ANIVIP[MR]

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES DE VIGUETA PRETENSADA, A.C.

PLACA ALVEOLAR

Características y Aplicaciones

ANIVIP MR

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES
DE VIGUETA PRETENSADA, A.C.

UNIÓN QUE FOMENTA EL DESARROLLO

ANIVIP
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES DE VIGUETA PRETENSADA, A.C.

NOSOTROS

La **ANIVIP** es una Asociación Civil que reúne a los principales productores de elementos prefabricados pretensados de concreto para losas y cubiertas en México.

Nuestros principales objetivos son la promoción, desarrollo, investigación, y fomento del uso de sistemas prefabricados en losas en la edificación y construcción en general.

ASOCIADOS

LA PLACA ALVEOLAR

DEFINICIÓN

La placa alveolar es un elemento presforzado y prefabricado de concreto de sección constante aligerada con alveolos longitudinales para reducir peso. Se utilizan principalmente en sistemas entrepisos, cubiertas de techos, cerramientos, muros de contención, puentes y graderías por mencionar algunos usos.

La *figura 3.1* muestra el corte transversal de una sección típica de una placa alveolar. Generalmente los anchos más usados son de 100 y 120 cm pero pueden llegar hasta 240 cm. Los peraltes pueden variar dependiendo de la magnitud de la carga de diseño y del claro a cubrir. Los peraltes pueden ser de 8 cm hasta 100 cm, estos últimos requieren de procesos de producción muy especiales y se especifican para cubrir claros de más de 20 m con cargas importantes.

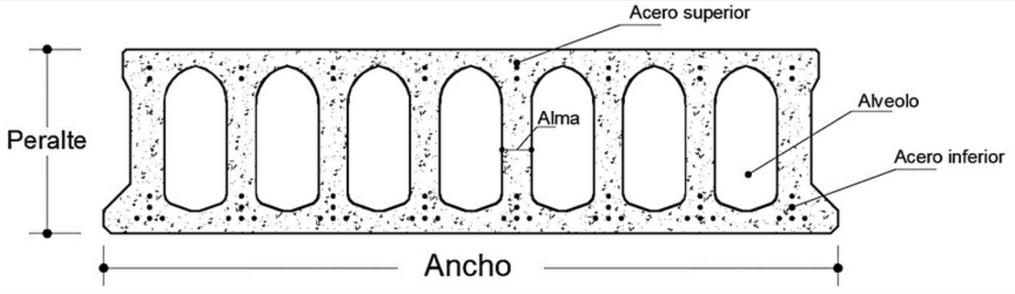


Figura 3.1

LA PLACA ALVEOLAR
DEFINICIÓN

En Mexico los peraltes más comunes varían de 10 a 35 cm. Se utilizan en una gran variedad de obras como edificios de oficinas, centros comerciales, centro educativos, graderías, rampas vehiculares, estacionamientos, muros y cerramientos por mencionar algunas aplicaciones. El arreglo de acero de presfuerzo depende principalmente de las cargas que soportara el sistema en su condición de servicio. Como se puede veren la *figura 3.1*.

Muchos productores en Europa y América Latina utilizan acero de presfuerzo en la parte superior de la placa contrario a lo que sucede en Estados Unidos y en algunos países del Norte de Europa en donde solo se utiliza acero en la parte inferior de las placas.

Es de uso común que en Latinoamérica y varios países de Europa el acero de presfuerzo consista en alambres. Sin embargo, en Estados Unidos y otras regiones se utilizan mayormente los torones. El acero de presfuerzo superior tiene como objetivos el control de las contraflechas y la disminución del riesgo de agrietamientos por tensiones en el concreto durante el manejo, transporte y montaje de las placas alveolares.

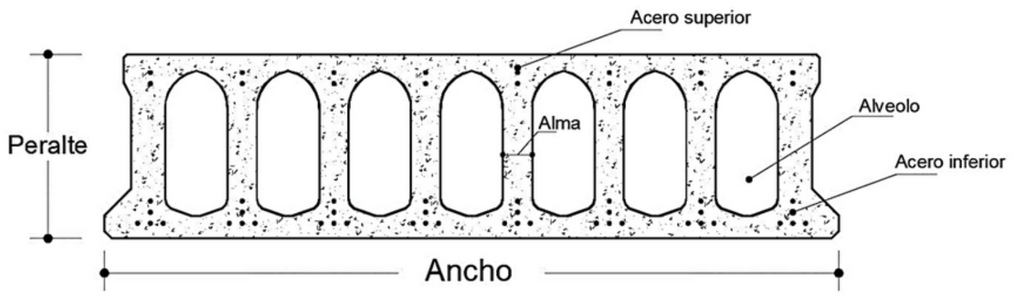


Figura 3.1

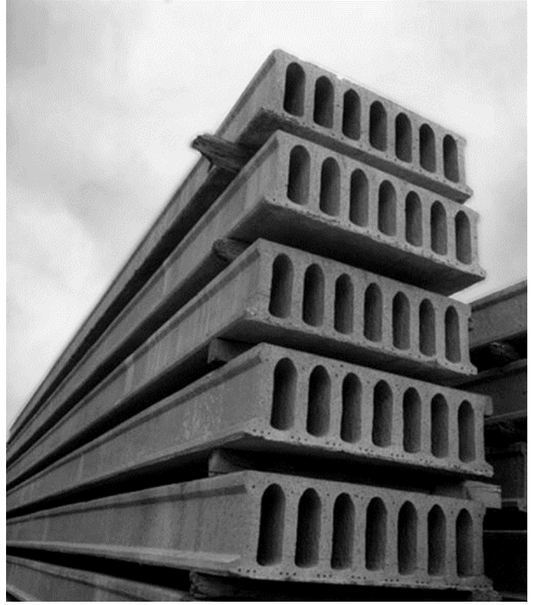


Figura 3.2
Placa alveolar de 30 cm de peralte y 100 cm de ancho

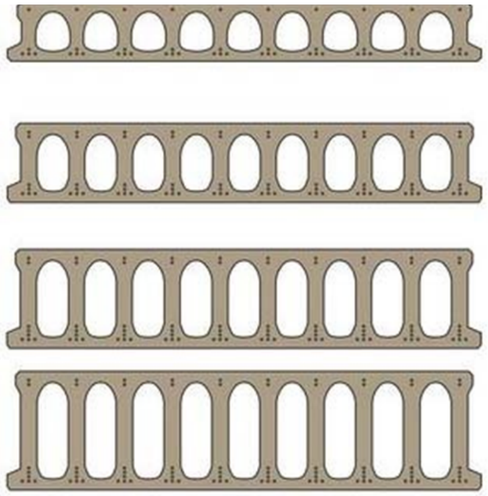


Figura 3.3
Placas alveolares de diversos peraltes

LA PLACA ALVEOLAR
DEFINICIÓN

La *figura 3.3* muestra los diferentes peraltes que pueden tener las placas alveolares. Es muy común que la forma de los alveolos varié de una empresa productora a otra. Esto se debe a las diversas formas de moldes que utilizan las maquinarias de producción, sin embargo, la forma de diseño y su comportamiento es prácticamente el mismo.

Las placas mostradas en las *figuras 3.2 y 3.3* son utilizadas principalmente para sistemas de entrepisos y techos. Cuando las placas son aplicadas en muros divisorios, recubrimientos horizontales perimetrales y muros de contención la forma de su sección transversal varia observándose en los extremos de esta un machimbrado como se aprecia en las *figuras 3.4 y 3.5*. Esto facilita en gran medida el montaje y la construcción del sistema evitando tener cuñas de concreto entre las placas. De las aplicaciones verticales de las placas alveolares se hablara más adelante en este capítulo.

LA PLACA ALVEOLAR
MATERIALES

Los materiales que componen una placa alveolar son el acero de presfuerzo y el concreto. En casos especiales y en placas alveolares de gran peralte se utiliza una armadura de acero convencional longitudinal y transversal para resistir las cargas fabricación, transporte y montaje. Una característica especial de los materiales utilizados en las placas alveolares es su alta resistencia y elaborados procesos de fabricación.

Es necesario que quien utilice este tipo de elementos pretensados tenga una noción clara de los componentes que conforman una placa alveolar con el fin de comprender el comportamiento de estos elementos y aprovechar al máximo sus propiedades de resistencia y durabilidad.

Figura 3.4
Placas alveolares machimbradas

Figura 3.5
Placas alveolares machimbradas

LA PLACA ALVEOLAR
ACERO DE PRESFUERZO

El acero utilizado en las placas alveolares es superior en resistencia y comportamiento a aquel utilizado en el concreto reforzado. El acero de presfuerzo es fabricado con altos estándares de calidad para lograr las resistencias requeridas en el proceso de fabricación de los elementos pretensados.

En su proceso de fabricación es sometido a un tratamiento en caliente para posteriormente liberarlo de esfuerzos residuales mediante métodos de calentamiento continuo con lo cual ofrecen mejores capacidades mecánicas de ductilidad y resistencia. Como se comentó a inicios de este capítulo el acero de presfuerzo puede consistir en torones o alambres, depende de la maquinaria y de la región donde se fabriquen las placas el uso de uno u otro.

Por su textura o superficie los alambres pueden ser de superficie lisa, dentados o tridentados. Generalmente se utilizan alambres dentados o grafilados de 5mm de diámetro en las placas alveolares. También los alambres de 3 mm de diámetro y de 7 mm tampoco son de uso común.

ANIVIP
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES DE VIGUETA PRETENSADA, A.C.

Tabla 3.1 Especificaciones de alambres de presfuerzo (ASTM-881/ ASTM-421)

Diámetro (mm)	Resistencia a la tensión (kg/cm²)	Limite elástico (kg/cm²)	% de elongación	Área (mm²)	Peso lineal (g/m)
3	17,500	14,800	4	7.07	55.48
4	18,000	15,300	4	12.57	98.70
5	17,500	14,800	4	19.63	154.70
6	17,000	14,400	4	28.27	221.90
7	16,500	14,000	4	38.48	302.10
10	160,000	14,000	4	78.54	616.50

Figura 3.5
Rollo de alambre de presfuerzo

LA PLACA ALVEOLAR
ACERO DE PRESFUERZO

Tabla 3.1 Especificaciones de alambres de presfuerzo (ASTM-881/ ASTM-421)

Diámetro (mm)	Resistencia a la tensión (kg/cm²)	Limite elástico (kg/cm²)	% de elongación	Área (mm²)	Peso lineal (g/m)
3	17,500	14,800	4	7.07	55.48
4	18,000	15,300	4	12.57	98.70
5	17,500	14,800	4	19.63	154.70
6	17,000	14,400	4	28.27	221.90
7	16,500	14,000	4	38.48	302.10
10	160,000	14,000	4	78.54	616.50

Los torones se fabrican de con 7 alambres que se tuercen en espiral, los diámetros más utilizados son de 3/8" (9.5 mm) y 1/2" (12.7 mm).

Generalmente los fabricantes de alambres y torones de acero distribuyen estos en rollos que pueden llegar a pesar entre 600 y 1800 kg en el caso de los primeros y alrededor de 3000 kg en los torones.

La tabla 3.1 [Ref. 3.1 y 3.2] muestra algunas especificaciones para los alambres utilizados en concreto pretensado. Se observa que la resistencia a la fluencia del acero utilizado en las placas alveolares es casi cuatro veces mayor al acero convencional (fy = 4200 kg/cm²) usado en concreto reforzado.
Cabe mencionar que las especificaciones mostradas en la *tabla 3.1*, se refieren a valores mínimos. Por ejemplo, la resistencia mínima, fpu, corresponde a un valor en el cual no más del 5% de los datos de prueba de resistencia se encontraran *[Ref. 3.3]*.

Por otra parte, el acero utilizado en las placas alveolares además de ser altamente resistente posee otras cualidades importantes como son: mantenerse elástico ante esfuerzos relativamente altos, muestra suficiente ductilidad previa a la falla, posee excelentes propiedades de adherencia, baja relajación, buena resistencia a la fatiga y corrosión, económico y fácil de manejar [Ref. 3.3].

RELAJACIÓN DEL ACERO

Es similar al flujo plástico del concreto solo que en el caso del acero es una pérdida en los esfuerzos del mismo. Esta pérdida de presfuerzo se da cuando los tendones están sujetos a deformación constante. El proceso industrial de baja relajación del acero se realiza para disminuir las perdidas por relajación, dichas perdidas deben ser consideradas durante el cálculo de la estructura o elemento para no sobre estimar su capacidad especialmente a lo largo del tiempo.

Las propiedades de baja relajación son otorgadas al acero mediante un proceso termomecánico en el cual lo alambres de acero son calentados a temperaturas no mayores a 500 Ĥ y al mismo tiempo son sometidos a esfuerzos de tracción de modo que se origine en el material una deformación plástica del 1%.

Pérdidas por relajación en acero pretensado son generalmente despreciables cunado los esfuerzos en el mismo son menores al 50% de su resistencia última. Sin embargo, estas pérdidas de presfuerzo se incrementan rápidamente con el aumento de temperatura y esfuerzos en el acero *[Ref.3.3]*.

CORROSIÓN Y DETERIORO DEL ACERO

En concreto reforzado como presforzado el tema de la corrosión debe tomarse en cuenta al momento del diseño y de la elección de los materiales. En concreto presforzado la corrosión se vuelve un punto clave dado que la resistencia del elemento está directamente está en función de la fuerza del presfuerzo la cual depende del área de acero, por lo cual, una reducción en esta debido a la corrosión conlleva una disminución considerable en la capacidad del elemento de concreto.

En elementos pretensados, como las placas alveolares, tienen la ventaja de que la protección del acero la proporciona el concreto circundante que es de gran calidad. Más adelante trataremos con mayor detalle los aspectos de durabilidad de las placas alveolares.

LA PLACA ALVEOLAR
EL CONCRETO

El concreto utilizado en la fabricación de las placas alveolares conlleva un sin número de procesos rigurosos de calidad, lo cual esto representa un gran valor agregado al usuario final, el cual tiene la seguridad de que el producto adquirido ha sido elaborado con altos estándares de calidad e industrialización.

Lo anterior no es porque los productores de estos elementos quieran ser presuntuosos al exhibir sus controles de calidad, sino que es más bien por una necesidad que exige la naturaleza de los procesos de fabricación de los elementos pretensados. Es decir, que si el concreto no posee en primera instancia las características de resistencia, el acero no puede transferir adecuadamente las cargas de presfuerzo a este.

La característica que se exigen del concreto que se utiliza en las placas alveolares va más allá de la resistencia a la compresión, ya que se consideran diversas situaciones que tienen que ver con la durabilidad del elemento y su comportamiento dependiente del tiempo.

Una característica importante de los concretos utilizados en la fabricación de las placas alveolares es que son muy secos, dependiendo del proceso de fabricación su revenimiento puede variar entre 0 a 5 cm. Sin embargo, son muy utilizados los métodos de producción en húmedo con concretos de
revenimiento normal con variaciones en la relación de agua-cemento de 0.4 a 0.5 y con revenimientos de entre 5 a 13 cm. En ambos casos se obtienen productos de alta calidad.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión está directamente ligada a las características de los agregados utilizados así como a las cualidades del cemento utilizado. El concreto utilizado en las placas alveolares posee una resistencia promedio de entre 400 y 500 kg/cm². Sin embargo, se pueden utilizar mayores resistencias dependiendo del proyecto y del uso que se le dará a los elementos. Asimismo, algunos productores utilizan aditivos químicos durante la fabricación del concreto mayormente se usan reductores de agua y plastificantes que permiten reducir considerablemente la relación agua-cemento, mejoran su manejabilidad y permiten un excelente acabado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la tracción del concreto es generalmente no considerada para fines de análisis y diseño aunque esto no significa que no la posea. Es de uso común considerar esta resistencia entre un 8 y 12% de la resistencia a la compresión del concreto, dado que es complicado determinar la resistencia del concreto a tracción pura debido a los dispositivos de agarre necesario en el laboratorio. Es más común y adecuado, en el caso de las placas alveolares, hablar del módulo de ruptura del concreto (fr) en elementos sujetos a flexión.

Figura 3.6
Silos de agregados para la fabricación de placas alveolares

Según el ACI, para concreto de peso normal el módulo de ruptura se puede determinar como:

$$fr = 2\lambda\sqrt{f'}\ (kg/cm2)\ (3.1)$$

Donde λ representa el factor de modificación de las propiedades reducidas del concreto de peso liviano respecto al de peso normal de igual resistencia de compresión.

LA PLACA ALVEOLAR

FLUJO DE PLÁSTICO EN EL CONCRETO

Es el aumento en las deformaciones que sufre el concreto debido a cargas sostenidas. Las deformaciones iniciales producto de las cargas se conocen como deformaciones elásticas, mientras que aquellas debido a la misma carga sostenida en se conoce como flujo plástico. Este fenómeno tiene como efectos las deflexiones en los elementos de concretos y la perdida de presfuerzo en los mismos.

Como bien es sabido el cemento requiere de agua para generar la reacción química necesaria para funcionar como aglutinante en el concreto. El exceso de agua se evapora lo cual conduce a un acortamiento elástico dependiente del tiempo en el elemento de concreto, esto se conoce como contracción. Debido a que el miembro se acorta se pierde parate de la fuerza de presfuerzo a lo cual se le conoce como perdidas por contracción.

Son varios los factores que influyen en la contracción de concreto dentro de los cuales se pueden mencionar: relación agua – cemento, cantidad de agregado, condiciones de medio ambiente, cantidad de refuerzo, aditivos, tipos de cementos por mencionar los más importantes. Aunque estos fenómenos son complejos, existen métodos teóricos para calcular las pérdidas de presfuerzo que provocan. Tanto el flujo plástico como los efectos de la contracción en el concreto deben ser obligatoriamente tomados en cuenta durante el diseño de lo contrario se podrían subestimar las pérdidas de presfuerzo en las placas alveolares.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PLACA ALVEOLAR

Contrario a otros elementos prefabricados de concreto, la fabricación de placas alveolares requiere de instalaciones y maquinaria especializadas y de procesos de industrialización considerables. Esto representa una gran ventaja para el usuario final, en vista que se garantiza un producto de primer nivel manufacturado con rigurosos estándares de control de calidad en sus materiales y procedimientos de producción.

Típicamente una planta de producción de placas alveolares consta de *[Ref. 3.4]:*

- Una pista de más de 100 m de longitud con en la que en sus extremos tiene soportes o "muertos" muy rígidos firmemente anclados al terreno, los que resisten las enormes cargas que producen los tendones que se sujetan a ellos. Las pistas pueden tener superficie de concreto o acero.
- Carriles longitudinales sobe los que rodaran las maquinas.
- Máquinas especializadas con sus respectivos moldes que dan la forma a las placas alveolares. Estas máquinas van prevista con una tolva en la parte superior en la cual se vierte el concreto, con un sistema de vibro compactación y otros elementos.
- Una central de fabricación del concreto totalmente automatizada.
- Cintas transportadoras y grúas móviles.
- Bobinas móviles las que son utilizadas para almacenar el acero de presfuerzo.
- Gatos hidráulicos para el tensado de los alambres.

LA PLACA ALVEOLAR
PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PLACA ALVEOLAR

- Carretillas lanzacables, utilizadas para llevar el acero de un extremo a otro de la pista.
- Maquina cortadora, utilizada para cortar las placas a la medida según cada proyecto.
- Sistema de curado por vapor.
- Sistema de transporte, manipulación y almacenamiento en planta de producción.
- Patios de considerable tamaño para almacenar el producto.
- Un laboratorio de pruebas bien equipado

PROCESO DE FABRICACIÓN

1. Preliminares
2. Colocación y tensado de los tendones
3. Colado de la pista
4. Curado
5. Destensado y corte
6. Manipulación y almacenamiento

PRELIMINARES

Antes de iniciar el proceso de fabricación la pista de colado debe encontrarse limpia. Asimismo, el concreto que alimenta la maquina extrusora o moldeadora deben encontrarse ya disponible en cantidad y calidad para ser surtido en forma continua durante el proceso. Es necesario aplicar un desmoldante a la pista para evita que el concreto se adhiera a esta. También, los alambres o torones que formaran parte del refuerzo de la placa alveolar deberán estar disponibles en un extremo de la pista; en este punto, los operadores de la planta deben conocer qué tipo de arreglo de acero llevara la placa dado que esta puede variar de acuerdo a las exigencias de cada proyecto.

COLOCACIÓN Y TENSADO DE LOS TENDONES

Se toman los tendones y se introducen en los agujeros que se encuentran en un extremo de la pista de acuerdo al armado de acero que llevará cada placa. Los tendones se sujetan a la carretilla lanzacables la cual lleva el tendón al otro extremo de la pista, allí se le da la vuelta en un anclaje pasivo y se regresa al extremo donde con un gato hidráulico se tensan los tendones. Seguidamente, los tendones son firmemente sujetados a través de un sistema de cuñas que no permiten el deslizamiento del tendón y se realiza el corte de los mismos.
El ACI 318S-11 establece un límite como esfuerzo permisible en el acero el valor de 0.94fpy durante el tensado de los tendones debido a la fuerza del gato hidráulico. Sin embargo este valor no debe ser mayor que el mínimo entre 0.80fpu y el máximo valor recomendado por el fabricante de acero o de los dispositivos de anclaje.

LA PLACA ALVEOLAR

COLOCACIÓN Y TENSADO DE LOS TENDONES

La *figura 3.8* muestra esquemáticamente el rango de esfuerzos usados generalmente durante el tensado. Esto tiene el objetivo principal de asegurar que el al finalizar el tensado el acero se encuentre dentro del rango elástico la fluencia del acero o su ruptura.

Conforme a la teoría elástica esto permitirá que el tendón trate de volver a su posición de inicio transmitiendo de esta forma las cargas de presfuerzo al concreto según el diseño.

Figura 3.7
Tensado de los tendones con gatos hidráulicos

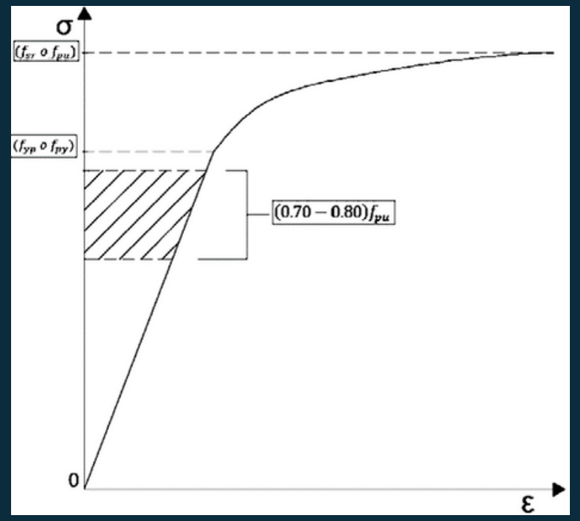


Figura 3.8
Rango de esfuerzos de tensado debido a la fuerza del gato hidráulico

Figura 3.9
Alambres de presfuerzo tensados previo al colado

LA PLACA ALVEOLAR

COLADO DE LA PISTA

Una vez que el acero ha sido colocado en posición, tensado y firmemente acuñado se procede al colado de la pista. Se coloca la maquina extrusora o perfiladora sobre los rieles que se encuentran en los costados de la pista. En su parte superior la maquina cuenta con una tolva en donde se descarga el concreto. La máquina extrusora esta provista de sinfines que mediante su rotación y oscilación que fuerzan al concreto a salir a través de un molde ubicado en la parte posterior de la máquina, estos moldes son los responsables de darle la forma típica que tienen las placas alveolares. El molde puede ser sustituido por otro con diferente forma o diferente de acuerdo a las exigencias de cada proyecto.

Las maquinas poseen un “guia hilos” ubicado en la zona delantera de la maquina el cual asegura la posición de los tendones en la sección transversal de la placa alveolar.

Figura 3.10
Colado de pista de placa alveolar

Figura 3.11
Colado de placa alveolar de 15 cm

CURADO

Como cualquier concreto, el concreto colado en la pista es susceptible a agrietamientos por cambios volumétricos en el concreto. Es por eso que requiere ser curado para evitar y controlar los efectos de la retracción del concreto por la pérdida acelerada de agua. El curado comprende la suficiente retención de agua libre para facilitar el proceso de hidratación.

Figura 3.12
Curado de pista de elementos pretensados

LA PLACA ALVEOLAR
CURADO

Una de las grandes ventajas que presenta la fabricación de las placas alveolares es la posibilidad
de elevados volúmenes de producción en vista que se puede colar una pista en determinado momento y dependiendo del proceso de curado se puede retirar la producción para su uso entre 12 o 48 horas después del colado.
Varios son los factores que afectan que el concreto logre su resistencia de corte a determinado tiempo. Entre ellos podemos mencionar el proceso de curado, la temperatura ambiente, relación agua cemento, los componentes del concreto y su dosificación.

Las pistas de placas alveolares se pueden curar mediante lonas que cubren toda la superficie de concreto expuesta de la placa recién colada o a través de vapor de agua, el cual se conduce por tuberías y que es aplicado en los alveolos de las placas para lograr un cura más uniforme. Muchas veces, dependiendo de las condiciones climatológicas no es requerido el uso del vapor y las placas son curadas de excelente forma cubriéndolas únicamente la lona. Sin embargo, cuando las pistas son curadas con vapor se pueden obtener las resistencias de corte alrededor de 12 horas después del colado y en el caso del uso de lonas aproximadamente a las 36 o 48 horas dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad del medio ambiente.

DESTENSADO Y CORTE

Para realizar el destensado y el corte de la pista de placas alveolares es necesario que el concreto haya alcanzado una resistencia mínima para poder soportar las cargas de presfuerzo, caso contrario este se agrietara, romperá o simplemente no podrá resistir las cargas transmitidas por los tendones de acero.

Generalmente previo al corte el concreto debe tener una resistencia a la compresión de entre 65% a 80% de f'c. La fase del destensado y corte es de las más críticas dentro del proceso en vista que se pone a prueba la resistencia de los materiales que conforman la placa especialmente el concreto. En primer lugar, se destensan los tendonesaflojando unos dispositivos en el extremo activo de la pista. Es de uso común esperar una o dos horas para iniciar con el proceso de corte, esto permite una trasferencia de esfuerzos más uniforme, así como, el acomodamiento de las partículas de concreto.

En este punto debido a la cantidad de fuerza de compresión que transfiere el acero al ser destensado, el concreto sufre lo que se conoce como acortamiento elástico. Este acortamiento elástico debe ser calculado e incluido como una pérdida de presfuerzo en la sección.

Figura 3.13
Corte en ángulo de placa alveolar en planta

LA PLACA ALVEOLAR

DESTENSADO Y CORTE

Se procede entonces al corte de las placas alveolares. Este se lleva a cabo con máquinas que cuentan con poderosos discos que cortan transversalmente tanto el acero como el concreto y se realizan en longitudes que van conforme a las modulaciones del proyecto. La contraflecha *(ver figura 2.3)* es una característica de los elementos pretensados y un efecto inmediato del corte que se realiza a la sección el concreto.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Posterior al corte de las placas alveolares, estas son transportadas a los patios de almacenamiento, quedando listos para ser entregados al cliente. Cada empresa posee sus propios dispositivos para poder transportar y manipular los elementos al interior de la planta de producción.

APLICACIONES DE LAS PLACAS ALVEOLARES

Las placas alveolares son elementos de concreto muy versátiles, capaces de adaptarse a diferentes proyectos, con diversas formas y exigencias, garantizando al usuario final seguridad, en cuanto a sus capacidades de carga y resistencia; economía, debido a sus altos rendimientos en obra y a la rapidez de instalación; eficiencia estructural, dado que se pueden cubrir grandes claros con menores peraltes; propiedades estéticas; excelente acabado, capaz de adaptarse a diversas formas del proyecto y exigencias arquitectónicas; versatilidad estructural, en vista que se puede aplicar en estructuras de concreto, acero, con muros de mampostería, estructuras prefabricadas etcétera.

De acuerdo a su posición las placas alveolares pueden ser utilizadas horizontalmente, verticalmente y en forma inclinada.

Cuando las utilizamos horizontalmente se usan en la construcción de entrepisos y techumbres, y pueden ser aplicadas en:

APLICACIONES DE LAS PLACAS ALVEOLARES

- Centros comerciales
- Edificios
- Estacionamientos
- Estacionamientos subterráneos
- Graderías y tribunas
- Puentes y pasarelas
- Techos horizontales
- Edificios residenciales
- Mezanines
- Tapas para tanques de retención de agua
- Muelles
- Puentes vehiculares y pasarelas
- Andenes
- Naves industriales
- Fachadas arquitectónicas

Al usarlos en elementos verticales su aplicación se extiende a:

- Muros de cerramiento
- Muros divisorios
- Bardas
- Tanques de retención de agua
- Muros de contención de tierra
- Recubrimiento de taludes

Cuando utilizamos las placas en un plano inclinado las aplicamos básicamente en:

- Rampas vehiculares
- Techos inclinados

En los últimos años en México se ha extendido en gran medida el uso de las placas alveolares en aplicaciones ingenieriles y arquitectónicas, siendo la **ANIVIP** y sus asociados pioneros en su desarrollo, distribución y difusión.
A continuación se presentan una serie de fotografías de las diversas aplicaciones de las placas alveolares en la construcción en general, construidos en Mexico.

LA PLACA ALVEOLAR
EDIFICIOS

LA PLACA ALVEOLAR
ESTACIONAMIENTOS

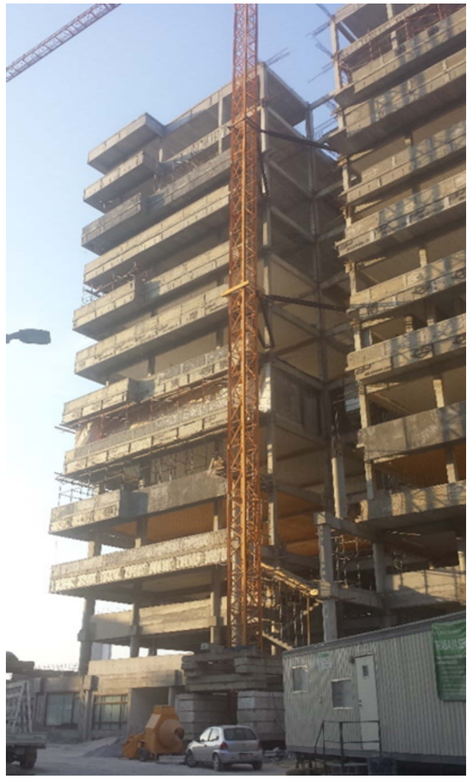
LA PLACA ALVEOLAR
GRADERÍAS Y TRIBUNAS

LA PLACA ALVEOLAR

MUROS DIVISORIOS, FACHADAS Y CERRAMIENTOS

LA PLACA ALVEOLAR

EDIFICIOS RESIDENCIALES



LA PLACA ALVEOLAR
BARDAS

LA PLACA ALVEOLAR
EDIFICIOS EDUCATIVOS

LA PLACA ALVEOLAR

APLICACIONES EN EDIFICIOS CON ESTRUCTURA METÁLICA

LA PLACA ALVEOLAR

ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA

ANIVIP
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES DE VIGUETA PRETENSADA, A.C.

LA PLACA ALVEOLAR

REFERENCIAS

[3.1] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ESTÁNDAR SPECIFICATION FOR STEEL WIRE, INDENTED, LOW-RELAXATION FOR PRESTRESSED CONCRETE RAILROAD TIES, A881/A881-M10.

[3.2] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ESTÁNDAR SPECIFICATION FOR UNCOATED STRESS RELIEVED STEEL WIRE FOR PRESTRESSED CONCRETE, A421/A421- M02.

[3.3] NAAMÁN, A.E., PRESTRESSED CONCRETE ANALISYS AND DESIGN FUNDAMENTALS, 2ND. ED, TEHCNO PRESS 300, ANN ARBOR, 2004.

[3.4] ASOCIACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LAS PLACAS ALVEOLARES, MANUAL AIDEPLA PARA EL PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE ELEMENTOS RESISTENTES CON ALVEOPLACA, AIDEPLA, 2004.

[3.5] SITIO WEB: HTTP://WWW.WEILERPRECAST.COM/DOCS/LOSASALVEOLAR ESPRETENSADAS_VENTAJAS_EJEMPLOS_WEILER.PDF

FOTOGRAFÍAS CORTESÍA DE

ANIVIP
ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIALES DE VIGUETA PRETENSADA, A.C.

ANSA

www.ansaprefabricados.com
info@ansaprefabricados.com

COMPRE

www.compre.com.mx
compre@compre.com.mx

NAPRESA

www.napresa.com.mx
alejandro.vallin@napresa.com.mx

PREMEX

www.premex.com.mx
ventascorporativo@premex.com.mx

TRABIS

www.trabis.com.mx
ventas@trabis.com.mx

VIPROCOSA

www.viprocosa.com
ventas@viprocosa.com

ANIVIP.ORG.MX | @ANIVIPOFICIAL