



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ESTRUCTURAS  
PREFABRICADAS DE CONCRETO**

**T E S I S**  
**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
**P R E S E N T A:**  
**RODRIGO ARGÜELLES MARTÍNEZ**



**FES Aragón**

**ASESOR: ING. ROBERTO GUILLAUMÉ LÓPEZ**

**ESTADO DE MÉXICO**

**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULÓ I ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
OBJETIVO.....	7
I.ANTECEDENTES.....	8
I.1 PROBLEMÁTICA.....	8
I.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	10
I.3 DATOS GENERALES.....	14
<b>CAPITULO II.-UTILIZACIÓN DE SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO.....</b>	<b>16</b>
OBJETIVO.....	17
II. UTILIZACIÓN DE SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO.....	18
II.1 CARACTERÍSTICAS.....	20
II.2 PRESFUERZO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	21
II.3 CONEXIONES.....	23
II.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	25
II.5 ASPECTOS FAVORABLES EN EL COSTO.....	26
II.6 CONTROL DE CALIDAD.....	27
II.7 FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE.....	28
II.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL VEB.....	32
<b>CAPITULO III.-APLICACIÓN EN UN CASO REAL (VIADUCTO ELEVADO BICENTENARIO DEL ESTADO DE MÉXICO TRAMO II).....</b>	<b>34</b>
OBJETIVO.....	35
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	36
III.1 PRELIMINARES.....	36
III.2 CIMENTACIÓN.....	38
III.3 MONTAJE DE ZAPATA-COLUMNA.....	45
III.4 MONTAJE DE TRABES.....	50
III.5 MONTAJE DE CABEZALES.....	62
III.6 UNIÓN TRABE-TABLETAS.....	64
III.7 COLADO DEL FIRME DE COMPRESIÓN .....	68
III.8 MONTAJE DE PARAPETO Y BARANDAL.....	69
III.9 CARPETA ASFÁLTICA.....	76
III.10 DETALLES COMPLEMENTARIOS.....	77
<b>CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	



# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las necesidades de construir con rapidez, calidad y economía que demanda la industria de la construcción, se han incrementado en las áreas de infraestructura vial, como se ha observado en los últimos años el auge de Vías de Comunicación, han originado una revolución en la manera de construir, logrando emplear nuevas técnicas en los procesos constructivos y en las formas de emplear los recursos existentes.

Debido a que ya presentan graves déficits en su capacidad de tránsito y en el acceso controlado las vías rápidas de mayor importancia que se han convertido en vías lentas. ya que la velocidad promedio de vialidades importantes en las horas de demanda máxima (horas pico) van de los 6 km/h a los 13 km/h. Los volúmenes de viajes y del incremento sustantivo de automóviles que crece al 6% anual por las facilidades de crédito, las vialidades primarias son duramente afectadas por el crecimiento demográfico de las ciudades el cual México es un ejemplo claro de lo anterior y que es motivo suficiente por el cual se han tenido que buscar nuevas alternativas en infraestructura vial, con procesos constructivos los cuales no afecten a la población, aceleren el tiempo de ejecución y tengan un mejor control de calidad sin que se vea afectado el factor económico

Sin duda alguna los sistemas prefabricados de concreto son una alternativa que cumple ante las demandas mencionadas ya que los beneficios y mejoras que ofrecen son una realidad, y que se han visto reflejados en países que han puesto en marcha su utilización como un sistema viable.



Por lo anterior, este trabajo de tesis pretende proporcionar una orientación y ampliar el conocimiento para que el estudiante de ingeniería tenga otras opciones y fuentes de información básicas sobre los sistemas constructivos basados en elementos prefabricados, que pueden ser aplicables de forma óptima a sus proyectos. Mostrando a través del proceso constructivo del VEB las bondades y ventajas en las soluciones arquitectónicas y estructurales para dar solución a uno de los grandes problemas que acongoja a la población de la ciudad de México.

Tomando en cuenta que la utilización y aceptación de este sistema en otros países como “un sistema optimo ya que tienen la potencialidad de operar con niveles inferiores de costos, con menor tiempo de ejecución y un mejor control de calidad”.

En muchos aspectos, las actividades productivas han tenido mundialmente cambios importantes, producto de las tendencias inevitables de la modernización en donde la industria de la construcción se ha tratado de optimizar en cuestiones de tiempo, calidad y economía, por lo que no es de extrañarse que en busca de proceso constructivos que aporten una mejora significativa en obras tan importantes como el VEB, la industria de prefabricados se haya convertido en una opción muy atractiva en la actualidad, ya que en toda actividad productiva, el control de calidad y la duración del proceso son factores relevantes para obtener un producto aceptable.



# I. ANTECEDENTES



## **OBJETIVO**

Este presente capítulo tiene la finalidad de dar a conocer los antecedentes más relevantes y significativos que dieron paso a la construcción del Viaducto Elevado Bicentenario del estado de México, que tiene la finalidad de dar solución al tránsito vehicular en una de las vías con mayor carga en periférico norte.





## CAPITULO I.- ANTECEDENTES

### I.1 PROBLEMÁTICA

Hacer construcciones rápidas, sólidas, bellas y económicas, es el sueño que durante mucho tiempo ha desvelado a ingenieros, diseñadores e inversionistas de todo el mundo debido a las diferentes y crecientes demandas de la sociedad y el continuo crecimiento poblacional, los que requieren de viviendas, vías de comunicación y servicios públicos dentro de las necesidades más esenciales.

En particular, las vías de comunicación son de gran importancia para la sociedad, ya que necesitan de trasladarse en todo momento a sus trabajos, escuelas, hospitales, hogares por mencionar algunos. Lo anterior se vuelve caótico debido al problema que tienen las grandes ciudades la cual México no es la excepción ya que alberga a más de 19 millones de habitantes que diariamente se trasladan a sus deberes particulares causando uno de los grandes dolores de cabeza “el congestionamiento vial” el cual es posible apreciar sin ninguna dificultad en distintos puntos de nuestra ciudad en horas pico, ya que se ha vuelto costumbre observar como los principales ejes y vías rápidas se convierten en un estacionamiento urbano a vuelta de rueda.

Tal es el caso y razón principal para el desarrollo de este trabajo, el problema que se localiza al norponiente del D.F y la zona conurbada del estado de México, en periférico norte Boulevard Manuel Ávila Camacho una vía de gran importancia la cual en sus orígenes tuvo un auge favorable



debido a que cumplió su cometido principal, al brindar un mejor acceso a la ciudad en su momento.

El cual hoy en día se ha visto rebasada e insuficiente ante la gran cantidad de vehículos que diariamente la transitan provenientes de la zona metropolitana al norte de la ciudad produciendo incrementos en los tiempos de viaje, consumo excesivo de combustible, trayendo consigo una serie de efectos negativos:

- Perdida del tiempo de los automovilistas y pasajeros (coste de oportunidad). Como una actividad no productiva.
- Retrasos, lo cual puede resultar en la hora atrasada de llegada para el empleo, las reuniones, y la educación, lo que al final resulta en pérdida de negocio, medidas disciplinarias u otras pérdidas personales.
- Desperdicio de combustible, aumenta la contaminación en el aire y las emisiones de dióxido de carbono (que puede contribuir al calentamiento global), debido al aumento de ralentización, aceleración y frenado. Aumento del uso de combustibles, en teoría, también puede causar un aumento de los costes de combustible.
- El desgaste de los vehículos como consecuencia de la ralentización en el tráfico y la frecuencia de aceleración y frenado, lo que hace más frecuentes que se produzca reparaciones y reemplazos.
- Automovilistas frustrados, el fomento de la ira de carretera y la reducción de la salud de los automovilistas.



## I.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### VIADUCTO ELEVADO BICENTENARIO DEL ESTADO DE MEXICO

EL Viaducto elevado Bicentenario del estado de México es una obra de gran importancia en infraestructura vial con la finalidad de solucionar el tránsito vehicular que muestra en cierta manera la tecnología e innovación en su construcción con los sistemas de estructuras prefabricadas que son de gran utilidad para solucionar grandes claros, y tienen las cualidades prioritarias para este tipo de obras. En proyectos como este que requieren de resultados calificados en tiempos y espacios reducidos, que deben resolverse con simplicidad de operación y costo.

La empresa española OHL Concesiones es una de las mayores inversionistas en el mercado internacional de infraestructuras, lo que la sitúa entre las diez primeras empresas en el ranking mundial. Por ser uno de los grupos líderes de construcción, concesiones y servicios de España. Fue constituida en 2000 para desarrollar todo tipo de infraestructuras en cualquier lugar del mundo, mediante el sistema de concesiones.

La cual es la encargada de la construcción, explotación, conservación y mantenimiento de la nueva vía por un máximo de 30 años al haber ganado el concurso por presentar un proyecto con las soluciones más favorables que demanda este tipo de construcción, con un sistema constructivo que difiere a lo que se ha venido utilizado tradicionalmente ya que la construcción del viaducto es altamente prefabricado.

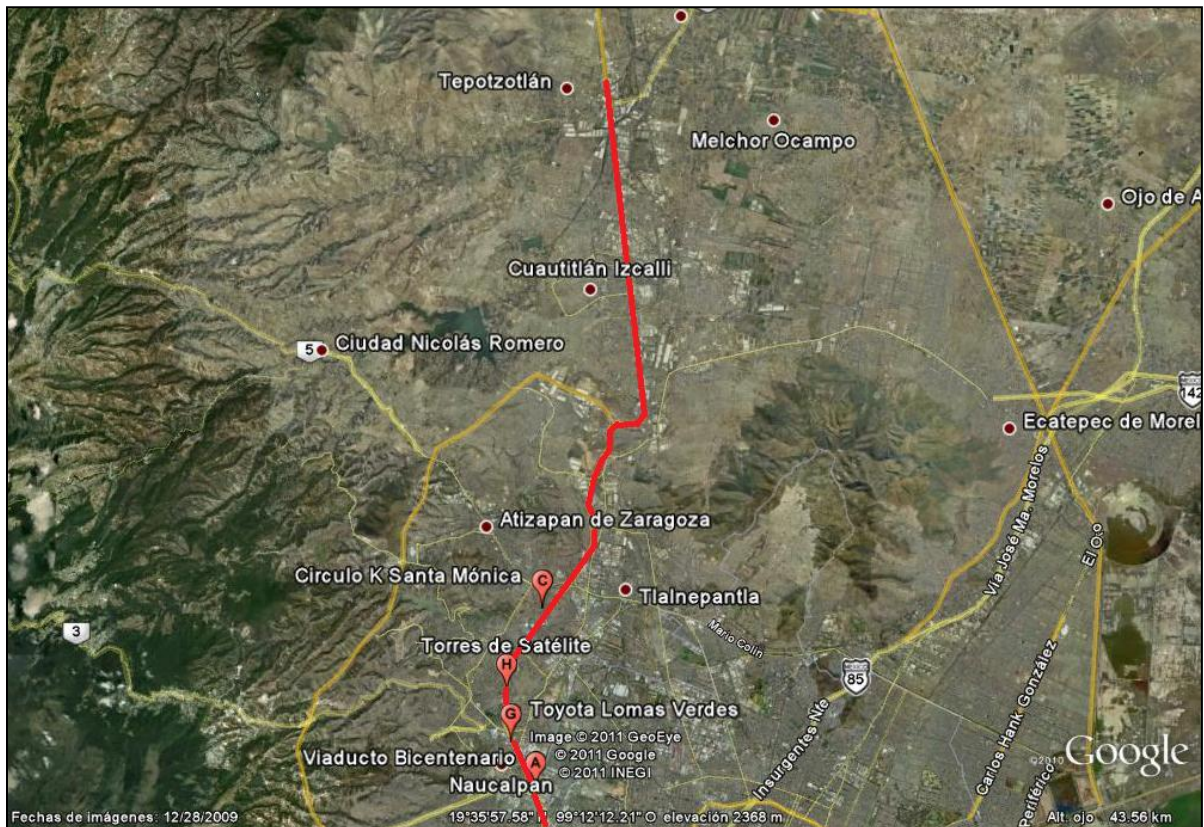
En términos generales el VEB es una vialidad elevada que tiene como objetivo principal hacer eficiente la circulación del tránsito vehicular en uno de los puntos con mayor carga, situado sobre el periférico norte Boulevard Manuel Ávila Camacho que va desde cuatro caminos hasta Tepoztlán en el estado de México, el cual el tiempo en hacer este recorrido era de 2 horas, ahora con esta obra será de 30 minutos, lo cual refleja un ahorro considerable de combustible tiempo, y disminución de problemas ambientales lo que en términos generales se traduce a una mejor calidad de vida.



PERIFERICO NORTE A LA ALTURA DE LAS TORRES DE SATELITE

formara parte importante de una red de autopistas de alta tecnología y tiene como objetivo comunicar varias zonas del norte de la ciudad de México con la zona central del periférico, el cual atraviesa los municipios de Naucalpan de Juárez, Tlanepantla, Tultitlan, Cuautitlan Izcalli.

El cual tendrá una longitud de 32 kilómetros que beneficiaran a más de 9 millones de personas y contará con 13 distribuidores a lo largo del recorrido que permitirán abandonar la vialidad donde te sea más práctico y útil para cada automovilista.



MAPA DONDE SE OBSERVA LO QUE RECORRERÁ EL VIADUCTO



El costo total de la obra asciende a 6 mil 500 millones de pesos. La concesión la cual se le otorga a la empresa española OHL luego de que el proyecto presentado por esta empresa obtuvo una calificación de 70.5, contra 68.6 que obtuvo Promotora de Desarrollo y 40.20 de ICA.

Algo muy importante de señalar es que esta obra es realizada y supervisada por ingenieros mexicanos, destacando la utilización de **elementos prefabricados** hechos por empresas mexicanas como algo novedoso en procesos constructivos en nuestro país en proyectos de gran importancia como lo es el solucionar problemas de congestión vial

El cual contará con el sistema de telepeaje más avanzado de toda Latinoamérica que comprende los sistemas inteligentes de control de tráfico y los sistemas de cobro electrónico totalmente automáticos.



### I.3 DATOS GENERALES

#### El proyecto consiste en tres etapas

Primera etapa: Toreo-Tepalcapa: Un cuerpo de tres carriles de circulación (sentido sur-norte) longitud: 22 Km. (finalizada)

La Etapa I fue dividida en los siguientes 5 tramos:

- **Tramo I.-** Del Toreo de Cuatro Caminos a Lomas Verdes, con una longitud de 4.2 km.
- **Tramo II.-** De Lomas Verdes a Santa Mónica, con una longitud de 5 km.
- **Tramo III.-** De Santa Mónica a Valle Dorado, con una longitud de 3 km.
- **Tramo IV A.-** De Valle Dorado al Lago de Guadalupe.
- **Tramo IV B.-** Del Lago de Guadalupe a Vía López Portillo.
- **Tramo V.-** Del Lago de Guadalupe a Tepalcapa, con una longitud de 3 km

Segunda etapa: Tepalcapa-Toreo: Un cuerpo de tres carriles de circulación (sentido norte-sur) longitud: 22 Km. (en proceso)

Tercera etapa: Tepalcapa-Tepotzotlán: Dos cuerpos de tres carriles de circulación (ambos sentidos) longitud: 10 Km. (en proceso)

Ancho de corona: 12 m.

Tránsito: 30,300 veh/día

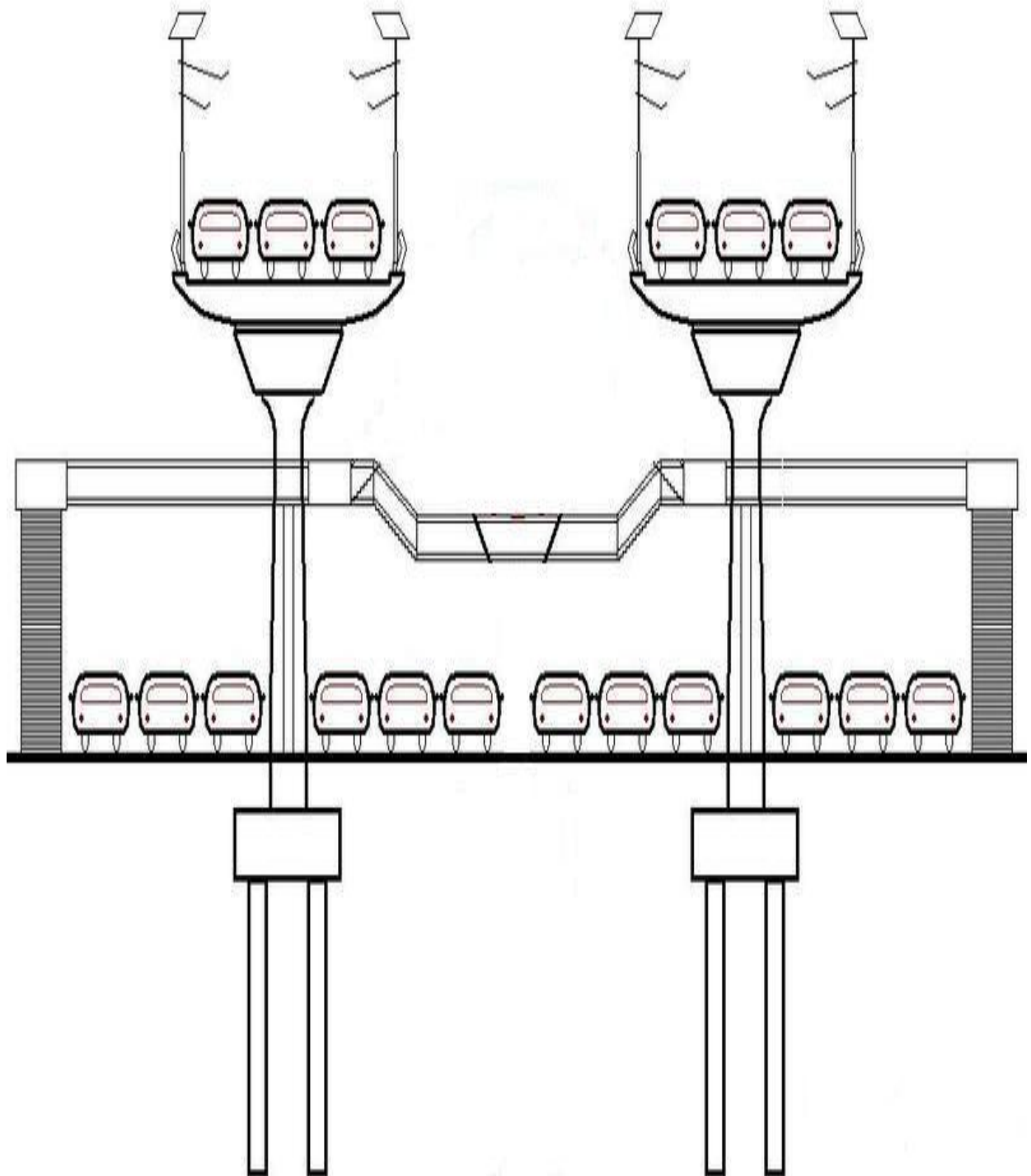
Inversión primera etapa: 6,500 MDP

Emisión de fallo: 21 de mayo de 2008.

Inicio de construcción programada: 1 de septiembre de 2008

Inicio de operación programada: agosto de 2010.

Avance: Se continúa la elaboración del Proyecto Ejecutivo.



Perfil del viaducto elevado bicentenario





## II.-UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO



**OBJETIVO:**

Mostrar que la utilización de los sistemas constructivos de estructuras prefabricadas de concreto son óptimas para la solución de problemas y retos constructivos en infraestructura como el (VEB), señalando las características y ventajas que ofrecen en comparación con los sistemas tradicionales.



## CAPITULO II

### UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO

La construcción del VEB está basada en la utilización de estructuras prefabricadas de concreto al ofrecer mayores ventajas en comparación con los procesos tradicionales.

Ya que hoy en día los sistemas prefabricados de estructuras de concreto incorporan todo tipo de elementos realizados en las fábricas y poseen una gran flexibilidad de ejecución, sin grandes limitaciones de tamaño y con costos adecuados.

Llevando los fundamentos antiguos para dar solución a nuevos retos constructivos. Seguridad, eficiencia estructural, sustentabilidad, ventajas y limitantes.

Así también son los sistemas De Industrialización Y Prefabricación Más Extendidos y deseados, por que sin duda, ofrecen muchísimas posibilidades que no tienen otros materiales ya que la construcción a base de concreto armado es más robusta, más resistente al fuego, con mayor aislamiento acústico, con mayor inercia térmica, más económica, y más ecológica.

En los últimos cinco años se ha generado una transformación radical en el uso y tecnología de elementos prefabricados de concreto, principalmente por la exigencia vertical de las edificaciones y en infraestructura vial.

Por esto hoy en día se puede decir que es un hecho que los métodos constructivos del futuro van a estar basados en la prefabricación ya que entra en un proceso de industrialización con las producciones en serie y viéndose favorecidos con la aparición del prefuerzo.

Su aplicación ha sido creciente en las infraestructuras de países desarrollados como lo son estados unidos, Canadá y la mayoría de países europeos en donde las escalas de producción son mayores y que es el único modo de acelerar masivamente la construcción de las obras.



En el contexto del medio ambiente, para la construcción del VEB a base de estructuras prefabricadas de concreto marca una pauta importante en la reducción de factores o agentes contaminantes: hasta un 45% en el uso de materiales tradicionales, hasta un 30% en el uso de energía eléctrica, un 40% menos residuos de demolición, entre otros factores.

Además de que la iluminación del VEB está basada en energía solar, lo cual lo convierte en una solución auto sustentable y responsable con el medio ambiente.

## II.1 CARACTERÍSTICAS

La elección de los sistemas prefabricados de concreto para la construcción del VEB es la opción ideal para la solución de construcciones de infraestructura vial. Ya que se benefician no solo al reducir sus tiempos y costos, si no también se obtiene una mayor calidad y una eficiencia superior en la estructura.

Ofreciendo:

- ✓ Mayor durabilidad
- ✓ Rapidez de construcción
- ✓ Aislamiento térmico
- ✓ Versatilidad
- ✓ Alta resistencia a flexión y cortante
- ✓ Estética superior
- ✓ Mínimo mantenimiento y flexibilidad en diseño

Además de que se cuenta con tecnología de punta para la fabricación, flete y montaje, por lo que el uso de las estructuras prefabricadas de concreto y que puede verse en diferentes aplicaciones en infraestructura vial como:

- Puentes vehiculares
- Distribuidores viales
- Pasos vehiculares (inferiores y superiores)
- túneles
- Viaductos
- Puentes ferroviarios
- Puentes y Pasos peatonales

## II.2 PRESFUERZO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para este sistema constructivo es necesaria la aplicación del “presfuerzo” en los elementos. El cual significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en un elemento estructural, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia.

Gracias a la combinación del concreto y el acero de presfuerzo es posible producir, en un elemento estructural, esfuerzos y deformaciones que contrarresten total o parcialmente a los producidos por las cargas gravitacionales que actúan en el elemento, lográndose así diseños más eficientes de los elementos.

Existen dos métodos principales en la aplicación de la fuerza de presfuerzo a los elementos prefabricados, el Pretensado y Postensado.

### PRETENSADO

El término pretensado se usa para describir el método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de colar el concreto. Se requiere de moldes o muertos (bloques de concreto enterrados en el suelo) que sean capaces de soportar el total de la fuerza de presfuerzo durante el colado y curado del concreto antes de cortar los tendones y que la fuerza pueda ser transmitida al elemento.



## POSTENSADO

El postensado es el método de presfuerzo que consiste en tensar los tendones y anclarlos en los extremos de los elementos después de que el concreto ha fraguado y alcanzado su resistencia necesaria.

Previamente al colado del concreto, se dejan ductos perfectamente fijos con la trayectoria deseada, lo que permite variar la excentricidad dentro del elemento a lo largo del mismo para lograr las flechas y esfuerzos deseados. Los ductos serán rellenados con mortero o lechada una vez que el acero de presfuerzo haya sido tensado y anclado.

Las funciones primordiales del mortero son las de proteger al presfuerzo de la corrosión y evitar movimientos relativos entre los torones durante cargas dinámicas. En el postensado la acción del presfuerzo se ejerce externamente y los tendones se anclan al concreto con dispositivos mecánicos especiales (anclajes), generalmente colocados en los extremos del tendón.

## II.3 CONEXIONES

El diseño de los detalles de conexión deben ser los apropiados, al ser la operación más importante realizada en la estructura del viaducto. Ya que los detalles pueden afectar la economía de un sistema, así como también su respuesta a las cargas laterales y gravitacionales. Las conexiones utilizadas en la estructura del VEB se encuentran:

1. El refuerzo que sobresale de los elementos precolados se suelda o se traslapa y la junta entre los elementos se cuele con concreto colado en sitio.
2. Se colocan elementos de acero ángulos y placas, por ejemplo en los miembros precolados unidos entre sí con soldadura y con un colado posterior en la unión, rellenando con lechada los huecos.
3. El refuerzo de los elementos-viga pasa a través de ductos de las columnas, rellenándose con lechada.
4. Las columnas tienen huecos en la zona de nudos, para conectar directamente con las trabes.
5. Se usa acero de preesfuerzo postensado para unir los elementos-viga con las columnas.



En lo referente a la industria de la prefabricación existen gran cantidad de conexiones trabe-columna clasificadas en dos grupos básicos.

- Conexiones para soportar cargas gravitacionales.
- Conexiones para soportar acciones sísmicas.

El comportamiento de un sistema prefabricado sometido a fuerzas sísmicas depende en mucho del comportamiento de la conexión. Hay que tomar en cuenta que recibirá las descargas de cada elemento por lo que deberá ser capaz de soportarlas y transferirlas a los demás elementos.

Las conexiones las para estructuras prefabricadas de viaducto, se diseñaron tomando en cuenta los siguientes factores:

- Transmitir el aplastamiento, cortante, momento, tensión y compresión axial según los resultados del análisis estructural.
- Resistir las etapas de carga durante la construcción de la estructura hasta su etapa final.
- Resistir las sobrecargas, de manera que no se presente la falla en las juntas y conexiones antes de la falla principal del miembro.
- Asegurar que el comportamiento ante cargas cíclicas sea adecuado, de tal manera que garantice la ductilidad de la estructura



## II.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN

La disminución del tiempo de ejecución del viaducto es considerable al utilizar estructuras prefabricadas en relación con el sistema tradicional colados en situ ya que mientras se ejecuta la etapa de cimentación que es: limpieza del terreno, trazo, excavación, armados, cimbrado y colado

En la Planta de Prefabricados se procesan todos los elementos que constituyen la estructura que son: columna-zapata, traveses, tabletas, parapetos y cabezales que posteriormente se transportan al lugar de la obra para su montaje y se hagan los colados y conexiones finales, según se vayan requiriendo (programa de montaje), atacando simultáneamente varios frentes de la estructura.

Eliminando los métodos laboriosos del armado del acero de refuerzo, el habilitado de la cimbra y el colado del concreto que requieren de más tiempo, espacio y con elaboración en forma secuencial.



## II.5 ASPECTOS FAVORABLES EN EL COSTO

El aspecto financiero está en función del:

- Tiempo de ejecución.
- Costo del dinero de inversión.
- Tiempo para recuperarla.
- Costo de las horas hombre en traslados.

Por lo que se deduce que el de obra más rentable siempre será la prefabricada.

Además de contar con:

- Presupuestos más precisos:
- Control de matariles 100% optimización
- Mano de obra no especializada
- Anular los tiempos muertos
- Reutilización de moldes



## II.6 CONTROL DE CALIDAD

La calidad de las estructuras prefabricadas del VEB está garantizada debido a que su fabricación se realiza en plantas fijas de producción, las cuales cuentan con el equipo y personal especializado para elaborar, bajo estrictas normas de calidad y con claras ventajas en relación con los colados en sitio.

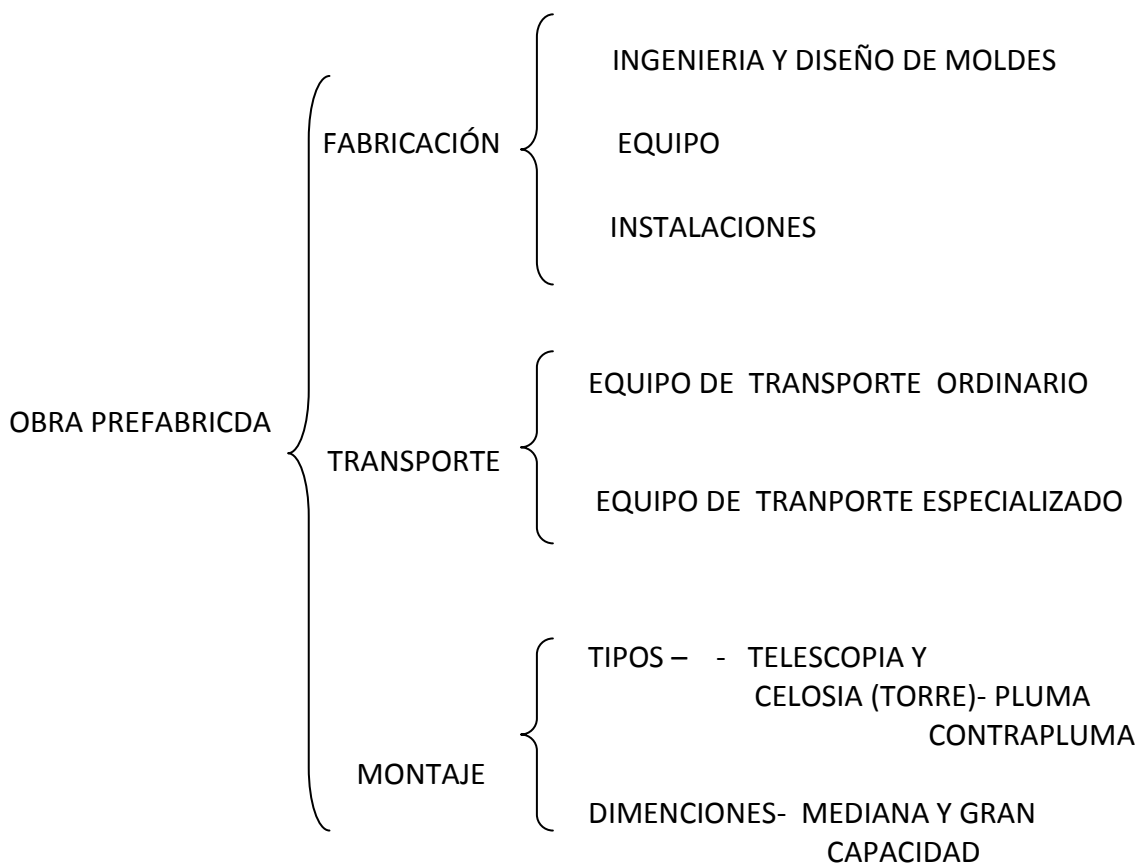
- Se tiene un control de calidad mayor que en obra, lo cual permite correcciones.
- Se puede trabajar con facilidad de ejecución, esto quiere decir que se trabaja en los elementos estructurales en una posición más conveniente y con menos riesgos para el personal.
- Se obtienen dosificaciones mas uniformes en el concreto.
- Es posible la estandarización con piezas tipo y de calidad uniforme.
- ofrecen una combinación única de flexibilidad, diseño, belleza y durabilidad en el diseño de estructuras, acabados y fachadas a través de una gran variedad de formas, colores, texturas superficiales y acabados, sin que por ello se tenga que renunciar a sus características estructurales de estabilidad y permanencia

Las cuales ITISA, PRETENCRETO, APREC, VIBOSA, VICAYA, MECANO entre otras fueron las empresas mexicanas que tuvieron mayor participación en la fabricación de los elementos del VEB.

## II.7 FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE

Para poder realizar la construcción del viaducto con los sistemas constructivos de elementos prefabricados se necesita una infraestructura tecnológica importante.

La cual consta básicamente de:



## ○ FABRICACIÓN

La ingeniería y diseño en moldes son en gran medida los responsables de los buenos resultados del comportamiento de la estructura. Su diseño responde a las exigencias específicas del proyecto: las trabes, columnas, tabletas, cabezales y parapetos. En todos ellos se busca que el estándar sea de excelente calidad, que cumpla con los requerimientos de producción en términos de dimensiones, estabilidad y baja deformación; que sean flexibles para adaptarse ante defectos de fabricación, fáciles de usar y por ende que sea durable tanto su estructura como el material que la integra.



FABRICACIÓN DE ZAPATA-COLUMNA

## ○ TRANSPORTE

Al seleccionar el proceso constructivo a utilizar en un proyecto, es necesaria la correcta evaluación del transporte.

En gran medida, del resultado de esta evaluación se decide si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra.

La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia por recorrer y a la complejidad del flete. En condiciones normales, es aceptable que una obra que esté a menos de 350 km tenga un costo por transporte del 10 al 20 % del costo total de los prefabricados, las empresas pre fabricadoras en general están ubicadas en las periferias de la ciudad.



TRANSPORTE DE CABEZAL

## ○ MONTAJE

En la obra del VEB, el montaje representa entre 10 y 30 % del costo total de la obra. En términos generales, mientras mayor sea el volumen de la obra, menor será el costo relativo del montaje.

Sin embargo, hay que considerar que los equipos de montaje por ser especializados y generalmente de gran capacidad, tienen costos horarios elevados, por lo que resulta indispensable una buena planeación de todas las actividades.



EQUIPOS ESPECIALES DE MONTAJE



## II.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL VEB

### Ventajas:

- Mejor comportamiento ante cargas de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión
- Permite el uso óptimo de materiales de alta resistencia: Concreto de  $f'c > 300 \text{ kg/cm}^2$ , Aceros  $f_y > 16000 \text{ kg/cm}^2$
- Se obtienen elementos más eficientes y esbeltos, con menos empleo de material.
- La producción en serie en plantas permite mayor control de calidad y abatimiento de costos
- Mayor rapidez de construcción al atacarse al mismo tiempo varios frentes o construirse simultáneamente distintas partes de la estructura; esto en general conlleva importantes ventajas económicas en un análisis financiero completo
- Curado a vapor
- Se aprovechan tiempos muertos de obra en producir los elementos. Por ejemplo, durante la excavación o preparación de la misma, se producen las zapatas, columnas, trabes, etc.
- Reducción de personal de obra (fierros, albañiles, carpinteros).
- Se elimina el 95% de la cimbra
- Mejores acabados de la obra (pueden quedar integrados).
- Uso repetitivo de moldes metálicos de buena calidad (a la larga es económico).



### Desventajas:

- La falta de coordinación en el transporte de los elementos presforzados puede encarecer el montaje.
- En general, la inversión inicial es mayor por la disminución en los tiempos de construcción
- Se requiere también de un diseño relativamente especializado de conexiones, uniones y apoyos
- Se debe planear y ejecutar cuidadosamente el proceso constructivo, sobre todo en las etapas de montaje y colados en sitio
- Mayor detalle en planos de construcción y montaje.
- Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria y transporte).
- La inversión se hace en menos tiempo.
- Se requiere maquinaria pesada (tracto camión, grúas, etc.)
- Se requiere espacio para maniobras en las obras.
- inversión en moldes metálicos.



### III.- APLICACIÓN EN UN CASO REAL (VIADUCTO ELEVADO BICENTENARIO DEL ESTADO DE MÉXICO TRAMO II)



**OBJETIVO:**

Describir el procedimiento constructivo del viaducto elevado bicentenario tramo II (lomas verdes – santa Mónica) mostrando la utilización del sistema de estructuras prefabricadas de concreto.



### **CAPITULO III**

## **APLICACIÓN EN UN CASO REAL**

# **(VIADUCTO ELEVADO BICENTENARIO DEL ESTADO DE MEXICO)**

## **TRAMO II (LOMAS VERDES-SANTA MONICA)**

### **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

#### **Resumen**

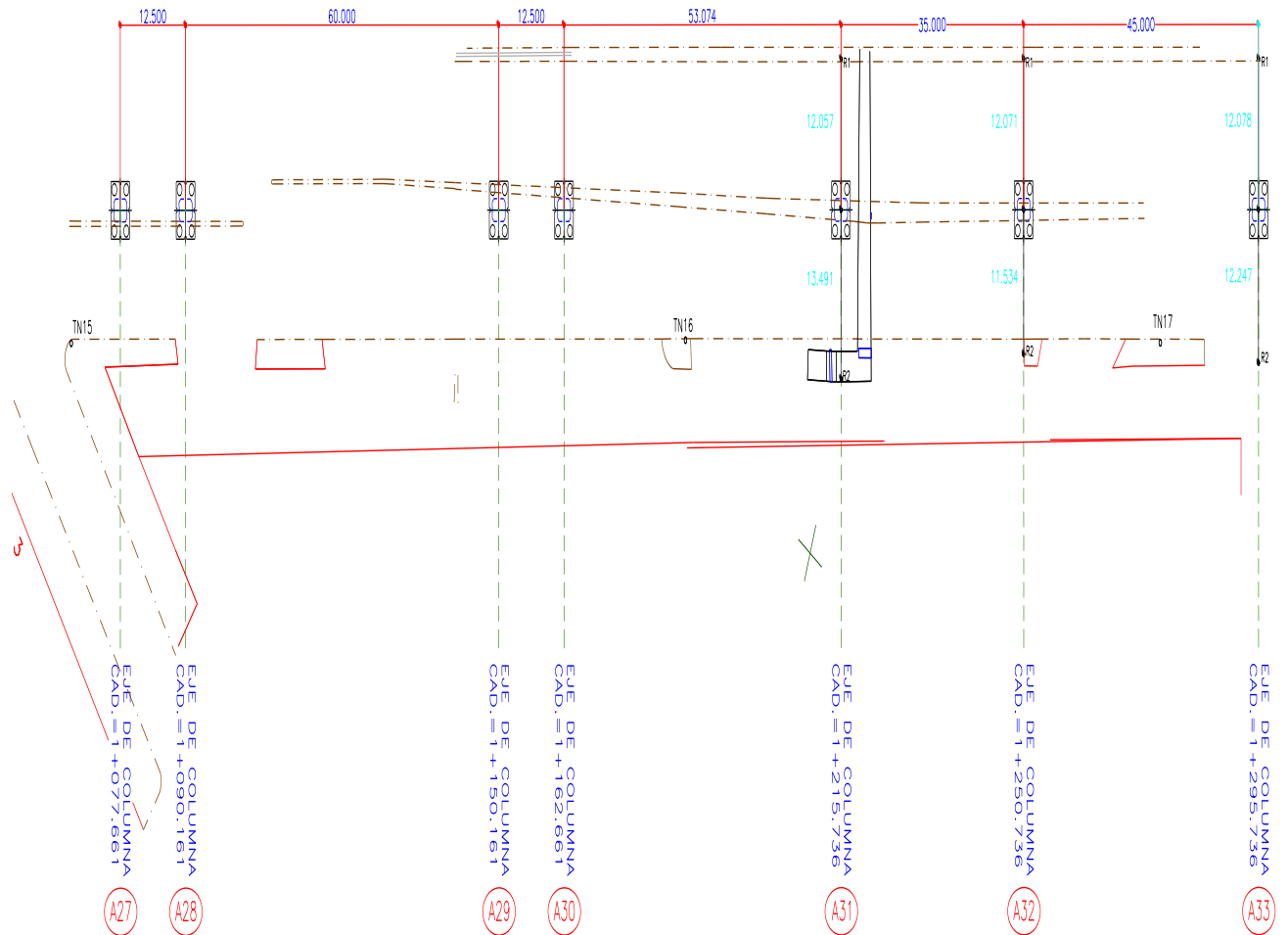
El procedimiento constructivo del tramo II del VEB que va de lomas verdes a santa Mónica con una longitud de 5 kilómetros es prácticamente el mismo que se utilizó en los 27 km restantes de la primera etapa del viaducto con sus respectivas especificaciones. El cual aterriza en la zona de las torres de satélite al llegar a una conciliación con los vecinos.

### **III.1 PRELIMINARES**

#### **TRAZO**

- I.1** Previo a cualquier actividad se trazo en campo la planta de cimentación (zapatas y pilas), verificando que ninguna instalación municipal (agua, luz, Pemex, drenaje, fibra óptica, etc.) interfiriera con la obra, en caso contrario sería necesario reubicarlas atendiendo al proyecto, especificaciones y normas de calidad de la dependencia que corresponda.
- I.2** Se marco con precisión de  $\pm 1$  cm la ubicación de los puntos centrales donde se construyeron las pilas.

Se ubica la posición de las cuatro pilas, de la cimentación, de acuerdo al trazo.



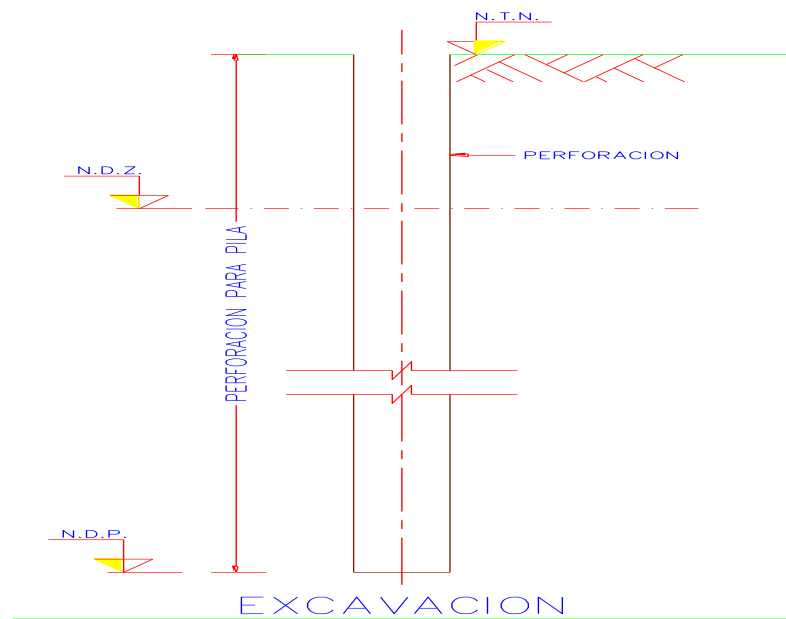
### III.2 CIMENTACIÓN

Como toda estructura la prefabricada debe de tener una adecuada cimentación (cumpliendo lo que indique el estudio de Mecánica de suelos), de tal manera que garantice la unión de ésta con la superestructura. Por lo que se debe tener mucho cuidado en esta conexión.

#### EXCAVACION PARA PILAS.

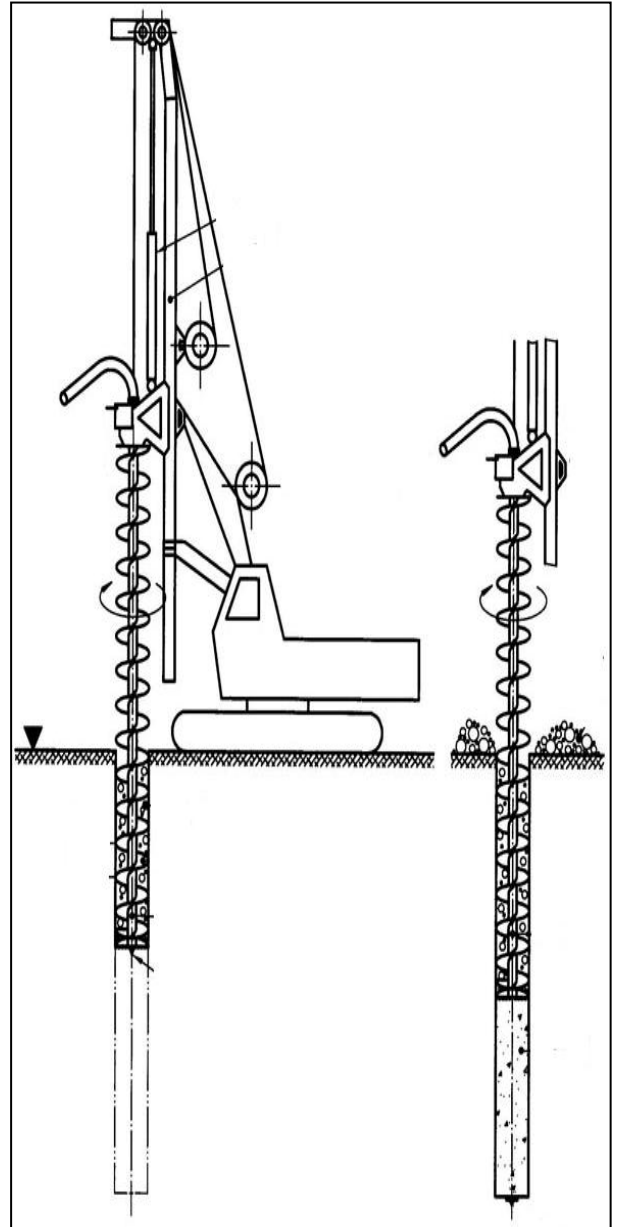
**Las pilas de cimentación son armadas y coladas en sitio por lo que:**

El equipo de perforación deberá tener la capacidad suficiente para realizar en una sola etapa la perforación de un barreno cilíndrico vertical en el subsuelo con diámetro de 80 cm, hasta la profundidad de desplante, la cual corresponderá con la indicada en el proyecto estructural y topográfico, que varían de 13 a 40 metros de profundidad a lo largo de los 22km del viaducto además de garantizar su empotramiento en los materiales compactos del fondo.





**EQUIPO DE PERFORACIÓN**

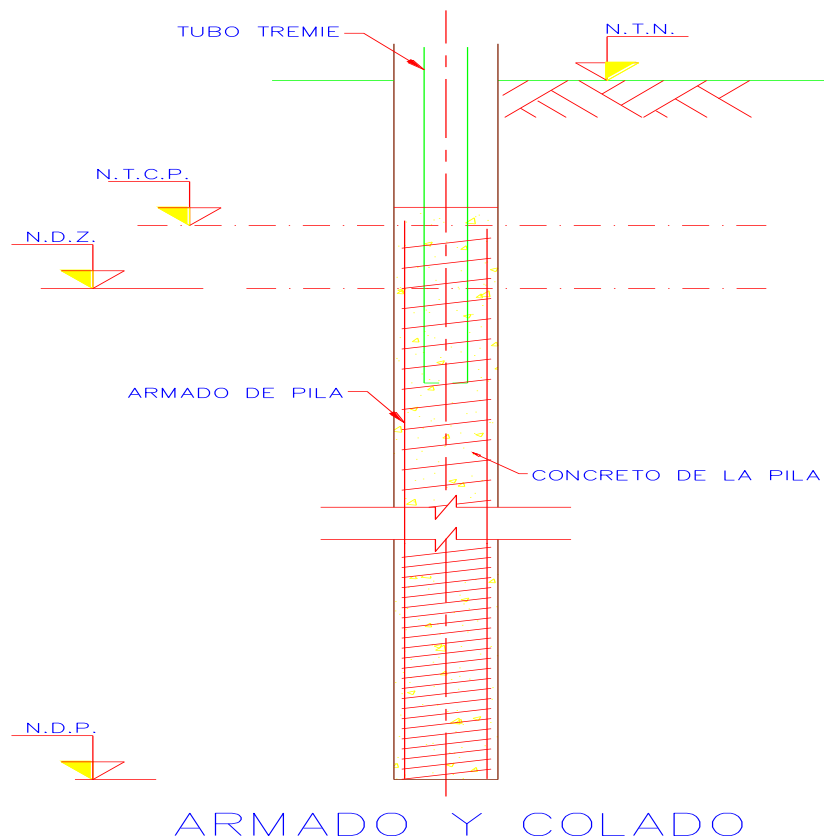


**PROCESO DE PERFORACIÓN**



## REFUERZO ESTRUCTURAL

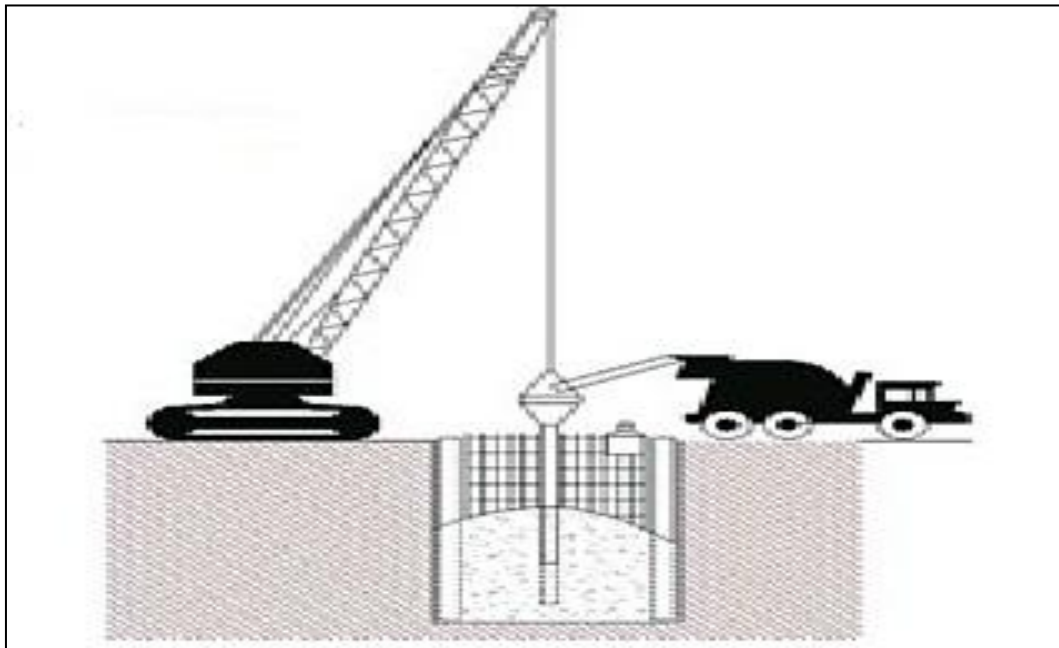
- 1 Se contará en sitio con el armado listo para ser colocado en cuanto la perforación haya concluido.
- 2 Verificadas las condiciones del fondo se introducirá en el barreno el armado estructural de las pilas. Éste armado corresponderá con el proyecto estructural y estará formado por un solo elemento con la longitud de proyecto.
- 3 El armado contará con elementos que garanticen su correcta posición en la perforación (centradores) y con las preparaciones necesarias para ligarlo estructuralmente con la zapata correspondiente.



## COLADO DE PILAS

- El colado de la pila se efectuó en una sola etapa mediante el uso de una tubería estanca tipo Tremie, con flujo continuo y uniforme del concreto. La tubería metálica, perfectamente lisa por dentro, de 6 mm de espesor mínimo, adicionalmente tendrá un diámetro mínimo de 6". La tubería estará acoplada por tramos con longitud máxima de 3m hasta alcanzar el fondo de la perforación; y una tolva en el extremo superior.
- Instalada la tubería dentro de la perforación y antes de iniciar el colado, se colocó en el fondo de la tolva ubicada en el extremo superior, un tapón deslizante o diablo (pelota de hule inflada o una esfera de polipropileno), cuya función será evitar la segregación del concreto al iniciarse el colado.
- Iniciado el colado, bajo ninguna circunstancia se suspenderá por un periodo mayor a 15 minutos hasta que se garantice que la superficie de concreto sano se encuentre 50 cm por arriba del nivel superior de proyecto de la pila.
  - Las características del concreto a utilizar y de sus componentes se indican a continuación:
  - El concreto utilizado será clase estructural, con la resistencia de 350kg/cm<sup>2</sup> indicado en el proyecto estructural.
  - El tamaño máximo del agregado será de ¾".
  - El concreto fresco presentará un revenimiento mínimo de 18 cm, debiendo mantenerlo durante todo el proceso de colado, pudiendo considerar la inclusión de algún aditivo retardante de fraguado.

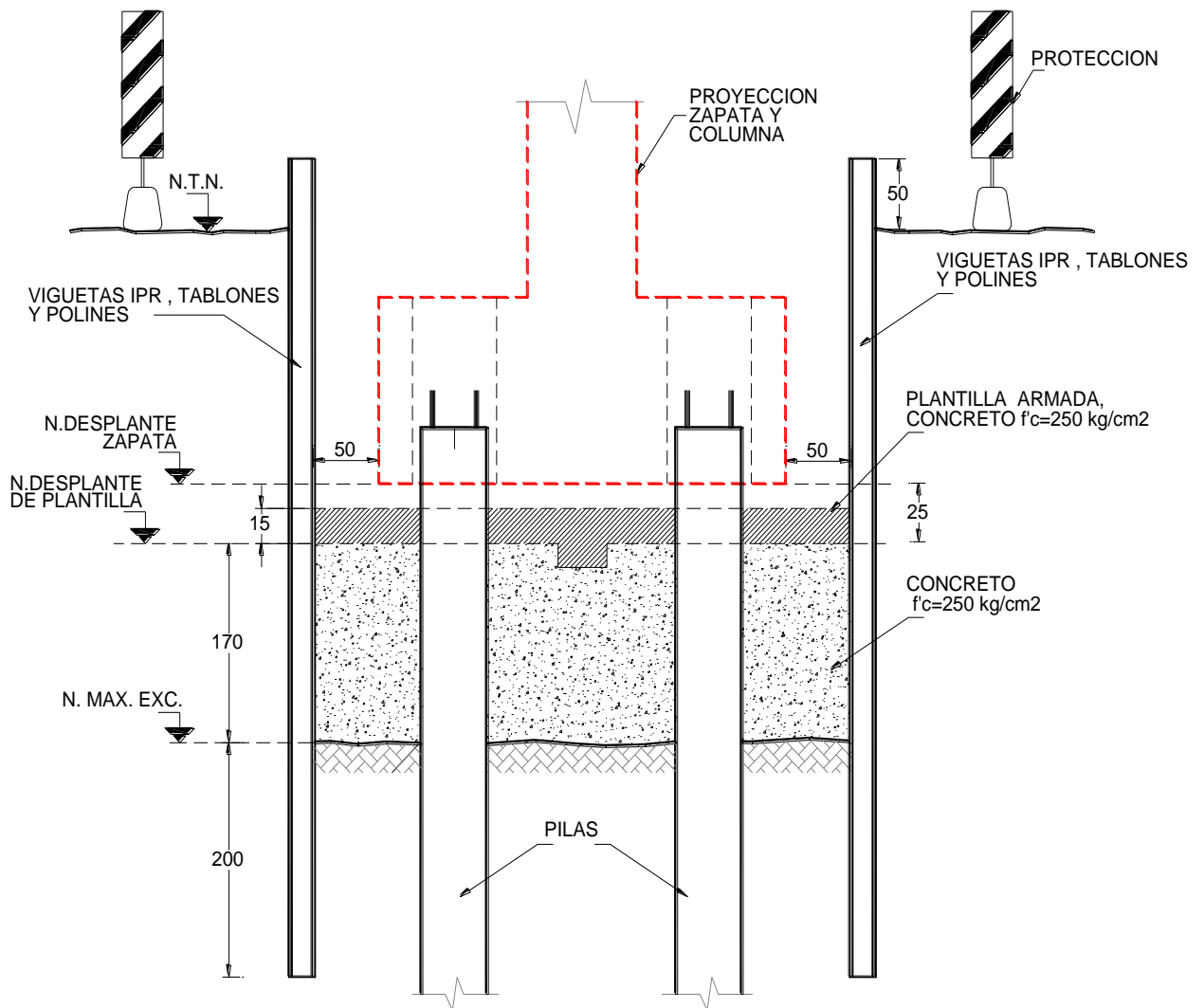
- El colado se realizará inmediatamente después de concluida la perforación y colocación del armado. Se evitará que la perforación permanezca abierta por un período mayor a 4 horas. Adicionalmente, el tiempo máximo permisible entre el inicio de la perforación y el colado total de la pila no excederá a 18 horas.
- Finalmente la superficie del terreno en cada perforación será restituida a su estado original, rellenando el espacio sobre la cabeza de las pilas con materiales inertes compactados al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Se recomienda el uso de materiales granulares o rellenos fluidos para este fin.



MÉTODO TREMIE

## EXCAVACION PARA ZPATAS

La excavación se realizará con equipo mecánico, en una sola etapa y con la geometría de proyecto hasta la profundidad de desplante mas una sobre excavación de 25 cm, la cual se podrá realizar de forma manual para evitar excesivos remoldeos.

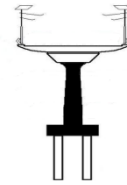


La excavación deberá observar taludes cuya relación vertical-horizontal sea 1:0.3 y ocupará un área cuyos lados serán de 50 cm mayores a los de la geometría de la zapata a nivel de desplante. La excavación deberá permanecer abierta el mínimo tiempo posible (5 días). En caso de presentarse grietas longitudinales paralelas a la excavación, el talud deberá tenderse hasta una relación vertical-horizontal 1:1. Donde no sea posible tender el talud de inicio debido a condiciones de vialidad o colindancias cercanas (menores de 1 m del hombro del talud), será necesario implementar un sistema de contención temporal (tablestacado).



EXCAVACION PARA ZAPATA-COLUMNA

### III.3 MONTAJE DE ZAPATA-COLUMNA



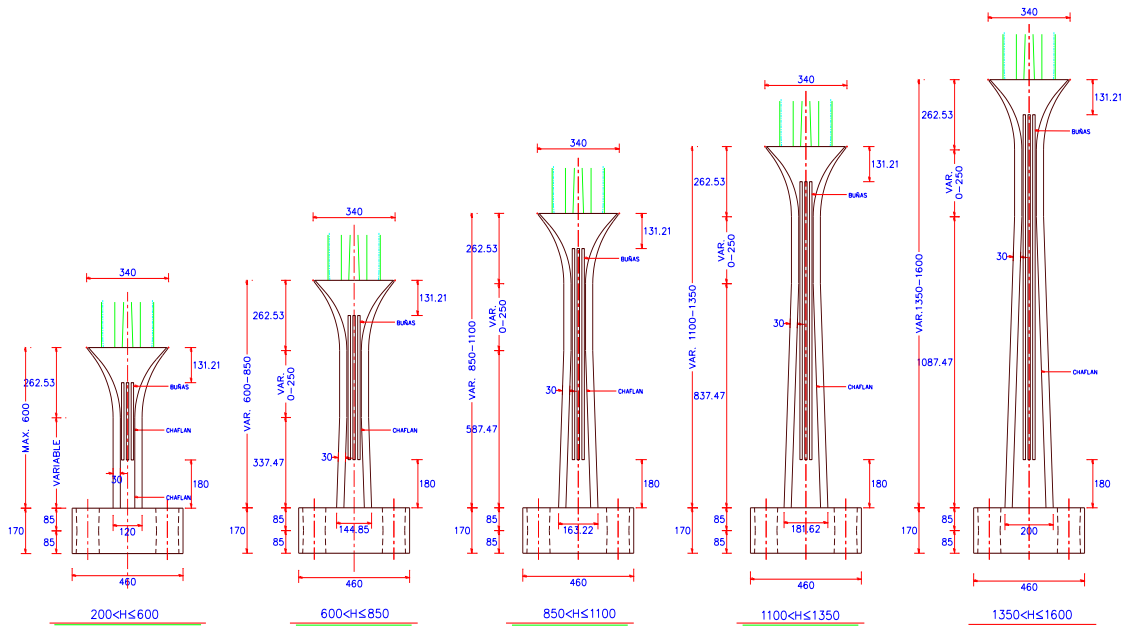
- Son llamadas Zapata-Columna porque son una sola pieza. Las zapatas – columnas se dividen en familias (C1, C2, C3, C4.C5) y sus dimensiones son variables en grupos de 2.50 metros de altura. “Son columnas huecas, zapatas macizas de concreto que miden 3.60 metros x 4.60 x 1.60 a 1.80 metros de peralte. Se trata de una pieza que nace en una sección rectangular que se va acartelando. Al final, se abre en un capitel. Así se conforma la estructura.
- “Estructuralmente, llevan un armado de acero de refuerzo denso, y torones en toda su longitud con una trayectoria diagonal; alrededor de 300 torones de 3/8. Es una cantidad importante de presfuerzo que dará la resistencia que requiere la columna”.



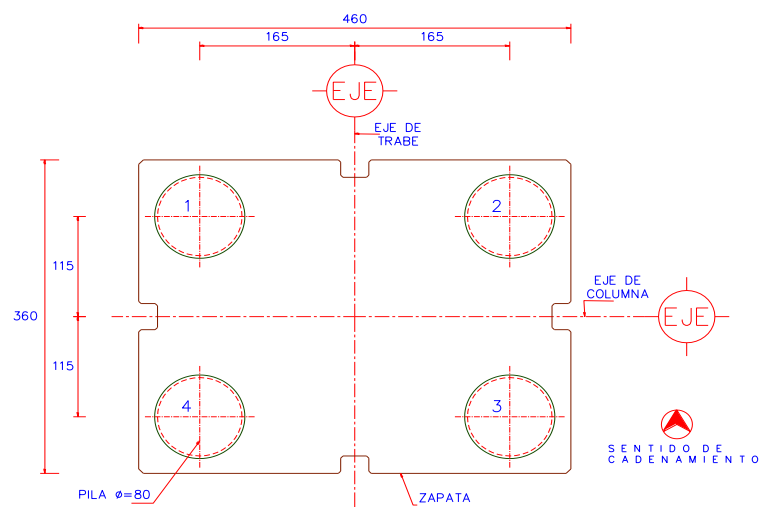
ZAPATA-COLUMNA

## FAMILIAS DE ZAPATA-COLUMNA (Troncal y Distribuidor)

Hay cinco tipos de columnas para Troncal. En todas ellas las dimensiones del capitel son las mismas (2.50x3.40m en planta en la parte superior, con 2.625m de altura), se diferencian en la dimensión de la base.



COLUMNAS DE TRONCAL

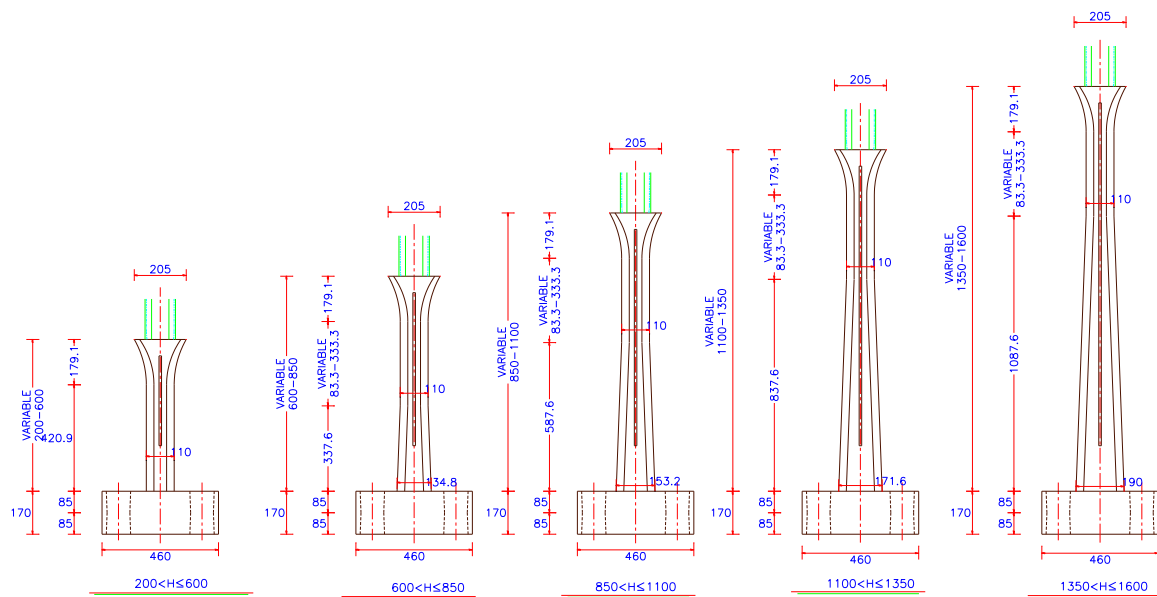


PLANTA DE ZAPATA

- La nomenclatura es de acuerdo a su altura máxima, de cada una de ellas:

CZV06	2.00m<H≤6.00m	(C1)
CZV08	6.00m<H≤8.50m	(C2)
CZV11	8.50m<H≤11.00m	(C3)
CZV13	11.00m<H≤13.50m	(C4)
CZV16	13.50m<H≤16.00m	(C5)

Para las columnas de los distribuidores también hay cinco tipos de columnas. En tres de ellas las dimensiones del capitel son (1.60x2.05m) y las dos restantes (1.80x2.05m) en planta en la parte superior, con 1.79m de altura en todas, igualmente se diferencian en la dimensión de la base.



C O L U M N A S   D E   D I S T R I B U I D O R

La nomenclatura es de acuerdo a su altura máxima, de cada una de ellas:

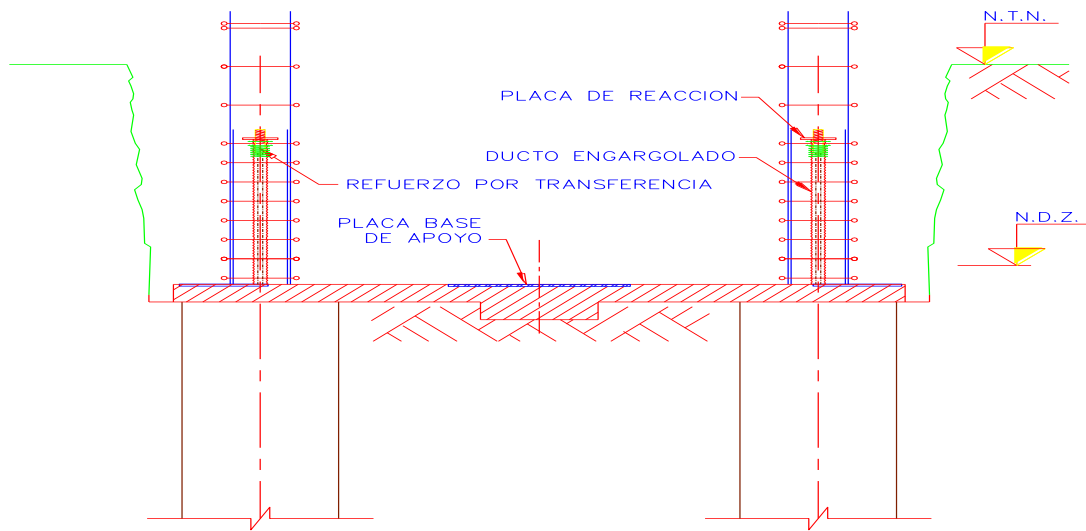
CZD08	6.00m<H≤8.50m	(C22)
CZD11	8.50m<H≤11.00m	(C23)
CZD13	11.00m<H≤13.50m	(C24)
CZD16	13.50m<H≤16.00m	(C25)



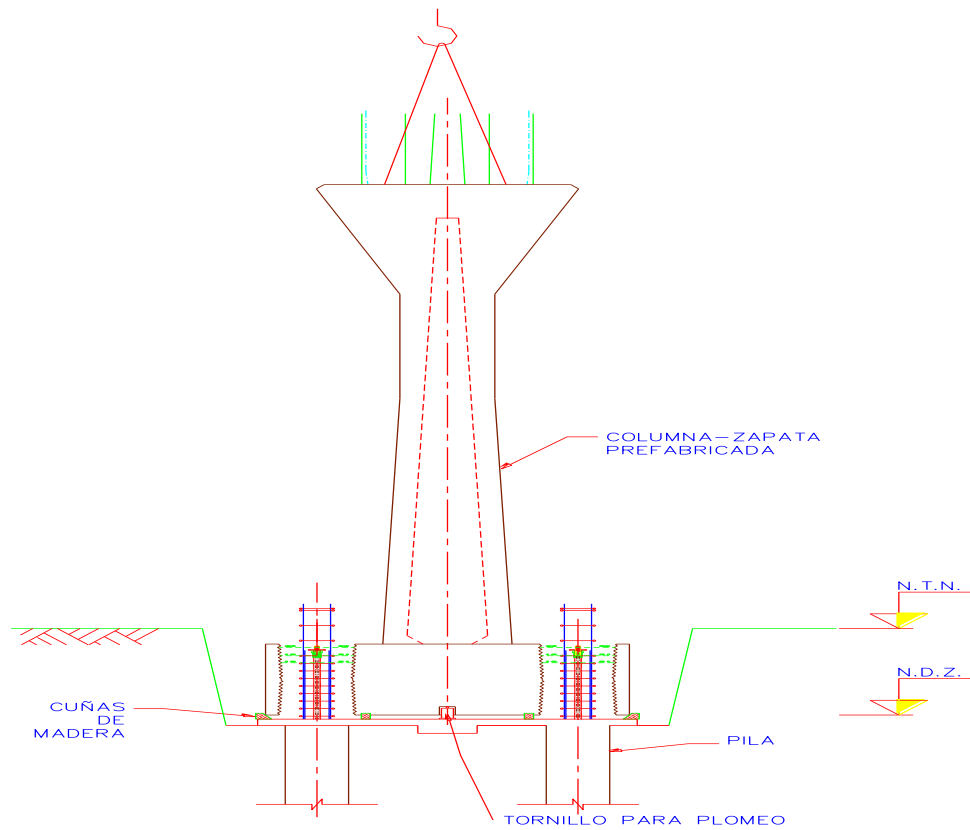


Para el montaje de las zapatas- columna se hacen los preparativos de acuerdo al proyecto para la unión de la Zapata-Columna con las Pilas.

- descabece de la pila evitando dañar los dispositivos de conexión de pila con zapata.
- Se retira el sonotubo de los dispositivos y se colocan los accesorios de anclaje del postensado.
- Posteriormente se hace el hizaje y montaje de la columna sobre la placa base de plantilla introduciendo los dispositivos de conexión en los huecos de la zapata.
- Se usan los 4 tornillos perimetrales para el plomeo de la columna.
- Colocación de cuñas de madera para fijar la zapata, verificando niveles y posición de capitel de columna (tolerancia +/- 1cm)
- se coloca refuerzo complementario de la conexión,
- se hace el colado de la unión, una vez alcanzado el 80% de la resistencia del concreto, solicitado en proyecto.
- se postensa la barra Dywidag y se cuelan las cajas de postensado.
- Posteriormente se rellena con tepetate o concreto fluido la excavación.



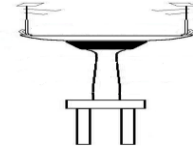
### PREPARACION DE UNION



### MONTAJE ZAPATA-COLUMNA

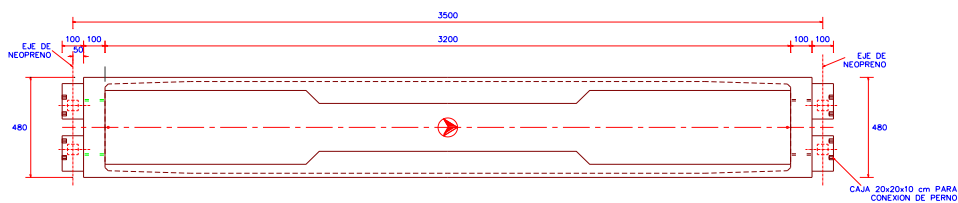
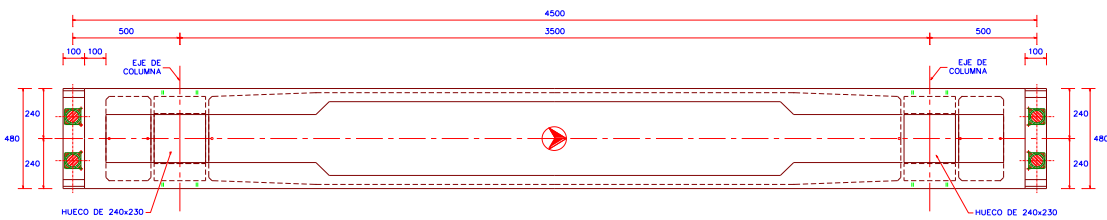
### III.4 MONTAJE DE TRABES

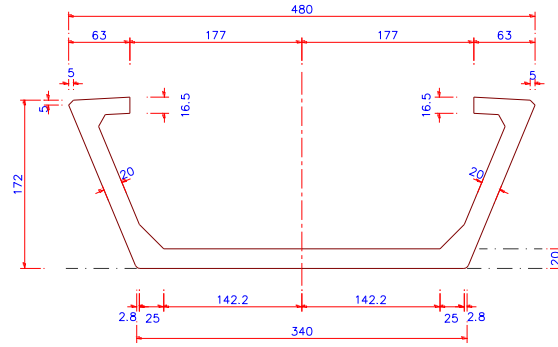
Son traveses con acero de refuerzo de 19000kg/cm<sup>2</sup> y  
concreto de 350kg/cm<sup>2</sup> de resistencia



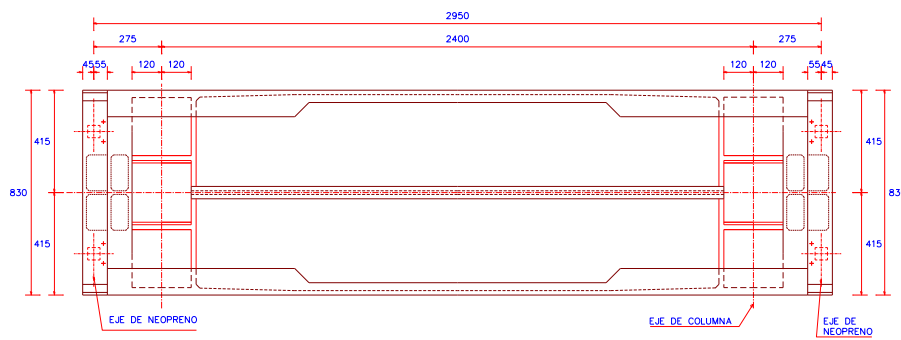
Son en esencia 6 tipos de viga para troncal, con sus variantes para  
adaptación de la estructura de acuerdo al trazado.

Las TAR, TA16 y TARE y Las TCR, TC16 y TC16E Sus dimensiones de 35 a  
45 m de longitud x 4.80 de ancho.

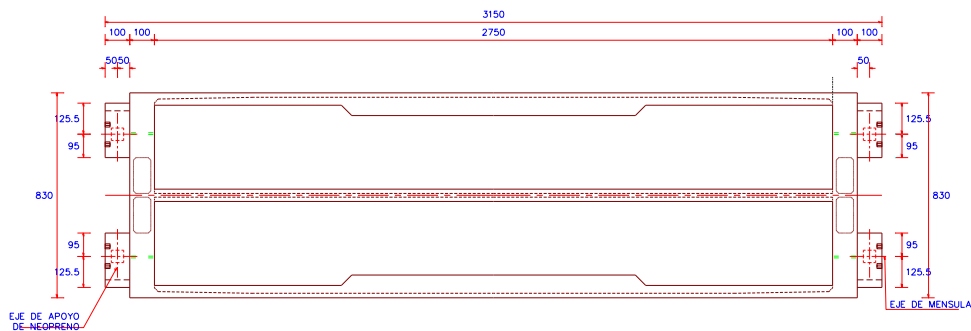




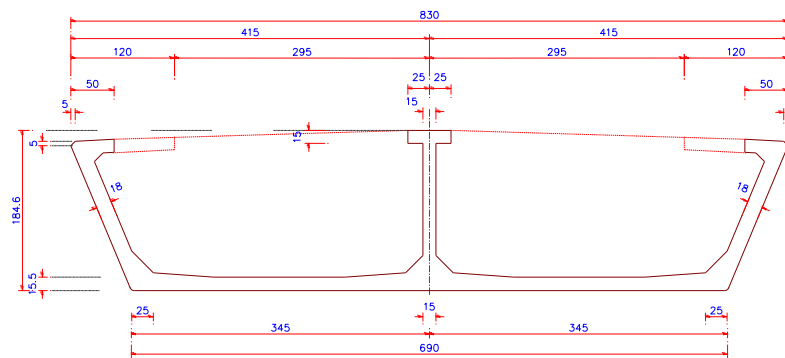
SECCION TAR-TCR



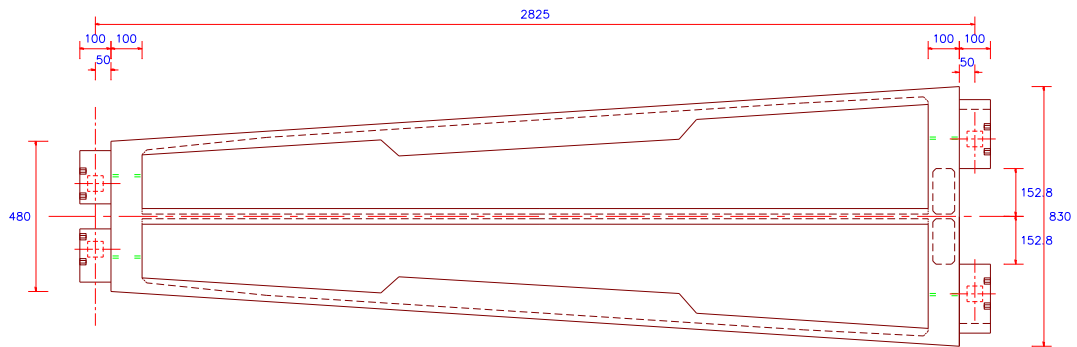
PLANTA DE TRABE TA16



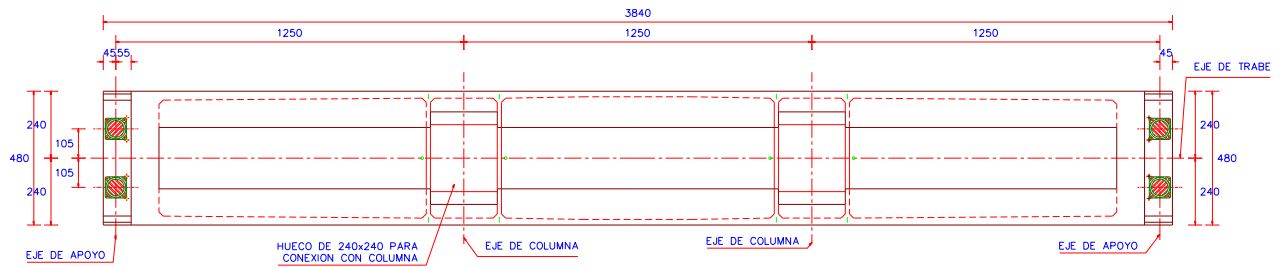
PLANTA DE TRABE TC16



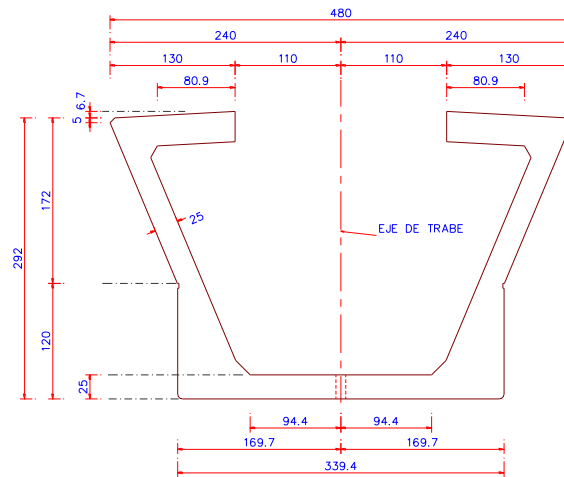
SECCION TA16-TC16



PLANTA DE TRABE TC16E

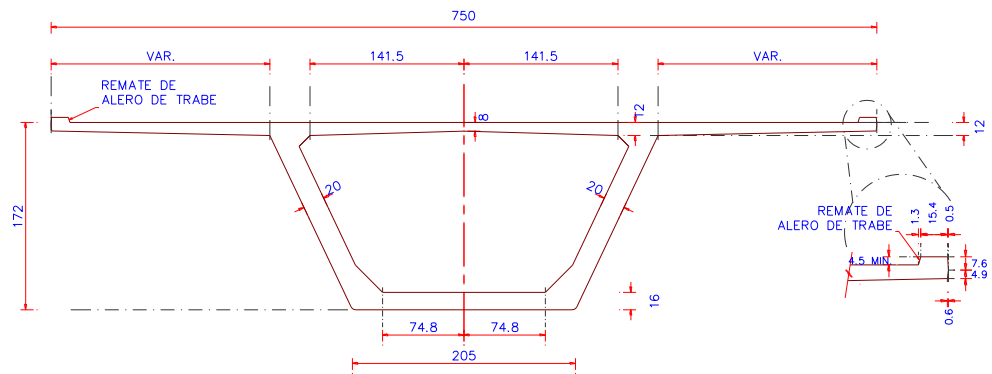
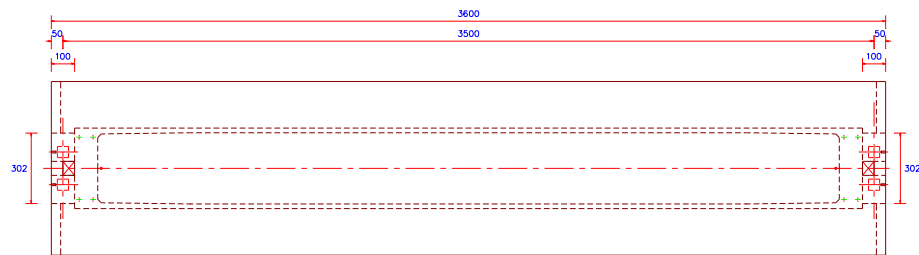
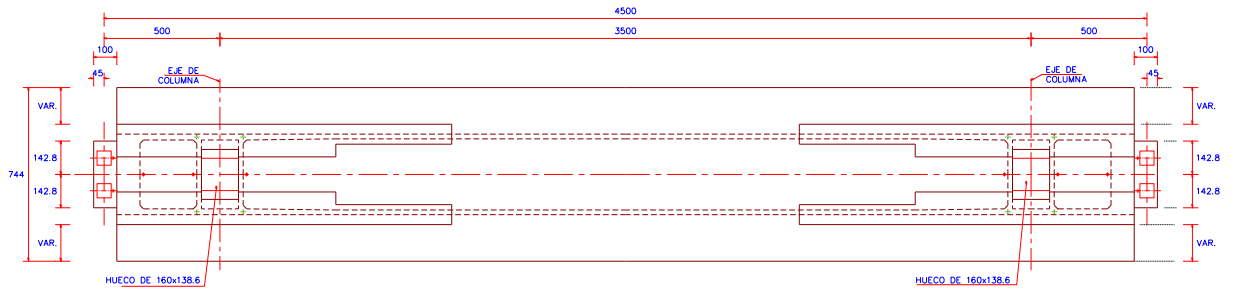


PLANTA DE TRABE TARE



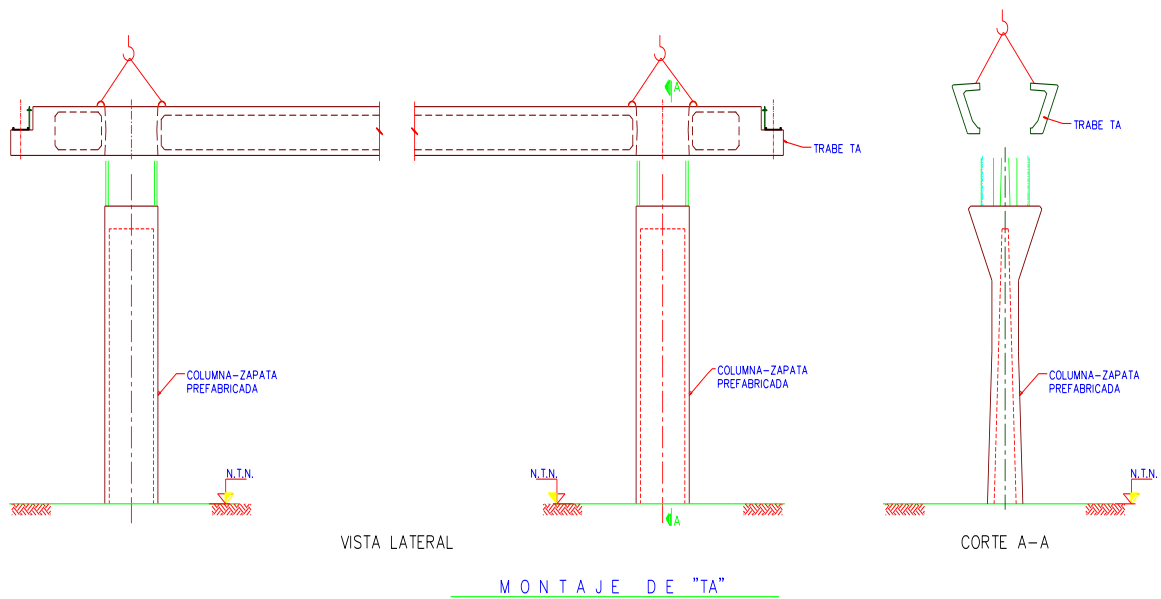
SECCION TARE

En esencia son 2 tipos de trabe para distribuidor con sus variantes. TA8 Y TC8.



PARA MONTAJE DE LS TRABES “TA”, “TARE”, “TA16”, TA16T”.

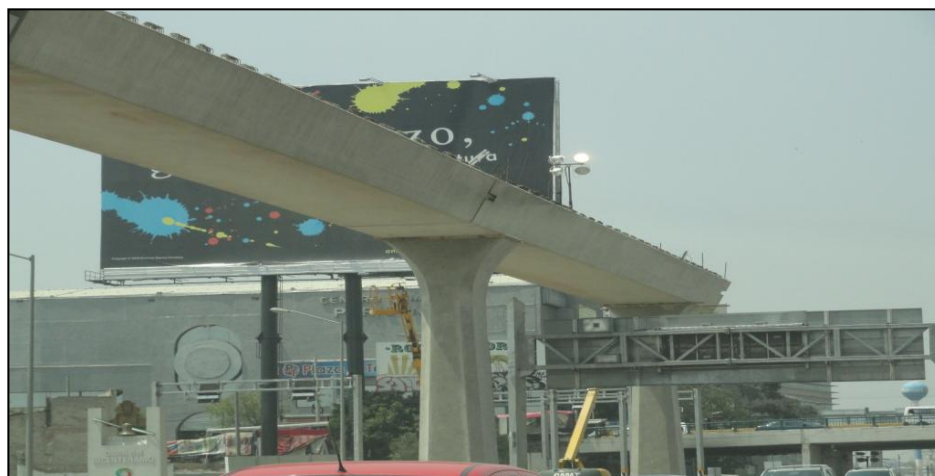
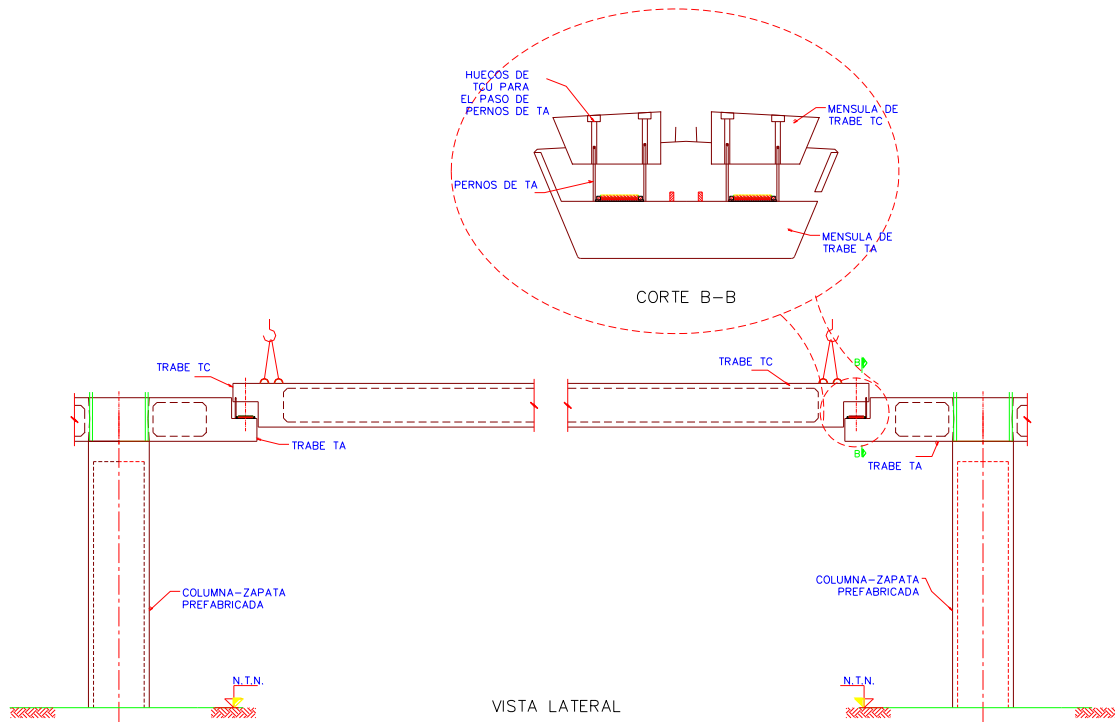
Se realiza el montaje de la trabe TA, TARE, TA16, TA16T, que son las que van apoyadas en dos columnas, se colocan respetando la posición que se pide en el proyecto geométrico para no tener problemas en los siguientes montajes, se debe evitar el corte de las varillas de la columna.



TRABES TA Y VARIANTES (APOYADA SOBRE COLUMNAS)

### MONTAJE DE TRABES "TC", "TC16", "TQ".

Una vez realizadas el montaje de las dos travesas TA se puede realizar el montaje de la travesa TC verificando las distancias que se piden en el proyecto geométrico, se debe verificar con antelación que los pernos de la travesa TA pasen libremente por los pasos de la travesa TC.

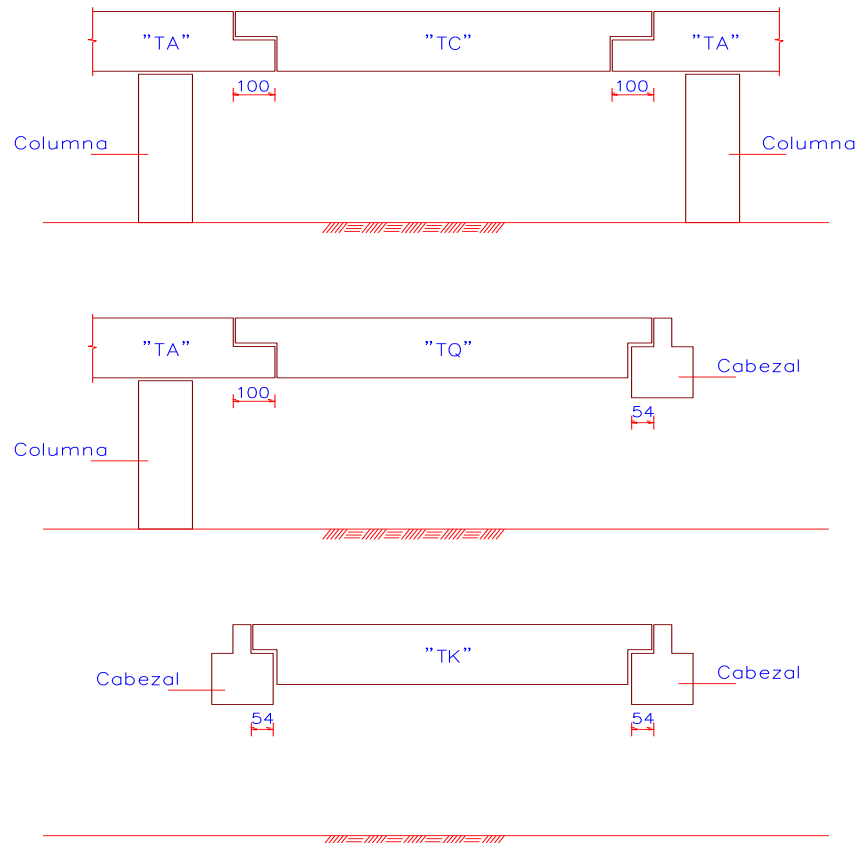


TRBES TC Y VARIANTES (APOYADAS SOBRE MENSULAS DE LAS TA)



## FORMACIÓN DE TRABES A PARTIR DE OTRA.

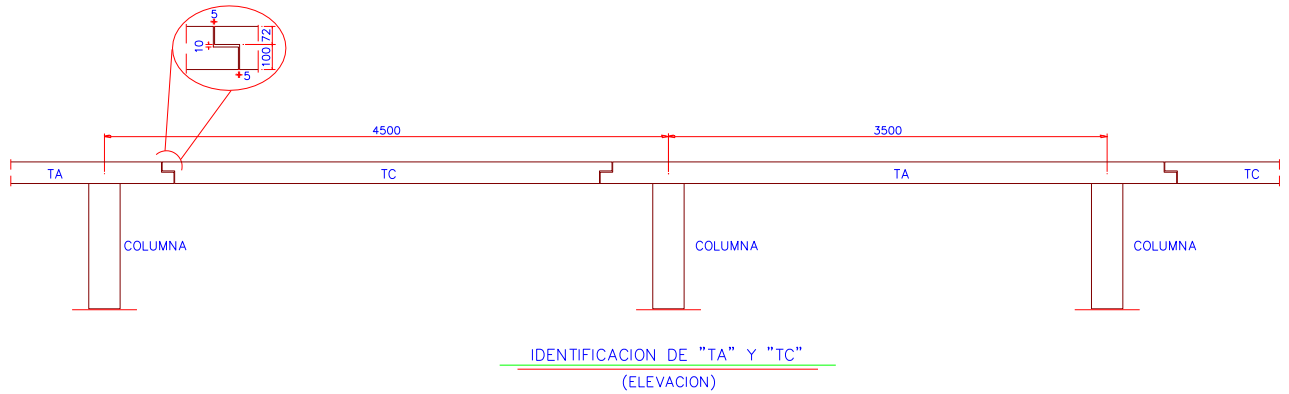
Hay traveses que se derivan de otra de acuerdo a sus condiciones de apoyo. Las traveses "TQ" y "TK" son en realidad una trabe "TC", la única diferencia es el apoyo en uno o los dos extremos, de acuerdo si se apoyan en uno o dos cabezales, la sección transversal es la misma en las tres.



TRABES "TCR" "TQR" "TKR"  
(DERIVADAS DE UNA TC)

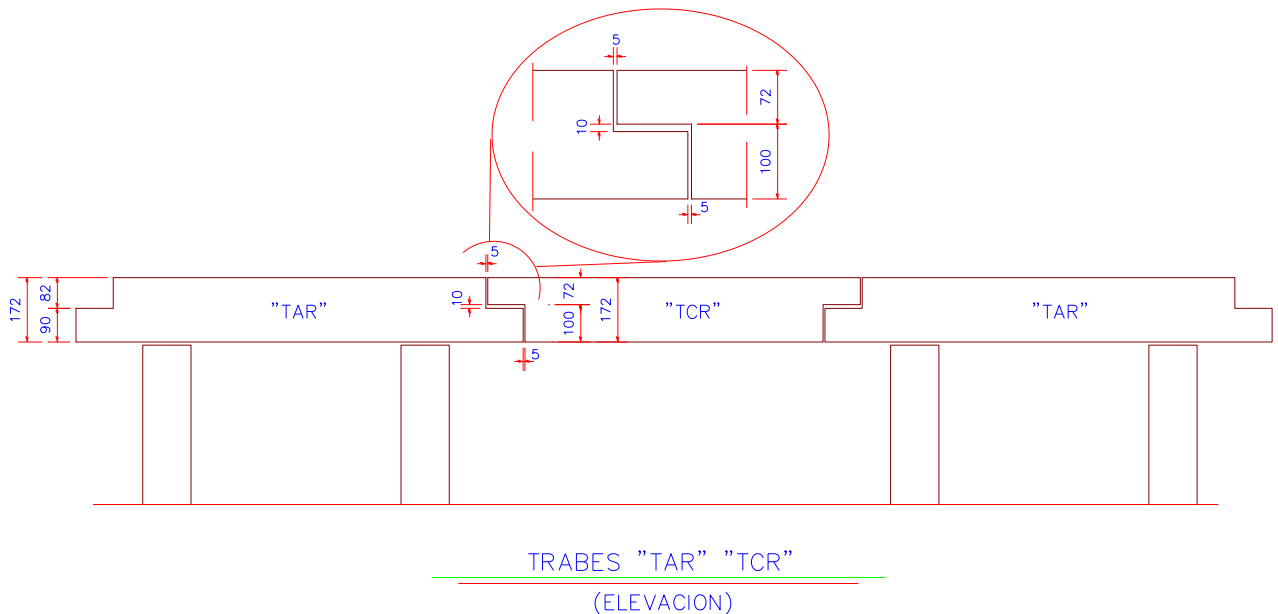
La distribución estándar de las columnas es con una separación de 45.00m y 35.00m. Estas distancias cambian en algunos puntos por cuestión de trazo. Una trabe "TA" es una trabe de apoyo con longitud nominal de 45.00m y se apoya en dos columnas.

La trabe "TC" es una trabe central con longitud nominal de 35.00m y se apoya en las ménsulas de dos TA. La longitud nominal es la distancia entre los ejes de neopreno de una trabe.



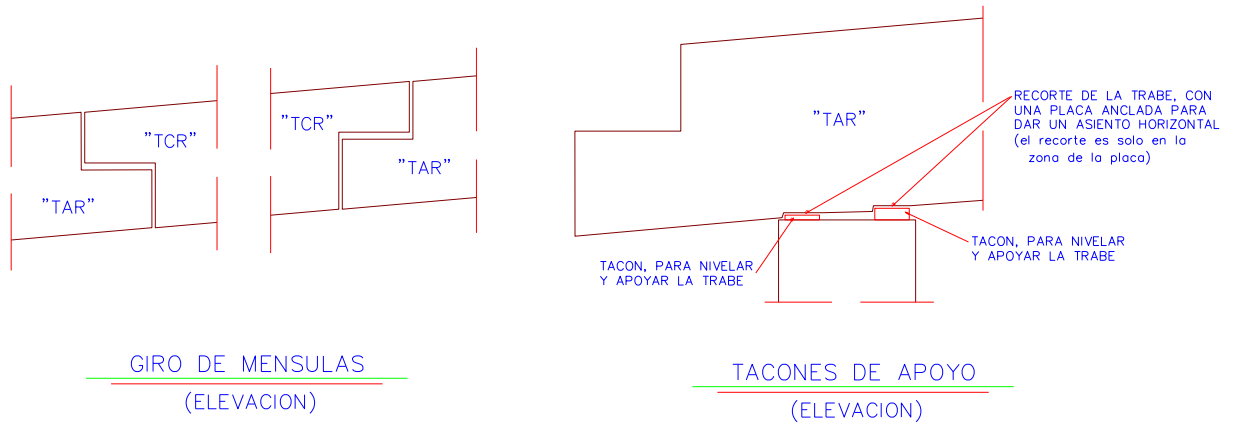
### ORIENTACIÓN DE TRABES.

Si el trazo fuera horizontal se tendría la siguiente configuración.



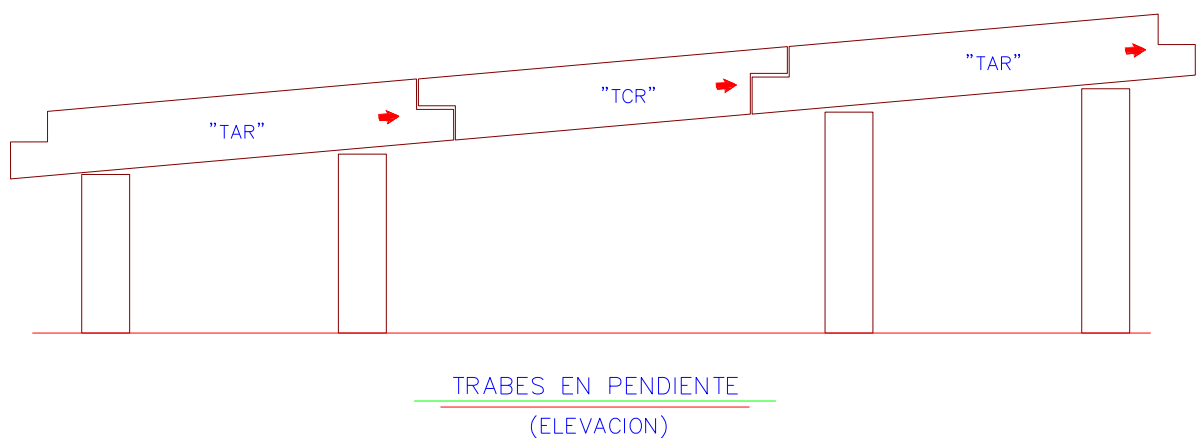
Pero debido a la pendiente, en el trazo, los ejes de las trabes deben estar también con pendiente, pero el paño superior de la ménsula de la "TA" y el paño inferior de la ménsula de la "TC" deben ser horizontales lo cual obliga dar un giro vertical a los extremos, por lo tanto los extremos de una trabe no son iguales. Adicionalmente en los puntos de apoyo, de la trabe

sobre la columna, también se debe tener un apoyo horizontal obligando unos recortes y la utilización de unos tacones.



Con lo anterior es importante definir con claridad la posición de montaje de la pieza, en la fabricación se indica esto mediante una flecha, la cual siempre apunta hacia pendiente positiva y está marcada en el extremo de nivel superior.

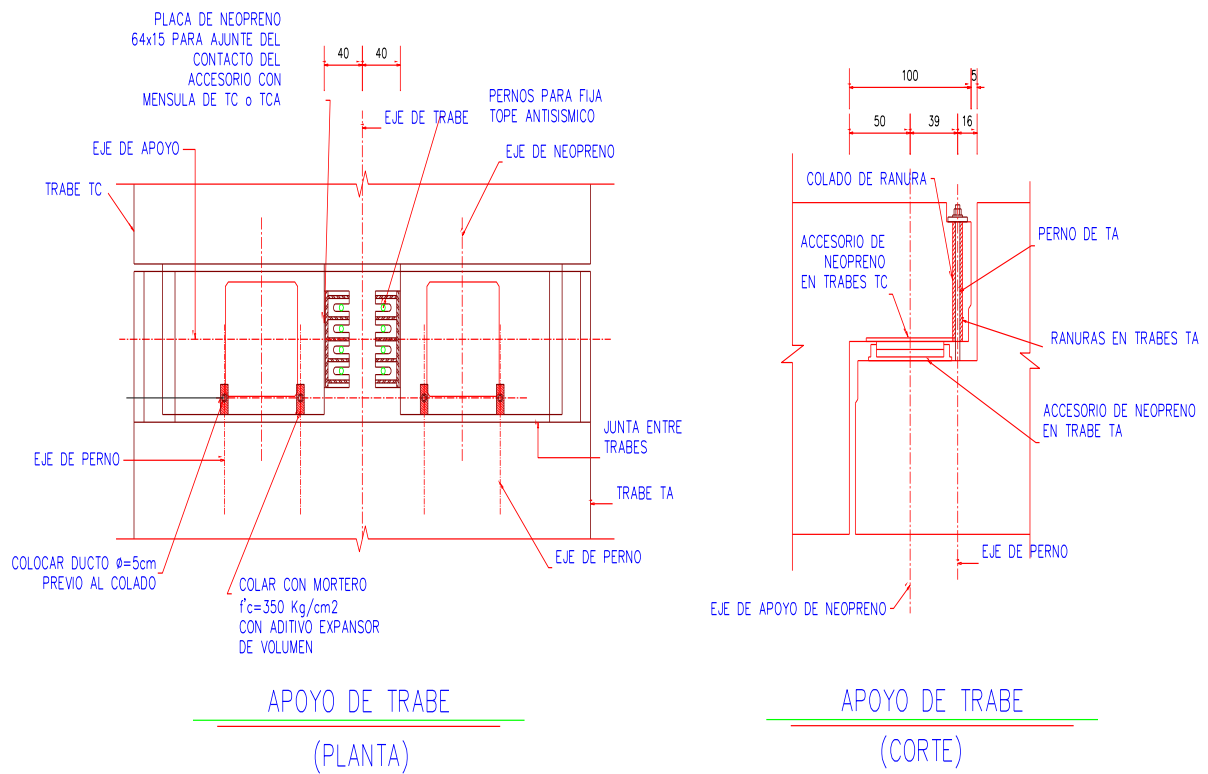
Si por alguna razón se coloca la pieza en posición invertida, el asiento de las ménsulas no es uniforme y los bordes de las traveses se pueden obstruir, y el apoyo de la trabe sobre la columna es deficiente provocando una concentración de esfuerzos, este efecto es mayor mientras la pendiente es más grande.



## APOYOS “FIJOS” Y “MOVILES”

En las uniones de las traveses se forman apoyos fijos y móviles. Estos apoyos es entre las traveses y en la calzada.

Como se tienen imperfecciones en la fabricación, de las piezas, no encajan ambos extremos de una “TC” en sus apoyos, por lo tanto será un solo extremo que si, éste extremo se procurará que sea el que corresponde al apoyo móvil.

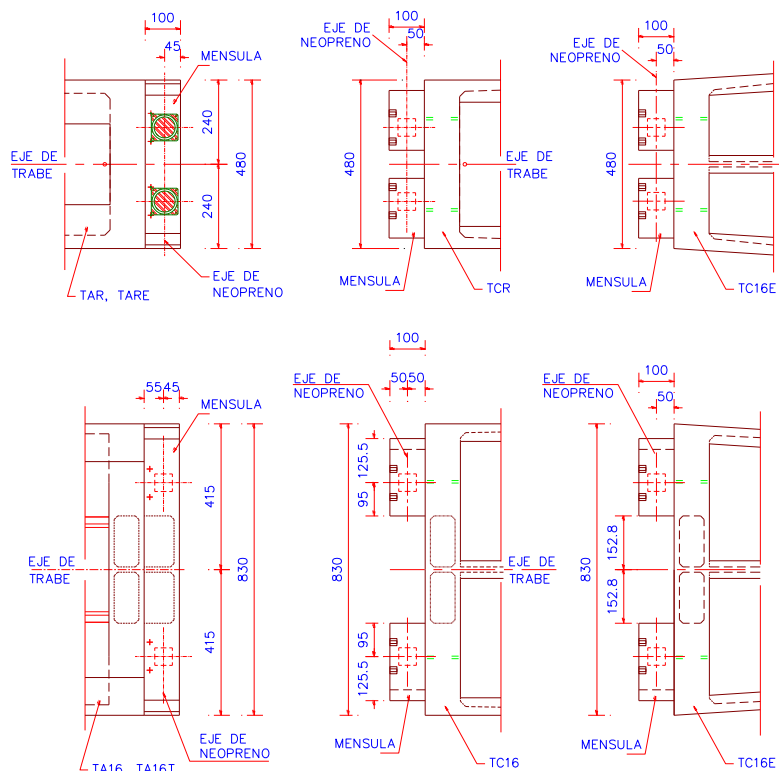


## NEOPRENOS

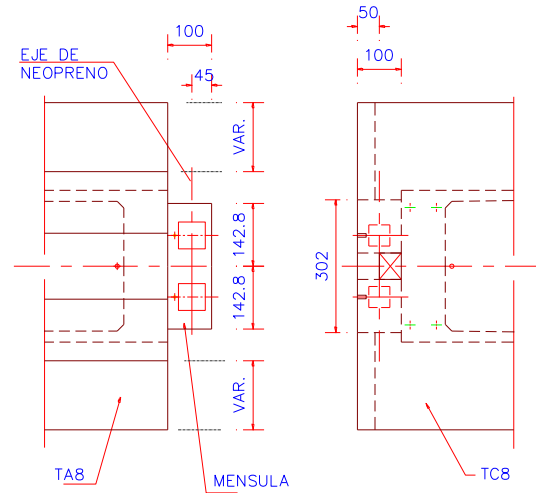
Los apoyos de neopreno son absorber desplazamientos horizontales en cualquier dirección y movimientos rotatorios alrededor de cualquier eje gracias a la dilatación elástica y transmitir las fuerzas actuantes en una parte de la fábrica a otra con seguridad.

Como ya se mencionó, hay tres tamaños de Neoprenos (encapsulados), dependiendo de la estructura:

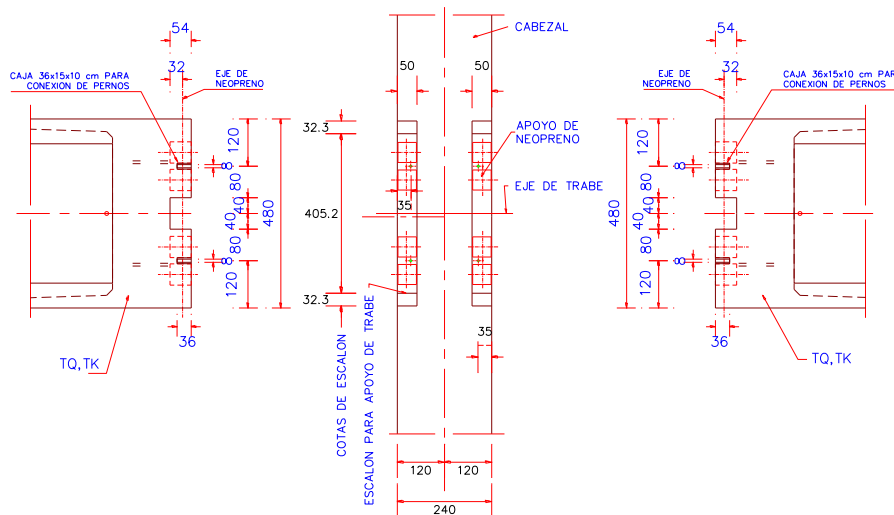
Neopreno 60φ. Capacidad de 700 ton. En “TAR”, “TA16”, “TARE”, “TA16T”. Dos por apoyo.



Neopreno 48φ capacidad de 450 ton. En “TA8”, “Estribo”. Dos por apoyo.



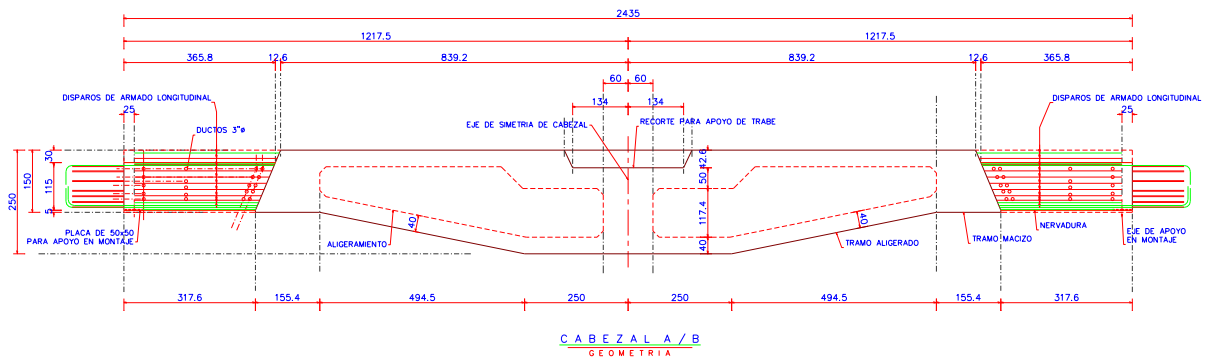
Neopreno 43 $\phi$  capacidad de 350 ton. En “Cabezal”. Cuatro por apoyo.



A los pernos de fijación, de  $\phi 1\frac{1}{2}$ ”, se les tiene que aplicar una fuerza de tensado: de 5000 kg en las TAR, TARE, TA8, TQ, TK ; y de 8000 kg en las TA16, TA16T.

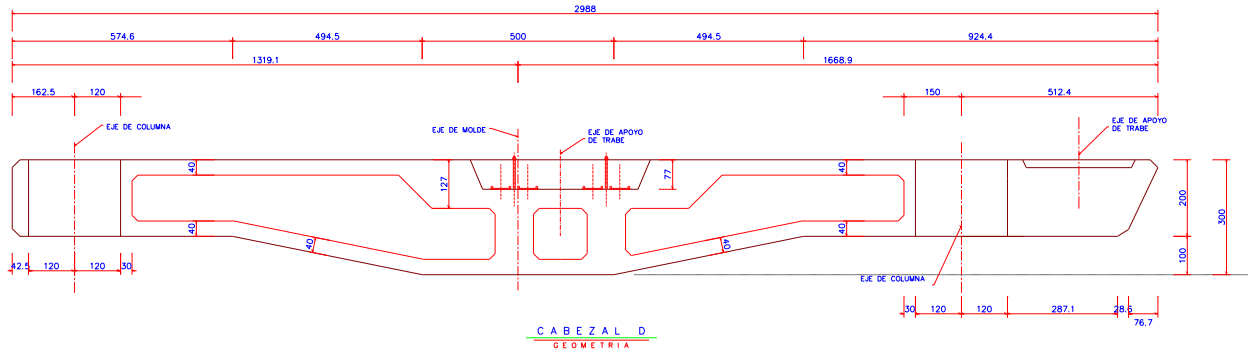
### III.5 MONTAJE DE CABEZALES

Son los elementos estructurales que sirven para el apoyo de traveses cuando las columnas quedan fuera del eje de trazo, y también para la zona del “Transfer” que es en la zona de cambio de vía. Los del Transfer son simétricos con apoyos en sus extremos, los otros son asimétricos con un apoyo en un extremo y el otro en un punto intermedio.



CABEZALES PARA TRANSFER (CAMBIO DE VIA)

Las varillas, que sobresalen en los extremos, se interponen con el ducto de drenaje en la columna y armado de esta, por eso se pide que sean recortadas.



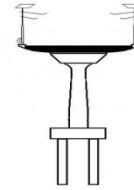
El montaje de los cabezales, sobre la columna, se puede hacer habiendo hecho mínimo el colado de las uniones de Pila-Zapata, aunque no se haya postensado.



MONTAJE DE CBEZALES

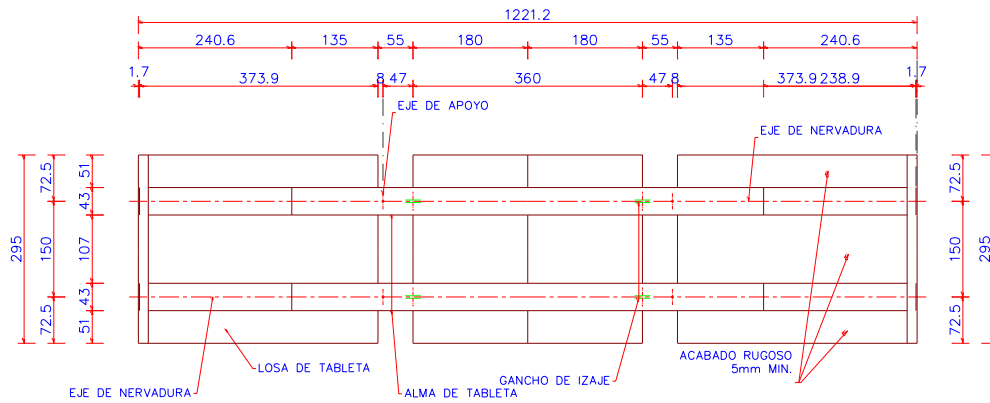


### III.6 UNION TRABE-TABLETAS



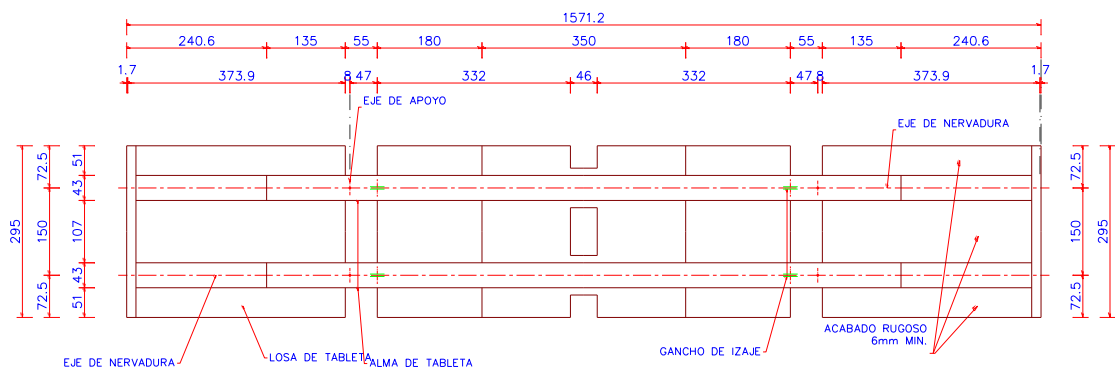
Las tabletas son los elementos estructurales que dan el ancho de corona, hay cuatro tipos de tabletas, de acuerdo a su longitud y número de apoyos.

TB12. Se apoyan en las travesas TAR, TCR, TARE, TQR y TKR, con 2 apoyos, son de L=12.18m x 3m de ancho



PLANTA TB - 12

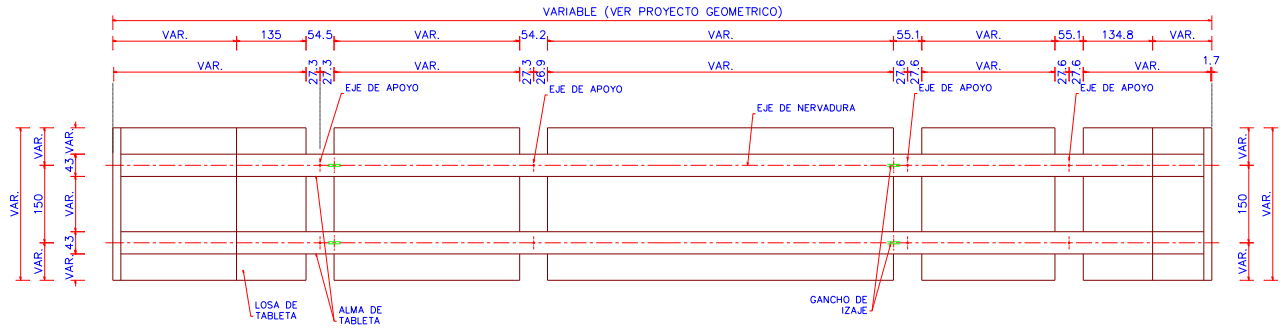
TB16. Se apoyan en las travesas TA16, TC16, TA16T, TQ16 y TK16, con 3 apoyos, son de L=15.68m, y en la transición de L=15.68 – 12.75m



PLANTA TB - 16

TB16E. Se apoyan en la trabe TC16E, con 3 apoyos, son de L=12.18 – 12.75m

TBP. Se apoyan en las traves "TCR-TC8E", "TQR-TQ8E", con 4 apoyos de L=15.68-21.50, estas son colocadas en la incorporación de los distribuidores al troncal.

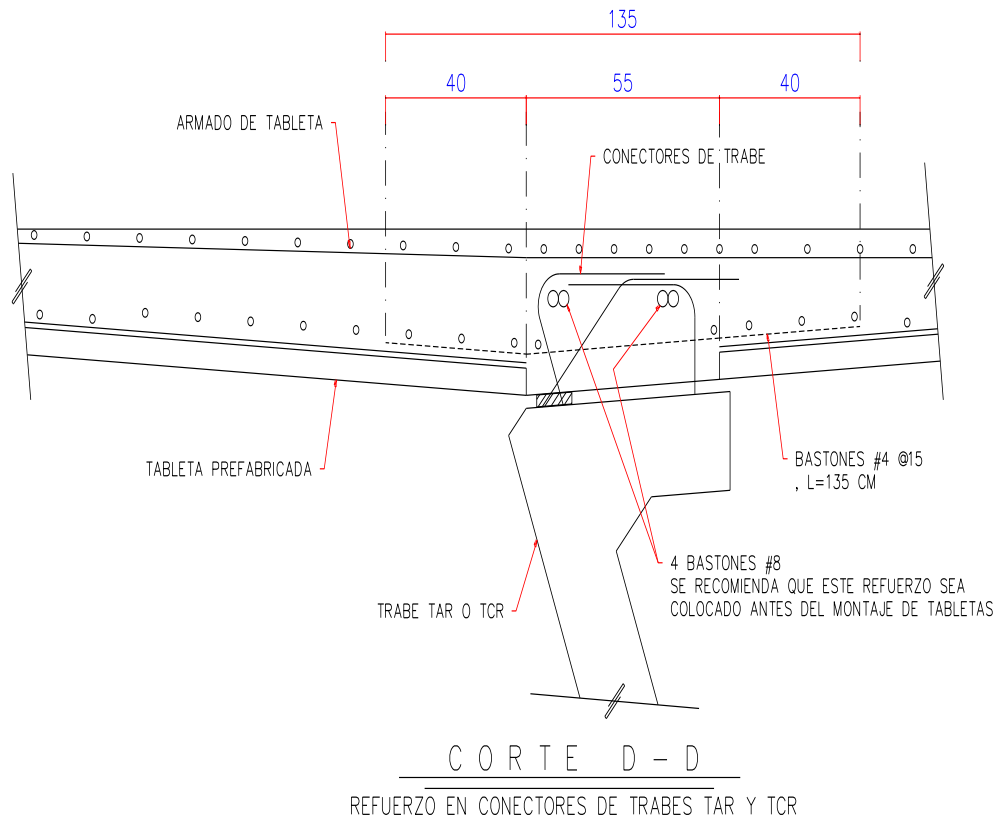


PLANTA TBP



MONTAJE DE TABLETAS

Para la unión de tabletas y traveses se dejan unos conectores en las traveses que quedan integradas a las tabletas al hacer el colado del firme de compresión.

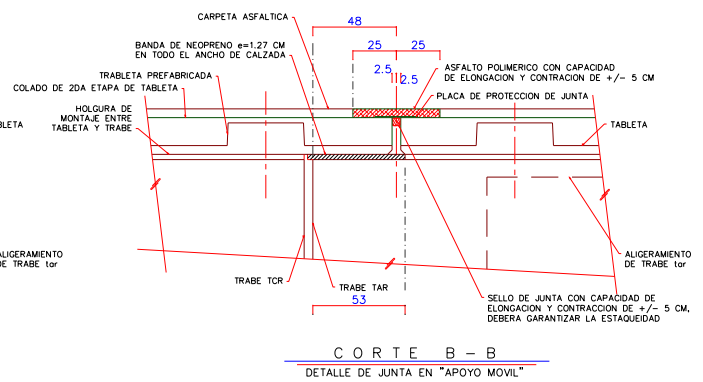
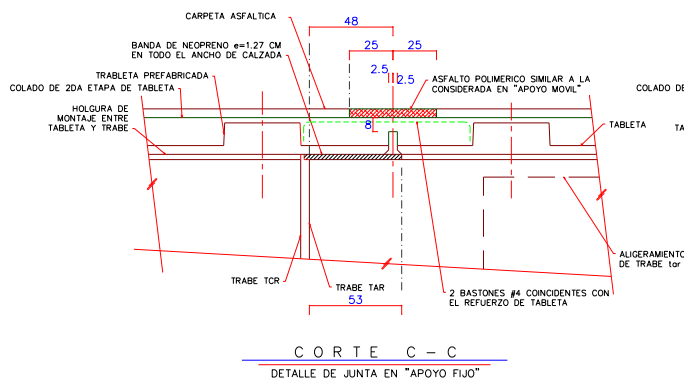
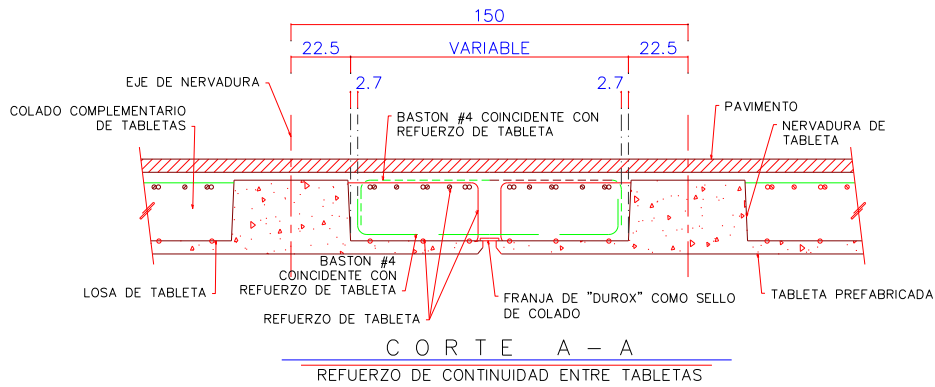


El defecto de fabricación, en los conectores, es que quedan unas varillas con demasiada longitud, y hay que despuntar, otras quedan con poco recubrimiento y hay que doblar las varillas hacia al eje de la trabe, todo lo anterior ocasiona que el montaje no se pueda llevar a cabo.

Se recomienda corregir estos puntos en la fabricación y no en la obra.

### JUNTAS DE CALZADA.

Entre las tabletas se hará una conexión con armado para dar continuidad entre ellas, y en los extremos de las traveses "TA" se cambiará este armado para hacer apoyos móviles o fijos.



Estos apoyos móviles y fijos corresponden con los mismos de las traveses

### III.7 FIRME DE COMPRESION.

Es el complemento para formar la losa, Su armado es el de las juntas entre tabletas, el armado descubierto de las tabletas y el refuerzo de conexión con la trabe.

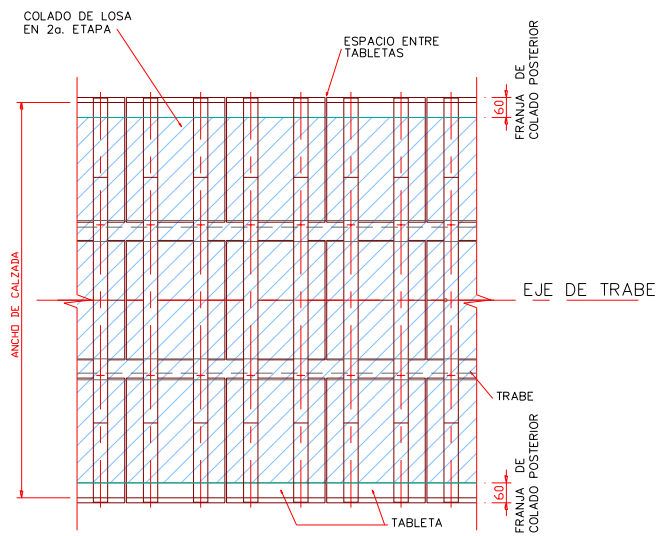


### III.8 MONTAJE DE PARAPETO

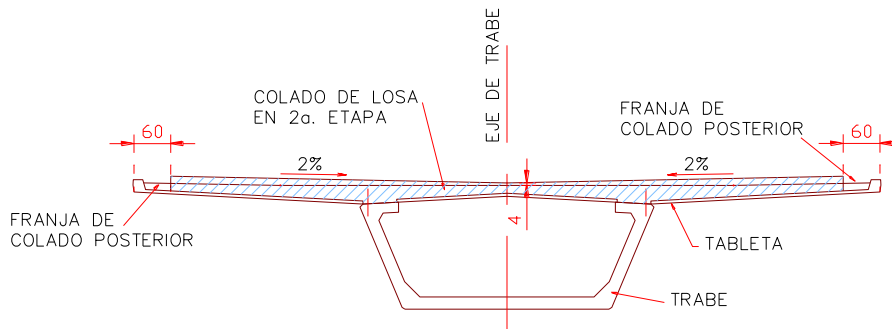
El montaje del parapeto en la calzada del segundo nivel del Viaducto, se pudo hacer una vez hecho el colado de la losa sobre dichas tabletas:



MONTAJE DE PARAPETO



COLADO DE LOSA EN 2ª. ETAPA (PLANTA)



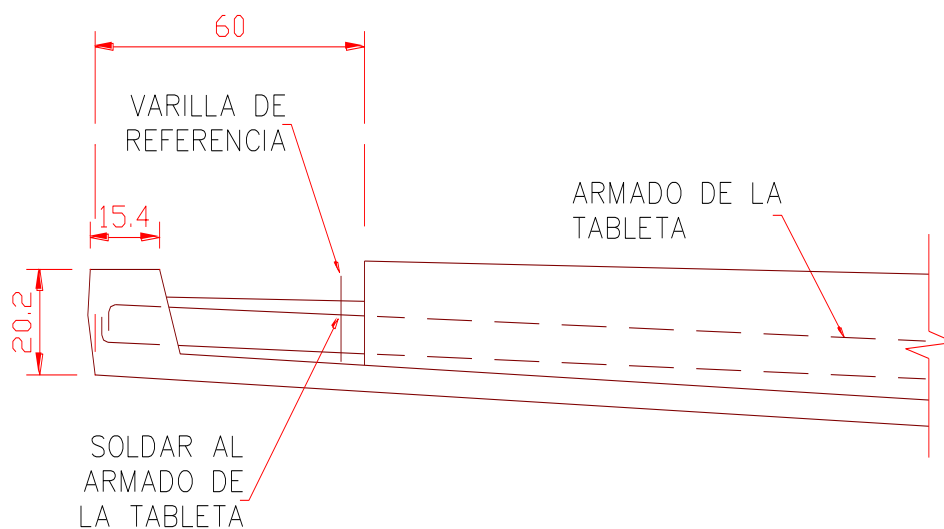
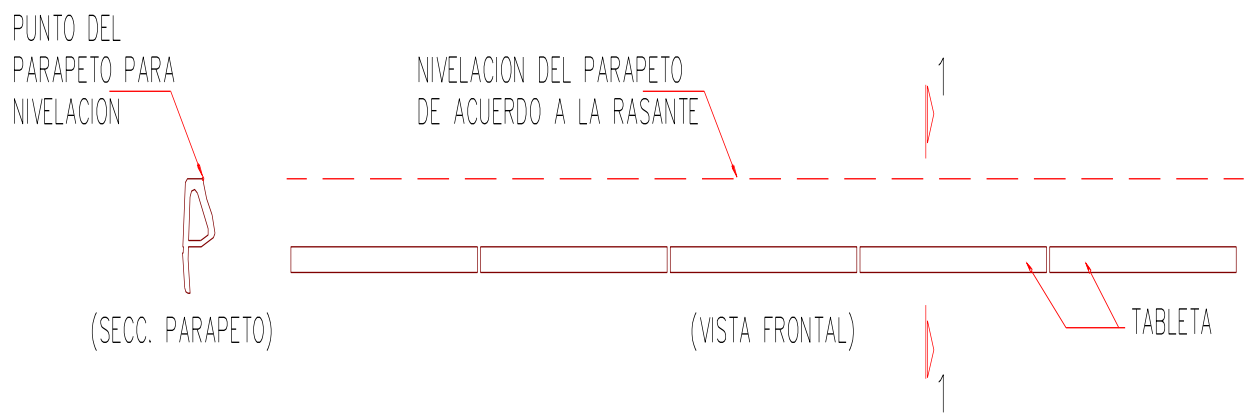
COLADO DE LOSA EN 2ª. ETAPA (CORTE)

1. Colocación de varillas de referencia.
2. Puesta de Grout, de acuerdo a nivelación, para el apoyo del parapeto.
3. Colocación del parapeto, sobre el Grout.
4. Colado de las franjas extremas
5. Montaje del Barandal.

### Colocación de varillas de referencia.

Después del colado de la losa, Topografía sacará una nivelación de la rasante del parapeto y pondrá una varilla en el centro del ancho de cada tableta. Esta varilla servirá de referencia para la colocación del Grout del parapeto.

Estas varillas de referencia deberán estar soldadas al refuerzo descubierto de las tabletas, para garantizar que no se muevan.

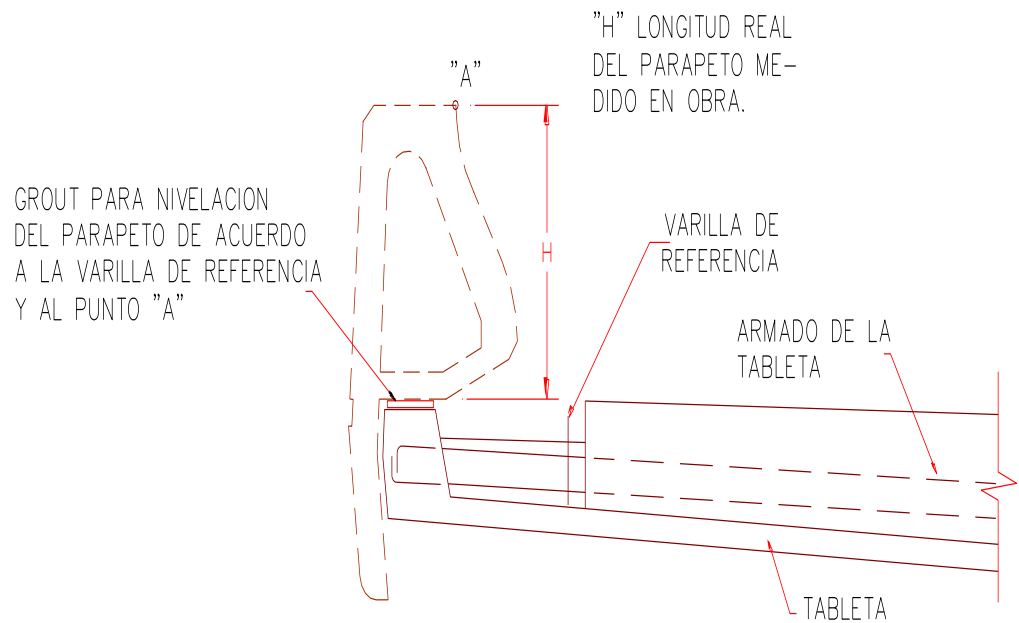


CORTE 1-1



### Puesta del Grout.

De acuerdo a la medida real del parapeto y al punto de referencia (varilla) se determinará el espesor del Grout y se colocará.

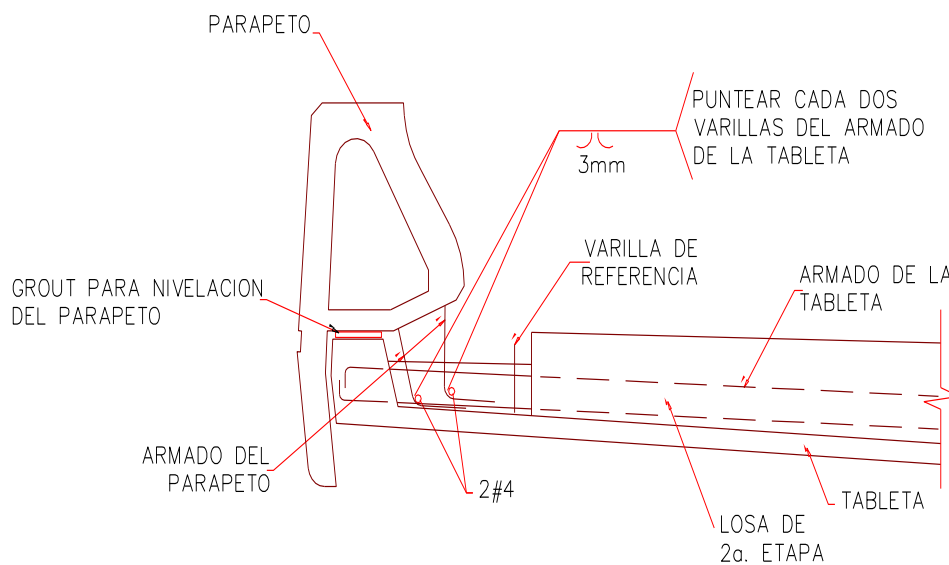


GROUT (GUARNICION) PARA NIVELACIÓN

## Colocación del Parapeto.

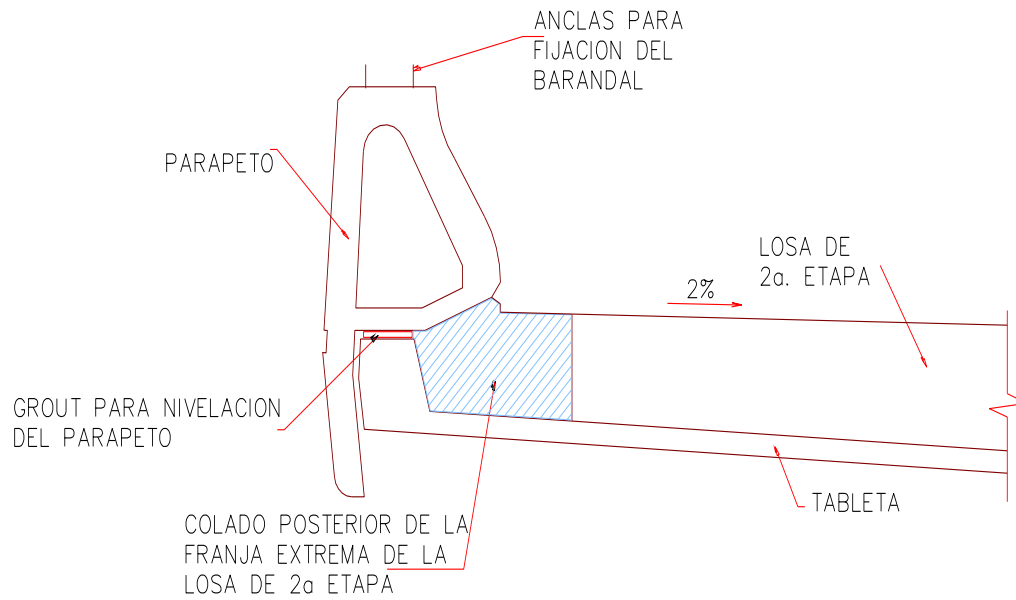
Colocar el parapeto, procurando que las anclas de fijación del barandal queden alineadas horizontalmente con los parapetos ya puestos, y que la distancia horizontal de las anclas de dos parapetos consecutivos sea de 150 cm.

Hacer el traslape del armado del parapeto con el armado de la tableta. En los dobleces colocar una varilla del #4, a lo ancho de la tableta, y puntearlas con soldadura a cada dos varillas del armado de la tableta.



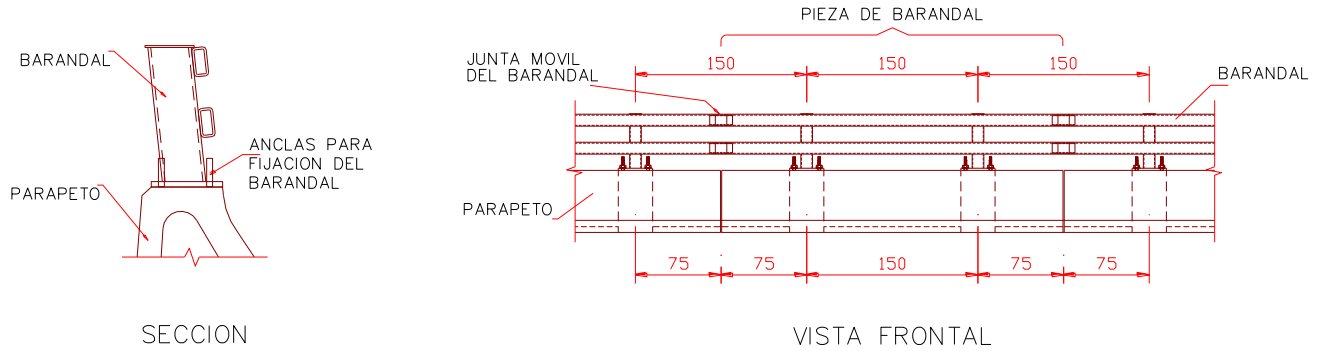
### Colado de la franja extrema.

Colar las franjas extremas de las tabletas, con un aditivo para unir concreto de diferentes edades.



### Montaje del Barandal.

Montar los barandales, atornillándolos en las anclas sobresalientes de los parapetos y posteriormente soldándolos entre sí.



COLOCACIÓN DE BARANDAL

Una vez terminada la estructuración del viaducto con el colado del firme de compresión y el montaje de parapeto se comienza los detalles finales del viaducto:

### III.9 CARPETA ASFÁLTICA

- Riego de impregnación/liga
- Fresado para viaducto a nivel
- Base
- SMA(capa fina)

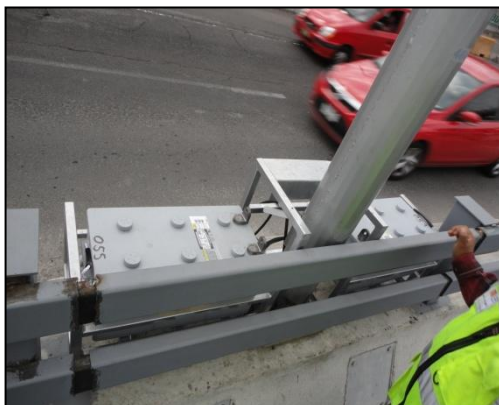


### III.10 DETALLES COMPLEMENTARIOS

- detalles para el sistema de aguas pluviales
  - rejillas paso hombre
  - registros
  - coladeras



- iluminación
  - Colocación de postes
  - Habilitado de la fibra óptica
  - luminarias
  - Baterías para celdas solares



- Señalamiento
  - Vertical
  - horizontal







## IV.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Grandes soluciones para grandes problemas, ya que a utilización de estructuras prefabricadas como parte del proceso constructivo en el VEB resulta ser el camino a seguir gracias a las ventajas constructivas y organizacionales que brinda las cuales se ven reflejadas en su duración y costo final.

Al implementar el sistema prefabricado se abren nuevas posibilidades desde el punto de vista constructivo a diferentes tipos de obras civiles que anteriormente solo se trabajaban con concreto colado en sitio.

El estudio de métodos y alternativas de construcción diferentes a las conocidas tradicionalmente, debe impulsar el desarrollo de una nueva etapa en la construcción en cada país en vía de desarrollo, permitiendo incorporar y adaptar nuevas tecnologías que mejoren la calidad de vida de los pobladores a través de la solución de los problemas y desafíos que surjan en la construcción.

Para su mejor aplicación de los sistemas constructivos prefabricados sería necesaria definir la problemática específica de cada país por lo respecto en nuestro país sería apropiado Generalizar esta experiencia en cuanto al alcance con respecto a la temática vista al promover la divulgación de las principales características de las estructuras prefabricadas.

El cual este aspecto se viene resolviendo en parte con la elaboración de un Manual de Estructuras Prefabricadas de Concreto, patrocinada por la Asociación Nacional de Industrias del Presfuerzo y la Prefabricación (ANIPPAC) y desarrollada por expertos mexicanos en el tema, tanto



profesionales, Profesores e Investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM que han desarrollado o emplean este tipo de estructuras, como investigadores interesados en el tema.

Ya que al no existir una obra que tratara estos temas basada en los procedimientos constructivos que se usan en nuestro país, con nuestra idiosincrasia y en nuestro propio idioma, se dieron a la tarea de elaborar una sinergia de 10 capítulos, donde se plasmó la teoría, la investigación y la práctica, tocando varios temas.

A si como la enseñanza sobre construcción y diseño de estructuras prefabricadas de concreto, incluyendo estos temas en la currícula de las diversas facultades y escuelas de ingeniería civil, tales como cursos de educación continua el cual merece ser considerado como actividad de urgente realización.

## RECOMENDACIONES

Las Estructuras Prefabricadas son únicamente un método constructivo en donde se tienen mejores controles de calidad, las tolerancias son pequeñas y los tiempos de ejecución son menores que el sistema tradicional o colado in situ. Para ello es pertinente hacer varias aclaraciones y recomendaciones:



- 1.- Como toda estructura la prefabricada debe de tener una adecuada cimentación (cumpliendo lo que indique el estudio de Mecánica de suelos), de tal manera que garantice la unión de ésta con la superestructura. Se debe tener mucho cuidado en esta conexión.
  
- 2.- Dependiendo del uso que va a tener la estructura prefabricada, se deberá de limitar los desplazamientos relativos.
  
- 3.- Lograr una estructura rígida, y en consecuencia y disminuir los desplazamientos respecto a los de una estructura flexible.
  
- 4.- Absorber efectos sísmicos y en consecuencia las conexiones podrían trabajar con menos demandas de deformaciones y elementos mecánicos.

## GLOSARIO DE TERMINOS

### **Agregado**

Material granular, tal como la arena, grava, piedra molida, hormigón de cemento hidráulico o escoria de alto horno.

### **Anclaje**

Acción que se emplea para sujetar elementos estructurales al bloque en la que se apoya.

### **Cimbra**

Estructuras provisionarias que se usan para la construcción de arco o bóveda y se mantiene hasta q se ha terminado la construcción

### **F´c**

Resistencia del concreto

### **F´y**

Limite de fluencia del acero

### **Grout**

Guarnición para la nivelación del parapeto

### **Integración**

Es un proceso dinámico y a la vez, el producto o resultado de este proceso

### **Izaje**

Es todo dispositivo que permite elevar ó bajar una carga, previamente calculada, en forma segura y controlada

### **Ménsulas**

Una ménsula es cualquier elemento estructural en voladizo. Se puede distinguir entre:

Ménsulas "cortas": pequeños salientes que sirven de soporte para algún otro elemento, como el arranque de un arco, balcón o cubierta.

Ménsulas "largas" o voladizas: elementos estructurales que por su longitud horizontal funcionan como una viga, es decir, a flexión



### **Neoprenos**

Son apoyos que pueden absorber desplazamientos horizontales en cualquier dirección y movimientos rotatorios alrededor de cualquier eje

### **Perno**

Barra o perno embutido en el hormigón para sujetar, fijar o asegurar un elemento estructural.

### **Prefabricado**

Se conoce como prefabricación al sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa

### **Postensado**

Método que consiste en someter el hormigón , después del vertido y fraguado, a esfuerzos de compresión por medio de armaduras activas (cables de acero) montadas dentro de vainas

### **Presfuerzo**

El presfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia

## **Pretensado**

Consiste en aplicar Intencionadamente en elementos estructurales esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Dichos esfuerzos se consiguen mediante cables de acero que son tensados y anclados al hormigón.

## **Resistencia**

Termino genérico que designa la capacidad de un material de resistir la deformación o rotura inducida por fuerzas externas

## **Revenimiento**

Prueba mediante la cual se puede medir la manejabilidad de los concretos antes de ser medidos

## **Tremie**

El método *tremie*, de llenado por flujo inverso, se usa para verter hormigón a través de agua, cuando la perforación queda inundada. El hormigón se carga por tolva o es bombeado, en forma continua, dentro de una tubería llamada *tremie*, deslizándose hacia el fondo y desplazando el agua e impurezas hacia la superficie

## BIBLIOGRAFIA

- *BLACHERE, G. (1977). TECNOLOGIAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA. GUSTAVO GILI.*
  
- *CANTILLO, L.H. (1989). SELECCIÓN ADECUADA PARA UN SISTEMA ESTRUCTURAL ACORDE AL PROYECTO ARQUITECTONICO.*
  
- *CHICA, A. (1996). OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA REALIZDA MEDIANTE FABRICAS MOVILES.*
  
- *NILSON, A. (1999). DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO”, MACGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.*
  
- *NILSON, A. (1987). DESING OF PRETENSSED CONCRETE. JOHN WILEY Y SONS.*
  
- *GONZALES, G. (1999). PREFABRICACIÓN: UN ALTERNATIVA DE INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN. SANTA FE DE BOGOTA*
  
- *MANUAL DE ESTRUCTURAS PREFABRICADAS DE CONCRETO, ASOCIACIÓN NACIONAL DE INDUSTRIAS DEL PRESFUERZO Y LA PREFABRICACIÓN (ANIPPAC).*
  
- *MEZA, H (1979). PREFABRICACIÓN.*





- *NAWY, E (1989).CONCRETO PRETENSADO*
- *NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN EL ESTADO DE MEXICO.*
- *RODRÍGUEZ, MARIO E. Y JOHN BLANDÓN (1998), “PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO PREFABRICADO SOMETIDA A ACCIONES SÍSMICAS”.*

#### **MESOGRAFIA**

- *(IMCYC).INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y EL CONCRETO.  
WWW.IMCYC.COM.MX*
- *HTTP://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/HORMIG%C3%B3N\_PRETENSADO  
(CONCRETO PRETENSADO Y POSTENSADO).*
- *WWW.VIADUCTOBICENTENARIO.COM.MX*
- *HTTP://WWW.ARQUBA.COM/MONOGRAFIAS-DE-  
ARQUITECTURA/PREFABRICACION/  
ARQUITECTURA, PREFABRICACION Y CONSTRUCCION.*
- *HTTP://HONTZA.WORDPRESS.COM/2007/02/13/INDUSTRIALIZACION-EL-FUTURO-DE-LA-CONSTRUCCION.*