



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN URBANA

PRESENTA:

ING. DAVID CRISANTO ESQUIVEL

DIRECTOR DE TESINA: ING. CARLOS NARCIA MORALES

MÉXICO, D.F. 29 SEPTIEMBRE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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 Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Índice.

CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL.....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL.....	5
AGREGADOS LIGEROS ESTRUCTURALES.....	7
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	8
CREEP EN EL CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL.....	10
AIRE INCLUIDO.....	13
ESPECIFICACIONES Y PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.....	13
MEZCLADO.....	14
TRABAJABILIDAD Y CAPACIDAD DE ACABADO.....	15
REVENIMIENTO.....	15
VIBRADO.....	16
COLOCACIÓN, ACABADO Y CURADO.....	17
USOS Y APLICACIONES.....	19
VENTAJAS.....	20
CONCLUSIONES.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	24



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



CONCRETO LIGERO ESTRUCTURAL.

Introducción.

Los concretos de tipos especiales son aquellos concretos que tienen propiedades distintas a las ordinarias o aquellos que se producen mediante técnicas poco usuales. El concreto hecho con cemento Portland, agua y agregados tiene un uso muy extenso como material de construcción debido a sus características favorables para la industria, en algunas ocasiones resulta difícil hacer uso adecuado de dichas propiedades, como por ejemplo al momento de su colocación ya que dependiendo de las características del medio ambiente, volumen de obra o de la geometría del área de colado, puede presentarse un rápido o lento endurecimiento. Para resolver estos problemas se han adaptado procesos constructivos o adecuado concretos con aditivos o sustancias especiales que modifican ciertas propiedades de la mezcla brindando como resultado un concreto con características especiales denominándolos como concretos especiales.

Dentro de este grupo de concretos especiales está el concreto ligero estructural, el cual tiene por objetivo ser descrito en el presente trabajo como una alternativa para proyectos que requieren demandas de cargas menores a las usuales por un concreto convencional. En México existen diferentes proyectos que presentan las características ideales para el uso del concreto ligero estructural, ya sea por volúmenes extraordinarios de obra en losas o muros en los grandes edificios que se construyen a lo largo del país o en proyectos de vivienda de interés social donde las demandas de cargas son menores y se requieren de cortos tiempo de ejecución por los grandes volúmenes de obra a realizar.

El concreto es en la actualidad el material más usado en la industria de la construcción, sin embargo la alta densidad o peso volumétrico de los concretos convencionales alrededor de 2350 kg. /m³ ha sido un inconveniente donde la carga muerta es un factor importante. Es muy pesado para ser práctico, sobre todo en la construcción de losas de entrepiso y azoteas, ya que estas están diseñadas para soportar las cargas vivas (personas y mobiliario), dichas cargas se transmiten a las trabes, estas a las



**Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.**



columnas y finalmente a la cimentación y al terreno. Lo anterior redundaba en construcciones pesadas, vigas de gran peralte, columnas robustas y cimentaciones amplias o complejas. Todo esto debido al excesivo peso muerto de las losas de concreto convencional, lo cual se traduce en un elevado costo de la obra.

Para corregir estas insuficientes cualidades del concreto, se han realizado a través de los años múltiples investigaciones con sorprendentes resultados como los concretos celulares o aireados, con los que se logran densidades que fluctúan entre los 200 y 1920 Kg./ m³, apropiados para rellenos, pisos, muros, losas, etcétera; Los concretos reforzados con fibras, que ayudan a controlar las grietas clásicas del concreto, y aumentan la resistencia a la tensión y a compresión; Los concretos ligeros estructurales que se pueden emplear en prefabricados o colados en sitio, losas, muros divisorios, etcétera.

El concreto ligero se logra mediante el empleo de agregados ligeros en la mezcla. Es un material apropiado para la construcción de puentes de trabe cajón. Debido a que las propiedades físicas de los agregados normales y ligeros son diferentes, sus factores de diseño también varían. Sin embargo, las tácticas de diseño son idénticas. El concreto ligero ha sido particularmente útil en estructuras de varios niveles, donde se requieren peraltes mínimos y la ubicación para las columnas está limitada, y en puentes muy altos donde la carga muerta de la superestructura requiere columnas y estribos excesivamente grandes para resistir las fuerzas sísmicas. El peso reducido del concreto minimiza la cantidad de acero de refuerzo en la superestructura y, concreto y acero de refuerzo en la subestructura al grado de que el ahorro en los materiales pueda contrarrestar el ligeramente más elevado costo de los agregados ligeros.

Los esfuerzos por carga muerta en puentes de trabe cajón en voladizo con claros de 230 metros son alrededor del 90% de los esfuerzos totales. Es así obvio que reducir la carga muerta es un enfoque lógico para la construcción de claros grandes más económicos. La deformación del concreto es



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



dependiente del tiempo debido al flujo plástico y a la contracción, es de importancia crucial en el diseño de estructuras de concreto presforzado, debido a que estos cambios volumétricos producen una pérdida en la fuerza pretensora y debido a que ellos producen cambios significativos en la deflexión.



Ilustración 1 El concreto ligero estructural presenta una densidad menor al concreto convencional.

Concreto Ligero Estructural.

El Concreto Ligero Estructural es un concreto hidráulico premezclado para ser empleado en la construcción de proyectos donde se requiere de un peso volumétrico ligero con resistencia estructural,



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



es similar al concreto de peso normal excepto por su menor densidad. Se fabrica con agregados de peso ligero o con una combinación de agregados de peso ligero y de peso normal. El término “**peso ligero-arena**” se refiere al **concreto ligero fabricado** con agregados de peso ligero y con arena natural.

El concreto ligero estructural tiene una densidad al aire en estado seco de dentro del intervalo de 1360 a 1840 kg/m³ y una resistencia a compresión a 28 días por encima de 175 kg/cm². Algunas especificaciones de obra permiten densidades de hasta 1920 kg/m³. El concreto de peso normal que contiene arena, grava, o piedra triturada normales tiene una densidad seca dentro del intervalo de 2080 a 2480 kg/m³. El concreto ligero estructural se emplea principalmente para reducir el peso de la carga muerta en los elementos de concreto, como es el caso de las losas de edificios de gran altura.

	Concreto Normal	Concreto Ligero Estructural
Densidad al aire en estado seco	2080 a 2480 kg/m ³	1360 a 1920 kg/m ³

Tabla1. Comparación de densidades entre concreto normal y concreto Ligero Estructural.
Fuente: “Diseño y Control de mezclas de concreto” de Steven H. Kosmatka y William C. Panarese.

Otro ejemplo de concreto ligero estructural, es el que se consigue empleando agregados livianos, provocando la formación de burbujas en las pastas, añadiendo espuma o suprimiendo los finos, es un concreto con sólo áridos gruesos y pasta de cemento, para ligar los áridos, exclusivamente por sus puntos de contacto. Tiene un peso unitario de 1.7 (ton/m³); y una resistencia sobre 250 (kg /cm²). En México se conoce como concreto ecológico ya que al ser permeable, permite el paso del agua al subsuelo. Siendo ideal para pavimentos de estacionamientos y calles, logrando tener el menor número posible de superficies impermeabilizadas.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



En los últimos años, se han desarrollado numerosas aplicaciones para concretos livianos pretensados como puede ser pilas, pilotes y estructuras a flote. Un concreto de este tipo sobre todo bien pretensado no tiene desventajas frente a un concreto convencional. Concreto celular premezclado. La principal aplicación de estos concretos celulares es en losas de techo de estructuras metálicas que usan encofrado colaborante tales como la losa-acero o similares. Al realizar un pedido para colado en obra, se debe solicitar Concreto Celular con la resistencia a la compresión y tamaño máximo del agregado requerido. Para obtener los resultados deseados deben seguirse las recomendaciones del ACI 318 "Building Code Requirements For Structural Concrete and Comentary" y del ACI 308 "Standard Practice and Curing Concrete" donde se recomienda un curado no menor a 7 días. Cualquier uso distinto al recomendado puede variar los resultados indicados. No es recomendable realizar adiciones al concreto, porque pueden alterarse las características del mismo.

Agregados Ligeros Estructurales.

Los agregados ligeros estructurales normalmente se clasifican según sea su proceso de producción, pues diversos procesos producen agregados con propiedades un tanto distintas. Los agregados ligeros estructurales deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 330, que incluye:

- Pizarras, esquistos y arcillas expandidas de horno rotatorio.
- Pizarras y esquistos expandidos de parrillas de sinterización.
- Ceniza volante peletizada o extruida.
- Escorias expandidas.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Ilustración 2 Esquistos



Ilustración 3 Pizarras



Ilustración 4 Arcillas expandidas.



Ilustración 5 Ceniza volante.

Los agregados ligeros estructurales también pueden producirse procesando otros tipos de material, como la piedra pómez y la escoria volcánica que se encuentran de manera natural.

Los agregados ligeros estructurales tienen densidades considerablemente menores a las de los agregados de peso normal, variando de 560 a 1120 kg/m³ comparados contra 1200 a 1760 kg/m³ para agregados de peso normal. Pueden absorber agua en una cantidad del 5% al 20% del peso de material seco. Para controlar la uniformidad de las mezclas de concreto ligero estructural, los agregados se pre humedecen (pero sin que se saturen) antes de su dosificación.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Resistencia a la compresión.

La resistencia a compresión del concreto ligero estructural generalmente está relacionada con el contenido de cemento para un cierto revenimiento y contenido de aire más que con la relación agua-cemento. Esto se debe a la dificultad para determinar qué cantidad de agua de mezclado total se absorbe dentro de las partículas de agregado y por lo tanto que cantidad reacciona con el cemento.

El Reporte ACI 211.2, “Standard Practica for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete” (Práctica estándar para seleccionar las proporciones para el concreto ligero estructural), brinda una guía sobre la relación entre la resistencia a compresión y el contenido de cemento. Las resistencias a compresión típicas varían desde 210 hasta 350 kg/cm². También se puede fabricar concreto de alta resistencia con agregados ligeros estructurales.

En las mezclas bien proporcionadas la relación entre el contenido de cemento y la resistencia es razonablemente constante para una fuente particular de agregado ligero. Sin embargo, la relación variará conforme cambie la fuente o el tipo de agregado. Cuando no se disponga de información que provenga del fabricante sobre esta relación, se necesitarán llevar a cabo mezclas de prueba con contenidos de cemento variables para desarrollar un intervalo de resistencias a compresión, incluyendo la resistencia especificada.

En la siguiente figura se muestra la relación entre contenido de cemento y resistencia a la compresión.



Resistencia a la compresión, kg/cm^2

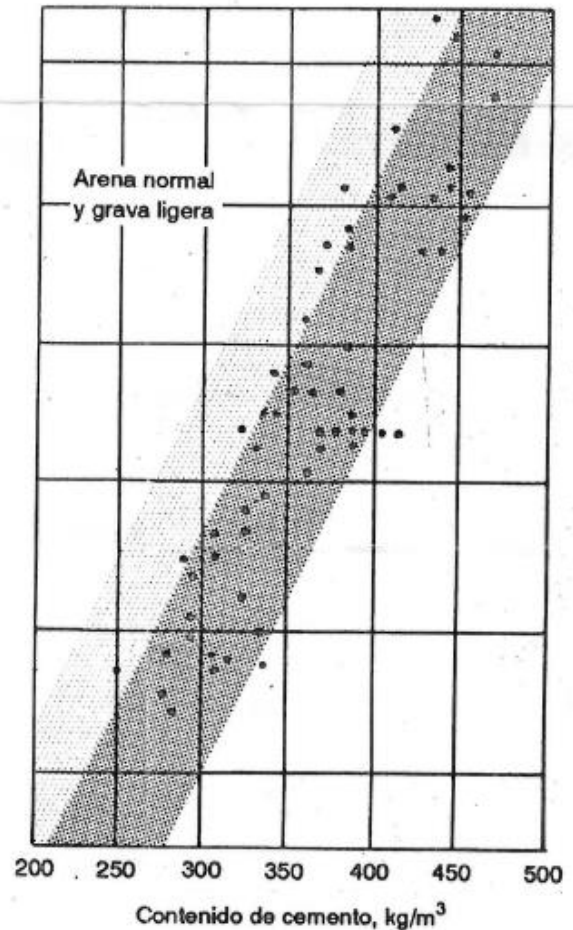
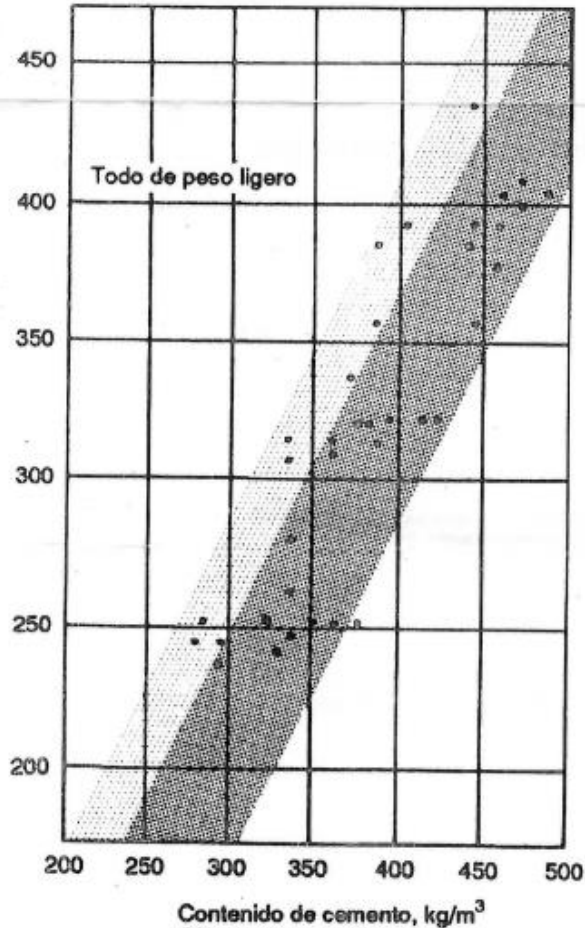


Ilustración 6 Relación entre la resistencia a compresión y el contenido de cemento de concretos ligeros estructurales colados en obra que utilizan tanto agregado fino como agregado grueso ligeros, o agregado grueso ligero y agregado fino de peso normal (los puntos representan los resultados reales del proyecto utilizando varias fuentes de cemento y de agregados).

Creep en el concreto ligero estructural

El tema del creep en el concreto no es más que la aplicación de un estado de esfuerzos cualquiera y como consecuencia el concreto se deforma progresivamente en función del tiempo. En este caso, la deformación final, dependiente del tiempo, está integrada por dos componentes: la primera asociada

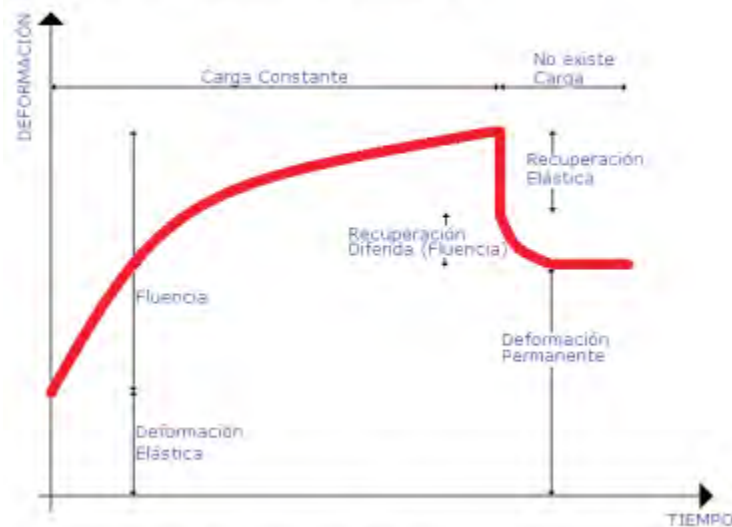


Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



a una deformación elástica, y la segunda vinculada a una deformación progresiva de tendencia inelástica que en la literatura especializada se denomina “Creep”.

Variación de la deformación del concreto en el tiempo debido a un proceso de carga uniaxial y descarga.



Fuente: Adaptado de Metha y Monteiro 1998.

Ilustración 7 Variación de la deformación del concreto en el tiempo.

En general, debido al “creep”, el concreto cuando se carga, sufre con el tiempo un aumento gradual de su deformación. Esta deformación puede ser varias veces mayor que la deformación elástica inicial. Generalmente tiene poco efecto en la resistencia de una estructura, aunque provoca una redistribución de esfuerzos en los miembros de concreto reforzado bajo cargas de servicio y conduce a un aumento de las deflexiones.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Las deformaciones debido al “creep” se deben al reacomodo de los componentes del material, fundamentalmente del agua y de la pasta, las cuales bajo los efectos de las cargas, intentan cubrir vacíos existentes en sus proximidades. Como es de suponerse, además del tiempo, la estimación de estas deformaciones en el concreto son también dependientes de la magnitud y duración de las cargas, de la edad del concreto al momento en que se aplican éstas, así como de las características de la mezcla y del medioambiente en el que éste se concibe.

Tomando como referencia un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica de Chile en colaboración con el Georgia Institute of Technology, EE.UU., se debe tener presente el tema del creep en el concreto ligero estructural, ya que debido a los resultados arrojados por las pruebas realizadas a elementos estructurales de concreto reforzado se da a notar que el efecto que hay sobre este tipo de concreto es sobrestimado por la normativa vigente del ACI y los códigos AASHTO, lo que lleva a realizar un estudio más completo sobre el uso de este concreto como sustituto del concreto reforzado convencional en elementos estructurales como las vigas tipo AASHTO.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



“El propósito de esta investigación fue la determinación del comportamiento a largo plazo de hormigón liviano de alto desempeño fabricado con pizarra expandida y como dicho comportamiento a largo plazo afecta las pérdidas de pretensado en vigas de puentes.”

“Dos mezclas de hormigón liviano de alto desempeño (HLAD) con resistencias a compresión de 55 MPa y 69 MPa fueron desarrolladas. El peso unitario de los hormigones fue 1855 y 1890 kg/m³, respectivamente. Creep, retracción y pérdidas de pretensado fueron investigadas en 36 probetas cilíndricas y en cuatro vigas pretensadas AASHTO tipo II. Las pérdidas de pretensado medidas en las vigas AASHTO tipo II fabricadas con HLAD fueron menores que las estimadas con los métodos descritos en los códigos AASHTO, PCI y ACI-209, lo que significa que los códigos de diseño dan estimaciones conservadoras de las pérdidas de pretensado en este nuevo hormigón. Basados en los datos experimentales, las pérdidas finales de pretensado fueron estimadas como un 14.3 y 9.6% de la carga inicial aplicada para las vigas hechas con HLAD de 55 y 69 MPa, respectivamente.”

La conclusión que debo tomar de este estudio me lleva a mencionar que el uso de este concreto especial se debe limitar por el momento a elementos de carácter distintos al tema estructural, ya que los efectos anteriormente mencionados por el estudio de la Pontificia Universidad Católica de Chile pueden causar un comportamiento diferente al estimado por los estructuristas a largo plazo, sin embargo los beneficios que otorga este concreto especial a las estructuras son altamente relevantes en el tema de peso ya que se pueden aligerar las cargas transmitidas a lo largo de toda la estructura dando como resultado elementos más livianos y es en la industria de la construcción de vivienda de interés social donde pueden explotarse los beneficios de este concreto especial, ya que por la demanda de elementos de requerimientos estructurales bajos nos permite una aplicación mayor en la construcción de losas de entre pisos, muros y planchas de concreto. De esta manera el concreto ligero estructural a pesar de no tener una certeza para su remplazo en elementos de mayor requerimiento estructural puede explotarse en áreas de condiciones de menor demanda de esfuerzos, lo que permite seguir con el desarrollo de nuevos procesos constructivos en los proyectos de ingeniería.

Aire incluido.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Como sucede con el concreto de peso normal, la inclusión de aire en el concreto ligero estructural asegura una resistencia adecuada contra la congelación y el deshielo y contra las aplicaciones de productos des congelantes. También mejora la trabajabilidad, reduce el sangrado y la segregación, y puede llegar a compensar deficiencias leves en la granulometría del agregado.

La cantidad de aire incluido deberá ser la suficiente para dar una buena trabajabilidad al concreto plástico y una resistencia adecuada contra la congelación-deshielo en el concreto endurecido. El contenido de aire generalmente se encontrará entre 4.5% y 9%, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso que se emplee, así como de las condiciones de exposición. La prueba de contenido de aire deberá efectuarse por medio del método volumétrico (norma ASTM C 173). La durabilidad a la congelación –deshielo también se mejora en gran medida si se permite que el concreto ligero estructural se seque antes de quedar expuesto a los ambientes de congelación-deshielo.

Especificaciones y propiedades en estado fresco y endurecido.

Muchos proveedores de agregados ligeros que se emplean para concreto ligero estructural cuentan con información sobre las especificaciones sugeridas y las proporciones de mezclado referentes a su producto. Las especificaciones ordinarias para concreto estructural enuncian una resistencia mínima a compresión, una densidad máxima, un revenimiento máximo y un intervalo razonable para el contenido de aire.

El contratista deberá mantener también su interés respecto al sangrado, a la trabajabilidad, y a las propiedades de acabado cuando el concreto ligero estructural se encuentre en estado fresco.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Estado fresco

CARACTERÍSTICA	PROPIEDAD	RANGO
Consistencia:	Se suministra en revenimientos :	14, 18, 20, 22 y 24 cm
	Se suministra en flujos de revenimiento:	55, 60, 65, 70 y 75 cm

Estado endurecido

CARACTERÍSTICA	PROPIEDAD	RANGO
Resistencia:	Se suministra en $f'c$ (compresión):	Desde: 200 kg/cm ² Hasta: 300 kg/cm ² a los 28 días
Densidad de equilibrio:	Se suministra en:	1700 kg/m ³ 1800 kg/m ³ 1900 kg/m ³
Módulo elástico:	Se suministra en:	130,000 kg/cm ² 160,000 kg/cm ² 200,000 kg/cm ²

Ilustración 8 Propiedades del concreto ligero estructural en estado fresco y endurecido proporcionadas por un proveedor en México.

Mezclado

En general, los procedimientos para mezclar el concreto ligero estructural son similares a los usados para los concretos de densidad normal; no obstante, algunos de los agregados de mayor absorción podrían necesitar pre humedecerse antes de usarse. El agua agregada en la planta dosificadora deberá ser la suficiente para producir el revenimiento especificado en la obra. El revenimiento medido en la planta dosificadora generalmente será mucho mayor que el que se mida en la obra.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Ilustración 9 Mezclado de Concreto.

Trabajabilidad y capacidad de acabado.

Las mezclas de concreto ligero estructural pueden ser proporcionadas para tener la misma trabajabilidad, capacidad de acabado y apariencia general que las mezclas de concreto de densidad normal con un buen proporcionamiento. Deberá existir suficiente pasta de cemento para cubrir cada partícula, y las partículas de agregado grueso no se deberán separar del mortero. Se necesita una cantidad suficiente de agregado fino para mantener cohesivo al concreto fresco. Si el material es deficiente en cuanto a la cantidad de material menor que la malla de 0.63 mm (No. 30), la capacidad de acabado se puede mejorar con el uso de una porción de arena natural, con un aumento en el contenido de cemento o con el uso de finos minerales satisfactorios. Como la inclusión de aire mejora la trabajabilidad, deberá utilizarse sin importar el grado de exposición.

Revenimiento.

Debido a la menor densidad de los agregados, el concreto ligero estructural no se desploma tanto como un concreto de peso normal de igual trabajabilidad. Una mezcla con aire incluido que tenga un revenimiento de 5 a 7.5 cm se puede colocar en condiciones que requerirán un revenimiento de 7.5 a 12.5 cm para concretos de peso normal. Rara vez es necesario rebasar revenimientos de 12.5 cm para los colados normales de concreto ligero estructural. Con revenimientos mayores, las partículas



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



grandes de agregado presentan la tendencia a flotar hacia la superficie, dificultando con ello las operaciones de acabado.



Ilustración 10 Revenimiento (el concreto no se desploma como un concreto normal)

Vibrado.

Como con el concreto de peso normal, el vibrado puede usarse para consolidar de manera efectiva el concreto ligero estructural. Se recomiendan frecuencias mayores de 115 Hz, casi las mismas que las que comúnmente se usan para concretos de densidad normal. El periodo para lograr una consolidación adecuada varía, dependiendo de las características de la mezcla. Un vibrado excesivo provoca segregación al forzar las partículas de agregado de mayor tamaño hacia la superficie.

La vibración interna se recomienda para todas las losas con espesores mayores de 20 cm y para losas más delgadas que tengan acero de refuerzo o tubo-conductos. La cabeza del vibrador deberá quedar completamente sumergida durante la operación del vibrado. En las losas gruesas es posible insertar verticalmente la cabeza del vibrador, en las losas más delgadas deberá arrastrarse lentamente en el concreto de manera inclinada e incluso horizontalmente, y además a velocidad constante. En las



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



superficies planas, una plantilla vibratoria resulta efectiva para consolidar y para facilitar las operaciones de acabado.



Ilustración 11 Método de vibrado para compactación de concreto en una losa.

Colocación, acabado y curado.

En general, el concreto ligero estructural es más fácil de manejar y colar que el concreto de peso normal. Para el acabado, un revenimiento de 5 a 10 cm produce resultados óptimos. Mayores revenimientos pueden causar segregación, retrasos en las operaciones de acabado, y producir superficies toscas y disparejas.

Si se considera bombear al concreto, quien dicte las especificaciones, así como los proveedores y el contratista deberán ser consultados sobre el desarrollo de una prueba de campo utilizando la bomba y la mezcla planeada para el proyecto. Podrían llegar a ser necesarios ciertos ajustes a la mezcla pues la presión del bombeo causa que el agregado absorba una mayor cantidad de agua, reduciendo en consecuencia el revenimiento y aumentando la densidad del concreto. El agua absorbida por el agregado se evapora eventualmente con el secado al aire del concreto.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Las operaciones de acabado deberán comenzar con mayor prontitud que en el caso que en el caso de los concretos comparables de peso normal, aunque un acabado demasiado temprano puede ser perjudicial. Se deberá trabajar un mínimo de emparejado y alisado; para esta labor son preferibles las herramientas de aluminio o magnesio.

Para los concretos ligeros se deberán seguir las mismas prácticas de curado que se utilizan para los concretos normales. Los dos métodos más comúnmente usados en las obras son el curado con agua (mediante inundación, rocío o utilización de cubiertas húmedas) y la prevención de la pérdida de humedad en las superficies descubiertas (cubriendo con papel a prueba de agua, láminas de plástico o sellado con compuestos líquidos formadores de membranas). En general, un curado de 7 días es adecuado para temperaturas ambiente desde 10° hasta 21° C y para temperaturas mayores de 21° C bastará con curar durante 5 días.



Ilustración 12 Colocación de concreto ligero estructural bombeado.



Ilustración 13 Curado de Concreto ligero estructural.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Usos y aplicaciones

Elementos de requerimientos estructurales bajos (Resistencia a Compresión $f_c = 100, 140$ y 180 kg./cm², equivalentes a 1,400, 2,000 y 2,500 psi), como son:

- Divisiones para todo tipo de edificaciones
- Capas de nivelación en pisos o losas
- Aligerar las cargas muertas en las estructuras
- Construcción de viviendas en serie o de tipo monolítico
- Elementos prefabricados para usos decorativos o artesanales
- Protección de estructuras contra el fuego
- Elementos que no estén sujetos a ataques químicos y/o ambientales severos



Ilustración 14 Construcción de viviendas en serie o de tipo monolítico



Ilustración 15 Capas de nivelación en pisos y losas.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Ventajas

- Calidad uniforme, garantizada, por la dosificación de materiales controlados.
- Mayor facilidad de colocación, en relación a mezclas de concreto tradicionales.
- Disminución del personal requerido para la colocación del concreto.
- Capacidad de fluir sin segregarse, tanto horizontal como verticalmente, minimizando eliminando el vibrado en su colocación.
- Con capacidad para ser bombeado.
- Resistente al fuego



Ilustración 16 Reduce cargas muertas de la estructura.



Ilustración 17 Ofrece características estructurales, sin descuidar las propiedades de un producto ligero.



Ilustración 18 Ofrece un mejor aislamiento térmico que el concreto convencional.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Descripción	Normativa Empleada	Valor
Resistencia a la compresión	ASTM C39	De 100 a 180 Kg/cm ² (1,400 a 2,500 psi) a 28 días
Revenimiento	ASTM C94	De 5.0 a 25.0 cm incluyendo sus tolerancias
Contenido de aire incluido	ASTM C231	Menor del 25%
Peso volumétrico en estado fresco	ASTM C28	Mayor de 1,000 y menor de 1,900 kg /cm ²
Tamaño máximo nominal del agregado	ASTM C33	De 9.5 mm (3/8") para concreto descargado con bomba
Características de bombeo		Tubería horizontal hasta 80 m o hasta 15 m de elevación vertical con revenimiento mayor a 12.5 cm
Tiempo de descimbrado		Según revenimiento solicitado. De 4 a 12 horas,

Ilustración 19 tabla con las características del concreto ligero estructural resumidas.

Concretos Disponibles	Valor de revenimiento (ASTMC94)	Tipo de colocación
Con revenimiento bajo	7.5 +/- 2.5 cm.	Directo
Con revenimiento alto	20.0 +/- 5.0 cm.	Bombeado o directo

Ilustración 20 tabla con la colocación del concreto en función del revenimiento.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Conclusiones.

El objetivo de este trabajo es conocer las propiedades y usos del concreto ligero estructural como una nueva alternativa en los procesos constructivos de la actualidad, dicho propósito fue cumplido y se llega a la conclusión que se pudo conocer a través de referencias como investigaciones, pruebas y artículos que dicho concreto especial es una alternativa tangible para el uso en grandes proyectos como vivienda de interés social, prefabricados de concreto, sistemas de losas y muros divisorios en grandes estructuras como edificios e incluso para el uso en obras de menor tamaño como casas.

En la actualidad en México se cuentan con grupos de proveedores de concreto con la capacidad de fabricar este tipo de concreto y de promover el uso de este material en los grandes proyectos que se realizan en el país, ya que debido a los nuevos procesos constructivos es factible el uso de este concreto para dar características especiales que demandan los proyectos en donde se emplea dicho material.

La aplicación para el empleo de este concreto tiene una gran cantidad de usos y convierte el proceso, en un procedimiento constructivo más eficiente y eficaz, es tan grande su versatilidad que permite crear elementos con una gran variedad de formas, diseños y sistemas estructurales. En México se ha empleado en proyectos de gran magnitud y en prefabricados, pero el uso de este material en obras de menor volumen como para la construcción de casas por el ciudadano promedio en el país no es tan frecuente como podría pensarse y eso se debe a la falta de información. Es necesario difundir y acercar al constructor pequeño para dar el mensaje de las bondades y beneficios de este tipo de concreto. Toda esta información nos invita a pensar que los concretos ligeros son una oportunidad en la industria de la Construcción, para aprovechar sus ventajas y a solucionar problemas que se puedan presentar, todo esto enfocado a reducir el costo de la construcción.



**Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligeró Estructural.**



En general para dar una conclusión completa de toda la información, especificaciones y usos de este material, es necesario recalcar que este presenta ventajas sobre el concreto convencional en ciertos elementos que permiten la aplicación de nuevos procesos constructivos y nuevos material, pero es necesario continuar con el desarrollo de nuevas tecnologías para poder ampliar el campo de aplicación ya que como se pudo leer en el artículo presentado por la Pontificia Universidad Católica de Chile en colaboración con el Georgia Institute of Technology, EE.UU aún no se cuenta con la certeza de sustituir al concreto reforzado convencional por este nuevo concreto ligero estructural, en prácticas de fabricación de elementos estructurales de mayor demanda como las trabes AASHTO, así que aún quedan estudios y pruebas por realizar en estos nuevos materiales pero, en el campo de la construcción es cada vez más aceptado como una alternativa para el ahorro de cargas muertas, costos y tiempo de ejecución y es así como llegó a la conclusión final que este concreto ligero estructural es un material el cual se debe considerar al momento de la planeación, diseño y construcción de proyectos en nuestro país para obtener todos los benéficos anteriormente enunciados en esta investigación y lograr proyectos de mejor calidad para el cliente y los usuarios finales de las estructura proyectadas.



Universidad Nacional Autónoma de México.
Investigación en Materiales de la Construcción.
Concreto Ligero Estructural.



Bibliografía.

- “Diseño y Control de mezclas de concreto” de Steven H. Kosmatka y William C. Panarese.
- “Memorias 2008 congreso nacional de administración y tecnología para la arquitectura, ingeniería y diseño. Nuevas tecnologías en concretos: concreto celular - concreto reforzado con fibra - concreto ligero estructural” Mtro. Alejandro Cervantes Abarca.
- “Hormigón liviano de alto desempeño - una comparación entre pérdidas de pretensado reales y estimadas por los códigos de diseño”. Mauricio López y Lawrence F. Kahn
- “El “Creep” en el concreto: Factores que influyen en su desarrollo.” E. Vidaud, septiembre 2012 Construcción y Tecnología en concreto