

PREFABRICACION DE LA VIVIENDA

(del 26 al 31 de octubre, 1977)

Fecha	Duración	Tema	Profesor
26 de Oct.	9 a 9:30 a. m.	Apertura	Dr. Pedro Martínez Pereda Arq. José Ma. Frances C.
	9:30 a 9:45 a. m.	Introducción	Arq. José Ma. Francés C.
	9:45 a 13 h	Generalidades	Arq. José Ma. Francés C.
	13 a 14:30 h	Comida	
	14:30 a 18 h	Edificación	Dr. Hermann Ruhle y Dr. Porfirio Ballesteros Barocio.
27 de Oct.	9 a 12:30 h	Edificación	Dr. Hermann Ruhle Dr. Porfirio Ballesteros Barocio
	12:30 a 14 h	Visita al Banco de Comercio	
	14 a 15 h	Comida	
28 de Oct.	15 a 18 h	Visita Técnica al Banco de Comercio	
	9 a 10:30 h	Edificación	Dr. Hermann Ruhle
	10:30 a 13 h	Edificación	Arq. José Ma. Francés C.
29 de Oct.	13 a 14:30 h	Comida	
	14:30 a 18 h	Edificación	Arq. José Ma. Francés C.
	9 a 9:30 a. m.	Diseño Estructural en los Presforzados	Ing. Roberto Flores
29 de Oct.	9:30 a 10:30	Sistemas Presforzados	Ing. Jaime Villalón
	10:30 a 11:30	Sistemas Presforzados	Ing. Daniel Gilibert

26/10/77
K

PREFABRICACIÓN DE LA VIVIENDA

Fecha	Duración	Tema	Profesor
	11:30 a 13 h	Sistemas Presforzados	Ing. Rubén Obregón Cházaro
	13 a 14:30 h	Comida	
	14:30 a 16 h	Estructuras Esqueletales	Dr. Hermann Ruhle Dr. Porfirio Ballesteros Barocio
	16 a 18 h	Estructuras Esqueletales	Arq. José Ma. Francés C.
31 de Oct.	9 a 10:30 a. m.	Cascarones y Placas Precoladas	Dr. Hermann Ruhle Dr. Porfirio Ballesteros Barocio
	10:30 a 13 h	Cascarones y Placas Precoladas	Dr. Hermann Ruhle Dr. Porfirio Ballesteros Barocio
	13 a 14:30 h	Comida	
	14:30 a 16 h	Cascarones y Placas Precoladas	Dr. Hermann Ruhle Dr. Porfirio Ballesteros Barocio
	16 a 17:30 h	Cascarones y Placas Precoladas	Dr. Hermann Ruhle Dr. Porfirio Ballesteros Barocio Arq. José Ma. Francés C.
	17:30 a 18 h	Mesa Redonda.	Drs. Ruhle, Ballesteros y Arq. Francés.
		Clausura	



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



PREFABRICACION DE LA VIVIENDA

SISTEMAS DE CONSTRUCCION Y PREFABRICACION

DR. HERRMANN RUHLE

OCTUBRE, 1977.

DESARROLLO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE LA CONSTRUCCION CON PANELES EN LA REPUBLICA DEMOCRATICA ALEMANA .

1. Comentarios Generales

La vivienda es un problema de suma importancia en todo el mundo. La vivienda industrializada según la opinión de muchos arquitectos e ingenieros muestra posibilidades realistas en conexión con algún tipo de prefabricación. En este sentido encontramos sistemas estructurales bien conocidos muy desarrollados en algunos países y trabajo de investigación para mejores soluciones, o soluciones más novedosas, la mayor parte con concreto pero también con otros tipos de materiales. En muchos países el desarrollo de la vivienda industrializada y los diferentes sistemas de construcción se volvieron uno de los problemas más importantes.

Al tratar con estos problemas quisiera dar especial atención a algunos factores estructurales y constructivos de importancia primordial que son afectados por los diferentes conceptos generales de una política de la vivienda. Estoy seguro de que es necesario tomar en cuenta las diferentes situaciones sociales, técnicas y económicas de cada país al desarrollar y llevar a cabo un programa de la vivienda.

- Las condiciones socialistas o capitalistas de la producción
- La estandarización y el sistema de construcción modular complejo tiene que ser dispuesto por el gobierno para que se pueda volver efectivo.
- Los salarios extremadamente bajos o bajos o por otra parte sueldos muy altos con una tendencia constante hacia arriba.
- Una situación diferente de la base material: Deficiencia o escasez de materiales de construcción importantes como acero, cemento y plástico, etc.

Las tradiciones de la función de la vivienda y del diseño o de los métodos constructivos, etc. Entonces, cuando estamos discutiendo las tendencias evolutivas en la construcción, debe uno de tener en cuenta no únicamente los avances puramente técnicos, las técnicas nuevas y los conceptos arquitectónicos modernos, sino también los aspectos económicos complejos de los mismos. En cualquier tipo de estructura el desglose de los costos será un criterio decisivo. Por lo tanto debemos saber donde y bajo que condiciones serán efectivas las estructuras industrializadas que condicionan la construcción para la vivienda. Hay otro problema importante, en el presente, y creemos que en el futuro también, los elementos incorporados (paneles para paredes interiores, ventanas, puertas, etc.) y los pisos, la calefacción, el aire acondicionado, la pintura, la plomería, el aislamiento, y la instalación de agua, etc., representan de 60- a 80 % de los costos totales. Esto es más que en décadas anteriores y ha mostrado una tendencia constante hacia arriba. La parte estructural de la mayor parte de los edificios para la vivienda se volvieron más pequeños. Así la influencia en los costos de ahorrar el material, que muchas veces se espera que sea milagrosa, no es un progreso por sí solo. Según mi opinión necesitamos construcción liviana en general, para todas las estructuras de carga y relleno de un edificio. La estructura se tiene que volver óptima en relación a muchas influencias como:

_ La introducción del principio "de serie masiva" en la producción de la construcción como parte importante de la industrialización;

_ Construcción modular y estandarización;

_ El ahorro de materiales como acero y de materiales de construcción domésticos;

_ Aislamiento perfecto;

_ Combinación con elementos incorporados de producción masiva;

_ La reducción de la cantidad de horas hombre en la secuencia lógica de la mecanización de los procesos de precolado;

_ Métodos simplificados para construir todo tipo de procesos constructivos simplificados en la obra.

Calidad perfecta del edificio en relación a su función.

Los conceptos antes mencionados exigen que se ordenen los principios inherentes relacionados con los problemas discutidos en la primera parte de esta ponencia. Por lo tanto la utilización estructural de la vivienda puede llegar a resultados diferentes.

Tendencia A

Por una parte muchos arquitectos e ingenieros se prepararon para una generación totalmente nueva de vivienda en los últimos años. Ellos pensaban que era necesario una revolución en este campo. Los ejemplos para esto son: algunos tipos de domos, sistemas de casas colgantes, estructuras de puente con unidades de cajón para el relleno, unidades de cajón usando materiales de plástico, edificios extremadamente altos, etc. Según mi opinión las ideas desarrolladas y realizadas con prototipos son naturalmente muy interesantes. Pero la experiencia ha demostrado que quedan muchos problemas sin resolver. Es necesario respetar las tradiciones generales de la vivienda, los límites económicos y los problemas que se refieren a las inversiones cuantiosas que se necesitan para las fábricas especiales para producir estas unidades de vivienda. Los materiales nuevos en su mayor parte son muy costosos y es necesario tener más experiencia en el campo práctico para el uso de sus elementos.

Tendencia B

Por otra parte, los arquitectos y los ingenieros están ahora más en contacto con una generación de la vivienda que se basa en lo que existe ya. Ellos piensan que necesitamos una evolución. Los ejemplos para esto son: Estructuras de concreto industrializadas en obras, estructuras con paneles, combinaciones de estructuras con paneles con unidades de cajón o modulares, estructuras modulares, estructuras progresivas con losa y trabes, etc. Por este motivo la dirección debe de ir en el sentido de introducir el principio de "serie masiva"

en la producción de la construcción combinada con una calidad funcional elevada. Ambos desarrollos característicos usan cada vez más las estructuras tridimensionales o los principios estructurales de tales estructuras.

Una parte importante del progreso para la Tendencia B es de usar edificios con paneles grandes o estructuras modulares para la vivienda. En todo el mundo encontramos ejemplos excelentes de esta aplicación. Estas técnicas han sido desarrolladas como un resultado de la búsqueda de industrializar más la vivienda llevando cada vez más procesos a la fábrica.

Hay dos tendencias progresivas que son típicas:

- Una combinación de paneles grandes y de elementos tridimensionales, para los techos, los cubos de elevador, los baños, las escaleras, etc. Se están desarrollando diseños para usar cajones totalmente prefabricados para todas las partes de un edificio donde hay equipo de ingeniería o sanitario, pasando así la mayor parte del trabajo a la fábrica.
- Los edificios de cajón o modulares están compuestos de elementos grandes prefabricados en forma de una célula estructural o de cajas con armazón con la fuerza, rigidez y estabilidad necesarias. Estas unidades de cajón espaciales pueden estar, ya sea independientes o dispuestas en diferentes combinaciones entre sí, o con el armazón estructural de carga en una estructura espacial. La mayor parte de la mano de obra se pasará a la fábrica de esta forma.

2. Desarrollo de edificios panelizados o con paneles para la vivienda en la República Democrática Alemana.

Desde hace muchos años, hemos tenido buenas experiencias con los edificios con paneles en nuestro país. Del 70 al 75% de la vivienda se construye utilizando paneles. La consecuencia lógica de una situación tal, puede reunir cada vez más el desarrollo funcional, estructural y constructivo en los últimos años. El resultado de lo cual ha sido un sistema de construcción centralmente dirigido y controlado para la vivienda. El sistema se llama WBS 70. En un sistema tal, todo sucede cada vez más reglamentado para que se puedan evitar todos los obstáculos posibles en lo que se refiere a calidad defectuosa o retrasos en la entrega. Se está llevando a cabo investigación también en todo el sistema por nuestro Instituto para resolver algunos de los problemas conectados con la experiencia práctica de las fábricas, pero también con el desarrollo general de las estructuras y los métodos de fabricación.

WBS 70 es la línea general oficial de la política de la vivienda en la República Democrática Alemana para los siguientes quince años. Después de haber decidido resolver nuestros problemas de vivienda en ese período.

El mejoramiento de la construcción con paneles, basado en este sistema de construcción WBS 70, llevará a una mayor intensificación de la industrialización que tendrá un efecto decisivo en las fábricas de viviendas.

Para lograr una racionalización compleja, es necesario conseguir una mejor calidad de la arquitectura y de la planeación urbana. Pensamos que esta es una tarea muy importante.

Como dije antes, tenemos una larga tradición en construcción con paneles y tenemos muchas fábricas que producen algún tipo de construcción, con lo cual hemos obtenido ya una gran madurez. Según nuestra opinión, la utilización y eficiencia máxima de nuestras fá-

bricas antiguas y nuevas, depende de satisfacer tres exigencias importantes que son las siguientes:

- Incluir partes del sistema WBS 70 en los proyectos de la vivienda y en los procesos tecnológicos que se aplican en las fábricas antiguas.
- Renovar las fábricas totalmente para producir los edificios diseñados en la base de WBS 70.
- Establecer fábricas nuevas en total acuerdo con WBS 70.

Las características fundamentales de WBS 70 son:

- Ya que las plantas de los edificios con paneles no son abiertos, por que hay paredes rectangulares que cierran las habitaciones, fue necesario aumentar la distancia entre las paredes interiores que soportan carga. Esto da la posibilidad de más libertad para el departamento y para los muebles, también en lo que se refiere a los deseos de sus habitantes. El sistema se basa en una pequeña cantidad de unidades standar en módulos (paredes interiores de 2,800 X 6,000 mm, paredes exteriores de 2,800 X 6,000 mm, losas para techos de 3,000 X 6,000 mm), - que dan una gama lo suficientemente amplia de planeación de departamentos para edificios con alturas que varían de uno a catorce pisos.

WBS 70 se construye preferentemente con cinco o con once pisos.

- Las paredes exteriores están hechas de concreto, como la solución más económica en el momento, y dan la posibilidad de crear fachadas usando colores y métodos especiales de concreto con gran libertad, para que los edificios y las áreas circundantes puedan

tener una amplia gama de arquitectura atractiva. Según mi opinión, un producto industrializado tiene sus límites, naturalmente, en relación a arquitectura imaginativa.

Un problema muy importante fue de limitar las unidades por departamento, y por otra parte, de aprovechar al máximo la capacidad de carga de las grúas. Los complejos tienden a ser cada vez más grandes y nosotros si logramos reducir las unidades que no pesan más de 6,3 Mp a 70% en comparación con los edificios con paneles antiguos.

El sistema tiende cada vez más a un mínimo de instalación de tuberías en la obra, usando por ejemplo, unidades de baños prefabricados en la planta. También las unidades de cubo de elevador están totalmente equipadas en la fábrica. Para ahorrar horas-hombres tratamos de pasar la mayor parte del trabajo de la obra a la fábrica, donde podemos disponer una mejor organización y control. Esto es una tendencia internacional para la industrialización.

- El sistema también se basa en el hecho de que la cantidad de juntas debe de ser lo más reducida posible. Esto ahorra trabajo y también satisface la seguridad estructural y algunas veces las exigencias de aislamiento.
- Es posible ahorrar cemento usando este sistema estructural y aplicando los elementos optimizados.
- La combinación con las estructuras de losa y traves especialmente para los edificios institucionales, o para edificios de diferentes funciones, es posible, tal y como lo exige la planeación urbana.

3. Algunas descripciones más detalladas del desarrollo estructural y constructivo.

- Análisis estructural

El sistema de construcción con paneles y con cajones, se puede considerar como un sistema complejo de placas dobladas, donde cada panel que lo compone está en uno de tres planos ortogonales. El diseño final de estructuras tales, siempre deberá de tomar en cuenta la capa-

idad de carga, una alta rigidez a la tensión, un consumo bajo de materiales y aislamiento térmico, frecuencias de resonancia y sonido, costo bajo, función óptima, etc. Las conexiones y las juntas, deben de ser producidas en masa. El precolado debe de ser altamente industrializado.

Nuestro Instituto ha tratado de resolver algunos de los problemas más importantes en relación al diseño estructural típico para elementos precolados en forma masiva, usando métodos modernos y normas de análisis y los métodos que puedan ahorrar más acero y cemento. Los resultados de este trabajo de investigación teórico y experimental intensivo, son algunas recomendaciones y normas que son progresivas en comparación con el desarrollo internacional que ha habido en este campo.

Las losas para los techos y las paredes exteriores (elementos de sandwich con concreto) muestran el uso más intensivo para el acero. Por lo tanto, empezamos a investigar estas elementos. Como resultado se está llevando a cabo un trabajo continuo que ha logrado crear un armado óptimo para las losas haciendo el pretensado con un método electrotérmico. Una etapa importante en el proceso de producción es un control metódicamente aplicado. Las juntas tienen que ser lo más sencillas posible.

Otro problema importante es la estabilización de la construcción con paneles mediante los muros interiores y los muros exteriores que soportan carga. Según nuestra opinión, unas estructuras tales son sistemas de placas dobladas que tienen una capacidad de soportar carga espacial. El propósito de nuestra investigación, puede encontrar una mejor aproximación del análisis a la realidad por una parte, y métodos simplificados por otra. Se prefiere usar computadora para ahorrar trabajo de cálculo. Las casas que se arman en nuestra Institución con cimientos de concreto, con zapatas y contratraves, algunas con y algunas sin armado.

Este resultado también es muy importante, y ha sido logrado por trabajo de investigación hecho en el campo, incluyendo la mecánica de suelos y la teoría del concreto. Normalmente no usamos losas para los cimientos, con la excepción de algunos casos donde el suelo es desfavorable.

- Combinación de paneles y de unidades de cajón

Como dije antes, esta combinación es una de las tareas más importantes para lograr un alto grado de prefabricación. La mayor parte del trabajo de instalación (cables eléctricos, suministro de agua, calefacción, ventilación, etc.) se lleva a cabo en estos cajones en la fábrica, y se incluye también en la planta todos los acabados en lo que se refiere a pisos, pintura, y recubrimientos de paredes. También todos los componentes de equipo que se van a usar en el departamento terminado se instalan en este cajón en la planta. En la obra es necesario únicamente hacer las conexiones entre unidades.

Los ejemplos para éstos son:

Unidades de baño

Espesor de las paredes: 40 mm

Dimensiones: D X L = 2,120 X 1,620 mm

(Interior) H = 2,520 mm

Peso: 3,3 Mp

Estas unidades de cajón incluyen canales para ventilación y la instalación es precolada con una mezcla de concreto y yeso en moldes especiales como una campana. El armado se protege contra la corrosión. El elemento tiene que ser secado después del precolado en un canal de secado. Los elementos se terminan totalmente en la fábrica como el --

mencionado antes. Tienen que cumplir con una altísima calidad y tener las tolerancias tan estrechas para que el trabajo que se haga en la obra, se pueda reducir prácticamente a un ensamble y nada más.

Unidades de elevador

Espesor de las paredes:	80 X 90 mm.
Dimensiones :	$B_1 \times B_2 = 2,150 \times 2,760$ mm
	H = 2,780 mm
Peso :	6,3 Mp

Las unidades de elevador son precoladas con concreto reforzado en un molde especial, también como una campana. Esta máquina formadora ha sido desarrollada con la idea de fabricar unidades de cajón, dentro de tolerancias tan estrechas, de que la conexión de las guías para el elevador en la obra no tenga problemas. El trabajo en la fábrica incluye pintura, cables eléctricos, las puertas, las guías y cualquier otra instalación especial.

Si usamos estas unidades de elevador necesitamos menos material, horas-hombre y dinero, y, por otra parte, logramos una calidad excelente.

Techos

Para la construcción con paneles hemos tenido muy buenas experiencias con techos dobles, basados en una losa sobre el último piso. Sobre esta losa va un aislamiento, después una losa especial de techado y una cierta distancia entre estos últimos dos elementos. El desague se hace a través del centro del edificio, con un elemento precolado como un canal. Las losas de techo son acanaladas y más o menos inclinadas. Las juntas entre las losas son abiertas estas losas grandes (3,000 X 6,000 mm) son precoladas y terminadas con un revestimiento

en la fábrica. Así no es necesario invertir más horas-hombre para colocar teja en la obra.

Estos ejemplos muestran nuestro desarrollo siguiendo la tendencia de combinar paneles y unidades de cajón con un alto grado de prefabricación. La evolución orienta hacia unidades de volumen aún mayor, y hacia otras funciones de las unidades, como por ejemplo, un cuarto de máquinas para el elevador, balcones, escaleras, etc. para la vivienda y unidades de volumen especial para hospitales, hoteles, asilos, etc, en el futuro. Esto ha sido una revisión breve de algunos de las ventajas más importantes de nuestro sistema de construcción con paneles para explicar nuestra política, técnica y nuestra experiencia. Según nuestra opinión, la industrialización de los procesos de construcción es una tarea más o menos decisiva en todos aquellos países en donde se necesita resolver los problemas de construcción con un gran estilo y dentro de un plazo muy breve. Esto no podrá hacerse con éxito, sin una cooperación muy estrecha entre la planeación urbana, el diseño, la producción y la investigación.



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



PREFABRICACION DE LA VIVIENDA

DETALLES DE CONEXIONES
PARA EDIFICIOS DE CON
CRETO DE ELEMENTOS PRES_
FORZADOS PRECOLADOS

TOMADO DEL MANUAL
CONNECTION DETAILS FOR
PRECAST-PRESTRESSED
CONCRETE BUILDINGS
EDITADA POR EL I.M.C.Y.C., A.C.

OCTUBRE DE 1977.

DETALLES DE CONEXIONES PARA EDIFICIOS DE CONCRETO DE

ELEMENTOS PREFORZADOS PRECOLADOS

COMITE DE DETALLE DE CONEXIONES

DEL

INSTITUTO DEL CONCRETO PREFORZADO

ADUCCO

VI 211

1-0

3-0

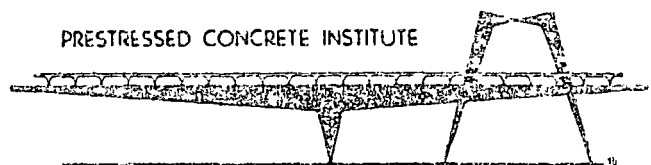
0-0

0-0

1-0

- Thomas A. Hanson, Presidente.....Ingeniero Consultor
Laurence Cazaly.....Ingeniero Consultor
Félix Kulka.....T. Y. Lin and Assoc., Ingenieros Consultores
Frederic A. Nassaux.....Frederic A. Nassaux and Assoc.,
Ingenieros Consultores
Irwin J. Speyer.....Ingeniero Consultor
Peter J. Verna, Jr.Concrete Materials, Inc.
H. Carl Walker.....T. Y. Lin and Assoc., Ingenieros Consultores
Robert L. Whitaker.....Ross H. Bryan, Ingenieros Consultores
Alfred A. Yee.....Alfred A. Yee and Assoc., Ingenieros Consultores
Henning Collborg, Associate Member.....Aktiebolaget Strangebetong
Jack R. Janney, Liaison Member...Wiss, Janney, Elstner and Assoc.,
Ingenieros Consultores
Presidente del Comité Unido ACI-ASCE 712 sobre Concreto Estructu-
ral Precolado

INSTITUTO MEXICANO DEL
CEMENTO Y DEL CONCRETO, A. C.



CONTENIDO

INTRODUCCION

DETALLES DE BASE DE COLUMNA (Serie CB)

- CB-1 Placa Base Extendida con Pernos de Anclaje
- CB-2 Angulos Soldados
- CB-3 Placa Base a Ras
- CB-4 Conexión con Barras de Anclaje
- CB-5 Conexión Ahogada o de Boquilla

DETALLES DE VIGA A COLUMNA (Serie BC)

- BC(a) Placa Horizontal en Ménsula
- BC(b) Ménsulas Formadas por Angulos Fijados con Pernos
- BC(c) Ménsula de Placas Verticales
- BC-1 Conexión Soldada, Claros Simplemente Apoyados
(Solamente en la parte superior de la columna)
- BC-2 Conexiones Soldadas, Claros Simplemente Apoyados
- BC-3 Conexiones Soldadas, Claros Continuos
- BC-4 Conexión Soldada, Claros Simplemente Apoyados o
Continuos
- BC-5 Conexión Colada en el Lugar, Claros Continuos
- BC-6 Conexiones Realizadas con Pernos, Claros Simplemente
Apoyados
- BC-7 Conexión con Barras de Anclaje, Claros Simplemente
Apoyados (Solamente en la parte superior de la colum-
na)
- BC-8 Conexión con Barras de Anclaje, Claros Continuos
(Solamente en la parte superior de la columna)
- BC-9 Conexión Postensada, Claros Continuos
- BC-10 Conexión para Vigas Compuestas, Claros Continuos
(Tipo general)
- BC-11 Vigas Compuestas, Claros Continuos (Postensadas)
- BC-12 Conexión para Vigas Compuestas, Claros Continuos
(Ménsulas coladas en el lugar)

Continúa en la página siguiente

DETALLES DE VIGA A VIGA PRINCIPAL (Serie BG)

- BG-1 Conexión Efectuada con Barras de Anclaje, Claros Simplemente Apoyados
- BG-2 Conexiones Efectuadas con Abrazaderas en Angulo Fijadas con Pernos, Claros Simplemente Apoyados
- BG-3 Conexión Soldada, Claros Simplemente Apoyados
- BG-4 Conexión Soldada, Claros Continuos
- BG-5 Conexión con Traslape, Claros Continuos
- BG-6 Conexión para Vigas Compuestas, Claros Continuos
- BG-7 Conexión con Placa Colgante de Acero, Claros Simplemente Apoyados
- BG-8 Conexión Postensada, Claros Continuos
- BG-9 Vigas Principales Coladas en el Lugar
- BG-10 Conexión con Placa en Voladizo
- BG-11 Vigas Suspendidas

DETALLES DE MUROS DE CARGA (Serie BW)

Notas Generales sobre Muros de Carga

- BW(a) Conexión por Gravedad, Caso General
(No se recomienda para zonas sísmicas)
- BW(b) Conexión con Barras de Anclaje, Caso General
- BW(c) Conexión Soldada
- BW-1 Conexión por Gravedad, Losas Planas, Claros Simplemente Apoyados
- BW-2 Conexión por Gravedad, Losas Planas con Firme Superior Efectivo, Claros Continuos
- BW-3 Conexión por Gravedad, Viga Doble T con Placa de Unión, Claros Simplemente Apoyados
- BW-4 Conexión por Gravedad, Viga Doble T con Firme Superior Efectivo, Claros Simplemente Apoyados
- BW-5 Conexión Colada en el Lugar, Losas Planas con Agujeros, Claros Simplemente Apoyados
- BW-6 Conexión Colada en el Lugar, Losas Planas con Firme Superior
- BW-7 Conexión Colada en el Lugar, Vigas Doble T en Claros Continuos
- BW-8 Conexión Colada en el Lugar, Vigas Doble T con Firme Superior Efectivo, Claros Continuos
- BW-9 Conexión por Gravedad, Muro de Concreto
- BW-10 Conexión con Angulo de Apoyo Soldado, Muro de Concreto
- BW-11 Conexión Soldada, Viga Doble T con Firme Efectivo

INTRODUCCION

En muchas ocasiones, los miembros del Instituto de Concreto Presforzado han expresado la necesidad de realizar estudios relativos a los detalles de conexiones. Atendiendo a esta necesidad, el Comité de Actividades Técnicas organizó un Comité sobre Detalles de Conexiones en enero de 1961. Este comité se encargó de hacer un inventario de los detalles usados en la industria para escoger aquellos que habían tenido éxito e incorporarlos en una publicación sobre detalles de conexiones. Este folleto representa el informe del citado comité y está planeado para ser usado en la industria del presfuerzo y por los ingenieros que diseñan edificios de concreto presforzado. A medida que se vaya obteniendo información adicional y se desarrollen métodos más adecuados, se irán publicando hojas adicionales que podrán ser incluidas en este folleto.

El objeto de este manual es ayudar al ingeniero en la selección adecuada de los detalles de conexiones empleadas en edificios de concreto construidos con elementos precolados-presforzados. Se supone que la persona que emplea los detalles sugeridos en este manual comprende el comportamiento de los materiales y tiene capacidad para diseñar adecuadamente las partes componentes de las conexiones, para resistir los momentos, cortantes y fuerzas normales específicos determinados en el análisis estructural. La responsabilidad del comportamiento adecuado de los distintos detalles es, desde luego, del ingeniero que diseña la estructura.

Los detalles representan esquemáticamente tipos de conexiones que han sido probados con éxito bajo condiciones de trabajo. Deben esperarse variaciones en estos detalles, los cuales dependen del tamaño relativo de los miembros que van a ser conectados, del tipo y magnitud de las fuerzas que deben transferirse, del equipo de montaje disponible, y de la experiencia del fabricante. Al modificar estos detalles de conexión debe considerarse en forma importante, además de la integridad estructural, la necesidad de reducir el tiempo en que es ocupado el equipo pesado de montaje. Frecuentemente se observa que es más económico proporcionar material adicional en la conexión si el equipo de montaje puede ser desocupado más pronto.

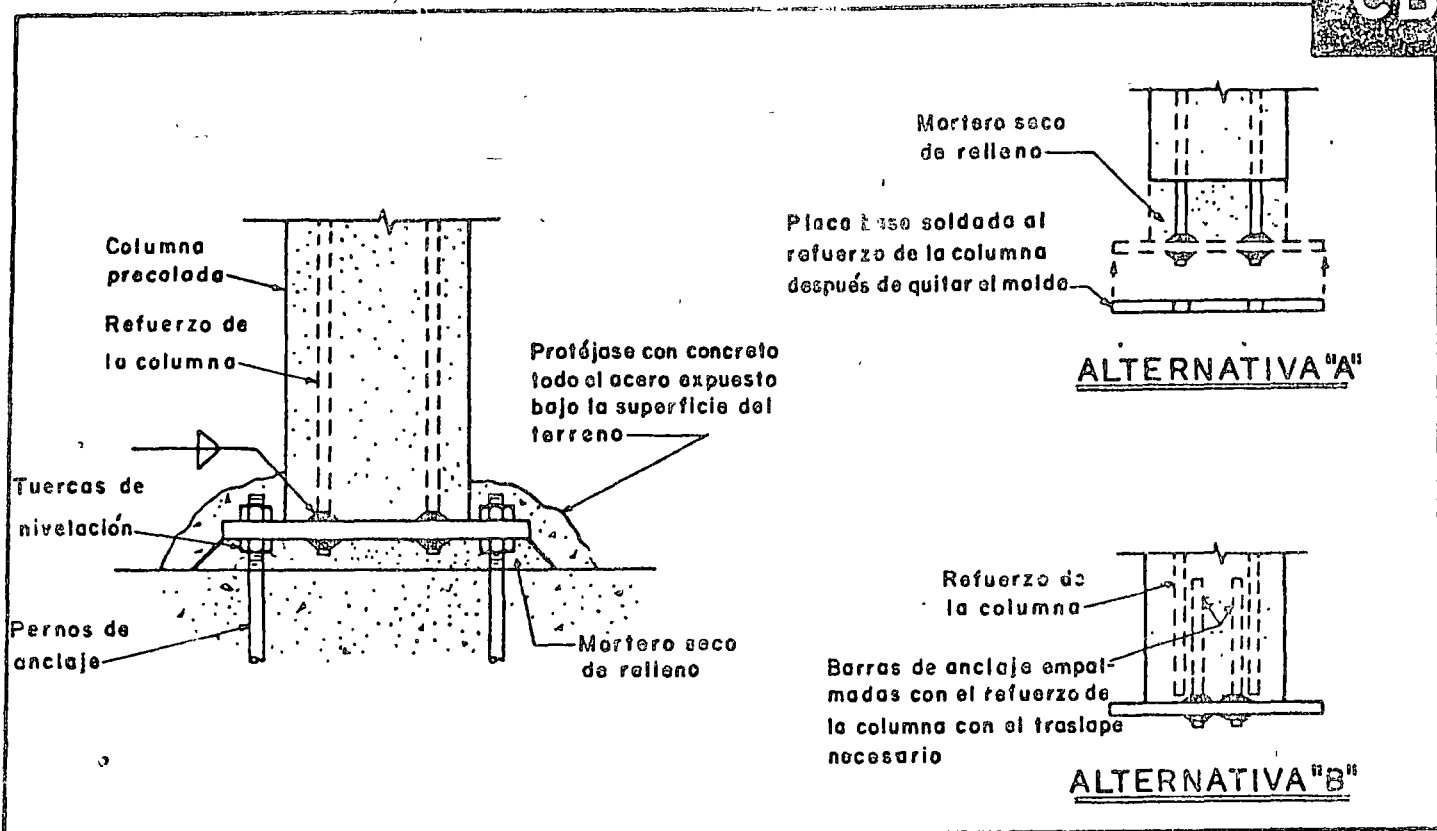
Los detalles que se presentan están restringidos a edificios, y están divididos en cuatro categorías como sigue: base de columnas, de viga a columna, de viga a trabe y muros de carga. Dentro de cada una de estas categorías se incluye una variedad de tipos de conexiones tales como conexiones soldadas, coladas en el lugar, con barras de anclaje, con pernos, y postensadas. Se recomienda, siempre que sea posible, mantener el mismo tipo de detalles en toda la

estructura. Con objeto de facilitar la referencia se han asignado números y títulos a cada uno de los detalles en el índice de esta publicación.

Los fabricantes preferirán ciertos detalles en varias localidades debido a las condiciones atmosféricas, las facilidades de producción, las condiciones de mano de obra, el equipo de montaje, etc. Por esta razón, el folleto se ha publicado en forma de hojas sueltas de tal manera que algunos detalles pueden ser añadidos o eliminados para satisfacer de una manera eficiente las condiciones de un área particular. Sin embargo se pretende conservar la denominación original para los distintos detalles con la esperanza de que en una fecha futura estos detalles puedan normalizarse. Aun cuando se reconoce que el ingenio del diseñador es muy importante para el progreso de la industria del presforzado, se considerará que la verdadera economía de los detalles de conexión depende en gran parte de un cierto grado de normalización.

Los miembros del Comité de Detalles de Conexiones desean expresar su agradecimiento a todos aquellos que enviaron ejemplos de los detalles que están empleando. Todos estos detalles fueron revisados por el Comité, y muchas de las ideas fueron incorporadas en esta publicación. Los comentarios que se hagan al respecto serán bien recibidos y deberán dirigirse al Comité de Detalles de Conexiones, Prestressed Concrete Institute, 205 West Wacker Drive, Chicago, Illinois.

Thomas A. Hanson, Presidente
Comité PCI sobre Detalles de Conexiones



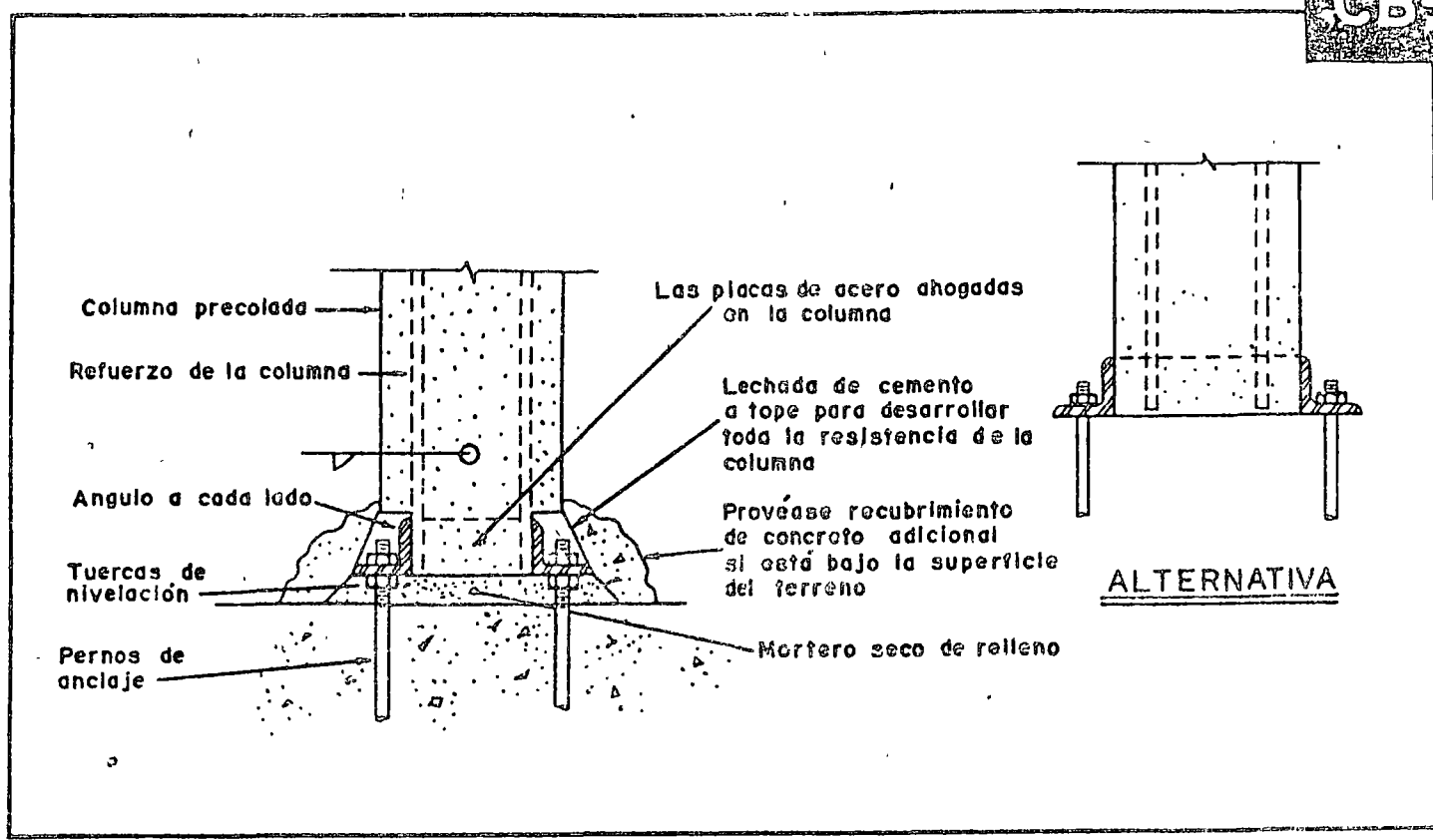
CB-1 PLACA BASE EXTENDIDA CON PERNOS DE ANCLAJE

Esta es la conexión de base de columna más popular puesto que proporciona estabilidad inmediata al terminar el montaje y permite ajustar la columna de una manera fácil tanto por verticalidad como por elevación. Puede admitirse que la conexión es capaz de transmitir una cantidad limitada de momento si se cuenta con placa base, pernos y refuerzo de dimensiones adecuadas. Cuando se tienen momentos grandes en la base de la columna, deben preferirse otros tipos de conexiones.

1. Si las columnas son coladas en cimbras continuas es aconsejable soldar la placa base al refuerzo de la columna después de que ésta ha sido removida de las cimbras, como se muestra en la Alternativa A. Se rellena el espacio arriba de la placa base con mortero seco como se muestra en el esquema, utilizando una mezcla que tenga una resistencia a compresión igual a la del concreto de la columna.
2. La placa base puede ser soldada a barras de anclaje las que a su vez se empalman con las barras principales de la columna como se muestra en la Alternativa B. Esto permite un proceso de soldado más cuidadoso puesto que se sustituye la soldadura de campo por la soldadura de banco.

CB-1 (Continuación)

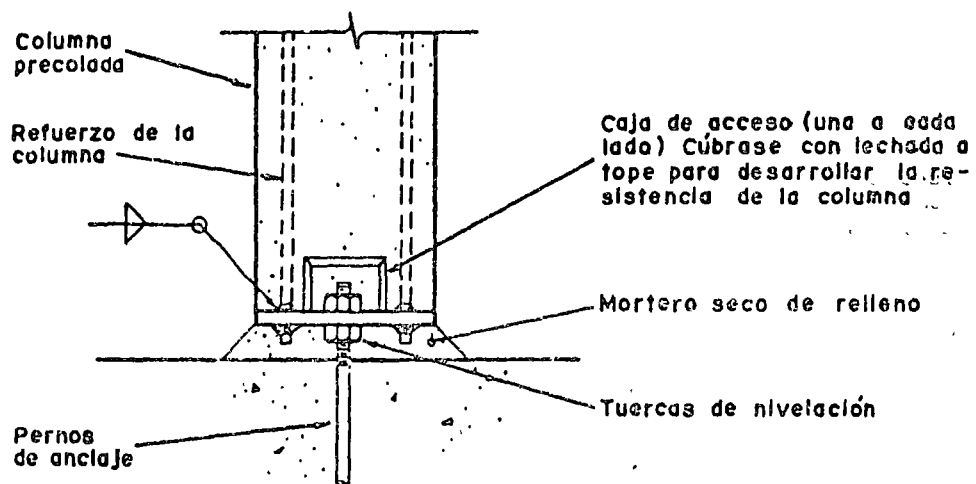
3. Debe tenerse cuidado en comprobar las condiciones que existen antes de efectuar el relleno tales como cargas axiales de construcción y flexión debida a viento o a otras cargas laterales.
4. Cuando se aplican a la columna cargas importantes de montaje antes de efectuar el relleno, pueden colocarse en el centro de la misma cuñas de acero o cojines de relleno de 15 x 15 cm y darle la elevación adecuada antes del montaje; con esto se puede colocar verticalmente la columna más fácil y más rápidamente y se evitan además las deflexiones de la placa base debidas a cargas muertas y a cargas de montaje.



CB-2 ANGULOS SOLDADOS

Esta es una variación del Tipo CB-1, y es preferida por algunos fabricantes. La cantidad de acero empleada es pequeña, y la soldadura es más fácil de realizar.

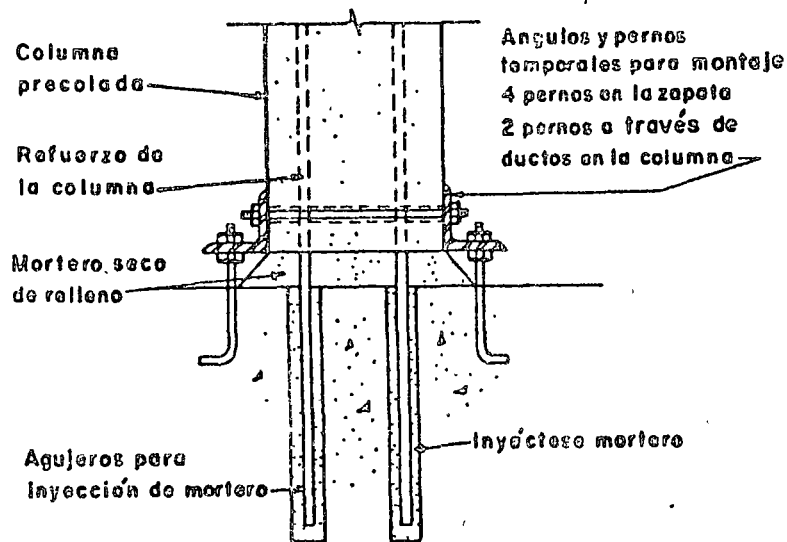
1. Pueden utilizarse atiesadores para reducir los esfuerzos de flexión en la pata sobresaliente del ángulo.
2. Los ángulos en caras opuestas son conectados a través de la columna por medio de placas de acero.
3. Para proporcionar estabilidad adicional y no disminuir la resistencia de la columna, las placas de acero ahogadas en la columna pueden extenderse hasta la cara de la misma, como se muestra en el detalle alternativo.
4. Debe tenerse cuidado en comprobar las condiciones que existen antes de efectuar el relleno tales como cargas axiales de construcción y flexión debida a viento o a otras cargas laterales.
5. Cuando se aplican a la columna cargas importantes de montaje antes de efectuar el relleno, pueden colocarse en el centro de la misma cuñas de acero o cojines de relleno de 15 x 15 cm y darle la elevación adecuada antes del montaje; con esto se puede colocar verticalmente la columna más fácil y más rápidamente y se evitan además las deflexiones de la placa base debidas a cargas muertas y a cargas de montaje.



CB-3 PLACA BASE A RAS

Esta es otra variación del Tipo CB-1, que proporciona una conexión en una forma más compacta. El espesor de la placa puede reducirse, y la columna puede ser colada en una cimbra continua. Este detalle es propio en forma particular para empalmes de columnas realizados entre pisos. Cuando el empalme de la columna se realiza entre pisos, en lugar de realizarlo al nivel del mismo, a menudo se simplifica la conexión de viga a columna.

1. Las cajas de acceso a los pernos deben tener la altura suficiente (10 ó 13 cm) para que pueda colocarse una llave de cubo sobre la cabeza del perno.
2. Debe tenerse cuidado en comprobar las condiciones que existen antes de efectuar el relleno, tales como cargas axiales de construcción y flexión debida a viento o a otras cargas laterales.
3. Cuando se aplican a la columna cargas importantes de montaje antes de efectuar el relleno, pueden colocarse en el centro de la misma cuñas de acero o cojines de relleno de 15 x 15 cm y darle la elevación adecuada antes del montaje; con esto se puede colocar verticalmente la columna más fácil y más rápidamente y se evitan además las deflexiones de la placa base debidas a cargas muertas y a cargas de montaje.



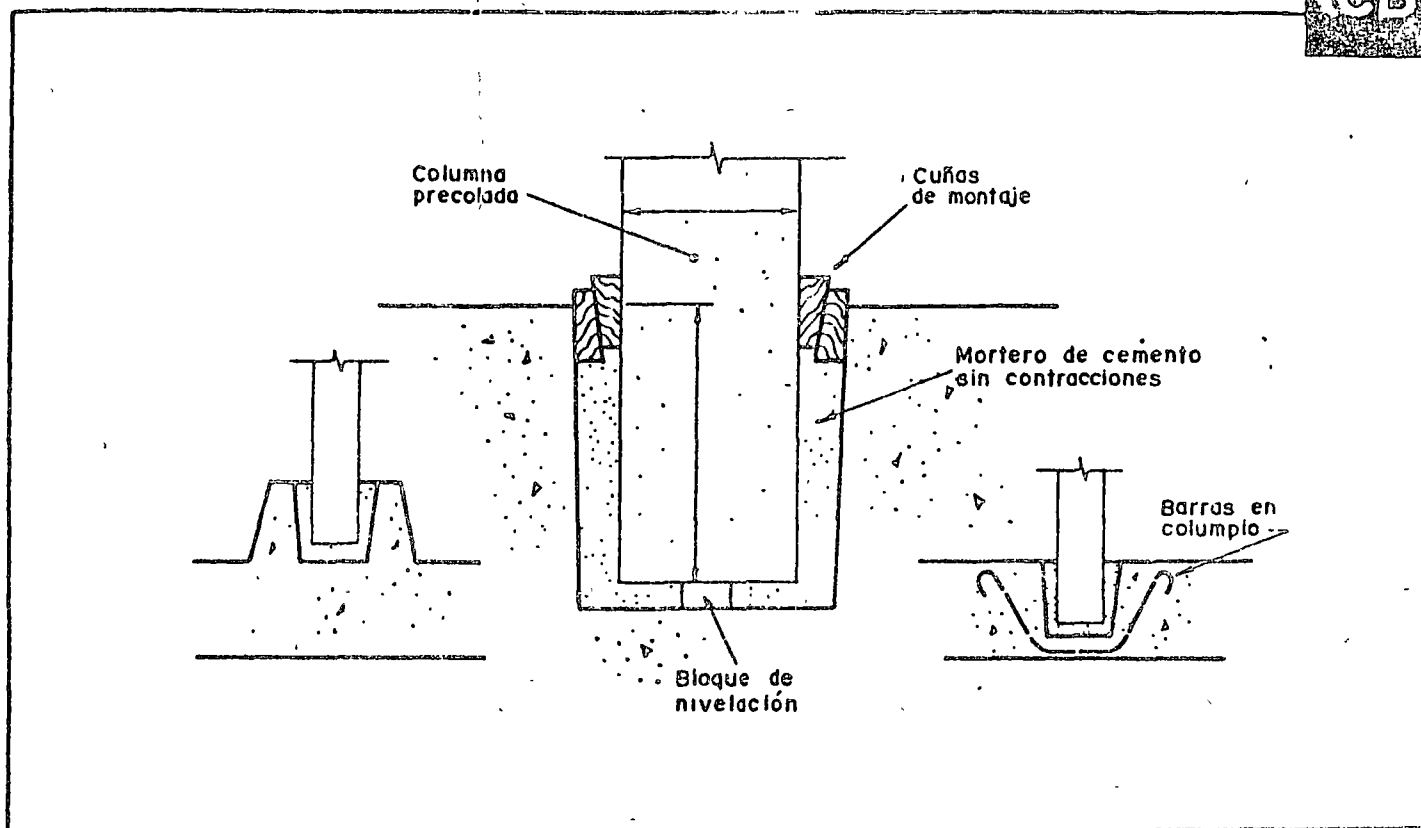
CB-4 CONEXION CON BARRAS DE ANCLAJE

Esta conexión elimina todos los materiales externos. Si se dispone de suficiente longitud de anclaje, este detalle es capaz de resistir momentos muy altos en la base de la columna.

1. Los agujeros para la inyección del mortero pueden ser colados o perforados en el miembro de soporte.
2. Para fijar la columna en posición durante el montaje pueden usarse ángulos y pernos provisionales. Cuando el mortero ha fraguado, los ángulos y los pernos que pasan a través de la columna pueden ser quitados para utilizarlos en otras columnas. Si la columna está atirantada lateralmente en forma adecuada puede llevarse a cabo la misma función empleando cuñas de acero.
3. Los agujeros son rellenados con mortero poco antes de colocar la columna. La consistencia del mortero debe ser tal que permita el desalojamiento de cierta cantidad de éste cuando se insertan las barras de la columna. Deben preferirse morteros que no sufran contracciones o que tengan una gran adhesividad (resinas epóxicas, etc.).

CB-4 (Continuación)

4. Para evitar deflexiones de los ángulos y para facilitar la colocación vertical de la columna pueden colocarse placas de acero en el centro de la misma a la altura adecuada. Las cargas muertas pueden ser aplicadas inmediatamente puesto que las placas las soportarán.
5. En columnas cortas pueden utilizarse aditamentos atornillados en lugar de los ductos de tubo mostrados en el detalle. En columnas muy largas deben utilizarse contravientos o alguna otra forma de tirantes laterales para proporcionar estabilidad a la columna durante el montaje.



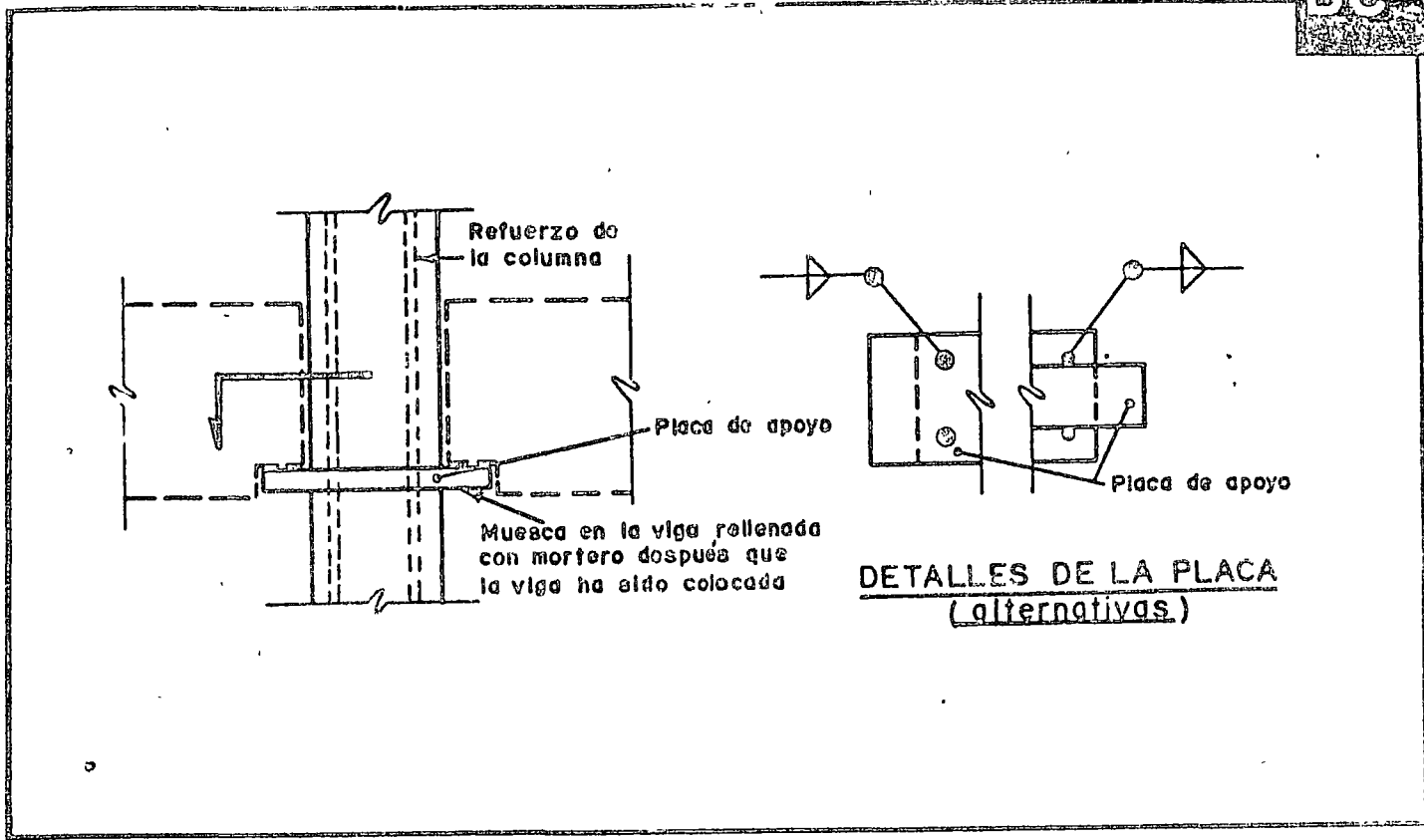
CB-5 CONEXION AHOGADA O DE BOQUILLA

Puede usarse esta conexión cuando deban transmitirse momentos grandes a la cimentación. Los ensayos realizados en un número reducido de pruebas han mostrado que una longitud de empotramiento de vez y media el ancho de la columna es suficiente para desarrollar el momento.

1. El bloque de nivelación debe colocarse a la elevación exacta antes de colocar la columna en la boquilla.
2. Las cuñas de montaje proporcionan estabilidad mientras se cura el mortero. Las cuñas de madera deben quitarse y los agujeros dejados por ellas deben ser rellenados con mortero. Las cuñas de acero pueden permanecer en su posición.
3. Cuando la boquilla se forma arriba de la cimentación en la parte superior de pilas coladas en el lugar por medio de perforaciones, la parte superior debe reforzarse para resistir el momento de la columna. (Véase el esquema del lado izquierdo).
4. Cuando la boquilla se forma en la cimentación, el esfuerzo cortante de penetración puede llegar a ser considerable. Si se tiene una losa delgada bajo la columna, es recomendable utilizar barras en columpio diseñadas para resistir la carga total de la columna. (Véase el esquema del lado derecho).

CB-5 (Continuación)

5. En columnas largas, o cuando se apliquen cargas de montaje antes de que el mortero haya endurecido, deben colocarse cuñas adicionales de acero en la base de la columna, las cuales no se retirarán después.

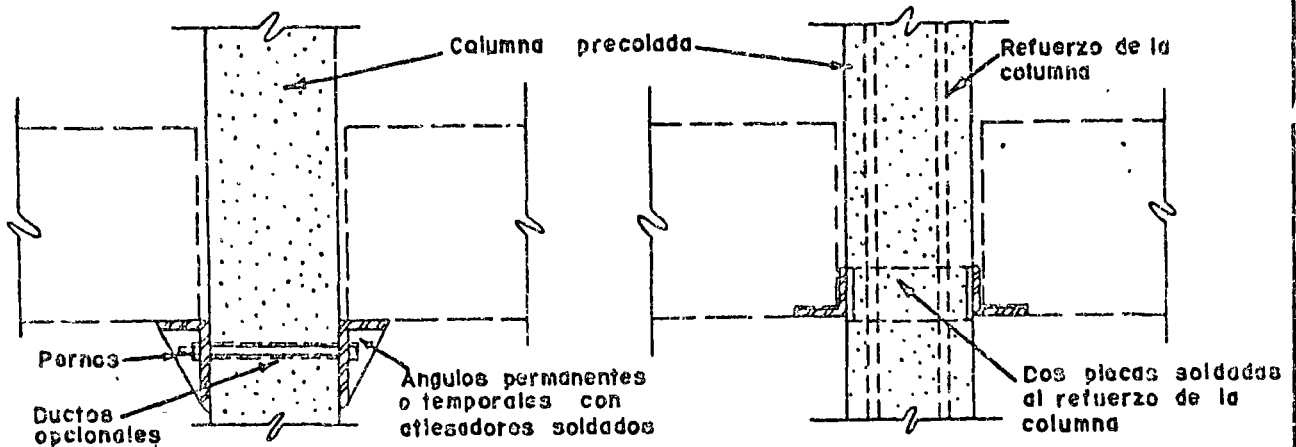


BC(a) PLACA HORIZONTAL EN MENSULA

Este tipo de ménsula es útil en sistemas expuestos en los cuales no se desea ninguna protuberancia debajo de la viga, y en los que la profundidad de la muesca en el extremo de la viga debe mantenerse en un mínimo.

1. La placa puede ser del ancho total de la columna con el refuerzo de la misma pasando a través de ella, o bien la placa puede pasar entre las barras de la columna. (Véanse los detalles alternativos de la placa). En ambos casos, es conveniente soldar la placa a las varillas de la columna para asegurar una transferencia de carga adecuada.
2. Mientras no se disponga de más información, el momento en voladizo de la placa debe calcularse hasta la posición del refuerzo de la columna.
3. En construcciones a prueba de incendios, la placa puede ahogarse en la viga para permitir un recubrimiento de concreto por debajo de ella.
4. Para evitar apoyos concentrados en puntos debe tenerse cuidado especial en colocar la placa perpendicular a la cara de la columna.

NOTA: Este tipo de ménsula puede considerarse para aquellos casos en los cuales se empleen ménsulas de concreto en las diferentes conexiones de viga a columna.

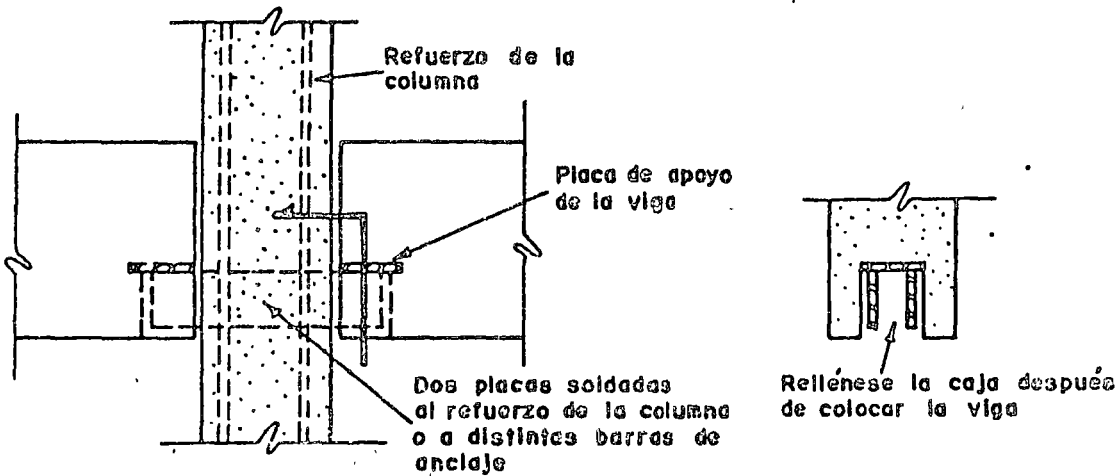


BC (b) MENSULAS FORMADAS POR ANGULOS FIJADOS CON PERNOS

Algunos fabricantes prefieren usar ángulos de acero, puesto que requieren una cantidad menor de acero en comparación con las placas horizontales. También, si se utilizan placas de acero para unir los ángulos de las caras opuestas de la columna, la soldadura con el refuerzo es más fácil de realizar.

1. Pueden utilizarse ángulos temporales fijados por medio de pernos a través de la columna cuando los esfuerzos cortantes finales se resisten por otros medios. En este caso el tamaño de los pernos puede estar regido por los esfuerzos de apoyo en el concreto situado abajo de ellos.
2. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de utilizar atiesadores para reducir el costo.
3. En construcciones a prueba de incendios, los ángulos deben ahogarse en la viga para proporcionar un recubrimiento de concreto a la parte inferior de los mismos.
4. Las ménsulas de ángulo mostradas deben usarse únicamente para cargas relativamente ligeras.

NOTA: Este tipo de ménsula puede considerarse para aquellos casos en los cuales se empleen ménsulas de concreto en las diferentes conexiones de viga a columna.

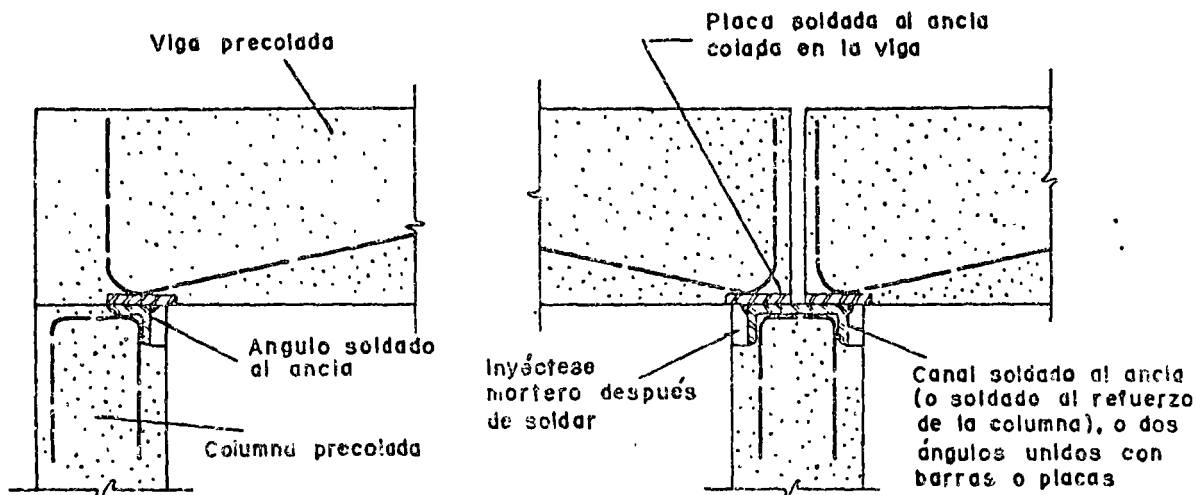


BC(c) MENSULA DE PLACAS VERTICALES

Se prefiere este tipo de ménsula cuando se tienen reacciones bastante importantes en los extremos de las vigas. El módulo de sección de las placas es mucho mayor en posición vertical, y las soldaduras de filete largo son más confiables.

1. El momento en voladizo de las placas debe calcularse hasta la posición del refuerzo de la columna.
2. La placa de apoyo en la viga debe tener el ancho suficiente para proporcionar estabilidad contra el volteo de la viga durante el montaje. El área de la placa debe ser adecuada para mantener los esfuerzos de apoyo dentro de los límites permisibles.
3. En construcciones a prueba de incendios, las placas en voladizos deben ahogarse dentro de la viga para proporcionarle recubrimiento de concreto a la parte inferior.

NOTA: Este tipo de ménsula puede considerarse para aquellos casos en los cuales se empleen ménsulas de concreto en las diferentes conexiones de viga a columna.



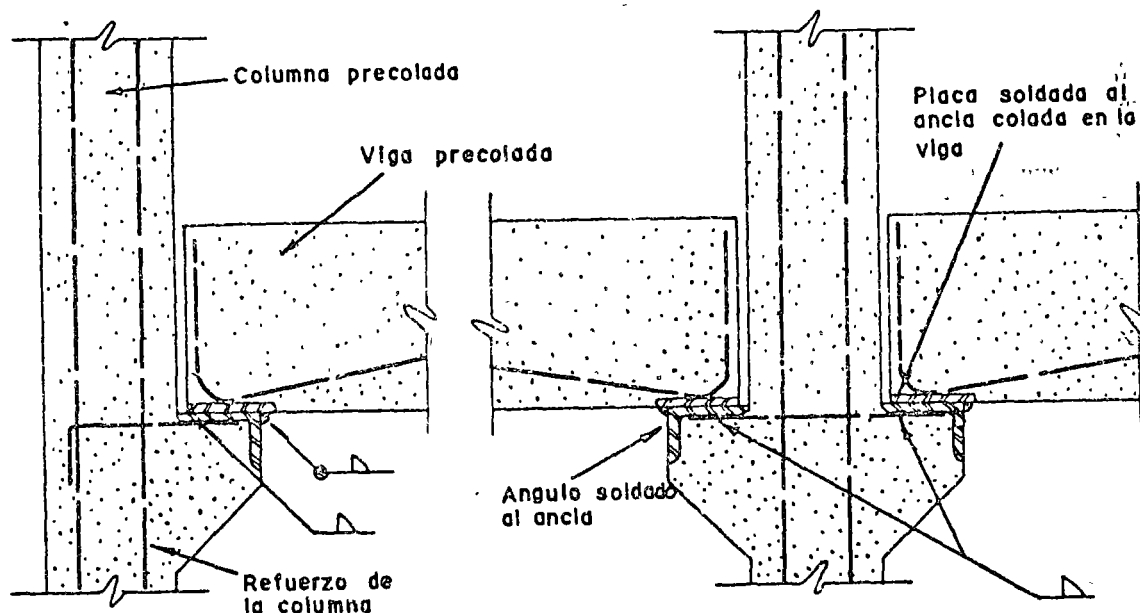
BC-1 CONEXIONES SOLDADAS, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS
(Solamente en la parte superior de la columna)

Este detalle es adecuado para vigas de claros cortos que soportan cargas ligeras. Puede ser realizado rápidamente en cualquier condición atmosférica. Son útiles las conexiones de este tipo cuando no se desea transferir los momentos a los claros adyacentes y cuando no ocurre inversión de esfuerzos.

1. Si se aumenta el recubrimiento del refuerzo de la columna como se muestra, puede obtenerse una conexión a prueba de incendios. Después de soldar, se rellena la caja a tope con mortero.
2. Es esencial soldar anclas horizontales al acero que se ahoga en la columna y en la viga. Estas anclas deben ser adecuadas para resistir las tensiones axiales debidas a disminución de la temperatura y a acortamiento por flujo plástico de las vigas presforzadas que ocurran después del montaje.
3. Si la viga va a soportar cargas muertas importantes, háganse soldaduras de punto durante el montaje y realícense las soldaduras de filete completas hasta después de que se hayan aplicado todas las cargas muertas. Esto reduce los esfuerzos en la soldadura.

BC-1 (Continuación)

4. En la conexión interior, se muestra un canal ahogado en la columna. Este canal puede sustituirse por una placa o por dos ángulos con tirantes laterales adecuados, cuando las columnas son grandes.
5. Las vigas presforzadas tienden a acortarse ligeramente con el tiempo, y si el marco es muy rígido (debido a muros de mampostería, etc.), un extremo de cada viga debe poder deslizarse libremente. Esto ocurre también en vigas precoladas reforzadas con acero suave, las que también tienden a acortarse por el efecto de contracción por secado.



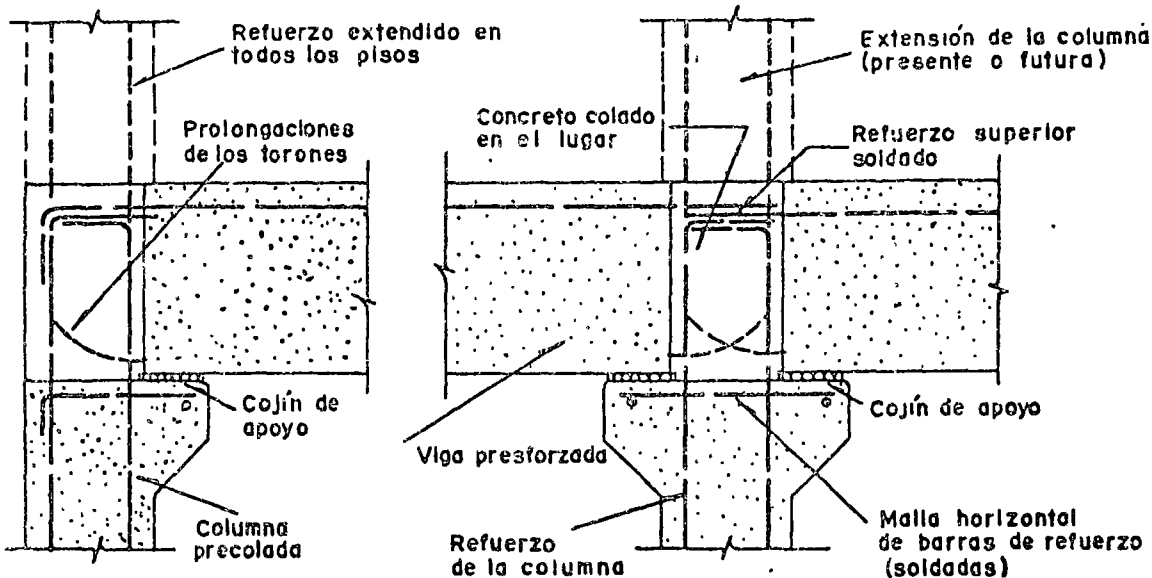
BC-2 CONEXIONES SOLDADAS, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

Este tipo de conexión debe tenerse en cuenta cuando se desee evitar momentos de continuidad en las columnas. Sin embargo, deben calcularse los momentos causados por la excentricidad de las cargas cuando las diferencias entre los claros o entre las cargas de las vigas son grandes. La estabilidad del marco debe ser proporcionada por otros medios, tales como muros de cortante.

1. Puede obtenerse una conexión a prueba de incendios aumentando el recubrimiento del acero de la columna y cubriendo las placas con mortero después de ser soldadas.
2. Es esencial soldar anclas horizontales al acero que se ahoga en la columna y en la viga. Estas anclas deben ser adecuadas para resistir las tensiones axiales debidas a disminución de la temperatura y a acortamiento por flujo plástico de las vigas presforzadas que ocurran después del montaje.
3. Si la viga va a soportar cargas muertas importantes, háganse soldaduras de punto durante el montaje y realícense las soldaduras de filete completas hasta después de que se hayan aplicado todas las cargas muertas. Esto reduce los esfuerzos en la soldadura.

BC-2 (Continuación)

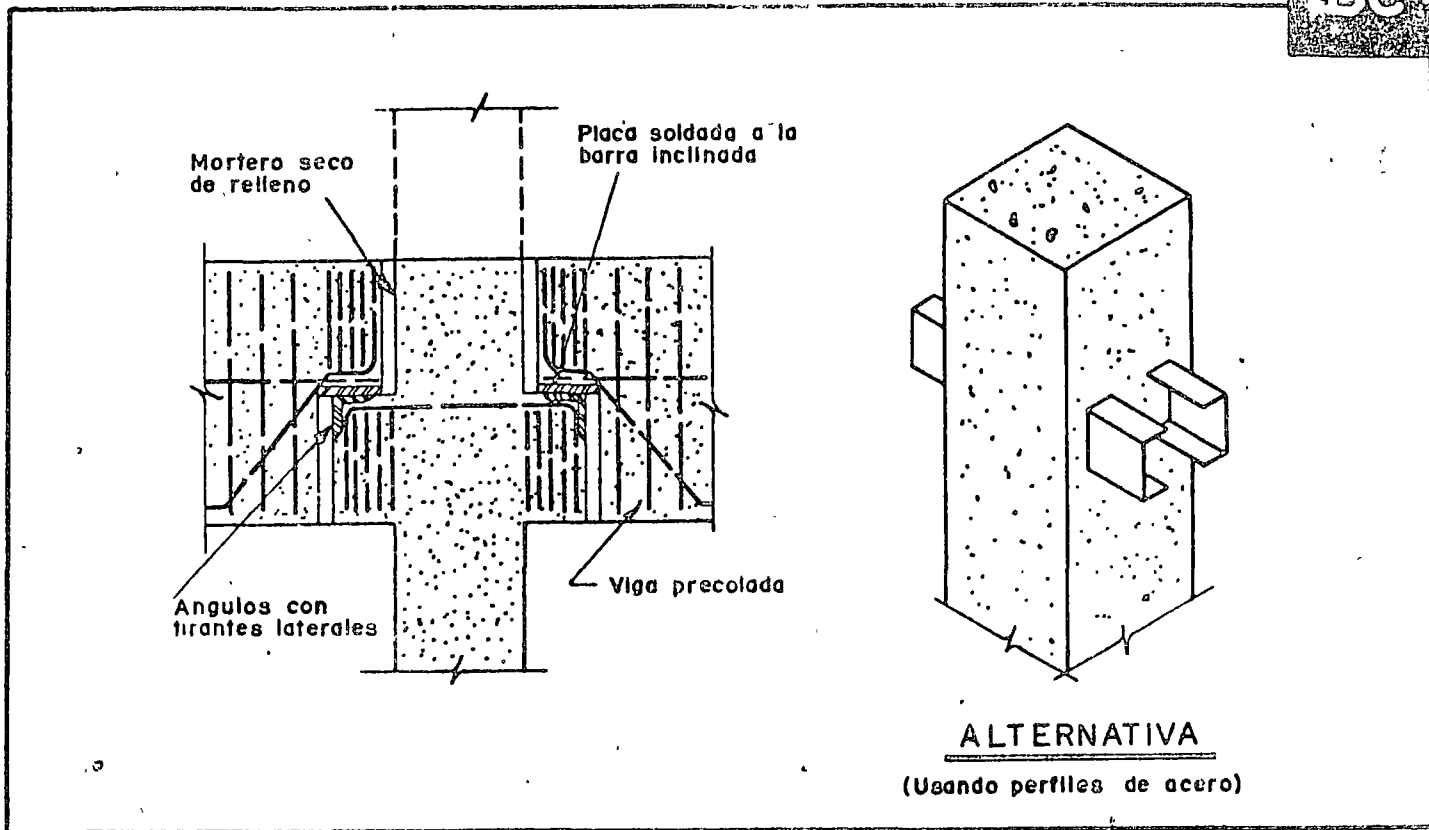
4. Considérese también la posibilidad de efectuar este tipo de conexión en la parte superior de la viga, colocando un cojín de apoyo flexible en la parte donde descansa la viga sobre la ménsula. Esto puede proporcionar una restricción parcial.



BC-3 CONEXIONES SOLDADAS, CLAROS CONTINUOS

Este detalle proporciona un comportamiento monolítico entre las vigas y las columnas y permite realizar fácilmente extensiones de la columna, presentes o futuras, para los pisos superiores.

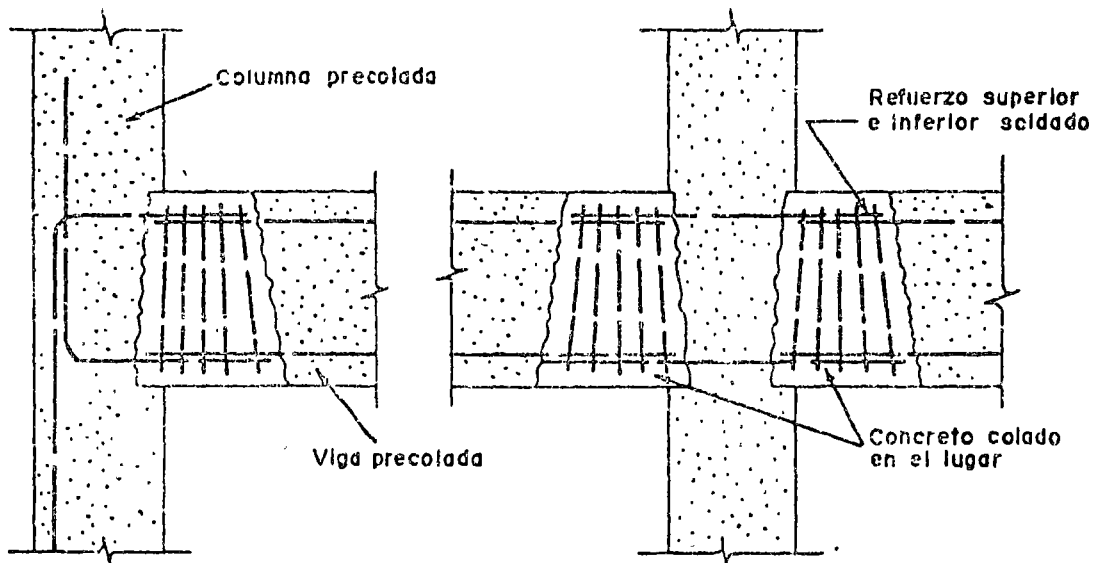
1. La soldadura del refuerzo superior puede ser de empalme longitudinal o de empalme angular.
2. Los torones de prefuerzo deben prolongarse en el concreto colado en el lugar lo suficiente para resistir las inversiones de momento y el acortamiento axial de las vigas.
3. La columna debe ser diseñada para resistir los momentos de continuidad que se le transfieran.
4. Este detalle puede usarse para vigas precoladas o preforzadas. En las vigas precoladas el acero suave de la parte inferior se extenderá hasta la conexión.
5. Los bordes exteriores de las ménsulas de concreto pueden protegerse contra despostilladuras haciéndoles un pequeño chaflán. Asimismo el uso de placas de apoyo de 0.63 cm de espesor (1/4"), ayudará a evitar el agrietamiento de las esquinas exteriores.



BC-4 CONEXION SOLDADA, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS O CONTINUOS

Este detalle permite un plafón liso el cual puede ser conveniente por razones arquitectónicas; además la viga no requiere puntales temporales durante la construcción. Si la viga es de peralte reducido, el detalle se limita a cortantes pequeños.

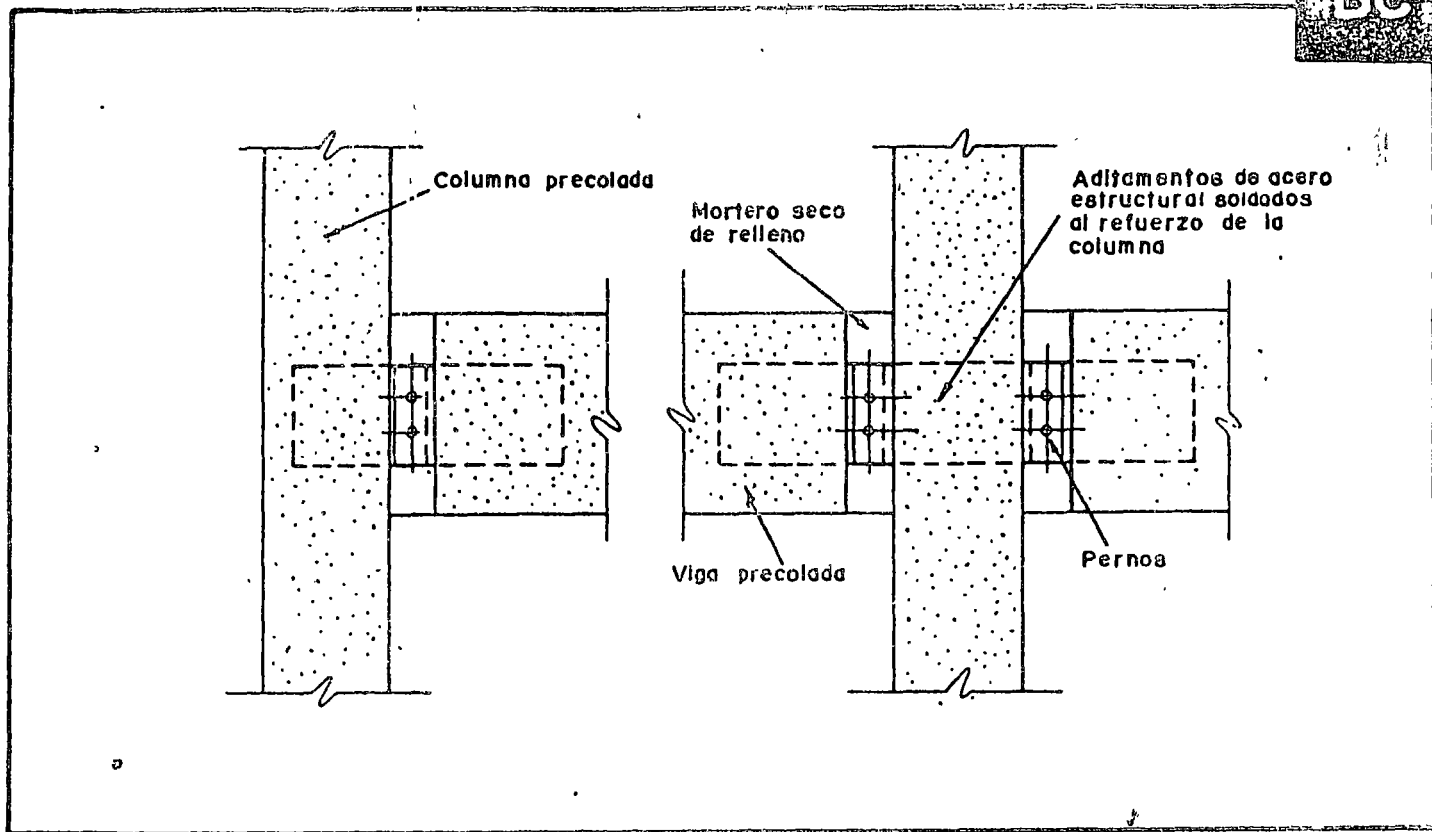
1. Las barras diagonales en columpio deberán diseñarse para resistir todo el cortante de la viga.
2. Para determinar si en una columna se utilizará ménsula de acero o de concreto hay que tener en cuenta la magnitud de los cortantes en la viga y la posibilidad de una fabricación adecuada cuando existe congestionamiento de acero.
3. Si la pieza es continua, todos los espacios en los extremos de la viga deben ser rellenados con mortero seco debiendo ser áspera la cara vertical del extremo de la viga.



BC-5 CONEXION COLADA EN EL LUGAR, CLAROS CONTINUOS

El comportamiento y la apariencia de esta conexión son como la de una estructura monolítica. Las vigas deben ser apun- taladas durante el montaje.

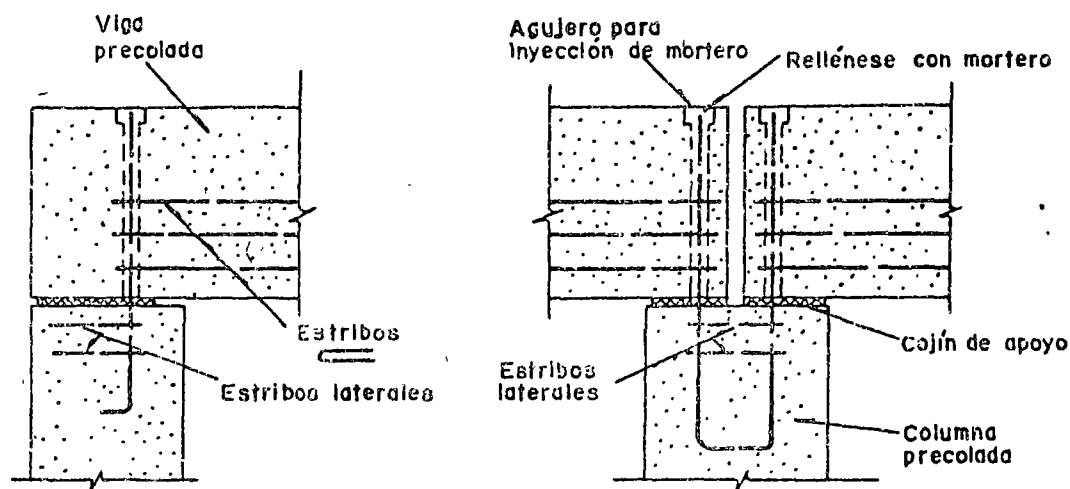
1. Los extremos de las vigas deben ser ásperos para obtener una mejor transferencia del cortante.
2. La soldadura debe ser adecuada para poder desarrollar la resistencia máxima de las varillas. Pueden usarse solda- duras de traslape o empalmes angulares.
3. Deben diseñarse estribos a separaciones pequeñas en la porción colada en el lugar para resistir cuando menos las dos terceras partes del cortante total.
4. Cuando se usa este detalle, las vigas deben estar bien curadas antes del montaje.



BC-6 CONEXIONES REALIZADAS CON PERNOS, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

Esta conexión puede realizarse fácilmente bajo cualquier condición atmosférica. Es adecuada para vigas cargadas ligeramente y su empleo es conveniente cuando las conexiones con pernos se usan en otras partes de la estructura.

1. Cuando sea posible deben usarse pernos de alta tensión que trabajen en cortante doble.
2. En el diseño deben considerarse todos los posibles modos de falla tales como falla por cortante en los pernos, falla por cortante en la placa, falla por flexión de la placa, y falla por aplastamiento de las orillas de las placas de la columna y de las vigas. Muy frecuentemente será necesario soldar barras de anclaje a las placas para transferir los esfuerzos adecuadamente.
3. En el diseño de la columna debe tenerse en cuenta la excentricidad de las cargas de diseño.
4. Para permitir una mayor tolerancia en el colado debe considerarse la posibilidad de usar ranuras horizontales.
5. Se tendrá cuidado de proporcionar a la viga adecuada resistencia a torsión durante todas las etapas de construcción.



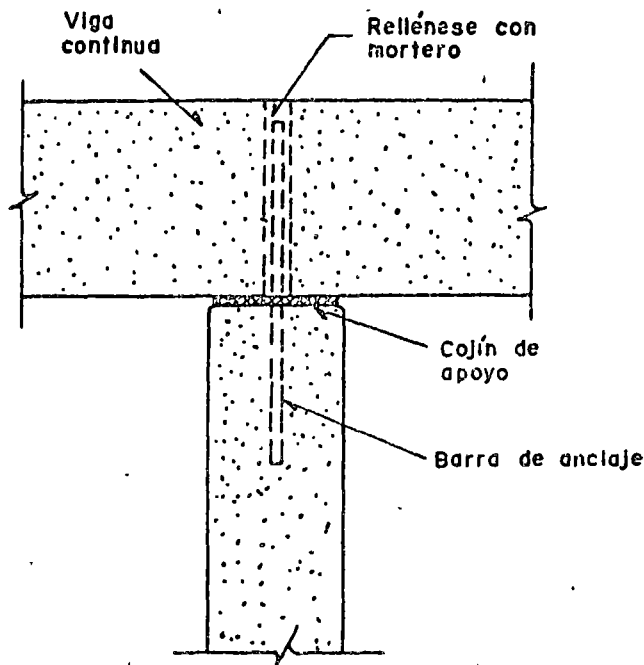
BC-7 CONEXION CON BARRAS DE ANCLAJE, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS (Solamente en la parte superior de la columna)

Este es uno de los tipos de conexiones de techo más simples, y por lo tanto uno de los más baratos. Si se utilizan pernos en lugar de barras de anclaje, la conexión es inmediata, y proporciona además seguridad durante el montaje.

1. Si se desea tener la posibilidad de permitir pequeños movimientos, la parte inferior del agujero para la barra de anclaje debe rellenarse con mastique.
2. El agujero no debe dejarse sin rellenar si el perno puede estar sujeto a deterioro.
3. Deben colocarse estribos horizontales alrededor de los agujeros de las barras de anclaje para resistir tensiones axiales debidas a disminución de la temperatura y a acortamientos por flujo plástico de las vigas presforzadas que ocurran después del montaje.
4. El agujero para la barra de anclaje debe ser lo suficientemente grande para permitir tolerancia en la colocación de la viga.

BC-7 (Continuación)

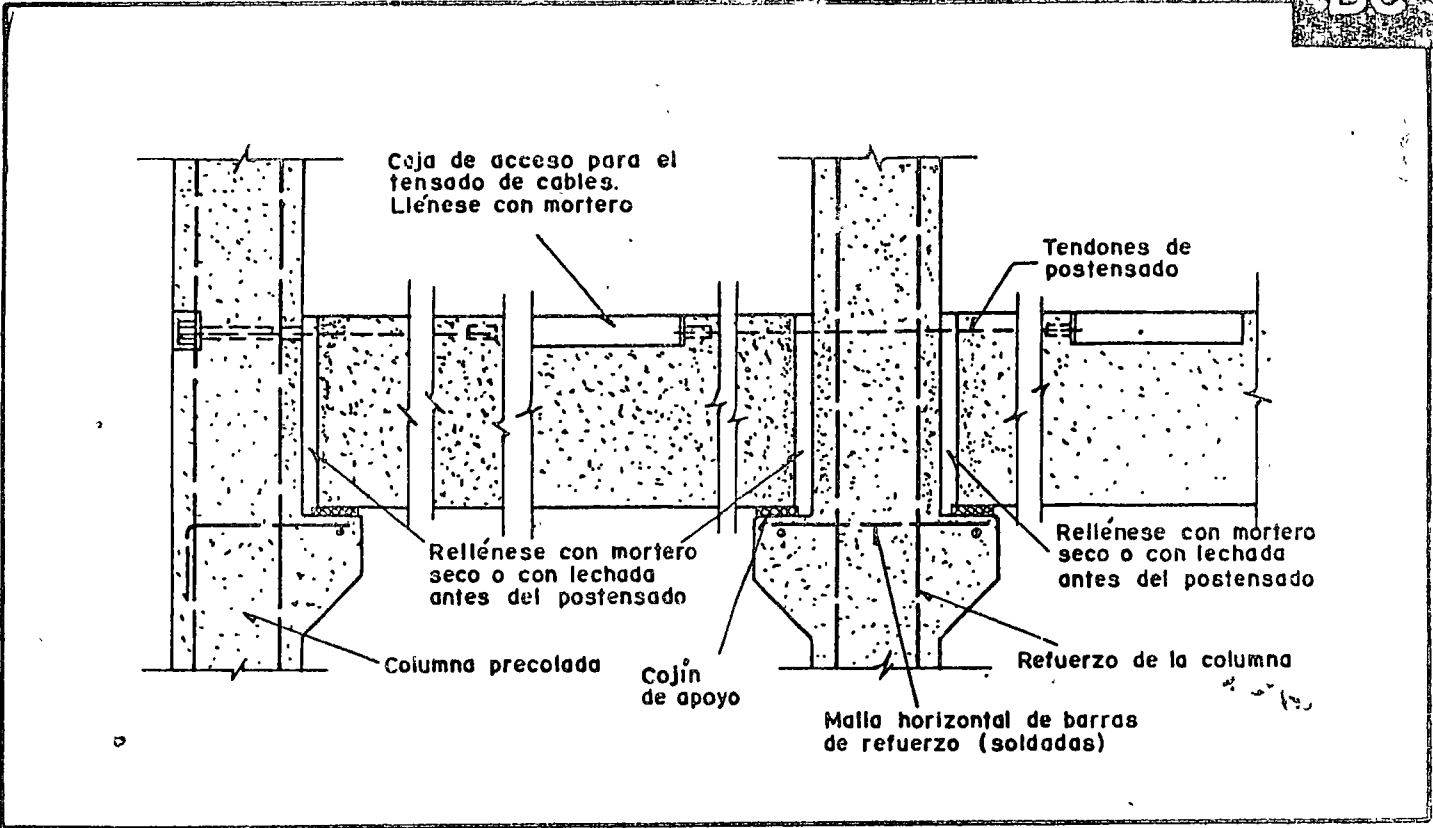
5. Si las deflexiones de la viga son grandes, los movimientos resultantes en la parte superior de la viga pueden dañar el material con que se construye el techo. El techo debe ser diseñado teniendo en cuenta este movimiento, o bien debe considerarse un detalle en donde exista continuidad. (Véase la discusión sobre cojines de apoyo que se presenta en el inciso BW(a) 3.



BC-8 CONEXION CON BARRAS DE ANCLAJE, CLAROS CONTINUOS
(Solamente en la parte superior de la columna)

Este detalle es común en aquellos casos en que la viga se apoya en voladizo sobre la parte superior de la columna, o bien en claros extremos donde la continuidad se logra por otro medio, tal como el postensado.

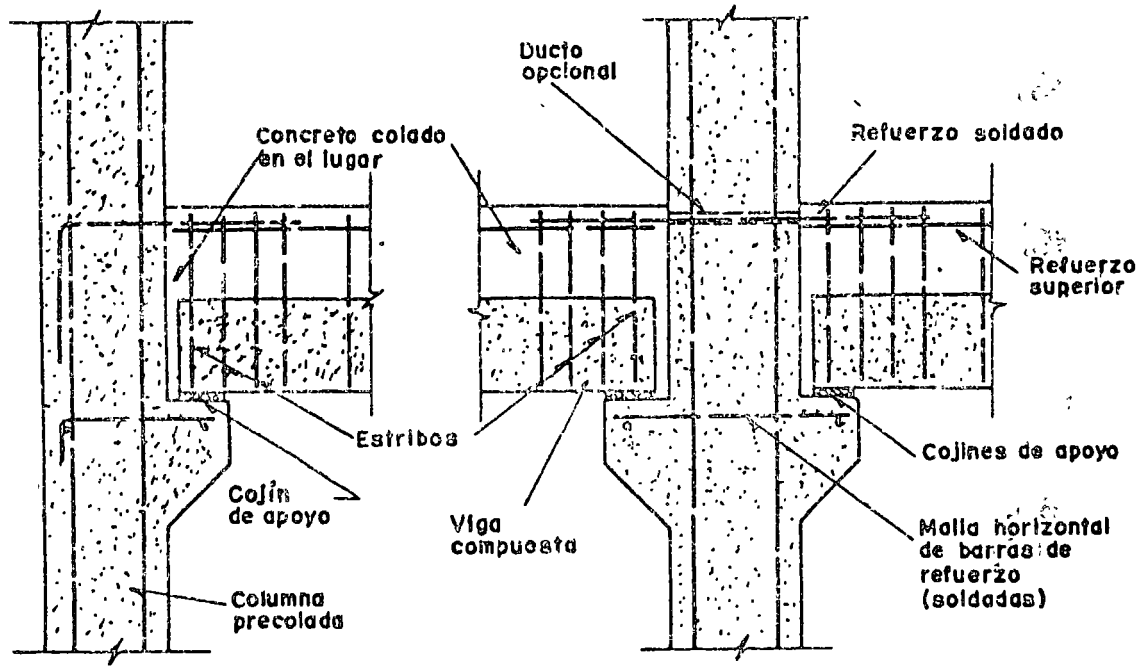
1. Cuando la viga no es continua con la columna, es conveniente achaflanar las orillas de la columna para evitar despostilladuras.
2. Las barras de anclaje pueden ser coladas integralmente con la columna o bien pueden colocarse posteriormente en agujeros de un diámetro mayor que después son rellenados.
3. El tamaño del agujero para la barra de anclaje debe ser adecuado para permitir cierta tolerancia en la colocación de la viga.
4. Cuando se desea una conexión de tipo inmediato pueden sustituirse las barras de anclaje por pernos de anclaje.
5. Cuando se desea permitir pequeños movimientos, la parte inferior del agujero de las barras de anclaje puede ser rellenada con mastique, o bien puede dejarse in rellenar el agujero de los pernos de anclaje; esto último no debe hacerse si los pernos pueden estar sujetos a deterioro o a heladas.



BC-9 CONEXION POSTENSADA, CLAROS CONTINUOS

Esta conexión es propia para resistir momentos elevados. Cuando se realiza en forma adecuada, se puede garantizar un comportamiento monolítico, sin agrietamiento.

1. Todos los anclajes y dispositivos para el postensado deben ser instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
2. Puesto que las barras o los cables de postensado son por lo general cortos, cuando se usan en esta forma, se logran grandes cambios en los esfuerzos mediante pequeños cambios en la longitud de los tendones. En consecuencia, el asentamiento adecuado de los anclajes es un factor importante. Es conveniente que un ingeniero representante del proveedor supervise la instalación de los primeros tendones.
3. Los ductos que contienen los tendones deben ser rellenados con mortero, excepto cuando se prevenga el deterioro por otros medios.
4. Los bordes exteriores de las ménsulas de concreto pueden protegerse contra despostilladuras haciéndoles un pequeño chaflán. Asimismo, el uso de placas de apoyo de 0.63 cm de espesor (1/4") ayudará a evitar el agrietamiento de las esquinas exteriores.



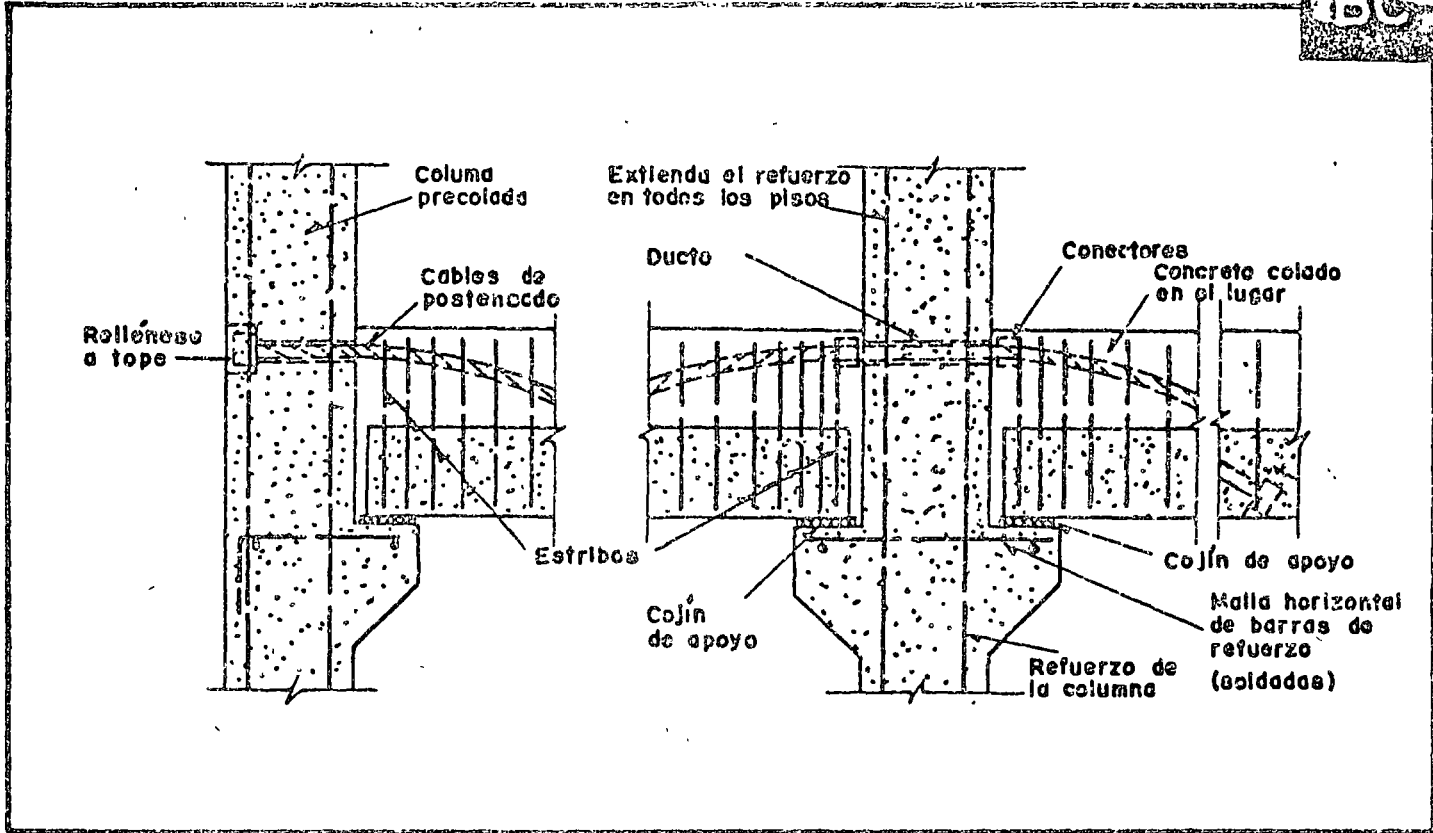
BC-10 CONEXION PARA VIGAS COMPUESTAS, CLAROS CONTINUOS
(Tipo general)

Este tipo de conexión se empleará cuando se coloquen vigas doble T sobre vigas presforzadas, de las cuales la parte superior es colada en el lugar. Normalmente se requiere apuntalar la viga presforzada, de manera que los cortantes en los extremos de la misma durante la construcción sean bajos. Esta conexión tiene la apariencia y el comportamiento de construcción monolítica.

1. En la conexión interior, las barras superiores pueden ser lo suficientemente largas para cubrir toda el área de momento negativo, o bien, pueden ser empalmadas con traslapes o soldadas como se muestra.
2. Cuando se utilizan traslapes de barras, pueden colocarse barras de longitud corta en la columna, o bien pueden insertarse a través de un ducto. El uso de ductos simplifica en gran parte la cimbra.
3. Debe investigarse el cortante horizontal entre la parte inferior presforzada y el concreto colado en el lugar, para proporcionar estribos de acuerdo con los requisitos del reglamento.

BC-10 (Continuación)

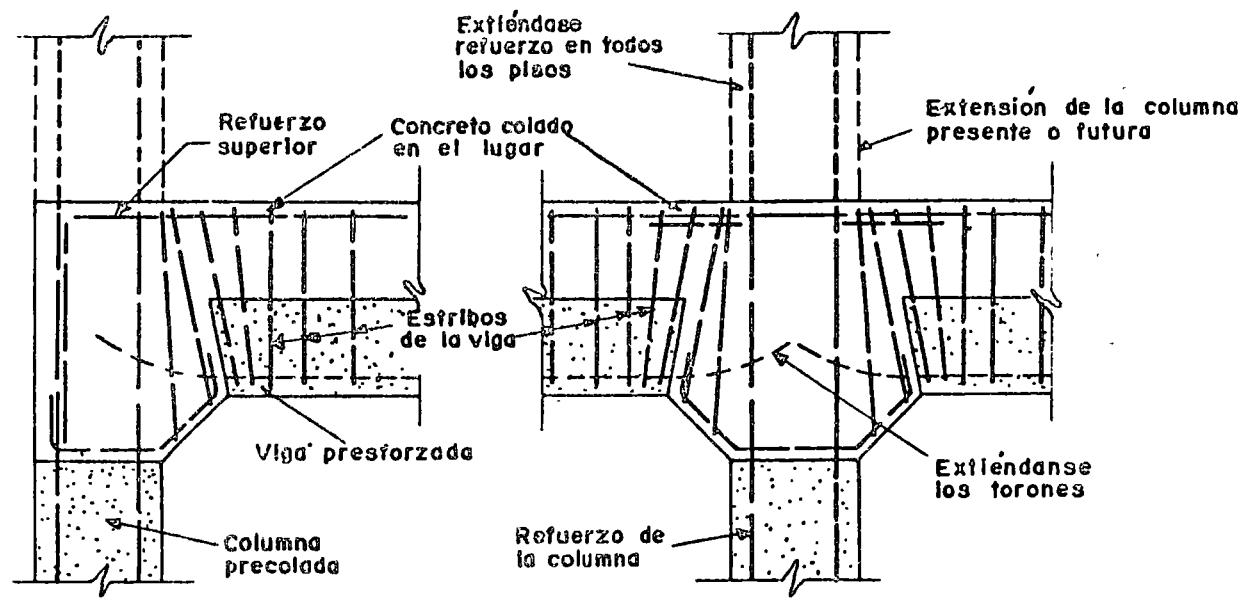
4. Es esencial llenar completamente con mortero el espacio entre el extremo de la viga presforzada y la columna para transferir adecuadamente los esfuerzos de compresión.
5. Si se prevee la posibilidad de inversión de momentos debe proporcionarse una conexión de tensión en la base de la viga.



BC-11 VIGAS COMPUESTAS, CLAROS CONTINUOS (Postensadas)

Esta conexión es una modificación de la BC-10, en la cual se ha introducido el postensado para resistir momentos negativos.

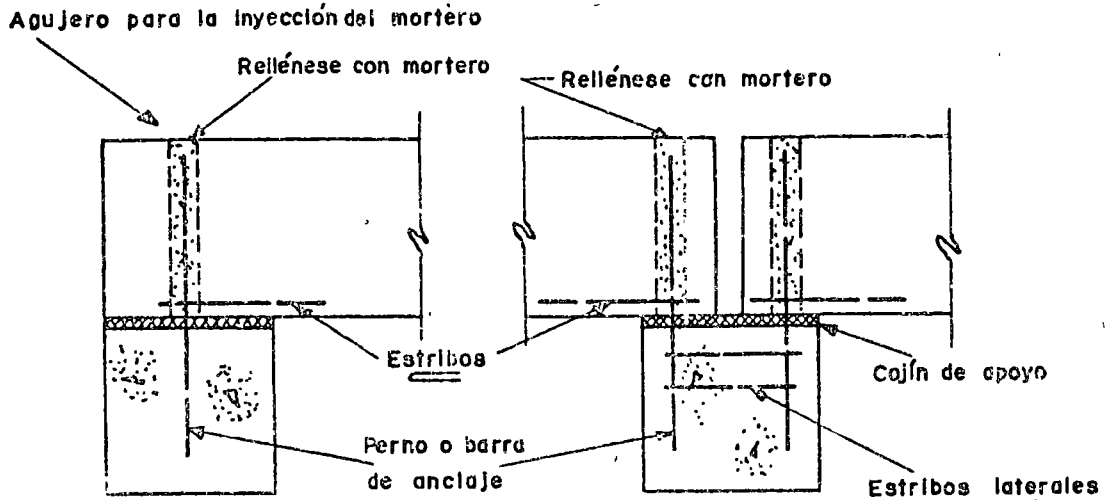
1. Debe investigarse el cortante horizontal entre la parte inferior presforzada y el concreto colado en el lugar, para proporcionar estribos de acuerdo con los requisitos del reglamento.
2. Todos los anclajes y dispositivos para el postensado deben ser instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
3. Puesto que las barras o los cables de postensado son por lo general cortos cuando se usan en esta forma, se logran grandes cambios en los esfuerzos mediante pequeños cambios en la longitud de los tendones. En consecuencia, el asentamiento adecuado de los anclajes es un factor importante. Es conveniente que un ingeniero representante del proveedor supervise la instalación de los primeros tendones.
4. Los ductos que contienen los cables deben ser rellenados con mortero, excepto cuando se prevenga el deterioro por otros medios.



BC-12 CONEXION PARA VIGAS COMPUESTAS, CLAROS CONTINUOS
(Ménsulas coladas en el lugar)

Este detalle es propio para resistir momentos negativos grandes debido al incremento de peralte en el apoyo. Permite tolerancias relativamente grandes en el colado de las columnas y de la parte precolada de las vigas. Este detalle ha sido usado satisfactoriamente en estructuras altas, en las que es esencial obtener la acción de marco rígido.

1. La parte inferior de la viga puede ser precolada o presforzada.
2. Los estribos deberán ser diseñados para desarrollar la sección completa de la viga compuesta.
3. Debe investigarse el cortante horizontal entre la parte inferior presforzada y el concreto colado en el lugar, para proporcionar estribos de acuerdo con los requisitos del reglamento.

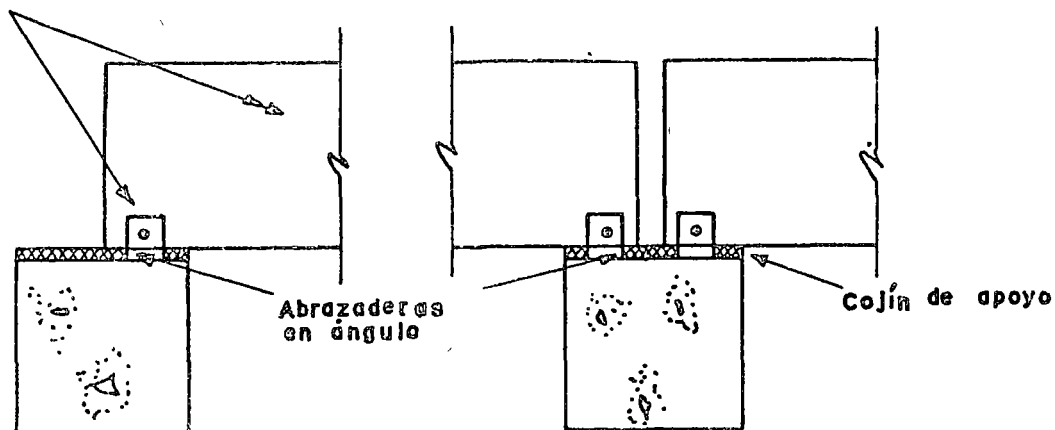


BG-1 CONEXION EFECTUADA CON BARRAS DE ANCLAJE, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

Quando se empleen conexiones hechas con barras de anclaje deberán observarse los siguientes puntos:

1. Los agujeros para las barras de anclaje deberán rodearse con estribos en forma de horquilla y además deberán colocarse estribos en la viga. Estas barras de anclaje deberán tomar las fuerzas resultantes de algún movimiento longitudinal.
2. Pueden permitirse pequeños movimientos rellenando con mastique la parte inferior de los agujeros para las barras de anclaje.
3. Los componentes de la conexión son simples si se usan barras de anclaje lisas. Sin embargo, si hay peligro de que la viga sea desalojada durante el montaje, la barra de anclaje puede ser roscada, añadiendo una tuerca con rondana en un receso de la parte superior.
4. La conexión hecha con perno y tuerca permitirá movimientos si no se rellena con mortero el agujero y si la placa de apoyo es adecuada. Si hay posibilidad de deterioro o de exposición a heladas el agujero se debe rellenar con mortero completamente.
5. El diámetro del agujero para la inyección del mortero debe ser adecuado para permitir tolerancias en el colado.

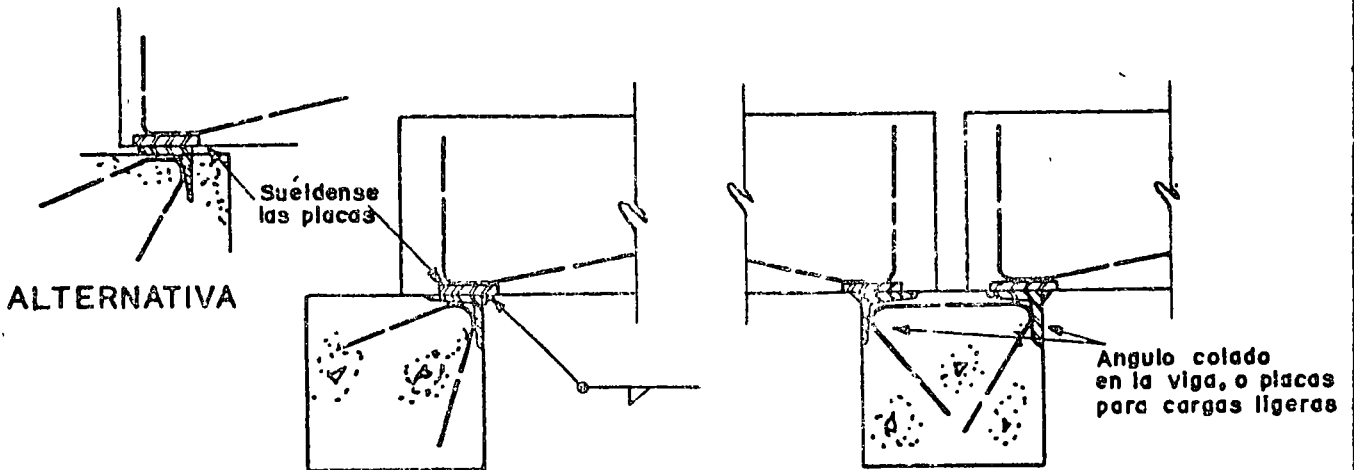
Fíjese la viga al ángulo con un perno, o suéldese el ángulo a una placa colada en la viga



BG-2 CONEXIONES EFECTUADAS CON ABRAZADERAS EN ANGULO FIJADAS CON PERNOS, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

Este detalle es más costoso que el Tipo BG-1. Puede usarse cuando la viga no tiene el ancho suficiente para permitir un agujero para una barra de anclaje.

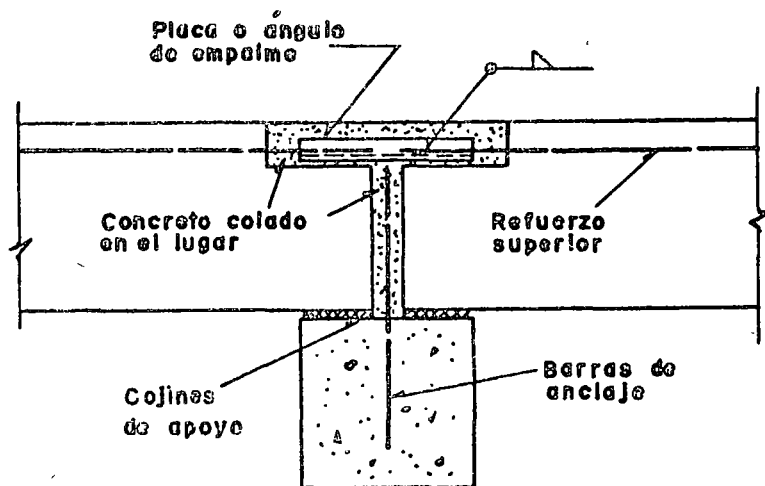
1. Pueden permitirse deslizamientos si se ranuran los ángulos horizontalmente y se utiliza material de apoyo apropiado.
2. Si existen fuerzas longitudinales, los pernos deberán anclarse en el concreto empleando estribos como en la conexión Tipo BG-1.



BG-3 CONEXION SOLDADA, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

Este detalle deberá usarse solamente cuando se empleen conexiones soldadas en toda la obra. La soldadura ocasional es costosa.

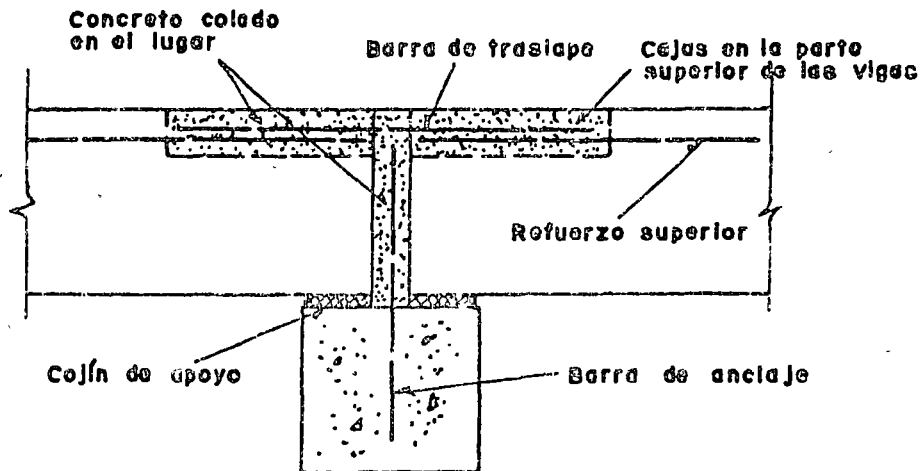
1. No se requiere cojín de apoyo. En cualquier caso la reacción total será tomada en gran parte por la soldadura, a medida que la viga se deflexiona.
2. El proceso de soldadura manchará el concreto. Esta conexión no deberá usarse a menos que el concreto y el acero se cubran o pinten posteriormente.
3. El soldar ambos extremos de las vigas presforzadas puede tener como consecuencia un agrietamiento debido al acortamiento por flujo plástico de la viga. La fuerza longitudinal debe tenerse en cuenta en el diseño a menos que un extremo de cada viga pueda deslizarse libremente.



BG-4 CONEXION SOLDADA, CLAROS CONTINUOS

Esta conexión utiliza la soldadura para conectar el acero de tensión. En consecuencia, la longitud de la caja de conexión es menor que la requerida para una unión con traslapes, y además la conexión es inmediata. Sin embargo, es más costosa que la unión con traslapes.

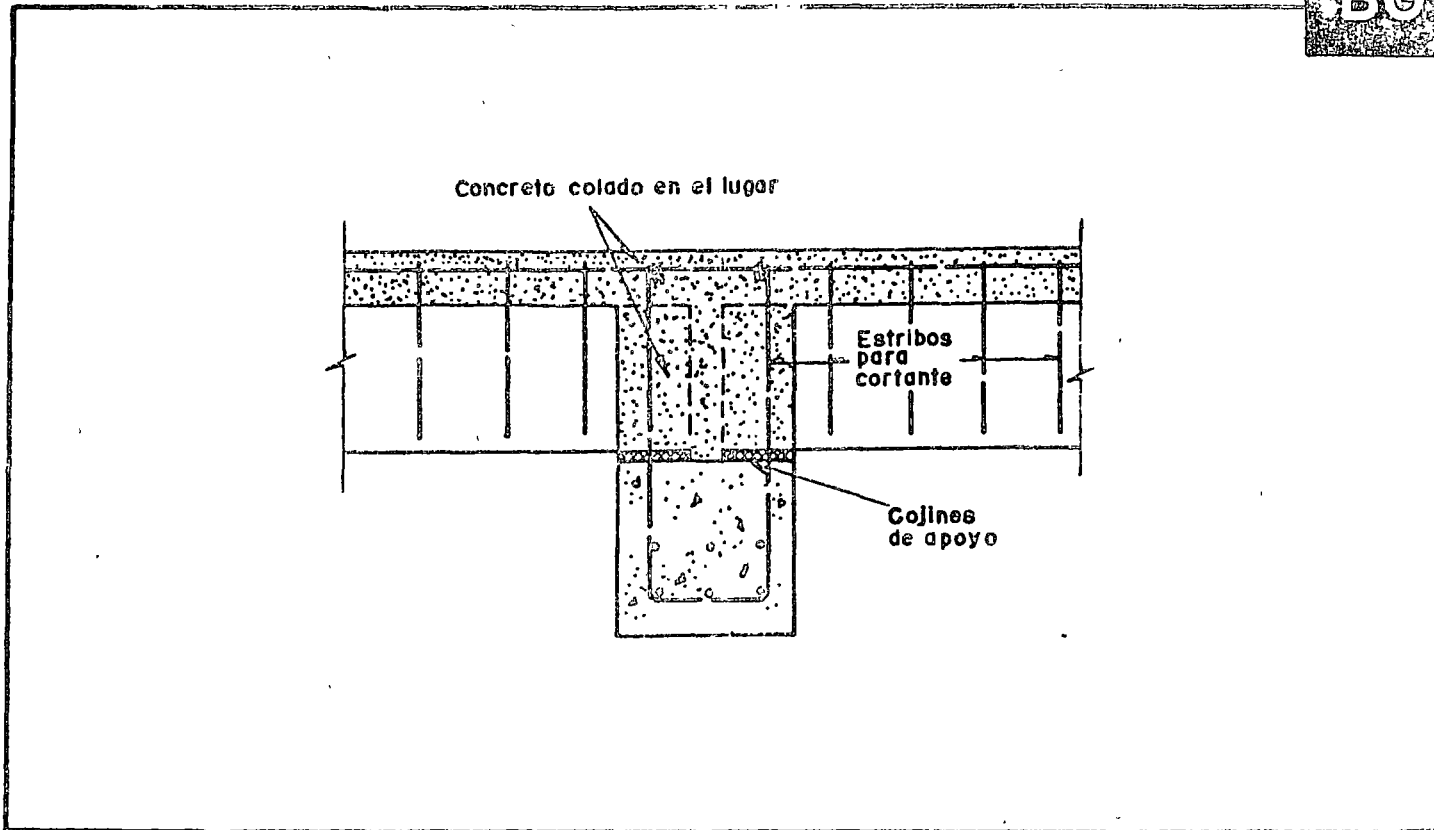
1. Cuando el espacio lo permita, deben preferirse los empalmes hechos con ángulos, ya que permiten una transferencia concéntrica de carga de barra a barra.
2. Se recomienda inspeccionar cuidadosamente la soldadura para garantizar que podrá obtenerse la resistencia última del refuerzo negativo.



BG-5 CONEXION CON TRASLAPES, CLAROS CONTINUOS

Este es el tipo de conexión más simple para vigas continuas.

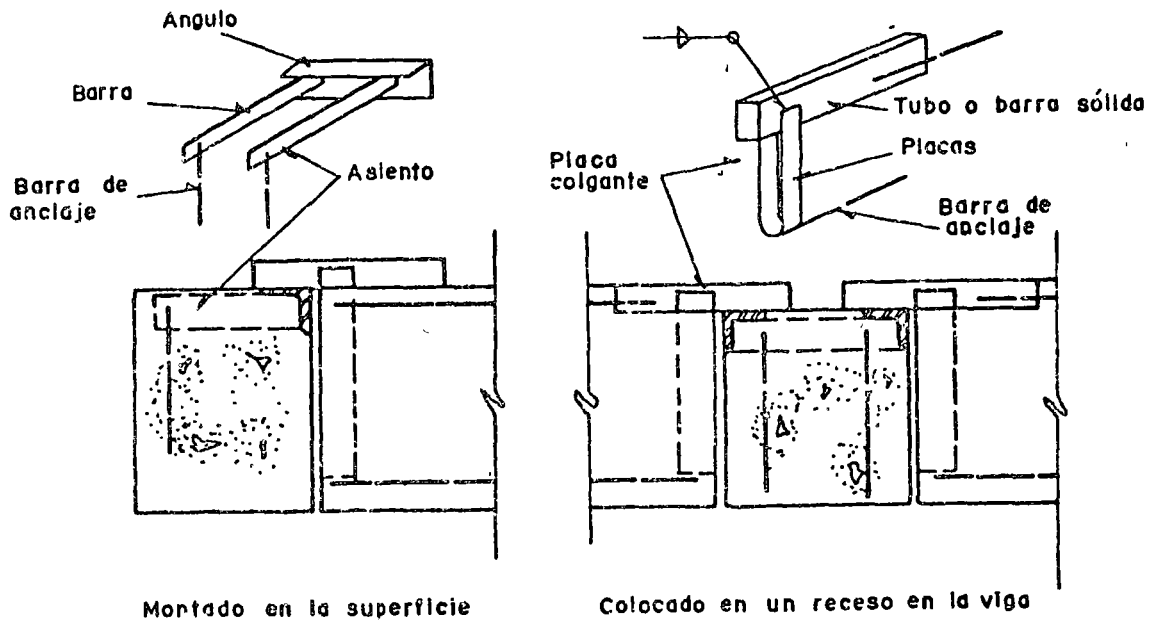
1. Si se usa un cojín de apoyo compresible deberá extenderse en forma continua a través de la junta.
2. En lugares de acceso difícil el relleno de mortero puede no ser lo suficientemente sólido para desarrollar una adherencia adecuada. Si existe duda, úsese el Tipo BG-4 o el BG-6.
3. La conexión en claros exteriores deberá ser del Tipo BG-1, u otra similar. Por lo general, no es deseable producir un momento torsionante excesivo en la viga principal con objeto de alcanzar un momento de restricción en la viga secundaria.



BG-6 CONEXION PARA VIGAS COMPUESTAS, CLAROS CONTINUOS

Quando se usa una losa compuesta es más simple colocar el acero de tensión encima de la viga. Cuando la viga es también compuesta, se obtiene de esta manera una construcción casi monolítica.

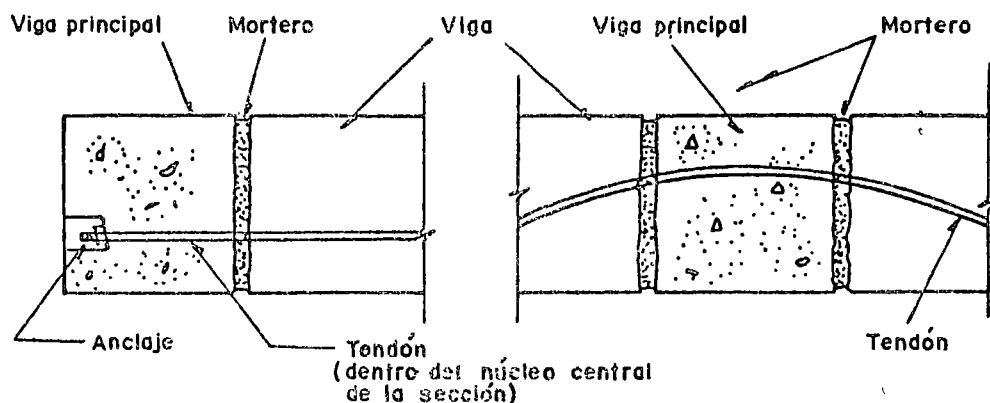
1. La parte inferior de la viga principal y de las vigas secundarias puede ser precolada o presforzada.
2. Deberán proporcionarse estribos en la viga principal y en las vigas secundarias capaces de desarrollar la sección compuesta completa.
3. Debe investigarse el cortante horizontal entre la parte inferior precolada y el concreto colado en el lugar, para proporcionar estribos de acuerdo con los requisitos del reglamento.



BG-7 CONEXION CON PLACA COLGANTE DE ACERO, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

Las placas colgantes de acero permiten un montaje rápido en cualquier condición atmosférica. Esta conexión es usada comúnmente en combinación con un marco de apoyo de acero.

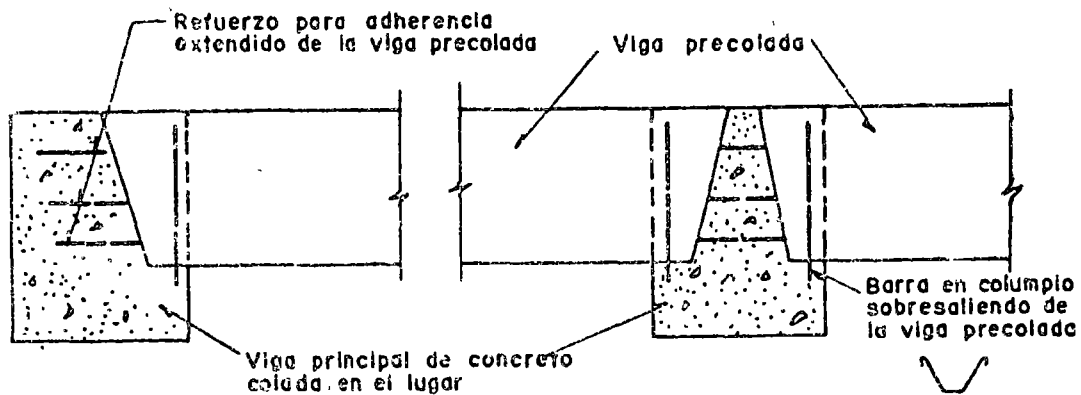
1. No se requieren cojines de apoyo adicionales.
2. Para compensar la falta de control en la mano de obra, es conveniente diseñar el acero con un factor de seguridad de 4.
3. Los "esfuerzos de apoyo" (esfuerzos de aplastamiento) dentro del área proyectada de la solera no deberán exceder 175 kg/cm^2 , aproximadamente.
4. Las barras de anclaje soldadas a la placa colgante deben ser capaces de desarrollar restricciones longitudinales. Nunca deben suprimirse completamente.



BG-8 CONEXION POSTENSADA, CLAROS CONTINUOS

Esta conexión postensada presfuerza las vigas adyacentes. El material de las juntas puede ser mortero. Deben formarse ductos en las unidades precoladas para poder pasar a través los tendones de presfuerzo. Esta conexión deberá diseñarse considerando continuidad completa entre las distintas unidades.

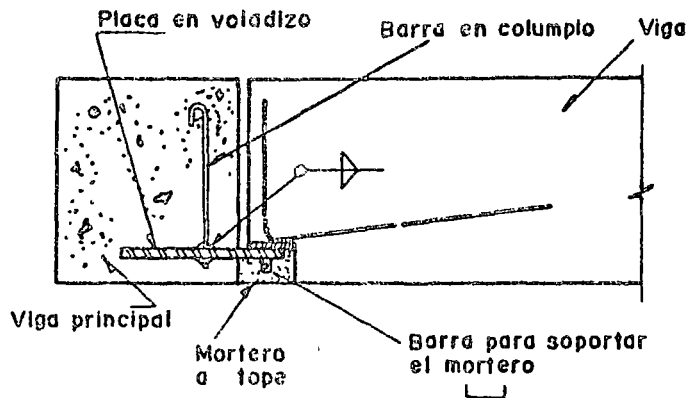
1. Las vigas interiores pueden ser apoyadas en la parte superior de las vigas principales, eliminando así los ductos a través de la viga principal.
2. Los extremos de las vigas y las caras correspondientes de la viga principal deberán escarificarse para asegurar la transferencia del cortante.
3. Deberán tenerse en cuenta los efectos de contracciones por secado y flujo plástico cuando se usen conexiones de este tipo.



BG-9 VIGAS PRINCIPALES COLADAS EN EL LUGAR

Para ejecutar esta conexión, se montan las cimbras de la viga principal y se asientan las vigas precoladas sobre ellas. Se cuela entonces la viga principal, obteniéndose un tipo de unión monolítico por la adherencia desarrollada con los extremos de las vigas y las extensiones de los torones o del acero de refuerzo.

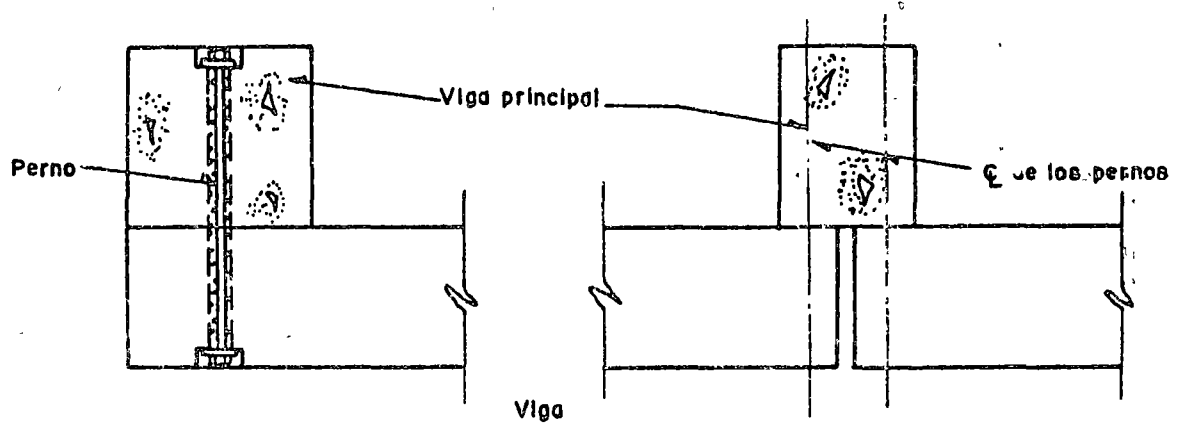
1. Los torones o el acero de refuerzo se extenderán en la viga principal una distancia suficiente para desarrollar la adherencia y el anclaje necesarios para resistir las inversiones de momento (si éstas se pueden presentar).
2. Los estribos en columpio colocados abajo de las vigas precoladas serán diseñados para resistir el cortante total de la viga.
3. La parte inferior de la viga secundaria puede quedar a ras con la parte inferior de la viga principal si se rebaja para poder acomodar los estribos en columpio.



BG-10 CONEXION CON PLACA EN VOLADIZO

Esta conexión hace necesario perforar las cimbras laterales de la viga principal, pero el montaje es simple y el plafón a ras da una apariencia nítida en el acabado. Si la placa en voladizo es colocada en el interior como se muestra, el mortero que la cubre le da protección contra el fuego.

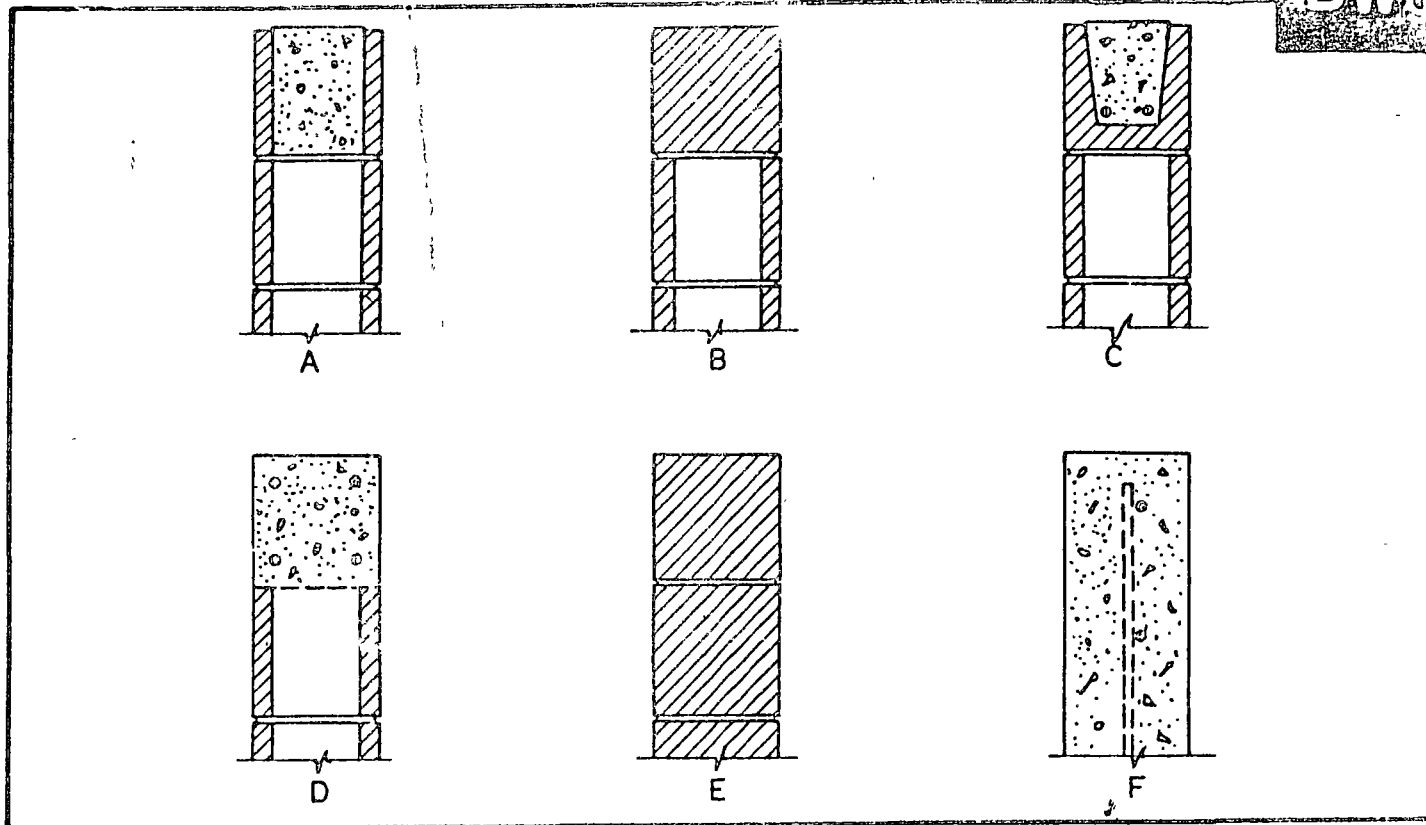
1. Si existen vigas secundarias sólo a un lado de la viga principal, debe considerarse la torsión en ésta.
2. El momento en la placa debe ser calculado al centro de las barras en columpio.
3. La placa debe extenderse dentro de los miembros una distancia suficiente para mantener los esfuerzos de compresión en el concreto dentro de límites tolerables, en ambos extremos de la placa.
4. Las barras en columpio deberán diseñarse para resistir todo el cortante de las vigas, aumentado por la relación de brazos de palanca medidos desde el área de compresión en la parte trasera de la placa. Véase el Reglamento ACI para los requisitos de anclaje de las barras en columpio.



BG-11 VIGAS SUSPENDIDAS

En este caso la viga secundaria se cuelga bajo la viga principal. El relleno del ducto con mortero fija la posición del perno en el agujero hecho para contenerlo. Es conveniente usar pernos de suspensión de alta resistencia para reducir el tamaño del agujero.

1. Deben investigarse los esfuerzos de apoyo en las partes superior e inferior del perno, y usar placas si es necesario.
2. Ya que la resistencia de esta conexión depende de la tensión en los pernos, debe prevenirse en forma adecuada la corrosión de los mismos. Debe considerarse la posibilidad de usar pernos galvanizados. Además, debe evitarse, por medio de sellos o de algún otro medio, que el agua se cuele entre la viga principal y la viga secundaria.



NOTAS GENERALES SOBRE MUROS DE CARGA

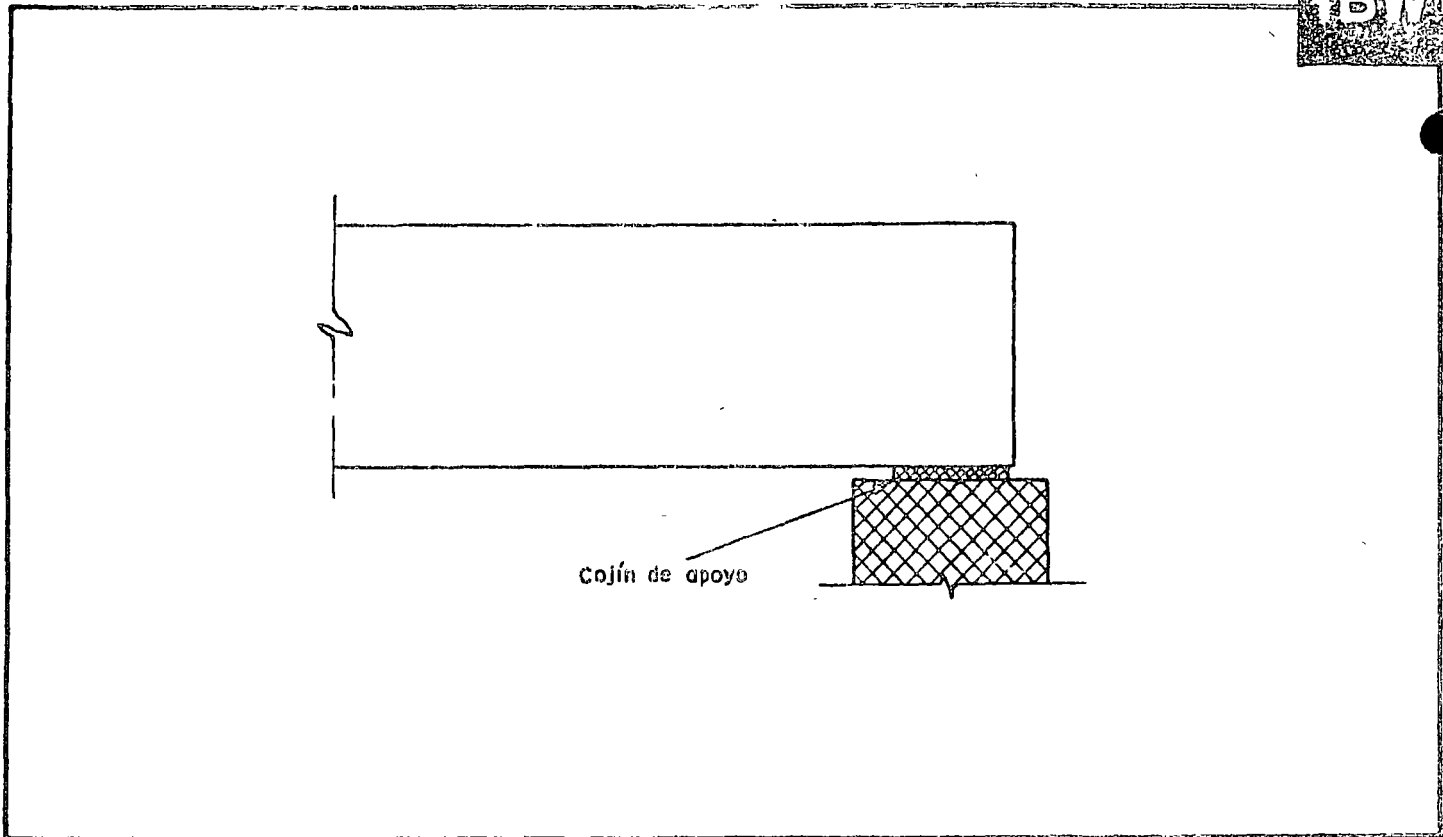
1. Las unidades de mampostería deben ajustarse a las normas para unidades estructurales de la Asociación Nacional de Mampostería de Concreto, y a los requisitos del reglamento de construcción local.
2. Los muros de carga de concreto deben ajustarse a las normas establecidas por el Reglamento ACI 318.
3. Otros materiales, tales como bloques huecos, mampostería ligera, madera, etc., deben ser investigados individualmente para determinar sus características bajo carga.
4. Los muros de carga fabricados de mampostería hueca deben diseñarse de acuerdo con los reglamentos locales. Las cargas deben ser aplicadas tan cerca del centroide del muro como sea posible; en cualquier caso, las cargas no deben ser aplicadas fuera del límite del núcleo central, a menos que se coloque un refuerzo especial.

TIPOS DE MUROS DE CARGA (Veánse los diagramas de la parte superior)

A. Muro de mampostería hueca. Los agujeros de la hilada superior se rellenan con concreto estructural. (Para propósitos de diseño considérese el tipo A igual al tipo B.

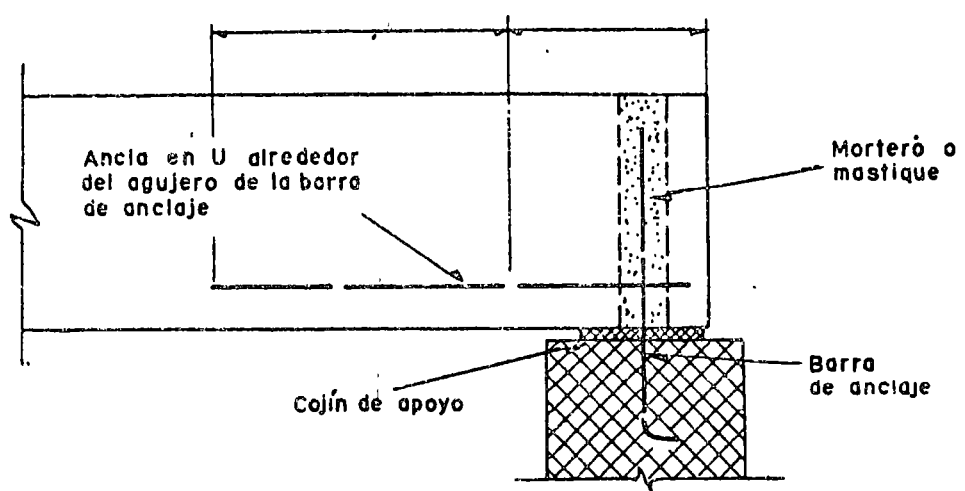
NOTAS GENERALES SOBRE MUROS DE CARGA (Continuación)

- B. Muro de mampostería hueco. La hilada superior está formada por unidades sólidas de mampostería o por tabiques.
- C. Muro de mampostería hueco. La hilada superior está formada por un dintel o con bloques en forma de "U" rellenos con concreto estructural y reforzados de manera continua.
- D. Muro de mampostería hueco. La parte superior está formada por una dala colada en el lugar, reforzada de una manera continua. Los agujeros de los bloques de la hilada superior deben ser rellenos también con concreto.
- E. Muros de mampostería sólidos, de tabiques o de bloques.
- F. Muro de concreto colado en el lugar.



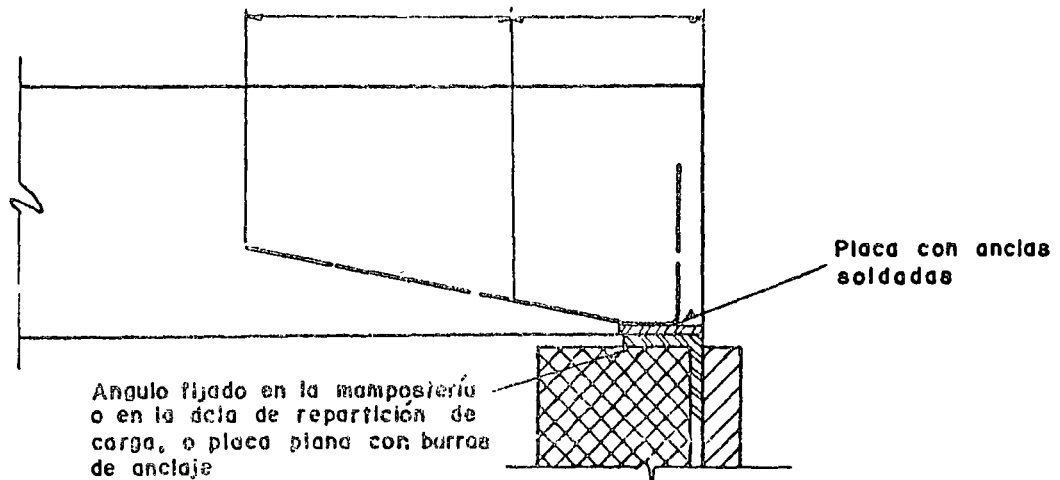
BW(a) CONEXION POR GRAVEDAD, CASO GENERAL (No se recomienda para zonas sísmicas)

1. Concreto sobre concreto.
Se recomienda sólo en el caso de esfuerzos de apoyo muy bajos (menores que $0.10 f'_c$).
2. Apoyo sobre mortero.
 - a. Se produce un apoyo concentrado si la viga gira con respecto al muro. Esto puede dar lugar a despostilladuras.
 - b. La colocación del mortero puede originar dificultades en el montaje.
3. Cojines de apoyo flexibles. Estos cojines proporcionan una distribución uniforme de la carga, permiten rotaciones de la junta, y evitan, en una forma económica, que ocurran condiciones adversas de esfuerzos en el área de apoyo.
 - a. Masonite, fieltro, para impermeabilizar, fibra de vidrio, losas de piso de vinilo - Económicos, adecuados para cargas ligeras.
 - b. Neopreno, láminas de plomo - Caras, pero muy buenas para esfuerzos moderados (70 kg/cm^2 máximo). Generalmente diseñadas por deformación por cortante.
 - c. Loneta impregnada de neopreno - Muy buena para cargas pesadas y rotaciones pequeñas. Para apoyos de expansión, úsense dos capas en forma de sandwich, con grafito entre ellas.



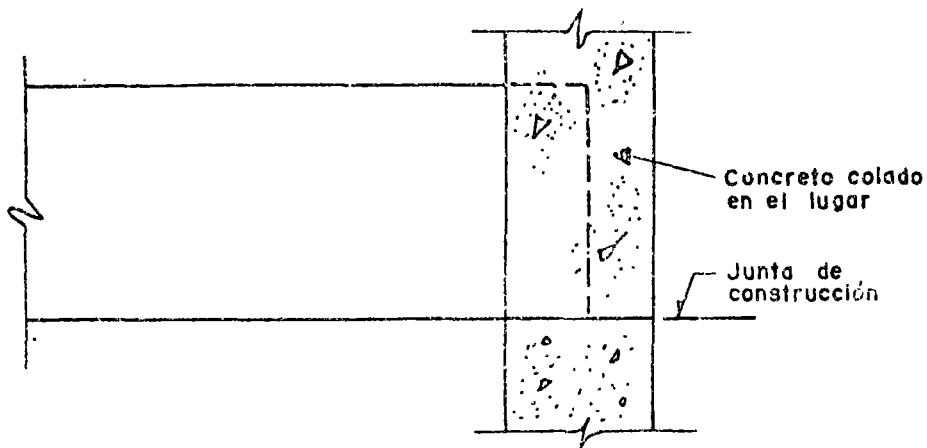
BW(b) CONEXIONES CON BARRAS DE ANCLAJE, CASO GENERAL

1. Es una conexión adecuada desde el punto de vista estructural, de líneas muy simples.
2. Usada con facilidad solamente en miembros con alma ancha o en losas planas.
3. Las barras de anclaje ahogadas con mortero y combinadas con un cojín de apoyo flexible proporcionan una buena conexión articulada; si se combina con un cojín de apoyo de mortero proporcionan una buena conexión de momento.
4. Rellénese el agujero para la barra de anclaje con mastique bituminoso si se quiere una conexión que permita expansión.
5. Anclas en "U" alrededor del agujero para la barra de anclaje
 - a) Manténganse en la parte inferior: diseñense para la fuerza de tensión total
 - b) Para obtener la longitud total de anclaje añádase la longitud de adherencia del acero de refuerzo (L_b) a la longitud de adherencia del torón (L_s).



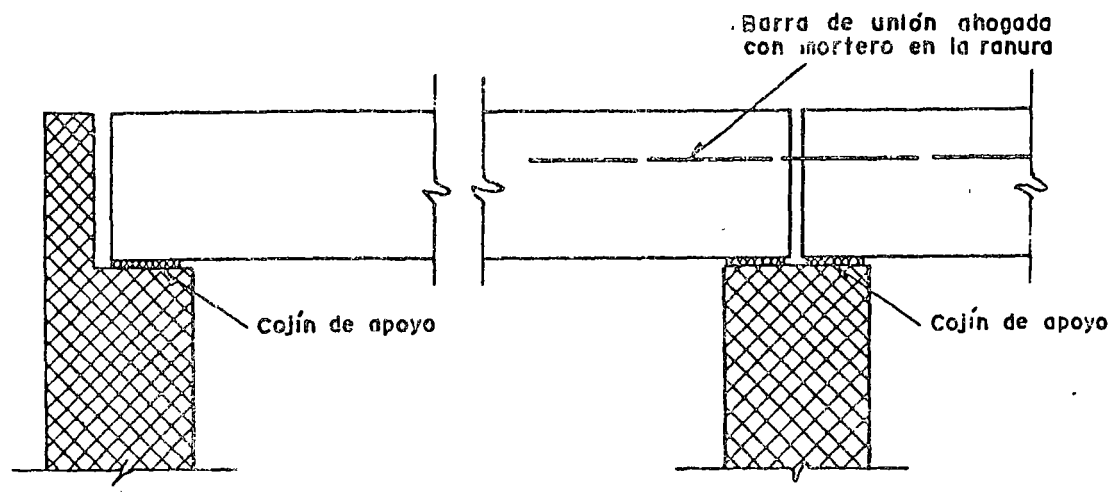
BW(c) CONEXION SOLDADA, CASO GENERAL

1. Buena en cualquier tiempo.
2. Usese esta conexión solamente cuando se requiera una conexión efectiva al muro. Evítese soldar cerca del empotramiento del muro considerado.
3. Los miembros con nervaduras deberán soldarse a los lados de las mismas, y las losas deberán soldarse a lo largo de sus extremos, o a través de agujeros remetidos de los extremos de las mismas.
4. Este detalle no debe ser usado en ambos extremos de miembros presforzados sin considerar previamente los efectos de flujo plástico, contracciones y temperatura, después del montaje.



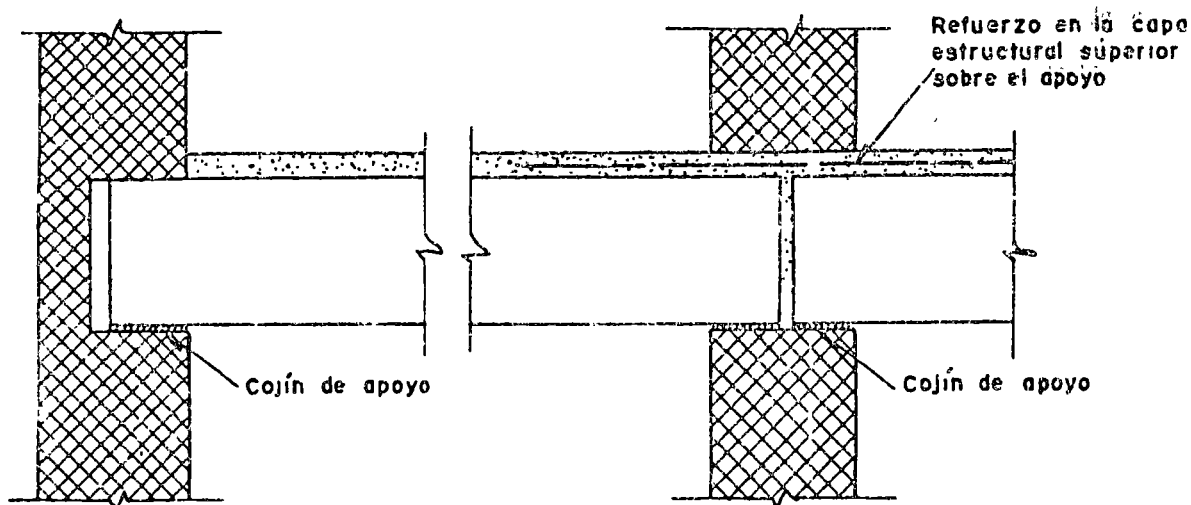
BW (d) CONEXION COLADA EN EL LUGAR, CASO GENERAL

1. Es una conexión para tiempo caluroso. No es buena para construcciones hechas en invierno
2. Proporcionando refuerzo adecuado en la sección colada en el lugar, puede proveerse continuidad para:
 - a. (Con apuntalamiento) Carga total sobrepuesta.
 - b. (Sin apuntalamiento) Cargas vivas
Cargas de viento
Cargas sísmicas
3. Si no se desea la transferencia de momentos al muro, pueden colocarse cojines flexibles abajo y arriba de la viga en la zona donde ésta entra en el muro.



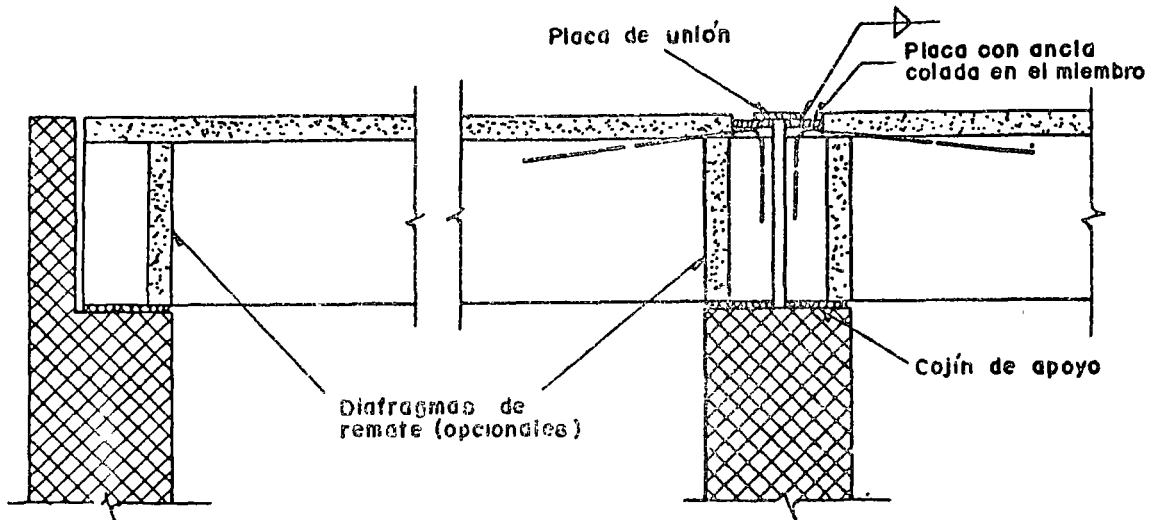
BW-1 CONEXION POR GRAVEDAD, LOSAS PLANAS, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

1. Pueden usarse los tipos de muro A a F, recomendándose los tipos C, D, E, y F para claros grandes y/o cargas pesadas.
2. Manténganse los cojines de apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores y centrados en los muros interiores.
3. Las barras ahogadas con mortero en las cajas no proporcionan una conexión para resistir momentos sino que tienen por objeto prevenir la separación de la junta, lo cual agrietaría el techado, etc.



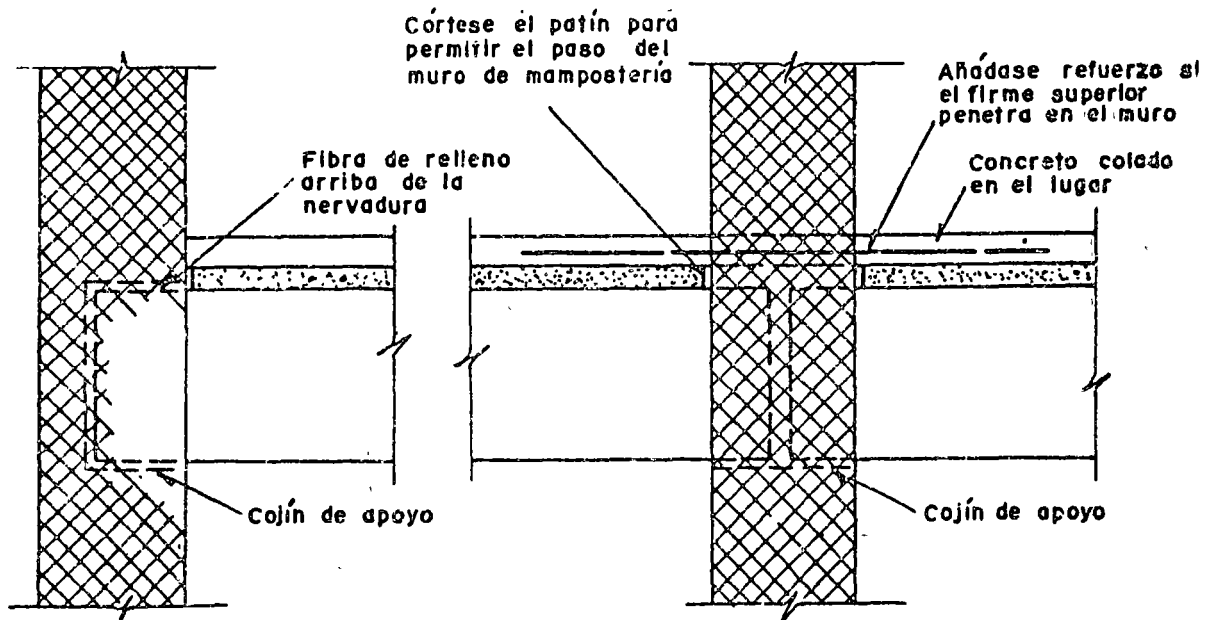
BW-2 CONEXION POR GRAVEDAD, LOSAS PLANAS CON FIRME SUPERIOR EFECTIVO, CLAROS CONTINUOS

1. Pueden usarse los tipos de muro A a F, recomendándose los tipos C, D, E, y F para claros largos y/o cargas pesadas.
2. Con objeto de tener espacio libre para el montaje, no debe construirse la mampostería más arriba del nivel de apoyo hasta que las losas sean colocadas en su lugar.
3. Manténganse los cojines de apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores y centrados en los muros interiores.
4. El firme, o capa estructural superior, deberá continuarse a través de la conexión interior de piso, para evitar un tipo de construcción inestable. Además, agréguese una área nominal de acero de refuerzo normal para prevenir el agrietamiento del firme.
5. Rellénense con mortero las juntas para proporcionar un apoyo sólido al muro superior sobre las conexiones de piso.



BW-3 CONEXION POR GRAVEDAD, VIGA DOBLE T CON PLACA DE UNION, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

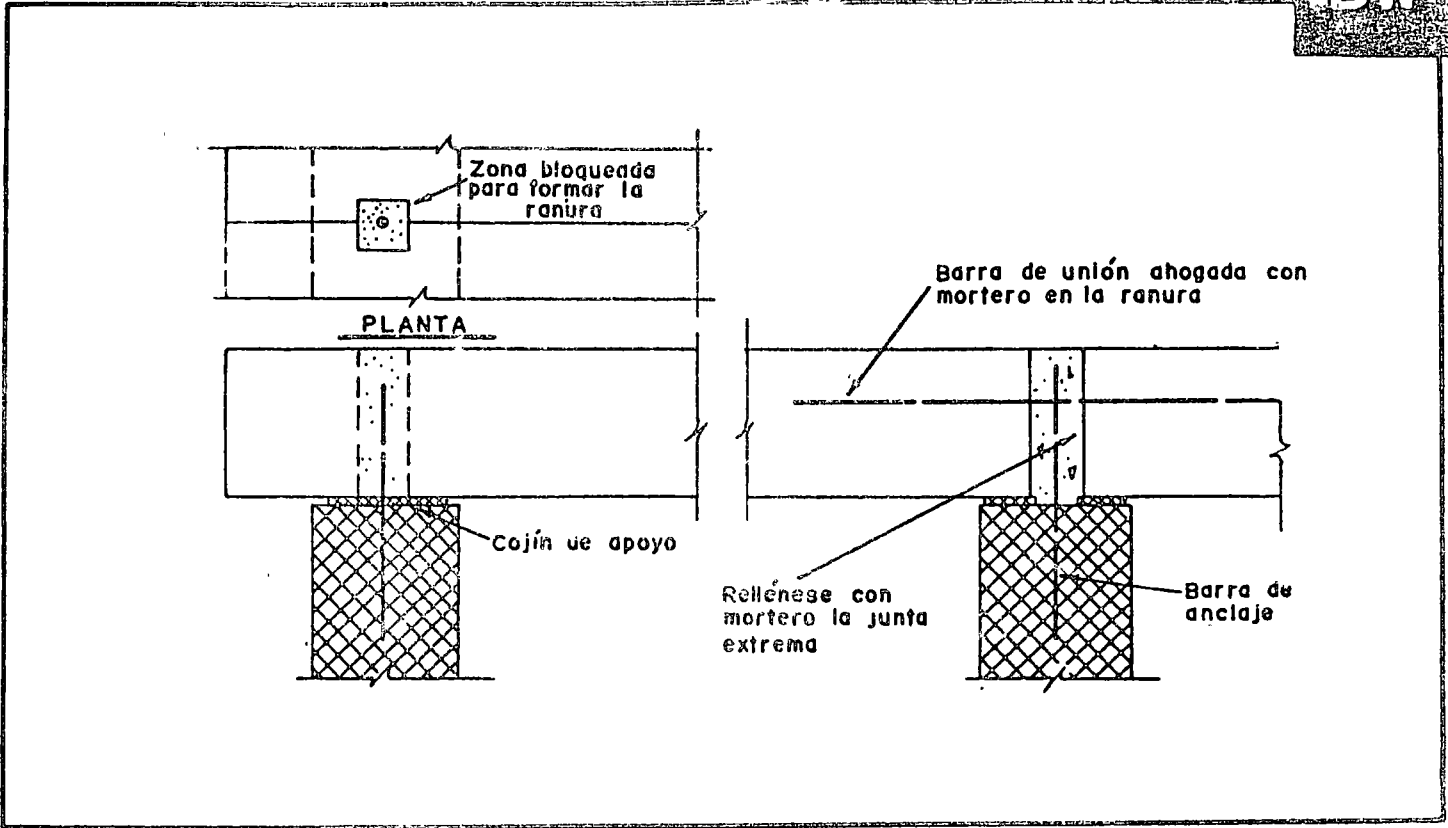
1. Pueden usarse los tipos de muro A a F, recomendándose los tipos C, D, E, y F para claros grandes y/o cargas pesadas.
2. Manténganse los cojines de apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores y centrados en los muros interiores.
3. En una conexión interior, la placa de unión no es una conexión para resistir momentos; tiene por objeto evitar la separación de la junta, lo cual agrietaría el techado, etc.



BW-4

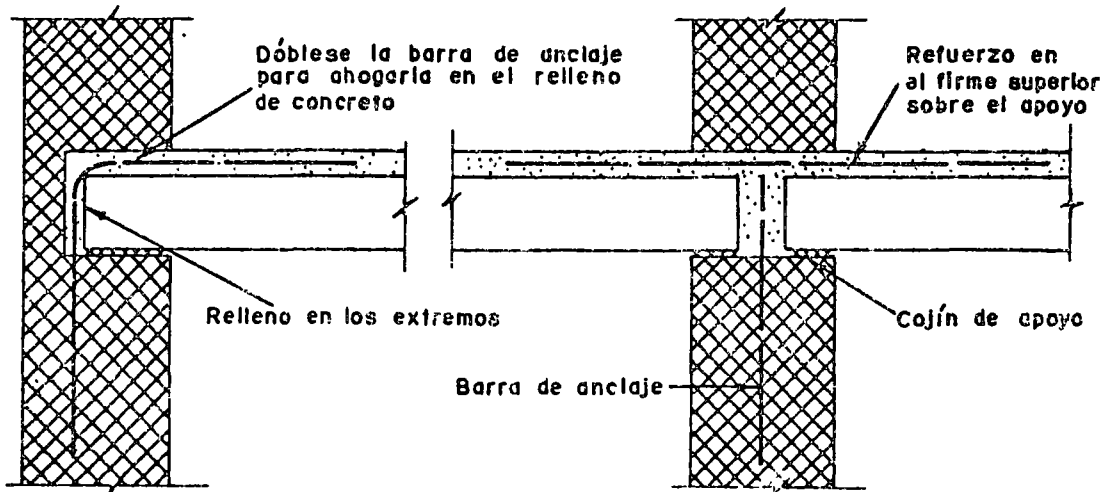
CONEXION POR GRAVEDAD, VIGA DOBLE T CON FIRME SUPERIOR EFECTIVO, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

1. Pueden usarse los tipos de muro A a F, recomendándose los tipos C, D, E, y F para claros grandes y/o cargas pesadas.
2. Con objeto de tener espacio libre para el montaje, no debe de construirse la mampostería más arriba del nivel de apoyo hasta que las vigas doble T sean colocadas en su lugar.
3. En conexiones de pisos, los patines de las vigas doble T deberán cortarse para permitir que los muros de carga sean continuos.
4. Empléese un relleno de fibra en la junta sobre las nervaduras de la doble T para mantenerlas independientes del muro.
5. Manténganse los cojines de apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores y centrados en los muros interiores.
6. Si el firme superior es continuo sobre la conexión interior de piso proporciónese el área nominal de refuerzo para evitar el agrietamiento.



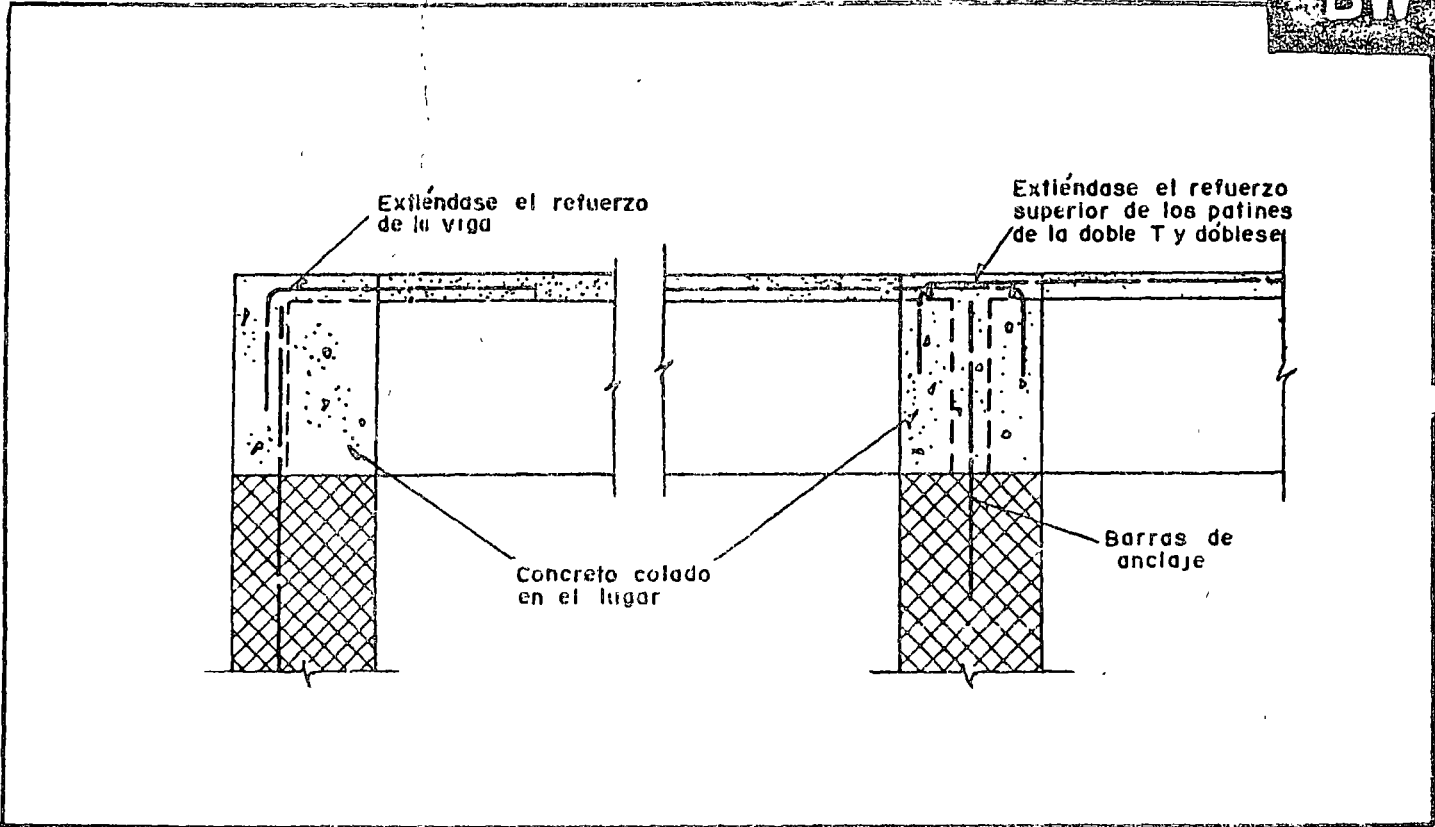
BW-5 CONEXION COLADA EN EL LUGAR, LOSAS PLANAS CON AGUJEROS, CLAROS SIMPLEMENTE APOYADOS

1. Pueden usarse los tipos de muro A, C, D o F. El tipo de muro B puede usarse si el espaciamento de los agujeros permite la colocación de las barras de anclaje en las juntas verticales de mortero.
2. Manténgase el apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores.
3. En la conexión interior, la barra ahogada con mortero en el agujero de la losa no proporciona una conexión para resistir momentos, sino que tiene por objeto evitar la separación de la junta, lo cual agrietaría el techado, etc.



BW-6 CONEXION COLADA EN EL LUGAR, LOSAS PLANAS CON FIRME SUPERIOR EFECTIVO, CLAROS CONTINUOS

1. Pueden usarse los tipos de muros A, C, D o F.
2. Manténgase el apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores.
3. En los muros exteriores el acero de refuerzo en el firme superior de concreto deberá considerarse solamente como acero de amarre.

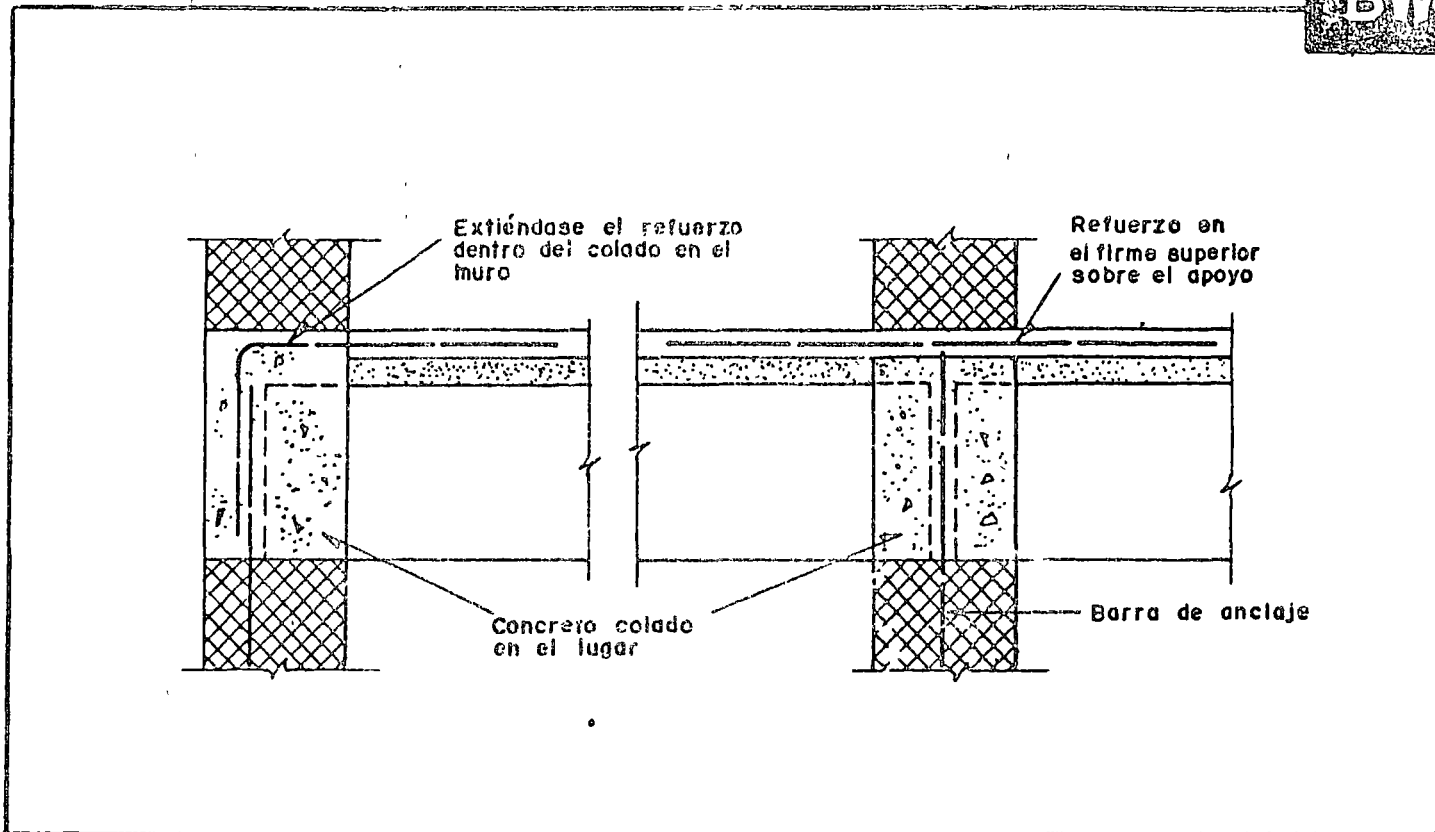


BW-7 CONEXION COLADA EN EL LUGAR, VIGAS DOBLE T EN CLAROS CONTINUOS

1. Pueden usarse los tipos de muro A, C, D o F, recomendándose el tipo F cuando se desea una continuidad completa en los muros exteriores.
2. Los patines de las vigas deberán cortarse para permitir un espacio adecuado para la colocación del concreto
3. Pueden usarse bloques de cerramiento extremo precolado como cimbra.
4. En los muros exteriores, suéldese la barra de anclaje al acero de refuerzo extendido.
5. El diseño de la conexión deberá satisfacer tanto el criterio de esfuerzos elásticos como el de resistencia última
6. Los requisitos de anclaje para el acero superior estarán de acuerdo con el Reglamento ACI 318.
7. Revísese en los apoyos la posibilidad de falla por compresión en la parte inferior de las nervaduras de la doble T. La precompresión de las nervaduras puede desprejarse en el cálculo de la capacidad para momento negativo.

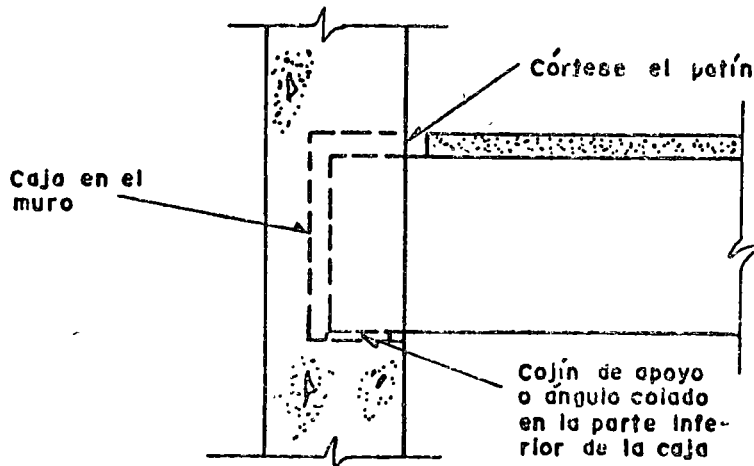
BW-7 Continuación)

8. Para obtener una continuidad completa en el apoyo interior, la longitud de adherencia más el gancho deben proporcionar un anclaje adecuado, de acuerdo con el Reglamento ACI 318. Se recomienda doblar las barras superiores alrededor de una barra horizontal perpendicular a ellas.



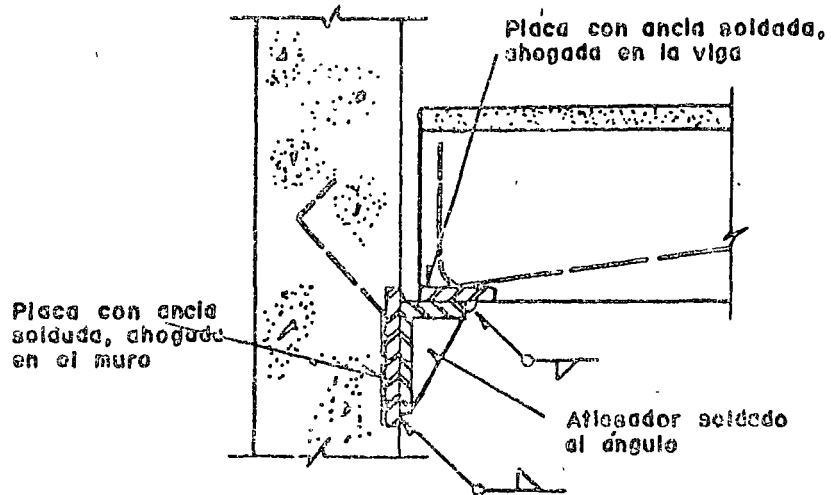
BW-8 CONEXION COLADA EN EL LUGAR, VIGAS DOBLE T CON FIRME SUPERIOR EFECTIVO, CLAROS CONTINUOS

1. Pueden usarse los tipos de muro A, C, D o F, recomendándose el tipo F cuando se desee una continuidad completa en los muros exteriores.
2. Los patines de las vigas deberán cortarse para permitir un espacio adecuado para la colocación del concreto.
3. Pueden usarse bloques de cerramiento extremo precolados como cimbra.
4. En los muros exteriores, suéldense las barras de anclaje al acero de refuerzo extendido.
5. El diseño de la conexión deberá satisfacer tanto el criterio de esfuerzos elásticos como el de resistencia última.
6. Revísese en los apoyos la posibilidad de falla por compresión en la parte inferior de las nervaduras de la doble T. La precompresión de las nervaduras puede despreciarse en el cálculo de la capacidad para momento negativo.



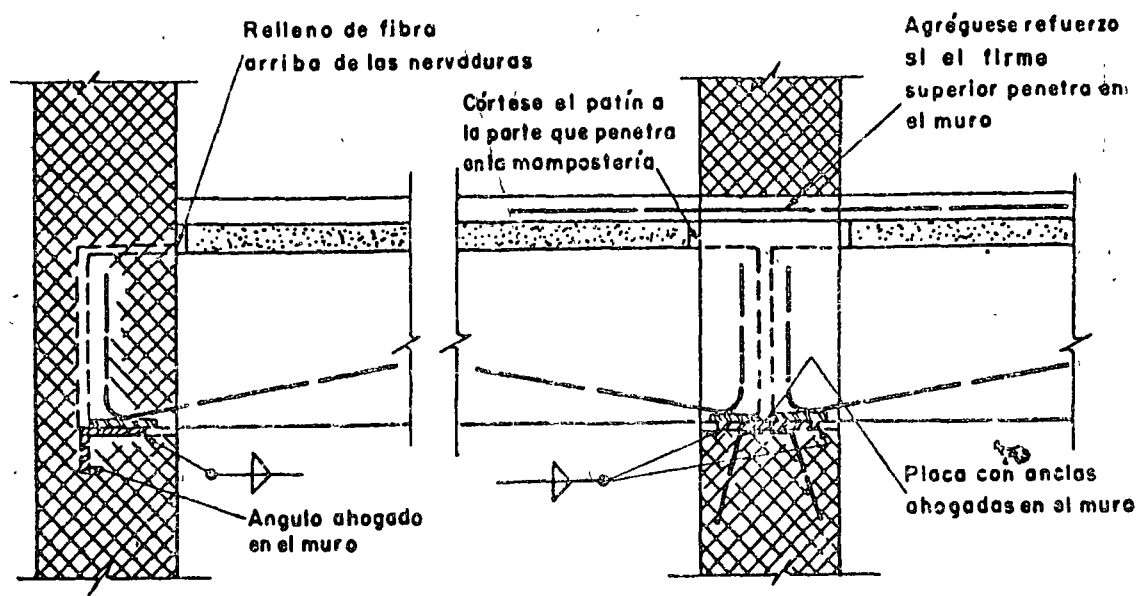
BW-9 CONEXION POR GRAVEDAD, MURO DE CONCRETO

1. Proporciónese un espacio libre amplio para el montaje.
2. Asegúrese que el sistema pueda ser montado.
3. Si el muro es de retención y su estabilidad depende de su apoyo en el piso, la parte inferior del miembro deberá soldarse a una placa en el muro, o bien, deberá rellenarse con mortero la caja en el muro.
4. Si el miembro se ha diseñado como simplemente apoyado, colóquese un cojín compresible sobre la parte superior de la nervadura antes de rellenar la caja con mortero.



BW-10 CONEXION CON ANGULO DE APOYO SOLDADO, MURO DE CONCRETO

1. Al diseñar la placa ahogada en el muro, supóngase que la carga total es tomada por las placas de anclaje, sin considerar que parte de la carga pudiera transmitirse directamente por apoyo en el borde de la placa.
2. La excentricidad de la carga sobre el ángulo de apoyo debe ser tomada en cuenta al diseñar la soldadura.
3. No se recomienda esta conexión en lugares expuestos a la intemperie o para cargas pesadas.



W-11 CONEXION SOLDADA, VIGA DOBLE T CON FIRME EFECTIVO

1. Pueden usarse los tipos de muro A, C, D o F.
2. Para tener espacio libre para el montaje, no debe construirse la mampostería más arriba del nivel de apoyo hasta que las vigas doble T sean colocadas en su lugar.
3. Los patines de las vigas doble T deberán recortarse para que los muros de carga sean continuos.
4. Empléese un relleno de fibra en la junta sobre las nervaduras de la doble T para mantenerlas independientes del muro.
5. Manténganse los ángulos de apoyo dentro del núcleo central en los muros exteriores y centrados en los muros interiores.
6. Si el firme superior es continuo sobre la conexión interior de piso, proporciónese el área nominal de refuerzo para evitar el agrietamiento.
7. Esta conexión proporcionará continuidad para cargas sobrepuestas ligeras. Sin embargo, para momentos negativos elevados, el espacio entre los extremos de las nervaduras deberá rellenarse con mortero.

BIBLIOGRAFIA

1. Collborg, Henning; "Prestressed Concrete Building Construction in Sweden"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 4, No. 3, diciembre 1959.
2. Edwards, H. "Connections by Bond"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 5, No. 1, marzo 1960.
3. Hognestad, Eivind y Mattock, Alan y Karr, Paul H.; "Composite Construction for Continuity"; Journal of Prestressed Concrete Institute, Vol. 5, No. 1, marzo 1960.
4. Witaker, Robert L.; "Possibilities in Limited Capacity Continuity Connections"; Journal of Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 1, febrero 1962.
5. Speyer, Irwin J.; "Post-tensioned Connections"; Journal of Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 2, abril 1962.
6. Cooke, Harold G.; "Epoxy Resins as Adhesives for Prestressed Concrete" Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 2, abril 1962.
7. Yee, Alfred A.; "Composite Precast Concrete Connections"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 2, abril 1962.
8. Kulka, Félix; "Connections for Continuity"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 2, abril 1962.
9. Birkland, Halvard; "Connection for Multi-Story Buildings and Folded Plates"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 2, abril 1962.
10. Rostásy, Ferdinand; "Connections in Precast Concrete Structures - Continuity in Double - T Floor Construction"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 7, No. 4, agosto 1962.
11. Elliston, W. R., Jr.; "Connections Between Precast Beam to Column Members"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 8, No. 4, agosto 1963.
12. Kriz, L. B. y Raths C. H.; "Connection in Precast Concrete Structures - Bearing Strength of Column Heads"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 8, No. 6, diciembre 1963.

13. Gaston, J. R. y Kriz, L. B.; "Connection in Precast Concrete Structures - Scarf Joints"; Journal of Prestressed Concrete Institute, Vol. 9, No. 3, junio 1964.
14. Rejcha, Charles; "Design of Elastomer Bearings"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 9, No. 5, octubre 1964.
15. Yee, Alfred A.; "The Domino System for High-Rise Buildings"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 9, No. 6, diciembre 1964.
16. Kriz, L. B. y Raths, C. H.; "Connections in Precast Concrete Structures - Strength of Corbels"; Journal of the Prestressed Concrete Institute, Vol. 10, No. 1, febrero 1965.



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam



PREFABRICACION DE LA VIVIENDA

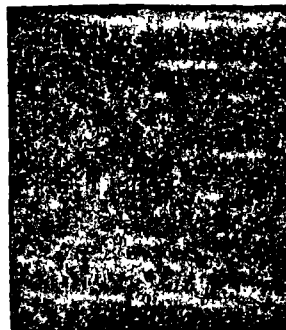
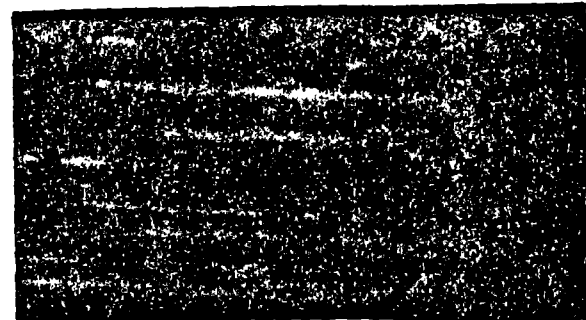
FOLLETOS COMPLEMENTARIOS

OCTUBRE, 1977

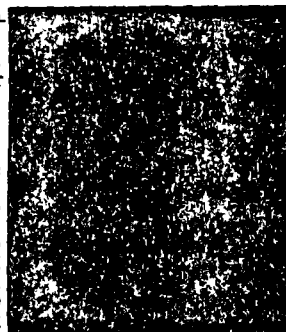
PALACIO DE MINERIA
Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F.

BLOCKBAU

ANGEBOTSINFORMATION • BAUAKADEMIE DER DDR

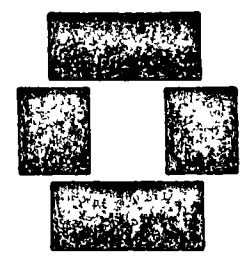


WOHNUNGSBAU 1,1 MP



INHALTSÜBERSICHT

- Allgemeine Erläuterungen
- Anwendung
- Projekt
- Hauptelementegruppen
- Perspektive
- Gebäudebildung
- Grundrisse
- Verbindungsdetails
- Außenwände - Baustoffvarianten
- Technologie
- Vorfertigung
- Produktion
- Kennzahlen
- Transport
- Montage
- Taktfolge
- Isometrie
- Angebot



ALLGEMEINE ERLÄUTERUNG

In der DDR ist anhand mehrjähriger Erfahrung mit der Blockbauweise aus der Laststufe 0,8 Mp die Laststufe 1,1 Mp entwickelt worden. Damit erfolgte eine Rationalisierung, die eine hohe durchgängige Qualität von der Projektierung bis zur Fertigstellung garantiert.

Der erreichte Entwicklungsstand dieser Bauweise wird durch folgende Parameter und Merkmale charakterisiert:

- Laststufe - 1,1 Mp
Kraneinsatz für max. Lastmoment 25 Mpm, max. Ausladung 25 m
- Geschößzahl - max. 5 Geschosse
- Geschößhöhe - 2800 mm
- Querswandbauweise mit Achsabständen von 2400 mm; 3600 mm und 4800 mm.
- Außenlängswände werden mit Brüstungselementen und mit Fenster-schaftelementen gebildet.
Giebelwände werden mit geschoßhohen Elementen montiert.
- Dachausbildungen sind als Flach- und Steildachkonstruktion realisierbar.
- Die Wohngebäude können mit oder ohne Kellergeschoß ausgeführt werden.

6D
eD

ANWENDUNG

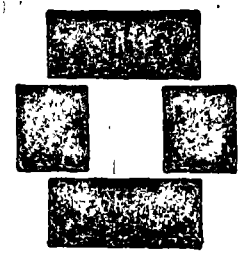
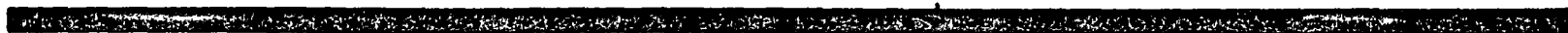
Die Bauweise eignet sich für

- Einzelstandorte
- Rekonstruktionsgebiete
- Neubaugebiete

PROJEKT

Mit rationellen Projektierungsmethoden wird eine Wiederverwendung der Projekte angestrebt. Grundlage dazu bilden projektierte Segmente, die zu Gebäuden zusammengesetzt werden.

- Grundsätzlich ist die Anwendung der Blockbauweise in der Laststufe 1,1 Mp für eine breite Grundrißpalette möglich. Die Basis dazu bildet ein einheitliches Konstruktionsprinzip mit unifiziertem Verbindungssystem.
- Spezielle Grundrisse lassen sich mit diesem Prinzip bei Hinzufügen von Sonderelementen verwirklichen.
- Grundrisse nach Seite 7 bis 12 können mit dem vorliegenden Elementesortiment realisiert werden. Dieses Sortiment wird in Elementegruppen unterteilt, wobei bei Einhaltung von Systemlinienlagen die Austauschbarkeit der Elemente gewährleistet ist.

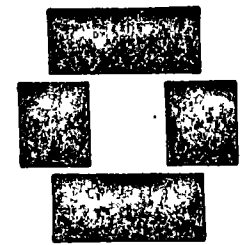
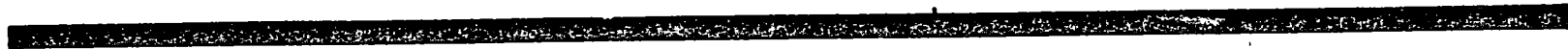




HAUPTELEMENTE-GRUPPEN

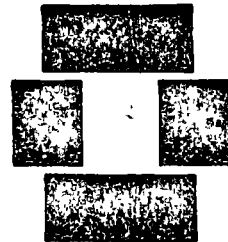
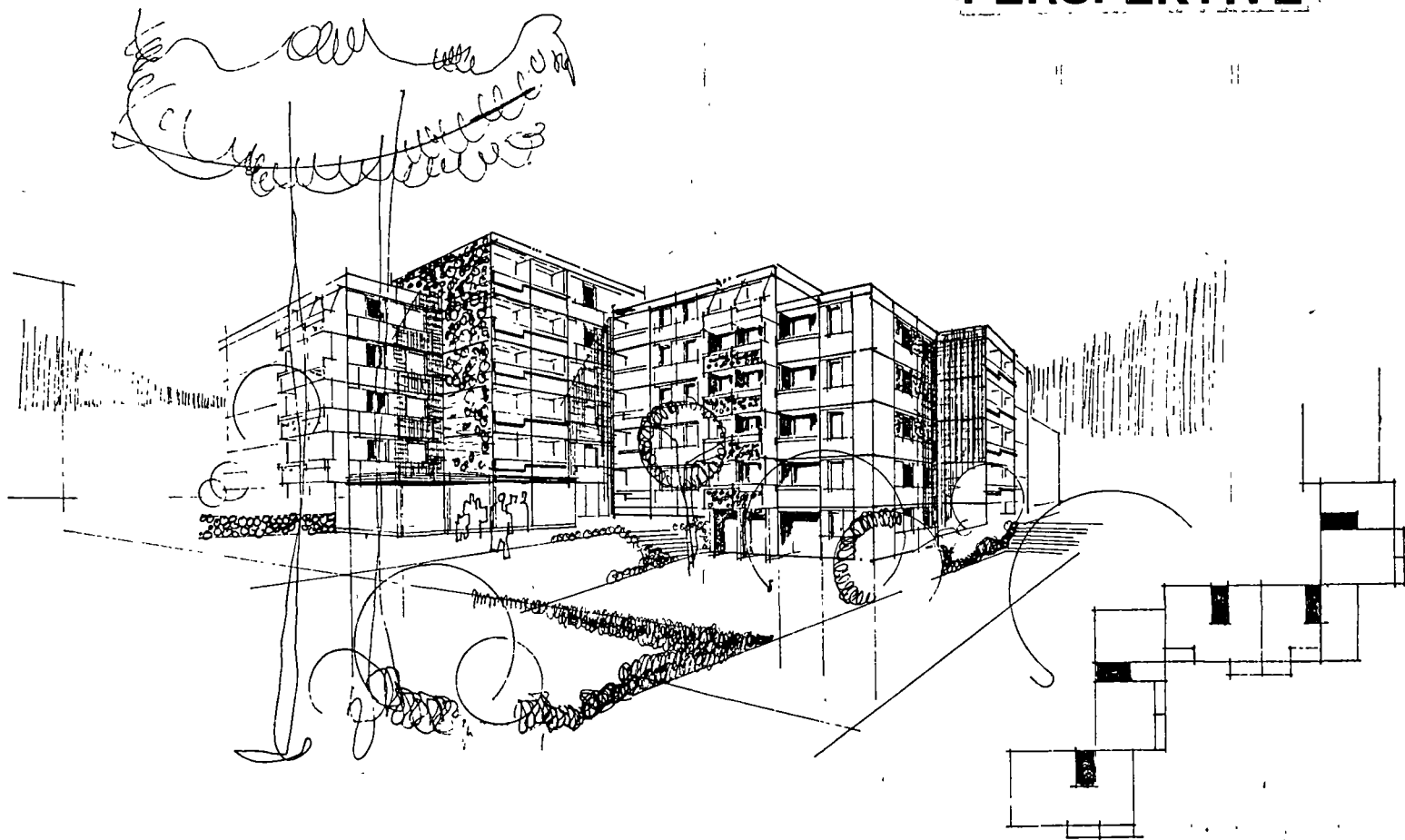
Elemente - gruppe		GESCHOSSDECKE		INNENWAND		AUSSENWAND	
		Rastermaß	Baurichtmaß	Rastermaß	Baurichtmaß	Rastermaß	Baurichtmaß
SYSTEM- MASSE	Länge	n · 1200	4 800 3 600 2 400	n · 300	1 200 900 600	n · 1200	4 800 3 600 2 400 1 200
	Breite	n · 300	1 200 900 600 300				
		□ für Weiterentwickl.				□ für Weiterentwickl.	
VORZUGS- MASSE	Länge Breite		3 600 2 400 1 200 900		1 200		3 600 2 400
SYSTEM - LINIEN - LAGE	Ratio, Blockbau Weiterentwicklung Laststufe 1,1Mp						
						Brüstungssystem	

Das gesamte Elementesortiment liegt katalogisiert vor.



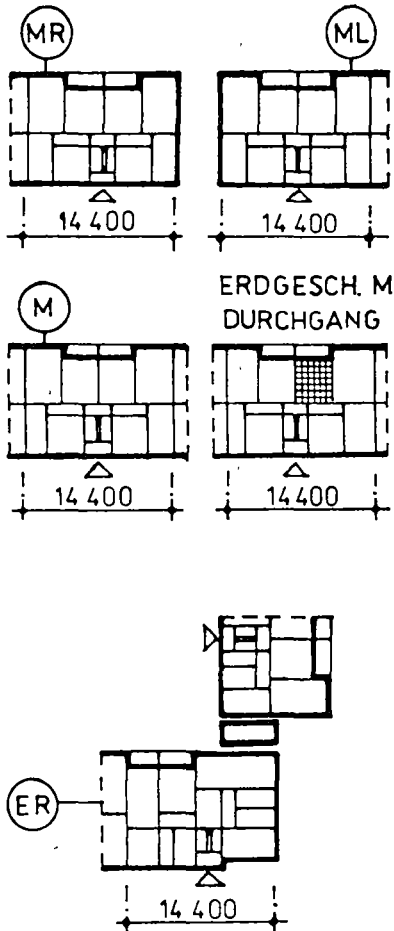
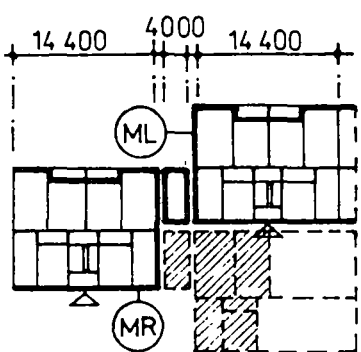
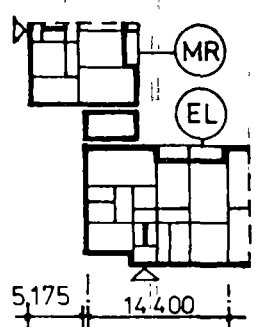
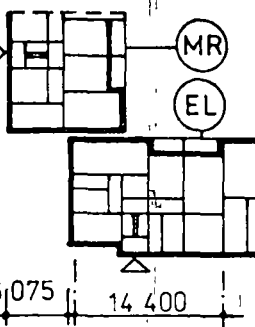
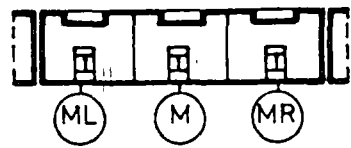
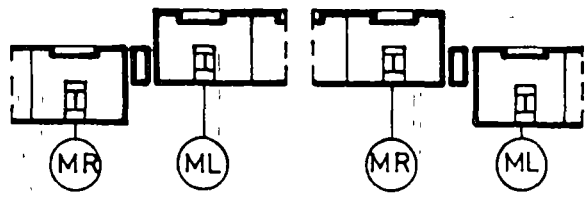
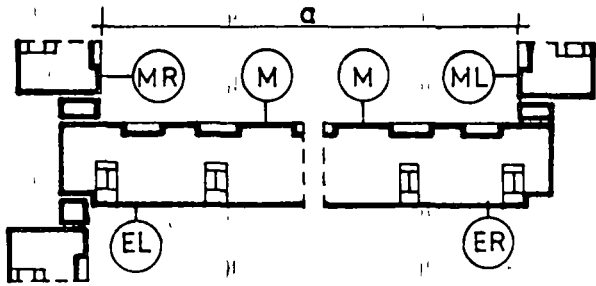


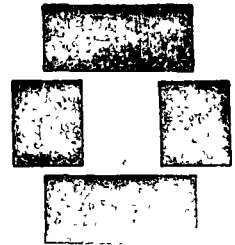
PERSPEKTIVE



GEBÄUDEBILDUNG

10
D

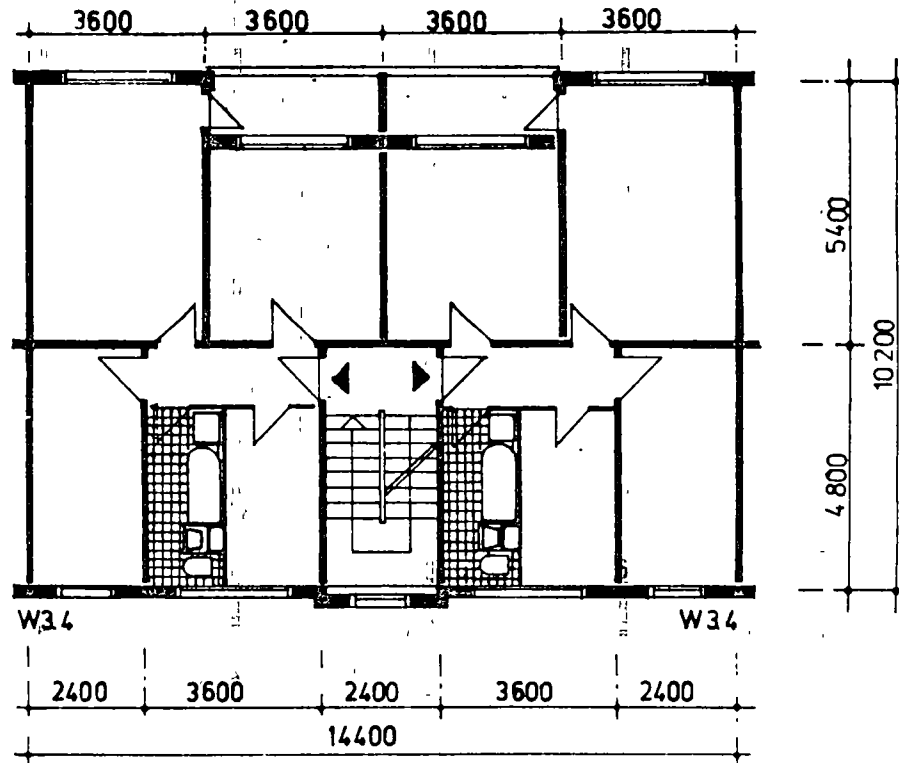
SEGMENT	VERBINDER	ECKLÖSUNGEN	GEBÄUDEFORMEN
 <p>MR ML</p> <p>14 400 14 400</p> <p>ERDGESCH. MIT DURCHGANG</p> <p>M</p> <p>14 400 14 400</p> <p>ER</p> <p>14 400</p>	 <p>14 400 4 000 14 400</p> <p>ML MR</p> <p>ERLÄUTERUNGEN :</p> <p>M - MITTELSEGMENT</p> <p>ML - MITTELSEGMENT LINKS</p> <p>MR - MITTELSEGMENT RECHTS</p> <p>EL - ECKSEGMENT LINKS</p> <p>ER - ECKSEGMENT RECHTS</p>	<p>MIT VERBINDER</p>  <p>MR EL</p> <p>5,175 14 400</p> <p>OHNE VERBINDER</p>  <p>MR EL</p> <p>6,075 14 400</p>	<p>FREISTEHENDER BLOCK</p>  <p>ML M MR</p> <p>BLOCKVERSATZ MIT ZWISCHENGELAGERTEN VERBINDERN</p>  <p>MR ML MR ML</p> <p>α - BEI 5-GESCHOSSIGER BAUWEISE ≥ 2x GESCHOSSHÖHE</p>  <p>MR M M ML</p> <p>EL ER</p> <p>α</p>



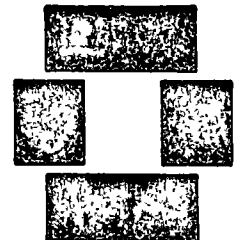
GRUNDRISS - SEGMENT



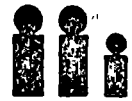
3-RWE 59,6 m²



KOMPLETTE DOKUMENTATION VORHANDEN



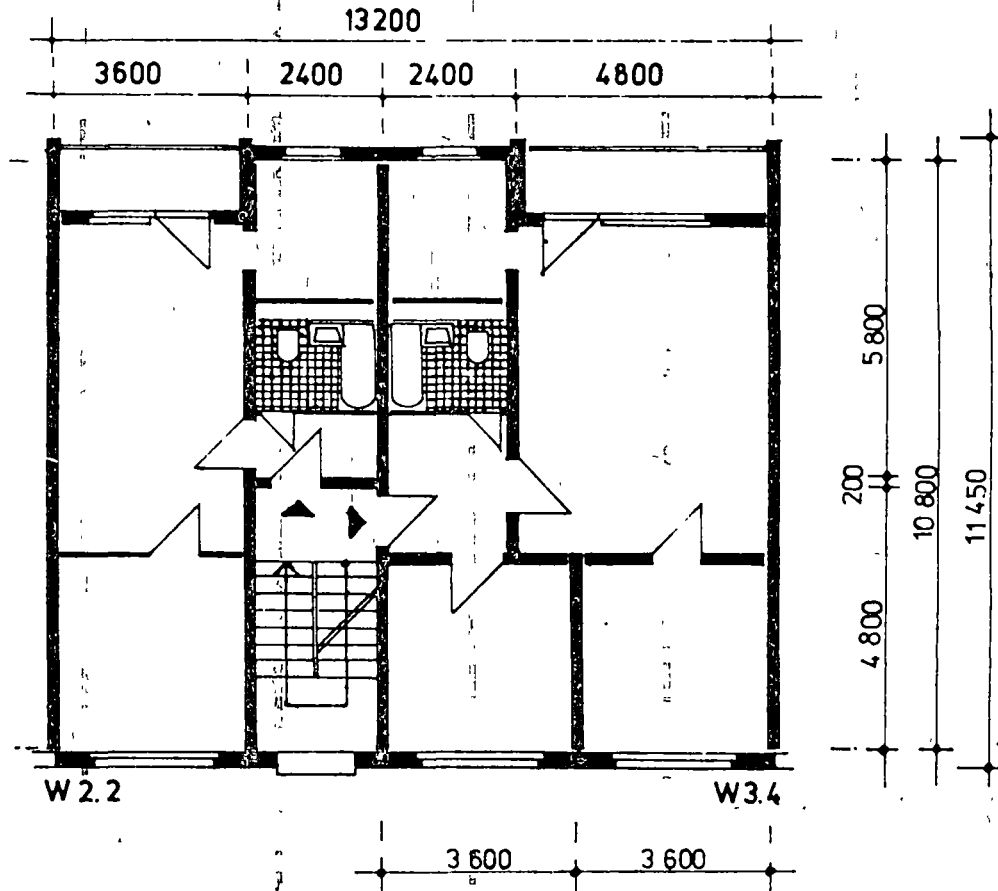
GRUNDRISS - SEGMENT



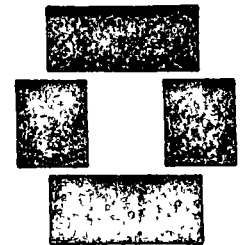
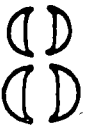
3-RWE 67,3 m²



2-RWE 45,7 m²



KOMPLETTE DOKUMENTATION VORHANDEN



JD

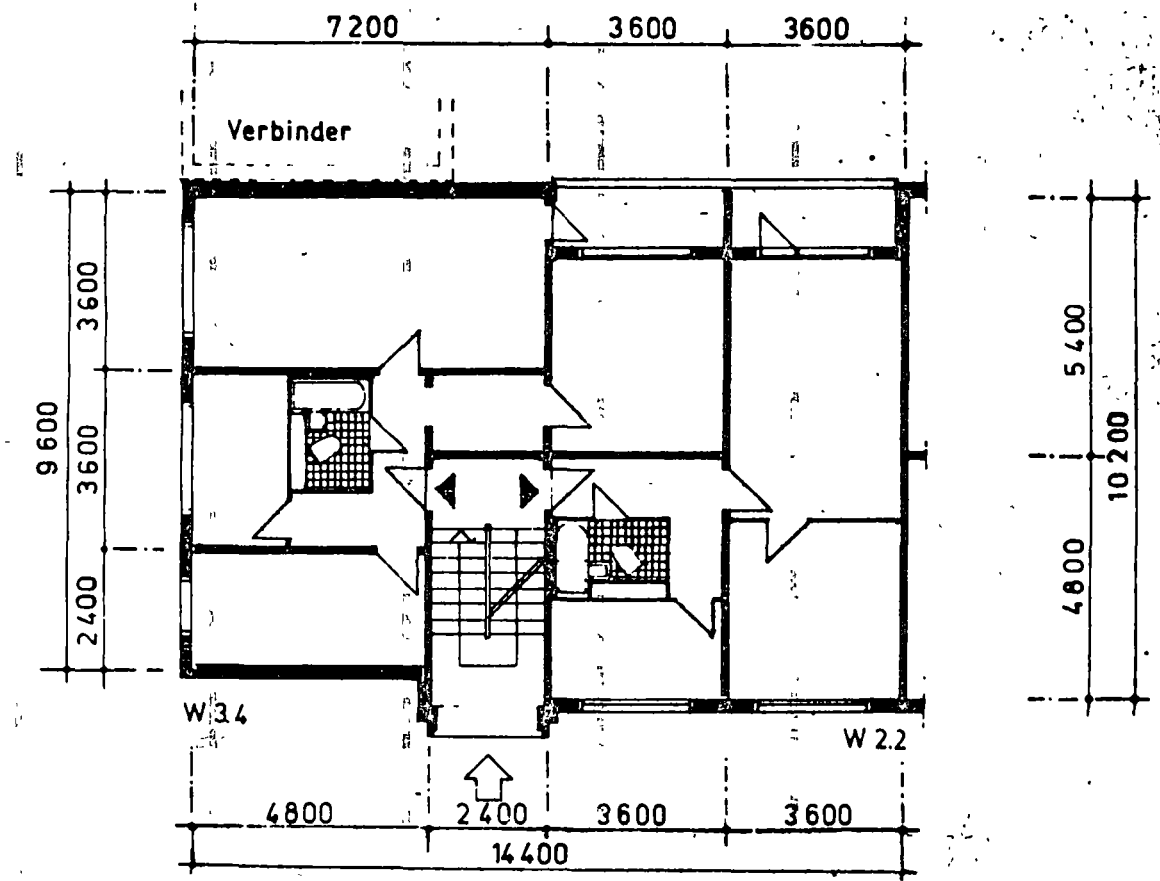
GRUNDRISS - SEGMENT



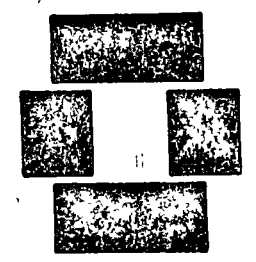
2 - RWE 48,8 m²



3 - RWE 67,1 m²



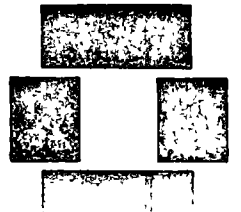
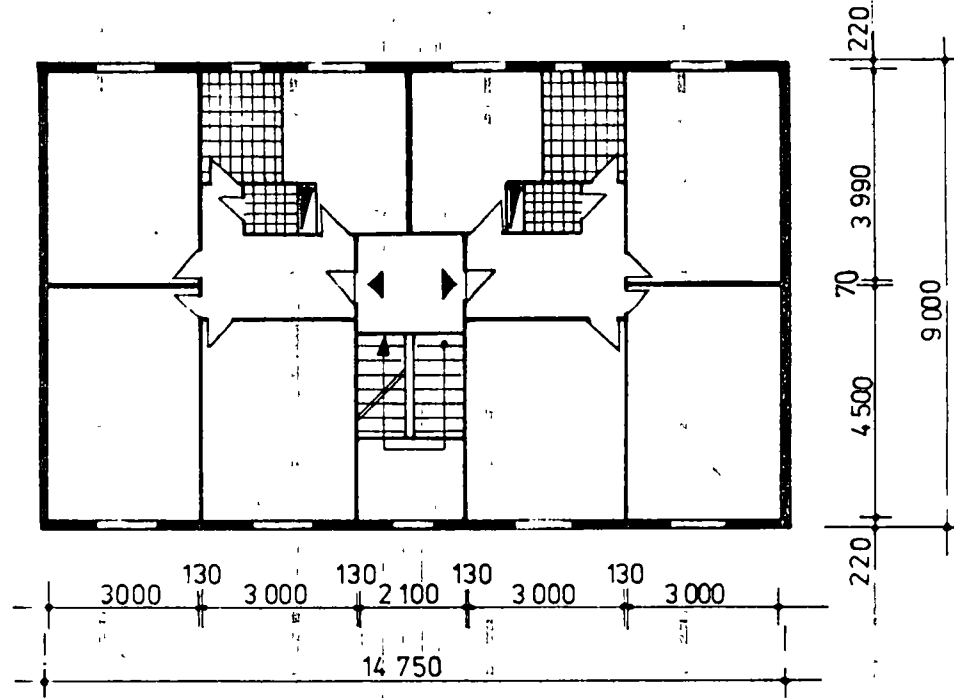
KOMPLETTE DOKUMENTATION VORHANDEN



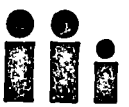
GRUNDRISS - SEGMENT



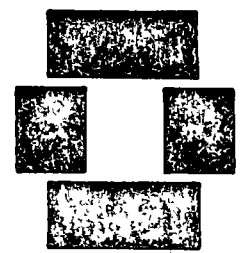
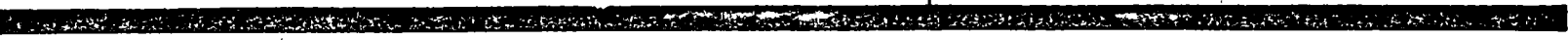
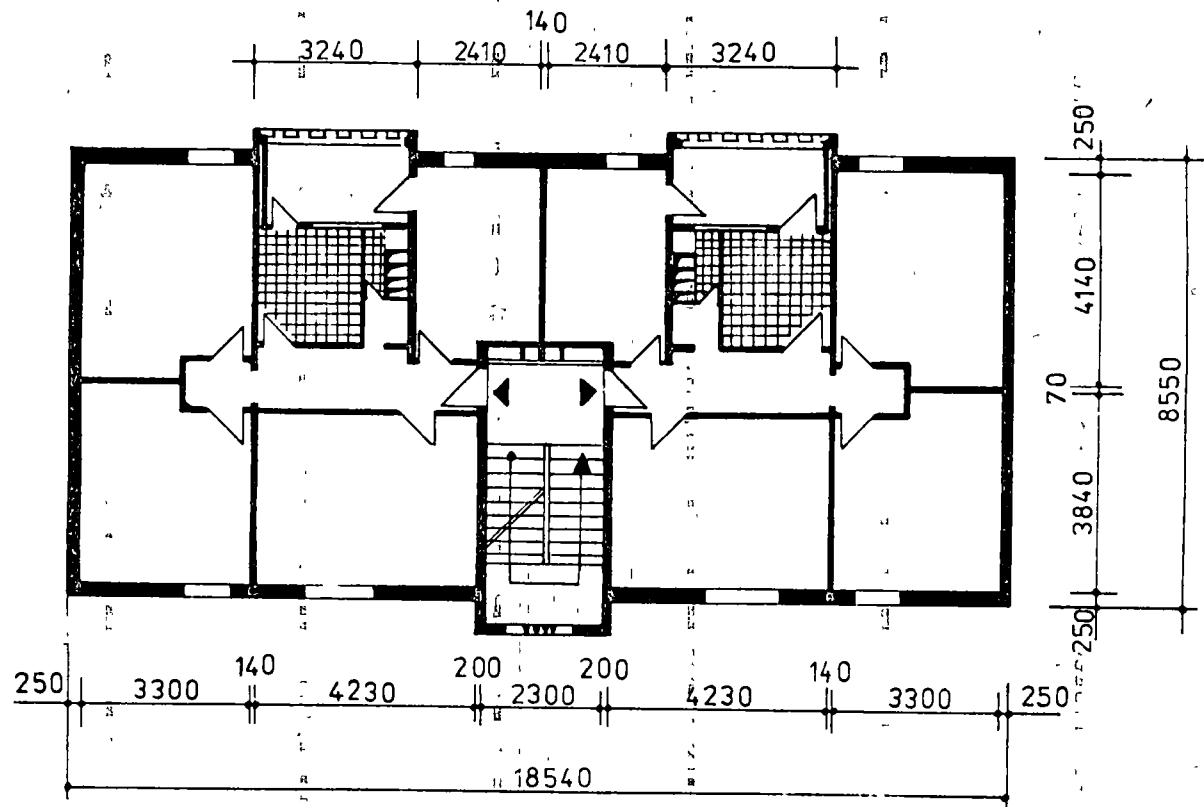
3-RWE 53,6 m²



GRUNDRISS - SEGMENT



3 - RWE 61,1 m²



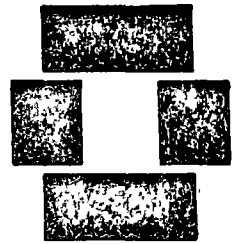
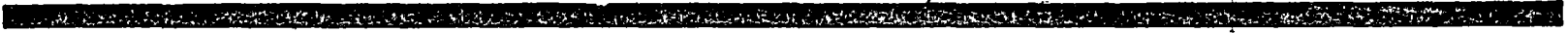
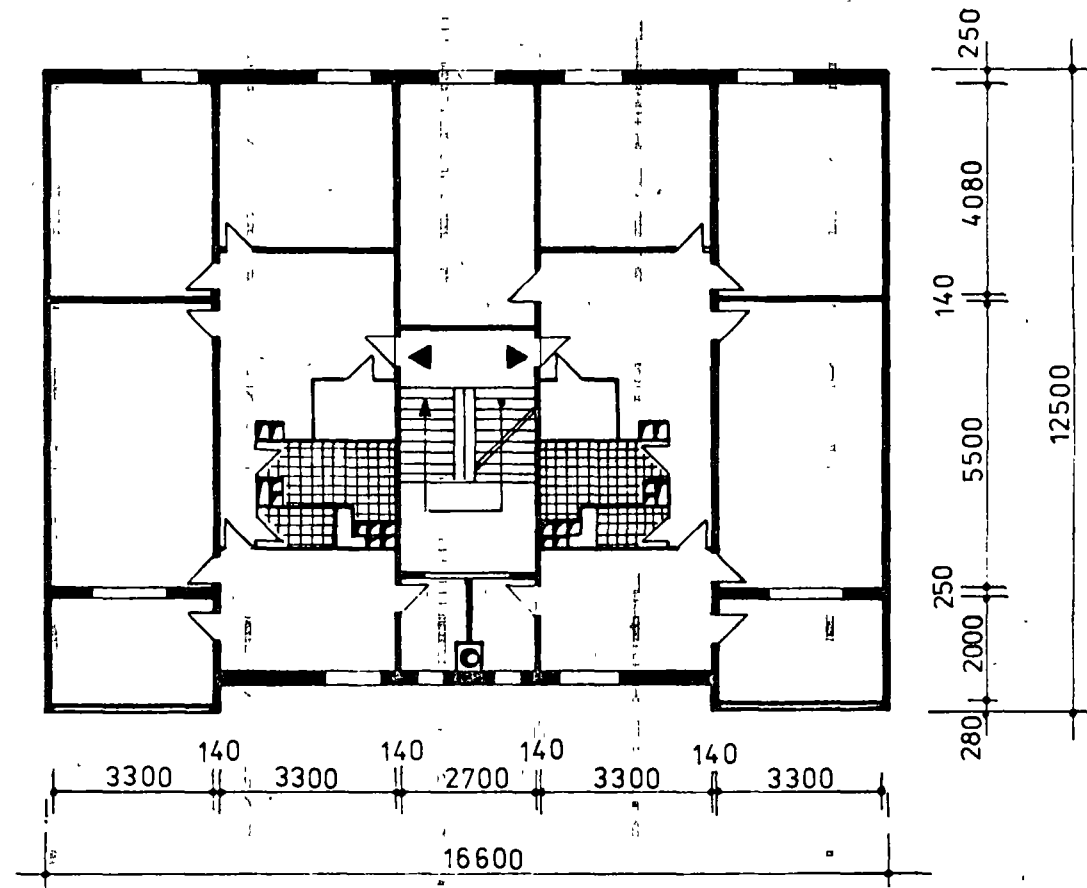
GRUNDRISS - SEGMENT



3 - RWE 63,9 m²

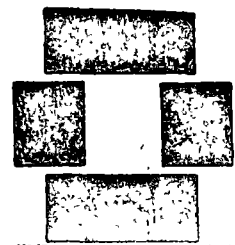
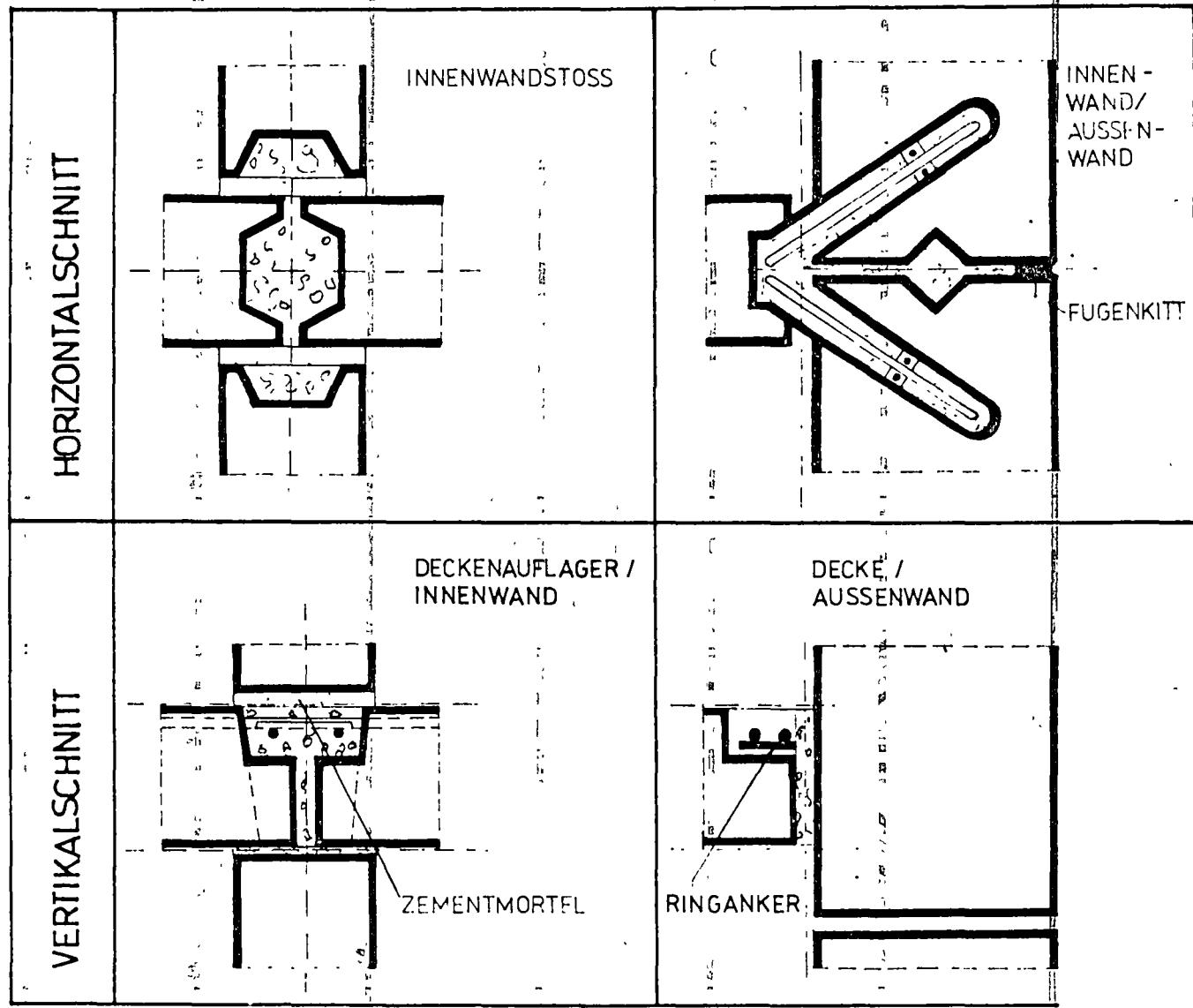


4 - RWE 79,9 m²



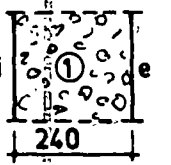
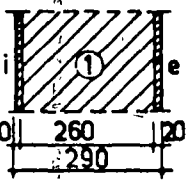
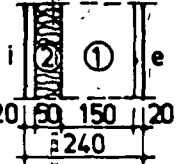
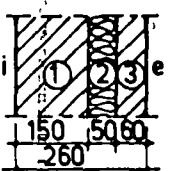
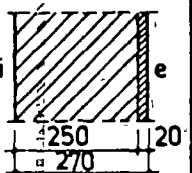
SD
11ed

VERBINDUNGS- DETAILS

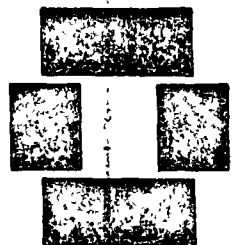


AUSSENWÄNDE - BAUSTOFFVARIANTEN

- oberflächenfertig
- verschiedene Materialien
- Strukturvarianten
- verschweißbares Verbindungssystem
- statisch nicht belastbar

Material	VARIANTEN		ρ [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]	R [$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$]
	Zuschlagstoffe, Schichtenaufbau	Querschnitt mm		
GASBETON	- Sand - Kalk - Zement - Al-Paste		800	0,93
LZ-BETON GEFÜGE - DICHT	- LZS-Sand - Kies - Zement - Polystyrol		1100	0,75
ZWEI - SCHICHT - PLATTE	① LZ-Beton ② MS-HWL- Platte		1100 90	1,20
DREI - SCHICHT - PLATTE	① Schwerbe- ton ② PS Schaum ③ Schwerbe- ton		2350 30 2350	1,05
LEICHTZU- SCHLAG - STOFF SCHÄUM - BETON	- Filterasche - Zement - Schaumbild- ner		1100	0,77

1/1



TECHNOLOGIE

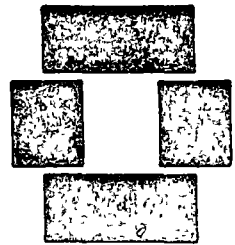
Für die Fertigung gelten folgende Grundsätze:

- Die statisch-konstruktiven Vorgaben gestatten einen hohen Grad der Vorfertigung durch Herstellung oberflächenfertiger Elemente.
- Für die Bauweise ist ein spezielles System zur Sicherung der Qualitätsanforderungen ausgearbeitet worden.
- In der Vorfertigung wird die Gleit-, Fließ- und Batterieformfertigung angewandt.

VORFERTIGUNG

Für die Elementeproduktion sind entsprechende Betonwerkskapazitäten erforderlich. Geeignete Plattenwerksausrüstungen können für diese Bauweise genutzt werden.

Wir sind in der Lage, bei Einführung der Blockbauweise komplette Projektunterlagen für die Vorfertigungsstätten und deren Ausrüstung sofort zu liefern.



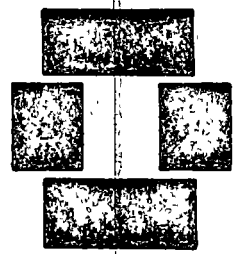
PRODUKTION

Elementgruppen u.-arten	Dachelemente				Deckenelemente		Treppelemente		Außenwandelemente				Innenwandelemente		Trennwandelemente			Sonderelemente						
	Volplatte	Mahiplatte	Außen-drempel	Innen-drempel	Wahldecke	Hohldecke	Lauf	Podest	Keller-AW	Gasbeton	Geschossdächer LB	Gerügelige LB	Hautverklebte LB	3-schichtige AW	Schwerbeton	Geflüchteter LB	Schwerbeton	Gips	Werkstein	Ranganker	Einbauelemente	Loggia	Sichernde	
1 Spezialwerk										⊙			⊙				⊙	⊙						
2 spezialisiertes Werk	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙									⊙				⊙	⊙	⊙	
3 universelles Werk	□		⊙	⊙	□		□	□	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	□			⊙	□	□	□	
4 Gleichwertiger	□	□			□	□			□	□	□	□		□	□	□								
5 Batterie geschloßhoch				⊙					□					⊙			⊙							
6 Batterie halbgeschloßhoch				⊙					□		⊙									⊙				
7 Einzelform stehend				□				⊙		□										□		⊙	⊙	
8 Einzelform liegend	⊙	⊙	⊙	□	⊙	⊙	□	⊙	□		⊙				⊙	⊙	□			□	⊙			

⊙ bevorzugt anzuwenden □ weitere mögliche Anwendung

KENNZAHLEN

Aufwand		
WE = 56 m ²		
		Einheiten
Stahl	0,65 - 0,8	t/WE
Beton	70	t/WE
Elementestückzahl	70	/WE
Arbeitszeitaufwand (Vorfertigung, Montage, Baustelle)	700	Std.



TRANSPORT

Die Elemente sind in drei Größenklassen eingeteilt:

Flache Elemente ($h < b$)

Halbgeschoßhohe Elemente (bis 1,6 m Höhe)

Geschoßhohe Elemente (bis max. 3,30 m Höhe)

Für flache und halbgeschoßhohe Elemente werden an das Fahrzeug keine besonderen Anforderungen gestellt. Aus ökonomischer Sicht soll die Tragkraft des Fahrzeuges ≥ 5 Mp sein.

Geschoßhohe Elemente werden mit Tiefladeanhänger oder mit Tiefbett-sattelaufleger transportiert.

Für Elemente bis 2,80 m Höhe reicht die Ladeplattformhöhe 1,0 m aus.

MONTAGE

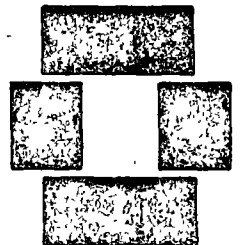
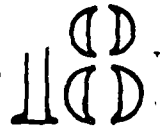
Die Realisierung der Erzeugnisse des Blockbaus erfolgt nach den Prinzipien der Schnellbaufließfertigung nach einheitlichem technologischem Regime in "Taktstraßen"

- Die erzielte Genauigkeit der Elemente sichert einen hohen Montageeffekt.
- Der Montageprozeß wird hauptsächlich vom Turmdrehkran bestimmt. Er übernimmt alle Horizontal- und Vertikaltransporte im Schwenkbereich.
Zur Taktstraßenausrüstung gehören außerdem: Mörteldruckpumpe, Schnellbaulastenaufzug, Mischanlage, Montagehilfsmittel u.a.

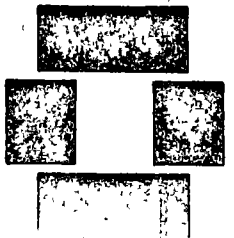
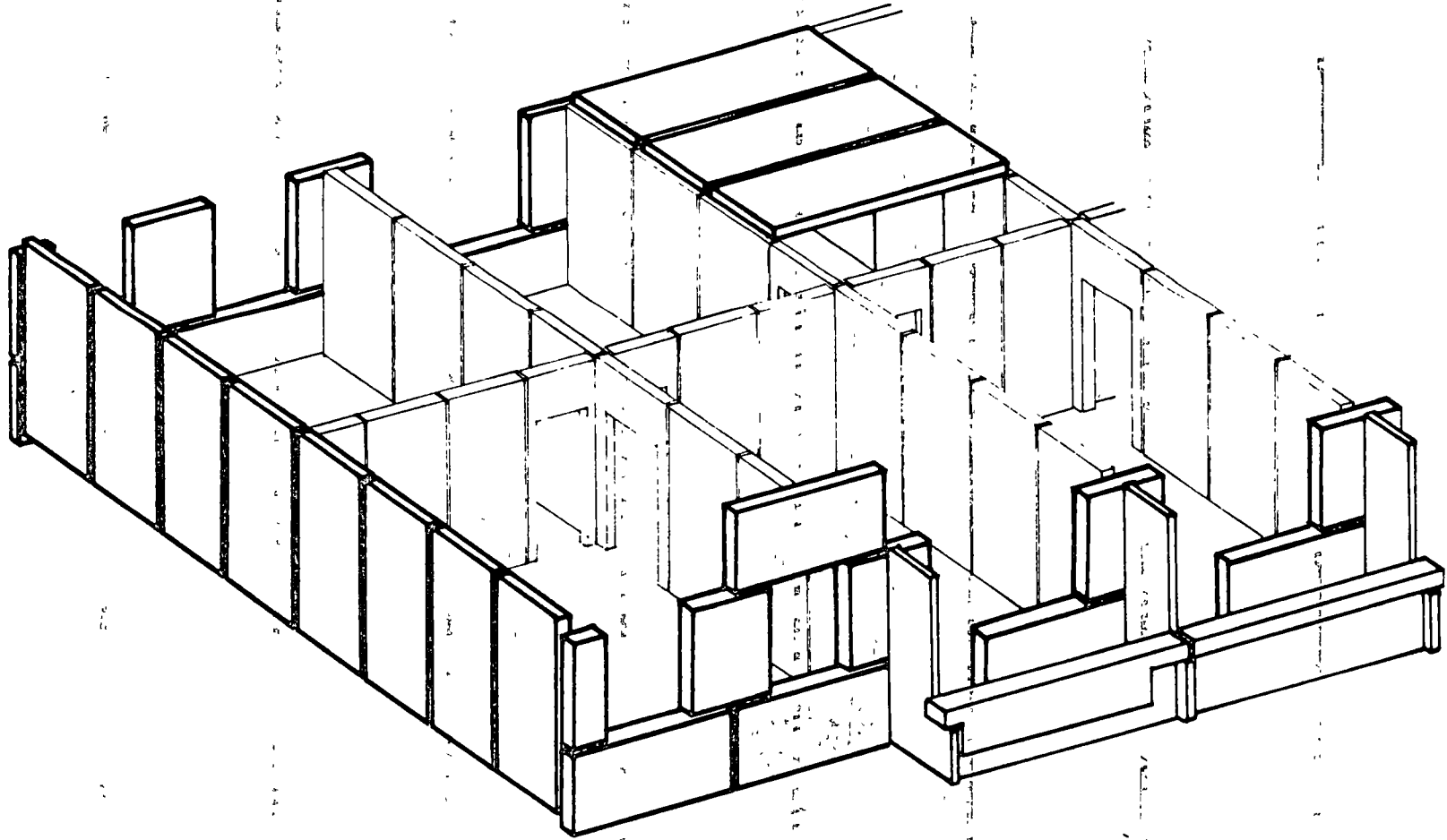
TAKTFOLGE

Die technologische Struktur der "Taktstraße" gliedert sich in:

- Takt 0 - Vorlauf
- Takt 1 - Montage
- Takt 2 - Heizung und Sanitärinstallation
- Takt 3 - Maurer-, Putz- und Einsetzarbeiten
- Takt 4 - Elektroinstallation
- Takt 5 - Fußbodenunterkonstruktion
- Takt 6 - Zimmerer-, Tischler-, Malerarbeiten
- Takt 7 - Feinausbau
- Takt 8 - Tapezierarbeiten
- Takt 9 - Fußbodenbelag



ISOMETRIE

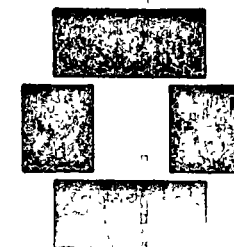


20

ANGEBOT

Für die Blockbauweise der Laststufe 1,1 Mp liegen bei uns komplette Unterlagen für die Projektierung und für die Realisierung katalogisiert vor.

Kundenwünschen kann innerhalb der Prinzipien der Bauweise entsprochen werden.



1. INTRODUCCION

1.1 Significado y propósito del estudio

Se ha estimado que un gran porcentaje del costo total del desarrollo de modernos caminos se gasta en la construcción y mantenimiento de estructuras, alcantarillas y puentes. En vista de esto, la Secretaría de Obras Públicas encargó al Instituto de Ingeniería el estudio de métodos que permitan mejorar la determinación de capacidad de drenaje de estas estructuras.

Los métodos que generalmente se emplean para determinar el área hidráulica del cruce involucran el uso de aproximaciones empíricas como la fórmula de Talbot. Estas aproximaciones no toman en cuenta muchos factores importantes en dicho problema, o bien tratan de considerarlos basándose en un coeficiente.

Por otra parte, al usar una aproximación empírica existe el peligro de que las limitaciones no sean tomadas en cuenta, o bien sean ignoradas. Por lo tanto, es necesario algún juicio o experiencia para aplicar los métodos empíricos, especialmente en la selección de los coeficientes. Esto es una grave limitación, pues aunque la experiencia del ingeniero es de gran valor, las condiciones generales varían sensiblemente de un problema a otro, lo que puede originar errores de importancia. Además, un proyectista sin experiencia al usar aproximaciones empíricas tiende a sobrediseñar la estructura.

El propósito del presente estudio es proporcionar al ingeniero una

serie de criterios para determinar el gasto de diseño óptimo, con lo cual se podrá calcular la capacidad de las estructuras de drenaje, sin que se requiera una experiencia previa del proyectista. Estos criterios podrán aplicarse a cualquier área donde se disponga de datos fisiográficos y en el caso de no disponer de datos hidrológicos, correlacionarse con datos de este tipo en cuencas cercanas.

Aunque en sí los criterios para determinar el gasto máximo, e inclusive el hidrograma de la tormenta, son bastante prácticos y precisos, se requiere para su aplicación de datos fisiográficos y climatológicos. Los datos fisiográficos son fáciles de obtener, no así los climatológicos, de los cuales se dispone de muy pocos o ninguno. Teniendo en cuenta esto, el presente estudio se ha subdividido en dos etapas

1. Presentación de los métodos para el cálculo de gastos máximos en cuencas pequeñas
2. Análisis climatológico de diversas zonas de la República Mexicana.

En este primer informe se desarrolla solo la primera etapa con el objeto de poder fijar las bases de la segunda, en la cual el Instituto de Ingeniería sólo actuará como asesor.

1.2 Hidrología en una cuenca

Es conveniente aclarar lo que se entiende por una cuenca pequeña. La forma y la cantidad de escurrimiento para una cuenca pequeña están influidas principalmente por las condiciones físicas del suelo. Por lo tanto, el estudio hidrológico debe darle más atención a la cuenca misma. Para una cuenca muy grande, el efecto de almacenaje del cauce es importante, por lo cual deberá prestársele más atención a las características del cauce.

Es difícil distinguir una cuenca grande de una pequeña considerando solamente el tamaño de la misma. Desde el punto de vista hidrológico, dos cuencas del mismo tamaño pueden ser totalmente diferentes.

Una cuenca pequeña se define como aquella cuyo escurrimiento es sensible a lluvias de alta intensidad y corta duración y donde predominan las características físicas del suelo con respecto al cauce. Con esta definición, el tamaño de una cuenca pequeña puede variar desde unas pocas hectáreas hasta un límite que, para propósitos prácticos, Chow¹ considera de 250 km².

El escurrimiento de una cuenca puede considerarse como el producto del ciclo hidrológico, el cual está influido por dos grupos importantes de factores: climatológicos y fisiográficos. Los primeros incluyen principalmente los efectos de la lluvia y la evapotranspiración. Los segundos pueden dividirse en características de la cuenca y del cauce. Las de la cuenca incluyen factores geométricos y físicos.

En cuencas pequeñas, los gastos máximos son causados generalmente por lluvias de corta duración. Una parte de la precipitación se pierde a través del proceso de intercepción, evapotranspiración e infiltración. La parte restante, que eventualmente llega a ser escurrimiento, es conocida como lluvia en exceso. La proporción entre esta última y la precipitación total depende de los factores climatológicos, así como de los fisiográficos tales como la condición de humedad del suelo, tipo de superficie del suelo y subsuelo, y de la vegetación.

El escurrimiento de una cuenca puede considerarse compuesto por dos partes: un flujo base, el cual proviene del escurrimiento subterráneo, y un escurrimiento directo, el cual es producido por la lluvia en exceso. A la salida de una cuenca puede medirse el escurrimiento que sale y construir su hidrograma correspondiente, el cual es la representación gráfica del gasto contra el tiempo. El hidrograma puede considerarse como la expresión integral de las características fisiográficas y climatológicas que gobiernan la relación entre la lluvia y el escurrimiento de la cuenca.

1.3 Métodos de estudio

En este trabajo se indican dos métodos para calcular el gasto máximo, uno debido a Chow y otro a I-Pai Wu².

El método de Chow permite conocer el gasto máximo para un determinado periodo de retorno. El método de I-Pai Wu sirve para calcular además del gasto máximo, su hidrograma correspondiente. Los métodos se presentan tal como fueron deducidos por sus autores, lo cual implica que una serie de fórmulas solo serán válidas para la zona de estudios de cada autor. Esta es una limitación que se debe tener en cuenta si se quiere aplicar dichas fórmulas. En las conclusiones se analizan cuáles son esas fórmulas, sus ventajas y limitaciones.

2. NOTACION

A área de la cuenca, en km²

d	duración total de la tormenta, en h
e	base de los logaritmos naturales
K	coeficiente de almacenaje de un recipiente lineal, en h
K_1	coeficiente de almacenaje de una cuenca, en h
L	longitud del cauce principal, en m
m	número de tramos de igual longitud
n	número de recipientes lineales; argumento de la función gamma
N	número de escurrimiento
P	lluvia en la zona en estudio para una duración dada de d horas, en cm
P_b	lluvia en la estación base para una duración dada de d horas, en cm
P_e	lluvia en exceso en la zona de estudio para una duración dada de d horas, en cm
P_{eb}	lluvia en exceso en la estación base para una duración dada de d horas, en cm
Q	gasto cualquiera del hidrograma, en m^3/seg
Q_o	gasto sobre la curva de recesión en el tiempo t_o , en m^3/seg
Q_b	gasto base, en m^3/seg
Q_d	gasto de diseño, en m^3/seg
Q_m	gasto del pico del hidrograma del escurrimiento directo, en m^3/seg
Q_1	gasto sobre la curva de recesión en el tiempo t_1 , en m^3/seg
q_m	gasto del pico del hidrograma unitario, en m^3/seg por cm de escurrimiento directo, para una duración de d horas de lluvia en exceso
S	pendiente media del cauce, en porcentaje
S_m	pendiente del tramo m
t	tiempo en que ocurre el gasto Q, en h
t_p	tiempo de retraso, en h
t_m	tiempo de pico, en h
V	almacenaje; volumen total de escurrimiento, en m^3
X	factor de escurrimiento, en cm^3/h
Y	factor climático
Z	factor de reducción del pico
$\Gamma(n)$	función gamma con argumento n

3. METODO DE CHOW

3.1 Fórmula propuesta

El método de Chow fue deducido basandose en el concepto de hidrogramas unitarios e hidrogramas unitarios sintéticos. El desarrollo del método se presenta a continuación.

El gasto del pico del escurrimiento directo de una cuenca puede cal-

cularse como el producto de la lluvia en exceso por el gasto de pico de un hidrograma unitario, o sea

$$Q_m = q_m P_e \quad (1)$$

Considerando una lluvia en exceso igual a 1 cm por d horas y un área drenada de A km², el equilibrio del escurrimiento será igual a 2.78 A/d. La relación del gasto de pico del hidrograma unitario q_m a 2.78 A/d, se define como factor de reducción del pico, Z

$$Z = \frac{q_m d}{2.78A} \quad (2)$$

y entonces

$$q_m = \frac{2.78AZ}{d} \quad (3)$$

Si se sustituye la ec 3 en la ec 1

$$Q_m = \frac{2.78AZ P_e}{d} \quad (4)$$

El factor 2.78P_e/d puede remplazarse por el producto de dos factores: X y Y. X es el factor de escurrimiento expresado por

$$X = \frac{P_{eb}}{d} \quad (5)$$

El factor climático es Y. Considerando que P_e/P_{eb} = P/P_b, este factor se puede representar por

$$Y = 2.78 \frac{P}{P_b} \quad (6)$$

por lo tanto, la ec 4 puede escribirse

$$Q_m = AXYZ \quad (7)$$

Si el gasto base en el tiempo del gasto de pico es Q_b, entonces el de

diseño es

$$Q_d = Q_b + Q_n \quad (8)$$

3.2 Factores que afectan al escurrimiento

Los factores que afectan al escurrimiento, considerados en este método, pueden dividirse en dos grupos. Uno que afecta directamente a la cantidad de lluvia en exceso o escurrimiento directo, el cual consiste principalmente en el uso de la tierra, condición de la superficie, tipo de suelo, y la cantidad y duración de la lluvia. El otro grupo afecta la distribución del escurrimiento directo e incluye el tamaño y la forma de la cuenca, la pendiente del terreno y el efecto de retención del flujo por medio del tiempo de retraso. Esta distribución del escurrimiento directo está expresada en términos del hidrograma unitario*.

Existe una cierta interdependencia entre los dos grupos de factores. Sin embargo, esta interdependencia es desconocida y, para propósitos prácticos, puede considerarse que no afecta a la relación entre el escurrimiento directo y la lluvia en exceso. Esta hipótesis es la base para poder establecer la ec 1.

Para tomar en cuenta el efecto del primer grupo, se tiene el número de escurrimiento, N . Este número N es un coeficiente de peso del escurrimiento directo, y es función del uso del suelo y de las características de este.

Los suelos se clasifican, según afecten las características del material en el escurrimiento, en cuatro tipos:

Tipo A. (Eskurrimiento mínimo). Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias, y mezcla de ambas.

Tipo B. Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.

Tipo C. Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.

Tipo D. (Eskurrimiento máximo). Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

* El hidrograma unitario de una cuenca se define como el hidrograma del escurrimiento directo resultante de 1 cm de lluvia en exceso generada uniformemente sobre el área de la cuenca en una cantidad también uniforme durante un periodo específico de tiempo o duración.

Conocido el tipo de suelo de acuerdo con la clasificación anterior, y tomando en cuenta el uso que tenga el suelo, con la tabla 1 se podrá conocer el valor de N. Para condiciones de escurrimiento compuesto, se deberá determinar un número de escurrimiento pesado, considerando el área total unitaria. Por ejemplo, en una cuenca, el 37.4 por ciento del área es impermeable y el área restante es potrero, tipo B, el número de escurrimiento pesado se calcula como sigue:

	No de escurrimiento	Producto
Superficie impermeable	37.4 x 100	= 37.4
Potrero, tipo B	62.4 x 58	= <u>36.3</u>
		73.7

El número de escurrimiento pesado es 73.7.

TABLA 1. SELECCION DEL NUMERO DE ESCURRIMIENTO N

Uso de la tierra o cobertura	Condición de la superficie	Tipo de suelo			
		A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivados)	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	25	55	70	77
Caminos	De tierra	72	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	56	75	86	91
	Ralo, baja transpiración	46	68	78	84
	Normal, transpiración media	36	60	70	76
	Espeso, alta transpiración	26	52	62	69
	Muy espeso, alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas (sembradas con maquinaria o al voleo) o potrero de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79
Potrero (permanente)	Normal	30	58	71	78
Superficie impermeable		100	100	100	100

Una vez conocido el número de escurrimiento, el valor de la lluvia en exceso, P_e , puede calcularse para un tirante de lluvia dada, P , a partir de la fig 1 o bien por la ecuación

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{508}{N} + 5.08\right)^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32} \quad (9)$$

3.3 Determinación del factor de escurrimiento, X

Para calcular el valor de X , se requiere conocer la precipitación en exceso de la estación base, P_{eb} . Para conocer P_{eb} , se usa la ec 9 o bien la fig 1, basándose en la lluvia registrada en la estación base durante la tormenta de t horas, P_b . La estación base es donde se conoce la distribución de la lluvia respecto al tiempo, o sea, donde se tiene un pluviógrafo.

Para determinar P_b , se deberán conocer las curvas intensidad de lluvia-duración de la tormenta-periodo de retorno³, o sea, se requiere de un análisis climático de los registros. Se puede calcular para cada periodo de retorno una gráfica que ligue al tiempo de la tormenta y al factor X con base en el número de escurrimiento N , haciendo el cálculo más directo.

3.4 Determinación del factor climático, Y

Este factor trata de tomar en cuenta, por una parte, la forma como se distribuye el escurrimiento y, por otra, el hecho de que el sitio donde se quiere valorar el gasto está alejado de la estación base. Sirve para transportar la tormenta.

El valor de Y está dado por la ec 6. La liga entre la estación base y la zona en estudio se debe hacer tomando en cuenta las condiciones más desfavorables. Para tomar en cuenta la variación de P_b a P , o sea lo que llueve en la estación base a lo que llueve en la zona en estudio, Chow emplea un plano de isoyetas de precipitaciones diarias con periodo de retorno de 50 años. En última instancia, se puede hacer la liga con base en alturas de lluvias producto de la tormenta más desfavorable registrada.

3.5 Determinación del factor de reducción del pico, Z

El factor Z , representado por la ec 2, es igual a la relación entre el gasto

del pico de un hidrograma unitario debido a una lluvia de duración dada, d , y el escurrimiento de equilibrio, o sea el escurrimiento de la misma intensidad de lluvia pero de duración infinita.

El valor de Z se puede calcular como una función de la relación entre la duración de la tormenta d y el tiempo de retraso t_p . Dicho tiempo t_p se define como el intervalo de tiempo medido del centro de masa de un bloque de intensidad de lluvia al pico resultante del hidrograma. Para un hidrograma unitario instantáneo* este tiempo de retraso es igual al tiempo de pico del escurrimiento (fig 2).

Debe aclararse que el tiempo de retraso así definido no corresponde exactamente al concepto clásico de tiempo de concentración**. Para cuencas de gran tamaño y configuración de drenaje complejo, el escurrimiento de agua originado en la parte más remota de la cuenca, generalmente llegará a la salida demasiado tarde para contribuir al pico del flujo. De acuerdo con esto, el tiempo de retraso generalmente es menor que el tiempo de concentración para una cuenca grande. Para cuencas pequeñas y de configuración de drenaje simple, el tiempo de retraso se aproxima mucho al de concentración.

Por otra parte, el tiempo de retraso depende principalmente de la forma del hidrograma y de las características fisiográficas de la cuenca, y es independiente de la duración de la lluvia. Chow encontró para su zona en estudio que el tiempo de retraso se podía representar como

$$t_p = 0.0050 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64} \quad (10)$$

lo cual aparece en la gráfica de la fig 3.

Conocido el valor de t_p de la cuenca en estudio, para cada duración de tormenta se puede calcular Z . La relación d/t_p , con Z obtenida por Chow, se muestra en la fig 4.

Teóricamente, la fig 4 indica que d no puede ser mayor que $2t_p$, ya que el gasto del pico ocurrirá antes de que termine la lluvia en exceso. Si $d \geq 2t_p$, el

* El hidrograma unitario instantáneo es un hidrograma hipotético, cuya duración de lluvia en exceso se aproxima a cero como un límite, mientras se mantiene fija la cantidad de lluvia en exceso igual a 1 cm.

** El tiempo de concentración es el requerido por el escurrimiento superficial para llegar de la parte más remota de la cuenca al punto en estudio.

hidrograma unitario alcanzará y mantendrá un máximo valor. En otras palabras, $Z = 1$ para $d/t_p = 2$.

3.6 Procedimiento de cálculo

Para aplicar el método de Chow, se requieren los datos siguientes:

I. Datos fisiográficos

- Area de la cuenca por estudiar
- Longitud del cauce principal
- Pendiente media del cauce principal
- Tipos de suelo en la cuenca (subcap 3.2)
- Uso del suelo en la cuenca (tabla 1)

II. Datos climatológicos

- Curvas intensidad-duración-periodo de retorno para la estación base de la zona en estudio.
- Forma de ligar la estación base con la cuenca en estudio.

El procedimiento de cálculo para obtener el gasto máximo con un determinado periodo de retorno empleando el método de Chow es el siguiente:

- a) Con los datos del tipo y uso del suelo se calcula el valor de N , empleando la tabla 1
- b) Se escoge una cierta duración de lluvia, d
- c) De las curvas intensidad-duración-periodo de retorno, con el valor de d asignado en b) y el periodo de retorno escogido, se calcula la intensidad de lluvia para esa tormenta. Multiplicando la intensidad de lluvia por la duración d , se obtiene la precipitación total P_b , en cm
- d) Con el valor de N calculado en a) y el valor de P_b en c), se calcula la lluvia en exceso en la estación base, P_{eb} , empleando la ec 9 o la fig 1
- e) Con el valor de P_{eb} calculado en el paso anterior y el valor de d escogido en b), se calcula X
- f) Usando la ec 6 se calcula Y
- g) Con la longitud y la pendiente del cauce, aplicando la ec 10 o la fig 2, se calcula el valor de t_p

- h) Se calcula la relación d/t_p , y empleando la fig. 4 se obtiene el valor de Z
- i) Aplicando la ec 7 se calcula el gasto
- j) Se repiten de c) a i) para otras duraciones de tormenta d
- k) Se representa, mediante una gráfica, el gasto contra sus duraciones de tormenta escogida. El mayor gasto es el de diseño
- l) Si la corriente es perenne, se le agrega al gasto máximo determinado en II, el flujo base Q_b .

4. METODO DE I-PAI WU

4.1 Modelo de Nash

El método de I-Pai Wu se usa en el modelo lineal propuesto por Nash⁴ para obtener hidrogramas unitarios instantáneos.

El modelo de Nash asimila una cuenca a un sistema de n recipientes lineales iguales, con el mismo coeficiente de almacenaje, K, colocados en serie. Considera que

- a) Para un recipiente lineal, el almacenaje, V, está relacionado con el gasto, Q, mediante la expresión

$$V = KQ \quad (11)$$

- b) Para una entrada instantánea, el gasto que sale de un recipiente lineal es

$$Q = \frac{2.78V}{K} e^{-t/k} \quad (12)$$

Para un número n de recipientes lineales en serie con el mismo coeficiente de almacenaje, de acuerdo con la ec 12, el gasto que sale es

$$Q = \frac{2.78V}{K} \frac{\left(\frac{t}{k}\right)^{n-1} e^{-t/k}}{\Gamma(n)} \quad (13)$$

El hidrograma instantáneo queda así definido por una expresión que contiene un solo término con dos parámetros, n y K, los que determinan la forma del

mismo. En las expresiones anteriores, el almacenamiento, V , para una cuenca real se expresa

$$V = P_e A \quad (14)$$

4.2 Deducción de las fórmulas básicas

De la ec 13, si se toma su primera derivada respecto al tiempo y se iguala a cero, se calcula el tiempo para el cual ocurre el gasto máximo; este se denomina tiempo de pico y es

$$t_m = (n-1) K \quad (15)$$

Tomando en cuenta las ecs 14 y 15, la ec 13 puede escribirse

$$\frac{Q t_m}{A P_e} = \frac{2.78 (n-1) R^{n-1} e^{-R}}{\Gamma(n)} \quad (16)$$

donde

$$R = \frac{t}{K} = \frac{t}{t_m} (n-1) \quad (17)$$

La ec 16 es la fórmula general para los hidrogramas instantáneos empleada en este método. El miembro de la derecha de esta ecuación puede escribirse como $f(n, t)$, lo cual significa que es función de n y t .

Si recordamos que para $t = t_m$, $Q = Q_m$, la ec 16 puede escribirse, tomando en cuenta lo anterior, como

$$\frac{Q_m t_m}{A P_e} = 2.78 f(n, t_m) \quad (18)$$

donde

$$f(n, t_m) = \frac{(n-1) R^{n-1} e^{-R}}{\Gamma(n)}$$

pero de acuerdo con la ec 17

$$R = \frac{t_m}{t_m} (n - 1) = n - 1$$

y entonces

$$f(n, t_m) = \frac{(n-1)^n e^{1-n}}{\Gamma(n)} \quad (19)$$

Finalmente, de la ec 18 se obtiene la expresión para calcular el gasto máximo

$$Q_{m_{\max}} = \frac{2.78A P_e}{t_m} f(n, t_m) \quad (20)$$

donde $f(n, t_m)$ es definida por la ec 19.

Para aplicar la ec 20, se necesita conocer, además del área de la cuenca, la lluvia en exceso, P_e , el valor de n , y t_m . Por lo que respecta a P_e , se puede calcular empleando el criterio propuesto por Chow, usando la ec 9 o la fig 1. Tanto n como t_m dependerán de las características de los hidrogramas.

4.3 Cálculo de n

El valor de n se puede correlacionar con la curva de recesión de los hidrogramas de las cuencas. Por lo tanto, el valor de n se puede determinar de la curva de recesión y, recíprocamente, la curva de recesión puede determinarse del valor de n .

La curva de recesión del hidrograma se inicia desde el punto en que la entrada superficial al cauce cesa y el flujo se deriva totalmente del agua almacenada en el mismo. Si se considera una relación respecto al gasto que sale, la curva de recesión puede dibujarse como una línea recta en un papel semilogarítmico. El coeficiente de almacenaje K_1 puede determinarse como

$$K_1 = \frac{t_1 - t_0}{L_n \frac{Q_0}{Q_1}} \quad (21)$$

La curva de recesión de un hidrograma adimensional puede expresarse

$$\frac{K_1}{t_m} = \frac{t_1 - t_0}{L_n \frac{Q_0/Q_m}{Q_1/Q_m}} \quad (22)$$

Tomando en cuenta la expresión que define el gasto para cualquier tiempo, ec 16, y combinándola con la ecuación anterior, se obtiene

$$\frac{K_1}{t_m} = \frac{1}{n-1} \frac{\log \frac{t_0}{t_1}}{\log \frac{Q_0}{Q_1}} \quad (23)$$

La ec 23 puede usarse para calcular el valor de n . Efectuando una solución gráfica de la ecuación anterior, como se muestra en la fig 5, se elimina la necesidad de conocer los gastos Q_0 y Q_1 en los tiempos t_0 y t_1 , respectivamente. En otras palabras, conociendo K_1/t_m se podrá encontrar n , usando la gráfica de la fig 5. De dicha figura, se observa que I-Pai Wu encontró, para su zona en estudio, que $K_1/t_m = 4/n$, aproximadamente.

4.4 Determinación de K_1 y t_m

Como K_1 y t_m son funciones directas de la forma de los hidrogramas de una cuenca, y a su vez el hidrograma representa las características intrínsecas de la misma, se puede pensar en relacionar estos valores con dichas características.

I-Pai Wu hizo una serie de correlaciones tratando de ver cuáles eran los parámetros de la cuenca que más influyen en la variación de K_1 y t_m , y llegó a la conclusión de que solo era necesario incluir el área de la cuenca, A , la longitud del cauce principal, L y la pendiente de este, S . Encontró que

$$t_m = 4660 A^{1.085} L^{-1.233} S^{-0.668} \quad (24)$$

y

$$K_1 = 19\,300 A^{0.937} L^{-1.474} S^{-1.473} \quad (25)$$

donde S se puede calcular por tramos, aplicando la fórmula

$$S = \left[\frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right]^2 \quad (26)$$

4.5 Desarrollo de hidrogramas instantáneos adimensionales

El hidrograma instantáneo adimensional se define como una gráfica cuya ordenada es Q/Q_m y cuya abscisa es t/t_m . Tomando en cuenta las ecs 16 y 18, se llega a

$$\frac{Q}{Q_m} = \left(\frac{t}{t_m} \right)^{n-1} \left[e^{-(n-1)} \right] \left(\frac{t}{t_m} - 1 \right) \quad (27)$$

que relaciona a Q/Q_m con t/t_m para cualquier valor de n. Esta ecuación se encuentra en forma de gráfica para diferentes valores de n en la fig 6.

4.6 Procedimiento de cálculo

Si se analiza la expresión que proporciona el gasto máximo, ec 20, se ve que este es directamente proporcional a P_e , e independiente de la duración de la tormenta, d, la cual está implícita en P_e . Por lo tanto, se requiere conocer la duración más desfavorable; esta última, según I-Pai Wu, se aproxima al valor del tiempo de pico.

Para aplicar el método de I-Pai Wu se requieren los datos siguientes:

I. Datos fisiográficos

Area de la cuenca por estudiar

Longitud del cauce principal

Pendiente media del cauce principal

Tipos de suelo en la cuenca (subcap 3.2)

Uso del suelo en la cuenca (tabla 1)

II. Datos climatológicos

Curvas intensidad-duración-frecuencia de la zona en estudio

Liga entre la estación base y la cuenca en estudio.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- a) Con el tipo y uso de suelo, se calcula el valor de N , empleando la tabla 1
- b) Se escoge la duración de la tormenta más desfavorable, d
- c) De las curvas de intensidad-duración-frecuencia, con la duración escogida en el paso anterior y la frecuencia con que se desea calcular el gasto máximo, se determina la intensidad de lluvia. Multiplicando la intensidad de lluvia por su duración correspondiente, se obtiene la precipitación total, P_b , en cm
- d) Con el valor de N calculado en a) y el valor de P_b del inciso anterior, se calcula la lluvia en exceso, P_{eb} , empleando la ec 9 o la fig 1
- e) Si la estación base no está en la cuenca en estudio, se deberá transportar la tormenta en forma similar a como se efectúa en el método de Chow al emplear el coeficiente Y . Así, se obtiene

$$P_e = P_{eb} \frac{P}{P_o}$$

- f) Con las características de la cuenca se calculan K_1 y t_m empleando las ecs 24 y 25
- g) Con K_1/t_m y usando la fig 5, se calcula n
- h) Conocida n se calcula $f(n, t_m)$ con la ec 19
- i) Se deduce el gasto máximo a partir de la ec 20
- j) Con Q_m , t_m y n se obtiene el hidrograma correspondiente empleando los hidrogramas instantáneos adimensionales en la gráfica de la fig 6.

5. CONCLUSIONES

Una vez expuestos los métodos para calcular el gasto máximo, se deduce que realmente son sencillos y prácticos de aplicar. El problema que se debe afrontar es la escasez de estudios climatológicos existentes en la República Mexicana sobre curvas de intensidad-duración-frecuencia y tiempos de retraso o picos de hidrogramas.

Una de las ventajas principales del método de Chow es la posibilidad

de usarlo con conocer solo algunos parámetros y datos, que no son necesariamente los que exige el método. En caso necesario, se pueden efectuar combinaciones empleando otras fórmulas para deducir los diversos parámetros, tratando siempre de formarse una idea del resultado.

Si se realiza el método de Chow, se observa que para poderlo aplicar se requiere obtener, para la zona en estudio, por una parte, la fórmula del tiempo de retraso que sustituya a la ec 10 propuesta por el autor del método y por otra, la liga entre Z y d/t_p . Realmente, parece que lo más importante es t_p y no la liga entre d/t_p y Z que varía poco y no origina errores muy grandes.

El cálculo del tiempo de retraso implica el análisis de una serie de hidrogramas. Afortunadamente, se cuenta con bastantes registros al respecto para poder efectuar el estudio. Por otra parte, deducir el tiempo de retraso involucra conocer el tiempo de pico, ya que de acuerdo con su definición cumplen la relación.

$$t_m = t_p + \frac{d}{2}$$

Esto indica que al mismo tiempo se puede deducir una expresión que sustituya a la ec 24 propuesta por I-Pai Wu. Si se observa la diferencia que existe entre la expresión propuesta para t_p (ec 10) y la de t_m (ec 24), se ve la importancia de deducir dichas expresiones para cada zona en estudio.

Otra expresión por deducir para aplicar el método de I-Pai Wu es la relación entre K_1 y las características de la cuenca. El valor de K_1 se deduce de los hidrogramas aplicando la ec 21.

Parece que el camino lógico a seguir para poder aplicar estos métodos, debido a los pocos estudios climáticos existentes, es tratar de hacer un análisis preliminar a este respecto⁵. Esto corresponde a la etapa II de este estudio, y puede sintetizarse en la forma siguiente:

- a) Recopilación de datos hidrológicos
- b) Arreglo de los datos y procedimiento
- c) Cálculo de curvas de intensidad-duración-frecuencia
- d) Correlación entre estaciones pluviométricas para determinar zonas homogéneas
- e) Obtención de tiempos de pico y su relación con las características fisiográficas de las cuencas

f) Análisis de hidrogramas.

El plan anterior se deberá efectuar, en principio, en diversas zonas del país donde se disponga de información suficiente, a partir de las cuales se tratará de cubrir toda la República Mexicana. Probablemente, muchas zonas del país no se podrán analizar por falta de datos.

Hacer estudios de este tipo proporcionara los elementos necesarios para efectuar los cambios requeridos en los métodos presentados y poderlos aplicar con más aproximación. Además, permitirá hacer diversos análisis tendientes a encontrar otro tipo de relaciones lluvia-escorrentamiento, que se adapte mejor a las necesidades actuales.

6. RECONOCIMIENTO

El Ing. José Luis Sánchez-Bribiesca hizo la revisión crítica del manuscrito.

7. REFERENCIAS

1. Ven Te Chow, *Hydrologic Determination of Waterway Areas for the Design of Drainage Structures in Small Drainage Basins*, Boletín No 462, Universidad de Illinois (1962)
2. I-Pai Wu, *Designs Hydrographs for Small Watersheds in Indiana*, Journal of the Hydraulics Division ASCE, Vol. 89, No HY6 (nov 1963)
3. Ch. O. Wisler y E. F. Brater, *Hidrology*, John Wiley & Sons, Nueva York (1963)
4. Ven Te Chow, *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book, Co. (1964)
5. R. Springall, *Estudio de la cuenca del río Cerro Gordo, Grò.*, Instituto de Ingeniería, UNAM, Informe No 199, México, D. F. (nov 1968)

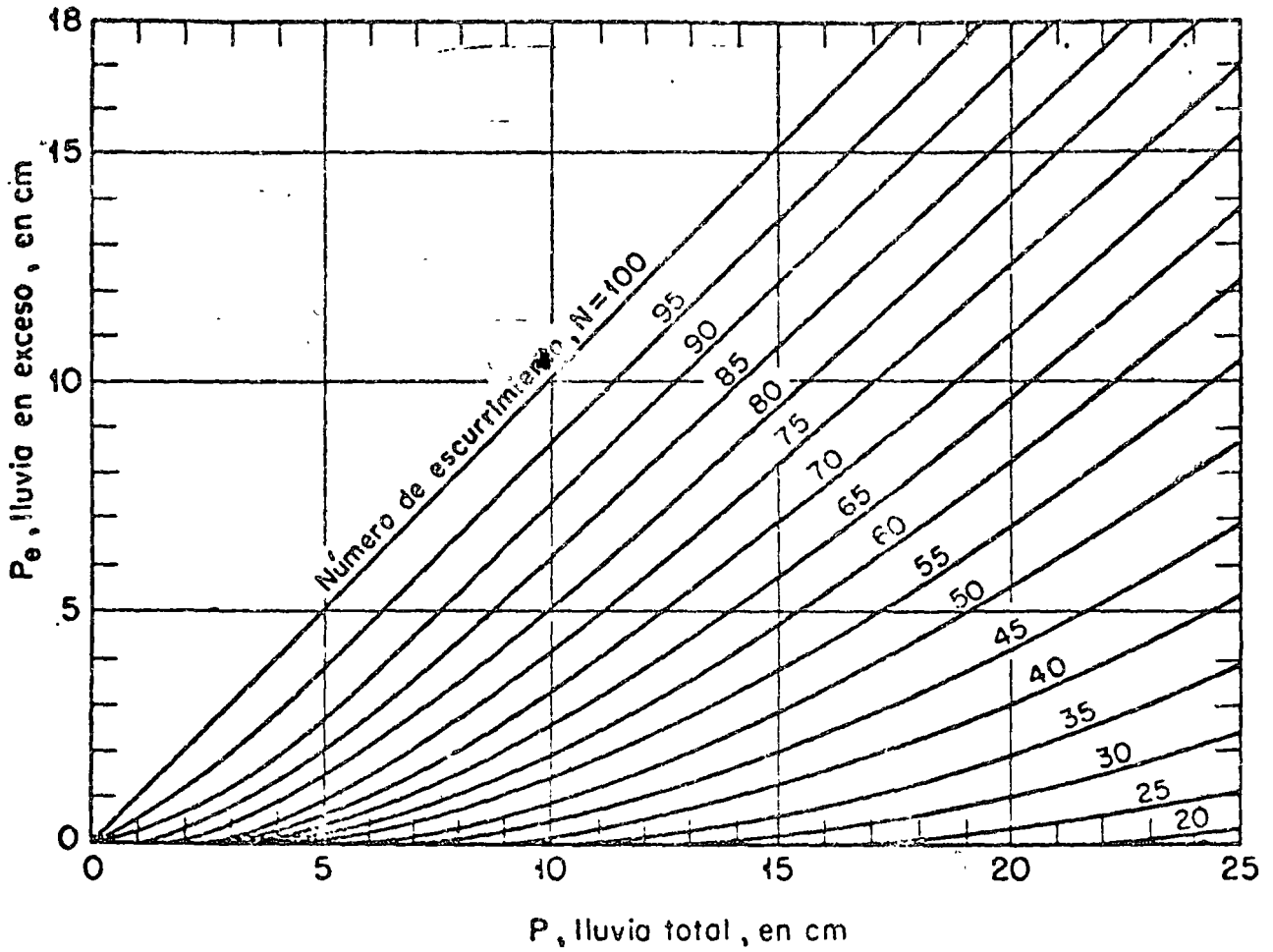


Fig 1. Relación entre la lluvia total y la lluvia en exceso para diferentes números de escurrimiento

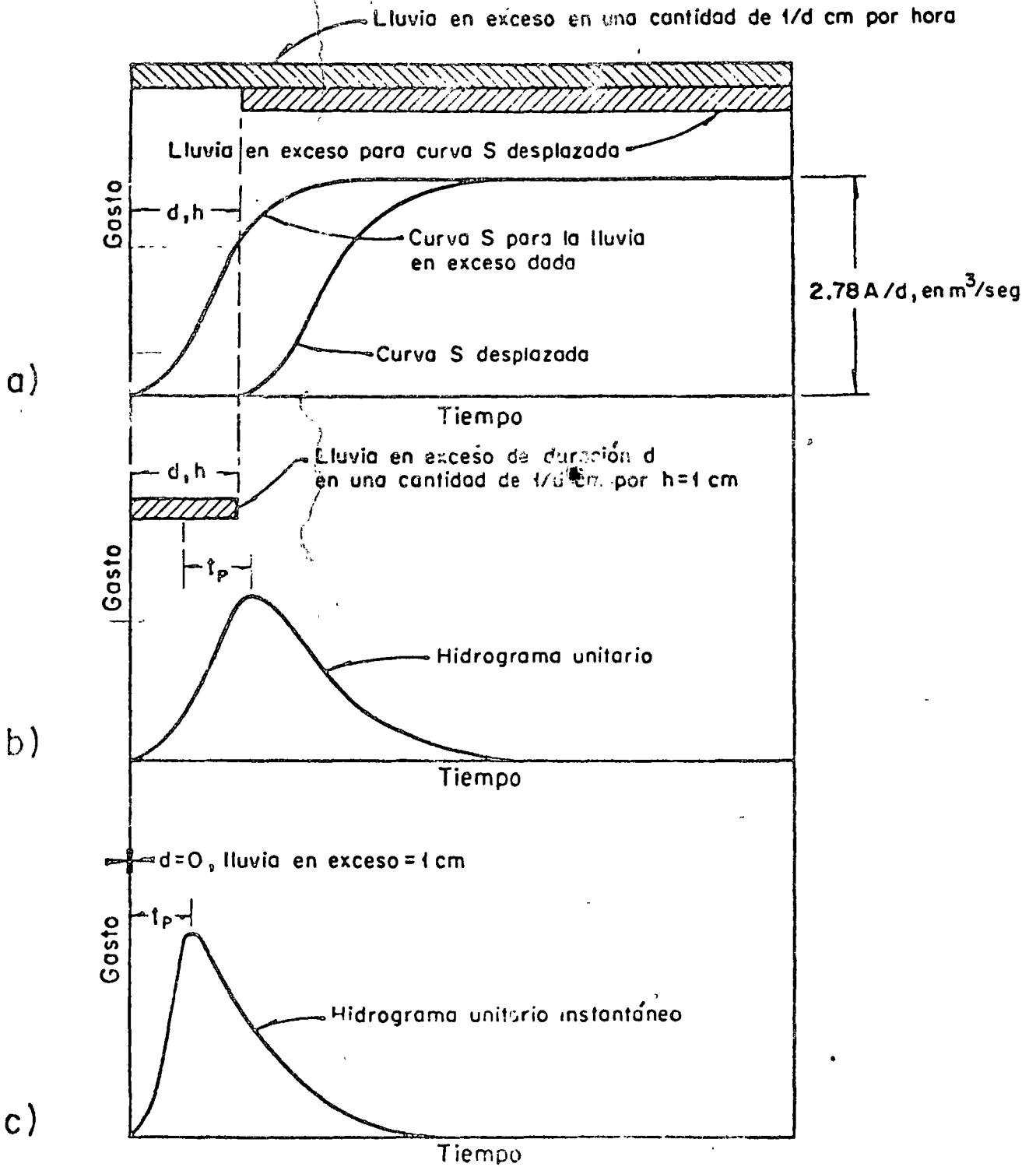


Fig 2. Relación esquemática entre la duración, d , y el tiempo de retraso, t_p

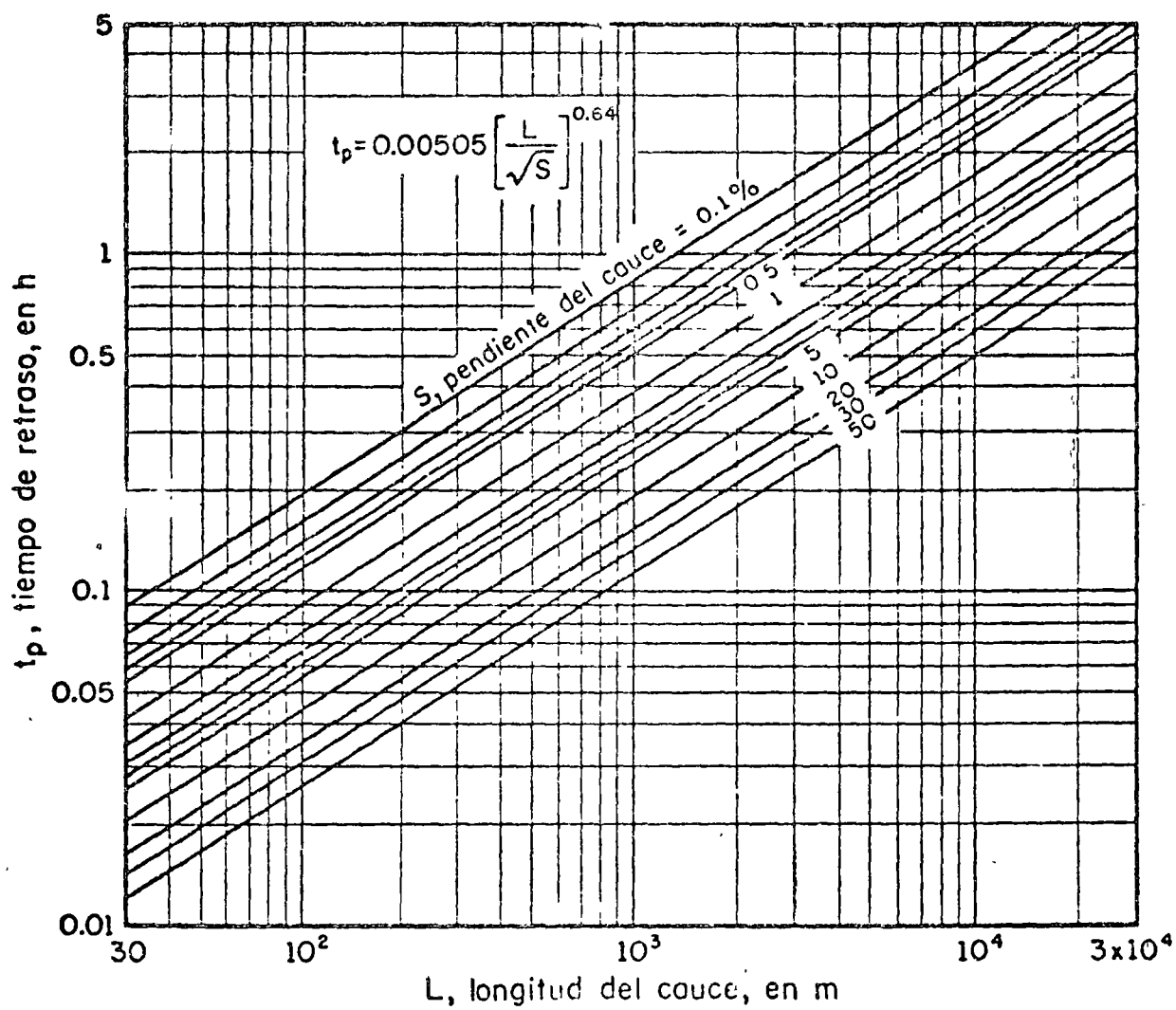


Fig 3. Determinación del tiempo de retraso

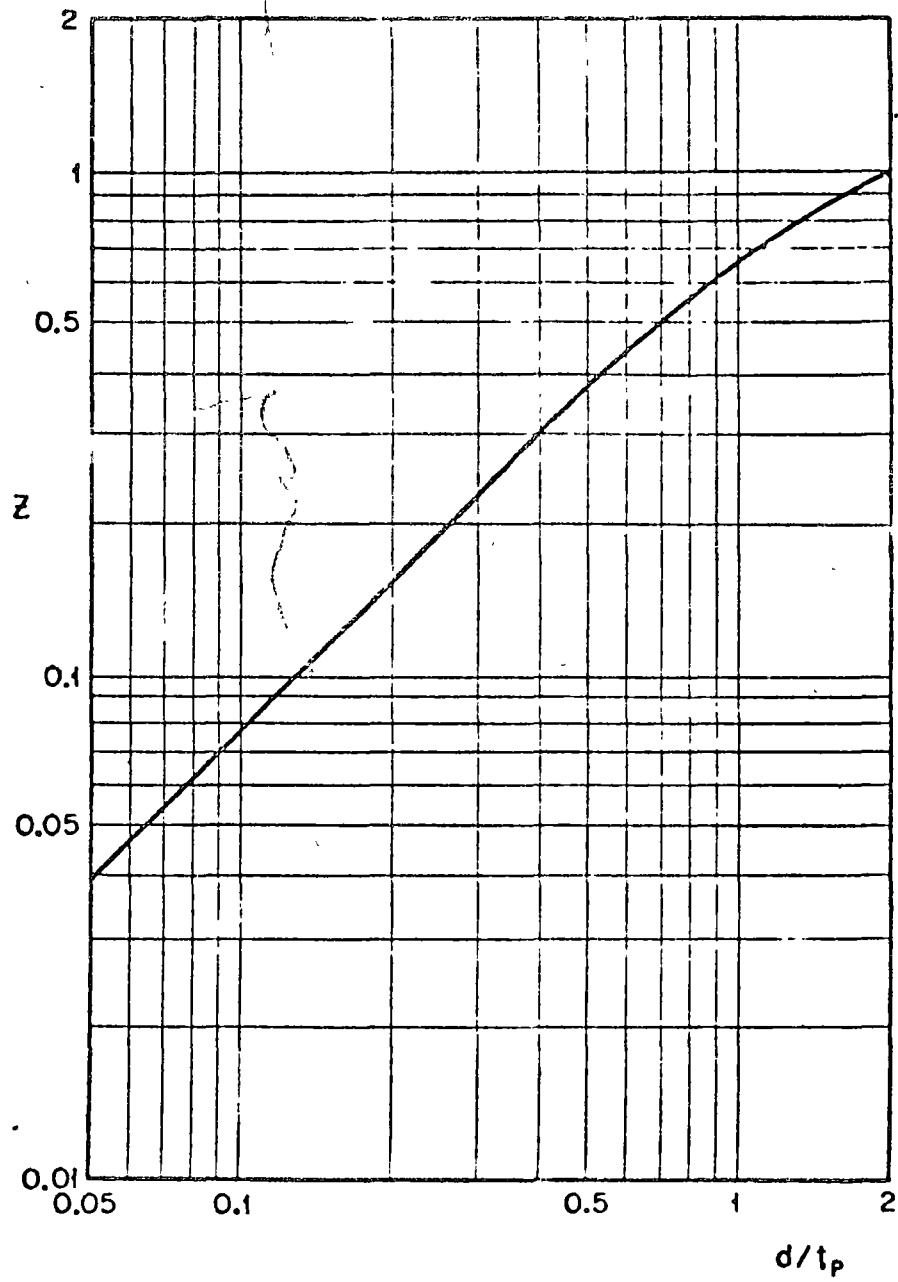


Fig 4. Relación entre Z y d/t_p

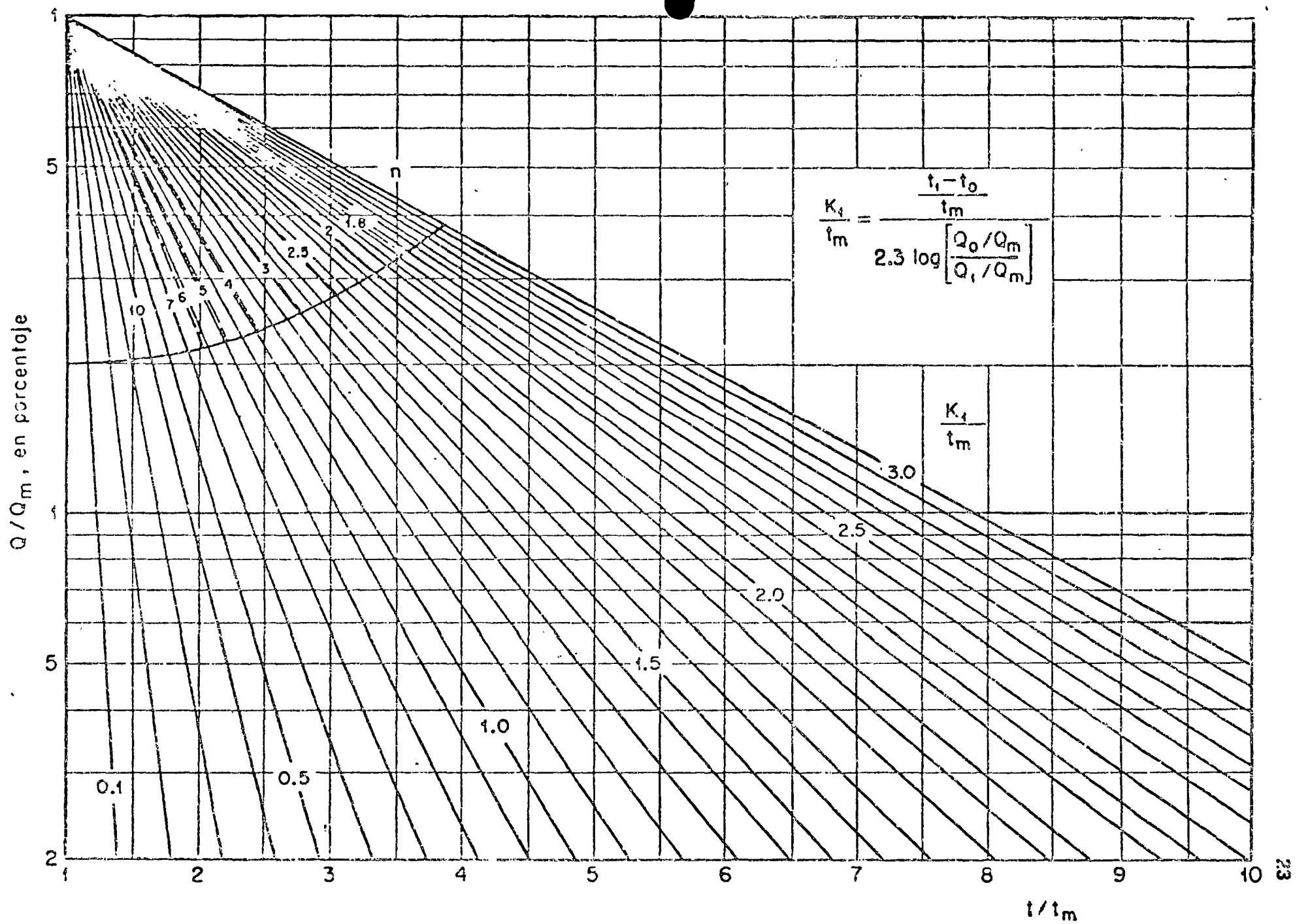


Fig 5. Relación entre n y K_1/t_m

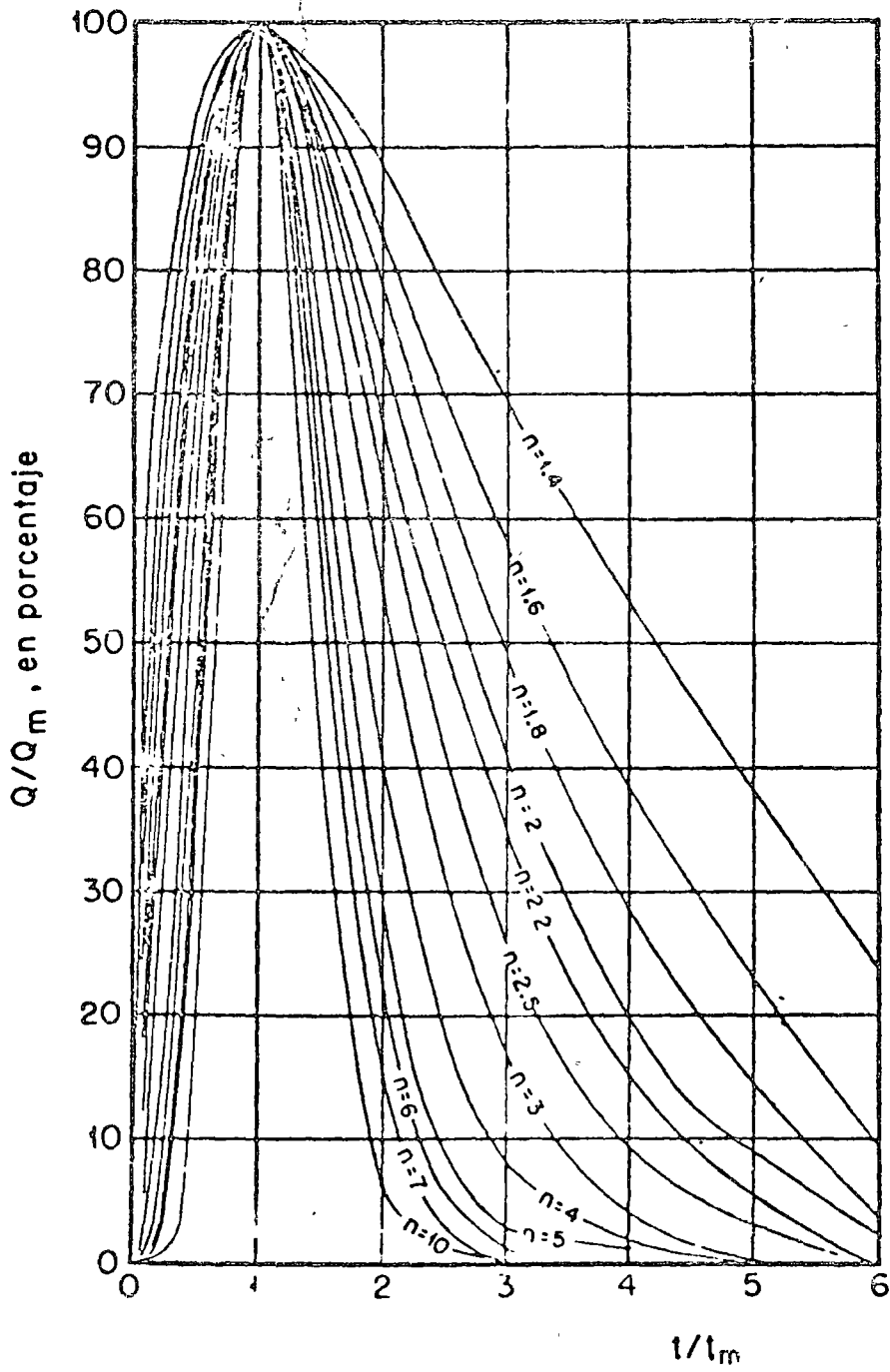


Fig 6. Hidrograma instantáneo adimensional

PREFABRICACION DE LA VIVIENDA

ELISEC MARIO ARAGON CELIS
INFONAVIT
COORDINADOR DE DISEÑO ESTRUCTURAL
BCA. DEL MUERTO 280
MEXICO 20, D.F.
TEL. 534.11.20 E.145

CALLE 8 No. 4
COND. BUGAMBILIAS
CUERNAVACA, MOR.
TEL.: 3.40.17

JOSE BAEZ ORTIZ
IMSS
COORDINADOR GRAL. DE PROYECTOS
DURANGO 291
MEXICO 7, D.F.
TEL.: 553.21.11 E. 146

IXCATEOPAN 56 DEPTO.5
MEXICO 13, D.F.
TEL.: 575.70.65

MANUEL BOLAÑOS
ESC. DE ARQUITECTURA
DIRECTOR
CIUDAD UNIVERSITARIA
OAXACA, OAX.
TEL. 6-19.00

PRIV. DE NARANJOS 100 "A"
COL. REFORMA
OAXACA, OAX.

ARQ. ALFONSO G. CACHO VAZQUEZ
CATEDRÁTICO DE LA UNAM (E.N.A.)
UNAM
MEXICO 20, D.F.

Av. Desierto de los Leones.4938
TETELPAN
MEXICO 20, D.F.
TEL.:

JOSE MANUEL CALDERON LARA
ICACOS 5-10
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 538.18.69

JORGE J. CANSECO LOPEZ
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
DESFI, UNAM
TECUBA NO.5
MEXICO 1, D.F.
TEL.: 12.51.21

HDA. MOLINO DE LAS FLORES 53
BOSQUES DE ECHEGARAY
NAUCALPAN, EDO. DE MEX.
TEL.: 560.61.12

MANUEL CORREA CABRERA
DESPACHO DEL DR. MELCHOR RDZ. CABAÑERO
AV. CIRCUNVALACION 104 (DESP.102)
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO

ZEMPOALA 522
MEXICO 13, D.F.
TEL.: 539.31.62

OSCAR ARCHIBALDO DENEKEN
SUBSECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS
DIRECCION GRAL. DE PREVENCION Y ATENCION
A EMERGENCIAS URBANAS
TECNICO ESPECIALISTA EN EL AREA DE PLANIFICACION
RUBEN DARIO 13-4°
MEXICO, D.F.
TEL.: 250.74.22

MAGNOLIAS 34/12
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 5 59.17.68

RODERICO D'LEON
CREAPLANE, S.A.
JEFE DE PROYECTOS
7a. AVE. NO. 339 ZONA 4
CIUDAD DE GUATEMALA, CA.
TEL 32.32.72

FUENTE DEL MIRADOR NO. 4
TECAMACHALCO
NAUCALPAN
TEL 589.58.91

RAFAEL LUIS DE LA PEÑA NAVARRETE
CUAUTITLAN IZCALLI O.D. E.M.
BLVD MANUEL A CAMACHO 92-A
NAUCALPAN, EDO. DE MEX.
TEL. 576.17.43

RODRIGUEZ SARO 616
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 524.87.46

JORGE M. DURAN MONTES
SAHOP
ANALISTA DE INICIATIVAS DE CONST.
FERNANDO 268-7°
MEXICO, D.F.
TEL.: 590.91.74

PRIVADA DE MIMOSAS 627
COL. VILLA DE LAS FLORES
COACALCO, EDO. DE MEX.
TEL.: 91 59143087

ALBERTO FUENTES GONZALEZ
INSTITUTO DE INGENIERIA
AYUDANTE DE INVESTIGADOR
UNAM
TEL.: 548.65.60

Deportivo Cruz Azul 10-4
COL. LAZARO CARDENAS
MEXICO 22, D.F.

JOAQUIN GONZALEZ ZENTENO
IMSS
ASESOR DE ESTRUCTURAS
DURANGO 291
MEXICO 7, D.F.
TEL.: 553.21.11 E. 144

PUNTA AZUL 22
SECC. BALCONES
LOMAS DE VALLE DORADO
EDO. DE MEXICO
TEL. 379.13.30

JOSE LUIS GUERRERO LUTTEROTH
CONSTRUCTORA Y FRACCIONADORA GL.S.A.
GERENTE
MARSELLA 25
TEL.: 566.66.44

MARSELLA 25
COL. JUAREZ
MEXICO 6, D.F.

CIRO GUTIERREZ PICHARDO
CONSTRUCCIONES DECA S.A.
GERENTE DE CONSTRUCCION
BARTOLACHE 1038-A
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 559.30.31

PIRINEOS 96
COL. PORTALES
MEXICO 13, D.F.
TEL.: 532.57.97

VICENTE LEMUS DIAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE MATERIALES
UNAM
TEL.: 550.09.86

13 DE SEPTIEMBRE 28 # 1 A
COL. TACUBAYA
MEXICO 18, D.F.
TEL.: 277.13.37

ARTURO LERMA RUBIO
S.A.H.O.P.
ANALISTA DE PRECIOS UNITARIOS
AV. FERNANDO
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 590.87.30

CONCEPCION BEISTEGUI 1503-401
COL. NARVARTE
MEXICO 12, D.F.

FRANCISCO JAVIER LOPEZ BARRIOS
DIRECCION GENERAL DE TECNOLOGIAS
PARA LA AUTO CONSTRUCCION
S.A.H. O.P.
JEFE "E DE SERV. FEDERALES
SAN LORENZO 925
COL. DEL VALLE Z.P.12
TEL.: 559.65.60 y 559.65.67

AV. LAS GONDOLAS 308
FRACC. VALLE DEL ALAMO
GUDALAJARA, JAL.
TEL. 11 24 18

JOSE HUMBERTO LORIA ARCILA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE YUCATAN
CALLES 41 x 14
MERIDA, YUC.
TEL. 2.10.33

GUILLERMO PEREZ VALENZUELA 42
COL. COYOACAN
MEXICO 21, D.F.
TEL.: 554.77.94

LEOBARDO MAGAÑA AHEDO
INDECO
JEFE DE LA OFI. DE LOTES Y SERV.
VIVIENDA PROGRESIVA
NIÑOS HEROES 137
MEXICO 7, D.F.
TEL.: 588.70.00

VENECIA 35
SAN ALVARO
MEXICO 17, D.F.
TEL.: 399.03.32

MATIAS MARQUEZ SAENZ
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA
CHIHUAHUA, CHIH.
TEL. 3.36.13 3.37.11

ENRIQUE MEÑDILA ARCE
ENEP ACATLAN
UNAM

LUISA I90
COL. NATIVITAS
MEXICO 13, D.F.
TEL.: 672.79.57

ARTURO MIER Y TERAN
SUBSECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS
EXPERTO ESPECIALISTA
LIVERPOOL 3
COL. ROMA
TEL.: 546.23.03

JOSE DE JESUS M. MUÑOZ GUEVARA
ENEP ACATLAN
PROFESOR DE MEDIO TIEMPO ASOCIADO "A"
ACATLAN, EDO. DE MEX.

JAVIER MARTINEZ VALLE 4-20
COL. CRISTO REY
MEXICO 18, D.F.
TEL.: 516.13.84

CARLOS MONTES CASAS
TECHNOGAR, S.A.
SUPERVISOR DE AVANCE
P. DE LA REFORMA 122-13º
MEXICO 6, D.F.
TEL.: 566.78.00

DIVISION DEL NORTE 143-8
COL. DEL VALLE
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 543.98.38

JAIME MONTES GARCIA
ESCUELA DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD AUTONOMA B. JUAREZ
OAXACA, OAX.
TEL.: 6.19.00

PRIV. DE DALIAS 105
COL. REFORMA
OAXACA, OAX.
TEL.: 6.01.39

SERGIO PERALTA N.
PANELES DE MADERA Y CONCRETO, S.A.
DIRECTOR
PARQUE INDUSTRIAL
NAUCALPAN, EDO. DE MEX.
TEL.: 576.03.99

ELECTRON 22
PARQUE INDUSTRIAL
NAUCALPAN, EDO. DE MEX.

JORGE PEREZ DUARTE L.
TECHNOGAR, S.A.
JEFE DE PROGRAMACION Y CONTROL
P. DE LA REFORMA 122-13º
MEXICO 6, D.F.
TEL.: 566.78.00

CHOAPAN 10-8
COL. CONDESA
MEXICO 11, D.F.
TEL.: 515.15.58

JORGE IVAN PINZON GARCIA
S.A.H.O.P.
DIR. GRAL. DE PREVENCION Y ATENCION DE
EMERGENCIAS URBANAS
RUBEN DARIO 13
MEXICO 17, D.F.

2a. CALLE DE DANIEL CABRERA 50
COL. PENSIL
MEXICO 17, D.F.

ENRIQUE RAMIREZ PERALTA
ESCUELA NACIONAL DE ARQUITECTURA
PROFESOR
UNAM

BOSQUE DEL NAYAR NO. 6
COL. LA HERRADURA
MEXICO 10, D.F.
TEL.: 589.21.88

A. ALEJANDRO RAMIREZ Y MORENO
CONSTRUCCIONES URBANAS E HIDRAULICAS
DE PUEBLA, S.A.
13 PTE. 108-B
PUEBLA, PUE.
TEL.: 41.10.02

33 PTE. NO. 705
PUEBLA, PUE.
TEL.: 43.00.52

ARQ. FRANCISCO SIGALA JARA
ACEROS NACIONALES S.A.
ASESOR COMERCIAL A CONSTRUCTORES
AV. HIDALGO 132
TIALNEPANTLA, EDO. DE MEX.
TEL.: 565.05.44 y 565.34.33

NARDO 35
JARD. DE LOS REYES
TIALNEPANTIA, EDO. DE MEX.

HECTOR MANUEL SCHMIDT GALINDO
CONSTRUCCIONES METALICAS GALINDO, S.A.
GERENTE GENERAL
AV. CIRCUNVALACION S/N
COL. RAFAEL LUCIO
XALAPA, VER.
TEL.: 7.42.53

COATEPEC NO. 1
FRACCIONAMIENTO VERACRUZ
XALAPA, VER.
TEL. 7-43.37

MORTIMER H. TAPPAN COPPEL
HIPOTECARIA BANCOMER, S.A.
ASESOR INMOBILIARIO
SAN JUAN DE LETRAN 13-13º
MEXICO 1, D.F.
TEL.: 512.60.07

P. DEL PIPILA NO. 90
LOMAS HUPODROMO
MEXICO 10, D.F.
TEL.: 589.81.21

JAIME TEJADA RODRIGUEZ
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES TECNICOS
ASOCIADOS.
GERENTE DE CONSTRUCCION
TORDO NO. 21
MEXICO 18, D.F.
TEL.: 277.40.43.

GLADIOLAS NO. 141
LA FLORIDA
NAUCALPAN, EDO. DE MEX.
TEL.: 277.40.43

RODOLFO TREVIÑO ALCANTARA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE S.L.P.
ESC. DE INGENIERIA
PROFESOR
AV. DE LOS POETAS NO. 6
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.
TEL.:

VALLEJO NO. 300
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.
TEL.: 2.08.85

RAMÓN JOSE UGALDE BURGOS
LAS FLORES NO. 208
TLACOPAC, SAN ANGEL
MEXICO 19, D.F.
TEL.: 563.06.24

JAIME VALDERRABANO
TECINOGAR, S.A.
SUPERVISOR DE RECURSOS
P. DE LA REFORMA 122-13º
MEXICO 6, D.F.
TEL.: 566.78.00

JAN VAN ROSMALEN
IMSS
ASESOR DEPTO. DE EVALUACION
DURANGO 291
MEXICO 7, D.F.
TEL.: 553.85.45 E. 141

ADOLFO F. VAZQUEZ
TECHNOGAR, S.A.
SUPERINTENDENTE PLANTA
KM. 53.5 CARR. GUADALAJARA-OCOTLAN
MUNICIPIO DE PONCITLAN, JAL.

RAUL EDUARDO VAZQUEZ MONTIEL
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE S.L.P.
ESCUELA DE INGENIERIA
PROFESOR DE TIEMPO COMPLETO
AV. DE LOS POETAS NO. 6
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.
TEL.:

HECTOR M. VELAZQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA
PROFESOR DE TIEMPO PARCIAL
CIUDAD UNIVERSITARIA
CHIHUAHUA, CHIH.
TEL.: 3.37.11

JOSE ANTONIO VENTURA GUERRERO
DIRECCION GENERAL DE TECNOLOGIAS
PARA LA AUTOCONSTRUCCION
JEFE H. DE SERVICIOS FEDERALES
SAN LORENZO 925
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 59.65.60

GABRIEL MANCERA 1147-101
COL. DEL VALLE
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 575.72.38

MATEHUALA 1-1
COL. CONDESA
MEXICO 11, D.F.
TEL.: 553.41.97

LAPIZ AZUL 3052
RESIDENCIAL VICTORIA S.J.
GUADALAJARA, JAL.
TEL. 22.0401

PEDRO DE ANDA 125
PARQUE ESPAÑA
SAN LUIS POTOSI, S.L.P.
TEL.: 3.24.85

MARIANO ESCOBEDO 3108
LA CIMA
CHIHUAHUA, CHIH.
TEL.: 3.42.71

EDIFICIO F. 33.2.13
LOMAS DE PLATEROS
MEXICO 19, D.F.

ROBERTO WONG URREA
ISSSTE
ASESOR
AV. JUAREZ 154-IIº
MEXICO I, D.F.

SAN BERNABE 393
SAN JERONIMO
MEXICO 21, D.F.
TEL.: 595.16.45

SAMUEL YOUNG
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA
PROFESOR DE TIEMPO COMPLETO
CIUDAD UNIVERSITARIA
CHIHUAHUA, CHIH.
TEL.: 3.37.!!

RADIO TECNIA 3527
CHIHUAHUA, CHIH.
TEL 3.36.69

