	31500	177	178.3			71
30	10272	14.5	100	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3			71
31	10281	13	109	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3			71
32	10284	14	112	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3			71
33	10287	13	115	13/04/05	20/04/05	31500	177	178.3			71
34	10275	16.5	103	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6	(137.1-174.0)	6.0	69
35	10278	15	106	13/04/05	20/04/05	30500	177	172.6			69
36	9821	13	4	03/11/04	10/11/04	28000	177	158.4			63
37	9938	10.5	25	09/12/04	16/12/04	27500	177	155.6			62
38	10017**	14	55	17/01/05	24/01/05	27500	177	155.6			62
39	9932	10	19	09/12/04	16/12/04	27125	177	153.5	(65.1-101.0)	2.0	61
40	10298*	10	118	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1			26
41	10301*	10	121	18/04/05	25/04/05	11500	177	65.1			26

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ANALISIS ESTADISTICO DEL CONCRETO A LOS 7 DIAS DE EDAD

1. Muestra (n) = 41
2. Rango = 211.50 kg/cm²
3. Numero de Periodos = 6
4. Amplitud de periodos = 35.28 kg/cm² Se ajusta a: 36 kg/cm²
5. Intervalo = 65.1 kg/cm² - 282.0 kg/cm²
6. Moda = 178.25 kg/cm²
7. Promedio = 195.12 kg/cm²
8. Mediana = 202.30 kg/cm²
9. Varianza = 1653.52 kg/cm²
10. Desviación estándar = 40.66 kg/cm²
11. Coeficiente de variación (C.V.) = 20.84 %



V.9.2. ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 14 DIAS

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensayo	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	9819	12	2	03/11/04	17/11/04	32750	177	185.3	74	14	87
2	9822	13	5	03/11/04	17/11/04	31000	177	175.4	70	14	87
3	9825	12	8	03/11/04	17/11/04	33500	177	189.6	76	14	87
4	9852	16	11	13/11/04	29/11/04	37875	177	214.3	86	16	89
5	9855	13	14	13/11/04	29/11/04	42000	177	237.7	95	16	89
6	9858	13	17	13/11/04	29/11/04	35500	177	200.9	80	16	89
7	9933	10	20	09/12/04	23/12/04	30000	177	169.8	68	14	87
8	9936	10.5	23	09/12/04	23/12/04	29500	177	166.9	67	14	87
9	9939	10.5	26	09/12/04	23/12/04	28125	177	159.2	64	14	87
10	9952	12	29	15/12/04	29/12/04	39125	177	221.4	89	14	87
11	9955	10	32	15/12/04	29/12/04	43500	177	246.2	98	14	87
12	9958	10.5	35	15/12/04	29/12/04	44125	177	249.7	100	14	87
13	9993	17	38	14/01/05	28/01/05	41375	177	234.1	94	14	87
14	9996	11	41	15/01/05	28/01/05	45000	177	254.6	102	14	87
15	9999	17	44	14/01/05	28/01/05	45500	177	257.5	103	14	87
16	10002	15.5	47	14/01/05	28/01/05	50000	177	282.9	113	14	87
17	10005	15.5	50	14/01/05	28/01/05	47500	177	268.8	108	14	87
18	10008	11	53	14/01/05	28/01/05	48000	177	271.6	109	14	87
19	10018**	14	56	17/01/05	31/01/05	39825	177	225.4	90	14	87
20	10033**	15	59	24/01/05	09/02/05	47625	177	269.5	108	16	89
21	10097**	15.5	62	07/02/05	21/02/05	40125	177	227.1	91	14	87
22	10100**	15	65	07/02/05	21/02/05	42500	179	237.3	95	14	87
23	10103	12.5	68	15/02/05	01/03/05	70000	177	396.1	158	14	87
24	10106	12.5	71	15/02/05	01/03/05	46500	177	263.1	105	14	87
25	10109	10.5	74	15/02/05	01/03/05	34375	177	194.5	78	14	87
26	10112	14.5	77	15/02/05	01/03/05	43000	177	243.3	97	14	87
27	10115	13	80	15/02/05	01/03/05	41750	177	236.3	95	14	87
28	10189	12.5	83	15/03/05	29/03/05	57000	177	322.6	129	14	87
29	10192	14	86	15/03/05	29/03/05	44500	177	251.8	101	14	87
30	10195	16.5	89	15/03/05	29/03/05	40250	177	227.8	91	14	87
31	10198	15	92	15/03/05	29/03/05	46500	177	263.1	105	14	87
32	10201	15	95	15/03/05	29/03/05	48250	177	273.0	109	14	87
33	10204	14	98	15/03/05	29/03/05	48500	177	274.5	110	14	87
34	10273	14.5	101	13/04/05	27/04/05	40000	177	226.4	91	14	87
35	10276	16.5	104	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87
36	10279	15	107	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87
37	10282	13	110	13/04/05	27/04/05	37500	177	212.2	85	14	87
38	10285	14	113	13/04/05	27/04/05	34875	177	197.4	79	14	87
39	10288	13	116	13/04/05	27/04/05	37000	177	209.4	84	14	87
40	10299*	10	119	18/04/05	02/05/05	14000	177	79.2	32	14	87
41	10302*	10	122	18/04/05	02/05/05	14500	177	82.1	33	14	87
42	10433	16	127	03/06/05	17/06/05	35000	177	198.1	79	14	87

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 14 DIAS POR ORDEN CRONOLOGICO

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	9819	12	2	03/11/04	17/11/04	32750	177	185.3	74	14	87
2	9822	13	5	03/11/04	17/11/04	31000	177	175.4	70	14	87
3	9825	12	8	03/11/04	17/11/04	33500	177	189.6	76	14	87
4	9852	16	11	13/11/04	29/11/04	37875	177	214.3	86	16	89
5	9855	13	14	13/11/04	29/11/04	42000	177	237.7	95	16	89
6	9858	13	17	13/11/04	29/11/04	35500	177	200.9	80	16	89
7	9933	10	20	09/12/04	23/12/04	30000	177	169.8	68	14	87
8	9936	10.5	23	09/12/04	23/12/04	29500	177	166.9	67	14	87
9	9939	10.5	26	09/12/04	23/12/04	28125	177	159.2	64	14	87
10	9952	12	29	15/12/04	29/12/04	39125	177	221.4	89	14	87
11	9955	10	32	15/12/04	29/12/04	43500	177	246.2	98	14	87
12	9958	10.5	35	15/12/04	29/12/04	44125	177	249.7	100	14	87
13	9993	17	38	14/01/05	28/01/05	41375	177	234.1	94	14	87
14	9996	11	41	14/01/05	28/01/05	45000	177	254.6	102	14	87
15	9999	17	44	14/01/05	28/01/05	45500	177	257.5	103	14	87
16	10002	15.5	47	14/01/05	28/01/05	50000	177	282.9	113	14	87
17	10005	15.5	50	14/01/05	28/01/05	47500	177	268.8	108	14	87
18	10008	11	53	14/01/05	28/01/05	48000	177	271.6	109	14	87
19	10018**	14	56	17/01/05	31/01/05	39825	177	225.4	90	14	87
20	10033**	15	59	24/01/05	09/02/05	47625	177	269.5	108	16	89
21	10097**	15.5	62	07/02/05	21/02/05	40125	177	227.1	91	14	87
22	10100**	15	65	07/02/05	21/02/05	42500	179	237.3	95	14	87
23	10103	12.5	68	15/02/05	01/03/05	70000	177	396.1	158	14	87
24	10106	12.5	71	15/02/05	01/03/05	46500	177	263.1	105	14	87
25	10109	10.5	74	15/02/05	01/03/05	34375	177	194.5	78	14	87
26	10112	14.5	77	15/02/05	01/03/05	43000	177	243.3	97	14	87
27	10115	13	80	15/02/05	01/03/05	41750	177	236.3	95	14	87
28	10189	12.5	83	15/03/05	29/03/05	57000	177	322.6	129	14	87
29	10192	14	86	15/03/05	29/03/05	44500	177	251.8	101	14	87
30	10195	16.5	89	15/03/05	29/03/05	40250	177	227.8	91	14	87
31	10198	15	92	15/03/05	29/03/05	46500	177	263.1	105	14	87
32	10201	15	95	15/03/05	29/03/05	48250	177	273.0	109	14	87
33	10204	14	98	15/03/05	29/03/05	48500	177	274.5	110	14	87
34	10273	14.5	101	13/04/05	27/04/05	40000	177	226.4	91	14	87
35	10276	16.5	104	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87
36	10279	15	107	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87
37	10282	13	110	13/04/05	27/04/05	37500	177	212.2	85	14	87
38	10285	14	113	13/04/05	27/04/05	34875	177	197.4	79	14	87
39	10288	13	116	13/04/05	27/04/05	37000	177	209.4	84	14	87
40	10299*	10	119	18/04/05	02/05/05	14000	177	79.2	32	14	87
41	10302*	10	122	18/04/05	02/05/05	14500	177	82.1	33	14	87
42	10433	16	127	03/06/05	17/06/05	35000	177	198.1	79	14	87

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 14 DIAS DE MAYOR A MENOR RESISTENCIA

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensayo	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	10103	12.5	68	15/02/05	01/03/05	70000	177	396.1	158	14	87
2	10189	12.5	83	15/03/05	29/03/05	57000	177	322.6	129	14	87
3	10002	15.5	47	14/01/05	28/01/05	50000	177	282.9	113	14	87
4	10204	14	98	15/03/05	29/03/05	48500	177	274.5	110	14	87
5	10008	11	53	14/01/05	28/01/05	48000	177	271.6	109	14	87
6	10201	15	95	15/03/05	29/03/05	48250	177	273.0	109	14	87
7	10005	15.5	50	14/01/05	28/01/05	47500	177	268.8	108	14	87
8	10033**	15	59	24/01/05	09/02/05	47625	177	269.5	108	16	89
9	10106	12.5	71	15/02/05	01/03/05	46500	177	263.1	105	14	87
10	10198	15	92	15/03/05	29/03/05	46500	177	263.1	105	14	87
11	9999	17	44	14/01/05	28/01/05	45500	177	257.5	103	14	87
12	9996	11	41	15/01/05	28/01/05	45000	177	254.6	102	14	87
13	10192	14	86	15/03/05	29/03/05	44500	177	251.8	101	14	87
14	9958	10.5	35	15/12/04	29/12/04	44125	177	249.7	100	14	87
15	9955	10	32	15/12/04	29/12/04	43500	177	246.2	98	14	87
16	10112	14.5	77	15/02/05	01/03/05	43000	177	243.3	97	14	87
17	9855	13	14	13/11/04	29/11/04	42000	177	237.7	95	16	89
18	10100**	15	65	07/02/05	21/02/05	42500	179	237.3	95	14	87
19	10115	13	80	15/02/05	01/03/05	41750	177	236.3	95	14	87
20	9993	17	38	14/01/05	28/01/05	41375	177	234.1	94	14	87
21	10097**	15.5	62	07/02/05	21/02/05	40125	177	227.1	91	14	87
22	10195	16.5	89	15/03/05	29/03/05	40250	177	227.8	91	14	87
23	10273	14.5	101	13/04/05	27/04/05	40000	177	226.4	91	14	87
24	10018**	14	56	17/01/05	31/01/05	39825	177	225.4	90	14	87
25	9952	12	29	15/12/04	29/12/04	39125	177	221.4	89	14	87
26	9852	16	11	13/11/04	29/11/04	37875	177	214.3	86	16	89
27	10282	13	110	13/04/05	27/04/05	37500	177	212.2	85	14	87
28	10288	13	116	13/04/05	27/04/05	37000	177	209.4	84	14	87
29	9858	13	17	13/11/04	29/11/04	35500	177	200.9	80	16	89
30	10276	16.5	104	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87
31	10279	15	107	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9	80	14	87
32	10285	14	113	13/04/05	27/04/05	34875	177	197.4	79	14	87
33	10433	16	127	03/06/05	17/06/05	35000	177	198.1	79	14	87
34	10109	10.5	74	15/02/05	01/03/05	34375	177	194.5	78	14	87
35	9825	12	8	03/11/04	17/11/04	33500	177	189.6	76	14	87
36	9819	12	2	03/11/04	17/11/04	32750	177	185.3	74	14	87
37	9822	13	5	03/11/04	17/11/04	31000	177	175.4	70	14	87
38	9933	10	20	09/12/04	23/12/04	30000	177	169.8	68	14	87
39	9936	10.5	23	09/12/04	23/12/04	29500	177	166.9	67	14	87
40	9939	10.5	26	09/12/04	23/12/04	28125	177	159.2	64	14	87
41	10302*	10	122	18/04/05	02/05/05	14500	177	82.1	33	14	87
42	10299*	10	119	18/04/05	02/05/05	14000	177	79.2	32	14	87

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

LISTA JERARQUIZADA A 14 DIAS

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

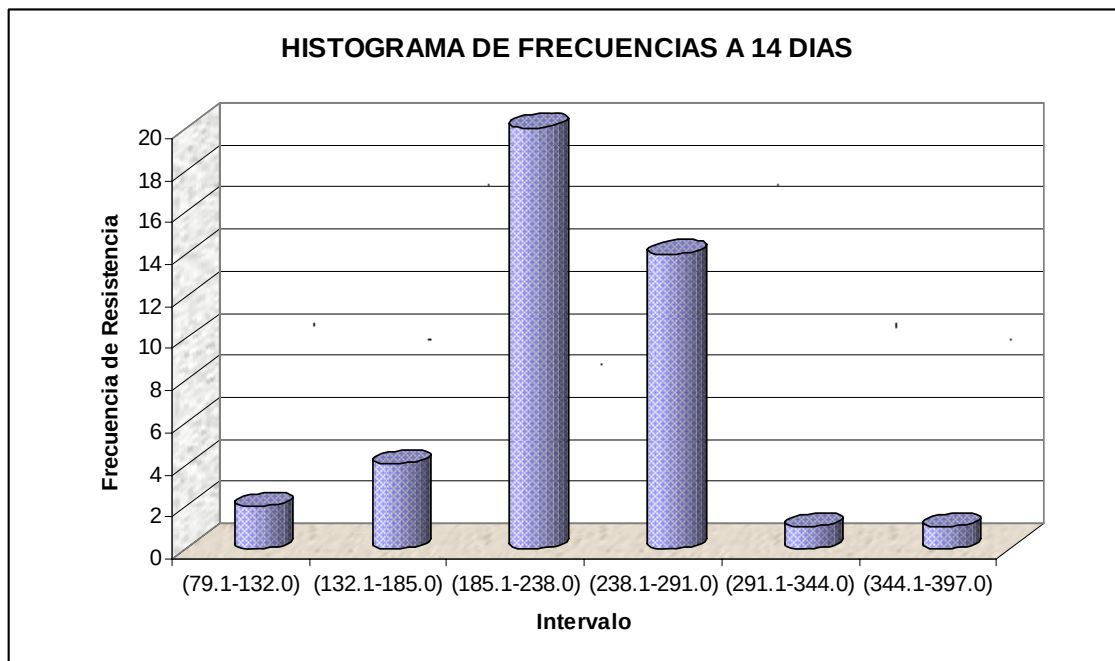
No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	intervalo (kg/cm ²)	Frecuencia Especímenes Intervalo	Resist. %
1	10103	12.5	68	15/02/05	01/03/05	70000	177	396.1	(344.1-397.0)	1.0	158
2	10189	12.5	83	15/03/05	29/03/05	57000	177	322.6	(291.1-344.0)	1.0	129
3	10002	15.5	47	14/01/05	28/01/05	50000	177	282.9	(238.1-291.0)	14.0	113
4	10204	14	98	15/03/05	29/03/05	48500	177	274.5			110
5	10008	11	53	14/01/05	28/01/05	48000	177	271.6			109
6	10201	15	95	15/03/05	29/03/05	48250	177	273.0			109
7	10005	15.5	50	14/01/05	28/01/05	47500	177	268.8			108
8	10033**	15	59	24/01/05	09/02/05	47625	177	269.5			108
9	10106	12.5	71	15/02/05	01/03/05	46500	177	263.1			105
10	10198	15	92	15/03/05	29/03/05	46500	177	263.1			105
11	9999	17	44	14/01/05	28/01/05	45500	177	257.5			103
12	9996	11	41	15/01/05	28/01/05	45000	177	254.6			102
13	10192	14	86	15/03/05	29/03/05	44500	177	251.8			101
14	9958	10.5	35	15/12/04	29/12/04	44125	177	249.7			100
15	9955	10	32	15/12/04	29/12/04	43500	177	246.2			98
16	10112	14.5	77	15/02/05	01/03/05	43000	177	243.3			97
17	9855	13	14	13/11/04	29/11/04	42000	177	237.7	(185.1-238.0)	20.0	95
18	10100**	15	65	07/02/05	21/02/05	42500	179	237.3			95
19	10115	13	80	15/02/05	01/03/05	41750	177	236.3			95
20	9993	17	38	14/01/05	28/01/05	41375	177	234.1			94
21	10097**	15.5	62	07/02/05	21/02/05	40125	177	227.1			91
22	10195	16.5	89	15/03/05	29/03/05	40250	177	227.8			91
23	10273	14.5	101	13/04/05	27/04/05	40000	177	226.4			91
24	10018**	14	56	17/01/05	31/01/05	39825	177	225.4			90
25	9952	12	29	15/12/04	29/12/04	39125	177	221.4			89
26	9852	16	11	13/11/04	29/11/04	37875	177	214.3			86
27	10282	13	110	13/04/05	27/04/05	37500	177	212.2			85
28	10288	13	116	13/04/05	27/04/05	37000	177	209.4			84
29	9858	13	17	13/11/04	29/11/04	35500	177	200.9			80
30	10276	16.5	104	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9			80
31	10279	15	107	13/04/05	27/04/05	35500	177	200.9			80
32	10285	14	113	13/04/05	27/04/05	34875	177	197.4			79
33	10433	16	127	03/06/05	17/06/05	35000	177	198.1			79
34	10109	10.5	74	15/02/05	01/03/05	34375	177	194.5	(132.1-185.0)	4.0	78
35	9825	12	8	03/11/04	17/11/04	33500	177	189.6			76
36	9819	12	2	03/11/04	17/11/04	32750	177	185.3			74
37	9822	13	5	03/11/04	17/11/04	31000	177	175.4	(79.1-132.0)	2	70
38	9933	10	20	09/12/04	23/12/04	30000	177	169.8			68
39	9936	10.5	23	09/12/04	23/12/04	29500	177	166.9			67
40	9939	10.5	26	09/12/04	23/12/04	28125	177	159.2	(79.1-132.0)	2	64
41	10302*	10	122	18/04/05	02/05/05	14500	177	82.1			33
42	10299*	10	119	18/04/05	02/05/05	14000	177	79.2			32

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ANALISIS ESTADISTICO DEL CONCRETO A LOS 14 DIAS DE EDAD

1. Muestra (n) = 42
2. Rango = 316.89 kg/cm²
3. Número de periodos (P) = 6
4. Amplitud de periodos = 52.82 kg/cm² Se ajusta a: 53 kg/cm²
5. Intervalo = 79.1 kg/cm² - 397.0 kg/cm²
6. Moda = 200.89 kg/cm²
7. Promedio = 226.14 kg/cm²
8. Mediana = 227.41 kg/cm²
9. Varianza = 2996.23 kg/cm²
10. Desviación estándar = 54.74 kg/cm²
11. Coeficiente de variación (C.V.) = 24.21 %



V.9.3. ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	9820	12	3	03/11/04	01/12/04	34500	177	195.2	78	28	100
2	9823	13	6	03/11/04	01/12/04	33750	177	191.0	76	28	100
3	9826	12	9	03/11/04	01/12/04	36825	177	208.4	83	28	100
4	9853	16	12	13/11/04	13/12/04	40500	177	229.2	92	30	100
5	9856	13	15	13/11/04	13/12/04	46500	177	263.1	105	30	100
6	9859	13	18	13/11/04	13/12/04	39000	177	220.7	88	30	100
7	9934	10	21	09/12/04	06/01/05	35500	177	200.9	80	28	100
8	9937	10.5	24	09/12/04	06/01/05	36000	177	203.7	81	28	100
9	9940	10.5	27	09/12/04	06/01/05	32500	177	183.9	74	28	100
10	9953	12	30	15/12/04	12/01/05	42000	177	237.7	95	28	100
11	9956	10	33	15/12/04	12/01/05	44000	177	249.0	100	28	100
12	9959	10.5	36	15/12/04	12/01/05	42625	177	241.2	96	28	100
13	9994	17	39	14/01/05	11/02/05	48500	177	274.5	110	28	100
14	9997	11	42	14/01/05	11/02/05	47500	177	268.8	108	28	100
15	10000	17	45	14/01/05	11/02/05	56375	177	319.0	128	28	100
16	10003	15.5	48	14/01/05	11/02/05	56250	177	318.3	127	28	100
17	10006	15.5	51	14/01/05	11/02/05	53625	177	303.5	121	28	100
18	10009	11	54	14/01/05	11/02/05	50250	177	284.4	114	28	100
19	10019**	14	57	17/01/05	14/02/05	46000	177	260.3	104	28	100
20	10034**	15	60	24/01/05	21/02/05	53250	179	297.4	119	28	100
21	10098**	15.5	63	07/02/05	07/03/05	39000	177	220.7	88	28	100
22	10101**	15	66	07/02/05	07/03/05	39500	177	223.5	89	28	100
23	10104	12.5	69	15/02/05	15/03/05	74500	179	416.0	166	28	100
24	10107	12.5	72	15/02/05	15/03/05	54750	177	309.8	124	28	100
25	10110	10.5	75	15/02/05	15/03/05	55375	179	309.2	124	28	100
26	10113	14.5	78	15/02/05	15/03/05	50250	177	284.4	114	28	100
27	10116	13	81	15/02/05	15/03/05	50875	179	284.1	114	28	100
28	10190	12.5	84	15/03/05	12/04/05	63875	177	361.5	145	28	100
29	10193	14	87	15/03/05	12/04/05	53875	177	304.9	122	28	100
30	10196	16.5	90	15/03/05	12/04/05	50750	177	287.2	115	28	100
31	10199	15	93	15/03/05	12/04/05	53125	177	300.6	120	28	100
32	10202	15	96	15/03/05	12/04/05	56875	177	321.8	129	28	100
33	10205	14	99	15/03/05	12/04/05	57500	177	325.4	130	28	100
34	10274	14.5	102	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100
35	10277	16.5	105	13/04/05	11/05/05	36875	177	208.7	83	28	100
36	10280	15	108	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100
37	10283	13	111	13/04/05	11/05/05	40625	177	229.9	92	28	100
38	10286	14	114	13/04/05	11/05/05	41000	177	232.0	93	28	100
39	10289	13	117	13/04/05	11/05/05	39375	177	222.8	89	28	100
40	10300*	10	120	18/04/05	17/05/05	17500	177	99.0	40	29	100
41	10303*	10	123	18/04/05	17/05/05	18000	177	101.9	41	29	100
42	10306**	16	126	01/04/05	29/04/05	45500	177	257.5	103	28	100
43	10435	16	129	03/06/05	01/07/05	32875	177	186.0	74	28	100

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS POR ORDEN CRONOLOGICO

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	9820	12	3	03/11/04	01/12/04	34500	177	195.2	78	28	100
2	9823	13	6	03/11/04	01/12/04	33750	177	191.0	76	28	100
3	9826	12	9	03/11/04	01/12/04	36825	177	208.4	83	28	100
4	9853	16	12	13/11/04	13/12/04	40500	177	229.2	92	30	100
5	9856	13	15	13/11/04	13/12/04	46500	177	263.1	105	30	100
6	9859	13	18	13/11/04	13/12/04	39000	177	220.7	88	30	100
7	9934	10	21	09/12/04	06/01/05	35500	177	200.9	80	28	100
8	9937	10.5	24	09/12/04	06/01/05	36000	177	203.7	81	28	100
9	9940	10.5	27	09/12/04	06/01/05	32500	177	183.9	74	28	100
10	9953	12	30	15/12/04	12/01/05	42000	177	237.7	95	28	100
11	9956	10	33	15/12/04	12/01/05	44000	177	249.0	100	28	100
12	9959	10.5	36	15/12/04	12/01/05	42625	177	241.2	96	28	100
13	9994	17	39	14/01/05	11/02/05	48500	177	274.5	110	28	100
14	9997	11	42	14/01/05	11/02/05	47500	177	268.8	108	28	100
15	10000	17	45	14/01/05	11/02/05	56375	177	319.0	128	28	100
16	10003	15.5	48	14/01/05	11/02/05	56250	177	318.3	127	28	100
17	10006	15.5	51	14/01/05	11/02/05	53625	177	303.5	121	28	100
18	10009	11	54	14/01/05	11/02/05	50250	177	284.4	114	28	100
19	10019**	14	57	17/01/05	14/02/05	46000	177	260.3	104	28	100
20	10034**	15	60	24/01/05	21/02/05	53250	179	297.4	119	28	100
21	10098**	15.5	63	07/02/05	07/03/05	39000	177	220.7	88	28	100
22	10101**	15	66	07/02/05	07/03/05	39500	177	223.5	89	28	100
23	10104	12.5	69	15/02/05	15/03/05	74500	179	416.0	166	28	100
24	10107	12.5	72	15/02/05	15/03/05	54750	177	309.8	124	28	100
25	10110	10.5	75	15/02/05	15/03/05	55375	179	309.2	124	28	100
26	10113	14.5	78	15/02/05	15/03/05	50250	177	284.4	114	28	100
27	10116	13	81	15/02/05	15/03/05	50875	179	284.1	114	28	100
28	10190	12.5	84	15/03/05	12/04/05	63875	177	361.5	145	28	100
29	10193	14	87	15/03/05	12/04/05	53875	177	304.9	122	28	100
30	10196	16.5	90	15/03/05	12/04/05	50750	177	287.2	115	28	100
31	10199	15	93	15/03/05	12/04/05	53125	177	300.6	120	28	100
32	10202	15	96	15/03/05	12/04/05	56875	177	321.8	129	28	100
33	10205	14	99	15/03/05	12/04/05	57500	177	325.4	130	28	100
34	10306**	16	126	01/04/05	29/04/05	45500	177	257.5	103	28	100
35	10274	14.5	102	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100
36	10277	16.5	105	13/04/05	11/05/05	36875	177	208.7	83	28	100
37	10280	15	108	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100
38	10283	13	111	13/04/05	11/05/05	40625	177	229.9	92	28	100
39	10286	14	114	13/04/05	11/05/05	41000	177	232.0	93	28	100
40	10289	13	117	13/04/05	11/05/05	39375	177	222.8	89	28	100
41	10300*	10	120	18/04/05	17/05/05	17500	177	99.0	40	29	100
42	10303*	10	123	18/04/05	17/05/05	18000	177	101.9	41	29	100
43	10435	16	129	03/06/05	01/07/05	32875	177	186.0	74	28	100

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ESTADISTICA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS DE MAYOR A MENOR RESISTENCIA

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Resist. %	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
1	10104	12.5	69	15/02/05	15/03/05	74500	179	416.0	166	28	100
2	10190	12.5	84	15/03/05	12/04/05	63875	177	361.5	145	28	100
3	10205	14	99	15/03/05	12/04/05	57500	177	325.4	130	28	100
4	10202	15	96	15/03/05	12/04/05	56875	177	321.8	129	28	100
5	10000	17	45	14/01/05	11/02/05	56375	177	319.0	128	28	100
6	10003	15.5	48	14/01/05	11/02/05	56250	177	318.3	127	28	100
7	10107	12.5	72	15/02/05	15/03/05	54750	177	309.8	124	28	100
8	10110	10.5	75	15/02/05	15/03/05	55375	179	309.2	124	28	100
9	10193	14	87	15/03/05	12/04/05	53875	177	304.9	122	28	100
10	10006	15.5	51	14/01/05	11/02/05	53625	177	303.5	121	28	100
11	10199	15	93	15/03/05	12/04/05	53125	177	300.6	120	28	100
12	10034**	15	60	24/01/05	21/02/05	53250	179	297.4	119	28	100
13	10196	16.5	90	15/03/05	12/04/05	50750	177	287.2	115	28	100
14	10009	11	54	14/01/05	11/02/05	50250	177	284.4	114	28	100
15	10113	14.5	78	15/02/05	15/03/05	50250	177	284.4	114	28	100
16	10116	13	81	15/02/05	15/03/05	50875	179	284.1	114	28	100
17	9994	17	39	14/01/05	11/02/05	48500	177	274.5	110	28	100
18	9997	11	42	14/01/05	11/02/05	47500	177	268.8	108	28	100
19	9856	13	15	13/11/04	13/12/04	46500	177	263.1	105	30	100
20	10019**	14	57	17/01/05	14/02/05	46000	177	260.3	104	28	100
21	10306**	16	126	01/04/05	29/04/05	45500	177	257.5	103	28	100
22	9956	10	33	15/12/04	12/01/05	44000	177	249.0	100	28	100
23	10274	14.5	102	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100
24	10280	15	108	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6	99	28	100
25	9959	10.5	36	15/12/04	12/01/05	42625	177	241.2	96	28	100
26	9953	12	30	15/12/04	12/01/05	42000	177	237.7	95	28	100
27	10286	14	114	13/04/05	11/05/05	41000	177	232.0	93	28	100
28	9853	16	12	13/11/04	13/12/04	40500	177	229.2	92	30	100
29	10283	13	111	13/04/05	11/05/05	40625	177	229.9	92	28	100
30	10101**	15	66	07/02/05	07/03/05	39500	177	223.5	89	28	100
31	10289	13	117	13/04/05	11/05/05	39375	177	222.8	89	28	100
32	9859	13	18	13/11/04	13/12/04	39000	177	220.7	88	30	100
33	10098**	15.5	63	07/02/05	07/03/05	39000	177	220.7	88	28	100
34	9826	12	9	03/11/04	01/12/04	36825	177	208.4	83	28	100
35	10277	16.5	105	13/04/05	11/05/05	36875	177	208.7	83	28	100
36	9937	10.5	24	09/12/04	06/01/05	36000	177	203.7	81	28	100
37	9934	10	21	09/12/04	06/01/05	35500	177	200.9	80	28	100
38	9820	12	3	03/11/04	01/12/04	34500	177	195.2	78	28	100
39	9823	13	6	03/11/04	01/12/04	33750	177	191.0	76	28	100
40	9940	10.5	27	09/12/04	06/01/05	32500	177	183.9	74	28	100
41	10435	16	129	03/06/05	01/07/05	32875	177	186.0	74	28	100
42	10303*	10	123	18/04/05	17/05/05	18000	177	101.9	41	29	100
43	10300*	10	120	18/04/05	17/05/05	17500	177	99.0	40	29	100

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

LISTA JERARQUIZADA A 28 DIAS

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm²

Tipo de cemento = CPC – 40

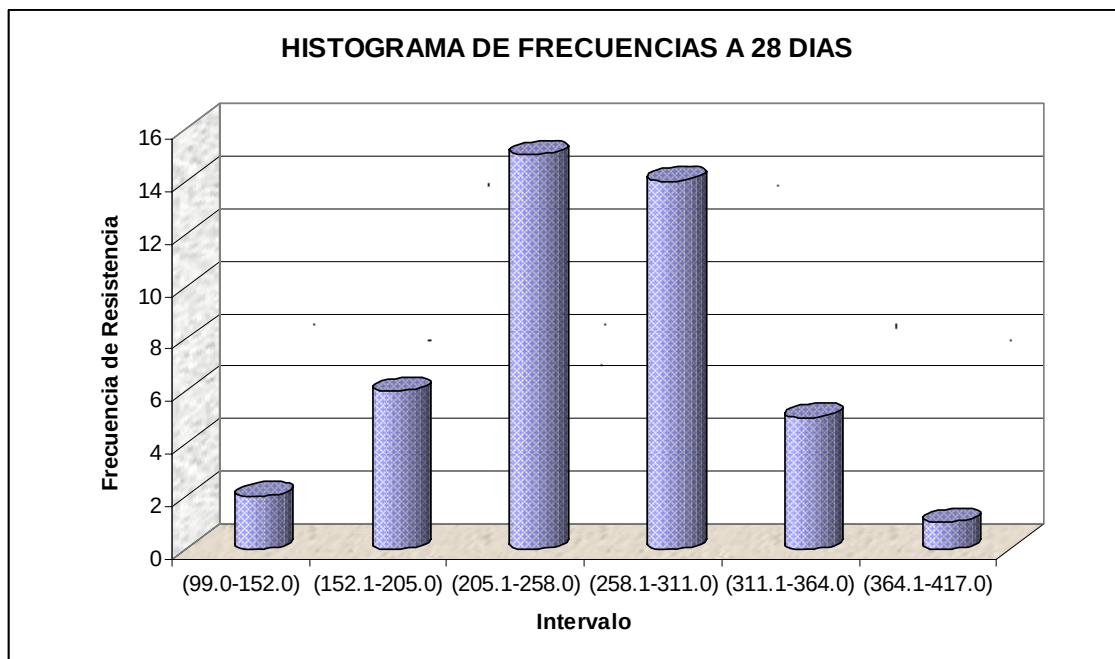
No	No Ensaye	Revenim. (cm)	Muestra	Fecha Colado	Fecha Ruptura	Carga W (kg)	Área (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	Intervalo (kg/cm ²)	Frecuencia Especímenes Intervalo	Resist. %
1	10104	12.5	69	15/02/05	15/03/05	74500	179	416.0	(417.0-364.1)	1.0	166
2	10190	12.5	84	15/03/05	12/04/05	63875	177	361.5	(364.0-311.1)	5.0	145
3	10205	14	99	15/03/05	12/04/05	57500	177	325.4			130
4	10202	15	96	15/03/05	12/04/05	56875	177	321.8			129
5	10000	17	45	14/01/05	11/02/05	56375	177	319.0			128
6	10003	15.5	48	14/01/05	11/02/05	56250	177	318.3			127
7	10107	12.5	72	15/02/05	15/03/05	54750	177	309.8	(311.0-258.1)	14.0	124
8	10110	10.5	75	15/02/05	15/03/05	55375	179	309.2			124
9	10193	14	87	15/03/05	12/04/05	53875	177	304.9			122
10	10006	15.5	51	14/01/05	11/02/05	53625	177	303.5			121
11	10199	15	93	15/03/05	12/04/05	53125	177	300.6			120
12	10034**	15	60	24/01/05	21/02/05	53250	179	297.4			119
13	10196	16.5	90	15/03/05	12/04/05	50750	177	287.2			115
14	10009	11	54	14/01/05	11/02/05	50250	177	284.4			114
15	10113	14.5	78	15/02/05	15/03/05	50250	177	284.4			114
16	10116	13	81	15/02/05	15/03/05	50875	179	284.1			114
17	9994	17	39	14/01/05	11/02/05	48500	177	274.5			110
18	9997	11	42	14/01/05	11/02/05	47500	177	268.8			108
19	9856	13	15	13/11/04	13/12/04	46500	177	263.1			105
20	10019**	14	57	17/01/05	14/02/05	46000	177	260.3			104
21	10306**	16	126	01/04/05	29/04/05	45500	177	257.5	(258.0-205.1)	15.0	103
22	9956	10	33	15/12/04	12/01/05	44000	177	249.0			100
23	10274	14.5	102	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6			99
24	10280	15	108	13/04/05	11/05/05	43750	177	247.6			99
25	9959	10.5	36	15/12/04	12/01/05	42625	177	241.2			96
26	9953	12	30	15/12/04	12/01/05	42000	177	237.7			95
27	10286	14	114	13/04/05	11/05/05	41000	177	232.0			93
28	9853	16	12	13/11/04	13/12/04	40500	177	229.2			92
29	10283	13	111	13/04/05	11/05/05	40625	177	229.9			92
30	10101**	15	66	07/02/05	07/03/05	39500	177	223.5			89
31	10289	13	117	13/04/05	11/05/05	39375	177	222.8			89
32	9859	13	18	13/11/04	13/12/04	39000	177	220.7			88
33	10098**	15.5	63	07/02/05	07/03/05	39000	177	220.7			88
34	9826	12	9	03/11/04	01/12/04	36825	177	208.4			83
35	10277	16.5	105	13/04/05	11/05/05	36875	177	208.7			83
36	9937	10.5	24	09/12/04	06/01/05	36000	177	203.7	(205.0-152.1)	6.0	81
37	9934	10	21	09/12/04	06/01/05	35500	177	200.9			80
38	9820	12	3	03/11/04	01/12/04	34500	177	195.2			78
39	9823	13	6	03/11/04	01/12/04	33750	177	191.0			76
40	9940	10.5	27	09/12/04	06/01/05	32500	177	183.9			74
41	10435	16	129	03/06/05	01/07/05	32875	177	186.0	(152.0-99.0)	2.0	74
42	10303*	10	123	18/04/05	17/05/05	18000	177	101.9			41
43	10300*	10	120	18/04/05	17/05/05	17500	177	99.0			40

*Resistencia de proyecto = 150 kg/cm²

** Tipo de cemento = CPP – 30R

ANALISIS ESTADISTICO DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS DE EDAD

1. Muestra (n) = 43
2. Rango = 316.99 kg/cm²
3. Número de periodos (P) = 6
4. Amplitud de periodos = 52.83 kg/cm² Se ajusta a: 53 kg/cm²
5. Intervalo = 99.0 kg/cm² - 417.0 kg/cm²
6. Moda = 220.69 kg/cm²
247.57 kg/cm²
220.69 kg/cm²
7. Promedio = 254.23 kg/cm²
8. Mediana = 248.99 kg/cm²
9. Varianza = 3706.50 kg/cm²
10. Desviación estándar = 60.88 kg/cm²
11. Coeficiente de variación (C.V.) = 23.95 %



V.II. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN ACERO DE REFUERZO

Para el caso del acero únicamente se pondrán los datos obtenidos de laboratorio, así como el procedimiento para realizar la prueba de tensión en acero de refuerzo, debido a que no se tienen muestras suficientes para poder realizar un análisis estadístico de las muestras.

V.II.1. RESISTENCIA A LA TENSION EN ACERO

En esta prueba se debe determinar la resistencia máxima a tensión, así como el límite de fluencia y esfuerzo de ruptura, para poder determinar si el acero cumple con las especificaciones establecidas de calidad.

Equipo

- Muestra de 60 cm. de longitud
- Maquina universal
- Balanza
- Vernier

Procedimiento

Deberán tomarse las dimensiones reales de la muestra, después de haber tomado las dimensiones reales de la muestra se procede a cargarla mediante la maquina universal que va sujetar la muestra mediante mordazas. Una vez colocada la varilla en la maquina se comienza a aplicar la carga lentamente, se debe tomar la carga de fluencia que es el punto a partir del cual la varilla empieza a sufrir deformaciones permanentes, para poder después determinar el esfuerzo de fluencia.

$$\text{Esfuerzo de fluencia (Fy)} = \frac{\text{Carga de fluencia (kg)}}{\text{Área efectiva (cm}^2\text{)}}$$

$$\text{Esfuerzo de ruptura (Fr)} = \frac{\text{Carga de ruptura (kg)}}{\text{Área efectiva (cm}^2\text{)}}$$

El porciento de estiramiento que sufre la varilla se calcula de la siguiente manera:¹⁰

$$\text{Est \%} = \frac{(\text{Lf} - \text{Li})}{\text{Li}} \times 100$$

De acuerdo con la norma NMX-407-ONNCCE-2001 se tienen las siguientes especificaciones para varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto¹³:

Numero de designación	Peso por metro lineal (kg/m)	Separación de corrugaciones (mm)	Altura de nervaduras (mm)	Esfuerzo de fluencia (kg/cm ²)	Esfuerzo de ruptura (kg/cm ²)	% Estiramiento en 200 mm
3	0.560	6.7 máx.	0.4 min.	4200 min.	6300 min.	9 min.
4	0.994	8.9 máx.	0.5 min.	4200 min.	6300 min.	9 min.
6	2.235	13.3 máx.	1.0 min.	4200 min.	6300 min.	9 min.

V.II.1. DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

Muestra	Diámetro nominal (Plg)	Área nominal (cm²)	Diámetro efectivo (mm)	Área efectiva (cm²)	Peso por metro lineal (kg/ml)	Separación de corrugaciones (mm)	Altura de corrugaciones (mm)	Altura de nervaduras (mm)	Tipo de corrugación	Marca	Esfuerzo de Fluencia (kg/cm²)	Esfuerzo de ruptura (kg/cm²)	% Estiramiento en 200 mm.
1	3/8	0.71	9.4	0.70	0.548	6.6	0.6	0.4	Diagonal	SICARTSA	5000	7928	10
2	3/8	0.71	9.4	0.70	0.550	6.5	0.6	0.3	Diagonal	SICARTSA	5071	8071	11
3	3/8	0.71	9.4	0.70	0.548	6.4	0.4	0.4	Diagonal	SICARTSA	5250	8357	13
4	3/8	0.71	9.2	0.69	0.543	6.5	0.6	0.7	Diagonal	SICARTSA	5036	7935	14
5	3/8	0.71	9.2	0.69	0.539	6.5	0.9	0.6	Diagonal	SICARTSA	5000	7935	12.5
1	1/2	1.27	12.1	1.23	0.963	8.3	1.1	1.4	Diagonal	SICARTSA	4797	7520	16
2	1/2	1.27	12.0	1.22	0.960	8.3	0.8	1.1	Diagonal	SICARTSA	4754	7582	16
3	1/2	1.27	12.3	1.22	0.956	8.4	1.1	1.7	Diagonal	SICARTSA	4857	7746	12.5
1	3/4	2.85	18.0	2.87	2.258	12.2	1.9	2.0	Diagonal	SICARTSA	4686	7544	14.5
2	3/4	2.85	18.2	2.88	2.267	12.3	1.8	2.0	Diagonal	SICARTSA	4653	7431	13.5
3	3/4	2.85	18.2	2.95	2.317	12.0	2.0	2.3	Diagonal	SICARTSA	4627	7492	14.5
4	3/4	2.85	17.8	2.88	2.270	12.3	1.4	1.3	Diagonal	SICARTSA	4670	7535	14.5
5	3/4	2.85	17.9	2.87	2.263	12.2	1.3	1.3	Diagonal	SICARTSA	4686	7491	15.5

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

De acuerdo con el proceso de construcción que se llevó a cabo en el Edificio de Historia y de acuerdo con el análisis de las pruebas realizadas en el Laboratorio de Materiales “Luís Silva Ruelas” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se puede concluir lo siguiente:

1. Es de suma importancia llevar un control de calidad en todos los eventos de la obra; en lo correspondiente al insumo de materiales es indispensable que estos sean de calidad adecuada, de acuerdo a normas y especificaciones. La forma más correcta de verificar lo anterior, es preferentemente contar con un laboratorio de materiales, verificando así que los diversos insumos cumplan con la calidad mínima correspondiente. Así podemos decir que la calidad de los pétreos, de los tabiques de barro recocido, de los tabicones de concreto, barras de acero para refuerzo del concreto, cemento Pórtland, cemento de albañilería, así como el concreto mismo, así como otros materiales, deberán ser sometidos, de manera continúa a las pruebas que correspondan para poder determinar la calidad con la que cuentan y verificar que sí puedan ser utilizados en la obra. Lo mismo puede decirse de los materiales empleados para instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y todas las que intervengan en el buen funcionamiento de la obra.
2. La labor del laboratorio de materiales deberá ser preferentemente preventiva y no correctiva, ya que esto ahorra una gran cantidad de recursos económicos., pero desafortunadamente la mayoría de los constructores recurren a los laboratorios de control de calidad solo cuando se presentan problemas o son requisito administrativo por la parte contratante.
3. El procedimiento constructivo deberá ser aquel que optimice recursos económicos y tiempo, sin que por ello se deje a parte el control de los materiales utilizados en la construcción de la obra, por que de no ser así a largo plazo se tendrá que invertir mucho más dinero en la reparación de la misma.
4. Los resultados de las pruebas relacionadas con los concretos y de acuerdo al análisis estadístico realizado se tiene: que el concreto de 7 días de edad cuenta con un *control de calidad aceptable*, ya que cuenta con una desviación estándar = 40.66 kg/cm^2 , en cambio a los 14 días tiene una desviación estándar = 54.74 kg/cm^2 y un Coeficiente de variación = 24.21% , lo que nos indica que se tiene un *control de calidad pobre*, de igual forma a los 28 días de elaborado el concreto se tiene una desviación estándar = 60.88 kg/cm^2 y un coeficiente de variación = 23.95% , por lo que se puede decir que respecto a las especificaciones se tiene un *control de calidad pobre*.
5. Muchas veces los constructores se dan una idea del control de calidad obteniendo simplemente los promedios de resultados de pruebas a diferentes materiales, sin embargo nunca será suficiente el parámetro anteriormente mencionado ya que es necesario el cuantificar las medidas de dispersión y no solamente la medidas de tendencia central. Par a nuestro caso observamos que

aunque el promedio del concreto probado a los 28 días sí cumple, la desviación estándar y el coeficiente de variación nos indican la gran dispersión que se tiene al existir resultados de cilindros a compresión desde 99 kg/cm^2 hasta 416 kg/cm^2 , teniéndose un rango de 316.99 kg/cm^2 el cual es a todas luces inaceptable. Por una parte al existir resistencias tan bajas en algunos cilindros, se pone en peligro la seguridad de la estructura y consecuentemente la del usuario final. Por otra parte las resistencias tan altas nos indican un desperdicio de recursos económicos, lo cual es inaceptable. Por lo anterior es recomendable la verificación continua, durante el proceso constructivo, de la calidad de los materiales ya que haciendo el análisis estadístico correspondiente, se estará en posibilidad de realizar las correcciones pertinentes de manera inmediata y consecuentemente la labor del laboratorio de materiales estará cumpliendo con los fines estipulados.

6. En el acero de refuerzo para concreto debido a que se cuenta con los resultados de muy pocas varillas, no se puede realizar un análisis estadístico debido a que la muestra no es representativa de el acero que se usó en cada elemento, por lo que únicamente se analizó de acuerdo a los resultados de la prueba de tensión en laboratorio, de acuerdo a la norma NMX-407-ONNCCE-2001 se observó lo siguiente: la separación entre corrugaciones es aceptable, debido a que todas las muestras dieron resultados inferiores al máximo permitido, la altura de nervaduras de igual manera es aceptable debido a que todas las alturas de corrugación de los tres diferentes diámetros que se analizaron fueron superiores al mínimo permitido, tanto el esfuerzo de fluencia como el esfuerzo de ruptura fueron aceptables de acuerdo al mínimo permitido, así como el por ciento de estiramiento que de igual forma los tres diámetros analizados fueron superiores al mínimo permitido, por lo que se puede decir que el acero de refuerzo utilizado para la construcción del edificio de la Facultad de Historia es de una calidad aceptable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vargas García Enrique [en línea]. Facultad de Historia, Febrero 2006, [citado 14 Diciembre 2006]. 1. Identificación de la Facultad de Historia de la Universidad Michoacana. 1.2. Ubicación regional.
<http://cceh.historia.umich.mx/Proyecto.pdf>
2. “Manual Técnico de Construcción”, Holcim Apasco, 3ª edición –México, febrero de 2006, p. 77.
3. Cemento Hidráulico, NMX-C-414-ONNCCE-1999 “Industria de la construcción-cementos hidráulicos-especificaciones y métodos de prueba”, Diciembre 2003.
4. Martínez Molina Wilfrido, Tesis “Elementos de interés para contratistas de obras civiles del CAPFCE”, 1989, p. 51-94.
5. Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas, “Normas de Construcción e Instalaciones”, Libro 3, SEP, Agosto 1996.
6. Planos otorgados por la Oficina de Obras y Proyectos de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
7. p. 42-55, Fotografías otorgadas por Arq. Raúl Coria, Residente de obra durante la construcción del Edificio de Historia de la U.M.S.N.H.
8. AMIC y ANALISEC, “Manual para muestreo de concreto”, p. 5-15.
9. Cabeceo de cilindros, NMX C-109-85, cabeceo de especímenes cilíndricos. Y Resistencia a la compresión, NMX C-83 industria de la construcción del concreto- determinación de la resistencia a la compresión. guía del consumidor de concreto profesional.
10. p. 66, 67, 68 y 88 Navarro Sánchez L., Martínez Molina W., Espinoza Mandujano J., “Manual de materiales” U.M.S.N.H., primera edición 2000, Prueba de tensión en aceros, Resistencia a la compresión de cilindros de concreto. p. 85 y 201.

11. La página de Yoryi Alexander Marte. “Historia de la Estadística” [en línea]. [citado 24 enero 2007].disponible de World Wide Web: <http://www.geocities.com/ymarte/trab/esthistor.html>.
12. Oscar M. González, Francisco Robles F.V., Juan Casillas G. de L., Roger Díaz de C., “Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado”, Limusa 1974. p. 42
13. Nabor García, “Métodos Estadísticos”, p. 28, 29, 46, 48, 63, 64, 69, 70.
14. Santos David Vega Saucedo, Tesis “El concreto Hidráulico Premezclado en Condiciones Críticas de Fraguado”, Abril 2002. p. 92 y 93.
15. “Reporte parcial del control de calidad”, Centro Universitario de Capacitación de la U.M.S.N.H., Morelia, Mich. 9 Mayo 2002.
16. Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto, NMX-C-407-ONNCCE-2001 “Industria de la construcción-varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto”, Febrero 2005.