

SOLUCIONES DE INGENIERÍA ESPECIALIZADA PARA ESTRUCTURAS





02/03

**Descubra el  
verdadero potencial  
de su estructura**  
...mientras cimenta  
la confianza



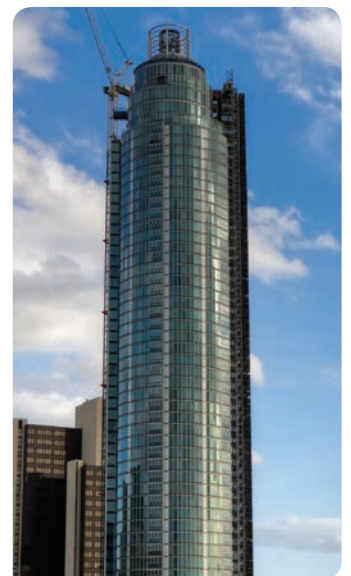
# SOLUCIONES DE DISEÑO

---

CCL brinda el servicio completo de diseño para sus aplicaciones de concreto postensado. El equipo de diseñadores de CCL cuenta con la experiencia y conocimientos necesarios, obtenidos a partir de proyectos realizados en todo el mundo, para ofrecerle un diseño efectivo y rápido. Empleamos lo último en software de diseño, el cual actualizamos de manera constante, para reflejar las normas internacionales de construcción más recientes.

Los especialistas de CCL brindan soporte a los ingenieros estructurales para ayudarlos a determinar la opción más apropiada y satisfacer los requerimientos para cada proyecto en específico, desde el diseño inicial aportando ingeniería de valor. CCL puede proveer esquemas detallados con suficiente información para efectos de presupuesto. Al encargarse de la ejecución, el equipo especializado de diseñadores de nuestra empresa desarrollará el diseño final y proporcionará los planos para la construcción.

“El equipo de diseñadores de CCL cuenta con la experiencia y conocimientos necesarios, obtenidos a partir de proyectos realizados en todo el mundo, para ofrecerle un diseño efectivo y rápido.”

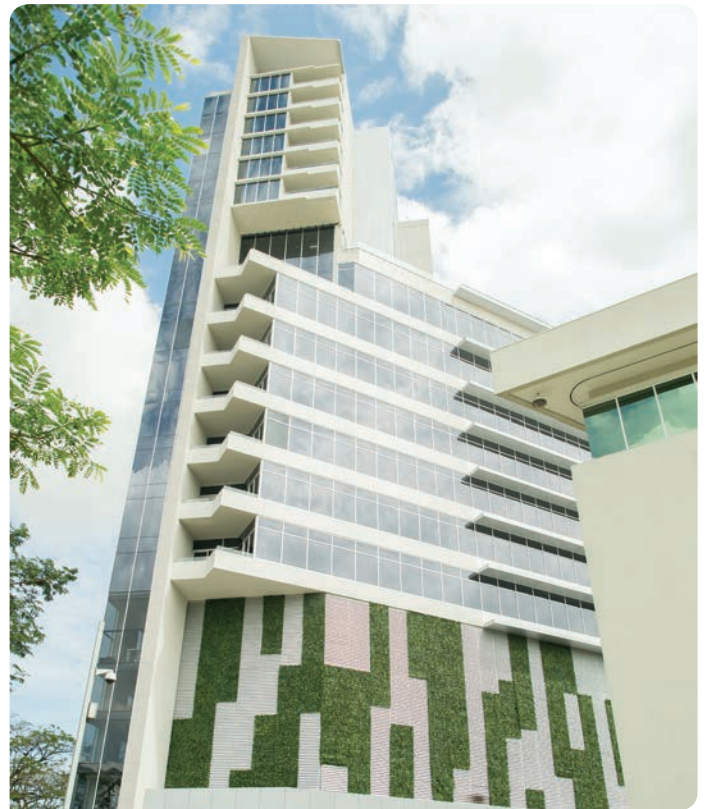


## SOLUCIONES INTELIGENTES

---

Las Losas Postensadas de CCL constituyen un desarrollo continuo a través de la participación en estructuras de edificación en todo el mundo. Los sistemas de CCL presentan soluciones innovadoras para resolver algunas de las restricciones más comunes que tanto arquitectos como ingenieros y contratistas afrontan con regularidad.

- Espacios abiertos con grandes luces sin la restricción de tener muchas columnas
- Losas planas sin elementos peraltados, para facilitar la distribución de muros y servicios
- Losas delgadas que aumentan el espacio libre de piso a cielo raso o que reducen la altura total del edificio
- Mayor libertad arquitectónica para el diseño de las formas de las losas y el posicionamiento de las columnas
- Losas con menor cantidad o carencia de juntas de expansión
- Losas con refuerzo reducido, de instalación sencilla y con la menor cantidad de concreto
- Armado del encofrado más rápido, lo que permite un despliegue más veloz



# BENEFICIOS VERDADEROS

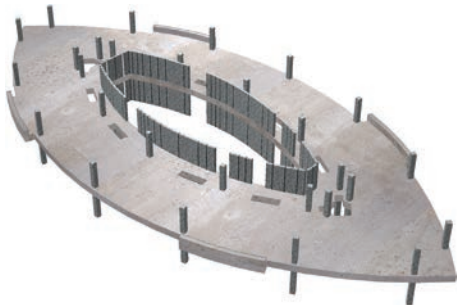
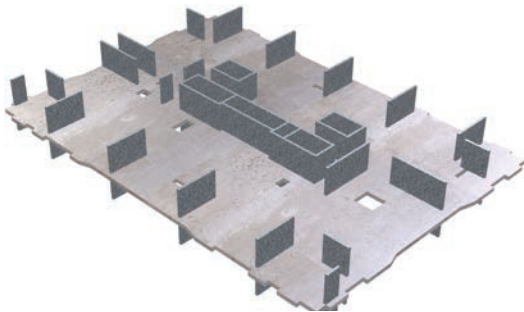
Las Losas Postensadas de CCL constituyen la opción favorita para arquitectos, contratistas e ingenieros de todo el mundo. El uso inteligente de la tecnología del postensado que hacen los expertos ingenieros de CCL se traduce en soluciones a la medida que satisfacen cada situación particular.

## INTELIGENCIA ARQUITECTÓNICA

Las Losas Postensadas de CCL son capaces de aportar una libertad extraordinaria sobre los métodos convencionales de construcción. Un diseño de losas más fuerte y eficaz permite obtener luces de mayor tamaño y reducir la necesidad de colocar columnas dentro de la estructura.

## OPORTUNIDADES COMERCIALES

El postensado de CCL es sinónimo de losas más delgadas, se traduce en un valioso ahorro en altura de un piso pudiendo lograr pisos adicionales. Esta ventaja crea más espacio rentable mientras el edificio conserva la altura total originalmente establecida.



## FUNDAMENTOS SUSTENTABLES

Una losa postensada diseñada por CCL contiene menos concreto (entre un 20% y un 30%), menos reforzamiento y procesos menos complicados para la instalación de la misma que las losas reforzadas convencionales de concreto.

## SEGURIDAD ESTRUCTURAL

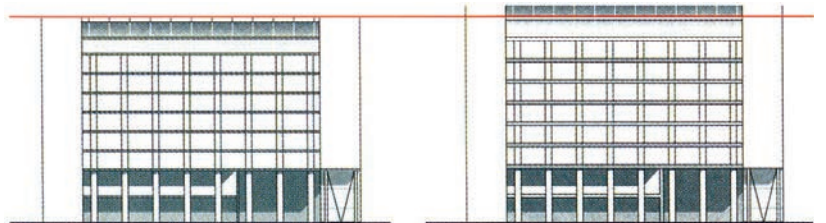
Las Losas Postensadas de CCL presentan menos agrietamiento lo cual aumenta su durabilidad y, por lo tanto, los costos de mantenimiento se reducen. Es posible controlar la deflexión mediante la variación del postensado a fin de equilibrar cualquier porción de carga aplicada inmediatamente después del tensado.

## MAYOR POPULARIDAD

El crecimiento en el uso Las Losas Postensadas de CCL en todo el mundo sigue en aumento, gracias a los enormes beneficios que brindan tanto a desarrolladores como a arquitectos, ingenieros, contratistas y usuarios finales.

## PLANIFICACIÓN ANTICIPADA

A fin de obtener el máximo beneficio a partir de Las Losas Postensadas de CCL, se recomienda incorporarlas a la estructura en las primeras etapas de planificación.





## ALCANZANDO LAS POSIBILIDADES

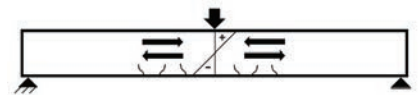
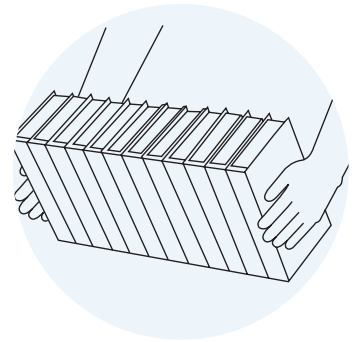
El postensado provee una manera de mejorar la debilidad natural del concreto que es la tensión y de aprovechar mejor su resistencia a la compresión.

Este principio se puede observar fácilmente al sostener varios libros juntos presionándolos de ambos lados. Al recibir tanta presión, toda la fila de libros gana la rigidez y resistencia suficientes como para lograr integridad.

En las estructuras de concreto, este fenómeno se logra al colocar tendones o cables de tensión de acero en el elemento antes de efectuar el vaciado. Cuando el concreto alcanza la resistencia deseada, se utilizan gatos hidráulicos para tensar los tendones. Estos se quedan fijados en tensión utilizando sistemas de anclaje y sujeción especialmente diseñados en cada extremo del tendón.

Esto aportará compresión en el borde de los miembros estructurales, lo que aumenta la resistencia del concreto para resistir esfuerzos de tensión.

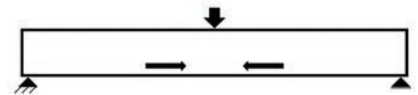
Si los tendones están curvados de la manera apropiada según un perfil determinado, además de ejercer compresión en el perímetro, van a ejercer un beneficioso conjunto de fuerzas hacia arriba (fuerzas de equilibrio de carga) lo cual compensa las cargas aplicadas y alivia en parte la estructura de los efectos de la gravedad.



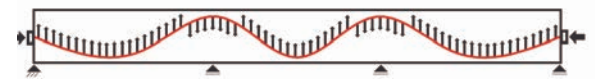
La tensión ejercida en el concreto produce agrietamiento



En el caso del concreto reforzado, la armadura en malla es la que resiste la tensión



En el caso del concreto postensado, la precompresión resiste la tensión



Efectos de tendón de postensado curvado



# TIPOS DE LOSAS

Los sistemas de losas postensadas de CCL se integran a cualquier tipo de losa/ya sea plana, nervada, o bidireccional, y con el objeto de producir la mejor configuración, la losa puede incluir capiteles o vigas de banda.



Losa maciza



Losa maciza c/abacos



Losa maciza c/capiteles



Losa maciza c/bandas



Losa bidireccional c/capiteles macizos



Losa bidireccional c/vigas



Losa nervada



Losa maciza c/viga angosta

## SISTEMAS DE POSTENSADO

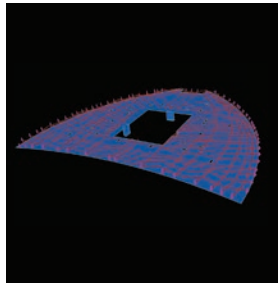
CCL proporciona sistemas de postensado adheridos y no adheridos. Es posible utilizar ambos sistemas de manera independiente o en combinación para conseguir la solución de diseño más apropiada. La elección de un sistema depende de los requisitos específicos de cada proyecto particular. Nuestros especialistas de CCL están a disposición para analizar la solución más apropiada para cada situación particular.

## PUESTA EN PRÁCTICA

Durante el proceso de construcción, CCL suministra todos los materiales necesarios para los tendones de postensado mientras supervisa o lleva a cabo las tareas de instalación, según sea necesario. Después del vaciado, nuestro equipo de especialistas de obra es capaz de realizar tareas de tensado e inyección de lechada a fin de completar su proyecto de construcción.

# DISEÑO ESTRUCTURAL

Los tendones de postensado en la losa son virtualmente reemplazados por el conjunto de fuerzas que en ella ejercen: la compresión en todo el perímetro de la losa, las fuerzas hacia arriba en el centro de luz, y hacia abajo sobre los soportes.



Perspectiva de tendón en 3d



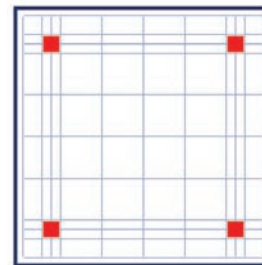
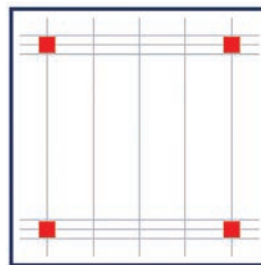
Modelo de elemento finito



Distribución de esfuerzos

Se pueden utilizar varios métodos elásticos de análisis para determinar las tensiones en las losas bajo cargas gravitacionales y otras acciones de postensado equivalentes, tales como el Método de pórtico equivalente (EFM) y el Método de elementos finitos (FEM). Las tensiones y deformaciones resultantes del análisis elástico se verifican según el Estado Límite de Servicio (SLS) y se las compara con valores admisibles impuestos por las normas de diseño.

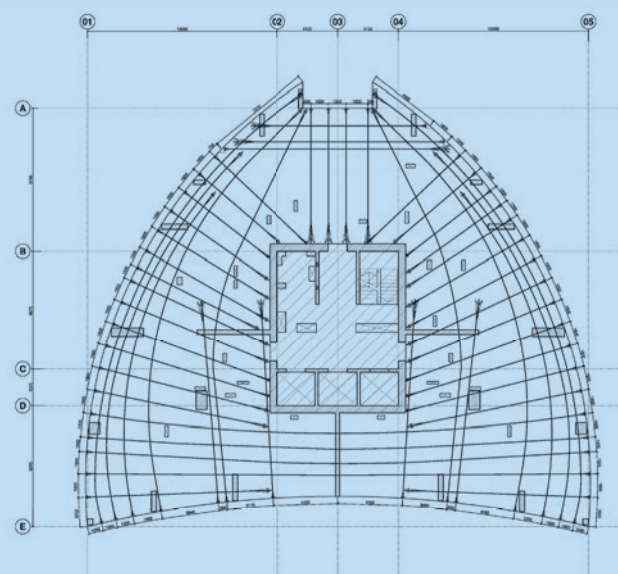
## DISTRIBUCIONES TÍPICAS DE TENDONES



Podemos proveer otras distribuciones, dependiendo de los factores de construcción y requisitos de códigos específicos.

Las secciones críticas se someten a inspección según Estado Límite Último (ULS), y donde se detecte una falta de resistencia, se compensará mediante un reforzamiento adicional localizado. Se comprueba el punzonamiento y, si la resistencia correspondiente es insuficiente, se aplica reforzamiento adicional, conectores de cortante o se aumenta el espesor del concreto (capiteles).

Una vez que el análisis se complete de manera satisfactoria, se llevará a cabo el detallado de la estructura para mostrar la distribución y dimensiones de la losa, los perfiles y la distribución de los tendones, detalles del reforzamiento común, las fuerzas ejercidas por los gatos y la elongación correspondiente en los tendones debido a la tensión.

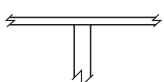
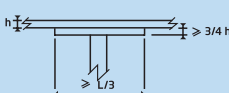
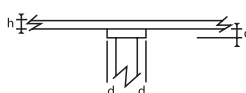
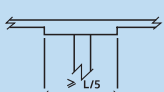
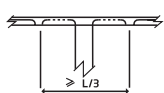
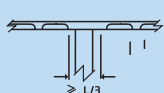
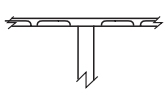
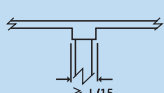


DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LOS TENDONES



# RELACIONES TÍPICAS ENTRE LUCES Y ESPESOR

La tabla que presentamos en continuación muestra las proporciones entre luz/espesor para varios tipos de sección de losas de luces múltiples. Puede utilizar la tabla para determinar el espesor necesario de la losa para determinadas cargas y luces.

Tipo de Sección	Carga Total (kN/m <sup>2</sup> )	Luz/Espesor para $6m \leq L \leq 13m^*$	
1. Maciza 	2,5 5,0 10,0	40 36 30	
2. Losa maciza c/abacos 	2,5 5,0 10,0	44 40 35	
3. Losa maciza c/capiteles 	2,5 5,0 10,0	40 36 30	
4. Losa plana con banda 	2,5 5,0 10,0	Losa 45 40 35	Viga 25 22 18
5. Losa bidireccional c/viga de banda 	2,5 5,0 10,0	28 26 23	
6. Losas nervadas con paneles sólidos 	2,5 5,0 10,0	28 26 23	
7. Losa nervada 	2,5 5,0 10,0	30 27 24	
8. Losa maciza c/viga angosta 	2,5 5,0 10,0	Losa 42 38 34	Viga 18 16 13

\* También podemos proveer tamaños de luces distintos de los que aparecen en este rango. Comuníquese con CCL para obtener más información. La tabla de arriba está basada en la información contenida en el Informe técnico N° 43 'Pisos de concreto postensado'.

## SISTEMAS NO ADHERIDOS DE UN SOLO CABLE

El sistema de tendón simple no adherido de CCL se instala con rapidez; los tendones se deforman para evitar aberturas y prevenir formas irregulares de las losas. El sistema experimenta una pérdida minimizada por fricción y un aumento de la excentricidad. No requiere inyección de lechada.

Los cables de baja relajación PC 7 de 13 ó 15 mm de diámetro están revestidos con una capa permanente de grasa anticorrosiva y forrados en polietileno de alta densidad (HDPE), extrudido de manera continua en toda la extensión del cable para formar un tendón de un solo cable.

Los tendones se colocan en la losa siguiendo perfiles específicos, antes de realizar el vertido del concreto.

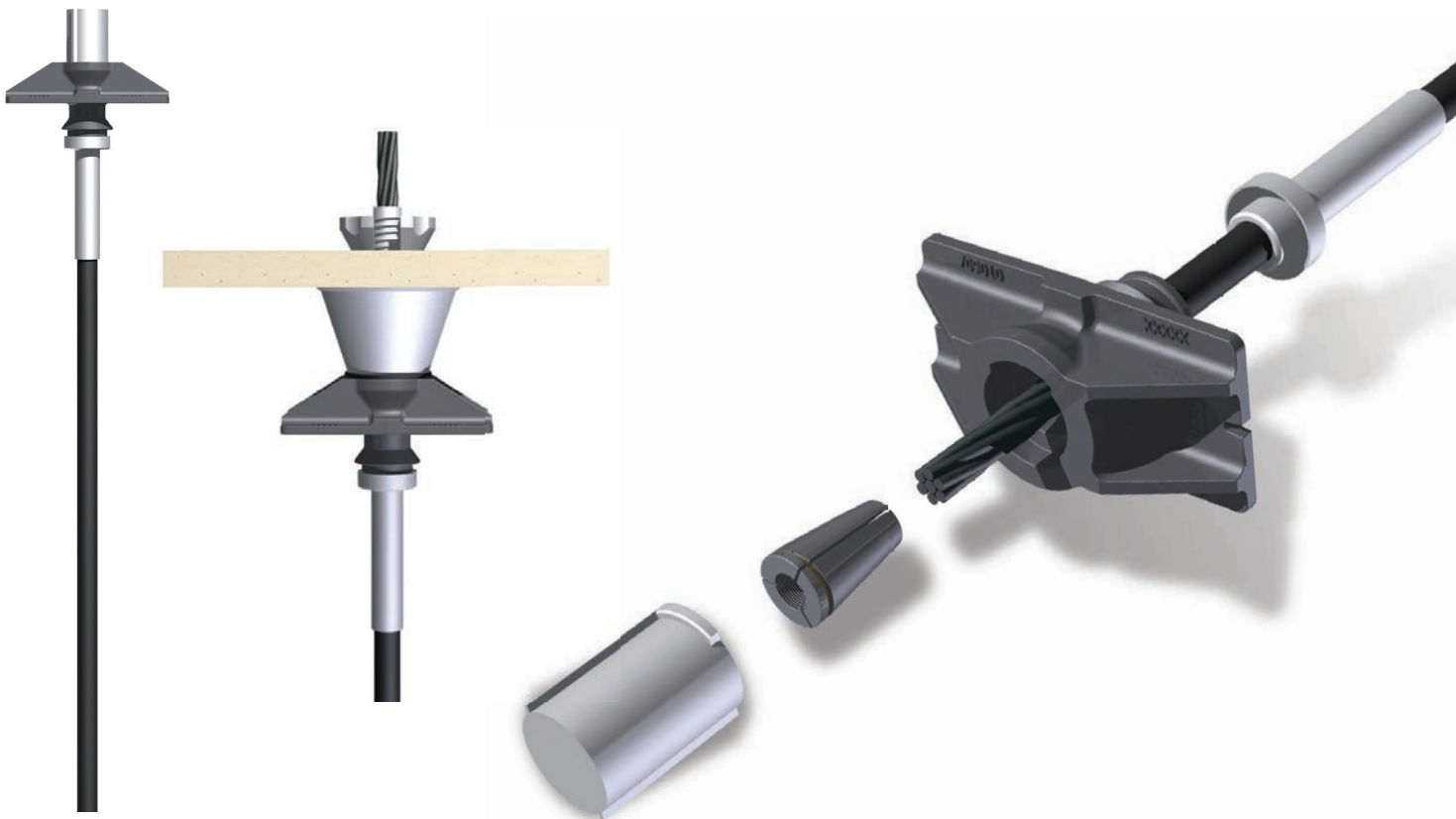
La grasa reduce la fricción y el revestimiento plástico permite el movimiento libre relativo del cable respecto al concreto que lo rodea durante la acción de tensado. Tanto la grasa como el revestimiento plástico proveen protección anticorrosiva a largo plazo para el cable de acero.

Los cables se sujetan por ambos lados de manera individual a los anclajes no adheridos los que van embebidos al concreto para transmitir la compresión a la losa tras el tensado.

Las piezas de sujeción plásticas reutilizables facilitan la fijación de los sistemas de anclaje del extremo vivo al encofrado lateral. Los formadores de cavidades proveen acceso para tensar desde el borde de la losa.

El tensado se efectúa mediante el uso de gatos hidráulicos especiales de CCL.

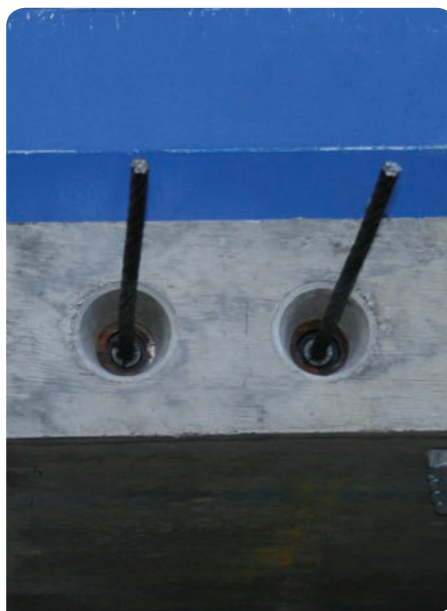
Se colocan tapas plásticas llenas de grasa anticorrosiva que sirven para sellar el extremo del cable después del tensado y recortado.





# INSTALACIÓN DE SISTEMAS NO ADHERIDOS

- Los cables revestidos de grasa y cobertura plástica se cortan conforme a la extensión necesaria y se sujetan con anclajes del extremo muerto, donde corresponda
- Se coloca el encofrado de la losa
- Se marcan las posiciones de los anclajes del extremo vivo sobre el encofrado lateral
- Se fijan los anclajes del extremo vivo al encofrado lateral
- Se fija la capa inferior del reforzamiento (donde corresponda)
- Se realiza el trazado de los tendones y se verifica con el perfil de diseño correcto
- Se fija el reforzamiento superior sobre los soportes
- Se realiza el vertido del concreto y se lo somete a un cuidadoso vibrado para no dañar los tendones
- Se remueve el encofrado lateral para preparar el tensado
- Se instalan las cuñas, y se marcan los extremos de los cables para medir la elongación
- Se confirma la resistencia del concreto con la rotura de las probetas de concreto.
- Se ensambla el equipo de tensado calibrado de CCL y se configura según la fuerza necesaria
- Los especialistas capacitados de CCL tensan los tendones de acuerdo con la secuencia de tensado necesaria y verifican la elongación de los mismos
- Se cortan las colas de los tendones con cortadora de disco o sierras para cables especiales de CCL
- Se procede a desencofrar
- Se cubren los extremos de los tendones con capas plásticas y se sellan las cavidades con mortero de contracción



## SISTEMAS ADHERIDOS DE LOSAS PLANAS DE MÚLTIPLES CABLES

Los sistemas adheridos de CCL incorporan grupos de dos, tres, cuatro, cinco o seis cables contenidos en un tendón dentro de un ducto plano sujetado a cada extremo por los anclajes planos de CCL. Esto permite la colocación de los tendones cerca de la superficie a fin de obtener la mayor excentricidad en la losa.

Los tendones se colocan en la losa siguiendo perfiles específicos antes de realizar el vertido del concreto. Los ductos son los que permiten el movimiento libre relativo del cable respecto del concreto que lo rodea durante la acción de tensado.



Después de quedar fijos los cables en el anclaje mediante una cuña, se los tensa de manera individual empleando gatos hidráulicos especiales de CCL.

Los ductos se inyectan con lechada de cemento para adherir completamente los cables al concreto a través de la pared del ducto en toda la extensión del tendón.

La lechada de cemento crea un entorno alcalino alrededor del acero para generar una protección permanente anticorrosiva.

En un extremo los cables son sujetos por medio del anclaje plano CCL, mientras en el otro pueden dejarse expuestos y embebidos en el concreto en una longitud suficiente para asegurar su anclaje por adherencia.

El sistema adherido de CCL requiere una reducida cantidad de refuerzo común, ya que la adherencia permite que los cables alcancen mayor esfuerzo en el estado límite último.





# INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHERIDOS

- Se coloca el encofrado de la losa
- Se marcan las posiciones de anclaje del extremo vivo al encofrado lateral
- Se fijan los anclajes del extremo vivo al encofrado lateral
- Se fija la capa inferior del reforzamiento (donde corresponda)
- Se distribuyen los ductos conectando y sellando extensiones de ductos estándar
- Se pasa la cantidad correcta de cables a través de los ductos y se los corta según el largo deseado; se forman extremos muertos adheridos donde sea necesario
- Se crean perforaciones para la lechada de concreto y se establecen los ductos en posición según el perfil de diseño correcto
- Se fija el reforzamiento superior sobre soportes (donde corresponda)
- Se realiza el vertido del concreto y se lo somete a un cuidadoso vibrado para no dañar los tendones
- Se remueve el encofrado lateral para preparar el tensado
- Se pasan cabezas de anclaje y cuñas por el extremo del tendón
- Se marcan las colas de los tendones para medir la elongación
- Se confirma la resistencia del concreto con la rotura de las probetas de concreto
- Se ensambla el equipo de tensado calibrado de CCL y se configura según la fuerza necesaria
- Los especialistas capacitados de CCL tensan los tendones de acuerdo con la secuencia de tensado necesaria y verifican la elongación de los mismos
- Se cortan los extremos de los tendones y se sellan las cavidades con mortero o lechada de no contracción
- Se desencofra
- Se prueban los tendones en el aire
- Los especialistas capacitados de CCL usan bombas y mezcladoras de lechada de cemento aprobadas por CCL para sellar los tendones





## CALIDAD GLOBAL

CCL opera a nivel mundial, con una red de empresas hermanas y socias que garantizan la proximidad a los proyectos en cada rincón del mundo. Nuestra combinación de independencia, especialización, atención al detalle, integridad y calidad de servicios hace de CCL la elección preferida para los proyectos que realmente importan.

CCL es una empresa registrada con Norma ISO que opera según un estricto sistema de gestión de calidad de conformidad con ISO 9001. Los sistemas de anclaje de alto rendimiento de nuestra empresa están diseñados, fabricados y probados para no sólo cumplir, sino superar los requisitos europeos más actuales de ETAG 013 y AASHTO.







## Oficinas regionales:

### América

8296 Sherwick Court,  
Jessup, MD 20794,  
United States

**T:** +1 (301) 490 8427

**E:** [cclus@cclint.com](mailto:cclus@cclint.com)

### Europa

Unit 8, Millennium Drive,  
Leeds, LS11 5BP,  
Reino Unido

**T:** +44 (0) 113 270 1221

**E:** [cclgb@cclint.com](mailto:cclgb@cclint.com)

### El Golfo

Detroit House Building, Flat No. 201,  
Motorcity, Dubai,  
United Arab Emirates

**T:** +971 (4) 454 2342

**E:** [cclgulf@cclint.com](mailto:cclgulf@cclint.com)

**F:** +971 (4) 454 2343

### MENA/África

Derviche Haddad Building,  
Zouk Mosbeh, Beirut,  
Lebanon

**T:** +961 (9) 22 60 44

**E:** [cclme@cclint.com](mailto:cclme@cclint.com)

**F:** +961 (9) 22 60 77



Las especificaciones, la información y el desempeño de los productos manufacturados por parte de CCL y exhibidos en esta publicación son presentados en buena fe y considerados correctos. Los detalles pueden cambiar sin previa notificación. CCL no se hace responsable y no garantiza que la información suministrada sea completa y precisa. La información es suministrada bajo la condición que las personas que la reciben harán sus propias determinaciones sobre la idoneidad de la misma para los propósitos requeridos previo a su uso. En ningún caso CCL será responsable por los daños de cualquier índole resultados de uso de, o basándose en la información contenida en este documento. CCL no se responsabiliza por cualquier error y omisión dentro del documento.

CCL.06/2016