

50
2 eje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"CONTROL DE CALIDAD EN ESTRUCTURAS
DE CONCRETO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
SILVIANO GASPAR HERNANDEZ



MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-151/93

Señor
SILVIANO GASPAS HERNANDEZ
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ARMANDO DIAZ INFANTE**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"CONTROL DE CALIDAD EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO"

- I . INTRODUCCION
- II . CONTROL DE LA CALIDAD
- III . CIMBRAS
- IV . CONCRETO
- V . ACERO DE REFUERZO
- VI . ADITIVOS
- VII . ACABADOS
- VIII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 12 de noviembre de 1993.
EL DIRECTOR.

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*nl

kl.

A mis padres, Emilio y Mercedes, por ser más de lo que son.

A mis hermanos, Luis, Betí, Mauri, Ranulfo, Tere, Axayactl y Mariano, por que "la juventud es la edad de los sacrificios desinteresados, de la ausencia de egismo, de los excesos superfluos".V.B.I.

A mis tios, Max, Angela, Rosa, y mi hermosa abuelita, por su cariño, afecto, consejo y ejemplo.

El victorioso tiene muchos amigos, el vencido
buenos amigos
Proverbio Mongol.

A mis maestros de la facultad de ingeniería, Lorenzo Santillan, A. Nava, Raúl Aburto, Luis A. Díaz I., Fco. Torres h., Albarran A., N. Talamantes etc., por su gran sabiduría, entusiasmo, consejo, ejemplo y por ser más que maestros.

A mis compañeros y amigos, Efren, Alfredo, Felipe, José Luis, Luis V., Tepoz, Al tanque, Alberto, Reyes A., Oscar J., Luis S., etc., cuya juventud, es sólo un momento pero que se lleva para siempre en el corazón.

INTRODUCCION

Al incrementar la capacidad tecnológica y manufacturera, permite aumentar la productividad, de la misma manera al diseñar y construir estructuras de concreto de menos peralte, como de claros más largos y que poseen un porcentaje de acero más balanceado.

De tal manera que el ingeniero construye estructuras con un proceso constructivo que el ingeniero de proyecto expresa en los planos estructurales, y determina la cantidad optima de acero y de concreto.

Es evidente que el constructor interpreta claramente lo que le expresan en los planos, pero, por lo regular siempre hay cambios que se dan en la obra, ya sea por causa del residente, supervisor o corresponsable estructural o por parte del director responsable como del dueño por las condiciones de la obra, ya sea por pequeños detalles o por cambios totales de proyecto e inclusive la contratista modifica algunos elementos estructurales que el diseñador por alguna causa ajena no incluye en los planos de detalles que son de importancia y por lo tanto se toman decisiones en obra para no repercutir en su avance productivo.

Estas y por otras causas es necesario contar con un medio de información para tomar decisiones claras, optimas, oportunas, eficaces, debido a que toda la información esta distribuida en diferentes fuentes ya sea como especificaciones, normas, y libros especializados. Esta obra no es un tema nuevo sino una recopilación e investigación documental de esas fuentes técnicas que permitan la ejecución de procesos constructivos previamente planeados.

No estan contemplados temas especificos como estructuras de postensado y presforzado o de un diseño de estructuras de concreto, etc., pero si de una introducción de un problema determinado en algún proceso constructivo detallado.

Hoy en día el concreto como el acero son dos elementos que conjuntamente empleados tiene ciertas ventajas y desventajas de seguridad, durabilidad, factibilidad, aspecto agradable, entre otras; pero también tiene aspectos favorables que serán necesarios llevar a cabo de acuerdo a las especificaciones y normas con criterios que prevean los problemas de la obra y no sean correctivos sino preventivos.

En el concreto reforzado la calidad cambia considerablemente por una simple causa, que no se le da importancia como son: el contenido de los materiales, proporcionamiento, fabricación, relación A/C, aditivos, transportación, moldes para un correcto acabado, cantidad óptima de acero de refuerzo, colocación, compactación, curado, etc. Por éstas y otras causas me permito dar como título a la presente obra como control de calidad en estructuras de concreto.

También son importantes las técnicas para el control de obra en forma muy relevante, es parte del proceso administrativo con la que el ingeniero (residente, de costos, superintendente, corresponsable, jefe de frente, supervisor, coordinador, director general, etc) estará interrelacionado con el control de insumos (materiales, mano de obra, equipo), costos, tiempo y calidad, será necesario y esencial el estudio detallado de especificaciones, normas y planos de obra para la correcta ejecución de los procesos constructivos y control de obra.

El agua debe de contener ciertos porcentajes de impurezas tanto orgánicas como inorgánicas, se pueden considerar el agua potable y tratada como buenas para la fabricación de un concreto, se hace referencia de los porcentajes de los componentes máximos como aceite, azúcar, compuestos químicos, etc.

El cemento como parte primordial o componente del concreto que junto con el agua reacciona químicamente y en función de la hidratación permite conocer la resistencia real del mismo concreto, éste componente variará de acuerdo a su fabricación y uso. Se clasificará de acuerdo al tipo, uso, así como de los agentes a la que estará expuesto. El cemento constituirá de un 7 a un 10% del total de la mezcla del concreto. Entre las propiedades físicas del cemento están el fraguado (inicial y final) que estará en función de la relación A/C y a la vez de la hidratación, la relación, finura, sanidad, etc. Es de gran importancia la obtención de un concreto en función de la marca debido a que sus componentes químicos difieren en su fabricación, o sea, hay cierta diferencia de un cemento veracruz a un cemento anáhuac o cruz azul, tolteca, etc.

Por otra parte los agregados son materiales que varían de un 60 a un 80% del total de la mezcla del concreto, éstos se clasificarán por su naturaleza y en forma artificial, textura, forma, origen, peso, porcentaje o tamaño, pero de igual forma éstos cumplirán con ciertas condiciones de laboratorio para poder mezclarse como componente del concreto. Las principales características físicas, serán: limpios, duros resistentes, económicos y de ciertas propiedades mecánicas como: densidad, forma, textura, absorción, granulometría, resistencia, dureza, etc.

La granulometría es una de las propiedades de mayor importancia en la composición de los agregados, la distribución de la gráfica porcentaje de agregados y número de malla se representará en forma de una "S" estirada. La forma, textura y el tipo de agregado como las gravas calizas, volcánicas cuya resistencia y peso determinan permitirán que sea trabajable y/o adquiera una mayor resistencia el concreto endurecido.

En las cimbras es esencial la forma y acabado del concreto, es necesario conocer sus características físicas y propiedades mecánicas para conocer el manejo y diseño en caso necesario.

Algunas características físicas son: la densidad, peso específico, contenido de humedad, otros.

Su clasificación por: uso empírico, dimensiones, costo.

Los elementos básicos de las cimbras son: el polín, el tablón, las tablas, el chaflan, las vigas, el triplay y otros; cada uno para determinado uso. Debido a que su complejo estudio y análisis de sus propiedades y de los valores cercanos es totalmente aleatorio, los valores de la madera son muy variados como el esfuerzo vertical en función de la temperatura ambiental y tiempo de colocación del concreto, peso específico, humedad de la madera, tipo de madera, etc., que permiten el uso de constantes para el diseño de una cimbra, como los que establece el reglamento de Distrito Federal.

Las propiedades mecánicas de diseño son: resistencia por cortante, resistencia por deflexión o flecha, resistencia por flexión, resistencia por aplastamiento en función de momento de inercia, módulo de sección, área de sección y otros.

Al incrementar la capacidad tecnológica y manufacturera, permite aumentar la productividad, de la misma manera al diseñar y construir estructuras de concreto de menos peralte, como de claros más largos y que poseen un porcentaje de acero más balanceado.

De tal manera que el ingeniero construye estructuras con un proceso constructivo que el ingeniero de proyecto expresa en los planos estructurales, y determina la cantidad optima de acero y de concreto.

Es evidente que el constructor interpreta claramente lo que le expresar en los planos, pero, por lo regular siempre hay cambios que se dan en la obra, ya sea por causa del residente, supervisor o corresponsable estructural o por parte del director responsable como del dueño por las condiciones de la obra, ya sea por pequeños detalles o por cambios totales de proyecto e inclusive la contratista modifica algunos elementos estructurales que el diseñador por alguna causa ajena no incluye en los planos de detalles que son de importancia y por lo tanto se toman desiciones en obra para no repercutir en su avance productivo.

Estas y por otras causas es necesario contar con un medio de información para tomar desiciones claras, optimas, oportunas, eficaces, debido a que toda la información esta distribuida en diferentes fuentes ya sea como especificaciones, normas y libros especializados. Esta obra no es un tema nuevo sino una recopilación e investigación documental de esas fuentes técnicas que permitan la ejecución de procesos constructivos previamente planeados.

No estan contemplados temas especificos como estructuras de postensado y presforzado o de un diseño de estructuras de concreto, etc., pero si de una introducción de un problema determinado en algún proceso constructivo detallado.

Hoy en día el concreto como el acero son dos elementos que conjuntamente empleados tiene ciertas ventajas y desventajas de seguridad, durabilidad, factibilidad, aspecto agradable, entre otras; pero también tiene aspectos favorables que serán necesarios llevar a cabo de acuerdo a las especificaciones y normas con criterios que prevean los problemas de la obra y no sean correctivos sino preventivos.

En el concreto reforzado la calidad cambia considerablemente por una simple causa, que no se le da importancia como son: el contenido de los materiales, proporcionamiento, fabricación, relación A/C, aditivos, transportación, moldes para un correcto acabado, cantidad óptima de acero de refuerzo, colocación, compactación, curado, etc. Por éstas y otras causas me permito dar como título a la presente obra como control de calidad en estructuras de concreto.

También son importantes las técnicas para el control de obra en forma muy relevante, es parte del proceso administrativo con la que el ingeniero (residente, de costos, superintendente, corresponsable, jefe de frente, supervisor, coordinador, director general, etc) estará interrelacionado con el control de insumos (materiales, mano de obra, equipo), costos, tiempo y calidad, será necesario y esencial el estudio detallado de especificaciones, normas y planos de obra para la correcta ejecución de los procesos constructivos y control de obra.

Este control permite obtener información no solo para reportar al cliente de los trabajos ejecutados sino también de recopilar datos que permiten tanto al constructor, supervisión y al mismo dueño en analizar obras a futuro retomar esos resultados para el mejoramiento de los recursos financieros, procedimientos constructivos, de proyecto, de avance de obra o en general de costo - tiempo y calidad, para eso es necesario realizar muestreos y recopilar datos.

El concreto es un componente homogéneo, con un parametro definido en proyecto con comportamiento variable, que en el control de calidad es un valor que debe cumplir por especificación y norma.

Entre las propiedades más importantes del concreto para evaluarlo es la resistencia a compresión simple del concreto endurecido o F'c, éste determinará en casos muy estrictos si el elemento estructural se acepta o rechaza como parte del elemento estructural al colarlo en obra, aunque no es el único parámetro para definir si cumple con otras restricciones de diseño, pero si el más importante para determinar que tipo de concreto es el que se está utilizando en ese elemento estructural en la obra, una forma de evaluación en el control de calidad es la realización de ensayos con cilindros de concreto y una evaluación de técnicas estadísticas para valorarlo, la obtención de variaciones en su análisis, se muestrea en obra en forma aleatoria para conocer en que rango se encuentra ese concreto, pero se ensayan también de acuerdo a ciertas normas como es el periodo de ensaye a los 7, 14, 28 días, que es el transcurso de tiempo en que el concreto adquiera la resistencia mínima en el proceso de constructivo en obra, o sea de empezar aplicar carga en un intervalo de tiempo a esa estructura. Hay otros factores de igual importancia pero que determinan otras características físicas del concreto, las diferentes pruebas y ensayos de importancia que efectúa el laboratorio de control de calidad como son: la impermeabilidad, la durabilidad, la resistencia a la tensión, flexión, mód. de elasticidad, dilatación térmica, etc. Todas basadas en la norma oficial mexicana, así como de la ASTM.

En la construcción elementos estructurales de concreto tienen una gran diversidad de variaciones desde la dosificación hasta el curado, a pesar de que fue diseñado detalladamente pero la realidad es otra, en la que será necesario utilizar otra herramienta para obtener información "más aproximada" como son: los datos estadísticos de otros tipos de obras. En la industria de la construcción, las constructoras, muy pocas hacen estadísticas, creen que son un gasto administrativo o financiero.

Las estadísticas tienen que ser analizadas y no simplemente recabar información para cumplir con un proceo administrativo; las técnicas de obtención de valores y parámetros estadísticos son la media, desv. estándar, varianza, coeficiente de variación, intervalos de confianza, regresión lineal, otros.

Los componentes del concreto: cemento, agregados pétreos, agua, deben cumplir con las especificaciones para la obtención de concreto como diferentes tipos, usos, propiedades físicas, agentes externos perjudiciales, etc. Hay otras propiedades de igual importancia pero se debe más a otros factores como materiales, tipo de obra, calidad de los materiales, textura, absorción, densidad, etc.

El agua debe de contener ciertos porcentajes de impurezas tanto orgánicas como inorgánicas, se pueden considerar el agua potable y tratada como buenas para la fabricación de un concreto, se hace referencia de los porcentajes de los componentes máximos como aceite, azúcar, compuestos químicos, etc.

El cemento como parte primordial o componente del concreto que junto con el agua reacciona químicamente y en función de la hidratación permite conocer la resistencia real del mismo concreto, éste componente variará de acuerdo a su fabricación y uso. Se clasificará de acuerdo al tipo, uso, así como de los agentes a la que estará expuesto. El cemento constituirá de un 7 a un 10% del total de la mezcla del concreto. Entre las propiedades físicas del cemento están el fraguado (inicial y final) que estará en función de la relación A/C y a la vez de la hidratación, la relación, finura, sanidad, etc. Es de gran importancia la obtención de un concreto en función de la marca debido a que sus componentes químicos difieren en su fabricación, o sea, hay cierta diferencia de un cemento veracruz a un cemento anáhuac o cruz azul, tolteca, etc.

Por otra parte los agregados son materiales que varían de un 60 a un 80% del total de la mezcla del concreto, éstos se clasificarán por su naturaleza y en forma artificial, textura, forma, origen, peso, porcentaje o tamaño, pero de igual forma éstos cumplirán con ciertas condiciones de laboratorio para poder mezclarse como componente del concreto. Las principales características físicas, serán: limpios, duros resistentes, económicos y de ciertas propiedades mecánicas como: densidad, forma, textura, absorción, granulometría, resistencia, dureza, etc.

La granulometría es una de las propiedades de mayor importancia en la composición de los agregados, la distribución de la gráfica porcentaje de agregados y número de malla se representará en forma de una "S" estirada. La forma, textura y el tipo de agregado como las gravas calizas, volcánicas cuya resistencia y peso determinan permitirán que sea trabajable y/o adquiera una mayor resistencia el concreto endurecido.

En las cimbras es esencial la forma y acabado del concreto, es necesario conocer sus características físicas y propiedades mecánicas para conocer el manejo y diseño en caso necesario.

Algunas características físicas son: la densidad, peso específico, contenido de humedad, otros.

Su clasificación por: uso empírico, dimensiones, costo.

Los elementos básicos de las cimbras son: el polín, el tablón, las tablas, el chafán, las vigas, el triplay y otros; cada uno para determinado uso. Debido a que su complejo estudio y análisis de sus propiedades y de los valores cercanos es totalmente aleatorio, los valores de la madera son muy variados como el esfuerzo vertical en función de la temperatura ambiental y tiempo de colocación del concreto, peso específico, humedad de la madera, tipo de madera, etc., que permiten el uso de constantes para el diseño de una cimbra, como los que establece el reglamento de Distrito Federal.

Las propiedades mecánicas de diseño son: resistencia por cortante, resistencia por deflexión o flecha, resistencia por flexión, resistencia por aplastamiento en función de momento de inercia, módulo de sección, área de sección y otros.

El objetivo de incluir fórmulas es el posible diseño de una cimbra, para la revisión o consulta, es recomendable la consulta de la bibliografía para mayor detalle o de otras fuentes según convenga al interesado.

Es importante revisar la cimbra previo a su colocación para asegurar discrepancias, ya sea en campo como en gabinete para el mejor cuidado, es importante darle el mayor número de usos (8 usos mínimo) para que sea rentable y disminuir los costos para una mayor utilidad.

Algunos de los requisitos esenciales en la fabricación del concreto fresco son la manejabilidad y moldeabilidad, ya sea como concreto hidráulico o estructural, concreto masivo, concreto arquitectónico, etc., cada uno con ciertas características en función de su uso como de proyecto.

Un concreto no únicamente debe contar con ventajas y desventajas generales sino con una gran variedad de propiedades. Es esencial en la obtención del concreto, el revenimiento, hidratación, relación A/C, F'_{cr} , peso volumétrico, etc., son muchísimas propiedades esenciales para que un concreto cumpla con ciertos requerimientos en su fabricación, pero no lo suficientemente eficaz y útil para colocarlo en obra por una simple causa no eficaz.

Se considera que la principal propiedad del concreto no es la resistencia ni el revenimiento sino la hidratación del cemento con los demás elementos del concreto, éste provoca un cambio volumétrico ya sea por un inadecuado curado y condiciones ambientales. Pero hay otras características de importancia que se deben de tomar en cuenta en la fabricación y colocación, como son: la segregación, el sangrado, el revenimiento, la trabajabilidad, la consolidación o compactación, curado, otros.

Previa a la colocación y de la dosificación del concreto debe DISEÑARSE una mezcla, (éste diseño estará en función de las restricciones de proyecto como son: relación Agua/Cemento, contenido de cemento, revenimiento, tamaño máximo del agregado (T.M.A.), resistencia F'_{c} , otros) y no de consultar una simple tabla (que se pueden obtener en diferentes fuentes bibliográficas, pero éstas tablas son para ciertas agregados y características del concreto en cierta obra y no para los agregados, cemento, agua con los que contamos en obra, realmente es lo que hacemos en obra), para el concreto que deseamos, será necesario diseñarlo con una mayor resistencia a la compresión o sea una resistencia requerida ($F'_{cr} > F'_{c}$); otro parámetro importante después de la hidratación es la relación Agua/Cemento cuyo valor promedio para un concreto normal es de aproximadamente de 0.50 a 0.57, si esta relación aumenta permite obtener propiedades mecánicas altas o sea aumenta la resistencia a la compresión, permeabilidad, resistencia a la abrasión, pero no es posible si se cuenta con los mismos elementos del concreto, para esto es necesario anexar otro elemento "extra" comúnmente conocido como aditivo o puzolana incluso de aire, este es un factor que tiene ventajas aun mayor que desventajas como es muy común utilizarlo en concretos en condiciones ambientales de exposición (ligera, moderada, severa) de deshielo y congelación, por ejemplo en la ciudad de Toluca, tres marías D.F., otros, donde se presenten éstas las condiciones ambientales.

Una característica importante del concreto estructural es que el concreto debe absorber los esfuerzos a compresión y el acero de refuerzo los esfuerzos internos de tensión, aunque también pueden absorber ambos esfuerzos pero en menor cantidad; el acero de refuerzo tiene ciertas propiedades mecánicas como: adherencia, tensión, compresión, durabilidad, doblado, soldabilidad, módulo de Poisson, etc., éstas propiedades se especificarán en los planos, especificaciones, también se indicarán como se debe llevar a cabo el habilitado y colocación de acero de acuerdo al proyecto estructural en obra, así como los detalles de los diferentes elementos estructurales de gran relevancia y si es posible a escala.

La más importante función del acero para que trabaje conjuntamente con el concreto es de absorber adherencia por medio de ganchos o dobleces, como son los estribos, anillos, bastones, var. longitudinales, grapas, etc., elementos que trabajan bajo condiciones de diseño, ya sea a compresión o a tensión.

Otros requerimientos de importancia en el detallado del acero de refuerzo es la separación entre varillas, éste permitirá el paso de los agregados como de la vibración y adherencia adecuada del concreto, y del recubrimiento deseado mínimo y máximo para la protección contra la corrosión y otros agentes que afectan la función del acero.

Cada una de las recomendaciones que se hace para el uso adecuado del acero de refuerzo, permitirá un ahorro en los costos, desde el suministro hasta la colocación del mismo, evitando pérdidas considerables por un inadecuado control e incumplimiento de las especificaciones, en planos estructurales, y normas.

En muchas ocasiones existe la necesidad de unir varillas por medio de traslape o soldadura (para varillas mayores del #11), que debe tener una mayor resistencia en la unión que en la varilla misma.

Se aclara que los diámetros utilizados por el A.C.I. son muy semejantes a los usados en el R.D.F., éste último clasifica las varillas hasta el #12 o 1.5 in de diámetro, por lo que no es común que un ing. mexicano utilice diámetros mayores del #12, salvo en casos especiales se pide a la fábrica uno de mayor diámetro.

Entre los cuidados de importancia durante el armado del acero es la adecuada colocación, los amarres, el alineamiento, limpieza, recubrimientos adecuados, etc. Para poder llevar adecuadamente estas actividades será necesario el uso de elementos como calzas, caballetes, cilletas, torsaes, separadores, etc.; para una fácil utilización de los mismos es necesario que sean económicos y versátiles.

Las fórmulas en el análisis mecánico se utilizan por lo regular en obra para revisar y aclarar dudas que por experiencia, por lógica o por intuición se presentan en obra, en caso de que el acero y/o concreto "no sea" el correcto o sea menor al obtenido en el proyecto, y de ser necesario se cambiará el proyecto por parte del corresponsable estructural, determinando el cambio por medio del director responsable de obra; cabe aclarar que no es un capítulo de diseño, ni mucho menos de un curso de mecánica de materiales pero sí es una ayuda o un auxiliar para revisión de algún elemento de concreto reforzado.

Es necesario detallar el habilitado y la colocación en cada elemento estructural como el cambio de dirección y de sección, como por ejemplo en las columnas y trabes, pero también es importante que se lleve a cabo una forma factible y versátil los detalles del proyecto en su proceso constructivo de otros elementos de concreto como trabes, dalas, castillos, cadenas, columnas, muros, dados, losa macisa, losa aligerada, etc. Este detallado en el acero de refuerzo en cada elemento estructural, es esencial expresarlos en los planos estructurales; los detalles están basados de acuerdo a criterios de los reglamentos ya sea el A.C.I. y N.T.C. del R.D.F.

Una forma rápida de cambiar las propiedades del concreto es la inclusión de un elemento químico diferente a sus características normales, tendrá entre otros efectos el de provocar un daño mínimo, como el cambio de alguna de sus propiedades físicas; entre los efectos más importantes de los aditivos está la de incrementar la resistencia, aumentar el revenimiento, incluso de aire, reducir la relación A/C, la trabajabilidad, aumento en la impermeabilidad, etc. Hay muchísimas marcas en el mercado, cada una con un compuesto químico de acuerdo a las necesidades de la obra, pero su utilización requiere de gran cuidado, de un uso adecuado. El cloruro de calcio que es un compuesto químico que afecta considerablemente la corrosión del acero.

No es recomendable el uso mezclado de diferentes tipos de aditivos en un instante, sino mezclar un aditivo primero, posteriormente después de un período se incluye un segundo aditivo y así sucesivamente, tampoco es recomendable usar más de tres aditivos en un concreto debido a los grandes efectos que puede tener.

La mayoría de los fabricantes de aditivos por lo regular siempre comentan lo eficaz que es el uso de sus productos y muy pocos los efectos que puede provocar; las proporciones que hay que incluir a un concreto en caso de usar un aditivo, la mayoría de los fabricantes de aditivos o concreteras prefabricadas recomiendan su proporcionamiento, pero en caso de que se fabrique en obra se tendrá un tabulador para el uso adecuado del aditivo.

Hay otros compuestos para el tratado del concreto como son: el curacreto, epoxicos, membranas, impermeabilizantes, etc. ya que son de gran utilidad en pequeños detalles en acabados y concreto arquitectónico.

Entre los requisitos para que un concreto estructural sea de buena calidad, será necesario habilitar y colocar el acero necesario, que el concreto cumpla con todas las condiciones de proyecto y darle los tratamientos posteriores adecuados como: el acabado, ésta última actividad define en gran porcentaje si cumplieron con las especificaciones de la entidad o dependencia y/o normas como el reglamento del Distrito Federal, ACI, que establecen su geometría, parte esencial del acabado, común y/o aparente, como en: las trabes, las contratraves, losa tapa, losa macisa, losa aligerada, zapatas corridas, zapatas aisladas, dados, columnas de sección rectangular o circular, faldones, repizones, pavimentos, pisos, etc.

Los diferentes tipos de acabados son: el texturizado, tratamiento de cepillado, martelinado, cincelado, arena lanzada a chorro abrasivos (fino, ligero, pesado), en superficies no tratadas texturizadas como las vetas de madera, simuladas, superficies acanaladas, estriadas; pero el acabado aparente más difícil es la textura lisa que no debe contener un solo detalle o pequeña rugosidad significativa basándose de acuerdo al proyecto, arquitectónico y estructural como de planos de detalles y acabados.

Un tratamiento de gran trascendencia son los acabados de pinturas con cementantes y látex que son muy recomendadas para el recubrimiento y tratamiento del concreto; los cementos coloreados que son pigmentos de óxido de hierro, cromo, cobalto que dan tonalidades muy efectivas, las superficies recubiertas de cemento vidriado o arcilla comprimida vidriada que sirven de protección contra agentes abrasivos de concreto así como decorativos y fácil aseo.

La limpieza, en los acabados siempre es muy importante, la técnicas de limpieza más usual es la del agua y jabón, aunque se usan otros elementos como el amoníaco, etc., la mayoría de los casos es un tratamiento de desprendimiento de polvo, morteros u otros agentes como el aceite, grasas que es necesario detallarlo con obra de mano femenina ya que son más minuciosas.

Para reducir estas actividades es necesario cuidar las actividades previas desde la preparación de morteros, pastas, etc. hasta la aplicación de enrasados, repellados, aplanados, confinados, bordeados, emparejados, lisados, etc.

Entre los trabajos de albañilería como los muros de carga o simplemente muros de separación, ya sea como complemento en un gran edificio como elementos básicos de la construcciones de una casa habitación, cuyas técnicas son muy importantes en su proceso constructivo y se clasificarán de acuerdo a sus restricciones de diseño como son: muros de carga, muros de separación, muros pantalla, muros confinados, muros no reforzados, muros diafragma, deben de cumplir con las especificaciones para su mejor proceso en edificación.

Los acabados en pisos también son importantes como su colocación en interiores o exteriores como son: los remates, los zoclos, rodapiés, detalles en esquinas, escalones, ya sea rugosa o lisa, estos pisos y recubrimientos se tendrá por ejemplo a los azulejos, mármol, mosaicos, firmes, adoquín, loseta, adopasto, etc.

Otro tipo de acabado de albañilería son en los techos interiores como el yeso toroleado, liso, pasta, aplanado fino o repellado e incluso tablaroca o falso plafón.

Será necesario también la protección en azoteas como enladrillados, entortados, impermeabilización y elementos de protección como son: los pretilos.

CAPITULO DOS

CONTROL DE CALIDAD

D) Control de calidad.

Al determinar la proporción de los ingredientes, equipo de mezclado adecuado, transporte y colocación, se obtendrá un concreto homogéneo, de una estructura sana y estable bajo condiciones normales de servicio, pero esto no es suficiente debido a que el concreto esta sujeto a la acción de diferentes variables que afectan sus características deseadas como son: sus propios componentes, su propia fabricación, "agentes" externos que afectan su resistencia de diseño, provocando que se cumpla la ley de mourphy si no se consideran estas variables. En las pruebas de laboratorio.

Uno de los resultados importantes en el concreto hidráulico y estructural es la resistencia a compresión axial normal que se obtiene de los ensayos de laboratorio para localizar la zona y evitar posibles variaciones al interpretar los resultados finales.

Para fabricar una estructura sana y estable bajo condiciones normales de servicio para esto será necesario conocer con detalle:

- a) Las técnicas de control estadístico.
- b) La evaluación de pruebas.
- c) Las técnicas de supervisión.
- d) Las propiedades de los componentes del concreto (Aragados, Cemento, Agua, Aditivos, otros)
- e) Las causas y efectos que afectan la estructura de concreto (Acero, Cimbra, Transporte, Fabricación, Acabados, etc.)

Técnicas de control estadístico. Es más que un simple papeleo o serie de tablas estadísticas y fórmulas que realiza un departamento responsable del control de calidad, son aspectos administrativos del área (Industria de la construcción), para conocer la calidad de:

- a) Del proyecto o diseño.
- b) Del concordancia con el proyecto o diseño.
- c) De ejecución.

La persona que tiene más influencia sobre los trabajados del dueño es el supervisor basada en la seriedad del proyecto y las especificaciones. Es el grado de perfección con que se controla la calidad desde la adquisición de materiales hasta la terminación del bien terminado.

En el control de calidad se emplea la estadística, que es una área de las matemáticas, que auxilia en la presentación, análisis e interpretación de datos numéricos, y si es adecuada producirá beneficios a largo plazo sobre la inversión.

Se puede interpretar como las recomendaciones para la utilización de métodos estadísticos en la evaluación de ensayos a la compresión simple, y sus variaciones.

La función principal de los ensayos a la compresión axial simple es la uniformidad en resistencia y calidad en la producción de concreto deseado, para esto nos apoyaremos en técnicas estadísticas que hasta la actualidad ya no se tiene confusión al adoptar y aplicar los conocimientos (como la tendencia de que es utilizada solamente por científicos y matemáticos), sus aplicaciones son sencillas.

Es importante que todas las empresas de construcción que estén irrelacionadas con la industria se hagan el hábito de utilizar estas técnicas estadísticas para el mejoramiento y economía de las obras, pero no solamente en esta actividad, sino en otras relacionadas con su misma empresa.

No únicamente es obtener datos estadísticos y coleccionarlos sino analizarlos al instante para su mejor aplicación, ya que los factores de obra, tiempo, lugar, fecha, etc. influyen en sus resultados, ya que varían constantemente.

Las técnicas estadística modernas son valiosas en el sistema de control de calidad del concreto como las medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y para el análisis de regresión lineal aplicados a las relaciones agua-cemento, resistencia y a la predicción de resistencias futuras.

Las características de la muestra representan el cálculo más eficaz de las características de la población, conforme aumenta el número de muestras, el estimado mejora y disminuye el error, uno de los propósitos de la probabilidad es conocer el valor medio de la población.

En la construcción del concreto los registros de control de calidad deben ser perfectos, de contrario, el riesgo de falla puede tener consecuencias serias. Para una estructura compleja, cuyos costos de construcción son elevados, pero el control de calidad garantiza una elevada integridad en la estructura, que protegerá tanto la vida y propiedad de quien la utilice, y dará confianza a quienes invierten su dinero y hacen posible que el proyecto se lleve a cabo.

A pesar de los reglamentos y de las normas, el nivel o intensidad del control de calidad esta muy relacionado con la inversión y los costos de las consecuencias de falla son más difíciles de definir ya que se desconocen probabilidades de ocurrencia.

El costo de la falla se puede definir como el costo de reposición de una banqueta o el costo por demoler y reconstruir una columna mal fabricada o la reposición de un elemento estructural defectuoso; en el peor de los casos, el costo de vidas humanas; de lesiones; de pérdida de reputación profesional y demandas legales derivadas de un derrumbe catastrófico.

El precio de una falla elevará el costo del proyecto.

VARIACIONES

El concreto fabricado con materiales heterogéneos esta expuesta a una gran variedad de factores que juegan un papel importante en la variación de calidad como: los proporcionamientos, mezclado, transporte, colocación, y variaciones en los resultados de laboratorio.

Se puede producir un concreto de calidad si se mantiene un control correcto, permitiendo aceptar las variaciones de resistencia e interpretando adecuadamente los resultados de ensaye.

Las variaciones del concreto se deben a dos causas fundamentales como:

A) Mezclado del concreto.

1.1 Variación en la relación Agua/Cemento debido a:

- 1.1.1 Deficiente dosificación del agua.
- 1.1.2 Variaciones de humedad en los agregados.
- 1.2 Variación en el consumo de agua debido a:
 - 1.2.1 Granulometría de los agregados.
 - 1.2.2 Falta de uniformidad en los materiales.
- 1.3 Variaciones en las características y proporciones de los componentes:
 - 1.3.1 Agregados petreos.
 - 1.3.2 puzolanas
 - 1.3.3 cemento.
 - 1.3.4 Aditivos.
- 1.4 Variaciones por defecto de transporte, colocación y compactación.
- 1.5 Variaciones externas.
 - 1.5.1 Proceso de cimbrado, descimbrado.
 - 1.5.2 Proceso de habilitado del acero.
 - 1.5.3 Administrativas, de campo y central.
 - 1.5.4 otras.
- B) Variaciones en los procedimientos de ensaye.
 - 1.1 Procedimientos de muestreo inconsistente.
 - 1.2 Técnicas de fabricación no uniformes.
 - 1.2.1 Compactación variable.
 - 1.2.2 Manejo excesivo de las muestras.
 - 1.2.3 Cuidado deficiente de los especímenes frescos.
 - 1.3 Deficiencia en el curado.
 - 1.3.1 Variación en el curado.
 - 1.3.2 Variación en la humedad.
 - 1.4 Procedimientos de ensaye inadecuados.
 - 1.4.1 Cabeceo incorrecto.
 - 1.4.2 Deficiencia en la velocidad de aplicación de la carga.

La relación Agua/Cemento establece el parámetro de la resistencia uniforme y se puede conservar con una exacta precisión de medición tanto de la calidad de agua como de cemento pero se puede complicar, porque los agregados tienen una humedad al aire libre variable. Los agregados, el cemento, los aditivos, los métodos de construcción, un mezclado inadecuado, una compactación pobre, retrasos e interrupciones en la colocación, el curado, la cimbra, mal diseño, etc. Ocasionan variaciones en la resistencia del concreto.

El empleo de aditivos representa una uniformidad en la resistencia del concreto. Tanto los acelerantes, retardantes, puzolanas, e incluso de aire, se debe de tener un control en su uso.

Los ensayos de concreto pueden afectar las variaciones de la resistencia colado insitu, sus variables pueden ser: las discrepancias en el muestreo, la fabricación el curado, ensaye de especímenes.

Cuando las variaciones debidas a estas discrepancias son excesivas, es necesario aplicar un factor de seguridad excesivamente grande por lo que se deben establecerse procedimientos estándar de ensaye y emplear equipo de laboratorio adecuado para la obtención precisa de los ensayos, también los procedimientos de laboratorio y el equipo deberán ser calibrados y verificados con periodicidad.

Los especímenes de ensaye indican la resistencia potencial de una estructura más que su resistencia real.

Muestreo para establecer un control estadístico.

Control estadístico de control de calidad: Es el conjunto de todas las actividades de control directo o indirecto proyectadas para producir un artículo de calidad, hay dos métodos de aplicación:

- a) Por observación directa
- b) Por medio de preguntas verbales o escritas.

El primero es aplicado en la industria, calificado como aceptable con inspección al 100% y muestreo cuyo método es más satisfactorio y económico por la recopilación de datos.

Muestreo:

hay tres casos y su elección dependerá de las circunstancias de cada caso:

a) **Aleatorio:** Es aquel que toma un número determinado de muestras al azar, tal que todos los elementos tengan la misma probabilidad de ser seleccionados.

b) **Aleatorio estratificado:** Es aquel que toma muestras a cierta hora aleatoriamente.

c) **Sistemático:** sistemático puro y sistemático aleatorio: es el que realiza un muestreo a una frecuencia dada, sin buscar al azar o sea un intervalo de muestras a cada 20, 100, 200, etc.

Población. - Es una colección de datos relacionados con el control de calidad del concreto como por ejemplo datos de resistencia a la compresión de 28 días, otra población serían la resistencia a los 7 días, pesos unitarios de concreto ligero, módulos de finura de arena o cualquier parámetro que pueda ser definido numéricamente, basados en otros datos de la misma población.

Muestra. - Es un subconjunto de elementos tomados de la población, como por ejemplo: una serie de cilindros de prueba a los 28 días tomadas de un colado de concreto de 76 metros cúbicos que representaría una muestra de 0.03 metros cúbicos o alrededor de

1/2700 de todo el volumen colado, esta es una muestra representativa de toda cantidad.

Una operación de muestreo lógica debe considerarse un requisito esencial para el planteamiento de un programa de control de calidad.

Este muestreo debe tomar en cuenta tres factores esenciales:

En primer lugar, debe ser suficiente para cubrir los requerimientos del programa de control, pero no más. Un muestreo más detallado costará más de lo necesario y, frecuentemente, mucho más.

En segundo lugar el muestreo debe estar acorde con la homogeneidad de lo que se muestrea; los materiales u operaciones que tengan tendencia natural a la dispersión, deberán muestrearse más que los homogéneos, de manera que el número de muestras que se obtenga, por ejemplo, en un material para subrasante deberá ser mayor que el que se obtenga en un material triturado en planta para base.

En tercer lugar el muestreo debe adaptarse a la importancia relativa dentro del conjunto de la obra del factor muestreado y a la repercusión técnica y económica de su aceptación o rechazo.

En programa de construcción, las operaciones de muestreo se conducen en dos niveles:

Primero el material total debe ser dividido en un cierto número de lotes de tamaño parecido, cada uno de ellos representativo de todo el conjunto; en la ingeniería de carreteras, muchas veces esta primera división se hace considerando tramos similares, zonas parecidas de bancos, etc. Después cada uno de los lotes debe muestrearse, para obtener las muestras que serán objeto de análisis generalmente en el laboratorio. El tamaño de los lotes depende mucho de los valores del material y su constitución depende del concepto que se desee medir. Por ejemplo, cuando se muestrean materiales terrosos para la construcción, si son de bajo costo pueden considerarse como primeras muestras los diferentes almacenamientos que se hagan, a veces de miles de metros cúbicos cada uno, en materiales más costosos, como los suelos estabilizados con cemento, por citar uno, es frecuente que la primera muestra sea mucho mayor.

El tamaño de las primeras muestras también podrá ser más grande cuando el material muestreado sea homogéneo. Lo importante será que las muestras seleccionadas, sean individualmente representativas de todo el conjunto del material que se va utilizar en la obra, para el caso de trabajadores de compactación, la primera muestra sería un tramo de muestreo dentro del conjunto del camino, se recomienda muestras menores de 50 tales tramos por cada proyecto que se vaya a controlar.

El productor debe facilitar el acceso, al comprador o a la agencia de inspección, para la toma de muestras necesarias a fin de determinar si el concreto está produciéndose de acuerdo con las especificaciones señaladas en esta norma. Las pruebas y visitas de inspección no debe interferir en la producción.

El comprador debe facilitar a la agencia de inspección y/o productor, el acceso para la toma de muestras de concreto en el momento de la entrega, de acuerdo con estas especificaciones.

La agencia de inspección, encargada de hacer las pruebas, debe ser aprobada de común acuerdo por el comprador y el vendedor; ambos tendrán el derecho de inspeccionar a esta agencia para verificar su equipo, instalación y funcionamiento, cuantas veces lo juzguen necesario.

El muestreo, para cada tipo de concreto, debe hacerse con la frecuencia indicada, por día de colado, y con el mínimo de muestras señaladas para cada caso con el fin que resulte efectivo.

TABLA-CCA.1

NUMERO DE ENTREGA	NUMERO DE MUESTRAS MINIMO	
	RECOMENDADO	OBLIGATORIO
1	1	1
2 a 4	2	1
5 a 9	3	2
10 a 25	5	3
26 a 49	7	4
más de 50	9	5

Las pruebas de revenimiento y de contenido de aire en el concreto con aire incluido, debe hacerse en aquellas entregas muestreadas para pruebas de resistencia.

Para la prueba de resistencia debe hacerse como mínimo dos especímenes para probarse a la edad especificada, de la muestra obtenida y mezclada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana D.G.N.-C-161 en vigor.

Métodos de prueba

Para la verificación de la calidad del concreto premezclado se debe emplear los métodos de prueba preestablecida en las Normas Oficiales Mexicanas en vigor siguientes:

D.G.N.-C-161 "Muestreo de concreto fresco".

D.G.N.-C-156 "Determinación del revenimiento del concreto fresco".

D.G.N.-C-157 "Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión".

D.G.N.-C-162 "Determinación del contenido de aire, el peso unitario y el rendimiento del concreto".

D.G.N.-C-160 "Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto".

D.G.N.-C-83 "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros moldeados de concreto".

NORMA OFICIAL MEXICANA D.G.N.-C-30-1977

"Muestreo de agregados"

1.- Objetivo.

Esta norma establece el método de muestreo para los agregados fino y grueso, el cual se utiliza en los estudios preliminares para determinar la capacidad de la fuente de abastecimiento; para el control de producto en su origen, en la planta de procesamiento y en los almacenes; y para aceptación y rechazo de los agregados.

2.- Campo de aplicación.

Esta norma abarca el muestreo de agregados para pruebas preliminares de investigación obtenida de la fuentes de abastecimiento. Las muestras de materiales para el control de producción en el banco o para el control de operaciones en el sitio de empleo son obtenidas por el productor y contratadas en otros grupos responsables de complementar el trabajo. Las muestras empleadas en pruebas para tomar decisión de aceptación o rechazo deben ser autorizadas por el comprador. Las muestras para pruebas de calidad deben obtenerse del producto terminado. Cuando van a ser probadas a pérdida por abrasión, no deben sujetarse a trituración previa, a menos que el tamaño del producto terminado sea tal que requiera reducción para propósitos de prueba.

Fundamentos de los métodos estadísticos de control de calidad.

Histograma.

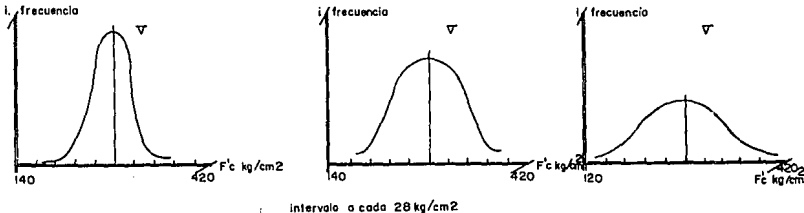
Se construye llevando a escala en el eje de ordenadas el número de datos comprendidos en el intervalo de variación iguales, los que señalan en el eje de las abscisas.

Tanto la experiencia como la teoría demuestran que si un número de datos que se maneja es suficientemente grande y el intervalo de variación que se escoge es lo suficientemente pequeño, el histograma se acercará a una curva continua de distribución de datos; casi todas las distribuciones de interés en ingeniería y concretamente todas las de interés para problemas de control de calidad son de tipo denominado distribución normal o de gauss.

En la figura se muestran dos distribuciones normales, una de alta y delgada y la otra más baja y más separada. Si ambas se refieren al mismo número de datos, las áreas bajo ellas serán iguales, es obvio que en la curva alta los datos están más cerca del promedio, en tanto que la curva más baja se tiene una mayor dispersión.

Si esas curvas se han obtenido midiendo una cierta magnitud por medio de pruebas de laboratorio, utilizando un método (A - curva alta) y otro (B - curva baja), podrá decirse sin más, que el método A conduce a resultados más consistentes que el método B.

FIGURA-CCA.1



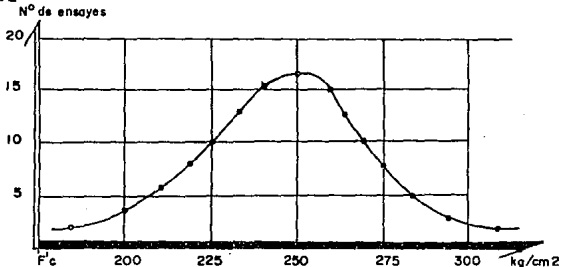
Una simple diferencia entre los datos del más bajo y el más alto, pero la medida haría a un lado la distribución, que es fundamental.

Especimen.

Es la cantidad de material obtenida de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana D.G.N. -C-170 en vigor, "reducción de las muestras de agregados, obtenida en el campo, al tamaño requerido para las pruebas", y en la cual se van a determinar las características del mismo.

TECNICAS ESTADISTICAS EVALUACION DE PRUEBAS

Normalmente los resultados de los ensayos de resistencia a compresión de especímenes de concreto en proyectos controlados caen dentro de la curva de distribución normal de frecuencia o de Gauss (Al realizar un muestreo todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados).

FIGURA-CCA.2**Resistencia a la compresión (Kg/cm²).**

Si hay un buen control, los valores de Resistencia serán más cercanos al valor promedio y la curva será alta y cerrada, si aumenta las variaciones en la resistencia; los valores se dispersan y la curva se vuelve baja y abierta. Las abscisas representan las resistencias obtenidas en los ensayos y las ordenadas la frecuencia con que se presentan dichas resistencias.

Entre mayor se al número de ensayos realizados por el laboratorio, permitirá obtener más información del concreto fabricado permitiendo un mejor concimiento del concreto.

Las fórmulas para la obtención de la curva normal de frecuencias para el conocimiento de información de los ensayos efectuados serán las siguientes:

Media o Promedio:

La primera medida para tener un valor general representativo pero único de tal conjunto de datos es un promedio de ellos, obtenido de la división de la suma total de todos los valores de la resistencia, entre el número de especímenes probados (promedio aritmético).

Sin embargo una segunda observación al problema hara ver que el simple promedio aritmético no basta, pues no indica nada sobre cuanto difieren los datos del promedio obtenido ni de la frecuencia con la que se presenta cada uno.

$$X = \sum \frac{x_i}{n}$$

Donde:

$$x_i = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$$

X = Es el promedio de los resultados de los especímenes que componen una muestra.

n = número total de muestras que se obtienen de una misma revoltura y se ensayan a la misma edad (7 días, 14 días, 28 días).

Desviación estándar: S

Es la medida más usual de dispersión con respecto al valor central. Expresa el grado de dispersión en valor absoluto.

Se considera como el radio de giro al centro del área comprendida bajo la curva teórica de probabilidad.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X)^2}{n-1}}$$

Donde:

S_x = Desviación estándar kg/ cm².

x_i = Ensayo individual de la resistencia (resistencia promedio de dos cilindros a los 28 días.

X = Promedio de n resultados de ensayos de resistencia compresión.

El número mínimo de muestras que de analizarse debe ser de 30.

Si se hace uso de dos registros para obtener al menos 30 ensayos, la desviación estándar será :

$$S_x = \sqrt{\frac{(n_1-1)(S_1)^2 + (n_2-1)(S_2)^2}{(n_1+n_2-2)}}$$

Donde:

S'_x = Desviación promedio estadística donde dos registros de ensayos se utilizan para estimar la desviación estándar.

S_1 y S_2 = Desviación estándar de dos registros en ensayos 1 y 2 respectivamente.

n_1 y n_2 = número de ensayos en los registros de ensayos 1 y 2 respectivamente.

Si se dispone de menos de 30 ensayos, pero al menos 15, la desviación estándar calculada se incrementa por el factor de la TABLA-CCA-10.

Evaluación del grado de control de la uniformidad de la fabricación del concreto (Kg/cm^2) en función de la desviación estándar. Es el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada. TABLA-CCA.2

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MANOR DE 25	A PARTIR DE 25 A 35	A PARTIR DE 35 A 40	A PARTIR DE 40 A 50	MAJOR DE 50

TABLA-CCA.3

Desviación estándar para el control de calidad del concreto.

Clase de trabajo	Desviaciones estándar para diferentes tipos de control en vg/cm^2				
	Excelente	Muy bueno	Buena	Regular	Malo
Construcción en General	Menor de 28	28 a 35	35 a 42	42 a 49	más de 49
Revoluciones controladas por el laboratorio	Menor de 14	14 a 18	18 a 21	21 a 25	más de 25

Coefficiente de variación será:

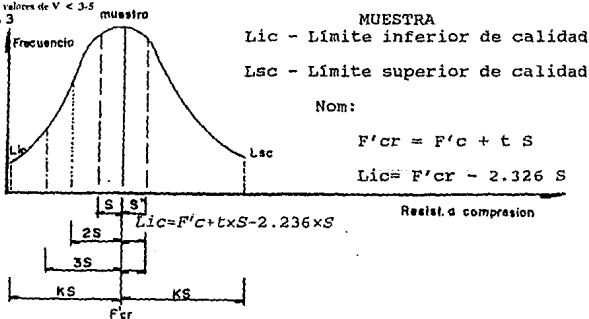
$$V = \frac{S_x}{X}$$

TABLA-CCA.4 Coeficiente de variación para diferentes controles.

Clase de trabajo	Excelente	Buena	Regular	Pobre
General	< 10	10-15	15-20	> 20
Con control de laboratorio	< 5	5-7	7-10	> 10
Control de campo en ensayos	< 4	4-5	5-6	> 6
Control de laboratorio en ensayos	< 3	3-4	4-5	> 5

El R.D.D.F. acepta valores de $V < 3.5$

FIGURA-CCA.3



S - Desviación estándar.

F'cr- Resistencia a la compresión requerida¹.

Lic - Límite inferior de calidad.

Lsc - Límite superior de calidad. TABLA-CCA.5

Valor de t	Posibilidad de falla abajo del límite inferior.
3 en 10	0.524
1 en 5	0.840
1 en 6	1.000
1 en 10	1.280
1 en 20	1.640
1 en 44	2.000
1 en 741	3.000

TABLA-CCA.6

Nivel de confianza en %	Z
99.73	3.00
99.00	2.58
98.00	2.33
96.00	2.06
95.45	2.00
95.00	1.96
90.00	1.64
80.00	1.28
68.27	1.00
50.00	0.067

Concreto Calidad A:

1 en 5 t=0.842

$$Lic = F'c - (2.326 - 0.842) \times 35$$

$$Lic = F'c - 50 \text{ (NOM)}$$

Concreto calidad B:

1 en 10 t=1.282

$$Lic = F'c - (2.326 - 1.28) \times 35$$

$$Lic = F'c - 35 \text{ (NOM)}$$

Diseño Eslástico : Concreto tipo A

Diseño Plástico : Concreto tipo B

$R_m = (R / X)$ for (Realmente sabremos si se fabrica bien), R_m es la resistencia media, R es la resistencia normal.

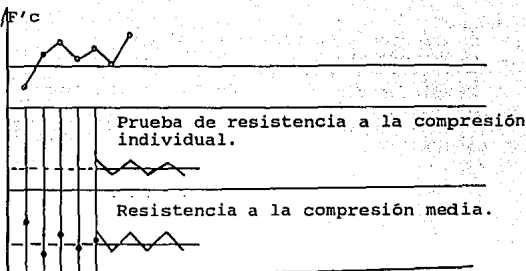
En el proyecto es importante poner el tipo de concreto.

No debe haber más de 2 en 20 ni más de una en 100 bajo un control de calidad abajo de nuestra norma (abajo del límite inferior de calidad).

¹ Consultar diseño de mezclas de concreto, capítulo cuatro.

FIGURA-CCA.4

Resistencia / F'c



El promedio de 5 pruebas consecutivas no debe ser inferior a F'c.
 ASTM indica núm. de la muestra :

$$n = \left(\frac{3 \cdot S}{E} \right)^2$$

S = 35 E = 0.1 F'c

Por lo regular:

F'c = relación variabilidad de la carga con las probabilidades de esa variación para reducir la carga última.

De que manera o forma será el muestreo (Aleatoria)

En proyecto se indicará $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ (calidad B).

INTERVALO "R".

Es la diferencia de la resistencia más alta con respecto a la más baja del grupo de especímenes que integran una muestra; este intervalo es útil para calcular la desviación estándar y el coeficiente de variación en los ensayos del laboratorio.

Es conveniente suponer que una muestra de concreto es uniforme y, que por lo tanto, cualquier variación entre especímenes compañeros fabricados de dicha muestra se deben a discrepancias en la fabricación, en el curado o en el ensayo. Las muestras tomadas de diferentes partes de una revoltura pueden incluir variaciones debidas a la ineficiencia de las mezcladoras y pueden usarse para diferenciar la eficiencia de la mezcladora y la eficiencia del ensayo.

Una sola revoltura de concreto no proporciona información suficiente para el análisis estadístico, por lo que se recomienda fabricar y ensayar especímenes compañeros en por lo menos diez muestras tomadas de diferentes revolturas para poder establecer valores confiables de R.

La desviación estándar y el coeficiente de variación en los ensayos se calculan como:

$$S = \frac{R}{d}$$

Donde:

- S= Desviación estándar de los ensayos.
 d= Constante que depende del número de especímenes por muestra.
 R= Promedio no media del total de intervalos.
 V= Coeficiente de variación de los ensayos.
 X= Resistencia promedio de todas las muestras.
 d = Constante que depende del número de especímenes por muestra.

TABLA-CCA.7 Factores para calcular la desviación estándar de los ensayos:

Número de especímenes	d	1/d
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299

Este proceso permite obtener información de la calidad del trabajo de los operarios y del laboratorio en general.

Grado de control del laboratorio en función de los valores de V. Esta evaluación representa el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada.

Coefficiente de variación V.- es la desviación estándar expresada como porcentaje de la resistencia promedio.

v = Expresa el grado de dispersión como porcentaje.

TABLA-CCA.8 Forma de dosificar el concreto y del control que se tenga, el coeficiente de variación que normalmente puede obtenerse.

Dosificación	Control	v en %
Por peso	Solo por laboratorio	5
Por peso	Continuo	10
Por peso	Intermitente	15
Por volumen	Ninguno	15
Por volumen		25

Por ejemplo, al dosificar por peso, controlar la granulometría, corregir por humedad y supervisar continuamente, v variará entre 7 y 8%, pero si se dosifica por volumen y sin ninguna supervisión v será mayor de 25%.

GRADOS DE CALIDAD

Calidad de Grado 1.

- A) El número de pruebas, el 80%, deben ser superior a $f'c$.
 B) El promedio de 7 pruebas consecutivas de resistencia debe ser igual o mayor a $f'c$, sin superar el 1% de las pruebas.
 C) Se aceptará un 1% de las pruebas de resistencia menor de 50 kg/cm² menor que $f'c$.

Calidad de Grado 2.

- A) El número de pruebas, el 90%, deben ser superiores a $f'c$.
 B) El promedio de 3 pruebas consecutivas de resistencia deben ser igual o mayor a $f'c$, sin superar el 1% de las pruebas.

C) Se aceptará un 1% de las pruebas de resistencia menor de 35 kg/cm² menor que $f'c$.

Debido a que la resistencia promedio del concreto obtenido en obra será mayor al de diseño $f'c$, dependiendo de la uniformidad esperada en la producción del concreto y el porcentaje que se permite de resultados inferiores de ensaye a $f'c$. La resistencia promedio requerida f_{cr} puede obtenerse con la siguiente fórmula:

$$F_{cr} = \frac{F'c}{(1-tv)}$$

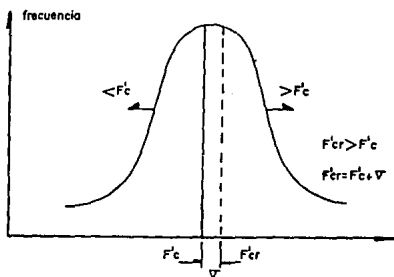
Donde:

F_{cr} = Resistencia promedio requerida.

$F'c$ = Resistencia de proyecto especificada.

t = Cte. en función de los resultados inferiores de

$F'c$ y el número de muestras para calcular el coeficiente de variación v . FIGURA-CCA.5



Análisis de regresión lineal.

El análisis de regresión lineal examina las relaciones entre variables, y proporciona una ecuación para el mejor ajuste de una línea recta que representa una serie de pares de datos, en el control de calidad del concreto, una de las aplicaciones más útiles del análisis de regresión es la de proporcionar un modelo matemático o ecuación que describa el efecto de diversas relaciones de Agua/Cemento sobre la resistencia a la compresión.

Las relaciones Agua/Cemento son proyectadas manualmente en una gráfica para demostrar su relación con la resistencia. Los puntos proyectados en una ecuación de regresión lineal produce rápidamente el mejor ajuste y eficiente de una línea recta para estos puntos.

Una de las ecuaciones de regresión lineal es la siguiente para su aplicación comúnmente conocida como mínimos cuadrados:

$$a = Y - bX$$

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Donde:

b= Abcisa.

a= Ordenada.

x= Valor individual de x.

X= Promedio de todos los valores de x.

y= Valor individual de y.

Y= Promedio de todos de y.

n= Número de pares de datos.

La ecuación de regresión lineal representa el mejor ajuste de una línea recta para los datos dados, pero no debe extenderse para predecir valores para puntos fuera del rango de dichos datos.

Coefficiente de correlación de Pearson.

Cuando comparamos una serie de valores pronosticados con los datos originales descubrimos que todos los valores difieren en diversas cantidades. La suma de sus diferencias es cero, característica que puede ser utilizada para verificar los cálculos cuando se realizan manualmente, estas diferencias se llaman residuales y deben ser examinadas con cuidado para determinar si alguna de ellas está fuera de línea. Un residual que esté muy fuera de línea probablemente puede ser interpretado como resultado de un error.

La decisión de descartar un punto de datos porque su residual es excesiva requiere de reflexión y no debe llevarse a cabo sin comprensión del efecto de ésta eliminación. Por ejemplo, una relación de Agua/Cemento de 0.7 que rinde una resistencia a la compresión 352 kg/cm² a los 28 días, obviamente tiene un error en alguna parte, pero la ecuación de regresión lineal no hará juicio alguno al respecto y de todas formas suministrará el mejor ajuste de los datos. Sin embargo al examinar las residuales, este único par de datos se verá como un error probable y entonces será posible descartarlo.

Una estadística importante en la evaluación de las características lineales de pares de datos se conoce con el nombre de coeficiente de correlación de Pearson, puede variar de -1.00 para correlación inversa perfecta (una variable se incrementa conforme la otra decrece a +1.00 para una correlación directa perfecta (ambas variables se incrementan juntas). Un valor de cero indica que no hay correlación alguna, en tanto que los valores intermedios proporcionan información importante en cuanto a que tanta variación en la variable independiente.

En el caso del empleo de una regresión lineal para analizar la interacción entre relaciones de Agua/Cemento y resistencias a la compresión de 7 y 28 días, o cualquier otro conjunto de datos relacionados en este último caso, el coeficiente de correlación será un número positivo que indique una correlación entre las resistencias a 7 y 28 días debe exceder de 0.9, cuando éste coeficiente es inferior a 0.9 debe revisarse las técnicas de campo y de laboratorio para encontrar la causa. Estos usos adicionales para estas sencillas estadísticas rutinarias se podrá efectuar diferentes aplicaciones.

Correlación Mustral

En probabilidad y estadística el concepto de correlación indica la relación que existe entre dos o más variables aleatorias, cuando se desea hacer predicciones de una variable aleatoria dada, que toma un valor determinando.

En la mayoría de los casos únicamente se conoce una muestra de la población, se debe estimar las medidas de correlación de la población por medio de datos estadísticos muestrales; será más preciso si existe una buena correlación entre las dos variables.

El coeficiente de correlación de una muestra es cociente de la covariancia entre el producto de las desviaciones estándar de cada variable, es la más utilizada es adimensional, varía entre uno y uno negativo, hay más correlación cuando se acerca a uno:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2] [n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Intervalos de Confianza.

La recta de mínimos cuadrados $y(x)$ proporciona una estimación puntual pero no se conocen los riesgos inherentes, para ello es más adecuado estimar un intervalo de confianza y se obtienen a partir de una distribución muestral de un estadístico considerando la variancia condicional de y dado x es la misma para cualquier valor de x ; y la variancia condicional del estadístico $y(x)$, también es la misma para cualquier valor de x , que tiene distribución de t de student con $v = n-2$ grados de libertad, la cual se puede usarse con muestras grandes o pequeñas siguiendo el mismo procedimiento que en los intervalos de confianza para la media se obtienen los límites de confianza con la expresión:

$$Y = \pm t \frac{S_y}{\sqrt{n-2}} \sqrt{1 + \frac{(x-X)^2}{S_x^2}}$$

$$Y = \pm t \frac{S_y}{\sqrt{n-2}} \sqrt{n+1 + \frac{(x-X)^2}{S_x^2}}$$

Donde:

$\pm t$ son los valores críticos de distribución t de student que corresponden a un nivel de confianza $(1 - \alpha) \%$ con $v = n-2$.

Lo que se busca es predecir el valor "y" que corresponde a una determinada "x".

x = Valor individual de x .

X = Promedio de todos los valores de x .

y = Valor individual de y .

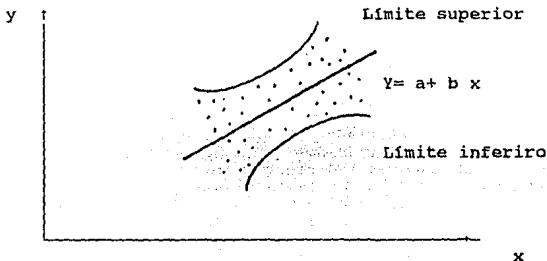
Y = Promedio de todos de y .

n = Número de pares de datos.

S_y/x = Error estándar.

Límites de Confianza.

Si se obtienen los límites de confianza para algunos valores de x y se trazan en un diagrama de dispersión, por un lado, la curva que pasa todos los límites superiores y por otro lado, la línea que une los límites inferiores como se muestra en la figura, se tendrá una región entre las dos líneas que contiene al $(1 - \alpha) 100\%$ de los posibles valores de y , a ésta región se le denomina banda de confianza y. FIGURA-CCA.6

**EJEMPLO:**

En función de la relación agua-cemento y resistencia a la compresión del concreto obtener la ecuación de correlación lineal y los límites de confianza para el análisis respectivo.

TABLA-CCA.9

Resistencia a la compresión, en días Kg/cm ² .	Relación A/C, concreto sin aire inc. a los 28 días
0.41	420
0.48	350
0.57	280
0.68	210
0.82	140

Aplicando operaciones se llenan los siguientes valores:

X	Y	X ²	XY	Y ²
420	0.41	176400	172.2	0.1681
350	0.48	122500	168.0	0.2304
280	0.57	78400	159.6	0.3249
210	0.68	44100	142.8	0.4624
140	0.82	19600	114.8	0.6724
1400	2.96	441000	757.4	1.8582

$$\bar{X} = 1400/5 = 280$$

$$\bar{Y} = 2.96/5 = 0.592$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones de regresión lineal.

$$b = \frac{5 \times 757.4 - 1400 \times 2.96}{5 \times 44100 - 1400^2} = \frac{-357}{245000} = -0.00146$$

$$a = \frac{2.96 \times 441000 - 1400 \times 757.4}{5 \times 441000 - 1400^2} = \frac{245000}{245000} = 1.00$$

Para obtener el valor de "a" de otra forma:

$$y = \frac{\sum y}{n} = \frac{2.96}{5} = 0.592$$

$$x = \frac{\sum x}{n} = \frac{1400}{5} = 280$$

$$a = 0.592 - (0.00146) \times 280 = 1$$

La recta de regresión lineal es, de acuerdo lo anterior:

$$Y(x) = 1 - 0.00146x$$

El coeficiente de correlación será:

$$r = \frac{5 \times 757.4 - 1400 \times 2.96}{\sqrt{[5 \times 441000 - 1400^2][5 \times 1.8582 - 2.96^2]}} = \frac{-357}{360.143} = -0.991$$

Como $r = -0.991$ es una buena correlación.

Un intervalo de confianza del 95% para una resistencia de 250 Kg/cm² que relación A/C se obtendrá: (error estándar de la población):

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - X^2}{n}} = \sqrt{\frac{441000 - 280^2}{5}} = 98.995$$

De la tabla de distribución t de student con $v = 5 - 2 = 3$ f(t) = 0.975, se encuentra que $t = 3.18$.

De la ecuación de correlación lineal:

$$Y(250) = 1 - 0.00146 \times 250 = 0.635$$

El error estándar de y dado x: S_y/x :

$$s_{\frac{y}{x}} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - n\bar{y}^2}{n}} \sqrt{\frac{1.858 - 12 \cdot 0.96 - \frac{(-0.00146)^2 \cdot 257.4}{5}}{5}} = 0.0283$$

Substituyendo valores en la ecuación para determinar los intervalos de confianza:

$$0.635 \pm \frac{3.18 \times 0.0283}{\sqrt{5-2}} \sqrt{1 + \frac{(250-280)^2}{98.995}} = 0.635 \pm 0.16505$$

O sea:

$$y_1 = 0.635 + 0.1605 = 0.800$$

$$y_2 = 0.635 - 0.1605 = 0.4699$$

$$[0.4699 \leq y(250) \leq 0.800]$$

Para una resistencia de 250 Kg/cm² la media condicional con una relación Agua-cemento, se encuentra entre un parametro de 0.4699 y 0.800 con un nivel de confianza del 95%.

Se graficará la banda de confianza del 99% para y . Con la expresión 15 se encontrarán los límites de confianza para y dado x= 100,150,200,250,300,350,400,450. Con la ecuación de correlación lineal:

$$y(100) = 1 - 0.00146 \times 100 = 0.854$$

$$y(150) = 1 - 0.00146 \times 150 = 0.781$$

$$y(200) = 1 - 0.00146 \times 200 = 0.708$$

$$y(250) = 1 - 0.00146 \times 250 = 0.635$$

$$y(300) = 1 - 0.00146 \times 300 = 0.562$$

$$y(350) = 1 - 0.00146 \times 350 = 0.489$$

$$y(400) = 1 - 0.00146 \times 400 = 0.416$$

$$y(450) = 1 - 0.00146 \times 450 = 0.343$$

El valor de la variable t de student con v=3 que corresponde a f(t)= 0.995 es t=5.84 con lo cual los límites de confianza para x=100 son:

$$0.854 \pm \frac{5.84 \times 0.0283}{\sqrt{5-2}} \sqrt{5 + \frac{(100-280)^2}{98.995}}$$

Efectuando operaciones:

$$- 0.888 \leq y(100) \leq 2.596$$

$$- 0.487 \leq y(150) \leq 2.049$$

$$- 0.094 \leq y(200) \leq 1.510$$

$$- 0.264 \leq y(250) \leq 1.006$$

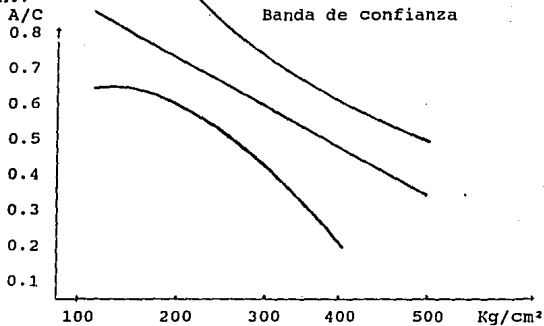
$$- 0.229 \leq y(300) \leq 0.864$$

$$- 0.222 \leq y(350) \leq 1.199$$

$$- 0.758 \leq y(400) \leq 1.590$$

$$- 1.304 \leq y(450) \leq 1.990$$

FIGURA-CCA.7



Al trazar los límites en el diagrama de dispersión unidos mediante dos curvas con el 99% de confianza para y .

```

5 CLS
10 PRINT "PROGRAM PARA CALCULAR:"
20 PRINT " 'ECUACION DE REGRESION LINEAL' "
30 PRINT " 'COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON' "
40 PRINT " 'LA MEDIA DE LAS VARIABLES X , Y' "
50 PRINT " 'LA DESVIACION ESTANDAR EN X , Y' "
60 PRINT " 'EL COEFICIENTE DE VARACION DE LAS VARIABLES X , Y' "
70 PRINT " 'EL ERROR ESTANDAR' "
78 PRINT " 'BANDA DE CONFIANZA' "
80 SX=0
82 SY=0
84 L=0
86 M=0
88 R2=0
90 REM SUBROUTINA DE ENTRADA DE DATOS
100 PRINT " X ES LA ABCISA , Y ES LA ORDENADA "
110 INPUT "CUANTOS PARES DE DATOS SON";N
120 CLS
125 PRINT "SEPARAR CON UNA COMA CADA PAR DE VALORES"
130 FOR I=1 TO N
140 PRINT "X,Y DEL PUNTO";I;
150 INPUT X,Y
160 SX=SX+X
162 SY=SY+Y
164 L=L+X^2
166 M=M+Y^2
168 R2=R2+X*Y
170 NEXT I
180 REM SUBROUTINA DE OPERACIONES
190 REM CALCULO DE LA ECUACION DE REGRESION LINEAL
200 B=(N*R2-SY*SX)/(N*L-SX^2)
210 A=(SY-B*SX)/N
220 REM CALCULO DEL COEFICIENTE DE CORRELACION
230 P=SQR((N*L-SX^2)*(N*M-SY^2))
240 J=N*R2-SX*SY
250 R=J/P
252 REM CALCULO DE LA MEDIA EN "X","Y".
254 Y1=SY/N
256 X1=SX/N
260 REM CALCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR EN "Y","X".
270 ZX1=SQR ((L/N)-(X1^2))
280 ZX2=SQR((M/N)-(Y1^2))
290 REM CALCULO DEL COEFICIENTE DE VARIACION EN "Y","X".
300 CVY=ZX2/Y1
310 CVX=ZX1/X1
315 CLS

```


II) Principios básicos de control.

Control.- Es la comparación del avance de la obra con lo programado previamente planeado, es necesario en caso de haber un retraso, para poder detectar sus causas (errores, desviaciones) y buscar una solución adecuada, oportuna y económica. Es un medio no productivo, pero tiene un costo en si mismo, será efectivo en cuanto al tiempo, dinero y esfuerzo para proporcionar una adecuada visibilidad periódica.

Si sabemos que la administración consiste en:

- a) Planeación
- b) Dirección
- c) Organización
- d) Control

Es necesario que el control se vigile y actualice de tal manera que la obra cumpla con las funciones de costo, tiempo, calidad y así poder emitir el pronóstico de la obra de acuerdo a lo planeado.

Etapas de control.

i) Obtención de información.- De las actividades diarias en obra, por medio de un resumen o reporte escrito.

ii) Comparación.- Diagnosticar el proceso de operación en relación a lo programado, concluyendo su proceso que se lleve a cabo por medio de una revisión.

iii) Actualización.- Analizar el proceso de la obra comparando su estado y proponer una modificación de acuerdo a lo planeado.

iv) Decisión.- Si por alguna causa se llegue abortar ciertas acciones planeadas, o corregir una acción, no deben afectar el proceso; mediante un recurso adicional se analizará y comparará la corrección, para el beneficio de la obra.

Lo que será necesario controlar durante el transcurso de la obra es (no solamente el cumplimiento del proyecto):

- a) El control de costo.
- b) El control de tiempo.
- c) El control de calidad.

En este último será necesario conocer las especificaciones y normas se lleven a cabo adecuadamente, y la optimización de la fuerza de trabajo, maquinaria, los materiales así como el dinero presupuestado, como conceptos de trabajo adicional no considerado en el proyecto, extra y no ejecutada.

De acuerdo al número de actividades y métodos de construcción en función de los recursos que se cuente, esto permitirá tener modificaciones en el control tanto de avance, costo, calidad, pero no deberá tener corrección y/o modificación de acuerdo a lo planeado, cada control estará asociado en ocasiones a ciertas normas y especificaciones repercutiendo en su costo, calidad y tiempo, con un programa propuesto, flujo de caja, procesos constructivos, etc. En caso necesario, un control de obra de gran magnitud se podrá subdividir en niveles, de tal manera que se pueda llevar mejor un control de los materiales, partidas, mano de obra en cuadrillas, maquinaria y/o equipo, frentes de trabajo, flujo de caja.

Esto permitirá un tamaño y estructura de organización de acuerdo al proyecto, será necesario experiencia en anteriores proyectos. Cada nivel deberá proporcionar los controles por medio de informes técnico-administrativo general de la empresa de la obra a su cargo.

Objetivos de Control.

Un sistema de control se aplicará en cada etapa por lo que será necesario planear adecuadamente y cuidadosamente en función de cada obra y para cada empresa.

1) Control De Mano De Obra.

El objetivo principal de este control será que la mano de obra se utilice de acuerdo a las especificaciones y normatividad; por cada actividad, rendimiento de trabajo real, por lo que se obtendrá el costo y tiempo real de la mano de obra utilizada, mediante formas específicas o en una tabla representativa ya sea por partida, presupuesto, concepto de trabajo en función de cada jornada de trabajo con un promedio diario de horas trabajadas, este control se debe llevar acabo desde el inicio de la obra, ya que habrá tres posibles etapas, inicio, máxima producción y retirada. Es posible que se realice trabajo de destajo, se registrará lo pagado en función de lo ejecutado.

2) Control De Los Materiales.

El objetivo de este control es evitar los posibles robos y desperdicios o el mal empleo y distribución de los materiales pero. Esta actividad repercutirá en el costo del control debido a que en la mayoría de los presupuestos esta considerado un % de desperdicios por concepto de obra o sea, que le costará al constructor el mal empleo y distribución de los materiales.

Para el control de los materiales se podrá usar las notas y facturas, carnet de bodega, vales de entrada y salida de materiales o un control de entrada y salida de materiales, herramienta y equipo, o documentos como:

- a) Los de solicitud de necesidades.
- b) Los de transporte.
- c) Los de recepción.
- d) Los de consumo.

Para análisis de resultados contables:

- 1) Los informe técnicos-Administrativo.
- 2) Las facturas.
- 3) Los inventarios.

2.1) Control De Consumos

En obra se registrará:

La entrada y salida de materiales.

Inventarios anuales y al finalizar la obra.

Empleo real de los materiales (uso y desperdicio).

Cantidad de los materiales consumidos para evaluar sus gastos.

Los materiales básicos que pueden representar 4/5 del valor total de los materiales:

Acero, cemento, madera, concreto, arena, grava, tabique, block, ladrillo, etc.

También quedará registrada en un tabulador tanto el concepto, cantidad, fecha, distribuidor, hora, transportista, condiciones del material, entre otros.

3) Control de Maquinaria y Equipo

Se respetarán los programas de maquinaria y equipo, la fecha de envío y el tiempo de utilización, considerando también sus rendimientos, que cumplan con el programa ya que pueden perjudicar el avance de obra; de igual forma se considerarán, el transporte, características (por medio de un documento escrito), accesorios incluidos, recepción, jefe de obra, jefe de equipo o mecánico para que verifique si el equipo esta en buen estado, se registrarán todos los movimientos de la maquinaria ya sea en oficina central o bodega y obra o entre diversas obras, para conocer las horas trabajadas y fechas de reparación. También se realizará un reporte diario del empleo de la maquinaria para obtener información de la vida útil, gastos de consumo, reparaciones, mantenimiento, horario del conductor, trabajo ejecutado, etc.

4) Control General De La Obra

Este se puede llevar a cabo por medio de reportes mensuales, quincenales, semanales, diarios. Pueden ser escritos y gráficos, por medio de una libreta en obra (bitacora de obra, corresponsabilidades, u otros) su estructura dependerá de la empresa y la obra, estos reportes son la bibliografía de la obra. El reporte diario tal vez sea el más importante ya que nos informará acerca de :

A) Los principales acontecimientos del día (incidentes, visitas, dificultades encontradas, clima, horario, fecha, ingresos y egresos, etc.

B) Los conceptos ejecutados (con los tiempos utilizados, materiales consumidos de las actividades llevadas a cabo).

C) Trabajo de cada frente y consumos.

D) Permite una relación entre oficina central y la obra.

E) Solicitudes de herramientas, Materiales, remesas, equipo, planos, etc.

F) Avance diario: Programado ,real y físico.

G) Anomalías cuando es necesario la intervención de personal indicado (supervisión, especificaciones, planos, detalles, etc.).

H) Costos reales de mano de obra, materiales por conceptos ejecutados.

I) Modificaciones, desiciones, cambios, etc.

J) Rendimientos.

K) Elementos básicos para una reclamación eventual.

El informe permitirá al jefe de obra planear la jornada siguiente permitiendo al jefe de personal la buena utilización de equipo, materiales y personal.

Es importante que en el transcurso del día se anote en una agenda los incidentes, necesidades y visitas, prestamos, etc. Para que en la tarde se ejecute el reporte diario de obra.

5) Control de Porcentajes y Cantidades

De acuerdo a ciertas operaciones aritméticas podemos recopilar y registrar:

- 1) Informes mensuales
- 2) Pago a destajistas y subcontratistas.
- 3) Rendimientos y sus variaciones.
- 4) Cálculo de tiempos reales.

Pueden utilizarse formas de control individual para cada concepto y con ayuda de un croquis se esquematizan las actividades realizadas o por realizar, anotando el avance y localización, utilizando un cierto grafico y/o color.

6) Control De Estimaciones y flujo De Dinero

Su control nos permite conocer los ingresos, incrementos, adicionales, extras, egresos, descuentos, y en general la situación de la obra para una posible reprogramación en caso necesario.

Se registrarán en el programa financiero de obra todos los descuentos, incrementos en cada estimación, y los importes brutos acumulados para relacionarlos en la gráfica característica de costo-tiempo, y comparar lo estimado con lo programado.

Del control total de la obra se podrán obtener resultados reales de los programados, comparandolos y analizándolos de posibles retrasos, ganancias, pérdidas, o fracasos en procedimientos constructivos, para el mejoramiento de:

A) La rentabilidad de los medios utilizados (personal, materiales, equipo, dinero, etc.).

B) Procedimientos constructivos (Por medio sistemas cíclicos o tiempos).

C) Factores de operación (medición de esos ciclos de trabajo).

Se comparará los documentos en cuentas y subcuentas indicando sus respectivos importes con los datos de las estimaciones (producción)

El análisis entre consumo-producción dara la pauta a medidas correctivas en caso necesario.

En general el informe técnico-administrativo estará compuesto por:

- 1) Objetivos generales parciales.
- 2) Producción real.
- 3) Costo de obra.
- 4) Producción-consumo.
- 5) Conciliaciones.
- 6) Balanza de comprobación.
- 7) Cuadro de remesas-descarga de polizas.
- 8) Cuadro de almacen.
- 9) Inventario fisico.
- 10) Conciliaciones bancarias.

- 11) Relación de pólizas de salida de almacen.
- 12) Asuntos administrativos.
- 13) Producción y estimaciones.
- 14) Programa de obra.
- 15) Flujo de caja.
- 16) Avances gráficos.
- 17) Programa financiero.
- 18) Bitacora de obra.
- 19) Informe Técnico.
- 20) Informe general.
- 21) Album fotografico.

Otros tipos de controles relacionados con el control de avance y de costos son:²

- Control de costos indirectos.
- Control de métodos de construcción.
- Control de ejecución de ordenes dadas.
- Control de la seguridad de la obra.

²Para mayor información consultar la referencia #2 y Métodos modernos de programación y control de obra de R. Caballero, edit. Limusa.

III Componentes del concreto.

El concreto esta compuesto de:

- A) Cemento.
- B) Agua.
- C) Agregados Petreos (agregados gruesos y agregados finos)

A) CEMENTO

El cemento es una pasta aglutinante que constituye el 7% al 15% del volumen total del concreto.

Agregados Pétreos son: Componentes (Por lo regular naturales) y artificiales del concreto constituyen en un 60% y un 80% de su volumen. El agua Líquida permite que haya una reacción química (hidratación) origina una homogeneización de todos los componentes del concreto, que varía entre 14% al 21% del volumen total del concreto en función del tipo de cemento y otra condiciones de obra.

Las variaciones de tipos y calidad de todos estos ingredientes son muy grandes en términos generales. De acuerdo a:

Los bancos de materiales.

Características del concreto.

Tipo de obra.

Cemento.

Diseño requerido.

Especificaciones del concreto, etc.

Cemento Portland.- (NOM-C-1-1980). Es un conglomerado hidráulico de clinker frío, de un grado de finura especificado, mezclado con sulfato de calcio natural o agua. Se conoce también como crinker o mineral sintético granular cocido a una temperatura de 1400°C (1673°K) de material calcareo y arcilla ferruginosa previamente triturada, proporcionada, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. El clinker está constituido por silicatos, aluminio, aluminoferrito cálcicos (silicatos tricálcico, silicato dicálcicos, aluminato tricálcico, ferroaluminato tetracálcico).

1) Propiedades Físicas:

a) **Finura.-** Tamaño de la partícula del cemento hidráulico debe pasar el tamiz o malla del N°80 o N°130m.

La finura permite el tiempo de hidratación del cemento variando su resistencia manifestandose por un rápido endurecimiento al transcurso de los 7 días.

b) **Sanidad.-** Es la propiedad de una pasta de cemento fraguado a permanecer con un volumen constante.

El principal componente que afecta la sanidad del cemento, es la cal al aire libre, después del fraguado inicial. Los cambios volumétricos se presentan meses después de elaborada la mezcla, pero prácticamente no ocurren casos de dilatación anormal.

c) Tiempo de fraguado.- Es el Proceso mediante el cual la pasta de cemento pasa de un estado fluido a un estado sólido (proceso de hidratación) por medio de un método de obtención (de Guillmore o Vicat), dividido en dos etapas:³

Fraguado inicial.- Es cuando el agua entra en contacto con el cemento, determinado en la prueba de laboratorio por el método de Vicat cuando la aguja del aparato penetra 5 mm en la mezcla.

Fraguado final.- Se determina con una aguja de sección cuadrada de 1 mm con un cono ahuecado que tenga una arista cortante de 5 mm de diámetro y colocado 0.5 mm arriba del extremo de la aguja. Al poner en contacto con la pasta, la aguja dejará una marca, no así el filo cortante del cono.

d) Falso fraguado.- Es el endurecimiento inmediato del cemento en contacto con el agua antes del tiempo normal de fraguado de la mezcla. Se concluye que el yeso es un acelerante del fraguado. Cuando se presenta el fraguado falso se deja reposar la mezcla durante 5 minutos y se vuelve a remezclar nuevamente por espacio de 3 minutos.

e) Resistencia a la compresión.-(NOM-C-61-1976) Es obtenida en cubos de 5 cm (2 in), usando una arena estándar.**

f) Calor de hidratación.- Es la reacción del cemento con el agua generando calor que depende de la composición química del cemento, éste calor debe ser controlado por medio del curado.**⁴

g) Pérdida por Ignación.- Es el cambio del peso volumétrico al efecto de la temperatura en un rango de 900 a 1000°C que no debe variar en un 2 % .

h) Peso específico.-(NOM-C-152-1970).El peso específico del cemento portland es de 3.15 y del cemento portland de escorias de altos hornos es de 2.9, es muy útil para la dosificación de mezclas.

TIPOS DE CEMENTOS

Dependiendo de sus características químicas y físicas, los cementos están clasificados en cinco tipos como utilidad en la construcción:

Tipo 1.- Cemento común: de uso general en la construcción, su uso no está sujeto a elementos como sulfatos del suelo o del agua, elevadas temperaturas, se aplica en pavimentos y aceras, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para ferrocarril, tanques, depósitos, alcantarillas, tuberías para agua, mamposteos, etc.

³Para mayor Información consultar las referencias #1, 3, 15, 28.

** La resistencia a la compresión f_c, el proceso de hidratación, como el curado se detallará mas ampliamente en temas posteriores.

Tipo 2.- Cemento Modificado, su usa en construcciones de concreto expuestos a la acción de sulfatos de calor de hidratación moderada. Se usa también en obras de drenaje profundo, en pilas de estribos gruesos, muros de contención y en general para concretos que se cuelen en climas cálidos.

Tipo 3.- Cemento de resistencia alta.- Su uso es requerido para obtener un concreto lo más pronto posible, al retirar la cimbra, para que la estructura se tenga que poner en servicio rápidamente, esto permite un curado muy controlado.

Tipo 4.- Cemento de bajo calor.- Se utiliza cuando se requiere un reducido calor de hidratación, es útil en estructuras de concreto de gran masa, como presas de gravedad.

Tipo 5.- Cemento de alta resistencia a los sulfatos. Para concretos cuya acción es afectada por sulfatos que se presentan suelos o agua subterránea.

Otros tipos de cementos especiales son:

Cemento Blanco.- Cemento tipo 1,2, tiene un bajo contenido de óxido Férrico (0.5%) que origina su color blanco durante su fabricación, ya que en vez de utilizar arcilla, se utiliza caolin (que contiene silice, oxido de aluminio, y menor proporción óxido férrico).

La aplicación del cemento blanco lo tenemos en fachadas prefabricadas, en edificación como azulejo, mosaicos, mármol, fachaleta, texturizado, terrazas, juntas, pisos, etc.

Cemento portland Puzolanico.-(NOM-C-2-1970).

Es un conglomerante hidráulico de una mezcla de clinker portland, puzolana y sulfato de calcio natural con un calor de hidratación moderado, el clinker portland contendrá como máximo 8% del aluminato tricálcico, de puzolana constituirá del 15 al 40%.

Cemento de Escorias.(NOM-C-184-1970).

Existen tres tipos con cierta característica de escoria y de aglomerante utilizado con una mezcla en frío de escoria ácida, cal y un acelerante del proceso de fraguado como el sulfato. Con las escorias, el fraguado al aire libre es lentísimo, en medios sumergidos o semihúmedos es donde alcanza mayor resistencia, es sensible a bajas temperaturas. Se recomienda utilizarlos en colados de gran volumen.

Cemento Portland de altos hornos.

Es una mezcla de clinker, escoria granulada de alto horno(30%-70%) y yeso. Su molienda se hace en frío y es de una finura mucho mayor permitiendo una gran resistencia al ataque de aguas agresivas, así como de un bajo calor de hidratación durante su fraguado, permitiendo ser empleado en cualquier tipo de estructura.

Cemento de Albañilería.

Es una mezcla de clinker, calizas y yeso, es un material puzolánico y agente inclusor de aire, este cemento mezclado con arena fina y agua produce un mortero plástico y cohesivo de tal manera que su fraguado es menor, se obtiene una mayor resistencia, y menores cambios volométricos.

B) AGUA

Si el agua es bastante buena para tomar, se considera lo suficientemente buena para fabricar concreto. Sin embargo el olor o el sabor, así como la fuente de abastecimiento no debe ser razón suficiente para rechazar cualquier agua.

Si las impurezas en el agua para una mezcla de concreto son excesivas, pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto, su constancia de volumen e inclusive la corrosión en el acero.

Generalmente el agua que contenga menos de 2000 ppm (partes por millar) de sólidos totales disueltos es buena para el concreto.

TABLA-CCAL.10 Análisis típicos de aguas de abastecimiento urbano en partes por millar. (P.P.M.).

COMPUESTO	SÍMBOLO	P.P.M.
Silice	Si O ₂	2.4 - 12.0
Hierro	Fe	0.0 - 0.2
Calcio	Ca	3.0 - 96.2
Magnesio	Mg	1.4 - 34.0
Sodio	Na	1.7 - 339.0
Potasio	K	0.7 - 18.0
Bicarbonatos	HCO ₃	14.0 - 549.0
Sulfatos	SO ₄	9.7 - 121.0
Cloruro	Cl	2.0 - 280.0
Nitrato	NO ₃	0.1 - 13.0
Totales (sólidos disueltos)		31.0 - 983.0

Cualquier agua que tenga un análisis químico comparable al de las tablas anteriores, será probablemente adecuado para mezclar concreto, puede usarse agua de calidad desconocida, siempre y cuando se demuestre que no produce una influencia adversa en el tiempo de fraguado en la adquisición de la resistencia y en la durabilidad del concreto.

Se deberá determinar las características del agua para concreto por medio de 3 muestras representativas.

Los métodos de análisis que se deben aplicar al agua para la obtención de sus características se especifican en la NOM-C-283 (AGUA PARA CONCRETO):

TABLA-CCA.11 Concentraciones tolerables de impurezas en el agua de mezcla.

N°	COMPUESTO	P.P.M.
1	Carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio.	1000
2	Cloruro de Sodio.	20,000
3	Sulfato de Sodio.	10,000
4	Bicarbonatos de Calcio y de Magnesio.	400
5	Cloruro de Calcio.	2% *
6	Sales de hierro.	40,000
7	Iodato, Fosfato, Arsenato, Borato de Sodio.	500
8	Sulfato de Sodio (se justifica en la prueba).	100
9	Acido Clorhidrico y sulfuro.	10,000
10	Hidroxido de Sodio	65% DE Q
11	Sal y partículas suspendidas (afecta el fraguado)	2,000

- 1.- Determinación de aceite, grasa y sólidos en suspensión.
- 2.- Determinación de la suma de carbonatos y bicarbonatos CO_3 .
- 3.- Determinación de sulfatos como SO_4 .
- 4.- Determinación de cloruros como Cl.
- 5.- Determinación de materia orgánica por el oxígeno consumido.
- 6.- Determinación del magnesio Mg.
- 7.- Determinación de CO_2 disuelto.
- 8.- Determinación de P.H.
- 9.- Determinación impurezas en solución.
- 10.- Determinación de alcalis como Na^+ .

El agua con algas, cuando se usa en las mezclas para concreto tiene el efecto de incluir cantidades muy grandes de aire reduce su resistencia.

El aumento en la proporción de algas de 0.09% a 0.23% produce una inclusión de aire del 10.6% con una reducción del 50% de la resistencia a la compresión.

El agua con azúcar. Puede no disminuir la resistencia del concreto si la proporción de azúcar es menor de 500 P.P.M.

Una proporción de azúcar equivale de 0.013 a 0.15% en peso de cemento por lo general retarda el tiempo de fraguado del concreto, pero concentraciones un poco mayor de azúcar aproximadamente 0.02% con relación al peso de cemento en realidad provoca un fraguado rápido en el concreto. La cantidad exacta de azúcar que puede producir estos diferentes efectos en un concreto, varía con la composición del cemento, la proporción del cemento en el concreto y la temperatura ambiental.

Agua con aceite .- Si ocasionalmente tiene que usarse en las mezclas para concreto. En pequeñas cantidades es probable que no produzca efectos adversos pero si la concentración de aceite mineral es mayor al 2% al peso del cemento puede reducir la resistencia del concreto en más del 20%.

Los datos dados anteriormente deben de servir de guía en casos extremos, se deberá determinar los valores límites de las impurezas perjudiciales experimentando con materiales reales, proyectos de mezclas y condiciones ambientales.

La lluvia ácida (con un HP de 4.0 a 4.5) puede marcar levemente las superficies de concreto, sin afectar el desempeño de las superficies expuestas de concreto como tuberías de concreto enterrado o concretos expuestos de manera continua a los líquidos que tengan un HP inferior a 3.

Las aguas con un HP superior a 6.5 pueden ser agresivas si contienen bicarbonatos.

Las relaciones agua-cemento bajas, la permeabilidad baja ayuda a impedir que penetren agentes corrosivos en el concreto. Los contenidos de cemento bajos o moderados (280 Kg/m^3 - 380 Kg/m^3) tienen como consecuencia un menor contenido de pasta susceptible de ser atacada.

C) AGREGADOS PETREOS.

Son aquellos materiales que se van a utilizar en la fabricación de concreto, con el fin de reducir los cambios volumétricos, aumentar la resistencia, así como el consumo de cemento, entre otros objetivos.

Hay agregados artificiales y agregados naturales.

El agregado artificial se logra por el quemado de arcilla soplado de lavas, por escorias de altos hornos, por cenizas de carbón de piedra o por trituración mecánica.

El agregado natural es producto de la extracción y trituración de roca ya sea de la intervención de algún medio mecánico o algún medio natural como la acción del agua, deshielo, otras; por el momento solo se comentarán los agregados naturales.

Los agregados se clasifican en:

AGREGADOS FINOS Y AGREGADOS GRUESOS.

Se clasificarán de acuerdo ciertas propiedades físicas de la siguiente manera:

a) Por tamaño: FINOS (ARENA) Y GRUESOS (GRAVAS)

b) Por su forma:

En material de canto.

En material triturado.

En material de canto rodado y triturado (mixto).

Tanto del material de canto rodado (boleo) como del material triturado (aristas vivas) se obtiene un concreto de mayor resistencia, pero el costo del primero es mayor debido a que es más difícil de obtener en el mercado, ya que es más utilizado para acabados.

Los agregados petreos deben ser:

Limpios, Duros, Resistentes, Económicos.

Entre las pruebas de laboratorio más importantes que se realizan a los agregados son:

- a) Absorción.
- b) Densidad.
- c) Peso volumétrico.
- d) Sedimentación.
- e) Calorimetría.
- f) Pérdida de lavado.
- g) Humedad.
- h) Granulometría.
- i) Razón óptima de grava-arena en %.
- j) Resistencia.
- k) Sanidad.
- l) Resistencia al desgaste.
- m) Reacción alcalí-agregado.
- n) Forma y textura superficial, de las partículas.

Se mencionarán las pruebas que se realizan a los agregados más importantes:

Composición granulométrica de los agregados (NOM-C-77-1966).

Es la distribución de tamaños de los agregados de tal forma que tienen que pasar por cierta malla especificada, por medio del método de prueba para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos, expresados en un porcentaje de material retenido en cada malla; es una característica importante del concreto debido a que si hay variación en la graduación, alteran al área específica del material, la trabajabilidad. La relación Agua/Cemento también afecta la compactación del concreto, el acabado, la segregación y el sangrado.

Hay un límite definido de graduación óptima para los agregados fino y grueso.⁵

Peso específico (NOM-C-72-1968).

El agregado nos permite saber si el concreto será pesado o ligero, es un dato importante en el diseño para obtener las resistencias especificadas de proyecto.

Absorción

La porosidad del material permitirá conocer sus características de densidad aparente, textura, volumen de agua y resistencia.

Sanidad (NOM-C-75-1979).

Nos permite conocer la resistencia a los cambios volumétricos debido a las condiciones ambientales naturales como congelación, dehielo, cambios térmicos, estados de saturación y secado.

⁵ Posteriormente ampliaremos este tema, como el forma y textura, siendo de gran importancia para la fabricación del concreto.

Reacción alcali-agregado (NOM-C-298-1980).

Si los agregados que tienen ciertos elementos químicos reaccionan con los alcalis del cemento, produce una expansión anormal, y agrietamientos irregulares en el concreto. Aunque los agregados contengan ciertos elementos químicos sin reaccionar con el cemento, hay ciertas pruebas (con la misma agua) para determinar la reactividad potencial de los agregados con los alcali del cemento (por medio de barras de mortero).

Resistencia a la compresión de los agregados.

Hay dos tipos de resistencia a los agregados, resistencia a la compresión y resistencia al impacto (tenacidad). Este ultimo útil para un concreto sujeto a desgaste como pisos para servicio pesado. La prueba común para obtener la resistencia al desgaste es el método del tambor giratorio de los angeles. La obtención de la resistencia a la compresión se realiza por medio de cilindros de prueba, con ciertas especificaciones de dimensión.

TABLA-CCAL.12 Principales características de los agregados.

CARACTERISTICA	SIGNIFICADO O IMPORTANCIA	N.O.M.	REQUISITOS SEGUN LAS ESPECIFICACIONES
Resistencia al desgaste	Indicador de la calidad del agregado para los pisos de bodegas, plataformas de carga, pavimentos, etc.	C-196-1978	Máximo porcentaje de pérdida.
Resistencia a la congelación y la fusión	Estructuras sujetas al intemperismo.	C-75-1972	Numero máximo de ciclos
Estabilidad química.	Resistencia y durabilidad de todos los tipos de estructuras.	C-180-1971	La máxima dilatación de la barra de mortero los agregados no deberán reaccionar con los alcali del cemento. * Máximo de piezas.
Granulometría	Manejabilidad del concreto fresco por economía.	C-77-1966	Porcentaje máximo y mínimo que pasa por las mallas estándar.
Peso volumétrico unitario	Cálculos para el proyecto de mezclas, clasificación.	C-73-1972	Peso unitario mínimo o máximo, concretos especiales.
Absorción y humedad superficial	Control de calidad del concreto		

Los agregados por sus propiedades físicas, térmicas y químicas influyen en el comportamiento del concreto, en:

- a) Durabilidad.
- b) Economía.
- c) Trabajabilidad.
- d) Permeabilidad.
- e) Propiedades térmicas.
- f) Peso volumétrico.
- g) Resistencia.
- h) Elasticidad.

Estas Propiedades pueden incrementar su catidad con solo cambiar la calidad y granulometría de los agregados, clasificandose por su origen, peso, tamaño, forma y textura.

- a) Por su origen:

Según su composición mineralógica en los estudios preliminares, se pueden obtener Rocas:

Igneas, Sedimentarias, Metamórficas.

Estas últimas no son recomendables para los agregados debido a que pueden tener reacciones nocivas en los componentes alcalinos del cemento.

b) Por su peso:

Los agregados quedan divididos en los siguientes tres grupos: ligeros, normales, pesados. Esta forma de clasificarlos es para conocer el peso de la estructura del concreto que influye en el diseño o su comportamiento.

c) Por su tamaño:

Los agregados se clasifican en gruesos y finos, el límite que divide estas dos fr es la malla # 4(4.76 mm) hasta partículas más finas con la malla # 100(0.15 mm).

La combinación adecuada así como una composición granulométrica correcta y suficientemente uniforme dara como producto deseado.

d) Por su forma y textura.

Este afectan la trabajabilidad del concreto, puede alterar también la demanda del agua y del cemento, así como la adherencia entre la pasta del cemento y el agregado, también influye en la resistencia del concreto.

Se emplea equipo especial de trituración para mejorar la forma de la partícula.

Una clasificación de los agregados de acuerdo a su extracción será el siguiente:

i) Agregados naturales de río:

Abanicos, aluviales, terrazas, planicies de inundación.

ii) Otros:

De deposito lacustres, dunas, depósitos residuales

iii) Residuales:

Triturados, artificiales, especiales.

Un agregado en su fabricación o trituración puede tener la forma:

Redondeado. Irregular. Lejeado. Angular. Elongado. Redondo.

Muy redondo. Sobreondado. Subángular. Angular.

Por su textura:

Vitrea. Lisa. Granular. Aspera. Cristalina. Porosa.

TABLA-CCA.13 Principales agregados para la obtención del concreto requerido en su peso:

AGREGADOS	TIPO DE CONCRETO
Lutitas, arcilla, puzos, escoria esponjada.	Concreto estructural con peso unitario, que varia de 1300 a 1800 Kg/m ³ NOM-C-299-1980.
Piedra puzos, escoria, perlita, vermiculita, diatomita	Concreto aislado con peso de 240 a 1400 Kg/m ³ ASTM C-332
Barita, limonita, magnetita, hematita, hierro, partículas de acero.	Concreto muy denso. (No hay norma).
Arena, grava, piedra triturada, escoria, de altos hornos enfriada al aire.	Concreto normal que pesa de 2100 a 2500 Kg/m ³ NOM-C-111-1980.

TABLA.CCA.14 Clasificación de los agregados según se tamaño:

AGREGADO	TAMAÑO	
	MÍNIMO	MAXIMO
Arena	0.1 mm	5 mm (3/16")
Confitillo: Grava muy pequeña.	5.1 mm (3/16)	10 mm (3/8")
Grava pequeña.	10.1 mm (3/8")	19 mm (3/4")
Grava mediana.	19.1 mm (3/4")	38 mm (1.5")
Grava grande	38.1 mm (1.5")	76 mm (3.0")
Matajena: Grava extragrande	76.1 mm (3.0")	152 mm (6.0")

Cualquier agregado clasificado no deberá contener más del 10% de partículas menores del tamaño mínimo estipulado ni más del 5% de partículas mayores del tamaño respectivo.

La densidad no será menor de 2.45 a menos que sea agregado para concreto ligero.

Los agregados seleccionados no deberán contener minerales que afecten al concreto como ópalo y la cancedonia.

Para la obtención de los agregados será necesario contar con un banco de explotación que permita la extracción del material; posteriormente a los trabajos preliminares (estudios geológicos, topográficos, económicos, factibilidad, etc.), las etapas de las operaciones de explotación serán:

- 1) Perforación.
- 2) Barrenación.
- 3) Dinamitar.
- 4) Extracción.
- 5) Transportación.
- 6) Trituración.
- 7) Manejo y almacenamiento.
- 8) Utilización.

Para la obtención de estos agregados por medio de la trituración se podrán utilizar trituradoras como:

- a) Trituradoras primarias: Quijada, giratorias.
- b) Trituradoras secundarias: cónicas, rodillos.
- c) Trituradoras terciarias: Molino de barra, bolas, martillo.

El equipo complementario que se debe contar de contar será:

- i) Cribas (vibratorias, verticales, o horizontales).
- ii) Bandas transportadoras.
- iii) Gusanos labadores.
- iv) Silos.
- v) Tolvas.

Para el proceso de trituración se debe tomar en cuenta:

- a) La clase de piedra por triturar.
- b) La máxima medida que se necesita.
- c) El método de alimentación.
- d) Capacidad requerida por la planta.

El costo superior para obtener o manejar agregados mayores que 50 mm, puede compensar el ahorro al utilizar menos cemento; los agregados de tamaños máximos distintos para la misma relación Agua/Cemento, el concreto con el menor tamaño de agregados tiene una mayor resistencia a la compresión pero más para concreto de

alta resistencia que depende de la resistencia relativa de la pasta de cemento, adherencia Agregado-cemento y resistencia de los agregados.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso, es menor tamaño de malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal puede retener el 5% al 15% del agregado dependiendo del número de tamaño, pero hay otros requisitos externos que se deben cumplir, como el tamaño máximo del agregado (T.M.A.) que depende de la forma, tamaño del elemento de concreto, de la cantidad de distribución de acero de refuerzo, el tamaño de agregado grueso no debe sobrepasar:

- a) Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
- b) Tres cuartas partes del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
- c) Un tercio del peralte de las losas.

La mezcla tiene trabajabilidad suficiente para colocar el concreto sin que se formen vacíos.

Las mezclas con granulometría discontinua se utilizan para obtener texturas uniformes en concretos con agregados expuestos. También se emplean en concretos estructurales normales para mejorar su densidad, permeabilidad, contracción, fluencia, resistencia, consolidación. Para un agregado de 19 mm de tamaño máximo se puede omitir las partículas de 4.75 mm a 9.52 mm sin hacer al concreto áspero o propenso a segregarse. Para el agregado de 38.1 mm normalmente se omiten los tamaños de 4.75 mm a 19 mm.

El contenido de agregado fino depende del contenido de cemento y de la trabajabilidad y de la granulometría continua.

Debe evitarse la segregación en concretos con granulometría discontinua, para esto es necesario reducir el revenimiento de 0 a 7.5 cm, tanto en la granulometría como en la relación Agua/Cemento menor, si esto se controla se puede obtener concretos con mayor resistencia.

Los agregados deben cumplir con ciertos requisitos para su uso en la construcción. Como ser libres de productos químicos absorbidos, recubiertos de arcilla y otro material que afecten la hidratación, adherencia de la pasta de cemento, resquebrajables, desmenuzables, rocas esquistosas.

Los agregados comúnmente usados como arena, grava, piedra triturada y escoria de alto horno enfriada al aire, produce concreto fresco o recién mezclado de peso normal, pesando aproximadamente de 2160 a 2560 Kg/m³. Los agregados de esquisto, pizarra, arcilla y escoria pesados, esponjados se utilizan para producir concreto ligero estructural con un peso volumétrico fresco que varía de 1440 a 1920 Kg/m³, otros materiales ligeros como piedra pómez, escoria, perlita, vermiculita, diatomita se usan para producir concretos ligeros que pesan entre 240 a 1440 Kg/m³.

Para producir concretos muy densos y concreto de blindaje contra la radiación, se usan materiales pesados como: La barita, limohita, magnetita, ilmetita, hierro y partículas de acero (ASTM C637 y C638).

Proporción Agua-Cemento. Trabajabilidad. Capacidad de bombeo.
Economía. Porosidad. Contracción. Durabilidad en el concreto. **TABLA-CCA-16¹**

Núm de muestra	Tamaño nominal (mallas con aberturas cuadradas) [MM]	CANTIDADES MENORES QUE PASAN CADA MALLA DE LABORATORIO (ABERTURAS CUADRADAS), PORCIENTO EN PESO.												
		100	90	75	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
		4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	3/4	1/2	3/8	N°4	N°8	N°16
1	90-37.5	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63-37.5	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50-25.0	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-
357	50-4.75	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	-	-	-
4	37.5-19	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
467	37.5-4.75	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25-12.5	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25-9.5	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-
57	25-4.75	-	-	-	-	-	-	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
6	19-9.5	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
67	19-4.75	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	25-55	0-10	0-5	-
7	12.5-4.75	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
8	9.5-2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

¹ Consultar referencia #1, P.33.

Características de los Agregados.**A) Granulometría.**

Es la distribución de los tamaños de los agregados por análisis de tamices o mallas (ASTM C136).

Para agregado fino hay siete mallas (ASTM C33) que varía desde la malla N° 100 (150 micras) hasta 9.52 mm.

Para agregado grueso son trece los tamices (ASTM E11) con aberturas de 1.18 mm hasta 102 mm.

Cada numeración se aplica para cantidades (peso) en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. La granulometría y los límites se expresan usualmente como el porcentaje de material que pasa cada malla, sus requisitos permiten que disminuyan los efectos en el concreto como:

Proporción Agua-Cemento, Trabajabilidad, Capacidad de bombeo, Economía, Porosidad, Contracción, Durabilidad en el concreto.

FIGURA-CCA.8

Peso que pasa %

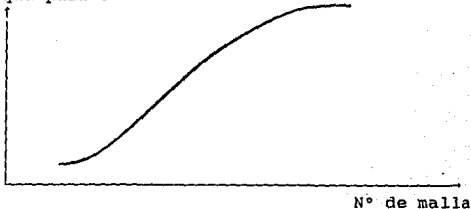


TABLA. CCA. 15 ⁶

PROPIEDAD	IMPORTANCIA	DESIGNACION DE LA PRUEBA	REQUISITO O CARACTERISTICA REPORTADAS
Resistencia al desgaste y a la degradación.	Índice de calidad del agregado; resistente al desgaste de pisos y pavimentos.	ASTM C131, C535, C 779.	Porcentaje máximo de pérdida de peso. Profundidad de desgaste y tiempo.
Resistencia a la congelación y deshielo.	Descascaramiento a la superficie, aspereza, pérdida de sección, y deformación.	ASTM C666, C682.	Número máximo de ciclos o período de inmunidad a la congelación; factor de durabilidad.
Resistencia a la deintegración por sulfatos.	Sanidad contra la acción del intemperismo.	ASTM C98.	Pérdida de peso, partículas exhibiendo fallas.
Forma de la partícula y textura superficial.	Trabajabilidad del concreto en estado fresco.	ASTM C295, C339 ⁸	Porcentaje máximo de partículas planas y elongadas.
Granulometría.	Trabajabilidad del concreto en estado fresco; economía.	ASTM C117, 136.	Porcentaje máximo y mínimo que pasa las mallas especificadas.
Peso volumétrico o densidad en masa.	Cálculos para el diseño de mezclas: clasificación	ASTM C29	Peso compacto y peso suelto.
Peso específico.	Cálculo para el diseño de mezclas.	ASTM C127 Agregado fino. C128 A. Grueso.	-----
Absorción y humedad superficial	Control de Calidad del concreto.	ASTM C70, C127, C128, C566.	-----
Resistencia a la compresión y a la flexión.	Aceptación del agregado fino cuando otras pruebas fallan.	ASTM C39, C78.	Que la resistencia exceda el 95% de la resistencia lograda con arena purificada
Definiciones de los componentes	Aclarar el entendimiento y la comunicación.	ASTM C125, C294.	-----
Componentes de los agregados.	Determinar la cantidad de materiales orgánicos y deletéreos.	ASTM C40, C87, C117, C123, C142, C295.	Porcentaje máximo de los componentes individuales.
Resistencia a la reactividad con los álcalis y el cambio volumétrico.	Sanidad contra el cambio de volumen.	ASTM C227, C289, C295, C342, C586	Cambio longitudinal máximo, cantidad y componentes de Sílice y alcalinidad.

Este efecto se puede explicar con la cantidad de vacíos que hay entre los agregados de tal forma que la relación de vacíos debe ser lo más bajo posible o sea con un proporción de agregados gruesos como finos así como el ocupado por el cemento permiten la fabricación del concreto de mayor calidad, aunque la cantidad necesaria de pasta de cemento es mayor que el volumen de vacíos que existen entre los ellos. La gráfica indica el porcentaje que pasa en peso - número de malla y se comporta en forma algorítmica.

⁶Consultar referencia # 1.

Agregado fino (Arena).

Es un material granular fino cuyo tamaño será menor de 5mm (3/16") pero mayores de 0.1 mm que resulta de la trituración de las rocas. Se denomina en arena gruesa, mediana, fina, muy fina, hay arena de río, minas y mar. La arena no debe contener más del 1% en el peso de terrones de arcilla. Su granulometría debe satisfacer los límites que a continuación se indica: **TABLA-CCA.17**

NUMERO DE MALLA	RETENIDO ENTRE LAS MALLAS INDICADAS EN %.	
	MINIMA EN %	MAXIMO EN %
3/8" A 4.0	0.0	5.0
4.0 A 8.0	5.0	20.0
8.0 A 16.0	10.0	20.0
16.0 A 30.0	10.0	30.0
30.0 A 50.0	15.0	35.0
50.0 A 100.0	12.0	20.0
Pasa de la malla 100.0	3.0	7.0

Las arenas son a veces redondas, angulosas cristales enteros o incpletos. La arena debe ser resistente a la acción disolvente de los agentes atmosféricos sin cambiar su constitución física.

Clasificación mineral de las arenas.

- Cuarzosas (de 2% a 20% de mineral como el feldespato, cal).
- Calizas (calcarias).
- Delomitas.
- Ferruginosas.
- Volcánicas.
- Glauconíticas.

Granulometría en agregados finos.

Depende del tipo de trabajo de la mezcla y del tamaño máximo del agregado grueso en mezclas pobres o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa la criba, resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad.

Si la relación Agua/Cemento se mantiene constante y la relación agregado fino/grueso se elige correctamente, puede hacerse uso de un amplio rango en la granulometría sin tener efecto apreciable en la resistencia. **TABLA-CCA.18**

TAMANO DE LA MALLA	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO
9.52 (3/8")	100
4.75 (N° 4)	95-100
2.36 (N° 8)	80-100
1.18 (N° 16)	50-85
0.60 (N° 30)	25-60
0.30 (N° 50)	10-30
0.15 (N° 100)	2-10

Los porcentajes mínimos (en peso) que pasa las mallas de 0.3 mm (N° 50) y de 0.15 mm (N°100) serán reducidos de 5% y 10%, respectivamente si:

a) El agregado en concreto con aire incluido superior al 3%, pesa más de 237 Kg de cemento/m³.

b) El agregado en concreto sin aire incluido, pesa más de 296 Kg de cemento/m³.

c) Se usa un aditivo mineral, compensando la deficiencia del material que pase por estas dos mallas.

d) El agregado fino no tiene el 45% de retenido entre dos mallas consecutivas.

e) El método de finura está en un rango de 2.3 - 3.1 o que varíe en más de 0.2 del valor típico de la fuente de abastecimiento del agregado, en caso contrario se rechazará.

Las cantidades de agregado fino que pasan la malla de 0.3mm (N°50) y de 0.15 (N°100) afectan la trabajabilidad, la textura superficial y el sangrado del concreto. Por ejemplo en los pisos de concreto acabados a mano o donde se requiera la textura superficial tersa, se deberá usar un agregado fino que contenga al menos un 15% que pase la malla de 0.3 mm y al menos un 3% que pase la malla de 0.15 mm.

El módulo se obtiene con el porcentaje acumulado en todas las mallas, entre mayor sea el módulo de finura, más grueso será el agregado, por ejemplo:

TABLA-CCA.19

Tamaño de la malla.	% de fracción individual retenido en peso.	Porcentaje acumulado que pasa en peso	Porcentaje acumulado retenido en peso.
9.52	0	100	0
4.75	2	98	2
2.36	13	85	15
1.18	20	65	35
0.60	20	45	55
0.30	24	21	79
0.15	18	3	97
Charola	3	0	--
Total	100		283

El módulo de finura = $283/100 = 2.83\%$

Granulometría en Agregados Gruesos.

Varía dentro de un rango moderado, con efecto apreciable de la demanda de Agua/Cemento, o sea entre mayor sea el agregado grueso disminuye la cantidad de agua (relación de vacíos) de igual forma ocurre con el cemento; no hay variación si la proporción de agregado fino o agregado total produce un concreto de buena trabajabilidad cambiando las proporciones de la mezcla si ocurren fuertes variaciones en la granulometría del agregado grueso, pero es más económico mantener uniformes el manejo y manufactura del agregado grueso, reduciendo las variaciones de granulometría.

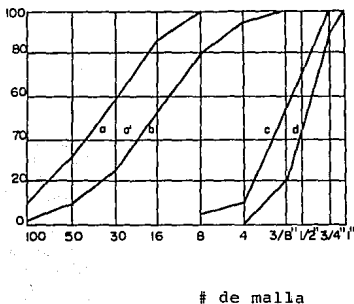
Agregado Grueso (grava).

Es un material granular de piedra triturada de escoria de altos hornos, u otro material inerte, material arcilloso de fragmentos suaves, partículas de sílice, etc. No deberán exceder de los siguientes límites máximos del 0.25%, 0.5% y 1% respectivamente del volumen total de los agregados.

Los agregados constituyen aproximadamente el 70% del volumen total del concreto por lo tanto influyen en el costo de los materiales. Las propiedades físicas del concreto podrían afectar las características de los agregados como:

Peso unitario.
 Manejabilidad.
 Módulo de elasticidad.
 Resistencia.
 Contracción.
 Flujo plástico.
 Comportamiento térmico.
 Durabilidad.

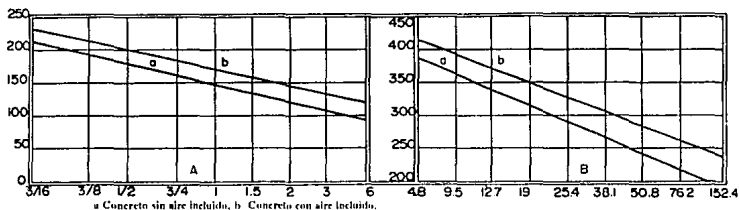
FIGURA-CCA.9 Diseño y coltrol de mezclas
 % que pasa en peso.



- a) Arena fina. b) Arena gruesa.
 c) Agregado fino. d) Tamaño # 67.

TABLA-CCA.10 Tamaño máximo nominal de los agregados gruesos con aire incluido y sin aire incluido.⁷

CONTENIDO DE CEMENTO. KG/M³



a Concreto sin aire incluido, b Concreto con aire incluido.

A Con revenimiento de 7.5 cm y relación A/C = 0.54, B Con revenimiento de 7.5 cm y relación A/C = 0.54

Forma y Textura De Los Agregados.

Un agregado influye en las propiedades del concreto fresco más que en el concreto endurecido. Los agregados de superficie rugosa o las planas y alargadas requieren más agua para producir un concreto manejable que los agregados redondeados o con partículas cuboides. Por lo tanto, los agregados que son granulares requieren más cemento para mantener la misma relación agua-cemento. Sin embargo cuando la graduación es buena, tanto los agregados triturados como los no triturados generalmente dan la misma resistencia, siempre que la dosificación de cemento sea la misma.

Para un concreto trabajable, las partículas elongadas, angulares de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos, así como una mayor cantidad de cemento (mantener la misma relación Agua/Cemento) ya que al aumentarlos en cantidad, los agregados pobremente graduados o angulados pueden ser también más difícil de colar.

De la misma forma, la adherencia aumenta para un concreto de agregado redondo y liso a angular y rugoso, es importante cuando los concretos requieren de una alta resistencia a la flexión y compresión. Los agregados angulosos y rugosos deben limitarse a un 15 % del peso total del agregado tanto para finos como para gruesos. El peso volumétrico (peso unitario, densidad de masa) de los agregados usado en concretos normales varía de 1200 Kg/m³ a 1750 Kg/m³.

El contenido de vacíos para los agregados finos será de 40-50%.

El contenido de vacíos para los agregados gruesos será de 30-45%.

Recordando que la angularidad aumenta el contenido de vacíos.

El peso específico o densidad relativa de los agregados varía de 2.4-2.9, que se usa para cálculos de proporcionamientos de mezclas y control, no se emplea como índice de calidad. La absorción y humedad de los agregados sirve para controlar el contenido neto de agua en el concreto. La cantidad de agua utilizada en la mezcla será ajustada a la humedad que tengan los agregados.

⁷ Consultar referencia #1 p.36

Las condiciones de humedad de los agregados se muestran en la FIGURA-CCA.11



ESTADO: 1) Seco en horno, 2) Secado al aire, 3) Saturado parcialmente seco, 4) Húmedo o mojado.
HUMEDAD TOTAL: 1) Ninguna, 2) Menor que la absorción potencial, 3) Igual a la absorción potencial, 4) Mayor que la absorción.

Los agregados tienen niveles de absorción de 0.2%-4% y 0.2%-2% para agregado grueso y fino respectivamente y una cantidad de agua de 0.5%-2% y 2%-6%, respectivamente.

La magnitud del abudamiento varia considerablemente con el aumento de humedad entre un agregado fino y un agregado grueso.

FIGURA-CCA.12 γ DE AUMENTO DE VOLUMEN DE ARENA SECA - γ POR PESO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO.

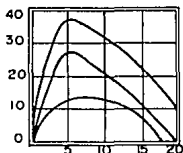
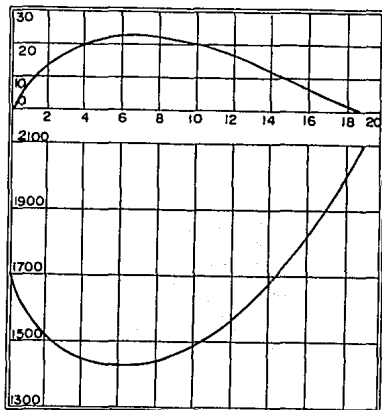


FIGURA-CCA.13 RELACION DE γ EN VOLUMEN - HUMEDAD DE AGREGADO FINO. γ EN PESO.



Hay grandes variaciones en las cantidades para las mezclas si se hace la dosificación de acuerdo con el volumen; por esta razón es recomendable utilizar un agregado pesado y que se le ajuste por contenido de humedad. Cuando sea dosificado el concreto de la misma forma, tanto la porosidad, permeabilidad, estructura de poro y absorción permiten una mejor resistencia a la congelación y deshielo, los poros grandes no se saturan ni son causa de falla en el concreto y el agua en poros muy finos no se congelan tan fácilmente.

El agrietamiento en D, es un deterioro por congelación-deshielo de los pavimentos de concreto, que se observan luego de tres años de servicio; son formaciones de grietas estrechamente espaciadas y paralelas a las juntas transversales y longitudinales, multiplicándose hacia afuera desde las juntas hacia el centro del tablero de pavimento y es debido a la función de cientos de tipos de partículas de los agregados, así como al medio ambiente en la que se coloca el pavimento.

La resistencia al desgaste se realiza por medio de la prueba de los angeles, que consiste colocar un poco de agregado especificado dentro del tambor de acero que contiene bolas del mismo material, se pone a rotar el tambor y se mide el porcentaje de material desgastado, el límite de desgaste es de 25%.

La resistencia al desgaste se emplea para producir concretos sujetos a la abrasión, para pisos de servicio pesado o en su caso para pavimentos.

Las resistencias a la tensión de los agregados varía de 20 Kg/cm² hasta 160 Kg/cm² y las resistencias a compresión varía de 20 Kg/cm² hasta 2810 kg/cm².

Al quedar expuesto el concreto al fuego, si contiene agregado grueso calcáreo tendrá un mejor desempeño, pero si tiene cuarzo o sílice como el granito o la cuarcita, y una temperatura de 57°C el cuarzo se expande a 0.85% provocará una expansión destructiva. El coeficiente de expansión térmica de los agregados varía de 0.56×10^{-6} a 5×10^{-6} °C.

Sustancias perjudiciales en los agregados.

Las sustancias perjudiciales que pueden estar presentes en los agregados incluyen las impurezas orgánicas, limo, arcilla, carbón de piedra, lignito, entre otras partículas ligeras. Las especificaciones limitan estas sustancias en cantidades permisibles en los agregados y queda resumido en la siguiente TABLA-CCA.20.

Las sustancias perjudiciales presentes en los agregados son las impurezas orgánicas como el limo, arcilla, esquistos, óxidos de hierro, carbón mineral, lignito; ciertas rocas y minerales como: horstenos, el cuarzo deformado, el yeso y la anhidrita que provocan ataque de sulfatos, los esquistos provocan erupción al expandirse por haber absorbido agua o por cierta congelación.

No se deberán admitir partículas blandas en el agregado grueso porque pueden afectar la durabilidad y la resistencia a la abrasión del concreto y producir erupciones. Los terrones de arcilla pueden absorber una cantidad de agua del mezclado, ser causa de erupciones en el concreto endurecido y afectar la durabilidad y la resistencia a la abrasión.

TABLA-CCA.20

SUSTANCIAS PERJUDICIALES	EFECTOS SOBRE EL CONCRETO	NOM
Impurezas orgánicas	Afectan el fraguado y el endurecimiento y pueden producir deterioro.	C-76-1966
Materiales más finos que la malla # 200	Afectan la adherencia y aumentan la cantidad de agua necesaria.	C-71-1967
Carbón de piedra lignito u otros materiales ligeros	Afectan la durabilidad y pueden producir manchas y reventones.	C-72-1968
partículas blandas	Afectan la durabilidad.	-----
Partículas frágiles	Afectan la manejabilidad y la durabilidad y pueden producir fracturaciones.	-----

Para poder identificar partículas que ocasionarían manchas, se puede introducir cierta cantidad de agregados en un recipiente con una lechada de cal, si no forma algún precipitado gelatinoso verde-azul a un intervalo de 5 a 30 min., existen pocas posibilidades que vaya a ocurrir alguna reacción en el concreto.

Las pruebas ASTM C22, 289, 586, son pruebas para detectar agregados reactivos con álcali, agregados síliceos, etc.⁸

Para un mejor manejo y almacenamiento, para evitar la segregación y degradación, los montones de material deben quedar formados en capas delgadas de un espesor uniforme, cuyo método de volteo con camión en que se descargan el material de modo que se les mantiene juntas estrechamente.

Después se recupera el agregado con un cargador frontal, removiendo porciones de los bordes o en su caso con un cucharón de quijadas (método de tirar y tender). Al tender el material se vuelve en capas delgadas la segregación se vuelve mínima, no se formarán pilas altas en forma de conos.

Para evitar la contaminación de los montones de agregados se debe usar mamparas o divisiones entre los compartimientos de los depósitos, y deben ser lo suficientemente altas para prevenir el entremezclado de los materiales.

⁸ Consultar referencia #1, p.43.

TABLA.CCA.23 Características de los agregados que afectan las propiedades del concreto.

PROPIEDAD DEL AGREGADO	PROPIEDAD DEL AGREGADO
Sanidad, porosidad, permeabilidad, grado de saturación, resistencia a la tensión, textura, presencia de arcilla	Resistencia al congelamiento y deshielo.
Estructura de poros, Módulo de elasticidad.	Resistencia al mojado y secado.
Coefficiente de expansión térmica.	Resistencia al calentamiento y enfriamiento.
Dureza	Resistencia a la abrasión.
Presencia de componentes silíceos.	Resistencia alcali-Agregados.
Resistencia, textura superficial, limpieza, forma, tamaño máximo, porcentaje de arcilla.	Resistencia a la compresión simple.
Módulo de elasticidad, forma de la partícula, granulometría, limpieza, tamaño máximo, porcentaje de arcilla.	Contracción.
Coefficiente de expansión térmica.	Coefficiente de expansión térmica módulo de elasticidad.
Conductividad térmica.	Conductividad térmica
Calor específico	Calor específico
Densidad, forma de la partícula, granulometría, tamaño máximo.	Peso volumétrico.
Módulo de elasticidad, relación de poisson	Módulo de elasticidad
Tendencia al pulvimiento.	Deslizamiento.
Forma de partículas, granulometría, tamaño máximo, cantidad de procesamiento, disponibilidad.	Economía.

Los depósitos de almacenamiento de preferencia deberán ser circulares o casi cuadrados. La pendiente mínima de su fondo deberá ser de 50 grados con respecto a la horizontal en todas sus caras hasta un escurridor central. El material deberá caer verticalmente sobre el escurridor dentro del depósito. Si se tira el material dentro del depósito con un cierto ángulo y contra los lados del depósito provocará que se segregen. Las placas de desviación o divisorios ayudan a mantener mínima la segregación.

Los agregados marinos se pueden usar cuando no se disponen de otras fuentes de agregado pero se deben tener cuidado de las conchas marinas y la sal. El concreto reciclado se puede reutilizar como agregado pero tiene ciertas desventajas como: aumento de la relación Agua/Cemento, menor densidad, menor resistencia a la compresión, y una menor trabajabilidad. Por lo regular se reutiliza en estructuras de concreto demolido de edificios, pavimentos, etc. su proceso consiste en:

- 1) Demoler y remover el concreto viejo.
- 2) Triturar en quebradoras primarias y secundarias.
- 3) Extraer material y acero de refuerzo no conveniente.
- 4) Amontonar o depositar el agregado grueso y fino, que no debe estar contaminado de polvo, yeso, madera y otros materiales extraños.

IV) Pruebas Mecánicas del concreto.

- 1) Resistencia a la compresión simple.
- 2) Resistencia a la tensión.
- 3) Resistencia a la flexión.
- 4) Resistencia al esfuerzo cortante.
- 5) Resistencia a la compresión triaxial.
- 6) Resistencia a la torsión.
- 7) Resistencia al impacto.
- 8) Resistencia a la fatiga.
- 9) Resistencia al intemperismo.
- 10) Resistencia al fuego.
- 11) Resistencia a la abrasión.
- 12) Adherencia.
- 13) Permeabilidad.
- 14) Durabilidad.
- 15) Conductividad térmica y acústica.
- 16) Flujo plástico.
- 17) Absorción de radiaciones.
- 18) Contracción por secado.
- 19) Contracción por hidratación del cemento.
- 20) Expansión por saturación.
- 21) Expansión por reacción química.
- 22) Expansión térmica.
- 23) Módulo de elasticidad a la compresión.
- 24) Módulo de elasticidad al esfuerzo cortante.
- 25) Coeficiente de Poisson.

La prueba de resistencia a la compresión se considera la principal propiedad y en segunda instancia serán la impermeabilidad, durabilidad, conductividad térmica, etc. Debido a la relación directa con la estructura interna que involucra la pasta de cemento endurecido, la importancia de ésta propiedad es el comportamiento de la estructura del concreto y que influyen en su utilidad.

Las pruebas de concreto endurecido usados en la industria de la construcción se clasifican en:

A) Ensayes destructivos:

- 1) Prueba a la compresión simple
- 2) Prueba de flexión.
- 3) Prueba de tensión.

B) Ensayes no destructivos:

- 1) Prueba de martillo de rebote (escrérómetro).
- 2) Prueba de resistencia a la penetración (pistola de winsor).
- 3) Prueba de pulso ultrasónico.
- 4) Prueba de corazones en el concreto endurecido.
- 5) Prueba de extracción (pull-out) de concreto endurecido.

A) Ensayes destructivos.

1) Prueba de compresión simple (NOM-C-155-84).⁹

Para realizar esta prueba comunmente se usan espécimenes de tres tipos: cilindros, cubos y prismas, pero los más usual y factibles son los cilindros de 15x30 cm o otros cilindros con una proporcionalidad de 30x60 cm, 60x120 cm debido a que se usan agregados de 10 a 15 cm para estructuras de concreto de gran masa.

La prueba de compresión simple es considerada como f'_c , la resistencia a la compresión especificada de un cilindro estándar a los 28 días o a la edad en que el concreto vaya a recibir la carga de servicio, para esto será necesario detalles de condiciones de muestreo, fabricación y curado y ensaye cuya velocidad de carga es de importancia.

Factores de corrección para obtención de la resistencia de un cilindro, para concretos fabricados con cemento normal y ensayes a los 28 días.

TABLA-CCA.21 Factores por los que deben multiplicarse las resistencias de un espécimen para obtener las equivalencias de un cilindro de 15x30 cm.¹⁰

Especímen	Dimensiones [cm]	Variación normal ¹¹	Valor medio aceptable ¹²
Cilindro	15x20	-----	1.00
	10x20	0.94-1.00	0.97
	25x50	1.00-1.10	1.05
Cubo	10	0.70-0.90	0.80
	15	0.70-0.90	0.80
	20	0.75-0.90	0.83
	30	0.30-1.00	0.90
Prisma	15x15x45	0.90-1.20	1.05
	20x20x60	0.90-1.20	1.05

Las normas usuales están basadas entre otras en las NOM-C-84, C-161, C-162. Es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida sea lo más uniforme posible, se logrará más fácilmente si el espécimen es un cubo o un prisma.

⁹Prueba que debe cumplir con la F'_c de diseño.

¹⁰Consultar la referencia # 15.

¹¹Variación de error al realizar el ensaye.

¹²Porcentaje de exactitud.

Los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libre en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente. Esta operación llamada cabeceado, consiste en aplicar un cierto material, generalmente azufre o pasta de cemento a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo y prolongar el tiempo para la preparación del ensaye e introducir una variable adicional en los resultados del material y la forma del cabeceado.

Cabe mencionar que los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como cualquier proceso de medición, estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye debido a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado, cuyos factores afectan directamente a los resultados en los especímenes de ensaye:

Las condiciones del curado.

Esbeltez.

Velocidad de carga.

Velocidad de deformación.

Las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.

Tamaño del espécimen.

Tamaño del agregado.

Efecto de edad.

2) Prueba de flexión. (NOM-C-161-1974, C-160-1976, C-84-1966).

La resistencia a la flexión del concreto simple, se obtiene del ensaye de vigas de sección cuadrada simple apoyadas y sujetas a una o dos cargas concentradas. La resistencia a la flexión (NOM-C-191-1978), se usa como índice de la resistencia de pavimentos de concreto simple. No obstante, el prisma de concreto simple se usa también para medir la resistencia del concreto en tensión (módulo de ruptura) originada por flexión.

La resistencia a la flexión es mayor en especímenes sujetos a una carga concentrada que en aquellos sujetos a dos cargas concentradas simétricas.

Los resultados de módulo de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro.

FIGURA-CCA.14 Equipo para ensayar a flexión por el método de carga en los tercios y al centro del claro.

ENSAYE A FLEXION

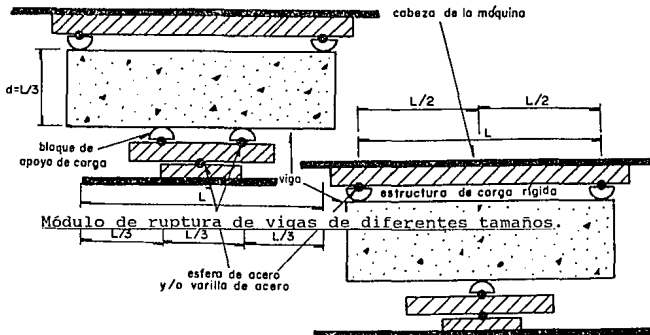
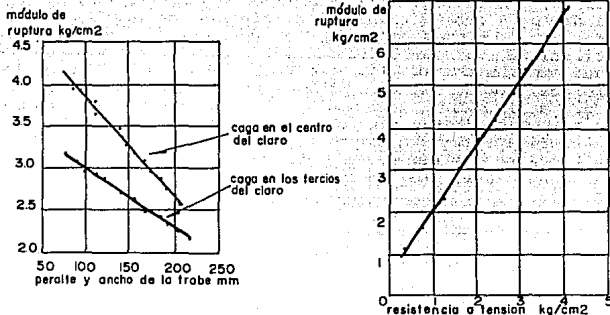


FIGURA-CCA.15 Relación entre módulo de ruptura y la resistencia en tensión directa.



3) Prueba brasilena de tensión (NOM-C-163-1978).

La prueba se realiza en un cilindro de concreto de los que se utilizan para las pruebas de compresión; se coloca con su eje en posición horizontal entre las platinas de una máquina de prueba y se aumenta la carga hasta observar una falla de separación por compresión a lo largo del diámetro vertical.

Se somete el cilindro a compresión lineal diámetroal, la carga se aplica a través de un material suave como triplay o corcho. Si el material fuera perfectamente elástico, se originaría esfuerzos de tensión uniformemente distribuidos en la mayor parte del plano diámetroal de carga. La resistencia en tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$F_t = \frac{2 \times P}{D \times L}$$

Donde:

P = Carga Máxima.

D = Diámetro del espécimen.

L = Longitud del espécimen.

FIGURA-CCA.16 Prueba brasilena.

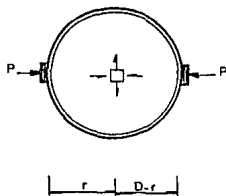
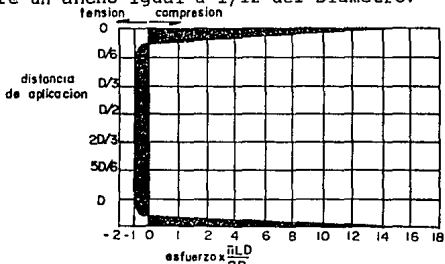


FIGURA-CCA.17 Distribución del esfuerzo horizontal en un cilindro cargado sobre un ancho igual a $1/12$ del Diámetro.



Esta prueba es fácil de efectuar y produce resultados más objetivos, se puede usar la muestra para pruebas de compresión y produce una resistencia a la tensión del concreto más apegada a su verdadero valor que el obtenido en el módulo de ruptura. La tensión longitudinal es del 5% al 12% más alta que la resistencia a la tensión directa.

4) Prueba de Corazones.

Es la obtención de muestras de concreto de una estructura que se tenga duda de su resistencia, son de un diámetro menor al de compresión simple, en proporción, se obtienen del centro o corazón de la estructura, donde no afecte al elemento estructural y a sus características mecánicas, por lo regular los corazones se extraen por medio de un herramienta giratoria de 5 cm aproximadamente con un cortante giratorio de dientes de diamante.

Por lo regular se prepara con una misma relación que 1:2 o sea una altura de 10 cm por 5 cm de diámetro de la misma forma se lleva a cabo un proceso de curado de las muestras.

B) Ensayes no destructivos.

1) Prueba de martillo de rebote.

Es uno de los métodos de más aceptación práctica como lo es el método de martillo de rebote, de impacto o de esclerómetro.

La prueba consiste en una masa impulsada por medio de un resorte que recibe una determinada cantidad de energía al extender al resorte a una posición constante contra la superficie del concreto por probar.

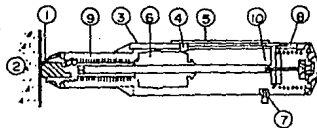
La distancia recorrida por la masa, que se expresa como porcentaje de la extensión inicial del resorte se llama número de rebote, éste número es señalado por un indicador móvil sobre una escala graduada. El número de rebote se ve afectado por ciertos factores como el grado de saturación de la superficie, ya que la dureza se determina a la superficie del concreto, se puede obtener una correlación simple entre la dureza y la resistencia del concreto obtenido con la prueba de resistencia a la compresión y así se puede determinar relaciones empíricas para concretos similares.

Esta prueba tiene un carácter comparativo y tiene un valor para verificar la calidad del concreto, y al probar con el martillo se determina si el número de rebote alcanza un valor que se conoce como correspondiente a la resistencia deseada.

FIGURA-CCA.18 Martillo de rebote:

Donde:

- | | | |
|------------------|-------------------------------|-----------|
| 1 Embolo | 5 Escala | 9 Resorte |
| 2 Concreto | 6 Masa | 10 Seguro |
| 3 Cantina labial | 7 Botón asegurador de lectura | |
| 4 Guía | 8 Seguro | |



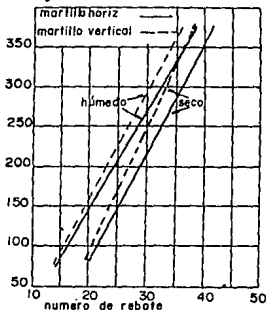
(1) Relación entre resistencia a la compresión de los cilindros y el número de rebote, para lecturas de martillo en posición horizontal y vertical, sobre una superficie de concreto, húmeda y seca.

(2) Resistencia a la penetración.

(1)

f_c kg/cm²

(2)

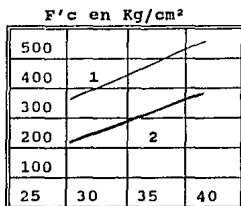


2) Resistencia a la penetración.

La prueba se realiza con la pistola winsor o de resistencia a la penetración, de acuerdo a la profundidad obtenida es posible obtener la resistencia a la compresión ya que la penetración del proyectil es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto de muestras de prueba estándar.

La prueba mide la dureza, no se obtienen valores de resistencia, pero es útil determinar la resistencia por comparaciones o resistencia relativa.

FIGURA-CCA.19 La Relación entre la longitud expuesta de la sonda y la resistencia de cubos acerrados de 152 mm a la edad de 35 días.

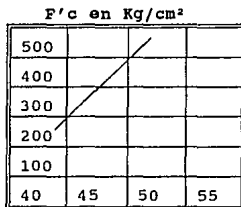


1 Meira caliza 2 Grava silicea.

Número de rebote

Los sondeos se hacen en grupos de tres en estrecha velocidad y penetración promedio se utiliza para estimar la resistencia.

FIGURA-CCA.20



Longitud de sonda.

3) Prueba de pulso ultrasónico. (NORMA B.5 4408 PARTE 5).

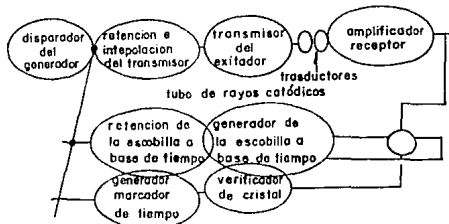
Hay poca relación entre la resistencia del concreto y la velocidad de onda longitudinal en él.

Tanto la relación Agua/Cemento como el peso volumétrico del agregado influyen en el peso específico la resistencia del concreto , si se reduce la resistencia a la compresión, la velocidad de un

El transductor está en contacto con el concreto, de modo que las vibraciones viajan a través de él y son recibidas por otro transductor en contacto con la cara expuesta de la muestra a prueba, se pueden probar concretos de 0.1 a 2.5 m de espesor sin embargo, se han efectuado pruebas de concretos con espesor hasta 15 m.

Esta Prueba nos permite llevar un control de calidad en concretos elaborados de concretos semejantes a la vez se detectan la falta de compactación, así como un cambio de la relación agua-cemento, grietas, oquedades, deterioro del concreto.

FIGURA-CCA.21 Esquema del aparato de pulso ultrasonico.'



Clasificación de la calidad del concreto con base en la velocidad de pulso. TABLA-CCA.22

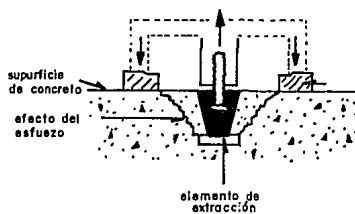
Velocidad logitudinal del pulso Km/s.	Calidad del concreto
> 4.5	Excelente
3.5-4.5	Buena
3.0-3.5	Dudosa
2.0-3.0	Deficiente
< 2.0	Muy deficiente

5) Prueba de Extracción.

Prueba que mediante un ariete de tensión, mide la fuerza requerida para desprender una varilla de acero, que debe situarse antes del colado por lo que la prueba debe ser planteada de antemano, con su extremo mayor de sección transversal previamente empotrada generalmente de 25 mm de diámetro, durante la operación se extrae un cono de concreto y la fuerza requerida para ello esta relacionada con la resistencia a la compresión del concreto original.

La varilla de acero se arranca adherida a un trozo de concreto, de forma troncocónica, la fuerza de extracción con el área idealizada del cono truncado nos da una relación con respecto a su resistencia.

FIGURA-CCA.22 Representación Esquemática de la prueba de extracción.



CAPITULO
TRES

CIMBRAS
DE
MADERA

I) CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MADERA.

Uno de los objetivos del ingeniero es conocer las propiedades mecánicas de diversas especies de maderas en su estructura, apariencia, tamaño, etc. La madera se clasifica en:

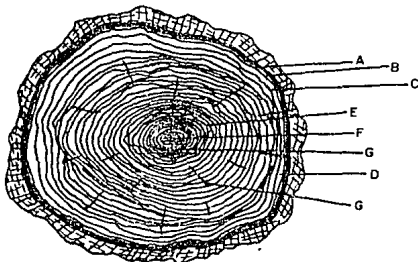
Arboles de hoja caduca o maderas duras.

Arboles de hoja coníferas o madera semiduras o suaves.

ESTRUCTURA

La estructura del árbol está formada de celdillas alargadas cuya base es la celulosa. Las celdillas están cementadas por lignina y su ordenamiento dentro del árbol afecta la apariencia y sus propiedades.

FIGURA-CIM.1



- a) Corteza.- son los tejidos muertos.
- b) Liber o corteza suave.- Conductor alimenticio desde las hojas a otras partes del árbol.
- c) Capa de cambium o cambio .- Son las formaciones de nuevas celdillas de corteza o leño.
- d) Albura.- Conductor de savia de la raíz de las hojas.
- e) Corazón.-Cambios graduales en la albura.
- f) Rayos medulares.- Almacenaje y movimiento de sustancias alimenticias.
- g) Corazón y albura. El corazón se forma por medio de un cambio gradual en la albura, el corazón es más duradero que la albura.
- h) Los anillos anuales. Son los que continúan a la corteza e indican el crecimiento del árbol por cada año.

La madera de primavera se conoce porque las celdillas grandes son de pared delgada, su color es más claro, y es más suave.

La madera de verano se caracteriza por sus anillos anuales las celdillas son pequeñas, mas oscuras y de mayor densidad y resistencia.

La densidad es la cantidad y distribución de sustancia básica de madera o material en las paredes de las celdillas; la densidad será de 1.54 para todas las maderas como parámetro de diseño.

Las fibras son rectas o atravesadas y su estructura es en forma paralela o en forma angulada con los lados de la pieza.

FIGURA-CIM.2

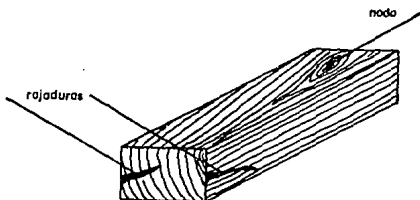


La madera que se corta de cierta forma para que los anillos anuales formen un ángulo de 45° o más con la superficie se denomina grano de canto o fibra vertical.

Los nodos son efectos en las caras aserradas y se deben a una rama que estaba viva o muerta cuando el árbol fue aserrado. Los nodos afectan la resistencia de la madera.

Rajaduras anuales y radiales. Las rajaduras radiales cortan a la madera a través de los anillos anuales de crecimiento una rajadura anular es una separación a lo largo de las celdillas entre los anillos anuales de crecimiento. La existencia de varias rajaduras radiales y anuales en una pieza, reducirá su resistencia a esfuerzos cortantes.

FIGURA-CIM.3



II) CIMBRAS DE MADERA.

Es una estructura de madera formada por componentes que sirven como molde para contener el concreto durante su fraguado y hasta que alcance por lo menos un 70% de su resistencia.

El costo de la cimbra varía de acuerdo al tipo de obra entre un 30% a un 50 % del precio unitario del concreto; su diseño y construcción dependerá de una adecuada planeación, economía, seguridad, funcionalidad y criterio.

La obra falsa es parte de la cimbra que sostiene a los moldes en su lugar.

Un molde o cimbra de contacto es parte de la cimbra formada por elementos que estarán en contacto directo con el concreto y por aquellos elementos que sirven para darle forma y rigidez a la superficie de contacto. Esta será moldeada, con relieve, masiva o esbelta expuesta o escondida dentro de la estructura, es utilizada temporalmente y representa un gran ingenio de los carpinteros en la construcción de estructuras de madera.

Tanto el diseñador como el constructor y el supervisor deben tener conocimientos suficientes en las operaciones de cimbras, métodos y materiales involucrados para lograr una estructura de acuerdo al diseño arquitectónico y/o estructural.

La tecnología en la colocación del concreto, sus métodos de manejo y compactación permitirán tener un período de durabilidad y también adquirir una apariencia final, otros factores que afectan la colocación de la cimbra son: la posición del acero, el recubrimiento, la separación, la altura, los detalles y la misma cimbra.

Pero aun teniendo controlados estos factores pueden haber otros como: los materiales empleados, tiempo de cimbrado (se recomienda descimbrar al día siguiente para una cimbra lateral) (pero para una cimbra de apoyo o vertical se recomienda en un 70% de su resistencia de F'c), medio ambiente, mantenimiento, tipo de cimbrado, vibrado, mano de obra, clima, temperatura, etc.

Una cimbra debe tener por lo menos 8 usos para que sea rentable.

Una de las actividades que se realizan al concreto es el vibrado, o compactación para que el acero quede bien recubierto y protegido, debe realizarse de tal manera que el concreto quede libre de vacíos lo menos posible.

La cimbra no debe tener conductos que permitan infiltración de la lechada, ni cargas antes y después del colado, para que el concreto adquiera la resistencia permisible, obteniendo el descimbrado de un concreto adecuado.

La economía de la cimbra depende del diseño y del constructor ya que varía entre un 30% y 60% del costo total de la obra.

Un mayor uso permite reducir en m² la cantidad de cimbra para otros usos, se recomienda en columnas y vigas utilizar un tipo único para evitar desperdicios en las medidas disponibles, estandarizando dimensiones para aprovechar espacios de altura y entrepiso. Es importante coordinar la planeación de la cimbra en la fabricación y uso, así como el habilitado, armado del acero de refuerzo y por último la colocación del concreto.

Aspectos principales para reducir el costo de la cimbra.

Planeación adecuada para lograr un máximo de usos de cimbra.
Desarrollo de elementos de cimbras económicas.
Métodos eficaces de colocación de cimbra y descimbrado.
Seguridad, que depende del diseñador y efectos de construcción.
Estanqueidad adecuadas.
Garantizar seguridad del trabajo sobre ella.
Permitir usos repetidos para un costo mínimo en calidad y seguridad.
Obtener la geometría de la estructura de diseño conforme a ciertas normas y especificaciones.
No debe permitir la pérdida de lechada.
Facilidad de cimbrado y descimbrado evitando daño de la misma.

Características en su utilidad:

La cimbra debe ser: resistente, durable, indeformable, textura de acabado, hermética y fácil de limpiar.

Tanto el molde como la obra falsa se construirán con madera, metal u otro material señalado en el proyecto respectivo, ajustándose a normas de calidad indicadas por las especificaciones generales de construcción.

III) TRIPLAY.

Está formada por capas de chapa de madera unidas con algún pegamento y colocadas de manera que las fibras de las chapas son perpendiculares a las de las capas contiguas. Esto hace que en general la resistencia y rigidez de una pieza de triplay sean menores que las de una pieza de madera maciza de igual dimensiones.

Es la madera de mayor utilidad en la construcción que tanto la laminalidad en sus dos direcciones como su alta resistencia a fuerzas cortantes en su plano y su textura para obtener un buen acabado aparente, permiten una notable rapidez en los procesos de construcción, sin necesidad de utilizar equipo pesado.

Al calcular los esfuerzos producidos por las acciones de servicio para compararlos con los esfuerzos permisibles debe tenerse en cuenta la estructura particular del triplay; los cálculos de esfuerzos no pueden hacerse a partir de las propiedades de sección deducidas de las dimensiones de la misma como es el caso de las secciones de madera maciza.

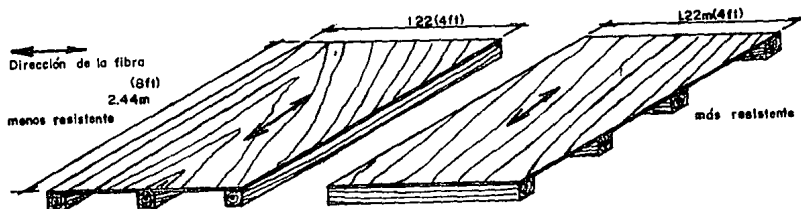
En la tabla siguiente, los valores de área y módulos de sección serán distintos a otras tablas en función de su dirección, ésta es para usos estructurales cuyos valores son para un ancho de 100 cm=1m, y las propiedades mecánicas y ortotrópicas de la madera.

TABLA-CIM.1

Hoja de triplay pulido	# de capas	Espesor de las capas (nominales) .			Peso aproximado (Kg)	
		Exteriores [mm]	Interiores [mm]	Central para 5 y 7 capas [mm]	Hoja de 1.22x2.44	En 100 m ²
3.2	3	1.60	1.60	-----	7.26	244
4.75	3	2.12	2.12	-----	9.08	305
6.35	3	2.82	2.82	-----	11.35	381
9.50	3	3.20	4.80	-----	16.34	549
9.50	5	2.54	2.12	22.12	16.34	549
12.70	5	3.20	3.20	22.54	22.25	747
15.90	5	3.20	4.80	23.20	26.33	855
19.00	5	3.20	4.80	24.80	32.23	1033
19.00	7	3.20	22.12	33.20	32.23	1063
22.20	7	3.20	23.20	33.20	37.68	1266
25.40	7	3.20	24.00	34.80	43.58	1464
28.60	7	3.20	24.80	34.80	48.58	1620

En la FIGURA-CIM.4, podemos observar dos formas de apoyar un tablero de triplay de dimensiones estándar cuando los esfuerzos aplicados son perpendiculares y paralelos a la dirección de las fibras.

FIGURA-CIM.4



Los módulos de sección solo son aplicables para el cálculo de esfuerzos de flexión producidos por cargas aplicados perpendicularmente al plano de los tableros de triplay.

Los esfuerzos cortantes permisibles a través del espesor del triplay se refieren al caso de placas sujetas a un marco en toda su periferia, cuando la placa está sujeta en solo dos lados, los esfuerzos permisibles deben multiplicarse por 0.89, cuando la sujeción se efectúa en lados paralelos a las fibras de las caras y por 0.75, cuando se hace a lo largo de los lados perpendiculares a las fibras de las caras.

Valores permisibles típicos para triplay aplicables para cargas de duración normal (10 años) para un contenido de humedad de equilibrio 16%. Puede tomarse como 0.6&.

TABLA-CIM.2

TIPO DE ESFUERZO	VALOR PERMISIBLE (KG/CM ²)
FLEXIÓN.-Fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro y TENSION.	55-140
COMPRESIÓN.-En el plano de las capas, en dirección perpendicular o paralelas a las fibras de las capas exteriores.	40-115
APLASTAMIENTO.-Compresión perpendicular a las capas exteriores.	7- 24
ESFUERZO CORTANTE RODANTE.-o de rolado en el plano de las capas en dirección paralela o perpendicular a las fibras de las caras exteriores.	10- 18
ESFUERZO CORTANTE RODANTE.-o de rolado en el plano de las capas en dirección paralela o perpendicular a las fibras de las caras externas.	3- 5

IV) PROPIEDADES FISICAS DE LA CIMBRA.

Sus propiedades varían dependiendo en gran medida de la madera y de otros factores particulares como:

- I) Cantidad de elementos básicos que forman las paredes celulares de la madera.
- II) Disposición y orientación de los materiales que forman las paredes celulares.
- III) Composición química de elementos básicos que explican muchas diferencias cuantitativas en el comportamiento de la madera.

Estas propiedades que influyen en el comportamiento de la madera son aproximados, se recomienda utilizar pruebas de comportamiento de materiales para obtener sus valores reales.

Densidad y peso específico.

Debido a la gran variedad significativa entre árboles de la misma especie la parte superior es menor que la parte inferior del tronco en un 10% de su densidad.

Las densidades o pesos volumétricos de las distintas especies varían desde menos de 100 kg/m³ hasta valores del orden de 1000 kg/m³ (maderas tropicales). En la siguiente tabla se dan valores de algunas maderas mexicanas:

TABLA-CIM.3

NOMBRE COMUN	DENSIDAD EN KG/M ³ PESO ANHIDRO/VOLUME N (VERDE) .	PESO ANHIDRO/VOLUME N 15% DE HUMEDAD .	PROMEDIO
PINO ORTIGUILLO	510	540	525
PINO CHINO	460	490	475
PRIMAVERA	390	410	400
CEIBA	280	290	285
OYAMEL	380	400	390
CAOBA	400	425	312

* Peso anhidro. -peso de la madera húmeda verde.

En situaciones de cálculo se toma como peso promedio de la madera a 643 kg/m³ (40 lb/ft³).

Densidades de algunas maderas según el R.D.D.F. (No se indica la forma en que se determinaron).

TABLA-CIM. 4

NOMBRE	CONDICION	DENSIDAD EN KG/M ³	
		MAXIMA	MINIMA
CAOBA	SECA	650	550
	SATURADO	1000	700
CEDRO	SECO	550	400
	SATURADO	700	500
OYAMEL	SECA	400	300
	SATURADO	400	300
ENCINO	SECA	900	800
	SATURADO	1000	800
PINO	SECA	650	450
	SATURADO	1000	800

CONTENIDO DE HUMEDAD

Las propiedades de la cimbra varían significativamente con la humedad.

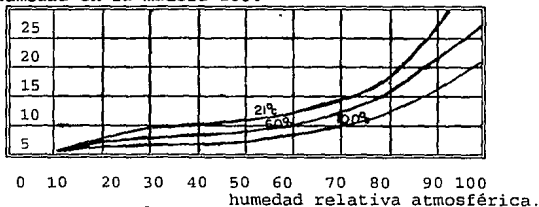
La variación en la humedad produce cambios volumétricos.

Para la mayoría de las especies de la madera del orden del 30%; para contenidos de humedad menores, la resistencia y el módulo de elasticidad aumenta y el volumen disminuye.

En algunas maderas mexicanas varía del orden del 50% (maderas verdes) hasta un 7% (maderas secas). El contenido de humedad seca permisible según el R.D.D.F será del 18% \pm 2%, se recomienda un valor de contenido de humedad del 30% y un máximo del 50%.

FIGURA-CIM.5

Humedad en la madera 100%



ENJUNTAMIENTO.- Es el punto de saturación de las fibras y del contenido de humedad. La madera se enjuta más en sentido tangencial o sea en dirección de los anillos anuales de crecimiento.

CLASIFICACION DE LA MADERA

Existen dos formas de clasificar las maderas:

a) Empírica y/o visual.

Los reglamentos por lo regular la clasifican de forma visual de acuerdo a sus defectos físicos, entre las observaciones más importantes a criterio son:

Pendientes de las fibras, fisuras o rajaduras, nudos, gemas.

Rapidez de crecimiento, medida con el número de anillos por unidad de longitud paralela a un radio. De acuerdo a esto el R.D.D.F. lo clasifica como:

SELECTA, PRIMERA, SEGUNDA, TERCERA :

Tamaño y posición de nudos.

Rapidez de crecimiento con el número de anillos en 5 cm.

Tamaño de las fisuras o rajaduras.

Inclinación de la fibra.

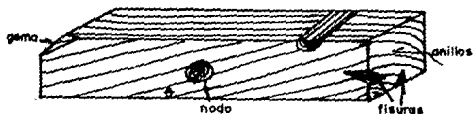
Tamaño de las gemas.

b) Clasificación por ensayos mecánicos.

Se basa en la obtención de resultados de ensayos mecánicos para la obtención de:

Módulo de elasticidad, resistencia, densidad, contenido de humedad, etc.

FIGURA-CIM.6



DEFECTOS.- son aquellos que por cualquier irregularidad afectan la resistencia o durabilidad de la madera. Los principales defectos son:

(a) Reventadura

(b) Grieta

(c) Rajadura

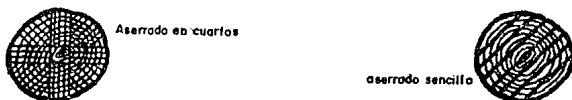
FIGURA-CIM.7



CURADO O SECADO. - Es el proceso de eliminación de la humedad de la madera verde, éste proceso permite que la madera sea más rígida, fuerte, resistente y durable ya que contra las fibras. Se puede efectuar por dos procedimientos: al aire libre o con ayuda de un horno.

MADERA ASERRADA. - Es el proceso de corte por medio de una sierra, para obtener las dimensiones de diferentes tipos de secciones, hay dos procesos de corte:

FIGURA-CIM. 8



a) Aserrado sencillo.

b) Aserrado en cuartos.

El primero es el proceso más sencillo y es útil para maderas suaves, mientras que con el segundo se obtienen mejores cortes para mayor resistencia mecánica pero con más desperdicio.

CLASIFICACION POR SUS DIMENSIONES

VIGAS Y LARGUEROS. -GRUESO DE 5 in y ancho de 8 in con un incremento cada 1/2" de su tamaño comercial. (51s, 51e, 52s, 54s)

VIGUETAS Y TABLONES. -Grueso de 2 a 5 in y ancho de 4 in con un incremento cada 3/8" para el grueso y 1/2 in para el ancho (51E o 52E).

POSTES Y MADERA GRUESA. -Tamaños nominales 5x5 o mayores con un incremento cada 1/2 in (51s, 51E, 52s, 54s).

Las longitudes estándar de las tres clases son múltiplos de 2ft excepto las siguientes longitudes permisibles, con número de ft (pies) impar.

2"x 4", 6"x 8"

2"x 8" 9'y 11'

2"x 10" 13'

8"x 8", 10"x 10", 12"x 12", 14"x 14", 13"x 15"

16"x 16", 18"x 18"

6"x 6", 6"x 18", 8"x 16", 8"x 8" 11'y 13', 15'y 17'

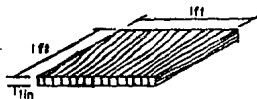
PIE TABLON.

La madera por lo regular se cuantifica ya sea para comercializar o en un presupuesto, y se medirá en pie tablón, que es la medida en volumen del tamaño nominal.

1 pie tablón = 1'x 1'x 1" = 144 in³ = 0.3048 x 0.3048 x 0.0254 = 0.00236 m³

a) PIE TABLON:

$$PT = \frac{a \times b \times c}{12} = \frac{a \times b \times c}{3.657}$$



b) FACTOR DE CONTACTO:

$$FC = \frac{\text{Unidad a la cual queremos referir el estudio en M}^2}{\text{Área de contacto si de la porción del elemento analizado en M}^2}$$

Donde:

- a= dimensión mínima en in
 b= dimensión media en in
 c= dimensión máxima en ft ó mts.

c) FACTOR DE DESPERDICIO:

$$FD = \frac{\text{Cantidad total de madera rota operada en la elaboración}}{\text{diferentes usos de una cimbra}}$$

$$FD = \frac{1 P_2 (\text{perdida})}{1 P_2 (10 \text{ USDS})} = 100 - 1 = 2$$

d) FACTOR DE USOS:

$$FU = \frac{\text{Uso unitario de un elemento de cimbra}}{\text{El número de usos propuesto}}$$

TABLA-CIM. 5

elem ento	cant. P.T.	F.C.	cant. P.T./ m ²	F.D.	cant. P.T./ m ²	F.U.	cant. P.T./m ² / uso	P.U. \$P.T.	Importe

TAMANOS NOMINALES Y EFECTIVOS

El primero es su tamaño comercial o de sus dimensiones efectivas.

El tamaño efectivo de la sección transversal en ancho y largo labrada en ambos sentidos por ejemplo:

tamaño nominal.

4 x 4 in

tamaño efectivo.

3 5/8 x 3 5/8 in

* Estándar americano 545 (aserrado en los 4 lados).

Propiedades de la madera comercial gruesa y tamaño estándar.

TABLA.CIM.6 Tamaño nominal				Tamaño efectivo			
ancho "b"		espesor "h"		ancho "b"		espesor "h"	
cm	in	cm	in	cm	in	cm	in
5.0	2	10.0	4				3 5/8
5.0	2	15.0	6		1 5/8		5/8
5.0	2	20.3	8				7 1/2
5.0	2	25.4	10				9 1/2
5.0	2	30.4	12				11 1/2
5.0	2	35.4	14		1 5/8		13 1/2
5.0	2	40.4	16				15 1/2
5.0	2	45.4	18				17 1/2
7.5	3	10.0	4				3 5/8
7.5	3	15.0	6		2 5/8		5/8
7.5	3	20.3	8				7 1/2
7.5	3	25.4	10				9 1/2
7.5	3	30.4	12				11 1/2
7.5	3	35.4	14		2 5/8		13 1/2
7.5	3	40.4	16				15 1/2
7.5	3	45.4	18				17 1/2
10.0	4	10.0	4				3 5/8
10.0	4	15.0	6		3 5/8		5/8
10.0	4	20.3	8				7 1/2
10.0	4	25.4	10				9 1/2
10.0	4	30.4	12				11 1/2
10.0	4	35.4	14		3 5/8		13 1/2
10.0	4	40.4	16				15 1/2
10.0	4	45.4	18				17 1/2
15.0	6	15.0	6		5 1/2		5 1/2
15.0	6	20.3	8				7 1/2
15.0	6	25.4	10				9 1/2
15.0	6	30.4	12				11 1/2
15.0	6	35.4	14		5 1/2		13 1/2
15.0	6	40.4	16				15 1/2
15.0	6	45.4	18				18 1/2

FACTOR DE FORMA.- Debido al comportamiento las fibras a compresión y tensión trabajan conjuntamente al aplicarse un esfuerzo, aún más cuando trabajan a compresión paralelas a las fibras (actúan como columnas largas).

conforme se aumenta el peralte de una viga de sección rectangular el módulo de ruptura disminuye un tanto.

un factor de forma empírica sobre vigas hasta 30.5cm de peralte será:

$$F = 1.0 \text{ para } \sqrt{\frac{h}{b}} \leq 1$$

TABLA-CIM.7

ancho		espesor		ancho		espesor	
b		h		b		h	
cm	in	cm	in	cm	in	cm	in
	8		8				7 1/2
	8		10		7 1/2		9 1/2
	8		12				11 1/2
	8		14				13 1/2
	8		16		7 1/2		15 1/2
	8		18				17 1/2
	10		10		9 1/2		9 1/2
	10		12				11 1/2
	10		14				13 1/2
	10		16		9 1/2		15 1/2
	10		18				17 1/2
	12		12				11 1/2
	12		14		11 1/2		13 1/2
	12		16				15 1/2
	12		18				17 1/2
	14		14				13 1/2
	14		16		13 1/2		15 1/2
	14		18				17 1/2
	14		20				19 1/2

En el diseño del área efectiva es muy útil debido a que ésta dimensión nos permite calcular las restricciones mecánicas.

Como en la práctica es frecuente carecer de información sobre la especie de madera para los propósitos de cimbrado y los datos adecuados sobre sus propiedades mecánicas, que son muy variables, se han propuesto datos de registro permisible por el R.D.D.F. para cualquier especie de madera con densidad relativa mayor de 0.35.

Estos datos establecidos fueron obtenidos en un análisis estadístico por lo que se vuelven muy conservadores, se rigen valores menos resistentes debido a la gran variedad de sus propiedades físicas.

El caso es que cumple con los requisitos de seguridad sin necesidad de utilizar muchos factores de garantía.

Los esfuerzos permisibles según la Secretaría de Industria y Comercio (carga permanente).

Para acciones permanentes, condición verde, con un contenido de humedad por lo menos de 18%. (kg/cm²).

TABLA-CIM.8

Solicitud:	selecta:	primera:	segunda:	selecta:
Flexión y tensión	90	60	30	20
compresión paralela a la fibra	70	50	25	17
compresión perpendicular a la fibra.	14	14	9	7
cortante paralelo a la fibra	14	14	7	5
Módulo de elasticidad(1x10 ⁹)				
medio	70	70	70	70
mínimo	70	40	40	40

Si la madera es de una densidad relativamente baja se incrementarán los esfuerzos permisibles y el módulo de elasticidad por cada 0.01:

TABLA-CIM.9

Tipo de esfuerzo	Incremento en %
Flexión, Tensión, Compresión paralela a las fibras cortantes.	3.0
Compresión perpendicular a las fibras.	6.0
Módulo de elasticidad.	1.5

Esfuerzos permisibles para acciones permanentes, condición verde (contenido de humedad igual o superior a 18% N.C.R.D.F. (carga permanente).

Ambos tabuladores corresponden a un contenido de humedad de por lo menos del 18% para valores menores del 18% los esfuerzos permisibles cambian aumentando en un gran porcentaje:

TABLA-CIM.10

Solicitud	SELECTA v-75 KG/CM ²	PRIMERA v-65 KG/CM ²	SEGUNDA v-50 KG/CM ²	TERCERA v-40 KG/CM ²
Flexión y tensión.	80	70	50	40
compresión paralela a la fibra.	60	50	50	30
compresión perpendicular a la fibra.	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra.	11	9	7	6
módulo de elasticidad (1x10 ⁹) medio mínimo	70 40	70 40	70 40	70 40

TABLA-CIM.11

Esfuerzo	Aumento en %
Flexión y Tensión	10
Compresión paralela a las fibras.	20
Compresión perpendicular a las fibras.	50
Módulo de elasticidad	10

Si la madera a sido sometida a impregnación por presión a temperatura los esfuerzos permisibles disminuyen en un 10%. v-40,v-50,v-75 es el porcentaje de la resistencia de la madera cuando carece de defectos. TABLA-CIM.12

Esfuerzos permisibles para madera seca de primera para cargas de larga duración N.C.R.D.D.F. con un peso especifico & cualquiera y &=0.4		
ESFUERZO	CUALQUIER & EN KG/CM ²	&=0.4 KG/CM ²
Esfuerzo en flexión o tensión simple	196&	60
Módulo de elasticidad en flexión o tensión simple.	196 000 &	79 000
Esfuerzo en compresión paralelas a las fibras.	54.5 &	7
Módulo de elasticidad en compresión.	238 000 &	95 000
Esfuerzo cortante.	35 &	10

Radio mínimo de doblado para triplay.

ESPESOR.		Curva perpendicular. [cm]	Curva paralela. [cm]
pulgadas	centímetros		
1/4	6	38.1	61.0
3/8	10	91.5	137.1
1/2	13	282.9	243.8
5/8	16	243.8	304.8
3/4	19	304.8	365.8

Carga vertical para cimbras de losas.

Espesor de losas [cm] Concreto	8	10	12	15	18	20	22	25	28	30
de 1.6 Tn/m ³	370	410	450	490	530	570	610	650	690	738
de 2.0 Tn/m ³	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
de 2.4 Tn/m ³	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Mínima fuerza lateral, para contraventeo de cimbras de losas.

Espesor de la losa, cm	Carga muerta Kg/m ²	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada en Kg.				
		6.0 m	12.0 m	18.0 m	24.0 m	30.0 m
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	225	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784

Mínima fuerza lateral para diseño de contraventeos de cimbras de muros aplicada en la parte alta del molde.

Altura del muro [m]	Mínimos: 148 Kg/m o 50Kg/m ² (ACT-622)	Fuerza lateral para la presión de viento (prescrita por los códigos) indicada (Kg/m ²).			
		73	98	122	146
122 ⁸	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8
1.83	44.4	66.6	88.8	111.0	133.2
2.44	148.0	148.0	148.0	148.0	148.0
3.05	148.0	148.0	148.0	185.0	222.0
3.66	148.0	148.0	177.0	222.0	266.4
4.27	148.0	155.4	207.2	259.0	310.8
4.88	148.0	177.6	236.8	296.0	355.2
5.49	148.0	199.8	266.4	333.0	399.6
6.10	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0
6.70 o más.	24.4h	36.6h	48.0h	61.0h	73.2h

TABLA-CIM.13

Esfuerzos permisibles según especificaciones SHOP. En estructuras en ambiente seco bajo cargas de duración de 10 años.							
ESPECIE	calidad	Compresión paralela a la fibra.				compr. normal a la fibra	Módulo de Elast.
		Flex	Ten.	comp	cort		
Pino blanco (P.Arrizonica) Pino lacio (P.Michoacano)	1*	80	65	60	6	18	85 000
	2*	60	55	50			
P. Ayacahuite Pino Prieto (P.Chihuahua) (P.Douglasiana) Pino real (P.Engelmani) (P. Errera) (P. Ortigullo) (P. Lawsoni) Chalmaite blco. (P.Monte Zumae) (P.seudostrobo) (P.S. Chiapensis) Cedro	1*	90	75	70	8	20	90 000
	2*	70	65	60			90 000
Pino chino Ocote chino (P.Leiophilla) (P.Lumholtzin)	1*	100	85	80	9	20	100000
	2*	75	70	65			
P. blanco (P. Durangensis) Pinabete	1*	110	90	85	9	25	100000
	2*	85	75	70			
Bari (cordiagerastu)	1*	130	110	100	10	30	100000
	2*	100	95	80			
Cocoite (Gliricida S.) Dzalán (lisyloma B.) Guayacán (Guaiaicum Of.) Jobo (spondias L.)	1*	120	100	95	10	25.5	100000
	2*	90	85	75		25.5	
Encino	1*	120	100	95	10	25	100000
	2*	90	85	75		.5	
Huapaque (Ostrya G.)	1*	150	125	115	12	30	110000
	2*	110	105	95			
Zopotillo (Frythroxylyon)	1*	135	110	100	10	25	110000
	2*	100	95	80			

V) PROPIEDADES MECANICAS DE LA CIMBRA.

En situaciones prácticas deberá tenerse en cuenta las diferencias entre dimensiones nominales y dimensiones efectivas, haciendo las reducciones oportunas en condiciones de uso.

Cuando se usa madera verde aserrada que se utilizará bajo un contenido de humedad y una superficie cepillada debe hacerse una reducción del orden de 1/4 en dimensiones menores de 2", 1/2" en dimensiones de 2" a 6" y 3/4" en dimensiones mayores de 6".

Resistencia a la tensión

La máxima resistencia a tensión de la madera se presenta en la dirección paralela a las fibras, es decir en la dirección que están orientadas las cadenas de las moléculas de celulosa, la resistencia a tensión de las coníferas es mayor que las de las latifoliadas.

En los pinos mexicanos es del orden de 80 kg/cm².

La resistencia a tensión perpendicular a las fibras es de interés en algunas conexiones a base de pernos. Es aproximadamente 40 veces menor que la resistencia paralela a las fibras.

La fuerza a tensión de servicio que puede soportar un miembro de madera se calcula por medio de la fórmula:

$$T = A_n \cdot f$$

Donde:

- T = es la tensión que puede soportar el miembro.
- A_n = es el área neta o efectiva de la sección.
- f = es el esfuerzo permisible de tensión paralela a las fibras.

Resistencia a la compresión

La resistencia a compresión de la madera en dirección paralela a las fibras varía aproximadamente de la mitad a una tercera parte de su resistencia a tensión en dirección continua, esto se puede explicar por la influencia de fenómenos de pandeo en las fibras individuales de la madera, cuyo comportamiento puede equipararse a la de una columna.

La resistencia a compresión perpendicular a las fibras está íntimamente ligada a la dureza y la resistencia al corte, cuando se carece de datos sobre esfuerzos de límite de proporcionalidad puede tomarse un valor igual al 20% de la resistencia a compresión paralela a las fibras.

Entre las maderas mexicanas pueden encontrarse especies con valores del esfuerzo de compresión perpendicular a las fibras, al límite de proporcionalidad de 22 a 225 Kg/cm² a un contenido de humedad próximo a 12%.

Las maderas de pino tienen valores del orden de 60 Kg/cm².

Comportamiento a flexión

Debido al comportamiento de la madera sometida a compresión, la falla a flexión se inicia con el aplastamiento de las fibras extremas sometidas a compresión, a la que sigue la rotura de las fibras en tensión aunque en algunas maderas suele ocurrir lo contrario.

El módulo de rotura, es la medida más usual de la resistencia a tensión de la madera cuya fórmula será:

$$f = \frac{M_c}{I}$$

Donde:

M_c = momento flexionante

I = momento de inercia de la sección.

f = módulo de ruptura.

Las especies mexicanas están en un rango de 850 Kg/cm².

El trabajo hasta el límite de proporcionalidad indica la energía que la madera puede absorber bajo flexión estática sin sufrir deformaciones permanentes.

Propiedades de la sección transversal

Area de la sección. Es la dimensión efectiva aserrada o sea:

$$4" \times 4" = 3 \frac{5}{8}" \times 3 \frac{5}{8}" = 9.2 \times 9.2 \text{ cm}$$

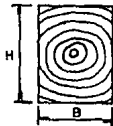
$$\text{área} = 14 \text{ in} = 84.64 \text{ cm}$$

Eje neutro.- Es donde los esfuerzos internos son iguales a cero o es la división de los esfuerzos a tensión y a compresión.

Centroide de área plana.- Es el punto que corresponde al centro de gravedad. El eje neutro de una sección transversal pasa por el centroide de la sección.

Momento de inercia.- Es el cuadrado de la distancia al eje neutro por el área de la sección transversal. Para una sección rectangular será:

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

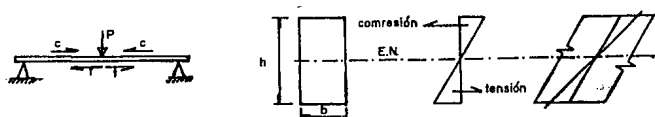


Módulo de sección.- Es el momento de inercia de la sección transversal dividido entre la distancia de la fibra más alejada de la superficie neutra y se representa por la letra "S" que será para una sección rectangular:

$$S = \frac{b \times h^2}{6}$$

Las propiedades de la madera la hacen diferente a cualquier otro material estructural, no hay dos piezas de madera que tengan las mismas propiedades de resistencia. Las propiedades mecánicas para las especies importantes, ha requerido miles de pruebas a fin de obtener valores medios cercanos al tipo de madera, pero son muy variados debido a muchísimos factores, por lo que los valores interpretados son los más cercanos ya sea para revisar una estructura o para diseñar.

FIGURA-CIM.9



VI) Diseño de cimbras

En el diseño de una cimbra se debe tomar en cuenta su resistencia y esfuerzos que se le aplican de acuerdo a las cargas.

Los tanteos, subestimación y sobrestimación serán factores de una mala cimbra.

En el diseño de la cimbra deberán considerarse los siguientes factores.

- a) Rapidez y procedimiento de colocación del concreto.
- b) Cargas incluyendo carga viva, muerta, lateral e impacto.
- c) Materiales por usar y sus correspondientes esfuerzos de trabajo.
- d) Contraflecha y excentricidad.
- e) Contraventeo horizontal y diagonal.
- f) Traslapes de puntales.
- g) Desplante adecuado de la obra falsa.

Planos de cimbra.

- a) De conjunto
- b) De montaje.
- c) De detalle (se recomienda hacerlo a escala visible).

La cimbra se construirá de acuerdo al proyecto presentado, cumpliendo los requisitos de estabilidad y acabado que se indicarán en la memoria de cálculo.

Datos requeridos en los planos.

Geometría y dimensiones.

Simbología.

Tipo de madera (De acuerdo a las condiciones de la obra).

Tolerancias.

Características resistentes de sus componentes.

Cargas a considerar.

Temperatura, rapidez, y secuencia de colocación del concreto.

Método de compactación.

Cargas a considerar:

Verticales

Muertas

Vivas

Horizontales: De viento, sismo, viva.

Presión hidrostática o presión lateral: peso del concreto, rapidez de colocación, temperatura (a bajas temperaturas tarda en fraguar), vibrado (se incrementa en un 15% a 20%).

Otras de menor importancia: Consistencia del concreto, cantidad y localización del refuerzo, tamaño de los agregados, geometría y dimensiones del elemento.

Rugosidad de la cimbra.

Causas comunes de falla.

- Descimbrado prematuro.
- Espaciamiento excesivo entre soportes verticales.
- Insuficientes contraventeos.
- Verticalidad de los apoyos.
- Falso soporte en las rastras sobre el terreno.
- Rápida colocación de concreto.
- Contracción de cargas en un sitio.

Presión Lateral.

El vaciado del concreto produce una presión perpendicular a ésta, la profundidad del concreto en estado líquido varía con la temperatura y con la velocidad de llenado; la presión que se ejercerá sobre la cimbra esta en función de las siguientes causas:

- a) Velocidad de llenado en los moldes.
- b) Temperatura del concreto.
- c) Método de colado del concreto a mano o con vibrador.
- d) Otras de menor importancia como revenimiento, cantidad y localización del acero de refuerzo, temperatura ambiental, TMA, rugosidad, permeabilidad de la cimbra, etc.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones laterales en un 20% cuando es varillado o picado con varilla o duela de 4800 Kg/m² por metro de profundidad.

Como el concreto no es un líquido puro ni sólido totalmente se analizará como una gramínea y tierra usando las fórmulas de Rankine para empujes de tierra y Muersk. Para gramíneas tendremos las siguientes fórmulas:

Rankine
TRABES Y CONTRATrabES
 $P = 0.0014 \times h$

Muersk
MUROS Y COLUMNAS
 $P = 0.003 \times a$

Donde:

P= Presión en Kg/cm².

h= Altura en cm.

a= Lado menor de la sección en cm.

Diseño de columnas, postes, o secciones verticales de longitud mucho mayor que uno de sus lados cortos mayor (puntales). Por lo regular en su diseño se consideran elementos largos o cortos simples:

El esfuerzo permisible en columnas simples de madera de sección rectangular, se valorará con la siguiente expresión de Euler:

$$\frac{P}{A} = \frac{0.3 \cdot E'}{\left(\frac{K \cdot L}{d}\right)^2}$$

Despejando a L:

$$L = \sqrt{\frac{0.3 \cdot E' \cdot A}{P}} \times \frac{d}{K}$$

Presión en el fondo de una cimbra vertical (muros y columnas).

En función de la velocidad del colado y temperatura ambiental. El empuje es independiente del ancho del elemento, se evaluará con el mismo procedimiento. Donde:

V = velocidad del colado en m/hora.

P = Presión de concreto en Kg/m².

T = Temperatura ambiental en °C.

TEMPERATURA EN °C. ⁹	ECUACION
3 a 9	$P=4650 \times V + 360$
10 a 14	$P=3250 \times V + 200$
15 a 20	$P=2750 \times V + 100$
21 a 25	$P=2350 \times V - 250$
26 a 32	$P=1750 \times V - 200$

Antiadherentes: Aceite mineral, diesel, grasa de puerco, productos de patente.

Desmoldantes: Epoxine 400 de fester, Molduconsa 6-69 de proconsa, Descimbral de impermeíamía.

Vida útil de la cimbra. Estaría en función de su espesor, estado de uso, dimensiones, en general se considera:¹⁰

Tipo de cimbra.	Número de usos.
De contacto.	5 a 8
De refuerzo	6 a 10
Polines de obra falsa.	11 a 17

⁹ Como se observa el rango de temperatura ambiental (3 a 32°C) es el recomendable a colar, para casos extremos cambia el procedimiento constructivo y componentes al concreto.

¹⁰

Un polín soporta 13.3 Tn de dimensiones de 10x10x250 cm.

El módulo de elasticidad para la madera se considera de 100,000 Kg/cm² y para el triplay de 60,000 Kg/cm².

Si una columna compuesta está formada por dos o más miembros con ejes longitudinales paralelos y ligados a sus extremos por empagues y/o pernos; se calculará con la misma fórmula para una columna simple pero reduciendo su valor en función de la relación L/d:

TABLA-CIM.14

L/d	Capacidad reducida % de la calculada.
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

Donde:

E=Módulo de elasticidad [Kg/cm²].

A=Área de la sección transversal del miembro [cm²].

P=Carga axial [cm²].

L=Longitud de extremo a extremo de un sólo tramo [cm].

d=Mínima dimensión transversal del miembro [cm].

k=Factor de longitud efectiva o de pandeo (k=1).

P/A= Esfuerzo admisible a compresión paralela a la fibra [kg/cm²].

Miembros largos: Son aquellos miembros que fallan por inestabilidad o pandeo. Su esfuerzo crítico está dado por la misma expresión de Euler, pero para las siguientes condiciones:

$$E \geq k - 0.671 \sqrt{\frac{E \cdot P}{A}}$$

para $20 \leq k \leq 50$

Miembros cortos: Son aquellos cuyo efecto por esfuerzo de pandeo son despreciables y fallan por aplastamiento o cumpliendo con la siguiente restricción:

$$0 \leq k \leq 20$$

"k" Depende de la longitud efectiva entre los puntos de inflexión de pandeo, los valores teóricos de k para algunas situaciones de apoyo tomando en cuenta que en situaciones reales es difícil lograr empotramientos perfectos.

FIGURA-CIM.10

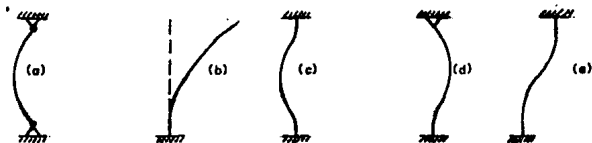


TABLA-CIM.15

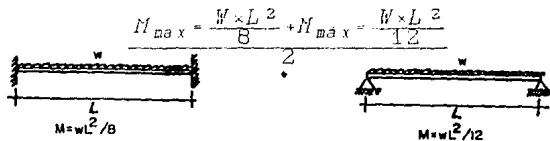
CONDICION DE RESTRICCIÓN	TIPO DE APOYO	VALOR TEORIC K	VALOR DE K PARA DIMENS
Articulada en ambos extremos y restringida al desplazamiento	a	1.00	1.00
En voladizo.	b	2.00	2.00
Empotrada y restringida	c	0.50	0.65
Empotrada y articulada sin desplazamiento	d	0.71	0.80
Empotrada en ambos extremos, con desplazamiento.	e	1.00	1.20

Diseño de elementos de madera a flexión.

Para el dimensionamiento por esfuerzos permisibles para elementos de madera, los esfuerzos se pueden calcular por medio de la expresión:

$$f = \frac{N \times Y}{I}$$

M depende de las condiciones de apoyo, se puede considerar como el promedio de un miembro empotrado y simplemente apoyado.
 FIGURA-CIM.11



Sumando ambas ecuaciones resulta:

$$M_{\text{máx}} = \frac{W \times L^2}{10}$$

El módulo de sección es: $S = I/y$ despejando y : $y = I/S$
 sustituyendo en la ecuación de la escuadria:

$$f = M \times y / I \quad f = M/S \quad \text{ó} \quad M = f \times S$$

Así como el momento de inercia y el módulo de sección para una sección rectangular respectivamente serán:

$$I = \frac{W \times L^3}{12}$$

$$S = \frac{b \times d^2}{6}$$

Igualando valores:

$$\frac{W \times L^2}{10} = f \times S$$

$$L = \sqrt{\frac{10 \times f \times S}{W}}$$

$$L = 1.29 \times h \times \sqrt{\frac{f \times b}{W}}$$

Es la longitud de separación por flexión

Factores de forma:

Existen factores de peralte (los esfuerzos de flexión en secciones peraltadas son menores) de acuerdo a los siguientes criterios:

$$C = 0.81 \times \frac{d^2 + 992}{d^2 + 568}$$

C se multiplicará para peraltes mayores de 30 cm.
 C = 1 para peraltes menores de 30 cm.

Para secciones circulares el momento resistente es el mismo para secciones de la misma área.

Donde:

- L = Longitud del miembro.
- f = Esfuerzo permisible a flexión.
- C = Factor de forma.
- I = Momento de inercia.
- S = Módulo de sección.
- b = Ancho de la sección.
- d = Peralte de la sección.
- W = Carga distribuida.

Esfuerzo Cortante

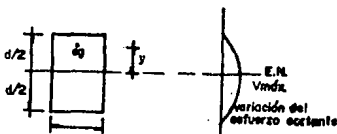
Un miembro sometido a cargas transversales que produce esfuerzos cortantes perpendiculares a las fibras de la madera y esfuerzos cortantes paralelos a las fibras son menores.

En vigas de sección rectangular el esfuerzo cortante máximo se presenta a la altura del eje neutro por medio de la expresión:

$$V = \frac{2}{3} \times W \times L \quad \text{Despejando V:}$$

$$V = \frac{2 \times V \times D \times d}{3}$$

FIGURA-CIM.12



Si la fuerza cortante en una sección doblemente empotrada será: $V = 0.6 \times W \times L$, Igualando ambas expresiones:

$$0.6 \times W \times L = \frac{2 \times V \times D \times d}{3}$$

La separación por cortante será:

$$L = \frac{1.1 \times V \times D \times d}{W}$$

Donde:

- V = Fuerza cortante.
- v = Esfuerzo cortante.
- b = Ancho de la sección.
- d = Peralte de la sección.
- L = Claro de la viga analizada.
- W = Carga uniformemente distribuida.

Deflexión

Cuando están las estructuras de madera sometidas a cargas que actúan durante largo tiempo se les presentan deformaciones debido a un comportamiento viscoelástico de la madera.

El reglamento de D.D.F. establece los límites de flecha :

$$d_{\text{máx}} < 0.5 + \frac{L}{240}$$

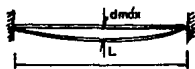
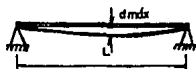
Para miembros que no afectan elementos no estruct.

$$d_{\text{máx}} = 0.3 - \frac{L}{E \cdot I}$$

Para miembros que afectan elementos no estruct.

Para claros inferiores a 3.5 m $d_{\text{máx}} = 0.004 \times L$.

Pero la flecha máxima para las condiciones de apoyo serán:
FIGURA-CIM.13



$$d_{\text{máx}} = \frac{5 \times W \times L^4}{384 \times E \times I}$$

Para una viga simplemente apoyada.

$$d_{\text{máx}} = \frac{W \times L^4}{384 \times E \times I}$$

Para una viga doblemente empotrada

El promedio de ambas será:

$$d_{\text{máx}} = \frac{W \times L^4}{128 \times E \times I}$$

Igualando ambas expresiones:

$$0.004 \times L = \frac{0.0078 \times W \times L^4}{E \times I}$$

Despejando L:

$$L = 0.716 \times 3 \sqrt{\frac{E \times I}{W}}$$

Para una sección rectangular L será igual a:

$$L-C \quad 313 \quad \frac{W L^3}{E I}$$

Donde:

- d_{\max} = Flecha Máxima.
 - h = Peralte de la sección analizada.
 - b = Ancho de la sección analizada.
 - L = Claro de la viga analizada.
 - W = Carga uniformemente analizada.
 - I = Momento de inercia.
 - E = Módulo de elasticidad.
- Por Aplastamiento.

$$L = \frac{D \cdot E \cdot I}{W}$$

VII EJEMPLOS

Ejemplo 1.c

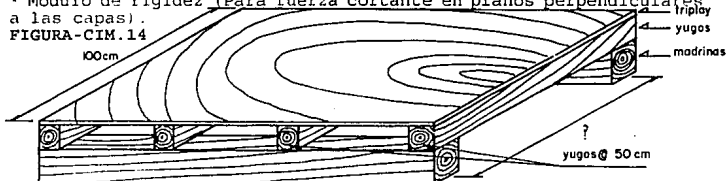
Encontrar la carga por m^2 que puede soportar el tablero de tryplay del sistema de piso.

Tipo de Esfuerzo:

* Módulo de Elasticidad en flexión (fibras de las capas exteriores paralelas o perpendiculares al claro). 63,000 a 126,000 $Kg/cm^2 = 94,500 Kg/cm^2$ en promedio.

* Módulo de rigidez (Para fuerza cortante en planos perpendiculares a las capas).

FIGURA-CIM.14



Esfuerzos permisibles:

Flexión = 97.5 Kg/cm^2

Cortante = 4.0 Kg/cm^2

Módulo de elasticidad = 94,500 Kg/cm^2

a) Capacidad por momento:

De la (Ec.19) despejando W:

$$W = 10 \times f \times S / L^2 = 10 \times 97.5 \times 30.8 / 50^2 = 12.012 \text{ Kg-cm} = 1201.2 \text{ Kg-m}$$

b) Capacidad por cortante:

$V = 0.6 \times W \times L$ y $V = v_p \times I \times b / Q$ Igualando y despejando W:

$W = v_p \times I \times b / (0.6 \times Q \times L)$ si $I \times b / Q = 149.1 \text{ cm}^3$

$$W = 4 \times 149.1 / (0.6 \times 50) = 19.88 \text{ Kg-cm} = 1988 \text{ Kg-m}$$

c) Capacidad por deflexión:

si $d_{max} = w \times L^2 / (145 \times E \times I)$; $W = 145 \times E \times I \times d / (L^2 \times L^2)$; si $i = 33.7 \text{ cm}^2$ $d = 0.004 \times L = 0.004 \times 50 = 0.2 \text{ cm}$

$$W = (145 \times 94500 \times 33.7 \times 0.2) / 50^4 = 14.777 \text{ Kg-cm} = 1477 \text{ Kg-m}$$

Por lo tanto Rige la capacidad por momento:

$$W = 1201.2 \text{ Kg-m}$$

Ejemplo 2.c

Se desea diseñar la cimbra para una losa de 10 x 10 metros con un espesor de la losa maciza de 12 cm a una altura de entrepiso de 3 metros con un concreto normal de 2400 Kg/cm^2 .

Se utilizará triplay de 19 mm., se disponen de polines de 10 x 10 cm con una longitud 2.4 m (madera de segunda) de 7.62 cm x 10 cm y 15.24 x 10 cm.

a) Carga de diseño:

Peso propio	= 75 Kg/m^2
Peso del concreto (2400 x 0.12)	= 288 Kg/m^2
Carga viva (150+100)	= 250 Kg/m^2
Total	= 613 Kg/m^2

b) Cargas permisibles:

Flexión y tensión	50 Kg/cm ²
Compresión paralela a la fibra	40 Kg/cm ²
Compresión perpendicular a la fibra	11 Kg/cm ²
Cortante paralela a la fibra	7 Kg/cm ²
Módulo de elasticidad (1x10 ⁷), Min.	700 Kg/cm ²
Máx.	40 Kg/cm ²

Se reducirá en un 25% y 15% por reducción de humedad y tiempo de duración o sea para humedecer con agua y cimbrar por 7 días respectivamente.

Esfuerzo a flexión y tensión	$f=50 \times (0.75+0.15) =$	45 Kg/cm ²
Esfuerzo por cortante	$v=11 \times 0.9 =$	10 Kg/cm ²
Módulo de elasticidad	$E=700 \times 10^2 \times 0.9 =$	63000 Kg/cm ²
Compresión paralela a la fibra	$K=40 \times 0.9 =$	36 Kg/cm ²

c) Propiedades geométricas:

El análisis de la cimbra de contacto (tryplay) se hará con un metro de longitud.

Reducción de espesor efectivo: $7/64"$; $e=3/4"-7/64" = 41/64" = 0.641" = 1.63 \text{ cm.}$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 100 \times 163^3 / 12 = 36.09 \text{ cm}^4.$$

Módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 100 \times 163^2 / 6 = 44.3 \text{ cm}^3.$$

Carga en 100 cm de ancho:

$$w = 1 \times 650 = 650 \text{ Kg/m} = 6.5 \text{ Kg/cm.}$$

Separación de los apoyos (largeros) en el triplay, se revisará por: Deflexión, flexión, cortante, aplastamiento.

$$\text{I) Flexión: } L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/3} = 1.29 \times 1.63 \times (45 \times 100 / 6.5)^{1/3} = 55.33 \text{ cm.}$$

$$\text{II) Deflexión: } L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} = 0.716 \times (63000 \times 36.09 / 6.5)^{1/3} = \underline{50.40 \text{ cm.}}$$

$$\text{III) Cortante: } L = v \times b \times h / (0.9 \times w) = 10 \times 100 \times 1.63 / (0.9 \times 6.5) = 278.60 \text{ cm.}$$

$$\text{IV) Aplastamiento: } L = b \times h \times f / (1.2 \times w) = 100 \times 1.63 \times 45 / (1.2 \times 6.5) = 940.00 \text{ cm.}$$

Se opta por la menor dimensión: por deflexión = 50 cm.

De la misma manera, la separación en los largeros o travesaños por: Deflexión, flexión, cortante, aplastamiento.

Propiedades geométricas:

Espesor efectivo polín de $10 \times 10 \text{ cm} = 9.2 \times 9.2 \text{ cm} = 3.625 \times 3.625 \text{ in.}$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 9.2 \times 9.2^3 / 12 = 596.99 \text{ cm}^4.$$

Módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 9.2 \times 9.2^2 / 6 = 129.78 \text{ cm}^3.$$

Carga por longitud del larguero:

$$W = 0.50 \times 650 = 325 \text{ Kg/m} = 3.25 \text{ Kg/cm}$$

Separación en los largeros por:

$$\text{I) Flexión: } L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/3} = 1.29 \times 9.2 \times (45 \times 9.2 / 3.25)^{1/3} = \underline{133.9 \text{ cm.}}$$

- II) Deflexión: $L=0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L=0.716 \times (63000 \times 596.99) / 3.25)^{1/3} = 162 \text{ cm.}$
- III) Cortante: $L=v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L=10 \times 9.2 \times 9.2 / (0.9 \times 3.25) = 289.4 \text{ cm.}$
- IV) Aplastamiento: $L= b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L=9.2 \times 9.2 \times 45 / (1.2 \times 3.25) = 977 \text{ cm.}$

La distancia óptima de la separación de las madrinan será de 130 cm o 1.3 m, (por flexión).

Para soportar la carga de las madrinan se podrán utilizar ya sea andamios o puntales, de estos últimos la separación será:

Con madrinan de 4" x 6" el espesor efectivo será:

$$5 \frac{5}{8}'' \times 3 \frac{5}{8}'' = 14.29 \times 9.2 \text{ cm.}$$

Momento de inercia:

$$I=b \times h^3 / 12 = 9.2 \times 14.29^3 / 12 = 2237.19 \text{ cm}^4.$$

Módulo de sección:

$$S=b \times h^2 / 6 = 9.2 \times 14.29^2 / 6 = 313.11 \text{ cm}^3.$$

Carga por longitud de la madrina:

$$W=1.3' \times 650 = 845 \text{ Kg/m} = 8.45 \text{ Kg/cm.}$$

La separación en las madrinan se analizará por:

- I) Flexión: $L=1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/4} =$
 $L=1.29 \times 14.29 \times (45 \times 9.2 / 8.45)^{1/4} = 129 \text{ cm.}$
- II) Deflexión: $L=0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L=0.716 \times (63000 \times 2237.19 / 8.45)^{1/3} = 183 \text{ cm.}$
- III) Cortante: $L=v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L=10 \times 9.2 \times 14.29 / (0.9 \times 8.45) = 173 \text{ cm.}$
- IV) Aplastamiento: $L= b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L=10 \times 14.29 \times 45 / (1.2 \times 8.45) = 634 \text{ cm.}$

La distancia óptima de separación será de 1.3 m. Falla por Flexión, que será la separación de los puntales.

Revisión de los puntales.

Se utilizarán puntales de 3" x 4".

La dimensión efectiva será de 2 5/8" x 3 5/8" = 6.67 x 9.21 cm.

Para una área tributaria de 1.3 x 1.3 m = 1.69 m²

Con una carga de 650 Kg/m²

La fuerza aplicada será de 650 x 1.69 = 1098.5 Kg.

Como tenemos una compresión paralela a la fibra de 40 Kg/cm², se revisará por esbeltez.

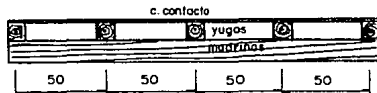
El esfuerzo admisible a compresión será:

$$P/A = 0.3 \times E / (L/d)^2 ; \text{ despejando P:}$$

$$P = 0.3 \times 70000 \times 61.43 / (263 / 9.21)^2 = 1582 \text{ Kg} > 1098.5 \text{ Kg.}$$

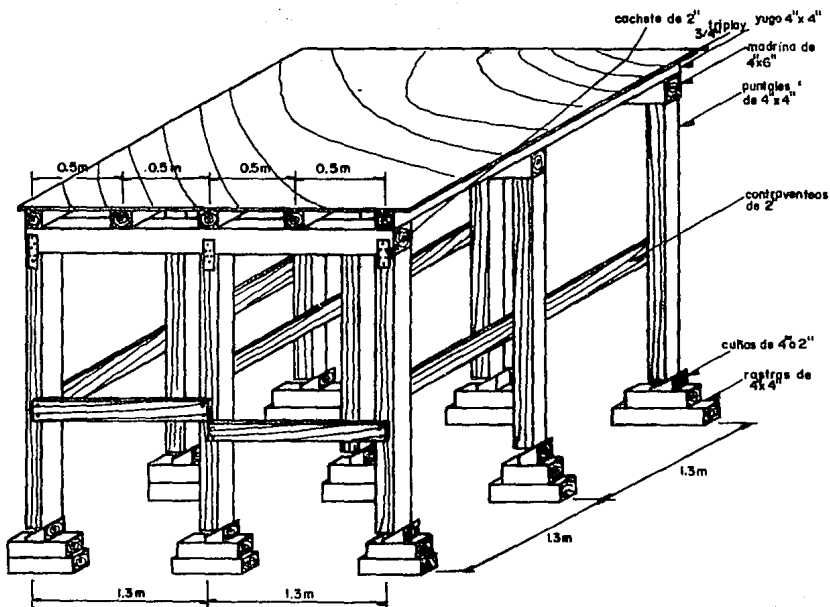
$$P = 0.3 \times 70000 \times 61.43 / (263 / 9.21)^2 = 830 \text{ Kg} < 1098.5 \text{ Kg.}$$

Como se observará el efecto de pandeo para una cara del puntal es menor a la que soportará por lo que se usará un puntal de dimensión: de 10 x 10 cm ó de 4" x 4".



acot. cm s/e

FIGURA-CIM.15



Ejemplo 3.c

Diseño de una cimbra para un muro con una altura de 3.0 m., se tendrá una velocidad de colado a 0.9 m/h con vibrador.

Temperatura del colado de 25°C.

La cimbra tendrá 10 usos.

La cimbra de contacto será de 19 mm.

Para determinar la presión lateral con $v=0.9$ m/h y $t=25^\circ\text{C}$

$P_{\text{máx}} = 2380 \text{ Kg/m}^2$.

Considerando un metro de ancho entonces $W = 1 \times 2380 = 2380 \text{ Kg/m} = 23.8 \text{ Kg/cm}$.

El espesor efectivo será de 0.64 in = 1.63 cm

El módulo de sección:

$S = b \times h^2 / 6 = 100 \times 1.63^2 / 6 = 44.28 \text{ cm}^4$.

El Momento de inercia:

$I = b \times h^3 / 12 = 100 \times 1.63^3 / 12 = 36.1 \text{ cm}^4$.

La separación entre travesaños será por:

- I) Flexión: $L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/3} =$
 $L = 1.29 \times 1.63 \times (170 \times 100 / 23.8)^{1/3} = 56.2 \text{ cm}$.
- II) Deflexión: $L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L = 0.716 \times (63000 \times 36.1 / 23.8)^{1/3} = 32.7 \text{ cm}$.
- III) Cortante: $L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L = 10 \times 100 \times 1.63 / (0.9 \times 23.8) = 76.1 \text{ cm}$.
- IV) Aplastamiento: $L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L = 10 \times 14.29 \times 45 / (1.2 \times 8.45) = 634 \text{ cm}$

La distancia óptima de separación será de 0.35 m. Falla por Deflexión.

Para usos prácticos de diseño se tendrá una dimensión comercial, o en su caso se contará en obra con madera suministrada por lo que en caso necesario se tendrá que efectuar una revisión de la cimbra, en caso de ser necesario o se tenga duda de ella.

A continuación se obtendrá la revisión de separación de las madrinan en función de los largeros:

Espesor efectivo:

Si se cuenta con polín de 2" x 4", $e = 1 \frac{5}{8}'' \times 3 \frac{5}{8}'' = 4.13 \times 9.2 \text{ cm}$.

Módulo de sección:

$S = b \times h^2 / 6 = 4.13 \times 9.2^2 / 6 = 58.26 \text{ cm}^4$.

Momento de inercia:

$I = b \times h^3 / 12 = 4.13 \times 9.2^3 / 12 = 267.98 \text{ cm}^4$.

Carga por longitud $W = 0.35 \times 2380 = 833 \text{ Kg/m} = 8.33 \text{ Kg/cm}$.

El ancho de separación será por:

- I) Flexión: $L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/3} =$
 $L = 1.29 \times 9.2 \times (70 \times 4.13 / 8.33)^{1/3} = 70.0 \text{ cm}$.
- II) Deflexión: $L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L = 0.716 \times (63000 \times 267.98 / 6.4)^{1/3} = 99.0 \text{ cm}$.
- III) Cortante: $L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L = 10 \times 4.13 \times 9.2 / (0.9 \times 8.33) = 50.0 \text{ cm}$.
- IV) Aplastamiento: $L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L = 10 \times 9.2 \times 70 / (1.2 \times 8.33) = 859 \text{ cm}$

La distancia óptima de separación será de 0.50 m. Falla por Cortante.

Para el espaciamiento de las maderas será el siguiente:

Si se usarán secciones de 4" x 4".

Espesor efectivo:

Si se cuenta con polín de 4"x4", $e = 3 \frac{5}{8}" \times 3 \frac{5}{8}" = 9.2 \times 9.2 \text{ cm}$.

Módulo de sección:

$S = b \times h^2 / 6 = 9.2 \times 9.2^2 / 6 = 129.78 \text{ cm}^3$.

Momento de inercia:

$I = b \times h^3 / 12 = 9.2 \times 9.2^3 / 12 = 596.99 \text{ cm}^4$.

Carga por longitud $W = 0.35 \times 2380 = 833 \text{ Kg/m} = 8.33 \text{ Kg/cm}$.

El ancho de separación será por:

I) Flexión: $L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/3} =$
 $L = 1.29 \times 9.2 \times (70 \times 9.2 / 8.33)^{1/3} = 104.4 \text{ cm}$.

II) Deflexión: $L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L = 0.716 \times (63000 \times 596.99 / 8.33)^{1/3} = 118.34 \text{ cm}$.

III) Cortante: $L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L = 10 \times 9.2 \times 9.2 / (0.9 \times 8.33) = 112.9 \text{ cm}$.

IV) Aplastamiento: $L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L = 9.2 \times 9.2 \times 70 / (1.2 \times 8.33) = 790.3 \text{ cm}$.

La distancia óptima de separación será de 1.04 m. Falla por Flexión. Se considera mejor éste espaciamiento por condiciones de proceso constructivo.

Se utilizarán "moños" para un mejor acabado aparente, el espaciamiento entre ellos será:

Carga en la madrina será $= 2380 \times 1.04 = 2475 \text{ Kg/m} = 24.8 \text{ Kg/cm}$.

El espaciamiento entre moños será: $1800 / 24.8 = 0.73 \text{ m}$.

Se usarán moños @ 73 cm.

El dimensionamiento de las vigas maderas por flexión:

$L = 3.16 \times (f \times S / W)^{1/3}$, despejando S:

$S = (L / 3.16)^2 \times W / f = (71 / 3.16)^2 \times 24.8 / 70 = 178.9 \text{ cm}^2$

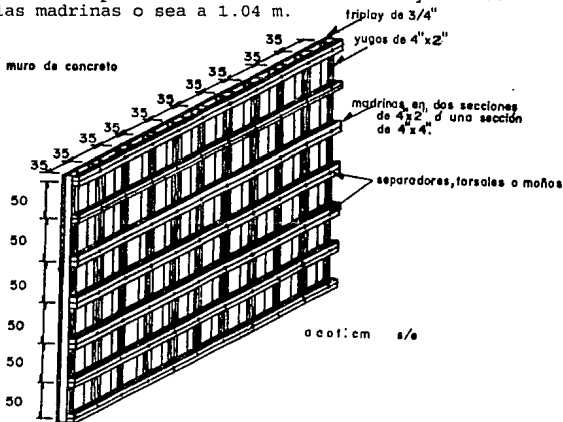
Fuerza por cortante:

$L = v \times b \times h / (0.9 \times w)$, despejando $b \times h$:

$b \times h = L \times 0.9 \times W / v = 73 \times 0.9 \times 24.8 / 10 = 162 \text{ cm}^2$ o sea se requieren 2 polines de $10 \times 10 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^2$ y no uno como habíamos supuesto a una separación de 73 cm los moños y con la misma separación las maderas o sea a 1.04 m.

FIGURA-CIM.16

Cimbra de madera para un muro de concreto



Ejemplo 4.c

Diseño de una cimbra para una trabe de 30 x 60 cm. acabado aparente.

Concreto normal $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

triplay de 19 mm.

Cargas a considerar:

Carga muerta = $0.3 \times 0.6 \times 2400 = 432 \text{ Kg/m}$

Carga viva = $0.3 \times 250 = 75 \text{ Kg/m}$

Peso propio = $0.3 \times 50 = 15 \text{ Kg/m}$

Total $522 \text{ Kg/m} = 5.22 \text{ Kg/cm}$.

Con tablas de 1" = 2.54cm de espesor para el fondo.

Espesor efectivo $e = 5/8" = 1.59 \text{ cm}$.

Módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 30 \times 1.59^2 / 6 = 12.6 \text{ cm}^3.$$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 30 \times 1.59^3 / 12 = 10.05 \text{ cm}^4.$$

Carga por longitud $W = 1 \times 522 = 522 \text{ Kg/m} = 5.22 \text{ Kg/cm}$.

El ancho de separación será por:

I) Flexión: $L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/2} =$
 $L = 1.29 \times 1.59 \times (70 \times 30 / 5.22)^{1/2} = 100.78 \text{ cm}.$

II) Deflexión: $L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L = 0.716 \times (70000 \times 10.05 / 5.22)^{1/3} = 36.70 \text{ cm}.$

III) Cortante: $L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L = 10 \times 30 \times 1.59 / (0.9 \times 5.22) = 91.34 \text{ cm}.$

IV) Aplastamiento: $L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L = 30 \times 1.59 \times 70 / (1.2 \times 5.22) = 533.10 \text{ cm}$

La separación óptima de los travesaños o de los largeros será de 35 cm.

Revisando la separación de las maderas con respecto a la de los largeros se considerará el siguiente análisis.

Carga por longitud = $0.35 \times 5.22 = 182.7 \text{ Kg/m} = 1.827 \text{ Kg/cm}$.

Con dimensiones de 2" x 4".

El espesor efectivo $e = 1 \ 5/8" \times 3 \ 5/8" = 4.13 \times 9.2 \text{ cm}$.

El módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 4.13 \times 9.2^2 / 6 = 58.26 \text{ cm}^3.$$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 4.13 \times 9.2^3 / 12 = 267.99 \text{ cm}^4.$$

El ancho de separación será por:

I) Flexión: $L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/2} =$
 $L = 1.29 \times 9.2 \times (70 \times 4.13 / 1.827)^{1/2} = 149.30 \text{ cm}.$

II) Deflexión: $L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L = 0.716 \times (70000 \times 267.99 / 1.82)^{1/3} = 155.60 \text{ cm}.$

III) Cortante: $L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L = 9 \times 4.13 \times 9.2 / (0.9 \times 1.827) = 207.9 \text{ cm}.$

IV) Aplastamiento: $L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L = 4.13 \times 9.2 \times 70 / (1.2 \times 1.82) = 12180 \text{ cm}$

La separación de las maderas puede ser @ 30 cm de 2" x 4", pero los puntales estarán separados a 1.5 m de 4" x 4".

Para la cimbra lateral se diseñará igual que un muro con altura de 60 cm.

Velocidad de colado será de 1.2 m/h con vibrador.

Temperatura ambiental del colado 25°C.

Cimbra de contacto será de 19 mm (3/4").

Para determinar la presión lateral con $v=1.2$ m/h y $t=25^\circ\text{C}$:

$$P_{\text{máx}} = 2390 + 0.6(4800) \text{ (vibrado)} = 5810 \text{ Kg/m}^2.$$

Se considerará 1 m de ancho de triplay.

Peso por longitud de separación: $1 \times 5810 \text{ Kg/m} = 58.1 \text{ Kg/cm}$.

El espesor efectivo será de 1.63 cm.

El módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 100 \times 1.63^2 / 6 = 44.28 \text{ cm}^3.$$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 100 \times 1.63^3 / 12 = 36.10 \text{ cm}^4.$$

El ancho de separación será por:

- I) Flexión: $L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/2} =$
 $L = 1.29 \times 1.63 \times (120 \times 100 / 58.1)^{1/2} = 30 \text{ cm}.$
- II) Deflexión: $L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$
 $L = 0.716 \times (117600 \times 36.1 / 58.1)^{1/3} = 30 \text{ cm}.$
- III) Cortante: $L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$
 $L = 10 \times 100 \times 1.63 / (0.9 \times 58.1) = 31.2 \text{ cm}.$
- IV) Aplastamiento: $L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$
 $L = 100 \times 1.63 \times 120 / (1.2 \times 58.1) = 280.6 \text{ cm}.$

La separación de largeros será de 30 cm.

FIGURA-CIM.17

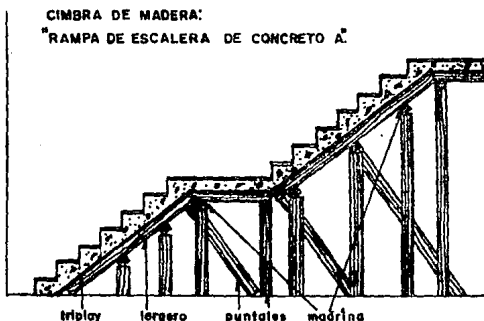
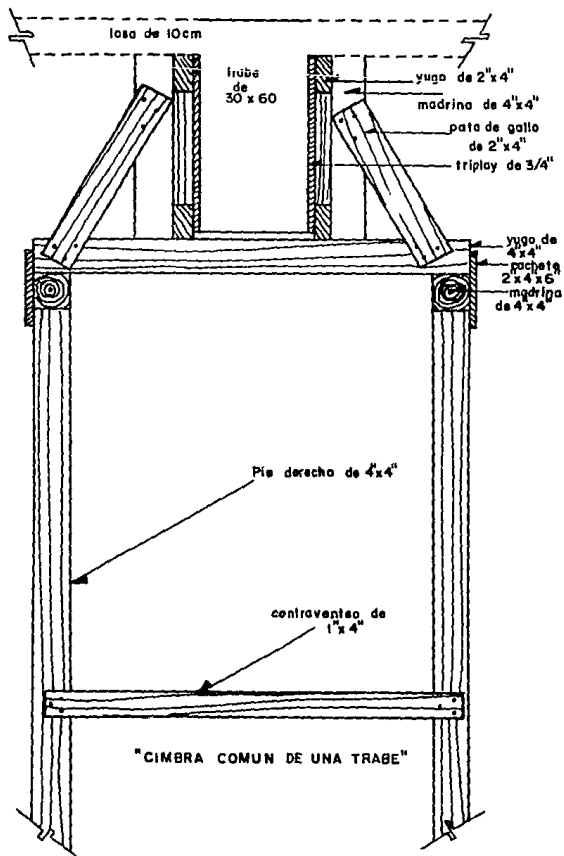


FIGURA-CIM.16



Ejemplo 5.c

Revisión de una cimbra para una columna de 0.8 por 0.8 m y con una altura de 4.0 m.

Se Colará en la ciudad de Toluca, cuya temperatura promedio mínima es de 6.8°C. Se tendrá una velocidad de bombeo de a 1.5 m/h, y se vibrará el concreto.

La cimbra tendrá 10 usos.

La cimbra de contacto será de 19 mm; el espesor efectivo será de 16.3 mm o 1.63 cm.

Para determinar la presión lateral con $v=1.5$ m/h y $t=6.8^\circ\text{C}$

$$P_{\text{máx}} = 4650 \times v + 360 = 4650 \times 1.5 + 360 = 7335 \text{ Kg/m}^2.$$

$$\text{Como se vibrará (se incrementa un 20\%): } P = 7335 \times 1.2 =$$

$$8802 \text{ Kg/m}^2.$$

Considerando un metro de ancho $w = 88.02$ Kg/cm.

$$\text{Considerando un metro de ancho entonces } W = 1 \times 2380 = 2380 \text{ Kg/m} =$$

$$23.8 \text{ Kg/cm}.$$

Para un metro de ancho, el módulo de sección es:

$$S = b \times h^2 / 6 = 100 \times 1.63^2 / 6 = 44.28 \text{ cm}^4.$$

El Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 100 \times 1.63^3 / 12 = 36.1 \text{ cm}^3.$$

La separación entre yugos será, por:

$$\text{I) Flexión: } L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/4} =$$

$$L = 1.29 \times 1.63 \times (170 \times 100 / 88.02)^{1/4} = 29.2 \text{ cm}.$$

$$\text{II) Deflexión: } L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$$

$$L = 0.716 \times (63000 \times 36.1 / 88.02)^{1/3} = 21.2 \text{ cm}.$$

$$\text{III) Cortante: } L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$$

$$L = 10 \times 100 \times 1.63 / (0.9 \times 88.02) = \underline{20.6 \text{ cm}}.$$

$$\text{IV) Aplastamiento: } L = b \times h \times f / (1.2 \times w) =$$

$$L = 100 \times 1.63 \times 170 / (1.2 \times 88.02) = 262.4 \text{ cm}$$

La distancia óptima de separación será de 0.20 m. Falla por Cortante.

Como se observa se colocarán los yugos a cada 20 cm o 3 yugos en cada lado de la columna y no 2 como se muestra en la figura.

A continuación se obtendrá la revisión de separación de las madrinas en función de los yugos:

Espesor efectivo:

$$\text{Si se cuenta con polín de } 2'' \times 4'', e = 1 \frac{5}{8}'' \times 3 \frac{5}{8}'' = 4.13 \times 9.2 \text{ cm}.$$

Módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 4.13 \times 9.2^2 / 6 = 58.26 \text{ cm}^4.$$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 4.13 \times 9.2^3 / 12 = 267.98 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Carga por longitud } W = 0.2 \times 8802 = 1760 \text{ Kg/m} = 17.6 \text{ Kg/cm}.$$

El ancho de separación será, por:

$$\text{I) Flexión: } L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/4} =$$

$$L = 1.29 \times 9.2 \times (70 \times 4.13 / 17.6)^{1/4} = 48.1 \text{ cm}.$$

$$\text{II) Deflexión: } L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} =$$

$$L = 0.716 \times (63000 \times 267.99 / 17.6)^{1/3} = 70.6 \text{ cm}.$$

$$\text{III) Cortante: } L = v \times b \times h / (0.9 \times w) =$$

$$L = 10 \times 4.13 \times 9.2 / (0.9 \times 17.6) = \underline{23.9 \text{ cm}}.$$

$$\text{IV) Aplastamiento: } L = b \times h \times f / (1.2 \times w) = 10 \times 9.2 \times 70 / (1.2 \times 17.6) = 304.9 \text{ cm}$$

La distancia óptima de separación será de 0.25 m. Falla por Cortante, otra opción será de utilizar polines de 4"x4".

Para el espaciamiento de las maderas será el siguiente:

Si se usarán secciones de 4" x 4".

Espesor efectivo:

$$\text{Si se cuenta con polín de 4"x4", } e = 3 \frac{5}{8}'' \times 3 \frac{5}{8}'' = 9.2 \times 9.2 \text{ cm.}$$

Módulo de sección:

$$S = b \times h^2 / 6 = 9.2 \times 9.2^2 / 6 = 129.78 \text{ cm}^3.$$

Momento de inercia:

$$I = b \times h^3 / 12 = 9.2 \times 9.2^3 / 12 = 596.99 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Carga por longitud } W = 0.2 \times 8802 = 1760 \text{ Kg/m} = 17.6 \text{ Kg/cm.}$$

El ancho de separación será por:

$$\text{I) Flexión: } L = 1.29 \times h \times (f \times b / W)^{1/4} = 1.29 \times 9.2 \times (70 \times 9.2 / 17.6)^{1/4} = 71.8 \text{ cm.}$$

$$\text{II) Deflexión: } L = 0.716 \times (E \times I / W)^{1/3} = 0.716 \times (63000 \times 596.99 / 17.6)^{1/3} = 92.2 \text{ cm.}$$

$$\text{III) Cortante: } L = v \times b \times h / (0.9 \times w) = 10 \times 9.2 \times 9.2 / (0.9 \times 17.6) = \underline{53.4 \text{ cm.}}$$

$$\text{IV) Aplastamiento: } L = b \times h \times f / (1.2 \times w) = 9.2 \times 9.2 \times 70 / (1.2 \times 17.6) = 280.5 \text{ cm.}$$

La distancia óptima de separación será de 0.50 m. Falla por Cortante. Se considera mejor éste espaciamiento por condiciones de proceso constructivo.

Se utilizarán los "pies derechos" suficientes para sostener la cimbra por contraventeo o movimiento vertical, así como plomos en los cuatro sentidos para una óptima verticalidad de la columna, para un mejor acabado aparente se recomienda utilizar chaflan o bisel en las aristas de la columna.

También antes de colocar la cimbra se confinara la base con arena para que no fluya la lechada del concreto.

VIII) Especificaciones y recomendaciones generales en las cimbras.

La cimbra en su uso como molde del concreto no se usará como sustituto a los cortes de tierra, siendo responsabilidad del contratista del uso adecuado.

La deflexión máxima en superficies de concreto hechas a base de cimbras no debe ser mayor a $L/240$, entre elementos estructurales.

La colocación del chaflán se hará en las esquinas de la cimbra para producir extremos biselados que estarán expuestas permanentemente o donde se requiera o señale el proyecto.

Para mantener las tolerancias específicas la cimbra se podrá contraflechar para compensar las deflexiones de la cimbra antes de fraguar totalmente el concreto.

Para la correcta función de la cimbra se podrá hacer correcciones a la cimbra durante el colado con ayuda de gatos, cuñas, madrinas, etc. Las cuñas se usarán para los ajustes finales fijándose o firmemente después de la revisión final; para el mismo caso se anclarán la cimbra de contacto con la obra falsa para evitar cualquier movimiento en falso para la colocación del concreto.

Se contemplará el uso de ventanas en la base de las cimbras de columnas y muros para facilitar la limpieza y observación antes del colado del elemento.

El uso de separadores, cargadores se usará de fabricación comercial y no de madera o desperdicio de otra índole, aunque si a costo de la contratista puede usar varilla estructural.

En los extremos de las grapas o extremos de los separadores no debe terminar en no menos de 2 diámetros o $2a$ (a es la dimensión mínima del separador) a partir de la superficie del concreto o en su caso no menor a 2 cm, los separadores se cortarán al paño de la superficie o pulirse al ras de la superficie sin afectar al concreto.

Para el uso de equipo ligero como buguies, carretillas, u otros tipos de herramientas se apoyará sobre elementos de cimbra auxiliar provisional y no sobre al acero de refuerzo.

En las juntas de construcción, recubrimientos, tiempos de cimbrados, así como para el diseño al considerar las cargas y presiones laterales.

Preparación de la cimbra.

Toda superficie debe estar limpia con un recubrimiento adecuado que prevenga la absorción de humedad y evite la adherencia y no manche la superficie del concreto, al igual sin causar grumos ni contener material endurecido extraño que deteriore la superficie de contacto.

Descimbrado.

En caso de querer reparar un defecto en la superficie u otro tipo de acabado, se recomienda el uso de acuerdo si es muy pequeño, se resanará con un mortero arena cernida-cemento 1:1.

Si existe una oquedad muy pronunciada de acuerdo al criterio de la supervisión se volverá a colocar la cimbra abriendo una abertura inyectando concreto de más alta resistencia.

Para cimbras en elementos con pendiente se podrá quitar tan pronto como haya endurecido cuyo uso fue tan solo de no escurrir durante el colado.

En el mismo caso para cimbras para los pasos hombre, instalaciones se podrán "aflojar" sin dañar el concreto.

La cimbra y puntales usados para soportar el peso del concreto debe permanecer apuntalada aunque haya dado los resultados de laboratorio la resistencia mínima especificada.

Reapuntalamiento.

Cuando se permita o requiera el reapuntalamiento se planeará por anticipado, debe evitarse la carga viva por lo menos de 24 hrs. después del colado.

Durante el reapuntalamiento no debe haber cargas de peso muerto, de construcción y vivas mayores a las permitidas de acuerdo a la resistencia desarrollada en el momento del reapuntalamiento.

Los puntales deben de colocarse lo más pronto posible después del desensamblado y no colocarse después de la finalización del día de trabajo, para desensamblar o descimbrar el reapuntalamiento debe tener capacidad al menos la capacidad del sistema de apuntalamiento superior (para varios niveles de apuntalamientos) y colocarse directamente bajo la posición del puntal de encima, para el mismo caso los puntales se extenderán a un número suficiente del número de pisos para distribuir el peso del concreto recién colado; tanto su peso como la carga viva no excederán de las cargas consideradas de los pisos que soporten los puntales.

TOLERANCIAS.

La cimbra debe construirse de modo que se adapte a los límites de tolerancias enlistados.

Aunque éstas tolerancias son realmente relativas en sus valores de acuerdo al proceso constructivo se puede considerar un gran parámetro para evitar que la estructura esté fuera de las especificaciones y normatividad que se presente en el proyecto.

Estas tolerancias fueron almendrados de la fuente mencionada en las referencias hechas en la bibliografía.

Tolerancias para superficies cimbradas.

A) Variaciones de plomo.

- A.1 En líneas y superficies de columnas, pilastras, muros y aristas:
- * En 3.0 m de longitud6 mm.
 - * Máximo en toda la longitud25 mm.
- A.2 Para esquinas de columnas expuestas, ranuras de control de vigas y otras líneas conspicuas:
- * En 6.0 m de longitud6 mm.
 - * Máximo en toda la longitud13 mm.

- B) Variaciones de nivel o cotas especificadas en el proyecto.
- B.1 En el lecho bajo de las losas, techos, lecho bajo de traves y aristas medidos antes de quitar puntales de soporte:
 * En 3.0 m de longitud6 mm.
 * Máximo en toda la longitud19 mm.
- B.2 En traves superior de ventanas que estén expuestas, travesaños, parapetos, vigas horizontales y otras líneas conspicuas:
 * En una longitud de 6.0 m o menor6 mm.
 * Máximo en toda la longitud13 mm.
- C) Variaciones en los ejes de construcción a partir de una posición establecida en planta y la posición relativa de columnas, muros y muros divisorios:
 * En 6.0 m de longitud13 mm.
 * Máximo en toda la longitud25 mm.
- D) Variación en los tamaños y posición de la mangetería, aberturas del piso y aberturas de los muros.± 6 mm.
- E) Zapatas.
- F.1 Variaciones en las dimensiones en planta:
 * Menor de su dimensión13 mm.
 * Mayor de su dimensión53 mm.
- F.2 Mala colocación o excentricidades:
 * 2% del ancho de la zapata en la dirección de la mala colocación pero no más de51 mm.
- F.3 Espesor:
 * Disminución del espesor señalado5%
 * Aumento del espesor señalados/límite
- G) Variación en los escalones.
- G.1 En un tramo de escaleras:
 * Peralte± 3 mm.
 * Huella± 6 mm.
- G.2 En escalones consecutivos.
 * Peralte± 2 mm.
 * Huella± 3 mm.

Recomendaciones

Para la colocación de la cimbra se hacen las siguientes recomendaciones:

a) La cimbra se debe ajustar a la forma, niveles, dimensiones, longitudes y calidad especificada en los planos.

b) La obra falsa deberá estar contraventada y unida adecuadamente para mantener su posición y forma antes y después de la colocación del concreto.

c) Los moldes deberán tener rigidez suficiente, soportando la presión de las cargas aplicadas, evitando deformaciones debido a la vibración, revoltura, carga viva, etc.

d) Los moldes deberán estar bien estancados y taponeados, para evitar el escurrimiento de la lechada o de finos en la colocación del concreto.

e) No se debe permitir el inicio del colado si en el molde se encuentra viruta y pedacería de acero, madera y concreto no escarificado u otros materiales, permitiéndose el colado hasta que la cimbra haya quedado limpia de todo tipo de materia ajena a ella y se haya construido de acuerdo al proyecto.

f) Los pies derechos irán sobre zapatas o rastras que estarán colocadas sobre cuñas de madera, de tal forma que se pueda controlar y corregir cualquier asentamiento, los pies derechos se alinearán con los demás en sentido vertical para evitar alguna falla por pandeo, debido a la mala colocación del mismo.

g) Todas las aristas del molde deberán llevar un chaflán en forma de un triángulo rectángulo con catetos de 2.5 cm.

h) Si los moldes son de madera se deberán humedecer o mojar antes de la colocación del concreto en un período constante de 2 horas como mínimo.

i) Los separadores serán de metal en el interior del molde que pudiera desplazar al concreto.

Las recomendaciones de limpieza de los moldes deben ajustarse a las siguientes condiciones.

I) Antes de la etapa de habilitado del acero, la cimbra deberá estar bañada por diesel o por aceite mineral u otro líquido que influya en la duración de la madera, la vida útil de la madera será por lo menos de 7 usos.

II) Al inicio del colado, la cimbra deberá estar limpia de toda basura suelta o adherida al molde, en caso contrario el contratista utilizará cualquier medio para que se cumpla la limpieza del molde aprobado por el corresponsable de la obra.

III) Si es necesario, en su caso dejará registros para facilitar la limpieza previa al colado y para las inspecciones que el efecto lo requiera, así como el colado mismo.

IV) La limpieza de los moldes estarán sujetas a la inspección, sin cuya aprobación no podrá iniciarse un colado.

DESCIMBRADO

a) La remoción de la cimbra se hará de acuerdo con el tiempo especificado a partir de la fecha del colado.

- b) La cimbra se retirará procurando seguridad de la estructura.
- c) No se permitirá descimbrar aquellas porciones de la estructura que no estén apuntaladas adecuadamente para soportar durante la construcción cargas que excedan a las del diseño.
- d) La remoción de los moldes se harán sin dañar las superficies del concreto recién colado.
- e) Al remover moldes como obra falsa no deberán usarse procedimientos que sobrefatiguen la estructura.
- f) En las maniobras de descimbrado, los apoyos de la obra falsa (cuñas, gatos, etc.) deberán operarse adecuadamente de tal manera que la estructura retome su esfuerzo uniforme y gradualmente.
- g) se recomienda quitar los apoyos, los puntales y/o andamios y posteriormente continuar con el molde.

TIEMPOS DE DESCIMBRADO

Para determinar el tiempo que la cimbra deberá permanecer apoyada y el concreto en la cimbra, se tomará en cuenta el tipo de estructura, tipo de concreto, clima, aditivos utilizados, ya sea retardantes o acelerantes para el fraguado del concreto. La remoción de los moldes y de la obra falsa podrán iniciarse cuando el concreto haya alcanzado el 75% de la resistencia especificada para soportar las cargas permanentes y extraordinarias, que quedará sujeta a los reportes de ensayos de los cilindros de prueba tomadas durante el colado.

Los períodos entre la terminación de la obra falsa y la colocación del concreto se recomiendan las siguientes:

TABLA-CIM.16

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CEMENTO PORTLAND I, II, IV.	TIPO DE CEMENTO HIDRAULICO PORTLAND III (RESISTENCIA RAPIDA)
Bóveda	14 días	7 días
Trabes	14 días	7 días
Losas	14 días	7 días
Columnas	2 días	1 día
Muros y contrafuertes costados de trabes.	2 días	1 día
Guarniciones, etc.	2 días	1 día

GLOSARIO

Columna o poste.- Elemento estructural sometido a cargas de compresión que pueden actuar en forma aislada.

Cubierta.- Duelas , tablas o placas de madera contrachapada que forman parte del sistema de piso o techo y descansan sobre elementos de madera poco espaciadas.

Vigueta.- Elemento ligero de madera sometidos a cargas transversales colocados a distancias cortas (1.2 m) entre sí por una cubierta de duela o triplay, para ser cargados de canto.

Fibra.- Término para designar a elementos celulares constituidos de madera.

Madera contrachapeada.- Placas sobrepuestas en sentidos perpendiculares a sus fibras unida con adhesivo, el número de chapas es par.

Madera húmeda.- Madera aserrada cuyo contenido de humedad es mayor del $18\% \pm 2\%$.

Madera seca.- Madera aserrada con un contenido de humedad igual o menor de $18\% \pm 2\%$.

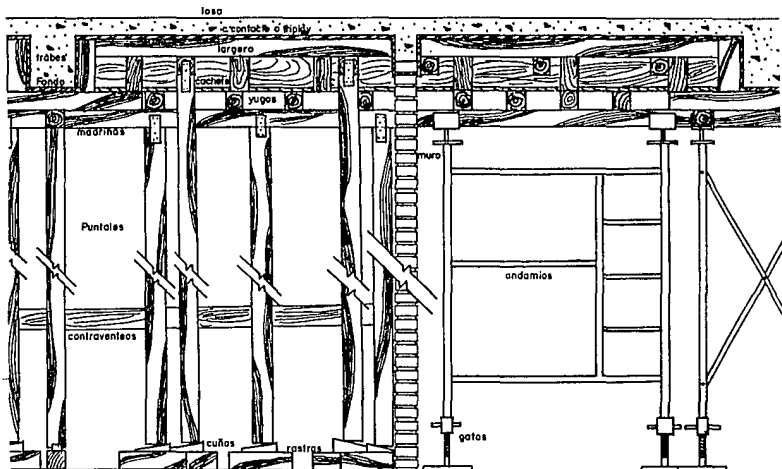
Pie derecho.- Pieza ligera de sección rectangular, para soportar cargas a flexocompresión.

Vigas.- Elemento horizontal sometido a cargas perpendiculares a su eje longitudinal que actúa en forma aislada en separaciones grandes y no esta unida por un material de cubierta para compartir la carga, su carga o sea la transmitida sobrecantos.

Sistema de carga compartida.- Estructura compuesta por más de tres elementos o miembros espaciados centro a centro para compartir la carga conjuntamente.

Sistema de piso ligero.- Estructura formada por más de tres elementos, paralelos y separados entre sí (8 cm) unidos con una cubierta de madera contrachapeada u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

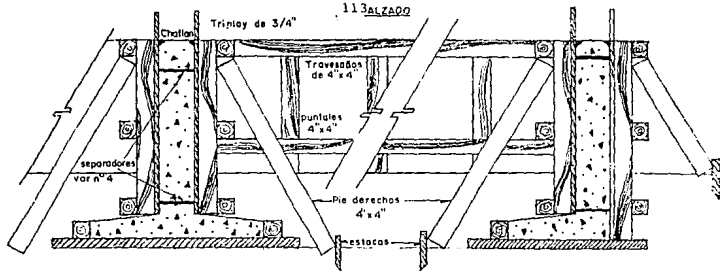
Moños.	Madrina
Torsales.	Rastra.
Poyos.	Cuña.
Calzas.	Andamio.
Pata de gallo.	Base.
Separador.	Cachetes.
Tablón.	Arrastres.
Triplay.	Tensor.
Polín.	C. Bajos.
Duela.	C. Lateral.
Clavos.	C. de Frontera.
Diesel.	Pie derecho.
Plomo.	Yugo.
Hilo.	Plomos.
Puntal.	Estacas.
Travesaño.	Tarimas.
Gotero, hisel o Chaflán.	
Larguero.	
Cimbra falsa.	
Cimbra de contacto.	
Etc.	



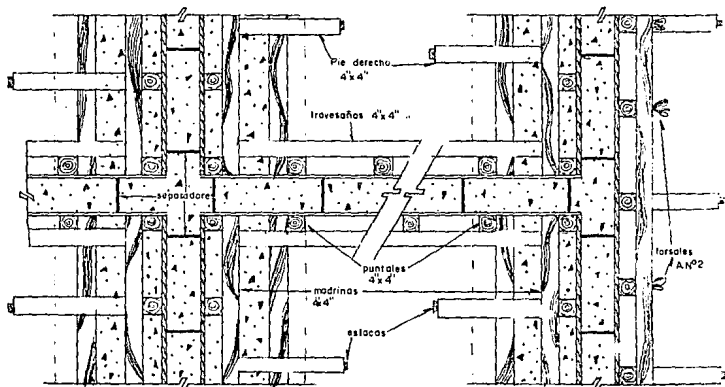
Modelo tipo de una cimbra de una fosa.

"CIMBRA DE MADERA PARA UNA ZAPATA CORRIDA"

113 ALZADO



PLANTA



CAPITULO CUATRO

CONCRETO

I) DEFINICION

Es una mezcla bien dosificada de cemento, agregados, agua y adicionales (puzolana, aditivos), los cuales al mezclarse con agua constituyen una pasta que al vaciarse en moldes adquiere la forma y dimensiones deseadas con una cierta resistencia.

Es un material heterogéneo con características variables según el mezclado de sus ingredientes. Para una adecuada calidad del concreto, debe haber un control desde sus ingredientes hasta su fabricación.

El control de calidad del concreto de acuerdo al proceso de fabricación hasta la obtención de resultados se basa en un muestreo, y toma en cuenta la dosificación, la calidad de los materiales (cemento, agregados y agua), el mezclado, el transporte, la colocación, el curado y los ensayos.

Para la obtención de una óptima calidad se debe cumplir con ciertas condiciones: Que la mano de obra desarrolle un proceso de medición, mezclado, colocación, descimbrado, curado y consolidación correctos para calcular los gastos de concreto se debe tomar en cuenta la transportación, colocación, compactación, acabado, decimbrado, curado y análisis de resultados. Para obtener una adecuada trabajabilidad, endurecimiento y resultados adecuados se debe tomar en cuenta la especialidad en la mano de obra.

Una buena construcción de concreto debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Conocimiento del lugar donde se ejecutará la obra.
- b) Selección, dosificación y precio de los materiales.
- c) Adecuada ejecución de la mano de obra.

Siempre será necesario vigilar que se cumplan estos requisitos para obtener mejores resultados y no olvidar, que en los detalles hay más posibilidad de falla.

Entre las fallas más comunes encontradas antes y después de la colocación del concreto podemos mencionar:

La segregación, sangrado, juntas frías, (filtrado), agrietamiento o estrellamiento del concreto endurecido; un mal curado o una mala protección a las inclemencias climáticas y la no uniformidad del concreto.

Es importante nunca dejar una obra sin supervisión en la colocación del concreto ya que el ing. residente no notará los defectos, y puede aprobar un material deficiente.

Para realizar una adecuada inspección será necesario contratar a un laboratorio (contratado por el dueño de la obra) para la recepción del concreto, el muestreo y la elaboración de especímenes para su ensaye; también revisará el cumplimiento de las especificaciones de calidad del concreto.

Otra recomendación es la capacitación de personal para obtener una óptima calidad de la mano de obra, que elaborará estructuras más resistentes, durables y económicas.

Un concreto recién mezclado debe ser plástico o semifluido o sea, capaz de ser moldeado a mano para ser colocado en una cimbra de tal forma que sus ingredientes no estén predispuestos a segregarse durante el transporte y si se endurece debe quedar homogéneo en todos sus componentes. El concreto de consistencia plástica no se demora, sino que fluye como un líquido viscoso sin segregarse. Para obtener esa homogeneidad se requiere de ciertos cuidados, y de esfuerzos en la secuencia de carga de los ingredientes en la mezcladora, esta secuencia puede variar y producir un concreto de poca calidad.

Actualmente entre los elementos estructurales utilizados en la industria de la construcción, podemos mencionar el concreto y acero estructural o concreto reforzado que tendrá las siguientes características: estructural, facilitar su manejo, durabilidad, economía, aspecto arquitectónico, entre otras.

a) Ventajas

- 1.- Molde y dimensiones deseables.
- 2.- No requiere mano de obra especializada.
- 3.- Fácil manejo y fabricación.
- 4.- Fácil obtención de sus componentes.
- 5.- Resistencia a la compresión conforme al proporcionamiento.
- 6.- Resistencia al fuego.
- 7.- Único material que se puede obtener de juntas monolíticas (o sea que haya continuidad).

b) Desventajas

- 1.- Densidad alta.
- 2.- Requiere de un molde (cimbra).
- 3.- Baja resistencia a la tensión.
- 4.- Irrecuperable.
- 5.- Poca resistencia a la tensión.

II) PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO.

Módulo de Elasticidad (E).

Es la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria dentro del intervalo elástico de la curva Esfuerzo-Deformación unitaria, varía en función de $F'c$ y del tipo de agregado.

El módulo de elasticidad (E) varía entre 140,600-422,000 Kg/cm²

$$E = 15100 \sqrt{F'c}$$

TABLA-CON.1

CONCRETO	De peso Normal $F'c=210-350 \text{ Kg/cm}^2$	Concreto ligero.
Mód.de Elást. [Kg/cm ²]	140,620-421,860 $15,114(F'c)^{1/2}$	70 310 a 175 775.
Peso en [KG].	2200 a 2400	1800 a 2000

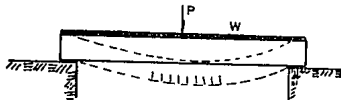
Deflexión.

Es la flecha, resultado de las deformaciones por flexión que se desarrollan bajo la acción de la carga muerta y de las cargas vivas que podrían producir agrietamientos en la zona de tensión de los elementos de concreto.

El ancho de grietas por flexión es de 0.41 mm. para concretos interiores y 0.33 mm. para concretos exteriores.

FIGURA-CON.2

Donde: P es la carga puntual
W es la carga unif. distribuida
y la línea punteada representa la
deflexión del elemento estructural



Relación de Poisson.

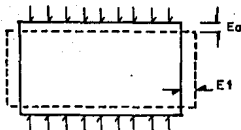
Si un bloque de concreto es cargado a compresión uniaxial, se acorta y al mismo tiempo desarrolla una deformación unitaria lateral o abombamiento, la relación entre la deformación unitaria lateral y al deformación unitaria axial se denomina relación de Poisson.

$$\mu = \frac{\epsilon_l}{\epsilon_a} = 0.15 \text{ a } 0.25$$

Varía de 0.15 a 0.25 dependiendo del agregado, contenido de humedad, edad del concreto y resistencia a la compresión. Se utiliza en el análisis estructural avanzado de placas planas para pisos, cascarones de cubiertas, presas de arco y losas de cimentación.

FIGURA-CON.3

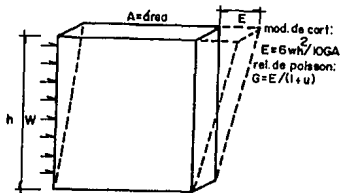
Donde: La E_s es la deformación vertical
El e es la deformación horizontal



Deformación unitaria por cortante

El concreto se deforma bajo la acción de la fuerza cortante. La deformación unitaria por cortante es importante para determinar las trayectorias de carga o la distribución de fuerzas en la estructura indeterminada (muros o columnas).

FIGURA-CON.4



$$\epsilon = \frac{6 \times W \times H^2}{10 \times G \times A}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

Donde:

G = Módulo de cortante W= Carga uniformemente distribuida.
 μ = Relación de Poisson H= Altura c ancho de la sección.
 E = Módulo de elasticidad.

El módulo de cortante (módulo de rigidez), G, varía con la resistencia y temperatura del concreto.

Cuando la resistencia a la compresión se encuentra entre 280 y 350 Kg/cm², G a 24°C es de aproximadamente un 42% del módulo de elasticidad, E.

Fluencia.

Es la deformación causada por la carga, se divide en dos partes:

I) Deformación inmediata (deformación elástica).
 II) Deformación en función del tiempo, comienza inmediatamente en proporción decreciente durante el tiempo en que el concreto se encuentre cargado (fluencia).

La magnitud de la fluencia depende de:

- La magnitud del esfuerzo.
- Edad y resistencia del concreto.

c) Período durante el cual el concreto se encuentre cargado.

d) Otros:

Tipo.

Cantidad.

T.M.A.

Tipo de cemento.

Cantidad de pasta del agregado.

Tamaño y forma del concreto.

Relación Volumen-Superficie.

Cantidad de acero de refuerzo.

Curado.

Temperatura.

Humedad.

Un concreto con mayor $F'c$ disminuye su fluencia y viceversa.

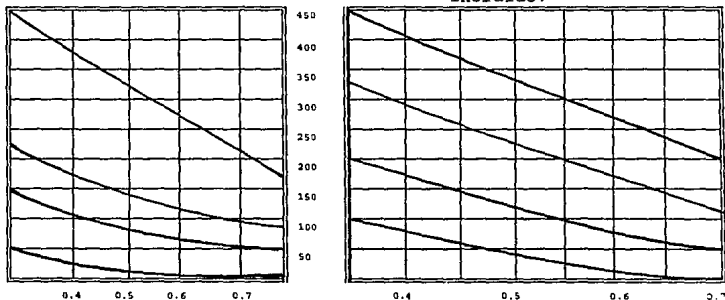
Resistencia a la compresión $F'c$

Es la resistencia a la compresión máxima en especímenes de concreto a carga axial (15x30 cm) a una edad de 28 días y se designa como $f'c$ en Kg/cm^2 , y se emplea para el diseño estructural. El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 a 350 Kg/cm^2 aunque hay concretos de 420 a 1400 Kg/cm^2 .

La resistencia a la flexión (módulo de ruptura) del concreto se utiliza generalmente para el diseño de pavimentos y otras losas sobre el terreno. La resistencia a la compresión se puede utilizar como un índice de la resistencia a la flexión.

FIGURA-CON.5 ¹

Concreto con aire incl. - $F'c$ Kg/cm^2 - Concreto sin aire incluido.



La resistencia a la flexión en concreto de peso normal, se aproxima a menudo de 1.99 a 2.65 veces el valor de la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión.

¹ Consultar referencia 1 p.6.

La resistencia a la tensión del concreto es de aproximadamente de 8% a 12% de su resistencia a compresión y se estima como 1.33 a 1.99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión.

La resistencia a la torsión para el concreto, está relacionada con el módulo de ruptura y dimensiones del elemento de concreto. La resistencia al cortante puede variar desde el 35% al 80% de la resistencia a compresión.

La correlación existente entre la resistencia a compresión y resistencia a flexión, tensión, torsión, y cortante varía de acuerdo a los componentes del concreto y medio ambiente.

Los principales factores que afectan a la resistencia, la tensión, la adherencia del concreto con el acero y la resistencia a la flexión son: la relación agua/cemento, la edad, el grado que haya progresado la hidratación.

RELACION AGUA/CEMENTO EN PESO.

Relaciones F'c-A/C en ensayos de cilindros de 15x30 cm., empleando cemento portland tipo I con un curado húmedo a 21°C.

Peso Unitario (densidad).

El concreto convencional, empleado normalmente tiene un peso unitario dentro del rango de 2240-2400 Kg/m³, varía dependiendo de la cantidad y de la densidad relativa del agregado, de la cantidad de aire atrapado, del contenido de agua, del contenido de cemento y del tamaño del agregado grueso. Un concreto normal en diseño por lo regular tiene un valor de 2400 Kg/m³.

La poca agua retenida herméticamente en poros y capilares no se evapora bajo condiciones normales. La cantidad de agua que se evaporará al aire a una humedad relativa del 50% es de aproximadamente 2% a 3% del peso del concreto.

Existe una amplia variedad de concretos, desde concretos aisladores ligeros con pesos unitarios de 240 Kg/m³ hasta concretos pesados con 6400 Kg/m³ para el empleo de contrapesos o blindajes contra radiaciones.

Permeabilidad.

Es la cantidad de migración de agua a través del concreto, cuando el agua se encuentra a presión o cuando el concreto puede resistir la penetración de agua u otras sustancias (líquidos, gas, iones, etc.). Las mismas propiedades que convierten al concreto menos permeable también lo vuelven más hermético.

La hermeticidad es la capacidad del concreto de refrenar o retener el agua sin escapes visibles.

La disminución de la permeabilidad mejora la resistencia del concreto a la restauración, al ataque de sulfatos y otros agentes productos químicos así como a la penetración del ion de cloruro.

La permeabilidad afecta la capacidad de destrucción por congelamiento en condiciones de saturación.

Un concreto con baja permeabilidad requiere de una relación agua/cemento baja y un período de curado húmedo adecuado.

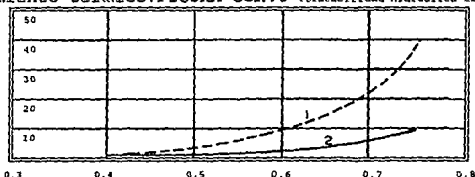
La permeabilidad aumenta con el secado, la inclusión de aire ayuda a la hermeticidad aunque tiene efecto mínimo sobre la permeabilidad.

La permeabilidad de un concreto maduro de buena calidad es de 1×10^{-10} cm/seg. En la pasta varía de 0.1×10^{-12} - 120×10^{-12} cm/seg. En los agregados varía en un rango de 1.7×10^{-12} - 3.5×10^{-12} cm/seg.

Los valores de permeabilidad serían distintos para otros líquidos y gases, la relación que existe entre la relación agua/cemento, el período de curado y permeabilidad es similar.

Las relaciones agua/cemento bajas también reducen la segregación y sangrado, contribuyendo adicionalmente a la hermeticidad, el concreto debe estar libre de agrietamientos y de celdillas.

El concreto poroso (concreto sin finos que permite fácilmente el flujo de agua a través de sí mismo) se diseña para aplicaciones especiales como canchas de tenis, pavimentos, lotes para estacionamientos, invernaderos y estructuras de drenaje o edificios para aislamiento térmico. FIGURA-CON.6 Permeabilidad Hidráulica cm/seg $\times 10^{11}$.



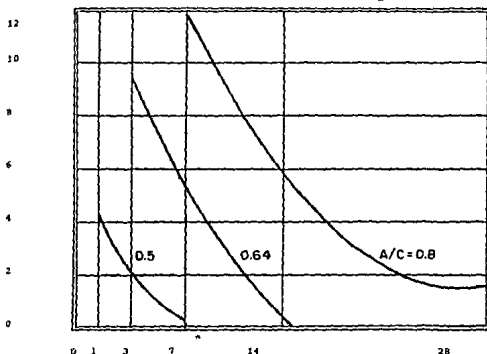
Relación Agua/Cemento, en Peso.

Concreto sin aire incluido, especímenes: cilindros de 10x20 cm.

Presión de agua 210 Kg/cm²; curado:

1 día húmedo, 90 días al aire. 7 días húmedo, 90 días al aire.

1 FIGURA-CON.7 Relación de permeabilidad hidráulica - relación agua/cemento con un curado inicial de especímenes e concreto.



Mortero sin
aire incluido
Especímenes:
discos de
2.5x15 cm
presión:
1.4 Kg/cm²

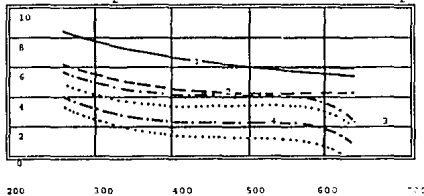
La anterior tabla comprende al Período de curado húmedo y edad de pruebas en días.

Relación agua/cemento - Duración de curado con la permeabilidad del concreto. La filtración se reduce a medida que la relación A/C desciende y aumenta el período de curado.

Resistencia al desgaste.

Esta estrechamente relacionada con la resistencia a compresión, tiene mayor resistencia a la abrasión que un concreto de resistencia a compresión del concreto que depende de la relación agua/cemento, del curado. El tipo de agregado y acabado de la superficie o el tratamiento utilizado también tiene fuerte influencia en la resistencia al desgaste o sea al agregado duro que es más resistente a la abrasión que un agregado blando o esponjoso, y una superficie que ha sido tratada con llana de metal resiste más el desgaste que una que no lo ha sido.

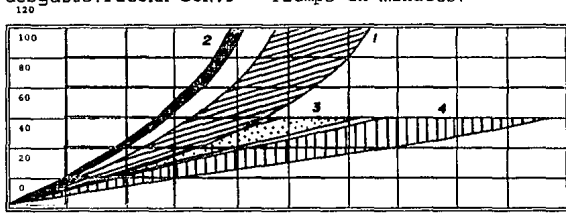
FIGURA-CON.8' Pérdida por abrasión-erosión % en peso.



Tipo de agregado: Resistencia a la compresión Kg/cm^2 .

1 Caliza. 2 Cuarcita. 3 Basalto. 4 Calcedonia.

Efecto de la resistencia a compresión y del tipo de agregado sobre la resistencia al desgaste del concreto. Un concreto de elevada resistencia con un agregado duro es altamente resistente al desgaste. FIGURA-CON.9 Tiempo en minutos.



Profundidad de Abrasión, mm. Ensayos de abrasión con ruedas de afilar.

1) Tratamiento superficial con basalto. 2) Capa superior de basalto.
3) Tratamiento superficial con agregado metálico. 4) Losa monolítica.

Efecto del acabado con llana de acero y de los tratamientos superficiales sobre la resistencia al desgaste del concreto. La resistencia a compresión de la losa base fue de 420 Kg/cm² a los 28 días, todas fueron acabadas con llana de acero.

Verificación del funcionamiento y precisión del equipo de dosificación y mezclado (NOM-C-155-1984).

Concreto segun el R.D.F.Clase 1: $\Gamma \leq 2.2 \text{ T/M}^3$ Clase 2: $1.9 \leq \Gamma \leq 2.2 \text{ T/M}^3$

En la fabricación de los concretos clase 1 o 2 se empleará cualquier tipo de cemento portland con la finalidad y característica para que la estructura cumpla con la norma NOMC1 o cemento portland NOMC2.

La clase de concreto a emplear en cada obra depende de su clasificación:

Clase 1: Grupo A Subgrupo 2

Clase 2: Subgrupo B2

La resistencia a compresión del concreto es:

Clase 1 $F'c \geq 250 \text{ Kg/cm}^2$ Clase 2 $F'c < 250 \text{ Kg/cm}^2$

El módulo elástico de los concretos se supondrá de la siguiente manera:

$$\text{Clase 1 } E_c = 14000 \times \sqrt{F'c}$$

$$\text{Clase 2 } E_c = 8000 \times \sqrt{F'c}$$

La contratación por secado final del concreto se supondrá:

Clase 1 $E_{cf} = 0.001$ Clase 2 $E_{cf} = 0.002$

El coeficiente de deformación axial diferida será de:

Clase 1 $C_f = 2.4$ Clase 2 $C_f = 5.0$

$$C_f = \frac{df - di}{di}$$

Donde:

df = Deformación axial final.

di = Deformación axial inmediata.

F'c = Resistencia a la compresión simple.

Resistencia a la tensión:

Se considera como resistencia a la tensión de un concreto promedio de esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayos en cilindros de 15 x 30 cm cargados diametralmente ensayados de acuerdo a la norma NOMC163, ft se considera como:

$$\text{Concreto clase 1 } f_t = 1.5 \times \sqrt{F'c}$$

$$\text{Concreto clase 2 } f_t = 1.2 \times \sqrt{F'c}$$

La resistencia por flexión (módulo por rotura):

$$\text{Concretoclase1} M_r = 2 \times \sqrt{F'/c}$$

$$\text{Concretoclase2} M_r = 1.4 \times \sqrt{F'/c}$$

En si el concreto clase 1 es aquél cuyo agregado grueso no es caliza cuyo peso volumétrico no es mayor a 2400 Kg/m³ o cumunmente conocido como concreto normal, considerado como hidráulico.

Y el concreto clase 2 o concreto estructural es aquel cuyo peso volumétrico es igual a 2400 Kg/m³ con agregado grueso de caliza u otro que cumpla con las características semejantes y con un revenimiento estricto de 12 cm.

III) Factores del cambio volumétrico.

1) Cambio de volumen

Debido a que el concreto es relativamente débil a la tensión pero muy resistente a la compresión y tanto la expansión y contracción son debidas a ciclos de:

- Humedad y temperatura.
- Efectos químicos.
- Ataque a sulfatos.
- Reacciones álcali-agregado.

La fluencia es un cambio de volumen o deformación causada por la aplicación sostenida de un esfuerzo o carga y los cambios elástico o inelástico de formas que ocurren bajo una carga aplicada.

Los cambios de volumen en el concreto son pequeños, los cambios longitudinales son de 10 millonésimas hasta aproximadamente 1000 millonésimas (10 micras/cm a 1000 micras/cm ó 0.001% - 0.1% ó 1 mm. a 100 mm).

2) Cambios de Temperatura

El concreto se expande levemente conforme la temperatura se eleva y se contrae a medida que ésta baja. Los cambios de temperatura pueden ser causados por:

- Condiciones ambientales o por hidratación del cemento.
- Contenido de cemento.
- Relación Agua-cemento.
- Edad del concreto y la humedad.
- Tipo de agregado.
- Cambios de temperatura ambientales.

Un valor promedio para el coeficiente de dilatación térmica del concreto es de aproximadamente 10 millonésimas por grado centígrado aunque varía de 6-13; esto equivale a un cambio longitudinal de 5 mm por 10 m de concreto sujeto a un aumento o disminución de 50°C, para el concreto reforzado se supone 11 millonésimas por grado centígrado.

$$10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}.$$

Bajas temperaturas

El cambio volumétrico a temperatura bajo cero es afectada fuertemente por el contenido de humedad. El agua y tipo de agregado en el concreto aumenta la resistencia a la compresión y tensión, su módulo de elasticidad y un poco su conductividad térmica. La dilatación térmica es de $6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C} - 8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$.

Altas temperaturas

Con temperaturas mayores de 93°C, la pasta de cemento se contrae por deshidratación y el agregado se dilata, la resistencia, el módulo de elasticidad, la conductividad térmica y la fluencia aumenta con la temperatura; arriba de 100°C, la pasta comienza a deshidratarse.

Si se emplean agregados estables y se considera la reducción de resistencia, además de los efectos de las características de diseño de mezclas y usos de materiales específicos como cemento resistente al calor con contenido elevado de alúmina.

Se podrá sujetar a un concreto de alta calidad a temperaturas entre 93°C y 204°C durante períodos prolongados.

3) Cambio de Humedad

Contracción por secado (cambio de humedad)

El concreto se expande ligeramente con el aumento de humedad y se contrae con la pérdida de la misma.

El concreto simple, sin refuerzo varía de 400 a 800 millonésimas aproximadamente cuando se le expone al aire libre a una humedad de 50% (°C).

El concreto con una contracción unitaria de 550 millonésimas causada por un descenso de temperatura de 38°C. La contracción del concreto reforzado es menor que la del concreto simple, la diferencia depende de la cantidad de refuerzo, comúnmente se supone una contracción unitaria de 550 millonésimas causada por un descenso de temperatura de 38°C.

La contracción del concreto reforzado es menor que la del concreto simple, la diferencia depende de la cantidad de refuerzo, comúnmente se supone una contracción de 200 a 300 millonésimas. En aplicaciones exteriores el concreto alcanza su contenido máximo de humedad en el invierno, y es debido a la respuesta de la pasta de cemento en relación a la pérdida de humedad.

Pueden desarrollarse agrietamientos aleatorios de importancia si las juntas no fueron planeadas adecuadamente y si el elemento de concreto está restringido por su acortamiento.

Si el esfuerzo de tensión provocado por la restricción de contracción por secado llega a rebasar la resistencia a tensión del concreto, se desarrollarán agrietamientos.

El factor más importante a controlar y que afecta a la contracción, es la cantidad de agua por volumen unitario de concreto, por lo tanto los principales factores para controlar la contracción del concreto son: el empleo de revenimientos bajos y de métodos de colocado que minimicen los requisitos de agua.

Cualquier práctica que incremente la cantidad de agua necesaria en la pasta de cemento, propiciará un aumento de contracción como son: el uso de revenimientos elevados, la presencia de temperaturas excesivamente altas en el concreto fresco, los contenidos elevados del agregado fino, o el uso de agregado grueso de tamaño pequeño, e inclusive el uso de algunos aditivos como los acelerantes y el curado de vapor.

Este efecto por lo regular se denota en el alabeo (combadura o pando) en la losa, el alabeo se puede reducir o eliminar mediante el empleo de técnicas de diseño y construcción que minimicen los diferenciales de construcción.

TABLA 19. ¹

Efecto del contenido de cemento en la contracción por secado del concreto.									
conten- nido de cemen- to kg/m ³ .	Composición del concreto por volumen absoluto.					Agua aire	Rela- ción A/C en peso.	Reve- nimi- ento en cm.	con- trac- ción.
	Cemen- to	Agua	Aire	Total pasta	Agre- gado				
278.3	0.089	0.202	0.017	0.308	0.692	0.219	0.720	8.4	0.033
334.1	0.107	0.207	0.016	0.330	0.670	0.223	0.620	9.1	0.033
389.3	0.124	0.210	0.014	0.348	0.652	0.224	0.540	9.7	0.039
447.3	0.143	0.207	0.015	0.365	0.635	0.223	0.46	9.7	0.030

T.N.A 25 mm. (1")

Curado húmedo durante 7 días y después curado durante 14 días.

¹Consultar referencia 1, p.173.

Efecto de Agrietamiento.

Agrietamiento por contracción.

El agrietamiento se transmite principalmente entre el mortero, pero al agregar más arena fina mejora la dureza de la pasta.

El agrietamiento por contracción es muy sencillo de solucionar, antes del fraguado final, con un pisón manual ya sea de madera o de metal se consolida o se compacta. Este agrietamiento se debe principalmente a esfuerzos internos por tensión o sea por contracción de secado mínima, ya sea por el contenido de humedad a edad temprana (curado) como el cambio volumétrico ya sea por la hidratación o excesiva temperatura ambiental, composición del cemento, tipo de agregado y contenido de agua, éste último es importante porque se manifiesta por un mal curado en el elemento estructural continuo y a largo plazo.¹¹

El cuarzo, piedra cáliza, dolomita, granito, feldespatos son algunos tipos de agregados que producen baja contracción debido a su rigidez o sea con gran módulo de elasticidad y baja absorción como la arcilla expansiva, arcilla y pizarra que permiten altos índices de absorción y bajos índices de contracción. Los guijarros de opaliza, diatomitas, tobas, y piedra pomez que aumentan la contracción por secado.

El tamaño de agregado es importante porque aparte de disminuir el contenido de agua y resiste la contracción de la pasta de cemento.

Un aditivo inclusor de aire permite que la contracción no sea afectada, pero otros que son fuertes retardantes disminuyen la contracción por secado como el compuesto por cloruro de calcio o algunos cementos de puzolana.

El concreto al contraerse por secado ya sea en la parte superficial por un ambiente de humedad relativa que provoca el agrietamiento también se puede reducir mediante el uso adecuado de refuerzo de acero y bien colocado, así como el uso de cementos expansivos o concretos de contracción compensada.

Otra forma es aplicar recubrimientos superficiales al concreto como el caucho clorinado y materiales encerados o resinosos.

Otro es la utilización de juntas de control, que es uno de los mejores métodos más efectivos para evitar la formación de agrietamientos desagradables.¹²

Agrietamientos por flexión.

Las grietas causadas por esfuerzos a flexión y a tensión, por temperatura, contracción, esfuerzos cortantes y torsión también produce agrietamientos.

Las variables importantes del agrietamiento en las vigas por efectos mecánicos serán:

Esfuerzo del acero no adecuado (se flexiona demasiado), mal recubrimiento del concreto, área que rodea la varilla de concreto o sea mal diseño por adherencia.

¹¹ Consultar el subtema de curado, como el de cambio volumétrico en capítulo de CONCRETO.

¹² Consultar el subtema de juntas, en el capítulo de ACABADOS.

Estos efectos se manifiestan en el lecho inferior como lateral (por ejemplo en la altura y base de una sección rectangular). Las causas del agrietamiento son múltiples pero por lo general se originan por esfuerzos que se desarrollan en el concreto, debido al cambio volumétrico o a cargas aplicadas a la estructura.

Ancho de grietas permisibles en condiciones de exposición normales de un concreto reforzado.¹³

Condiciones de exposición	Ancho permisible de grieta	
	pulgadas	mimilímetros
Aire seco o membrana protectora.	0.016	0.41
Humedad, aire húmedo, tierra.	0.012	0.30
Aditivos químicos descongelaentes.	0.007	0.18
Agua de mar y brisa marina humedecido y secado.	0.006	0.15
Estructura de contención de agua.	0.004	0.10

Hay fórmulas para el control de agrietamiento deducido por el ACI, pero no las abundaremos detalladamente.¹⁴

Loa agrietamientos por tensión de elementos reforzados es similar al de elementos sujetos a flexión pero son mucho mayores a las siguientes expresiones:

$$w = 0.1 \times fs \times \sqrt[3]{dc \times A \times 0.001} \dots \text{Para Flexión}$$

$$w = 2.2 \times B \times Es \times \sqrt[3]{dc \times A} \dots \text{Para Tensión}$$

Donde:

- w = Ancho máximo más probable de la grieta, en cm.
- dc = Espesor del recubrimiento, de la fibra en tensión al centro de la varilla más cercana, en cm.
- Es = deformación en el refuerzo (es igual al esfuerzo fs).
- Fs = Esfuerzo del acero de refuerzo, 4200 Kg/cm².
- A = Area de concreto simétrica con el acero de refuerzo dividido entre el número de varillas, en cm².
- B = Relación entre la distancia del eje neutro a la cara sometida a tensión y la distancia entre el eje neutro al centroide del acero de refuerzo que es aproximadamente de 3 cm para vigas.

¹³ Estos valores no son un indicador confiable de la corrosión y deterioro esperados.

¹⁴ Consultar la referencia # 18.

El concreto reforzado con fibras(FRC), latex(LMC de 2 a 4 cm en sobrecapas adheridas de mortero), una última capa de FRC resiste las grietas, puede ser una solución de ciertos problemas de campo, las fibras son en general de acero o vidrio de una longitud que oscila entre 1 a 9 cm. Se recomienda para concretos con un agregado de 20 mm(3/4"), es aproximadamente de un 0.9% de fibras del volumen total de concreto, para un agregado de 10 mm(3/8") aproximadamente un 1.2% es normal, y para mortero es adecuado de un 1.4 a 1.8%, concreto impregnado de polimeros(PIC), éste efecto a largo plazo en el comportamiento de agrietamientos del concreto todavía no se conoce, por lo que es poco recomendable, debido a que en concretos nuevos siguen apareciendo grietas.

Si se tienen controlados la temperatura, materiales a usar y deformaciones probables, se sugieren las siguientes medidas que se pueden tomar para prevenir el agrietamiento:

- a) Un concreto con deformación mínima de tensión.
- b) Temperatura ambiental promedio de colado entre 20°C.
- c) Control exacto del contenido de cemento o menor si es posible o compensarla con arena.
- d) Cemento de baja generación de calor o controlarlo por medio de un buen metodo de curado.
- e) Colar capas de dimensión cortas (20 a 30 cm máximo).
- f) Ausencia de generadores de esfuerzos, como galerías.
- h) otros.

IV) Características Físicas del Concreto.

Uniformidad.

El concreto es un material heterogéneo de diversos componentes cuya mezcla debe ser uniforme, con buena cohesión y no segregable; debe estar correctamente diseñada, con la consistencia adecuada a las condiciones de ejecución de la obra, utilizando el equipo y procedimientos de elaboración y colocación adecuados.

Segregación

Es la separación de los elementos que forman una mezcla heterogénea de modo que su distribución deje de ser uniforme.

Sangrado

Es una forma de segregación, en la que el exceso de agua la mezcla tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colado, formando una película de agua. Es la migración del agua hacia la superficie del concreto provocada por el asentamiento de los materiales sólidos: cemento, arena y piedra, dentro de la masa. El asentamiento es consecuencia del efecto combinado de la vibración y de la gravedad. Un sangrado excesivo aumenta la relación agua/cemento cerca de la superficie superior, dando como resultado una capa superior débil de baja durabilidad.

Fraguado

Es la etapa de reacción del cemento con el agua que se manifiesta por el calentamiento del concreto en un intervalo de tiempo y el agua tiende a evaporarse con una mayor rapidéz. Hay un fraguado inicial y un fraguado final.

Fraguado inicial.- Es cuando el concreto alcanza su resistencia a la penetración de 35 kg/cm².

Fraguado final.- Es cuando el concreto alcanza su resistencia de penetración de 280 kg/cm².

Es un criterio de aceptación o rechazo del concreto mediante pruebas que se realizan previamente a su elaboración y ensayos o en el concreto endurecido.

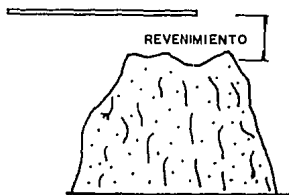
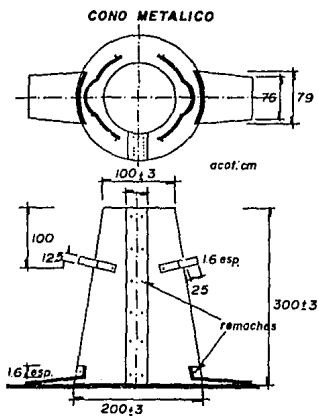
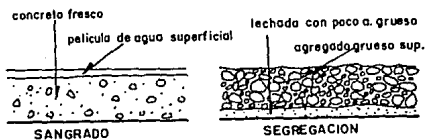
Una forma práctica de saber si ha fraguado el concreto es tocarlo y sentir su temperatura.

Revenimiento. - (NOM-C-156-1980)

Es la consistencia del concreto, es un indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento para determinar la cantidad de grava/arena; esta prueba se utiliza como criterio para la aceptación o rechazo del concreto fresco, para valorar la resistencia, los procesos de transporte, la colocación, la compactación y el acabado en la estructura.

El revenimiento es la medida de consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura en un tiempo determinado, se determina con la ayuda de un cono truncado de dimensiones específicas. las herramientas para efectuar la prueba de revenimiento son:

FIGURA-CON.19A



a) Molde metálico.
 b) Varilla de acero de sección circular, recta, lisa de 16 mm. de diámetro y 600 mm de longitud, con uno de sus extremos redondeados hemisféricos con un radio de 8mm.

c) Equipo de cribado (malla de 38 mm.).

d) Herramienta manual como palas, cucharas, llana metálica, base metálica, guantes de hule, charola, etc.

Se requieren distintos revenimientos para los diversos tipos de construcción con concreto, usualmente se indica en las especificaciones de obra como un rango de 5 a 10 cm. o como un valor máximo que no debe ser rebasado para los ajustes de mezclas, el revenimiento se puede elevar aproximadamente a 2.5 cm. agregando 6 Kg/m³ de concreto que se consoliden por vibración mecánica.

TABLA-CONC.20²

Tabla de Revenimiento Recomendados para Diversos Tipos de Construcción.

Construcción de concreto	REVENIMIENTO (CM)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación	7.5	2.5
Muros de subestructuras, cajones.	7.5	2.5
Zapatas sin refuerzo.	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados.	10.0	2.5
Columnas de edificios.	10.0	2.5
Pavimentos y losas.	7.5	2.5
Concreto masivo.	5.0	2.5

Tolerancias de revenimiento de concreto premezclado (NOM-C-155-1984).

TABLA-CON.21³

Revenimiento especificado	TOLERANCIAS	
	NOM	ASTM
Hasta 5 cm.	± 1.5 cm	± 1.3 cm
Más de 5 cm hasta 10 cm	± 2.5 cm	± 2.5 cm
Más de 10 cm.	± 3.5 cm	± 3.8 cm

² Consultar referencia 1 pagina 87.

³ Consultar referencia 2.

Al fabricar el concreto se debe tomar en cuenta las siguientes características:

a) Trabajabilidad. - Es una medida de la facilidad o dificultad de colocar, consolidar y dar acabado al concreto.

b) Consistencia. - Es la facultad del concreto fresco a fluir.

c) Plasticidad. - Determina la facilidad de moldear al concreto. Si se usa más agregado en una mezcla de concreto o si se agrega menos agua, la mezcla se vuelve más rígida (menos plástica y menos trabajable) y difícil de moldear. No se pueden considerar plásticas a las mezclas muy secas o muy desmoronables ni a las agudas o fluidos.⁴

TABLA-CON.22⁵

Fluidez de la mezcla. Clase de la estructura.		REVENIMIENTO		
		Mínimo	Máximo	Promedio
SECA	Concreto en grandes masas: puentes, presas, Pavimentos, relleno, cimentaciones, etc.	2	8	5
PLASTICA	Concreto en trabes, losas, muros de grandes dimensiones.	8	12	10
FLUIDA	Concreto en losas y columnas delgadas y difíciles de colar.	16	20	18
	Concreto en columnas y muros pequeños en dimensiones y con gran cantidad de armado, dificultando la correcta colocación.	14	20	17

Consolidación

Es el acomodo uniforme de cada uno de los componentes del concreto al ser mezclados, y compactados con ayuda de un vibrador que permita el uso de una mezcla más dura que contenga una mayor proporción de agregado grueso y una menor proporción de agregado fino, que llevará menor volumen de cemento y de una menor cantidad de agua.

⁴ Se puede aumentar 2.5 cm si se compacta con varilla o picado con duela.

⁵ Consultar referencia 22.

Si una mezcla de concreto es lo suficientemente trabajable para ser consolidada de manera adecuada por varillado manual, no será necesario vibrarla.

Hidratación

El cemento es una mezcla de varios compuestos químicos, cuya reacción con cierta cantidad de suficiente de agua produce un efecto de liga.

Entre los cuatro componentes principales del cemento que componen el 90% o más de su peso encontramos: el silicato tricálcico, el silicato dicálcico, aluminato tricálcico y el aluminato ferrito tetracálcico que influyen en el proceso de hidratación.

Entre menos porosa sea la pasta de cemento, mucho más resistente es el concreto; cuando se mezclen los componentes del concreto no se debe usar una cantidad mayor de agua que la necesaria para lograr un concreto plástico y trabajable.

Generalmente, el agua empleada es usualmente mayor que la que se requiere para completar la hidratación del cemento. La relación mínima agua/cemento (en peso) para la suficiente hidratación total es de aproximadamente de 0.22 a 0.25.

En invierno, el calor de hidratación ayudará a proteger el concreto contra el daño provocado por temperaturas de congelación. Sin embargo el calor puede ser nocivo en estructuras masivas, tales como presas, porque puede producir esfuerzos indeseables.

TABLA 23⁶ Tiempos de hidratación según el Tipo de Cemento.

CEMENTO	TIEMPO DE HIDRATACION	CANTIDAD DE CALOR LIBERADO.
Portland Tipo I	Tres días	50%
Portland Tipo II	Más de tres días	50%
Alta resistencia Tipo III	Menos de tres días	50%
Tipo IV	Bajo calor de hidratación	---

La velocidad de reacción agua-cemento permite conocer el tiempo de fraguado y endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para permitir el transporte y colocación antes de incrementar el endurecimiento. El yeso es adicionado en el molino de cemento durante la molienda de clínker, para que actúe como regulador de la velocidad inicial de hidratación del cemento portland. Hay otros factores que influyen en la velocidad de hidratación, como son: la finura de molienda, los aditivos, cantidad de agua y la temperatura de los materiales al mezclarlos.

Curado

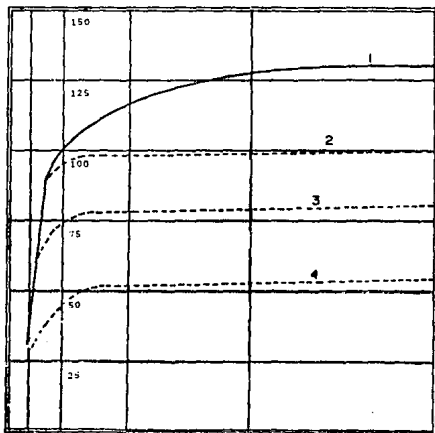
Permite el aumento de la resistencia del concreto al continuar con la hidratación después de un periodo de tiempo, lo mejor es aplicar el curado húmedo al concreto hasta cuando haya alcanzado la calidad deseada.

Velocidad de secado

El cemento requiere de humedad para hidratarse y endurecer, por lo que el secado del concreto está relacionado con la hidratación, en tanto que el endurecimiento está relacionado de manera indirecta. Al secarse el concreto deja de ganar resistencia. El concreto debe seguir reteniendo suficiente humedad (80%) durante todo el periodo de curado para que el cemento pueda hidratarse. Por ejemplo: si no se tiene la suficiente humedad en un piso de concreto, se secará rápidamente produciendo una contracción, el concreto superficial será débil y se producirá un descascaramiento en las partículas finas, debido al tránsito constante sobre él. Entre más rápido haya sido el secado, mayor será el agrietamiento.

Resistencia a la compresión del concreto expresado en porcentaje a 28 días con curado húmedo.

FIGURA-CON.24'



La resistencia del concreto se incrementa con la edad en tanto estén presentes una humedad y una temperatura favorable para la hidratación del cemento.

- 3 7 28 90 180 días
- 1.- Con curado húmedo todo el tiempo.
 - 2.- Al aire libre después de 7 días.
 - 3.- Al aire después de tres días.
 - 4.- Al aire todo el tiempo.

Mientras que la superficie del concreto se seca rápidamente, el concreto en el interior lleva mucho más tiempo en secarse. Por ejemplo: la velocidad de secado natural y artificial para una losa o muro de concreto de 15 cm. de espesor que seca a ambos lados, es diferente luego de 114 días de secado natural el concreto aún se encuentra muy húmedo en su interior ya que requiere 850 días para que la humedad relativa en el centro descienda en un 50%, aunque no todos los concretos requieren del mismo tiempo para secarse. Otras propiedades del concreto endurecido se ven afectadas por su contenido de humedad, elasticidad, flujo plástico, valor de aislamiento, resistencia al fuego, resistencia al desgaste, conductividad eléctrica y durabilidad.

V) PLANTAS DOSIFICADORAS.

Las plantas dosificadoras deben estar previstas de depósitos con compartimientos separados, adecuados para el agregado fino y para cada uno de los tamaños de agregado grueso utilizados. Cada compartimiento del depósito debe ser marcado y operado en tal forma que la descarga a la tolva pesadora sea eficiente, libre y con una segregación mínima; se debe contar con instrumentos de control, que puedan interrumpir la descarga del material en el momento que la tolva-báscula contenga la cantidad deseada. Los instrumentos más usuales son:

Medidores de peso

Debe tener una precisión tal que al calibrarse con la carga estática, la tolerancia sea de +/- 0.4 % de su capacidad total. Se pueden utilizar básculas para dosificar los ingredientes para el concreto, pueden ser de balancín o de carátula sin resortes, hidráulicos, eléctricos, o celdas de carga.

Se deben mantener limpios todos los puntos de apoyo, abrazaderas y partes de trabajo similares de la báscula.

Las básculas de balancín deben estar equipadas con un indicador suficientemente sensible para mostrar movimientos cuando una masa igual a 0.1% de la capacidad nominal de la báscula se coloque en la tolva-pesadora. La separación entre dos marcas debe ser cuando menos del 5% de la capacidad neta del brazo en su primera aproximación y del 4% del brazo menor en la segunda aproximación.

Medidores de Agua

El equipo debe estar arreglado de tal forma que las mediciones no sean afectadas por variaciones de presión en la tubería de abastecimiento y los tanques de medición deben estar equipados con vertederos y válvulas para su calibración.

Medidores de Aditivos

El equipo de medición del aditivo debe proporcionar a la revoltura la cantidad requerida y debe contar con válvula y vertedores para su calibración.

Mezcladoras y Revolvedoras

Las mezcladoras pueden ser estacionarias o camiones mezcladores y/o agitador.

El concreto debe ser mezclado por medio de los requisitos de uniformidad de mezclado indicados en la siguiente tabla. La aprobación de la mezcladora puede ser otorgada con el cumplimiento de cuatro pruebas de las cinco.

TABLA-CON. 25

PRUEBA	Diferencia máxima permisible entre resultados de pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de la carga (*).
Peso volumétrico (NOM-C-162) Kg/cm ³	15 Kg/m ³
Contenido de aire en % del volumen del concreto con aire incluido. (NOM-C-157).	1.0%
Revenimiento: si en promedio es menor de 5 cm. Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 cm y 10 cm. Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm.	1.5 cm 2.5 cm 3.5 cm
Contenido del agregado grueso retenido en la criba M1.7 expresado en % del peso de la muestra.	6.0%
Promedio de la resistencia a la compresión a los 7 días de edad de cada muestra. Expresado en % (**).	7.5%

(*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos proporciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga (principio del 10 al 15 %, final del 85 al 90 % del volumen).

(**) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada en tanto se obtengan los resultados de la prueba de resistencia.

Tolerancias en la Medida de los Materiales

Cemento

El cemento debe ser medido en una tolva-báscula si el 30% de la capacidad de la tolva o mayor, la tolerancia de la tolva-báscula debe ser de +- 1% de la masa requerida.

Si el 30% de la capacidad de la tolva es menor, la cantidad del cemento pesado no debe ser menor de la requerida ni mayor que 4%.

Agregados

En los agregados, la cantidad indicada por la tolva-báscula debe tener una tolerancia de $\pm 2\%$ de la masa requerida individualmente y $\pm 1\%$ de la masa requerida acumulada con un 30% de la tolva báscula o más y para menos del 3% de la capacidad de la tolva-báscula debe ser de $\pm 3\%$ de la masa requerida acumulada, aceptando el valor menor.

Al medir los agregados, se debe tomar en cuenta su humedad y su absorción.

Entre los porcentajes de los componentes del concreto están los siguientes datos:

Agregados (gruesos y finos)	60% - 75%	67.5%
Agua	14% - 21%	17.5%
Cemento	7% - 15%	11.0%
Aire	0.5% - 8%	4.5%
Total	81% - 119%	100.5%

El concreto normal compuesto por (%):

Agregados (gruesos y finos)	67.5 %
Agua	17.5 %
Aire	4.0 %
Cemento	11.0 %
Total	100.0 %

Agua

El agua agregada debe ser medida por masa o por volumen con una tolerancia de $\pm 1\%$, al hielo agregado se le determina su masa, el agua de lavado se debe eliminar de la olla antes de cargar la siguiente revoltura de concreto.

La masa del agua de mezclado cuando incluye el agua de lavado o se determina con una tolerancia de $\pm 3\%$ de la cantidad requerida.

VI) PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

Consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los materiales con los que se dispone para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo condiciones particulares de uso.

Un concreto bien proporcionado deberá poseer las siguientes propiedades:

- 1.- Trabajabilidad aceptable. Cuando es concreto fresco.
- 2.- Durabilidad, resistencia y prestación uniforme. En concreto endurecido
- 3.- Economía.

El diseño de mezclas es tan importante como la realización de los cálculos mismos con la selección adecuada de los materiales y características de la mezcla.

Características de la mezcla

- a) Uso que se propone dar al concreto.
- b) Condiciones de exposición.
- c) Tamaño y forma de los miembros.
- d) Propiedades físicas del concreto ($F'c$, TMA, A/C, Revenimiento, etc.).

Las mezclas de concreto deberán mantenerse lo más sencillas posible, pues un número excesivo de ingredientes, a menudo provocan que sean difíciles de controlar.

El valor de $F'cr$ para las proporciones elegidas de la mezcla será igual al mayor de las ecuaciones:

$$F'cr = F'c + 1.34 S$$

$$F'cr = F'c + 2.33 S - 35$$

Donde:

$F'cr$ = Resistencia a compresión promedio del concreto requerida para la proporción del concreto en kg/cm^2 .

$F'c$ = Resistencia a compresión especificada en kg/cm^2 .

S = Desviación estándar kg/cm^2 .

Factor de modificación para la desviación estándar si se dispone de menos de 30 ensayos.

TABLA-CON.26

NUMERO DE ENSAYES	FACTOR DE MODIFICACION PARA LA DESVIACION.
Menos de 15	Use tabla de correcciones
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

Nota: Interpolar para números de ensaye intermedios, desviación estándar modificada, que será usada para determinar la resistencia promedio requerida, F'_{cr} .

Resistencia a la compresión promedio requerida cuando no se dispone de datos para establecer una desviación estándar.

TABLA-CON.27

Resistencia a la compresión especificada, F'_{c} Kg/cm ² .	Resistencia a la compresión requerida promedio, F'_{cr} Kg/cm ² .
Menos que 210.	$F'_{c} + 70$
De 210 a 350.	$F'_{c} + 85$
Mayor que 350.	$F'_{c} + 100$

Esta tabla se obtiene F'_{cr} cuando los resultados en campo de F'_{c} no satisfacen con los requisitos.

Si se dispone de por lo menos de 10 ensayos, se tomará el promedio si el período de tiempo no es inferior de 45 días.

Si la resistencia promedio de las mezclas con datos estadísticos o registros de ensayos son insuficientes o no se encuentran disponibles, la mezcla deberá ser proporcionada por medio de mezclas de prueba. La mezcla aceptada deberá tener una resistencia a la compresión que satisfaga o rebase a F'_{cr} . Se deberán probar tres mezclas de prueba, usando tres relaciones agua cemento distintas, o tres diferentes contenidos de cemento, graficando una curva de relación A/C-resistencia a la compresión y las proporciones se pueden interpolar.

Relación Agua/Cemento

Es la relación del peso del agua entre el peso del cemento para diseño de la mezcla, y debe ser del menor valor requerido.

Las siguientes tablas nos permiten escoger la relación A/C adecuada para diversas condiciones de exposición:

TABLA-CON.28

CONDICION DE EXPOSICION	RELACION AGUA-CEMENTO MAXIMA EN (PESO) PARA CONCRETO NORMAL.
CONCRETO PROTEGIDO CONTRA LA EXPOSICION A LA CONGELACION Y DESHIELO O A LA APLICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS DESCONGELANTES.	ESCOGER LA RELACION A/C BASANDOSE EN LOS REQUISITOS DE RESISTENCIA, TRABAJABILIDAD Y ACABADOS.
CONCRETO QUE SE PRETENDE SEA HERMETICO: 1) CONCRETO EXPUESTO A AGUA DULCE. 2) CONCRETO EXPUESTO A AGUA SALOBRE O AGUA DE MAR.	0.50 0.45
CONCRETO EXPUESTO A CONGELACION Y DESHIELO EN CONDICION HUMEDA (CONCRETO CON AIRE INCLUIDO): 1) GUARNICIONES, CUNETAS, GUARDARRIELES, O SECCIONES DELGADAS. 2) OTROS ELEMENTOS. 3) PRESENCIA DE PRODUCTOS QUIMICOS DESCONGELANTES.	0.45 0.50 0.45
PROTECCION CONTRA LA CORROSION DEL CONCRETO REFORZADO EXPUESTO A SALES DESCONGELANTES, AGUAS, SALOBRES, AGUA DE MAR, ROCIO PROVENIENTE DE ESTAS FUENTES. (SI EL RECUBRIMIENTO SE INCREMENTA EN 13MM, ENTONCES LA RELACION A/C SE PUEDE AUMENTAR A 0.45 PARA CONCRETO NORMAL.	0.40

TABLA-CON.29

EXPOSICION A SULFATOS	SULFATOS SOLUBLES AL AGUA (SO ₄) EN EL SUELO, % EN PESO	SULFATOS (SO ₄) EN EL AGUA P.P.M.	TIPO DE CEMENTO	CONCRETO CON AGREGADO DE PESO NORMAL. RELACION A/C MAX. EN PESO.
INSIGNIFICANTE	0.0 - 0.10	0 - 150	-----	-----
MODERADA (AGUA DE MAR)	0.10 - 0.20	150 - 1500	11, 1P (MS) 15, (MS)	0.50
SEVERA	0.20 - 2.0	1500-10000	V	0.45
MUY SEVERA	MAS DE 2.0	MAS DE 10000	V (MAS PUZOLANA)	0.45

Una relación A/C inferior o una mayor resistencia son necesarias para una mayor protección contra la corrosión de elementos embebidos, hermeticidad o congelación y deshielo. En caso de utilizar puzolana, se deben hacer en ensayos o registros, para mejorar la resistencia a sulfatos.

Relación A/C para concretos pequeños o cuando no se disponga de datos de resistencia de experiencia en campo ni mezclas de prueba.

FIGURA-CON.30

RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS, F'c, EN KG/CM ² .	RELACION AGUA CONCRETO EN PESO.	
	CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO.	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO
175	0.67	0.54
210	0.58	0.46
245	0.51	0.40
280	0.44	0.35
315	0.38	@
350	@	@

@ Para resistencias arriba de 315 kg/cm² en concretos sin aire incluido y de 280 kg/cm² en concretos con aire incluido, las proporciones de concreto deberán establecerse a partir de datos de campo o mezclas de prueba.

Relación A/C - F'c

La resistencia a la compresión es la medida para la calidad empleada más universalmente así como la durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste; en general todas estas propiedades están gobernadas por la cantidad de agua de mezclado que se utiliza por unidad de cemento (A/C).

La pasta de cemento en el concreto depende de la calidad y cantidad de los componentes reactivos y el grado de reacción de hidratación.

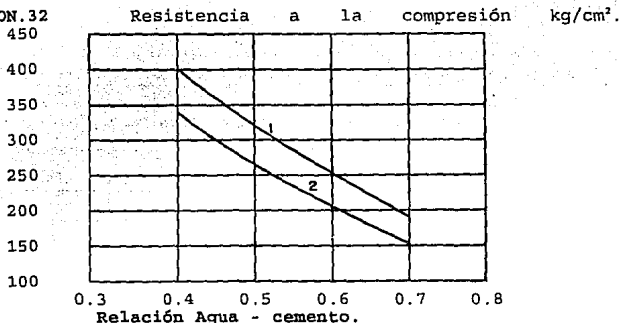
La resistencia se incrementa con el tiempo bajo condiciones de un curado adecuado, o sea, con una humedad disponible y temperatura favorable, por lo que la relación A/C no es en función de F'c, pero sí están estrechamente relacionadas, es parte fundamental para su obtención pero no lo es todo. Como lo son los componentes del concreto como el tamaño de los agregados, granulometría, textura superficial, forma, rigidez, tipos de cemento, calidad de agua, aire incluido, presencia de aditivos y de la duración del período de curado, son fundamentales para la obtención del concreto.

TABLA-CON.31 Relación A/C- Resistencia a compresión del concreto.

RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS, kg/cm ²	RELACION A/C EN PESO	
	RELACION A/C EN PESO.	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO.
420	0.41	---
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Cilindros cuadrados a 23°C ± 1.6°C DE 15 X 30 cm a los 28 días agregando grueso (3/4") a (1").

FIGURA-CON.32



Curvas de $F_c - A/C$ de mezclas de prueba o datos de campo.

- ¹) Concreto sin aire incluido
- ²) Concreto con aire incluido

Para escoger una relación A/C con respecto a la resistencia promedio requerida para mezclas de prueba cuando no se disponga de datos de mezclas de diseño.

Los agregados disminuyen la trabajabilidad de mezclas de concreto por su: Granulometría, como el tamaño y distribución, y por su naturaleza como su forma, porosidad y textura superficial.

La granulometría nos permite el efecto económico del concreto porque el agregado grueso nos permite utilizar menor cantidad de cemento y agua, puesto que el cemento y agregados finos deben llenar los vacíos entre los agregados gruesos.

Una práctica limitada del tamaño del agregado grueso es de :

- a) $3/4$ de la distancia libre entre el refuerzo y las cimbras.
- b) $1/5$ de la menor dimensión entre los lados de las cimbras.
- c) $3/4$ de la distancia libre entre varillas o cables de refuerzo individuales, paquetes de varillas, o ductos o tendones de prerefuerzo.
- d) En losas de pavimentos sin refuerzo, el tamaño máximo no debe rebasar un tercio de su espesor.

La cantidad de agua requerida depende del TMA, de su forma y cantidad, a tamaños mayores minimizar el requerido de agua, del mismo modo para un agregado redondeado que para un agregado triturado.

Con un agregado de menor módulo de finura se obtiene una mezcla con mayor trabajabilidad, y para una mezcla más rica se utiliza una granulometría más gruesa.

Para concretos menos trabajables, como los requeridos en la construcción de pavimentos, se puede aumentar un 10%. Para concretos más trabajables, como para el bombeo, se puede reducir hasta un 10%.

TABLA-CON.33:

Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto				
Tamaño máximo de agregado [mm], [in]	Volumen de agregado grueso varillado en seco por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena.			
	2.4	2.6	2.8	3.0
10 (3/8")	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (0.5")	0.59	0.57	0.55	0.53
20 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.60
25 (1.0")	0.71	0.69	0.67	0.65
40 (1.5")	0.77	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
70 (3")	0.87	0.80	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

TABLA-CON.34

PESO DEL CONCRETO FRESCO		
Tamaño máximo de agregado [mm], [in]	Peso del concreto en Kg/m ³ .	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10 (3/8")	2285	1190
12.5 (0.5")	2315	2235
20 (3/4")	2355	2280
25 (1.0")	2375	2315
40 (1.5")	2420	2355
50 (2")	2445	2375
70 (3")	2465	2400
150 (6")	2505	2435

Aire incluido

El aire incluido debe ser utilizado en todo concreto que esté expuesto a congelación y deshielo para mejorar la trabajabilidad donde se requiera, ésta inclusión se logra empleando cemento portland incluso de aire o agregando un aditivo incluso de aire, la cantidad la recomendará el fabricante o las especificaciones requeridas.

Los contenidos de aire recomendados para concretos con aire incluido se muestran en la tabla de la figura-con 24; ésta tabla está en función del TMA y del revenimiento, así como del nivel de exposición que disminuye conforme aumenta el tamaño del agregado.

La exposición se definen en tres niveles:

- Exposición ligera.
- Exposición moderada.
- Exposición severa.

(expuestas en: concreto con aire incluido)

A pesar de que a menudo se usa en las especificaciones de proyectos el 1% de los valores de la tabla es limitante y poco práctico. Se recomienda emplear un rango más amplio como $\pm 2\%$ hasta un valor de un 6% a 8%.

TABLA-CON.35

Reveni- miento	Agua, Kg/m ³ de concreto para un TMA. [mm], [in]							
	9.5	12.7	19.0	25.4	38.1	50.8	76.2	152.4
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1.5"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incluido							
2.5 - 5	208	199	187	178	163	154	130	113
7.5 - 10	228	214	202	193	178	169	145	125
15 - 18	243	228	214	202	187	178	160	---
@	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
	Concreto con aire incluido							
2.5 - 5	181	175	166	160	148	142	122	107
7.5 - 10	202	193	181	175	163	157	134	119
15 - 18	216	205	193	184	172	166	154	---
& Ligera	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
& Moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
& Severa	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0	5.0	4.5	4.0

@ Cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto sin aire incluido en porcentaje.

& Contenido de aire total promedio recomendado, en porcentaje para el nivel de exposición (ligera, moderada, severa.).

Contenido de agua

El tamaño y forma del agregado, el revenimiento, la relación A/C, el contenido del aire, el contenido de cemento, los aditivos y las condiciones ambientales, son factores que disminuyen la cantidad de agua necesaria.

El aumento de temperatura, el contenido de cemento, la angularidad de los agregados, la disminución en la proporción del agregado grueso a fino, elevan la demanda del agua.

En las estimaciones de agua en la tabla 24, se pueden reducir unos 12 Kg. para agregado subangular, 21 Kg. para grava con algunas partículas trituradas, y 27 Kg. en gravas redondeadas para producir los revenimientos mostrados.

Algún ingrediente en una mezcla de concreto puede tener efectos importantes en las proporciones y como la adición de 6 Kg. de agua por cada metro cúbico de concreto, aumentará aproximadamente 2.5 cm. el revenimiento y elevará el contenido de aire, y si se aumenta en un punto porcentual el contenido de aire, aumentará el agua en 3Kg/m³ de concreto para el mismo revenimiento.

Contenido y tipo de cemento

El contenido de cemento se determina en función de la relación A/C y del contenido de agua elegido.

La FIGURA-CON.25 muestra la cantidad de cemento que se debe utilizar para lograr una adecuada colocación, un buen acabado, una resistencia a la abrasión y una durabilidad.

TABLA-CON.36

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO		CEMENTO KG/M ³ DE CONCRETO
[mm]	[in]	
38.1	1.50	279
25.4	1.00	309
19.0	0.75	320
12.7	0.50	350
9.5	0.375	362

Los requisitos mínimos de cemento sirven para asegurar una durabilidad y acabado satisfactorios en condiciones severas de congelación y deshielo: en productos congelantes y sulfatos, es adecuado especificar un mínimo de cemento de 335 Kg/m³ de concreto; para colocar un concreto bajo el agua se requiere de un contenido mínimo de 385 Kg. de cemento por metro cúbico de concreto, estos requisitos mínimos nos proporcionan una economía mayor.

Para minimizar la demanda del agua y cemento se recomienda usar:

- 1) La mezcla más áspera y práctica.
- 2) El mayor tamaño de agregado posible.
- 3) Relación óptima de agregado fino-grueso.

Aditivos

Los aditivos pueden tener diversas ventajas y desventajas, pero limitar su uso es importante para obtener un concreto con ciertas características, y para lograr efectos como: la demanda de agua y los contenidos de aire.

El uso de un aditivo deberá asegurar la compatibilidad en el entremezclado, tomando en consideración que la relación agua/cemento sea suficiente en 0.01 o más.

Al usar un aditivo que contenga como base al cloruro de calcio se deberá considerar los riesgos de corrosión en el acero de refuerzo.

La siguiente tabla limita el contenido del ión de cloruro soluble al agua para diferentes condiciones en concretos reforzados y presforzados contra la corrosión.

TABLA-CON.37

TIPO DE ELEMENTO	CONTENIDO MAXIMO DE ION DE CLORURO (CL-) SOLUBLE AL AGUA EN EL CONCRETO, % RESPECTO AL PESO DE CEMENTO.
Concreto presforzado.	0.06
Concreto reforzado que va a quedar expuesto a los cloruros durante su vida útil.	0.15
Concreto reforzado que estará seco o protegido contra la humedad durante su vida útil.	1.00
Otras construcciones de concreto reforzado.	0.30

Proporción

Los métodos de proporción son muy variados, el método por peso y volumen es muy sencillo y simple para estimar una proporción de la mezcla requerida. Otro método es el del volumen absoluto, que involucra el uso de valores de la densidad de sus ingredientes para ocupar en la unidad de volumen de concreto.

Se aplicará éste método en una mezcla de concreto, pero se pueden aplicar experiencias de campo (datos estadísticos), o de mezclas de prueba de concreto (proporcionamiento cuando no se cuente con registros de campo o se disponga de ellos, son insuficientes para elaborar un proporcionamiento).

Rendimiento

Es el peso total de los materiales dosificados entre el peso volumétrico del concreto fresco. El volumen del concreto es igual al volumen de los agregados, cemento, agua, aditivos y aire.

El volumen absoluto es igual al peso del material entre el peso específico del material.

El peso volumétrico del concreto fresco se expresa en kg/m^3 .
 Peso específico del cemento portland = 3150 kg/m^3 .
 Peso específico del agua = 1000 kg/m^3 .
 Peso específico del agua varía de 2400 a 2900 kg/m^3 (ya sea material seco o saturado).
 El volumen absoluto del aire dentro del concreto, es igual al porcentaje de contenido de aire dividido entre 100 (por ejemplo $13/100 = 1.3 \text{ m}^3$) multiplicándolo por el volumen de la mezcla de concreto (m^3).

Se puede determinar el volumen de concreto si se conocen los pesos específicos de los agregados y del cemento o si se desconocen o varían los pesos específicos de la siguiente manera: dividiendo el peso total de los materiales en el mezclador entre el peso volumétrico del concreto.

En ocasiones se efectúan ambas determinaciones para revisar una en comprobación de la otra.

Para las pruebas de mezcla se deberán usar los mismos materiales propuestos para la obra, se elaboran tres mezclas con distintas relaciones A/C, o diferentes contenidos de cemento para obtener una resistencia F'cr cercanas a este valor. Las mezclas de prueba deberán tener un revenimiento y contenido de aire dentro de 2 cm. y 0.5% al máximo permitido; se fabricarán tres cilindros por relación A/C curándose conforme a la norma ASTM C192, a los 28 días o edad asignada se ensayará, determinándose la resistencia a compresión, graficando una curva de resistencia contra relación A/C para obtener el proporcionamiento de una mezcla.

La mejor elección del proporcionamiento se logra basándose en experiencias anteriores y datos confiables de ensayos con una relación A/C y resistencias establecidas.

El procedimiento de mezcla de prueba consiste en combinar una pasta (agua, cemento, o un aditivo inclusor de aire), de proporciones correctas en cantidades necesarias de agregado fino y grueso para producir el revenimiento y trabajabilidad requerida, calculando las cantidades por metro cúbico.

Se deberá considerar el contenido de humedad de los agregados y conforme a éstos se corregirán los pesos de los materiales para las mezclas. Se recomienda efectuar el mezclado con máquina ya que representa de manera cercana las condiciones de obra, su uso es obligatorio si el concreto va a tener aire incluido.

Deberán efectuarse pruebas del revenimiento, del contenido del aire, y de la temperatura de una mezcla y considerarse:

- a) Su peso volumétrico
- b) Su rendimiento
- c) Su volumen absoluto.

VII) DOSIFICACION DEL CONCRETO.

Dosificación.- Es el proceso de pesar o medir volúmenes de materiales componentes del concreto e introducirlos a un mezclador para la fabricación del mismo, sus ingredientes deben medirse con precisión, exactitud, simplicidad y por su peso en vez de hacerlo por volúmenes debido a la imprecisión de los volúmenes de sus agregados, de su manejo, de su abundamiento y de su humedad; los materiales se miden en revolturas individuales con los siguientes porcentajes de precisión.

Cemento	1%
Agregado	2%
Agua	1%
Aditivo	3%

La dosificación del concreto debe basarse en datos obtenidos de pruebas o en la experiencia adquirida con los materiales que serán empleados.

Se requerirá de los siguientes datos de los materiales :

- 1) Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos.
- 2) Peso unitario.
- 3) Absorción y gravedad específica de agregados.
- 4) requisitos de agua de mezclado para el concreto.
- 5) Relación entre la resistencia y la relación A/C y/o más puzolanas.
- 6) Peso específico del cemento portland y aditivos minerales cuando se empleen.

7) Combinación óptima de agregados gruesos para una graduación máxima en el concreto requerido.

8) El procedimiento de dosificación de mezclas de concreto normal, pesado y masivo.

La estimación de los pesos de las mezclas de concreto son una secuencia de pasos lógicos y directos; las especificaciones de la obra pueden dictar todas o algunas de las siguientes recomendaciones:

- a) Relación Agua/Cemento.
- b) Contenido mínimo de cemento.
- c) Revenimiento.
- d) Tamaño máximo del agregado (T.M.A.).
- e) Resistencia $f'c$.
- f) Sobrediseño de $f'c$.
- g) Aditivos.
- h) Tipos especiales de cemento y/o agregados.

Procedimiento para la dosificación de concreto

1er paso. Revenimiento (5-10 cm).

2° paso. T.M.A

3° paso. a) contenido de aire b) agua de mezclado.

4° paso. Relación A/C resistencia, durabilidad, acabado.

$A/C = W / (c+p)$ Donde:

w- Peso del agua
c- Peso del cemento (aglutinante)
p- Peso de la puzolana.

$Fw = P / (c+p)$ Donde:

Fw- Porcentaje de puzolana por peso.
p- peso del material puzolanico.
c- peso del cemento.

Si se conoce el porcentaje de puzolana por unidad de volumen se calculará el porcentaje de puzolana por peso:

$$Fw = \frac{1}{1 + \left[\frac{3.15}{Gp} \left(\frac{1}{FV} - 1 \right) \right]}$$

Donde:

Fw.- porcentaje de puzolana por volumen absoluto del volumen absoluto total del cemento más puzolana expresada en factor decimal.

Gp.- Peso específico de la puzolana.

3.15.- Peso específico del cemento portland (utilice el real si es diferente) caso contrario si se conoce el porcentaje de puzolana por peso, se calculará el porcentaje de puzolana por unidad de volumen total.

$$FV = \frac{1}{1 + \frac{Gp}{3.15} \left(\frac{1}{Fw} - 1 \right)}$$

Relación agua/cemento con puzolana en función de Fv.

$$\frac{W}{(c+p)} = \frac{A}{C} = \frac{3.15 \frac{W}{C}}{3.15 (1 - Fv) + Gp \cdot Fv}$$

w/c = relación agua/cemento sin puzolana.

w/(c+p) = relación agua/cemento con puzolana en función de Fv.

Si se desconoce Fv:

$$FV = \frac{1}{1 + \frac{Gp}{3.15} \left(\frac{1}{Fw} - 1 \right)}$$

5° paso. Cálculo del contenido de cemento:

A/c ó W/c ó $A/c = (c+p)$ Sin puzolana y con puzolana respectivamente.

6° paso. Estimación del contenido de agregados para un metro cúbico de concreto en función del módulo de finura de la arena.

TABLA-CON.38

Revenimientos recomendados par diversos tipos de construcción.		
TIPO DE CONSTRUCCION	Revenimiento [cm]	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas reforzadas	8	2
Zapatas, campanas y muros de subestructura sencillos.	8	2
Vigas y muros reforzados.	10	2
Columnas para edificios.	10	2
Pavimentos y losas.	8	2
Concreto masivo.	5	2

7° paso. Estimación del contenido de agregado fino:

A) Método de peso .

En función del peso del concreto del T.M.A. y de la diferencia de pesos.

$$U-10 \quad 0 \cdot GA (100 - A) + C \left(1 - \frac{GA}{GC}\right) - (GA - 1)$$

Donde:

P = Peso del concreto fresco por metro cúbico en Kg.

GA= Promedio pesado del peso específico de la combinación de agregado fino y grueso, a granel SSD.

SSD - Significa condiciones de saturado y superficie seca al considerar el desplazamiento del agregado "agregado seco".

Gc= Peso específico del cemento (Gc=3.15).

A = Porcentaje del contenido de aire.

W = Requerimiento de agua de mezclado Kg/m³.

C = Requerimiento de cemento Kg/m³.

B) Método de volumen Absoluto

Volumen de:

b.1) Agua

b.2) Aire

b. 3)

Cemento

VOLUMEN

PESO

densidad relativa $\left(\frac{\rho_c}{\rho_w}\right)$

b. 4)

Agregado

grueso

b.5) Agregado fino

b.6) Puzolana

8° paso. Ajustes por humedad del agregado (humedad total menos absorción del agregado).

9° paso. Ajustes de mezclas de prueba.

Agua suficiente.

Peso unitario y fluencia.

Contenido de aire.

Trabajabilidad adecuada.

Acabado.

TABLA-CON.39 Para A/C = 0.57 revenimiento = 3" y módulo de finura = 2.75.

Tamaño máximo del agregado grueso.	Arena en % de agregado en volumen absoluto.			Contenido neto del agua en Kg/m ³ .		
	Redondo	Semi-Ang.	Angular	Redondo	Semi-Ang.	Angular
1/2"	51	53.5	56	199	206.5	213
3/4"	46	48.5	51	184	189.5	195
1"	41	43.5	46	178	185.5	193
1 1/2"	37	39.5	42	166	173.5	181
2"	34	36.5	39	157	164.5	172
3"	31	34.5	36	148	155.5	163
6"	26	28.5	31	130	137.5	145

TABLA-CON.40 Correcciones:

CORRECCIONES PARA OTRAS CONDICIONES	% DE ARENA	Cont. neto de agua
Por cada 0.05 de aumento o disminución en la relación A/C.	± 1	0
Por cada 0.1 de aumento o disminución del módulo de finura, arena.	± 1/2	0
Por cada 1" de aumento o disminución del revenimiento.	0	± 3%
Para arena triturada.	+ 3	± 8.9 Kg/m ³
Para concreto menos trabajable como pavimentos.	- 3	- 4.7 Kg/m ³

Notas:

a* La cantidad estimada de agua de mezclado para producir el mismo revenimiento que el de la mezcla de prueba, sería igual a la cantidad neta de agua de mezclado empleada dividida por la fluencia de mezcla de prueba en m³.

b* Si el revenimiento de la mezcla de prueba no es el correcto incrementándose o reduciendo el contenido nuevamente estimado de agua a 2 kg/m³ de concreto para cada cm de incremento o reducción del revenimiento.

c* Si no se obtiene el contenido de aire deseado (para concreto con aire incluido, debe estimarse de nuevo), el contenido requerido de aditivo para lograr el contenido apropiado de aire, y reducirse o incrementarse el contenido de agua de mezclado en 3 Kg por cada 1% en que debe reducirse o incrementarse el contenido de aire respecto al de la mezcla de prueba previa.

d* El peso unitario de concreto fresco estimado nuevamente para el ajuste de las proporciones de la mezcla de prueba es igual al peso unitario en Kg/m³ medido en la mezcla de prueba, reducido o aumentado el porcentaje de incremento o reducción del contenido de aire de la mezcla de prueba.

e* Si es necesario se modificará el volumen de agregado grueso para obtener una trabajabilidad adecuada, en un 10%, pero tomando precauciones de revenimiento, relación A/C, resistencia F'c y requisitos de especificaciones de proyecto.

VIII) EJEMPLOS DE DOSIFICACION.**Ejemplo 1.a**

Condiciones de la obra:

- I) Concreto de una losa de un muelle.
- II) Exposición húmeda con congelación severa y deshielo.
- III) Peralte del miembro 30 cm.
- IV) Uso del aditivo inclusor de aire.

Especificaciones:

$F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

Recubrimiento mínimo 7.5 cm.

Separación mínima del acero de refuerzo = 10 cm.

Materiales:

Agregado Grueso: Triturado, 19mm (3/4").
 Peso específico 2680 kg/m³.
 Secado al horno.
 Absorción de 0.5% (contenido de humedad SSS).
 Peso volumétrico varillado y seco al horno =
 1602 Kg/m³.

Contenido de humedad = 2 %.

Agregado Fino : Arena natural.

Peso específico = 2640 Kg/m³.

Secado al horno.

Absorción = 0.7%

Contenido de humedad = 6%.

Módulo de finura = 2.8

Cemento tipo I

Aditivo inclusor de aire: tipo resina de madera (ASTM C260).

I) Resistencia requerida:

No hay datos estadísticos

$F'cr = F'c + 85 = 250 + 85 = 335 \text{ Kg/cm}^2$

II) Relación agua/cemento. Concreto colocado en un ambiente con humedad, congelación y deshielo. $A/C = 0.5$.

Interpolando en la tabla: y con $F'cr$ la relación recomendada $A/C = 0.42$

Gobierna el menor valor $A/C = 0.42$.

En caso que hubiera una curva con resultados de mezclas de prueba o pruebas de campo, la relación A/C .

III) T.M.A. Tamaño máximo del agregado 3/4" (19 mm) adecuado para 1/3" del espesor de la losa y 3/4 de la distancia libre entre @ del acero de refuerzo.

IV) Contenido de aire.

Para una exposición severa de congelación-deshielo, el contenido de aire de 6% ± 1% , se usa 7% como cantidad máxima permitida para las proporciones de la mezcla.

El contenido de aire de la mezcla de prueba deberá quedar dentro de ± 0.5 del máximo contenido de aire permitido.

V) Revenimiento. No especificado, el revenimiento será de 2.5 - 7.5 cm , se usará 7.5 cm.

VI) Contenido de agua. Con un revenimiento de 7.5 cm y con aire incluido, con un T.M.A. (19 mm.), el contenido de agua será aproximadamente de 181 Kg/m³, pero la grava triturada reducirá el contenido de agua en 21 Kg. o sea 181 - 21 = 160 Kg/m³.

VII) Contenido de cemento. Con la división del contenido de agua entre la relación A/C = 160/ 0.42 = 380.95 Kg que es mayor de 355 Kg mínimo especificado para las condiciones severas, así como los valores mínimos de cemento (320Kg).

VIII) Contenido de agregado grueso, de la tabla: 7.5 con T.M.A. = 19 mm. y el módulo de finura de 2.8 es 0.62 y como pesa 1602 Kg/m³, el peso del agregado grueso seco en horno en un metro cúbico de concreto será de:

$$1602 \times 0.62 = 993 \text{ Kg/m}^3.$$

IX) Contenido de aditivo.

Con un contenido de aire del 7%, el fabricante recomienda una dosis de 0.5868 cm³/kg de cemento:

$$0.5868 \times 381 = 224 \text{ cm}^3/\text{m}^3.$$

X) Agregado Fino. Ya que el método de volúmenes absolutos, el volumen del agregado fino se obtiene de los ingredientes conocidos en un metro cúbico, así como la obtención del volumen del agua, cemento y agregado grueso o sea el volumen absoluto de cada uno dividido entre el peso conocido de cada uno:

$$\text{Agua} = 160/1000 = 0.160 \text{ m}^3.$$

$$\text{Cemento} = 381/3150 = 0.121 \text{ m}^3.$$

$$\text{Aire} = 7/100 = 0.07 \text{ m}^3.$$

$$\text{AG} = 993/2680 = 0.371 \text{ m}^3.$$

$$\text{total} = 0.722 \text{ m}^3.$$

El volumen absoluto del agregado fino será 1.0 - 0.722 = 0.278 m³.

El peso del agregado fino seco será:

$$0.278 \times 2640 = 734 \text{ Kg}.$$

La mezcla tiene las siguientes proporciones en un metro cúbico de concreto antes de realizar la mezcla de prueba.

Se desprecia el volumen del aditivo líquido ya que es un valor insignificante.

Los valores de algunos aditivos deberán ser incluidos, debido a sus altas dosificaciones.

Agua 160 Kg

Cemento 381 Kg

A. Grueso 993 Kg

A. Fino 734 Kg

Peso total 2268 Kg

Aditivo inclusor de aire 224 cc.

XI) Corrección por humedad.

Se hace para compensar el contenido de agua, debido a la humedad existente en los agregados, ya que reducen su cantidad.

El contenido de humedad del agregado grueso es de 2%.

El contenido de humedad del agregado fino es de 6%.

$$\text{AG} = 993 \times 1.02 = 1013 \text{ Kg}.$$

$$\text{Af} = 734 \times 1.06 = 778 \text{ Kg}.$$

El agua absorbida no es parte de la humedad. El requisito estimado para el agua que se va a agregar será de:

La humedad superficial con que contribuye el agregado grueso llega a $2 - 0.5 = 1.5\%$, para el agregado fino es de $6 - 0.7 = 5.3\%$.

$$160 - (993 \times 0.015) - (734 \times 0.053) = 106 \text{ Kg.}$$

Los pesos estimados incluyendo humedad y absorción de los agregados serán:

Agua	106 Kg	
Cemento	381 Kg	
Agregado G.	1013 Kg	Con 2% de humedad
Agregado F.	778 Kg	Con 6% de humedad
TOTAL	2278 Kg	

Aditivo inclusor de aire 224 cc.

Mezcla de prueba.

Cuando es necesario mezclar una cantidad suficiente para las pruebas de contenido de aire, revenimiento y cilindros para ensayos de resistencia a compresión, se reducen los pasos para producir 60 litros de concreto de concreto 0.06 m³.

Mezcla de prueba de laboratorio.

Agua	106 x 0.06 =	6.36 Kg
Cemento	381 x 0.06 =	22.86 Kg
Agregado Grueso (húmedo)	1013 x 0.06 =	60.78 Kg
Agregado fino (húmedo)	778 x 0.06 =	46.68 Kg
total		136.68 Kg
Aditivo ia	224 x 0.06 =	13.44 cc

El rendimiento de la mezcla de la prueba es de $136 / 2278 = 0.06$ m³.

Durante el mezclado una cierta cantidad del agua estimada puede quedarse sin emplear o sea puede llegar a usar una cantidad adicional de agua para lograra el revenimiento requerido.

En el mezclado el concreto se requirió de 6.29 Kg de agua, un concreto de 2266 Kg/m³ con un revenimiento de 10 cm y se obtuvo un contenido de aire de 8%.

por lo tanto la mezcla queda de la siguiente manera:

Agua	6.29 Kg
Cemento	22.86 Kg
A. Grueso (húmedo al 2%)	60.78 Kg
A. Fino (húmedo al 6%)	46.68 Kg
Total	136.61 kg

El rendimiento de la mezcla de prueba será: $136.61 / 2266 = 0.0602$ m³

El contenido de agua de mezclado se determina con el agua agregada más el agua libre en los agregados:

Agua Agregada	=	6.29 Kg
Agua libre en el A. grueso	=	$60.78 \times 0.015 / 1.02 = 0.894$ Kg
Agua libre en el A. Fino	=	$46.68 \times 0.053 / 1.06 = 2.334$ Kg
total		9.518 Kg

La cantidad de agua de mezclado requerida para un metro cúbico de concreto con el mismo revenimiento que la mezcla de prueba será:

$$9.518 \text{ Kg} / 0.0602 \text{ m}^3 = 158.106 \text{ Kg/m}^3.$$

Ajustes de la mezcla por:

Revenimiento 10 > 7.5 cm

Contenido de aire 8%, 7% máx ± 0.5%.

Se aumenta el contenido de agua de mezclado 3 Kg/1% de reducción de contenido de aire, a partir del contenido de agua de la mezcla de prueba, reduciendo el contenido de agua de la mezcla de prueba, 6 Kg/ cada reducción de 2.5 cm de revenimiento.

Para la cantidad de agua ajustada para las reducciones en el valor del revenimiento, el contenido de aire será:

$$(3 \times 1) - (6 \times 1) + 158.106 = 155.106 \text{ Kg/m}^3$$

Al corregir el contenido de cemento, permanece la misma relación A/C = 0.42:

$$155.106/0.42 = 369 \text{ Kg/m}^3$$

La cantidad de agregado grueso permanece sin cambios, no se reporta que la trabajabilidad sea insatisfactoria.

El volumen o porcentaje con el nuevo contenido de cemento serán:

$$\text{Agua} \quad 155 \text{ Kg}/1000 \text{ kg/m}^3 = 0.155 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} \quad 369 \text{ Kg}/3150 \text{ Kg/m}^3 = 0.117 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} \quad 993 \text{ Kg}/2680 \text{ Kg/m}^3 = 0.371 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire incluido} \quad 7 \times 1000/100 = 0.070 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino} \quad 1.00 - 0.713 = 0.287 \text{ m}^3$$

$$\text{El aditivo inclusor de aire en cc} = 0.5216 \times 369 = 192.5 \text{ cc}$$

Los pesos de la mezcla por metro cúbico de concreto son:

$$\text{AGUA} \quad 155 \text{ KG}$$

$$\text{CEMENTO} \quad 369 \text{ KG}$$

$$\text{AGREGADO GRUESO (seco)} \quad 993 \text{ KG}$$

$$\text{AGREGADO FINO (seco)} \quad 758 \text{ KG}$$

$$\text{total} \quad 2275 \text{ kg}$$

$$\text{ADITIVO INCLUSOR DE AIRE} \quad 195.5 \text{ CC}$$

El peso volumétrico del concreto con los agregados en estado saturado (SSS) será:

$$\rho_c = 155 + 369 + 993 \times 1.005 + 758 \times 1.007 = 2285 \text{ kg/m}^3$$

Después de haber obtenido los pesos de los ingredientes del concreto se deben verificar ciertas restricciones establecidas.

Los cilindros de prueba deben sobrepasar la F'_{cr} estimada.

Se ajustarán los pesos para conservar la trabajabilidad u otras propiedades obtenidas en la mezcla de prueba.

Se puede proporcionar y probar una nueva mezcla con una nueva resistencia a la compresión cercana a f'_{cr} y con una relación A/C entre los parámetros establecidos.

Todos los ajustes deben cumplir con las especificaciones de diseño ya mencionadas en las etapas de proporcionamiento.

Ejemplo 2.a

I.-Concreto para la pila de un puente vehicular expuesto a un clima severo

$$F'_{c} = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

Revenimiento 3-5 cm.

Agregado grueso de 25 mm, peso seco = 1522 Kg/m³.

1° Paso. Revenimiento 3-5 cm.

2° Paso. Agregado grueso GA=25 mm #4.

3° Paso. Concreto con aire incluido 6.0 máximo.

$$\text{Agua} = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

Aire incluido de rige.

4° Paso. Relación A/C = 0.59 pero 0.5 para otras condiciones climatológicas máximas.

5° Paso. Contenido de cemento: $C=A/0.5 = 160/0.5 = 320$ Kg.

6° Paso. Con un módulo de finura de 2.8, el volumen del agregado grueso será: 0.67 m^3 si el peso será: $1522 \text{ Kg/m}^3 \times 0.67 \text{ m}^3 = 1019.74$ Kg = 1020 Kg.

7° Paso. Peso del concreto fresco con 25 mm y con aire incluido = 2315 Kg.

Los valores en peso de los componentes del concreto:

Agua	160 Kg.
Cemento	320 Kg.
AG (seco)	1020 Kg.
Subtotal	1500 Kg.

Peso de la arena = $2315 - 1500 = 815$ Kg (seco).

Pesos en base al volumen absoluto:

Volumen del agua = $160/1000$	= 0.160 m ³ .
Volumen del cemento = $320/(3.15 \times 1000)$	= 0.102 m ³ .
Volumen del AG = $1020/(2.68 \times 1000)$	= 0.381 m ³ .
Volumen del aire = $1020/(2.68 \times 1000)$	= 0.050 m ³ .
Subtotal (sin arena)	= 0.693 m ³ .
Volumen de la arena AF = $1 - 0.693$	= 0.307.
Peso de la arena = $0.307 \times 2.64 \times 1000$	= 810 Kg.

Peso en base a dos características físicas.

Basado en peso [Kg]	Basado en volumen [kg]
Agua	160
Cemento	320
A. Grueso (seco)	1020
Arena (seco)	815

9° Paso. Para una prueba de mezcla de 0.023 m^3 se añadió 2.04 kg de agua y no 2.29 kg (2.3) en la mezcla para un revenimiento de 2 a 5 cm. por lo que la mezcla consta de:

Agua añadida real	2.04 Kg.
Cemento	7.36 Kg.
A. Grueso	24.17 Kg.
A. Fino	19.69 Kg.
Total	53.26 Kg.

Además se obtuvo un revenimiento de 5 cm, con un peso de 2271.4 Kg/m^3 , un contenido de aire de 6.5%, o sea hay exceso de arena con fluencia apropiada de mezclas futuras ajustándose a:

Fluencia o rendimiento de la mezcla es de: $r = 53.26/2271 = 0.0234 \text{ m}^3$.

Agua añadida	= 2.04
0.59 por AG	= 0.59
0.81 por AF	= 0.81
total	= 3.44

Para un mismo revenimiento de la mezcla de prueba, el peso de agua será:

$$A = 3.44/0.0234 = 147 \text{ Kg.}$$

Pero debido a que el revenimiento fue satisfactorio se incrementa $3 \text{ Kg} \times 1.5 = 4.5 \text{ Kg.}$ para corregir el aire incluido de 6.5 a 5% o sea el peso del agua será:

$$147 + 4.5 = 151.5 \text{ Kg.}$$

Ahora para mantener la misma relación A/C=0.5 $151.5/0.5 = 303$ Kg.
Como hay exceso de arena el AG se incrementará en:

$0.74 \times 1522 \text{ Kg} = 1126 \text{ Kg}$ seco 1126 Kg seco ó $1126 \times 1.03 = 1160 \text{ Kg}$ (mojado).

$1126 \times 1.005 = 1132 \text{ Kg}$ en condiciones saturado y superficialmente seco (SSD).

El nuevo valor del peso del concreto en 1.5 menos de aire es:

$2271.4/0.985 = 2306 \text{ Kg/m}^3$.

El peso de la arena será:

$2306 - (151.5 + 303 + 1132) = 719.5 \text{ Kg}$ (SSD)

$719.5/1.007 = 714.5 \text{ Kg}$ seco.

RESUMIENDO:

Los pesos básicos ajustados de la mezcla son:

ARENA	151.5 KG
CEMENTO	303.0 KG
AGREGADO G. (seco)	1126.0 KG
AGREGADO F. (seco)	714.5 KG

PESO TOTAL	2295.0 KG/M ³

CONCLUSION:

La dosificación depende muchísimo de la mezcla de prueba para obtener proporciones reales de concreto, así como de las correcciones para cada uno de sus componentes y condiciones mismas del concreto.

Ejemplo 3-a

I) Datos del laboratorio de los materiales pétreos y cemento.

CEMENTO: Cemento tipo 1, Peso específico = 3.15, sin aire incluido.

AGREGADO GRUESO: Peso específico a granel = 2.68, absorción = 0.5%, humedad = 2%

AGREGADO FINO: Peso específico a granel = 2.64, absorción = 0.7%, humedad = 6%, módulo de finura = 2.8

II) Condiciones del concreto.

a) Estructura en cimentación (sin ningún ataque severo).

b) $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días.

c) Revenimiento 8 - 10 cm.

d) Agregado grueso # 4 de 40 mm, peso varillado en seco, 1600 Kg/m³.

PROCEDIMIENTO:

1^{RR}. Paso. Revenimiento: 8-10 cm.

2° Paso. T.M.A. # 4 de 40 mm.

3^{er}. Paso. No se empleará aire incluido. La cantidad aproximada de agua 175 Kg/m³ y un aire incluido estimado de 1%.

4° Paso Relación A/C, para un concreto sin aire incluido, se interpola para $F'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ A/C=0.62

5° Paso Cantidad de cemento: $C = 175/0.62 = 282.26 \text{ Kg/m}^3$.

6° Paso Cantidad del agregado grueso (de la tabla:), con módulo de finura de 2.8, con T.M.A. de 40 mm.1.5 in.

Se empleará 0.71 m³ de agregado grueso.

Si su peso PAG = 1600 Kg/m³.

El peso total del agregado grueso seco es de:

$$P_{ET} = 1600 \times 0.71 = 1136 \text{ Kg.}$$

7° Paso Arena requerida, aire atrapado incluido:

a) Con base en el peso, el peso del concreto U=2420 Kg, por medio de la fórmula, el peso del concreto:

$$GA = (2.68 + 2.64)/2 = 2.66$$

$$U = 10 (GA) (100 - A) + C (1 - GA/GC) - (GA - 1)$$

$$U = 10 (2.66) (100 - 1) + 282.26(1 - 2.66/3.15) - (2.66 - 1) ; U = 2675.7 \text{ kg.}$$

Las diferencias normales de revenimiento, factor de cemento y peso específico del agregado, los pasos ya conocidos son:

Agua mezclado neto 175 Kg

Cemento 282 Kg

Agregado grueso 1136 Kg

Total 1593 Kg

Por lo tanto, el peso de la arena será: Si U=2420 Kg, 2420 - 1593 = 827 Kg. (Seco, no se toma en cuenta la absorción).

b) Con base al volumen absoluto, el aire atrapado (aire incluido):

$$\text{Volumen de agua} = 175/1000 =$$

$$0.175 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen del agregado grueso AG} = 1136/(2.68 \times 1000) =$$

$$0.42 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen del cemento C} = 282/(3.15 \times 1000) =$$

$$0.089 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen del aire incluido} = 0.01 \times 1 =$$

$$0.01 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen subtotal (sin arena)} =$$

$$0.694 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen sólido requerido de arena} = 1 - 0.694 = 0.306$$

$$\text{Peso requerido de arena seca: } 0.306 \times 264 \times 1000 =$$

$$807.84 \text{ Kg.}$$

RESUMEN:

Basado en peso Kg del concreto Kg.	Basado en volumen absoluto del concreto Kg.
---------------------------------------	--

Agua	175	175
------	-----	-----

Cemento	282	282
---------	-----	-----

A.G.	1136	1136
------	------	------

A.F.	827	807
------	-----	-----

8° Paso. Humedad del agregado grueso = 2%.

Humedad del agregado fino = 6%.

Los pesos ajustados del agregado serán:

$$\text{AG mojado} = 1136 \times 1.02 = 1159 \text{ Kg.}$$

$$\text{AF mojado} = 827 \times 1.6 = 877 \text{ Kg.}$$

El agua superficial proporcionada por los agregados:

$$\text{Ag} = 0.02 - 0.005 = 0.015$$

$$\text{Af} = 0.06 - 0.007 = 0.053$$

El requerimiento estimado de adición de agua será:

$$A = 175 - 1136 \times 0.015 - 827 \times 0.053 = 114 \text{ Kg}$$

Los pesos estimados de mezcla para un metro cúbico de concreto son:

Agua (por añadir)	= 114 Kg.
Cemento	= 282 Kg.
A.Grueso (mojado)	= 1159 Kg.
A.Fino (mojado)	= 877 Kg.

Total 2432 Kg.

9° Paso. Mezcla de prueba:

El laboratorio requirió de una mezcla de prueba de 3.0 Kg de agua para obtener un revenimiento de 8-10 cm y no la calcula de 2.62 kg o sea:

Valores para la muestra:	Valores corregidos:
114 x 0.023 = 2.622	3.00 Kg para agua añadida.
282 x 0.023 = 6.486	6.49 Kg para cemento.
1159 x 0.023 = 16.657	26.66 Kg para AG (mojado).
877 x 0.023 = 20.171	20.17 Kg para AF (mojado).
Total = 45.94	56.32 Kg

Con los valores corregidos se obtiene un concreto de 2400 Kg/m³ con un revenimiento de 4 cm. para una trabajabilidad y un acabado requerido para otras mezclas, para esto se hacen otras correcciones:

$$56.32/2400 = 0.0235 \text{ es el rendimiento fluencia del concreto}$$

El agua añadida de 3.0 kg. fue obtenida para realizar la mezcla de prueba con 0.4 kg. para el agregado grueso y 1.1 para el agregado fino; por lo tanto el agua de mezclado requerida será: $3.0+0.4+1.1 = 4.5 \text{ Kg.}$

$$\text{Y para } 1\text{m}^3 : 4.5/0.0235 = 191.5 \text{ Kg.}$$

Ahora se debe incrementar 2 Kg. por cada 5 cm. de revenimiento, para dar el valor deseado de 4+5 =9 cm. de revenimiento: $191.5 + 2 = 193.5 \text{ kg.}$

$$\text{Respetando la misma relacion A/C} = 0.62.$$

$$\text{El contenido de cemento será: } C=193.5/0.62 = 312.08 \text{ Kg}$$

Los volúmenes se mantendrán igual a la mezcla de prueba:

$$AG = 26.66/0.0235 = 1134.47 \text{ Kg; } 1134.47/1.02 = 1112.22 \text{ seco;}$$

$1112.22 \times 1.055 = 1173.4 \text{ Kg.}$, en condiciones de saturado y superficie seca.

La cantidad de arena requerida para un metro cúbico de 2400 Kg/m³ (también obtenido en laboratorio) de concreto.

$2400 - (193.5 + 312.08 + 1173.4) = 721 \text{ Kg.}$ en condiciones de saturado y superficie seca; $721/1.06 = 680 \text{ Kg. seco.}$

El proceso por volumen es idéntico, pero trabajando con los valores obtenidos por volumen, tanto con un método como con otro, las variaciones son pequeñas o muy aproximadas.

Pesos por metro cúbico de concreto:

AGUA	194 KG
CEMENTO	312 KG
AGREGADO GRUESO	1112 KG
AGREGADO FINO	680 KG

Tablas de proporcionamientos de mezclas de concreto

Se pueden optar otras decisiones cuando el agregado fino es abundante y los recursos económicos sean mínimos para incrementar el contenido de cemento se disminuyen el contenido de agregados gruesos y se obtienen otras ventajas como la trabajabilidad.

Las siguientes tablas indican el proporcionamiento de mezclas para un metro cúbico o menos, para requerimientos normales.

Los botes son de tipo alcoholero sin deformaciones.
Los concretos cumplen con un revenimiento de 10 cm.

TABLA-CON. 41

ELEMENTO DE CONCRETO		MUROS Y PISOS	TRABES Y LOSAS	LOSAS Y ZAPATAS	COLUMNAS Y TECHOS	ALTA RESIST.
F' C KG/CM ²	AGREGADO IN, CM	100	150	200	250	300
VOLUMEN DEL CONCRETO	3/4"	175	151	133	120	103
	1.5	189	167	145	130	112
BOTES DE GRAVA	3/4"	6	5 1/4	4 1/2	4	3 1/2
	1.5	8	7 1/2	6	5 1/2	4 3/4
BOTES DE ARENA	3/4"	5 3/4	4 3/4	4	3 1/2	2 3/4
	1.5	6	5 1/4	4 1/4	3 3/4	3
BOTES DE AGUA	3/4"	2	1 3/4	1 1/2	1 1/4	1
	1.5	2	1 3/4	1 1/2	1 1/4	1
CEMENTO [KG]	3/4"	50	50	50	50	50
	1.5	50	50	50	50	50

Es importante utilizar la menor cantidad de agua posible; debido a que la relación agua/cemento disminuye la resistencia. Al agregar más cemento permite una resistencia más alta.

TABLA-CON.42

Tabla para mezclas de mortero de arena y mortero.
Los botes son de tipo alcoholero sin deformaciones.

	FIRMES DE PISOS	ALTA RESISTENCIA	APLANADOS ESPECIALES	PLANTILLAS, REVESTIMIENTOS LIGEROS	APLANADOS DE CIMENTACIONES DE PIEDRA	MUROS DE CARGA, BLOCS O TABIQUES
BOTES DE ARENA	3	2	1	6	5	4
BULTO DE MORTERO	1	1	1	1	1	1

El agregar más cal aumenta el tiempo de fraguado del mortero. Las juntas no deben ser mayores de 1 cm. (block, tabique).

Los aplanados no deben ser mayores de 1.5 cm., en caso contrario se recomienda colocar malla de gallinero u otro material como alambre para evitar el agrietamiento por peso o temperatura. En superficies no rugosas o lisas, no se olvide picar con cincel, antes de colocar el mortero.

TABLA-CON.43

Proporcionamiento de concreto para pequeñas cantidades (1 m³). En peso

T.M.A GRUESO [IN]	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO				CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO			
	CEM. [KG]	A.F. [KG] Húm.	A.G. [kg] Húm.	AGUA [KG]	CEM. [KG]	A.F. [kg] Húm.	A.G. [KG] Húm.	AGUA [KG]
3/8	465	850	735	160	465	945	735	175
1/2	430	735	880	160	430	850	880	175
3/4	400	675	1040	160	400	755	1040	160
1	385	625	1120	145	385	720	1120	160
1 1/2	370	610	1200	145	370	690	1200	145

TABLA-CON.44

Proporcionamiento de concreto para pequeñas cantidades (1 m³) En volumen

T.M.A GRUESO [IN]	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO				CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO			
	CEM. [KG]	A.F. [KG] Húm.	A.G. [kg] Húm.	AGUA [KG]	CEM. [KG]	A.F. [kg] Húm.	A.G. [KG] Húm.	AGUA [KG]
3/8	1	2.25	1.50	0.5	1	2.5	1.50	0.5
1/2	1	2.25	2.00	0.5	1	2.5	2.00	0.5
3/4	1	2.25	2.50	0.5	1	2.5	2.50	0.5
1	1	2.25	2.75	0.5	1	2.5	2.75	0.5
1 1/2	1	2.25	3.00	0.5	1	2.5	3.00	0.5

En caso de emplear agregado triturado se disminuirá la cantidad de agregado grueso en 50 kg. y se aumentará la cantidad del agregado fino en 50 Kg.

IX) FABRICACION DE CONCRETO FRESCO.

Es el proceso de mezclar completamente los ingredientes del concreto hasta obtener una apariencia uniforme. El mezclador no debe ser sobrecargado de acuerdo a su capacidad pero si aumentar su entrada y salida de mezclado, se debe verificar constantemente las aspás del mezclado y en general cada una de sus partes cada día al producir concreto.

Los concretos ligeros estructurales se pueden mezclar de la misma manera que los concretos de peso normal cuando los agregados tengan menos del 10 % de absorción o menos del 2% durante la primera hora después de ser sumergidos en agua.

El proceso de fabricacion puede ser:

a) Elaboración manual

Puede ser elaborado sobre un entarimado que sea impermeable o sobre una superficie plana limpia de toda materia orgánica o inorgánica cubierta en su superficie con una capa de concreto pobre perfectamente apisonado y a un nivel en el que al estar fraguado se podrá mezclar todo tipo de morteros y concretos, sobre ese lugar se extiende primero la arena y a continuación se vacía el cemento, para posteriormente mezclarlo con ayuda de una o varias palas manuales, hasta que se obtenga un color uniforme.

Después de tener la arena y el cemento perfectamente revueltas se extenderá la mezcla obtenida, añadiendo el agregado grueso hasta que quede una capa uniforme, luego se procede a abrir un cráter y se agrega la cantidad de agua necesaria. Luego de vaciar el agua necesaria en las orillas del cráter, se mezclan de un lado al otro, hasta que se observe que la revoltura presenta un color adecuado a la reacción del cemento con los agregados pétreos y el agua.

Si la revoltura empieza a fraguar, no deberá pasar de 20 a 30 minutos la operación del colado; después de haber agregado el agua necesaria no deberá permitir que se le agregue más agua.

Si la revoltura por algún motivo se ha endurecido o ha sobrado, por ningún motivo deberá usarse en elementos estructurales, si acaso podrá aprovecharse en firmes para pisos.

b) Elaboración Mecánica

Se lleva a cabo mediante las revolturas en una olla en forma de trompo de diferentes capacidades y montada en diferentes tipos de estructuras y que puede ser accionada en forma manual o en forma mecánica con un motor, las hay también de gasolina; existen tres tipo de revolvedoras:

- 1.- Las revolvedoras de construcción.
- 2.- Las revolvedoras de pavimentos.
- 3.- Las revolvedoras de tránsito.

Las revolvedoras de construcción tienen como la letra "s" u un indicador de su capacidad en volumen nominal de concreto, en pies cúbicos.

3.5 s, 6 s, 11 s, 16 s, 28 s, 56 s, 84 s, 112 s.

La producción por hora será el producto del volumen de la revoltura multiplicado por el número de revolturas en una hora.

El concreto se mezclará durante un minuto para revolventoras hasta de una yarda cúbica (1 yd cúbica=0.76 m³) y para tamaños mayores se agregarán 15 seg. Por cada yarda adicional o fracción.

Las revolventoras de pavimento tienen una capacidad de 27 E, 34 E, etc. donde los números indican los pies cúbicos de la capacidad de la revolventora y es su clave de identificación.

La siguiente clave indica la producción representativa de la revolventoras de construcción, (condición de producción ideal).

Mezcladora Pavimentadora

Hay mezcladores estacionarios de obra y mezcladores de las plantas de concreto premezclado. Su tamaño oscila desde 56.1 hasta 9.2 m³ puede ser tipo basculante o fijo, del tipo paleta o aspa rotatoria con abertura superior, equipado con botes de carga, con canalón oscilante de descarga, dispositivos para medir el tiempo de mezclado y que no puede descargar hasta que no haya transcurrido el tiempo designado.

Para un concreto mezclado parcialmente en planta fija se mezcla generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta y el mezclado se completa en el tambor del camión. Se requiere de un minuto de mezclado mínimo para mezcladores estacionarios de hasta 765.1 de capacidad, adicionales o fracción de esta cantidad. El período de mezclado debe medirse desde el momento en que todo el cemento y agregado se encuentren en el tambor mezclador, a condición que toda el agua se agregue antes que transcurra un cuarto del tiempo de mezclado.

Bajo condiciones normales, hasta aproximadamente un 10% del agua de mezclado se debe colocar en el tambor antes de que, se agreguen los materiales sólidos. Cuando se use agua caliente en climas fríos, será necesario modificar este orden para evitar algún posible endurecimiento acelerado, será primero la introducción de agua, después los agregados y esperar a que se mezclen para introducir el cemento.

Si se utilizan aditivos retardantes o reductores de agua, deberán agregarse en la misma secuencia en el ciclo de carga, de otra manera habrá variaciones en el fraguado inicial y en el porcentaje de aire incluido, la adición del aditivo deberá completarse dentro del primer minuto después de la inclusión total del agua al cemento o al inicio de los últimos tres cuartos del ciclo del mezclado, si se usan más de dos aditivos se deberá esperar un intervalo de tiempo antes de introducir el próximo aditivo.

Para el concreto premezclado se dosifica y se mezcla fuera del sitio del proyecto y se entrega en el área de construcción en estado fresco ya sea que se mezcle una parte en la planta o se concluya durante su trayecto al sitio de obra o que se mezcle totalmente en un camión mezclador. Para llevar acabo todo mezclado normalmente se utiliza de 70 a 100 revoluciones del tambor o aspas a la velocidad de rotación o de agitación (2 a 6 rpm).

TABLA-CON. 30

tamaño de la revoladora			tiempo de ciclo		revoltura/hora		producción m ³ ó yd ³ /hora	
ancho (ft')	yd'	m ³	Mínimo (min)	Máximo (min)	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
3.5 a	0.130	0.099	1.50	2.25	27	40	2.7m ³ .5yd ³	4.0m ³ 5.2yd ³
6.0 a	0.221	0.169	1.50	2.25	27	40	4.5m ³ 6.0yd ³	6.8m ³ 8.9yd ³
11.0 a	0.408	0.312	1.50	2.50	24	40	7.5m ³ 9.8yd ³	12.4m ³ 16.3yd ³
16.0 a	0.593	0.453	1.50	2.50	24	40	10.8m ³ 14.2yd ³	15.2m ³ 20.1yd ³
28.0 a	1.037	0.793	1.75	2.75	22	34	17.0m ³ 22.6yd ³	26.6m ³ 35.3yd ³
56 a	2.074	1.586	2.00	2.75	22	30	34.6m ³ 45.6yd ³	47.5m ³ 62.3yd ³
84.0 a	3.112	2.379	2.25	3.00	20	27	47.4m ³ 62.2yd ³	64.0m ³ 84.0yd ³
112.0 a	4.148	3.171	2.50	3.25	18	24	56.5m ³ 74.5yd ³	75.0m ³ 99.5yd ³

Notas:

a) Si un ciclo:
 tiempo de carga
 tiempo de mesclado
 tiempo de descarga

Conversiones:

1yd = 3 ft 1ft = 0.3048m
 1yd³ = 27ft³ 1ft³ = 0.0283 m³
 1yd³ = 0.9144m³ 1yd³ = 0.0283 m³
 1m = 1000 l 1 l = 0.0254 m³
 1ft = 12 in 1yd = 3ft

Revolturas:
 60/1.5 = 40

Producción:

0.130 x 27 = 3.5 yd³
 0.130 x 40 = 5.2 yd³
 0.099 x 27 = 2.7 m³
 0.099 x 40 = 4.0 m³

60/2.25 = 27

Volúmenes basados en una hora de 60 minutos y debe ajustarse por un factor de operación para estar de acuerdo con las condiciones.

El mezclado a altas velocidades durante períodos prolongados de aproximadamente una o más horas, puede producir pérdidas de resistencia en el concreto, aumentos de temperatura pérdida excesiva de aire incluido, pérdidas aceleradas de revenimiento.

El concreto debe ser entregado y descargado en el transcurso de 1.5 horas antes de que el tambor haya girado 300 veces después de introducir el agua al cemento y a los agregados o de introducir el cemento a los agregados.

Cabe mencionar que se puede obtener un concreto mezclando primero el agua y el cemento provocando una mejor hidratación y posteriormente mezclarlo con los agregados.

Un concreto que se deje agitar tiende a fraguar, a rigidizarse y a mal compactarse en el molde, tal concreto se puede remezclar agregando un poco de agua y cemento de tal forma que la relación agua-cemento no exceda del máximo permisible, no rebase el revenimiento máximo ni el tiempo de mezclado y agitación (revoluciones del tambor), el mezclado será la mitad del tiempo requerido y la supervisión lo acepte.

No se debe permitir la adición indiscriminada de agua para hacer más fluido ("trabajable") el concreto ya que disminuye su calidad; se puede esperar que el concreto remezclado endurezca rápidamente, eventualmente se podría desarrollar una junta fría al colocar concreto de manera adyacente o por encima del concreto remezclado, aunque no exista una forma o un método perfecto para transportar y manejar el concreto, una planeación anticipada puede ayudar en la elección del método más adecuado evitando la ocurrencia de problemas como:

a) **Retrasos.**- Se logrará una productividad máxima si se planea el trabajo para aprovechar al máximo al personal y al equipo, de manera que se reduzca el tiempo de retraso durante la colocación del concreto.

b) **Endurecimiento temprano y secado.**- El concreto empieza a endurecer en el momento en que se mezclan el cemento con el agua, pero el agregado de endurecimiento que ocurre durante los primeros 30 minutos normalmente no presentan problemas, cuando está en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado; la planeación deberá eliminar o minimizar cualquier variable que permita que el concreto endurezca hasta el grado en que se pueda lograr una completa consolidación y se dificulte efectuar su acabado.

c) **Segregación.**- Es la tendencia del agregado grueso a separarse del mortero cemento-arena a la vez de que una cantidad demasiado pequeña de mezcla tenga agregado grueso y el resto tenga en cantidades excesivas provocando en la primera cantidad a contraerse más a agrietarse, así como una disminución de la resistencia a la abrasión; la segunda será áspera para lograr una consolidación y acabado totales y será causa frecuente de aplanamientos. Los métodos y equipos para transportar y manejar concreto no deberá ser causa de segregación.

X) Métodos y equipo para transportar y manejar concreto.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos tales como:

- 1) Pala manual
- 2) Bote calero
- 3) Carretillas
- 4) Cucharones. Grúa y Torre
- 5) Ductos y canalones
- 6) Bandas transportadoras
- 7) Camiones de volteo
- 8) Revolvedoras de tránsito
- 9) Cubas o agitadores
- 10) Tolvas
- 11) Cable Vía
- 12) Ferrocarril
- 13) Helicóptero
- 14) otros

Cada equipo tiene sus ventajas y desventajas de acuerdo al tipo y tamaño de obra, economía, condiciones geográficas, tiempo, clima, entre otros. Comentaremos las más importantes.

BOTES.- recipiente de metal con una capacidad de 18 ó 20 litros.

CARRETIILLAS DE MANO.- Son usados cuando la transportación es corta o distancias ligeramente inclinadas, la superficie deberá ser preparada previamente; su capacidad varía de $\pm 0.5-0.3 \text{ m}^3$.

Las carretillas de motor son las conocidas con el nombre de "BUGGIES" con una capacidad de $0.2-0.4 \text{ m}^3$ con una velocidad aproximada de 25 Km/h. y con una potencia para una pendiente de 0.2 (2%), son recomendados para distancias largas (mayores de 30 m).

CUCHARONES.-Estos pueden dividirse en dos grupos y que son:

a) Cucharones para concreto son los empleados con grúa mecánica, cables, etc.; su capacidad varía de $0.5-8.0 \text{ m}^3$.

b) Cucharón de torre: que se emplea con malacates, éstos tienen una capacidad de $0.15-1 \text{ m}^3$.

Los cucharones tienen una compuerta en el fondo para poderse abrir y que el concreto fluya en forma vertical, la caída del concreto no debe exceder de una altura máxima de un metro para disminuir la segregación. Las puertas están diseñadas para abrirse o cerrarse a voluntad y controlar el flujo del concreto, los cucharones chicos se operan a mano.

DUCTOS O CANALONES. Este equipo ha tenido que restringirse bastante debido a que el concreto se segrega, por lo regular son de metal aunque los hay de madera, que son de sección trapecial y circular o semicircular. Los ductos se colocan con una pendiente que permite su fluidez uniforme y evita la segregación.

TRANSPORTADORES DE BANDA.- Son estructuras que constan de una banda que va apoyada sobre rodillos y que tienen movimiento debido a un motor eléctrico o de combustión interna, se utiliza para realizar el transporte de mezclas de concreto a larga distancia vertical y horizontal, pero tiende a segregarse por lo que se deberá descargar en forma adecuada para disminuir la segregación.

CAMIONES DE MEZCLADO.- Son revolvedoras de construcción montadas sobre plataformas de un camión, se dividen en: revolvedoras de tránsito o cubas agitadoras.

Si el agregado y el cemento se cargan en la planta central del mezclado y el concreto se hace mientras la revolvedora yace en la obra se le denomina revolvedora de tránsito.

Si la revolvedora se emplea sólo para transportar concreto premezclado que solo requiere de la agitación durante el acarreo, para evitar la segregación, se llama cuba agitadora. El volumen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclarlo en un camión de tambor giratorio debe exceder (63-80 %) de la capacidad del tambor (7m³ camión normal).

Quando el concreto se mezcla durante un largo período, disminuye más de 2.5 hrs. tanto el revenimiento y la resistencia. Se recomienda como máximo una hora de transporte, en caso de sobrepasarlo se deberá colocar un bulto de cemento adicional de 50 Kg. para 7 m³ de concreto.

TRANSPORTE DE CAMIONES DE VOLTEO.- La planta central de mezclado deberá producir concreto con aire incluido para poderse transportar en camiones de volteo y será de 3% al 6%.

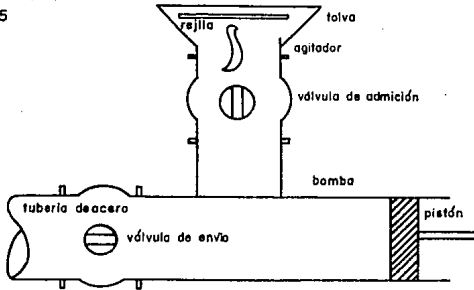
La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas perfiladas. El tiempo de entrega usualmente especificada es de 30 a 45 minutos, varía de acuerdo a la temperatura existente.

Recipientes para concreto montados en camiones o carros de ferrocarril

Este es un método común de transporte para concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar de colocación con ayuda de una grúa, entonces levanta el recipiente hasta el punto final de colocación. En ocasiones se usan carros de traslado que operan en rieles. La descarga del concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación. El tiempo de entrega es de 30 a 45 minutos.

BOMBEO.- El equipo de bombeo consta de una revolvedora, unas válvulas, bomba, tuberías, accesorios; este método es muy ventajoso para lugares donde se dificulta el acceso a los equipos de mezclado manejo y colado.

FIGURA-CON. 45



Esquema de una bomba para concreto

La bomba puede ser de varios tamaños, de un solo cilindro con una capacidad de 10 a 15 m³/hora. Existen también las de doble cilindro que tienen una producción entre 35 a 50 m³/hora.

La tubería de acero puede ser de 6, 7 y 8 pulgadas (15, 18, 20 cm).

Para obtener un buen funcionamiento sin sobrecargarse, la tubería conductora no excederá la longitud máxima, la cual es variable dependiendo de la posición del tubo y el número de codos de distintos ángulos que tengan que usarse; para lograr colocar la salida del tubo en el sitio conveniente.

La máxima distancia recomendada para un bombeo ordinario en condiciones normales y con el tamaño máximo conveniente es la siguiente para varios modelos de bombas.

TABLA-CON.46

Diámetro de la tubería		Longitud máx. de bombeo en la tubería recta y vertical		Distancia equivalente con la tubería recta y vertical		Tamaño máximo del agregado.	
cm.	in	m.		m.		cm	in
20	8	325		39		7.6	3
18	7	325		39		5.1	2
15	6	260		33		3.8	1.5

Accesorios:

Un codo de 90° equivale a 13 m de tubería recta y horizontal.
 Un codo de 22° equivale a 3.3 m de tubería recta y horizontal.
 Un codo de 45° equivale a 6.5 m de tubería recta y horizontal.

La anterior tabla muestra la resistencia que presenta el bombeo, algunas combinaciones de tubos rectos horizontalmente colocados y con distintas pendientes, comparativamente que presenta el mismo bombeo en una tubería exclusivamente recta y en posición horizontal.

Para una tubería de conducción formada por secciones colocadas vertical y horizontalmente, la distancia máxima de bombeo para los tramos rectos colocados en ambas posiciones deberá calcularse basandose en que 0.3m de posición vertical equivale a 2.4 m de tubería en posición horizontal.

Si existe una distancia máxima especificada se puede uno apoyar por otros medios como la torre-grúa.

Para ser bombeada la revoltura se requiere una manejabilidad excelente, por lo tanto y siendo esta función de la clase, forma y granulometría de los agregados requiere un proporcionamiento verdaderamente minucioso, con objeto de que la bomba trabaje sin esfuerzos mayores de los convenientes y satisfaga las distancias de bombeo especificadas.

La revoltura para bombearse, debe tener una relación grava-arena más baja, que la equivalente de una revoltura que contenga un contenido de arena 3% mayor del que necesita para el manejo común y corriente de la revoltura, esto ocurre cuando los agregados y su granulometría son satisfactorios, pero cuando se usan agregados mal graduados y especialmente cuando corresponden al tipo mixto o ciento por ciento quebrado hay necesidad de recurrir a adiconantes que mejoren la plasticidad y la lubricación del concreto.

Tabla para el control de concreto premezclado.

OBRA: _____ CONTRATISTA: _____

UBICACION: _____

CONCRETERA: _____ FECHA: _____

FIGURA-CON. 47

CAPACIDAD DEL CAMION	PLACA O REGISTRO	HORA DE LLEGADA	HORA DE SALIDA	TIEMPO DE VACIADO	COLOCACION	REVEN	F/C	CILINDROS	SALIDA DE OBRA

OBSERVACIONES:

ELECCION DEL MEJOR METODO:

El concreto durante su manejo y transporte debe cumplir con los siguientes requisitos:

- I) Tipo de trabajo
- II) Tamaño físico
- III) Programa establecido
- IV) Colocación final, antes del fraguado inicial
- V) Evitar la segregación
- VI) Economía

Entre los detalles está la cantidad de trabajo que queda debajo o encima del nivel de terreno, se decidirá el equipo adecuado para mover el concreto desde el mezclador hasta el sitio a colar, lo más rápido posible, sin segregación o pérdida de ingredientes. El equipo de transporte y de manejo deberá tener la capacidad necesaria para mover el concreto en cantidades suficientes a fin de eliminar las juntas frías.

El trabajo abajo del nivel y sobre el terreno abarca los grandes volúmenes de colocación de concreto, como son: las pilas perforadas de gran diámetro o losas masivas de cimentación, muros de cimentación, contratraveses, losas de fondo y losa tapa; se puede usar una grúa pero no es el equipo adecuado ya que se puede utilizar equipo como: canalones para colar el mayor volumen en la menor cantidad de tiempo, éstos pueden ser alimentados directamente desde el camión hasta el punto en que se necesite.

Los canalones deben ser metálicos o recubiertos de metal. No deben tener una pendiente mayor de uno vertical a dos horizontal, ni menor de uno vertical a tres horizontal. Los canalones de gran longitud, mayores de 6 metros, o aquellos que no satisfacen las condiciones de pendiente deberán descargar en una tolva antes de distribuir el concreto al punto en que se necesite.

Las bombas deben ser de capacidad adecuada y capaces de mover al concreto sin producir segregación. La pérdida de revenimiento desde la tolva de la bomba hasta la descarga al final de la tubería deberá ser mínima no mayor de 5 cm. y el contenido de aire no debe reducirse en 2%. La tubería no debe ser de aluminio (reacciona con los hidróxidos de álcalis del cemento), otra opción son las bandas transportadoras; son muy útiles en los trabajos cerca del nivel del terreno y bajo el nivel horizontal, es una ayuda del movimiento horizontal auxiliado por la gravedad, se logran capacidades altas a un costo relativamente bajo.

En los trabajos por encima del nivel del terreno, el concreto se puede elevar por medio de bandas transportadoras, cucharones y grúas, malacates, bombas, o con el más recientes gancho aéreo, el helicóptero. La torre-grúa y la pluma de bombeo son las herramientas adecuadas para edificios elevados, en éstos trabajos el costo de su colocación y manejo es más elevado, así que una elección adecuada nos permitirá obtener mejores beneficios.

XI) TRABAJOS PREVIOS AL COLADO.

La preparación previa del molde o superficie donde será colocado el concreto incluirá diversas actividades como: limpieza, humedecido, revisión del armado, fijación de la cimbra, equipo y herramientas probadas, selección de personal, entre otros, de tal manera que permita adecuada colocación del concreto.

El molde o la superficie a colar debe estar húmeda previamente, por lo menos dos horas antes para evitar la absorción de agua del concreto.

La escarificación del concreto "viejo o endurecido" será importante para obtener mejor adherencia al concreto nuevo y endurecido (fuerza cortante).

La cimbra debe estar fija o bien empotrada, limpia y apuntalada y cubierta de diesel, cera o un lubricante para su cuidado y así obtener el acabado deseado. La cimbra debe ser hecha para que al ser removida no dañe al concreto.

Para los concretos arquitectónicos la cimbra deberá ser de un material que no produzca manchas.

El material de acero estará limpio de todo agente externo, así como de mortero de un anterior colado.

Se contará con un equipo y herramientas de reserva para cualquier imprevisto, ya que por lo regular siempre sucede alguno o surge cierta falla humana.

RECOMENDACIONES PREVIAS AL COLADO

I.- Revisión de la colocación de la cimbra.

Debido a que es un molde que nos permitirá que el concreto sea colocado para su fraguado, tendrá que soportar diferentes cargas vivas y muertas durante el colado y después de su colocación.

Contará con las dimensiones adecuadas para que trabaje con una adecuada rigidez, evitando desplazamientos de la madera provocando fuga de la lechada e inclusive de concreto, así como una contraflecha provocada por una inadecuada nivelación de la cimbra, se debe verificar la colocación de los troqueles.

Para que la cimbra dure más tiempo y no afecte el concreto, se debe de lubricar con diesel o cera, para una mejor protección de la madera, para la limpieza de toda materia ajena durante el transcurso de la colocación del acero, lo más recomendable es efectuar trabajos de corte fuera del área donde está el acero colocado, ya que la viruta de madera de acero se quedan en algún rincón y queda ahogado en el concreto.

II.- Revisión de andamios y escaleras.

Se efectuará durante el transcurso de habilitado del acero, como es la formación de pendiente, en la cual la obra falsa soportará todos los movimientos y cargas aplicadas durante el transcurso del colado, para tener una adecuada protección y seguridad al personal; para esto se debe tener un espacio suficiente de acceso al área de trabajo, como lo es el ancho de la escalera, la madera del andamio estará bien segura ya que debe resistir todas las cargas vivas que le serán aplicadas.

III.- Revisión del acero de refuerzo.

En el habilitado del acero, la cuantía del acero de refuerzo se efectuará durante la colocación del mismo, especificando de acuerdo a los planos, los diámetros, dimensiones con la cual debe colocarse, así como verificar la separación de cada elemento como estribos, bastones, varillas longitudinales, de temperatura, ganchos, detalles, soldaduras, etc.

El acero debe cumplir con las especificaciones de recubrimientos en cada elemento estructural, también debe estar amarrado adecuadamente para evitar que se mueva de su sitio de colocación, el acero colocado debe estar en condiciones óptimas, no debe contar con oxidación ni con concreto de un anterior colado y si lo está, se debe limpiar previamente a la colocación del concreto para facilitar el trabajo.

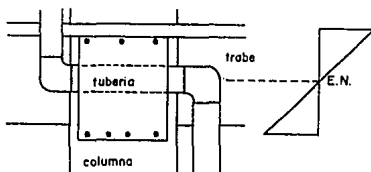
Durante la colocación del acero y previo a la interconexión de armados se debe verificar el alineamiento de los mismos, así como centrar adecuadamente en 100% al eje correspondiente; posteriormente se efectuarán los últimos doblados de varillas y traslapes adecuados a los planos de proyecto.

IV.- Revisión de instalaciones.

Entre los trabajos que se efectúan conjuntamente con el habilitado, tenemos las instalaciones eléctricas, sanitarias y trabajos previos de calefacción y/o albañilería.

Durante el armado del acero siempre estará trabajando conjuntamente una cuadrilla de instalaciones eléctricas, amarrando salidas y bajadas de sus instalaciones taponeando las mismas y en su caso haciendo dobleces de su tubería, de la misma forma trabajarán las cuadrillas de instalaciones hidráulica y sanitaria efectuando trabajos previos de tubería ahogada en algunos muros o bajadas de agua pluvial y sanitaria que por lo regular cruzaran en elementos estructurales como trabes, vigas, losas, muros, etc.

A toda la tubería se le anexará alambre para facilitar la colocación de los conductores a través de el tubo, para esto se debe reforzar esa zona de cruzamiento de la instalación con algún elemento de concreto con acero de refuerzo, así como efectuarlo en zonas no críticas donde se encuentran los elementos estructurales, se recomienda por ejemplo: en trabes, que la perforación este en la zona de compresión hasta la zona del eje neutro sin sobrepasarlo o colocar varillas en la zona donde se encuentre el paso de la tubería, para el caso de una losa se reforzará con varillas de mayor diámetro que el de la estructura, como se muestra en la FIGURA-CON. 48:

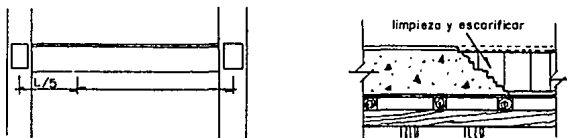


En su mismo caso se encuentran las cuadrillas de aire acondicionado que efectuarán trabajos de preparaciones previas. En los planos se indicarán los huecos por los que pasará la ductería de aire acondicionado.

Todas las instalaciones deben taponearse bien, ya sea con papel, poletilenio, madera, etc. de tal forma que no se introduzca el concreto en huecos de las instalaciones y evitar que se ahoguen en el concreto, se debe amarrar toda la tubería al acero de refuerzo, por último, cada cuadrilla efectuará trabajo de limpieza de tal forma que quede limpio de toda partícula ajena al concreto.

V.- Limpieza y/o protección de juntas de colado.

Cuan haya necesidad de efectuar colados parciales o por partes, debido, sobre todo a bajos recursos, se tendrán que hacer colados con juntas frías o juntas de colado, se harán trabajos de escarificación y limpieza de material en la junta, de tal manera que haya adherencia con el concreto fresco, se realizará con un ángulo de inclinación de 45° para elementos cortos como losas y trabes como se muestra en la siguiente FIGURA-CON.49:



VI.- Prevención del lugar de corte del colado.

De acuerdo a los diagramas de elementos mecánicos y conforme al análisis estructural, se determinará el punto de corte de la junta de un colado, como resultado de efectuar una decisión rápida en campo, éste se efectuará a un cuarto del claro de cualquier elemento estructural, o sea se trabajará de acuerdo al diagrama de momentos flexionantes de una viga uniformemente cargada ya que a un cuarto del claro el flexionante aproximadamente es igual a cero, como en la siguiente FIGURA-CON.50

VII.- Revisión de la cubicación del concreto.

Entre una de las actividades que el ingeniero debe prevenir durante los trabajos de cuantificación de material, es la de la cantidad de concreto necesario para que no falte en el transcurso del colado, ya que se incrementa el costo y el tiempo. Una forma de cubicar el concreto es tomando las dimensiones en los planos; otra es la de medir en campo la cimbra, tal vez sea la forma más rápida y segura de no equivocarse, verificándolo con su auxiliar, de tal forma que se considerarse un 3% adicional (desperdicios.)

VIII.-Confirmación del pedido del concreto en la planta.

Después de estar seguro de la cubicación del concreto, se efectuará el pedido en una planta concretora, además confirmaremos qué tipo de concreto queremos ya sea tipo I, II, III, IV, estructural o normal, etc. si debe contar con un aditivo adicional o con un revenimiento, de acuerdo a las especificaciones.

IX.- Información del laboratorista.

Para llevar a un control de calidad del concreto se tendrá que contar con un laboratorio que realice esta actividad, se deberá informar con anticipación (un día previo) al laboratorio para que efectúe las pruebas de ensaye de resistencia media y de compresión, también realizará pruebas de fluencia del acero de refuerzo, radiografías de las soldaduras, las pruebas de resistencia del block, tabique, tabicón, ladrillo, proporción volumétrica de los agregados, cemento, agua, etc., de todo lo que se tenga duda para que cumpla con las especificaciones necesarias.

X.- Prevención de utilización de concreto sobrante o faltante.

En caso de cubicar más concreto de lo necesario se tendrá que aprovechar el sobrante, ya sea en un elemento cimbrado para prevenir el tener que utilizar un concreto con cierta resistencia menor a la del colado.

Cuando un concreto no cumpla con el revenimiento especificado y de acuerdo a la supervisión, se le puede agregar cemento (uno o dos bultos) y se podrá volver a efectuar la prueba de revenimiento, y se podrá utilizar en algún elemento de menor resistencia como plantilla, pavimento, guarnición, castillos, etc.

Cuando en un concreto falte una proporción muy pequeña de revoltura, se realizará en obra con ayuda de la revoladora, cumpliendo con las especificaciones de resistencia únicamente.

XI.- Luz suficiente en colados nocturnos.

Se tienen colados nocturnos de gran dimensión o cuando por alguna causa se retrasa el suministro de concreto cuando es para poder tener avancen de obra se tendrá que contar con la energía eléctrica suficiente para poder concluir el colado, ya que si no se cuenta con ella es posible que se tenga una mala colocación del mismo, los vibradores no podrán funcionar, etc. de ser posible se debe contar con una pequeña planta de combustible para poder satisfacer la demanda de energía eléctrica y que el personal efectúe el trabajo perfectamente.

XII.- Equipo suficiente para el mezclado.

En caso de tener la necesidad de fabricar el concreto se debe contar con el equipo, el personal y el material necesario para efectuar el colado, en función del tiempo, que será de la jornada de trabajo cuando mucho, debido a que el rendimiento del personal baja si se le utiliza más de las 8 horas en una misma actividad.

XIII.- Equipo suficiente de transporte.

Para poder colocar el concreto se contará con diferentes medios de transporte, de acuerdo a las necesidades y a las posibilidades de recursos desde medios fáciles pero muy costosos, hasta más útiles y rudos pero muy económicos como son: una torre grúa, bombeo, buggies, carretillas o la fuerza humana o bote, se utilizan de acuerdo a las necesidades de la obra y en función del transporte ya sea vertical u horizontal, utilizando el más conveniente.

XIV.- Equipo y sistema aprobado de colocación.

El equipo adecuado de colocación será seleccionado si en ciertos casos es costoso, si es el único medio, se tendrá que llevar a cabo, lo importante es ejecutar esa actividad en un tiempo mínimo posible.

Preparativos previos para la colocación de concreto

En toda obra se tendrán agregados pétreos suficientes para que no falten en un último momento, así como agua y cemento sin olvidar humedecer el equipo y la cimbra por lo menos unas tres horas antes del colado.

Al operador de las revolventoras se le indicará el proporcionamiento de los materiales y para que lo lleve a cabo eficazmente, también se le suministrará el suficiente combustible a las máquinas para que en cierto momento no se tenga que parar el equipo por falta de él; el equipo se revisará horas antes, también el equipo adicional como: revolventoras, vibradores (eléctricos y de gasolina) equipo de bombeo, malacates, así como la herramienta menor, como son lo son las palas, botes, carretillas, etc., y tener todo listo.

Se debe contar con el suficiente personal así como un cabo que lo controle y efectuar en el menor tiempo posible la fabricación y colocación del concreto.

Minutos antes del inicio del colado se llaman al oficial carpintero, al albañil, al herrero, al fierrero, al electricista y al mecánico para contar con ellos en cualquier imprevisto que surja aunque no tengan nada que hacer en el transcurso del colado.

Posteriormente se debe contar con recipientes suficientes para poder llevar a cabo el curado como: son botes, tinacos, mangueras e inclusive con una cisterna provisional y bombas para transportar el agua.

Recomendaciones generales para la colocación del concreto.

- a) Verificar que el laboratorista esté en la obra con equipo y moldes
- b) Limpiar la basura de último momento
- c) Humedecer la cimbra

- d) Humedecer herramientas y equipo
- e) Arrancar revolventora, malacate y/o grúa, vibradores y/o equipo de bombeo de concreto
- f) Dosificar la revolventora, hacer una mezcla de prueba verificando el revenimiento y manejabilidad
- g) Dosificar la revoltura correctamente y empezar el colado
- h) Indicar al laboratorista del revenimiento a tomar y en su caso posterior de incluir un aditivo e indicárselo
- i) Revisar periódicamente en el transcurso del colado:
 - La humedad de la cimbra.
 - Plomos y niveles.
 - Dosificación del concreto.
 - Consumo del concreto.
 - Tiempos de vibración vertical y no inclinado (observar que se vibre 4 o 5 seg./20 cm. aproximadamente y no se utilice como medio para conformar el concreto).
 - Tomar muestra de revenimiento por cada 10 revolturas así como una muestra por cada 20 m³ de concreto.
 - Temperatura del ambiente y del concreto ya que puede fraguar rápidamente.
- j) Compactar el concreto antes de terminar de fraguar totalmente
- k) Darle un baño escobillado de lechada de concreto
- l) Curar el concreto por cualquier método de curado. Agua en su caso, constante, el concreto debe estar húmedo.
- m) Limpiar la superficie del concreto y de las varillas, escarificar y limpiar la junta fría para el próximo colado, para continuar cimbrando, habilitando el acero.
- n) Impedir el paso a lugares cercanos a varillas descubiertas para que las muevan
- ñ) limpiar equipo y herramienta
- o) Verificar plomos y niveles
- p) Almacena probetas

XII) Colocación del concreto.

El concreto deberá depositarse sin interrupciones lo más cerca posible de su posición final.

El concreto deberá colocarse en capas horizontales de 15 a 30 cm. de espesor para elementos reforzados y de 38 a 50 cm. de espesor para trabajos masivos; se debe consolidar adecuadamente cada capa antes de colar la siguiente. Será lo más rápido posible antes del fraguado para evitar que se haga una junta fría no deseada y evitar filtración, fisuras y planos de debilidad, producidas cuando el concreto fresco se cuela sobre concreto fresco.

Se deberá mover mínimamente el concreto horizontalmente a fin de evitar la segregación en muros cuyo espesor es demasiado reducido o en losas donde el espacio no es reducido y se mueve el concreto demasiado.

En muros, cadenas y trabes o secciones un poco largas, las cargas de cada entrega se deberán colar en los extremos con los colados subsiguientes avanzando hacia el centro; en todos los casos se deberá impedir que el agua se almacene en los extremos, en las esquinas y a lo largo de las caras de las cimbras.

Los canalones evitarán la segregación y el salpicamiento de mortero sobre el refuerzo y las cimbras.

La altura de caída libre del concreto no necesita ser fijada hasta cierto límite a no ser que ocurra una separación de su compuesto, produciendo aplanamientos, en cuyo caso probablemente será adecuado marcar un límite de 0.9 a 1.2 m., se ha permitido la caída libre de concretos diseñados adecuadamente hasta varias decenas de metros dentro de cajones (15 m) sin haber un cambio de las partículas pero si de segregación.

En secciones de un ancho pequeño de gran altura (columnas o castillos en muros de tabique o de block) por lo regular se cuela en una ventana a través de una cimbra demasiado alta, y se coloca un embudo recolector afuera de la ventana para evitar la segregación.

En cimbras altas, para evitar agrietamientos se deberá permitir que el concreto en columnas y muros permanezca dos horas como mínimo y de preferencia toda la noche, antes de continuar el colado de cualquier losa, cerramiento o trabe que los enmarque. Las ménsulas y los capiteles de la columna se consideran parte del piso, o de la losa de techo y deberán colarse íntegramente con las losas.

Concreto abajo del agua

Cuando se tenga que colocar concreto bajo el agua, el trabajo deberá realizarse contando con una supervisión experimentada, el concreto deberá cumplir las siguientes características:

Revenimiento mayor de 12 cm.

Contenido de cemento de 385 Kg/m³.

Cuando el concreto fluya sin segregación (cohesiva y trabajable), puede incluirse aire.

Los métodos de colocación son los siguientes:

A) Tubo-embudo.- Es un tubo liso, recto, lo suficientemente largo para alcanzar el punto más inferior que se vaya a colocar desde la plataforma de trabajo sobre el agua. En la parte superior del tubo se fija una tolva. El extremo inferior del tubo se fija una tolva. El extremo inferior del tubo deberá conservarse enterrado en el concreto fresco a fin de mantener un sello que el concreto fluya hasta su posición por medio de la presión. El colado deberá ser continuo con la menor perturbación posible del concreto anteriormente colado, la superficie superior deberá mantenerse tan nivelada como sea posible.

B) La bomba móvil para concreto con un cañón de radio variable ha facilitado grandemente la labor de colar concreto por debajo del agua.

C) Los cucharones de descarga por el fondo varían en cuanto a sus formas y capacidades. Las compuertas para la abertura del fondo son operados por algún buzo o por medio de un cable de descarga desde la superficie. La parte superior del cucharón deberá estar cerrada con alguna cubierta de lona para proteger al concreto contra cualquier daño mientras se le hace descender.

D) La inyección de lechada de cemento a los agregados precolados ofrece ciertas ventajas al colar concretos bajo corrientes de agua.

E) Los sacos con fijador atravesado son sacos de lona reutilizables, con forma de salchicha, que se rellenan de concreto y se hacen descender hasta donde se encuentran los buzos. En el extremo superior e inferior un nudo corredizo o una cadena con un fijador atravesado, permiten la fácil descarga y llenado del saco.

F) Los sacos de arena a medio llenar con concreto plástico se pueden emplear en los trabajos pequeños, rellenando huecos o como obra temporal. El extremo amarrado no deberá dar hacia el exterior.

XIII) Compactación del concreto.

Consiste en la eliminación de depósitos entre los agregados, aplanamientos y cavidades de aire atrapado.

El método elegido dependerá de la mezcla y condiciones de colado (espaciamento de la cimbra, cantidad y separación del acero de refuerzo) ésta compactación será manual o mecánica. La herramienta o mecanismo a utilizar tendrá que introducirse hasta el fondo e inclusive pasar entre el acero de refuerzo como lo es una varilla delgada, una duela o un azadón, cada uno tiene su ventaja y desventaja al utilizarlo.

Una mezcla que se pueda consolidar adecuadamente con herramientas manuales no deberá compactarse por métodos mecánicos porque existirá la tendencia a segregarse bajo una acción mecánica intensa.

Una compactación mecánica apropiada posibilita la colocación de mezclas rígidas con relaciones de Agua/Cemento bajas y con contenidos elevados de agregado grueso asociados con concretos arquitectónicos que pueden ser compactados con vibración interna o externa, que es el método comúnmente más usado para consolidar y compactar concreto; al vibrar el concreto la fricción interna o externa, que es el método comúnmente más usado para consolidar concreto; al vibrar al concreto la fricción interna entre las partículas de agregado se destruyen temporalmente y el concreto se comporta como un líquido; se asienta en las cimbras por acción de la gravedad y los vacíos grandes de aire atrapado suben más fácilmente a la superficie. La fricción interna se restablece en el momento en que la vibración se detiene.

Los vibradores externos o internos, se caracterizan normalmente por la frecuencia de vibraciones por minuto (VPM) y por la amplitud de la vibración, que es la desviación en centímetros desde el punto de apoyo.

Siempre se deberá contar con un vibrador de repuesto en caso de falla mecánica o por falta de energía. Los vibradores se clasifican de la siguiente manera:

1.- Vibradores de inmersión o vibradores macho

Se utilizan para compactar concreto en muros, columnas, vigas y losas; los hay de electricidad, gasolina, o aire; las cabezas vibratorias son cilíndricas de 2 a 18 cm. con frecuencia de 10,00 a 15,000 vpm y con una amplitud de 0.38 y 0.76 m.

El radio de acción efectivo del vibrador aumenta conforme aumenta el diámetro. Los vibradores con diámetros de 2 a 4 cm. tienen un radio de acción en el concreto fresco de 7.5 a 15 cm., para los vibradores con un diámetro de 5 a 9 cm. varía entre 18 y 36 cm.

Los vibradores no se deben utilizar para mover horizontalmente el concreto, ya que esto provoca segregación, siempre que sea posible el vibrador se deberá introducir verticalmente en el concreto a intervalos regulares y se le permitirá descender por gravedad. deberá penetrar rápidamente hasta el fondo de la capa que se este colando y por lo menos 15 cm. dentro de cualquier capa colocada previamente y deberá ser de la misma longitud de la cabeza del vibrador o en cimbras comunes normalmente de 30 cm. como máximo.

En losas delgadas se dejará el vibrador a un cierto ángulo horizontal de manera que quede sumergida la cabeza del vibrador; la vibración entre intersecciones será de 1.5 veces el radio de acción.

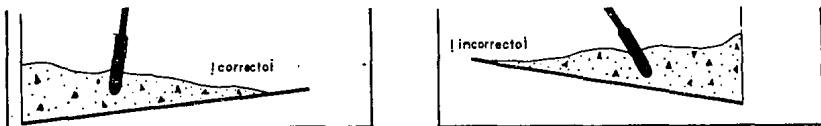
Por lo regular el tiempo de vibración variará del tipo de vibrador, de 5/15 seg., lo que permitirá que se consolide el concreto, el período que se deberá dejar el vibrador dentro del concreto dependerá de su revenimiento, de la potencia del vibrador y de la sección por compactar.

Durante el vibrado se deberá cuidar la inserción de partículas grandes de agregado, la nivelación de la superficie, la aparición de una película delgada de pasta brillante alrededor de la cabeza del vibrador y que cese al escape de burbujas grandes de aire atrapado en la superficie.

El revibrado se podrá hacer cuando la capa inferior haya endurecido parcialmente permitiendo una mejor adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo, y para remover vacíos de aire atrapado, así como de liberar agua atrapada en las barras de acero, pero lo más recomendable aún es la compactación por medio de un apisonador manual cuando el concreto haya fraguado (fraguado final) y cuando inicie el curado del concreto, esto permitirá también el descubrimiento de pequeñas grietas que se presenten (es aplicable a concretos de espesor pequeño, losas de 30 cm).

En la figura siguiente se recomienda como colocar concreto en superficies con pendiente.

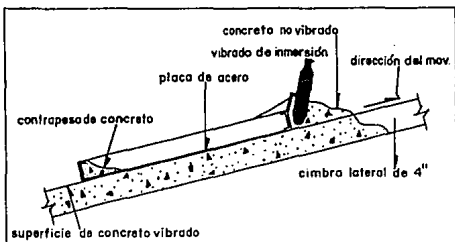
FIGURA-CON. 51



Se empieza la colocación en la parte superior de fondo de la pendiente. El concreto de arriba tiende a aumentar la compactación por segregación, sobre todo cuando se vibra en la parte del peso del concreto nuevo que es inferior, puesto que la vibración inicia el flujo agrega, la vibración se consolida. Y anula el apoyo del concreto de arriba.

Colocación del concreto en una superficie inclinada.

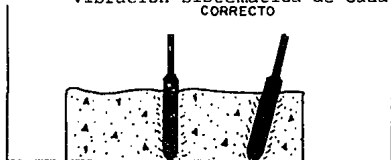
FIGURA-CON. 52



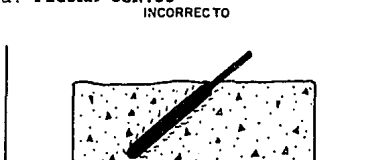
Nada de calzas en los extremos deslizantes puesto que la cimbra se eleva cuando la grava se mete debajo de las calzas. Los bordes deben ser rectos.

Vibración sistemática de cada capa. FIGURA-CON.53

CORRECTO



INCORRECTO



Penetración vertical del vibrador, algunos centímetros dentro de la capa anteriormente colocada, debe estar en estado plástico. A intervalos regulares sistemáticos - se ha encontrado que da una adecuada consolidación.

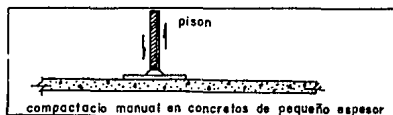
Penetración al azar del vibrador en todos los ángulos y sin una suficiente profundidad para asegurar la combinación monolítica de las dos capas.

Para la colocación de concreto no cimbrado en pendientes, la cara de cimbra en pendientes, la cara de la cimbra deslizante debe de ser de acero, con contrapeso, y no vibrarse. El concreto debe ser vibrado adelante de la cimbra deslizante.

Los vibradores internos no se deberán fijar a las varillas de refuerzo para lograr el mismo propósito porque los vibradores se pueden dañar.

Compactación manual para concretos de pequeño espesor.

FIGURA-CON.54



Compactación con un compactador manual de metal o madera para losas, zapatas, pavimentos, etc.

2.-Vibradores externos

Pueden ser para cimbras, mesas vibratorias o vibradores de superficie como lo son las plantillas vibratorias de superficie,, las plantillas vibratorias, las placas vibratorias, las plantillas de rodillos vibratorias, o las llanas manuales vibratorias. Los vibradores para cimbras, diseñados para quedar asegurados en la parte exterior de la cimbra, son útiles para:

- Consolidar el concreto en elementos que sean muy delgados o que estén muy congestionados de refuerzo.
- Complementar la vibración interna.
- Mezclas rígidas en las que no se pueden usar vibradores internos.

Los vibradores para cimbra pueden ser operados eléctrica o neumáticamente. Se recomienda fijar directamente a la cimbra un vibrador. Deberán estar espaciados de manera que distribuyan uniformemente la intensidad de vibrado en toda la cimbra, el espaciamiento óptimo se obtiene por experimentación. La duración de vibración es de uno o dos minutos.

A veces en secciones densamente reforzadas donde no se puede insertar un vibrador interno, a veces es útil vibrar las varillas de refuerzo fijando un vibrador para cimbrar las partes expuestas de las varillas. Esta práctica elimina el aire y el agua atrapados bajo las barras de refuerzo y mejora la adherencia entre las varillas y el concreto que lo rodea.

Las masas vibratorias se emplean en las plantas de elementos precolados. La consolidación mejorará si se va aumentando la frecuencia y se va disminuyendo la amplitud.

La vibración superficial como las plantillas vibratorias de las losas de concreto es menos efectivo a lo largo de sus bordos, se utilizan para consolidar losas hasta de 25 cm. de espesor, siempre y cuando esas losas no estén reforzadas o sólo tengan refuerzo muy sencillo (malla de alambre soldado). Para losas reforzadas, se recomienda el vibrador interno a una combinación de vibrado interno con vibrador superficial, este no debe usarse para concretos con revenimientos mayores de 7.5 cm. ni cuando el concreto haya sido consolidado adecuadamente. Los pisos, las calzadas y las banquetas se cuellan con concretos de 7.5 a 12.5 cm.

XIV) CURADO.

En el mantenimiento de humedad y temperaturas satisfactorias en el concreto durante un período definido inmediatamente después de la colocación y acabado, con el depósito que se desarrollen las propiedades deseadas. El curado tiene una gran influencia sobre las propiedades del concreto endurecido como la durabilidad, resistencia, hermeticidad, resistencia a la abrasión, estabilidad volumétrica y resistencia a la congelación y deshielo así como a las sales.

Las superficies sujetas a la exposición son especialmente sensibles al curado, pues el desarrollo de la resistencia en la superficie llega a reducirse cuando el curado es defectuoso.

La mayoría de los concretos frescos contienen una cantidad de agua considerablemente mayor a la requerida para que tenga lugar a la hidratación completa del cemento; sin embargo cualquier pérdida de agua apreciable por evaporación o por otra manera retrasará o evitará la completa hidratación.

Es importante que el agua sea retenida durante este período, es decir que se impida a que al menos se reduzca la evaporación.

LOS OBJETIVOS DEL CURADO SON:

I) Prevenirlo (o reaprovisionar) la pérdida de humedad del concreto.

II) Mantener una temperatura favorable en el concreto durante un período definido.

Con un curado adecuado, el concreto se volverá más fuerte impermeable, resistente a los esfuerzos, a la abrasión, congelación y deshielo. El curado en climas cálidos y fríos se requieren de cuidados especiales.

Cuando el curado es adecuado, el concreto se volverá más fuerte, impermeable, resistente a los esfuerzos, a la abrasión, congelación y deshielo. El curado en climas cálidos y fríos se requiere de cuidados especiales.

Cuando el curado se interrumpe la resistencia continua hasta que la humedad relativa interna del concreto sea aproximadamente de 80%; si el curado húmedo se reanuda, el desarrollo de la resistencia será reactivado.

La pérdida de agua en el concreto provoca esfuerzos de tensión al contraerse, por lo que el primer efecto es el agrietamiento superficial, por lo que las juntas, rebordes y superficies expuestas deben protegerse contra la evaporación de la humedad.

Cuando la humedad del concreto es baja, la hidratación avanza a una velocidad mucho menor. Las temperaturas inferiores a los 10°C son desfavorables para el desarrollo de la resistencia a edad temprana; debajo de los 4.5°C el desarrollo de la resistencia a edad temprana se retrasa gran medida; y a temperatura de congelación o por debajo de ellas, hasta los -10°C, el desarrollo de la resistencia es mínimo o nulo.

METODO DEL CURADO

I.- Método que mantengan la presencia de agua de mezclado en el concreto durante el período inicial de endurecimiento. Entre éstos se incluye al estancamiento o inmersión, al rociado y a las cubiertas húmedas saturadas a través de la evaporación, lo cual es útil en climas cálidos.

II.- Método que evitan la pérdida del agua de mezclado del concreto sellando la superficie. Esto se puede lograr cubriendo al concreto con papel impermeable o con hojas de plástico o aplicando compuestos de curado que formen membranas.

III.- Método que acelere la ganancia de la resistencia suministrando calor y humedad adicional al concreto. Esto se logra normalmente con vapor directo, serpentines de calentamiento o cimbras o almohadillas calentadas eléctricamente.

Materiales de Curado

a) Estancamiento o inmersión

Es el curado con agua en la inmersión total de elementos de concreto ya terminado, el agua no deberá estar en 11°C más fría que el concreto, se puede retener un tirante de agua por medio bordos de arena o de tierra en el perímetro de la superficie del concreto como pavimentos y pisos.

b) Rociado o aspersión

Se aplica una llovizna muy fina de manera continua a través de un sistema de boquillas o rociadores cuando la temperatura ambiental queda por encima de la congelación y la humedad es muy baja.

Son muy útiles las mangueras para superficie verticales, el rociado requiere una amplia fuente de abastecimiento y supervisión cuidadosa su costo es una desventaja.

c) Cubiertas Húmedas

Las cubiertas de tela saturadas con agua, como la arpillera, las estereras de algodón, las esterillas u otras telas que retengan la humedad, se utilizan para el curado. Se puede disponer de arpilleras tratadas que reflejan la luz y son resistentes al fuego y a la putrefacción.

Las cubiertas de tela saturadas, capaces de retener la humedad, deberán colocarse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente y deberán mantenerse húmedas de manera continua, de tal suerte que una película de agua permanezca sobre la superficie del concreto durante el período de curado.

El polietileno sobre la arpillera eliminará la necesidad de un riego continuo sobre la cubierta.

Las cubiertas húmedas de tierra, arena o aserrín resultan ser efectivas para curar para trabajos pequeños. Se debe distribuir de manera uniforme una capa de 5 cm. sobre la superficie del concreto previamente humedecida, la cual deberá mantenerse húmeda continuamente, si se utiliza forraje se aplicará una capa al menos de 15 cm. de espesor fijados con malla de alambre, arpillera o lonas impermeables debido a que el viento las levanta, se debe tener cuidado de descongelar el concreto.

d) Papel impermeable

consiste en dos hojas de papel Kraft (pulpa sulfítica) cementadas entre sí por un adhesivo bituminoso con fibra de refuerzo, una ventaja es que no necesita adiciones periódicas de agua ya que el curado con papel impermeable asegura una hidratación adecuada del cemento evitando la pérdida de humedad en el concreto.

Cuando el concreto haya endurecido lo suficiente, para evitar daños en su superficie, deberá ser saturado completamente y se colocará el papel con el mayor ancho con que se pueda contar. Los bordes de las hojas adyacentes deberán quedar traslapados aproximadamente unos 15 cm. y estar sellados firmemente con arena, tablones de madera, cinta adhesiva sensible a la presión, mastique o cola, las hojas deberán ser ancladas con pesos para mantener un contacto estrecho con la superficie del concreto durante todo el periodo de curado. Las rasgaduras y los agujeros se podrán reparar fácilmente con parches de papel de curado. Para curar concretos que queden en el exterior en climas cálidos es preferible usar papeles con superficies superiores de color blanco.

e) Láminas de plástico

Tales como los rollos de polietileno se pueden emplear para el curado del concreto; estos constituyen una barrera efectiva de peso ligero contra la gimotead y se puede aplicar en los elementos de formas simples o complejas, su aplicación es igual a la descrita con el papel impermeable; cuando la película se arruga es difícil y se toma mucho tiempo colocar las hojas en proyectos grandes.

Su espesor será de 0.1 mm. para curar el concreto y en lista rollos opacos de colores claros, blancos y negros. Los rollos blancos se deberán emplearse para exteriores en los climas cálidos con el propósito de reflejar los rayos del sol; los rollos negros se pueden emplear en climas templados en localizaciones interiores. Los rollos de colores claros tienen poco efecto en lo que se refiere en la absorción del calor. Los rollos de polietileno también se pueden colocar sobre la arpillera húmeda o sobre otros materiales húmedos para retener el agua en el material de recubrimiento. Este procedimiento elimina la necesidad del trabajo manual intenso para regar continuamente los materiales de la capa de recubrimiento "compuestos formadores de membranas".

f) Compuestos líquidos formadores de membranas a base de parafinas, usar para retardar o reducir la evaporación de la humedad del concreto. Son adecuados no solamente para curar concreto recién colado, sino también para prolongar el curado luego de la remoción de las cimbras o después del curado húmedo inicial.

Los compuestos formadores de membranas de curado se pueden clasificar en dos tipos generales 1) claros o traslucidos y 2) pigmentados de blanco. Los compuestos de curado deberán ser aplicados con equipos rociadores operados manualmente o de propulsión mecánica inmediatamente después de haberle dado el acabado final al concreto. La superficie de concreto normalmente deberá estar mojado al aplicar el recubrimiento. En los días secos y con viento o durante los periodos en que las condiciones ambientales sean adversas se pueden producir agrietamientos por contracción plástica.

Comúnmente se aplica una capa con llana y uniforme a razón de 3.7 a 4.9 m' por litro aunque se recomienda colocar dos capas con un ángulo recto (o cuatrapeada) con respecto a la primera y sin dejar agujeros diminutos que permitan la evaporación de cierta humedad del concreto.

No se deberá aplicar ningún compuesto de curado sobre la losa base de un piso que vaya a colocarse en dos capas o que vaya afectar la adhesión de pinturas o de materiales elásticos con los pisos de concreto ya que estos impiden la adherencia de los concretos endurecidos con los concretos recién colados o con otros materiales.

Del mismo modo deberá formar una película resistente capaz de soportar el tránsito de la construcción sin sufrir daños, no deberá amarillarse y deberá tener buenas propiedades de retención de humedad.

g) **Curado a vapor.** - Resulta ventajoso en los casos en que sea importante contar con una mejora a edad temprana, en la resistencia del concreto o en los casos que se requiera de una cantidad adicional de calor para completar la hidratación como ocurre en los climas fríos.

Hay dos procesos de curado a vapor.

1) Vapor a alta presión en autoclaves, su uso es aplicable en unidades manufacturadas pequeñas.

Un ciclo de curado consiste en un retardo inicial antes de aplicar el vapor, un período para mantener constante la temperatura máxima y un período para disminuir la temperatura.

El curado a vapor con una presión atmosférica generalmente se efectúa en un sitio cerrado para minimizar las pérdidas de humedad y calor, frecuentemente se utilizan lonas para formar el sitio cerrado.

La aplicación del vapor se aplicará después de dos horas del colado final aunque puede iniciarse de 3 a 5 horas después de la exposición de vapor; no excederá de una temperatura de 65°C a 190°C por ser antieconómica, reduce la resistencia, contracción por secado y de fluencia. Debe evitarse el cambio de temperatura debido a un cambio volumétrico en 22° a 33°C / hora.

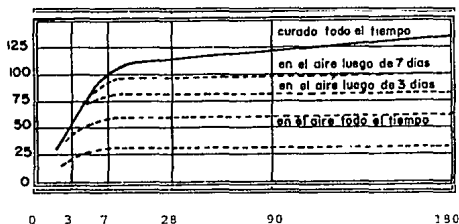
La temperatura deberá mantenerse constante hasta alcanzar la resistencia deseada, el tiempo dependerá de la temperatura del vapor y de la mezcla de concreto en el sitio cerrado.

El vapor a alta presión en autoclaves aprovecha temperaturas de 163°C - 190°C con una presión de 5.6 - 12 Kg/cm², la hidratación se acelera, la temperatura como la presión permiten una mejor reacción química entre los agregados y cemento, que no ocurre en el vapor a presión atmosférica, a la vez produce en pocas horas resistencias iguales a las que se obtienen en los concretos con curado húmedo durante 28 días a 21°C.

h) Mantas cubiertas aislantes

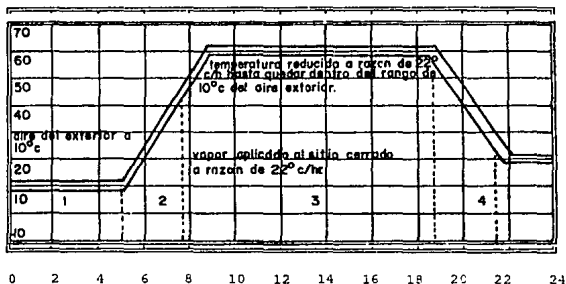
i) Curado por métodos eléctrico con aceite y rayos infrarrojos

FIGURA-CON.55 Resistencia a la compresión en %, respecto a la resistencia a 28 días del concreto con curado húmedo.



Incrementos de la resistencia en el concreto con la edad mientras se cuente con humedad y temperatura favorables para la hidratación del cemento.

FIGURA-CON.46 Ciclo de curado atmosférico al vapor (idealizado) Temperatura en °c dentro del sitio curado, aplicación de vapor, mantenida a 65°C hasta desarrollar la resistencia deseada del concreto.

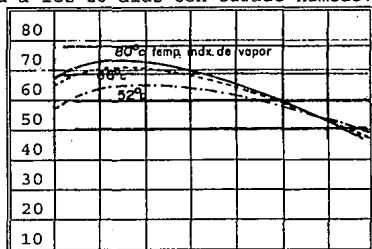


Tiempo posterior al colado, hrs.

- 1.- Retardo inicial antes de la exposición al vapor: 2 a 5 hrs.
- 2.- Período de incremento de la temperatura: 2.5 hrs.
- 3.- Período de temperatura constante: 6 a 12 hrs.
- 4.- Período de descanso de la temperatura: 12 hrs.

Para un cemento tipo II o alta resistencia.

FIGURA-CON.57: Resistencia a la compresión a 18 hrs, % con respecto a la resistencia a los 28 días con curado húmedo.

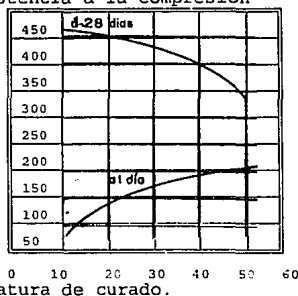


Período de retardo antes de la exposición al vapor en horas.
 17 15 13 11 9 7 5 3 1
 Período de exposición al vapor, horas. Cemento tipo I.

Nota: La temperatura del vapor se incrementó 22°C/hr, hasta llegar a la temperatura máxima.

Relación entre la resistencia a los 28 días de edad y el período de retardo antes de la exposición al vapor. En cada caso, el período de retardo más el período de exposición al vapor totalizan 18 hrs.

FIGURA-CON.58 Resistencia a la compresión



Temperatura de curado.

Nota: La temperatura a un día de edad se incrementa con el aumento de la temperatura de curado, aunque la resistencia a los 28 días disminuye con dicho aumento de la temperatura de curado.

Período de curado

El período para la cual el concreto debe curarse contra la pérdida de humedad depende del tipo de cemento, de las proporciones, de la mezcla, de la resistencia requerida, tamaño y forma del concreto, de las condiciones ambientales.

Para las losas de concreto sobre el piso (pisos, pavimentos, revestimientos de canales, lotes de estacionamientos, banquetas) y para el concreto estructural (columnas, losas, trabes, zapatas pequeñas, muros de contención, cubiertas de puentes y muros colados en el lugar) y con una temperatura ambiental superior a 4°C deberán ser mínimo 7 días, o el tiempo necesario para llegar al 70% de la resistencia especificada a la compresión a flexión.

Los períodos de curado al vapor normalmente son mucho menor, variando desde 3 horas hasta 3 días, aunque generalmente se emplean ciclos de 24 hrs.

Una mayor temperatura de curado proporciona un aumento de resistencia del concreto a edad más temprana que una temperatura baja, pero puede ser causa de que disminuya la resistencia a los 28 días.

El curado natural por encima de los 10°C (lluvia, neblina, humedad alta, relleno húmedo, etc.) puede ser suficiente si equivale a mantener un cemento tipo I húmedo durante 7 días, un concreto con cemento tipo II húmedo durante 14 días y un tipo III húmedo durante 3 días.

Como la velocidad de hidratación se ve afectada por la composición y la finura del cemento, se deberá prolongarse el período de curado en los concretos hechos con cemento que posean características referentes al desarrollo lento en resistencia, para los concretos masivos (esclusas, estribos, cimentaciones, densas, columnas masivas, trabes de transferencia, espigones de gran volumen, etc.) que no contengan puzolanas como parte del material cementante, el curado de los miembros sin refuerzo deberá continuar durante 2 semanas por lo menos, pero si contiene puzolana el tiempo mínimo de curado para las secciones sin refuerzo, el curado será de 3 semanas.

Las secciones de concreto masivo fuertemente reforzadas deberán curarse 7 días como mínimo.

En climas fríos se debe mantener una temperatura ideal de 10 a 20°C con un concreto de alta resistencia a edad temprana para acelerar el tiempo de fraguado es posible reducir el período de curado de 7 a 3 días, se tiene que mantener la temperatura mínima de 10°C durante 3 días, se tiene que mantener la temperatura mínima de 10°C durante 3 días.

Para obtener una resistencia adecuada contra los descascaramientos provocados por los productos químicos descongelantes en el concreto, el período de curado mínimo deberá corresponder generalmente al tiempo requerido para desarrollar la resistencia de diseño del concreto. Antes de la aplicación de las sales descongelantes deberá transcurrir un período de secado al aire. Dicho período de secado deberá ser de un mes por lo menos.

Mezclas de prueba para concreto con aire incluido de consistencia media y revenimiento de 7.5 a 10 cm.

TABLA-CON.59

A/C Kg/K	TMA [IN]	CON AIRE %	AGUA KG/M ³	CEM KG/M ³	CON ARENA FINA MOD. FINURA = 2.5			CON ARENA GRUESA MOD. FINURA = 2.9		
					AF% /AT	AF K/M ³ CONCR	AG K/M ³ CONCR	AF% /AT	AF K/M ³ CONCR	AG K/M ³ CONCR
0.4	3/8	7.5	202	504	50	742	748	54	807	682
	1/2	7.5	193	484	41	629	902	46	700	831
	3/4	6.0	178	445	35	576	1068	39	647	997
	1	6.0	169	424	32	534	1151	36	599	1086
	1.5	5.0	157	395	29	516	1252	33	587	1181
0.45	3/8	7.5	202	448	51	789	748	56	854	682
	1/2	7.5	193	427	43	676	902	47	747	831
	3/4	6.0	178	395	37	617	1068	41	688	997
	1	6.0	169	378	33	576	1151	37	641	1086
	1.5	5.0	157	350	31	552	1252	35	623	1181
0.50	3/8	7.5	202	403	53	831	748	57	896	682
	1/2	7.5	193	386	44	712	902	49	783	831
	3/4	6.0	178	356	38	653	1068	42	724	997
	1	6.0	169	338	34	605	1151	38	670	1086
	1.5	5.0	157	314	32	581	1252	36	653	1181
0.55	3/8	7.5	202	368	54	861	748	58	926	682
	1/2	7.5	193	350	45	741	902	49	813	831
	3/4	6.0	178	323	39	676	1068	43	748	997
	1	6.0	169	309	35	629	1151	39	694	1086
	1.5	5.0	157	285	33	611	1252	37	682	1181
0.60	3/8	7.5	202	335	54	884	748	58	949	682
	1/2	7.5	193	320	46	765	902	50	837	831
	3/4	6.0	178	297	40	700	1068	44	771	997
	1	6.0	169	282	36	653	1151	40	718	1086
	1.5	5.0	157	261	33	629	1252	37	700	1181
0.65	3/8	7.5	202	311	55	908	748	59	973	682
	1/2	7.5	193	297	47	789	902	51	860	831
	3/4	6.0	178	273	40	718	1068	44	789	997
	1	6.0	169	261	37	670	1151	40	736	1086
	1.5	5.0	157	243	34	647	1252	37	718	1181
0.70	3/8	7.5	202	288	55	926	748	59	991	682
	1/2	7.5	193	276	47	807	902	51	878	831
	3/4	6.0	178	255	41	736	1068	45	807	997
	1	6.0	169	240	37	688	1151	41	754	1086
	1.5	5.0	157	225	34	658	1252	38	730	1181

Mezclas de prueba para concreto sin aire incluido de consistencia media y revenimiento de 7.5 a 10 cm.

TABLA/CON.60

A/C KG/K	TMA [IN]	CON. AIRE %	AGUA KG/M ³	CEM KG/M ³	CON ARENA FINA MOD. FINURA =2.5			CON ARENA GRUESA MOD. FINURA =2.5		
					AF ¹ /AT	AF K/M ³ CONCR	AG K/M ³ CONCR	AF ¹ /AT	AF K/M ³ CONCR	AG K/M ³ CONCR
0.4	3/8	3.0	228	572	50	736	748	54	801	682
	1/2	2.5	217	543	42	653	902	47	724	831
	3/4	2.0	202	504	35	570	1068	39	641	997
	1	1.5	193	484	32	540	1151	36	605	1086
	1.5	1.0	178	445	29	522	1252	33	593	1181
0.45	3/8	3.0	228	507	51	789	748	56	854	682
	1/2	2.5	217	481	44	700	902	48	771	831
	3/4	2.0	202	448	37	617	1068	41	688	997
	1	1.5	193	427	34	587	1151	38	653	1086
	1.5	1.0	178	394	31	570	1252	35	641	1181
0.50	3/8	3.0	228	457	53	831	748	57	896	682
	1/2	2.5	217	433	45	742	902	49	813	831
	3/4	2.0	202	403	38	653	1068	42	724	997
	1	1.5	193	386	35	623	1151	39	688	1086
	1.5	1.0	178	356	32	599	1252	36	676	1181
0.55	3/8	3.0	228	415	54	866	748	58	931	682
	1/2	2.5	217	394	46	777	902	51	848	831
	3/4	2.0	202	368	39	682	1068	43	754	997
	1	1.5	193	350	36	653	1151	40	718	1086
	1.5	1.0	178	323	33	629	1252	37	700	1181
0.60	3/8	3.0	228	380	55	896	748	58	961	682
	1/2	2.5	217	362	47	801	902	51	872	831
	3/4	2.0	202	335	40	712	1068	44	783	997
	1	1.5	193	320	37	676	1151	41	742	1086
	1.5	1.0	178	297	34	647	1252	38	718	1181
0.65	3/8	3.0	228	350	55	920	748	59	985	682
	1/2	2.5	217	332	48	825	902	52	896	831
	3/4	2.0	202	311	41	730	1068	45	801	997
	1	1.5	193	297	38	700	1151	41	765	1086
	1.5	1.0	178	273	35	670	1252	39	742	1181
0.70	3/8	3.0	228	325	56	943	748	60	1009	682
	1/2	2.5	217	308	48	848	902	53	920	831
	3/4	2.0	202	288	41	754	1068	45	825	997
	1	1.5	193	276	38	718	1151	42	783	1086
	1.5	1.0	178	255	35	682	1252	39	754	1181

Se puede aumentar 2.5 si se compacta con varilla o picado con duela.

XV) Concreto en clima frío.

En climas cálidos se presentan dificultades para el diseño de una mezcla bien dosificada, por lo que se tienen que cambiar ciertas condiciones, como son:

- Incremento en el contenido de agua.
- Aumento del tiempo de secado del concreto.
- Disminución de la trabajabilidad.
- El revenimiento disminuye.
- No permite la facilidad de inclusión de aire.
- Provoca el agrietamiento por una contracción de secado rápido.
- Un curado muy prematuro.
- Otros.

Estas dificultades provocan efectos en las propiedades del concreto como:

- Disminución de la resistencia.
 - Decremento de la impermeabilidad.
 - Reducción de la durabilidad y acabado aparente defectuosa.
- Por lo tanto lo más conveniente es efectuar mezclas de pruebas a estas condiciones climatológicas.
- No se debe limitar la temperatura ambiental para la colocación del concreto, pero si es posible especificar que una temperatura de 10°C a 16°C es ideal, pero ésto no es posible de obtener en condiciones reales de la obra, es recomendable colocar el concreto a una temperatura de 20°C a 35°C.

Concreto con aire incluido.

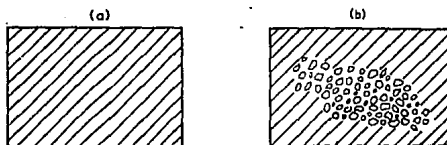
Entre los avances del concreto está el concreto con aire incluido que se recomienda para mejorar la resistencia contra la congelación; ya sea que se encuentre el concreto en estado fresco o endurecido.

Se produce utilizando un cemento inclusor de aire o agregando un inclusor de aire que estabiliza las burbujas formadas durante el proceso de mezclado.

El agente inclusor de aire forma una fuerte película repelente al agua (son aniónicos, hidrofobos) cargado eléctricamente, con la resistencia y elasticidad suficiente para encerrar y estabilizar las burbujas de aire y evitar se fusionen, también impide que el agua penetre en las burbujas que son extremadamente pequeñas (diámetro entre 10 y 10000 micras; 1 mm = 1000 micras); en un concreto normal las burbujas están bien distribuidas y no se encuentran interconectadas, la mayor parte de los vacíos de aire incluidos son entre 10 y 100 micras de diámetro.

El concreto sin inclusión de aire con un tamaño máximo de agregado de 25 mm tiene un contenido de aire aproximadamente de 1.5% pero en esta misma mezcla para soportar una exposición severa al congelamiento requerirá un contenido de aire de aproximadamente 6%.

FIGURA-CON. 61



Flecha entre dos bloques de concreto que muestra un escascaramiento severo entre un concreto que tiene aire incluido (a) y otro que no lo tiene en condiciones severas de congelamiento (b).

Consecuencias de la inclusión de aire en las propiedades del concreto.

ABRACION.- poco efecto, mayor resistencia, aumenta la resistencia a la abración.

ABSORCION.- Poco efecto.

REACTIVIDAD ALCALI-SILICE.- La expansión disminuye conforme aumenta el contenido de aire.

SANGRADO.- Se reduce de manera importante.

ADHERENCIA AL ACERO.-disminuye.

RESISTENCIA A LA COMPRESION.- Se ve reducida aproximadamente de 2% a 6% por cada punto porcentual de aumento en el contenido de aire; las mezclas ásperas o pobres pueden aumentar su resistencia.

FLUENCIA.- Poco efecto.

Descascaramiento por productos reducidos notablemente.

FATIGA.-Poco efecto.

RESISTENCIA A LA FLEXION.- Se reduce aproximadamente de 2% a 4% por cada punto porcentual de aumento en el contenido de aire.

RESISTENCIA A LA CONGELACION-DESHELO. Aumento significativamente contra el deterioro por congelación-deshielo en estado saturado.

COLOR DE HIDRATACION.- Sin efecto considerable.

MODULO DE ELASTICIDAD (Estático).-Disminuye con el contenido de aire incluido aproximadamente de 7400 a 14000 Kg/cm² por punto porcentual de aire incluido.

PERMEABILIDAD.- Poco efecto, permeabilidad disminuye con la relación A/C bajas.

DESCASCARAMIENTO.- Se reduce de manera importante.

CONTRACION.-Poco efecto.

REVENIMIENTO.-Aumenta con la inclusión de aire 2.5 por cada medio a un punto porcentual de aire.

CALOR ESPECIFICO.-Sin efecto.

RESISTENCIA A LOS SULFATOS.- mejora apreciablemente.

TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO.- Sin efecto.

CONDUCTIVIDAD TERMICA.-Disminuye de 1% a 3% por cada punto porcentual de aumento de aire.

DIFUSION TERMICA.-disminuye aproximadamente 1.6% por cada punto Porcentual de aumento de aire.

PESO VOLUMETRICO.-Disminuye con el aire incluido.

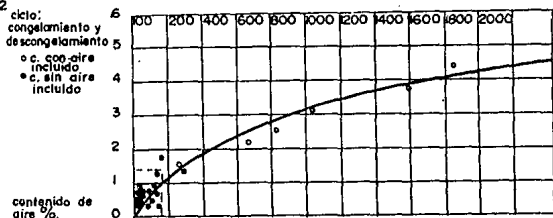
DEMANDA DE AGUA-MISMO REVENIMIENTO.- Disminuye con el aire incluido; aproximadamente de 3 a 6 Kg/m³ por punto porcentual de aire.

HERMETICIDAD.- Aumenta ligeramente; la menor relación A/C eleva la hermeticidad.

TRABAJABILIDAD.-Aumenta ligeramente con la inclusión de aire.

La resistencia a la congelación y deshielo del concreto endurecido en condiciones de humedad se ve mejorada con el empleo de aire incluido intencionalmente aún cuando se encuentren involucrados varios agentes descongelantes.

FIGURA-CON. 62



El efecto cíclico de congelación-deshielo junto con la fractura de la pasta y del agregado causarán expansión y deterioro del concreto en forma de agrietamiento, descascaramiento y desmoramiento.

Las presiones hidráulicas son causadas por la expansión del 9% del agua al congelarse los cristales de hielo que se van formando, desplazan el agua que no se ha congelado. Si un capilar se encuentra encima de la saturación crítica (91.7% lleno de agua), las presiones hidráulicas irán produciéndose a medida que progresa la congelación.

Los vacíos de aire incluido actúan como cámaras huecas en la pasta para que penetre el agua que se congela, liberando así las presiones y evitando que el concreto sufra daños. Con el deshielo, la mayor parte del agua regresa a los capilares debido a la acción capilar y a la presión del aire comprimido en las burbujas. De esta manera las burbujas quedan listas para proteger al concreto del siguiente ciclo de congelación.

La norma ASTM C457, describe la forma de evaluar el sistema de vacíos de un concreto endurecido.

1.- Factor calculado de espaciamiento, G, (distancia máxima promedio a partir de cualquier punto en la pasta de cemento hasta el borde del vacío más cercano) sera menor que 0.2 mm.

2.- Superficie específica (superficie de los vacíos), a 24 cm²/cm³ de volumen de vacío de aire, o mayor.

3.- Número de vacíos por cada 2.5 cm lineales de dimensión transversal, al menos una y media a dos veces mayor que el valor numérico del porcentaje de aire en el concreto.

La inclusión de aire generalmente se considera efectiva para la resistencia contra la congelación-deshielo cuando el volumen de aire en la fracción del mortero en el concreto (material que pasa la malla #4) es de aproximadamente $9 \pm 1\%$. El contenido total de aire requerido por durabilidad aumenta conforme se reduce el tamaño del agregado grueso y se vuelven más severas las condiciones de exposición.

La resistencia a la congelación-deshielo también aumenta de manera significativa con el uso de un agregado de buena calidad, una relación A/C baja (0.5 o menos), un contenido mínimo de cemento de 355 Kg/m^3 y con el empleo de técnicas apropiadas de acabado y curado.

Se recomienda que el concreto con aire incluido, alcance una resistencia a la compresión mínima de 250 a 280 Kg/cm^2 antes del efecto de congelación-deshielo.

Se cree que el descascaramiento por los productos descongelantes en aquellos concretos con una inadecuada inclusión de aire o sin aire incluido es causado principalmente por la elevación de las presiones osmóticas e hidráulicas, excediendo las presiones hidráulicas producidas cuando se congela el agua en el concreto. Estas presiones llegan a ser críticas y a menos que se cuente con vacíos de aire incluido que actúen como válvulas de alivio, se producirán los descascaramientos.

La formación de cristales de sal en el concreto pueden contribuir al descascaramiento del concreto y a un deterioro similar al desmoronamiento que ocurre en las rocas por el intemperismo a las sales; los vacíos de aire incluido en el concreto dejan espacio para que los cristales de sal crezcan, liberando así el esfuerzo interno, de manera similar como los vacíos liberan los esfuerzos causado por el agua al congelarse en el concreto.

Los productos descongelantes pueden tener muchos efectos sobre el concreto y el medio inmediato. El cloruro de sodio y el cloruro de calcio y la urea son los productos más comúnmente empleados. Los dos primeros si no hay congelamiento no afectan al concreto pero al acero si lo corroe; el tercero no tiene efecto alguno sobre el concreto estructural. Los productos descongelantes que contengan nitrato de amonio y sulfato de amonio no se recomiendan debido a que atacan y desintegran rápidamente al concreto.

El grado de descascaramiento depende de la cantidad empleada de producto descongelante y de la frecuencia en su aplicación, la inclusión de aire es efectiva para prevenirlo.

Para proporcionar una durabilidad y una resistencia al descascaramiento adecuadas bajo exposiciones severas estando presentes los productos descongelantes, el concreto con aire incluido deberá estar compuesto de materiales durables y tener.

- a) Una relación A/C baja (máximo de 0.45).
- b) Un revenimiento de 10 cm o menos.
- c) Un contenido de cemento de 335 Kg/m^3 o más.
- d) Un acabado adecuado luego que el agua de sangrado se haya evaporado de la superficie.
- e) Un curado húmedo mínimo durante 7 días a 10°C o más.
- g) Un período mínimo de secado de 30 días luego del curado húmedo.

Si se colocó el concreto en otoño y va a quedar expuesto a ciclos de congelación-deshielo y a productos descongelantes. Si se tiene una temperatura hasta cerca de 4°C es necesario un período de curado de 14 días para cemento normal tipo I y 7 días para cemento alta resistencia tipo III o un mayor contenido de cemento en el concreto.

Se recomienda colar el concreto durante la primavera o verano, debido a que en otoño e invierno no se secan lo suficiente antes de que sean empleados los productos descongelantes.

Si se presenta descascamiento en la superficie durante la primera temporada de hielo (señal de un inadecuado sistema de vacíos o de prácticas incorrectas de acabado), o si el concreto seco es de mala calidad se le puede aplicar un tratamiento de superficie respirable para ayudar a protegerlo contra daños subsecuentes. El tratamiento a menudo consiste de un sellador que penetre, hecho con aceite de linaza, silana, siloxana, metacrilato respirable o con otros materiales.

Contenidos de aire recomendados.

La cantidad de aire que se llegue a emplear en el concreto con aire incluido depende de:

- 1) Tipo de estructura.
- 2) Condiciones climáticas.
- 3) Número de ciclos de congelación y deshielo.
- 4) Grado de exposición a los productos descongelantes.
- 5) Grado de exposición a los sulfatos u otros productos químicos agresivos en el agua o en el suelo.

El reglamento de construcciones de concreto reforzado ACI 318 señala que un concreto con inclusión de aire dentro de los límites mostrados en la siguiente tabla. TABLA-CON.63

TAMAÑO NOMINAL MAXIMO DEL AGREGADO EN MM.	CONTENIDO DE AIRE, EN %.		
	EXPOSICION SEVERA.	EXPOSICION MODERADA.	EXPOSICION LIGERA.
10	7.5	6.0	4.5
12	7.0	5.5	4.0
19	6.0	5.0	3.5
25	6.0	4.5	3.0
38	5.5	4.5	2.5
50	5.0	4.0	2.0
76	4.5	3.5	1.5

Relación entre el contenido de aire y la exposición de especímenes a prueba, en función del tamaño máximo del agregado.

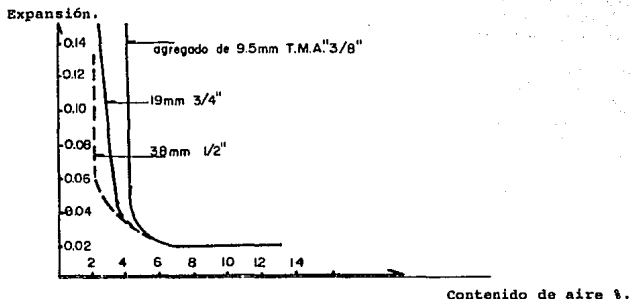
ciclos de congelación-deshielo: 300

Especímenes: prismas de concreto de 7.6 x 7.6 x 28.6 cm.

Cemento: tipo 1, 307 Kg/mc.

Revestimiento: 5-7.5 cm.

FIGURA-CON. 64



Pruebas para determinar el contenido de aire.

Para efectos de control se deberán realizar regularmente pruebas de recepción del contenido de aire en el concreto fresco. Las muestras se deberán obtener y ensayar de acuerdo con la norma ASTM C172, debido a los efectos del manejo, colocación y vibrado, se deberán tomar muestras para determinar el contenido de aire luego de que el concreto se haya colado y consolidado.

A continuación se presentan los métodos para determinar el contenido de aire del concreto fresco:

1.- Método de presión (ASTM C231, método estándar de prueba para determinar el contenido de aire del concreto fresco por el método de presión) aplicable para el ensaye en el campo de todos los concretos exceptuando a los hechos con agregado ligeros y sumamente porosos.

2.- Método volumétrico (ASTM C173, método estándar de pruebas para determinar el contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico), aplicable para el ensaye en el campo de todos los concretos y especialmente útil para los concretos hechos con agregado ligeros y porosos, cuando se emplean agregados mayores de 5 cm, se deberá remover manualmente y se deberá calcular el efecto de su remoción al llegar al contenido total de aire.

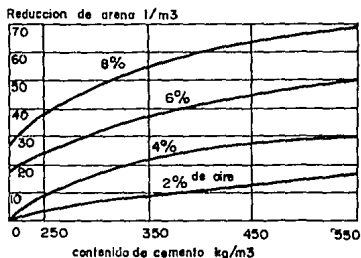
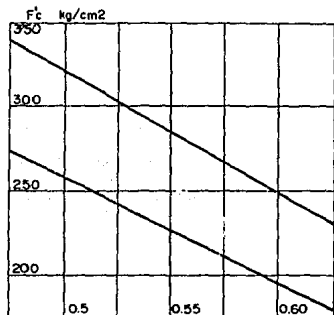
3.- Método gravimétrico (ASTM C138, método estándar de prueba para determinar peso volumétrico, el rendimiento, y el contenido de aire (gravimétrico) del concreto), requiere del conocimiento exacto de la densidad relativa y de los volúmenes absolutos de los ingredientes del concreto. No es práctico para campo pero en el laboratorio se puede emplear satisfactoriamente.

4.- Indicador de aire Chace (AASHTO T199, es una manera muy fácil y económica para verificar el contenido aproximado de aire en un concreto fresco por medio del indicador chaco) es una manera muy fácil y económica para verificar el contenido aproximado de aire en un concreto fresco. Se efectúa por medio de un aparato de bolsillo Chace que analiza una prueba de mortero de concreto.

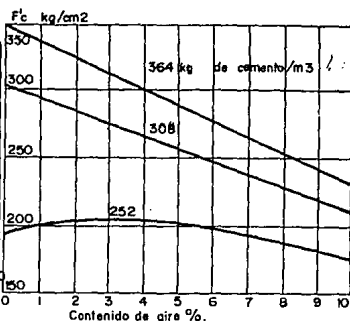
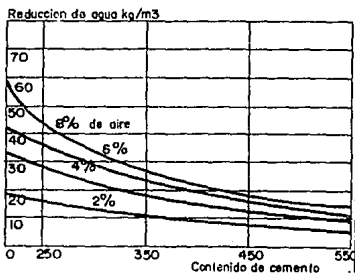
Sin embargo, esta prueba no sustituye a los métodos de mayor grado de exactitud como lo son el de presión, peso volúmetrico y gravimétrico.

La prueba del índice de espuma se puede emplear para medir el contenido necesario relativo de aditivo inclisor de aire en los concretos que contienen combinaciones de cemento-ceniza volante.

Las características de los vacíos de aire en el concreto endurecido se pueden determinar por medio de los métodos ASTM C457. Esta prueba se usa para determinar el factor de espaciamiento de los vacíos, la superficie específica del aire incluido, y el número de vacíos por cm lineal de sección transversal. FIGURA-CON.65



Gráfica F_c -A/C, concreto con aire incluido cemento tipo I, edad 28 días.



el contenido de aire se aumenta para reducir el agua y conservar el mismo revenimiento.

Cuando el contenido de aire se mantiene constante, la resistencia varía de manera inversa con la relación A/C a medida que aumenta el contenido de aire, se puede mantener la resistencia aumentando el contenido de cemento.

Cuando el contenido de cemento de cemento y el revenimiento se mantienen constantes, la inclusión de aire reduce los requisitos de arena y agua.

Los concretos con aire incluido pueden tener menores relaciones A/C que los concretos sin aire incluido, minimizando la reducción en la resistencia en forma proporcional, pero obteniéndose una mejor trabajabilidad.

Para los concretos de resistencias moderadas, cada punto porcentual de aire incluidos reduce la resistencia a compresión en 2% a 6%.

La resistencia real varía y se ve afectada por la fuente de suministro de cemento, aditivos y por otros ingredientes de concreto.

Una mezcla con aire incluido con agregado natural, con 3% de aire y un revenimiento de 4 cm tenía la misma trabajabilidad que un concreto sin inclusión de aire con 1% de aire y un revenimiento de 7.5 cm, a pesar que había requerido menos cemento para la mezcla con aire incluido, se mejora la trabajabilidad de las mezclas con agregados granulares y pobremente graduados.

Con aire incluido, el concreto es cohesivo, se siente trabajable, da un acabado con facilidad, reduce la segregación y el sangrado en el concreto fresco colado.

Inclusores de aire.

Comercialmente se dispone de numerosos aditivos inclusores de aire fabricados a partir de una gran variedad de materiales como: resina de madera (resina vinsol), hidrocarburos, sulfonados, ácidos grasos y resinosos sintéticos. Estos aditivos inclusores de aire son líquidos y no se deben dejar congelar, deben cubrir la norma ASTM C260.

Los cementos inclusores de aire deben cumplir las especificaciones de la norma ASTM C15, C595, este cemento se muele junto con el clinker adicionando el inclusor de aire acorde a la norma ASTM C226, éstos cementos son útiles para asegurar la obtención de una porción del contenido de aire adecuado. Eliminando el error humano o mecánico al agregar el aditivo durante la dosificación.

Cuando la cantidad de aire incluido es excesiva se reduce empleando agentes excluidores de aire como el fosfato tributilo, ftalato dibutilo, alcohol octiló, los esteres insolubles en agua del ácido carbónico y del ácido bórico y los silicones. Debe tenerse cuidado, ya que en cantidades en exceso podrían tener efectos adversos en las propiedades del concreto.

Efectos del contenido de aire.

A medida que aumenta el contenido de cemento, el contenido de aire disminuye; al variar de 240 a 350 Kg de cemento por cada metro cúbico, podría duplicarse para mantener un contenido de aire constante.

Un aumento en la finura del cemento tipo III, dará como resultado una disminución en la cantidad de aire incluido, pudiéndose necesitar hasta el doble de la cantidad de agente inclusor de aire requerida para un cemento tipo I de finura normal.

Los cementos con alto contenido de alcalí tal vez incluya más aire que los cementos de bajo contenido de alcalí con la misma cantidad de material inclusor de aire desde un 20% hasta un 70%, se deben tomar precauciones en una planta dosificadora determinado los requisitos de aditivo adecuados para cada cemento.

Para tamaños de agregados menores, si se tiene una proporción constante de dosificación de aditivo, el contenido de aire aumenta severamente, debido al mayor aumento en el volumen de mortero.

El aumento de la cantidad de agregado fino provoca la inclusión de más aire para la cantidad dada de cemento inclusor de aire.

Las partículas de agregado fino que pasan de la malla de 0.6 mm #30 a la de 0.15 mm (# 100) incluyen más aire que las partículas muy finas o más gruesas. El material que pasa la malla # 100 en cantidades apreciables reducirá considerablemente el aire incluido. Esto se debe a su forma y textura superficial a la contaminación en pequeñas cantidades de materiales orgánicos.

El aumento en el agua de mezclado se aprovecha más agua para la generación de burbujas de aire, de este modo se incrementa el contenido de aire y además los revenimientos aumentan hasta cerca de 15 a 18 cm. Un aumento en la relación A/C de 0.4 a 1.0 puede elevar el contenido de aire en 4 puntos porcentuales.

El factor de espaciamiento, L, del sistema de vacíos de aire aumenta, es decir, los vacíos se vuelven más grandes con mayores relaciones A/C reduciendo la durabilidad a la congelación-deshielo.

La adición de cinco litros de agua por cada metro cúbico de concreto aumenta el revenimiento a 2.5 cm. Este incremento eleva el contenido de aire en 0.5-1.0 % en los concretos con un revenimiento bajo a moderado y con dosificación constante de aditivo inclusor de aire, ésta se modifica con la temperatura del concreto, con el revenimiento, con el tipo, la cantidad de cemento y aditivos presentes en el concreto. Una mezcla de concreto muy fluida (con revenimiento de 20 a 25 cm) puede perder aire con la adición de agua.

Las aguas muy duras pueden disminuir el contenido de aire en el concreto. Las aguas contaminadas con algas aumenta el contenido de aire. Para una cantidad constante de aditivo inclusor de aire, el contenido de aire aumenta a medida que el revenimiento aumenta hasta cerca de 15 a 18 cm y luego comienza a descender con los subsecuentes incrementos en el revenimiento, sin embargo, en todos los revenimientos aún, 15 segundos de vibración causarán una considerable reducción en el contenido de aire. Se debe evitar una vibración prolongada en el concreto vibrando adecuadamente para perder poco aire principalmente de burbujas de gran tamaño, indeseables en la resistencia y durabilidad.

Los vibradores internos reducen más el contenido de aire que los vibradores externos. Las frecuencias de vibración bajas (8000 v.p.m.) tienen un menor efecto en los factores de espaciamiento y en los contenidos de aire que las frecuencias elevadas de vibración (14000 v.p.m.) aumentado los factores de espaciamiento y disminuir los contenidos de aire luego de 20 segundos de vibración.

Entre mayor sea el revenimiento el contenido de aire y el tiempo de vibración mayor será el porcentaje de reducción de contenido de aire durante la vibración.

Si la temperatura del concreto aumenta, se incluye aire particularmente a medida que aumenta el revenimiento, este efecto es causado en colados en climas cálidos que es cuando el concreto aumenta de temperatura.

En colados en climas fríos el aditivo inclusor de aire puede perder algo de su efectividad si se usa agua caliente durante la dosificación.

A pesar de que la elevada temperatura del concreto durante el mezclado generalmente reduce el volumen de aire, el factor de espaciamiento y la superficie específica sólo son afectados muy ligeramente.

La ceniza volante, agentes colorantes, aditivos reductores de agua, retardantes del fraguado, superplastificantes (reductores de agua de alto rango), disminuyendo o aumentando la cantidad de aire incluido, aumentando o disminuyendo el tamaño de los vacíos que podría no considerarse deseable para el concreto.

El cloruro de calcio aumentará ligeramente el contenido de aire si el cloruro si entra en contacto directo con ciertos aditivos inclusores de aire incurriendo una reacción química que disminuye la efectividad del aditivo. Los acelerantes que no contienen cloruros pueden elevar o disminuir el contenido de aire dependiendo de la química individual del aditivo aunque generalmente tienen un efecto mínimo en el contenido de aire.

En el mezclado, una distribución uniforme de los vacíos de aire incluido es esencial para producir un concreto resistente al descascaramiento que podría ser el resultado de una dispersión inadecuada del aire incluido durante el mezclado como el premezclado de concreto.

La cantidad de aire incluido varía en el tipo y estado de la mezcladora con la cantidad de concreto que se está mezclando y con la elevación y duración del mezclado; si las aspas de la mezcladora se han desgastado o si el concreto endurecido se acumule en el tambor o en las aspas, tanto en una olla mezcladora de camión como una revolvedora varían sus cantidades de aire incluido y pueden elevarse o disminuir cuando el tamaño de la revolvedora se desvíe significativamente de la capacidad estimada de la mezcladora. En una mezcladora de gran capacidad, se incluirá poco aire en las revolturas muy pequeñas; sin embargo el contenido de aire aumentará a medida que se alcance la capacidad de la mezcladora.

Se incluye más aire a medida que la velocidad de mezclado se aumenta hasta 20 rpm, más allá de la cual disminuye la inclusión de aire.

El tiempo y la velocidad de mezclado tienen diferentes efectos sobre los contenidos de aire en mezclas distintas, se pueden perder cantidades de aire durante el mezclado y con ciertos tipos de equipo de mezclado.

Para concretos con revenimientos elevados, el contenido de aire aumenta con la agitación continua conforme disminuye el revenimiento hasta cerca de 15 a 18 cm. La agitación prolongada hará aún más el revenimiento y también el contenido de aire. Para revenimientos iniciales menores que 15 cm.

Tanto el contenido de aire como el revenimiento disminuye con la agitación continua.

El mezclado o la agitación del concreto prolongados van acompañados por una progresiva reducción en el revenimiento.

El contenido de aire aumenta cuando el concreto se reemplaza (es decir se le agrega agua y se remezcla para restituirle su revenimiento original). Pero después de 4 hrs. es ineficaz para elevar el contenido de aire.

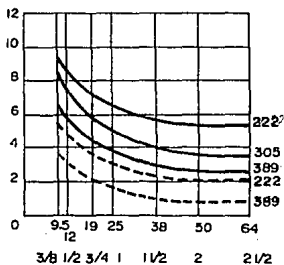
En el transporte y manejo se pierde una cierta cantidad de aire de aproximadamente 1 a 2 puntos porcentuales por diversas variables, incluyendo el tiempo de transporte, la cantidad de agitación o vibración durante el transporte, la temperatura, revenimiento, reemplazo e ingredientes del concreto.

Una vez en la obra, el contenido de aire permanece constante durante su manejo si se realiza mediante descarga en canaleta, grúa, bote, carretilla, vagón de volteo y pala; pero en el bombeo y bandas transportadoras a grandes distancias provoca pérdidas de aire hasta del 2.5%.

FIGURA-CON.66**

Relación TMA-Contenido de aire, para cada contenido de metro cúbico de cemento. La dosificación de aditivo inductor de aire por unidad de cemento fue constante para el concreto con aire incluido.

Contenido de aire %



TMA (in)



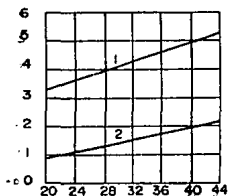
Concreto con aire incluido.

Concreto sin aire incluido (únicamente aire atrapado) cemento tipo 1 y revenimiento 5-7.5 cm.

FIGURA-CON.67**

Relación % Af-Contenido de aire del concreto.(únicamente aire atrapado).Cemento tipi I 279-335 Kg/m³ y revenimiento de 7.5-10 cm.

Contenido de aire %



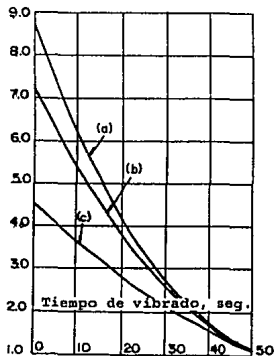
Contenido de agregado fino en % del agregado total.

1 concreto con aire incluido.
2 concreto sin aire incluido.

FIGURA-CON.68**

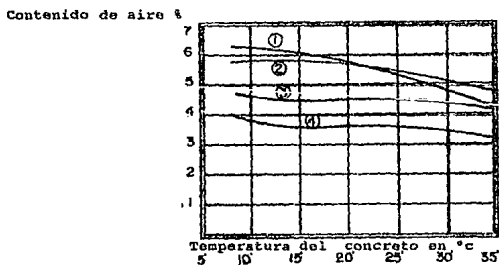
Relación Tiempo de vibrado-contenido de aire% por cada revenimiento del concreto.Vibrado de inmersión de 2.5 cm todas las mezclas contenían la misma cantidad de aditivo inductor de aire.

Contenido de aire %



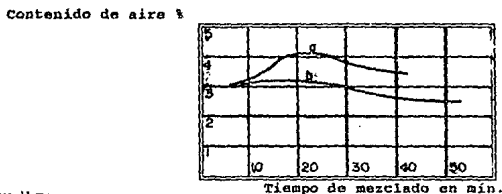
a Revenimiento de 14 cm
b Revenimiento de 10 cm
c Revenimiento de 5 cm

FIGURA-CON.69**Relación Temperatura del concreto-Contenido del aire y al revenimiento del concreto. Cemento de 335 Kg/m³ y TMA 1.5"



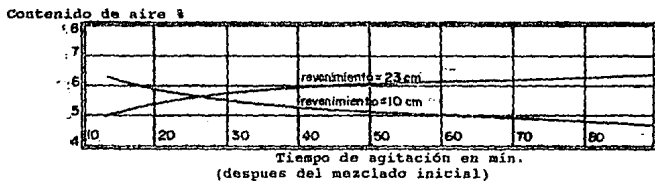
- 1 Revenimiento de 18 cm
 2 Revenimiento de 12.5 cm
 3 Revenimiento de 7.5 cm
 4 Revenimiento de 2.5 cm

FIGURA-CON.70**Tiempo de mezclado, comienza luego de haber completado la carga. Relación tiempo de mezclado y contenido de aire del concreto. Cemento de 303 Kg/m³, mezclado con camión mezclador de 4.6 m³.



- a para 11 rpm
 b para 4 rpm

FIGURA-CON.71**Relación de tiempo de agitación-contenido de aire por cada revenimiento del concreto. Velocidad de agitación 2 a 4 rpm, con camión mezclador de 4.6 y 6.1 m³ y mezclado a 7 a 10 rpm.



** Nota. Consultar referencia N° 1.

XVI) Otros tipos de concretos.

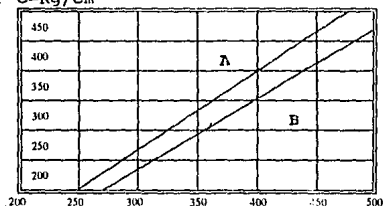
Son concretos con aglutinantes y agregados petreos y/o con características especiales.

1.- Concreto ligero estructural.

Fabricado con agregado ligero, con un peso volumétrico entre 800 a 1800 Kg/m³ y resistencia a la compresión de 70 a 170 Kg/cm² (un concreto normal tiene un peso peso volumétrico de 2000 a 2500 Kg/m³ y con una resistencia a la compresión de 200 a 250 Kg/cm²) su función esencial del concreto ligero es reducir la carga muerta de elementos de concreto. Los agregados utilizados son: escorias volcánicas, piedra pomez, pizarras, esquistos y arcillas expandidas de horno rotatorio, su peso volumétrico varía entre 560 a 1100 Kg/m³ (1200 a 1700 Kg/m³ de los agregados de un concreto normal). El contenido de aire para una resistencia a la compresión a la congelación y deshielo tendrá un rango de 4.5 a 9.0%, revenimiento de 5 a 7.5 cm (7.5 a 12.5 cm para un concreto normal), vibrado de 115 hz (frecuencias, el mismo utilizado para un concreto normal), curado de 3 a 7 días para condiciones ambientales de 20°C.

Se uso principalmente es para el aislamiento térmico y acustico, cubiertas, rellenos, azoteas, muros a prueba de incendios, pisos¹

$F'c = \text{Kg/cm}^2$



A = Arena y grava ligeros. B = Arena normal y grava ligera
Contenido de cemento en Kg/m³

2.- Concreto de gran peso.

Son concretos con agregados de alta densidad entre 2800 a 6400 Kg/m³², se utiliza para blindajes contra radiaciones³, para contrapeso u otras donde sea importante la densidad alta. Los agregados de gran peso volumétrico como: barita, ferrosforo, geotita, hermatita, limotita, magnetita, pepitas de punzonado de acero, perdigones de acero, estos dos últimos se utilizarán para

¹ Para mayor información, consultar referencia 1, p.200.

² Peso volumétrico entre 2000 a 4600 Kg/m³ y peso específico entre 3.4 a 7.9.

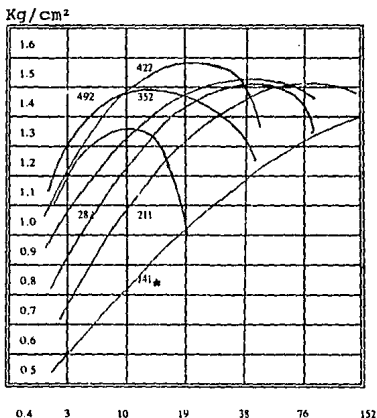
³ Rayos X, gama, y radiación de neutrones.

3.-Concretos de alta resistencia.

Es el concreto que tiene una resistencia a la compresión de 420 Kg/cm² o mayor, su utilización muy común es en edificios de gran altura. La producción de concretos de alta resistencia puede requerir o no de la adquisición de materiales especiales, los ensayos a los 7 días debe producir una resistencia a la compresión mínima de 300 K/cm², un contenido de cemento de 380 a 550 Kg/m³ del volumen del concreto, la puzolana, como la ceniza volante o humo sílice produce este tipo de concretos que contendra entre 5 a 20% del peso del cemento.

Los agregados con tamaños máximos de 9.5 mm (3.8") a 12.7 mm (0.5") parecen dar una resistencia optima, también los tamaños máximos de 19mm (3.8") y de 25.4 (1.0").

TABLA-CON Eficiencia de resistencia en Kg/cm² por Kg de cemento de los agregados - T.M.A., con un revenimiento de 10 a 15 cm, curado húmedo de 28 días.



Tamaño máximo del agregado.

* En Kg/cm²

Estos deben ser asperos, angulares y triturados, las arenas deben de ser un agregado de finura de 3.0 (2.5 a 2.7 para concreto normal) por el aumento de cemento., no es necesario el uso de aditivos como inductor de aire salvo en casos especiales, la relación A/C = 0.3 a 0.4 debe ser la menor posible y un contenido de cemento alto.

Ejemplo de una mezcla de concreto de alta resistencia.

Descripción	Característica	Unidad
Cemento tipo I	593	Kg/m ³
Aditivo de humo S	119	Kg/m ³
Arena (mod. fin. 2.9)	537	Kg/m ³
Caliza (T.M.A.= 0.5")	998	Kg/m ³
Agua	158	Kg/m ³
A/C (cemento+aditivo)	0.22	
Revenimiento	12	cm
Contenido de aire, prom.	1.5	%

Edad en días	Resistencia a la compresión en Kg/cm ²	Resistencia a la flexión en Kg/cm ²
0.5	440	-----
3	795	114
7	965	126
14	1049	-----
28	1137	145

3.1 Concreto de alta resistencia a edad temprana.

Se utiliza en concretos presforzados para que puedan cargarse rápidamente o para tener una rápida producción como concretos prefabricados, para contar una reutilización rápida de las cimbras; para las construcciones en climas fríos, para pavimentaciones rápidas de caminos, otros.

Se puede lograr con ingredientes y técnicas especiales en obra como cemento tipo III alta resistencia, contenido de cemento entre 365 a 593 Kg/m³, baja relación A/C= 0.2 a 0.45 en peso, curado a vapor a alta temperatura, uso de aditivos químicos (humo sílice), así como aisladores para retener el calor de hidratación, como el siguiente ejemplo:

Edad	Resistencia a la compresión Kg/cm ² .	Resistencia a la flexión en Kg/cm ² .	Resistencia a la adherencia en Kg/cm ² .
4 hrs.	18	9	8
8 hrs.	132	28	14
18 hars.	205	40	18
24 hrs.	244	42	21
7 días	349	51	22
14 días	372	58	23
28 días	415	58	25

4.- Concreto masivo (según el A.C.I. 116).

Es cualquier volumen cuantioso de concreto, con dimensiones grandes que afectan considerablemente el cambio de calor y generación del calor del elemento a fin de minimizar los agrietamientos, el concreto, en el interior aumenta su temperatura, en la superficie puede estar enfriándose y contrayéndose, produciendo esfuerzos de tensión y contracción (hasta 40°C a los 28 días), se considera a elementos con dimensiones transversales de 60 a 90 cm o con un contenido de cemento superior a 350 Kg/m³, muy usado en presas o estructuras masivas.

Para reducir las bajas temperaturas y controlar los agrietamientos se realiza lo siguiente: colar la sección completa de concreto en una vaciada continua, evitar restricciones externas de los elementos de concreto adyacentes, controlar las deformaciones térmicas por medio de aislamientos (como toldos, mantas acolchadas, o arena sobre lamina de polietileno, la diferencia de temperatura excesivo entre el concreto interno y el externo no debe sobrepasar los 20°C, no retirar las cimbras demasiado pronto ya que permite protegida la superficie y se enfria lentamente y no se producen agrietamientos.⁴

5.- Concreto compactado.

Comunmente hecho con rodillo vibratorio, es un concreto pobre de un contenido de cemento entre 60 a 360 Kg/m³, por lo regular adquiere resistencias entre 350 a 700 Kg/cm² muy comunmente utilizados en pavimentos no carreteros, como sub-base, en caminos secundarios como pistas de rodamiento, instalaciones de manejo de contenedores, etc., se colocan en capas de 20 a 30 cm para posteriormente consolidarse o compactarse.

6.- Suelo-cemento (s-c).

Se puede cambiar arena, limo, arcilla, gravas naturales y piedras trituradas, cemento y agua, se usa como capa de base para caminos, calles, aeropuertos y áreas para estacionamientos.

4

Para mayor información consultar la referencia #1 P.203.

Normalmente se coloca sobre base, una capa de rodamiento bituminosa o de concreto hidráulico, de subbase de pavimentos de concreto, para defensas de taludes en presas y estabilización de cimentaciones. El s-c debe contener entre 80 a 250 Kg/m³ de cemento, tiene una resistencia a la compresión entre 20 a 50 Kg/cm².

7.- Concreto lanzado.

Es un mortero que se arroja neumáticamente sobre una superficie a gran velocidad, se consolida con la fuerza del impacto y se puede colocar sobre superficies verticales u horizontales sin desprenderse, es utilizado tanto en construcciones nuevas como obras de reparación con una resistencia normal y con un T.M.A de 3/4" (19 mm), se puede producir seco o húmedo. El proceso seco remezcla cemento y agregado húmedo y es propulsada a través de una manguera por medio de aire comprimido hasta una boquilla, en ella se agrega el agua a la mezcla de cemento y agregado, los ingredientes íntimamente mezclados se proyectan sobre la superficie. El proceso húmedo, todos los ingredientes se encuentran premezclados.⁵

8.-Concreto poroso.

Su velocidad de drenaje varía de 81 a 733 l/mín./m², se utiliza en estructuras hidráulicas como drenaje, pavimentos, pistas y estacionamientos para reducir la afluencia de aguas pluviales, en canchas de tenis e invernaderos, se compactará con rodillos pero no se alisan ni se les aplican acabados con una F'c= 35 a 280 Kg/cm² y peso volumétrico de 1600 a 1900 Kg/m³.

8.-Concreto reforzado con fibras.

Es un concreto convencional al que se le adicionan fibras de plástico, acero, vidrio y celulosa de forma cilíndricas, planas, rizadas, y estriadas de un tamaño longitudinal de 6 a 7.6 mm y un espesor que varía de 0.003 mm a 0.8 mm. La función primordial es mejorar la resistencia a la flexión, al impacto, tenacidad, fatiga y contraagrietamientos del concreto, el límite máximo para colocar en una obra es de 1 a 2% del volumen de concreto, se emplea principalmente en pavimentos, resanes, cascarones delgados, productos prefabricados, estructuras hidráulicas, tableros delgados.⁶

⁵ Para mayor información consultar la referencia ACI 506R-85.

⁶ Para mayor información, consultar referencia ACI 544.1R.

CONCRETOS ESPECIALES FABRICADOS CON CEMENTO PORTLAND. ⁷		CONCRETOS QUE NO UTILIZAN CEMENTO PORTLAND.
Con aire incluido.	Puzolánico.	Acrílico.
arquitectónico.	Prefabricado.	De fosfato de aluminio.
celular.	Pre-empacado.	Asfáltico.
Colado centrifugante.	Con agregado pre-colado.	De aluminato de calcio.
Coloidal.	Preforzado.	Epóxico.
Colorado.	Compactado con rodillos.	Furano.
De densidad controlada.	Con agregados de aserrín.	De yeso.
Ciclópeo.	Para blindaje.	De látex.
Consolidado por apisonado energético.	Lanzado.	De fosfato de magnesio.
Modificado con epoxicos.	Compensador de contracción.	De metacrilato de metilo (MMA).
Con agregado expuesto.	Con humo de sílice.	De policéster.
Ferrocemento.	Suelo-cemento.	De polímeros.
Reforzado con fibras.	Estampado.	De silicato de potasio.
Para sellenos.	Ligero estructural.	De silicato de sodio.
Fluido.	Superplastificado.	De azufre.
Con ceniza volante.	Terrazo.	
Con granulometría discontinua.	Para tubo-embudo.	
De gran peso.	Tratado al vacío.	
Alta resistencia a edad temprana.	Con vermiculita.	
De alta resistencia.	Blanco.	
Aislante.	De revenimiento cero.	
Modificado con latex.	Poroso.	
De baja densidad.	Modificado con polímeros.	
Masivo.	De revenimiento nulo.	
Ligero de resistencia moderada.	Para clavar.	

⁷ Extraída de la referencia #1, P.195.

CAPITULO
CINCO

ACERO DE
REFUERZO

I) CONCRETO ESTRUCTURAL O CONCRETO REFORZADO.

Definición

El acero de refuerzo es un elemento estructural que se usa en combinación con el concreto para absorber esfuerzos, (esfuerzos por tensión) que éste por si solo es incapaz de soportar.

Tanto el concreto como el acero tienen ventajas y desventajas que se complementan y que permiten que haya en ambos una función que tenga uno y no pueda absorber el otro, como son:

El concreto tiene una casi nula resistencia a la tensión y que lo puede absorber el acero.

El concreto es diez veces mayor resistente a la compresión que el acero.

El concreto no puede estar expuesto a esfuerzos a flexión.

El concreto es muy resistente al fuego.

El concreto es durable (no mayor de 100 años).

Los insumos del concreto pueden obtenerse en casi todas las localidades para su fabricación.

El acero no puede resistir el calor intenso.

El acero es corrosible.

El acero tiene una alta resistencia a la tensión.

El acero es recuperable.

El acero requiere un alto mantenimiento.

El acero tiene que ser cubierto contra daños de intemperismo como pintura, concreto, aislantes, entre otros.

El acero puede resistir compresión como material aislado pero como sección adecuada evitando el pandeo.

Los métodos y normas recomendables para la preparación de los planos de diseño, detalles típicos y croquis para la colocación y armado de acero de refuerzo en estructuras de concreto reforzado se describen en el A.C.I. Detaling Manual 1980, informe del comité A.C.I. 315.

El reglamento de 1983 señala que, los estribos y ganchos de amarre estándar están limitados a varillas del No 8 (1") y menores, para el gancho de 90 grados con una extensión de 6 diámetros, está limitado a varillas del # 5 y menores, los tamaños mayores de varillas con ganchos de 90 grados y extensiones de 6 diámetros de varilla tienden a "saltarse bajo cargas elevadas". Estos diámetros mínimos considerados resultan exitosos sin causar daños de aplastamiento en el concreto.

Cuando se tenga al concreto estructural cumpliendo sus funciones mecánicas para las que fue diseñado (el concreto a compresión y el acero a tensión), se tendrá grandes ventajas de aprovechamiento de los materiales en: adherencia, compresión, tensión, dilatación térmica, trabajabilidad, utilidad, existencia en el mercado, etc., aplicados en la industria de la construcción.

Uno de los empleos fundamentales del concreto reforzado es la adherencia perfecta acero-concreto, "ahogando" el acero en el concreto y por medio de una reacción química del agua con el cemento, obteniendo un concreto de líquido a sólido.

Entre la serie de ensayos realizados para obtener la resistencia entre el acero y el concreto encontraremos lo siguiente:

Resistencia de adherencia y deslizamiento.

Resistencia de tensión antes de un deslizamiento de fluencia.

El deslizamiento del extremo de la barra se inicia cuando la tensión media de enlace es aproximadamente igual a un sexto de la resistencia en compresión del mismo concreto en probetas cúbicas de 15 cm. de lado.

Concluyendo que las tensiones de adherencia no se distribuyen uniformemente en todos los puntos de una barra.

Una barra oxidada da una resistencia a la adherencia mayor en un 15% más que una barra análoga con superficie limpia.

Una barra de sección cuadrada da una tensión menor de un 25% que una barra de sección circular.

Planos de Ingeniería en edificación o planos estructurales

Los planos de ingeniería y las especificaciones para elementos tales como vigas, columnas, muros, cimentación, etc., deben indicar el tipo y grado de acero, algún recubrimiento especial, carga viva de servicio, partición, carga en techos y colgantes, alguna otra carga muerta, además de las cargas estructurales, resistencia del concreto, dimensiones del concreto, clase de empalmes en tensión o longitud de traslape, recubrimiento del concreto para el acero de refuerzo, juntas requeridas, etc.

En las losas vigas, las vigas maestras deben contener:

El tamaño del elemento, número y tamaño de varillas rectas y dobladas; notas especiales sobre flexión, número, grado y espaciamiento de estribos o de amarres de estribos, acero por temperatura o adicionales, ubicación de las varillas superiores, requerimiento de dos capas de acero, tipo de soldadura, empalmes, etc.

Cuando se emplean varillas armadas, se deben mostrar los puntos de flexión. Cuando sea necesario, deben mostrarse las secciones para juntas de viga-columna, columna-losa, contratrabe-columna, contratrabe-contratrabe, etc.

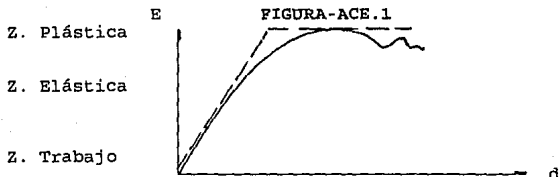
Los diseños de columnas deben indicar el tamaño de columna, el número, ubicación, grado y tamaño del acero de refuerzo, así como todos los detalles necesarios tanto de la misma sección como la del mismo refuerzo.

Los empalmes deben estar claramente definidos, su distribución si son a tope o traslapados y cualquier otro tipo de distribución alternada y el tipo de empalmes requeridos a tope. Si el acero no es simétrico en dos secciones, se debe indicar la orientación del refuerzo en columnas simétricas en dos direcciones.

El acero de refuerzo que se utiliza para estructuras de concreto en forma de varillas o barras corrugadas, que llenarán ampliamente las pruebas de materiales especificadas por el A.S.T.M (American Society for Testing and Materials) propias del lugar y de la obra.

II) PROPIEDADES FISICAS DEL ACERO DE REFUERZO.**Esfuerzo-Deformación.**

De acuerdo a la gráfica de ensaye en el laboratorio de materiales: La relación Esfuerzo-Deformación, el acero tendrá una resistencia a la tensión de acuerdo al grado del acero y carga aplicada:

TABLA-1¹

GRADO DEL ACERO DE REFUERZO.	RESISTENCIA A LA TENSION KG/CM ² .	LIMITE ELASTICO	CARGA DE TRABAJO.
Estructural	3850 a 4900	2300	1265
Intermedio	4901 a 6300	2800	1400
Dura	mayor de 6301	3500	2000 en adelante

Módulo de elasticidad (E)

Es la pendiente de la gráfica esfuerzo-deformación, su valor varía de acuerdo al grado y tipo de acero, se toma el valor promedio de 2.1×10^6 Kg/cm² = 29×10^6 Lb/in².

El módulo de elasticidad se considerará para:

Torones, $E = 1.9 \times 10^5$ Kg/cm².

Alambres, $E = 2.0 \times 10^5$ Kg/cm²..

El límite de proporcionalidad es equivalente al límite elástico.

Límite de fluencia

El límite de fluencia inferior corresponde a una deformación unitaria $E_u = 0.002$. El índice de resistencia, las temperaturas bajas y la deformación rápida tienden a aumentar el esfuerzo de fluencia y la resistencia, pero disminuye la ductilidad. A temperaturas altas sucede lo contrario.

Por lo regular el límite de fluencia se toma igual $F_y = 4200$ Kg/cm².

Módulo de Poisson

Es la relación de la deformación transversal entre la deformación longitudinal.

El módulo de Poisson varía entre 0.25 y 0.33.

Ductilidad

El acero es un material muy dúctil, disminuye al aumentar su resistencia y el contenido de carbono así como los tratamientos en frío.

La ductilidad del acero es el porcentaje de alargamiento en la ruptura variando de 5 a 20%.

Coefficiente de dilatación térmica

Son efectos por cambios de temperatura cuyo coeficiente de dilatación térmica se considera un valor promedio de:

$T=0.000011^{\circ}\text{C}$.

Soldabilidad

Es la propiedad de unir elementos estructurales de este material por medio de soldadura.

Doblado

Es la propiedad de la trabajabilidad y medida de ductilidad, permitiendo doblar formas como ganchos, columpios, estribos, etc.

Adherencia

Es la capacidad de agarrarse, empotrarse o lograr una gran fricción entre el acero y el concreto para que el acero pueda fluir en caso de ser necesario y corresponde al siguiente valor:

El empleo de concreto-acero o concreto estructural permite la unidad de ambos perfectamente; ahogando el acero de concreto de tal manera que al estirar el acero de concreto se ancle en la barra y permita que haya una adherencia del acero-concreto o resistencia de anclaje.

La resistencia de adherencia y la resistencia al deslizamiento pueden romper éste enlace, debido a las diferencias en sentido transversal, o diferencias de fabricación del concreto.

Las tensiones de adherencia no se distribuyen uniformemente en todos los puntos de la barra ahogada en el concreto a lo largo de una longitud apreciable.

El peralte inferior se estrecha por su durabilidad y protección.

Los soportes y separadores de varillas hechos en fabricas tienen tolerancias mas estrechas y se fabrican en medida estándar múltiplos de 0.65 cm(1/4").

El recubrimiento no debe reducirse a no menos 1/3 de la tolerancia.

Para concreto preesforzado pueden resultar útiles tolerancias mas estrechamente que las que requiere el reglamento a fin de alcanzar el control de la contraflecha dentro de los límites aceptables para el diseñador o el propietario.

Para concreto reforzado por temperatura o contracción estarán libre de anclaje y será una malla soldada de pequeño calibre cuya soldadura será por puntos.¹

¹ Los métodos y normas recomendables para la preparación de los planos de diseño, detalles típicos y croquis para la colocación y armado de acero de refuerzo en estructuras de concreto reforzado se describen en el A.C.I. Detaling Manual 1960, informe del comité A.C.I. 315.

El reglamento ACI 318-83, establece que los estribos y ganchos de amarre estándar están limitados a varillas del No 8 (1") y menores, para el gancho de 90 grados con una extensión de 6 diámetros, para varillas del No 5 y menores, los tamaños mayores de varillas con ganchos de 90 grados y extensiones de 6 diámetros de varilla tienden a "saltarse bajo cargas elevadas". Estos diámetros mínimos considerados resultan exitosos sin causar daños de aplastamiento en el concreto.

Las barras corrugadas aumentan la resistencia de adherencia.

El empleo de ganchos en los extremos de las barras, permite aumentar la tensión de adherencia, pero si los ganchos no están bien proyectados podrían ceder por aplastamiento del concreto, un agotamiento de una pieza por flexión bajo, una tensión de adherencia muy poco superior a la que tomaría una barra lisa, cuya sección fuera sensiblemente igual a la de la barra corrugada.

La gran variedad de barras corrugadas consiguen incrementar su resistencia de adherencia en el orden del 60% con relación a la proporcionada por las barras comerciales no corrugadas.

Las barras corrugadas no previstas de ganchos en sus extremos prueban que los ganchos contribuyen poco a la resistencia de la barra, mientras que en los tipos antiguos, los ganchos colaboran fuertemente en la resistencia final de adherencia.

El ACI tiene objeto de permitir tensiones de adherencia más elevadas para las barras corrugadas estableciendo condiciones en sus entalladuras o resaltos, como las del A.S.T.M. AQ305-35T:

TABLA-2 : ESPACIAMIENTOS ENTRE VARILLAS			
VARILLA N°	ESPACIAMIENTO PROMEDIO	ALTURA MINIMA PROMEDIO	DISTANCIA MAXIMA ENTRE EXTREMOS DE CORRUGACION TRANSVERSAL CUERDA
2.5	5.6	0.30	3.1
3.0	6.7	0.38	3.5
4.0	8.9	0.51	4.9
5.0	11.1	0.71	6.1
6.0	13.3	0.96	7.3
7.0	15.5	1.10	8.5
8.0	17.8	1.27	9.7
9.0	20.1	1.40	11.2
10.0	22.6	1.62	11.4
12.0	26.7	1.90	15.0

Quando no existan varillas en las dos direcciones o no haya estribos y la pieza que se este estudiando pueda quedar expuesta eventualmente a exteplitaciones debidas a explosiones, a terremotos o cualquier otro tipo de impacto instantáneo, se deberán colocar ganchos, manteniéndola unida cuando falle la adherencia en caso de producirse el agrietamiento del concreto.

La longitud de anclaje es necesario para que las varillas absorban el esfuerzo de resistencia a la adherencia.

$$L_{hd} = \frac{330 \cdot db}{\sqrt{F'c}} \quad \text{Longitud de desarrollo para barras o ganchos estándar según el ACI.}$$

Donde: L_{hd} es la longitud de desarrollo para ganchos estándar en cm.

db es el diámetro de la barra en cm para $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$.

$F'c$ es la resistencia del concreto en Kg/cm^2 .

La longitud de desarrollo para una barra de tensión anclada de tal manera que desarrolle su esfuerzo de fluencia, esta dada por la ecuación:

$$L_{db} = \frac{0.004 \cdot A_s \cdot F_y \cdot db}{\sqrt{F'c}} \geq 0.004 \cdot F_y \cdot db \quad (\text{ACI})$$

$$L_{db} = \frac{0.006 \cdot A_s \cdot F_y}{\sqrt{F'c}} \geq 0.006 \cdot db \cdot F_y \quad (\text{RDF})$$

Longitud de adherencia según el ACI y EL RDF, mínimo será de 30 cm.

Donde: L_{db} es la longitud de adherencia.

A_s es el área de la barra.

db es el diámetro de la barra.

$F'c$ es la resistencia a compresión media del concreto.

F_y es la resistencia a la fluencia del acero, se toma igual a 4200 Kg/cm^2 .

F_i Depende de la condición del refuerzo.

TABLA-3 CONDICION DE REFUERZO	FACTOR (F_i)
Barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que bajo ellas se cuelan más de 30 cm de concreto.	1.40
Concreto ligero.	1.33
Barras con F_y mayor de 4200 Kg/cm^2 .	2 - $4200 / F_y$

Para barras lisas, a las que será preciso prever de ganchos se considerará las siguientes tensiones admisibles de adherencia:

BARRAS SUPERIORES	$0.03 F'c$ sin exceder de 7 Kg/cm^2
Zapatillas armadas en las dos direcciones, excluidas las barras superiores.	$0.036 F'c$ sin exceder de 9 Kg/cm^2
Restantes barras.	$0.045 F'c$ sin exceder de 11 Kg/cm^2

Las tensiones de adherencia admitidas para las barras corrugadas son las siguientes:

BARRAS SUPERIORES ²	0.07 F'c sin exceder de 17 Kg/cm ²
Zapatas armadas en las dos direcciones, excluidas las barras superiores.	0.08 F'c sin exceder de 19 Kg/cm ²
Restantes barras.	0.010 F'c sin exceder de 24 Kg/cm ²

Aún cuando el ACI indica que no son necesarios los ganchos en las barras corrugadas, se estudiará en que casos los ganchos proporcionarán un incremento en el grado de seguridad de piezas esbeltas de estructuras sometidas a solicitaciones importantes.

Se considerarán valores máximos de tensión de adherencia para varillas en ambas direcciones, cuando no existan varillas en las dos direcciones o no haya estribos, es aconsejable el empleo de ganchos que podrían mantener unida a aquella aún cuando haya falla la adherencia en caso de que se produjera el agrietamiento del concreto.

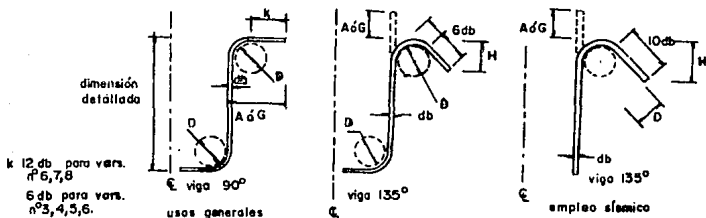
La fuerza de tensión y/o compresión en el acero debe desarrollarse en la sección por medio de la adherencia en una longitud suficiente o en algún dispositivo de anclaje. La fuerza de tensión se valorará con el máximo momento flexionante de diseño.

Esto es para el acero de tensión de miembros sujetos a flexión.

Conforme a los límites de equipo y eficiencia de producción se establecen tolerancias de fabricación en campo, estas serán para el caso de varillas tanto rectas como dobladas, de tal manera que el ingeniero debe tomar en cuenta los efectos de las tolerancias.

FIGURA-ACE.2

Detalle de ganchos según el ACI.



² Son las varillas horizontales dispuestas de modo que exista un espesor de más de 30 cm de espesor de concreto por debajo de ella en el elemento a que pertenecen.

ESTRIBOS Y GANCHOS DE AMARRE, TODOS LOS GRADOS

Tamaño de la varilla N°	Diá. cm	Para empleo gral. gancho de 90°		Para empleo sísmico gancho de 135°.		
		A	G	H aprox.	A ó G	H aprox.
# 3	4	10	10	6	13	9
# 4	5	11	11	8	17	11
# 5	6	15	14	9	20	14
# 6	11	30	20	11	28	17
# 7	13	36	23	13	32	20
# 8	15	41	27	15	37	23

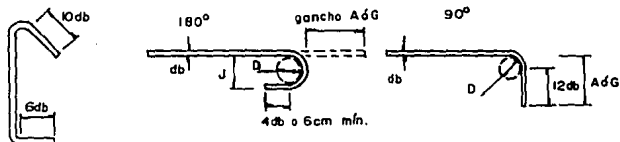
db= Diámetro nominal de varilla, alambre o cable pretensado, cm.

OTROS GANCHOS O GRAPAS RECOMENDADOS DE EXTREMO, TODOS LOS GRADOS (ACI).

Tamaño de varilla N°	Diámetro de doblado terminado cm	Ganchos de 180° A ó G cm	J [cm]	Gancho de 90° A ó G [cm]
# 3	6	13	8	15
# 4	8	15	10	20
# 5	9	18	13	25
# 6	11	20	15	30
# 7	13	25	18	35
# 8	15	28	20	40
# 9	24	38	30	48
# 10	27	43	34	56
# 11	30	48	37	61
# 14	41	69	55	79
# 18	46	91	72	104

FIGURA-ACE.3

GANCHOS ESTANDAR



Gancho y/o Grapa

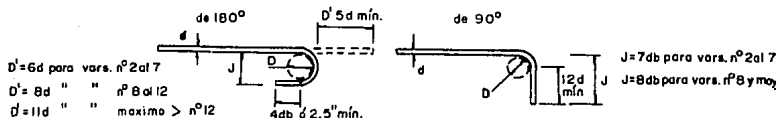
Los porcentajes aproximados de desperdicios dependen del tipo de estructura y de los distintos diámetros de varilla:

TABLA DE DESPERDICIOS (R.D.D.F.).

VARILLA N°	GANCHOS %	TRASLAPES %	DESPERDICIOS %	TOTAL %
2.5	4.3	1.6	3.3	9.2
3.0	4.3	1.9	3.3	9.5
4.0	5.0	2.5	3.3	10.8
5.0	6.0	3.2	3.3	12.5
6.0	6.7	3.8	3.3	13.8
7.0	8.7	4.4	3.3	16.4
8.0	11.0	5.1	3.3	19.4
9.0	12.7	5.7	3.3	21.7
0.0	14.3	6.4	3.3	24.0
2.0	17.7	7.6	3.3	28.6
PROMEDIO	9.1	4.2	3.3	16.6

Los ganchos más utilizados son los de 180°, 135° y de 90° o escuadra, cuyo porcentaje de desperdicio será del 11%.
FIGURA-ACE.4

GANCHOS RECOMENDABLES (R.D.F.)



Detalles de los diferentes tipos de ganchos y grapas que se presentan durante la construcción de una estructura de concreto reforzado. Los ganchos se pueden presentar en ángulos de 180°, 135°, 90°.

LONGITUD DE GANCHOS. (Medidas recomendables para ganchos (R.D.D.F.))		
Diámetro de varilla.		Longitud del gancho
pulgadas [in]	milímetros [mm]	[cm]
5/16	7.9	13
3/8	9.5	13
1/2	12.7	15
5/8	15.9	18
3/4	19.1	20
7/8	22.2	26
1	25.4	33
1/8	28.6	38
1/4	31.8	43
1/2	38.1	53

III) ASPECTOS GENERALES DE MECANICA PARA REVISION DEL ACERO.

Los requisitos importantes en el diseño de estructuras de concreto para obtener las condiciones de servicio son:

- Soportar las cargas impuestas o restricciones de corregir
- Limitar la deflexión
- Recubrimiento contra la corrosión
- Evitar el agrietamiento a una apariencia desagradable

El diseño del concreto estructural se debe analizar como una materia estrechamente relacionada con la construcción, se hará una breve referencia de varias consideraciones a la construcción de las condiciones de cargas de servicio y esfuerzos permisibles en el concreto y acero de refuerzo.

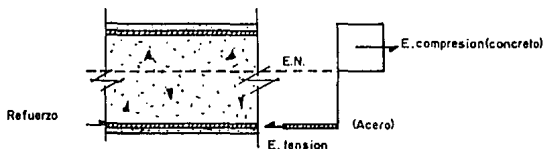
Distancia o separación entre varillas
 Ganchos
 Atraques
 Amarres

Y en general el detallado de refuerzo como el comportamiento físico de estructuras para considerar el detallado de refuerzo.

Como el concreto tiene resistencia a la tensión de $1/10$ a $1/20$ de F_c , puede absorber los esfuerzos a compresión y el acero de refuerzo a tensión, estos trabajarán conjuntamente para el uso eficiente y una mejor adherencia como concreto estructural reforzado.

Los esfuerzos internos en una viga por las fuerzas externas en una viga serán a tensión y compresión en el diagrama de esfuerzos (según el RDDF) para secciones de concreto reforzado por acción flexionante.

FIGURA-ACE.5



El porcentaje de acero de refuerzo a tensión es por lo regular $\pm 1\%$ del área del concreto, cuyo diseño debe cumplir con la condición balanceada $T=C$ o sea, los esfuerzos de compresión como los de tensión deben ser iguales, salvo en ocasiones en que se debe considerar cantidades mayores de acero por condiciones de construcción, dimensiones, etc.

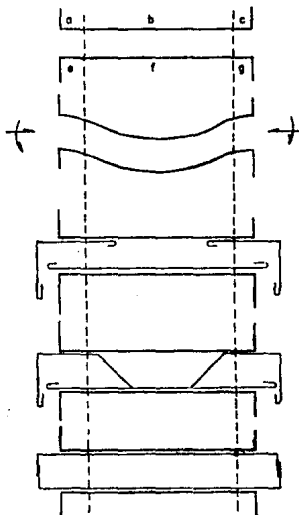
Los criterios de refuerzo a compresión y tensión de ciertos elementos estructurales en referencia a los elementos mecánicos de servicio a flexión.

Una viga empotrada en sus extremos, cuyos momentos de empotramiento se introducen en la viga como se muestra en la figura, las secciones que están a tensión necesitan refuerzo de acero con ciertos detalles de recubrimiento y ganchos para cubrir la adherencia de acero-concreto:

FIGURA-ACE.6

ANDES EXTREMOS EMPOTRADOS.

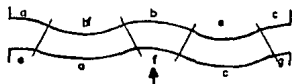
- 1) Sección empotrada en dos de sus extremos.
 - 2) Comportamiento del empotramiento de distribución de esfuerzos.
 - 3) Refuerzo superior para resistir tensión cerca de los apoyos.
 - 4) Doblado hacia arriba del refuerzo inferior para resistir compresión en los apoyos.
 - 5) Por causas de procedimiento constructivo y facilidad de trabajo el refuerzo superior se debe correr a todo lo largo.
- a,b,c Secciones en estado a tensión.
e,f,g Secciones en estado a compresión.



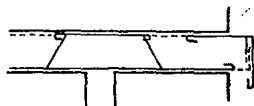
PARA VIGAS CONTINUAS

FIGURA-ACE.7

Extremo izquierdo empotrado.
empotrado



Extremo derecho



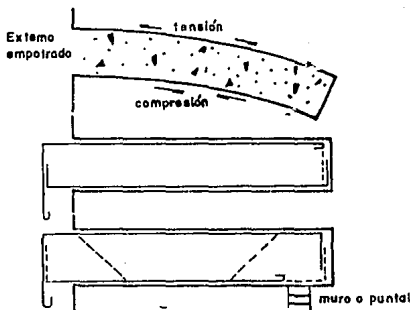
Viga continua, diagrama de deflexiones y refuerzo básico para resistir tensión en la parte superior cerca de los apoyos, se puede correr el esfuerzo superior a todo lo largo de la viga. (-----)

Para un elemento en cantiliver

La posición de refuerzo está en el extremo superior (lecho superior) para absorber los esfuerzos a tensión, que también por procesos de facilidad de trabajo se puede incluir acero de refuerzo en ambos lechos, pero considerando de mayor importancia en el lecho superior, en algunos casos no se coloca el acero de refuerzo únicamente en el lecho inferior; en este tipo de estructuras ya sea para vigas, losas, cadenas, etc.

FIGURA-ACE.8

En un volado o cantiliver el refuerzo principal debe estar cerca de la parte superior.



Refuerzo de un puntal bajo cantiliver sobre el refuerzo principal, la línea punteada opcional a correr a todo lo largo del acero inferior por causa de proceso constructivo.

El acero de refuerzo debido a esfuerzos cortantes (vertical, horizontal) se presentan con mayor magnitud cerca de los apoyos, producen esfuerzos a tensión y compresión a un ángulo de 45° como lo muestran las figuras posteriores; por lo que se reforzará siempre en los apoyos haciéndose de las siguientes formas para absorber los esfuerzos cortantes:

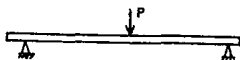
- 1) Por medio de estribos colocados verticalmente.
- 2) Doblando hacia arriba una parte de las varillas del lecho inferior.

Cuando el concreto no pueda absorber los esfuerzos por cortantes entonces será necesario armar la estructura por medio de estribos que estos también cumplen con la función de permitir en cierta forma algunos aspectos del proceso constructivo en su habilitado.

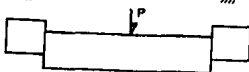
Pero el objetivo principal de los estribos es soportar los esfuerzos cortantes cuando son mayores al del que soporta el concreto; como en los extremos cerca de los apoyos la distribución de los estribos disminuye la separación debido a que ahí se presentan con mayor magnitud.

FIGURA-ACE.9

1) Esfuerzo de corte horizontal.



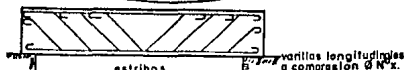
2) Esfuerzo de corte vertical.



3) Formación de grietas por corte ya sea de tensión o compresión que forman un ángulo con respecto a su base de 45°.



4) Barras dobladas para resistir el corte.



5) Los estribos deben pasar alrededor de las varillas principales de tensión y anclado para desarrollar los esfuerzos de trabajo completo.



Acero por flexión mínimo.- El porcentaje mínimo de refuerzo de tensión debe ser aproximadamente de 1.5 mayor que la resistencia de una viga con las mismas dimensiones pero sin refuerzo. El R.D.D.F. y ACI especifican como $p(\text{roo})$ a:

$$p = \frac{A_s}{b \times d} = \frac{14}{F_y}$$

$$A_{s, \text{min}} = \frac{0.7 \times \sqrt{F'_c} \times b \cdot d}{F_y}$$

Donde:

F'_c-Resistencia a la compresión simple del concreto.

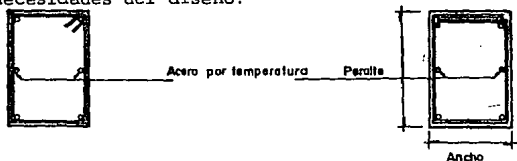
b,d-Ancho y Peralte de la sección.

A_s -Area de la sección.F_y -Esfuerzo de fluencia del acero (4200 Kg/cm²).

Se recomienda prolongar el corte de las varillas más allá que como nos lo indica los diagramas de momento flexionante y cortante.

Hay dos casos muy frecuentes para la elaboración de estribos de acuerdo a las necesidades del diseño:

FIGURA-ACE.10



- 1) En este caso los estribos se logra por medio de ganchos un mejor confinamiento al concreto (ganchos de anclaje).
- 2) En este estribo se consigue un habilitado más fácil. (traslape)

Esfuerzo cortante nominal.

El reglamento del D.D.F. supone:

$$V_{cr} = 0.5 \times F_r \times \sqrt{F'c}$$

$$V_{cr} = V_{cr} \times D \cdot d$$

Si $V_u > V_{cr}$ de reforzarse con refuerzo transversal (estribo vertical o inclinado) ya sea a 45°, 60°, 30°, se recomienda a 45°.

$$V_u \leq 2.5 \times F_r \times \sqrt{F'c}$$

Refuerzo transversal a la resistencia a cortante $V'u$:

$$V_u = \frac{A_v \times F_y \times d \times (\sin \alpha + \cos \alpha) \times F_r}{S}$$

Donde:

A_v = Es la sección total del refuerzo transversal, si se trata de un estribo de dos ramas será la suma del área de las dos ramas.

V_u = Fuerza cortante última de la sección considerada.

v_u = Esfuerzo cortante nominal.

b = Ancho de la sección.

d = Peralte efectivo.

$F'c$ = Resistencia a la compresión nominal del concreto.

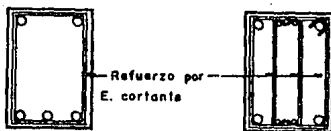
F_r = Factor de resistencia.

V_{cr} = Esfuerzo cortante de diseño que toma el concreto.

F_y = Esfuerzo de fluencia del acero 4200 Kg/cm².

S = Separación del refuerzo transversal.

FIGURA-ACE.11



Si el refuerzo es vertical:

$$V_u = \frac{AV \times f_y \times d \times F_r}{S}$$

Si está a 45°:

$$V_u = \frac{1.414 \times AV \times f_y \times d \times F_r}{S}$$

Las normas y reglamento imponen restricciones al refuerzo transversal:

a) Las separaciones del refuerzo transversal no deben exceder de los siguientes valores:

Separaciones máximas.

- 1) Estribos verticales.
- 2) Estribos a 45° = d.
- 3) Barras dobladas a 45° = 3d/4.

b) El área del refuerzo transversal no debe ser inferior a:

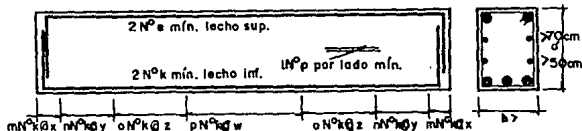
$$A_{v \text{ mín}} = \frac{3.5 \times DS}{F_y \times F_r}$$

En el caso de vigas T, se usará el ancho de la nervadura b'.

La resistencia del concreto solo es inferior a la fuerza cortante externa.

Refuerzo transversal, como la tensión diagonal en una viga de concreto sin refuerzo transversal.

FIGURA-ACE.12-



Para vigas de más de 50 cm de peralte según el ACI, y 70 cm. para el R.D.D.F. se colocan varillas de refuerzo para evitar la formación de grietas en las caras laterales por contracción, el porcentaje será de 0.2 a 0.4 %. Estas varillas no se anclarán en sus extremos o sea, no se le hará doblez como el acero a tensión y compresión. FIGURA-ACE.13

Para el ancho "b" si $x < 15$ cm As se colocará en un lecho.

Si $x > 15$ cm As se colocará en dos lechos.

$L > 1.5$ cm; $x > 15$ cm de b.

$$a = \frac{b b_u \cdot X}{F_y \cdot (X + 100)}$$

Donde: as = acero por temperatura.

X = claro del elemento.

Fy = Esfuerzo de fluencia del acero.

Si $X < 15$ cm as se colocará en un lecho.

Si $X > 15$ cm as se colocará en dos lechos.

Si el concreto está expuesto al intemperismo o contacto con el suelo el refuerzo será:

1.5 As ó 0.2 % a 0.3 % de As

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no excederá de 50 cm. ni 3.5 X. Puede incrementarse en 1.5 para condiciones extremas.

El pandeo lateral se revisará cuando la separación entre apoyos sea mayor a 35 b (ancho de la viga) o ancho del patín a compresión.

Para deflexiones, flecha bajo efectos de corta duración.

$$E_c = 10000 \sqrt{F_c}$$

$$f = \frac{C \times W \times L^3}{E_c \times I}$$

Donde:

w = Carga total.

L = Claro.

I = Momento de inercia.

c = Coeficiente en función de la carga y condiciones de apoyo.

Ec = Módulo de elasticidad del concreto.

f = Deflexión.

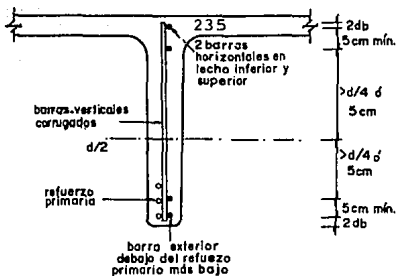
Para estimar la deflexión adicional debida a la permanencia de la carga se multiplica la flecha calculada por corta duración por el factor:

$$\left[2 - 1.2 \left(\frac{A_s}{A_c} \right) \right] \geq 0.6$$

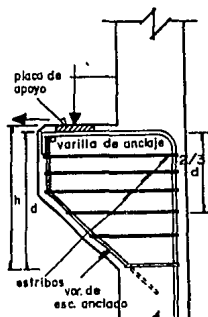
Donde:

A's = Area de acero en compresión.

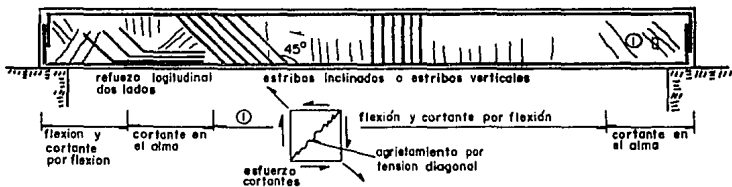
As = Area de acero en tensión.



Anclaje por cortante de malla de alambre o barra corrugada.



MENSULA Y CARTELA



El R.D.D.F. recomienda que no excedan los siguientes límites:

Una flecha vertical incluyendo los efectos a largo plazo = 0.5 cm, más el claro entre 240. Se considerará como estado límite una flexión medida después de la colocación de los elementos no estructurales igual a 0.3 cm, más el claro entre 480:

$$f_{máx} = 0.5 + \frac{L}{240}$$

$$f_{máx} = 0.3 + \frac{L}{480}$$

Donde: L= claro.

$f_{máx}$ = flecha o deflexión de la vigaen.

Estimación de ancho de grietas:

$$W_{máx} = \frac{K_r \times t_s}{E_s}$$

$$f_s = \frac{M}{0.9 \times A_s \times d}$$

Los agrietamientos varían de 0.1 mm. a 0.5 mm.

Donde:

E_s = Módulo de elasticidad del acero.

K = 3.3 para varillas corrugadas.

W máx. = Ancho de la grieta a la altura de acero a tensión en cm.

r = recubrimiento lateral libre.

F_s = Esfuerzo en el acero por carga de servicio.

M = momento por cargas de servicio.

A_s = Area del acero de tensión.

d = peralte efectivo.

Suponer $F_s = 0.6 F_y$.

IV) DETALLES GENERALES DE ACERO DE REFUERZO.

El objetivo del detallado de refuerzo es el de lograr una economía en la cantidad de refuerzo. Los criterios de detallado de acero se obtienen en la experiencia o por medio de recomendaciones de normas y reglamentos y son útiles para lograr estructuras de comportamiento adecuado.

El detallado de refuerzo será llevado a cabo por el constructor, pero la responsabilidad toca al supervisor y al superintendente, para esto será necesario que se tenga en cuenta el diseño de la habilitación, así como la colocación del acero.

La colocación de los armados en forma sencilla, pueden incrementar los costos de mano de obra y supervisión.

La resistencia de las fuerzas de tensión internas, derivadas del análisis aseguran una estructura bajo cargas de servicio y que posean una resistencia adecuada.

El acero de refuerzo sin un grado alto de congestión, logra una mejor colocación del concreto, permitiendo que haya segregación, una mala compactación y debilita la estructura en esa zona.

El acero debe estar protegido contra agentes agresivos como la corrosión y el fuego, por medio de un adecuado recubrimiento, que cuidará también el efecto de las grietas.

Los anchos de agrietamiento en condiciones de servicio no deben exceder los valores recomendados dentro de los límites prácticos y económicos. No se pueden evitar los agrietamientos, por causas de pérdida de agua o cambios de temperatura.

Se debe prever que las fuerzas de compresión sean tomadas en cuenta por el concreto.

Se debe vigilar que existan longitudes suficientes de anclaje para desarrollar el esfuerzo de fluencia.

La ductilidad permite tener un control en el detallado de anclajes, traslapado adecuado, cortes y dobleces no excesivos y estribos con las separaciones adecuadas.

Se deben restringir las barras de compresión contra movimientos laterales, prevenir el pandeo y prever el confinamiento.

De acuerdo al diseño estructural y al análisis se debe proporcionar el acero de refuerzo adecuado. De nada servirán los cálculos si no son traducidos de los planos en forma adecuada y en estos casos los detalles cumplen una función importante, si es posible que se realicen a escala los planos de los detalles de refuerzo y lista de diámetros que permiten que el diseño trabaje adecuadamente y se comporte con seguridad en condiciones de servicio y eficiencia y como soportar cargas o deformaciones últimas; para el buen entendimiento del diseñador debe estar basado en el verdadero conocimiento de las propiedades de los materiales y de su comportamiento estructural más que en los resultados obtenidos de modelos matemáticos.

El detallado debe ser claramente comunicado al constructor por medio de planos y prácticas estándar consignadas en los reglamentos más usuales como A.C.I. y el R.D.D.F.

DOBLADO

Los dobleces poco usuales deben hacerse en frío, a menos que el ingeniero lo permita de otra manera; puede hacerse necesario doblar varillas que se hayan "ahogado" en el concreto; generalmente no es posible proporcionar un perno del diámetro mínimo especificado en el reglamento en el punto de doblez.

Las varillas de refuerzo parcialmente "ahogadas" pueden volverse a doblar calentándolas a 600 ó 650 grados celcius con autorización de la supervisión, midiendo la temperatura mediante crayones térmicos u otro medio adecuado; las varillas calentadas no deben enfriarse por medios artificiales (tales como el agua o aire a presión) sino hasta que haya descendido su temperatura a 135 grados celcius por lo menos.

DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO

Se permitirán doblados múltiples con equipo normal para doblar estribos, para ganchos de estribos y anillos, usando varillas no mayores del No. 5. Para los ganchos estándar de 90 y 135 grados el doble mínimo será de 4 db (4 diámetros), para varillas de grado 42 ($F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$) sería el límite de fluencia del acero.

Se pueden utilizar mallas soldadas de alambre liso o corrugado como anillos y estribos.

Su descripción se basa en el diámetro interior del doblez, por facilidad y consideración de prácticas de doblado se establecieron diámetros mínimos, por experiencias realizadas con varillas del #14 y #18 de grado 42 y 52, cuya capacidad de doblarse sin ruptura, fue satisfactoria, para usos generales, sin ocasionar daños por aplastamiento en el concreto.

El ingeniero debe asegurarse de que el doblez especificado puede hacerse con seguridad con los grados de acero.

El diámetro del doblez medio en la cara interna de la varilla excepto para estribos y anillos, no debe ser menor a los dados en la tabla siguiente:

TAMAÑO DE VARILLA, NUMERO (#)	DIAMETRO MINIMO
Del # 3 al # 8.	6 db
Del # 9, # 10, # 11.	8 db
Del # 14 y # 18.	10 db
Para estribos y anillos	
Del # 3 al # 5.	4 db
Del # 6 al # 8.	6 db
Del # 9 al # 11.	8 db
Del # 14 al # 18.	10 db

CONDICIONES SUPERFICIALES DE LAS VARILLAS

Una cantidad normal de óxido aumenta la adherencia, por lo que se limpiará con un cepillo de alambre la varilla que tenga un exceso de óxido porque perjudicaría la adherencia entre el concreto y el refuerzo.

COLOCACION DEL REFUERZO

La norma A.C.I. 318-71 y la práctica generalmente han establecido tolerancias para el peralte total (cimbra o acabado) y para el armado de parrillas dobladas, anillos cerrados, estribos y espirales.

El peralte inferior se estrecha por su durabilidad y protección.

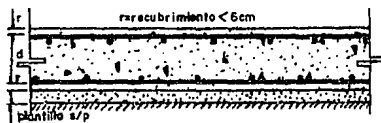
Los soportes y separadores de varillas hechos en fabricas tienen tolerancias más estrechas y se fabrican en medida estándar de múltiplos de 0.65 cm (1/4").

El recubrimiento no debe rebasar 1/3 de la tolerancia.

Para concreto preesforzado pueden resultar útiles tolerancias superiores a las que requiere el reglamento, a fin de alcanzar el control de la contra flecha dentro de los límites aceptables. El concreto reforzado por temperatura o contracción estará libre de anclaje y será una malla soldada de pequeño calibre cuya soldadura será por puntos.

El refuerzo, los cables de pre-esfuerzo y los ductos deben colocarse con precisión; se deben contar con los soportes necesarios antes de colocar el concreto y estar seguros contra desplazamientos debido al movimiento del personal que participa en el habilitado y en la colocación del concreto dentro de las tolerancias permisibles.

La tolerancia para el peralte d y para recubrimientos mínimos de concreto en miembros sujetos a flexión muros y miembros sometidos a compresión. FIGURA-ACE.14



PERALTE d	TOLERANCIA EN d	TOLERANCIA EN EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CONCRETO.
$d \leq 20$ CM	± 1.0 CM	- 1 CM
$d > 20$ CM	± 1.5 CM	- 1.5 CM

La tolerancia para la distancia libre a los lechos inferiores cimbrados debe ser menor de 5 cm. y la tolerancia para el recubrimiento no debe exceder de $1/3$ del recubrimiento mínimo de concreto requerido en los planos del concreto o en las especificaciones.

ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO (en paquete de varillas).

La separación libre entre varillas paralelas de una capa no debe ser menor que el db ni de 2.5 cm.

Si el refuerzo se coloca en dos capas las varillas de las capas superiores debe colocarse exactamente arriba de las que están en capas inferiores con una distancia libre entre ambas.

En miembros en compresión reforzados con espirales o anillos, la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor de 1.5 db, ni de 4 cm.

La limitación de la distancia libre entre varillas también se aplica a la distancia libre entre un traslape y los traslapes o varillas adyacentes.

En muros y losas, exceptuando las losas de nervaduras, la separación del refuerzo principal por flexión, no debe ser mayor que tres veces el espesor del muro o de la losa, ni de 45 cm.

Los grupos de varillas paralelas de refuerzo armadas en paquetes que actúan como unidad, deben limitarse a 4 varillas por cada paquete.

Los paquetes de varillas deben estar confinados por estribos o anillos y deben atarse o amarrarse con alambre o sujetarse de alguna manera a fin de asegurar que permanezcan en posición vertical u horizontal.

Con las varillas mayores del No. 11 no se deben formar paquetes en vigas o trabes. Se permitirá paquetes de dos varillas del No. 14 y del No. 18 en trabes de los puentes.

Para el control de agrietamiento o como refuerzo de tensión se evitarán los paquetes de varillas mayores del No. 11.

Los paquetes que actúan como unidad pretenden evitar la utilización de los paquetes de más de dos varillas en el mismo plano. Los paquetes de más de una varilla colocados en el plano de flexión no deben doblarse ni utilizarse para formar ganchos. Cuando se requieran ganchos en los extremos es preferible escalonar los ganchos individuales dentro del paquete.

En miembros sujetos a flexión cada una de las varillas de los paquetes que se cortan en el claro deben terminar en puntos distintos y separados a distancias de por lo menos 40 db.

Donde las limitaciones de espaciamiento y recubrimiento mínimo de concreto están en base al diámetro de las varillas, un paquete de varillas deberá considerarse como varillas sencillas de un diámetro equivalente al área total de las varillas sencillas de un diámetro, equivalente al área de las varillas del paquete.

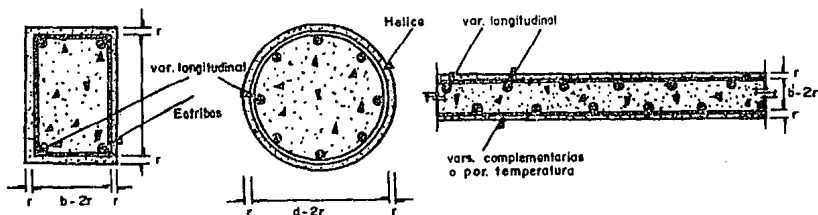
PROTECCIÓN DEL CONCRETO PARA REFUERZO

El recubrimiento de concreto para protección del refuerzo contra la acción del clima, humedad y otros efectos, se mide desde la superficie del concreto hasta la superficie exterior del acero a la cual se aplica el recubrimiento.

Los elementos estructurales prefabricados en la obra también se ubicarán dentro de esta sección si el control de las dimensiones de las cimbras, el armado del refuerzo, el control de calidad del concreto y el procedimiento de curado son semejantes a aquellos que normalmente se esperan en una planta.

Para un ambiente corrosivo como en sitios donde abundan cloruros como sales, deshielantes, agua salobre, agua de mar o salpicaduras se recomienda un recubrimiento mínimo de refuerzo de 5 cm. para muros y losas y de 6.5 cm. para otros elementos, para concreto prefabricado se recomienda un recubrimiento mínimo de 3.8 a 5 cm. respectivamente.

FIGURA-ACE.15



DONDE:

r = recubrimiento 6 cm.
 b = base
 b = espesor
 d = diámetro

La superficie expuesta de la acción del clima, humedad, cambios de temperatura, líquidos y algunos elementos no sufren todas estas acciones, aunque también pueden ser protegidos por un impermeable de protección y acabado como el entortado en losas de azotea; loseta, mármol, yeso en losa de entrepiso, aplanado, yeso, tablaroca en muros, etc.

Los espesores menores para la construcción con elementos prefabricados reflejan la gran conveniencia del control para el proporcionamiento, la colocación y el curado inherentes a la prefabricación.

Los elementos fabricados bajo condiciones de control de plantas son los elementos prefabricados hechos en planta como en obra con un control de dimensiones, de cimbras, armados de refuerzo, control de calidad, curado, etc., son muy semejantes ya sea en planta como en obra.

RECUBRIMIENTOS DE CONCRETO COLADO EN OBRA	
Se proporcionarán los recubrimientos mínimos de concreto al acero de refuerzo.	
ELEMENTO ESTRUCTURAL	RECUBRIMIENTO MIN.
Concreto en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él.	7.5 cm.
Concreto no expuesto a la acción del clima:	
Vars # 6 al # 8	5.0 cm.
Vars # 5, alambres W31 ó D31 y menores	4.0 cm.
Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo, en losas, muros, nervaduras.	
Vars # 14 y # 18	4.0 cm.
Vars ≤ # 11	2.0 cm.
En vigas y columnas.	
Refuerzo principal, anillos, estribos, espirales.	4.0 cm.
En cascarones y placas plegadas:	
Vars ≥ # 6	2.0 cm.
Vars ≤ # 5 y alambre W31 ó D31 y menores.	1.5 cm.

RECUBRIMIENTOS DE CONCRETO PREFABRICADO.	
Se proporcionarán los recubrimientos mínimos de concreto al acero de refuerzo.	
ELEMENTO ESTRUCTURAL	RECUBRIMIENTO MINIMO
Concreto expuesto al suelo o la acción del clima como tableros para muros	
Vars # 14 y # 18	4.0 cm.
Vars \leq # 11	2.0 cm.
OTROS MIEMBROS:	
Vars del # 6 al # 11	4.0 cm.
Vars \leq # 5 , alambre W31 ó D31 y menores.	3.0 cm.
Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo, losas, muros y nervaduras.	
Vars # 14 al # 18	3.0 cm.
Vars \leq # 11	1.5 cm.
Vigas, Columnas:	
Refuerzo principal...db, pero no menor de 1.5 cm ni mayor de 4.0 cm.	
Anillos, estribos, espirales, cascarnes y placas plegadas.	1.0 cm.
Vars \geq # 6	1.5 cm.
Vars \leq # 5, alambre W31 ó D31 y menores.	1.0 cm.
Concreto presforzado	
Concreto colado en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él	7.5 cm.
Concreto expuesto al suelo o la acción del clima	
Tableros para muros, losas y nervaduras.	2.5 cm.
Otros miembros.	4.0 cm.
Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo	
Losas, muros, nervaduras.	2.0 cm.
Refuerzo principal.	2.5 cm.
Cascarnes y placas plegadas	
Vars # 5 y alambre W31 ó D31 y menores	1.0 cm.
Otro tipo de refuerzo...db pero no menos de:	2.0 cm.

REFUERZO LATERAL PARA ELEMENTOS EN COMPRESION

Las columnas prefabricadas con un recubrimiento menos de 4 cm., las columnas presforzadas sin varillas longitudinales, las columnas de dimensiones menores que las mínimas, las columnas de concreto con agregado grueso de tamaño pequeño, los muros que trabajan como columnas y otros casos especiales pueden requerir diseños particulares para el refuerzo lateral, se utiliza alambre liso o corrugado calibre W4, D4 o mayor como anillos o espirales.

ESPIRALES REFUERZO PARA COLUMNAS

El diámetro mínimo del refuerzo en espiral es de 9.5 mm. (3/8"), varilla del # 3, o alambre W11 o D11, se puede utilizar en una columna con recubrimiento de 4 cm., con un concreto con resistencia de 210 Kg/cm² o más con espaciamiento libre mínimo para la colocación (2.5 cm).

Los tamaños estándar de los espirales son 9.5 mm., 13 mm. y 16 mm. de diámetro para material laminado en caliente o estirado en frío; liso o corrugado.

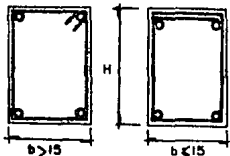
El reglamento permite que los espirales se terminen a nivel del refuerzo horizontal mas abajo ligada con la columna, si en uno de los elementos no hay trabes o ménsulas, se requieren anillos en la terminación de la espiral en la parte inferior de la losa o abaco, en caso contrario los anillos deben extenderse desde la espiral hasta el nivel del refuerzo horizontal de la viga de menor peralte formando un marco con la columna.

ANILLOS

Todas las varillas longitudinales sujetas a compresión deben quedar confinadas mediante anillos laterales cuando las varillas longitudinales se coloquen en forma circular, solamente se requerirá un anillos por cada espaciamiento especificado.

Los requisitos de amarre se incrementa el ángulo incluido, permisible de 90° a 135° exceptuando varillas situadas dentro de un claro de 15 cm. en cada lado a lo largo del amarre.

FIGURA-ACE.16



REFUERZO LATERAL PARA ELEMENTOS EN FLEXIÓN

El refuerzo de compresión en vigas y traveses deben estar confinados para evitar el pandeo. Cualquier refuerzo lateral en elementos sujetos a esfuerzos reversibles o a torsión en los apoyos debe tener un espaciamiento cerrado. Mas aún, dicho refuerzo lateral debe confinar el refuerzo lateral aumentando la resistencia del concreto contra pandeo y separación por tensión.

La aparición de las normas de la A.S.T.M para acero de alta resistencia de 4200 Kg/cm² y 5270 Kg/cm² se dio en seguida, por casi una década a la introducción de este refuerzo. Aceros con esfuerzos en el punto de fluencia de 5270 Kg/cm² fácilmente podría llegar a ser de uso general durante esta década sus propiedades químicas como físicas las podemos encontrar en la norma A.S.T.M. 615-68.

El refuerzo que contiene mas de 0.35 % de carbón puede resultar difícil de soldar en el campo.

El reglamento A.C.I. 318-71 o A.C.I. 318-83 incluye un factor de incremento con relación a la longitud de desarrollo para aceros con esfuerzos de fluencia de más de 4220 Kg/cm².

El reglamento A.C.I. 318-83 especifica las longitudes de empalmes para malla de alambre corrugado, que varía linealmente con la resistencia en el punto de fluencia del alambre.

La investigación no ha definido cuantitativamente los efectos aislados de todos parámetros que pueden afectar la resistencia a la fatiga. Las indicaciones actuales son que el límite de fatiga de la malla de alambre producido hoy en día es por lo menos de 1410 Kg/cm².

El control del agrietamiento puede lograrse mediante el uso de varillas más pequeñas en mayor número, bien distribuidas por toda el área a la tensión.

Los valores del ancho de la grieta pueden lograrse empleando la expresión Gergeley-lutz, en la cual se basan los requisitos de espaciamiento de las varillas del A.C.I. 318-71 ó A.C.I. 318-83.

El agrietamiento por cortante debido a cargas mayores aplicadas a vigas de tamaño comparable, pueden controlarse por:

- a) Estribos inclinados
- b) Empleo de tamaño de varillas menores disminuyendo así el espaciamiento.
- c) Empleo de acero longitudinal paralelo a las almas de la viga.
- d) Empleo de un refuerzo de menor resistencia en el punto de fluencia por los estribos, lo que da como resultado un mayor número de ellas.
- e) Aumentando el peralte del concreto.

El uso de aceros de más alta resistencia para el refuerzo a causa de mayores deformaciones en la carga de trabajo, da como resultado secciones de menores momentos de inercia efectivos, origina a la vez mayor deflexión en miembros reforzados con aceros de alta resistencia.

Los requisitos de los reglamentos para diseños de límite restringen el empleo de aceros con fluencia de más de 5620 Kg/cm².

Se requiere una fluencia aguda a un determinado esfuerzo de prueba en una deformación permanente de 0.002 (acero de refuerzo de alta resistencia).

SEPARACION ENTRE VARILLAS

De exigirse que la separación entre varilla y varilla sea como mínimo dos veces el diámetro de la misma.

La separación entre varillas y los nodos o sea, el crucero de columnas y trabes, que por lo menos debe haber un hueco para el vibrador, sin embargo la separación mínima que se considera es la del máximo diámetro del agregado (2.5 cm. o 1 in), la separación mínima de varillas debe ser de una vez y media el diámetro de la varilla.

De acuerdo a las normas del ACI y RDDf la separación será:

	ACI	RDDF
<u>SEPARACION DE VARILLAS(S)</u>	S>0 2S	S>0 o 1.5 Tma
	S>1.33 TMA	
<u>LOSAS</u>	St o 4.5cm	
<u>SEPARACION ENTRE LECHOS</u>	S>2.5 cm ... 2 cm	

RECUBRIMIENTOS

<u>EN CONTACTO CON EL TERRENO</u>	7 cm.
<u>SUJETOS AL INTEMPERISMO</u>	r> 1.0
<u>DEL #6 AL #12</u>	5 cm.
<u>MENOR DEL #5</u>	4 cm.

NO EXPUESTOS AL INTEMPERISMO:

<u>VARILLAS #12</u>	4 cm.
<u>VIGAS, TRABES, COLUMNAS,</u>	
<u>REFUERZOS PROLONGADOS</u>	2 cm.
<u>VARILLAS MENORES DEL #6</u>	2 cm.
<u>ANILLOS, ESTRIBOS, ESPIRALES</u>	4 cm.

Recomendaciones

En ningún caso debe recurrirse a calentar el acero para facilitar el doblado, sino de cortarlo.

Debe vigilarse que todo tipo de acero sea recto, admitiendo que sea doblado sólo en aquellas partes donde los cálculos así lo indiquen.

Si hay necesidad de doblar este deberá hacerse con herramienta adecuada como grifos o pernos, perra, tubo, máquinas dobladoras, etc.

En casos de que la varilla tenga que dejarse a la intemperie y hubiera ligamento con ampliaciones futuras, deberán protegerse con cemento pobre o pintura hy-patón. Estos se utilizarán más en el verano ya que se oxida el acero perjudicandolo grandemente.

Almacenar, limpiar, clasificar y transportar debidamente las varillas de acero.

Cortar, doblar y fijar adecuadamente el acero de refuerzo.

Dar el recubrimiento adecuado.

Antes de la colocación debe estar limpio, seco, libre de mucho o de cualquier recubrimiento que perjudique la adherencia e inclusive de pintura o mortero para protección.

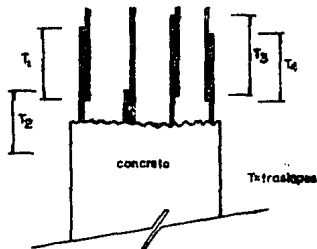
Traslapes

Debido a la longitud con que se adquieren las varillas en el mercado son de una longitud de 9m. ó 12m., habrá necesidad de cortar varillas, o que la longitud requerida no es posible obtenerla a más longitud se efectuarán empalmes o en lo contrario a criterio del ing. se dejará ese tramo extra cuando se requiera o permitan los planos de diseño, las especificaciones o si las autoriza el ingeniero.

Para varillas mayores del # 11 no se deben utilizar traslapes exceptuando cuando se indique.

Los traslapes de paquetes de varillas, deben basarse en la longitud de traslape requerida para las varillas individuales dentro de un paquete, aumentada en un 20% para paquetes de 3 varillas y en un 3% para paquetes de 4 varillas. Los traslapes de las varillas individuales dentro de un paquete no deben coincidir en el mismo lugar.

FIGURA-ACE.17



Las varillas empalmadas por medio de traslapes sin contacto en elementos sujetos a flexión no deben separarse transversalmente más de 1/5 de la longitud de traslape requerida ni más de 15 cm.

La longitud mínima en los traslapes de tensión será conforme a los requisitos de empalmes tipo I, II, III, pero no menor de 30 cm.

Empalme Tipo I.....1.0 Ld
 Empalme Tipo II.....1.3 Ld
 Empalme Tipo III.....1.7 Ld

Donde Ld es la longitud de desarrollo por tensión o fluencia.

Ld - $\frac{\text{As Proporcionalada}}{\text{As Requerida}}$

Porcentaje máximo de As de acuerdo con la longitud de traslape requerido.

TRASLAPE O EMPALME	50	75	100
Igual o mayor que 2	Tipo I	Tipo I	Tipo III
Menor que 2	Tipo II	Tipo III	Tipo III

Las barras de refuerzo pueden empalmarse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos de unión. Las especificaciones y detalles dimensionales de los empalmes deben mostrarse en los planos. El empalme debe ser capaz de transferir por lo menos 1.25 veces la fuerza de fluencia de tensión de las barras, sin necesidad de exceder la resistencia máxima de éstas.

Debe evitarse los empalmes en secciones de máximo esfuerzo de tensión.

Cuando se empalma por traslape más de la mitad de las barras en un tramo de 40 diámetros, se deben tomar precauciones especiales, como el aumentar la longitud de traslape o en utilizar hélices o estribos muy próximos en el tramo donde se efectúa el empalme en secciones de esfuerzo máximo.

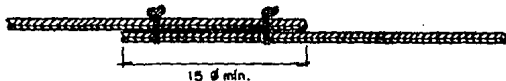
La longitud de un traslape no será menor de 1.33 veces la longitud de desarrollo, Ld calculada ni menor que 0.001 fy-6 veces el diámetro de la barra tal que fy en Kg/cm².

Si se usan empalmes soldados o mecánicos deberán comprobarse su eficiencia.

En una misma sección transversal no debe emplearse soldaduras o dispositivos mecánicos más del 33% del refuerzo. Las secciones de empalmes distarán entre sí no menos de 20 diámetros.

Una forma sencilla de empalmar es amarrar con alambre recocido, éste será aproximadamente de 20 cm. de longitud doblando a la mitad para realizar el amarre del traslape, la longitud de traslape serán por lo menos de 15 diámetros.

FIGURA-ACE.18



traslape con alambre recocido

V) OTROS DETALLES PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACION.

COLUMNAS

El acero de refuerzo vertical y el área total de la sección no será menor de $20/f_y$.

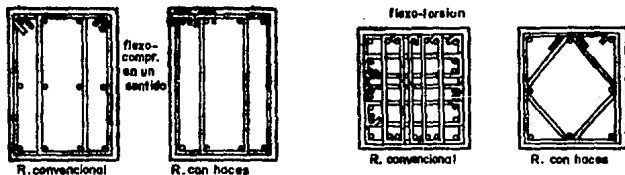
La separación libre entre las barras longitudinales no será inferior a:

- I) 1.5 Diámetros de la barra.
- II) 1.5 Diámetros del T.M.A.
- III) 4 cm.

Se recomienda usar por lo menos una barra en cada esquina de columna no circulares y un mínimo de 6 barras en columnas circulares.

No se debe usar más de dos barras como paquetes o haz.

FIGURA-ACE.19



La longitud de desarrollo del haz es igual a la de una barra individual incrementada en ciertos factores:

- ACI 318-83 factor de 1.2 para haces de 3 barras.
- factor de 1.3 para haces de 4 barras.

Se recomienda no cortar todas las barras en un haz en la misma sección. Los haces evitan el congestionamiento del refuerzo, pero obligan a poner especial cuidado en los detalles de empalmes y dobleses.

La zona de cambio debe colocarse refuerzo transversal capaz de resistir una y media veces la componente la horizontal de la fuerza que actúe de las barras de la columna.

Excentricidad. Las NTC-77 Consideran una excentricidad accidental igual a $0.05 h > \text{cm.}$, siendo h la dimensión de la columna en la dirección de flexión.

Refuerzo transversal.- Consiste en hélice o estribos.

Hélice.- Estas deben anclarse en sus extremos mediante 2.5 vueltas según NTC.77 y 1.5 Vueltas según el reglamento del ACI.

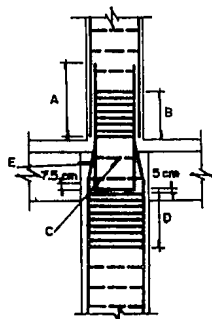
El esfuerzo de influencia no debe ser superior a 4200 Kg/cm^2 .

La separación libre máxima entre vueltas consecutivas no excederá de 7 a 8 cm.

La separación libre mínima se limita a unos 2.5 cm o a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

El ACI y el R.D.D.F., disponen que las barras de esquina y cada barra alternada estén restringidas por la esquina de un estribo con un ángulo interno máximo de 135° .

FIGURA-ACE.20

Detalle de cambio de dimensión
en columna

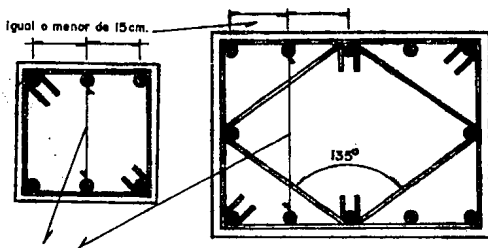
DONDE:

- A - LONGITUD DE DESARROLLO O 30 DIAMETROS DE LA BARRA LONGITUDINAL.
- B - REFUERZO ESPECIAL DE CONFINAMIENTO CUANDO SE REQUIERA EN ZONAS SISMICAS.
- C - ESTRIBOS PARA RESISTIR LA COMPONENTE HORIZONTAL DE LA FUERZA DE TENSION.
- D - REFUERZO ESPECIAL DE CONFINAMIENTO CUANDO SE REQUIERA EN ZONAS SISMICAS.
- E - PENDIENTE MAXIMA 1:6

La distancia libre de las barras no restringidas a las barras restringidas se limita a 15 cm.

La separación centro a centro entre barras restringidas se suele limitar a 35 cm.

FIGURA-ACE.21



Puede ser mayor de 15cm No se requieren anillos intermedios
Refuerzo lateral para elementos en flexion.

Para secciones circulares se puede utilizar estribos circulares pero deben estar anclados adecuadamente en sus extremos.

La separación de estribos debe cumplir con lo siguiente:

El ACI restringe a los estribos no exceder de 16 diámetros de la barra longitudinal y 48 diámetros de los estribos ni la menor dimensión de la columna.

El R.D.D.F. especifica como la separación de estribos no debe exceder de:

$$S = \frac{85U}{\sqrt{F_y}} \phi \quad \text{de la menor barra de un paquete.}$$

O DE LOS SIGUIENTES CASOS:

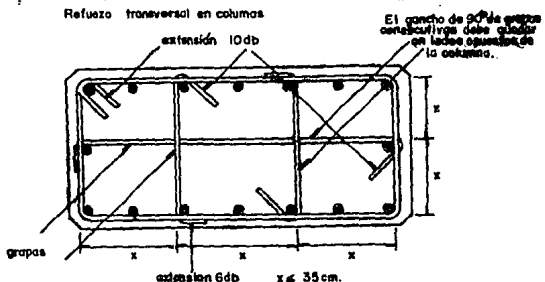
- * La mitad de una longitud no menor que la dimensión transversal máxima de la columna.
- * 1/6 de h.
- * Menos de 60 cm.
- * Encima y debajo de cada unión de la columna con vigas o losas.

Sin embargo el ACI indica como el primer estribo no sea menor a 2% de fy de la mayor barra o el mayor paquete restringido por el estribo.

Refuerzo máximo y mínimo.

El porcentaje de acero con respecto al concreto en áreas será:
 $0.06242 \geq A_s/A_g \geq 20/F_y$ el número mínimo de barras será de seis en columnas circulares y cuatro en columnas rectangulares.

FIGURA-ACE.22



El refuerzo transversal será el necesario para resistir la fuerza cortante y torsión.

La separación de estribos en barras o paquetes de barras se restringen contra el pandeo con una separación máxima de:

* $Sep = 850 (F_y)^{1/4} db = 850 (4200)^{1/4} db$ de la barra mas delgada del paquete.

* 48 diámetros de la barra del estribo.

* $S = 0.5 b$

Se puede restringir a otras condiciones como la separación de estribos será la máxima como:

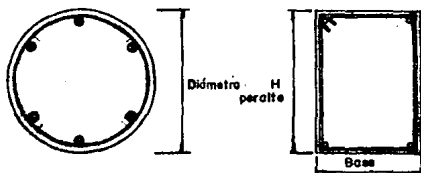
* Sep. máx. = h

* Sep. máx. = 1/6 la altura libre entre trabes.

* Sep. máx. = 60 cm.

Los estribos para que cada barra longitudinal de esquina y una barra de cada dos consecutivas tenga un soporte lateral suministrado por el doblé del estribo con un ángulo no mayor de 135° con una longitud de 15 cm. de una barra soportada lateralmente.

FIGURA-ACE.23



Columnas zunchadas

El refuerzo transversal de una columna zunchada debe ser continua de paso constante. Cumpliendo con otras restricciones:

a) El porcentaje de acero p' (helicoidal o transversal) estará en un intervalo de:

$$\rho' = 0.45 \times \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \times \frac{F'_c}{F'_y} \leq \rho' \leq 0.12 \times \frac{F'_c}{F'_y}$$

Donde:

A_c = Área transversal del núcleo hasta la circunferencia exterior de la hélice.

A_g = Área transversal de la columna.

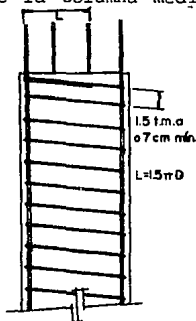
F'_y = Esfuerzo de fluencia del acero de la hélice.

b) El acero de la hélice no debe ser de grado mayor que 42.

c) El claro libre entre dos vueltas consecutivas no será menor que una vez y media el T.M.A. ni mayor de 7.5 cm. ni será menor que 2.5 cm. o 1.33 el T.M.A.

d) Los traslapes tendrán una vuelta y media. Las hélices se anclarán en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media.

FIGURA-ACE.24



Cuando sea necesario empalmar una espiral se hará mediante soldadura o con un empalme traslapado a tensión no menor de 30 cm. Diámetros mínimos espirales estándar y diámetros mínimos considerados de falla para varillas en espiral.

DIAMETRO DE VARILLA EN ESPIRAL.	DIAMETRO EXTERIOR MINIMO.	DIAMETRO EXTERIOR MINIMO DE ESPIRAL (FALLA)
[in]	[cm]	[cm]
3/8	23	35
1/2	30	45
5/8	38	62
3/8	76	--

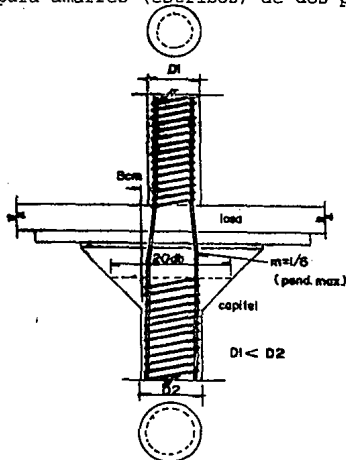
Los espirales se emplean principalmente para columnas, pilas, cajones de cimentación, pilotes, etc. El refuerzo enrollado en forma de hélice circular se emplea como refuerzo de amarre.

Las varillas verticales en columnas zunchadas deben estar amarradas cuya distribución estándar de amarres para diversos números de varilla. La distribución de amarres de una sola pieza proporciona rigidez máxima para rejas de columnas prearmadas en obra antes de su colocación.

No se permitirán empalmes traslapados para varillas mayores del #11, excepto para la transferencia de compresión a espigas de fijación de tamaño menor.

Los empalmes a tope alternados sobre varillas verticales grandes de longitud de dos pisos, las limitaciones prácticas de colocación usualmente requieren que los amarres de columnas sean habilitados en varillas verticales autoestables, se recomiendan las distribuciones estándar para amarres (estribos) de dos piezas por facilidad de habilitado.

FIGURA-ACE.25



El espaciamiento mínimo de varillas o paquetes de varillas así como el número máximo de varillas que pueden colocarse en una cara de una columna, deberá mostrarse la distribución de empalmes. Los sistemas de empalme a tope deberá incluirse un margen para el armado de diámetro en acopladores en los dispositivos de apoyo de extremos y para dar lugar a la soldadura, mostrándose o especificando la preparación especial final.

Cuando el área de acero requerida en la parte superior de la columna es diferente de la parte inferior de la columna, los planos estructurales deben mostrar claramente la extensión requerida de todas las varillas de refuerzo ubicadas arriba como abajo del nivel de piso.

Número máximo de varillas que pueden acomodarse en una cara de columna empleando empalmes de apoyo según el ACI 318-83.

DIMENSION DE UN LADO DE COLUMNA, CM.	AMARRS DEL # 3 RECUBRIENDO 4 CM.				AMARRS DEL # 4, RECUBRIENDO 4 CM.			
	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	# 14	# 18
25	3	3	3	2	2	2	-	-
30	4	4	3	3	3	2	2	-
36	5	4	4	4	3	3	2	-
41	6	5	5	4	4	4	3	2
46	7	6	6	5	5	4	3	3
51		7	7	6	5	5	4	3
56			7	7	6	5	4	3
61			8	7	6	6	5	4
66				8	7	6	5	4
71				9	8	7	6	4
76					8	7	6	5
81					9	8	7	5
86					10	9	7	5
91					10	9	8	6
97					11	10	8	6
102					12	10	9	7
107					12	11	9	7
112					13	11	10	7
117					13	12	10	8
122					14	13	11	8
127					15	13	11	8

Nota: No incluye un incremento en el diámetro de los acoplamientos.

Cuando el tamaño superior de columna es constante a partir de abajo (de arriba a abajo) las varillas de estribo son efectivas en mantener la capacidad del momento total de los empalmes de la columna.

Cuando los vértices de columna están desviados en curvatura se requieren amarres adicionales, los que deberán colocarse a no más 15 cm. del punto de curvatura, generalmente se emplean tres amarres no muy separados, uno puede ser parte de los amarres normalmente espaciados, más dos amarres adicionales, se especificarán también cualquier amarre adicional requerido por condiciones especiales como empalmes y dobleces.

Cambio de distribución de varillas de entrepiso

Si la distribución de varillas de entrepiso cambia las varillas se podrán extender hasta el otro extremo, se podrán terminar o utilizar espigas de fijación separadas. El acero que tenga un área por lo menos igual a la de la columna superior debe prolongarse hasta traslaparse con las varillas superiores una longitud de traslape igual a la requerida o por el contrario, deben hacerse empalmes a tope.

Las varillas verticales de la columna inferior que se terminen por cualquier razón, se cortan a un mínimo de 7 cm. abajo del piso terminado.

El espaciamiento de los amarres (estribos) dependerá del tamaño de las varillas verticales, del tamaño de las columnas y del tamaño de los amarres.

Si se requiere refuerzo lateral en la columna en la parte superior de la espiral principal y el nivel de piso superior de la espiral principal y el nivel de piso superior, este refuerzo se proporcionará por un vástago de espiral (sección corta de espiral) o amarres de columna circulares que permitan colocar el refuerzo en el sistema de piso.

Varillas en paquete

Las varillas en paquete pueden emplearse como vértice de columnas (nodos), un paquete se define como un grupo de varillas paralelas que están en contacto unas con otras y que actúan como una unidad no más de cuatro varillas deben agruparse en un paquete, deben emplearse empalmes a tope o varillas empalmadas sueltas.

Las varillas en paquete deben zuncharse, reforzarse con alambre o por el contrario, fijarse para asegurar que se mantengan en su lugar.

Todas las varillas en paquete del vértice de la columna deben estar sujetas con amarres adicionales arriba y abajo de los empalmes de apoyo en los extremos por algunas varillas cortas adicionales empalmadas para tensión, se debe utilizar una esquina de amarre en cada paquete. No debe emplearse amarres (estribos) menores del #4 para varillas en paquete.

Los empalmes se deben especificar ya sea como traslape, soldado, o conexión mecánica.

Para varillas mayores del # 12 no se permitirá empalmes de traslape excepto para varillas menores en compresión.

Las varillas traslapadas pueden estar en contacto o separadas, donde el esfuerzo sea mínimo o en el punto de inflexión, y no empalmar cuando el esfuerzo crítico sea de tensión.

Se indicará que las varillas empalmadas traslapadas separadas en elementos a flexión, no deben estar espaciados transversalmente más de la longitud de traslape ni más de 15 cm.

Deberá mostrarse una "C" o una "T" cuando rige en compresión o en tensión; cuando la tensión rige se indicará el empalme requerido y si es de otra forma indicándose la dimensión del empalme. Cuando las varillas de dos tamaños tienen empalmes traslapados se empleará el empalme traslapado a tensión más apropiado para la varilla menor.

En los puntos de varillas en la columna, deben prolongarse suficientes varillas (o espigas de fijación) de la columna inferior dentro de la columna superior para proporcionar un área no menor que el área de sección transversal de las varillas de la columna superior. Por lo menos, se debe prolongar 4 varillas.

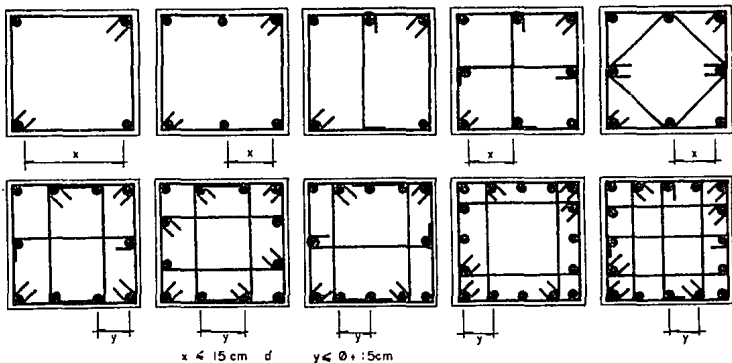
Y con la columna inferior las prolongará dentro de unos 8 cm. de la parte superior del piso o de algún otro elemento que transmita la carga adicional a la columna. Si los extremos superiores de las varillas de la columna estén a menos de 15 cm. por arriba de la parte superior de los apoyos, las varillas deben prolongarse dentro de ellos.

Las espigas de fijación para empalmes traslapados en columnas desalineadas deben tener un área de sección transversal por lo menos igual a la de las varillas superiores y deben prolongarse tanto arriba como abajo de los puntos de empalme.

El grado de desviación de las varillas es mayor en columnas rectangulares que en columnas circulares. Los vértices de columna deben tener empalme traslapado, en columnas redondas donde no cambia el tamaño de la columna deben ir dobladas si el número máximo de varillas con empalme traslapados en la columna superior.

Los ganchos en la parte inferior de las varillas pueden ser convenientes para resistir tensión, pero el gancho no debe tomarse en cuenta al determinar el confinamiento proporcionado para compresión.

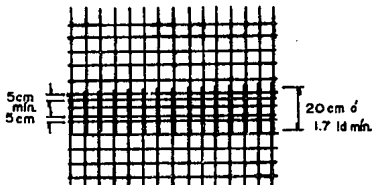
FIGURA-ACE.28



Las varillas empalmadas sueltas (espigas) son necesarias para empalmar varillas de columna, cuando la sección de la columna cambia en 8 cm. o más, o cuando se retrasa el colado de partes de la estructura o entre varias unidades de estructuras deben ser del mismo número, tamaño, grado y de una longitud apropiada para empalmes con varillas principales.

Los empalmes traslapados para malla de alambre soldado corrugado (ACI-318-83) debe de ser por lo menos 1.7 veces la longitud de desarrollo (20 cm. máximo).

FIGURA-ACE.30



La longitud del empalme, medido entre los alambres transversales extremos de cada hoja de la malla, no debe ser menor que un espacio entre alambres transversales mas 5 cm, ni menor que 1.5 ld (15 cm mínimo), cuando "As" proporcionada entre As requerida:

$$\frac{A_s \text{ PROPORCIONADA}}{A_s \text{ REQUERIDA}} \geq 2$$

Se especificarán todos los empalmes, ya sean soldados y conexiones mecánicas, deben de ser a tope (varillas verticales de la columna) utilizándose para varillas del # 14 y del # 18 requiriéndose preparaciones especiales en los extremos de las varillas. Si se usa soldadura de arco, se proporciona un corte cuadrado en el extremo superior de la varilla superior. La preparación en campo de los extremos de las varillas mediante cortadora de flama, todo el trabajo de soldadura debe realizarse de acuerdo a las especificaciones.

Si se emplea un empalme mecánico, ambos extremos de la varilla deben ser cortados en forma cuadrada, cortes por flama, o cortes por cizalla dependiendo del tipo de conexión empleado, puesto que los puntos de empalme generalmente, están espaciados entre varillas alternadas verticalmente, la ubicación de los empalmes dependen de los requisitos de diseño. Debe indicarse el tipo de empalme, su ubicación y preparación final requerido.

Detalle de conexión

Esquina de marco rígido

El diseño de la conexión se debe proporcionar total continuidad al radio uniforme y conservando el centro dentro del concreto.

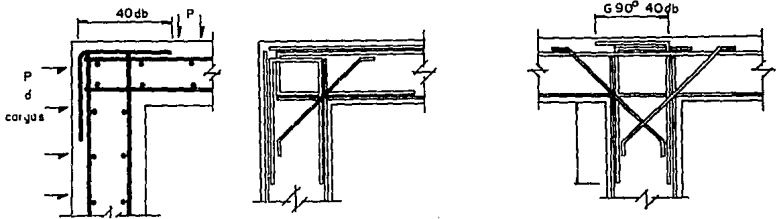
Se debe proporcionar información completa mostrando el radio del doblado, su ubicación y las dimensiones de los empalmes mecánico o por soldadura, se proporcionará una descripción completa como la tensión radial en el concreto, la tensión causada por el ángulo entre el dobles de esquina en varillas.

Intersecciones de muros y esquinas

Quando se requiera refuerzo horizontal en el muro todas las varillas horizontales en una cara del muro (o en ambas) debe prolongarse lo suficiente más allá de una esquina o de una intersección, para que tenga el desarrollo suficiente, lo común es que todas las varillas horizontales se anclen, el ingeniero indicará el refuerzo horizontal que debe prolongarse, cuanto, como y donde debe anclarse.

Los muros con carga que se extiendan en intersecciones de esquina deben ser reforzados de manera diferente que los muros con carga que excluya dichas intersecciones.

FIGURA-ACE.31

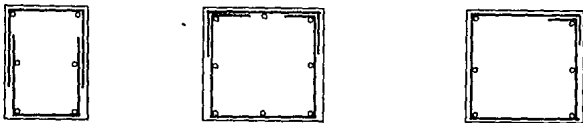


ESTRIBOS CERRADOS

Se emplearán estribos cerrados con ganchos de 90°, puede utilizarse estribos de dos piezas, si se utiliza una pieza se traslaparán sus ganchos, encerrando una varilla longitudinal mediante pares de empalmes de estribos en 'U' o por un amarre de estribos estándar de una pieza tipo E1 o E2.

Por lo menos una varilla longitudinal debe estar situada en cada esquina de la sección, la varilla debe ser por lo menos del #4; los ganchos de 90° y empalmes traslapados en estribos cerrados, no se consideran efectivos cuando se tiene un esfuerzo de torsión elevado ya que debido al descascaramiento del recubrimiento del concreto se tiene una pérdida de anclaje en los ganchos de 90° y los empalmes traslapados.

FIGURA-ACE.32



Estribos ineficientes

Soporte del refuerzo.

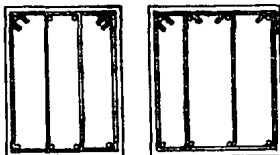
El ingeniero indicará los materiales aceptables a la protección necesaria contra la corrosión, para los soportes de refuerzo, así como los separadores laterales de la cimbra.

Los soportes de varilla se basan en prácticas establecidas en la construcción.

Detalles especiales para diseño sísmico de marcos, juntas, muros, diafragmas y losas en dos direcciones.

Los detalles especiales por sismo son para miembros de marco flexionante y para elementos de marco sujeto tanto a cargas de flexión como axial para regiones de alto índice sísmico.

FIGURA-ACE.33



Se examinará cuidadosamente la disposición del refuerzo en tres dimensiones, permitiendo mostrar la congestión en las juntas de viga, viga-columna, columna y anillos de refuerzo, cabe comentar que los detalles se deberán de mostrarse en planos a escala, permitiendo un mejor detalle en el proceso constructivo.

Las juntas en marcos y elementos límites de muros deben ser capaces de ceder y mantenerse, para resistir cargas después de la fluencia sin que ocurra la falla frágil del concreto, estando sujetas a reversiones de sobrecarga laterales, el concreto debe estar confinado por refuerzo transversal como anillos rectangulares o circulares.

FIGURA-ACE.34

confinamiento de estribos a torsion y cortante



El concreto cuya resistencia $F'c$ no debe ser menor que 211 Kg/cm² y para concreto ligero $F'c$ no debe exceder de 180 Kg/cm².

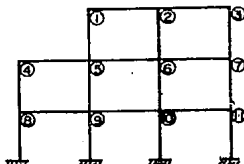
El acero de refuerzo resistente a flexión inducidas por sismo y por cargas axiales en elementos de marco y elementos de límite de muros (ASTM A706 y ASTM A615) será de grado 42 y grado 28 empleándose para resistencia real a la fluencia no mayor a la resistencia a la fluencia por más de 1266 Kg/cm² y la resistencia última sea por lo menos 25% más alta que la resistencia a la fluencia efectiva.

Para vigas de alto riesgo sísmico se tendrán varillas de por lo menos de 2 varillas, una superior y una inferior, se emplearán como refuerzo longitudinal continuo para vigas enmarcadas en ambos lados de una columna se prolongará a través de la columna, al menos 2 veces el peralte de la viga, sin considerar empalmes en ningún caso deben prolongarse las varillas más allá de los puntos teóricos de corte.

Detalle entre columna y trabe

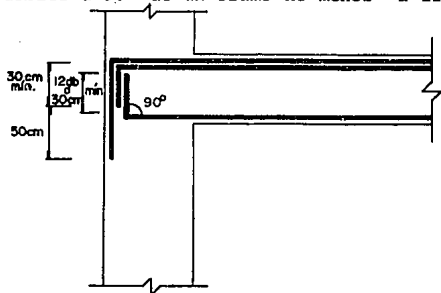
Supóngase el siguiente marco estructural.

FIGURA-ACE.35



Toda barra de refuerzo longitudinal de viga que termine en un nudo. Prolongarse hasta la carga del núcleo de la columna y rematarse con un doblar a 90° de un tramo no menor a $12db$ (nodo 7, 8, 11).

FIGURA-ACE.36



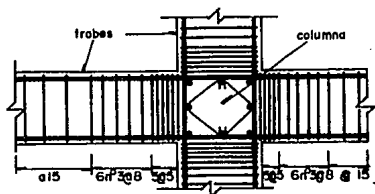
H de la columna es la dimensión transversal de la columna en la dirección de las barras de viga consideradas.

Si en la columna superior del nudo se cumplen que $P_u/Ag F'c \geq 0.3$ la relación del peralte total de la viga al diámetro de la barra de columna puede no ser menor que .15.

Es aplicable ésta relación, cuando en la estructura los muros de concreto reforzado resisten más del 50% de la fuerza total lateral.

Se permitirá que el detallado de acero transversal en los nodos las columnas tienen prioridad por lo que el acero transversal de la viga iniciará después de la intersección entre la otra trabe y columna.

FIGURA-ACE.37



En las dimensiones de las columnas y de las trabes de marcos dúctiles atendiendo al anclaje del acero de refuerzo en los nodos de la estructura.

De tal forma que cuando se lleve a cabo la estructuración, se definan los diámetros de las varillas a emplear como refuerzo longitudinal de trabes y columnas de los marcos dúctiles para establecer las dimensiones de estos elementos estructurales en función de los detalles de las uniones.

Las barras longitudinales de vigas y columnas deberán cumplir que pasen rectos a través de un nudo cumpliendo las relaciones siguientes:

$$\frac{H \text{ de columna}}{db \text{ barra de la viga}} > 20 \qquad \frac{h \text{ de la viga}}{db \text{ de la barra de l}}$$

Donde:

H de la columna = Dimensión transversal de la columna en la dirección de las barras de viga considerada.

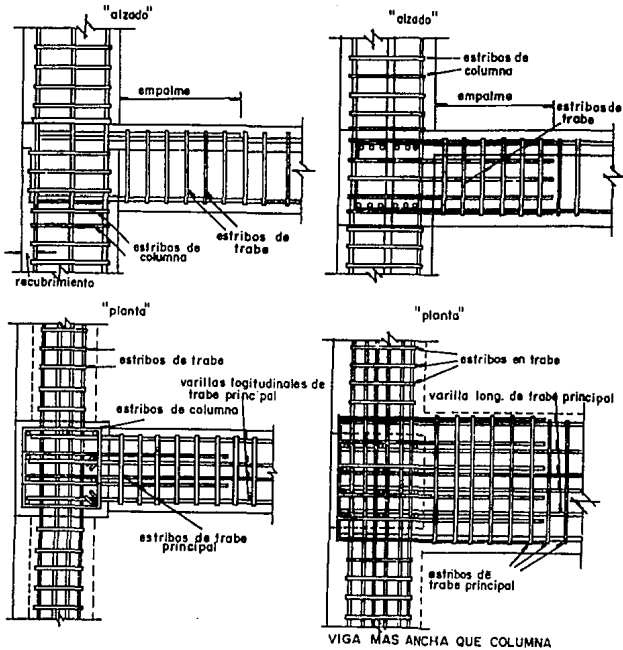
db = Diámetro de la barra de viga o de columna, según sea el caso.

Anclaje en una viga continua (nudo columna-viga)

Se colocará un refuerzo adicional en que los momentos producen esfuerzos de tensión o sea en el lecho superior de la viga, donde el momento es negativo y el lecho inferior, donde el momento es positivo esto en función del diseño estructural.

por lo que es un problema de desarrollo o anclaje, que el refuerzo negativo puede teóricamente cortarse e interrumpirse en el punto de inflexión; ya que más alla de este punto no se requiere para resistir esfuerzos de tensión, cortándose más alla del punto de inflexión (con un factor de 1.4).

FIGURA-ACE. 38



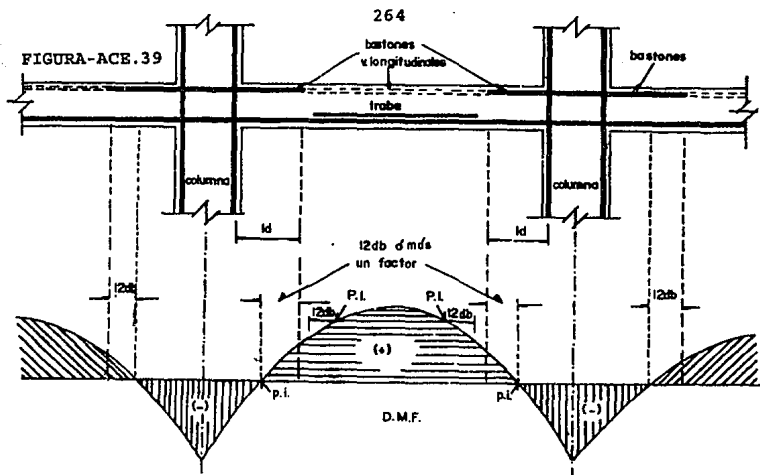
DETALLES DE NODOS COLUMNA-TRABES
 PARA RIESGO SISMICO (marco dúctil).

Unión Viga-Columna

Para fuerza cortante en la unión, el esfuerzo de tensión de las barras longitudinales de la vigas que llegaran a la unión deberá pasar dentro del núcleo de la columna.

Una unión viga-columna o nudo es aquella parte de la columna comprendida en el peralte de las vigas que llegan a ella.

Si en un nudo estará confinado por cuatro trabes que llegan a él, el ancho de cada una es al menos igual a 0.75 veces el ancho respectivo de la columna puede usarse la mitad del refuerzo transversal mínimo.



Desalineamiento entre caras de columna

Cuando haya cambio de tamaño en una columna, los planos estructurales deben mostrar como deben desviarse las varillas verticales, la pendiente de la porción inclinada no debe exceder de 1 a 6.

Cuando los vértices de columna están desviados en curvatura se requieren amarres adicionales, los que deberán colocarse a no más de 15 cm del punto de curvatura (3 amarres), la distribución general de las varillas verticales y todos los requisitos de amarre deben estar establecidos en los planos estructurales, así como amarres adicionales tamaño y espaciamiento de los amarres por condiciones especiales como empalmes o dobles desviados.

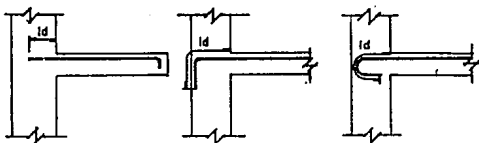
Cambio de distribución de varillas entre pisos

En este caso las varillas se pueden extender hasta el otro extremo, se puede terminar o se puede utilizar espigas de fijación separadas.

El acero que tenga un área por lo menos igual a la de la columna superior debe prolongarse hasta traslapes con varillas superiores, una longitud de traslape igual requerida o debe hacerse empalmes a tope. Las varillas verticales de la columna inferior que se terminen por cualquier razón, se cortan a un mínimo de 7 cm. abajo del piso terminado.

Se debe determinar que extensión adicional de vértice de columna discontinuado se requiere para un confinamiento adecuado y consignar esta información en los planos estructurales.

FIGURA-ACE.40



$l_d \geq 30 \text{ cm.}$

Zapatas.

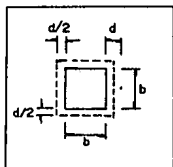
En zapatas aisladas o inclusive corridas actúa como una viga ancha como lo muestra la FIGURA-ACE.41

La zapata actua como una losa y viga ancha.

$b_o =$ perímetro crítico $= 4(b+d)$.

$d =$ sección crítica como viga.

$d/2 =$ sección crítica como losa.



Secciones críticas en zapatas para fuerza cortante, para fuerza cortante.

La resistencia a cortante será: $V_u = V_{cr} \times b \times d$.

$$V_{cr} = F_r \sqrt{F_c' c}$$

Para la obtención de un colado satisfactorio protegiendo a la vez a las varillas contra la corrosión, se proporcionaran distancias libres adecuadas entre varillas así como de cimbras. De igual forma debe especificarse.

La protección mínima requerida del concreto para el acero de refuerzo.

La distancia mínima entre varillas para el desarrollo de la adherencia y el colado del concreto en edificación será:

El espacio mínimo será de 1.33 el tamaño máximo del agregado grueso que se empleará pero no menos de 2.5 cm. en puentes será de 1.5 diámetros de varilla ó 1.5 veces el tamaño del agregado grueso o 4 cm.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO, 3/4", Y ESTRIBO DEL # 4												
Tamaño de la varilla.	Ancho de la trabe b en cm.											
	20	25	30	36	41	46	51	56	61	66	71	6
# 5	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	6
# 6	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14	9
# 7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3
# 8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3
# 9	-	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	1
# 10	-	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	0
# 11	-	2	3	3	4	5	5	6	7	8	8	9
# 14	-	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8
# 18	-	-	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO, 1", Y ESTRIBO DEL # 4												
Tamaño de la varilla.	Ancho de la trabe b en cm.											
	20	25	30	36	41	46	51	56	61	66	71	6
# 5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3
# 6	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11	2
# 7	-	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	1
# 8	-	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	1
# 9	-	2	3	4	5	6	7	7	8	9	9	0
# 10	-	2	3	4	5	6	6	7	7	8	9	0

Cabe mencionar que :

El recubrimiento mínimo del concreto considerado para estribos del # 4 es de 4 cm.

Los anchos de viga o el número de varillas que pueden colocarse en una viga a menudo se rigen por otros factores que el espaciamiento mínimo y el recubrimiento de concreto.

Número máximo de varillas en una sola capa en una viga.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO, 1", Y ESTRIBO DEL # 4.													
Tamaño de la varilla.	Ancho de la trabe b en cm.												
	25	30	36	41	46	51	61	71	81	91	102	112	12
# 5	2	3	4	5	6	7	9	11	13	15	16	18	20
# 6	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	17	19
# 7	2	3	4	5	6	6	8	10	11	13	15	16	18
# 8	2	3	4	5	5	6	8	9	11	13	14	16	17
# 9	2	3	3	4	5	5	7	8	10	11	13	14	15
# 10	2	2	3	4	4	5	6	7	9	10	11	12	14
# 11	2	2	3	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
# 14	-	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	9	10
# 18	-	2	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO, 1/2", Y ESTRIBO DEL # 4													
Tamaño de la varilla.	Ancho de la trabe b en cm.												
	25	30	36	41	46	51	61	71	81	91	102	112	12
# 5	2	3	3	4	5	5	7	8	10	11	12	14	15
# 6	2	3	3	4	5	5	7	8	9	11	12	13	15
# 7	2	2	3	4	4	5	6	8	9	10	11	13	14
# 8	2	2	3	4	4	5	6	7	9	10	11	12	13
# 9	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13
# 10	2	2	3	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
# 11	2	2	3	3	4	4	5	7	8	9	10	11	12
# 14	-	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	9	10
# 18	-	2	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8

El anclaje en estribos.

Se especificarán los tipos de estribos, ubicación, espaciamiento y tamaños e inclusive su forma (abiertos o cerrados) así como sus amarres.

Existen diversos tipos de anclaje pero es conveniente emplear uno de tipo estándar de amarre de estribos como el h1 al h9, utilizando los ganchos estándar.

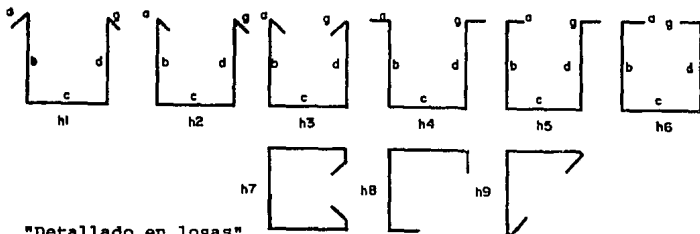
Al anclaje debe permitirse un margen para asegurar que los extremos del gancho del estribo estén totalmente confinados en el concreto, como cuando los ganchos están doblados hacia afuera en losas delgadas.

Por lo regular los ganchos de 90° requieren amarres de estribos cerrados, para el cortante vertical, y los ganchos de 135° requieren amarres de estribos cerrados para torsión de una o dos piezas en ambos casos que encierran una varilla longitudinal.

Por lo menos una varilla longitudinal debe estar ubicada en cada esquina interior de los estribos o amarres; el tamaño de estas varillas deberá ser igual, por lo menos, al diámetro del estribo (# 4 mínimo).

El espaciado para varillas en paquete deberá ser por lo menos de un diámetro de ellas llamadas varillas en paquete a un grupo de dos, tres, cuatro en puentes será de 1.5 diámetros.

FIGURA-ACE.42



"Detallado en losas"

Acero mínimo.R.D.D.F.

Las losas deben de tener un acero mínimo para que trabajen como elementos estructurales y contra agrietamientos (contracción y temperatura).

La separación de las varillas no debe exceder de:

$$s - 2 \times d \quad o - 3 \times d$$

El porcentaje de refuerzo por contracción y temperatura debe ser por lo menos 0.2% de la sección total del concreto.

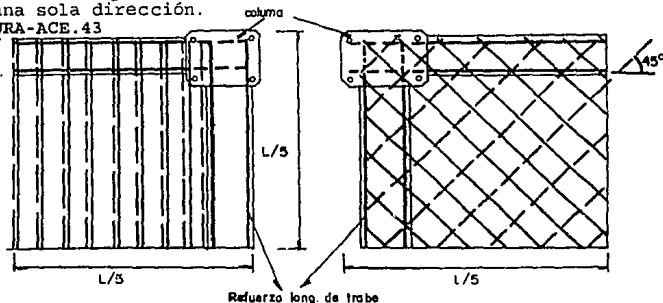
Refuerzo en las esquinas

En las esquinas exteriores de las losas apoyadas sobre muros o sobre vigas rígidas se colocarán refuerzo adicional en ambos techos.

Su porcentaje estará en función de los momentos negativos y positivos máximo que actúa en la losa, las varillas deben prolongarse a una distancia igual a un quinto del claro a partir de la esquina. La dirección del momento en la parte superior de la losa es paralela a la diagonal que sale de la esquina y en la parte inferior es perpendicular a dicha diagonal.

El refuerzo puede colocarse en dos direcciones perpendiculares o en una sola dirección.

FIGURA-ACE.43



Para doblar varillas y aplicar los requisitos de anclaje del acero se supondrán líneas de inflexión a un sexto del claro corto desde los bordes del tablero para momentos positivos y a un quinto del claro corto desde los bordes del tablero para momentos negativos.

Recomendaciones para la colocación del refuerzo en losas macizas.

Bayonetas, columpios, bastones

Es difícil ajustarse a las necesidades teóricas de refuerzo en todas las secciones de una losa. En la práctica se buscará que las separaciones de una losa sean lo más cercanas a los valores teóricos, por lo que conviene distribuirlos regularmente y armar en forma sencilla que simplifiquen la construcción de la estructura así como su supervisión.

Los ganchos serán de 8 diámetros para un ángulo de 180° y 12 diámetros para un ángulo de 90° .

FIGURA-ACE.44

1) Al menos la cuarta parte del refuerzo negativo que se tenga sobre un apoyo en una franja de columna debe continuarse a todo lo largo de los claros adyacentes.

2) Al menos la mitad del refuerzo positivo máximo debe extenderse en todo el claro correspondiente.

3) En las franjas de la columna debe existir refuerzo positivo continuo en todo el claro en cantidad no menor que la tercera parte del refuerzo negativo máximo que se tenga en la franja de columna en el claro considerado.

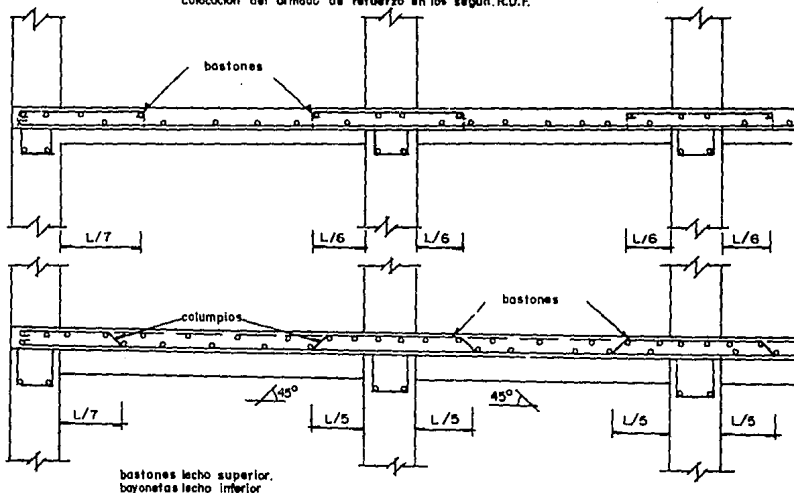
4) El refuerzo del lecho inferior que atraviese el núcleo de una columna no será menor que la mitad del que lo cruce en el lecho superior y debe anclarse de modo que pueda fluir en las caras de la columna.

5) Toda nervadura de losas aligeradas llevará, como mínimo a todo lo largo, una barra en el lecho inferior y una en el lecho superior.

6) Todo refuerzo cumplirá con requisitos de anclaje.

FIGURA-ACE.45

colocación del armado de refuerzo en los según.R.D.F.



Acero en losas ACI

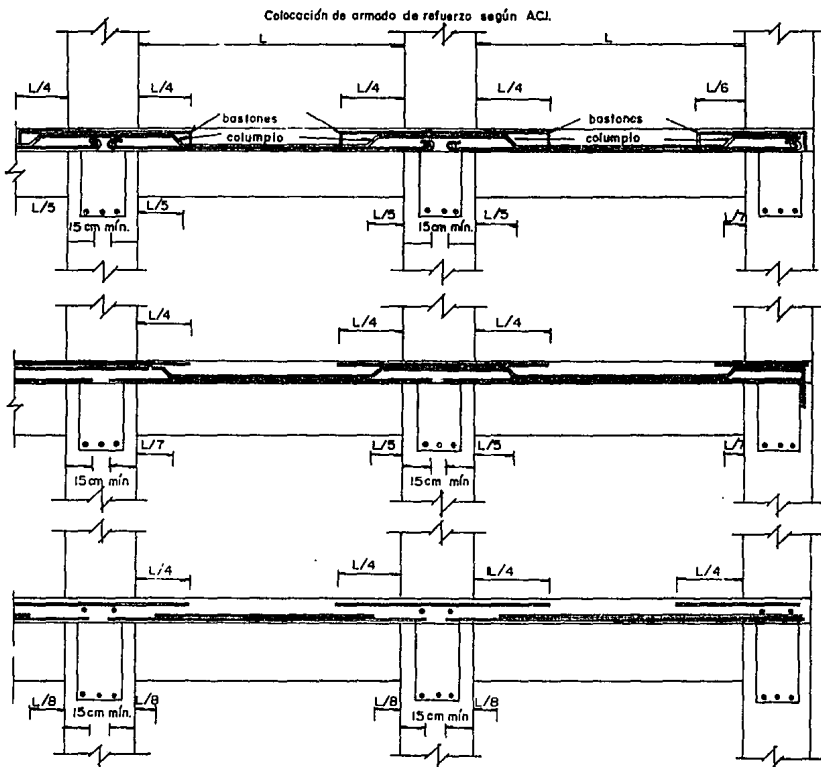
Detallar el refuerzo por flexión, para claros y cargas semejantes; para claros diferentes se recomienda usar diagramas de momento y cortante de cada claro para su detallado independiente.

El acero por contracción y temperatura, se colocarán en forma de barras rectas en el lecho inferior de la losa por encima del refuerzo por flexión o inmediatamente debajo del momento negativo.

El refuerzo por cortante no es posible colocar por procedimientos constructivos; en caso de revisar por cortante y éste no sea posible usarse, lo más factible es incrementar el espesor de la losa.

Se recomendarán las siguientes distribuciones de acero en losas macizas según ACI.

FIGURA.ACE.46



MUROS

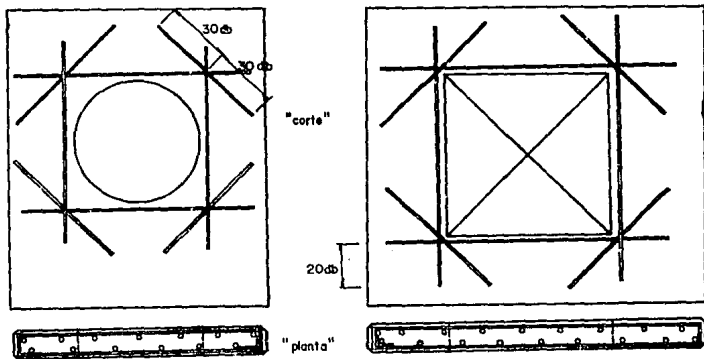
Para cargas concentradas se tomará un ancho efectivo a una longitud igual a la de contacto más cuatro veces el espesor del muro, pero no mayor a la distancia centro a centro entre caras.

Si la resultante de la carga vertical de diseño queda dentro del tercio medio del espesor del muro y su magnitud no excede de $0.25 F'c \times A_g$, tendrá un refuerzo mínimo como revisión por pandeo.

El refuerzo cuyo trabajo a compresión será necesario para lograr la resistencia requerida debe restringirse contra el pandeo con estribos o grapas.

La distribución del acero de refuerzo se hará de acuerdo a los diagramas de momento, cortante a compresión.

FIGURA-ACE.47



Si el porcentaje mínimo de refuerzo horizontal y de refuerzo vertical son del orden de 0.25% y 0.15% de la sección total respectivamente.

Se permite que el acero se coloque en una sola capa en muros de poco espesor (menos de 20 o 25 cm), pero es recomendable acero en dos capas.

Los muros se dimensionarán bajo restricciones de flexocompresión como si fueran columnas.

Para el refuerzo horizontal y vertical se colocará uniformemente distribuido con una separación no mayor a 35 cm, se pondrán en dos capas, cada una próxima cara del muro, cuando el espesor de éste exceda de 15 cm o es esfuerzo cortante medio debido a las cargas horizontales de diseño sea mayor que:

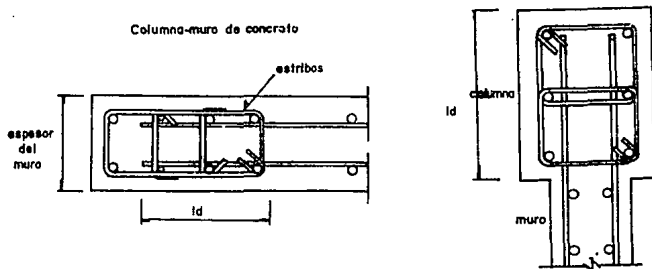
$$0.6 \times \sqrt{F'c}$$

En caso contrario, se podrá colocar en una capa a medio espesor.

Apertura en muros de concreto

Cuando sea necesario colocar una apertura (un orificio, ventana, puerta, paso-hombre, etc.) se recomienda colocar varillas en cuatro de sus bordes o esquinas, ya sea en una sección de forma rectangular o circular, el diámetro mínimo recomendado será de varillas del # 4 ó # 5, se agregará varillas en diagonal formando un ángulo de 45° . La longitud estará en función de la apertura como puede ser 40 diámetros, 60 diámetro, etc.

FIGURA-ACE.48



El refuerzo se prolongará a una distancia no menor que su longitud de desarrollo l_d , desde las esquinas de la abertura.

Detalles especiales a acciones sísmicas⁴

Es de gran importancia que las estructuras de concreto reforzado construidas en zonas sísmicas sean de comportamiento dúctil, o sea las estructuras deben tener un amplio margen de capacidad para absorber la energía que les trasmite un sismo. Mientras mayor ductilidad tenga, mayor será su capacidad de absorción de energía o sea que sean diseñadas como estructuras subreforzadas.

El acero de refuerzo será mayor de 4200 Kg/cm^2 de esfuerzo de fluencia.

El concreto será de una resistencia mayor a 200 Kg/cm^2 para el R.D.D.F. y 210 Kg/cm^2 para el ACI.

Requisitos para vigas.

El refuerzo longitudinal en las vigas será de 0.025 según el ACI y 50% en condición balanceada.

La cantidad mínima de acero será $14 \text{ bd}/F_y$ (ACI) y $0.7 (F'c)^{1/4} / F_y$ (R.D.D.F.). Existen otras consideraciones como los momentos en los apoyos.

⁴CONSULTAR PARA MAS DETALLE A AMBOS REGLAMENTOS, PARA SU DISEÑO (R.D.F. - A.C.I.).

Refuerzo transversal

Se utilizarán estribos cerrados con ganchos de 135° y una prolongación adicional igual a 10 Diámetros del estribo distribuidos en las porciones de la viga.

Un tramo de longitud igual al doble del peralte del miembro a partir de la longitud igual al doble del peralte del miembro a ambos lados de cualquier sección donde se prevea que el acero pueda fluir si se presentan desplazamientos laterales inelásticos del marco del que forma parte la viga.

El primer estribo debe colocarse a una distancia máxima de cinco centímetros a partir del paño del apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos en estos tramos no debe exceder del menor de los siguientes valores:

- a) La cuarta parte del peralte efectivo.
- b) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal más pequeña.
- c) 24 veces el diámetro del estribo.
- d) 30 cm.

Esta restricción de la separación del refuerzo transversal propicia un comportamiento dúctil al proporcionar confinamiento y evita el pandeo del refuerzo longitudinal.

Requisitos para columnasResistencia a flexión

Ambos reglamentos evitan que el refuerzo longitudinal de la columnas lleguen a fluir, o sea que al formarse los mecanismos de falla las articulaciones plásticas aparezcan en las vigas y no en las columnas.

Refuerzo longitudinal.

El ACI Especifica una cuantía mínima de 0.01 hasta 0.06 menor que el valor de 0.08 permitiendo en columnas no expuesto a acciones sísmicas.

Como el excelente comportamiento de estructuras de concreto depende de tres factores importantes:

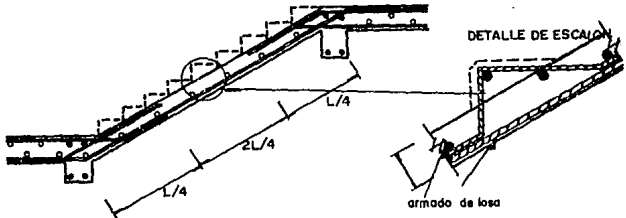
- a) Estructura apropiada (geometría simétrica posible).
- b) Análisis y diseño estructural de las fuerzas actuantes.
- c) Detallado estructural.

Estos factores que permitirán que las fuerzas actuantes sea el correcto en sus características particulares del concreto reforzado.

El detallado de refuerzo consiste en designación geométrica y de la disposición correcta para el armado para el correcto funcionamiento en condiciones de servicio y ductilidad de cargas y/o deformaciones, pero también que se lleven a cabo en obra tal como se detallan en el proyecto.

Detalle en escaleras

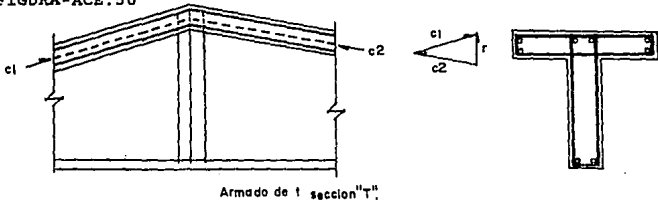
El detalle típico del refuerzo de una escalera que evita la aparición de componentes transversales inconvenientes como lo muestra la FIGURA-ACE.49



Cambio de dirección.

En un cambio de dirección de la fuerza de compresión interna en una sección transversal en una viga prefabricada será necesario incluir estribos en la zona del patín, así como un refuerzo transversal.

FIGURA-ACE.50

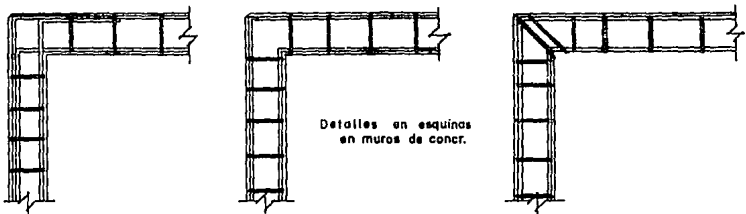


Detalle de esquinas.

Debido a los movimientos que tienden a abrir la esquina de marcos, conviene colocar refuerzo, que permiten el mejoramiento de trabajo de unión ya que desarrollan concentraciones de esfuerzos.

El área de éste refuerzo debe ser por lo menos igual al 50% del área de refuerzo del elemento más reforzado de los que ocurren en la esquina, (se consideran para sismos fuertes este criterio).

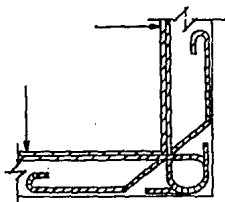
Cuando la esquina tiende a cerrarse no es necesario tomar precauciones especiales, como lo muestra la FIGURA-ACE.51



Detalles en esquinas
en muros de concr.

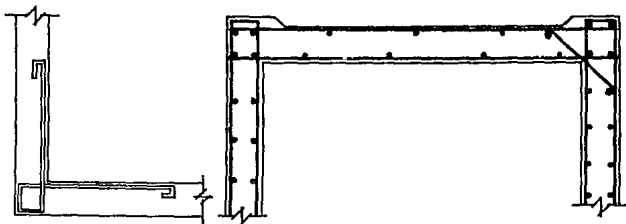
En algunos detalles usuales son menos efectivos o inadecuados. El empleo de estribos diagonales mejora un poco las condiciones de las uniones pero no evita que fallen antes de que alcance la resistencia de los elementos.

FIGURA-ACE.52



En estructuras de concreto como cisternas, tanques elevados, cajones o similares, se presentan problemas semejantes a los de esquina de marcos, en la figura siguiente, se muestran detalles recomendados de colocación del refuerzo en tanques.

FIGURA-ACE.53



VI) SOLDADURA.

Tipos de soldadura.

- a) Soldadura oxiacetilenica.
- b) Soldadura de arco eléctrico o arco volático.
- c) Soldadura bajo atmósfera de gas.

A) Soldadura oxiacetilenica

Es un proceso para unir metales utilizando el calor por la combustión oxígeno-acetileno u oxígeno-propano para soldar con o sin material de aporte. La temperatura alcanzada es de 2700°C y 3200°C respectivamente. Se puede soldar materiales ferrosos y no ferrosos, pero es un proceso más caro que el oxígeno propano, produce deformaciones por la gran concentración de calor y provoca soldadura de espesores gruesos.

El corte de la soldadura oxígeno propano es más lento que la mezcla oxígeno-acetileno y solamente puede soldarse metales blandos.

Equipo para soldar con acetileno.

Cilindro de oxígeno.

Cilindro de acetileno o propano.

Válvula.

Regulador para oxígeno.

Regulador para acetileno o propano.

Mangueras (roja para el acetileno o propano y verde o azul para el oxígeno).

Soplete.

boquilla.

Carro transporte.

B) Soldadura de arco eléctrico o arco volático

Es un proceso del paso de una corriente eléctrica a través de una masa gaseosa, generándose en esta zona alta temperatura de 4000°C y es aprovechada como fuente de calor en todos los procesos de soldadura por arco eléctrico.

Fuente de corriente eléctrica

o máquina de soldar de corriente alterna
o corriente continua.

polo positivo

electrodo
arco

polo negativo
o c. tierra
c. electrodo

Proceso de soldadura

Es el proceso de fundición de un metal para unir dos metales de manera que formen una masa sólida única, pero provoca irradiaciones luminosas, ultravioleta o infrarrojos los cuales producen trastornos orgánicos.

Debe evitarse exponerse sin equipo adecuado de seguridad a los rayos sobre el organismo cuyas afecciones son:

- Luminosos: encandilamiento.
- Infrarrojos: quemaduras de piel.
- Ultravioleta: quemaduras de piel y ojos.

Las soldadura manual con arco eléctrico, es un sistema que utiliza una fuente de calor (arco eléctrico) y un medio gaseoso por la combustión del revestimiento del electrodo para la fusión del metal de aportación y la pieza, la función primordial del revestimiento es de gasificar para desoxidar, eliminar impurezas facilitar el paso de corriente y proteger al metal fundido de las influencias atmosféricas.

Este proceso puede aplicarse en la unión de diferentes metales, en trabajos pequeños o gran envergadura y se ajustará a las indicaciones técnicas que exija el metal a soldar y los electrodos a usar.

- Electrodo revestido.
- Electrodo desnudo.

Soldadura (intensidad y tensión)

Es el comportamiento de una corriente eléctrica de soldadura que se distingue en tres tipos de tensiones:

- Tensión en vacío 60 - 70 v.
- Tensión en cebado mínima.
- Tensión de trabajo 30 v.

VALORES USUALES		
Diámetro del electrodo.	Intensidad aproximada	Tensión aproximada.
(mm)	(A)	(V)
1	35	18
2	70	19 - 21
3	105	22 - 25
4	140	26 - 28
5	175	29 - 30
6	210	31 - 35

Estos valores podrán ser aumentados o disminuidos de 5 al 15%, de acuerdo al electrodo y a las maquina a utilizar.

Check list de seguridad para soldadura de arco

- a) Usar siempre la careta con filtro del grado correcto en los vidrios.
- b) Vea que no estén rotos los vidrios antes de empezar a soldar.
- c) Use ropas resistentes al fuego todo el tiempo.
- d) Asegúrese que los demás estén protegidos de los rayos de luz antes de empezar a soldar.
- e) Mantenga sus mangas desdobladas y abotonadas hasta el cuello.
- f) No deje el electrodo en el porta electrodo.
- g) Compruebe que todas las conexiones estén apretadas antes de empezar el trabajo.
- h) Nunca trabaje en un área húmeda o mojada.
- i) Use lentes de seguridad cuando quite la escoria de la soldadura.
- j) Asegúrese de que la pieza que va a soldar o el banco sobre el que trabaja estén conectados a tierra correctamente.
- k) Comuníquese inmediatamente, si ha caído esquivillas en sus ojos.
- l) Ponga las colas de los electrodos en una caja, no las arroje en el piso.

Tipos de juntasJunta a tope

Bordes rectos y espesores hasta 6 mm.

Bordes achaflanados en V, espesores entre 6 y 12 mm.

Bordes achaflanados en X, espesores mayores de 12 mm.

Juntas de solape

Para chapas de 10 mm solapa, de 40 a 50 mm.

para espesores de 11 a 20 mm, solapa de 60 a 70 mm.

Juntas en ángulo y en T

Una buena soldadura debe ofrecer seguridad, calidad y para esto los cordones de soldadura serán efectuados con un máximo de habilidad buena regulación de la intensidad y buena selección de electrodos.

Características para una buena soldadura

- a) Exenta de socavaciones.

Se obtiene una soldadura sin socavaciones cuando junto al pie de la misma, no se produce en el metal base, ninguna profundidad que dañe la pieza.

- b) Fusión completa.

Se obtiene una buena fusión, cuando el metal base y el metal de aporte forman una masa homogénea.

- c) Ausencia de porosidades.

Una buena está libre de poros, cuando en su estructura interior no existen bolsas de gas, ni partes de escoria.

d) Buena apariencia.

Una soldadura tiene buena apariencia, cuando se aprecia en toda la extensión de la unión, un cordón de soldadura pareja, sin presentar hendiduras ni sobremontas.

e) Ausencia de grietas.

Una soldadura sin grietas se presenta, cuando el material aportado no existen rajaduras o fisuras en toda su extensión.

C) Soldadura bajo atmósfera de gas

Es un proceso que se utiliza un arco eléctrico como fuente de calor, el cual está protegido por una atmósfera de gas, que origina una situación, que propicia la soldadura.

1.- Con protección de bióxido de carbono.

2.- Con protección de gas inerte (Argón).

El primero está basado en la teoría de utilizar un alambre desnudo para eliminar el revestimiento de los electrodos metálicos; las funciones del revestimiento deberán ser cubiertas por otro elemento (bióxido de carbono que cubre el área del arco, eliminando así el oxígeno y el nitrógeno del aire).

El arco es siempre visible para el soldador; el gas de protección CO_2 es menos costoso, que otros gases de protección usados para metales ferrosos; es el mas versátil de los procesos de soldadura conocidos.

El segundo se emplea un gas inerte "argón", para resguardar la zona en fusión contra el aire del medio ambiente.

El calor requerido para soldar, es proporcionado por un arco eléctrico de gran intensidad que se hace resaltar entre el electrodo de tungsteno puro y un porcentaje de torio o circonio que apenas se consume y la pieza de metal a soldar. En las juntas donde se necesite metal de aportación, se alimenta la zona de fusión, con una varilla de aportación que se funde con el metal base, del mismo modo que el empleado en la soldadura oxiacetilénica.

Esta soldadura mantiene el máximo de propiedades de las piezas soldadas, se puede soldar cualquier metal puro o aleado produce soldaduras de gran calidad.

Las juntas soldadas a tope se harán de acuerdo a las normas AWS (American welding society) de tal forma que desarrollen un esfuerzo a tensión igual al 125% de la resistencia especificada para el acero en proyecto. Estas capacidades serán controladas por medio de pruebas físicas y radiográficas. No se deberán traslapar o soldar más del 50% del acero de refuerzo en una misma sección.

Las juntas en una misma barra no se pondrán cercanas unas de otras, de una longitud equivalente a 40 diámetros, midiéndose ésta entre los extremos más próximos de las varillas.

Características principales de los diferentes tipos de barras de refuerzo que pueden soldarse:

PROMEDIOS FÍSICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VARILLA.		
VALORES MÍNIMOS	F-6000	AR-80
Límite de fluencia (Kg/cm ²).	3000	4220
Resistencia máxima a la tensión (Kg/cm ²).	5000	6330
Alargamiento en cm.	12	10
Esfuerzo de trabajo diseño elástico (Kg/cm ²)	1500	2100

Designación	Título de la norma	Composición química en %máx. de p.	ACERO DE REFUERZO					ELECTRODO
			Grado	Resistencia mínima a la tensión Kg/cm ²	Límite de fluencia mínima Kg/cm ²	Elaboración mínima en 203 mm en porcentaje		
						# de varilla	Elongación	
DGN 86-1974	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedente de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.	0.05 en análisis de cucharón; 25 % más en análisis de comprobación.	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	9,8,9	E 80
			52	4000	5200	2,2,5,3,4,5, 6,7,8,9,10; 11,12	8,8;7,5	E 100
DGN B18-1974	Varillas corrugadas y lisas de acero procedentes del 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
DGN B32-1974	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,"	E 60
			42	6300	4200	2,8,9;4,5,6; 7,8;9;10; 11,12	8;8;8;7;7; 7,7	E 80
DGN B294-1972	Varillas corrugadas de acero, terciadas en frío, procedentes de bilera para refuerzo de concreto.	En análisis de cucharón 0.05 para el proceso básico 0.05 para el proceso ácido; 25 por ciento más en análisis de comprobación.	42	5200	4200		8	E 80
			50	6000	5000		8	E 90
			60	7000	6000		8	E .

Análisis químico.

Al conocer la composición química de las barras que se vayan a soldar ya sea que la proporcione el fabricante o por medio de un análisis químico que es necesario, independientemente de las características mecánicas de las barras. Electrodo. Los electrodos recubiertos empleados en soldadura manual se designan con la letra E seguida por 4 o 5 números:

E1234, ó E12345.

1,2 y 3 indican la resistencia mínima a la rotura por tensión del material depositado por el electrodo en miles de Lb/in².

3 indica la posición o posiciones en que el electrodo puede producir soldaduras satisfactorias (plana, horizontal, vertical o sobrecabeza).

4 Indica el tipo y característica de la corriente que se debe emplear y a la naturaleza del recubrimiento del electrodo, por ejemplo puede requerir el uso de corriente continua con polaridad invertida, es decir el electrodo debe ser el polo positivo en el circuito y el metal base el negativo.

Los electrodos Exx15, Exx16, Exx18, Exx28, Exxx15, Exxx16, etc., son de bajo contenido de hidrógeno, ya que su recubrimiento tiene muy pocos componentes que contengan ese elemento, lo que ocasiona que en la atmósfera del arco exista sólo trazos de hidrógeno o humedad.

Los electrodos que se utilicen en empalmes de barras deben proporcionar un metal de aportación que tengan propiedades físicas semejantes a la de la barra. Debe ponerse especial atención a los esfuerzos de fluencia y de rotura en tensión y en la ductilidad expresada en porcentaje de alargamiento.

La elección del tipo del electrodo se basa en la resistencia que debe tener el empalme, función de la resistencia de la barra y de los requisitos del código que se esté empleando.

Uniones a tope con soldadura de penetración

Se prefiere este tipo de uniones a las realizadas con soldadura de filete, excepto en barras de diámetro muy pequeño. Se recomienda su empleo para barras de diámetro muy pequeño y para barras del # 8 o mayores y en todos los casos en que determinados requisitos de colocación impidan o dificulten el uso de traslape.

Preparación de los extremos de las barras

Para permitir una colocación adecuada del metal de aportación que debe rellenar totalmente la sección transversal de la junta, es necesario biselar los extremos de las barras.

Las preparaciones se emplearán normalmente en barras que se sucedan en posición horizontal o para barras en posición vertical.

Las preparaciones se emplearán placas u otros elementos de respaldo. Únicamente en los casos en que el soldador tenga acceso cómodo a todo perímetro de la barra, cuando debe depositarse el metal de aportación por un solo lado de la junta, se emplearán algunos de los elementos de respaldo como se muestra en la figura.

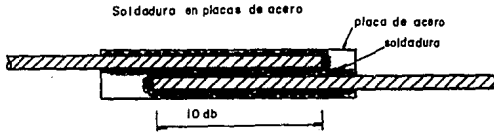
En la mano de obra, todos los soldadores que utilicen barras para soldar deberán ser calificados previamente en exámenes que produzcan, con mayor facilidad posible las condiciones en las que afectará el trabajo.

Soldadura

Una forma de unión es el empalme por medio de placas de acero, uniéndolas por medio de una soldadura, formando cordones de soldadura, es recomendable para varillas mayores de 5/8" de diámetro.

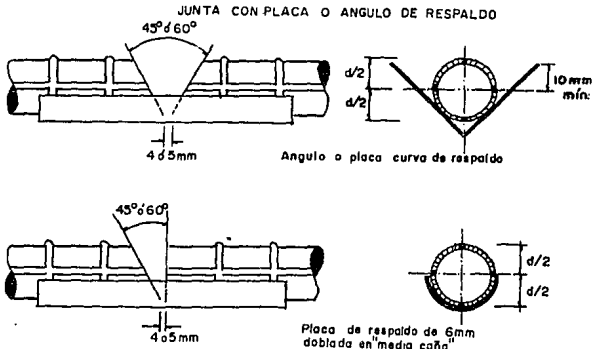
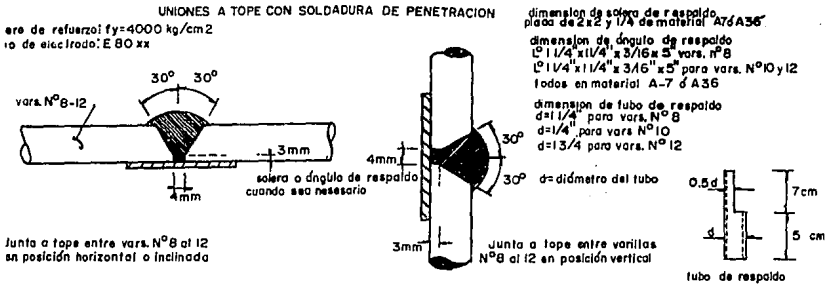
Aunque estos empalmes deben realizarse de acuerdo al reglamento del A.C.I. (American concrete institute).

FIGURA-ACE.54



Otra forma de realizar los empalmes es a base de soldaduras guardando un grado de rigidez en su hechura.

FIGURA-ACE.55



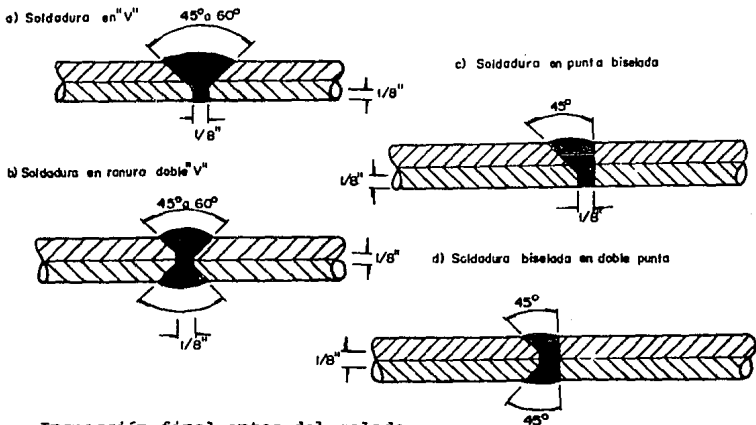
Estos tipos de soldadura se pueden verificar en el A.C.I. (American concrete institute).

Los traslapes deberán estar debidamente planeados para no cortar varillas de una misma sección siendo de más bajo esfuerzo a tensión.

Cuando se utilice soldadura deberá realizarse con personal calificado siguiendo las especificaciones correspondientes, usándose un tipo de soldadura para tener continuidad en la estructura.

Para el caso de varillas en paquete deberán de estudiarse con más cuidado los traslapes y la soldadura para no tener baja resistencia y transmitir a través del concreto o la soldadura, toda la carga que llevan las varillas.

FIGURA-ACE.56



Inspección final antes del colado

Aunque es incorrecto revisar el armado minutos antes del inicio del colado con lo cual puede frenar al mismo colado, pues normalmente siempre falta algún detalle, debe permanecer durante el colado el Ing. residente para el cumplimiento de la colocación, limpieza del acero, etc.

Al transcurso del colado por lo regular ocurren ciertas fallas de la cimbra por lo que también repercute en armado del acero y el oficial del acero de refuerzo es posible encontrar varillas no amarradas, varillas no dobladas e inclusive zonas sin soportes del acero, para el mismo caso en el transcurso del colado, debido al dinamismo sobre el acero por lo regular también es posible encontrar acero fuera de su lugar que se tendrá que corregir.

Los fierros revisarán las alturas de las varillas, alineación, separación, recubrimiento, amarres, etc.

Se recomienda no mover el acero durante el colado.

VII) HABILITADO Y COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO.

En la etapa de construcción se debe garantizar la calidad cuidando todas y cada una de las etapas siguientes:

- a) Adquisición
- b) Almacenamiento
- c) Habilitado
- d) Colocación

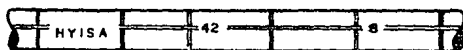
Adquisición

El departamento de compras o requisiciones deberá asegurarse de que los diámetros sean los requeridos al surtirse, al igual que el grado de fluencia esté enmarcado en las varillas.

El A.S.T.M. A305-53T. designa los calibres de las barras por medio de números indicando los números 3 al 8 la cantidad de octavos de pulgada contenida en el diámetro nominal de la sección del redondeo, mientras que las barras de los números 9 al 11 equivalen de su sección transversal a barras de sección cuadrada de 1".

VARILLA N°	DIAMETRO NOMINAL		PERIMETRO NOMINAL EN MM	AREA NOMINAL EN CM ²	PESO EN KG/ML
	MM	IN			
2.5	7.9	5/16	24.8	0.49	0.384
3.0	9.5	3/8	29.8	0.71	0.577
4.0	12.7	4/8	39.9	1.27	0.995
5.0	15.9	5/8	50.0	1.99	1.560
6.0	19.1	6/8	60.0	2.87	2.350
7.0	22.2	7/8	69.7	3.87	3.039
8.0	25.4	1.0	79.8	5.07	3.975
9.0	28.6	9/8	89.8	6.42	5.032
10.0	31.8	10/8	99.5	7.94	6.225
12.0	38.1	12/8	119.7	11.40	8.938

FIGURA-ACE.57



Marca

Grado

Diámetro

Debe cumplir con las normas NOM.B6 de la Secretaria de Comercio respecto a diámetros, áreas, pesos y resistencia.

Al efectuar pruebas de cada elemento que conforman una estructura, la ductilidad varía con las marcas.

El laboratorio realizará las pruebas y entregará un reporte de ellas, se recomienda hacerlo con estribos, hélices, anillos, varillas longitudinales para cada elemento estructural y diferente diámetro.

El límite de fluencia se refiere a un mínimo garantizado. En algunos casos es indispensable tener un límite de fluencia mucho más alto que el valor considerado en el diseño, debido a que se incrementará la resistencia de los elementos armados a la flexión y esto producirá fuerzas de cortante más elevadas en la carga última ocasionando una ruptura frágil.

Almacenamiento y habilitado

El acero debe protegerse durante su transporte manejo y almacenamiento especialmente el de pre-esfuerzo y ductos de postensado.

No debe sufrir ningún daño aún durante un largo período de almacenamiento.

No se deberá doblar barras parcialmente ahogadas en concreto para evitar que se dañe el concreto vecino.

Los dobleces se harán en frío, a menos que el director de obra permita hacerlo en caliente, admitiéndose que la temperatura no se eleve más de la que corresponde a un color rojo café (530°C aprox.)

Los tendones de pre-esfuerzo que presenten algún doblez concentrado no se deberán tratar de enderezar porque se rechazarán.

En la etapa de doblado se deberá contar con mesas adecuadas de doblado (burro) para que realicen los dobleces especificados.

El acero de refuerzo deberá estar libre de tierra pintura, grasa u otra substancia que impida la adherencia con el concreto.

Debe evitarse en lo posible la oxidación del acero de refuerzo (en verano, es posible impedirlo aunque la oxidación leve proporciona una mejor adherencia entre el concreto y el acero pero esta oxidación no debe pasar de los 6 meses ya que el óxido de fierro no protege al acero interior sino también lo corroe, lo conveniente es limpiarlo con cepillo de alambre).

Otro agente que provoca contaminación es el mortero que impide la buena adherencia, deberá cepillarse vigorosamente con cepillo de alambre, si no se logra limpiar, conviene dejarlo.

En lo que se refiere al armado de columnas que se ensucia cuando se cuele la losa, es conveniente limpiarlo con agua a presión a las 2 horas de haber realizado el colado que además de limpiar el acero deja en la base de la columna una superficie rugosa adecuada para la adherencia.

Esto resultará más económico y más efectivo ya que ésta parte del concreto no está expuesta al tránsito y evita que los carpinteros tapen la cimbra al refuerzo no limpio, que no se pueda revisar con precisión, se llegue a autorizar el colado y se exija que se descimbre para revisarlo. También es adecuado la limpieza con chorro de arena previo al colado.

Colocación

Se debe asegurar que el acero de refuerzo este colocado en la forma requerida por los planos y especificaciones estructurales, tal que una colocación inadecuada puede causar una falla estructural pero lo más importante, no se puede tolerar.

Durante el habilitado del acero y antes del inicio de amarres y dobleces de varillas se debe de checar hasta mucho antes del colado para el beneficio de avance de la obra en un tiempo requerido es necesario revisar:

- 1) Tamaño
- 2) Cuantía
- 3) Localización
- 4) Recubrimientos
- 5) Soportes
- 6) Sujeciones
- 7) Amarres
- 8) Limpieza
- 9) Alineamiento
- 10) Dobleces
- 11) Traslapes

Al cumplir todos estos requisitos, casi se asegura que la estructura trabajará adecuadamente en condiciones de servicio y de carga última.

El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, silletas y separadores, de resistencia y un número suficiente para impedir movimientos durante el colado.

Antes del colado debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su sitio de acuerdo con los planos estructurales y están correctamente sujetos.

Soportes para el armado y colocación del acero.

En la mayoría de los proyectos se olvidan de elementos pequeños que son de importancia para la ejecución adecuada del proyecto como los son las silletas, calzas, poyos, separadores, ya sea para obtener un adecuado recubrimiento o para una adecuada colocación de armado del acero para ambos lechos.

Con frecuencia resulta difícil dibujar las varillas en detalles de determinadas secciones, así como de colocar las varillas en las cimbras y vaciar el concreto entre esas dimensiones como en secciones de 10 o 12 cm.

El agrupamiento de varillas dificulta un correcto vaciado del concreto y de ahí que se derive entre otra cosa una prematura tendencia a la corrosión.

La apariencia de las varillas en los parámetros de concreto que además de desviar la función del acero dentro del concreto son varillas que estarán sujetas a la corrosión, son inaceptables.

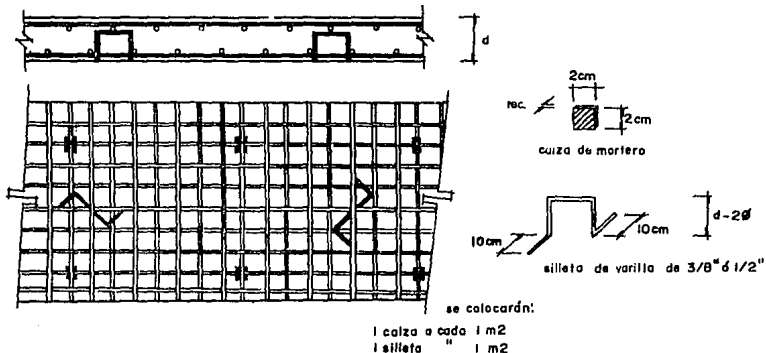
Por éste motivo el reglamento recomienda recubrimientos mínimos calzando los armados con calzas fijas; estas calzas o accesorios pueden ser de:

Concreto, mortero, Asbesto-cemento, plástico, metal, los dos primeros son fácil de fabricar y a menor costo.

Estos accesorios no deben presentar discontinuidad en el concreto cuya función debe enmarcarse y ofrecer durabilidad.

Las calzas de concreto o de mortero deben de ser de la misma calidad comparable a la del concreto que se emplea en la obra (resistencia, impermeabilidad, dilatación, etc.) Con una dosificación en cemento debe ser del mismo orden en el mortero.

FIGURA-ACE. 58



Se recomienda accesorios de concreto ya que se adhieren más al concreto que los de plástico. Así también éstos no deben originar fisuraciones ni permitir la infiltración de humedad ya que son fuentes de corrosión del refuerzo.

Podemos clasificar los soportes, independientemente del material, por su forma y distinguir los siguientes tipos:

a.- Calzas o bloques de forma geométrica como un paralelepípedo, tronco cónico (semi-esfera), previsto de muescas, sobre los cuales se coloca el refuerzo.

b.- Apoyo tipo caballete que se presenta como una cuña apoyada sobre una base cilíndrica con elementos paralelos o cruzados o bien sobrepatas.

c.- Separadores del mismo tipo de las varillas o del acero, que circundan la varilla y aseguran el mismo recubrimiento o fingen como separadores de varillas para obtener el acero requerido en la sección.

d.- Apoyos continuos destinados a soportar, en el fondo de la cimbra, varias varillas paralelas.

Sujeción

La sujeción del acero de refuerzo son de acuerdo a dos factores:

- 1.- Sujeción del refuerzo entre sí.
- 2.- Sujeción del refuerzo a la cimbra.

Sujeción del refuerzo entre sí

Se utiliza para sujetar entre sí las varillas y de amarrarlas con alambre recocido, también se utiliza la soldadura, pero no es muy conveniente debido a las características de soldabilidad, así como la trabajabilidad es menos rápido y más costoso.

Para el refuerzo paralelo se asegura por medio de una varilla llamada caballete, fácil de hacer en obra ligando al refuerzo principal y casi nunca en contacto directo con la cimbra.

Para asegurar a la vez la separación correcta del refuerzo vertical, el recubrimiento con la pared de la cimbra. Los capuchones de plástico preservan de corrosión a la pared metálica en la superficie.

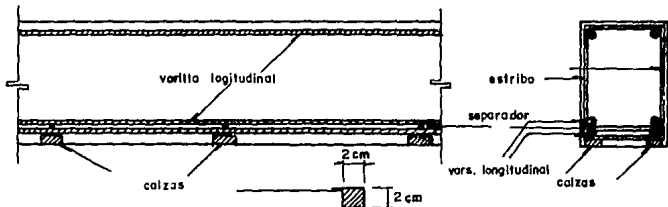
Sujeción del refuerzo a la cimbra

Para cimbras horizontales el dispositivo debe poder soportar:

El peso del refuerzo.

Las sobrecargas que resulten de la colocación del concreto.

Las sobrecargas debidas a la circulación de los obreros sobre el emparrillado. Se utilizan también varillas con apoyos de concreto calzas y silletas entre el emparrillado.



VIII) TOLERANCIAS DE COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO.

La distancia mínima entre dos varillas paralelas centro a centro debe ser de:

- a) 2.5 db para secciones circulares.
- b) 3.0 dl para secciones cuadradas.
- c) 1.5 del T.M.A.

d) El diámetro en cierto caso debiéndose dejar un espacio apropiado con objeto de que pueda pasar el vibrador a través de ella.

La suma de discrepancias medida en la dirección de refuerzo con relación al proyecto, en losas, zapatas, muros, cascarones, traveses, columnas y vigas no será mayor de 2 db ni más de 5% del peralte efectivo. La posición de refuerzo en zapatas, muros, cascarones, traveses, vigas y columnas será tal que no reduzca el peralte efectivo "d" en más de 3 mm más 3 centésimas de "d", ni reduzca el recubrimiento en más de 0.5 cm.

Las dimensiones del refuerzo transversal en traveses, vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo no excederá las del proyecto en más de 1 cm más 5/100 de "t", siendo "t" la dimensión en la dirección que se considere la tolerancia, ni serán menores de las de proyecto en más de 3 milímetros más 3/100 de "t".

El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no diferirá del proyecto en más de 5 mm.

La separación del acero de refuerzo en traveses, zapatas, muros y cascarones, respetando el número de varillas en una faja de 1 m de ancho, no diferirá de la del proyecto en más de 1 cm. más 1/10 de la separación fijada.

La separación del acero de refuerzo en traveses y vigas considerando los traslapes, no diferirá de la del proyecto en más 1 cm más 10% de dicha separación y de tal manera que también pase el agregado grueso.

La separación del refuerzo transversal en cualquier miembro estructural, no diferirá de la del proyecto en más de 1 cm. más 10% de su separación.

CAPITULO SEIS

**ADITIVOS PARA
CONCRETO**

I) Clasificación de los aditivos.

CONCEPTO.

Un aditivo es un compuesto químico que altera o modifica las características del concreto.

Uno de los objetivos de la utilización de la utilización de los aditivos es el proceso de trabajabilidad o sea que sea más fácil en su manejo y fabricación, así como la modificación del aumento de la resistencia para un descimbrado rápido o un aumento en la misma en el tiempo menos posible.

- Aditivos inclusores de aire:** Sales de resina de madera; detergentes sintéticos; sales de lignina sulfonatada, ácidos de petróleo, proteináceo; ácidos grasos resinosos, etc.
- Aditivos reductores de agua:** Lignosulfonatos, ácidos carboxílicos hidroxilados.
- Aditivos retardantes:** Lignina, bórax, azúcares, ácido tartárico, sales.
- Aditivos acelerantes :** Cloruro de calcio, trietanolamina, tiocianato de sodio, formato de calcio, nitrito de calcio, nitrato de calcio.
- Superplastificantes:** Condesados de formaldehído de melamina o naftaleno sulfonatados, Lignosulfonatos.
- Aditivos finamente divididos:** Escoria de alto horno granulada molida, cal hidráulica hidratada, tierras diatomáceas, horstemos opalinos, arcilla, pizarras, tufas volcánicas, pumicitas, cenizas volantes, humo de sílice, escoria de alto horno granulada molida, marmol, dolomita, cuarzo, granito.

Aditivos diversos para mejorar la trabajabilidad, la adherencia a prueba de humedad, impermeabilizantes, para lechadeado, formadores de gas, colorantes, inhibidores de la corrosión y ayuda al bombeo.

La trabajabilidad, un excelente acabado, durable, resistente, impermeable y resistente al desgaste se pueden obtener sin necesidad de usar aditivos en forma adecuada y precisa.

En general ningún aditivo en cualquier proporción se puede considerar como un sustituto para el buen proporcionamiento del concreto.

Un aditivo depende de las condiciones para su gran efectividad, como son:

- Tipo
- Marca
- Cantidad de cemento
- Contenido de agua
- Forma
- Granulometría
- Proporciones de los agregados
- Tiempo de mezclado
- Revenimiento
- Temperatura ambiental
- etc.

Para emplear adecuadamente un aditivo se requieren de pruebas de mezcla, bajo condiciones de la obra, así como los efectos que se puedan observar al concreto en la que determinará la cantidad de aditivo a usar bajo recomendaciones del fabricante o instrucciones del laboratorio.

Otro factor a considerar es comparar el costo, o sea, de cambiar las propiedades del concreto (proporcionamiento o ingredientes), mezcla básica (hay un costo adicional aun empleando un aditivo) o sea el costo del aditivo, transporte, colocación, acabado y protección del concreto.

II) PRINCIPALES ADITIVOS.

i) Aditivos inclusores de aire (ASTM 260, C233, 226, C150).

Estos aditivos tienen la finalidad de retener las burbujas de aire diminutas en el concreto cuyos efectos beneficiosos serán:

- a) Durabilidad a la exposición húmeda de congelación y deshielo.
- b) Resistencia del concreto contra el descascaramiento de productos químicos deshelantes en la superficie.

- c) Trabajabilidad.
- d) Segregación.
- e) Sangrado.

Para su uso se puede utilizar un cemento (cemento portland con inductor de aire molido adicionado) o un aditivo inductor de aire que puede agregar directamente o durante su mezclado.

ii) Aditivos reductores de agua.

El objetivo de estos aditivos es la disminución de la cantidad de agua para el mezclado de los componentes del concreto y lograr un cierto revenimiento.

- a) Un revenimiento especificado.
- b) Reducir la relación A/C.

Esta disminución de agua se logra entre un 5% a 10% así como de 12% a 30% (los reductores de agua de alto rango).

El efecto del mal uso de un aditivo reductor de agua provoca un aumento en el revenimiento, que a la vez afecta la trabajabilidad. Pero el principal beneficio del aditivo reductor de agua es la disminución de la relación agua/cemento, y que a la vez aumenta la resistencia.

Otro de los efectos es la contracción por secado, o todo lo contrario en el efecto de sangrado¹, aumentando o disminuyendo el tiempo de fraguado. El efecto del aditivo está en función de:

- a) Composición química del aditivo.
- b) Temperatura del concreto.
- c) Composición y finura del cemento.
- d) Contenido de cemento.
- e) Mezcla con otros aditivos.

iii) Aditivos Retardantes.

La función principal de estos aditivos es disminuir la velocidad de fraguado pero no de aminorar la temperatura que se recomienda en temperaturas ambientales que es de 30° C a 35° C y provoca el aumento de la velocidad de secado del concreto.

¹ Consultar el capítulo cuatro acerca del sangrado

Este efecto de disminución por temperatura se puede emplear en métodos de enfriamiento del agua y agregados para el mezclado.

El empleo de estos aditivos tienen efectos en ciertas propiedades del concreto como son:

- a) Reducción de la resistencia a edad temprana (uno a tres días)
- b) Contracción.

Las principales razones para el empleo de estos aditivos son:

- 1) Compensar el efecto acelerante de fraguado debido a temperaturas ambientales.
- 2) Disminuir el fraguado inicial del concreto de grandes dimensiones, de gran detalle de acero de refuerzo o para transportar concreto a grandes distancias (bombeo).
- 3) Atraso común del fraguado para procesos de acabados especiales, y reparaciones, en superficies expuestas.

iv) Aditivos acelerantes (ASTM D98, D345).

Otro empleo de aditivos es: para acelerar el desarrollo de la resistencia a edad temprana, aunque se pueden utilizar otros medios como el uso de cemento tipo III, reduciendo la relación A/C, aumentando en 60-120 Kg de cemento por cada m^3 de concreto el más adecuado es el empleo de un aditivo y el más usual para obtener esta propiedad del concreto es el cloruro de calcio ($CaCl_2$), que aparte de incrementar la resistencia aumenta la contracción por secado, un posible aumento en la corrosión del acero de refuerzo, descoloramiento del concreto, así como descascaramientos. Su uso disminuye en unos cuantos grados centígrados la temperatura del concreto, éste aditivo no es un anticongelante, por lo que se deben tomar precauciones en su uso en climas fríos.

En la dosificación se recomienda mezclarlo en forma de solución, ya que si se mezcla en estado sólido seco, no se mezclará completamente, provocando manchas considerables en el concreto.

La cantidad de cloruro de calcio no debe exceder del 2% del peso del cemento, en el contenido se considerará lo siguiente:

- a) Las hojuelas corrientes contienen un mínimo de 77% de $CaCl_2$.
- b) Las hojuelas concentradas, las pelotillas, o las formas granulares contienen un mínimo de 94% de $CaCl_2$.

Una sobredosis de $CaCl_2$ provoca en el concreto:

- a) Endurecimiento rápido.
- b) Incremento de la contracción por secado.
- c) Corrosión en el acero de refuerzo.
- d) Pérdida de resistencia a edades tardías.

Se recomienda usar cloruro de calcio con precaución cuando:

- a) El concreto está sujeto a un curado a vapor.
- b) El acero de refuerzo está conectado eléctricamente o el concreto tenga inmersos metales distintos (tuberías).

- c) En cimbras para concreto la cimbra de contacto sea de fierro galvanizado.

El uso de cloruro de calcio como aditivo queda restringido para los siguientes casos:

- a) Para concretos presforzado bajo posibles riesgos de corrosión.
 b) Cuando se tenga tubería ahogado de aluminio en concreto en ambiente húmedo.
 c) Cuando el concreto esté expuesto a condiciones exteriores de suelos o aguas con sulfatos o reacciones alcalí.
 d) En acabados con llana en seco.
 e) En climas cálidos y concretos másivos.

La resistencia contra la corrosión del acero de refuerzo se puede obtener con un aumento en el recubrimiento y disminuyendo la relación A/C. Otro tipo de aditivos son más costosos y menos efectivos que el cloruro de calcio.

TABLA-AD.1

Contenido máximo de Ión para protección contra la corrosión.²

TIPO DE MIEMBRO	ION DE CLORURO MAXIMO SOLUBLE EN AGUA (Cl-) EN EL CONCRETO, % DE CEMENTO EN PESO.
Concreto presforzado.	0.06
Concreto reforzado expuesto a Coruros durante su servicio.	0.15
Concreto reforzado seco o protegido contra humedad.	1.00
Otras construcciones del concreto reforzado.	0.30

- v) Aditivos reductores de agua de alto rango (superplastificante o superfluidizante). ASTM C1017, C494-F,G).

Estos aditivos se usan para cubrir concretos con un revenimiento y relación agua-cemento bajos a normales y que pueden colocarse con poca o ninguna vibración o compactación, así como quedar libres de un posible sangrado o segregación. Con este aditivo se puede obtener un concreto más trabajable y fácil de colocar, que por lo regular se utiliza para:

² Referencia # 26.

- a) Colar secciones delgadas.
- b) Colar secciones con acero de refuerzo congestionado o con poco espaciamiento.
- c) Realizar colados con tubo embudo (bajo el agua).
- d) Disminuir la presión y fricción en el bombeo.
- e) Aminorar los costos por manejo.
- f) Colar secciones donde la compactación es desfavorable.

Este aditivo se utiliza para lograr un revenimiento de 19 cm conservando sus propiedades, obteniendo un concreto fluido. No se recomienda obtener un revenimiento muy alto ya que puede provocar segregación.

Un aditivo superfluidizante puede incrementar en 3 veces su revenimiento normal (7.5 a 22.5 cm), también se pueden obtener concretos con baja relación agua-cemento y alta trabajabilidad con alta resistencia arriba de los 700 Kg/cm² y una reducción del agua del 12% al 30% aunque los reductores de agua son más efectivos, son más costosos que los reductores de agua normales.

Con los aditivos superplastificantes se puede obtener una trabajabilidad de 30 a 60 minutos, que disminuye poco a poco, su revenimiento es alto en corto tiempo, y se acelera el tiempo de fraguado, que depende de la composición química del aditivo, proporción y dosificación, y de otros aditivos componentes de la mezcla.

Los concretos con aditivo superplastificante tendrán otros efectos mayores o menores con respecto a un concreto normal, el sangrado aumentará un poco con la misma relación agua-cemento o lo hará mucho menor con el mismo revenimiento, en este último caso, pero con un contenido de agua bajo, tendrá un efecto de contracción por secado mayor que en un concreto de bajo revenimiento y bajo contenido de agua.

Otro de los beneficios de los aditivos superplastificantes es el aumento en la resistencia de la congelación-deshielo que se debe a una baja relación agua-cemento, y al elevado contenido de cemento y agregados finos.

vi) Aditivos Minerales finamente divididos.

Son materiales naturales o subproductos pulverizados que se adicionan antes o durante el mezclado, y que cambian ciertas propiedades del concreto, se clasifican como:

- a) Materiales cementantes.
- b) Puzolanas.
- c) Materiales Puzolánicos y cementantes.
- d) Materiales normalmente inertes.

TABLA-AD.2'

Clases de aditivos minerales finamente divididos.

ESPECIFICACION	ADITIVO
ASTM C141	Cal hidratada.
ASTM 989	Escorias de alto horno de hierro granuladas molidas.
GRADO 80	Escoria con bajo índice de actividad.
GRADO 100	Escoria con un índice de actividad moderado.
GRADO 120	Escoria con un alto índice de actividad.
ASTM618	Ceniza volante y puzolanas naturales.
CLASE N	Puzolanas naturales crudas o calcinadas incluyendo: tierras diatomáceas horstemos apalinos y pizarras tufas y cenizas volcánicas o pumicitas, pizarras y arcillas calcinadas.
CLASE F	Ceniza volante con propiedad puzolánica.
CLASE C	Clase F y cementante.

a) Materiales cementantes.

Son sustancias que fraguan y endurecen con la presencia de agua y se dividen en:

Escoria granulada de alto horno de hierro.
Cemento natural.
Cal hidráulica hidratada.

La escoria molida áspera y angulosa, al entrar en contacto con el agua y un activador (NaOH ó CaOH, facilitados por el cemento portland) fragua e hidrata de manera similar que el cemento portland y se clasifica según su reactividad como grado 80, 100, 120.

b) Materiales puzolánicos.

Son materiales sílices o aluminosilíceos finamente molidos que, poseen propiedades cementantes al reaccionar con el hidróxido de calcio liberado por la hidratación del cemento portland.

Los puzolánicos se clasifican como:

Ceniza volante, polvo con densidad de 2.2 a 2.8 de color gris o tostado, con un contenido de calcio, carbono en 5-30% y 2% respectivamente, clasificados como clase F y C.

Humo sílice o microsíllice; es un aditivo puzolánico en forma de polvo color gris claro a oscuro o azulado verdoso con peso específico de 2.25-5.5; se vende en forma de polvo o como líquido.

c) Materiales Puzolánicos y cementantes.

Un tipo de estos materiales lo conocemos como clase C, cenizas volantes, con contenido de óxido de calcio entre 15 y 30% en peso, éstas se hidratan y endurecen en menos de 45 minutos; al combinarlo con escoria granulada de alto horno molida en mezclas de concreto de cemento portland permiten conservar la energía y reducción del costo del concreto, remplazando parcialmente al cemento.

d) Materiales nominalmente inertes.

Son materiales con poca o nula propiedad cementante, son una adición o sustitución parcial de la arena, en el concreto para mejorar la trabajabilidad por la falta de finos en la arena o en ciertos casos se agrega caliza pulverizada para reducir la reactividad alcali-sílice.

Algunos efectos de la ceniza volante, es la escoria granulada de alto horno molida, y el humo sílice, son las modofocaciones de las propiedades de los aditivos minerales, por lo que se debe ensayar como concreto el uso de estos aditivos, averiguando:

- Los requerimientos de agua.
- Desarrollo de la resistencia.
- Contracción.
- Calor de hidratación.
- Durabilidad.
- Prevención de reacciones alcali-agregado.
- Reducción de ataque de sulfatos.

La inclusión de cenizas volantes o escorias granulares en una mezcla, reducen en 1% el contenido de agua, o puede suceder lo contrario, que el concreto fabricado con tales ingredientes requiere más agua.

Un concreto con humo de sílice requiere de más agua para un revenimiento, a menos que se emplee un reductor de agua o un superplastificante.

Con las cenizas volantes o humo sílice para un concreto con aire incluido, por lo regular se requiere menor cantidad de aditivo inclusor de aire; pero en concretos sin aire incluido lo reducen en gran cantidad.

También muestran meros segregación y sangrado que en los concretos simples.

La ceniza volante y la escoria molida, mejoran la trabajabilidad con igual resistencia y revenimiento, también reducen la cantidad de calor de hidratación en un 40%, que es beneficioso para concretos masivos.

Con aditivos finamente divididos se obtienen buenos acabados en el concreto, también se obtiene una eficiencia mayor en el bombeo.

Los aditivos minerales finamente divididos se utilizan como adición o sustitución, en éste último caso reducen su resistencia a compresión.

La ceniza volante constituye del 15% al 20% del peso del cemento más puzolana.

Las cenizas de alto contenido de calcio clase C, está compuesta entre 30% a 80% del peso de cemento más puzolana.

La escoria de alto horno granulada molida constituye entre 40% a 70% ó más del material cementante.

El humo sílice como remplazo parcial del cemento o varía entre un 5% a un 30% en peso del peso total del cemento.

Debe tenerse cuidado por que un concreto con un contenido de aditivo mineral puede reducir lentamente la resistencia; y aún más cuando no satisface las cualidades de un curado adecuado en condiciones severas de colado como: durabilidad contra la congelación y deshielo.

El desarrollo de la resistencia de un concreto con ceniza volante o con escoria molida, es similar al de un concreto normal si se cura alrededor de 21°C.

Las cenizas con un alto contenido de calcio, clase C, o con escorias molidas tienen una resistencia de los 28 a 90 días que igualan o rebazan la resistencia de las cenizas clase F, que es de 28 días.

Si se requiere adquirir una resistencia mayor, se recomienda aumentar la cantidad de cemento o reducir la relación agua-cemento o utilizar un aditivo acelerante, pero un aditivo mineral (cenizas volantes) es esencial para producir concretos de alta resistencia (400-1000 Kg/cm²) o el humo sílice que puede producir un concreto de 1400 Kg/cm² con uso adecuado de agregados o un aditivo reductor de agua de alto rango.

El empleo alto de cenizas volantes, escoria granulada de alto horno molida y humo sílice entre 40 y 65% del peso en cemento llegan a provocar una contracción por secado y reducir la fluencia del acero.

Otro de los efectos de las cenizas volantes y escorias molidas es cuando se tiene un curado adecuado, reduce la permeabilidad del concreto, pero también se debe a la disminución del contenido del cemento, o sea, reduce la relación A/C.

La ceniza volante, el humo sílice y escoria granulada de alto horno molida reducen la reactividad alcali-sílice hasta en un 70% (clase F), una adecuada proporción de humo sílice, ceniza volante y escoria molida mejoran la resistencia del concreto al ataque de sulfatos, agua de mar, y elementos reactivos como el calcio, la cantidad óptimas como máximo será de 2% del peso del cemento.

El humo sílice, y la ceniza volante, disminuyen considerablemente la permeabilidad, la entrada de iones de cloruro así como un aumento de la resistencia eléctrica, reduciendo en consecuencia la relación electroquímica de la corrosión del acero, en estructuras de losas de puentes, edificios de estacionamientos, etc.

Para proteger al acero de refuerzo se requiere de una alta alcalinidad, por lo que el concreto debe ser resistente a la carbonatación.

Para concretos con una relación A/C alta, es necesario bajos contenidos de cemento, períodos bajos de curado, resistencias bajas y pastas extremadamente porosas y permeables, por lo que un concreto con una proporción adecuada y un curado largo húmedo estará protegido contra estos efectos. El humo sílice reduce ligeramente la velocidad de carbonatación.

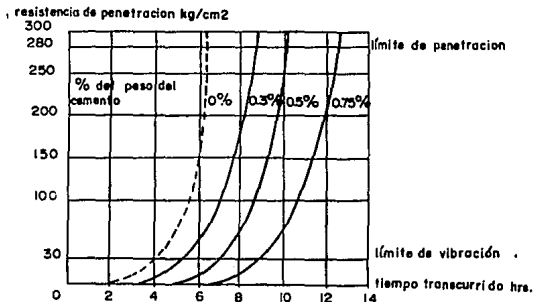
Para la obtención de un concreto resistente a la congelación y deshielo es necesario que contengan:

Aproximadamente la misma resistencia a compresión.

Un sistema equivalente y adecuado de vacíos de aire.

Curados adecuados.

Por lo regular se obtiene una inclusión de aire con las cenizas volante, escoria granulada de alto horno molido, y humo sílice.⁴



⁴Las cantidades permisibles se comentan en el subtema de concreto con aire incluido, capítulo cuatro.

III) Proporcionamiento de aditivos (comerciales).

Aditivo retardador y reductor de agua.

Este aditivo aumenta la trabajabilidad, reduce la contracción de volumen, la tendencia a agrietarse, mejora la compactación con vibrador.

Después de tres días, aumenta la resistencia a la compresión, permite descimbrar sin retraso, retarda el fraguado inicial, en el colado de concreto monolítico "sin juntas de construcción", permitiendo más tiempo para el acabado del concreto.

Este aditivo es un líquido verdoso, no tóxico, no inflamable ligeramente alcalino, cuyo material activo es una sal metálica de ácido carboxílico hidroxila con un peso volumétrico de 1.17 Kg/lt.

Es un aditivo para concreto y mortero, reductor de agua, retardante y densificador que no incluye aire, y se utiliza para estructuras, puentes, cimentaciones, edificios, tanques de concreto, pretensado, concreto colado bajo el agua, pavimentos en pistas de aterrizaje, etc.

Por cada saco de cemento de 50 kg (por lo regular de 60 cm³) se utiliza 0.8 l/m³ de concreto aproximadamente.

Las proporciones para condiciones de temperaturas ambientales serán:

abajo de 18°C	-----	60 cm ³
De 18°C a 29°C	-----	105 cm ³
Arriba de 29°C	-----	140 cm ³

Para concretos en masa, donde se requiere una disminución de la temperatura de hidratación, será de 140 cm³.

Para un retardo prolongado en concreto monolítico de 60 a 280 cm³ considerar un retardo de 20% con la dosificación de 60 cm³ de cemento y de 50% con 170 cm³.

No debe mezclarse con ningún otro aditivo; es recomendable agregar cada aditivo que sea necesario por separado.

Se recomienda mezclarse después de efectuar la prueba de revenimiento y/o minutos antes de colar el concreto.

Fluidificante y retardante.

proporciona al concreto y mortero plasticidad, mayor resistencia y elevada adherencia al acero de refuerzo; el retardante del fraguado inicial es recomendable para concretos presforzados, por no contener cloruros, ya que produce un buen acabado en el concreto, reduce en un 10% a un 15% del agua de la mezcla para el mismo revenimiento, aumenta la resistencia en un 20% con igual contenido de agua, y en el revenimiento al doble.

Es recomendable agregar 100 cm³ por cada saco de cemento de 50 kg. Este aditivo es un líquido de color café, no es inflamable ni tóxico con un peso volumétrico de 1.122 kg/lt.

Este aditivo es un fluidificante y retardante para todo tipo de cemento, que proporciona a los concretos y morteros en cimentaciones, puentes, pilotes, losas, pistas de aeropuertos, tanques, silos, presas y sistemas de riego, elementos prefabricados o postensados, paraboloides, cascarones, elementos arquitectónicos modernos y estructurales en general.

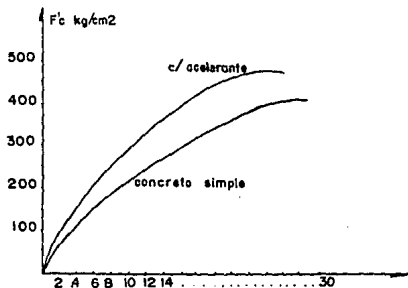
Acelerantes y dosificador de concreto.

Reduce la cantidad de agua de mezcla, aumenta la trabajabilidad y el tiempo de fraguado inicial, evita un excesivo agrietamiento por contracción de volumen durante el fraguado.

Se recomienda mezclar de 1 a 5% del peso de cemento o un promedio de 8 lt/m³ de concreto.

Este aditivo es un líquido ligeramente amarillento con un peso volumétrico de 1.33 kg/lt, que permite obtener un concreto de resistencia alta a temprana edad en estructuras, losas, trabajos de reparación y de emergencia con un tiempo muy frío se emplea si se desea un endurecimiento rápido, acortar el tiempo de cimbrado y en reparaciones donde se dispone de poco tiempo, parches, resanes y pisos de concreto que permitan un lapso de transito de 24 hrs.

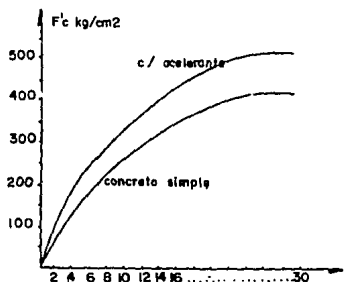
FIGURA-AD.1⁵



Edad en días

Concreto con cemento portland
tipo I (5% de peso de cemento)

Cemento 300 kg/m³,
Agua 150 lts.
A/C = 0.5



Edad en días

concreto con cemento portland
tipo III (5% de peso de cemento)

Cemento 300 Kg/m³,
Agua 150 Lts.
A/C = 0.5

Retardante y fluidizante

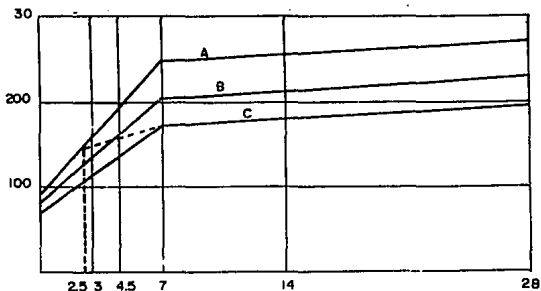
Este aditivo acorta el tiempo de fraguado y acelera el endurecimiento del concreto a temprana edad; permite un descimbrado en la mitad del tiempo normal, tiene mayor eficacia que si se utiliza un cemento tipo RRR o extra, se obtienen resistencias de tres días en uno, las de siete días en tres y las de veintiocho en siete, se recomienda especialmente para todo trabajo de urgencia y para dar al concreto más uniformidad porque evita la segregación.

Este aditivo es un polvo amarillento higroscópico con un peso volumétrico de 0.62 kg/lt, cuya dosificación será de 250 a 500 gr (máxima de 2 kg) por saco de cemento de 50 kg, de acuerdo con el fraguado y endurecimiento deseados; se agrega con la arena, el agua o bien durante el mezclado. Para mantener el revenimiento deseado debe reducirse la cantidad de agua de la mezcla de un 5 a 10%.

FIGURA-AD.2

Curvas de resistencia con diferente dosificación de cemento portland tipo III y 1% de acelerante.

$f'c$ Kg/cm²



Tiempo transcurrido en días

———— Tiempo en descimbrado normal.

----- Ahorro de tiempo en descimbrado.

" A " ahorra 4.5 días.

" B " ahorra 2.5 días.

" A " concreto con acelerante y 270 kg de cemento.

" B " concreto con acelerante y 250 kg de cemento.

" C " concreto sin aditivo y 270 kg de cemento.

Reductor de agua y fluidificante.

Es un aditivo reductor de agua y fluidificante; permite una reducción del agua de mezcla de 10 al 15% incluye del 2 al 3% de aire. Da al concreto mayor plasticidad y aumenta la resistencia del concreto, permite una mayor compactación y obtención de mejores acabados, más uniformidad porque evita la segregación.

Este aditivo es un polvo amarillento higroscópico con un peso volumétrico de 0.52 kg/lt o un líquido de color café con un peso volumétrico de 1.3 kg/lt cuya dosificación será 0.5% del peso del cemento líquido (equivale a 190 cc); o 125 gr de aditivo en polvo, por saco de cemento de 50 kg. El líquido se emplea generalmente donde se dispone de dosificador automático y el polvo se dosifica a mano o sea de acuerdo al número de sacos de cemento que lleva la bachada; puede diluirse al aditivo con la misma cantidad de agua y emplearse 380 cc/saco de cemento.

Para el aditivo en polvo se agrega con la arena, el agua o bien durante el mezclado. Para mantener el revenimiento deseado, deberá reducirse a la cantidad de agua en un 12%.

Para este aditivo se recomienda emplearse en concretos pretensados.

Inclusor de aire

Este aditivo aumenta la trabajabilidad y resistencia aproximadamente un un 10%, en concretos de bajo contenido de cemento, 140 a 180 kg/m³ o con granulometría deficiente en finos (0.15-0.30 mm).

Evita la segregación de los agregados, facilita la mezcla, colocación y compactación de concreto con bajo contenido de cemento, concreto ligero fabricado con agregados ásperos. En concreto aparente mejora el aspecto del acabado, no altera el tiempo de fraguado.

Es un aditivo de color café, no tóxico de resina vinsol con un peso volumétrico de 1.05 kg/lt cuya dosificación será de 25 a 50 cm³/saco de cemento, se incluirán de 4 a 6% de aire en concretos normales. Para incrementar la impermeabilidad, trabajabilidad y resistencia al intemperismo de los aplanados de mortero es conveniente incluir de 1 a 2% de aire. Se medirá la cantidad de aditivo por bachada de acuerdo con el número de sacos de cemento que lleva la revoltura y se agrega al agua de mezcla.

Curacreto o película de curado para concreto.

Evita la pérdida de agua a través de la película que debe ser menor de 0.05 gr/cm², es lo indicado para curar concreto en lugares de escaso abastecimiento de agua o difícil procedimiento de curado como el antisol rojo que contiene un colorante que desaparece después de cierto tiempo. El color ayuda a obtener una capa uniforme sobre el concreto, se puede emplear sobre la cimbra para evitar que se adhiera a ésta. El antisol blanco se usa para curar losas, pavimentos y canales de concreto ya que el pigmento blanco refleja los rayos solares lo cual ayuda a mantener baja la temperatura del concreto.

El litro de este curacreto cubre aproximadamente de 4 a 6 m² en una mano.

Se debe aplicar sobre superficies de concreto previamente humedecidas y después de quitar el molde, cuando no quede agua libre en la superficie con objeto de cubrir toda la superficie con una película uniforme, se debe evitar un tráfico sobre el mismo por lo menos durante 10 días y debe emplearse sin diluir.

A bajas temperaturas aumenta su viscosidad y en altas temperaturas disminuye. Cuando el activo y el pigmento se separan después de un largo almacenaje se pueden mezclar.

No se recomienda emplear este curacreto en superficies que posteriormente se tengan que pintar. Es un líquido inflamable, maneja con precaución.

Retardador Superficial Para concreto.

Este aditivo retarda químicamente el fraguado del mortero superficial, dando tiempo a quitarlo posteriormente con facilidad. profundidad a que penetra sobre toda la superficie tratada, es uniforme. Produce alta resistencia a esfuerzo cortante y es más económico que el uso de chorro de arena. Se debe picar o martelinar el concreto.

Por cada litro se aplica 4 m² y una penetración de 3 mm cuando se lava la superficie entre 8 y 24 hrs después de colado el concreto.

Aplicase con brocha sobre la superficie a tratar por cualquier método para evitar el secamiento del concreto. Lavese después de 12 hrs de aplicado con agua presión y cepillo de ixtle si es necesario, curesse la superficie el tiempo necesario.

Para lograr acabados arquitectónicos use agregados limpios, lave con bastante agua para evitar que se deposite la lechada de cemento.

Para obtener superficies con los agregados aparentes, retardando el fraguado de la lechada superficial, evitando el tener que picar o martelinar el concreto.

Es resistente al agua, así que los moldes tratados pueden ser almacenados durante mucho tiempo.

Para aplicar en cimbra se recomienda aplicar 200 gr/m² de cimbra o sea un litro debe cubrir de 5 a 6 m² con una penetración de ±4 mm.

Al aplicar este retardador con brocha sobre la superficie, y en la capa interior de la cimbra se debe dejar secar al tacto ± 3 horas antes del colado, descimbrar entre 24 y 40 horas y remover inmediatamente después el mortero retardado, lavando con agua a presión y cepillo de raíz.

Se debe limpiar con tiner la cimbra y el equipo después de cada uso.

Adhesivo Epóxico.

Es una resina epóxica de dos componentes, exentos de solventes, que desarrollan altas resistencias mecánicas y se adhieren tenazmente a casi todos los materiales de construcción, es de color gris cemento, se usa para reestructurar piezas agrietadas, ya que su baja viscosidad le permite llenar hasta fisuras de pequeñas dimensiones cuando se inyecta a presión o para unir piezas cuyas caras de contacto sean coincidentes como el concreto seco, acero, madera, vidrio, ladrillo, cerámica, sobre todo cuando las caras de contacto son irregulares; alcanza el 90% de su resistencia final a las 24 hrs. (compresión 600 kg/cm² a los 7 días).

Es recomendable usar el producto durante su vida útil de aplicación, mientras no inicie su endurecimiento o sea de 15 mín. a 1 hora entre 35 y 20°C respectivamente ya que endurece.

Adhesivo Epóxico Para Concreto Fresco.

Permite adherir concreto fresco a concreto endurecido para pegar materiales rígidos en la construcción.

La resistencia de este adhesivo endurecido a la compresión y a la flexión es mayor que la del concreto.

Este adhesivo epóxico es de dos componentes líquidos por cada 1.5 kg cubre aproximadamente 2 a 4 m² depende de la rugosidad de la superficie, tiene una vida útil de aplicación de 3 hrs.

Este adhesivo no se adhiere al hierro húmedo, zinc ni al Fo Go no se recomienda en superficies que estarán en contacto con alimentos o agua potable.

Mortero Epóxico.

Es un mortero que sirve para anclar maquinaria, barandales, pasamanos, etc., juntas rígidas y sin movimiento, anclaje de pernos, para la aplicación en concreto es necesario que este seco y libre de polvo, grasa, aceite, etc.

Es un producto de tres componentes de endurecimiento rápido a base de resina epóxica modificada, el mortero recién mezclado es fluido, fácil de trabajar, tiene buena resistencia mecánica. No se contrae, después del endurecimiento adquiere el 90% de su resistencia a las 24 hrs.

El espesor de cada capa no debe ser mayor de 5 cm, en caso contrario debe aplicarse en espesores de 5 cm por sobrecalentamiento del mortero como una consecuencia una dilatación y contracción en cada capa debe estar rugosa y antes de aplicar la siguiente capa, el tiempo antes del endurecimiento de la mezcla a 25°C es de 25 mín.

Impermeabilizante Integral Para Mortero Cemento.

Este compuesto aumenta la impermeabilización de aplanados de mortero en cimentaciones tanques subterráneos, techos, albercas, baños, cisternas, etc. No cambia el tiempo de fraguado.

Su aplicación será en un mínimo de tres capas, siendo la primera una lechada de cemento, la segunda de mortero en la proporción de 1:1 y la tercera será de 1:2.5.

El impermeable es un líquido espeso amarillo, con un peso volumétrico 1.07 kg/lt, con un contenido químico de sílice coloidal, que reacciona con la cal libre de cemento en hidratación, formando compuestos insolubles que obturan poros y capilares del mortero se disuelve una parte de impermeabilizante por cada 10 partes de agua.

Su curado debe realizarse al transcurso de 8 días.

La arena debe estar bien graduada a un tamaño máximo de 5 mm y se utiliza cemento portland tipo 1. Un litro de éste impermeabilizante permite tener un rendimiento de 1 m² por cada 3 cm de espesor.

Impermeabilizante integral para concreto.

Este aumenta la impermeabilidad de concretos en cimentaciones, muros de contención, losas, tanques, canales, alcantarillas, suterráneos, etc.

También plástifica la mezcla y aumenta la resistencia del concreto.

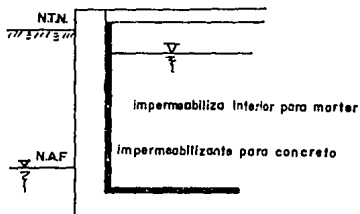
Es un polvo amarillento ligeramente hidrocópico con un peso volumétrico de 0.6 kg/lt cuya dosificación será de $\frac{1}{2}$ kg/saco de cemento, ya sea por bachada o por otro proceso de dosificación.

No se debe disolver con agua antes de su mezcla.

Se debe efectuar un curado adecuado continuo durante 8 días.

Se debe efectuar una buena compactación con un contenido no inferior a 220 kg/m³ de cemento.

FIGURA-AD.3



Sellador De Fraquado Instantáneo.

Su uso permite sellar filtraciones de agua en roca, concreto, mampostería, mezclado con cemento portland normal. Sella la roca antes de colocar concreto.

Este sellador es un líquido rojizo, alcalino que causa un fraguado del cemento en menos de 1 mín. su peso volumétrico es de 1.25 kg/lt.

Otro tipo de sellador es un líquido incoloro, alcalino que causa un fraguado del cemento en 1 a 2 mín con el mismo peso volumétrico.

Estos selladores fraguan bajo el agua.

Su dosificación será de 20 lt/saco de cemento y 15 lt/ saco de cemento respectivamente.

FIGURA-AD.4



Preparación

Desfogue

Taponamiento

Acabado

Los selladores de fraguado instantáneo no reaccionan igual con todos los cementos, si el fraguado es lento, se recomienda utilizar otro cemento más fresco o de otra marca.

La temperatura baja causa un fraguado y endurecimiento más lento.

Debe usarse solamente para hacer tapones y sellar el desfogue y no para sellar filtraciones superficiales.

Aditivo Expansor Para Cemento Mortero Y Concreto.

Es un aditivo que produce una expansión controlada en pastas de cemento y mortero que se utilizan en inyecciones de concreto agrietado roca, cimentaciones, ductos de cable en concreto postensado, bases de maquinaria, anclajes, etc.

Este es un aditivo en forma de polvo blanco no tóxico y libre de cloruros con un peso volumétrico de 0.6 kg/lt con una dosificación de 1% del peso de cemento o sea 500 gr/saco de cemento.

La pasta debe ser inyectada en el lugar inmediatamente después de mezclarla íntimamente. La expansión empieza en el momento de mezclar y se desarrolla durante 30 mín hasta 2 hrs dependiendo de la viscosidad de la pasta.

Produce una mezcla de gran fluidez y de retención de agua, mantiene el cemento y la arena en suspensión. La expansión gaseosa se produce antes del fraguado y equivale a un 8 %, no contiene cloruro de calcio, nitratos u otros productos químicos que corroen el acero de presfuerzo.

Adhesivo Y Plastificante Para Mortero Y Concreto.

El adhesivo y plástificante para mortero y concreto mejoran la unión, aceleran el tiempo de curado de resanes, fracturas, desprendimientos en columnas, trabes, vigas, muros, techos, pisos, etc.

Sirven como adherentes para aplanados de yeso y restauración de los mismos, para nivelar firmes, para la colocación de loseta asfáltica, vinílica, ahulada o parquet, y para emplearse íntegramente en el firme, y como aislante entre el asfalto y pinturas con disolventes con el fin de que no se remueva el asfalto.

Este es un compuesto que no se remulsifica por la acción del agua, es una emulsión del agua de color blanco con 30% a un 50% ± 1% de sólidos a base de "copolímeros".

Este compuesto aumenta la resistencia al impacto, abrasión y tensión por flexión, y acelera el curado reteniendo el agua necesaria.

Proporciones para su correcto uso:

a) Como adhesivo entre concreto nuevo y viejo. La proporción de la solución es de 2:1 a 1:2 con agua, dependiendo de la rugosidad de la mezcla.

b) Entre muros y aplanados de yeso, cemento y mortero.

La solución con agua es de 1:7 aplicando una o dos capas.

c) Como adhesivo integral para concretos, morteros y aplanados, la proporción es de 10 lt/saco de cemento.

d) Como adhesivo en restauración de pisos. Una solución por dos partes de agua. Al mortero o concreto con que se vaya a restaurar, deberá adicionarsele por cada saco de cemento, siete litros de solución.

e) Para tirol.

Emplear una parte de solución de 2:5 en agua y como parte integral del tirol 1:7 en agua.

Este adhesivo no requiere de picado pero sobre superficies ásperas se obtienen mejores resultados.

f) Para pisos de alta resistencias a la abrasión.

Una proporción es de 12 litros por saco de cemento o una solución con agua 1:2.

PRINCIPALES FABRICANTES DE ADITIVOS EN MEXICO.

NUMBR E/FABR ICANT E	DURO- ROCK	FESTER	POLDI	PROCO NSA	RESIKO N	WISLEY	SIKAME X	ADICIO NANTES PARA CONCR ETO	TECNO CRETO	IMPER QUIM A
Retarda ntes de fraguad o.	DURO- ROCK N-14. DISPER MIX R.. DUROT ARD.	FESTER LITH, ROZORP. 1300- R.SONO TARD, FESTER TARD.	RETARS OL	DISPER CON R,RL	RESICR ETE 1142, DISPER MIX-R, DUROT ARD.	---	PLASTI MENT-N	FLUIME X-R, ADICRE TO-R	POZZOL ITH-R, 100-HR.	DISPER QUIM- R, DEN SIFLAS TH-N, ADIQUI M-R
Inclusor es de aire.	INCLUS AIR-LQ	FEST- AIRE	DEHYD OL	AIRCON -N25	VINRES- 1143, RESICR EST- 1144.	---	SICA- AIRE.	AIRMEX -AC56.	MB-VR.	AIRQUI M.
Fluidiza ntes, dis persante s, plastific antes. (reducto res de agua)	DISPER MIX, LQ-100	FESTER LITH-N, FESTER- MELME NT, SUPER- FLUIDIZ ANTE.	SECOSA L.	DISPER CON-N, NL, DENSIC RET.	RESICR ET-1142, 1146.	PUZZO MEX. 3H	PLASTO CRETE, SIKAME NT, PLASTI MENT. CLK.	FLUIME X-N, KL- SUPERF LUIDIFI CANTE. ADICRE TO.	POZZOL ITH-3H, OMICRO N.	ADIQUI MN, DISPER QUIM- NL, QUIMI MENT.
Estabiliz adores de volumen , expansio nes.	INTEGR AL-H, DISPER MIX- EXP., DURC- PACK.	FERROL ITH-Q, E, FERR AFEST- O,FESTE R-GROU T-NM	POLDIF LEX.	PROPAQ UE, EXPANC ON, FERRIC ON.	VIBROC RETO- 1137, PEOAKR ETO, INC-1105	---	KEMOX- B, INTR AFLAST -C.	FERROS ET, FLUIME X-EXP., GROUT.	ENIBEC O.	QUIMP AK, EXPAN QUIM.
Endurec edores(p ara plasa).	DURO- KROM, SIMEX, QUIMO- ROCK.	LAPIDO LITH, FERROL ITH-H, HARCO N, ENDULI TH, FERROP EST-H.	POLDIF LEXX.	DURAC ONF,MI S,Q,QL.	DURAC RETO- 1391, PISOFO RT-1390.	---	KEMAX- A.	FERROP ISO, KROMO PISO, QUIMOL IT.	MASTER -PLATE, ANVIL- TO, SANISE L.	PISODU R- M.F.Q.
ACELE RANTE S DE F'c	R.R. MIX	FESTER LITHA, FESTER MIX.	SLCOSA L.	RAPIDO LITH, DISPER CON-A, AL-500	DURAC EL-1145.	POZZM EX	SIXACR ETE, FRIOPL AST-A	FLUIME X.	POZZOL ITH- 100G.	DISPER QUIM- A, QUI MICRE TE.
Imperm eabilizan tes integrale s.	INTEOR AL- NORMA L, TIPO- V.	FESTER ORAL- CX.	SECALI T.	IMPERC ON-P, L.	IMPERG AL-1141.	---	SICALIT E.	FLUIGR AL-P,L. FERROU IT.	---	IMPER QUIM
NO ADITIVOS										

MEMBRANAS DE CURADO.	CURADOR-D.R.	CURAFEST.	CURARETO.	CURACONS-A. H. CONCENTRADO, TRANSPARENTE.	CURAFILM-1149	---	ANTISOL.	CURALIT.	CONFILM, MASTER SEAL.	CURAUIMS.
ADHESIVOS LIGANTES ENTRE CONCRETOS VIEJO-NUEVO	LIGACRET.	TESTER BOND, EPOXY E-200.	---	ADHECON, B, PEGACRET, EPOXY RETOLUV.	CURABLACK-1225.	---	SIKALATEX, COLMAFIX.	ADIBOND.	---	QUIPAK, QUIMIWELD, LATES BOND, ADHEPOX.

CAPITULO SIETE

ACABADOS

D Consideraciones generales después del fraguado inicial del concreto.

Antes de descimbrar es conveniente dejar las cimbras en su lugar el mayor tiempo posible para continuar con el período de curado hasta que el concreto tenga la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos provocados (0.75 F'c) por la carga muerta como por cualquier carga impuesta durante la construcción.

El concreto deberá tener la dureza suficiente que garantice que las superficies no serán dañadas. Se puede considerar una temperatura de 10°C mínimo para retirar la cimbra de un día, para la cimbra lateral de un espesor bajo en secciones apuntaladas de 12 a 24 hrs; en secciones horizontales las cimbras de vigas, losas de piso, sus soportes (apuntalamientos) se podrán retirar entre 3 y 21 días dependiendo del tamaño del elemento como de F'c. Es conveniente colocar puntales después de descimbrar de acuerdo a los resultados de laboratorio, se debe considerar la resistencia del concreto mediante estas pruebas, en vez de considerarlo arbitrariamente.

Tomando en cuenta al proyecto, la relación edad-resistencia en la estructura, curado, así como las condiciones de obra.

Relación edad-resistencia de concreto sin aire incluido con una relación A/C de 0.53, considerese los materiales usados, temperatura, tiempo de descimbrado, etc.

TABLA-ACA.1

RESISTENCIA KG/CM ²	EDAD	
	CEMENTO NORMAL TIPO I	CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA A EDAD TEMPRANA, TIPO III
35	24 HRS.	12 HRS.
50	1.5 DIAS	18 HRS.
105	3.5 DIAS	1.5 DIAS
140	5.5 DIAS	2.5 DIAS

No se debe apoyar contra el concreto una barreta de pinchar u otra herramienta de metal para acuar y desprender las cimbras. Si es necesario acuar entre el concreto y la cimbra, sólo deberá usar cuñas de madera. El descimbrado deberá comenzar a cierta distancia y dirigirse hacia una salinete. Esto alivia las presiones contra las esquinas salientes y reduce las probabilidades de que las aristas se desprendan. No se deberán arrancar con mucha rapidez las cimbras después de haber comenzado a acuar en un extremo, porque seguramente se desprenderían las aristas del concreto.

II. JUNTAS

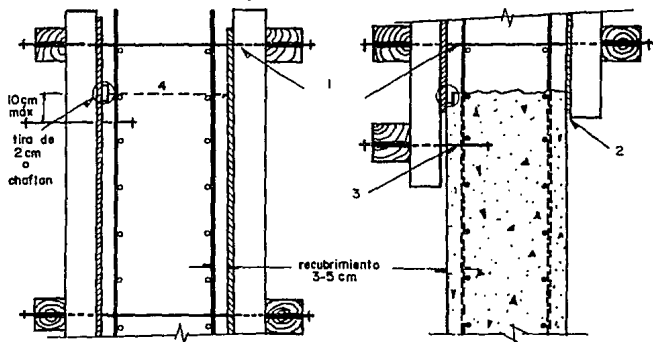
Las juntas de construcción de liga en concreto estructural son necesarias cuando un concreto fresco se va a poner en contacto con algún concreto endurecido ya existente y necesita adherencia y hermeticidad.

La falta de enlace entre un concreto viejo y uno nuevo. Se crea una capa débil porosa en la junta del concreto endurecido.

La calidad de la junta de liga dependerá de la calidad del concreto endurecido y de la preparación de la superficie.

El concreto endurecido deberá estar limpio y sano, bien nivelado y escarificado (algunas partículas expuestas de agregado grueso); cualquier lechada, mortero suave, polvo, astillas de madera aceite proveniente de la cimbra o cualquier otro material extraño inferirá con el enlace adecuado del colado subsecuente. El labrado y limpieza con martillos cinceladores o rebanadores, con chorro de agua, con escarificadores, con chorro de arena o cualquier otro equipo mecánico constituyen métodos satisfactorios para dejar expuestos al concreto sano.

FIGURA-ACA.1 Detalle de una junta de construcción horizontal.



1 Tirante a no más de 15 cm por encima de la junta

2 Tirante sobre el concreto endurecido no más de 2.5 cm

3 Perno o troquel de 15.9 mm (5/8") con cuerda enrasada para una fácil remoción. El perno sostendrá firmemente la cimbra contra el concreto endurecido.

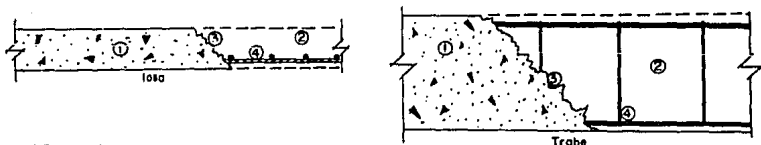
4 Cuele el concreto hasta el nivel de la línea de trazos. Permite el asentamiento y enrase hasta la parte inferior de la tira. Desprende la tira limpia y cure la junta tal como se especifica.

Un concreto parcialmente fraguado o endurecido puede requerir de un cepillado con cerdas de metal, se puede labrar con un chorro de aire y agua a alta velocidad para dejar expuesto el concreto limpio y sano antes del fraguado final esto se efectúa de 4 a 12 hrs. después del colado.

El concreto endurecido puede quedar seco o se puede humedecer antes de colar el concreto nuevo dependiendo del ambiente húmedo o seco.

Para una junta de construcción horizontal en edificación de muros de concreto reforzado, se obtienen resultados satisfactorios montando las cimbras hasta el nivel de la junta sobrepasando las cimbras de 2 a 5 cm, y removiendo el exceso de concreto justo antes de que ocurra el fraguado.

FIGURA-ACA.2



- 1 Concreto endurecido.
- 2 Concreto fresco a colar.
- 3 Escarificado con una inclinación de 45° a 60° aprox.
- 4 Aterro de refuerzo.

Unión de concreto nuevo a concreto endurecido.

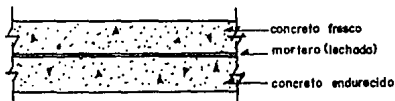
En juntas constructivas horizontales en secciones de muros se puede obtener una buena liga colocando una mezcla con más cemento y arena mayor de lo normal en la parte inferior de la nueva, colada y vibrada perfectamente en la interfase con la junta, y con un concreto endurecido limpio y preparado.

Para las capas superiores de la losa y de los pisos de doble capa, se cepilla sobre la superficie limpia y seca o húmeda pero sin la presencia de agua libre, una capa de 1.5 mm a 3 mm de espesor de mortero consistente de una parte de arena y la cantidad suficiente de agua para lograr una consistencia espesa, cremosa y similar a una pintura, no se debe dejar secar el mortero antes de colar la capa superior de concreto.

Tipos de juntas:

- a) De separación.
- b) De contracción.
- c) De unión.

FIGURA-ACA.3

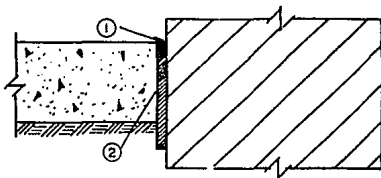


Juntas de pisos-muros.

a) Juntas de aislamiento.

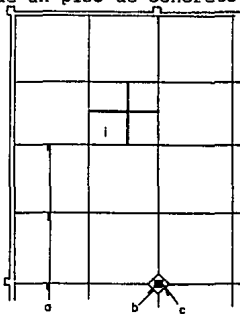
llamada también de expansión, permite movimientos verticales y horizontales, alrededor del perímetro de un piso colado sobre el terreno, alrededor de las columnas, alrededor de la cimentación para separar a la losa de las partes de mayor rigidez de la estructura. Puede de 6 mm o menos aunque el material que se usa más comúnmente es de 12 mm, se debe asegurar que todos los bordes de la losa esten aislados adyacentes a todo espesor ya que podrían agrietamientos debido a movimientos diferenciales.

FIGURA-ACA.4 Junta de aislamiento:



1 Compuesto de sellado de la junta.
2 Material de expansión de la junta.

FIGURA-ACA.5 Junta de un piso de concreto de 20 cm de espesor.



a Junta de construcción sin unir.
b Junta de aislamiento.
i Base de maquinaria.
c Columna.

Las columnas montadas en zapatas aisladas se pueden separar de las losas sobre el terreno con ayuda de aislamiento, ya sea circular o cuadrada. La forma cuadrada se debe girar para que sus esquinas queden alineadas con las juntas de control y de construcción.

Juntas de control o de contracción.

Permiten un movimiento de carga en el mismo plano de la losa o muro. Un agrietamiento por contracción, por secado y por temperatura en los sitios preseleccionados, que en caso de no utilizarse las juntas por contracción o si quedan demasiado espaciadas e inclusive con un ligero refuerzo ocurrirán

agrietamientos aleatorios cuando la contracción por secado y la contracción por temperatura produzcan refuerzos de tensión mayores a la resistencia de tensión del concreto. Las juntas se pueden hacer por medio de un disco metálico haciendole una ranura recta continua o provocandola al transcurso del colado con una barra metálica del espesor especificado, provocando un plano de debilidad en la que se va a formar la grieta; las cargas se transmiten a través de la junta por la trabazón de agregados entre las caras opuestas de la grieta siempre y cuando no sea demasiado ancha y el espaciamiento entre juntas no sean demasiado grandes; para suelos no compresibles y expansivos se recomienda colocar una barra de acero de 5/8" a 1/4" de diámetro adentro de un tubo flexible para absorber esfuerzos cortantes.

Los tamaños y espaciamientos de las barras pasajuntas, los cuales van colocadas a la mitad del espesor de la losa se muestran en la siguiente tabla.

FIGURA-ACA.2

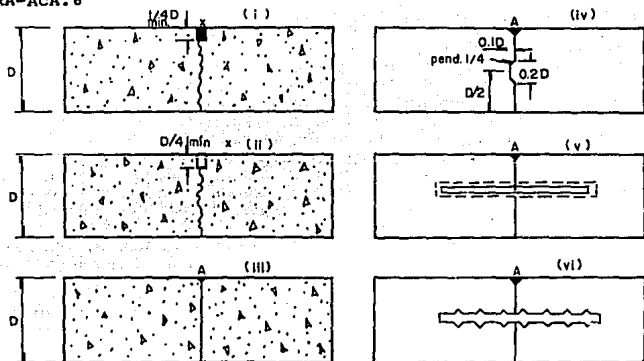
PERALTE DE LA LOSA EN CM.	DIAMETRO EN CM(IN) O NUMERO DE LA BARRA.	LONGITUD TOTAL EN CM.	ESPACIAMIENTO DE CENTRO A CENTRO EN CM.
BARRAS PASAJUNTAS.			
12.5	1.59 (5/8)	30	30
15.0	1.90 (3/4)	35	30
17.5	2.22 (7/8)	35	30
20.0	2.54 (1)	35	30
22.5	2.86 (1 1/8)	40	30
25.0	3.17 (1 1/4)	40	
BARRAS DE ANCLAJE.			
12.5	# 4	75	75
15.0	# 4	75	75
17.5	# 4	75	75
20.0	# 4	75	75
22.5	# 5	75	75
25.0	# 5	75	75

Las juntas de construcción son los lugares en que se detiene el proceso de construcción. Las juntas de construcción también se puede usar como juntas de contracción.

Las juntas de construcción ya sea aserradas, ranuradas o perforadas deberán desarrollarse a una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. El espesor en una junta de construcción deberá reducirse al menos un 20% o de preferencia un 25%. En muros reforzados ligeramente, la mitad de las barras de acero se deberán cortar en la junta.

En las aristas de las aberturas en los muros donde se localicen las juntas de construcción, se deberá suministrar un refuerzo adicional diagonal o vertical y horizontal para controlar los agrietamientos.

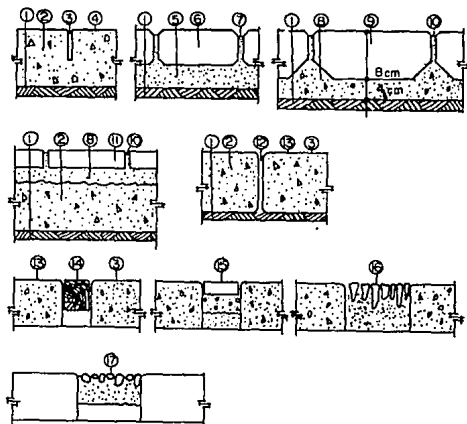
FIGURA-ACA. 6



- i Tira preformada de metal plástico o metal de $1/4 D$ mín. Junta de contracción aserrada.
 ii Corte de sierra de $1/4 D$ mín. Junta de contracción con insertos premoformados.
 iii Bordes "A" a cada lado con un radio de 3 mm.
 iv Junta de construcción machibreada, impide su unión.
 v Junta de construcción a tope con barras pasajuntas. (las) puede introducirse dentro de un tubo conduit que impida su unión con el concreto o adherencia.
 vi Junta de construcción a tope con barras de anclaje (no es una junta de contracción) con barra de anclaje deformada.

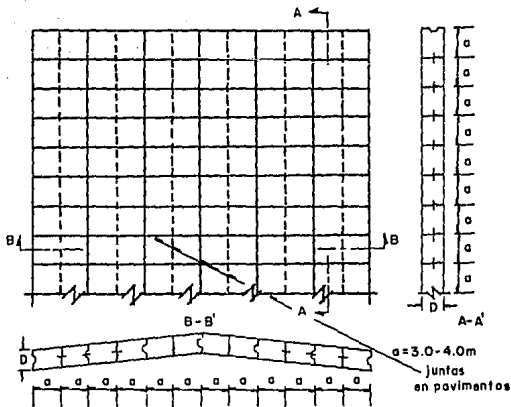
FIGURA-ACA. 7

OTROS TIPOS DE JUNTAS



- 1 relleno con papetele.
- 2 firme de concreto.
- 3 acabado:
fino c/ lana metálica.
pulido c/ lana de madera.
reglado c/ regla de madera.
grabado c/ esponja.
- 4 junta macada c/ disco 5x50 mm.
- 5 base de arena fina.
- 6 adoquín prefabricado.
- 7 junta de 5 mm de ancho.
- 8 mortero c/a = 1:5.
- 9 adoquín de piedra labrada.
- 10 junta de 15 mm c/ mortero c/c/ad. 2:8.
- 11 recinto 3 cm de e.
- 12 junta a hueso.
- 13 acabado esobillado.
- 14 junta c/ madera saturada c/ aceite creosota o diesel.
- 15 junta de loseta de barro.
- 16 junta de rajuela de piedra brazo.
- 17 junta de canto rodado. 3 a 4 cm.

FIGURA-ACA. 8



Las juntas de contracción en los muros deberán ir colocados donde ocurran cambios abruptos de espesor o altura, cerca de las esquinas si es posible, dentro de 3 a 4.5 m.

Las juntas de expansión deberán quedar espaciadas a no más de aproximadamente 6 m.

El espaciamiento de las juntas de contracción en los pisos sobre el terreno dependerá de :

- El espesor de la losa.
- El potencial de contracción del concreto.
- La fracción con la subrasante.
- El medio ambiente.
- La ausencia o presencia de acero de refuerzo.

Los tableros que resulten deberán ser cuadrados, los tableros que tienen relaciones largo-ancho excesivas (mayores de 1 a 1.5) muy probablemente se agrietarán en un sitio intermedio.

Espaciamiento máximo de las juntas de construcción en metros.

Los espaciamientos también se utilizan para las distancias desde las juntas de contracción hasta las juntas paralelas de aislamiento o hasta las juntas paralelas de construcción del tipo contracción los espaciamientos mayores de 4.5 m pueden indicar una marcada pérdida de efectividad de la trabazón de los agregados para proporcionar la transferencia de carga en la junta.

FIGURA.ACA.3 Agregado de 19 mm(3/4") de tamaño máximo y de tamaños mayores. Revenimiento de 10 a 15 cm.

ESPESOR DE LA LOSA EN CM	AGREGADO DE TAMAÑO MAX.	AGREGADO DE TAMAÑO MAXIMO	REVENIMIENTO CM.
10.0	< 19 MM(3/4)	≥ A 19 MM	> 10 CM
12.5	2.4	3.0	3.6
15.0	3.0	4.0	4.5
17.5	3.6	4.5	5.5
20.0	4.2	5.5	6.4
22.0	4.8	6.0	7.3
22.5	5.5	7.0	8.2
25.0	6.0	7.6	9.1

Juntas de construcción.

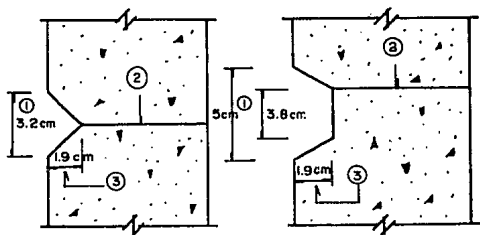
Son los lugares de paro durante el proceso de construcción, una verdadera junta de construcción deberá unir al concreto nuevo con el concreto existente sin permitir ningún movimiento. los tamaños y espaciamientos se muestran en la figura anterior; usualmente se diseñan y se construyen de acuerdo al proyecto para que funcionen como juntas de construcción o de aislamiento y se les puede hacer desligar a propósito utilizando agentes, pinturas y agentes para separar la cimbra. En los pisos de gran espesor para cargas grandes, se utilizan comúnmente juntas de construcción con barras pasajuntas sin ligar, las juntas machiembras resultan satisfactorias. Para losas delgadas, bastará con una junta a tope de cara plana.

Las juntas horizontales en los muros deberán hacerse rectas exactamente horizontales y colocarse en lugares adecuados. Una junta de construcción horizontal se puede hacer clavando una tira de madera de 2.5 cm a la cara interior de la cimbra y cerca de la parte superior, después de remover o escarificar a un cierto nivel el concreto, se removerá la tira y emparejarán las irregularidades en la junta. Después de retirar las cimbras, se deben colocar empaques donde la cimbra quede en contacto con el concreto endurecido para evitar fugas.

Una variación de este procedimiento hace uso de una tira rústica en vez de la tira de madera de 2.5 cm para formar una ranura en el concreto y obtener un efecto arquitectónico, pueden ser biseladas o trapecial o en forma "V".

Para usos industriales y comerciales no es necesario su colocación pero si para zonas donde la humedad es notorio, el polvo o tránsito vehicular el relleno de juntas, es necesario éste movimiento, se puede acomodar con el uso de selladores elastomarcos para dar soporte a los bordes y prevenir descantilladuras; en las juntas aserradas se usará un relleno epóxico semirígida con dureza shore A-80 ó D-50 (ASTM D2240) o con plomo, que es un material de buen soporte donde sea permitida.

FIGURA-ACA.9



1 Dimensión variable 3.2 cm.

1.a Dimensión variable 3.8 cm y 1.b = 5 cm.

2 Ubicación de la junta de construcción.

3 Varía con el espesor del muro 1.9 cm.

Las juntas de aislamiento se habilitarán alrededor del perímetro del piso que colinde con los muros, y alrededor de todo elemento fijo que limiten el movimiento de la losa, como columnas, o bases de maquinaria que penetren en la losa del piso; otro aspecto importante consiste en localizar y espaciar correctamente las juntas de contracción para eliminar los agrietamientos aleatorios.

Para concretos sin o con un limitado número de juntas se tomarán las siguientes disposiciones:

a) Un piso presforzado se puede construir haciendo uso del postensado, se tensionarán los torones de acero dentro de ductos después de que el concreto ha endurecido y durante la transferencia de los esfuerzos de tensión en el concreto que proporciona un piso libre de juntas; se pueden construir áreas extensas de 1000 m² y más sin necesidad de juntas intermedias.

b) Se puede usar concreto fabricado con cemento expansivo, para compensar anticipadamente la contracción por secado posterior al curado. Las juntas de contracción no son necesarias cuando se usan juntas constructivas a intervalos de 12 a 36 m pero se recomiendan mínimo a cada 3 m, tomando consideraciones de suelos expansivos. Se necesita acero de refuerzo para esfuerzos de compresión producidos durante y después del período de expansión (puede utilizarse malla de 6 x 6 o 10 x 10) como una forma de presforzado.

c) En áreas extensas de un solo día de colado de losas, de 720 - 1000 m², se puede colar sin juntas de contracción cuando la cantidad de acero distribuido es de aproximadamente del 1% del área transversal de la losa; se deberá realizar un esfuerzo especial para reducir la fricción de la subrasante en los pisos sin juntas de contracción.

TABLA-ACA.4 Anchos de grietas tolerables para concreto reforzado.

CONDICION DE EXPOSICION.	ANCHO DE GRIETA TOLERABLE, MM.
Secado al aire o membrana protectora.	0.41
Humedad, aire húmedo, suelo.	0.30
Productos químicos descongelantes.	0.10
Agua de mar y brisa de agua de mar, huemedecimiento y secado.	0.15
Estructura de retención de agua (excluyendo tuberías que no se encuentren bajo presión).	0.10

III) Formas terminadas de los principales elementos estructurales en edificación.

Pilotes de concreto.

Son elementos estructurales que se hincan en el terreno con el propósito de transmitir cargas y/o modificar las características del suelo, se pueden clasificar en:

1) **Pilotes de concreto precolados:** Serán de concreto hidráulico reforzado o preesforzado que se hincarán en el terreno.

Los elementos precolados cumplirán con las dimensiones geométricas y propiedades físicas del concreto normal (resistencia a compresión, armado, concreto utilizado, etc.).

Cada pieza será colada en forma continua, no permitiéndose las juntas de colado con objeto que la pieza sea monolítica.

No deberá presentar oquedades, porosidades, grietas u otros defectos de colado que ponga en peligro su resistencia estructural, en caso de haber grietas no astilladas y reducidas se podrá utilizar un adhesivo epóxico para taponearlo a criterio del ingeniero residente y supervisor.

El hincado de pilotes se hará después de 28 días de fabricación cuando se emplee cemento tipo 1 a una temperatura mínima de 5°C.

Para temperaturas inferiores se utilizará un cemento tipo V o también para pilotes expuestos a aguas de mar o suelos alcalinos; el curado se realizará durante 28 días.

Los elementos de fabricación son:

- a) Molde
- b) Concreto hidráulico.
- c) Tubo y accesorios para chiflones.
- d) Acero estructural y soldadura para punta y junta.

2) **Pilotes de concreto colados en situ:**

Estos se fabricarán con concreto hidráulico simple o reforzado. bien sea dentro de un forro hincado en el terreno o directamente dentro de una perforación en el propio terreno.

Los tubos o forros se hincarán siguiendo una dirección fija, la posición final de sus cabezas no diferirá de la posición teórica tolerada, de la misma manera el acero y concreto hidráulico deberá cumplir con las especificaciones del proyecto.

Se evitará hincar tubos o forros en puntos cuya distancia sea menor de 3.0 m a los pilotes colados en proceso de fraguado con edad inferior a 24 hrs, éstos deberán ser herméticos y cilíndricos o tronco-cónicos, su diámetro disminuirá uniformemente desde la cabeza hacia la punta; el diámetro en el extremo inferior no será menor de 20 cm. El hincado deberá ser continuo hasta una profundidad fijada. Para ademar se utilizará lodo ventilítico que deberá ser totalmente expulsado durante el vaciado del concreto por lo que se utilizará el método de vaciado de treene que es la introducción de una manguera utilizada como ducto para depositar el concreto; no se permitirá disgregaciones u oquedades en el elemento construido, por lo que se debe utilizar el sistema de vibrado.

Los materiales de fabricación son:

a) Láminas de acero, de cartón, fibra u otro material para tubos o forros.

b) Acero de refuerzo.

c) Concreto hidráulico.

Entre las diversas restricciones y tolerancias en la fabricación y colocación serán las siguientes:

No defrirá más de 1 cm en su corte transversal.

La colocación del acero de refuerzo no excederá de 1 cm.

La distancia entre el eje centroidal de un tramo de un pilote antes de su hincado y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas no será mayor de 3mm por cada metro de longitud.

La desviación angular de los ejes de cualquier sección transversal de un tramo de pilotes respecto a los del proyecto, no excederá de $2^{\circ}17'$ cuya tangente es igual a 0.04.

La posición final de los extremos superiores de los pilotes después de hincados no diferirá de la de proyecto en más de 10 cm.

La desviación de los pilotes apoyados de punta después de hincados con relación a la vertical o la inclinación fijada en el proyecto, será como mínimo de 3° . No se aceptará que dos o más pilotes estén en contacto. Los pilotes de fricción después de hincados, con relación a la vertical o la inclinación fijada en el proyecto, será como máximo de 6° . En ningún caso se permitirá que dos o más pilotes estén en contacto.

Proceso de fabricación de pilotes.

--Acarreo, maniobras, estibas y desestibas.

--Trazo y referencia de niveles.

--Habilitado y armado del acero de refuerzo.

--Perforación del suelo.

--Cimbrado, colado, descimbrado, curado y muestreo del concreto.

--Hincado del pilote.

--Hincado y extracción de fundas en su caso.

--Cortes, ajustes y tratamientos de cabezas.

--Pruebas de carga.

--Corrección o restitución de los pilotes que no llenen los requisitos especificados.

--Limpieza y retiro de materiales, sobrantes y desperdicios.

--Otras operaciones complementarias necesarias para llevar a cabo los trabajos encomendados.

LOSAS.

Son elementos estructurales cuyas dimensiones en planta son más grandes en comparación con su peralte.

Las losas pueden ser:

a) Macisas.

b) Aligeradas. (bloques de material ligero, Alvéolos formados por moldes removibles, etc.).

Las losas de concreto aligeradas se logran incorporando bloques huecos o tubos de cartón o formando huecos con moldes recuperables de plástico, fibra de vidrio u otros materiales sintéticos. Las losas aligeradas reciben a veces el nombre de losas encasetonadas o reticulares.

En algunos sistemas estructurales las losas se apoyan sobre muros o sobre vigas, que a su vez se apoyan sobre columnas, mientras que en otros, las losas se apoyan directamente sobre columnas.

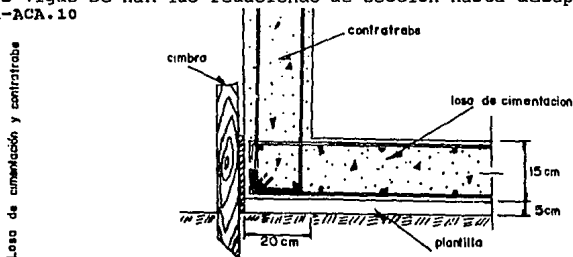
Las primeras reciben el nombre de losas perimetralmente apoyadas.

Las segundas reciben el nombre de losas planas.

En las losas planas se utilizan a veces ampliaciones en la zona de unión de la columna con la losa.

Como el tamaño de las vigas de apoyo de losas perimetralmente apoyadas pueden ser cualquier, las losas planas pueden considerarse como un caso particular de las losas perimetralmente apoyadas en que las vigas se han ido reduciendo de sección hasta desaparecer.

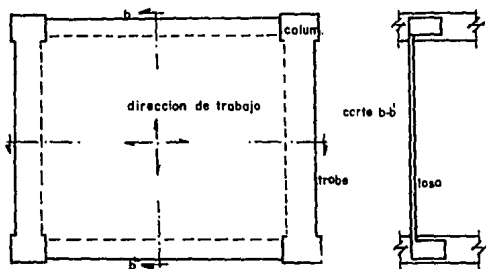
FIGURA-ACA.10



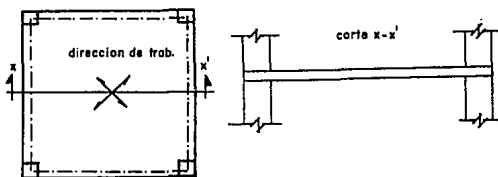
Las losas perimetralmente apoyadas pueden visualizarse como losas planas en las que se han rigidizado los ejes que unen las columnas. Las losas apoyadas sobre muros también pueden considerarse como un caso particular de losa perimetralmente apoyadas sobre vigas infinitamente rígidas.

FIGURA-ACA.10A Clasificación de las losas según sus condiciones de apoyo:

- 1) Losas apoyadas en su perímetro.



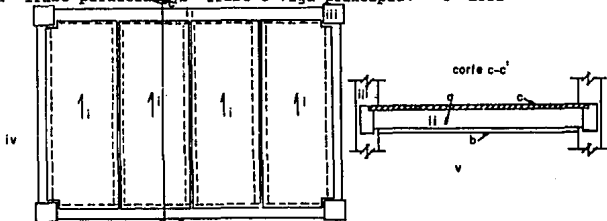
2) Losas apoyadas directamente en las columnas (losa plana).



3) Losas apoyadas en traves paralelas.

Puede ser losa prefabricada o colada in situ.

a- Trabe paralela. b- Trabe o viga principal. c- Losa



i-Direcciones en las cuales trabaja ii-Viga. iii-Columnas. iv-V. planta. v-V. alzado.

Clasificación de las losas según su geometría.

Si las losas transmiten a marcos muros u otros elementos rigidizantes, fuerzas horizontales. Se consideran como diafragmas horizontales.

Las losas se diseñarán como diafragmas horizontales cuando transmiten fuerzas de magnitud considerable.

Peralte mínimo en losas.

Para losas apoyadas perimetralmente el espesor de la losa para evitar el cálculo por deflexión, para el buen comportamiento de la losa estructural es preferible efectuar el diseño según se proyecte.

$d = 0.08$ m mínimo sí:

A) $F_s \leq 2000 \text{ Kg/cm}^2$.

B) $F_s > 2000 \text{ Kg/cm}^2$.

C) $w \leq 380 \text{ Kg/cm}^2$.

D) $w > 380 \text{ Kg/cm}^2$.

E) $d \geq \text{Perimetro de la viga} + 300$.

$$F) d \geq 0.034 \times \sqrt{F_s \times w} \times \frac{\text{Perímetro de la viga}}{300}$$

Para la obtención del perímetro, la magnitud de los lados discontinuos se incrementa en 50 % si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella y 25% cuando lo son.

Donde: A - Claro entre columnas.

d - Peralte de la losa.

$$d = 1.25 A + 1.25 B + A + B$$

$$d = 1.50 A + 1.50 B + A + B$$

FIGURA-ACA. 11

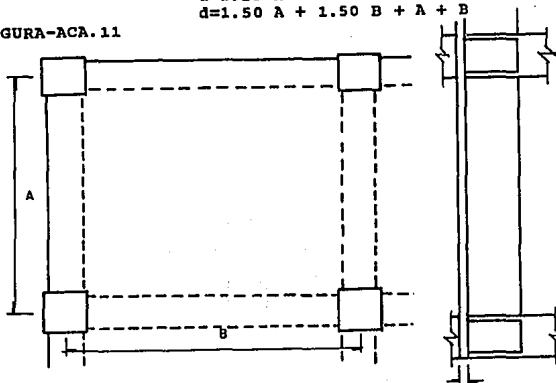
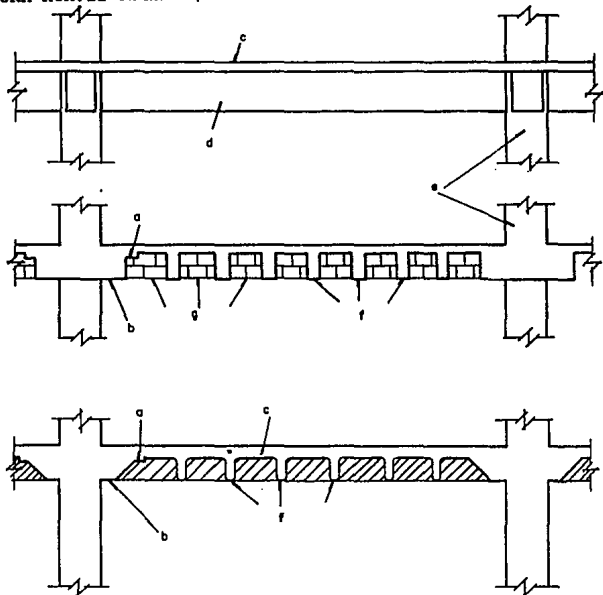


FIGURA-ACA. 12 a-Abaco. b-Capitel. c-Losa. d-Trabe. e-Columna. f-Nervaduras. g-Bloques. h-Alveolos (losa aligerada).



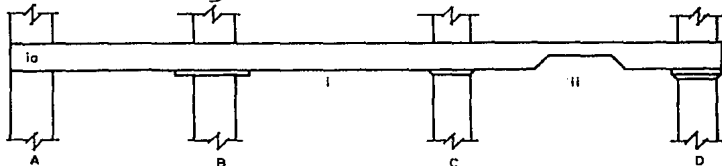
Losas planas.

Son elementos estructurales que transmiten las cargas directamente a las columnas sin ayuda de las vigas.

Pueden ser de espesor constante o variable o tener un cuadro o rectángulo de espesor menor en la parte central de los tableros, dicha zona, debe estar dentro del área de intersección de las franjas centrales y del espesor del resto de la losa excepto el del ábaco y no menor de 10 cm.

La transmisión de cargas se puede hacer a través de ábacos, columnas, capiteles o combinación de ambos.

En ningún caso se admitirá que las columnas de orilla sobresalgan del borde de la losa. FIGURA-ACA.13



A) Apoyada en columnas directamente. B) Apoyada a través de ábacos. C) Apoyada a través de capiteles. D) Apoyada a través de ábacos y capiteles.
I- Losa de espesor constante. II- Losa de espesor variable. Ia- El paño de la columna debe coincidir con el paño de la losa.

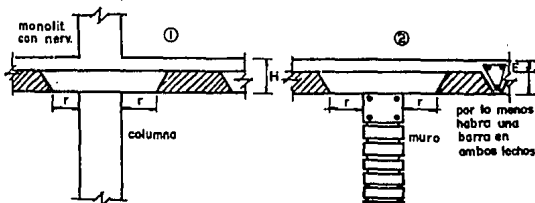
El diseño de estas losas es bastante conservador, por lo que limita su uso en edificios muy altos (20 m).

Una posibilidad de disminuir la flexibilidad de una estructura a base de losa plana, es la inclusión de elementos resistentes a fuerzas cortantes (muros de cortante, contraventes, etc.).

Las losas aligeradas deberán contar con zonas macisas.

- Adyacentes a las columnas.
- Adyacentes a los muros de rigidez.

FIGURA-ACA.14



- Zona macisa en muros, monolítico con nervaduras. $r \geq 2.5 h$
 $h > 10$ cm si existe ábaco.
 $h > 13$ cm si no existe ábaco.

- Zona macisa en columnas, Por lo menos habrá una barra en ambos lechos.

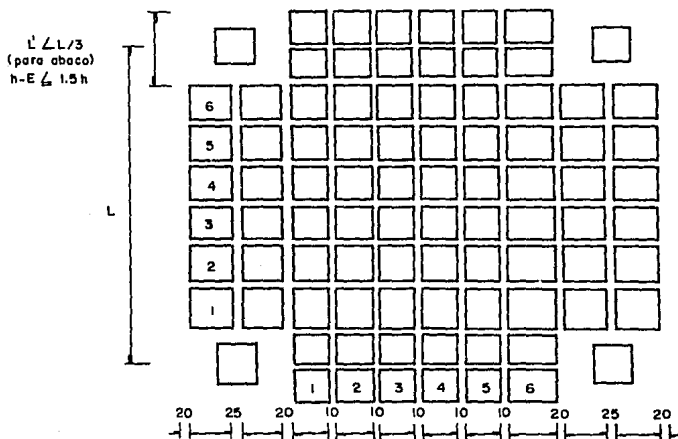
$E \geq 5$ cm para soportar 10 Kg/cm^2 , en posición desfavorable.

Las losas aligeradas deberán contar con nervaduras cuyo ancho será:

- En ejes de columna $b \geq 25$ cm.
- Adyacentes a ejes de columnas $b \geq 20$ cm.
- El resto de ellas $b \geq 10$ cm.
- Habrà por lo menos 6 nervaduras entre ejes de apoyo.
- El firme ubicado en la parte superior será d o $E \geq 5$ cm por lo menos.

f) Las losas planas se revisarán como diafragmas horizontales según los criterios para diafragmas y elementos de compresión de contraenteos (NTC RDF).

FIGURA-ACA.15



$L' < L/3$ (para ábaco) $h - E \leq 1.5 h$
 $n \geq 6$ en ambos sentidos.

COLUMNAS

Las columnas de marcos comúnmente deberán cumplir con lo siguiente:

Para evitar el pandeo y la esbeltez de la columna al construirse por lo menos deberá cumplir con:

- $h/b \leq 4$.
- b será por lo menos igual a 20 cm ; o sea $h = 20 (4) = 80$ cm Máx.

Donde:

h = Dimensión mayor de la columna (peralte).

b = Dimensión menor de la columna (ancho).

Los requisitos para miembros a flexocompresión o sea para marcos dúctiles o sea que:

$$P_u > A_g \times F'_c / 10.$$

Sus dimensiones geométricas serán las siguientes:

a) La dimensión mínima no será menor que 30 cm.

b) El área A_g no será menor a $P_u / (0.5 \times F'_c)$ para toda combinación de carga.

c) La relación entre la menor dimensión transversal y la dimensión transversal perpendicular no debe ser menor que 0.4.

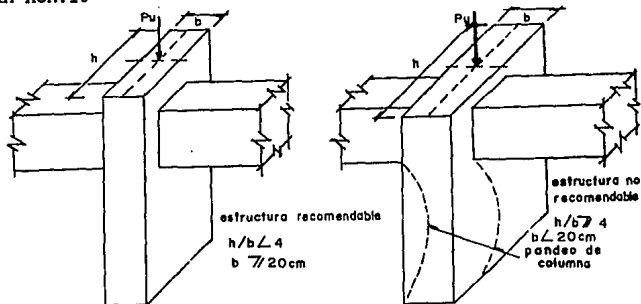
d) La relación entre la altura libre y la menor dimensión transversal no excederá de 15.

Pandeo de columnas.

(a) $h/b \leq 4$, $b \geq 20$ cm, estructura recomendable.

(b) $h/b > 4$, $b < 20$ cm, estructura no recomendable.

FIGURA-ACA.16

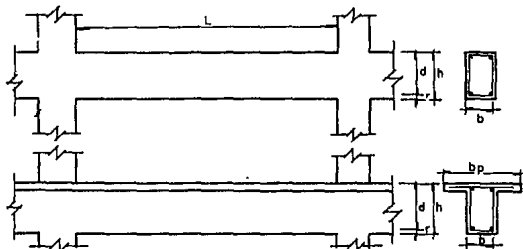


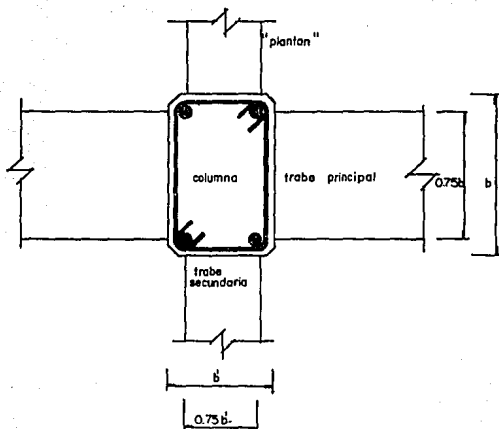
VIGAS.

Son elementos estructurales que cumplirán con la función de absorber mecanismos de flexión, cortante, carga axial, flexocompresión, etc. Se analizará los efectos de pandeo lateral en las vigas de marcos comunes en función de su sección:

$L \geq 35 \times b$ (sección Rectangular) ó $L \geq 35 \times b_p$ (sección Tee)

FIGURA-ACA.17





Miembros a flexión.

Para miembros que trabajan esencialmente a flexión se incluyen vigas y columnas a cargas axiales pequeñas.

$$P_u \leq \frac{A_g \times F'_c}{10}$$

Otros requisitos geométricos :

El vlaro libre no debe ser menor que cuatro veces el peralte efectivo.

En sistemas de viga y losa monolíticas, la relación entre la separación de apoyos que eviten el pandeo lateral y el ancho de la viga no debe exceder de 30.

La relación entre peralte y el ancho no será mayor de 3.0.

El ancho de la viga no será menor de 25 cm ni excederá el ancho de las columnas a las que llega.

El eje de la viga no debe separarse horizontalmente del eje de la columna más del décimo de la dimensión transversal de la columna normal de la viga.

Muros de concreto.

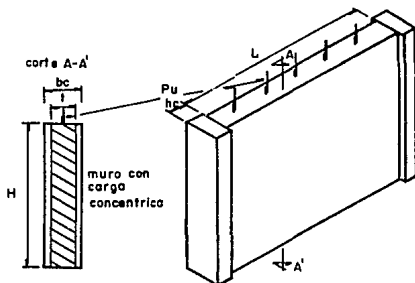
La clasificación de los muros sujetos a cargas verticales axiales o excentricas conforme a su restricción lateral serán:

a) Muros restringidos lateralmente.

k Elementos que restringen al muro lateralmente.

m Muro con carga concentrada.

FIGURA-ACA.18



Su longitud de pandeo será: (en función de su dimensionamiento y estructuración).

TABLA-ACA.5

$H'=H$	Si $H/L \leq 0.35$ L es mucho mayor a H.
$H'=H(1.3-0.85 H/L) \times H$	Si $0.35 < H/L < 0.8$ L es mayor (casi igual) a H.
$H'= L/2$	Si $H/L \geq 0.8$ L es un poco mayor, igual o menor que H.

Donde:

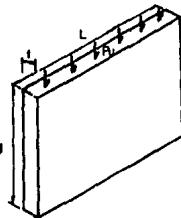
H' = Longitud efectiva de pandeo.

H = Altura del muro.

L = Longitud horizontal del tablero.

b) Muros no restringidos lateralmente.

FIGURA-ACA.19



La longitud efectiva de pandeo, en función de su dimensionamiento y estructuración. TABLA-ACA.6

$H' = H$	Si $H/L \leq 0.35$
$H' = 0.215 \times (H/L + 4.3) \times H \leq 2H$	Si $H/L > 0.35$

Se considerará suficiente restricción lateral a los elementos estructurales ligados al tablero en sus bordes verticales, siempre que su dimensión perpendicular al plano del muro no sea menor que 2.5 veces el espesor del mismo.

En muros de uno o varios tableros cuyos bordes no tienen suficiente restricción. TABLA-ACA.7

$H' = H$	Si $H/L \leq 0.35$
$H' = 0.215(H/L + 4.3)H \leq 2H$	Si $H/L > 0.35$

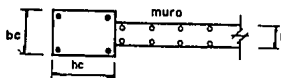
Es importante que los muros estén restringidos lateralmente, ya que de esta manera:

Se pueden reducir el riesgo de pandeo del muro.

Se reducen los momentos actuantes.

Se reducen las dimensiones del muro.

Condiciones de restricción dimensional, lateral. $bc \geq 2.5 t$.
FIGURA-ACA.20



Los muros sujetos a la acción de carga horizontales se pueden clasificar en:

M.1) Muros con cargas verticales y cargas horizontales pequeñas:
 poco pandeo lateral, cuyas dimensiones serán:

cuando "P" es pequeña, el espesor del muro será:

$$t \geq L/70, t \geq 13 \text{ cm}, t \geq 0.06 H.$$

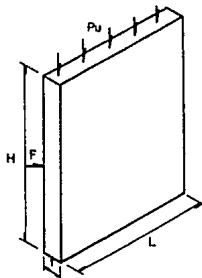
Donde:

H= altura no restringida.

L= longitud del muro.

t= Ancho del muro.

FIGURA-ACA.21



M.2) Muros con cargas verticales y cargas horizontales de consideración: cuando P obliga la existencia de pandeo lateral. Entonces el espesor del muro se determinará:

$$t \geq L/40, t \geq 13 \text{ cm}, t \geq 0.06 H.$$

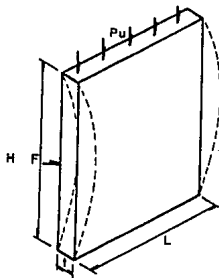
Donde:

H= altura no restringida.

L= longitud del muro.

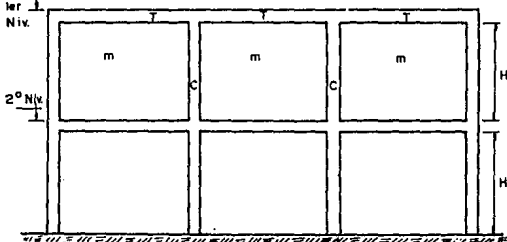
t= Ancho del muro.

FIGURA-ACA.22



En construcciones de no más de dos niveles, con altura de entrepiso no mayor que 3.0 m, espesor de los muros pueden ser de 10 cm. Para una construcción de no más de 2 niveles y con una altura de entrepiso menor o igual a 3.0 m, se considerarán las siguientes restricciones: FIGURA-ACA.23

m Muro de concreto (de 10 cm).
T Trabes.
C Columnas.
1° Primer nivel.
2° Segundo nivel.
H ≤ 3 m.



Miembros estructurales restringidos a otras condiciones estructurales.

a) Marcos dúctiles. Los elementos estructurales integrales en marcos denominados dúctiles presenten comportamiento dúctil. Los materiales cumplan con las especificaciones, logrando índices de seguridad mayores que los que se tendrían con concreto clase II.

$$F'c \geq 250 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$F_y \leq 4200 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$F_y \text{ real} \leq F_y \text{ especificado} + 1300 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$F \text{ máx} \geq 1.25 F_y \text{ real.}$$

a.1) Miembros a flexión. Elementos dúctiles a flexión.

A todas las vigas.

A las columnas si $P_u \leq A_g \times F'c / 10$ cumpliendo ambos con: "R"

$$d \leq L/4$$

$$b \geq L/30$$

$$h/b \leq 3.0$$

$$b \geq 25 \text{ cm}$$

$$b \leq bc$$

$$e \leq bc/10$$

"R" Relaciones claro-peralte, claro-ancho, ancho-peralte. Para vigas rectangulares, y excentricidad entre ejes de viga y columna.

$$A_g = b \times h \quad \text{para vigas rectangulares.}$$

$$A_g = \pi \times d^2 / 4 \quad \text{para columnas circulares.}$$

$$A_g = b_c \times h_c \quad \text{para columnas rectangulares.}$$

Donde:

bc = Ancho de la columna.

e = Excentricidad entre ejes de la viga y columna.

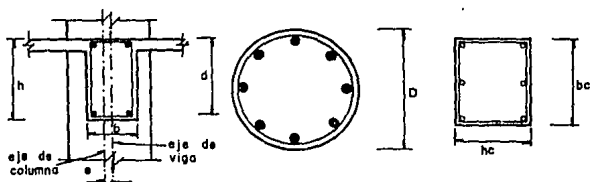
h = Peralte de la viga.

b = Ancho de la viga.

L = Claro de la viga entre paños de apoyos.

d = Peralte efectiva de la viga.

FIGURA-ACA.24



b) Miembros sujetos a flexo-compresión.

Se considerarán miembros flexocompresión para las columnas las diagonales de contraventeo, si cumplen con los requisitos de las columnas. Los miembros a flexo-compresión deben cumplir con:

Ancho y área mínima de columnas.

$$bc \geq 30 \text{ cm.}$$

$$dc \geq 30 \text{ cm.}$$

$$Ag \geq Pu / (0.5 F'c)$$

Relaciones ancho peralte y altura-ancho de columnas.

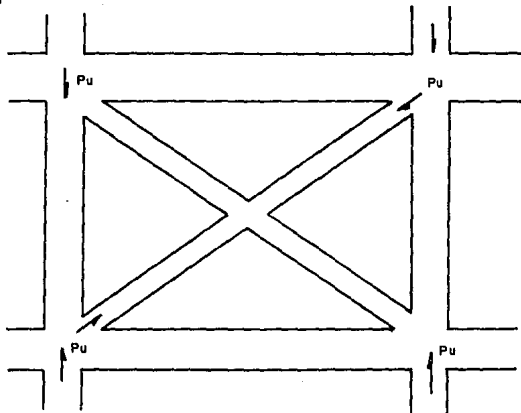
$$bc \geq 0.4 hc.$$

$$bc \geq H/15, dc \leq H/15.$$

$$Pu \geq \frac{Ag \times F'c}{10}$$

Permite definir a las columnas que trabajen a flexocompresión estableciendo dimensiones mínimas y áreas mínimas de las columnas en marcos dúctiles en función de la carga axial y calidad del concreto. Para evitar la construcción de columnas demasiado alargadas y esbeltas que puedan presentar problemas de pandeo.

FIGURA.ACA.25



IV) Tolerancias generales en la construcción de estructuras de concreto en edificación.

En acabados comunes serán las que a continuación se señalan.

No se aceptarán flechas en elementos horizontales, mayores de $1/360$ del claro.

En muros, columnas y demás elementos verticales no se aceptarán desplomes mayores de $1/300$ de su altura, en las alturas de 6.0 m se tolerará un máximo de 2 cm.

Las irregularidades de la superficie coladas coladas no serán mayores de 5 mm con relación al plano del proyecto.

Las desviaciones en la líneas y niveles de proyecto no serán mayores de 2 mm por cada metro de longitud del elemento, teniendo como valor máximo 1 cm para dimensiones mayores de 5 m.

En cualquier elemento, la variación de las medidas de la sección fijada en el proyecto, no será mayor del 1% teniendo como valor máximo 1 cm.

No se tolerará disminución alguna en el área de la sección transversal del acero especificada en el proyecto.

Por error de corte y/o medida, se aceptará como máximo una disminución de 2 cm en la longitud de las barras del A.R.

No se aceptarán diferencias en posición de los doblados de las barras longitudinales de más de 5 cm con lo que indique el proyecto.

No se permitirán variaciones en la posición de las varillas mayores de 1 cm.

V) Acabados en superficies de concreto.

Cuando se requiere un acabado aparente en muchas superficies de concreto producto del descimbrado se debe dar un tratamiento adicional cuando han sido construidas con revestimiento de cimbras o con materiales de cimbras adecuadas.

Los acabados en concreto se dividen en dos clases.

a) Lisas.

b) Texturizadas o moldeadas.

Las superficies lisas se producen con cimbras forradas con plásticos, con cimbras de acero, con cimbras de plástico reforzadas con fibra de vidrio, con cimbras fórmicas o con cimbras de tableros-templados.

Las superficies texturizadas o moldeadas se obtienen con madera aserrada toscamente, con clases o texturas especiales de madera contrachapeada (laminada), con revestimiento de cimbras, o fracturando las salientes de una superficie estriada.

Los acabados de concreto aparente pueden, si se ha especificado, requerir parches en los agujeros y en los defectos, de otra manera las superficies no necesitan trabajo posterior ya que la textura y el acabado la dan las cimbras mismas.

Para un acabado liso, es importante preparar el material de la cimbra del lado de la cara lisa así como los separadores siguiendo una simetría.

Los acabados lisos deberán estar apuntalados por pies derechos y por largueros que sean capaces de evitar las deflexiones excesivas.

Un acabado liso con tratamiento abrasivo se produce en una superficie de concreto recién endurecido, antes de que se cumpla un día de haber retirado la cimbra, al retirarla el parchado necesario se completará lo más pronto posible. Después, la superficie se humedece y se frota con un ladrillo o con algún otro abrasivo, hasta que produzca un color y una textura satisfactoria uniformes:

Un acabado con llana de madera, con una adición de arena también se puede producir en las superficies de concreto recién endurecido.

Pasando un tiempo no mayor de 5 a 6 hrs, después de la remoción de las cimbras, la superficie deberá ser humedecida perfectamente y frotada con una llana de madera con un movimiento circular, aplicando arena húmeda en la superficie hasta que el acabado que resulte sea parejo y uniforme en cuanto a su color y textura.

Una limpieza con mortero (acabado frotado con arpillera) se puede emplear para aplicar un color y una apariencia uniforme, después de haber reparado los defectos, la superficie deberá saturarse perfectamente con agua y mantenerse húmeda durante las operaciones de lechado. Un mortero hecho con una proporción 1:1.5-2 se aplicará uniformemente por medio de un cepillo o de una plana de yesero para rellenar completamente las burbujas de aire y los agujeros.

La superficie deberá ser aplanada vigorosamente con una llana de madera, con una esponja de hule, o con una llana con cara de corcho, inmediatamente de haber aplicado el mortero para rellenar cualquier agujero pequeño que hubiera quedado y para retirar parte del exceso de mortero, deberá ser raspado con una llana con cara de esponja.

Si la llana extrae mortero de los agujeros se puede corregir esa dificultad por medio de un movimiento de aserrado con la llana. Al mortero que queda en la superficie se le puede dejar sin perturbar hasta que pierda algo de su plasticidad pero no su apariencia húmeda. Entonces se frotará la superficie con yate limpio y seco para retirar el exceso de mortero.

Todos los agujeros deberán permanecer rellenos y no quedará ninguna película visible de mortero después de frotado. Cualquier sección que se vaya a limpiar con mortero se deberá trabajar en un día, pues el mortero que permanezca sobre la superficie toda la noche es difícil de retirar.

Si es posible, el trabajo se deberá ejecutar a la sombra y de preferencia con clima fresco y húmedo. En climas secos o cálidos se puede mantener húmedo el concreto con un rocío de agua muy fino.

La superficie ya terminada deberá someterse a curado manteniendo el área húmeda durante 36 hrs. después de la limpieza. Al quedar completamente seca, la superficie deberá tener un color y una textura uniformes.

Acabado con agregado expuesto (cepillado).

Los métodos para dejar expuesto al agregado en los concretos cimbrados incluyen el lavado y cepillado, la capa superficial de mortero deberá ser deslavada cuidadosamente con un rocío ligero de agua y cepillada hasta que se logre la exposición deseada.

El método de limpieza a chorro abrasivo se aplica mejor en un concreto con agregados con granulometría discontinua. La manguera deberá sostenerse perpendicularmente a la superficie que deberá ser desgastada hasta una profundidad máxima de aproximadamente un tercio del diámetro del agregado grueso.

Con el labrado o martelinado se remueve una capa de concreto endurecido y el agregado se fractura en la superficie.

Las superficies logradas pueden variar desde un descascamiento ligero hasta una textura escarpada y profunda, obtenida por un martillo perforando con un cincel de punta fina, se pueden utilizar peines y puntas múltiples para producir acabados similares a los que se logran al cortar piedra.

Pinturas y recubrimientos claros.

Las principales pinturas que se utilizan son las pinturas con cemento portland como base, las pinturas como cemento portland modificadas con latex, y las pinturas de latex (acrílicas y de acetato de polivinilo).

Las pinturas a base de cemento portland se pueden utilizar para interiores y exteriores. La superficie del concreto deberá estar húmeda en el momento de la aplicación y cada recubrimiento deberá ser humedecido tan pronto como haya sido aplicado sin que perturbe la pintura. El curado húmedo de una pintura de cemento portland es esencial.

En las superficies de textura abierta, como la mampostería de concreto, la pintura deberá aplicarse con cepillos de cerdas duras como los cepillos de fraguar. La pintura deberá penetrar bien en la superficie. Para un concreto con una superficie lisa o arenosa son mejores los cepillos de lechada tipo holandes o cepillos de blanquear.

Los materiales que se emplean en las pinturas de cemento portland modificadas con látex, retardan la evaporación, reteniendo con ello

la cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento portland. Con las pinturas modificadas con látex el curado húmedo no es necesario. Puede aplicarse para concretos después de 10 días de ser fabricados, su aplicación se pueden realizar por medio de cepillos de fibras largas de nailón de 10-15 cm de ancho o con rodillos. Las pinturas se aplicarán en superficies mojadas, aunque no con agua libre en la superficie; son porosas o prevalecen en condiciones extremadamente secas se recomienda mojar con anterioridad la superficie.

Los recubrimientos claros se utilizan frecuentemente para evitar el manchado o la decoloración del concreto debido a la contaminación del aire, se utilizan también para facilitar la limpieza de una superficie si se llega a ensuciar, para aclarar el color de los agregados y para convertir la superficie en repelente al agua, evitando que ocurran cambios en el color debido a la absorción del agua. Los mejores recubrimientos a menudo consisten en formas de metil metacrilato de resina acrílica; estos deberán tener una mayor viscosidad y un mayor contenido de sólidos cuando se aplique sobre un concreto liso, pues la apariencia original de un concreto liso es más difícil de conservar que la apariencia original de un concreto con agregado expuesto. Los selladores penetradores de silanos y de siloxanas, están adquiriendo uso como repelentes de agua para concretos arquitectónicos:

La estética de un concreto incluye las siguientes características.

COLOR, TEXTURA, ACABADO, DURABILIDAD.

Que ayudarán a lograr lo siguiente:

- a) Evitar espacios grandes, planos, lisos e interrumpidos de concreto.
- b) Usar efectos de tablero, dividir la superficie de concreto en áreas más pequeñas por medio de juntas con aristas achaflanadas.
- c) Planear las juntas de construcción que caigan en las coyunturas visuales previstas.
- d) Usar cimbras de superficies texturizadas, y acabados de concreto texturizado.

Una muestra o maqueta de trabajo sirve como ayuda para conciliar opiniones, y para definir la superficie deseada.

Factores para alcanzar la uniformidad en el concreto.

- i) Control apropiado de los ingredientes como el proporcionamiento y revenimiento del concreto.
- ii) Programa uniformes para la entrega del concreto.
- iii) Prácticas uniformes del uso de cimbras, tanto en su construcción como en su descimbrado.
- iv) Métodos recomendables y tiempos adecuados para la colocación y compactación del concreto.
- v) Métodos y procedimientos adecuados y uniformes para el curado del concreto.

Diferentes superficies de concreto de acuerdo a su textura y apariencia.

- a) Superficies no tratadas o de acabado común.

El mortero es el principal componente visual, se acepta la textura que le ha de dar la cimbra.

b) Superficies tratadas.

Son aquellas superficies en los que se remueve el mortero para exponer el agregado grueso, eliminando total o parcialmente la textura que ha dejado la cimbra.

El color se puede proporcionar con la selección cuidadosa de pigmentos o tintes y revestimientos al concreto endurecido.

Acabado liso en superficies no tratadas.

Las superficies lisas son las más difíciles de obtener en construcciones de concreto colado in situ, casi todas las superficies de este concreto tienen huecos diminutos o burbujas ocasionados por un mal vibrado o aire atrapado durante su endurecimiento; son menores en elementos horizontales que en elementos verticales.

Las superficies lisas también pueden mancharse por los cambios de color, y las líneas de junteo donde fueron mal unidas.

Los acabados lisos generalmente se obtienen con cimbras hechas de materiales como el acero, triplay, plástico reforzado o sin refuerzo y tablas. La absorción de la cimbra cambia el tono del concreto de acuerdo al número de reutilizaciones que ha sufrido, se recomienda aplicar una capa de sellador a los materiales absorbentes. Y usar un revenimiento de 7.5 ± 1.25 cm nunca más de 10 cm, relación A/C = 0.46 y concreto con aire incluido para su exposición exterior.

Acabados texturizados no tratados.

Estas se seleccionarán, ya que ofrecen un atractivo visual y evitan el problema de falta de uniformidad en superficies. La textura se puede obtener por medio del forro de la cimbra o algún recubrimiento añadido a los moldes, que pueden ser plásticos reforzados con fibra de vidrio, triplay, poliestireno, cloruro de polivinil, madera sin pulir, hule, aluminio y otros materiales..

El costo, la facilidad para cimbrar, descimbrar y reutilizarlo son factores que rigen la selección del material.

Marcas de tablas y vetas de madera simuladas.

La apariencia de la veta de la madera se puede lograr colocando el concreto contra paneles de triplay.

Se puede utilizar madera para duela sin pulir para producir un concreto rugoso con marcas de tabla. Se obtiene un efecto de vetado si se escoge madera cortada a lo largo de la veta, en ocasiones las cimbras se rocían con amoniaco para hinchar las fibras de la madera y acentuar las marcas de la veta.

Actualmente se encuentran disponibles recubrimientos plásticos rígidos y flexibles para imprimir dibujos de veta de madera y superficies rugosas con marcas de tablas sin pulir.

Superficies acanaladas y estriadas.

Las cimbras en superficies estriadas, se logran tiras de madera o de hule al forro de las cimbras; si se utilizan tiras de madera deben ranurarse en la parte posterior, para evitar que se hinchen y estrellen el concreto para facilitar su retiro.

Se pueden utilizar tiras de hule que logren separarse del concreto endurecido con toda facilidad.

Los sistemas de recubrimiento para cimbras de plástico producen corrugados continuos, desde formas trapezoidales muy profundos y curvas ondulantes hasta superficies estriadas.

Superficies de concreto tratadas.

Después del cimbrado las superficies arquitectónicas pueden tratarse a chorro de aire abrasivo. Las herramientas mecánicas estan diseñadas para exponer diversas cantidades de agregado fino y agregado grueso, conforme se expone más agregado se vuelve menos importante el color del cemento; la abrasión y estrellamiento producen cambios de color en las superficies de los agregados.

Chorro de aire abrasivo.

El "Chorro de arena" sirve para dar un acabado mate a la superficie más uniforme del color y para exponer el agregado, los materiales abrasivos más utilizados son:

Arena de sílice, carburo de aluminio, partículas de escoria de altos hornos o cascara de nuez.

Estos se deben mantener o manejar constantemente a lo largo del trabajo en cuestión.

La aplicación del chorro abrasivo debe efectuarse a la misma edad del concreto para obtener una apariencia uniforme, se recomienda la edad de:

24 a 72 horas para obtener una gran cantidad de agregado expuesto.

7 a 45 días para obtener una menor cantidad de agregado expuesto.

Se debe de tomar en cuenta el grosor requerido de recubrimiento mínimo.

La profundidad para aplicar el chorro abrasivo de acuerdo al grado de abración se clasifica de la siguiente manera:

a) Fino b) Ligero c) Mediano d) Pesado.

a) Chorro abrasivo fino.

Es el tratamiento más suave, consiste en una limpieza a chorro que proporciona una textura muy ligera a la superficie del concreto, se expone una pequeña cantidad de agregado fino, pero muy poco Agregado grueso, la superficie adquiere la consistencia del papel de lija y el color se determina por el cemento y el agregado fino.

b) Chorro abrasivo ligero.

Resulta un poco más rugoso, el tratamiento no produce una superficie con mucha textura. Remueve la capa superficial del mortero exponiendo una cantidad considerable de agregado fino y ocasionalmente el agregado grueso a una profundidad no superior a 1.6 mm.

Se recomienda un incremento de 10% en la cantidad del agregado grueso. Y un revenimiento de 7.5 ± 1.25 cm.

Debe utilizarse cimbras cuidadosamente detalladas y selladas; las juntas ocultas generalmente desaparecen con este tratamiento.

c) Chorro abrasivo mediano.

Este tratamiento expone una cantidad considerable de agregado grueso con una profundidad de superficie erosionada hasta 6.4 mm.

Para un buen resultado es recomendable que el agregado grueso se distribuya uniformemente sobre la superficie; la mezcla del concreto debe contener cantidades normales de agregado Grueso.

El revenimiento debe ser de 5 a 7.5 cm, el grado de finura debe pasar el 80% de la malla # 8, el agregado grueso será resistente para soportar la abrasión.

Es necesario contar con cimbra de buena calidad a prueba de infiltraciones de la lechada.

d) Chorro abrasivo pesado.

Este tratamiento expone el agregado grueso a una superficie rugosa e irregular hasta el 80% de la superficie visible. La superficie erosionada debe ser cuando más de un tercio del diámetro del agregado grueso de (9.5 a 13 mm). Se puede utilizar una mezcla especial con cantidad de agregado grueso superior a la normal.

Se requiere la utilización del método de concreto con agregado precolado para acabados de cimbra expuesto mayor a 25 mm.

Chorro a alta presión, cepillado y lavado.

Se puede utilizar chorros de agua a alta presión en combinación con aire comprimido para exponer el agregado grueso no mayor al 80% de 25 mm o TMA, se utilizará el método para concretos mayores de 100 Kg/ cm². el tratamiento debe iniciarse inmediatamente después de descimbrar a temprana edad.

Un método muy simple y antiguo para exponer el agregado es usar agua corriente y un cepillo duro de fibras vegetales descimbrando tan pronto como sea posible hasta 12 a 24 hrs después de la colocación del concreto. Este método tiene la ventaja de dejar el agregado tan al natural como es posible pero debe llevarse a cabo con la elaboración de una buena mano de obra y buen control para no dejar la superficie desuniforme.

Tratamientos mecánicos o a base de herramientas.

La exposición y modificación de la superficie, se puede lograr mediante el uso de herramientas de impacto. Se sugiere equipo eléctrico, neumáticos o manuales, dividiendo el proceso en:

- a) Martillado burilado.
- b) Martelinado.
- c) Picado.
- d) Maquinado.
- e) Esmerilado.

Los requerimientos de cimbrado para superficies erosionadas por medios mecánicos también varían en cierta medida según la profundidad de la erosión.

El tipo de tratamiento mecánico deseado depende de la superficie deseada, por lo que se debe tomar en cuenta un recubrimiento adicional al acero de refuerzo. Para evitar que se afloje el agregado se recomienda una resistencia a compresión mínima de 280 Kg/cm² y una edad mínima de 14 días antes del proceso inicial de erosión. Y una edad máxima de 21 días, y que seque perfectamente.

En las esquinas resulta preferible detener el tratamiento a 2.5 a 5 cm de la arista o esquina, si se desea obtener una línea de esquina libre de defectos.

a) Martillado burilado.

Es una herramienta ligera de neumático que lleva cinco cinceles con cabezas de pistón que rotan y fracturan la superficie al hacer impacto, produciendo una superficie finamente raspada y no muy cincelada; este método resulta más costoso que el chorro abrasivo, pero oculta los pequeños defectos de la superficie con más facilidad, y realiza un acabado considerablemente más limpio.

b) Martelinado.

Es el tratamiento de trituración y desconchabación de la superficie del mortero por medio de herramientas neumáticas, aunque se puede utilizar martillos manuales o eléctricos. La martelina consiste en varias puntas piramidales en miniatura como un ablandador de carne. La cabeza de rodillo con los mismos dientes que tiene la martelina de disco acelera el trabajo. El martelinado es más limpio que el chorro de aire abrasiva y ayuda a obtener una superficie de gran efecto con mezclas convencionales de concreto estructural.

c) Picado.

Este tratamiento se lleva a cabo por medio de cincel, picando tanto el agregado grueso como el mortero; como la mezcla contiene más cantidad de agregado grueso, resulta que se obtiene mayor cantidad expuesta, contribuyendo de manera importante al efecto visual.

El picado tiene un mejor resultado si se efectúa cuando la mezcla alcanza una resistencia semejante al del agregado grueso.

d) Maquinado.

Es el uso de cualquier tipo de herramienta mecánica para erosionar el concreto, pasando a todo lo largo de la superficie en un patrón determinado. Es posible obtener muchos y variados efectos; se pueden colocar plantillas para que sirvan de guía a varios martillos neumáticos en una dirección.

e) Esmerilado.

Tiene un resultado semejante al mosaico veneciano, Para el esmerilado en seco del concreto totalmente endurecido se utiliza un disco abrasivo o un molleón de esmeril de alta velocidad en concreto joven; el "esmerilado mojado" o húmedo se logra aplicando agua a baja velocidad, proporciona un acabado semejante a la pasta. El esmerilado resulta mucho más costoso y laboriosos que otros tratamientos en superficies verticales o en plafones.

Efectos de color.

Se pueden producir muchas variaciones de color en el concreto, pueden modificarse escogiendo un agregado grueso o fino de un color especial, usando cementos blancos o coloreados, así como adicionando pigmentos y aditivos pigmentados.

Los cementos blancos hechos con materias primas seleccionadas que contienen pequeñas cantidades de óxido de hierro y manganeso, son fáciles de adquirirse y con frecuencia utilizados en concreto estructural. Combinando los agregados gruesos coloreados con pigmentos minerales, y los cementos blancos se obtiene una buena intensidad y uniformidad en el color.

Cementos coloreados.

Para producir efectos especiales se utilizan tres tipos generales de cementos:

1) Cemento portland normal que posee un tono gris claro o beige pálido.

2) Cementos en diversos tonos de beige, fabricados especialmente para colorearse y se venden como cementos de color especial.

3) Cementos pigmentados, mezclados con color y cemento portland por lo general blanco. Después de su fabricación se puede colorear en tonos beige, café claro, negro, naranja, rosa y color canela.

El color también se puede introducir en la mezcla de concreto por medio de pigmentos minerales finamente molidos, colorantes orgánicos y aditivos colorantes que combinan los pigmentos con aditivo reductor de agua. Los pigmentos que comúnmente se utilizan para colorear el concreto, son óxidos minerales finamente molidos, por lo general se obtienen mejores resultados con los óxidos sintéticos que con los naturales, pues ofrecen tonos más atractivos y de mayor permanencia, deben someterse a pruebas de reacción química con otros productos que vayan a emplearse sobre la superficie de concreto.

Algunos óxidos de hierro producen tonos de amarillo, beige, pálido, claro oscuro, café oscuro, marrón negro y rojo. El óxido de cromo produce tonos verdes y el óxido de cobalto tonos azules.

Cuando el color se añade a una mezcla de cemento blanco en lugar de cemento gris usualmente se obtiene como resultado un tono más intenso.

La cantidad se expresa como un porcentaje por peso del cemento.

La intensidad del color raramente se incrementa cuando el porcentaje del pigmento es superior al 5 %, algunos pigmentos pueden resultar dañinos para el concreto si se encuentran en una proporción superior al 10%. Los colorantes se pueden utilizar en cantidades inferiores al 1% del cemento. Se diluyen en el agua de mezclado eliminando el premezclado necesario para los pigmentos secos.

VI Acabados de albañilería.

Lambrín de azulejo.

Es un recubrimiento de material vidriado, que proporciona superficies lisas, impermeables, de fácil aseo y aspecto decorativo.

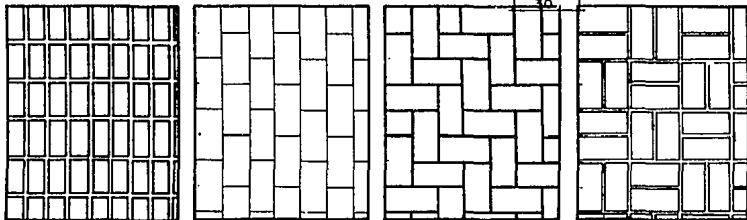
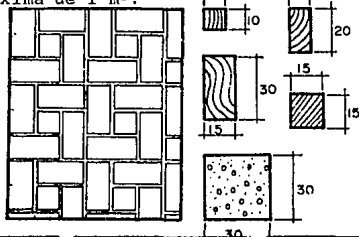
Su procedimiento consiste en la colocación sobre la superficie deseada de cemento-arena 1:5 directamente al muro con un espesor de 2 cm, adhesivo sobre el repellado de mortero cemento-calHidra-arena 1:2:6, con una capa de 2 cm de espesor, se aplicará con una llana dentada efectuando ondulaciones en sentido vertical. Se colocará el azulejo oprimiendolo con fuerza hasta que brote el material por las juntas. La superficie se limpiará posteriormente, no deberá mojarse antes de 3 días.

Mosaico veneciano.

Es un recubrimiento de material vidriado para proteger a la superficie y facilitar su limpieza, con un aspecto decorativo.

El procedimiento consiste en aplicar sobre el muro un repellado de cemento-arena 1:6 a plomo y regla, después de fraguar perfectamente, se humedece el repellado y se coloca una capa de cemento-arena cernida en proporción 1:5 con un espesor no mayor de 1/2 cm y una superficie máxima de 1 m².

FIGURA-ACA.26



RECUBRIMIENTOS (DESPIESE) EN PISOS O MUROS

Se colocaran las hojas de papel pegado en el mosaico veneciano por la cara visible del mosaico asentado con golpes suaves y uniformes con un pedazo de tabla para adherirse perfectamente, posteriormente se removerá el papel que cubre el mosaico con ayuda de agua, un cepillo de alambre y espátula.

Finalmente se junta con lechada de cemento blanco y color; si la dimensión de la superficie en sentido vertical excede de 4 metros, se cortará en paramentos por medio de entrecalles o en caso necesario el repellado inicial se reforzará con tela de gallinero.

Los desplomes no serán mayores a 1/400 de la altura del elemento con un valor máximo de 1 cm. Las desviaciones horizontales no serán mayores de 1/400 de longitud del elemento recubierto con un valor máximo de 2 cm y las ondulaciones de su superficie no excederán de 2 mm por cada metro cuadrado.

Fachaleta, cintilla, vitrseta y mosaico.

Es un recubrimiento con materiales impermeables, si se coloca sobre concreto, se picará previamente para permitir mayor adherencia, después se humedecerá el muro para absorber el agua del mortero.

Losa de concreto.

A este elemento estructural se le da un acabado según sus funciones ya sea como losa de cimentación o losa de entrepiso o losa de azotea con un color diferente y textura requiriendo solamente la nivelación o enrasado o se puede llegar a especificar con un acabado aparente alisado o escobillado.

En el proceso constructivo se considerará el mezclado, transporte y colocación del concreto considerando el extendido, nivelación, consolidado, aplando entre otras consideraciones secundarias, curado, descimbrado, el personal suficiente para la colocación, consideraciones de tiempo de fraguado, temperatura del concreto, volumen, entre otras.

Enrasado o nivelado.

El colado se comenzará en el punto más lejano avanzando hacia la fuente de suministro, vaciando lo más cerca posible de su posición final y nivelado con palas, azadones o rastrillos para concreto, posteriormente se retira el exceso de concreto de la superficie superior para dejarla en el nivel apropiado; una herramienta muy usual es la regla de madera o metal con un lado perfectamente nivelado y liso que permite mover el concreto en vaiven, avanzando pequeñas distancias en cada movimiento, no debe haber un exceso o sobrecarga de concreto de 2 a 3 cm aproximadamente, contra la cara frontal de la regla para rellenar las partes bajas, la nivelación y la consolidación deberán hacerse antes que el agua de sangrado se acumule o el fraguado termine sobre la superficie.

Aplanado.

Después del enrasado se deberá usar una alizadora de mango corto o largo para eliminar los puntos altos o bajos de las losas, firmes o elementos horizontales e incrustar las partículas grandes de agregado para concreto sin aire incluido; las herramientas deberán ser perfectamente de madera; para concretos con aire incluido deberán ser de aluminio o aleación de magnesio.

No se deberá sobretrabajar el concreto porque se obtendrá una superficie menos durable, el aplanado se deberá complementar antes del fraguado final del concreto o de que se acumule el sangrado de la superficie, se deberá nivelar, amoldar y alisar la superficie en

algunas losas de entrepiso será necesario un acabado aparente con un poco de cemento seco y con una llana para darle el acabado final, pero en la mayoría de las losas, el aplando se complementará con las siguientes operaciones de acabado: FIGURA-ACA.27

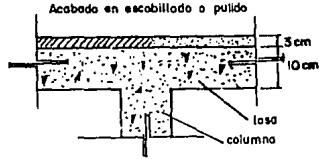
Bordeado.

Juntado.

Emparejado.

Alisado.

Y Escobillado o afinado.



Se necesitará un ligero endurecimiento en el concreto antes de poder iniciar cualquier de estas operaciones, se experimentará de una manera sencilla, como la de pisar el concreto y si este se hunde medio centímetro, entonces se podrá proseguir con las operaciones de acabado.

Una de las principales causas de la existencia de defectos en la superficie de las losas de concreto, se debe a la aplicación del acabado mientras existe agua de sangrado en la misma causará graves agrietamientos, levantamientos de polvos y descascamientos e inclusive el agua de sangrado bajo la superficie terminada, produciéndose zonas debilitadas o vacíos, que ocasionalmente acabará en forma de desprendimientos de láminas; esto sucede en concretos cuyo acabado se realiza después de que ha endurecido totalmente. El uso de concreto con aire incluido y bajos revenimientos, con un contenido de cemento adecuado y con una granulometría correcta de su agregado fino minimizará el sangrado y contribuirá a asegurar la construcción de la losa libre de mantenimiento.

Bordeado.

El bordeado se debe efectuar a lo largo de todos los bordes de la cimbra y de las juntas de aislamiento y construcción en los pisos y en las losas exteriores, como las losas de banquetas, calzadas y patios. El bordeado densifica y compacta al concreto cercano a la cimbra, también proporciona una mayor durabilidad y una menor vulnerabilidad al descascamiento y a la fragmentación, el concreto se deberá quitar de las cimbras hasta una profundidad de 2.5 cm haciendo uso de una cuchara de albañilería puntiaguda para mantener un rebordeado casi plano sobre la superficie y correrse con el frente ligeramente levantando para evitar que el mismo rebordeado deje una impresión demasiado profunda, se puede necesitar bordear después de cada operación de acabado subsecuente. Otra forma es la de colocar goteros en los bordes de cada elemento estructural.

Emparejado.

Luego de haber sido bordeado y junteado manualmente, el concreto se podrá emparejar con una llana de metal o una máquina para acabado, que este equipada con cuchillas de emparejar.

El proposito del emparejado es:

- 1) Insertar las partículas del agregado justo debajo de la superficie.
- 2) Eliminar pequeñas imperfecciones, salientes y vacíos.
- 3) Compactar el mortero en la superficie como preparación de otras operaciones adicionales de acabado. No se deberá trabajar en exceso el concreto, por que acarrearía un exceso de agua y de material fino, produciendo defectos posteriores en la superficie.

El emparejado produce una textura pareja aunque no lisa, con una buena resistencia contra resbalones y patinamientos, se usa como acabado final especialmente en losas exteriores.

Las marcas dejadas por los rebordeados y ranuradores manuales comunmente se eliminan durante el emparejado, a menos que se desee su permanencia con propósitos decorativos, en cuyo caso deberán volverse a usar estas herramientas luego del emparejado final.

Alisado.

Si se desea obtener una superficie densa, dura y lisa al emparejado deberá proseguir el alisado metálico. Esta operación se debe retrasar hasta después de que el concreto haya endurecido lo suficiente, de tal forma que el agua y el material fino no se desplacen hasta la superficie. El emparejado y el alisado prematuros pueden ser causa de descascaramientos, agrietamientos irregulares o levantamientos de polvos en una superficie con una resistencia abrasiva reducida. El esparcir cemento seco sobre una superficie húmeda para absorber el exceso de agua no es una práctica recomendable, porque puede provocar agrietamientos temporales.

Escobillado.

Se puede producir una superficie resistente contra patinamientos por medio del escobillado antes de que el concreto haya endurecido, para tener la impresión del rayado, para un texturizado fino después del emparejado; se obtienen mejores resultados con escobas fabricadas especialmente para texturizar concreto. Se recomienda rayar en dirección transversal a la dirección principal del tránsito.

FIGURA-ACA. 28

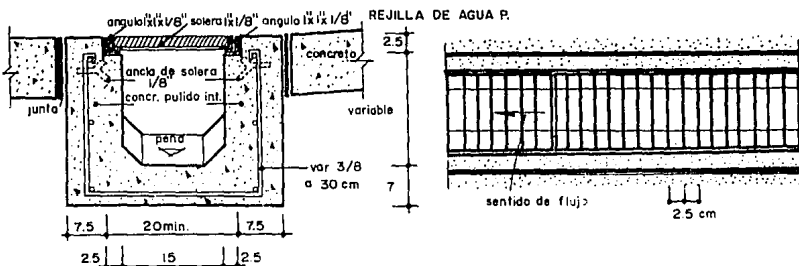
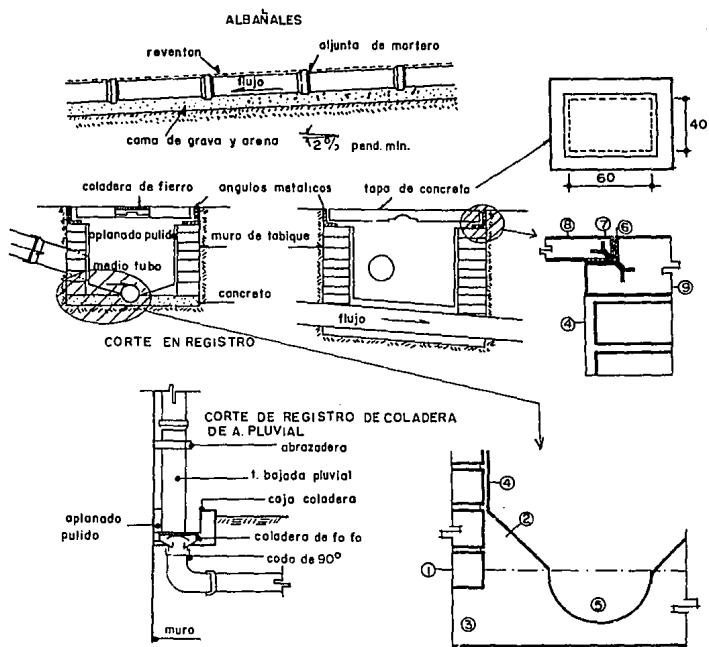


FIGURA-ACA. 29

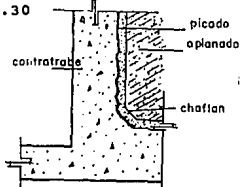


- ① muro de tabique rojo
- ② chaffan
- ③ fims de concreto
- ④ aplanado pulido
- ⑤ media caña de concreto
- ⑥ angulo de 1 3/4" x 1 3/4"
- ⑦ angulo de 1 1/2" x 1 1/2"
- ⑧ tapa de registro
- ⑨ piso de concreto

Patrones y texturas.

Se puede usar una gran variedad de patrones y texturas para producir acabados decorativos. Los patrones se pueden formar con tiras divisoras, rayando o estampando la superficie justamente antes de que el concreto endurezca. Las texturas se pueden producir con poco esfuerzo y de manera económica con talochas, llanas y escobas u otras técnicas y herramientas especiales.

Un acabado con agregado expuesto o no expuesto muestra una atractiva superficie rugosa. Los agregados escogidos normalmente de tamaño uniforme de 9.5 mm (3/8") a 12.5 mm (1/2") o mayores deberán estar distribuidos uniformemente en la superficie inmediatamente después de ésta haya sido aplanada. FIGURA-ACA.30



Plantilla para desplante.

Elemento de concreto que se colocará sobre el terreno para protección y desplante de cierto elemento estructural que estará en contacto con el suelo, para proporcionar una superficie uniforme y limpia para los trabajos de trazo y desplante.

Antes de colocar la plantilla se compactará el suelo natural desalojando la tierra vegetal y se humedecerá la superficie antes de la colocación de la plantilla y del concreto de la estructura, pero no deberá tener charcos o sitios húmedos, suaves, fangosos al colar el concreto.

Se debe colocar una plantilla de concreto de 5 cm siempre y cuando que se desplante una cimentación, será de un concreto de $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$ mínimo o mortero pobre; para secciones vertivales se confinarán también con un mortero (en zapatas corridas en traves de liga), a toda sección en contacto con el suelo o cimentación.

Este funcionará como una capa niveladora para cubrir las irregularidades superficiales.

Se tomarán en cuenta para prevenir la humedad y del nivel freático la colocación de material impermeable para prevenir la humedad como con el polietileno o de un método de bombeo.

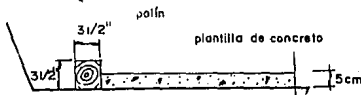
Las plantillas pueden ser:

- Concreto.
- Pedacera de tabique con mortero de cal o cemento.
- Grava natural o piedra triturada con mortero cal o cemento.
- Material del suelo aglutinado con lechada de cemento o cal.
- Mortero de cal o cemento.

Su espesor no será menor de 5 cm y 100 Kg/cm^2 .

FIGURA-ACA.31

Plantilla de concreto (5cm mín.)



Elementos de mampostería. (Zampeado, estribo, muros, etc.)

Las piezas empleadas deberán estar limpias y sin rajaduras, el mortero en las juntas cubrirán totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas; el espesor de las juntas no excederá de 1.5 cm.

La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada, no será menor de 10 cm.

Todos los muros de fachadas que reciban un recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales deberán llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportarlos.

Durante la construcción de cualquier muro se tomarán las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de la obra tomando en cuenta posibles empujes horizontales incluso viento y sismo.

En los planos de construcción deberán especificarse claramente: peso máximo admisible de las piezas, resistencia y tolerancias en sus dimensiones, así como el mortero considerado en el diseño y los detalles del aparejo de las piezas, del refuerzo, su anclaje y traslape, detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada. En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural distará más de 2 cm del proyecto.

El desplome de un muro no será mayor que 0.004 veces su altura ni 1.5 cm.

La resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos con una deformación mínima de 150 Kg/cm².

Resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de deformación 100 Kg/cm².

La resistencia al intemperismo tendrá una máxima pérdida de peso después de 5 ciclos en solución saturada de sulfato de sodio de 10%.

Las piedras no necesitarán ser labradas, pero se evitará en lo posible el empleo de piedras de forma redonda y de cantos rodados. Por lo menos el 70% del volumen del elemento estará constituido por piedras con un peso mínimo de 30 Kg cada una.

Los morteros que se emplearán para mamposterías de piedra naturales deberán cumplir con los requisitos siguientes:

La relación volumétrica entre arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 5.0.

La resistencia mínima en compresión será de 15 Kg/cm².

La resistencia se determinará según lo especificado en la norma NOM 61.

Concreto ciclopeo.

Es un concreto normal, con diferencia que, se le incluirán un agregado grueso, matatena o piedras de los tamaños mayores posibles uniformemente distribuidas.

El uso del concreto ciclopeo en cimentaciones de dimensiones considerables, en muros de contención, en muros para aislamiento y protección contra altos índices de radiación.

No se aceptarán piedras que presenten grietas y/o fracturas, así como aquellas piedras que tengan forma de laja.

Las piedras en cualquier caso, deberán tener un peso mínimo de 30 Kg y resistencia mínima a la compresión en estado húmedo de 150 Kg/cm².

La resistencia mínima a la compresión en estado húmedo será de 100 Kg/cm².

La absorción será de 4% máximo.

La densidad mínima aparente de 2.3.

La resistencia al intemperismo, 10% de pérdida de peso después de 5 ciclos en dilución saturada de sulfato de sodio, con valor máximo y prueba al intemperismo acelerado.

El porcentaje en volumen en que intervienen el concreto simple y la piedra, será fijado por el proyecto, el concreto ciclopeo contendrá menos de un 60% de concreto simple.

Las piedras no deberán quedar separadas menos de 15 cm y 10 cm de los paramentos 0 30 cm bajo el coronamiento del elemento.

Firmes de concreto.

Es una capa de concreto, simple y/o reforzado que proporciona una superficie de apoyo rígido, uniforme y nivelado; es material de recubrimiento del piso. Los firmes podrán ser:

a) De acabado común.

b) De acabado especial.

Para el caso de superficies sujetas a esfuerzos térmicos considerables deberán tomarse en cuenta: su extensión con objeto de prever tanto el armado como el número y tipo de juntas de dilatación que se requiera. Se tendrán diferentes casos.

i.- En caso de colocación directa al suelo.

Se verificará que el terreno de desplante el grado de compactación deseado (90% proctor), que tenga una capa de material petreo o polietileno para protección del mismo.

Su resistencia no será menor de 100 Kg/cm² y el espesor no será inferior a 8 cm.

Antes de la colocación en el terreno se deberá humedecer para evitar absorción y hacerse por frentes continuos con cortes normales a la superficie de apoyo y en línea recta.

ii.- Si la superficie del firme requiere acabado púlido, éste deberá integrarse al colado.

Sobre la superficie nivelada del concreto colado y antes de su fraguado final, se espolvearán 2 Kg de cemento/ m² de superficie, el acabado se hará con malla metálica.

Se deberán colocarse maestras para marcar los niveles de acabado a no más de 2 m de distancia entre dos consecutivas en direcciones normales.

iii.- En el caso de firmes sobre losas de concreto, deberá ejecutarse.

Si después de fijados los niveles de piso terminado; los espesores terminados varían entre 2.5 y 4 cm deberán usarse un mortero arena 1:5 cuando los espesores requeridos resulten superiores a 4 cm deberá usarse concreto.

En caso en que los espesores resulten inferiores a 2.5 cm, el TMA no será superior a 1.27 cm.

Deberá usarse aditivos para el concreto que proporciona adherencia con la superficie original y que tenga efectos estabilizadores de volumen.

Cuando el firme sirva de base a materiales de recubrimiento, tales como mosaico, losetas, terrazos, mármoles u otro tipo de recubrimiento, su acabado superficial deberá ser rugoso.

En caso de instalaciones se deberá tomar en cuenta sus respectivas dimensiones y nivelaciones.

En firmes de acabado rugoso las irregularidades no sobrepasarán de 1.5 cm.

El espesor del firme no serán mayores de 1 cm.

En firmes de acabado púlido, no habrá niveles mayores de 1 cm o, ondulaciones mayores a 1 mm/m.

MUROS.

Son elementos estructurales y/o arquitectónicos que construyen verticalmente para delimitar espacios y transmitir cargas.

Se clasifican de acuerdo a su funcionalidad.

Para aislar térmicamente.

Para aislar acústicamente.

Para alojar instalaciones.

Muros recocidos de arcilla.

Esfuerzo a la ruptura de 60 Kg/cm²

Materiales: Tabique, cemento, arena, agua.

Procedimiento:

a) Saturarse con agua los tabiques para evitar absorción de agua del mortero.

b) Se usará mortero cemento-arena en proporción volumétrica 1:5.

c) Se humedecerá previamente el desplante de los muros o la superficie de asiento en las zonas que vaya a quedar en contacto con el mortero.

d) El mortero deberá repartirse de tal manera que al asentar el tabique, la junta resulte homogénea y de espesor uniforme.

e) Las hiladas de tabique deberán construirse horizontalmente.

f) Los tabiques de hiladas contiguas deberán cuatrapearse; las juntas verticales deberán construirse a plomo y las horizontales a nivel.

g) De acuerdo al proyecto se fijará el corte y disposición del tabique en las intersecciones de los muros con castillos.

h) En las intersecciones de muros donde no se construyan castillos, las hiladas deberán cruzarse alternadamente para proporcionar la unión adecuada.

i) Con objeto de evitar desplomes y derrumbes no deberán levantarse muros a una altura mayor de 2.0 m sin que se hayan construido los refuerzos verticales adyacentes.

j) Los muros de tabique de arcilla recocida deberán llevar los refuerzos de concreto armado que fije el proyecto.

k) Todos los muros expuestos a humedades deberán recibir el tratamiento de impermeabilización que en cada caso lo señale el proyecto.

l) En muros que desempeñen función estructural, la máxima proyección horizontal de las ranuras destinadas a alojar tuberías de instalaciones serán de 50 cm.

m) Una vez construidas y aprobadas las instalaciones que vayan alojadas en los muros se procederá a cubrir las ranuras con mortero de cemento-arena con proporción 1:5.

Muros de bloque de arcilla recocida, huecos o compactos.

Los bloques tendrán una resistencia a la compresión inferior a 100 Kg/cm².

El proceso constructivo es idéntico al de tabique recocido de arcilla, excepto en lo que se refiere a la dosificación del mortero de cemento-arena con una proporción de 1:4 en volumen.

Muros de block de concreto hueco o sólido.

Materiales: Cemento, arena, granzón, arena pómez o de tezontle, agua.

El tipo de los bloques, sus dimensiones, textura, color y forma estarán dados por el proyecto.

Tipos:

- a) pesado a base de arena, granzón y cemento.
- b) Intermedio a base de arena, arena pómez, granzón y cemento.
- c) Ligero a base de arena pómez y cemento.

No se colocarán bloques de concreto con resistencias de ruptura a la compresión inferiores a los siguientes valores:

- a) Pesado: hueco= 60 Kg/cm²; sólido = 100 Kg/cm²
- b) Intermedio: hueco= 40 Kg/cm²; sólido = 70 Kg/cm²
- c) Ligero: hueco= 23 Kg/cm²; sólido = 40 Kg/cm²

Debe evitarse colocar en casos extremos bloques rotos, destapillados rajados o con cualquier otra irregularidad que pudiera afectarla la resistencia y/o, apariencia del muro.

El proceso constructivo será idéntico al del tabique recocido de arcilla con excepción a lo siguiente:

Se utilizará un mortero para bloques intermedios y ligeros con una proporción 1:6 y para bloques pesado un mortero 1:5

Deberá preverse un refuerzo metálico horizontal consistente en 2 barras longitudinales de alambre de acero galvanizado del #10 con barras transversales soldadas, así como grapas en sus intersecciones a cada 30 cm, colocadas cada 2 hiladas de bloques, con el objeto de absorber los esfuerzos provocados por las contracciones de los bloques del concreto, de la misma forma se colocará una barra vertical a cada 80 cm según lo especifique el proyecto.

1) En muros de tabique de arcilla recocida hecha a mano sin acabado aparente.

a) El alineamiento horizontal de los muros en el desplante no diferirá el alineamiento teórico del proyecto en más de 1 cm.

b) No se tolerarán desplomes mayores a 1/300 de la altura del muro; para alturas mayores de 6.0 m se permitirá un máximo de 2 cm.

c) No se aceptarán desplomes relativos entre tabiques en el paño del muro, mayores de 3 mm.

d) El desnivel en las hiladas no será mayor de 3mm por metro lineal, tolerándose como valor máximo 3 cm para longitudes mayores de 10 m.

e) El espesor de las juntas tanto verticales como horizontales, no será mayor de 1.5 cm ni menor de 0.5 cm.

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

a) Para desplomes; alineamientos horizontales en desplantes se considerarán los incisos a) y b) del punto #1.

b) No se aceptarán desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro, mayores de 2 mm.

c) El desnivel en las hiladas no será mayor de 2mm por metro lineal, tolerándose como valor máximo de 2 cm para longitudes mayores de 10 m.

d) El espesor de las juntas será el indicado por el proyecto y no deberá tener variaciones superiores a 4 mm.

3) Muros de tabique hecho a máquina, de arcilla recocida, sin acabado aparente. Serán las mismas del inciso 1).

4) Muros de tabique hecho a máquina, de arcilla recocida, sin acabado aparente. Que serán los puntos relativos a muros del inciso 2), además de cumplir con lo siguiente:

a) No habrá desplazamientos relativos entre tabiques en el paño del muro mayores de 1 mm.

b) El espesor de las juntas será indicado en el proyecto y no deberá tener variaciones superiores a 2 mm.

5) Para muros de bloques de arcilla recocida, huecos o compactos se hará referencia a los incisos 1) y 3) respectivamente.

6) Muro de bloques de concreto sin acabado aparente.

a) El alineamiento horizontal de los muros en el desplante no deberá diferir del alineamiento teórico del proyecto en más de 1 cm.

b) No se tolerará desplomes mayores de 1/300 de altura del muro; para alturas mayores de 6.0 m se permitirá un máxima de 2 cm.

c) No se aceptarán desplazamientos relativos entre bloques, en el paño del muro mayores de 1 mm.

d) El desnivel en las hiladas no será mayor de 2 mm por metro lineal, tolerándose como valor máximo 2 cm para longitudes mayores de 10 m.

e) El espesor de las juntas, tanto verticales como horizontales, no será mayor de 1 cm ni menor de 0.5 cm.

7) En muros de bloques, con acabado aparente.

a) Para alineamientos horizontales en desplantes, desplomes de los paños y desniveles de las hiladas, se hará referencia al punto 6) incisos a,b,c.

b) No se aceptarán desplazamientos a los señalados en el inciso 1).

c) el espesor de las juntas será el indicado por el proyecto, pero no deberá tener variaciones superiores a 2mm.

Celosía de piezas de concreto colocadas en fábrica o de barro comprimido.

1) Se edificará sobre el elemento rígido capaz de soportar la carga producida por su peso.

2) Se rematará por un elemento rígido, lateralmente tendrán elementos rígidos de refuerzo, tales como castillos, perfiles metálicos, etc. a una distancia no mayor de 3.0 m entre sí.

3) Las hiladas serán horizontales.

4) Se desplantarán las hiladas uniendo las piezas entre sí con un mortero de cemento blanco-arena 1:3 o cemento crest. Tanto en sentido vertical como horizontal.

5) Al terminar el trabajo se removerá el mortero excedente antes de que fragüe.

Las tolerancias se harán de acuerdo al inciso 2).

MORTEROS.

Es una mezcla plástica entre agregado fino, aglutinante, agua. El aglutinante puede ser: CALAGRASA, CALHIDRA, CEMENTO.

Tanto el agregado fino, como el aglutinante y el agua deberán ser productos conocidos y haber pasado las pruebas de laboratorio de ensaye de materiales. Los morteros más comunmente usados son:

La proporción general será: **CEMENTO: CAL: ARENA: AGUA**

- 1.- Cal-grasa: Arena: Agua. La cal cruda, es necesario primero agregar agua antes de colocar.
- 2.- Calhidra: Arena: Agua.
- 3.- Plastocemento: Arena: Agua.
- 4.- Cemento: Arena: Agua.

Las proporciones comunes de morteros son las siguientes:

1:2, 1:3, 1:4, 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, 1:8.

Las cinco primeras son las mas usadas.

La lechada de cemento-agua no es otra cosa que la mezcla de agua con cemento en una proporción de 50 litros de agua por un bulto de cemento (50 KG). La mezcla asi preparada debe usarse durante 20 mín. como máximo.

Los morteros deben cumplir con los requisitos siguientes:¹⁵

$$a) \text{Resistencia} \geq 40 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$b) 2.25 \leq \frac{\text{volumen de arena}}{\text{volumen de cemento}} \leq 3.0$$

Proporcionamiento de

c) El agua debe ser la mínima requerida.

mortero en volumen.
Según el R.D.F.

TIPO DE MORT.	CEMENTO PARTES	PARTES DE CEMENTO DE ALBAÑILERIA	PARTES DE ARENA MEDIDO SUELTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION NOMINAL EN KG/CM ²	PARTES DE CAL
I	1	-----	2.25 menor a SC menor a 3	125	0 A 0.25
	1	0.0 A 5.0			-----
II	1	-----		75	.25 A .5
	1	0.5 A 1.0			-----
III	1	-----	40	.5 A .75	

SC es la suma de cementantes en volumen.

Material	Peso volumétrico	Peso específico	Desperdicio en porcentaje.
CEMENTO	1515 Kg/m ³	3.1	3.0
CAL	700 Kg/m ³	2.3	3.0
ARENA	1600 Kg/m ³	2.65	7.0
AGUA	1000 Kg/m ³	1.00	25.0

Los morteros de acuerdo a su tipo se usarán en:

Tipo I.- mamposterías como cimientos de piedra, en medios altamente húmedos, deben de prepararse exclusivamente de cemento-arena.

Tipo II.-Cualquier muro de mampostería; incluyendo a los de carga.

Tipo III.-Muros divisorios como aplanados.

PROPORCIONES

Material	Proporción de volumen aparente	% volumen absoluto total	% volumen absoluto relativo	Volumen aparente por m ³	Peso húmedo [Kg]	Proporción en botes de 16 litros
CEMENTO	1.00	0.489	0.081	0.166	251	10
CAL	1.00	0.304	0.50	0.164	115	10
ARENA	6.00	3.624	0.599	0.992	1587	60
AGUA	1.63	1.630	0.270	0.270	270	18
SUMAS	9.81	6.047	1.000	1.592	2223	98

Mortero Cemento: Arena [m ³]					
Proporción	volumen en litros		Peso en Kg		Litros
	cemento	arena	cemento	arena	Agua
1:1	660	660	1000	1055	260
1:2	425	850	645	1360	255
1:3	310	930	470	1490	250
1:4	250	1000	380	1600	250
1:5	210	1030	318	1650	245
1:6	175	1050	265	1680	245

Mortero Cemento : cal : Arena [m ³]							
Proporción	Volumen en litros			Peso en kilogramos			Litros
	Cemento	Cal	Arena	Cemento	Cal	Arena	
1:1:6	160	160	930	245	110	1560	285
1:1:7	140	140	970	210	100	1630	270
1:1:8	125	125	1010	190	90	1700	260
1:1:9	115	115	1040	175	80	1740	250
1:1:10	105	105	1060	160	75	1780	245

Proporción Cemento : Arena [m ³]			
Desperdicio	3.0	7.0	25.0
Unidad	[Tn]	[m ³]	[m ³]
Proporción	Cemento	Arena	Agua
1:2	0.621	1.070	0.343
1:3	0.509	1.177	0.337
1:4	0.432	1.203	0.333
1:5	0.361	1.230	0.325
1:6	0.305	1.262	0.322
1:7	0.255	1.348	1.313
1:8	0.215	1.391	0.308

Proporción Calhida: Arena [m ³]			
Desperdicio	3.0	7.0	25.0
Unidad	[Tn]	[m ³]	[m ³]
Proporción	Calhida	Arena	Agua
1:2	0.329	0.984	0.306
1:3	0.247	1.027	0.281
1:4	0.191	1.091	0.268
1:5	0.164	1.155	0.265
1:6	0.144	1.209	0.262
1:7	0.123	1.251	0.262
1:8	0.113	1.284	0.260
1:9	0.099	1.310	0.256
1:10	0.087	1.326	0.253

Proporción Mortero : Arena [m ³]			
Desperdicio	3.0	7.0	25.0
Unidad	[Tn]	[m ³]	[m ³]
Proporción	Mortero	Arena	Agua
1:2	0.571	1.179	0.375
1:3	0.427	1.202	0.368
1:4	0.339	1.230	0.366
1:5	0.283	1.262	0.358
1:6	0.236	1.284	0.356
1:7	0.216	1.294	0.350
1:8	0.185	1.316	1.343
1:9	0.169	1.348	1.337
1:10	0.154	1.369	1.331
1:11	0.139	1.391	1.325
1:12	0.128	1.407	1.318

Proporción Cemento : Arena [m ³]				
Desperdicio	3.0	3.0	7.0	25.0
Unidad	[Tn]	[Tn]	[m ³]	[m ³]
Proporción	Cemento	Calhira	Arena	Agua
1:1:6	0.267	0.133	1.123	0.350
1:1:8	0.192	0.114	1.187	0.343
1:1:10	0.175	0.092	1.230	0.341
1:1:12	0.154	0.082	1.273	0.337

Otras proporciones de moerteros (m ³)			
Moretero Cemento blanco : Arena 1:5			
Material	Desperdicio %	Unidad	Cantidad
Cem. blanco	3.0	Tn	0.360
arena	7.0	M ³	1.230
agua	25.0	M ³	0.325
Yeso : Agua			
Yeso	3.0	Tn	0.700
Agua	25.0	M ³	0.562
Yeso : Arena			
Yeso	3.0	Tn	0.444
Arena	7.0	M ³	0.574
Agua	25.0	M ³	0.356
Yeso : Cemento			
Yeso	3.0	Tn	0.599
Cemento	3.0	Tn	0.014
Agua	25.0	M ³	0.48
Yeso : Cemento: Arena			
Yeso	3.0	Tn	0.437
Cemento	3.0	Tn	0.014
Arena	7.0	M ³	0.628
Agua	25.0	M ³	0.432

PASTAS Y LECHADAS BASICAS [m³]			
Material	Desperdicio %	Unidad	Cantidad
Pasta calhidra : Povo de mármol : Agua			
Calhidra	3.0	Tn	0.154
Polvo de mármol	7.0	Tn	1.281
Agua	25.0	M ³	0.737
Pasta Calhidra : cemento blanco : Polvo de mármol : Agua			
calhidra	3.0	Tn	0.092
Cemento blanco	3.0	Tn	0.195
Polvo de mármol	7.0	Tn	1.187
Agua	25.0	M ³	0.661
Pasta Cemento blanco : Polvo de mármol : Agua			
Cemento blanco	3.0	Tn	0.330
Polvo de mármol	7.0	Tn	1.270
Agua	25.0	M ³	0.631
Pasta Cemento gris : agua			
Cemento gris	3.0	Tn	2.060
Agua	25.0	M ³	1.187
Pasta Cemento blanco : Agua			
Cemento blanco	3.0	Tn	2.060
Agua	25.0	M ³	1.187
Lechada Cemento gris : Agua			
Cemento gris	3.0	Tn	1.339
Agua	25.0	M ³	1.231
Lechada Cemento blanco : Agua			
Cemento Blanco	3.0	Tn	1.339
Agua	25.0	M ³	1.231

Agua necesaria para volver pasta el cemento = 0.51 m³.

Agua necesaria para volver pasta la calhidra = 0.70 m³.

Agua necesaria para saturar los agregados 7% = 0.42 m³.

Cálculo de la cantidad de un aglutinante necesario para elaborar un M³ de mortero, CEMENTO:ARENA:AGUA de acuerdo a la fórmula de guillete handbook of cost date concrete constructor:

$$N = \frac{1000}{1.1 \times n \times S + (P - 0.9 \times N \times S \times v)}$$

Donde:

N = Número de sacos de cemento en un M³ de mortero.

n = Número de litros de arena por saco de cemento.

S = Partes de arena por una de cemento (1:2, 1:3, ..., 1:N)

v = % de vacíos en la arena seca.

P = Número de litros de lechada por saco de cemento.

Tomamos para P=38.5 litros de lechada por saco de cemento de 50 Kg, estudio de morteros de diferentes pruebas sobre lechadas:

PRUEBA #	CEMENTO [KG]	CEMENTO [KG]	AGUA [L]	LECHADA [L]	LECHADA [L]	CEMENTO [KG/M ³]
1	50.0	35.0	25.0	37.5	1000	1335
2	50.0	34.0	25.0	38.5	1000	1300
3	50.0	34.0	25.0	42.0	1000	1190

Para un mortero Cemento:Arena:Agua, la proporción 1:2 tenemos:

n = 33.0 litros

P = 38.5 litros.

S = 2.0

v = 0.4 Se sustituye:

$$N = \frac{1000}{1.1 \times 33 \times 2.0 \times 8 + (38.5 - 0.9 \times 33 \times 8 \times 0.4)} =$$

11.45 Sacos de cemento.

Si el producto $0.9 \times N \times S \times v$ es mayor que P, quiere decir que el volumen de la lechada de cemento es menor que el volumen de los vacíos de la arena, por lo cual se desecha el término:

$P - 0.9 \times n \times S \times v$. Para S=8.0 la expresión queda de la siguiente manera.

$$N = \frac{1000}{1.1 \times 33 \times 8 + (38.5 - 0.9 \times 33 \times 8 \times 0.4)} =$$

4.2 Sacos de cemento.

Al igual que para este tipo de mortero existen diversas fórmulas y análisis para generar tablas para el cálculo de los diferentes tipos de morteros.

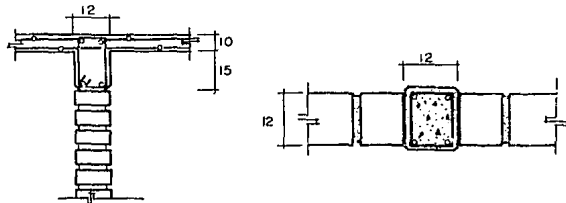
Proporción	Número de sacos.	Cemento [Kg/m ³]
1:2	11.45	572.5
1:3	8.95	447.5
1:4	6.89	341.5
1:5	5.51	275.5
1:6	4.59	229.5
1:7	3.94	197.0
1:8	3.44	172.0

Castillos y cadenas.

Las finalidades principales de los castillos y cadenas son las siguientes:

- Proporcionar rigidez y/o estabilidad en el muro.
- De acuerdo al proyecto estructural, proporcionar la liga requerida de los muros a la estructura a efecto de que trabajen comúnmente.
- Ligar a muros que se intersecten.
- Como elementos de distribución de carga en el desplante del muro.
- Como protección y refuerzo de muros cabeceros.
- Como remates horizontales de muros.
- Como elementos en la absorción de esfuerzos horizontales.

FIGURA-ACA.32



También se construirán castillos y cadenas en ambos lados de los vanos de puertas y ventanas siempre y cuando no existan elementos estructurales colindantes que los sustituyan en su función.

Se podrán construirse cadenas de concreto en:

Sobrecoronamientos de cimientos de mampostería como desplante de muros.

Para remates horizontales o inclinados de bardas, pretilas y muros que no vayan a estar ligados en su parte superior con elementos de la estructura.

El espaciamiento máximo entre cadenas será 15 veces el espesor del muro y para bloques será de 10 veces el espesor del muro.

La sección de castillos y cadenas tendrá como valor mínimo 15 cm por el espesor del muro.

El tiempo mínimo de descimbrado deberá ser de 24 hrs, excepto para un cemento de fraguado rápido tipo III que será a las 12 hrs.

Materiales de mampostería. (Según el R.D.F.)

1) Las piezas para este tipo de elementos estructurales de mampostería podrán ser diferentes tipos de piezas como:

Ladrillos y bloques cerámicos de barro, arcilla o similares, bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto.

Las piezas macizas tienen las siguientes características:

$$\text{Area neta} \geq 0.75 \text{ A total, } t \geq 2 \text{ cm.}$$

Donde:

A neta = Área neta de la sección transversal más desfavorable.

A total = Área total de la sección de la pieza.

t = Espesor de las paredes de la pieza.

Las piezas huecas tendrán las siguientes características:

$$A \text{ neta} \geq 0.45 A \text{ total, } te \geq 1.5 \text{ cm.}$$

Donde:

te = Espesor de de las paredes exteriores de la pieza.

Morteros. Este elemento cumplirá con lo siguiente:

$$f'c \geq 40 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$2.25 \leq (\text{volumen de arena / volumen de cementantes}) \leq 3$$

Se empleará la mínima cantidad de agua requerida para facilitar la trabajabilidad y proporcionamiento en volumen recomendados para mortero, en elementos estructurales:

TABLA-ACA. 8

TIPO DE MORTERO	PARTES DE CEMENTO	PARTES DE CEMENTO DE ALBAÑILERIA	PARTES DE CAL	PARTES DE ARENA	VALOR TIFICO DE LA RESISTENCIA A COMPRESION EN KG/CM ²
I	1	--	0.0-0.25	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cem. en volumen	125
	1	0.0-0.5	--		
II	1	--	0.25-0.5		75
	1	0.5-1.0	--		
III	1	--	0.50-1.5		40

TIPOS DE MUROS. Según el R.D.F.

Los muros estructurales de mampostería se pueden clasificar en:

- Muros diafragma.
- Muros confinados.
- Muros de mampostería.
- Muros de mampostería hueca reforzados interiormente.
- Muros no reforzados.
- Muros separadores (tablaroca, mamparas, otros.)

a) Muros diafragma.

Son los muros que se encuentran confinados por trabes y columnas que forman marcos estructurales, pueden contar con dadas y castillos. Las uniones entre marcos y muros diafragma deberán diseñarse para evitar volteo.

El marco deberá resistir al muro una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga, una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero.

FIGURA-ACA.33 Evitar volteo de muros diafragma.

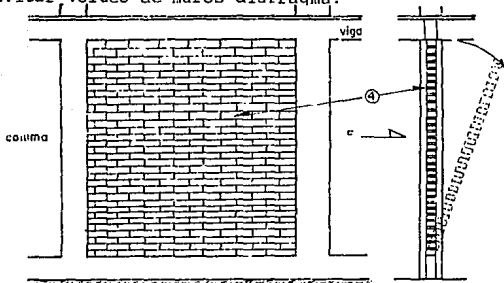
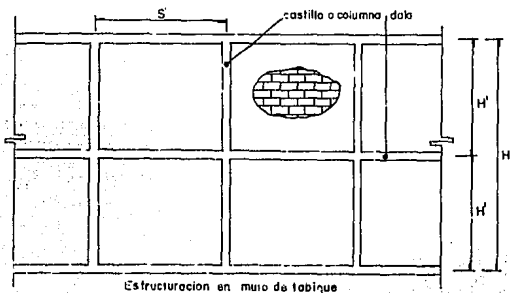


FIGURA-ACA.34



Estructuración en muro de tabique

 H = Altura total del muro. H = Separación máxima entre dadas 2.4 m. S = Separación entre castillos.1 ESTA SECCION DEBE RESISTIR UN CORTANTE $V = F/2$.

2 BLOQUE.

3 MURO CON CASTILLOS Y DALAS.

4 MURO DE TABIQUE DE ARCILLA.

5 VIGA.

6 COLUMNA.

7 DALA.

8 CASTILLO.

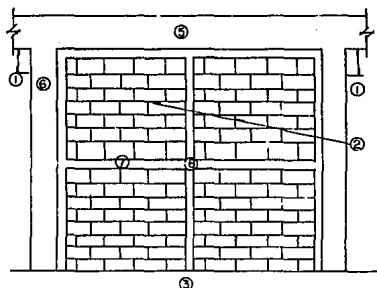
Las columnas deben resistir al menos 50% de la carga lateral que actúa en el tablero en una longitud igual a una cuarta parte de la altura del tablero.

Estos muros deberán estar adecuadamente ligados a las vigas.

Las vigas y columnas deberán resistir las reacciones que les induce el muro.

Si la longitud y la altura del muro diafragma, son considerables (Por ejem., más de 3 m) deberán incluir dadas y castillos.

FIGURA-ACA.35



b) Muros confinados.

Son aquellos que están reforzados con dadas y castillos únicamente.

Las dadas y castillos deberán cumplir con:

* La dimensión mínima será el espesor del muro.

* $F'c \geq 15 \text{ Kg/cm}^2$.

* Tener como mínimo 3 barras de refuerzo longitudinal en los elementos extremos para que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

* El área de refuerzo transversal no será menor a:

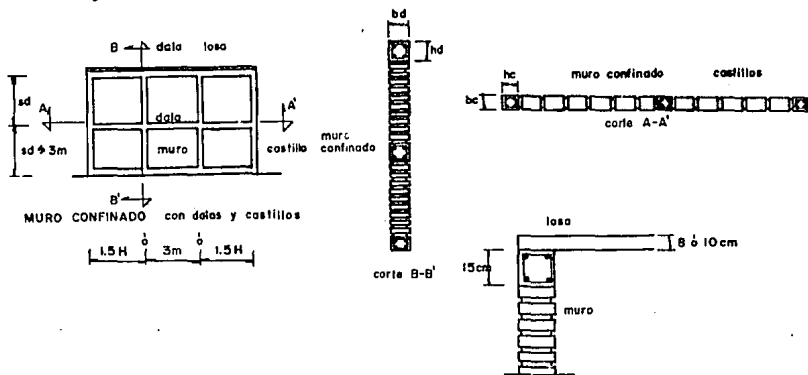
$$A_{st} = 1000 \times \frac{s}{F_y \times d}$$

Donde:

s = Separación de los estribos.

d = Peralte del castillo.

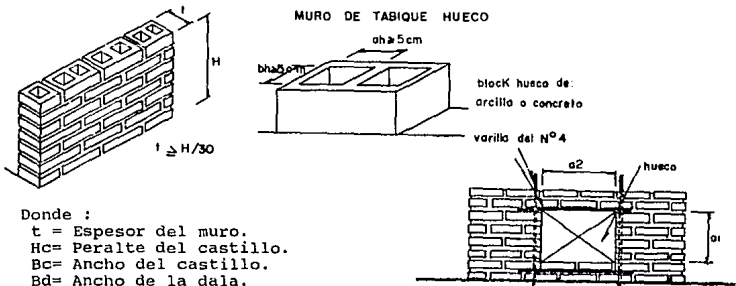
F_y = Fluencia del acero. FIGURA-ACA.36



La separación de los estribos no excederá de 1.5 d ni de 20 cm. Existirán castillos por lo menos en los extremos horizontal del muro a menos que este último este ligado a un elemento de concreto reforzado de al menos 15 cm de peralte.

Además existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m.

FIGURA-ACA.37



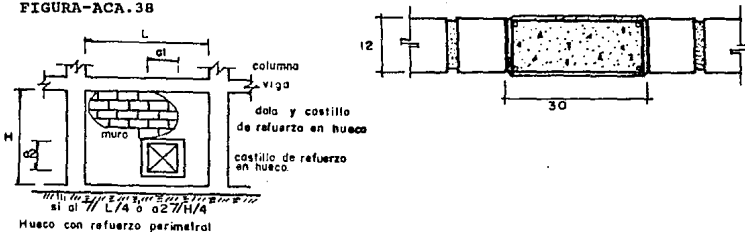
Donde :

- t = Espesor del muro.
- Hc= Peralte del castillo.
- Bc= Ancho del castillo.
- Bd= Ancho de la dala.
- Ac= Area del castillo.
- Hd= Peralte de la dala.
- As= Area de refuerzo longitudinal del castillo.
- S = Separación de estribos.
- dc= Peralte del castillo.

Cuando existan huecos se colocarán refuerzos a base de dalas y castillos en la perifería del hueco si:

$$a1 \geq L/4 \quad \text{ó} \quad a2 \geq H/4$$

FIGURA-ACA.38



Se recomienda que cuando las dimensiones de los muros de mampostería (longitud y altura) son grandes, se empleen muros diafragma confinados. Para evitar posibles fallas o volteos perpendiculares a su plano.

Si bien se especificará que el número mínimo de varillas que se deben colocar en dadas y castillos es de 3 m, se recomienda que sean cuatro para cada uno de estos elementos.

Cuando se tienen huecos, de dimensiones considerables conviene desligar estos muros de la estructura, ya que su comportamiento es incierto.

Muros reforzados interiormente.

Estos muros son reforzados interiormente con varilla corrugada rellena de mortero arena-granzón a cada 4 piezas o 80 cm (varilla del # 3) y en forma horizontal con malla o escalerilla de 1/16 a cada 3 o 4 hiladas.

Para que un muro pueda ser considerado reforzado deberán cumplirse los siguientes requisitos mínimos:

La suma de la cuantía de refuerzo horizontal P_h y vertical P_v no será menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías será menor que 0.007.

Siendo la cuantía horizontal como :

$$P_h = \frac{A_{sh}}{S \times t}$$

Donde:

A_{sh} = Refuerzo horizontal que se colocará en el espesor t , del muro de separación "s".

$P_v = A_{sv} / t_l$.

A_{sv} = Área total de refuerzo que se colocará verticalmente en la longitud L del muro.

El concreto será de alto revenimiento con agregado máximo 3/4" y resistencia a compresión no menor de 75 Kg/cm².

El hueco de la pieza tendrá una dimensión mínima mayor de 5 cm y un área no menor de 30 cm.

Deberá colocarse por lo menos una barra del # 3 de grado 42 o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en dos huecos consecutivos en todo el extremo del muro, en las intersecciones entre muros a cada 3 m. El refuerzo vertical en el interior del muro tendrá una separación no mayor de 6 veces el espesor del mismo ni mayor de 80 cm.

El refuerzo horizontal debe ser continuo y sin traslape en la longitud del muro y anclado en sus extremos. Se deberá cumplir los mismos requisitos de anclaje para concreto reforzado.

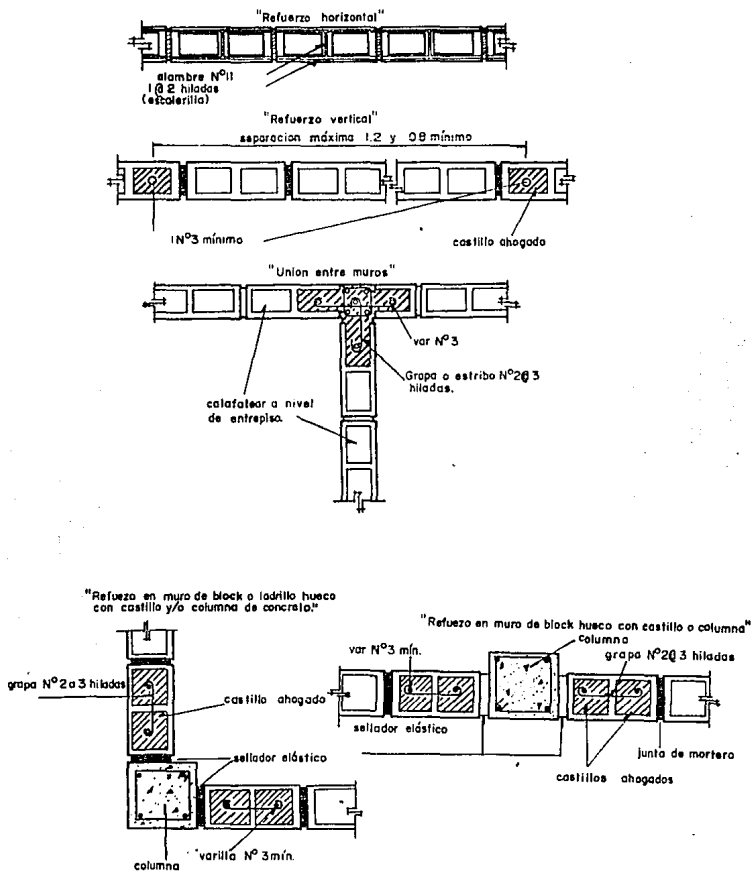
Deberá haber refuerzo consistente en una barra del # 4 de grado 42 o con resistencia a tensión equivalente, alrededor de toda abertura cuya dimensión excede de 60 cm en cualquier dirección.

La relación altura-espesor de estos muros no será superior a 30.

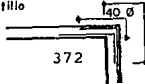
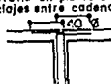
deberá haber una supervisión continua en la obra que asegure que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo indicado en planos y que los huecos en que se aloja el refuerzo sean colados completamente.

Este tipo de muros no se deberá emplear en edificios cuya altura total sea mayor o igual a 13 m.

FIGURA-ACA. 39



detalle en planta o elevación
de anclajes entre cadena y castillo



anclas de cadena o castillo en trabe o columna

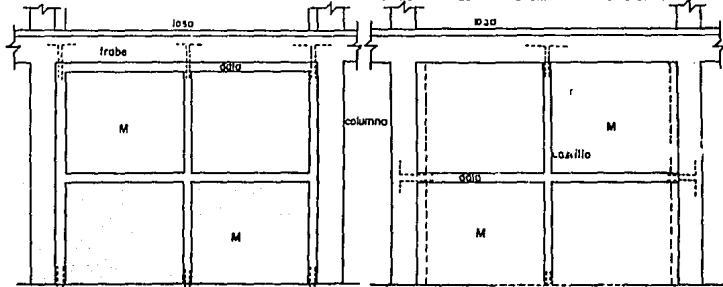
40 ϕ mín.

FIGURA-ACA-40

ESTRUCTURACION

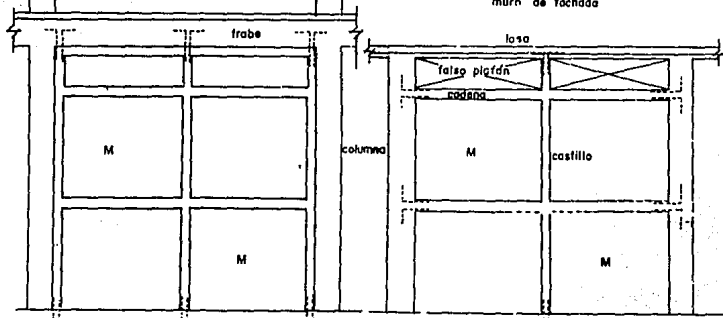
EN

MUROS EN ZONAS SISMICA Y NO SISMICA

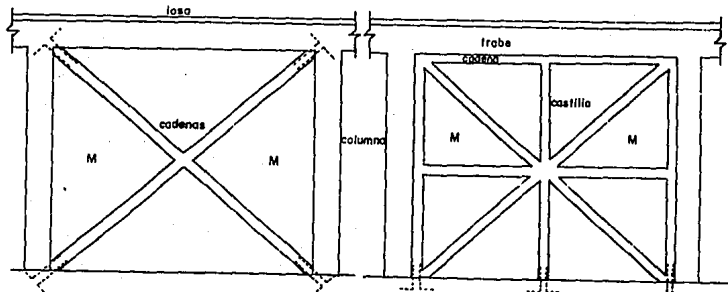


"muro de fachada"

"muro de fachada"



"muros intermedios"



"muros colindantes"

Tabla-ACA.9 Separación máxima de castillos.		MURO DE RELLENO	
Espesor del muro t	Muro de carga (15t)	20t EXTERIOR	30t INTERIOR
14	2.1	2.8	4.2
21	3.15	4.2	6.3

El concreto en dadas y castillos tendrá una resistencia $F'c > 150 \text{ Kg/cm}^2$.

El refuerzo longitudinal estará formado por lo menos de 4 varillas del # 2 o 3, o 0.1 de $F'c/F'y$ por el área transversal del castillo o de la dala, siendo $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

El ancho mínimo del castillo o dala será igual al espesor del muro por 15 cm con una separación mínima de estribos de 20 cm.

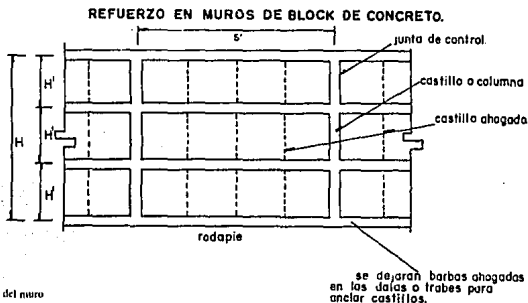
El muro debe soportar: cargas verticales y cargas por viento y/o sismo.

El recubrimiento mínimo será de 2 cm.

En edificios en zonas sísmicas se hará una junta entre recubrimientos frágiles (cintilla, cantera, etc.) entre la columna y el muro para protección de falla contra sismo.

Los castillos en cruceros se pueden omitir en muros interiores.

FIGURA-ACA.41



Donde: H = altura del muro

H' = separación máxima entre dadas (2.4 m)

S' = Separación entre castillo.

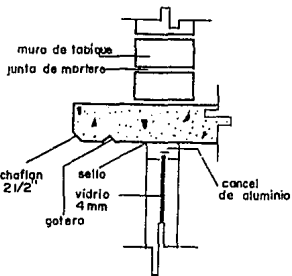
La separación de juntas de control será dos veces la altura o 6 m máximo.

e) Muros no reforzados.

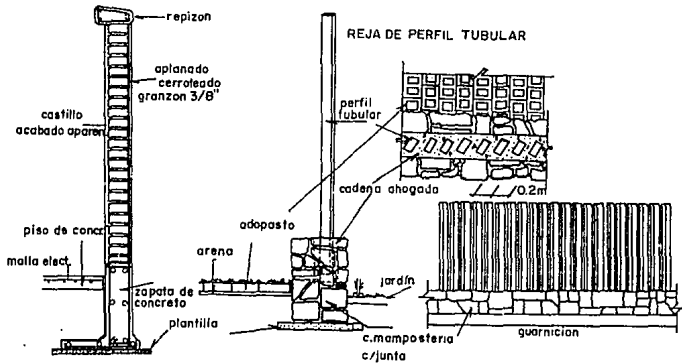
Se considerarán muros no reforzados, aquellos que no cumplan con las especificaciones de los muros diafragmas, muros confinados y muros reforzados interiormente.

Este tipo de muro no debe usarse pues su carencia de confinamiento los hace muy vulnerables tanto a las acciones sísmicas como a los movimientos diferenciales.

Detalle de gotero



BARDA PERIMETRAL

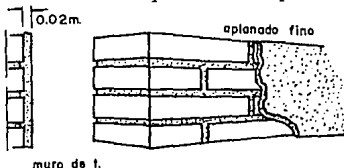


ACABADOS EN MUROS.

Recubrimientos con morteros (repellados, aplanados y pulidos).

Entre los objetivos del recubrimiento están las de absorber irregularidades del elemento para recubrir, proporcionar una base uniforme al acabado que sobre ellos asiente y proteja a los elementos por cubrir por medio de:

- 1) Mortero cemento-arena.
- 2) Mortero de cal hidratada-arena.
- 3) De barita (protector de radiaciones, 1000 miliampers), se colocará un aplanado de 13 cm de espesor (para este caso) con proporción cemento-barita 1:1 con una equivalencia aproximada 1.7 m de plomo. FIGURA-ACA.42



De acuerdo al proyecto y a los planos los recubrimientos pueden ser:

- *) A plomo y regla.
- ***) A nivel y regla.
- ****) A reventón y regla.
- *****) A tolocha.

En superficies de concreto se deberá picar con cincel y marro para obtener una mejor adherencia.

El paño por tratar se deberá humedecer previo al colado, el mortero (que será de 1:5 para cemento-arena, 1:4 para cal hidratada-arena, 1/4:1:4 para cal hidratada-cemento-arena).

Al ser colocada en la superficie con una cuchara del albañil, dando el espesor requerido y emparejándolo con plana de madera y regla; el espesor no será menor de 1 cm ni mayor a 3 cm.

*Para colocar a plomo y regla se utilizarán maestras extremas no mayores que la zona de trabajo de la regla o 12 m, contenidas en un mismo plano y a plomo hilo y regla y con hechura de maestras intermedias fijadas con hilo a reventón, apoyadas sobre maestras extremas a una separación no mayor de 1.5 m, dando un recubrimiento con la regla apoyándose en las maestras.

**Para elementos horizontales, se utilizará nivel y regla en superficies planas, con ayuda de maestras con separación no mayor de 9 m.

Se podrán tener maestras de apoyo intermedias, fijadas con un reventón en los extremos, y a una separación no mayor de 1.5 m.

El recubrimiento se enazará desplazando la regla sobre las maestras.

***A reventón y regla se podrán efectuar en superficies horizontales, verticales e inclinadas mediante hilo y regla:

Se colocarán maestras extremas con una separación máxima de 12 m, siguiendo el sentido a cubrir apoyada con maestras intermedias con separación máxima de 1.5m, el recubrimiento se enazará desplazando la regla sobre las maestras hasta lograr una superficie uniforme.

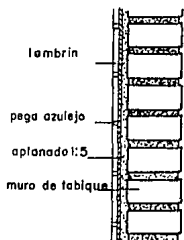
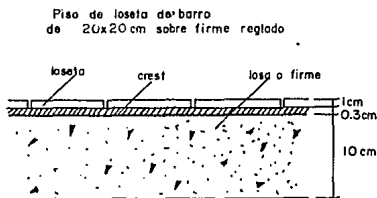
****A tolocha se efectuará sobre cualquier superficie sin apoyo de maestras.

Con tolochas las aristas rectas se aplicarán en cualquier superficie pero con las aristas rectas y con la ayuda de maestras o guías.

I) Para el recubrimiento de mortero a plomo y regla, no deberá haber desplome mayores de $1/300$ de la altura del elemento con un valor máximo de 1 cm. Las desviaciones horizontales no serán mayores $1/500$ de la longitud del elemento recubierto con un valor máximo de 2 cm y las ondulaciones no excedan de 2 mm/m.

II) y III) Para recubrimientos de mortero a nivel y recubrimientos de mortero a reventón se considerarán las mismas tolerancias que las condiciones de la primera, pero cabe destacar que se modificarán de acuerdo al proyecto o condiciones propias de la obra como instalaciones, paños, ventanas, puertas, etc.

El acabado superficial se denominará repellados, y a los recubrimientos de mortero emparejados a regla o plana de madera sin pulir. Los pulidos con acabado en su superficie se clasifican en: FIGURA-ACA. 43



a) Pulido a plana de madera, se utilizará mortero-arena cernida con una proporción 1:3, la operación de pulido se hará inmediatamente después del repellado, antes de perder su plásticidad por fraguado inicial.

b) Pulido fino a llana metálica, con adición de masilla de cemento o de cal, sobre un aplanado construido de repellado.

Los aplanados o repellados antes de su pulido (en su caso) se curarán con una aspersion de agua en un mínimo de 3 días.

Los emboquillados deberán ejecutarse a plomo y regla o nivel y regla.

Recubrimientos.

Es tratamiento que se le da al muro, colocando capas de materiales resistentes para protegerlos, ayudar a su limpieza y conservación y para obtener efectos de decoración.

Los acabados de muros estarán sujetos a las siguientes restricciones de terminación:

En aplanados no variará en más o menos del 20% del espesor promedio que para el acabado se señala.

El máximo desplome será:

$1/600$ H (de la altura del elemento) recubierto o 1 cm.

En el sentido horizontal las desviaciones mayores permisibles serán el menor de los siguientes valores:

$1/600$ de la longitud del elemento recubierto o 2 cm.

Las ondulaciones en su superficie no serán mayores a 1 mm/m.

a) MASACUSTICO.

Con un espesor máximo de 1 cm, se mezcla el masacústico con agua para obtener una pasta manejable, la superficie de aplicación se limpia de cuerpos extraños y se humedece previamente.

Una segunda aplicación de acabado final, puede ser picando con cepillos de alambre.

El aplanado tarda en condiciones normales 48 hrs. para fraguar.

Sobre el acabado se puede aplicar pintura, de preferencia con brocha de aire no debe usarse pinturas epóxicas ni que produzcan una película que cubra los poros en el aplanado.

b) RECUBRIMIENTOS CON MATERIALES VIDRIADOS O ESMALTADOS.

De acuerdo al proyecto de colocación de los productos vidriados se utilizará un mortero cemento-arena 1:5, el muro se deberá humedecer previo a la colocación y el producto vidriado o esmaltado deberá permanecer sumergido en agua durante 24 hrs antes de su colocación.

En recubrimientos mayores a 4.0 m, el mortero se reforzará con malla de acero 60-10-10 o retícula de alambre 2 a cada 30 cm, ancladas al muro con taquetes o tornillos, tres mínimos.

Si el muro donde va acoplarse el recubrimiento es de concreto, deberá darse un picado fino previo a la colocación del recubrimiento.

Sobre el repellido o aplanado de mortero cemento-arena, se colocarán las piezas, mediante el uso de cemento crest, aplicado con llana metálica.

El espesor del mortero será de 2 cm.

Las juntas horizontales se construirán a nivel.

Las juntas verticales se construirán a plomo.

Las aristas se construirán con un corte a 45° a tope.

El espesor de la junta será de 2 mm o según lo indique el proyecto, que será uniforme, y que se obtendrá con un separador (duela, barra de aluminio).

Se deberá retirar el mortero sobrante inmediatamente después de la colocación de la pieza.

Sobre las juntas se aplicará lechada de cemento blanco mediante el uso de rastrillos de hule.

Se definirán, y siguiendo la geometría proyectada, se colocarán en forma estricta la intersección entre paños (Fachaleta, sta. Julia, texturizado, cintilla, etc.).

c) RECUBRIMIENTO CON LADRILLO.

Si el paño donde se va a colocar el recubrimiento es de concreto, se picará previamente para lograr mejor adherencia, se humedecerá instantes antes de colocar el mortero, y se humedecerá el ladrillo (2 x 14 x 28).

El espesor máximo del mortero será de 3 cm.

Las juntas deberán quedar uniformes y verticales a plomo; para muros que excedan la altura de 4.0 m se reforzará con malla de acero 66-10-10 o retícula de alambón del # 2.

Las intersecciones de paños quedarán eficazmente definidas, en caso de efectuar cortes, se realizarán a todo lo alto del muro en forma uniforme.

Se limpiará el mortero sobrante sobre la superficie a la vista, estando fresco, para evitar una limpieza especial.

d) RECUBRIMIENTO DE PIEDRA NATURAL O ARTIFICIAL.

Si el muro donde se va colocar el recubrimiento es de concreto; deberá darse un picado previo a la colocación del recubrimiento, de igual forma se humedecerá previamente.

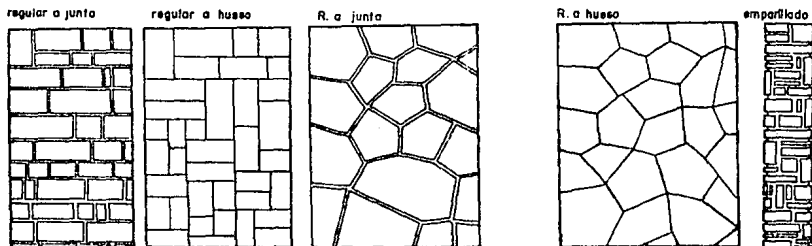
Si el paño es de una altura mayor a 4.0 m o corresponde a un muro que se apoye en la estructura y no directamente en la cimentación, el mortero se reforzará con una malla de acero 66-10-10 ancladas al muro por medio de taquetes (3 piezas por m²) y ancladas, previamente empotradas en la estructura de concreto.

El espesor del mortero en promedio será de 3 cm.

Las juntas pueden ser gusaneadas, rajueladas, acabado con cemento, coloreada (blanco), o simplemente remetidas formando entrecalles.

Se limpiará el mortero sobrante en la superficie, estando frescas para evitar limpieza especial.

FIGURA-ACA.44 RECUBRIMIENTO DE PIEDRA NATURAL (RUSTICO)



e) Recubrimiento de mármol.

En la losa de mármol, una cara estará pulida y la posterior estará rugosa para lograr una mejor adherencia al colocarse.

En muros, se colocará previamente anclas por medio de taquetes y si sobrepasa una altura de 4.0 m de altura se colocará malla 66-10-10 como refuerzo del mortero con una proporción arena-cemento 1:5. las piezas se hallarán exteriormente con yeso, haciéndose de abajo hacia arriba; colocada como hilada se verterá el mortero entre las piezas del mármol y el muro. (se formarán haciendo un ángulo de 45°). Los cortes de intersecciones entre paños se hará de acuerdo a detalles constructivos.

Otros tipos de recubrimientos en muros:

Texturizados.

Yeso.

Tirol Plnchado Y/o tirol.

Cerroteado.

Aplanado.

Duela de madera.

Tapiz de tela.

PISOS.

Son elementos arquitectónicos o estructurales que definen espacios estructurales, diseñados para resistir la abrasión, impactos, sirven de aislamiento térmico, acústico, tienen también la función decorativa.

Los pisos se construirán de acuerdo a los niveles, pendientes y despiece del proyecto.

El desnivel máximo en pisos horizontales será menor a 17600 la longitud mayor ó 0.5 cm.

Las protuberancias y depresiones no serán mayores a 1 mm.

El color y la calidad de los materiales artificiales o naturales será uniforme.

Se evitará colocar piezas con un deterioro en alabeo, fisuras o despostilladuras considerables.

A) Mosaico de granito.

Loseta de barro comprimido, azulejo, azulejo nueve cuadros texturizados, otros.

Mosaico de granito. Se colocará con una base de mortero cemento-arena 1:3 y un espesor de 23 mm aproximadamente, posteriormente se aplicará una pasta de cemento blanco al color del mármol-grano de mármol (25% cero fino, 75% grano especificado de espesor de 12 mm fabricado en planta y prensado a 200 Kg/cm², curado a vapor por 8 hrs y desbastado en planta.

B) Azulejo de 8 x 8 y azulejo nueve cuadro.

Con características, dimensiones y marca indicados en proyecto.

Se colocará bajo una base de mortero arena-cemento 1:5, posteriormente se colocará cemento gris o blanco, tanto las juntas verticales como horizontales deben estar a plomo y nivel respectivamente.

Sobre el firme de concreto de $f'c = 150$ Kg/cm² o sobre el piso rugoso se colocaran muestras a nivel con la pendiente indicada a no más de 2 m entre dos consecutivas de distancia en direcciones normales.

La superficie estará limpia, libre de materiales sueltos polvo y grasas; se humedecerá el firme aplicando una capa de mortero cemento arena 1:5, verificando su nivel y alineamiento de pieza a pieza con ayuda de reventones, reglas y nivel.

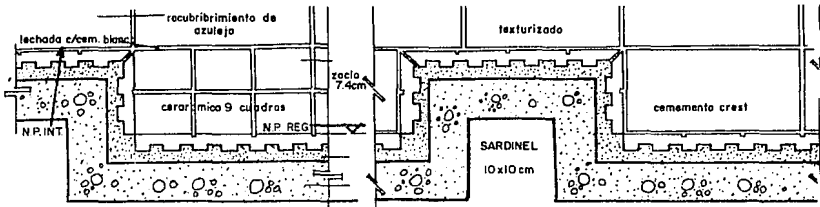
Se junterá la superficie con lechada de cemento y color para cemento con ayuda de una escoba o rastrillo de hule.

Para limpiar la superficie y antes que el cemento frague se extiende una capa de aserrín de madera y con un trapo o escobeta, limpiando el piso un un área no mayor a 4 o 5 m² para facilitar esta actividad.

Se evitará caminar o circular sobre el piso de recién colocación disponiendo de andadores y puentes.

Las juntas deberán ser uniformes y correctamente alineadas sin despostilladuras.

FIGURA-ACA.46



C) Pisos de mármol.

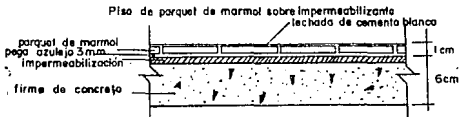
Se colocarán maestras a nivel con la pendiente indicada en proyecto a no más de 2m entre dos consecutivas direcciones normales.

La superficie estará limpia sin material suelto, polvo y grasa humedeciéndose previa a su colocación.

Se aplicará una capa de concreto arena-cemento 1:2 en seco, asentado y nivelado. Cada placa de mármol individualmente se retira la placa y se vierte una lechada agua-cemento, colocando nuevamente la placa en posición original.

Ninguna pieza se colocará a hueso dejándose una junta de 2 mm, la que será tapada con cemento blanco y color del mismo tono que el mármol, aplicando con escoba o rastrillo de hule, cuidando que penetre correctamente en las juntas, o puliéndose con máquina de 2 cabezas y piedra de esmeril del # 80.

FIGURA-ACA.47



D) Pisos de adoquín petreo natural o artificial.

Si el lugar donde se colocará el adoquín es suelo natural deberá estar debidamente compactado. Los niveles, pendientes y despiece serán los indicados en el proyecto.

Si el piso está destinado a la circulación de vehículos, se colocará el adoquín sobre un firme de concreto reforzado, en caso de circulación peatonal, el adoquín puede colocarse sobre un firme de arena o concreto sin refuerzo bien compactado.

Se fijarán las maestras a distancias no mayor a 4 m aproximadamente, para definir el nivel del piso terminado.

Con ayuda de reglas y reventones se correrán estos niveles.

Las caras, aristas y cantos no estarán quebradas, despostilladas, los poros no serán mayores a 0.5 cm. Las piezas podrán llevar juntas o entrecalles; las juntas se rellanarán con lechada de cemento de color o con arena, si así se requiriera, limpiando el área de trabajo para evitar limpieza especial.

E) Pisos cebados de arena o arcilla.

Se construyen sobre una carpeta de material del propio suelo compactado. Las piezas del piso se colocan asentadas o cebadas con arena o arcilla húmedas de tal manera que éstas resulten hincadas firmemente auxiliándose con un pisón o maceta. El junteo se hace con la propia arena o arcilla.

F) Adoquín petreo artificial.

Con $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$, su uso común para zonas de rodamiento y de tránsito intenso, el proyecto indicará las características de la subbase, base y adoquín requerido. La subbase-suelo mejorado con tepetate y material granular, acabado terso, dándose un riego de arena húmeda planchada con aplanadora y con una pendientes del 3% dada a la subbase.

Sobre la cama se coloca el adoquín cebándose las juntas con arena cernida. No se colocarán piezas que presenten fracturas fisuras, despostilladuras y alabeos.

Antes de su colocación se considerarán otros elementos que intervienen en su confinamiento como; muros, registros, quarniciones, otros.

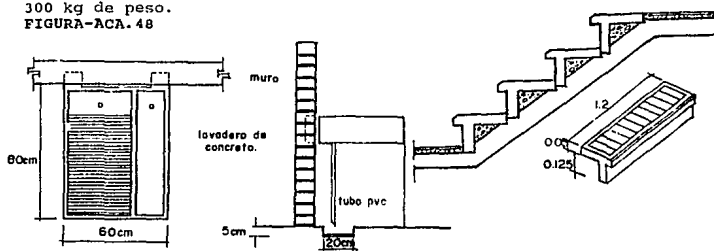
La colocación de piezas se apoyarán con ayuda de reglas, reventones, maestras, otros medios para la buena colocación del adoquín.

La colocación del adoquín deberá ser normal al sentido del tránsito.

Deberá existir una junta de 3 mm entre dos adoquines consecutivos.

Por último para tapar las juntas se escobillarará la superficie con arena cernida compactándose con un vibrador de placas y rodillos de 300 kg de peso.

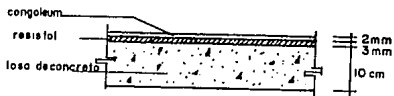
FIGURA-ACA. 48



G) Pisos de loseta de vinil.

Sobre pisos de concreto con superficies lisa acabados a llana y pólido a máquina, libre de bordes, estrias, desniveles, e irregularidades limpiando y cepillando las superficies para desprender el polvo, basura, manchas de pintura, grasas o cualquier otra materia extraña.

FIGURA-ACA.49



Toda rajadura o cuarteadura debe resanarse, el piso debe estar seco, no se colocará loseta en lugares donde haya mucha humedad si el piso es muy poroso se colocará o aplicará primero un impermeabilizante.

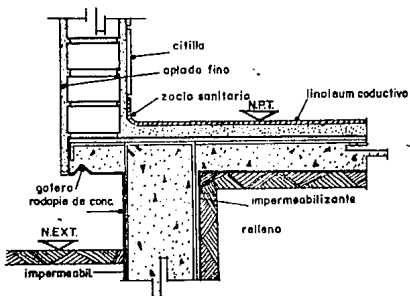
El nivel de piso de concreto donde se colocará la loseta será 0.2 cm abajo del nivel de piso terminado.

Se puede colocar a 45° o paralelos a los muros con respecto a las diagonales de sus lados, trazando con cuidado los ejes guía, la colocación de la loseta será de los últimos trabajos de acabado, en su caso contrario se protegerá con papel resistente; se aplicará el adhesivo (temp. 20° a 25°C) mediante espátula o llana metálica dentada. Durante su colocación de la loseta se calentará con un soplete a una temperatura de 40°C aprox. para adquirir plásticidad y fácil colocación.

Se procurará emplear en puertas y entradas piezas enteras, protegiéndose con un remate metálico adecuado.

H) Linoleum conductivo.

Se debe colocar sobre la superficie o sobre un firme de concreto de $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ con acabado terso pulido a máquina. La superficie deberá estar seca, limpia, libre de polvo, grasa, materias sueltas, plana y exenta de grietas y despostilladuras, terminado 2mm abajo del N.P.T. FIGURA-ACA.50



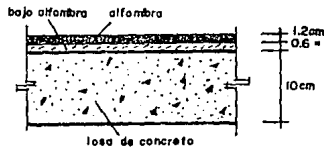
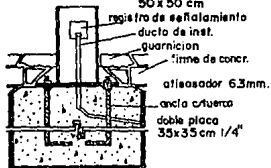
Se recomiendan las de lana pura cuando están expuestas a un tránsito continuo.

Y las de fibras sintéticas por su resistencia al desgaste, al descoloramiento y bajo costo.

Estas se pueden colocar sobre cualquier superficie seca, firme y uniforme como madera, concreto, mosaico, mármol.

Las uniones no deben ser perceptibles ni colorearse en puertas o accesos. FIGURA-ACA. 52

DADO PARA POSTE DE SEÑALAMIENTO
50 x 50 cm



Se deberá colocar cintas metálicas en puertas o accesos como remates llamada moldura de aluminio para protección. Es recomendable colocar el bajo alfombra por duración y comodidad como la fibra de coco o hule espuma.

J) Juntas de aluminio, bronce, latón, cobre, etc.

Son secciones "T" de 3 cm de peralte, que se colocan en pisos de terrazo concreto, etc.

Su función es estética y como la junta constructiva para evitar el grietamiento el agrietamiento en interiores.

Se colocan a cada 12.0 m para evitar agrietamientos.

Las juntas deben alinearse y colocarse conforme a niveles y al proyecto arquitectónico.

K) Guarniciones de concreto.

Elementos constructivos cuyo objetivo es delimitar las áreas de tránsito vehicular y peatonal. Existen dos tipos:

a) Colados en el lugar.

b) precolados.

Después de hacer las preparaciones previas a la colocación del concreto como la compactación, alineación, nivelación, trazo, pasos para instalaciones, etc.

Antes de proceder a colar se deberá humedecer la base. Después de hacerse el vaciado por capas de un espesor no mayor a 15 cm, la cual se compactará con un vibrador.

La cimbra contará con dispositivos especiales que permitan hacer los boleados de la corona, la cual se procederá a pulir y quedando con la pendiente proyectada 2 o 3 %.

Se harán juntas de dilatación cada 6 m se reforzarán con varillas de acero.

El concreto hidráulico $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ con un agregado grueso de 1/2". Se utilizará una cimbra metálica o de madera.

Remates de pavimentos de piedra, adoquin, loseta comprimida o piezas especiales.

El remate de pisos tiene por objeto delimitar, mediante un cambio de nivel, la superficie del pavimento indicado.

Puede ser especial de adoquin petreo natural o artificial, usandose piezas especiales en escuadra para formar el perfil, amacisando sobre una pieza forjada en concreto (tránsito pesado) o tabique (tránsito peatonal) con cemento-arena 1:5 previa limpieza y humedecimiento de la superficie.

En pavimentos de losetas comprimidas, materiales vidriados o especiales, en otro caso la arista se formará con piezas colocadas en escuadra en cuya intersección se haya practicado un corte de 45°. Para remates de pavimentos exteriores la arista debe ser viva protegiendolos con ángulos metálicos anclados al firme, para pavimentos de interiores los ángulos podrán ser de aluminio bronce, latón, etc que a la vez de protección sea antiderrapante.

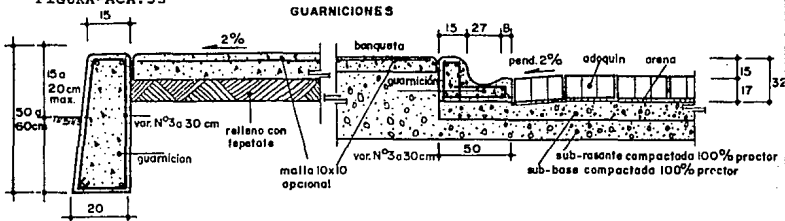
L) Banquetas de concreto.

Después de compactar el terreno (60 a 80% proctor) y bajo los principios de un firme de concreto, la base deberá tener los niveles y pendientes indicados (5% min.), así como la alineación con ayuda de reventones. Se vaciará el concreto en moldes en sentido longitudinal sean de 2 m y en sentido transversal entre el paramento y la guarnición. El ancho mínimo de banqueta será de 1.5 m. El espesor de las banquetas será no menor de 8 cm. Si el colado se hace continua o alternada se colocará la junta a cada 2 m para confinarla y tenga continuidad aparente.

Antes del colado en las caras interiores se cubrirá con una película de asfalto de 3 mm o colocarán piezas de cartón o celotex para formar juntas de construcción; se protegerán las banquetas durante un lapso de 48 a 72 hrs.

El acabado final se hará con una cuchara, banda, costal, malla, rayadores, escoba, etc. de madera para obtener una superficie antiderrapante.

FIGURA-ACA. 53



AZOTEAS.

Conjunto de elementos constructivos para protección del techo de un edificio por causas de humedad y filtración de aguas pluviales.

En caso de áreas grandes se dividirán mediante prétilos intermedios para formar azoteas intermedias e independientes, las superficies no serán mayores a 100 m² con una pendiente no menor del 1%, pero se recomienda del 2 al 3% por ser más eficaz en el escurrimiento.

A) Pretilos.

Se construirán preferentemente de concreto armado de $F'c=100$ Kg/cm², puede colocarse monolíticamente con la losa o apoyado sobre un muro de tabique o block con castillos reforzados con la misma resistencia anclados a la azotea.

Se anularán los pretilos en caso de techos con desague pluvial por caída libre.

Hay tres tipos de pretilos:

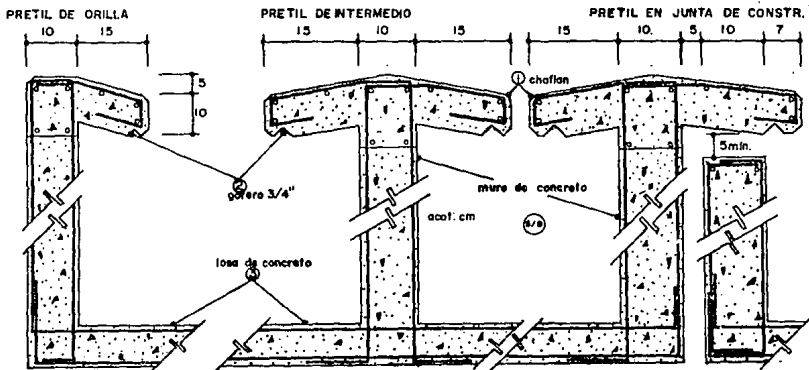
- Pretil de orilla.
- Pretil intermedio.
- Pretil de junta de construcción.

El área tributaria de cada bajada no será mayor a 100 m² con un diámetro mínimo de 10 cm.

La colocación de la bajada será en el centroide del área tributaria o localizarse en el lugar que arquitectónicamente o estructuralmente convenga.

La forma del área tributaria deberá ser rectangular o cuadrada con una relación de lado mayor $a=2b$.

FIGURA-ACA.54



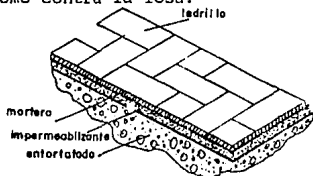
El relleno no deberá permitir asentamientos locales por la consolidación del material por lo que se deberá compactar la base para recibir el enladrillado o en caso del tipo de obra se colocará previamente un material de aislamiento térmico (unicel).

El material de relleno puede ser tezontle, escoria de fundición, arena de tezontle, otros.

Se colocarán hilos y maestras como sean posibles y necesarios con punto de referencia de la coladera de bajada de aguas pluviales para facilitar la obtención de la pendiente deseada.

En la bajada pluvial se colocará una protección contra filtraciones críticas consistente en una charola de plomo de 1m x 1m y 0.16 cm (1/16") de espesor provista de un embudo central que será introducido 10 cm a través de la campana superior de la bajada pluvial. La charola se colocará después de la losa, la cual deberá estar nivelada pulida en el área comprendida, se recibirá por medio de una cenefa de mortero-arena 1:4 para fijar los bordes de la placa de plomo contra la losa.

FIGURA-ACA.55



La charola deberá seguir todas las curvas de la campana de la bajada y deberá quedar de modo que no presente arrugas ni abolsamientos, posteriormente se colocará una malla de gallinero para proporcionar anclaje, adherencia y refuerzo a la mezcla con que será pegado el ladrillo sobre la charola.

Sobre el relleno se colocará una mezcla de aglutinante cal hidratada y arena con una proporción 1:2:9 para colocar el enladrillado (2.5 x 14 x 28) cuya colocación se efectuará en forma de petatillo, la superficie deberá ser alabeada o sea continua sin la existencia de aristas y lomos, la separación no será mayor de 2 cm.

Antes de llegar al prétil se tendrá una separación de 3 cm del enladrillado para la colocación del chaflan.

Antes de la colocación de la mezcla para colocar el chaflan se picará y humedecerá; el mortero tendrá una proporción 1:1.5:6.

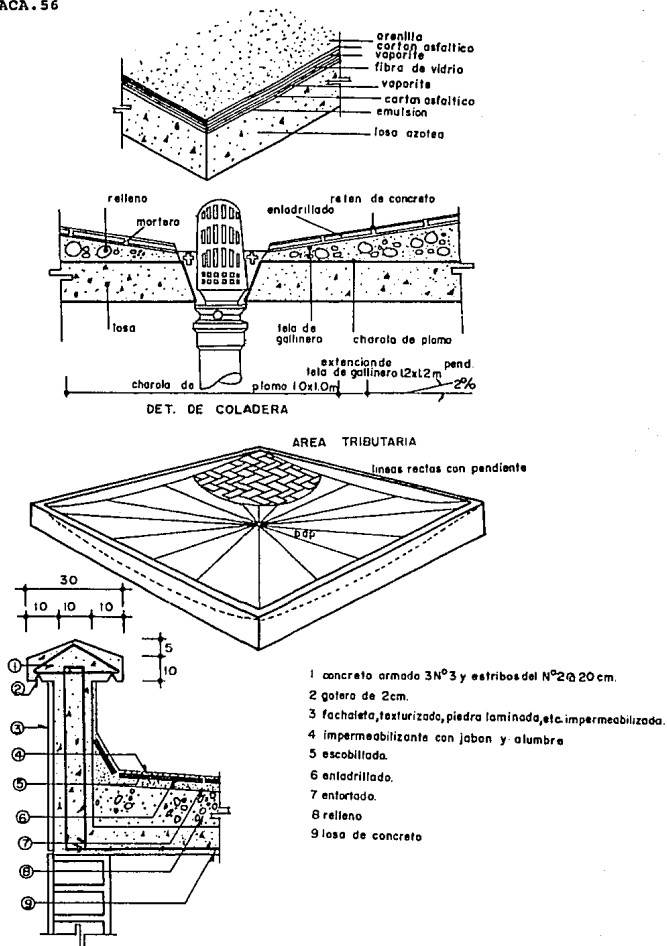
La dimensión del chaflan será de 10 cm que previamente se humedecerá para evitar absorber el agua del mortero.

La junta entre ladrillo-chaflan, chaflan-prétil se efectuará con un mortero arena-cemento 1:3.

Posteriormente se dará una lechada general de cemento-cal hidratada con proporción 1:1 y agua suficiente para obtener una lechada fluida. Se aplicará barriendo con una escoba normal; posteriormente al lapso de 2 hrs se procederá a taconear o dar una segunda lechada o escobillado con lechada de cemento-cal hidratada-arena cernida con proporción 1:1:6 pero más espesa que la primera lechada, ésta segunda lechada permitirá sellar el tapaporo del ladrillo.

Por último se dará un acabado final con una solución de jabón y alumbre; en 100 litros de agua en ebullición se disuelven 20 Kg de jabón corriente (neutro). Se dejará secar la solución de jabón durante 24 hrs y se procederá a dar una mano con una solución de alumbre disolviendo 20 kg en 100 litros de agua.

FIGURA-ACA. 56



ZOCLOS Y RODAPIES.

Son aquellos elementos que se colocan sobre el muro en la unión con el piso para proteger al muro y acabados, para facilitar la limpieza y efectos decorativos.

i) Zoclo sanitario.

Se caracteriza por la curva en su intersección con el piso, debe ser de la misma característica del piso como mosaico de granito conductivo, mortero arena-cemento 1:5.

Antes de su colocación del zoclo se deberá humedecer, tanto al muro como al zoclo, el paño no debe contener irregularidades, en caso de ser de concreto se picará previamente, colocando el zoclo siguiendo el trazo del muro, forjándose a 10 cm.

El zoclo se puede colocar de mármol, concreto, mortero.

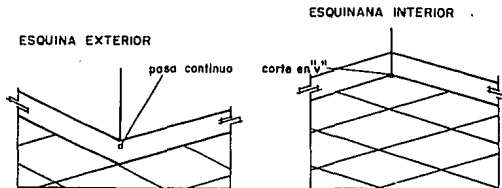
ii) Zoclo de vinil.

Adhesivo de contacto de 10 cm pegado con resistol 1178 neokón. Es fabricado de vinilo color por lo regular negro o café.

La superficie donde se va a colocar debe estar seco y libre de polvo e irregularidades, aplicandolo uniformemente el pegamento en ambas superficies para lograr una mayor adherencia.

Se cuidarán las esquinas y aristas, debiendose acomodarse correctamente el zoclo sin abolsamientos o irregularidades.

FIGURA-ACA.57

**iii) Rodapie de piedra.**

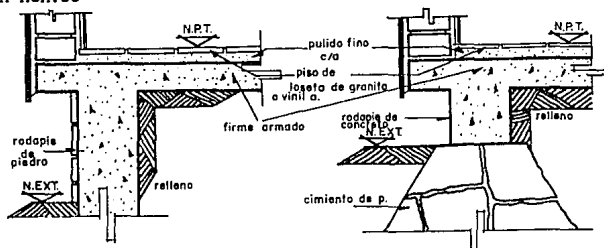
Si el paño donde se colocará el rodapie es de concreto se picará previamente para permitir una mayor adherencia, se humedecerá ambas superficies antes de su colocación se utilizará un mortero arena-cemento 1:5, cemento blanco y color para cemento.

Las juntas podrán ser a hueso remetidas, en relieve, gusaneadas, rajueladas acabadas de cemento según el color que se informe en el proyecto. El paramento del rodapie formará una superficie regular y continua.

iv) Rodapie de cemento pulido.

La ejecución estará en función de la colocación de lambrines o de aplanado o recubrimiento de mortero, pero colocandose un impermeable posteriormente.

FIGURA-ACA. 58



ACABADOS DE YESO Y DE FALSO PLAFON.

El yeso de mejor calidad es de color blanco, rechazándose el de color amarillento. La forma más común de uso del yeso en construcción, es la llamada mortero simple, la cual tiene proporción de dos partes de agua por tres partes de yeso, aunque para lograr una mayor dureza se usa cemento en proporciones cemento-yeso 1:3,1:1.

Para la aplicación del yeso es necesario que:

Un paño vertical nuevo será limpiado y humedecido previamente.

Si el paño es antiguo y con algún recubrimiento anterior, se picará, zacateará y humedecerá previamente.

Es recomendable picar, zacatear antes de colocar el yeso con cicel para mejor adherencia, por lo que los desplomes no serán mayores de 1/600 la altura o ancho del elemento recubierto superior a 1 mm/m.

1) Yeso en muros y techos.

Se utilizará únicamente yeso a plomo en muros y a nivel en techos.

En techos se colocará maestras a plomo y en los muros a nivel, en los plafones con separación a 2 m entre maestras que servirán como guía para distribuir el yeso con ayuda de la regla de madera, afinando después la superficie con llana metálica. El espesor del aplanado no será mayor de 2 cm.

En caso de haber irregularidades en la superficie que puedan requerir un aumento del espesor del yeso superior deberán eliminarse o en su caso contrario se usará metal desplegado o tela de gallinero.

2) Emboquillados perfilados en aplanados de yeso.

Las boquillas de yeso son las intersecciones de dos caras o superficies de aplanado ya sea en esquinas, puertas, ventanas, columnas, trabes, etc.

Las aristas será debidamente alineada si es recta o trazada con la misma precisión del perímetro del vano o la pieza que se trate. Las aristas rectas se deberán colocar esquineros metálicos galvanizados, no se deberán aceptar imperfecciones o irregularidades en su colocación a simple vista.

El acabado final será con arista a bisel, tarrajado a plomo y nivel o tarrajado siguiendo la geometría del vano.

3) Yeso en trabes.

Ya no es recomendable, es más factible resanar y pintarlas de color blanco.

En trabes de concreto se picará previamente con cincel cuidando no erosionar el recubrimiento mínimo para no afectar y estar en contacto el yeso con el acero de refuerzo.

En caso de haber oquedades, se resanarán con mortero, cemento-arena 1:5 con un aditivo adicional especial se debe cuidar la geometría de la sección.

El yeso se aplicará sobre la superficie previamente humedecida en una capa de 1.5 cm de espesor máximo; se pulirá con llana metálica y las aristas podrán ser vivas.

En falsas trabes se tendrá un bastidor de canaleta sobre el que colocará el metal desplegado; sobre este bastidor se aplicará el yeso.

4) Yeso en columnas.

En columnas de concreto: La superficie se picará con cincel procurando no lesionar el recubrimiento del concreto.

En caso de que existan oquedades o partes descubiertas del acero por colado defectuoso, éstas se resanarán previamente.

Antes de aplicar el yeso se humedecerá la superficie.

A requerimientos del proyecto, se colocarán esquineros de metal galvanizado en las aristas de las columnas rectangulares.

El acabado de las aristas que no lleven esquineros metálicos, será a bisel, en cuarto de bocel.

El yeso se pulirá con llana metálica y tendrá un espesor máximo de 1.5 cm.

En las columnas circulares el yeso se pulirá con tarraja.

Se cuidará de respetar estrictamente los plomos, niveles, alineamientos y geometrías de las piezas.

FIGURA-ACA. 59

FALSO PLAFON DE YESO Y/O CEMENTO.

Los falsos plafones son caras interiores de los techos o cubiertas que no están en contacto directo con éstos. La separación existente puede ser motivada por requerimientos estéticos o funcionales (alojamiento de instalaciones).

El falso plafón se sujetará a los entrepisos o techos de concreto o a las trabes de concreto por medio de colgantes sujetos al propio sistema de entrepiso o techo modulados a las dimensiones de la pieza donde se colocará el falso plafón.

Se construirá la retícula de canaletas que formará parte del armazón, o estructura del falso plafón formando rectángulo o cuadrados de 90 x 60, 60 x 60 cm respectivamente.

Esta retícula se atará con alambre o se soldará a los colgantes formando un conjunto de piezas fuertemente sujetas estables. A ésta se fijarán el metal desplegado atado con alambre galvanizado del # 18.

Terminada esta operación se aplicará una primera capa de yeso a fin de que sirva como base a la aplicación de una segunda, la cual será con acabado a regla, siguiendo los niveles fijados por las maestras, que deberán estar separadas entre sí no más de dos m en ambos sentidos.

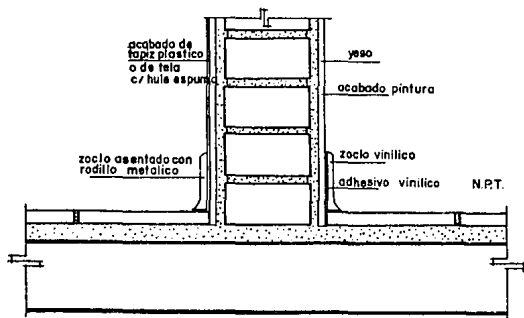
Sobre esta última capa se aplicará el acabado final indicado por el proyecto; pintura, tirol, masacústico, etc.

Si los falsos plafones se construyen en exteriores, el yeso será sustituido por mortero cemento-arena en proporción 1:5, siendo su acabado final con lana de metal.

Al terminarse de colocar el falso plafón se removerán todos los excedentes de material depositados sobre los muros, ventanas pisos, cuando éstos todavía se conserven frescos a fin de facilitar la limpieza.

Se dejarán las preparaciones adecuadas para registros salida de energía eléctrica, lámparas o cualquier otro elemento.

En las zonas costeras, los materiales empleados serán galvanizados o tratados con anticorrosivos.



VII) Resanado y limpieza.

Las reparaciones son más fáciles de ejecutar y con mayor éxito si se hacen tan pronto como sea posible, de preferencia cuando se retiren las cimbras; las combaduras, rebadas y pequeñas salientes se pueden retirar cinceland o labrando; los pernos, clavos, amarres u otros metales insertos no deseados pueden retirarse o rebajarse hasta una profundidad de 12 mm de la superficie del concreto.

Se puede raspar o pulir la superficie para dar una apariencia uniforme, cualquier cavidad, como los agujeros de los separadores deberán rellenarse o dejarse para motivos decorativos. Las áreas apaladas deberán repararse y las manchas se limpiarán para presentar una superficie de concreto uniforme en color.

Estas operaciones se pueden minimizar teniendo cuidado en el montaje de la cimbra y en el colado del concreto.

Reparación de defectos superficiales.

Los parches normalmente aparecen más oscuros que el concreto que les circunda, se deberá usar una cierta cantidad de cemento blanco o mortero donde la apariencia sea importante. Se deberá aplicar y curar muestras en zonas sin importancia como los muros de sótano días antes de efectuar la operación de parchado.

No debe usarse llana de metal para el alisado.

El mortero deberá mezclarse lo más consistente posible usando 1 parte de cemento, 2.5 partes de arena fina (que pase la mallas # 16) cernida y la cantidad de agua para formar una pelotilla, que se apriete suavemente con las manos. La cavidad deberá mantenerse húmeda durante varias horas antes de colocar del mortero.

Un mortero de adherencia con una parte de cemento, una parte de arena y suficiente agua para formar una mezcla de consistencia cremosa; se deberá cepillar sobre las superficies de los agujeros pero sin permitir que se seque antes de colocar el mortero.

El mortero deberá retacarse en su lugar en capas aproximadamente 1.25 a 2.0 cm de espesor; con un retacado vigoroso y con un curado adecuado se asegura una correcta adherencia del parche así como una contracción mínima.

Para los parches grandes y para las capas superpuestas delgadas se requiere el uso de concreto. Este deberá tener una relación A/C baja (0.45 o menos) con un contenido de cemento igual o mayor que el concreto que se vaya a reparar. Los contenidos de cemento a menudo varían entre 356 y 504 Kg/m³. El tamaño del agregado será de preferencia no mayor 1/3 del espesor del parche o sobrecapa.

Normalmente se emplea un agregado de 3/8" (9.5 mm).

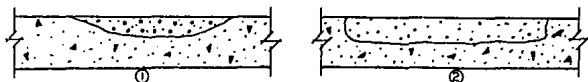
La proporción de arena puede ser mayor a la usual con frecuencia igual a la cantidad de agregado grueso, dependiendo de las propiedades deseadas y de la aplicación. Antes de comenzar a aplicar el concreto para parchar, el concreto circundante deberá estar limpio y sano (escarificandolo), la proporción del mortero será de 1 parte de cemento por una parte de arena fina (que pase la malla # 30) con la suficiente cantidad de agua para darle una consistencia cremosa; se limpia con un cepillo o escobilla toda la superficie en la que el nuevo material se vaya a adherir. Este mortero debe aplicarse antes de colocar el concreto, pues

debilitaría la adherencia sin dejarse secar. Al aplicar el mortero, el concreto puede estar seco o húmedo pero no amapado con agua libre. El espesor mínimo para la mayoría de parches y capas supuestas es de 2 cm. En estructuras como las cubiertas de los puentes, deberá tener un espesor mínimo de reparación de 4 cm. Frecuentemente se agrega un superplastificante al concreto de la sobrecapa o de la reparación, con el propósito de disminuir la relación A/C, de mejorar la trabajabilidad y la consolidación.

El concreto con apanalamientos y otros defectos se deben retirar para dejar expuesto material sano. Si se deja concreto defectuoso alrededor de un parche, se puede introducir humedad en los vacíos provocando con el tiempo el parche se destose debido al intemperismo. Los bordes del área defectuosa se deben cortar o cincelar derechos y en ángulos rectos con respecto a la superficie, o ligeramente socavados para proporcionar una muesca en el borde del parche. No se debe permitir que los bordes estén biselados, según sea el tamaño del parche se deberá colocar en capas no mayores de 1.2 cm de espesor, deba darse a cada capa un acabado rayado para mejorar la adherencia con la capa subsiguiente a la capa final, se le aplica un acabado que coincida con el concreto que lo rodea, ya sea por medio de un emparejado o con un tratamiento abrasivo; o mediante labrado, o sobre superficies moldeadas presionando una sección del molde contra el parche, siempre y cuando éste aún se encuentre en estado plástico. Las reparaciones grandes poco profundas localizadas verticalmente en plafones se puede llevar a cabo, empleando la técnica de concreto lanzado, e inclusive como si fuera aplanado.

Pero hasta ahí no concluye la aplicación de mortero, sino se puede aplicar cualquier método de curado ya sea con agua rociada, membranas, o polietileno sobre el parche.

FIGURA-ACA.60 Limpieza de superficies de concreto.



Parche incorrecto. Los bordes biselados fallaron bajo la acción del tránsito e intemperismo.

Parche adecuado. La zona labrada tendrá una profundidad mínima de 2 cm con bordes rectos y socavados hasta la superficie.

En muchas ocasiones, cuando el concreto es descimbrado, le quedan manchas de oxidación del acero, manchas de mortero fugado o de la absorción de la cimbra, es conveniente, para lograr una apariencia limpiar la superficie con agua, medios químicos y medios mecánicos (abrasión); antes de seleccionar algún método de limpieza, deberá probarse en alguna zona para asegurarse que será útil y no perjudicial, pues algunos tratamientos son más efectivos que otros para remover ciertos materiales.

Los métodos de limpieza con agua incluyen los lavados de baja presión, la limpieza a chorro de agua con presiones que varían de moderadas a altas y la limpieza con vapor. El lavado a baja presión es el método más sencillo y solo requiere que el agua corra suavemente por la superficie de concreto durante uno o dos días y si es necesario aplicar presión a chorro o con un cepillo de cerdas, las otras técnicas son efectivas, un poco costosas cuando son especializadas, pero éstos métodos son menos dañinos al concreto.

La limpieza química normalmente se efectúa con mezclas cuya base es el agua, formulada para materiales específicas tales como el ladrillo, la piedra o el concreto. En la mayoría de limpiadores químicos se incluye un compuesto orgánico denominado surfactante (superficie - agente activo), el cual actúa como detergente para humedecer la superficie con mayor facilidad. Para limpiar las superficies de concreto y para remover las decoloraciones se incluyen las soluciones débiles (con concentraciones de 1 a 10%) de ácidos clorhídricos, acético fosfórico. El citrato diamónico (como solución en agua de 20 a 30%) es especialmente útil para remover manchas de decoloraciones y aflorcencias en superficies cimbradas y de trabajos en plano. Los productos químicos deberán ser manejados con precaución y seguridad.

La limpieza mecánica incluye la limpieza con chorro de arena, con chorro de perdigones, la escarificación, el burilado mecánico y el esmerilado; estos métodos desgastan el polvo existente en la superficie en vez de separarlo de ella. De hecho destruyen el polvo y también parte de la superficie del concreto, es inevitable la pérdida de detalles decorativos, un aumento de la rugosidad de la superficie y el redondeo de las esquinas agudas.

a) Limpieza en pisos de concreto.

La acumulación de polvo y humedad produce una desintegración gradual. Los pisos de cemento se tratarán con una mezcla de agua con el 5% de ácido muriático (ácido clorhídrico) comercial, puede dejarse el piso el tiempo suficiente para que cese la producción de burbujas de gas, lavándose en seguida con abundante agua.

Si el piso, además de neutralizarse debe lavarse, se hará la neutralización y lavado en una sola operación con detergente neutro adicionado al agua.

El sellador puede hacerse a base de resinas fenólicas, el cual se aplica en dos capas sucesivas recomendable para el tránsito vehicular, el sellador será a base de componentes de hule clorinado, si el piso ya está saturado de aceite se aplicará previamente una mano de sellador de resina de nitrocelulosa modificada antes de aplicar el sellador de huleclorinado. La limpieza posterior al sellado se hará con detergente líquido neutro.

b) Limpieza de pisos en loseta de vinil, asbesto o linoleum.

Debe evitarse tratamientos que contengan sustancias como grasas o aceite o materiales como gasolina, éter, alcohol, acetona, etc. Se evitará usar herramientas abrasivas como piedra pómez bentonita, etc. cuya acción provoca rayaduras.

Lo recomendable es usar una solución acuosa de concentración variable, de acuerdo al grado de suciedad del piso, como es el limpiador líquido neutro tipo shampoo y cera cristal antiderrapante para su aseo fácil. Si se trata de linoleum conductivo, únicamente se usará agua. No deberá usarse detergente, no deberá encerarse.

c) Limpieza de piso de granito o terrazo.

Se hará con esmerilado y tallarlo con pizarra inglesa hasta dejarlo lustroso, es conveniente usar un sellador para cerrar los poros y evitar la salida de sales minerales que opacan su color (salitre), este sellador será a base de acrílica para terrazo o granito. No se utilizará soluciones de álcalis, fosfatos o ácidos pues son altamente destructivos, su aplicación deberá ser periódica, evitando la acumulación de mugre, polvo y aceites.

Para granito conductivo, la limpieza se hará con agua únicamente no se usará detergentes, ni ácidos, ni debe encerarse.

d) Limpieza en muebles de baño.

El lavado de muebles de baño pueden hacerse con soluciones cáusticas o ácidas, éstas se usarán únicamente para quitar manchas, pero no deben estar en contacto con metales de cromo, cobre, fo fo u otros. En otro caso se usará removedor o agua con detergente.

e) Limpieza en muros de tabique rojo o aparente.

Cuando son sobranes de mortero, basuras, y tierra, se usarán espátulas, cinceles, cepillos de alambre, etc.

Posteriormente, ya seca la superficie, se tallará con piedra de esmeril gruesa o mollejon de tezontle; para resanar el tabique se hará con el polvo del tabique, y posteriormente barnizarlo o sellarlo.

f) Limpieza de lambrines de material vidriado o esmaltado.

Cuando las manchas de mortero persistan, se preparará una solución de ácido muriático (ácido clorhídrico) en agua, en proporción 20 a 25% de ácido. Posteriormente se lavará con agua limpia para eliminar el ácido y con agua y jabón en caso de que persistan las manchas de aceite o grasa.

g) Limpieza de recubrimientos de piedra .

Depende del tipo de muro y piedra, en el conglomerado de areniscas, tobas, etc., se aplicará con cuidado lija fina o solución de ácido muriático y agua en proporción de 5% a 6%.

Para basalto, recinto, chiluca, se podrán usar cinceles, martelinas, cepillos de alambre, etc. Si la junta es aparente se perfilará de manera que quede uniforme.

**COMENTARIOS Y
CONCLUSIONES**

En la recopilación de información e investigación documental siempre se encuentra más información, por lo tanto al consultar una fuente, ésta última sustituye a otras, posiblemente por su actualización o porque contiene información relevante, entre la información que me llama más la atención son las estadísticas que en nuestro país no se lleva adecuadamente y si se lleva no se analiza profundamente, ésta es una herramienta en las estructuras de concreto o en particular al concreto, pero también se puede aplicar a las cimbras, al acero, a los acabados, los aditivos, por que también se pueden obtener datos en cada una de ella.

Las cimbras son elementos de diseño variable que cada tipo de madera tiene ciertas características físicas mucho más variables que el mismo concreto. Hay otros elementos para cimbra de mayor sencillez y eficaces pero su incremento en costos es mayor como por ejemplo tenemos a la madera complementada con perfiles de acero, soleras, angulos, tubulares, PTR, laminas e inclusive las mismas cimbras metálicas, su uso es muy eficiente para grandes volúmenes de concreto y sustitución de cimbra de obra falsa por andamios que aunque su costo es muy alto es rentable en su uso por cubrir grandes volúmenes y reducir tiempos de cimbrado, pero es mas sencilla para los artesanos de las cimbras (carpinteros), otro de los aspectos son el acabado aparente que es mas sencillo que las cimbras metálicas aunque su apariencia es mas agradable. En muy pocas ocasiones o casi nunca el carpintero recurre con el ingeniero o arquitecto para pedirle asesoría para dar la adecuada separación de los elementos de la cimbra, sin embargo él conoce un trato directo empírico del comportamiento de la madera pero si existen planos para elementos estructurales de madera que el carpintero debe construirlos al 100%.

La madera debido a sus efectos ecológicos se ha iniciado su sustitución por medio de cimbras de plástico, fibra de vidrio, solera y lamina, e inclusive con productos prefabricados como la vigueta y bovedilla para el ahorro de cimbras de madera.

Los problemas comunes que se presentan en obra son: el tipo de armado, cantidad, altura de colado, trabajos previos, programa de obra mal elaborado, pedido de concreto mal planeado, etc.

Siempre es importante planear los colados o sea de analizar las posibles alternativas de solución como los colados de alturas de varios niveles ya que no es posible colar a lomo del trabajador, para eso se tienen las bombas de concreto o telecopicas que disminuyen el costo y tiempo de colocación del concreto permitiendo organizar a la gente en otros frentes que se requiera mano de obra y la de llevar un mejor control. Será necesario contar con un programa de obra (ruta crítica) para llevar a cabo el plan de trabajo diario y semanal.

Entre las actividades más importantes en obra es obtener el revenimiento como prueba esencial del concreto fluido para aceptar o rechazar un concreto hecho en obra y/o prefabricado, pero, una forma sencilla de solucionar el revenimiento es el de incluir medio o un bulto de cemento normal, ya sea para incrementalario, o una lechada para reducirlo; esto permite un incremento de la resistencia y también de no rechazar una olla que puede retrasar los trabajos planeados de ese colado ya sea por una desición del supervisor.

Otro problema muy comun es la fabricación de concreto en obra, es recomendable fabricar concreto en el siguiente orden, agua agregados, arena y al último el cemento, este proceso nos permite obtener una alta resistencia e inclusive mucho mayor a la requerida pero si cambiamos un poquito el proceso o sea la mitad de agua, agregados, arena, cemento y la otra mitad de agua, obtendremos un concreto muy endurecido y de poca trabajabilidad.

Cuando se pide concreto prefabricado, el tiempo de fraguado sobrepasa el tiempo mínimo (una hora) para poder colarlo hay dos formas sencillas de poder colocar el concreto que ya fraguo en la arteza, una es de pedirle al chofer de la olla que mantenga revolviendo el concreto y poco a poco descargarlo de acuerdo a la colocación del concreto, otro es remezclarlo incluyendo una lechada para incrementar su trabajabilidad.

En el uso de aditivos no garantizará el mínimo efecto que pueda ocasionarle al concreto, el mejor aditivo recomendable para el uso adecuado es de no usarlo, pero las características de la obra obligan al constructor a utilizarlas bajo la vigilancia del supervisor.

Hay otros medios menos dañinos al concreto como la utilización de cementos especiales, reducción en la relación A/C, procedimientos de curado eficaces como el curado a vapor, agregados petros seleccionados, otros.

Debe tenerse mucha precaución en colados de pequeñas dimensiones y complejos (muros de concreto de 10 cm), para elementos de gran dimension y con un procedimiento de colocación sencilla (losas masisas),

Una de las etapas del proceso constructivo del concreto estructural es el habilitado y colocación del acero, por lo regular siempre a un maestro fierro u otro oficial tienen pequeños detalles ya sea de nivelación o colocación de acero que el supervisor lo detecta y permite tener atrasos por pequeños detalles de armado, niveles o mal trazo, por lo que se tiene que detectar esos vicios de no revisar oportunamente nuestro armado y cimbra, aunque no es la única actividad que realiza un ingeniero como la actividad administrativa y financiera de la obra.

En la colocación del acero no solo consiste en cumplir el proyecto estructural sino en en ocasiones se presentan problemas de equipo y no se cuenta con vibradores como por ejemplo con una cabeza de cierto diámetro para cubrir el detalle de trabes en la que los estribos debene de ir a una separación de menor dimensión que el del vibrador por lo que se tiene que hacer ciertas ventanas o hacer grapas de estribos para que quepa el vibrador como por ejemplo: en muros de 8 cm de espesor que apenas cabe el agregado y el vibrador no es posible introducirlo para compactar el concreto fresco.

No se debe de tener el criterio de colocar acero de menor cantidad ya que si analizamos sus costos, en relación al concreto, la cantidad de acero extra no se compara ni mucho menos los ganchos traslapes o soldadura, por mucho que se quiera ahorra utilidades para la empresa o ganancia al residente.

Se aclara que muchos de los comentarios expresados en esta tesis serán diferentes a los encontrados en la obra, por lo tanto, los criterios que se toman en una obra son muy diferentes para otra,

también considero que las tolerancias citadas a pesar que son muy estrictas se deben de tomar como un parametro secundario, por las condiciones de la obra con mutuo acuerdo entre el supervisor y el residente (corresponsabilidad-superintendente) u otros responsables de obra, es recomendable tener buenas relaciones entre ambos para llevar acabo con éxito la calidad como a un menor costo todos los elementos de concreto y no como una contradicción del constructor con la supervisión.

Durante un proceso constructivo se toman desiciones adecuadas y oportunas con cálculos matemáticos pero no son lo suficiente como para ser una desición adecuada y acertada, en muchas ocasiones por experiencia se toman desiciones por intuición, muy eficaces, oportunas como acertadas sin cálculos numéricos, esto es común en cambios de proyecto o problemas con las instalaciones, debe tenerse en cuenta que todo debe de estar al 99.99% de calidad aunque en realidad como en todo no hay nada exacto sino con un herror mínimo del 0%.

Se recomienda hacer muestreos para verificar si el acabado es el adecuado y el definitivo esto es muy común el las pastas, recubrimientos, pinturas, carpinteria blanca, o sea en todos los acabados.

Se aclara que los acabados expresados es una introducción en las estructuras de concreto faltarian complementarlos aún más como poe ejemplo: la herrería, vidriería, las instalaciones, la carpintería blanca, la tapicería, etc. Como en los acabados hay que ser muy meticulosos, en los detalles también es necesario, se debe tener cuidado en no enajenarse o de cubrir vicios ocultos, muchas veces es difícil observar detalles, ahí es donde el supervisor es de gran importancia, otra es la división del trabajo para diferentes frentes.

Es importante para los acabados de concreto, no tolerar los malos acabados, ya que realmente expresa la calidad exterior de los elementos estructurales, aunque es relativo por que muchas oquedades se pueden cubrir con cementos especiales y la estructura se verá muy bien.

Es de destacar que realmente es una fuente con una recopilación de información bastante abundante pero creo que vale la pena no solo de investigar sino de complementarla con otras fuentes actualizadas (posiblemente cuando se consulte ésta ya existen otra nuevas técnicas y fuentes más actualizadas).

Este conjunto de técnicas y criterios no son insuficientes para casos especiales pero son de ayuda en casos generales para tomar una desición simple, oportuna, eficaz, ya que en muchas especificaciones de varias entidades o dependencias e inclusive en empresas particulares no se cuentan con ellas o se tiene poca información ya sea para un concepto presupuestado como para un concepto extra o extraordinario; ésta tesis debe tomarse como una recopilación general de consulta, se recomienda recurrir a la bibliografía al final de esta fuente para mayor información o recurrir a otras fuentes de más detalle y especializada. Se aclara que no es una investigación con técnicas de diseño pero si de ayuda como consulta para un supervisor o residente.

También esta recopilación no solo son aplicables al área de edificación sino a a varias que esten relacionadas con el concreto estructural.

En la industria de la construcción de estructuras de concreto el costo que más repercute en el monto total de la obra son las partidas de acabados, concreto, acero, carpintería, mano de obra, como en la duración de la obra (programa de obra), por lo tanto se deben buscar otros procedimientos de construcción como de técnicas que permitan reducir los costos (producción en serie de productos prefabricados, o sea producción por ciclos y medición de tiempos).

Para una mayor productividad es necesario también entre otras causas un mayor beneficio de los recursos humanos o de incrementar los estímulos como son: económicos, de capacitación, culturales, entre otros, que permitan una menor recirculación de los trabajadores mal remunerados y por consiguiente sin ninguna especialidad. No es posible que en un estimado de costo se tengan cada mes o semestre un incremento (consultar las estadísticas de la C.N.I.C.) ya sea por especulaciones económicas como políticas y sociales. Actualmente con la mayor competencia con los americanos será necesario reducir esos costos del concreto ya que nos llevan una gran ventaja, porque han construido más obras de concreto en su país como una mayor tecnología y mayor productividad, también tienen más estadísticas, entre otras herramientas de trabajo, pero considero que en el país se tendrá aun más auge en estructuras de concreto, especulo que a pesar que se tienen bancos de roca pero no las suficientes plantas de pavimentos para una mayor producción de concreto, entre otros factores.

Realmente, me cuestiono, la vida útil mercantil del concreto hasta cuando se terminará, no lo se, sino que hasta que se encuentren otros materiales abundantes (no lo creo) y de mayor calidad como de menor costo, pero si otros tipos de estructuras diferentes al concreto.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **Diseño y control de mezclas de concreto.**
Steven H. Kosmatka y William C. Panarece.
I.M.C.Y.C, 1992.
- 2.- **Supervisión de estructuras de de concreto.**
Luis Gustavo Zubieta Rohde.
C.I.C.M. 1992.
- 3.- **Teoría y práctica del control de calidad.**
Bertrand L. Hansen.
Edit. Hispano-Europea, Barcelona, España.
- 4.- **Aspectos fundamentales del concreto Reforzado.**
Oscar M. Gonzales Cuevas y Francisco Robles F. V.
Edit Noriega-Limusa, 1990.
- 5.- **Diseño moderno de estructuras de madera.**
Hansen J. Howard.
Edit C.E.C.S.A, 1980.
- 6.- **Manual para estructuración de edificios, programa de la O.N.U. y centro de la O.N. para los asentamientos humanos (habitat), D.D.F. (S.G.O.), 1985.**
- 7.- **Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (A.C.I. 318-83) y comentarios.**
Edit. Limusa-Noriega, 1990.
- 8.- **Detalles y detallado del acero de refuerzo del concreto (A.C.I. 315-80).**
Edit. Limusa-Noriega, I.M.C.Y.C., 1989.
- 9.- **Diseño simplificado de estructuras de madera.**
Harry Parker.
Edit. limusa, 1986.
- 10.- **Prontuario del residente de obras tomo 1.**
I.M.S.S.
- 11.- **Apuntes de diseño de cimbras de madera.**
Francisco Alcaraz lozano.
Facultad de Ingeniería. U.N.A.M., 1985
- 12.- **Reglamento de construcciones del D.D.F.**
Luis Arnal Simón y Max Betancurt Suaréz.
Edit Trillas, 1991.
- 13.- **Apuntes de acero de refuerzo.**
Jorge de Alba Castañeda.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1985.

- 14.- **Práctica recomendable para la medición, mezclado transporte y colocación del concreto.**
Edit. Limusa-Noriega, I.M.C.Y.C.
- 15.- **Control de calidad del concreto.**
Alvaro Ortiz Fernández.
F.U.N.D.E.C. A.C., 1986.
- 16.- **Manual de productos de concreto.**
SIKA Mexicana, S.A.
- 17.- **Práctica para dosificar concreto Normal, concreto pesado y concreto masivo.**
Edit. Limusa-Noriega, I.M.C.Y.C., 1990.
- 18.- **Control de agrietamiento de estructuras de concreto.**
Edit. Limusa. I.M.C.Y.C.
- 19.- **Probabilidad y estadística.**
Murray R. Spiegel.
Shaum-Mcgraw-hill, 1975.
- 20.- **Revista # 190, Vol XXv, marzo 1987, I.N.C.Y.C.**
- 21.- **Apuntes de probabilidad y Estadística.**
Hugo E. Borrás García, Rafael Iriarte Balderrama, Bernardo Frontana de la Cruz.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1985.
- 22.- **Apuntes de De clase de construcción II.**
Narciso Talamantes.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1987.
- 23.- **Apuntes de Clase de Edificación.**
Luis A. Díaz Infante.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1991.
- 24.- **Curso de capacitación en soldadura.**
Jose Ma gaxiona A. y Vicente Maya G.
Edit. Limusa-Noriega, 1990.
- 25.- **Manual del soldador de Arco Eléctrico y Oxiacetileno.**
I.C.I.C. E6-E4, 1990.
- 26.- **Aditivos para concreto.**
Edit. Limusa, I.M.C.Y.C., 1989.
- 27.- **Control de calidad del concreto.**
I.M.C.Y.C.
- 28.- **Revista # 90 Vol. XV, enero-febrero 1978.**
I.M.C.Y.C.

- 14.- **Práctica recomendable para la medición, mezclado transporte y colocación del concreto.**
Edit. Limusa-Noriega, I.M.C.Y.C.
- 15.- **Control de calidad del concreto.**
Alvaro Ortiz Fernández.
F.U.N.D.E.C. A.C., 1986.
- 16.- **Manual de productos de concreto.**
SIKA Mexicana, S.A.
- 17.- **Práctica para dosificar concreto Normal, concreto pesado y concreto masivo.**
Edit. Limusa-Noriega, I.M.C.Y.C., 1990.
- 18.- **Control de agrietamiento de estructuras de concreto.**
Edit. Limusa. I.M.C.Y.C.
- 19.- **Probabilidad y estadística.**
Murray R. Spiegel.
Shaum-Mcgraw-hill, 1975.
- 20.- **Revista # 190, Vol XXv, marzo 1987, I.M.C.Y.C.**
- 21.- **Apuntes de probabilidad y Estadística.**
Hugo E. Borrás García, Rafael Iriarte Balderrama, Bernardo Frontana de la Cruz.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1985.
- 22.- **Apuntes de De clase de construcción II.**
Narciso Talamantes.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1987.
- 23.- **Apuntes de Clase de Edificación.**
Luis A. Díaz Infante.
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., 1991.
- 24.- **Curso de capacitación en soldadura.**
Jose Ma gaxiona A. y Vicente Maya G.
Edit. Limusa-Noriega, 1990.
- 25.- **Manual del soldador de Arco Eléctrico y Oxiacetileno.**
I.C.I.C. E6-E4, 1990.
- 26.- **Aditivos para concreto.**
Edit. Limusa, I.M.C.Y.C., 1989.
- 27.- **Control de calidad del concreto.**
I.M.C.Y.C.
- 28.- **Revista # 90 Vol. XV, enero-febrero 1978.**
I.M.C.Y.C.

- 29.- **Normas y especificaciones generales de construcción**
INFONAVIT.
- 30.- **Manual de supervisión de obras de concreto.**
Federico González Sandoval
Editorial Limusa, 1990.

- 29.- **Normas y especificaciones generales de construcción**
INFONAVIT.
- 30.- **Manual de supervisión de obras de concreto.**
Federico González Sandoval
Editorial Limusa, 1990.

INDICE GENERAL

CAPITULO	PAGINA
1.- INTRODUCCION.	1
2.- CONTROL DE CALIDAD.	8
I) CONTROL DE CALIDAD	8
II) PRINCIPIOS BASICOS DE CONTROL	28
III) COMPONENTES DEL CONCRETO	33
IV) PRUEBAS MECANICAS DEL CONCRETO	55
3.- CIMBRAS.	64
I) CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MADERA	64
II) CIMBRAS DE MADERA	66
III) TRIPLAY	68
IV) PROPIEDADES FISICAS DE LA CIMBRA	70
V) PROPIEDADES MECANICAS DE LA CIMBRA	82
VI) DISEÑO DE CIMBRAS	85
VII) EJEMPLOS	94
VIII) ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES EN LAS CIMBRAS	106
4.- CONCRETO.	114
I) DEFINICION	115
II) PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO	117
III) FACTORES DE CAMBIO VOLUMETRICO	126
IV) CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONCRETO	132
V) PLANTAS DOSIFICADORAS	139
VI) PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO	142
VII) DOSIFICACION DEL CONCRETO	153
VIII) EJEMPLOS DE DOSIFICACION	158
IX) FABRICACION DEL CONCRETO	169
X) METODOS, EQUIPO PARA TRANSPORTAR Y MANEJAR CONCRETO	173
XI) TRABAJOS PREVIOS AL COLADO	178
XII) COLOCACION DEL CONCRETO	184
XIII) COMPACTACION DEL CONCRETO	186
XIV) CURADO	190
XV) CONCRETO EN CLIMAS FRIOS	199
XVI) OTROS TIPOS DE CONCRETOS	212
5.- ACERO.	218
I) CONCRETO REFORZADO	218
II) PROPIEDADES FISICAS DEL ACERO	220
III) ASPECTOS GENERALES DE MECANICA PARA REVISION DEL ACERO	228
IV) DETALLES GENERALES DE ACERO DE REFUERZO	237
V) OTROS DETALLES PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACION	249
VI) SOLDADURA	277
VII) HABILITADO Y COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO	285
VIII) TOLERANCIAS DE COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO	290
6.- ADITIVOS.	291
I) CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS	291
II) PRINCIPALES ADITIVOS	293
III) PROPORCIONAMIENTOS DE LOS ADITIVOS	301

CAPITULO	PAGINA
7.- ACABADOS.	312
I) CONSIDERACIONES GENERALES DESPUES DEL FRAGUADO INICIAL	312
II) JUNTAS	313
III) FORMAS TERMINADAS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACION	324
IV) TOLERANCIAS	337
V) ACABADOS EN SUPERFICIES DE CONCRETO	338
VI) ACABADOS DE ALBAÑILERIA	346
VII) RESANADO Y LIMPIEZA	394
 8.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.	 398
 BIBLIOGRAFIA	 402
 INDICE GENERAL	 405

INDICE GENERAL

CAPITULO	PAGINA
1.- INTRODUCCION.	1
2.- CONTROL DE CALIDAD.	8
I) CONTROL DE CALIDAD	8
II) PRINCIPIOS BASICOS DE CONTROL.	28
III) COMPONENTES DEL CONCRETO	33
IV) PRUEBAS MECANICAS DEL CONCRETO	55
3.- CIMBRAS.	64
I) CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MADERA	64
II) CIMBRAS DE MADERA	66
III) TRIPLAY	68
IV) PROPIEDADES FISICAS DE LA CIMBRA	70
V) PROPIEDADES MECANICAS DE LA CIMBRA	82
VI) DISEÑO DE CIMBRAS	85
VII) EJEMPLOS	94
VIII) ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES EN LAS CIMBRAS	106
4.- CONCRETO.	114
I) DEFINICION	115
II) PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO	117
III) FACTORES DE CAMBIO VOLUMETRICO	126
IV) CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONCRETO	132
V) PLANTAS DOSIFICADORAS	139
VI) PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO	142
VII) DOSIFICACION DEL CONCRETO	153
VIII) EJEMPLOS DE DOSIFICACION	158
IX) FABRICACION DEL CONCRETO	169
X) METODOS EQUIPO PARA TRANSPORTAR Y MANEJAR CONCRETO	173
XI) TRABAJOS PREVIOS AL COLADO	178
XII) COLOCACION DEL CONCRETO	184
XIII) COMPACTACION DEL CONCRETO	186
XIV) CURADO	190
XV) CONCRETO EN CLIMAS FRIOS	199
XVI) OTROS TIPOS DE CONCRETOS	212
5.- ACERO.	218
I) CONCRETO REFORZADO	218
II) PROPIEDADES FISICAS DEL ACERO	220
III) ASPECTOS GENERALES DE MECANICA PARA REVISION DEL ACERO	228
IV) DETALLES GENERALES DE ACERO DE REFUERZO	237
V) OTROS DETALLES PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACION	249
VI) SOLDADURA	277
VII) HABILITADO Y COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO	285
VIII) TOLERANCIAS DE COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO	290
6.- ADITIVOS.	291
I) CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS	291
II) PRINCIPALES ADITIVOS	293
III) PROPORCIONAMIENTOS DE LOS ADITIVOS	301

CAPITULO	PAGINA
7.- ACABADOS.	312
D) CONSIDERACIONES GENERALES DESPUES DEL FRAGUADO INICIAL	312
II) JUNTAS	313
III) FORMAS TERMINADAS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACION	324
IV) TOLERANCIAS	337
V) ACABADOS EN SUPERFICIES DE CONCRETO	338
VI) ACABADOS DE ALBAÑILERIA	346
VII) RESANADO Y LIMPIEZA	391
8.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.	398
BIBLIOGRAFIA	402
INDICE GENERAL	405