

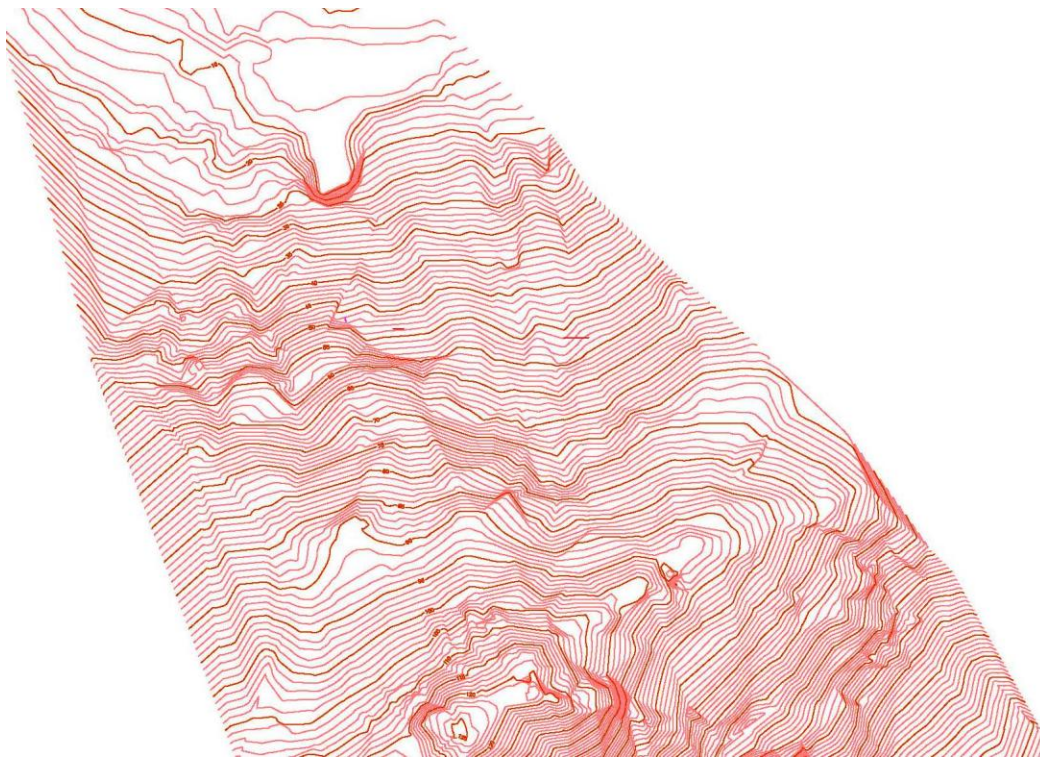
CAPÍTULO 2

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1. ESTUDIOS PRELIMINARES

1.1 Levantamiento topográfico

Luego de trazar los ejes de la cimentación y establecer los niveles de desplante se observó que en algunos casos era posible desplantar columnas a una profundidad menor a la de proyecto, o bien emplear losas de cimentación en lugar de columnas. La topografía del terreno propició que, previa revisión y aprobación del ingeniero estructurista, las columnas fueran desplantadas a diferentes niveles de los marcados en proyecto, lo cual muestra que en principio, al momento de proyectar la estructura esta no fue bien confrontada con la topografía. A continuación se presenta un dibujo con la topografía del terreno, mostrando la cota más baja al nivel del mar y la más alta a 125 msnm.



1.2 Mecánica de suelos

1.2.1 Geología

La geología local corresponde a un conjunto de rocas intrusivas del Cretáceo Medio. Consiste de dos intrusiones casi simultáneas, la más larga se prolonga al oeste y está constituida por bancos granulares de partículas de cuarzo blanco de espesor considerable; la más pequeña se encuentra al este e incluye bancos más delgados de granito rosado. Ambos cuerpos emergieron del norte y crecieron hacia el sur.

1.2.2 Tectonicidad

La masa intrusiva fue afectada por dos eventos tectónicos:

a) Una fractura tipo zanja que creó un pozo. El resto de dichos afloramientos de zanjas en la frontera sur y su extensión hacia el oeste han sido erosionados por el mar y subsecuentemente cubiertos por arena de la playa.

b) El segundo evento tectónico está constituido por intensas y dominantes fracturas orientadas hacia el punto medio entre oeste y noroeste, con una inclinación de 80 grados.

Las líneas de sedimentación creadas por los bancos de granito no revelan alguna debilidad importante del suelo.

1.2.3 Capacidad de carga

Los valores admisibles de capacidad de carga para zapatas en roca fueron definidos con base en la experiencia adquirida para proyectos similares en la zona; se recomendó un valor igual a 100 t/m². En el caso de zapatas localizadas cerca de taludes, éstas debieron estar alejadas del talud al menos 1.5 veces el ancho de la zapata; cuando esto no fue posible las zapatas se diseñaron con una capacidad de carga de 60 t/m². El ancho mínimo para una zapata se fijó en 0.8 m.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Capella Pedregal es un proyecto turístico de gran lujo localizado en el Pedregal de Cabo San Lucas, la zona residencial más exclusiva de Los Cabos. El proyecto cuenta con un hotel de 66 habitaciones, 31 condominios, cascada y lago artificiales, dos albercas y 4 restaurantes en la parte sur del lado del Mar de Cortés.

Al lado norte el complejo cuenta con una planta desaladora, una planta de tratamiento, el edificio de servicios del proyecto, canchas de tenis y 7 residencias enclavadas en la montaña comunicadas por un camino de concreto hidráulico. La parte del proyecto que aborda el presente trabajo es justamente la norte, la de las residencias, también conocidas como casonas.

Las llamadas casonas están cimentadas sobre una montaña cuyo tipo de suelo es B y C mayormente; su punto más alto se encuentra a unos 125 metros sobre el nivel del mar, y la cota más alta a que se desplantaron las casonas en esta etapa es la 65 msnm. Para su construcción se emplearon 3 diferentes tipos de cimentación según las condiciones topográficas del terreno; un tipo de cimentación a base de columnas y trabes únicamente (casonas 3 y 5), y dos tipos de cimentación mixta; una a base de trabes y columnas/zapatitas corridas (casona 0, 2 y 4), y la otra a base de trabes y columnas/losa de cimentación (casonas 1 y 6), a estas últimas se les incluyó la construcción de una losa de cimentación en el nivel más bajo debido a las condiciones del terreno que diferían con las del proyecto existente. Las Casonas cuentan con 3 o 4 habitaciones según su tipo, y cada una cuenta con una alberca propia –construida en voladizo-, chimenea al aire libre, terraza para usos múltiples, cocina, estancia y una impresionante vista a la bahía de Cabo San Lucas.

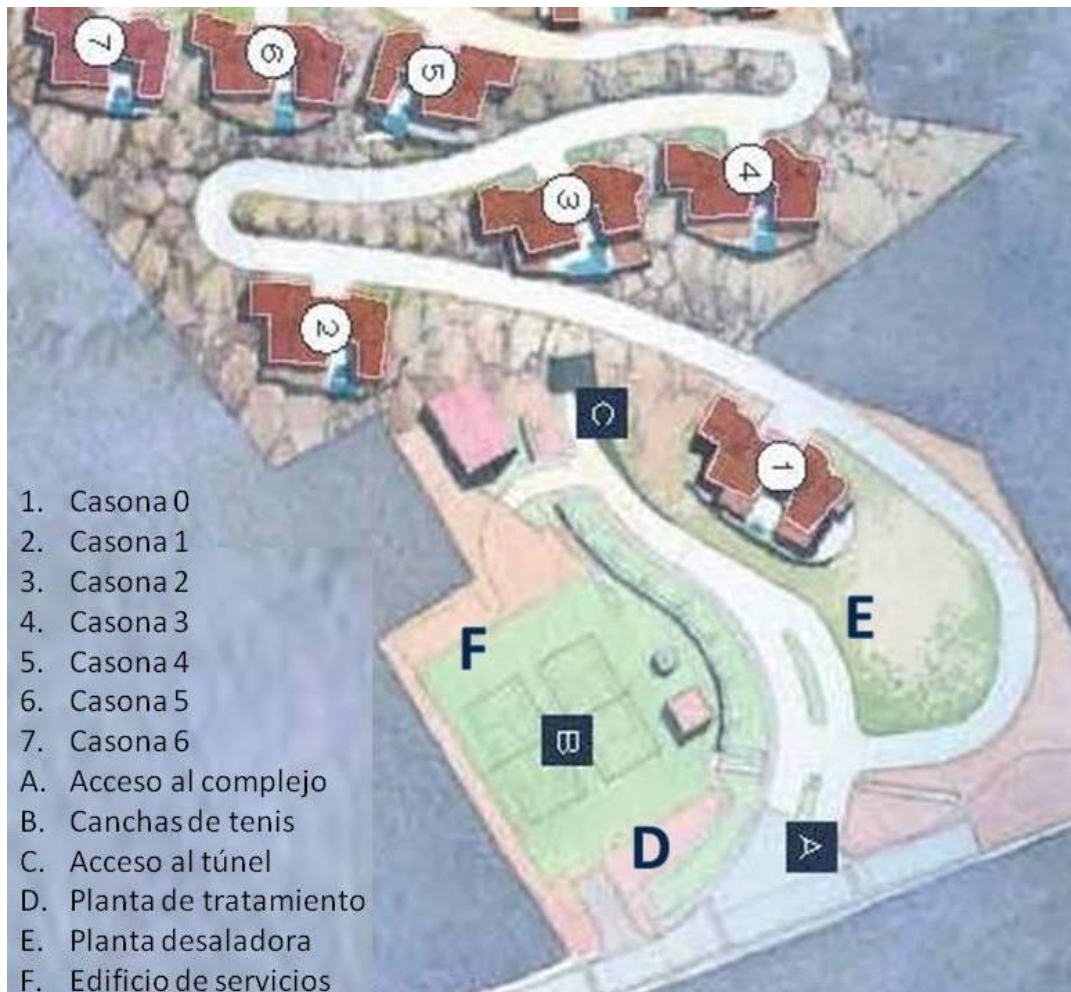
La obra dio inicio, en su etapa de excavaciones y terracerías, en Noviembre de 2006, y tuvo su terminación sustancial para el mes de Noviembre de 2009, es decir una duración de alrededor de tres años. Debido a diversas situaciones, cambios por parte del dueño y retrasos directamente imputables al proceso de obra, el proyecto fue concluido con más de 6 meses de retraso respecto del programa de obra original.

Las terracerías no estaban finalizadas al momento de iniciado el proyecto, lo que generó problemas de logística e incrementó el reto y las medidas de seguridad tomadas para la realización del mismo. Al mismo tiempo que se construían las primeras casonas en los niveles más bajos, se retiraban rocas de hasta 27 metros cúbicos en la parte más alta de la montaña.

La obra fue contratada a precio alzado bajo el esquema de Precio Máximo Garantizado, GMP por sus siglas en inglés. Bajo este tipo de contrato el contratista general estuvo obligado a considerar absolutamente todos los conceptos incluidos en planos y en general en los documentos de contrato en su costo, pero también tuvo la

oportunidad de identificar ahorros en el presupuesto mediante la presentación ante el dueño del proyecto de las llamadas “ingenierías de valor”, las cuales no son más que métodos, procedimientos y utilización de materiales que disminuyen el costo de ejecución de cierta actividad sin comprometer la calidad del proyecto; los ahorros generados se repartieron a partes iguales entre contratista general y dueño para hacer la consecución de los mismos atractiva para ambas partes.

Submittals –que incluyen fichas técnicas, muestras, garantías del fabricante, etc.-, transmittals –que sirven para transmitir información relevante al dueño de una manera formal-, RFI’s –que sirven para tener documentación de dudas aclaradas y cambios al proyecto- y ordenes de cambio –que son el documento que registra los cambios al proyecto solicitados por el dueño al contratista general- entre otros, fueron los principales documentos empleados para llevar el control de la obra.



3. ESPECIFICACIONES

3.1 Acero

3.1.1 Consideraciones generales

- a) En los planos estructurales está indicado el diámetro y cantidad de varillas con que debe reforzarse el concreto de los distintos elementos de la construcción.
- b) Todos los detalles de refuerzo no comprendidos en esta especificación o en los planos estructurales se realizan siguiendo las recomendaciones indicadas en los capítulos 7 y 12 del Reglamento de las Construcciones del comité ACI 318.
- c) Cualquier duda referente a los armados debe consultarse previamente al ingeniero estructurista antes de la ejecución de la obra, ya que no son permitidas modificaciones de cualquier índole por parte del contratista.

3.1.2 Materiales

- a) El acero de refuerzo debe tener un esfuerzo de fluencia mínimo de 4200 Kg/cm², según se indica claramente en los planos estructurales.
- b) El refuerzo que se utiliza debe cumplir con las especificaciones de las N.O.M. B-6, B-18 o B-29 en vigor correspondientes al grado 42, por lo que respecta a calidad, corrugaciones, doblado, peso, etc., por lo que debe haber certificación mediante pruebas realizadas a todos los lotes de varillas según la N.O.M. B-310.
- c) Para la selección de las varillas a usarse debe darse preferencia a aquellas que sean de reconocido prestigio, obteniendo la aprobación previa de la dirección de la obra y la aceptación se hace basada en las pruebas de calidad que muestra el proveedor.
- d) Todas las varillas son procedentes de fábrica y de producción reciente, limpias y cualquier varilla de sección reducida, lajeada o con defectos de laminación debe ser rechazada.
- e) Todo el refuerzo debe ser doblado en frío, siguiendo las especificaciones de dobleces según su calidad.
- f) Cualquier varilla con fractura en su doblado debe ser rechazada.

3.1.3 Tolerancias de colocación

- a) Las varillas se cortan, colocan y doblan con las tolerancias expresadas en el inciso 5.6.2 del reporte del Comité ACI 301.
- b) El acero se coloca dentro de los moldes con los recubrimientos que marcan los planos, con las tolerancias en su dimensión expresadas en el inciso 7.5.2.1 del Reglamento de las Construcciones del comité ACI 318.
- c) Las varillas en general no llevan gancho, excepto en los lugares indicados en los planos, sustituyéndose por un dobléz a (90°) seguido de un tramo con 12 diámetros de longitud.
- d) Antes de los colados, las varillas deben estar limpias de arcilla, aceite o grasa de los moldes, ya que las varillas sin esta limpieza obligan a la suspensión de los colados.

3.2 Concreto

3.2.1 Consideraciones generales

- a) Para llevar a cabo la construcción de la cimentación y superestructura de los edificios que forman los edificios de Capella se requiere la construcción de concreto reforzado cuya localización, secciones y armados están contenidos en los planos estructurales de cimentación y estructura.
- b) Antes de realizar la obra de concreto deben consultarse los planos arquitectónicos de donde deben ser tomadas las distancias entre ejes, elevaciones definitivas y detalles que ligan la parte arquitectónica con la estructura y detalles especiales.
- c) Para lograr esto, todos los contratistas deben hacer saber con el tiempo suficiente y del modo necesario todos los elementos empotrados que pudieran necesitar antes de la colocación del concreto. Los elementos empotrados, los materiales para sellos y las juntas deben colocarse firmemente para evitar su desplazamiento.
- d) También deben consultarse previamente los planos mecánicos, de instalaciones y de albañilería, ya que no debe efectuarse ningún colado sin que previamente se hayan dejado en su lugar preciso todos los anclajes, preparaciones, elementos embebidos y detalles que marquen los planos. Debe consultarse al ingeniero estructural del proyecto sobre el procedimiento a seguir, productos por emplear y su proporción o materiales que pudieran ocasionar cambios de color o

desprendimientos en reparaciones, así como sobre los métodos para quitar manchas, óxidos, eflorescencias y depósitos superficiales.

3.2.2 Materiales

Los materiales que se empleen para la construcción del concreto deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Cemento

El cemento empleado en la construcción de cimentaciones o elementos de concreto bajo la superficie del terreno debe ser del tipo II, que cumpla la N.O.M.C-1 y de preferencia se debe utilizar cemento puzolánico que cumpla con la N.O.M. C-2 para garantizar la protección del concreto, refuerzo y elementos ahogados del ataque de sales, sulfatos y otros agentes agresivos. Debe consultarse a los especialistas para determinar la posibilidad de presencia de algún agente agresor.

El cemento en la construcción de estructuras o elementos de concreto localizados arriba de la superficie debe ser tipo I o II. Estos elementos deben cumplir con lo especificado en las N.O.M. C-1 y C-2.

Además de cumplir con las N.O.M. C-1 y C-2 el cemento debe ser “fresco,” quedando sujeto a la aprobación de la dirección de la obra, que puede ordenar en cualquier momento muestreos o pruebas del mismo. Cualquier lote de cemento rechazado debe ser retirado de la obra inmediatamente y el aprobado debe ser almacenado con la debida protección contra humedad y contaminaciones, siguiéndose lo recomendado en el reporte del comité A.C.I 304 en su inicio 2.2.

Agua

El agua para la fabricación del concreto en obra debe ser fresca, limpia y potable que provenga de las redes de aprovisionamiento municipal. De ninguna forma se emplearán aguas sospechosas provenientes de pozos, charcos, estanques.

Agregados

Los agregados deben ser densos, sanos e inertes a la reacción con los álcalis del cemento, cumpliendo con lo especificado en la N.O.M. C-111. Para certificar el cumplimiento de ellos con la norma deben hacerse pruebas que así lo demuestren.

Los agregados deben almacenarse en silos, mamparas o por medio de cualquier sistema que evite su segregación, contaminaciones y mezcla entre ellos.

Los agregados gruesos deben ser escogidos con la más alta densidad y la más baja absorción posibles y deben cumplir, ya sean de trituración o naturales, con la N.O.M. C-111 para concretos clase 1.

Los agregados finos deben ser de primera calidad limpios de arcilla, materia orgánica o materiales ajenos al mineral.

Para recibir la aprobación de la dirección de la obra deben hacerse las pruebas de granulometría y de pérdida por lavado del material más fino que la malla No.200 (75 micras).

Aditivos

El empleo de aditivos en las mezclas para control de tiempos de fraguado, fluidificación, plasticidad o impermeabilización es aceptado mediante la elaboración de pruebas previas a los colados o, en su ausencia, la aprobación de la dirección de la obra. En caso de su empleo se deben seguir estrictamente las proporciones y precauciones recomendadas por el fabricante, siendo en todo caso la responsabilidad del contratista o productor del concreto los resultados obtenidos acerca de su empleo.

Se debe demostrar que el aditivo es capaz de mantener durante la obra la misma composición y comportamiento que el producto usado para realizar las pruebas.

El uso de aditivos a base de cloruros debe ser eliminado de cualquier concreto en obra.

Los aditivos, ya sean minerales, inclusores de aire o fluidificantes que afectan o no el tiempo de fraguado, deben de cumplir con lo especificado en las N.O.M. C-146, C-200 y C-255.

3.2.3 Mezclas

Especificaciones

Los proporcionamientos deben ser escogidos para que todo concreto que se utilice en la construcción de la cimentación o de la superestructura cumpla con lo especificado en la N.O.M. C-155 para el concreto de calidad grado especificado en el inciso 4.1.2 de la misma. Para determinar esta resistencia requerida debe escogerse de acuerdo con lo expresado en el inciso 3.9 y 3.10 del reporte del comité A.C.I.

Las pruebas previas para confirmar la resistencia requerida deben realizarse en un laboratorio acreditado en el S.I.N.A.L.P y debe seguir el método de prueba especificado en la N.O.M. C-159.

El concreto se debe fabricar en las proporciones adecuadas para obtener mezclas plásticas y uniformes, con el revenimiento adecuado de acuerdo con el tipo de sección por colar y con el equipo que se cuente para el vibrado y colocación. En general, es considerado como aceptable para losas y contratrabes, un revenimiento nominal de 10 cm, y para columnas, muros, losas y trabes, un revenimiento nominal de 14 cm. Los revenimientos deben ser determinados según el método de prueba expresado en la N.O.M. C-156.

El tamaño máximo del agregado grueso no debe ser mayor de 3.8 cm y, a juicio de la dirección de la obra y supervisión puede aumentarse o disminuirse el tamaño del agregado grueso para lograr los colados en las mejores condiciones.

Proporcionamiento de la mezcla

Las proporciones de la mezcla para el concreto colado en obra deben ser dadas por el contratista para obtener la resistencia requerida, así como la manejabilidad y durabilidad del concreto para su aprobación por parte de la dirección de obra y soportado por los resultados de pruebas previas. Se deben hacer los ajustes necesarios a los proporcionamientos en función a la humedad del ambiente.

El concreto debe tener la suficiente plasticidad para que las mezclas sean manejables y aptas para llegar a todas las esquinas y ángulos de los moldes y envolviendo en su totalidad al refuerzo usando los métodos comunes de colocación y compactación.

El concreto que se fabrique se debe mezclar en revolvedoras mecánicas y el mezclado debe cumplir con los requisitos indicados en el inciso No.7 de la N.O.M. C-155.

Al definirse las proporciones de las mezclas de acuerdo con los revenimientos, invariablemente debe conservarse la relación agua-cemento y durante la construcción se deben hacer pruebas frecuentes de revenimiento al empezar el vertido y tantas veces como se requiera.

La supervisión de la obra puede suspender cualquiera de las operaciones de colado si no se cumplen los requisitos del proporcionamiento de las mezclas.

3.2.4 Concretos premezclados

- a) Se puede usar concreto premezclado si cumple con las especificaciones N.O.M. C-155 si la compañía surtidora garantiza que seguirán en todas sus partes las especificaciones relativas a resistencia, revenimiento y calidad de los materiales, para lo cual debe mostrar las pruebas que se han especificado en los proyectos anteriores.
- b) El concreto debe surtirse en camiones de tipo giratorio y entregarse a la obra antes de 90 minutos después de iniciarse la hidratación del cemento, debiendo entregar al camión surtidor la boleta de tiempo donde se indique la hora de salida de la planta y las características de revenimiento, resistencia y tamaño del agregado del concreto surtido.
- c) Cualquier mezcla que no cumpla con los requisitos de revenimiento o tiempo, será rechazada sin permitirse la modificación del revenimiento a base de adición de agua o cualquier otra sustancia.
- d) La compañía surtidora tiene responsabilidad del uso de aditivos especiales en las mezclas, debiendo especificarse en el contrato respectivo el tipo, calidad y cantidad de aditivos que se pretenden usar en las mezclas para la aprobación previa.
- e) En caso de emplearse concreto bombeado el revenimiento debe ser especificado previamente para la aprobación de la dirección de la obra y en general, no son aceptables concretos con revenimientos mayores a 14 cm.

3.2.5 Colocación

- a) Ningún concreto puede ser depositado en los moldes hasta que la dirección de la obra y el supervisor hayan aprobado la debida colocación del acero de refuerzo, cimbra, anclajes, elementos ahogados, etc. Y se hayan verificado las dimensiones de los elementos por colar.
- b) El concreto debe ser mezclado únicamente en las cantidades que permitan el uso inmediato para evitar que se inicie el fraguado antes de depositarse en los moldes.
- c) El transporte del concreto hasta los moldes debe hacerse evitando segregación de ingredientes y se deben utilizar vibradores adecuados para la correcta compactación.

- d) El concreto debe depositarse en forma continua, de tal modo que se evite el depósito de concreto fresco sobre otro endurecido para evitar la existencia de juntas frías.
- e) Deben usarse vibradores en la cantidad necesaria para la compactación del concreto, usarse personal experimentado y tener siempre vibradores de repuesto en perfecto funcionamiento antes del inicio de los colados. El personal que efectúa la operación del vibrado debe ser capacitado y entrenado en campo para asegurar su correcto desempeño.
- f) Cada tramo de colado debe ser monolítico, colocándose de una manera continua entre las juntas de colado elegidas previamente por la dirección de obra.
- g) Las juntas de construcción en los colados deben tratarse de acuerdo con los requisitos expresados en el inciso 6.4 del Reglamento de Construcción del Comité A.C.I. 318.
- h) Por cuenta del contratista, las reparaciones autorizadas se deben hacer siguiendo las recomendaciones del capítulo 9 del reporte del comité A.C.I. 301.
- i) Después de que la cimbra haya sido removida, las superficies deben estar sin defectos de acabado, cavernas o irregularidades y cualquier defecto en la superficie no debe ser reparado hasta que sea inspeccionado por la dirección de la obra y el supervisor, que determinarán el tipo de reparación por realizar. Cualquier defecto que no pueda ser reparado convenientemente obligará a la demolición total del elemento y el nuevo colado será por cuenta del contratista.

3.2.6 Curado y protección

- a) El concreto fresco debe ser protegido con un proceso previamente definido y autorizado para cada elemento mediante el cual se mantenga un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto durante la hidratación de los materiales cementantes.
- b) El curado se debe efectuar inmediatamente que el concreto haya endurecido lo suficiente para prevenir que su superficie se dañe con la aplicación del agua o materiales del curado. En losas se debe empezar en cuanto la superficie pierda la brillantez producto del agua de sangrado.
- c) En caso de curar con agua, el curado se debe hacer de una manera continua durante un mínimo de 7 días o durante el tiempo necesario para obtener el 70% de la resistencia a compresión.

Durante el cimbrado debe aplicarse agua que escurra dentro de las cimbras y después del descimbrado las superficies deben conservarse continuamente húmedas, o usar otros métodos que se describen en el inciso 2.2 del reporte del comité A.C.I. 308.

Si se desea, el curado a base de membrana puede ser sustituto del curado con agua.

- d) Si se usan materiales selladores, se deben seguir las especificaciones del proveedor, no debiendo emplearse en superficies sobre las que deba colocarse posteriormente concreto u otros acabados a base de cemento y cuando dicho producto pueda manchar las superficies expuestas. Los compuestos para formar membrana deben cumplir con la N.O.M. C-81 y todos los demás deben aplicarse de acuerdo con las recomendaciones expresadas en el inciso 2.3 del reporte A.C.I. 308.
- e) En caso de usar vapor, deben seguirse las recomendaciones específicas del sistema a usarse y hacerse cilindros y pruebas inmediatas para definir las resistencias obtenidas en función del tiempo.

Ningún concreto curado con vapor debe ser descimbrado hasta no tener la absoluta seguridad de que el concreto ha adquirido la resistencia del 75% de la de proyecto.

La dirección de la obra debe supervisar las instalaciones y el equipo para el curado a vapor antes de su aceptación en cualquier colado, ya que instalaciones defectuosas o equipo con mal funcionamiento obligarán a mantener las cimbras el tiempo necesario como si no se hubiera efectuado el curado por este sistema.

- f) Dependiendo del método de curado seleccionado se debe establecer un método de evaluación de acuerdo con las recomendaciones expresadas en el inciso 2.9 del reporte del comité A.C.I. 308.
- g) Durante el curado, el concreto debe protegerse de daños como cargas excesivas, golpes, lluvia, etc., siendo el contratista responsable de los daños que puedan ocasionarse, así como de ranuras u orificios que realicen los obreros para maniobras o colocación de anclajes especiales. En caso de que los daños ocasionados no sean aceptables para la dirección de la obra, el elemento o la zona afectada debe ser demolida y colada nuevamente.

3.2.7 Instalaciones ahogadas en elementos de concreto

- a) Los ductos, anclajes, tuberías embebidas, etc., que se relacionen con los colados se deben revisar cuidadosamente antes de efectuarlos, ya que cualquier omisión o error de colocación será responsabilidad del contratista, el cual debe hacer saber con tiempo suficiente y el modo necesario, todos los elementos empotrados que pueda necesitar.
- b) No se permite la perforación de elementos o demoliciones parciales para colocar instalaciones o anclajes que se hayan olvidado antes de los colados, sin la debida autorización de la dirección de obra.
- c) No puede efectuarse ningún colado de cimentación si no se revisan en su posición exacta todas las instalaciones que quedarán dentro de los cimientos, incluyendo pasos de comunicación de las celdas.

3.3 Cimbra

- a) Antes de los colados y colocación de las cimbras deben consultarse los planos arquitectónicos y de instalaciones para definir dimensiones, anclajes o detalles.
- b) El contratista es responsable del diseño y construcción de las cimbras para obtener las dimensiones de los elementos que se indiquen en los planos y ser suficientemente resistentes para soportar las cargas propias del concreto fresco y las presiones laterales respectivas, incluyendo el vibrado.
- c) La cimbra debe ser suficientemente impermeable para evitar fugas de lechada al efectuarse los colados y con la debida resistencia para soportar la carga vertical y se eviten las deformaciones de cimbra durante la operación del colado, dejándose las contra flechas necesarias que indican los planos.
- d) Las cimbras deben construirse de modo que las superficies del concreto cumplan con los límites de tolerancia enlistados en la tabla 4.3.1 del reporte del comité A.C.I. 301.
- e) Antes de colar, las cimbras deben estar perfectamente limpias y humedecidas. La temperatura de la superficie de contacto no debe exceder de los 32 grados centígrados.
- f) Las cimbras laterales pueden ser removidas al obtenerse el endurecimiento del concreto y pueda resistirse sin ningún daño durante el descimbrado, no antes de 24 horas.

- g) Las cimbras convencionales para soporte vertical deben conservarse hasta que el concreto alcance una resistencia mínima del 75% de su resistencia a la ruptura en los entrepisos. Para el retiro de cimbras en las azoteas se requiere un mínimo del 90%. En los volados la cimbra debe retirarse hasta que el concreto haya alcanzado el 100% de resistencia.
- h) Ninguna carga de construcción debe apoyarse en una zona de la estructura en construcción sin puntales, sin la autorización de la dirección de la obra.