

8
28

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

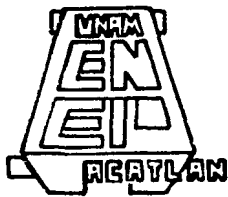
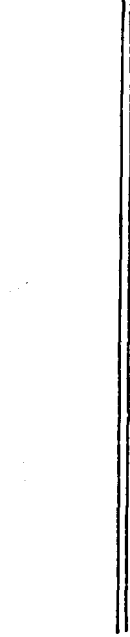
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"**



**SISTEMA PREFABRICADO SIPOREX Y SU
APLICACION EN LA CONSTRUCCION**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ**



México, D. F.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/237/1987.

SR. SALVADOR GARCIA VAZQUEZ
Alumno de la carrera de Ingeniería
Civil.
P r e s e n t e.

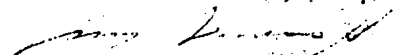
De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 30 de enero de 1986, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Sistema Prefabricado Siporex y su Aplicación dentro de la Construcción", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Fabricación del Material.
- II.- Características.
- III.- Análisis Estructural.
- IV.- Análisis de Instalaciones Posibles.
- V.- Detalles de Anclaje.
- VI.- Equipos y Herramientas de Colocación.
- VII.- Procedimiento Constructivo.
- VIII.- Presupuesto sobre una Vivienda de Interés Social.
- IX.- Recubrimientos y Acabados.
- X.- Aplicaciones dentro de la Construcción.
- XI.- Pruebas de Laboratorio.
- Conclusiones y Recomendaciones.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor Ing. Jesús -- Luis Sánchez García, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. de Méx., a 11 de diciembre de 1987.


ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO
Coordinador del Programa de
Ingeniería.

ENEP ACATLAN

INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

TEMA: SISTEMA PREFABRICADO SIPOREX Y SU

APLICACION EN LA CONSTRUCCION

GENERACION 78-82

SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

N. DE CTA. 7512622-9

JUNIO - 87

I N D I C E

	<u>Página</u> <u>No.</u>
INTRODUCCION	1
CAPITULO I - <u>FABRICACION DEL MATERIAL</u>	13
1.1) Dosificación	14
1.2) Armado	14
1.3) Vaciado, fraguado y corte	15
1.4) Descarga y almacenaje	17
CAPITULO II - <u>CARACTERISTICAS</u>	21
11.1) Resistencia	23
11.2) Ligereza	24
11.3) Incombustibilidad	24
11.4) Aislamiento Térmico	30
11.5) Aislamiento Acústico	39
11.6) Dimensiones	48
CAPITULO III - <u>ANALISIS ESTRUCTURAL</u>	50
111.1) Diseño de losas de techo	51
111.2) Diseño de losas de entrepiso	51
111.3) Diseño de losas de muro (tipo de cimentación recomendada)	58
111.4) Diseño de losas especiales para corte	59
* Longitudinal	59
* Transversal	61
* Diagonal	63
111.5) Diseño de losas de volado	64
CAPITULO IV - <u>ANALISIS DE INSTALACIONES POSIBLES</u>	65
IV.1) Eléctricas	65
IV.2) Sanitarias	66
IV.3) Hidráulicas	68
CAPITULO V - <u>DETALLES DE ANCLAJE</u>	72
V.1) Apoyos mínimos	72
V.2) Techos	72
V.3) Entrepisos	82
V.4) Muros divisorios	87
V.5) Muros exteriores	87

	<u>Página</u> <u>No.</u>
CAPITULO VI - <u>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE COLOCACION</u>	106
VI.1) Grúas	106
VI.2) Malacates	112
VI.3) Diablos	112
CAPITULO VII - <u>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO</u>	117
VII.1) Programa de actividades	117
VII.2) Control de personal (Rendimientos)	121
VII.3) Control de materiales	124
VII.4) Control de Equipo	125
CAPITULO VIII - <u>PRESUPUESTO SOBRE UNA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL</u>	128
VIII.1) Material	128
VIII.1.1) Cantidades de piezas	128
VIII.1.2) Metros cuadrados	133
VIII.1.3) Precios	133
VIII.2) Colocación	134
VIII.2.1) Rendimientos de mano de obra	134
VIII.2.2) Materiales necesarios y equipo	136
VIII.3) Fletes	140
VIII.3.1) Capacidades	140
VIII.4) Impermeabilización (Análisis detallado)	141
CAPITULO IX - <u>RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS</u>	145
IX.1) Impermeabilización	145
IX.1.1) Especificación completa sistema semiflotante	146
IX.1.2) Otros tipos de Impermeabiliza- ciones posibles	161
IX.1.3) Garantías	165
IX.2) Recubrimientos Interiores	165
IX.2.1) Muros	165
IX.2.2) Techos y Entrepisos	166
IX.3) Recubrimientos Exteriores	166
IX.3.1) Muros	166

CAPITULO X - <u>APLICACION DENTRO DE LA CONSTRUCCION</u>	167
X.1) Habitacional	167
X.2) Industrial	168
X.3) Comercial	169
X.4) Institucional	169
CAPITULO IX - <u>PRUEBAS DE LABORATORIO</u>	172
XI.1) Pruebas de compresión	172
XI.2) Humedad	172
XI.3) Pruebas de resistencia y deflexión	174
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	178
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	187

INTRODUCCION

La elevada tasa de crecimiento demográfico que ha venido registrando nuestro país en las últimas décadas, ha iniciado el déficit habitacional que afecta preponderantemente a los estratos sociales de reducidos ingresos. Esta insuficiencia de vivienda se manifiesta en términos cuantitativos y cualitativos, ya que al mismo tiempo que no se dispone del número suficiente de ellas en proporción al aumento de la población, muchas de las habitaciones existentes carecen de las condiciones mínimas de seguridad e higiene, así como de la capacidad para albergar a los numerosos miembros que integran el núcleo familiar promedio del país, lo que provoca el amontonamiento y la promiscuidad, además de que influye en detrimento de la salud y bienestar de sus moradores.

Esta situación justifica la intervención del Estado avocándose a la solución del problema habitacional. Como se sabe nuestro país llegó a tener hasta hace poco una tasa de crecimiento de la población del 3.5 % por año, siendo una de las tasas más elevadas del mundo. A este ritmo el número de habitantes en nuestro país se duplica cada 20 años; de acuerdo a los censos en 1940 la población fué de 20 millones de habitantes, en 1960 se tenía 35 millones y en 1980 de acuerdo al último X censo nacional de población y vivienda fué de 67'382,581 de habitantes.

En lo que se refiere a la vivienda, en el año de 1970 el número de unidades en el país era de 8'286.400 y para el año de 1980 según los resultados preliminares que sólo comprenden a las viviendas particulares (excluyendo las viviendas colectivas como los hospitales, las cárceles, los orfanatorios y otros) se tiene un total en el país de 12'216,462 viviendas.

Por otra parte, durante el mismo período la capacidad de generación de empleos en el campo ha sido limitada de cierta manera debido a la paulatina mecanización de nuestra agricultura, esto ha provocado una constante migración hacia las gran

des ciudades, como se puede ver a continuación:

1940 el 35 % de la población se localiza
en las ciudades.
1980 el 65 % de la población se localiza
en las ciudades.

Pero el problema más grave lo sufre el Distrito Federal que cuenta en este período con una población de 9'373,353 habitantes y el total de viviendas fué de 1'863,093.

El promedio de habitantes por vivienda en el año de 1970 fué de 5.8 y para 1980 fué de 5.5, estos datos se modificarán ya que sólo se consideró viviendas particulares por lo cuál - al agregar las colectivas (hospitales, orfanatorios, cárceles y otros) dicho promedio se modificará dentro de las viviendas actuales, no se hacen programas para conservación y mantenimiento por lo que el déficit aumenta por esta razón.

Los organismos que se dedican a la construcción de viviendas aparecen a continuación con el número de viviendas realizadas:

ORGANISMOS	PERIODO	AREA		TOTAL
		METROPOLITANA	PROVINCIA	
FOVISSSTE	1973-1980	23,882	28,511	52,393
FOVI	1963-1979	19,940	62,116	82,056
FOGA	1963-1979	7,382	22,148	29,530
INFONAVIT	1973-1980		158,836	158,836
	1973-1976	4,427		4,427
INDECO				
(FONHAPO)	1956-1981		111,501	111,501
BANOBRAS	1970-1980	12,829		12,829
		68,460	383,112	451,572

Con respecto al total de viviendas del país (12'216,462 - viviendas) estos organismos participarán con un 2.5 %; como el problema más serio es el Area Metropolitana que cuenta aproximadamente en 1980 con una población de 9.4 millones de habitantes y se cuenta con 1'863,093 viviendas. Si se tiene una tasa de crecimiento del 3.5 % se tendrán al rededor de 329,000 habitantes más por año. Suponiendo que la tasa de ocupación es similar a la registrada a nivel nacional, se tendrá 5.3 personas por vivienda.

Con esto se llega a concluir que la demanda anual de viviendas nuevas sería de:

$$\frac{329,000}{5.3} = 62,075 \text{ viviendas anuales solamente por}$$

tasa de crecimiento, sin contar el déficit existente en años anteriores.

Sacando un promedio anual del número de viviendas que cada organismo construye se tiene que:

FOVISSSTE	2985 viviendas
FOVI.	1173 viviendas
FOGA.	434 viviendas
BANOBRAS.	1166 viviendas
INFONAVIT	<u>1106</u> viviendas
T O T A L	6864 viviendas para el --

Area Metropolitana por año, considerando que estos programas fueran permanentes.

Si como se había dicho que se requieren 62,075 viviendas anuales, se tiene un déficit anual de 55,211 viviendas sin contar las viviendas hechas por particulares y la autoconstrucción

4

ANTECEDENTES.- Debido al grave problema de vivienda como se vió con anterioridad, en el año de 1963, el gobierno - inició un programa que representa uno de los esfuerzos más importantes en materia de habitación: El Programa Financiero de Vivienda.

La implantación de este programa se funda en la consideración de que los recursos del Estado son insuficientes para satisfacer la creciente demanda de habitaciones, por lo que se estima conveniente utilizar parte de los ahorros del pueblo captados por las Instituciones Bancarias para que con la inversión de estos recursos complementados con otros gubernamentales, se atiende en mayor proporción la demanda existente de vivienda. Se toman en cuenta 2 aspectos principales:

a).- La inversión de los recursos bancarios en vivienda de interés social, definida por disposiciones del Banco de México, S.A. destinada a un sector de la población de ingresos reducidos pero suficientes para cubrir las amortizaciones con que pagará su vivienda en plazos adecuados.

b).- La vivienda de interés social es aquella cuyo precio ó valor está dentro de los límites ó cajones establecidos por el Banco de México, S.A., conforme a las posibilidades de pago de este sector, considerando siempre que no resulte onerosa al presupuesto familiar y proporcione alojamiento en un ambiente físico, social y cultural que satisfaga los requisitos indispensables de seguridad, higiene y decoro, que esté dotada de los servicios correspondientes y que por su calidad y durabilidad sea garantía efectiva para las instituciones de crédito.

Para la adecuada utilización de los recursos financieros, tanto del Estado como los provenientes de las instituciones de crédito y con el objeto de imprimir dinamismo al programa financiero de vivienda, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, constituyó en el Banco de México, S.A., con

fecha lo. de abril de 1963, un fideicomiso denominado Fondo de Operación y Descuento Bancario a la Vivienda (FOVI), el cual tiene como funciones principales las siguientes:

1.- Promover la construcción ó mejora de viviendas -- de interés social, orientando la inversión de las instituciones de crédito para que los programas vayan de acuerdo con las necesidades económicas y sociales de cada región y se realice en conforme a condiciones y requisitos urbanísticos y arquitectónicos para la construcción de viviendas decorosas e higiénicas; todo ello en forma coordinada con los -- objetivos previstos en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y el Programa Nacional de Vivienda. En esta labor promocional, FOVI desempeña el papel de un organismo de servicio tanto para las instituciones mencionadas como para los promotores y constructores de vivienda, ya que les proporciona orientación de tipo financiero, legal, técnico y socioeconómico, sobre la mejor forma, en cada caso concreto, de preparar y desarrollar los programas de vivienda de interés social.

2.- Elevar y aprobar técnicamente los programas para que éstos sean adecuados en cuanto a sus características socioeconómicas y de construcción.

3.- Otorgar apoyo financiero a las instituciones de crédito, para complementar los recursos que éstas destinan a la construcción, adquisición ó mejora de vivienda tipo -- VIS-A y VAIM cuando han agotado dichos recursos, o bien cuando éstos son insuficientes.

4.- Canalizar recursos para el desarrollo de programas del Sector Público, en sus niveles Federal, Estatal y Municipal.

5.- Supervisar la ejecución de las obras, en el caso de otorgamiento de apoyo financiero ó a solicitud del promotor.

6.- Proporcionar asesoría técnica para la preparación y realización de los programas de vivienda, incluyéndose en esa asesoría la orientación a los promotores en la obtención del financiamiento de las instituciones de crédito para dicha realización.

En la misma fecha de constitución del FOVI, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público estableció otro fideicomiso en el Banco de México, S.A., denominado Fondo de Garantía y Apoyo a los Créditos para la Vivienda de Interés Social (FOGA) con el objeto de compensar a las instituciones de crédito, los costos de los créditos que otorgan para vivienda de interés social y darles una mayor garantía en la operación de dichos créditos para evitarles problemas. Estos apoyos se aplican actualmente tratándose de VIS-A y - - VAIM en las siguientes situaciones:

1.- Para efectos de liquidez, por falta de pago puntual en que incurran los acreditados en las operaciones antes mencionadas.

2.- Para la misma finalidad, por deficientes de recuperación final en las operaciones de crédito.

3.- Para regular los tipos de interés de las mismas operaciones.

4.- Para reducir las primas de los seguros de vida -- e invalidez y daños del inmueble, que deben tomar obligatoriamente los adquirentes de las viviendas o los propietarios al mejorarlas.

Actualmente ambos fideicomisos se encuentran integrados administrativamente y operan bajo una misma dirección, con lo cual se ha logrado mayor congruencia en el cumplimiento de sus objetivos.

Se considera muy importante que los técnicos que se -- ocupen del problema de la vivienda, busquen el máximo de --

satisfacción a costo mínimo y planeen su solución de tal manera que, los aspectos urbanos, arquitectónicos y de ingeniería de los proyectos sean consecuentes con las condiciones físicas del medio y las necesidades sociales y económicas de los estratos de la población a quienes está dirigida.

Racionalizar la distribución de la población en el territorio nacional; propiciar su desarrollo urbano equilibrado; establecer condiciones óptimas para que la población pueda resolver sus necesidades de vivienda, servicios públicos, infraestructura y equipamiento, mejorar el medio ambiente en que habita, así como realizar y supervisar la construcción de las obras públicas de infraestructura urbana e interurbana, es un reto que nos hemos planteado los mexicanos, y al que debemos hacer frente si queremos alcanzar los grandes objetivos nacionales.

Después de haber hecho un análisis de problemas de vivienda hasta el año de 1980, se procederá a plantear los problemas más fuertes de vivienda que se han presentado de 1982 a la fecha, debido a que con la inflación, el déficit de vivienda aumenta en gran proporción.

La difícil situación que se ha presentado en la industria de la construcción desde 1982 ha hecho desaparecer muchas empresas constructoras y deja las existentes con menor volumen de trabajo por empresa y con precios muy competitivos así como condiciones de cobros inseguros (morosos) por parte del gobierno, por lo que las constructoras dedicadas a vivienda cada día se muestran más reacios a trabajar para el gobierno.

Se espera que 1986 sea un año difícil y la recuperación empiece en 1987 y 1988.

En base al índice de construcción de vivienda, considerando 100 en 1970, el nivel de 85 fué 188.4 comparado con 240.8 en 82 ó sea se generó una baja del 22.2 %.

Si se separa lo que es el Sector Oficial, la producción de la construcción en sus diferentes sectores, lo que son -- edificios muestra aún un panorama peor, ya que si se toma -- 1981 como base ha bajado la edificación el 47 % y si se toma como base 1982, ha bajado el 31 %.

Por otro lado, la construcción privada en lo que se refiere a 1985 comparado con 1982 muestra un aumento de construcción de vivienda de 23 %, pero en construcción de interés social una baja del 37 %.

Es también interesante notar que los costos de construcción promedio aumentaron durante el año pasado un 55.5 %. -- Así mismo, vale la pena subrayar que el valor de la construcción del Sector Público en 85 fué del 55 % y el Sector Privado 45 %.

Se ha visto también disminuída la producción de materiales de construcción, mencionando como ejemplo el concreto -- premezclado que en 1985 bajo el 54 % en el D.F. y el 32 % en la República comparado con 1984.

La SEDUE de sus recursos de planeación destinarán el -- 67 % a la vivienda.

SEDUE estima que el 42 % de la vivienda se efectúa por la gente misma sin ninguna intervención de organismos ó constructoras, sino únicamente con maestros de obra ó autoconstrucción.

En 1984 aprobó INFONAVIT 84,000 viviendas y había terminado al finalizar 1985 desde su inicio 482,000 viviendas, -- con 71,000 viviendas en proceso.

El objetivo de INFONAVIT es atender principalmente a -- los trabajadores de bajos recursos y durante 1985, el 68.6 % fueron a trabajadores con sueldo de 1 a 1.25 veces el salario mínimo, el 16.4 % a los del 1.26 a 2 veces el salario mínimo y únicamente el 15 % a los de salario mayor de 2 veces el salario mínimo.

A partir de 1986 se aumenta la superficie mínima de habitación de 50 a 55 m2 para poder tener siempre 3 recámaras.

INFONAVIT cobra el 4 % de interés sobre saldos insolutos y establece un plazo de amortización no menor de 10 años ni mayor de 20 años.

En 1985 el precio promedio de venta de las viviendas -- fué de \$ 2'732,000.00 por unidad y se estima que durante --- 1986 será por una vivienda de 55 m2 un precio de - - - - - \$ 4'000,000.00 para 1986 se estima que se apruebe el finan-- ciamiento de 60,000 viviendas.

Fueron iniciadas en 1984 80,000 viviendas por la inicia tiva privada con fondos casi totalmente de FOVI y en 1985 -- 25,000, pero en 1986 se ve la situación fatal, ya que no ha-- brá fondos en el FOVI, sólo para terminar las obras en proce-- so de 1985, lo que significa que quedarán sin construirse -- 70,000 lotes urbanizados para este tipo de construcción que-- está destinada para el sector socio-económico con ingresos - de 2.5 veces y más del salario mínimo y que representa menos del 15 % de la población económicamente activa.

La problemática principal de la vivienda en la actuali-- dad es que no aumenta cuantitativamente con la población, -- por lo que crece el déficit en aproximadamente 480,000 unida-- des por año.

Por lo que para abatir este déficit se tendrá que lle-- gar a la industrialización de la construcción en viviendas, - a través de la prefabricación con el consiguiente abatimien-- to en tiempos y costos de construcción.

El sistema prefabricado que reúne las condiciones neces--arias para ayudar a reducir el actual déficit debido a las-- múltiples ventajas que representa es el 'SISTEMA SIPOREX' por lo que el presente estudio se enfocará a estudiar todo este-- sistema.

RESEÑA HISTORICA DEL SISTEMA SIPOREX EN MEXICO

Siporex de México, S.A. de C.V. inició operaciones en 1955, siendo la primera fábrica de este tipo operando en América.

El material Siporex se está produciendo desde el principio de la década de los 30, cuando se iniciaron las primeras plantas en Suecia, el país de origen cuando el Ing. Ivar Eklund y el profesor Lennort Forsén lograron evolucionar este proceso a base de cemento y arena.

El producto logró después de la segunda guerra una aceptación mundial, habiéndose establecido hasta ahora un total de 38 fábricas Siporex en 24 países de condiciones climatológicas y económicas tan diferentes como son: Bélgica, Francia, Alemania, Canadá, Cuba, Dinamarca, Finlandia, Argelia, Costa de Marfil, República Popular China, Checoslovaquia, Suiza, Congo, Yugoslavia, Polonia y México.

Siporex de México, S.A. de C.V., tiene establecido un contrato de servicios técnicos con la Compañía Internationella Siporex AB, lo que garantiza el acceso inmediato, tanto a la asesoría técnica, como a todos los adelantos en fabricación y aplicaciones.

A la fundación de la Compañía, la mayoría de las acciones estaban en poder del grupo del Banco de Londres y México, S.A. el cual promovió la introducción del proceso en México, vendiendo el mismo grupo sus acciones a Internationella Siporex AB de Suecia en 1959.

El 10. de julio de 1969, fueron adquiridas todas las acciones de Internationella Siporex AB, así como las acciones que tenía la compañía financiera Lehman Brothers de Nueva York, por un grupo de inversionistas locales encabezados por el Ing. Rolf Andersson, Gerente General de la compañía y el Lic. Miguel S. Escobedo, quedando colocadas-

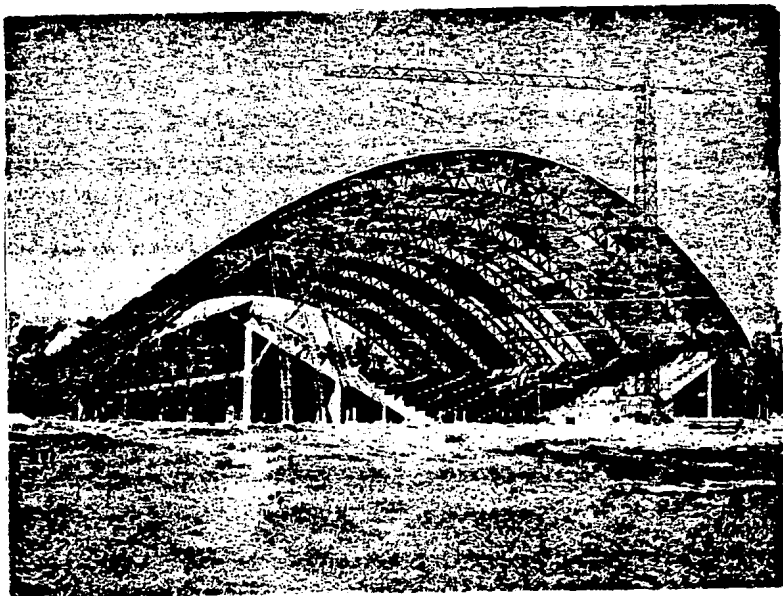
fuera del país únicamente el 20 % de las acciones de la -- compañía; en la actualidad el 100 % de las acciones se encuentran en México.

Durante el tiempo de existencia de la compañía se ha ampliado el campo de sus actividades al incluir también la colocación de sus productos en las obras, la impermeabilización de techos y cuando el cliente lo estima conveniente en el caso de vivienda popular, la construcción del casco ó la casa total.

Siporex de México, S.A. de C.V., ha ido paulátinamente ampliando su producción y cuenta en el momento con capacidad para enfrentarse a volúmenes grandes de material, -- así como crédito y capacidad financiera necesaria para --- efectuar las ampliaciones pertinentes para hacer frente a las fuertes necesidades en el mercado de la vivienda.

La capacidad actual de la fábrica es de 48,000 m³ por año pudiéndose aumentar a 80,000 m³ dentro de un plazo de aproximadamente 8 meses en caso de ser necesario.

SIPOREX



CAPITULO I

FABRICACION DEL MATERIAL

El siporex, material de construcción es un concreto-
aireado autoclavizado, éste término según el CEB (Comité-
Europeen du Béton) se refiere a concretos ligeros con una
densidad de 400 a 1000 Kg/m³.

Estos concretos normalmente no tienen agregados y se
producen introduciendo aire u otro gas en una mezcla de
cemento o cal con arena molida u otro material silíceoso-
de alta finura.

Los concretos aireados fueron desarrollados en Sue-
cia alrededor de 1929 cuando el Dr. Axel Ericsson Indus-
trializó un proceso basándose en el uso de cal activa mez-
clado con arena y pocos años después, el Ing. Ivar Eklund
y el profesor Lennart Forsén, lograron evolucionar este
proceso a base de cemento y arena.

Siporex es una subsidiaria de Euroc, el más grande
productor en materiales de construcción en Suecia y uno
de los más grandes en el Norte de Europa. Los productos-
principales de Euroc son cemento portland, cal, concreto-
artículos sanitarios, muebles de baño, equipo para la
industria alimenticia, máquinas compactadoras de terreno-
y siporex.

La fabricación del siporex se caracteriza primero --
por el hecho de que las materias primas son económicas y
generalmente disponibles en todos los países. Son básica-
mente arena, cemento y alambón. Cuando las condiciones-
locales lo hacen más económicamente favorable, el cemento
y arena pueden ser reemplazados por completo ó en parte
por cal, escoria de altos hornos ó polvo de ceniza.

Segundo, el proceso se caracteriza por su gran flexi

bilidad en lo que se refiere a su adaptabilidad a los requisitos del mercado, o sea, puede fabricarse indistintamente y simultáneamente sin cambios costosos y tardados - en el equipo, losas para techo, entrepisos ó muros, así - como block, a las medidas que se requieran.

1).- Dosificación: como se menciona al principio, - las materias primas son: cemento y/o cal, escoria de alto horno, arena u otro material silíceo finamente pulve - rizado normalmente ó a través de molienda.

Para dar al siporex su estructura celular, se intro - duce un polvo de aluminio, el cuál con su granulometría, - garantiza poros redondos cerrados de tamaño idóneo. Se - agregan además otros productos químicos para controlar el endurecimiento inicial y final del cemento y para coordi - narlo con el tiempo de la gasificación o sea el proceso - en donde el polvo de aluminio reacciona en la atmósfera - alcalina de la mezcla, produciendo gas hidrógeno. Cau - sando la dilatación de la masa y formando células esféri - cas cerradas uniformemente repartidas que le dan a sipo - rex sus cualidades físicas singulares.

El cemento utilizado es normal así como la arena, so - lamente que ésta pasa por un molino de bolas que funciona a base de agua y al salir de este molino la arena debe -- ser más fina que el cemento, se criba y de ahí pasa a la dosificadora en donde se une con el cemento y los ingre - dientes químicos. El aluminio tarda de 15 a 20 minutos - para hacer la reacción con el cemento y el tiempo de endu - recimiento es de 45 a 60 minutos.

2).- Armado: el acero de refuerzo de las losas si - porex ya sean de techo ó de muro se conforma a base de -- alambrión de diferentes diámetros, el mínimo es de 4.7 mm. y el máximo de 9.5 mm. Este alambrión viene en forma de - rollos, por lo que es necesario que pase primeramente por una máquina enderezadora que al mismo tiempo de ir endere

zando por tramos se puede ir cortando a la medida necesaria. El armado de las losas es a base de parrillas de --alambrón formadas por acero longitudinal y bastones trans-versales. Para formar estas parrillas es necesario soldarlas por medio de una máquina punteadora y cuando esto-no es posible, el soldado se efectúa manualmente.

El alambrón debe ser limpio, desgrasado y sin óxido.

Como una protección todas las parrillas de alambrón-pasan por un proceso de baño anticorrosivo, es decir se -forma una mezcla con cemento, latex, caseína (evitar que-se coagule el latex), fosfato de sodio y azúcar, esta mez-cla sirve para evitar la corrosión en el acero. Si el ma-terial siporex se utilizará en zonas húmedas deberá lle-var 3 capas de baño anticorrosivo y para climas normales-deberá llevar solamente 2 capas. Después del baño anti-corrosivo es necesario pasar por una etapa de secado de -este anticorrosivo. El concreto aireado autoclavizado no tiene suficiente alcalinidad y densidad como el concreto-normal, sino que requiere una capa anticorrosiva para pro-teger el armado.

3).- Vaciado, Fraguado y Corte: los moldes que se-utilizan para el vaciado tienen las siguientes medidas:

Largo = 5.50 m.

Ancho = 1.50 m.

Altura = 0.50 m.

Los armados de techo, entrepiso y muro siempre debe-rán colocarse lateralmente, ya que el ancho de la losa --siempre es de 0.50 m. Estos armados deberán colocarse y-sujetarse por medio de espaciadores en el molde, dichos -espaciadores son pernos que sirven para asegurar que el -acero quede apropiadamente colocado en el molde y se sa-can de 2 1/2 a 4 hrs. después del vaciado. Una vez que -el cemento, arena y compuestos químicos se encuentran en-

la dosificadora, pasan a la mezcladora para efectuarse el vaciado ó colado en los moldes, en los cuáles ya con anterioridad fueron distribuidos los diferentes armados. Una vez que ha pasado la etapa de colado sigue la etapa de -- fraguado que es cuando el aluminio efectúa su reacción -- con el cemento en un tiempo de 15 a 20 minutos para lograr el fraguado es necesario dejar reposar los moldes -- un tiempo aproximado de 8 hrs., tiempo necesario para que la mezcla haya adquirido suficiente firmeza para poder -- cortarse por medio de una máquina cortadora que funciona a base de alambres de piano, se puede achafalar y hacer ranuras en esta fase. El corte se efectúa tanto en el -- sentido longitudinal como en el sentido transversal, si -- este fuera necesario, los moldes pasan también por la etapa de raspado que es quitar el excedente del siporex una vez que ha fraguado, este sobrante se vuelve a usar en el proceso.

Una vez cortado el producto, entra la fase más importante de la producción, o sea el curado en vapor en las autoclaves, el cuál tendrá una duración de 12 a 18 hrs., efectuándose a una presión de 8 a 12 Kg/cm². Durante el curado en las autoclaves sucede una reacción termoquímica que da al siporex ciertas características diferentes al concreto normal, o sea, en vez de la formación de dicalcio silicato que es el concreto normal, se forma aquí calcio mono-silicato, producto de mayor estabilidad dimensional y mayor resistencia a la compresión (1,250 a 1,400 Kg/cm² por el producto sólido), lo que permite producir un producto celular ligero en elementos grandes. La curación con vapor a alta presión da por resultado una baja contracción de secado y una resistencia mayor del material.

La temperatura normal de curado de la autoclave es de 10 atmósferas de presión = 10 Kg/cm². Entre más presión se tenga es más rápido el ciclo de curado.

El vapor saturado en seco a 185°C

CICLO DE CURADO

- 1.- Se saca el aire del autoclave (metiendo vapor).
- 2.- Vacío (20 minutos).
- 3.- Sube la presión lentamente en aproximadamente 150 minutos.
- 4.- Presión alta por 12 horas.
- 5.- Desvapora en 3 horas.

Total entre meter y sacar moldes 18 horas.

Los pasos del 1 al 5 es con el material dentro del autoclave.

RENDIMIENTOS:

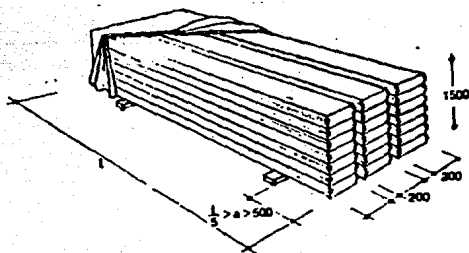
5 - 6 hr. hombre/m³. fábrica en México

Se considera que aproximadamente un 20 % del material armado tiene que ser resanado y el 1,8 % de material triturable es decir desperdicio. En el material no armado (block) el desperdicio es de un 20 %.

(ver hoja esquemática inciso 1 sobre proceso de fabricación)

4).- Descarga y almacenaje: después de pasar por el ciclo de curado el material pasa por el proceso de descarga en el cual se abren los moldes metálicos para dejar al descubierto el material siporex. Es en este lugar donde se selecciona el material, quitando el material triturable y pasando a resane el material que presente destilladuras. El material que se encuentra en perfecto estado pasa a la siguiente etapa que es la de almacenamiento para de ahí después ir a la obra. El almacenamiento de la losa siporex es como sigue:

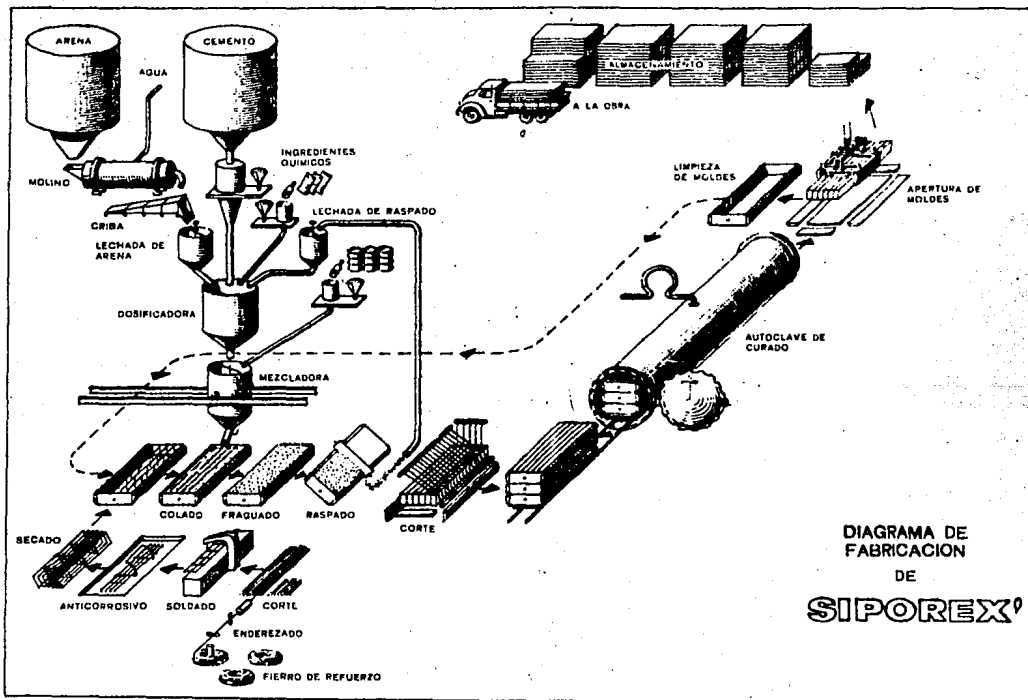
Las losas se colocan en dos apoyos que se ponen en una superficie lisa. Los apoyos se ponen a 500 mm. al final de las losas. Las losas de techo y entrepiso, se colocan con la ranura hacia arriba. Las estribas no deben ser más altas de 1,5 m. Todos los productos se protegen contra lluvia y humedad.



Los apoyos pueden ser de madera (polines) ó con tramos de block siporex.

En la obra cuando el piso esté saturado de agua no se deberá estibar sobre camas de bloque siporex, si esto ocurre se deberá impermeabilizar con asfalto la base.

Cuando los productos siporex salen del autoclave están listos para usarse en la obra, el almacenaje sirve para asegurar las entregas a los clientes.





CAPITULO II

CARACTERISTICAS

En este capítulo se tratará lo referente a las ventajas que presenta sobre otros materiales, así como sus principales características.

Densidad y Estructura: La densidad indicada, siempre se refiere al material secado a horno siendo la densidad práctica algo mayor debido al contenido de humedad y al armado que tienen ciertos productos. La densidad más usada como standard es de 500 Kg/m³, usándose los productos más ligeros normalmente para fines de aislamiento térmico y los de mayor densidad para cargas más altas en donde principalmente se requiere una resistencia a esfuerzos cortantes mayor que la que ofrece el producto de 500 Kg/m³.

Al salir el material de las autoclaves, tiene un contenido de humedad de 20 a 30 % de la densidad seca, dicha humedad se evapora gradualmente y se establece una humedad de equilibrio de 3 a 5 % según la humedad relativa de la atmósfera, como se muestra en el diagrama II-1.

El hecho de que el siporex de la más común densidad, o sea 500 Kg/m³ tiene aproximadamente la cuarta parte del peso del concreto común significa ahorros en cimentación y estructura y es de suma importancia para la construcción en zonas sísmicas. Asimismo, los elementos son más económicos en su transportación e instalación.

El siporex de 500 Kg/m³ consiste en un 80 % de poros de los cuáles hay 2 tipos, macroporos redondos, cerrados con un diámetro entre 0.5 - 1.5 mm. y microporos en las paredes que forman los macroporos. La estructura de los poros tiene gran importancia para propiedades del material, como son, resistencia, aislamiento térmico, capilaridad, resistencia a congelación, etc.

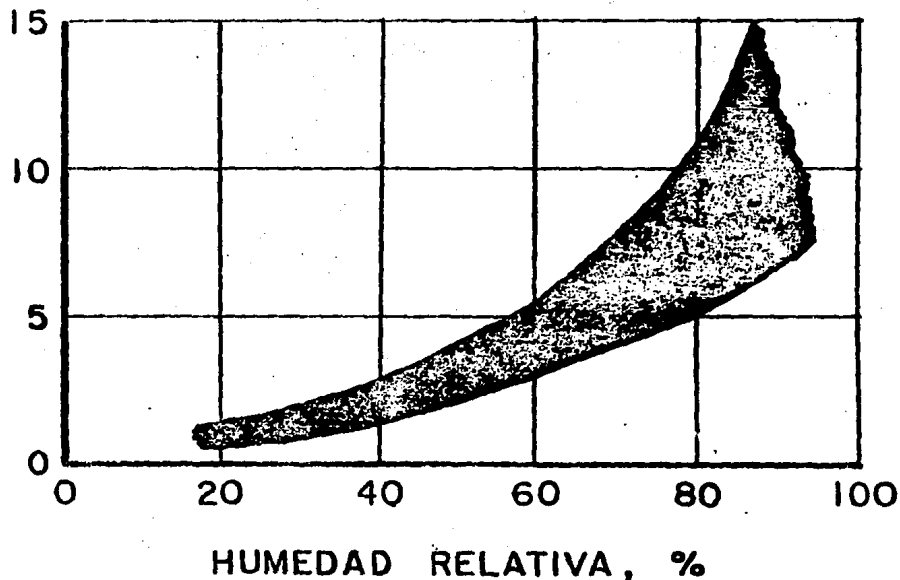


DIAGRAMA II-1

CONTENIDO DE HUMEDAD AL
EQUILIBRIO EN FUNCION DE
LA HUMEDAD RELATIVA AT-
MOSFERICA.

Resistencia: en relación con su peso, siporex tiene una alta resistencia a la compresión, como lo indica la tabla 11-2. Su densidad y resistencia pueden elegirse para satisfacer necesidades estructurales determinadas. La resistencia de siporex a la tensión es cerca del 20 % de su resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión de siporex varía con su porosidad. Sólido, tiene, una resistencia de 1,400 Kg/cm². Para las densidades comerciales se tienen las resistencias indicadas en la tabla adjunta.

TABLA 11-2

DENSIDAD NOMINAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION	MODULO DE ELASTICIDAD
0.4	15 a 20 Kg/m ²	10,000 Kg/cm ²
0.5	25 a 30 Kg/m ²	17,000 Kg/cm ²
0.65	40 a 45 Kg/m ²	25,000 Kg/cm ²

Los productos armados tienen el refuerzo debido, para satisfacer las necesidades estructurales determinadas. Por ejemplo, losas de techo se diseñan según la zona geográfica para una sobrecarga útil de 50 - 300 Kg/m², entre pisos de 250 - 600 Kg/m², y muros exteriores para presión de viento de 70 y 100 Kg/m².

Estas resistencias son valores medios. En pruebas aisladas, la resistencia no debe bajar más de 5 Kg/cm² de los valores mencionados anteriormente. (En el capítulo XI se verán las pruebas para la determinación de la resistencia a la compresión). La tolerancia de variación en los pesos volumétricos es de 10 %.

Una de las principales ventajas que presenta siporex sobre otros materiales es su ligereza.

Ligereza: en su densidad más común (500 Kg/m³), el si porex pesa menos de la cuarta parte de lo que pesa el con creto común. Las unidades de gran tamaño se pueden manejar con facilidad sin maquinaria pesada. Las losas si porex son más económicas de transportar, necesitan menos ho ras hombre para su instalación y reducen las cargas sobre estructura y cimientos. Ver pesos /m² en tabla 11-11.

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Debido al proceso termo--- químico que ocurre durante el curado en vapor, los concre tos aireados autoclavizados tienen una estabilidad dimensional excelente, como se puede apreciar en el diagrama - adjunto 11-3, que muestra la con tracción en mm/m. al se car el material de un estado de total saturación con agua a su estado seco.

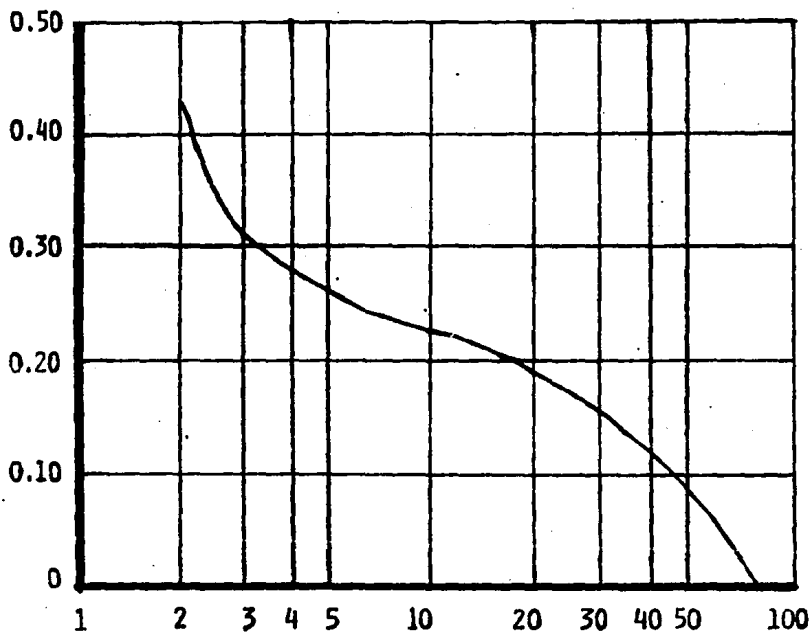
Lo importante en la gráfica es la parte entre la hu medad máxima a la entrega (aproximadamente 30 %) y la hu medad de equilibrio del producto seco (de 3 a 5 %); de -- esto se deriva que la con tracción práctica para con side rarse es de aproximadamente 0.15 mm/m. El coeficiente de ex pansión térmica de estos concretos es de 0.000008 ó sea ligeramente menor que el del concreto ordinario.

Contracción: la con tracción que sufre el si porex al pasar de un estado completamente saturado de agua a un es tado seco y una temperatura de 25 °C con una hu medad relativa de 45 % es menor de 0.5 mm/m.

INCOMBUSTIBILIDAD: Si porex, que es completamente -- inorgánico; es totalmente incombustible y ofrece el doble de pro tección contra incendios que el concreto. Es ideal para usarse como muro contra fuegos y también como pro tec ción contra incendios de estructuras de acero. En lugar de barniz o asbesto cemento.

Un muro de carga de si porex, de losas de 15 cm. de - espesor resistirá el fuego más de 2 horas; un muro de car

CONTRACCION MM/M.



CONTENIDO DE HUMEDAD %.

CONTRACCION A EQUILIBRIO EN AIRE
 DE 43% DE HUMEDAD RELATIVA AL
 SECARSE EL CONCRETO DE ESTADO DE
 SATURACION DE AGUA

FIG. 2

DIAGRAMA 11-3

ga de bloques de siporex de 10 cm. sin aplanado, por 2 hr. y un muro divisorio de 7.5 cm. de espesor, por 1.5 horas.

Las pruebas son de acuerdo con las normas ASTM. Las losas siporex han sido clasificadas como resistentes al fuego de acuerdo con las normas oficiales de los siguientes países: Suecia, Inglaterra, Alemania (DIN), Francia-Canadá y E.E.U.U. (ASTM). Las losas normales siporex con un recubrimiento de 1.25 cm. tienen una resistencia al fuego directo de 1 hr. se pueden fabricar losas especiales con recubrimientos mayores para lograr una resistencia mayor al fuego.

Resiste temperaturas instantáneas hasta de aproximadamente 1200 °C, temperatura a la cual se funde el material.

La siguiente tabla da algunas clasificaciones de diferentes países a resistencia a fuego con diferentes productos:

TABLA 11-4

EJEMPLOS DE RESISTENCIAS AL FUEGO (peso volumétrico 500)

PRODUCTO	RESISTENCIA EN H.	CLASIFICADO POR
<u>MUROS DE CARGA</u>		
Block, 10 cm.	2	Inglaterra
Block, 15 cm.	3	DIN
Block o losa, 15 cm.	2	Suecia
Block o losa, 20 cm.	4	Suecia
Block o losa, 15 cm.	4	N.Y. State Building Code

PRODUCTO	RESISTENCIA EN H.	CLASIFICADO POR
MUROS DIVISORIOS		
Losa, 7.5 cm	1	N.Y.State Bldg. Code
Losa, 10 cm	2	N.Y.State Bldg. Code
Losa, 7.5 cm	1.5	DIN
Losa, 7.5 cm	2	Francia
Losa o block, 7.5 cm	2	Suecia
Losa o block, 12.5 cm	4	Suecia

TECHO Y ENTREPISO

Losa con espesor ___ 10 cm. Z= 1.25 cm	0.5	Suecia
Losa con espesor ___ 12.5 cm, Z= 2.5 cm.	1	Suecia
Losa con espesor ___ 15 cm Z= 3.75 cm.	1.5	Suecia

INFLUENCIA DE LA ALTA TEMPERATURA EN SIPOREX

Se hizo una prueba en un cubo de siporex, en la cuál el cubo se calienta durante 4 horas a diferentes temperaturas y después se enfría.

Los resultados demuestran que la resistencia a la -- compresión aumenta con la temperatura hasta + 400 °C, des pués baja y al llegar a una temperatura de 1100 a 1200°C- el material se empieza a fundir.

Durante el fuego el material se empieza a agrietar - debido a que sufre contracciones.

La influencia del fuego en las losas es más complicada, por la combinación entre siporex y acero de refuerzo.

Muchas veces la losa se calienta solamente de un la-

do, debido a esto se produce una deflexión que depende de la longitud del acero:

Cuando el fuego dura mucho tiempo, pueden los daños y deformaciones ser grandes, pero hay ejemplos en que el fuego en los techos ha durado mucho tiempo sin daños graves, solamente ha sido necesario limpiar los techos y no se presentan problemas de deflexiones.

Una muestra en un archivo de 4 x 4 m., después de 8 horas de incendio en un cuarto de concreto con muros de 30 cm. de espesor se alcanzó una temperatura de 180 °C y en un cuarto de siporex con muros de 30 cms. solo una temperatura de 75 C.

CLASES DE FUEGO

Techo y Entrepiso

Todas las losas Standard son A30.

A - significa material que no se puede incendiar (Inorgánico)

30- significa minutos que la construcción tiene que resistir al incendio

TABLA 11-5

LOSAS ESPECIALES

<u>E. mm.</u>	<u>Recubrimiento mm.</u>	<u>Clases</u>
100	12.5	A 30
125	25	A 60
150	37.5	A 90
175	42.5	A 120

MUROS	Con Carga	Sin Carga	Clase
	E mm.	E mm.	
	100	50	A 30
	100	70	A 60
	100	70	A 90
	150	100	A 120
	150	120	A 180
	200	120	A 240

Siporex como aislamiento
en comparación con el concreto:

Concreto sin Siporex	Siporex espesor en mm.		
	50	70	100
A 30	A 180	A 180	A 180
A 60	A 180	A 240	A 240
A 90	A 240	A 240	A 240

HUMEDAD: Todos los materiales de construcción absorben normalmente ó pierden su humedad hasta que llegan a un equilibrio con la atmósfera.

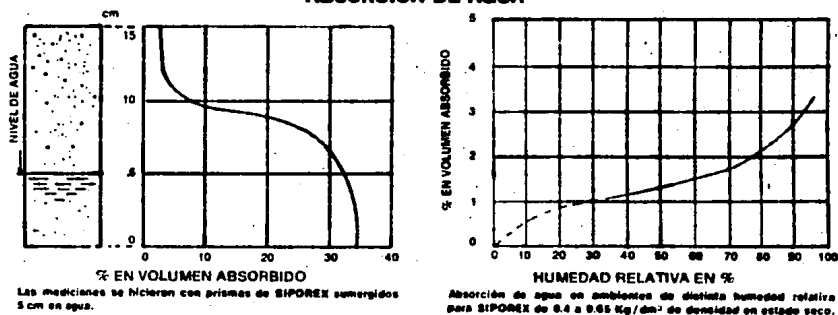
La gráfica 11-6 muestra que el equilibrio de humedad de Siporex es sumamente bajo, aún con alta humedad relativa. Las células visibles de Siporex son de tal tamaño que su acción capilar es insignificante. Por consiguiente, la acción capilar sólo se produce en las finas paredes de la célula, y tanto la absorción del agua, como la velocidad capilar son lentas. Se mantiene el bajo equilibrio de humedad aún cuando haya condensación en la pared ó en el techo. Esto se debe a que la evaporación compensa la condensación.

En los climas del Norte y Centro de Europa, donde - - - -

frecuentemente se produce condensación durante la estación fría, la humedad medida de equilibrio de Siporex es de 2-4 por ciento en volumen en los techos y paredes exteriores.

TABLA 11-6

ABSORCION DE AGUA



CAPILARIDAD: La absorción de agua en el Siporex --- es mínima debido a la continuidad de las paredes de las -- celdas que forman la estructura macrocelular. La ascen--- ción de agua en el siporex debido a la capilaridad es de - aproximadamente 5 cm. en condiciones normales de evapora--- ción.

AISLAMIENTO TÉRMICO: Siporex es un poderoso aislante - térmico que tiene a la vez gran resistencia estructural. - Su conductividad térmica depende de su densidad, estructu--- ración de poros (ya que las células de aire se encuentran--- totalmente cerradas y distribuidas uniformemente dentro de su estructura), contenido de humedad, así como temperatura a la cuál ocurre la conducción.

El aislamiento térmico reduce los costos de inversión inicial y de operación en equipos de refrigeración, ahorra

gastos de energía disminuyendo las necesidades de calefacción y aire acondicionado, proporcionando mayor comodidad en todos los climas.

El coeficiente de conductividad térmica K varía con la densidad. La tabla II-7 da, para los diferentes pesos volumétricos, el valor K ó sea la conductividad térmica en kilo calorías por hora, grados centígrados y metro por el material seco, así como los valores prácticos para diferentes tipos de productos, según las normas oficiales suecas para este fin.

TABLA II-7

Peso volumétrico	K, K cal/h, C.M			
	Material seco	Losas de techo	Muros de block	Muros de losas
400	0.075	----	0.16	----
500	0.105	0.12	0.19	0.13
650	0.140	----	0.23	----

Es por otro lado, a pesar de las propiedades excelentes de estos materiales en lo que se refiere al aislamiento térmico, no aconsejable sujetarlos a temperaturas altas durante largo tiempo, ya que sujetos a temperaturas mayores de 100 °C, empieza a perder su agua cristalina y ocurren a la larga agrietamientos.

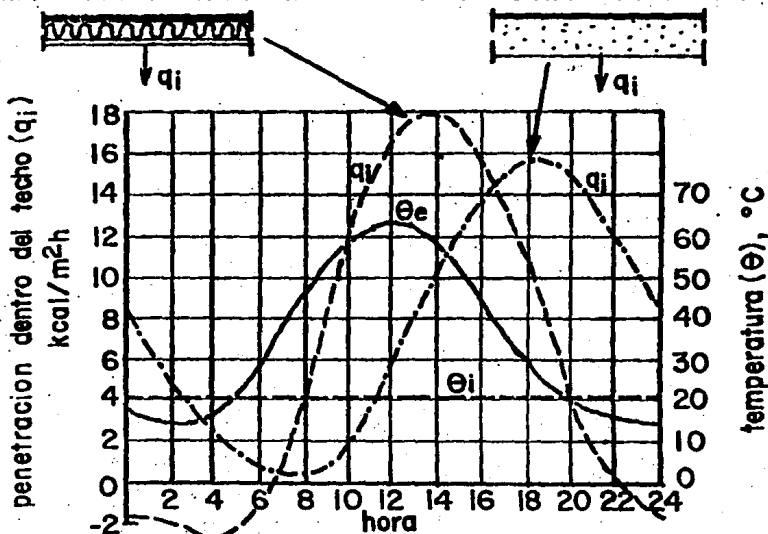
Su poder aislante es de 3 a 6 veces mayor que el del tabique y 8 a 10 veces mayor que el del concreto normal.

Se hizo una prueba comparativa entre una lámina con fibra de vidrio tipo Multypanel y una losa de techo siporex de 20 cm. de espesor, como se puede ver en el diagrama II-8 la lámina alcanza su máxima temperatura entre las 12-

PENETRACION DEL CALOR

LAMINA, FIBRA DE VIDRIO
& IMPERMEABILIZANTE

20 cm SIPOREX (500 g/dm³)
+ IMPERMEABILIZANTE



q_i = penetracion calculada dentro del techo
 θ_e = la temperatura equivalente encima del techo
 θ_i = la temperatura interior del edificio

PENETRACION, kcal/m²

espesor, cm	SIPOREX			LAMINA AISLANTE
	12.5	15	20	5
valor U, kcal/m ² h°C	0.72	0.63	0.50	0.63
HORAS	DIAGRAMA II-8			
0:00-24:00	231	204	154	204
9:00-18:00	99	89	66	184
18:00-09:00	132	115	88	20

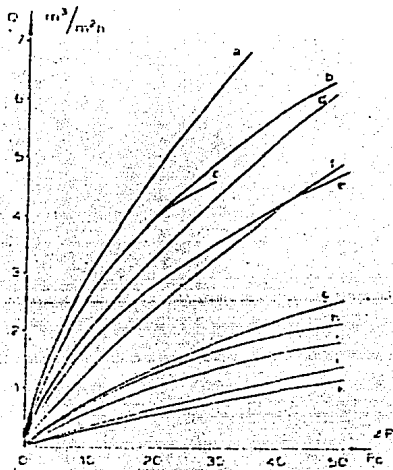
y 14 hrs., en tanto que el siporex la alcanza a las 18:00 hrs., hora en la cuál el calor ya no es tan intenso y además es cuando las escuelas dejan de trabajar, por lo tanto el calor no afecta a los niños.

La capacidad térmica del concreto aereado es una considerable ventaja en clima de desierto, ya que puede demorar la entrada del calor hasta por 8 ó 9 horas. El calor del día no tendrá efecto notable en el medio ambiente interior, siendo retenido en el concreto y soltado durante la noche cuando el aire exterior es frío. El concreto celular estabiliza confortablemente las variaciones de temperatura de la misma manera que los materiales tradicionales en estas regiones, como el adobe.

RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL AIRE

La resistencia a la penetración del aire es una característica de la construcción, que recientemente ha crecido en importancia por los aumentos en el costo de la energía. Esta característica depende únicamente del material y del proceso de construcción. Aunque en un clima tropical las losas son construídas para aumentar la circulación del aire, para mejorar las condiciones interiores cuando no se usa el aire acondicionado, es deseable una alta resistencia a la penetración de aire para reducir costos cuando sí se encuentran instaladas unidades de aire acondicionado ó calefacción.

El concreto aereado ofrece una alta resistencia a la penetración de aire como se puede ver en la gráfica 11-9. Los resultados fueron obtenidos de pruebas hechas en varios edificios terminados. En Suecia los códigos requieren una resistencia a la penetración de aire de 1-3 cambios por hora a 50 Pa de diferencia de presión (Swedish Building Code 1980).



GRAFICA 11-9

a-f = Edificios de madera

g-k = Edificios de concreto aerado

Q = Penetración de aire medio en m^3 por m^2 de superficie por hora.

P = Diferencia de presión de aire entre el exterior y el interior.

El uso de procedimientos normales de construcción con concreto aerado resultará en una aceptable resistencia a la penetración de aire.

Con otros sistemas de construcción se deben de usar procedimientos especiales y precauciones introducidas para satisfacer los requisitos de los códigos de construcción,

A continuación se presenta 2 ejemplos de los ahorros que representa el uso de siporex en cuanto a aislamiento térmico, comparado con el concreto.:

1.- Se hizo una comparación entre un techo de siporex y uno de concreto. sobre una superficie de 1000 m².

DATOS

Temperatura de diferencia	= 15 °C
Tiempo	= Un Año
Superficie	= 1000 m ²
1 Kw.	= 860 Kcal.
Costo por Kw.	= 14 pesos

- a).- Siporex 10 cm. valor U = 0.92 Kcal/m² °C hr.
 b).- Siporex 20 cm. valor U = 0.52 Kcal/m² °C hr.
 c).- Concreto 10 cm. valor U = 3.24 Kcal/m² °C hr.

COSTO POR DIA

- | | <u>m²</u> | <u>valor</u> | <u>U</u> | <u>oc</u> | <u>hr.</u> | | |
|------|----------------------|--------------|----------|-----------|------------|---|---|
| a).- | 1000 | x | 0.92 | x | 15 | x | 24 = <u>331,200</u> Kcal = 385 Kw x 14 pe |
| | | | | | | | 860 sos = 5390/día |
| b).- | 1000 | x | 0.52 | x | 15 | x | 24 = <u>187,200</u> Kcal = 218 Kw x 14 pe |
| | | | | | | | 860 sos = 3052/día |
| c).- | 1000 | x | 3.24 | x | 15 | x | 24 = <u>1166,400</u> Kcal = 1356 Kw x 14 |
| | | | | | | | 860 pesos = 18984/día |

Por lo que utilizado techo siporex de 10 cm. el ahorro es de \$ 13594.00/día y si se utiliza techo de 20 cm. el ahorro es de \$ 15932.00/día en comparación con un techo de concreto.

2.- En un estudio hecho en 1983 de la ventaja de Siporex cuando se usa aire acondicionado tenemos lo siguiente:

Se ahorra energía y dinero cuando se tiene diferentes temperaturas en el exterior y en el interior.

Comparación entre el concreto de 6 cm. y Siporex de 10 cm.

FACTOR DE AISLAMIENTO

Concreto	1.7 w/m °C
Siporex	0.14 w/m °C
Resistencia entre dos materiales 0.25 w/m °C (Siporex e Impermeabilización)	

CONCRETO

$$\frac{0.06 \text{ cm.}}{1.7} = 0.035 + 0.25 = 0.285; \quad \frac{1}{0.285} = 3.51 \text{ w/m}^2 \text{ °C}$$

SIPOREX

$$\frac{0.10}{0.14} = 0.71 + 0.25 = 0.96; \quad \frac{1}{0.96} = 1.04 \text{ w/m}^2 \text{ °C}$$

ENERGIA DENTRO DEL TECHO

CONCRETO

$$\frac{5000 \text{ m}^2 \times 3.51 \text{ w/m}^2 \text{ °C} \times 5 \text{ °C} \times 16 \text{ H.} \times 300 \text{ d.}}{1000} = 421,200 \text{ Kwh}$$

SIPOREX

$$\frac{5000 \text{ m}^2 \times 1.04 \text{ w/m}^2 \text{ °C} \times 5 \text{ °C} \times 16 \text{ h.} \times 300 \text{ d.}}{1000} = 124,800 \text{ Kwh}$$

Se ahorra $296,400 \text{ Kwh} \times \$ 4.50 = \$ 1,333,800.00$ por año.

NOTA: En la actualidad el ahorro sería de $296,400 \text{ Kwh} \times 14 = \$ 4,149,600.00$ por año.

AHORRO EN INSTALACION

DATOS

1 tonelada de frío = 3,024 Kcal.

1 tonelada de frío cuesta de \$ 150,000.00 a \$ 300,000.00 en la instalación depende del tipo de maquinaria

1 Kw = 860 Kcal.

Concreto $5000 \text{ m}^2 \times 3.51 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C} = 87,750 \text{ w} = 87.7 \text{ Kw}$
 $87.7 \text{ Kw} \times 860 = 75422 \text{ Kcal}$

75422 Kcal = 25 toneladas de frío
 3024 Kcal

Siporex $5000 \text{ m}^2 \times 1.04 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C} = 26,000 \text{ W} = 26 \text{ Kw}$,
 $26 \times 860 = 22,360 \text{ Kcal}$

22360 = 7.4 toneladas de frío
 3024

AHORRO

$25 \text{ t} \times \$ 225,000.00 = \$ 6,250,000.00$

$7.4 \text{ t} \times \$ 225,000.00 = \$ 1,850,000.00$

Ahorro en instalación = \$ 4,400,000.00 (con precio de 1983).

Por lo que el ahorro es bastante si se utiliza el material Siporex.

RESISTENCIA A LA CONGELACION: Un material es resistente a la congelación hasta su punto crítico de humedad. En siporex este límite es casi del 60 % en peso. En la práctica, cuando se emplean los procedimientos de construcción de siporex, el contenido de humedad rara vez excede el 35 % en peso, incluso 450 ciclos de prueba de congelamiento y descongelamiento no han causado daños al material. El uso creciente de siporex en climas fríos, confirma su buena resistencia a la congelación.

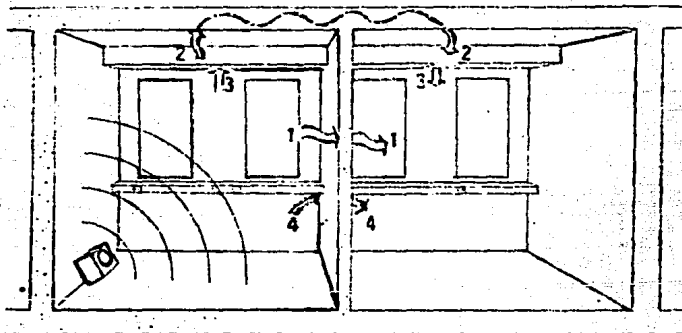
AISLAMIENTO ACUSTICO: Esta es una ventaja muy importante sobre todo cuando se trata de cuartos de hotel y oficinas ya que impide el paso del ruido entre 2 cuartos. Los valores de absorción acústica de siporex sin recubrimiento son superiores a los del concreto denso. Aunque el aislamiento acústico depende en gran parte del peso del material, es posible obtener con siporex cualquier grado de aislamiento sonoro con un diseño apropiado.

SONIDO

Sonido Entre El Aire

El aislamiento acústico, es para impedir que el sonido llegue de un cuarto a otro.

El aislamiento entre dos cuartos depende de varios factores.

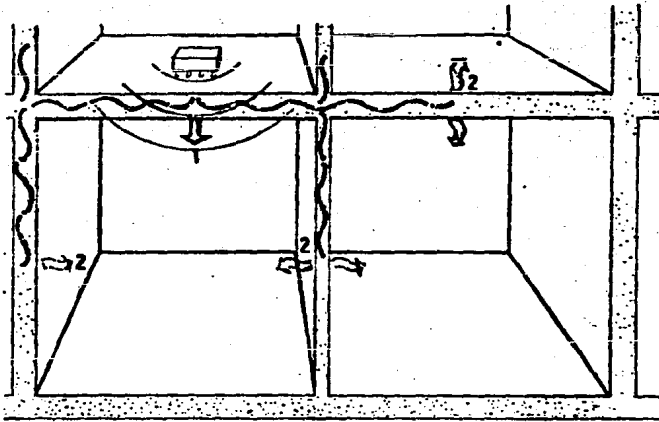


- 1.- Transmisión de sonido "Vía los muros", depende en la calidad de muros (Cifra de reducción)
- 2.- Transmisión de sonido "Vía otras partes" de la -- construcción.
- 3.- Transmisión por ejemplo entre el sistema de ventilación.
- 4.- Huccos en la construcción, depende en trabajos malos.

Se determinan los factores con pruebas de laboratorio.

Ruido Mecánico

El aislamiento acústico, es para impedir ruidos de pasos y golpes.



- 1.- Transmisión de ruido entre dos pisos
- 2.- Transmisión de ruido entre la construcción

También este tipo de ruido se determina con pruebas de laboratorio

Requisito de Aislamiento Acústico

Entre dos oficinas de 46 dB

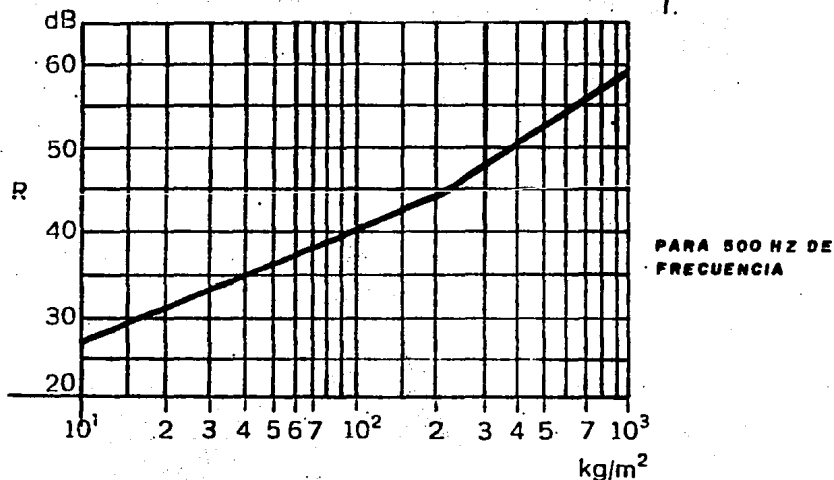
Entre dos cuartos de hoteles 47 dB

AISLAMIENTO ACUSTICO

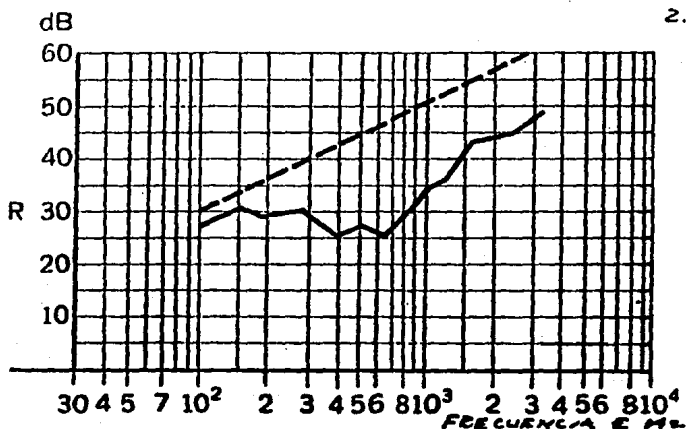
SONIDO DE AIRE

La capacidad de aislamiento para sonido de aire depende del peso de la construcción.

Ver Tabla No. 1



En realidad el aislante es diferente por diversas frecuencias. La razón es que el aislante no solo depende del peso, sino también en la estabilidad de la estructura. Normalmente, el aislante se aumenta con la frecuencia.



Ejemplo sobre la curva por espesor de -
7.5 cm. La curva arriba únicamente se-
calcula con el peso de la Losa.

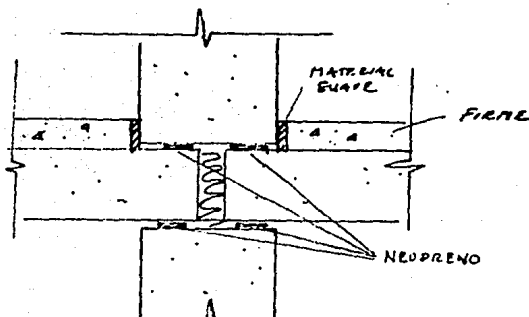
La tecnología moderna siempre toma en cuenta la combinación peso estabilidad.

Los valores de Siporex estan en Anexo No. 1.

Para mejorar una construcción hay varias posibilidades, tales co-
mo:

- Para muros en combinación con fibra de vidrio y tablaroca.
- Para entrepiso, un firme de concreto.

Para evitar que pase el sonido de la losa de entrepiso a la losa -
de muro, se recomienda colocar la losa de muro sobre una tira de -
neopreno y evitar que el firme tenga contacto con el muro.
Ver dibujo.



Absorción

Para la absorción es mejor utilizar materiales suaves como fibra de vidrio, etc. Sin embargo, Siporex tiene un valor mejor que el concreto y la lámina.

AISLAMIENTO ACUSTICO

45

PESO VOLUMETRICO = 500 g/dm³

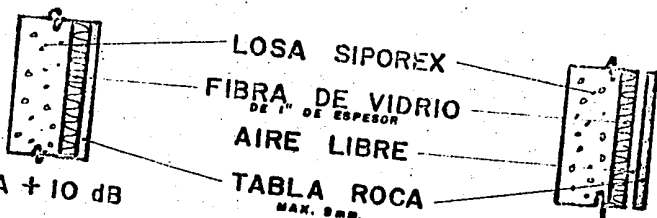
ESPESOR
cm

DECIBELES

7.5
10
12.5
15

LOSAS
35
37
39
41

BLOQUES
—
38
40
42



LOSA + 10 dB

LOSA + 20 dB

NOTA.- CON ACABADO DE MORTERO DE 1 A 2 CM. EN AMBOS LADOS
SE AUMENTA DE 2 A 3 dB.

Y CON 650 g/dm³ SE AUMENTA DE 2 A 3 dB.

doble losa de 7.5 cm

+ 3 cm fibra de vidrio

+ 2 cm aire libre

= 51 dB de aislamiento

doble losa de 15 cm

+ 3 cm fibra de vidrio

+ 2 cm aire libre

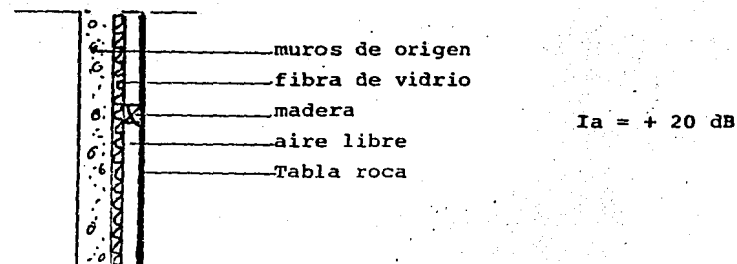
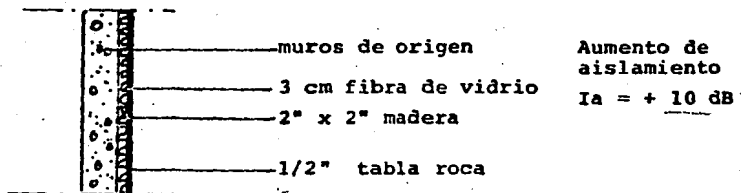
= 60 dB de aislamiento

C L A S E S

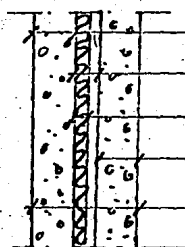
Para Muros Sencillos tiene los siguientes valores:

<u>ESPESOR</u>	<u>CLASE</u>
7.5 cm —	Ia = 35 dB
10.0 cm	Ia = 38 dB
12.5 cm	Ia = 40 dB
15.5 cm	Ia = 42 dB
20.0 cm	Ia = 44 dB
25.0 cm	Ia = 46 dB

Para conjunto de muros, otro tipo de materiales tienen los siguientes aumentos:



Para muros dobles tiene los siguientes valores



d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	Clase
10	10	3	10	30	55 dB
12.5	5	3	12.5	30	55 dB
12.5	7	3	12.5	32	55 dB
15.0	5	3	15	35	55-60 dB
15.0	8	3	15	38	60 dB

Para la densidad de 650 Kg/m³ se aumenta el aislamiento de 2 a 3 db.

Si se le dá un acabado de mortero de 1 a 2 cm. en ambos lados el aislamiento se aumenta de 2 a 3 db.

La siguiente tabla muestra los valores comparativos de absorción de sonido de siporex y otros materiales.

TABLA 11-10

MATERIALES	FRECUENCIA, ciclos/seg.		
	125	500	2000
COEFICIENTES			
SIPOREX			
aparente	0.02	0.19	0.34
APLANADO			
liso	0.02	0.02	0.04
APLANADO			
rugoso	0.04	0.06	0.05
CONCRETO			
aparente	0.01	0.02	0.02
VIDRIO	0.10	0.04	0.02

DIMENSIONES:

LONGITUD: de 100 a 550 cm
 ANCHO: Standard 50 cm.
 ESPESOR: desde 7.5 cm. hasta 25 cm.
 con un módulo de 2.5 cm.

CAPACIDAD DE CARGA, LONGITUDES MAXIMAS Y PESO

Como ya se dijo las losas de techo y entepiso se pueden diseñar para sobrecarga de 50 a 600 Kg/m² incluyendo el peso propio, es decir la sobrecarga se refiere únicamente

te a la carga que será aplicada sobre la losa. La losa se fabrica al cm. en lo que se refiere a longitud, desde 100-cm. hasta 5.50 cm. a la medida que el proyecto lo necesite. El espesor es variable dependiendo de la longitud y de la sobrecarga útil y el ancho es de 50 cm. en todos los casos.

La siguiente tabla muestra las longitudes máximas que alcanzan las losas de techo y entrepiso de densidad 0.5 de acuerdo con su sobrecarga y espesor, así como el peso propio del material para fines de cálculo

TABLA 11-11

CARGA UTIL Kg/m ²	LONGITUDES MAXIMAS EN CM.					
	ESPESOR DE LOSAS, CM.					
	7.5	10	12.5	15	17.5	20
50	250	350	400	475	525	550
100	225	325	375	425	475	525
150	200	300	350	400	450	525
200	175	275	325	400	450	500
250	175	250	325	375	425	500
300	175	250	300	375	425	475
350	175	225	275	350	400	450
400	175	225	275	350	375	425
450	150	225	275	325	375	400
500	150	200	250	300	350	400
550	150	200	250	300	325	375
600	125	175	250	300	325	350
PESO Kg/m ²	49	65	81	98	114	130

NOTA: Se pueden lograr cargas mayores con losas de densidad 0.65 (longitud máxima 5.50 m.)

CAPITULO III

ANALISIS ESTRUCTURAL

Siporex es el concreto reforzado más ligero que se produce actualmente. Su comportamiento bajo la acción de cualquier elemento mecánico es idéntico al comportamiento del concreto común, por lo que para el cálculo de algún elemento, es perfectamente lícito utilizar las fórmulas usuales.

En cuanto a la seguridad que ofrece el siporex puede decirse que es más definida, comparativamente con el otro material, pues como se ofrece al mercado en forma de piezas prefabricadas, estas se calculan individualmente dejando al margen de los cálculos el trabajo de conjunto, que siempre irá a aumentar el coeficiente de seguridad.

Las losas siporex para techo y entrepiso se diseñan -- como vigas simplemente apoyadas con un soporte mínimo de -- 5 cm. en cada extremo. La flecha máxima que presentan las losas es igual a 1/360 del claro. El factor de seguridad -- a la ruptura es igual a 3 veces la sobrecarga de diseño.

Las cargas vivas se fijan de acuerdo con los códigos -- de construcción. Al calcular la carga muerta, el peso del siporex se considera de 650 Kg/m³. para una densidad de -- 0.65 se consideran 800 Kg/m³ (el peso volumétrico incluye -- tanto la humedad de las losas que pudieran tener, como el refuerzo de las mismas).

PARAMETROS DE DISEÑO

para densidad de 500 Kg/m³:

Resistencia de diseño a la compresión	f ["] C = 13 Kg/cm ²
Resistencia de ruptura a la compresión	f ['] C = 30 Kg/cm ²
Resistencia de ruptura al cortante	f ['] V = 2.7 Kg/cm ²
Resistencia de diseño al cortante	f ["] V = 0.8 Kg/cm ²
Módulo de elasticidad	E = 17,500 Kg/cm ²
Esfuerzo permisible de adherencia	3.0 Kg/cm ²

ACERO DE REFUERZO A-36

Díametros: $\phi = 3/16''$, $1/4''$, $5/16''$ y $3/8''$.

Punto de cedencia del límite elástico: $f_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$

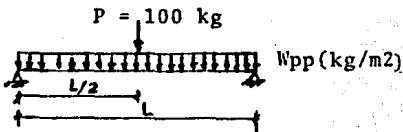
Esfuerzo ó resistencia permitida para diseño a la tensión,
 $f_s = 1265 \text{ Kg/cm}^2$

Refuerzo de transporte: El refuerzo de compresión sirve también como refuerzo de transporte cuando la losa se transporta con el área superior hacia abajo. Se calcula para soportar el peso propio de la losa apoyada en sus extremos, siendo el momento flexionante $M = w l^2 / 8$, y aún cuando en este caso el refuerzo de tensión trabaja como refuerzo de compresión, no se considera esto cuando se calculan los esfuerzos de transporte, pues tendrá poca influencia en el resultado.

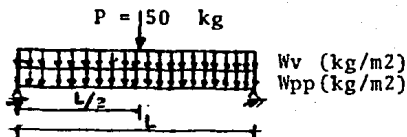
III-1 y III-2).- Diseño de losas de techo y entrepiso para el diseño se considera lo siguiente:

DISEÑO DE LOSAS SIPOREX PARA ENTREPISO Y TECHO

Para el diseño de losas siporex se consideran los tres casos siguientes:

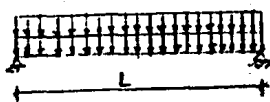
CASO 1

Una carga de 100 Kg. concentrada en el centro del claro + peso propio. (Esta carga se considera como temporal y se permite incrementar en un 20% las fatigas del fierro y del Siporex).

CASO 2

Una carga de 50 Kg. concentrada en el centro del claro + peso propio + carga viva. (Se permite incrementar un 20% las fatigas).

CASO 3



W_v (kg/m²)
 W_{pp} (kg/m²)

Carga viva + peso propio
 (caso normal).

Longitud total de la losa = L' (cm)

Claro de la losa = $L = L' - 5$ (cm)

Peso propio del siporex para una densidad 0.5 Kg/dm³

Espesor de la losa = 7.5 10 12.5 15 17.5 20 cm

Peso propio (W_{pp}) = 49 65 81 98 114 130 Kg/m²

Una carga concentrada en el centro del claro produce el mismo momento flexionante que una uniformemente repartida en todo el claro con valor igual al doble de la concentrada ($WL = 2p$)

Partiendo de lo anterior, se pueden encontrar los límites entre los casos 1 y 2, y 2 y 3.

Límite entre 1 y 2:

$$M_1 = \frac{1}{1.2} 200 + \frac{W_{pp}L}{2} \frac{L}{8} \quad (\text{El ancho de la losa es de 50 cm}).$$

$$M_2 = \frac{1}{1.2} 100 + \frac{(W_{pp} + W_v)}{2} L \frac{L}{8}$$

Iguando los momentos se llega a:

$$L = \frac{200}{W_v} \quad \text{--- Ecuación (1)}$$

Límite entre 2 y 3:

$$M_2 = \frac{1}{1.2} 100 + \frac{(W_{pp} + W_v)}{2} L \frac{L}{8}$$

$$M3 = \frac{(W_{pp} + W_v) L}{2} \cdot \frac{L}{8}$$

Igualando los momentos se llega a:

$$L = \frac{100}{W_{pp} + W_v} \quad \text{Ecuación (2)}$$

EJEMPLO:

Diseño de una losa de techo de las siguientes características,

T 0.5/50 10 - 275 $W_{pp} = 65 \text{ Kg/m}^2$, $W_v = 50 \text{ Kg/m}^2$

De acuerdo a la ecuación (1), $L = \frac{200}{50} = 4.00 \text{ m}$

De acuerdo a la ecuación (2), $L = \frac{1000}{65+50} = 8.70 \text{ m}$

Por características del molde, el momento flexionante se calculará de acuerdo al caso 1.

$$M1 = \frac{1}{1.2} \cdot 200 + \frac{W_{pp}L}{2} \cdot \frac{L}{8} \quad \text{de donde } L = 2.7 \text{ m}$$

$$M = \underline{8093 \text{ Kg. cm}}$$

El momento resistente máximo se calcula con la siguiente expresión:

$$M_r = \frac{1}{2} f_c k_j b d^2 = \underline{9334 \text{ Kg.cm}}$$

$$\text{Donde } K = \frac{1}{1 + \frac{(f_s)}{(n f_c)}} = \frac{1}{1 + \frac{(1265)}{(120 \times 13)}} = 0.552$$

$$J = 1 - \frac{K}{3} = 0.816$$

Se encuentra K, para el momento de cargas con la expresión:

$$K^3 - 3K^2 - \frac{6Mn}{f_s b d^2} K + \frac{6Mn}{f_s b d^2} = 0$$

Interpolando linealmente, en la forma siguiente:

$$\frac{6 M n}{f_s b d^2} = \frac{6 \times 8093 \times 120}{1265 \times 50 \times (8.1)^2} = 1.404$$

Si $K = 0.5$

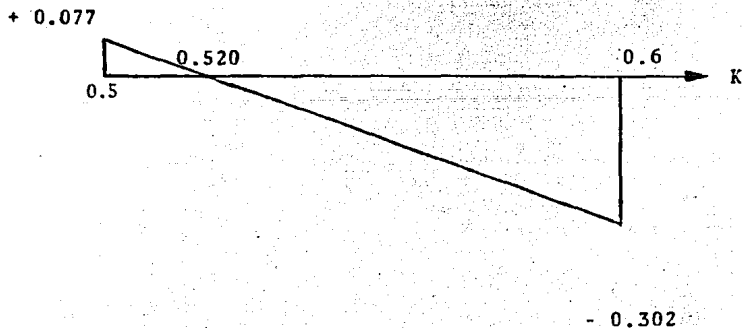
Sustituyendo:

$$0.125 - 0.750 - 0.702 + 1.404 = -0.077$$

Si $K = 0.6$

Sustituyendo:

$$0.216 - 1.080 - 0.842 + 1.404 = -0.302$$



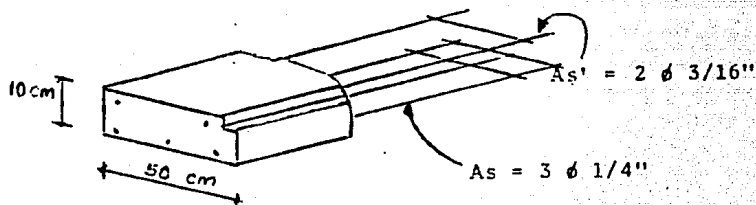
$$K = 0.52, \quad j = 1 - \frac{K}{3} = 1 - \frac{0.173}{3} = 0.827$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{8093}{1265 \times 0.827 \times 8.1} = 0.955 \text{ cm}^2$$

Se pondrá el siguiente armado:

$$A_s : 3 \text{ varillas } \phi 1/4'' = 0.951 \text{ cm}^2$$

$$A_s' : 2 \text{ varillas } \phi 3/16'' = 0.348 \text{ cm}^2 \quad (\text{por manio-} \\ \text{bra únicamente})$$



REVISION DE FATIGAS

Flexión

$$K = 2n \left(p + p' \frac{d}{d'} \right) + n^2 (p + p')^2 - n(p + p')$$

$$p = \frac{A_s}{A_c} = \frac{0.951 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}} = 0.0019$$

$$p' = \frac{A_s'}{A_c} = \frac{0.348 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}} = 0.0007$$

$$K = \frac{2 \times 120 (0.0019 + 0.0007 \frac{1.9}{8.1}) + (120)^2 (0.0019 + 0.0007)^2 - 120 (0.0019 + 0.0007)}{8.1}$$

$$K = 0.458 ; j = 1 - \frac{K}{3} = 0.847$$

$$f_s = \frac{M}{A_s j d} = \frac{8093}{0.951 \times 0.847 \times 8.1} = 1240 \text{ Kg/cm}^2 \quad 1265 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f''_c = \frac{2M}{k_j b d^2} = \frac{2 \times 8093}{0.458 \times 0.847 \times 50 \times (8.1)^2} = 12.7 \text{ Kg/cm}^2 \quad 13 \text{ Kg/cm}^2$$

CORTANTE:

$$V = \frac{100}{2} + \frac{65 \times 2.70}{4} = 94 \text{ Kg}$$

$$v = \frac{V}{b_j d} = \frac{94}{50 \times 0.847 \times 8.1} = 0.27 \text{ Kg/cm}^2 \quad 0.8 \text{ Kg/cm}^2$$

REVISION DE FLECHA

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI}$$

Momentos de Inercia:

$$I_{tot} = I_{sip} + I_{As} + I_{As'}$$

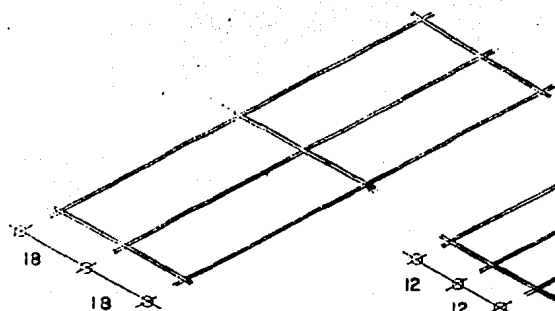
$$I_{sip} = \frac{b(kd)^3}{3} = \frac{50 \cdot (0.458 \times 8.1)^3}{3} = 851 \text{ cm}^4$$

$$I_{As} = nA_s(d-kd)^2 = 120 \times 0.951(8.1 - 0.458 \times 8.1)^2 = 2200 \text{ cm}^4$$

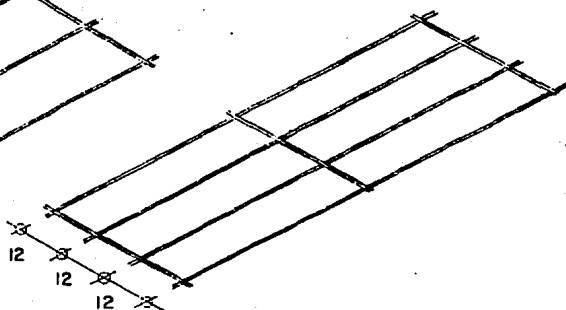
$$I_{As'} = \frac{(n-1)}{136} A_s' (kd-d')^2 = 119 \times 0.348 \cdot (0.458 \times 8.1 - 1.9)^2 =$$

$$I_{tot} = 3.187 \text{ cm}^4$$

DISPOSICION DEL REFUERZO EN LA PARRILLA INFERIOR DE LOSAS DE TECHO Y ENTREPISO

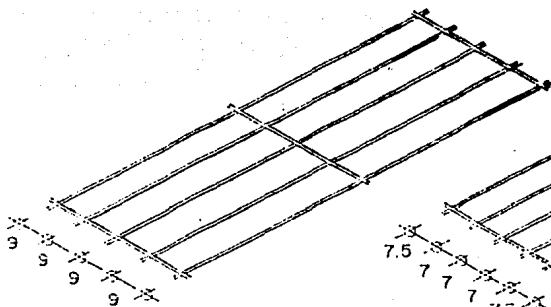


3 VARILLAS

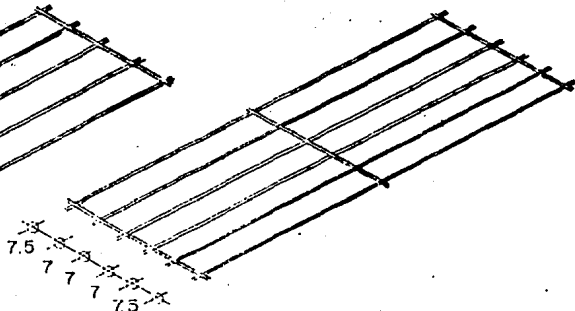


4 VARILLAS

NOTA:
COTAS EN CMS.



5 VARILLAS



6 VARILLAS

$$W = \frac{W_{pp} + W_v}{2} = \frac{65 + 50}{2} = 57.5 \text{ Kg/m} = 0.57 \text{ Kg/cm}$$

$$\Delta = \frac{5 \times 0.575 \times (270)^4}{384 \times 17500 \times 3187} = 0.713 \text{ cm} = \frac{1}{379} \times L \times \frac{1}{360} \times L$$

Debemos notar que en la forma ya descrita se hacen los cálculos necesarios para resistir la acción de toda carga ó cualquier otro elemento mecánico, y que lo que se ha dicho para una losa común y corriente de techo ó entre piso, lo podemos decir para el material que Siporex fabrica para muros, pues los cálculos llevan la misma secuela y conducen al convencimiento de su resistencia y seguridad ante todo.

Las losas de muro se calculan para resistir una carga de viento de 70 Kg/m².

Si el muro es divisorio, únicamente lleva un armado central para transporte, pero si el muro es de carga entonces lleva doble armado, siendo este armado el mismo en las 2 parrillas.

Los muros de carga pueden recibir entrepisos y techos que pueden ser de Siporex, concreto in situ ó concreto precolado pero únicamente hasta 3 niveles como máximo, si se requiere que el edificio sea más alto, el muro de Siporex se deberá utilizar como muro de relleno.

La fatiga de trabajo para carga vertical es diferente ya que depende del espesor de la losa. Los siguientes valores pueden considerarse para losas de hasta 3.0 m. de longitud.

ESPESOR EN CM.	FATIGA DE TRABAJO Kg/cm ²
10	2.3
12.5	2.9

<u>ESPESOR EN CM.</u>	<u>FATIGA DE TRABAJO</u> <u>Kg/cm²</u>
15.0	3.4
20.0	4.6

El muro de 10 cm. de carga no se puede ocupar para más de 2 pisos y no deben ser mayores de 3 m.

En los edificios altos de más de 5 pisos no es recomendable poner muros exteriores con espesores de 7.5 cm. ni de 10 cm.

En las costas donde la fuerza del viento es alta, se requiere que el muro tenga una resistencia a la fuerza de viento mayor de 70 Kg/m² en algunos casos, por lo que es posible fabricar muros con 100 y 125 Kg/m² de resistencia a la carga de viento.

La cimentación que se debe utilizar para los muros de carga Siporex es a base de una losa corrida de cimentación en la cuál se deberá dejar ahogados tramos de alambón a cada 50 cm. para formar minicastillos; como se verá con más detalle en el capítulo V.

DISEÑO DE LOSAS ESPECIALES PARA CORTE

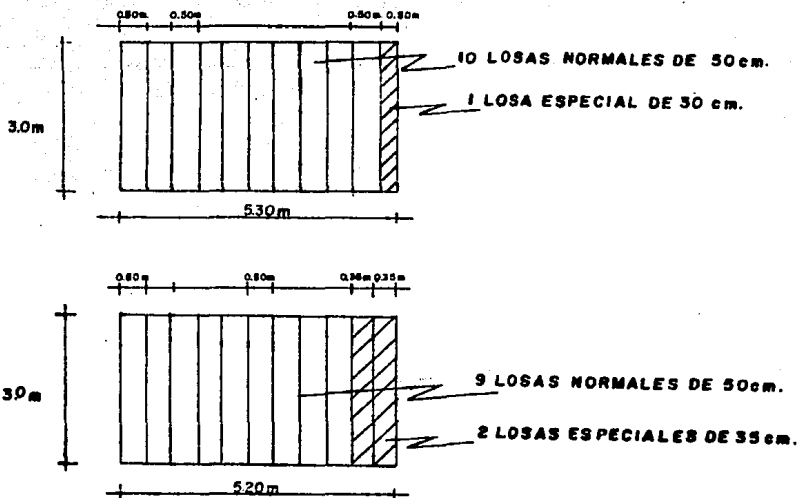
Las losas normales para techo ó entrepiso no se pueden cortar en obra, ya que se afecta el armado de la losa y se pueden presentar problemas de fallas en dicha losa.

Las siporex para entrepiso y techo se pueden diseñar para poder cortarse en obra ya sea en forma longitudinal, transversal ó diagonal.

Losas para corte longitudinal: cuando se requiere hacer ajustes en la obra para poder cubrir determinado -- claro es necesario cortar una losa en forma longitudinal; este corte puede ser hecho en una losa siempre y cuando --

el corte no resulte mayor de 20 cm. para que la losa quede con un ancho mínimo de 30 cm. cuando se requiere que el ajuste sea de 20 cm. 6 menos en una sola losa; es decir que la losa sea de 20 cm. de ancho, como no es posible que la losa quede con menos de 30 cm., entonces será necesario hacer el corte en 2 losas para poder cubrir el hueco de 20 cm.

EJEMPLO

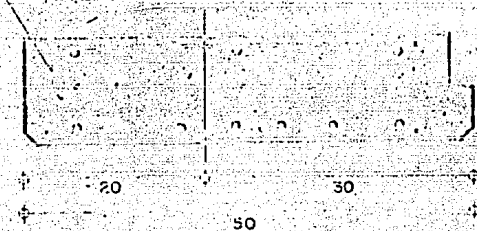


De esa forma es posible cubrir cualquier claro que se presente.

Las losas especiales para corte longitudinal se diseñan para trabajar con un ancho de 30 cm, y se diseñan en la misma forma que las losas normales. Se identifican con una marca en color azul.

ARMASO QUE SE
PUEDE CORTAR
GENERALMENTE
Ø 47 mm

ZONA DE LA LOSA QUE
PUEDE SER CORTADA



DO. MONC
AL QUE DE MAN
TENTE

DISPOSICION DEL REFUERZO

LOSAS PARA CORTE LONGITUDINAL HECHO EN OBRA MAXIMO 20 CMS.

IDENTIFICACION: AZUL (CI.)

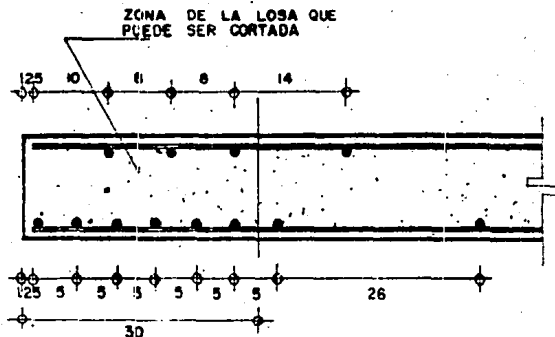
La losa siempre se debe cortar del lado que no tiene ranura, es decir la ranura siempre debe permanecer.

LOSAS ESPECIALES PARA CORTE TRANSVERSAL

Algunas veces el corte se presente en los extremos de las losas, este corte puede ser realizado en cualquiera de los 2 extremos de las losas pero no debe ser mayor de 30 cm.

El recubrimiento del Siporex es de 1.25 cm. de cada lado y después se localiza el primer bastón, que debe quedar dentro de los 5 cm. mínimos de apoyo por lo que al cortarse la losa en un extremo se corta el bastón, para lo cuál es necesario armar la losa en la siguiente forma:

LOSAS ESPECIALES PARA TECHO Y ENTREPISO



DISPOSICION DEL REFUERZO

INCREMENTO
EN
BASTONES

PARRILLA SUPERIOR +6
PARRILLA INFERIOR +12

NOTA:
COTAS EN CMS.

LOSAS PARA CORTE EN SUS EXTREMOS HECHO EN OBRA MAXIMO 30 CMS.

IDENTIFICACION: VERDE (CE)

2

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

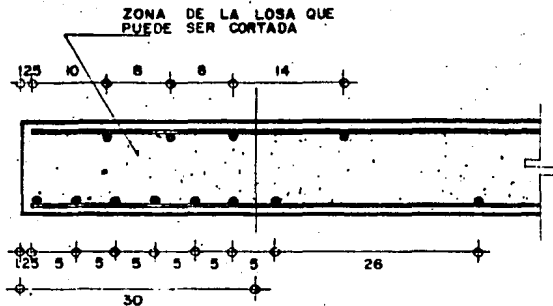
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

U.N.A.M.

ENEP

ACATLAN

LOSAS ESPECIALES PARA TECHO Y ENTREPISO



INCREMENTO
EN
BASTONES

PARRILLA
SUPERIOR +6
PARRILLA
INFERIOR +12

DISPOSICION DEL REFUERZO

NOTA:
COTAS EN CMS.

LOSAS PARA CORTE EN SUS EXTREMOS HECHO EN OBRA MAXIMO 30 CMS.

IDENTIFICACION: VERDE (CE)

2

TESIS PROFESIONAL U.N.A.M.
INGENIERIA CIVIL ENEP
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN

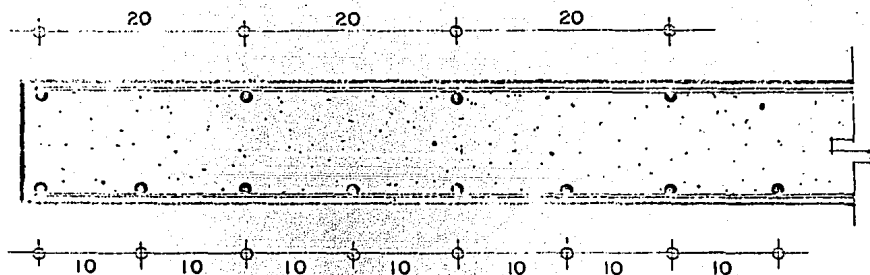
Se identifican con una marca color verde y se arman en la misma forma en los 2 extremos

Incremento en bastones de losa normal a losa especial para corte en extremos.	Parrilla Superior + 6
	Parrilla Inferior + 12

LOSAS ESPECIALES PARA CORTE DIAGONAL

Cuando se requiere hacer un corte en alguna losa en forma diagonal a cualquier distancia, pero este corte no se hace en el extremo ni está definido en donde puede quedar, entonces la losa se arma con bastones en toda su longitud, este corte se puede realizar en cualquier parte de la losa siempre y cuando se tenga el apoyo necesario.

Se identifican con una marca en color rojo.



También es posible fabricar losas con combinaciones, es decir corte en extremos y longitudinal ó longitudinal y bastones en toda su longitud.

DISEÑO DE LOSAS DE VOLADO

Como ya se dijo la losa siporex se diseña como viga simplemente apoyada con un apoyo mínimo en los extremos - de 5 cm., sin embargo en la práctica se ha demostrado que es posible que las losas normales para techo y entrepiso resistan sin problema un volado de 25 cm. como máximo.

Si se requiere diseñar la losa para un volado de más de 25 cm. solamente se diseña el armado superior para resistir el momento negativo, para el acero inferior se toma el de la losa normal apoyada en sus extremos. Esto da un momento positivo más alto porque no está reducido por el "contramomento" que hace el volado. Los bastones se pueden poner igual que en la losa normal.

El volado nunca debe ser mayor de $1/3$ de la longitud total de la losa.

Estas losas se identifican con una marca en color -- negro.

CAPITULO IV

ANALISIS DE INSTALACIONES POSIBLES

ELECTRICAS.- En el caso de las instalaciones eléctricas, por ser un material prefabricado no es posible dejar ahogado el polyducto en el techo ni en los muros; la forma de dejar ahogadas las instalaciones en los muros siporex es haciendo una ranura, con un ranurador especial de media caña que va a hacer la ranura exactamente a la medida que el tubo lo necesita, (evitando romper la losa más de lo debido) una vez que queda el tubo en la ranura se procede a hacer el resane necesario para tapar el tubo. - No es recomendable hacer la ranura con cincel y martillo ya que el material es muy fragil y se puede despostillar con facilidad. El siporex es muy fácil de ranurar lográndose economía en las instalaciones eléctricas. Para hacer la caja de luz se utiliza un birbiquin especial, el cuál logrará que la caja quede redonda, pero también se puede hacer cuadrada u octagonal.

En la losa de cimentación no es necesario dejar ahogado ninguna instalación, ya que esta se puede ranurar e ir por el muro.

En el techo el tubo puede ir por la ranura ó si no es posible entonces se ranura por la parte superior del techo para que pase el tubo y unicamente se hace el hueco en donde va a quedar la salida de centro.

En el caso de contactos y apagadores se puede hacer el hueco con el ranurador para poder meter la chalupa. - Esta chalupa se fija con mortero. Las ranuras que se hacen en el siporex son mucho más fáciles y rápidos que en el tabique ó en otro material, así como también son más económicas por ser más sencilla de resanar.

INSTALACIONES SANITARIAS.- Cuando se necesita que pase un tubo de PUC para bajadas de agua negra por una losa de techo ó entrepiso siporex es necesario definir bien en donde se hará el hueco. Se recomienda que el hueco sea realizado en 2 losas y no en una sola losa. Las losas normales pueden permitir entre 2 losas una bajada de 4" ya que no se toca el armado y no perjudica el comportamiento de la losa.

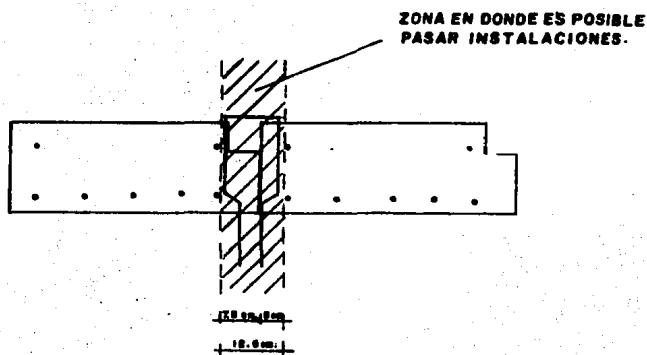


FIG IV-1

Si se requiere una bajada de aguas mayor de 4" es recomendable que se haga en un extremo y que la losa sea especial para corte en sus extremos, así como también será necesario poner apoyo en la parte que sea cortada, ó si es posible también el corte deberá hacerse en 2 losas.

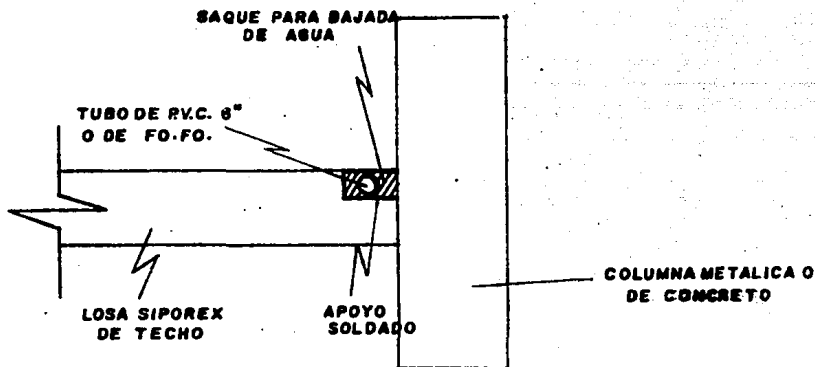
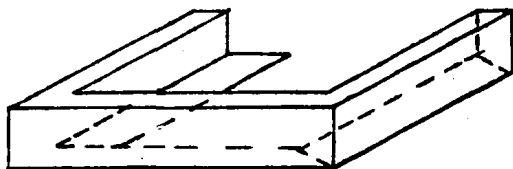


FIGURA IV-2

En una losa normal de techo ó entrepiso no es recomendable cortar el armado de la losa para pasar algún tipo de instalación, ya que la losa puede presentar problemas de resistencia y no soportar la carga para la cuál -- fué diseñada.

Si se requiere pasar un tubo de PVC de 2" por un muro para desagüe de lavado ó fregadero se puede hacer la ranura con el ranurador, meter el tubo y resanar. En el caso de muro no hay problema con el armado ya que normalmente los muros llevan el refuerzo en el centro y el armado no se toca. La ranura es posible hacerla también con un serrote de carpintería, pero no es recomendable hacerla

con cincel y martillo ya que el muro se daña y después es necesario resanarlo.

Es recomendable que el lavabo tenga un mueble ó en su defecto "patas" para poder cargar el lavabo y no fijarlo del muro siporex, ya que con los tornillos y taquetes que se fije no sería suficiente y podría tener problemas de desprendimiento del lavabo.

Cuando el lavabo se requiere que quede fijo al muro, entonces se coloca con unos tornillos grandes que traspasen el muro y del otro lado del muro se fija con una placa metálica y tuercas, así se evita que el lavabo se pueda caer.

Las charolas para instalaciones en caso de ser de entrepisos siporex, es necesario impermeabilizarlas perfectamente, igual que en el concreto, para evitar que en caso de alguna fuga el entrepiso pueda tener filtraciones; por ser el siporex un material muy poroso absorbe fácilmente el agua, que puede atacar al acero de refuerzo del entrepiso y producir fallas por oxidaciones, por eso no es recomendable que el entrepiso siporex esté expuesto al agua. En caso de charolas es recomendable utilizar losa de concreto así como en escaleras, ya que el entrepiso siporex no es posible utilizarlo en escaleras, ya que sería muy costoso.

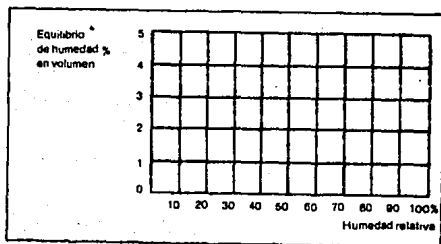
INSTALACIONES HIDRAULICAS.- Las instalaciones hidráulicas se realizan en la misma forma que en el tabique solo que en el muro siporex se hace la ranura con mayor facilidad. En el caso de Cisternas no es recomendable el uso de muros ni techos siporex, ya que como va a estar en contacto con el agua puede haber filtraciones.

Es necesario que tanto el muro como el techo siempre tenga ventilación, sobre todo al principio cuando la losa llega a instalarse a la obra, ya que todas las losas siempre tienen determinado contenido de humedad. Todos los materiales de construcción absorben normalmente ó pierden su humedad hasta que llegan a un equilibrio con la atmósfera

La gráfica siguiente muestra que el equilibrio de humedad de siporex es sumamente bajo, aún con alta humedad relativa. Las células visibles de siporex son de tal tamaño que su acción capilar es insignificante, por consiguiente, la acción capilar sólo se produce en las finas paredes de la célula y tanto la absorción del agua, como la velocidad capilar son lentas. Se mantiene el bajo equilibrio de humedad aún cuando haya condensación en la pared ó en el techo. Esto se debe a que la evaporación compensa la condensación. En los climas del norte y centro de Europa, donde frecuentemente se produce condensación durante la estación fría, la humedad media de equilibrio de siporex es de 2 a 4 % en volumen en los techos y paredes exteriores.

FIGURA IV-3

Características de humedad en SIPOREX de densidad seca 500 kg/m³



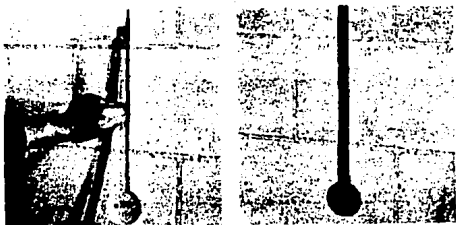
Es necesario que los muros siporex que se encuentren en contacto con el agua, ya sean en regaderas, lavabos ó fregaderos, sean protegidos con azulejo, ó algún otro recubrimiento. Un tinaco puede apoyarse sobre una losa de entepiso con firme, pero la sobrecarga del entepiso estará en función de el ó los tinacos que se vayan a apoyar en dicho entepiso.

El firme deberá ser de 4 cm. como mínimo armado con malla 616 - 10/10.

Para atravesar el muro con algún tubo de agua cuando así se requiera, el agujero deberá hacerse con un birbiquín, un taladro ó en último caso con un clavo.

En los muros y techos de siporex es muy fácil y económico dejar las instalaciones ocultas, pero cuando se requiera que una instalación quede visible se puede fijar el tubo por medio de pijas para sujetar el tubo y a su vez la pija quedará fija al muro con un taquete de plástico tipo Thorsman y tornillo normal.

Para baños con instalaciones en los muros, el espesor debe ser ≥ 10 cm.

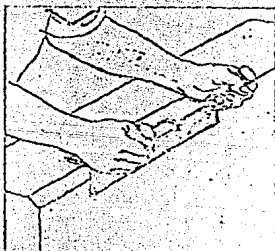
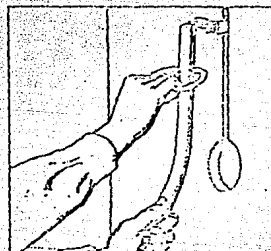
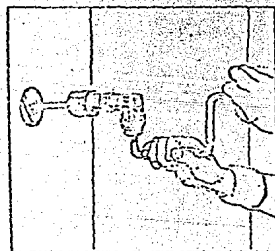
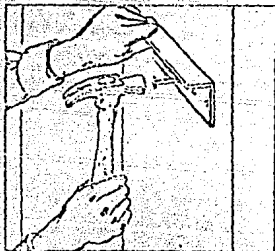
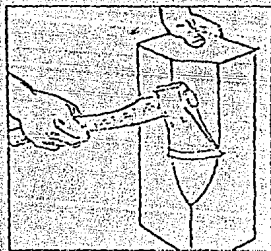
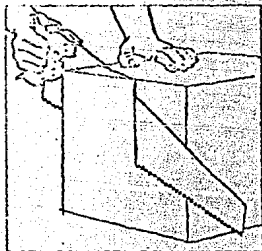


Las ranuras para ductos se practican fácilmente.



Facilidad de Trabajo

Siporex es un material que puede ser clavado, cortado, ranurado con herramientas ordinarias, lo que facilita trabajos de electricidad, plomería, etc.



TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

U.N.A.M.

ENEP

ACATLAN

CAPITULO V

DETALLES DE ANCLAJE

Apoyos mínimos. - Las losas siporex trabajan como vigas simplemente apoyadas y requieren un apoyo mínimo en los extremos de 5 cm., el apoyo puede ser mayor de 5 cm. pero por ningún motivo menor ya que hay riesgo de que la losa pueda deslizarse y fallar. El recubrimiento de la losa en los extremos es de 1.25 cm. por lo que el ler. bastón queda exactamente a la altura del apoyo y permite que el armado de la losa trabaje para la carga que fue diseñada, es por este motivo que la losa no se puede cortar en los extremos a no ser que se encuentre diseñada para dicho corte.

Las losas siporex para entrepiso ó techo tienen un apoyo mínimo de 5 cm. y se apoyan indistintamente sobre estructuras de acero, concreto, prefabricados, concreto colado insitu, muros de carga ó madera. A continuación se presentan los anclajes más comunes utilizados para entrepiso y ó techo:

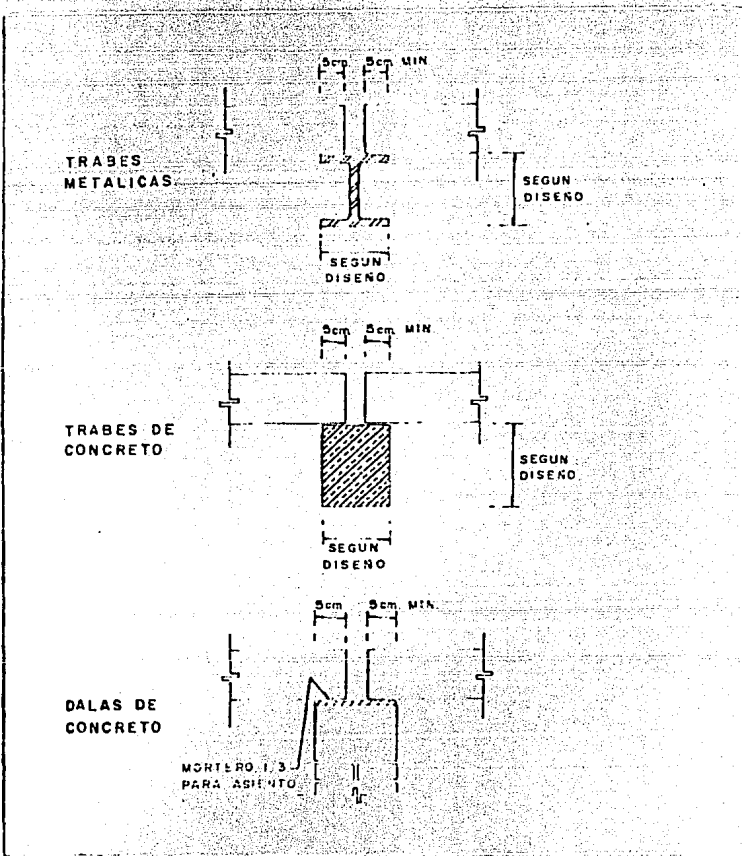
Detalle 1.00 - Se presentan los apoyos mínimos de soporte en los extremos en los diferentes tipos de apoyos.

Detalle 1.01 - Es el detalle más común para losas de techo sobre estructura metálica, ya sea monten ó viga I, se coloca un alambrión de 1/4" ø al centro de la vigueta y se puntea con soldadura. El primer punto se coloca a 25 y los demás a cada 50 cm. Este alambrión se utiliza únicamente para poder pasar por entre la vigueta y el alambrión un fleje galvanizado el cual se dobla hacia la losa y es clavado con 2 clavos cortados galvanizados de cada extremo de la losa. Cuando hay continuidad es necesario dejar a la altura de la ranura un "bastón de continuidad" que no es más que un tramo de alambrión de 1/4" ø de 80 cm. de lon

DETALIES DE CONSTRUCCION

73

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO DETALLE 1:00



TESIS PROFESIONAL UPA
INGENIERIA CIVIL EN C
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ 42414

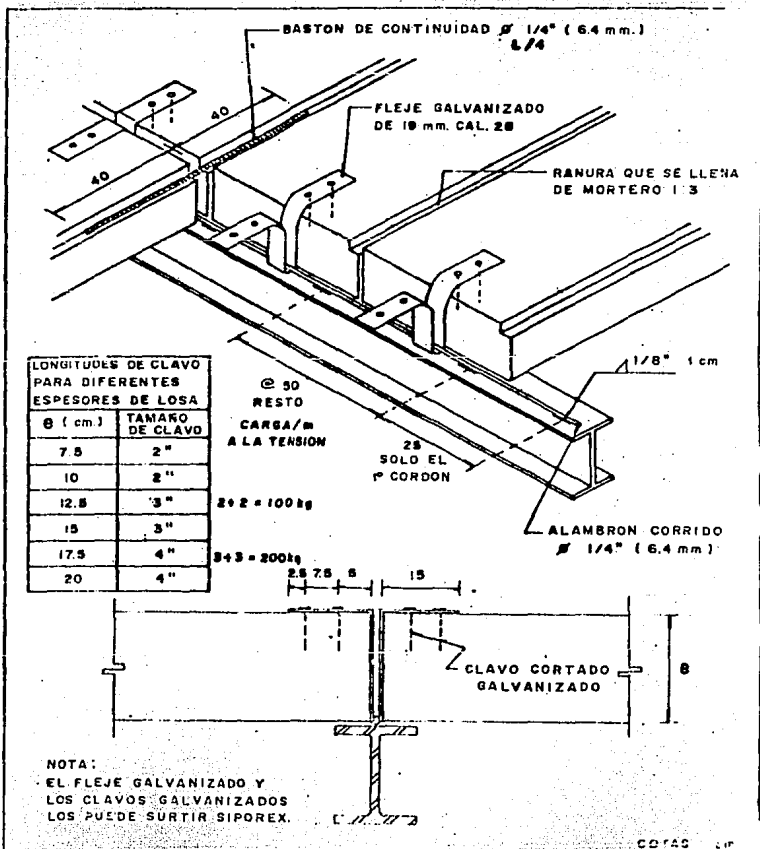
APoyo MINIMO PARA VARIOS
TIPOS DE...

DETALLES DE CONSTRUCCION

74

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO

DETALLE 1.01



LONGITUDES DE CLAVO PARA DIFERENTES ESPESORES DE LOSA	
B [cm]	TAMAO DE CLAVO
7.5	2"
10	2"
12.5	3"
15	3"
17.5	4"
20	4"

@ 50
 RESTO
 CARGA/m
 A LA TENSION

2 + 2 = 100 kg

3 + 3 = 200 kg

TESIS PROFESIONAL
 INGENIERIA CIVIL
 SALVADOR MARCELA VAZQUEZ

U.H.A.M.
 EN P
 ACATLAN

ANCLAJE DE LOSAS A ESTRUCTURA METALICA

gitud, antes de rellenar la ranura con mortero, cemento, arena 1:3.

Detalle 1.02 .- En viguetas ó en vigas de alma abierta se puede hacer un anclaje más sencillo utilizando una "ancla", que es un tramo de alambón de 3/16", el cuál se va a sostener del Lecho Inferior del patin superior de la vigueta y que deberá quedar a la altura de la ranura de la losa. Las anclas se doblan con anticipación dependiendo del espesor de la losa. Antes de colocar el ancla se debe hacer una pequeña ranura en la losa que es por donde va a pasar el ancla al momento de colocarse.

Detalle 1.03 .- En el caso de trabes prefabricadas de concreto se requiere que al mismo tiempo de colar dichas trabes se le pongan unas grapas de anclaje en forma de "U" invertida, esto es con el fin de sujetar el fleje. Es muy importante que se coloquen exactamente a los 50 cm. para que queden al centro de la losa, o en su defecto pasar un alambón a todo lo largo sujetándolo con las "U".

Detalle 1.04 .- En zonas en donde la fuerza del viento es muy fuerte y puede haber riesgo de que la losa pueda ser levantada es necesario poner un anclaje más fuerte. Se soldan a cada 50 cm. unos tornillos de anclaje de 3/8" y en la parte superior se coloca una placa con tuerca, se hace un pequeño saque en las losas para poder poner la placa.

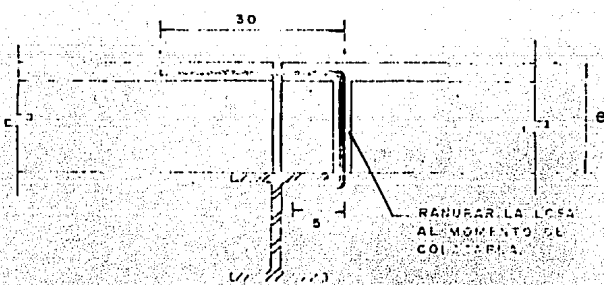
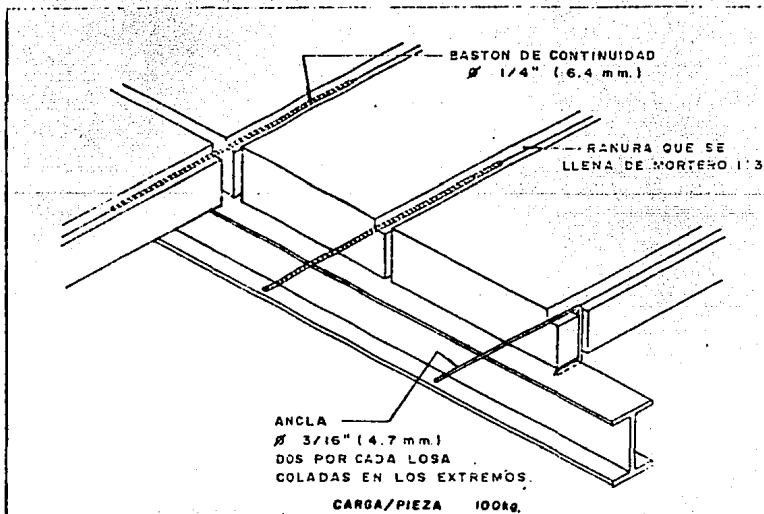
Detalle 1.05 .- Cuando el proyecto requiere que exista un volado en el sentido longitudinal de la losa, pero no hay apoyo para la losa, entonces es necesario poner un retén para apoyo de dicha losa.

Detalle 1.06 .- Como se vió en el capítulo IV para pasar las instalaciones es necesario dejar huecos. Cuando los huecos no rebasan los límites que marca el detalle, no es necesario reforzar para pasar instalaciones, pero cuando hay que dejar un hueco para un domo se necesita un "columpio" para el apoyo de la losa. Cuando el domo es de una

DETALLES DE CONSTRUCCION

78

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO DETALLE 1.02



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA-VAZQUEZ

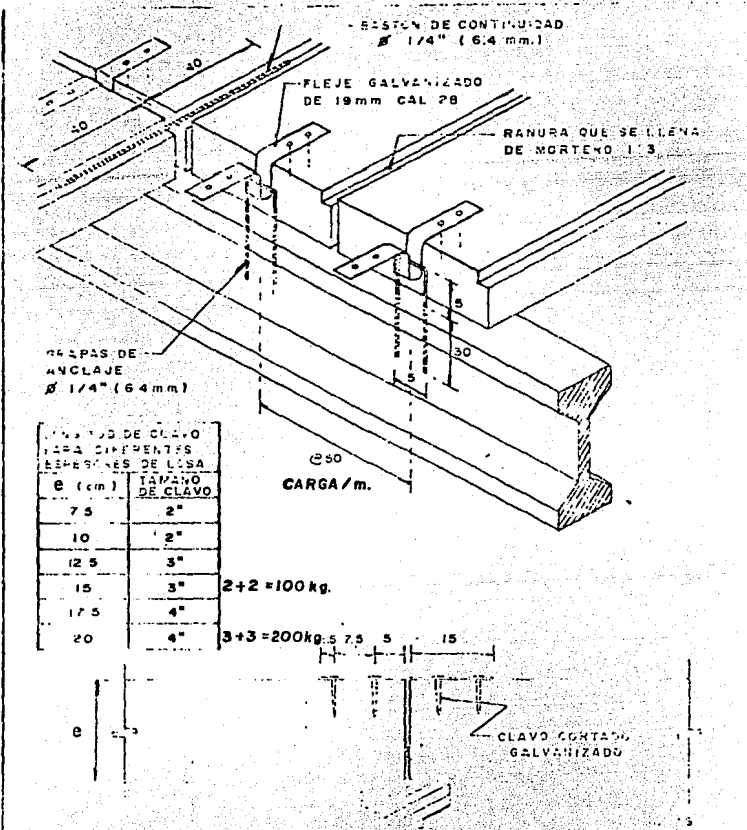
UNAM
ENEP
ACATLAN

ANCLAJE DE LOSA A
ESTRUCTURA DE ACI
(A A A A A A)

DETALLES DE CONSTRUCCION

77

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO DETALLE 1.03



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SAVADOR GARCIA VAZQUEZ

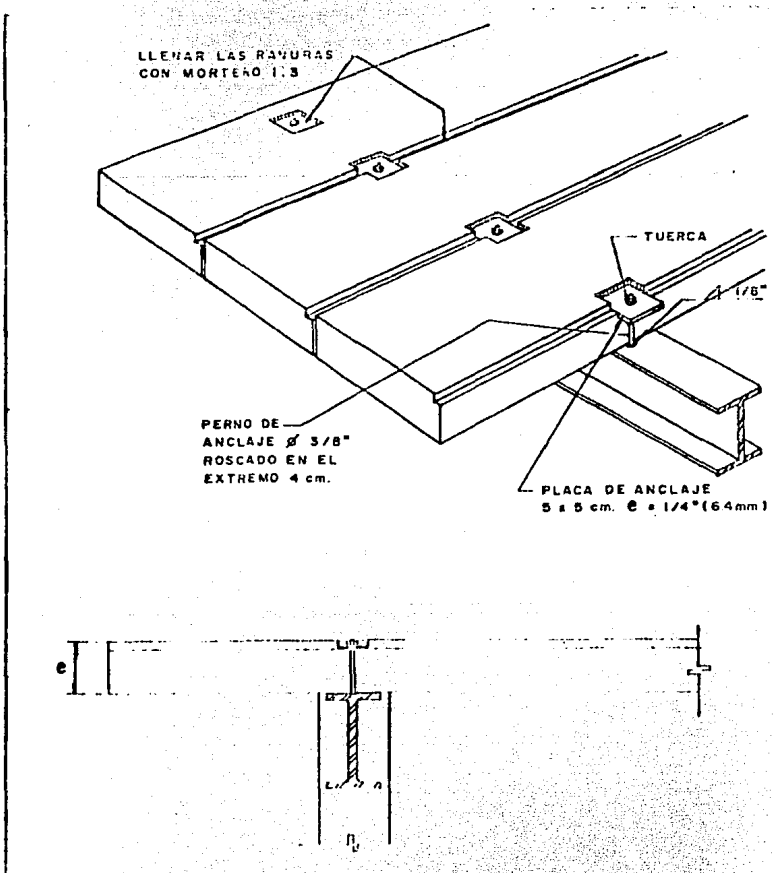
UNIVERSIDAD
ENEF
ACADEMIA

ANCLAJE DE LOSAS
A TRAVES DE UN
SISTEMA DE CONTINUIDAD

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO
DETALLE 1.04

70



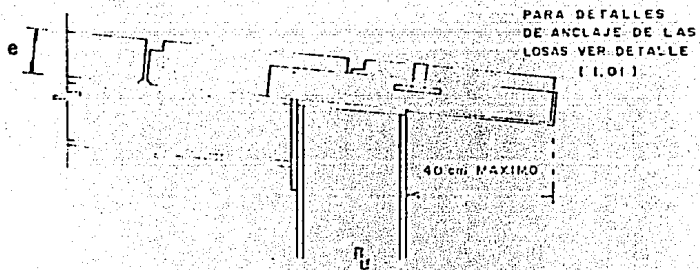
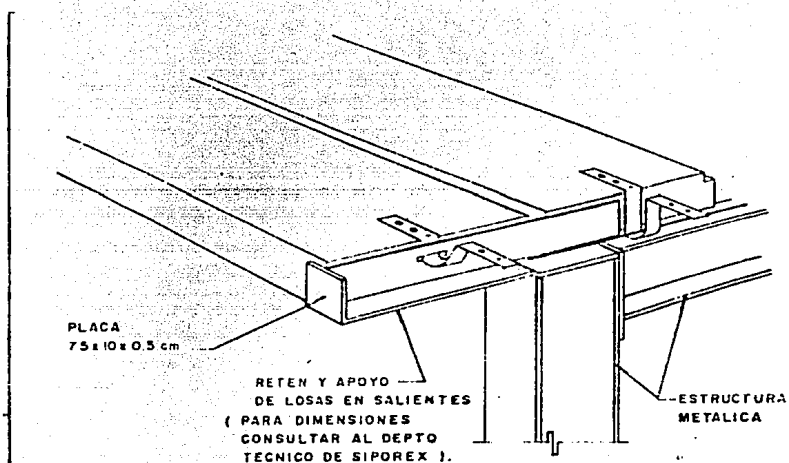
TESIS TERCER CATEGORIA U...
INGENIERO CIVIL ENER...
SALVADOR GARCIA VALDEZ ACATLAN

ANCLAJE DE LOSA
A ESTACAS METALICAS
(OPCIONAL)

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO
DETALLE 1.05

79



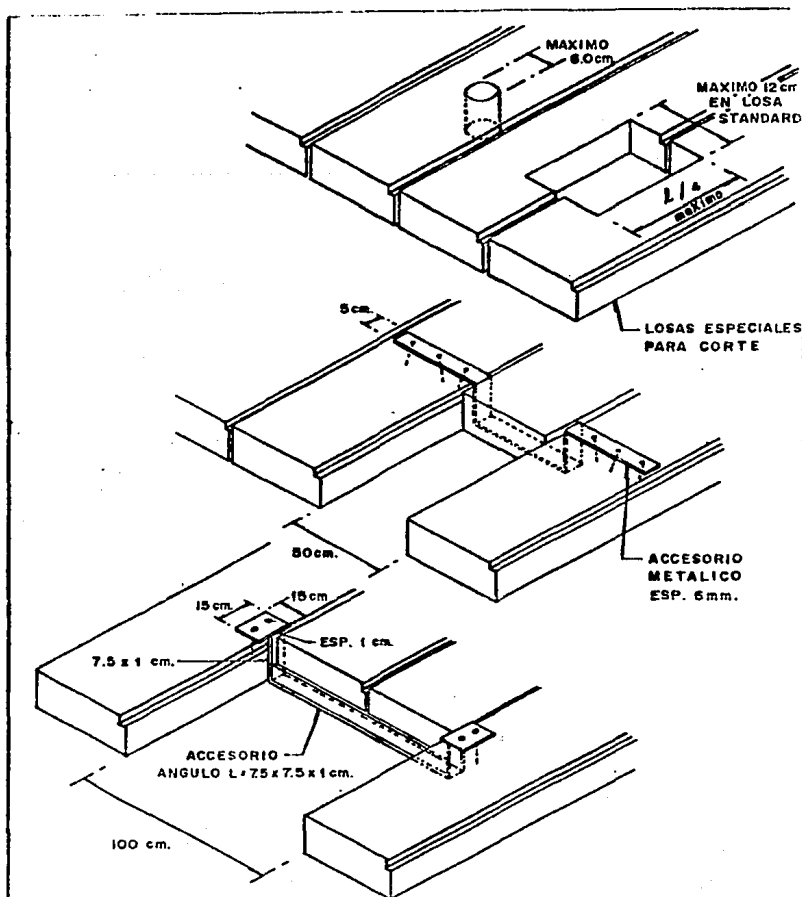
TIPO DE LOSA: UNIA
INSTRUMENTADA EN
SALIDA DE ACATEA

APORTE DE LOSAS
EN CONCRETO

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO
DETALLE 1.06

80



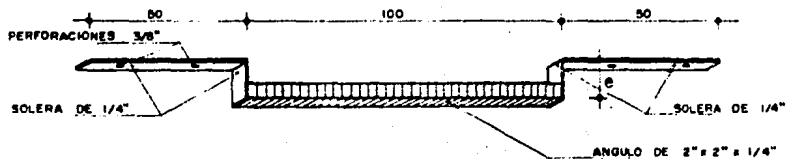
TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

UNAM.
ENEP
ACATLAN

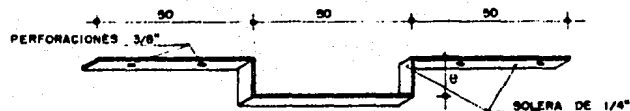
HUECOS EN LOSAS

SIPOREX DE MEXICO S.A. DE C.V.
DETALLE PARA SUJECION DE LOSAS EN ZONA DE DOMOS

TESIS PROFESIONAL U.N.A.M.
 INGENIERIA CIVIL ENEP
 SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN



NOTA:
 LOS DOMOS SERAN DE
 100cm x 100cm



CANTIDAD TOTAL:

- 2 COLUMPIOS DE $\phi = 14.8$ cm
- 2 COLUMPIOS DE $\phi = 12$ cm
- 2 COLUMPIOS DE $\phi = 9.5$ cm

COLUMPIO PARA SUJECION DE LOSAS:

- $\phi = 14.8$ cm PARA LOSAS DE 19 cm DE ESPESOR
- $\phi = 12$ cm PARA LOSAS DE 12.5 cm DE ESPESOR
- $\phi = 9.5$ cm PARA LOSAS DE 10 cm DE ESPESOR

losa el "columpio" se hace de solera, pero cuando es de 2-losas el "columpio" será necesario hacerlo con soporte de ángulo; ó en su defecto aumentar el calibre de la solera.

Detalle 1.07 .- Otro detalle para dejar hueco cuando se trata de losa de borde es haciendo un puente metálico - con ángulos para apoyo de losas.

Detalle 1.08 .- En juntas constructivas para evitar el golpeteo de una losa con otra se deja una tira de lamina mineral entre ambas. En la parte superior se coloca un block con un tapajuntas metálico.

Detalle 1.09 .- Cuando la pendiente es grande (mayor del 5 %) es necesario tener un "tope" para evitar el deslizamiento de las losas, para esto se necesita un accesorio metálico.

Detalle 1.10 .- Igual que el detalle 1.05 solamente que en este caso se trata de estructura de concreto.

ENTREPISOS

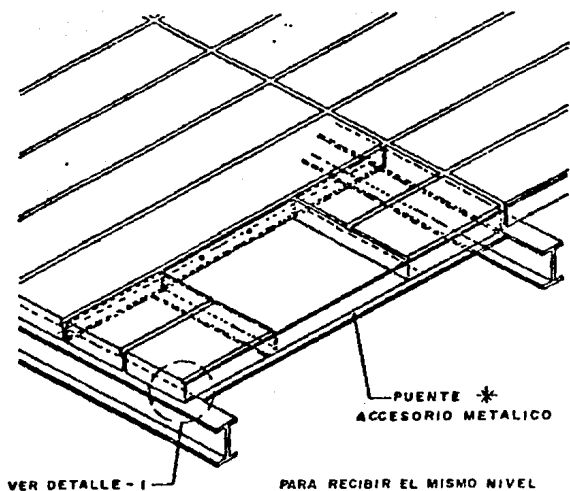
Los detalles de anclaje para entrepisos son los mismos que para techos, con la diferencia que los entrepisos llevan un firme de concreto armado con malla, lográndose así, al conectar la malla con la estructura, diafragmas rígidos horizontales. Otro fin del firme es endurecer la superficie del entrepiso contra la abrasión que significa el tráfico sobre el mismo.

En países Europeos en donde no existen condiciones sísmicas y por lo cual la necesidad de formar un diagrama rígido no es necesario, se logra el endurecimiento de la superficie a través de emplastecer el piso con una mezcla de cemento y PVA de aproximadamente 3 mm. de espesor ó clavando sobre el síporex una loseta de fibra de madera aglutinada de 1/2" de espesor.

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO
DETALLE 1.07

83

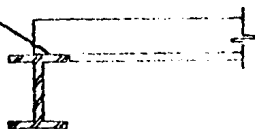


PUENTE *
ACCESORIO METALICO

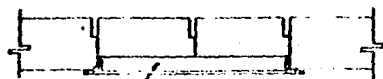
VER DETALLE - I

PARA RECIBIR EL MISMO NIVEL
ENTRE LA VIGA Y EL PUENTE SE
CORTA EL ANGULO SOBRE EL APOYO

* CONSULTAR AL DEPTO.
TECNICO DE SIPOREX
PARA MAYORES DETALLES
DIM DEPENDE EN LA CARGA.



DETALLE - I



ANGULO L, APOYO PARA LOSAS CORTADAS

TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

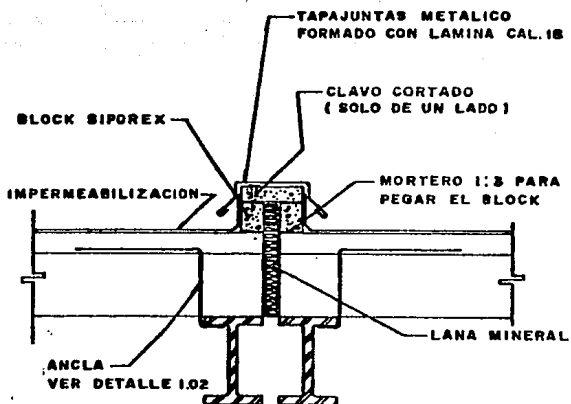
U.N.A.M.
ENEP
ACATLAN

HUECOS EN BORDE
DE LOSAS.

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO
DETALLE 1.08

84



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

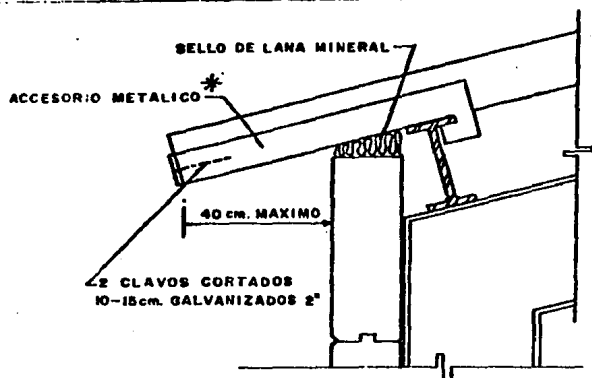
UNAP
ENEP
ACATLAN

DETALLE DE JUNTA
CONSTRUCTIVA.

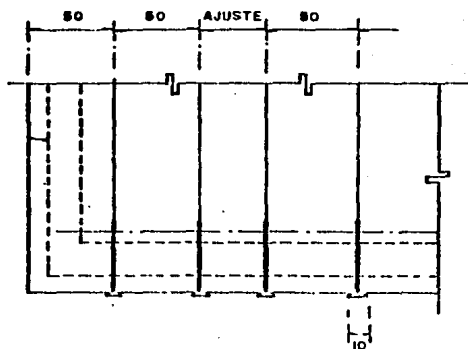
DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA TECHO Y ENTREPISO
DETALLE 1.09

85



* PARA MAYORES DETALLES CONSULTAR
AL DEPTO. TECNICO DE SIPOREX



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

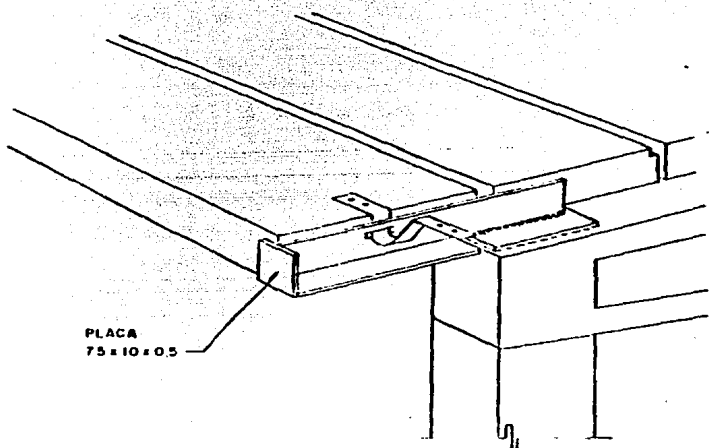
UNAM.
ENEP
ACATLAN

RETEN DE LOSAS EN
ESTRUCTURA METALICA

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOZAS PARA TECNO Y ENTREPISO
MODELO 110

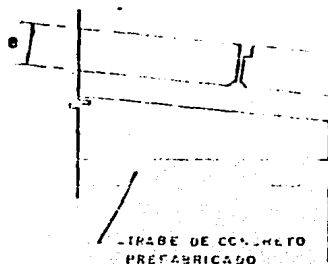
86



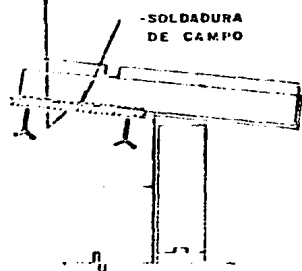
PLACA
75x10x05

* PARA MAYORES DETALLES CONSULTAR
AL DEPTO. TECNICO DE SIPOREX.

PLACA DE ANCLAJE DE
ACCESORIO METALICO



TRABE DE CONCRETO
PREFABRICADO



SOLDADURA
DE CAMPO

INGENIERO PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SILVADOR GARCIA VILLALBA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
CONSTRUCCION

En las losas de techo no es necesario el firme sino únicamente el impermeabilizante.

MUROS DIVISORIOS

Las losas de muro divisorio que se utilizan en oficinas, apartamentos habitacionales, hoteles, etc. normalmente son de espesores de 7.5 y 10 cm; el muro puede ser permanente ó desmontable para alguna ampliación a futuro.

El muro que se utiliza normalmente es el llamado muro divisorio semiflotante o flotante según la necesidad del proyecto.

Este muro puede ser troquelado a clavos hiltl en la parte superior del techo y acañado en la parte inferior -- con cuñas de madera ó bien se puede colocar en la parte superior un canal corrido a lo largo del muro de 2.5 cm, ó 5 cm. de ceja de lámina negra cal. 18 ó 20, instalado con clavo hiltl y en la parte inferior cuñas de madera.

En ambos casos se ponen tiras de poliestireno ó fibra de vidrio en la parte superior así como a todo lo largo -- cuando el muro llega a una columna. También se colocan 2 placas trapezoidales para dar mayor rigidez al muro y evitar que se mueva durante la colocación. Entre muro y muro se coloca un pegamento tipo cemento Crest a todo lo largo del muro, por último se rellena con mortero la diferencia que existe entre el muro y el piso.

MUROS EXTERIORES

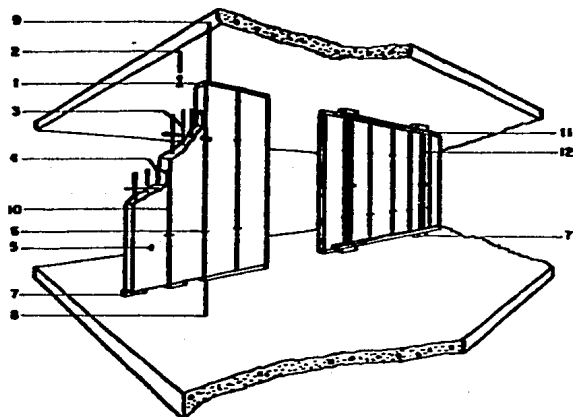
- a).- Muros Horizontales
 b).- Muros Verticales dependiendo del proyecto

Las losas de muro siporex se pueden colocar horizontalmente entre los soportes de edificios con estructura, ó verticalmente desde el muro de cemento a los elementos de

DETALLES DE CONSTRUCCION

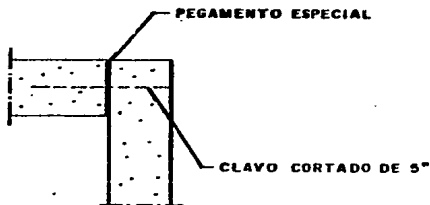
LOSAS PARA MUROS DIVISORIOS

88



- 1 - Poliestirano autocollante
- 2 - Ancla HD10 e similar @ 100 cms.
- 3 - Armado del muro
- 4 - Pegamento especial
- 5 - Muro divisorio Siporex
- 6 - Placas trapezoidales colocadas en 60°

- 7 - Cores de madera
- 8 - Relevo de mortero
- 9 - Pegamento especial
- 10 - Junta vertical empotrada y fijada
- 11 - Reglas metálicas
- 12 - Gatos de tornillos para fijar reglas metálicas



DETALLE DE ESQUINA

TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

UNAM
ENEP
ACATLAN

DETALLES PARA COLOCACION

sopORTE horizontal.

Las losas grandes y ligeras se manejan fácilmente, reduciendo drásticamente el tiempo de construcción en comparación con otros materiales convencionales. Se presentan idealmente para muros de naves industriales que se pueden desmontar y reconstruir en caso de ampliaciones, con una recuperación de 75 a 90 % del material.

a).- MUROS HORIZONTALES

Detalle 2.01 .- Se presenta un caso común en industrias con columnas formadas por Vigueta "I" como soporte, se solda previamente a la colocación del muro, un perno roscado en el extremo a cada 50 cm.; se coloca el muro y se sostiene con una placa sujeta al perno con rondana y tuerca. Para tapar la placa y el perno se utiliza una moldura como tapajunta (opcional). Es importante que el muro se coloque sobre un rodapie de concreto, el cuál debe estar impermeabilizado en la base.

Detalle 2.02 .- Sobre estructura metálica como apoyo se colocan previamente a la instalación del muro unas anclas en forma de "U", la cuál queda completamente soldada de un lado y por el otro una vez colocado el muro se fija con una placa de fijación y 3 clavos cortados para cada losa. En la junta se utiliza un sello elástico para evitar el paso del aire y polvo, si lo requiere la obra, como ejemplo en laboratorios.

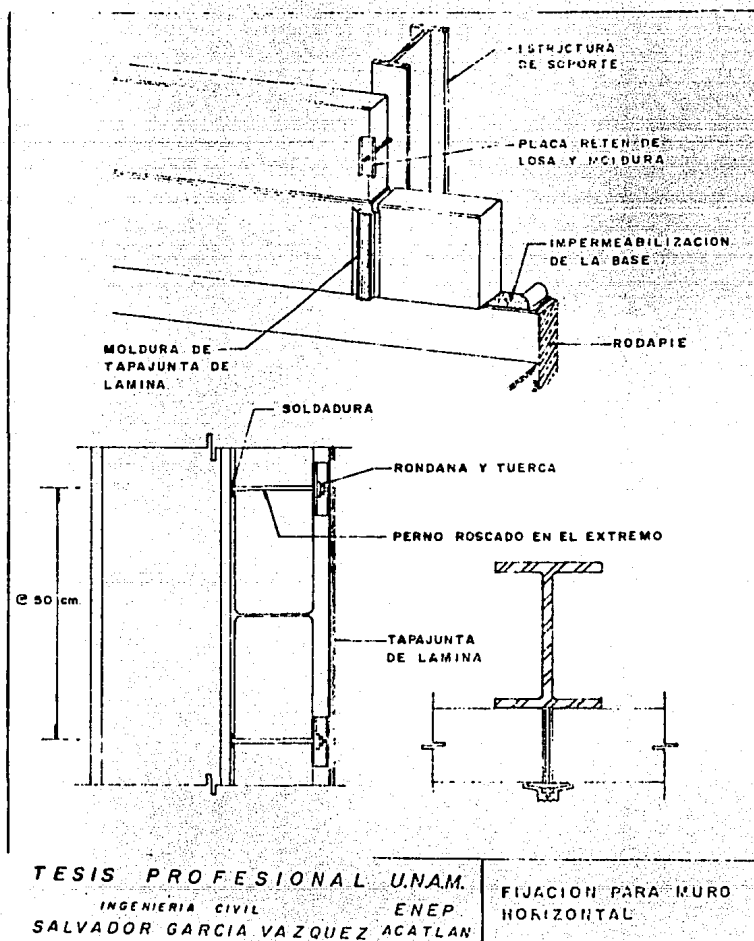
Detalle 2.03 .- En el caso de esquinas se puede cubrir la columna con el muro horizontal. El anclaje es el mismo que en el Detalle 2.02, solamente que el sello elástico se coloca en la esquina de ambos muros. Este detalle se utiliza cuando se trata de recubrir la columna metálica con muro de siporex por especificaciones contra incendio.

Detalle 2.04 .- Se puede hacer en muros horizontales con estructura metálica el mismo anclaje que en techos Detalle 1.01, se deja un alambroñ corrido a lo largo de la co

DETALLES DE CONSTRUCCION

90

LOSAS PARA MUROS DETALLE 2.01



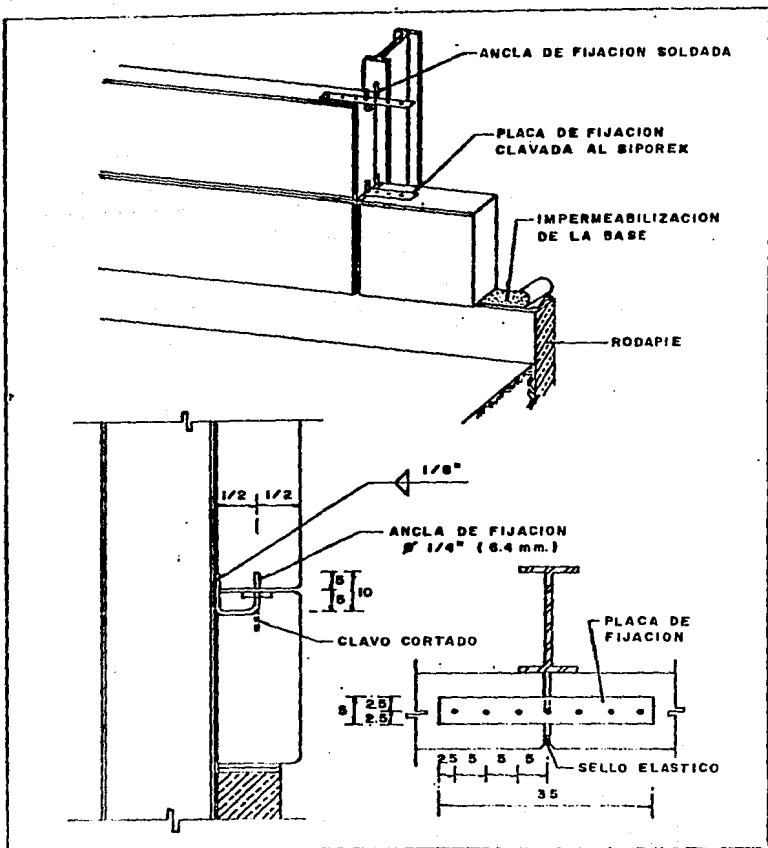
TESIS PROFESIONAL UNAM.
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN

ENEP

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA MUROS
DETALLE 2.02

81



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

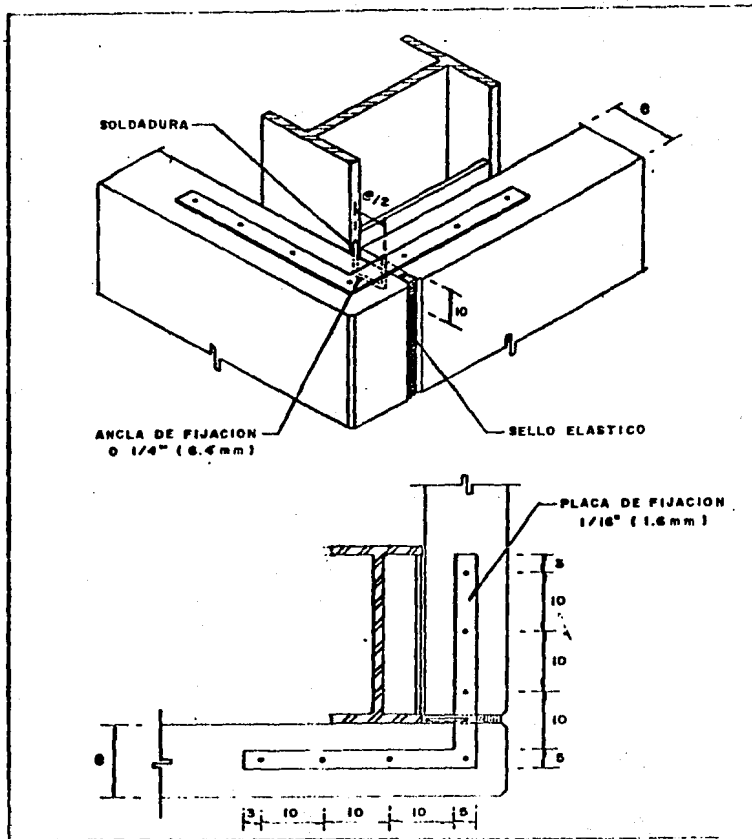
UNAM.
ENEP
ACATLAN

ANCLAJE DE MURO
HORIZONTAL

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA MUROS
DETALLE 2.03

82



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

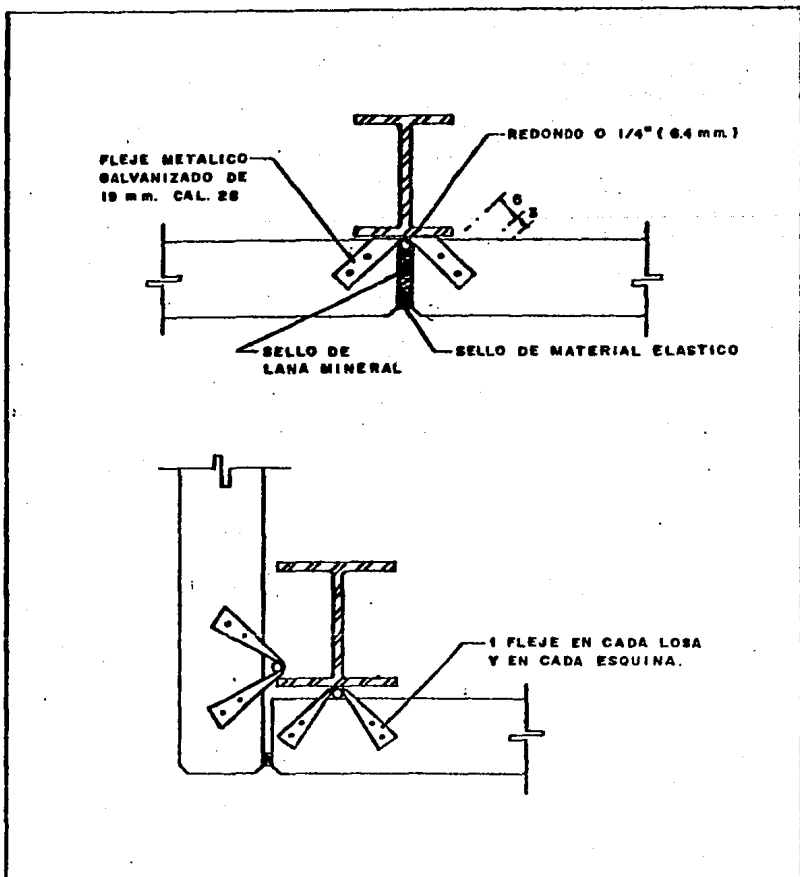
UNAM
EAEP
ACATLAN

ANCLAJE DE MURO
HORIZONTAL, DETALLE
DE ESQUINA.

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA MUROS
DETALLE 2.04

92



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

UN.A.M.
ENEP
ACATLAN

ANCLAJE DE MURO
HORIZONTAL.

lumna y al centro. Por entre la columna y el alambroón se pasa un tramo de fleje galvanizado y se clava en ambos lados del muro, se hace el sellado de la junta.

Detalle 2.05 .- Otra forma de fijación de muros horizontales a estructura metálica es dejando previamente soldados ángulos de apoyo en la columna, dichos ángulos llevan 2 perforaciones entre las cuales se deberá pasar unos clavos cortados galvanizados para sujetar el muro horizontal con el ángulo.

Detalle 2.06 .- El mismo detalle 2.05 pero en esquina.

b).- MUROS VERTICALES

Detalle 3.01 .- Este detalle se utiliza principalmente en el sistema de transporte colectivo "metro" específicamente en los talleres de gran revisión de el Rosario y Ticomán.

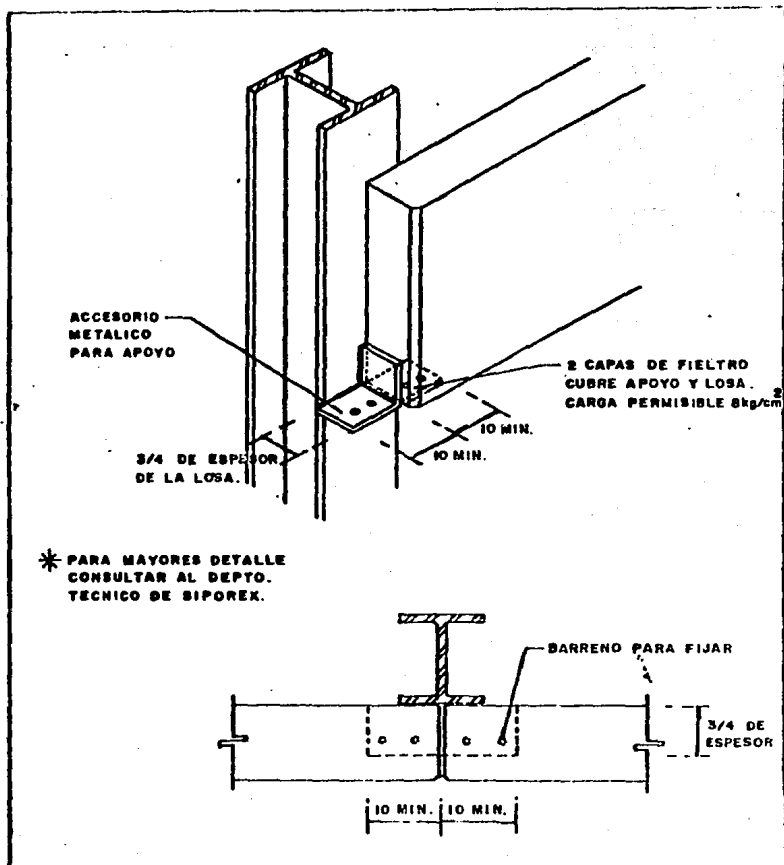
Se deja soldado a la estructura un ángulo tanto en la parte superior como en la inferior. Se utiliza una placa de anclaje llamada "placa canadiense" la cual se va a sostener del ángulo. La placa canadiense tiene una perforación por la cual se va a pasar un gancho galvanizado (gancho para asbesto) con rondana y tuerca. El gancho va clavado al muro por medio de un clavo cortado de 4" con rondana.

Detalle 3.02 .- En muros verticales también es posible hacer el anclaje por medio del fleje galvanizado sujeto a la columna metálica, solamente que necesita ser más largo ya que lleva 4 clavos cortados por fleje; sólo en la parte superior.

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA MUROS
DETALLE 2.05

85



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

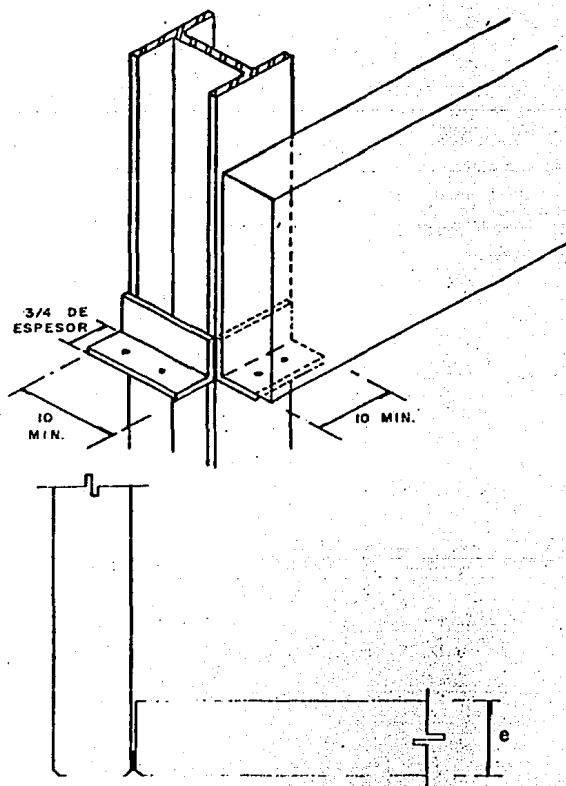
U.N.A.M.
ENEP
ACATLAN

APOYO DE LOSA EN MURO
HORIZONTAL PARA FORMAS
VENTANAS Y PUERTAS.

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA MUROS
DETALLE 2.06

86



TESIS F. I. S. I. L. U. P. A.
ING. CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

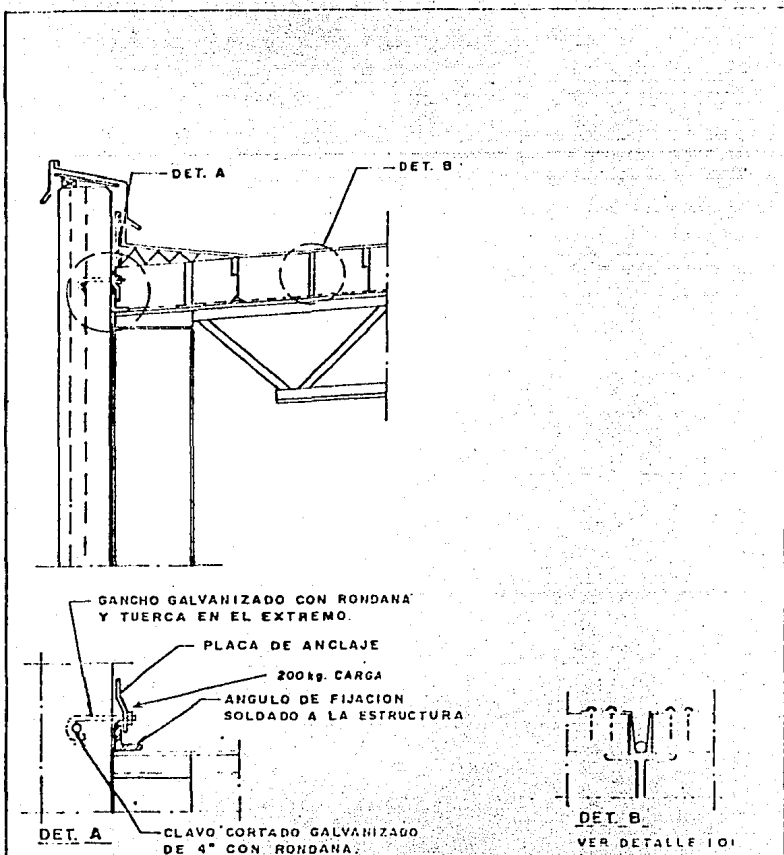
U. P. A.
EN P.
ACAPLAN

AROYO DE LOSA EN
MURO HORIZONTAL
DETALLE EN ESQUINA

DETALLES DE CONSTRUCCION

LOSAS PARA MUROS VERTICALES
DETALLE 3.01

97



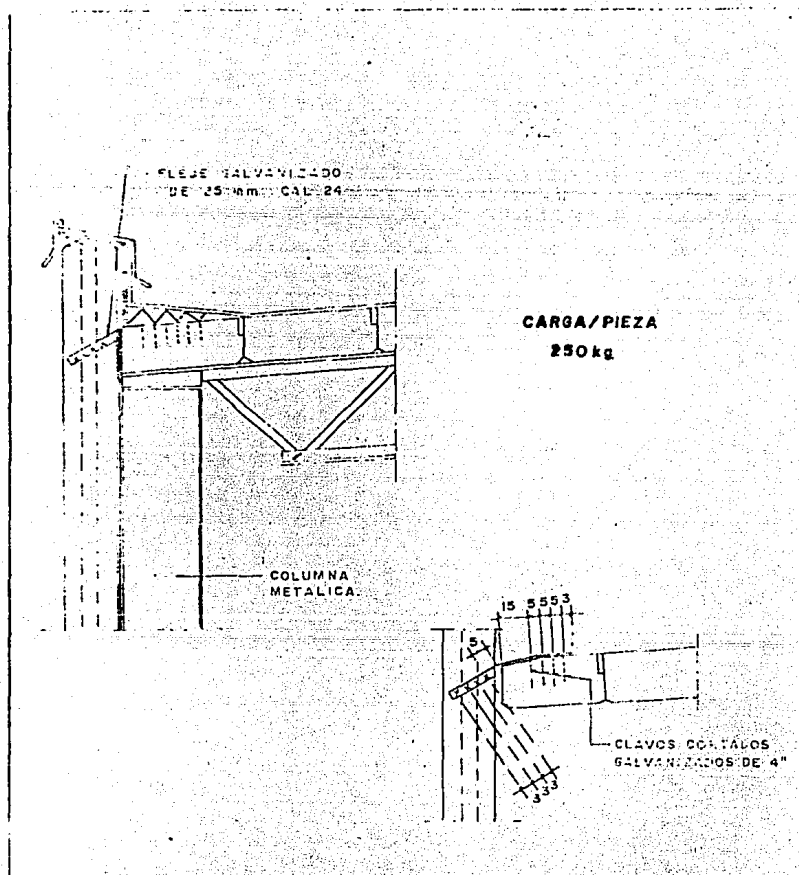
TESIS PROFESIONAL U.I.A.M.
INGENIERIA CIVIL ENEP
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN

ANLAJE SUPERIOR DE
LOSAS VERTICALES.

DETALLES DE CONSTRUCCION

99

LOSAS PARA MUROS VERTICALES
DETALLE 3.02

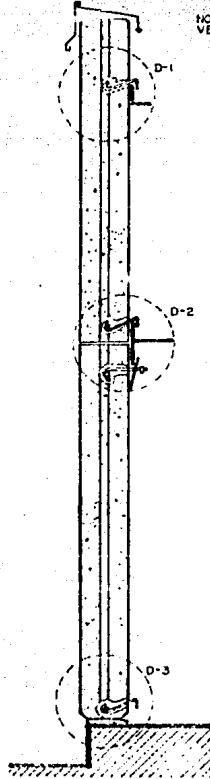


TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

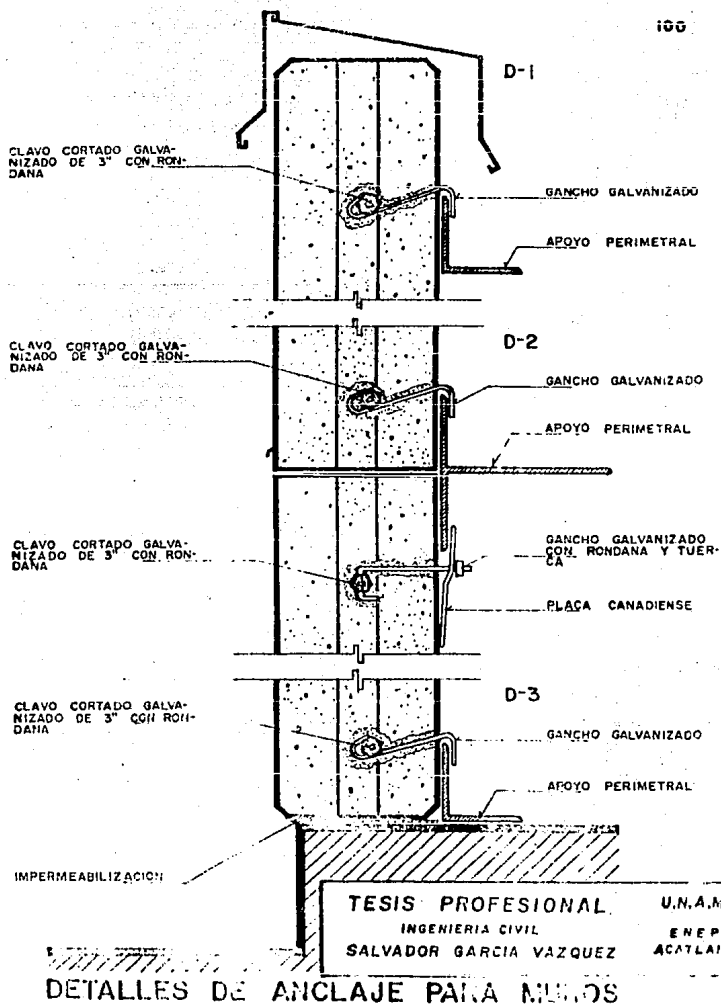
U.N.A.M.
ENEP
ACATLAN

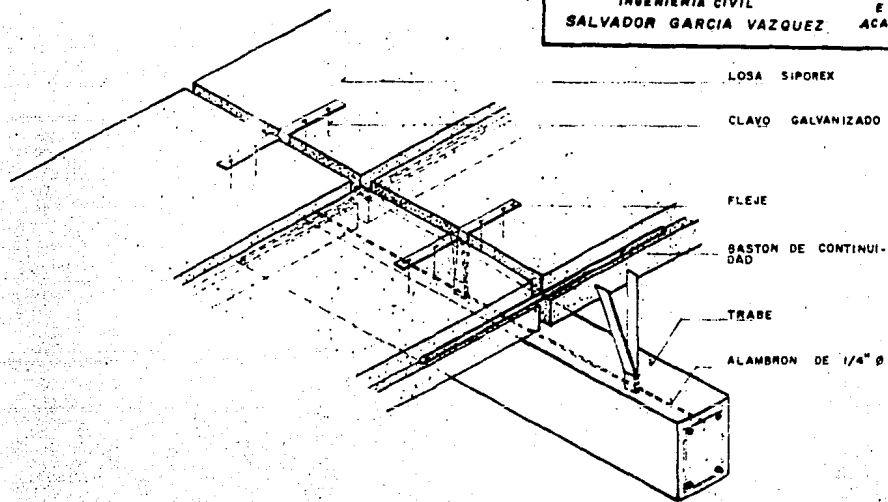
ANCLAJE SUPERIOR DE
LOSAS VERTICALES

NOTA
VER DETALLES D-1, D-2, D-3

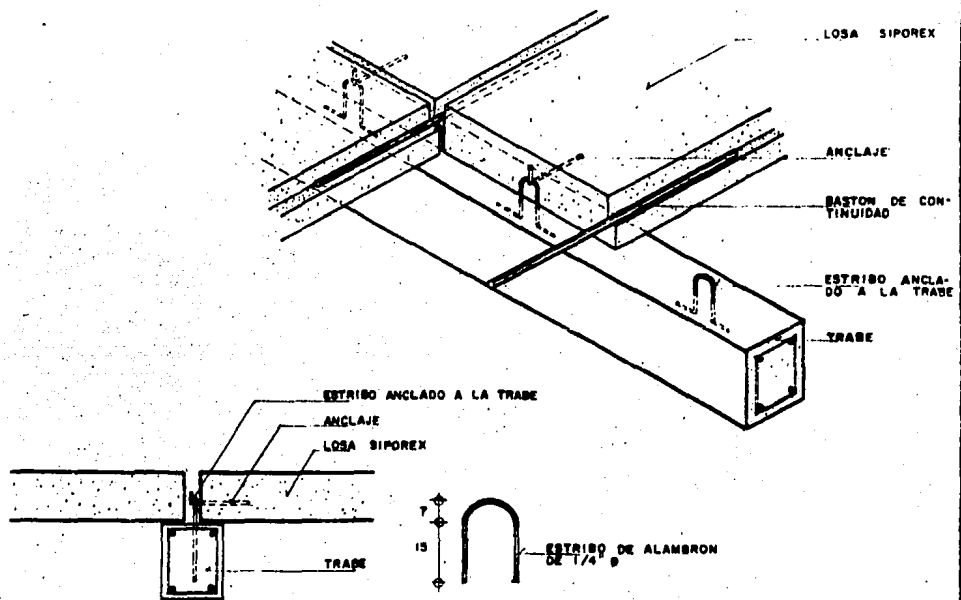


ANCLAJE PARA MUROS



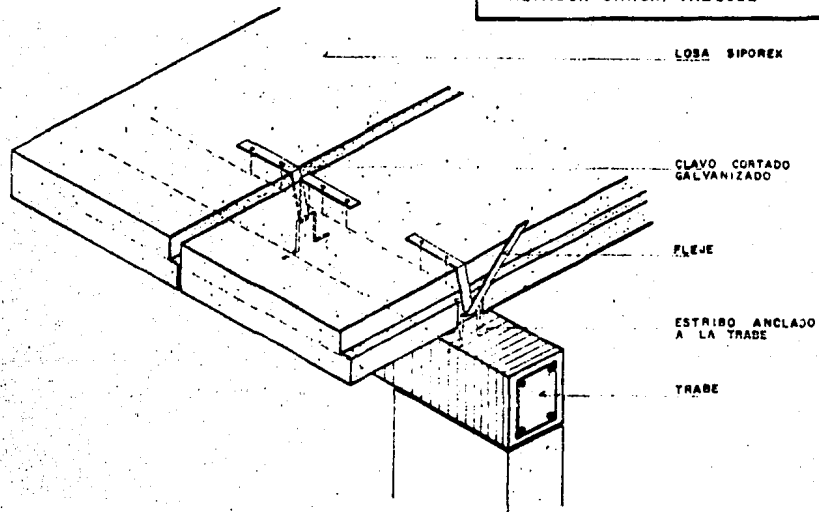


DETALLE DE ANCLAJE 10

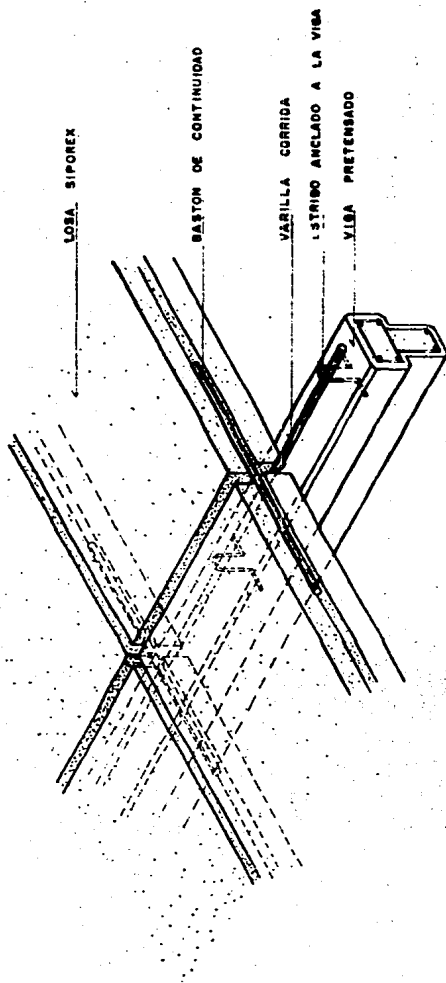


DETALLE DE ANCLAJE

TESIS PROFESIONAL **U.N.A.M.**
 INGENIERIA CIVIL **ENEP**
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ **ACATLAN**



DETALLE DE ANCLAJE EN LOSAS CON VOLADO



DETALLE DE ANCLAJE 3

TESIS PROFESIONAL U.N.A.M.
INGENIERIA CIVIL ENEP
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN

DETALLES DE CONSTRUCCION

105

ACCESORIOS

CLAVOS CORTADOS



LONG	f.	N perm	T perm
50	0	25	15.0
60	0	40	22.0
75	0	100	24.0
100	25	105	24.0
100	0	115	32.0
125	25	115	32.0
125	10	125	34.0
125	0	135	50.0
150	50	140	34.0
150	25	155	40.0
150	10	180	40.0
150	0	200	66.0

TAQUETE DE THORSMAN



TIPO	LONG mm	BARRENO mm	N perm	T perm
TP1 AMARILLO	25	5	90	-
TP2 ROJO	35	5	130	-
TP25 CAFE	40	6	200	17.0
TP3 AZUL	50	6	250	35.0
TP35 AZUL	50	6	440	44.0
TP4 VERDE	50	10	370	71.0
TP4 GRIS	70	12	400	76.0
TP16 NARANJA	80	14	500	90.5

TAQUETE DE FISCHER



TIPO	LONG mm	BARRENO mm	N perm	T perm
S3	25	5	55	-
S5	30	5	65	-
S8	40	7	125	17.0
S10	50	9	180	35.0
S12	60	11	345	44.0
S14	70	13	600	71.0
S16	80	15	800	76.0
S20	100	19	960	90.5

- TODAS LAS CANTIDADES PERMITIDAS EN KILOS.

TESIS PROFESIONAL

UNAM

INGENIERIA CIVIL

ENEP

SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

ACATLAN

TABLAS DE LA

CAPITULO VI

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE COLOCACION

1).- Grúas .- El montaje del Siporex se suele efectuar con pequeñas grúas u otros equipos ligeros, pero tambien es posible hacerlo manualmente (una losa de 0.50 x 3.00 x 0.10 mts. pesa alrededor de 80 Kg). La mano de obra requerida para el sistema siporex no requiere ser especializada cualquier persona con un mínimo de conocimientos puede hacer uso del sistema con una pequeña explicación, ya que la colocación y los anclajes son muy fáciles.

El montaje de la losa siporex se puede efectuar en el caso de techos directamente del camión al lugar de colocación por medio de la grúa del mismo camión.

La grúa que se utiliza en obras grandes es una grúa ligera marca Boilot que tiene las siguientes características:

1.- Grúa distribuidora autodesplegable BP 700-15 es una grúa teleaccionada de montaje instantánea con ganchos en la base. Apoyada sobre bastidor con ruedas neumáticas. -- Se puede remolcar con su lastre en tramos cortos dentro de la obra, tiene un par de carga de 7.8 toneladas (en el extremo de la pluma). Los detalles de carga máxima y longitudes se representan en la Figura VI-1

2.- Grúa distribuidora autodesplegable BP 1000-19 -- es una grúa automotora sobre bastidor automotor, de ruedas neumáticas. Teleaccionada de montaje instantáneo se puede remolcar con su lastre. Tiene un par de carga de 10.45 -- toneladas/m. (en el extremo de la pluma). Los detalles de carga máxima y longitudes se representan en la Figura VI-2

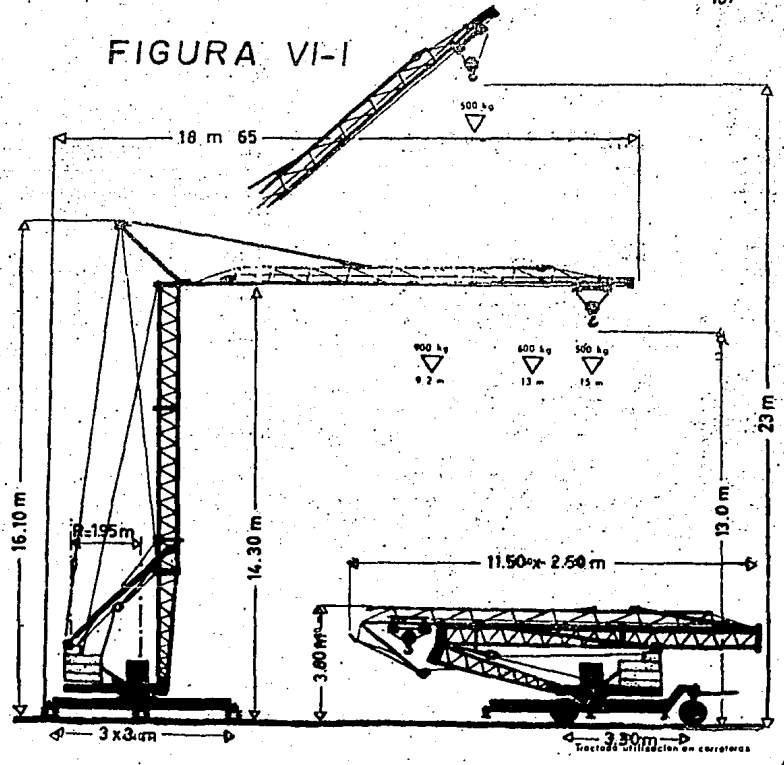
Grúa distribuidora autodesplegable BP 700-15



La columna de la grúa está planeada con guías en la base. Se desmonta con ruedas neumáticas y se puede remolcar con 40 hp. Capacidad de carga 7.8 toneladas con el extremo de la pluma.

107

FIGURA VI-I

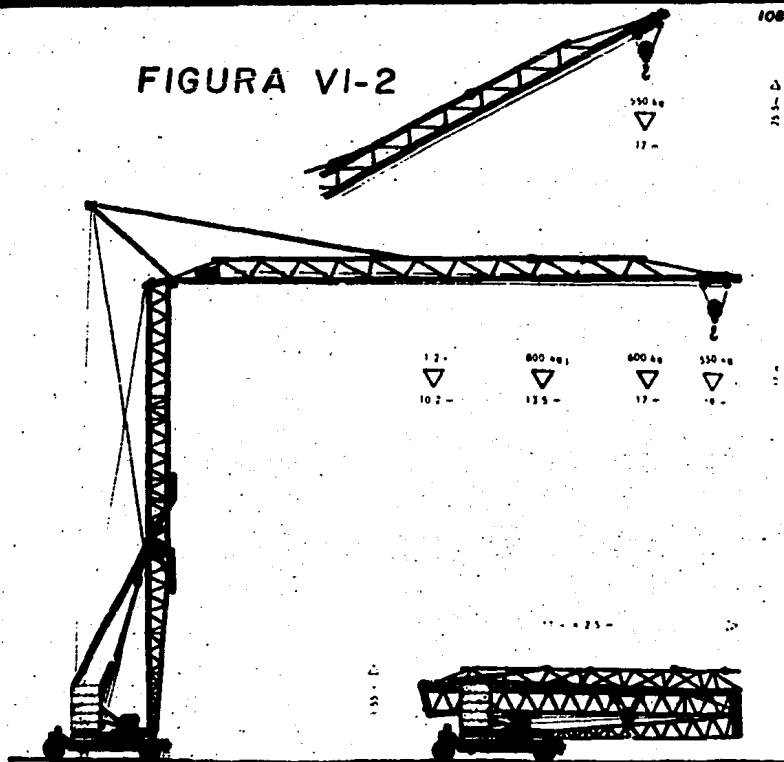


Grúa distribuidora autodesplegable BP 1000-19



Automóvil sobre bastidor tubular con ruedas neumáticas
teleaccionada de montaje instantáneo
se puede operar en cualquier terreno
por un operario. Capacidad máxima de carga 1000 kg.

FIGURA VI-2



108

Δ
1
2
3



1700

830

600

350

14

10

13

17

19

3.- Grúa distribuidora autodesplegable BP 1420, es una grúa teleaccionada de montaje instantáneo con gatos en la base, sobre bastidor con ruedas de neumáticos. tiene un par de carga de 75 Toneladas/m. (en el extremo de la pluma) Los detalles de carga máxima y longitudes se representan en la figura Vi -3.

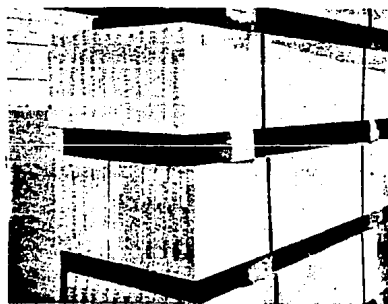
También es posible utilizar otro tipo de grúas como por ejemplo las grúas torre o las grúas viajeras.

La descarga del material se efectúa en diferentes lugares de la obra según el plano de distribución de la colocación, para evitar los transportes largos en la obra.

Se puede descargar la estiba con grúa y bandas ó un accesorio (uñas especiales para la descarga con grúa) ó a mano una a una. Para la descarga se recomienda hacer estibas (no se debe colocar directamente al suelo).

Los apoyos se ponen a 50 cm. del extremo de las losas. Las estibas no deben ser más altas de 1.5 m. todos los productos se protegen contra la lluvia.

DIBUJOS DE ESTIBAS



ESTIBA DE LOSAS PARA MURO

Grua distribuidora autodesplegable BP 1420

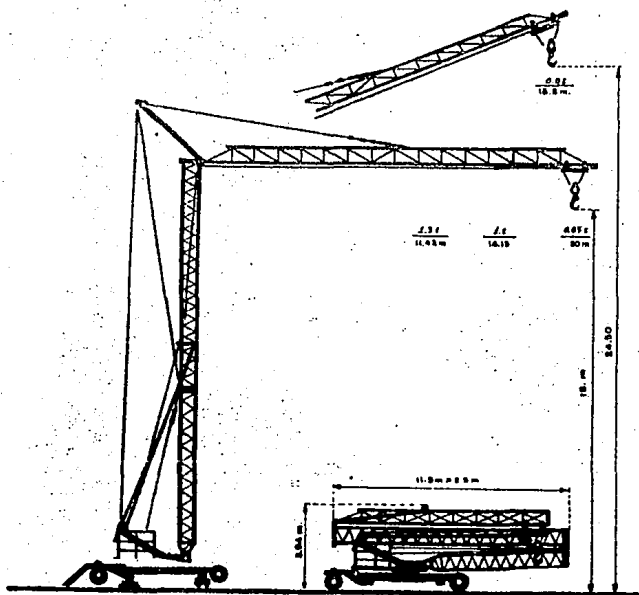
Teleaccionada de montaje instantáneo góndolas en la base
sobre bastidor con ruedas neumáticos
pot. de carga 75 toneladas métricas (en el extremo de la pluma)



boillot

110

FIGURA VI-3



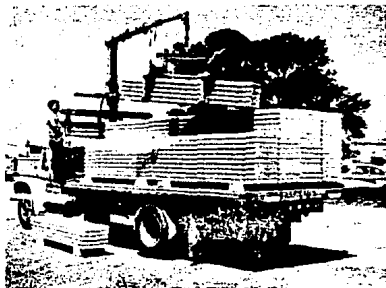
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LOSAS SIPOREX

TRANSPORTE

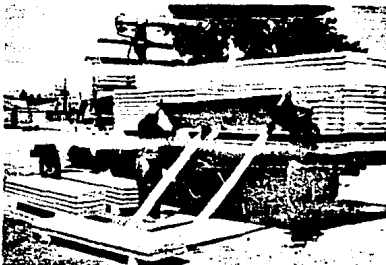
Las losas Siporex para entpiso y techo deben transportarse, estibarse y colocarse con la ranura hacia arriba.

Las losas para muro deben transportarse y estibarse de canto.

Las estibas en los camiones o en los carros de ferrocarril deben quedar en la misma dirección del movimiento.



DESCARGA CON GRUA



DESCARGA MANUAL

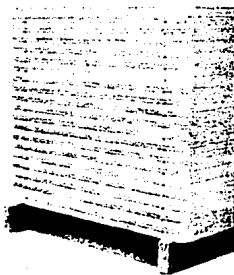
Para evitar posibles desplazamientos de estibas, estas se fijan con flejes, amarres y troqueles.

DESCARGA

La descarga de las losas puede hacerse con grúa, o por medio de dos polines, deslizándolas momentáneamente al revés para que no se raye la cara que normalmente quedará aparente y estibándolas sobre otros dos polines colocados a unos 25 cm. de sus extremos.

En el movimiento de las losas debe evitarse el uso de barras, ganchos o cualquier otra herramienta que dañe al material.

Se recomienda que al hacer las estibas en la obra se separen las losas por tamaños a fin de simplificar su colocación.



ESTIBA DE LOSAS PARA TECHO O ENTREPISO

2).- Malacates.- Otra forma de izar el techo ó muro siporex es con un malacate sencillo de 1/2 Ton. ó más dependiendo de la altura, se coloca una viga con garruchas en la parte superior y el cable del malacate se une a las garruchas.

Se hace un estrobo (un tramo de cable manilla doblado) y se une a la garrucha para que una vez que el malacate -- empiece a subir no corra riesgo de soltarse al ir subiendo, con el malacate se suben las losas pequeñas y grandes (largas) dependiendo del tamaño, el peso y la altura se suben una a una ó en paquetes de 2 ó de 3. El malacate se utiliza tanto para subir la losa como para subir el mortero cemento: arena que se utiliza para el junteo de techos, agua, materiales auxiliares, etc.

3).- Diablos.- Los diablos que se utilizan para -- transportar la losa horizontalmente tanto a nivel de planta baja para los acarreos del lugar de descarga al lugar de izaje, también para transportar la losa del lugar de -- izaje al lugar de colocación son diablos normales manuales como los utilizados para transportar refresco o cualquier otro producto, pero con la diferencia de que tienen cortado la base de transporte. (como se ve en la Figura VI-4).

4).- Accesorios.- Para el izaje de las losas de techo con la grúa es necesario poner en el gancho de la grúa una "uña para techos" que es el accesorio que va a sujetar y aprisionar la losa para evitar que se mueva durante el -- trayecto con la grúa hasta el lugar de colocación. Ver -- Fig. VI-5, las "uñas para muros" que sirven también para -- sujetar y aprisionar la losa de muro pueden ser en 2 formas. Ver Fig. VI-6.

A).- Uña para muro para sujetar el muro por la parte superior.

B).- Uña para muro con gancho para sujetar el muro -- por un costado. Ver Figura VI-6

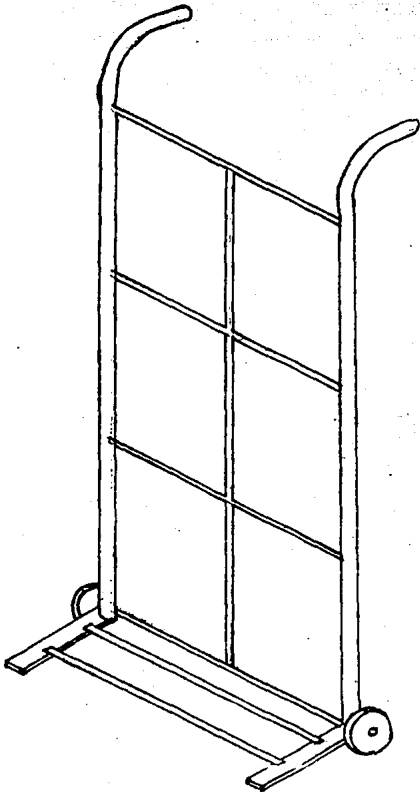


FIGURA VI-4



FIGURA VI-5

Otro accesorio para utilizar en las losas de techo - elevadas con grúa es el cable de acero con escuadra de ma dera para subir la losa una a una. Ver Figura VI-7.

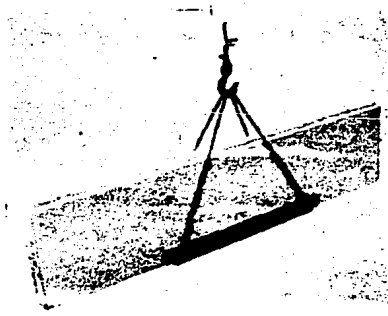
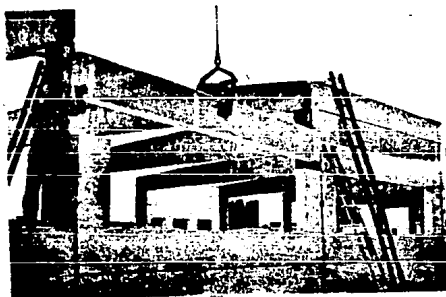


FIGURA VI-7

MANIOBRA CON CABLE Y ESCUADRA DE MADERA



A



B

FIGURA
VI-6

Si se requiere subir varias losas en paquete se utilizan unas bandas de cuero como se ve en la Figura VI-8. Estas bandas se sujetan con una viga,

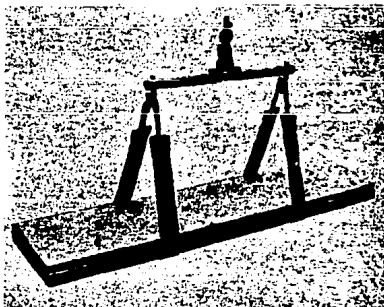


FIGURA VI-8

MANIOBRAS CON BANDAS

5).- Herramientas de colocación.- Las herramientas más comunmente utilizadas para la colocación de muros y techos es la siguiente:

a).- Garruchas dobles y sencillas con cable para el malacate.

b).- Serrucho Sardina.- Para hacer los cortes de las losas (se puede utilizar también un serrote de carpintería).

c).- Martillos.

d).- Cucharas de albañilería.

e).- Segueta normal de 24" .- Para hacer los cortes de alambroón de las losas, ó en su defecto los cortes pueden hacerse con cortadora y disco.

CAPÍTULO VII

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

1).- Programas de actividades.- como en toda obra es necesario preparar un programa de actividades para saber - como atacar todos y cada uno de los conceptos a desarrollar.

Una característica deseable de un buen contratista es - un cierto grado de insatisfacción con los planos y métodos - en consideración para la construcción de la obra. Un con- tratista que no se mantiene al día en sus conocimientos so- bre equipos y métodos se encontrará pronto con que sus com- petidores le están sacando delantera en los contratos. Es- necesario estudiar cada proyecto de manera que se puedan se- leccionar los métodos y el equipo que produzcan la mayor -- economía en la construcción.

Las sugerencias para posibles reducciones en los cos- tos de construcción incluyen, pero no están limitadas a lo- siguiente:

1.- Estudios preliminares del proyecto y del sitio -- para determinar el efecto de:

- a).- Topografía.
- b).- Geología.
- c).- Clima.
- d).- Fuentes de abastecimiento de materiales y combus- tibles.
- e).- Acceso a la obra.
- f).- Habitaciones si se requieren,
- g).- Almacenamiento para materiales y equipo.
- h).- Mano de obra disponible.
- i).- Servicios locales (teléfono, telégrafo, etc.) y otros.
- j).- Sindicatos, IMSS, etc.

2.- El empleo de equipos de construcción sustitutos, que tengan mayores capacidades, más altas eficiencias, más altas velocidades, más maniobrabilidad y menores costos de operación.

3.- El pago de bonificaciones al personal clave por una producción en exceso de una cantidad especificada.

4.- El empleo de radios como medio de comunicación entre la oficina central y el personal clave en obras que abarcan grandes áreas.

5.- La práctica de tener juntas periódicas con el personal clave para discutir planos, procedimientos y resultados. Estas juntas deberán levantarle la moral al personal y deberán resultar en una menor coordinación entre las diferentes operaciones.

6.- La adopción de prácticas de seguridad realistas en una obra como medio para reducir el número de accidentes.

7.- Considerar si es factible la subcontratación de operaciones especializadas con otros contratistas que pueden hacer el trabajo más económicamente que el contratista general.

8.- Considerarse si es factible mejorar el taller y los servicios para lograr una mejor manutención del equipo de construcción.

Planeamiento y Administración de obra:

Antes de iniciar una obra es necesario hacer un planeamiento estableciendo lo siguiente:

- 1.- El tiempo de entrega de materiales.
- 2.- Los tipos, cantidades, y tiempos de empleo de los equipos.
- 3.- La clasificación y número de obreros necesarios y los periodos de tiempo durante los cuales se necesitarán.
- 4.- La cantidad de financiamiento necesario, si se necesita.
- 5.- El tiempo requerido para completar la obra.

El contratista deberá efectuar una parte de este planeamiento antes de hacer un presupuesto del proyecto, ya que con frecuencia este planeamiento revelará la existencia de factores que afectarán al costo de la obra, teniendo así influencia sobre las cantidades que se muestren en el proyecto.

Un programa de construcción ó de obra usualmente está en forma de una gráfica de barras, en donde se muestran para una obra dada las operaciones, la cantidad, la unidad y la rapidez de construcción de cada operación así como las fechas estimadas de comienzo y terminación de cada operación. Es deseable incluir en el programa un espacio para reportar ó indicar la cantidad real de trabajo terminado en cada operación en una fecha dada, como por ejemplo al final de cada semana ó mes. Si se indica en el programa el adelanto real, es posible determinar muy rápidamente si la construcción está progresando de acuerdo con los planos.

Antes de preparar un programa de obra deberá dividirse el proyecto en sus respectivas operaciones. Deberá determinarse la cantidad de trabajo que tenga que llevarse a cabo y deberá estimarse para cada operación su rapidez. Deberá descontarse una cantidad de tiempo apropiado debido a lluvias y mal tiempo. Al estimar la rapidez con que deba llevarse a cabo el trabajo deberá tomarse en consideración la economía de la construcción. Se seleccionará el número de obreros y las unidades de equipo que resulten en la construcción más económica consistentes con la operación en particular y con toda la obra en general. Una vez que se haya completado el programa, deberá estudiarse cuidadosamente para ver si es deseable hacer cambios. Puede ser posible dilatar el comienzo de una operación para que puedan transferirse el equipo y los obreros de otra operación, reduciendo así el número total de obreros y las unidades de equipo requeridos para completar la obra. Tal --

vez el dilatar la fecha de principio de una operación pueda permitir la utilización de una unidad de equipo que se encuentre trabajando en otra obra, eliminando así, la necesidad de comprar ó rentar maquinaria adicional.

Como ejemplo se procederá a hacer un programa de una obra ubicada en Hermosillo. Son en la cuál se instalarán 3,500 m² de muro horizontal y 6,000 m² de techos y entrepisos en una industria.

2).- Control de personal.- El número de trabajadores necesario durante la construcción de la obra puede determinarse estimando el número que se requiere para cada operación. Si los obreros están consolidados, por clasificación, para toda la obra, será posible determinar el número estimado de obreros para cada clasificación para cualquier período de tiempo durante la construcción de la obra. Esta información puede utilizarse como base para contratar por adelantado a los obreros necesarios.

El personal calificado se envía de la ciudad de México a Hermosillo y el personal no calificado se puede contratar de la localidad.

Se tratará de buscar personal no calificado con salario mínimo ó con el salario que se haya presupuestado para no afectar el presupuesto y encarecer la obra.

Se conformarán los trabajadores en cuadrillas de trabajo para lograr un mejor rendimiento.

Se tendrá un sobrestante "A" que será el responsable de toda la obra y habrá varios sobrestantes "B" como jefes de cuadrilla.

Será necesario llevar una lista de asistencia diaria - que deberá llevar el sobrestante "A" y que a su vez servirá como lista de raya.

CLASIFICACION DEL PERSONAL

- 1.- Sobrestante "A"
- 2.- Sobrestante "B"
- 3.- Ayudantes "A"
- 4.- Ayudantes "B"
- 5.- Operador de Grúa

PROGRAMA DEL PERSONAL EN OBRA

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CLASIFICACION</u>	<u>No. DE OBREROS</u>	<u>TIEMPO DE EJECUCION</u>
3.- Descarga en obra:	Ayudantes "A"	6	24 Días
	Ayudantes "B"	6	
4.- Resane del material dañado:	Sobrestante "A"	1	17 Días
	Sobrestante "B"	1	
	Ayudantes "A"	3	
	Ayudantes "B"	4	
5.- Acarreos:	Sobrestante "A"	1	15 Días
	Ayudantes "A"	6	
	Ayudantes "B"	12	
6.- Distribución:	Sobrestante "A"	1	7 Días
	Sobrestante "B"	2	
	Ayudantes "A"	6	
	Ayudantes "B"	12	
7 Elevación:	Sobrestante "A"	1	46 Días
	Sobrestante "B"	1	
	Ayudantes "A"	2	
	Ayudantes "B"	2	
	Operador de Grúa	1	
8.- Colocación techo:	Sobrestante "A"	1	24 Días
	Sobrestante .B.	4	
	Ayudantes "A"	8	
	Ayudantes "B"	4	

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CLASIFICACION</u>	<u>No. DE OBREROS</u>	<u>TIEMPO DE EJECUCION</u>
9.- Colocación			
muro:	Sobrestante "A"	1	
	Sobrestante "B"	4	14 Días
	Ayudantes "A"	4	
	Ayudantes "B"	4	
10.- Junteo:	Sobrestante "A"	1	
	Sobrestante "B"	4	10 Días
	Ayudantes "B"	4	
	Operador de grúa	1	
11.- Resane			
techo:	Sobrestante "B"	4	
	Ayudantes "A"	8	7 Días
	Ayudantes "B"	8	
12.- Resane			
muro:	Sobrestante "B"	4	
	Ayudantes "A"	8	5 Días
	Ayudantes "B"	8	
13.- Colocación			
gotero:	Sobrestante "A"	4	
	Ayudantes "A"	8	2 Días
	Ayudantes "B"	8	
14.- Impermeabilización:	Sobrestante "A"	1	
	Sobrestante "B"	6	
	Ayudantes "A"	12	20 Días
	Ayudantes "B"	12	
	Operador de grúa	1	

Los rendimientos son variables dependiendo de las -- condiciones de la obra.

Las principales variantes son las siguientes:

- 1.- Tipo de losa (muro ó techo).
- 2.- Espesor y longitud de losa.
- 3.- Tipo de anclaje.
- 4.- Altura de colocación.
- 5.- Cantidad de m².

Es muy importante llevar una buena supervisión del personal, para verificar que se cumpla con los rendimientos planeados.

3).- Control de Materiales.- El programa de construcción puede utilizarse como una guía para la especificación de las fechas de entrega de materiales a la obra.- Los materiales deberán ser entregados en la obra con suficiente anticipación a su empleo para asegurar que no habrá demoras. Sin embargo, no es aconsejable tener los materiales en la obra con demasiada anticipación a su tiempo de empleo, ya que se pueden deteriorar, pueden dañarse ó perderse, ó pueden congestionar las áreas de trabajo. Si pueden obtenerse fechas de entrega garantizadas, puede ser satisfactorio el arreglar que las entregas se hagan con una semana de anticipación a la fecha estimada de iniciación de cada estructura. Las entregas deberán continuarse en forma uniforme. Durante la construcción de la obra, podrán alterarse, si es necesario, las fechas de entrega de materiales.

Es importante que se manden 2 trailers de material antes de iniciar la obra y que se continúen en forma efectiva. También es importante tener 2 días de holgura en cada entrega puesto que de México a Hermosillo el viaje es por carretera y para cubrir cualquier imprevisto en el viaje y no afectar la fecha de entrega se dejan estos 2 días.

Se deberá hacer en el caso de losas de diferentes me

didadas un programa de entregas por cada trailer especificando el número de piezas y la longitud, también se deberá - Indicar para que parte de la obra es cada trailer para -- evitar lo más posible los acarreos. En el caso de losas-especiales para corte, es importante enviar las que se va y a ir necesitando para cada tramo, para no ir dejando huecos pendientes por techar y después tener que regresar a terminar esas zonas.

Es importante también ir seleccionando las losas que llegan en buenas condiciones y separando las que llegan - dañadas para resanarlas antes de colocarlas.

También hay que tener en cuenta los materiales auxiliares que se necesitan para el anclaje de las losas (flejes, clavo cortado, bastones, cemento, yeso, polvo de resane, etc.) para que en ningún momento lleguen a faltar y atrasar la obra.

Las losas pueden ser estibadas cerca de donde se van a colocar, pero es necesario tener una bodega para guardar los materiales auxiliares y la herramienta en un lugar seguro.

4).- Control de equipo.- De acuerdo al programa de obra se puede determinar el equipo a utilizar, así como - el tiempo y el número de cada equipo. El equipo a utilizar en esta obra es:

<u>EQUIPO</u>	<u>HERRAMIENTA</u>
- Grúa Ligera	- Martillos
- Uñas para techo	- Cucharas de albañil
- Revolvedora	- Serrucho sardina
- Diablos	- Segueta Cro-mol 24"
- Vogues	- Palas
- Escaleras ó andamios	
- Junteadora de techos	

Como el equipo a utilizar es muy poco, se puede llevar un buen control.

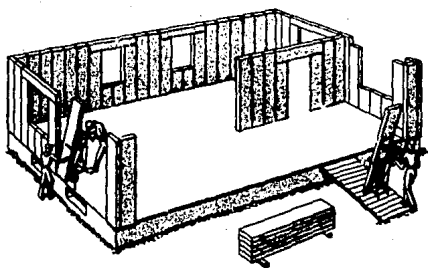
Todo el equipo a excepción de la grúa deberá guardarse en la misma bodega en donde se tienen los materiales auxiliares, así como también la herramienta.

Tanto el equipo como la herramienta se le entrega a cada persona en la mañana y se recoge en la tarde. Esto se puede manejar por medio de "vales de almacén".

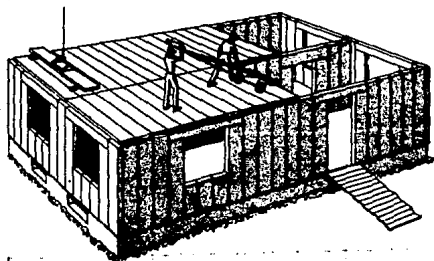
El número de grúas a utilizar dependerá de la velocidad que se requiera para terminar la obra.

En obras más chicas en vez de utilizar la grúa se puede utilizar un malacate.

1



2



3



CAPITULO VIII

PRESUPUESTO SOBRE UNA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

Se presentará un estudio de presupuesto de losas de techo siporex así como los muros de carga para la construcción de un prototipo correspondiente al programa de Renovación Habitacional Popular. El presente estudio comprende un edificio de planta baja y 2 niveles en el cuál se proponen losas de entrepiso y techo de siporex, así como los muros verticales de carga y divisorios interiores también material siporex.

El área de terreno por construir es de $5.85 \times 8.05 = 47.09$ m² este edificio es para albergar a 3 familias (tríplex).

1).- Presupuesto de Material.

1.1).- Cantidades de piezas.- Teniendo el plano arquitectónico del prototipo 1-A se empieza por proponer las losas de techo y entrepiso haciendo el respectivo despiece marcando en el plano las losas consideradas (ver plano 1). Se proponen las losas en el sentido más corto para que resulte más económico. Se trata de evitar el menor número de losas especiales de ajuste, ya que estas son un poco más caras. En el presente estudio son sólo 2 piezas especiales por nivel. Estas piezas es necesario marcarlas con un rayado para diferenciarlas de las losas normales (ver plano 1). Algunas veces para que salga más económico es necesario reducir claros proponiendo trabes intermedias ó cerramientos en ventanas y puertas, para con la misma capacidad de carga reducir la longitud y por lo tanto el espesor de la losa haciendo que resulte más económico.

En techos se consideran losas con una sobrecarga útil

de 100 Kg/m² y en entrepisos de 250 Kg/m².

En este estudio (Plano I) se proponen traveses (en color rojo punteado) para reducir los claros.

Haciendo un despiece sobre la planta baja del plano I obtenemos que:

Losas de Entrepiso: 16 de 2.80 m. de longitud y --- 0.50 m. de ancho que cubren una recámara, estancia y comedor.

5 de 2.80 m. de longitud y 0.50 m. de ancho + 1 de 2.80 m. de longitud y 0.35 m. de ancho (especial). que cubre la otra recámara.

4 de 1.45 m. de longitud y 0.50 m. de ancho que cubren el patio de servicio.

4 de 1.45 m. de longitud + 3 de 1.30 m. de longitud + 2 de 2.80 m. todas con 0.50 m. de ancho y una de 1.30 m. de longitud con 0.30 m. de ancho (especial) que cubren la cocina y el baño.

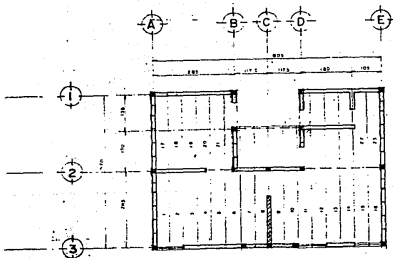
Este es el material que se necesita para cubrir el 1^o entresuelo del edificio. Se hace lo mismo para los 3 niveles así como para los muros teniendo lo siguiente:

R E S U M E N P. B.:

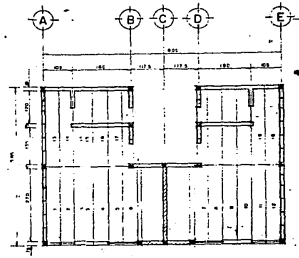
	23 losas de 2.80 m.
	1 losas de 2.80 m. (especial)
Entrepiso	8 losas de 1.45 m.
	3 losas de 1.30 m.
	1 losas de 1.30 m. (especial)

R E S U M E N 1er. Nivel:

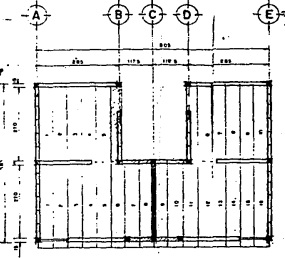
	19 losas de 2.80 m.
	1 losas de 2.80 (especial)
Entrepiso	3 losas de 1.45 m.
	1 losas de 1.45 m. (especial)
	3 losas de 1.30 m.
	1 losas de 1.30 m. (especial)



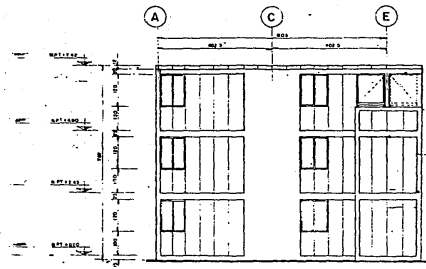
PLANTA BAJA
Escala: 1/50



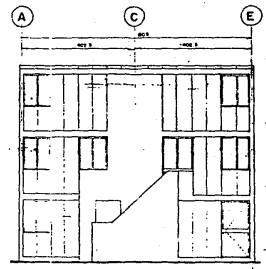
1er NIVEL
Escala: 1/50



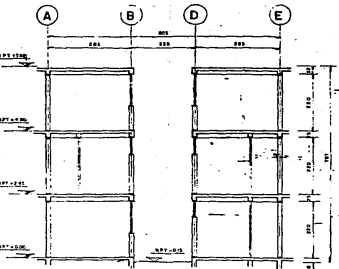
2o NIVEL
Escala: 1/50



FACHADA



FACHADA



CORTE A-A

NOTAS

1. COTACIONES EN CENTIMETROS, SI NO SE INDICAN.

C. V. A. S. S. S. S. P. DE PLANTA - TORRES Y PASADIZOS D. P. DE PLANTA - TORRES Y PASADIZOS L. DE PLANTA - TORRES Y PASADIZOS	PLANTA No. 1 130
RESIS - PROFESIONAL SALVADOR GARCIA VAQUERO	1

R E S U M E N 2º Nivel:

- 16 losas de 3.15 m.
- Techo 10 losas de 2.80 m.
- 2 losas de 2.80 m. (especial)

Como se ve en el plano 1 en el 2º Nivel lleva un volado por lo que la losa de techo es más larga. El volado es de 25 cm.

DESPIECE DE MUROS:

Se proponen muros de carga en la zona de escaleras -- pero no de siporex, sino de tabique o concreto.

Los castillos se proponen en todas las esquinas como se ve en el plano 2.

Los muros de siporex van en todo lo demás y tienen - una altura de 2.20 m.; y los antepechos de 1.0 m. en fachadas, de 1.50 m. en ventana de baño y de 1.0 m. en ventanas de recámaras.

- Muros de P.B. = Fachada principal = 6 de 2.20 m.
- 4 de 1.00 m.
- Fachada posterior = 12 de 2.20 m.
- Fachadas laterales = 24 de 2.20 m.
- Interiores = 8 + 8 = 16 de 2.20 m.
- 1 de 1.50 m.
- 1 de 1.00 m.

Total Muros P.B.

- Muros de 2.20 m. = 6 + 12 + 24 + 16 = 58
- Muros de 1.50 m. = 2
- Muros de 1.00 m. = 4 + 2 = 6

Este es el material que se necesita para todos los muros de P.B. excepto en escalera. Se hace lo mismo para los demás niveles teniendo lo siguiente:

M U R O S 1º Nivel:

Muros de 2.20 m. = $16 + 24 + 8 + 8 = 56$

Muros de 1.50 m. = 4

Muros de 1.00 m. = 4

M U R O S 2^a Nivel:

Muros de 2.20 m. = $8 + 12 + 24 + 8 + 8 = 60$

Muros de 1.50 m. = 0

Muros de 1.00 m. = $4 + 4 = 8$

Teniendo el total de piezas de todo el edificio tanto muros entrepisos y techo se procede a hacer el presupuesto.

Resumen total de piezas de todo el edificio:

T E C H O :

16 losas de 3.15 m.

10 losas de 2.80 m.

2 losas de 2.80 m. (especiales)

E N T R E P I S O :

42 losas de 2.80 m.

2 losas de 2.80 m. (especiales)

11 losas de 1.45 m.

1 losas de 1.45 m. (especial)

6 losas de 1.30 m.

2 losas de 1.30 m. (espectales)

M U R O S :

174 losas de 2.20 m.

6 losas de 1.50 m.

18 losas de 1.00 m.

1.2 y 1.3).- Metros cuadrados + precios.-

LOSAS PARA TECHO

TECHOS

<u>PZAS.</u>	<u>TIPO DE LOSAS</u>	<u>M2</u>	<u>\$/M2</u>	<u>IMPORTE</u>
16	T0.5/100 10-315	25.20	6,018.00	\$ 151,654.00
10	T0.5/100 10-280	14.00	4,456.00	62,384.00

LOSAS ESPECIALES PARA TECHO

(PARA CORTE LONGITUDINAL MAXIMO 20 CM. HECHO EN OBRA)

2	T0.5/100 10-280	2.80	6,016.00	16,845.00
T O T A L =		42.00		\$ 230,883.00

NOTAS:

El ancho de la losa no se marca porque es standard de 0.50 m. T = Techo; 0.5 = Densidad del material; --- 100 = Sobrecarga útil para techo descontando el peso propio; 10 = Espesor de la losa en cms.; 315 = Longitud de la losa en cms.

En las losas especiales se considera el ancho de 0.50m. al sacar los m², ya que el precio se calcula en base a los m² totales sin tomar en cuenta los cortes.

LOSAS PARA ENTREPISO

<u>PZAS.</u>	<u>TIPO DE LOSA</u>	<u>M2</u>	<u>\$/M2</u>	<u>IMPORTE</u>
42	E0.5/250 12.5-280	58.80	\$5,000.00	\$ 294,000.00
11	E0.5/250 12.5-145	7.98	4,767.00	38,041.00
6	E0.5/250 12.5-130	3.90	4,756.00	18,548.00

LOSAS ESPECIALES PARA ENTREPISO
(PARA CORTE LONGITUDINAL MAXIMO 20 CM. HECHO EN OBRA)

<u>PZAS.</u>	<u>TIPO DE LOSA</u>	<u>M2</u>	<u>S/M2</u>	<u>IMPORTE</u>
2	EO.5/250 12.5-280	1.80	\$6,750.00	\$ 12,150.00
1	EO.5/250 12.5-145	0.73	6,435.00	4,698.00
2	EO.5/250 12.5-130	1.30	6,421.00	8,347.00
T O T A L =		74.51		\$375,784.00

LOSAS PARA MURO VERTICAL
(PARRILLA SENCILLA, CON RANURA)

MUROS

<u>PZAS.</u>	<u>TIPO DE LOSA</u>	<u>M2</u>	<u>S/M2</u>	<u>IMPORTE</u>
174	15 - 220	191.40	\$4,627.00	\$ 885,608.00
6	15 - 150	4.50	4,627.00	20,821.00
18	15 - 100	9.00	4,627.00	41,643.00
T O T A L =		204.90		\$ 948,072.00

IMPORTE TOTAL DEL MATERIAL = \$ 1,554,739.00 + I.V.A.

M² DE CONSTRUCCION = 116.51 M²

PRECIO/M² DE CONSTRUCCION (INCLUYENDO SOLO MATERIAL + I.V.A. = \$ 15,346.00/m².

2.-) COLOCACION.- En el precio de la colocación tan to de techo, entepiso y muro se incluyen los materiales - auxiliares para el anclaje de losas y mano de obra.

2.1).- Rendimientos de Mano de Obra.- Como ya se di jo en el capítulo anterior los rendimientos son variables- dependiendo de las condiciones de la obra. En este caso - se considera que una cuadrilla de trabajo de 5 personas co locan de 80 a 100 m²/día de techo y entepiso y de 60 a 80m²/día

de muro; estos rendimientos son considerando utilizar la grúa.

El costo directo de mano de obra es:

a).- Tipo de losa = Techo y Entrepiso

Personal necesario en la obra = 1 oficial + 4 ayudantes

Cantidad = 116.51 m²

Tiempo de ejecución = 1.5 días

Salario diario oficial = \$ 2,299.00

Salario diario ayudante = \$ 1,802.00

Salario diario integrado oficial = \$ 3,908.00

Salario diario integrado ayudante = \$ 3,063.00

SALARIOS:

Oficial = $1 \times 3,908.00 \times 1.5 = \$ 5,862.00$

Ayudante = $4 \times 3,063.00 \times 1.5 = \underline{\$ 18,378.00}$

\$24,240.00

$\$ 24,240.00 \div 116.51 \text{ m}^2 = \$ 208.00/\text{m}^2$

Costo directo mano de obra techo y entrepiso = \$ 208.00/m²

b).- Tipo de losa = Muro vertical de carga

Personal necesario en la obra = 1 oficial + 4 ayudantes

Cantidad = 204.90 m²

Tiempo de ejecución = 3 días

SALARIOS:

Oficial = $1 \times 3,908.00 \times 3 = \$ 11,724.00$

Ayudante = $4 \times 3,063.00 \times 3 = \underline{\$ 36,756.00}$

\$ 48,480.00 \div 204.90 =

\$ 237.00/m²

Costo directo mano de obra muro vertical = \$ 237.00/m²

2.2).- Materiales necesarios y equipo.

a).- Techo y entrepiso.- Los materiales necesarios para la colocación de entrepiso y techos son los siguientes:

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD NECESARIA/M²</u>	<u>CANTIDAD TOTAL</u>	<u>P.U.</u>	<u>IMPORTE</u>
1.- Cemento.	1.5 Kg	3.5 sacos	\$ 1135.00	\$ 3972.50
2.- Bastones de alambón de 1/4" ø y 100 cm. de longitud.	En todos los apoyos de losas donde existe continuidad	47 Pzas.	60.00	2820.00
3.- Yeso artesanal para resane.	1 saco / 200 m ²	1/2 saco	227.00	113.50
4.- Polvo Siporex para resane.	3 sacos/200 m ²	1.5 saco	200.00	300.00
5.- Clavo para resane galvanizado.	Se considera 64 Pzas. un 70% del número de losas.	64 Pzas.	3.50	224.00
6.- Fleje galvanizado para sujeción de losas de 60 cm.	Un fleje por cada extremo de losas; en el centro un fleje para 2 losas	120 Pzas.	30.00	3600.00
7.- Clavo cortado galvanizado de 2" para sujeción de losas.	4 clavos por fleje	480 Pzas.	5.00	2400.00

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD NECESARIA/M²</u>	<u>CANTIDAD TOTAL</u>	<u>P.U.</u>	<u>IMPORTE</u>
8.- Segueta de 24" para cortes en losas	1 segueta=200cortes	$\frac{7 \text{ cortes}}{200} = 0.035$	Pza. \$5000.00	\$175.00
T O T A L=				\$13,605.00

$$\text{Precio de Materiales Auxiliares/m}^2 = \frac{\$13,605.00}{116.51\text{m}^2} = \$116.77/\text{m}^2$$

Equipo.- Se considera para el izaje de la losa una grúa ligera marca Bollot.

El precio de renta de la grúa es de \$ 500,000.00/mes con operador. Si se consideran 26 días hábiles/mes tenemos que la grúa cuesta:

$$\frac{\$ 500,000.00}{26} = \$ 19,230.76/\text{día}$$

Si además se tiene un rendimiento promedio de $80 \text{ m}^2/\text{día}$

$$\frac{\$ 19,230.76/\text{día}}{80 \text{ m}^2/\text{día}} = \$ 240.38/\text{m}^2 \text{ costo directo de grúa en techos.}$$

NOTA: Se están considerando para estos análisis los precios de Marzo de 1986.

b).- Muro vertical de carga.- Los materiales necesarios para la colocación de muro vertical son los siguientes:

<u>MATERIAL</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.U.</u>	<u>IMPORTE</u>
1.- Cemento	5 sacos	\$ 1135.00	\$5675.00
2.- Yeso	1 saco	227.00	227.00
3.- Polvo Siporex	3 sacos	200.00	600.00
4.- Clavo de resaca			
ne	139 Pzas.	3.50	486.50
5.- Seguetas 24"	7/200=0.85Pzas.	500.00	175.00
6.- Calidra	1 saco	500.00	500.00
7.- Impermeabilización en dalas	33 M.L.	150.00	4950.00
8.- Lija	1/2 m ²	2500.00	1250.00
			\$13863.50

Precios de materiales auxiliares para Muro de carga/m²=

$$\frac{\$ 13,863.50}{204.90 \text{ m}^2} = \$ 67.65/\text{m}^2$$

Equipo.- Se considera la misma grúa que se usó en el izaje de techos.

El costo de la grúa es de \$ 19,230.76/dfa

Si el rendimiento promedio es de 60 m²/dfa

$$\frac{\$ 19,230.76/dfa}{60 \text{ m}^2/dfa} = \$ 320.51/m^2 \quad \text{costo directo de grúa en muros de carga.}$$

N O T A : Al analizar estos precios no se toma en cuenta la energía eléctrica trifásica para la grúa, - arena, agua, alambrión para muros de carga y el firme armado para entrepisos, ya que normalmente esto lo proporciona la contratista.

Resumiendo tenemos lo siguiente:

Costo directo de instalación de techos y entrepiso:

Mano de obra	\$ 208.00
Materiales	116.77
Equipo	<u>240.38</u>
T O T A L	\$ 565.15/m ²

Costo directo de instalación de muros de carga:

Mano de obra	\$ 237.00
Materiales	67.65
Equipo	<u>320.51</u>
T O T A L	\$ 625.16/m ²

3.- F L E T E S

El peso volumétrico del material siporex para efectos de cálculo de estructura y cimentación es de 650 Kg/m^3 , - pero para efectos de flete se consideran 800 Kg/m^3 debido a que el material se encuentra con cierto contenido de humedad.

En techos se tiene 42.00 m² de losa de 10 cms.
 En entrepisos se tiene 74.51 m² de losa de 12.5 cms.
 En muro de carga se tiene 204.90 m² de losa de 15 cms.

Por lo que en total de m³ de material obtenemos:

$$(42.00\text{m}^2 \times 0.1\text{m.}) + (74.51\text{m}^2 \times 0.125 \text{ m.}) + (204.90 \text{ m}^2 \times 0.15 \text{ m.}) = 44.2 \text{ m}^3$$

Para obtener el peso del material se considera 0.8 Ton/m^3

$$44.2 \text{ m}^3 \times 0.8 \text{ ton/m}^3 = 35.4 \text{ Ton.}$$

La capacidad de los camiones para el área metropolitana es de 8 Ton. y para la provincia puede ser torton de 15 Ton. ó trailer de 30 Ton., con la única condición, que se puedan quitar las redilas para poder cargarlo por medio del montacarga.

$$\frac{35.4 \text{ Ton.}}{8} = 4.4 \approx 5 \text{ camiones de } 8 \text{ Ton.}$$

El flete varía dependiendo de la zona de la obra, se considera para el flete la colonia de los doctores (zona 5).

$$5 \text{ camiones} \times \$ 26,659.00/\text{camión} = \$133,295.00$$

Para obtener el precio del flete por m2:

Techo y Entrepiso	=	116.51 m2
Muro	=	<u>204.90 m2</u>
		321.41 m2
		<u>\$ 133,295.00</u>
	=	\$ 414.71/m2 Flete
		321.41 m2

4).- Impermeabilización.

La especificación para impermeabilizar las losas de techo Siporex, con el sistema de impermeabilización tipo semi - flotante es el siguiente:

- 1.- Primer
- 2.- Asfalto moteado 0.5 Kg/m2
- 3.- Membrana de refuerzo a base de fibra de vidrio.
- 4.- Asfalto 1.5 Kg/m2
- 5.- Techado mineralizado.

A continuación se procede a elaborar el análisis detallado para obtener el costo directo de esta impermeabilización

<u>TIPO DE MATERIAL</u>	<u>PRECIO</u>	<u>RENDIMIENTO</u>	<u>\$/M2</u>
1.- Primer	\$ 3,366.00/Cubeta de 19 lt.	4 m2/lt.	\$ 44.28
2.- Asfalto 505	\$ 60.00/Kg.	2.0 Kg/m2	120.00
3.- Fibra de vidrio	\$11,680.00/Rollo	26.61m2 neto/Ro	438.93

<u>TIPO DE MATERIAL</u>	<u>PRECIO</u>	<u>RENDIMIENTO</u>	<u>S/M2</u>
4.- Techado mineralizado	\$ 7735.00/rollo	8.82m2 neto/ rollo	\$ 877.97

<u>MATERIALES AUXILIARES</u>	<u>PRECIO</u>	<u>RENDIMIENTO</u>	<u>S/M2</u>
1.- Pabilo	\$ 165.00/Kg.	3 Kg en 100 m2	\$ 4.95
2.- Diesel	\$ 37.10/lt.	1 m2/lt.	37.10
3.- Cubetas vacías	\$ 300.00/Pza.	3 Pzas. en 100 m2	9.00
4.- Gasolina	\$ 85.00/lt.	7 lt. en 50 m2	11.90
5.- Aceite	\$ 500.00/lt.	1 lt. en 500 m2	1.00
6.- Cepillo de raíz	\$ 290.00/Pza.	4 Pzas. en 100 m2	11.60
7.- Quemador	\$ 5000.00/Pza.	1 pza. en 1500 m2	3.33
8.- Plasticem Standard	\$ 5121.00/cubeta 19 lt.	1 lt. en 25 m2	<u>10.78</u>
			\$ 89.66

MANO DE OBRA

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Oficial} &= \$ 2,299.00 \times 1.7 \text{ (factor de salario integrado)} = \$ 3,908.00 \\
 1 \text{ Ayudante} &= \$ 1,802.00 \times 1.7 \text{ (factor de salario integrado)} = \$ 3,063.00 \\
 \text{Rendimiento} &= 1 \text{ Oficial} + 2 \text{ Ayudantes} = 40 \text{ m}^2/\text{dfa} \\
 &3,908 + (3,063 \times 2) = \underline{\$ 10,034.00/\text{dfa}} = \$ 250.85/\text{m}^2 \\
 &40 \text{ m}^2/\text{dfa}
 \end{aligned}$$

RESUMEN DEL COSTO DE IMPERMEABILIZACION:

<u>MATERIAL</u>	<u>S/M2</u>
Primer	\$ 44.28
Asfalto	120.00
Fibra de vidrio	438.93
Techado mineralizado	877.97
Materiales auxiliares	89.66
Mano de obra	250.85
Imprevistos 5 %	<u>91.08</u>
	\$1912.77

Costo directo de impermeabilización = \$ 1,912.77/m2

El presupuesto total de edificio es el siguiente:

Material	\$ 1'554,739.00		
Colocación Entrepiso y Techo	\$ 565.15/m2	x 116.51 m2	= \$ 65,845.62
Colocación muro	\$ 625.16/m2	x 204.90 m2	= \$128,095.28
Flete			= \$133,295.00
Impermeabilización de Techos	\$1912.77/m2	x 42.00 m2	= <u>\$ 80,336.34</u>
		TOTAL	= \$1'962,311.14+IVA
		TOTAL	= \$2'256,657.70

El costo por m2 de construcción es el siguiente:

$$\frac{\$ 2'256,657.70}{116.51} = \$ 19,368.78 / m2.$$

Este costo es únicamente en lo que se refiere a material Siporex, no incluye cimentación, castillos, pintura, instalaciones, carpinterías, etc.

El precio del material y flete es precio de venta. - En la colocación e impermeabilización se obtiene únicamente el costo directo hecho por el contratista. No se incluyen indirectos ni utilidad.

En un estudio hecho durante el mismo mes de marzo - de 1986 del mismo prototipo I-A correspondiente al programa de Renovación habitacional popular en el cuál interviene una compañía constructora prestigiada en colaboración con la compañía Siporex de México, S.A. de C.V. se obtuvo lo siguiente:

Se modificó el proyecto para optimizar el uso del siporex y se hizo el estudio completo sobre el costo de todo el edificio, considerando que Siporex únicamente suministra el material y la constructora se encarga de todo lo demás y se obtuvo un costo promedio de \$ 69,100.85/m² en el cuál el contratista incluye indirectos y utilidad.

El costo promedio de dichos prototipos hecho con el sistema tradicional era de \$ 85,000.00/m² ó sea un 23 % - más alto considerando el edificio terminado,

CAPITULO IX

RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS

1.- Impermeabilización: Los losas Siporex de techo trabajan sin firme, impermeabilizándose a base de sistema de fieltros asfálticos tipo flotante.

Los materiales impermeabilizantes tienen como fin impedir el paso del agua a través de ellos. Esta característica permite que se utilicen como barreras de protección en los elementos de una obra civil o arquitectónica, actuando contra la acción del agua.

Además de la característica de impermeabilidad, los productos impermeabilizantes deben reunir las propiedades de ductibilidad, flexibilidad, resistencia al envejecimiento, adherencia, etc.

Los impermeabilizantes tienden a degradarse por efectos de los rayos solares, los cambios de temperatura y el aire. Este deterioro se manifiesta en la superficie y se le conoce como acodrilamiento. Por lo tanto, los impermeabilizantes no tienen una vida prolongada a la intemperie y por ello no se deben aplicar solos, sino como elementos principales de un sistema de impermeabilización.

Generalmente los impermeabilizantes se pueden dividir en 3 grupos:

- * De aplicación en caliente.
- * De aplicación en frío.
- * Prefabricados.

Se va a enfocar el estudio principalmente sobre los materiales de aplicación en caliente.

Estos impermeabilizantes son materiales asfálticos que han sido previamente sometidos a un proceso de oxida-

ción, a fin de darles ciertas características que les proporcionan mayor duración a la intemperie.

Para aplicarlas es necesario licuarlos mediante un calentamiento previo.

Fieltros ó membranas de refuerzo.- Si lo que se busca al incluir fieltro ó membrana de refuerzo en un sistema de impermeabilización es obtener una barrera física para retardar el agrietamiento del impermeabilizante, entonces se debe pensar que, entre mejor sea esa barrera física, más se retardará el proceso de agrietamiento de la siguiente capa.

Hay dos tipos principales de fieltros de refuerzo para ser usados en sistemas: Uno hecho a base de fibras orgánicas (cartón) y otro hecho a base de fibras inorgánicas (vidrio).

Comparando ambos, vemos en los primeros (cartón), -- que las fibras actúan como vasos capilares absorbiendo el agua y favoreciendo la pudrición de la materia orgánica de que están constituidos. En tanto que los segundos, -- por estar hechos a base de materiales de naturaleza inorgánica, no se destruyen. Los que se utilizarán son los de fibras inorgánicas.

LA IMPERMEABILIZACION FLOTANTE. -- Hasta hace algunos años se pensaba que los materiales impermeabilizantes debían constituir parte integral del techo que protegían y como la generalidad de los techos están sujetos de movimientos, lo lógico sería fabricar materiales impermeabilizantes resistentes y elásticos para soportar esos movimientos.

La idea era buena ... pero se pasó por alto el hecho de que el sol, la lluvia y en general todos los elementos que actúan sobre el techo, modifican pronto las propiedades de los materiales usados en la impermeabilización, haciéndolos cada vez más susceptibles a rupturas, ocasionadas por los movimientos del techo al que están adheridos.

Hace pocos años, los fabricantes de impermeabilizantes dieron un nuevo enfoque a este problema para solucionarlo definitivamente. Consideraron al techo y a la película impermeabilizante como dos elementos estructurales-- independientes, ya que de esta manera puede tener cierto movimiento sin ocasionar daños a la película impermeabilizante.

La impermeabilización flotante se logra poniendo la capa de asfalto (con la que se va a pegar la fibra de vidrio) en forma moteada, es decir no se aplica en forma total sino sólo en algunas partes, con un rendimiento aproximado de 0.5 Kg/m². Esto permite que la impermeabilización "FLOTE".

Este sistema es particularmente útil en la impermeabilización de techos de losas prefabricadas, donde los movimientos suelen ser mayores y más frecuentes. Este sistema elimina el peligro de rupturas por movimientos en el techo, ya que en el caso de haber algún movimiento ó agrietamiento, la película impermeabilizante, flota como si se tratara de un techo cubierto solamente por una lona impermeable.

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION

Los componentes de un sistema de impermeabilización deben ajustarse a una secuencia de aplicación y a una serie de normas para la misma, si se quieren obtener buenos resultados de un sistema determinado.

Los factores importantes son:

1.- Preparación de la losa,

a).- Limpieza: En el caso de que la losa se encuentre impermeabilizada, pero deteriorada, se raspará perfectamente hasta levantar la película existente y se removerá cualquier material que se encuentre suelto, dejándola libre de polvo, humedad ó cualquier otro material extraño a la nueva impermeabilización.

Las losas nuevas ó no impermeabilizadas, deberán limpiarse para dejarlas libres de materias extrañas, eliminando al máximo los bordes y depresiones.

La eliminación de materiales sueltos ó mal adheridos pueden llevarse a cabo con espátulas, cepillos de alambre ó equipo mecánico.

En caso de que en la superficie de la losa existan manchas de grasa ó aceite, se deberán eliminar mediante un solvente.

Una vez limpia la losa, se procederá a:

b).- Imprimación:

La imprimación tiene por objeto sellar la porosidad de la superficie a tratar y presentar un elemento de liga para el impermeabilizante.

La cantidad necesaria a aplicar depende de la porosidad de la superficie que se va a proteger. La aplicación puede llevarse a cabo por medio de cepillo de raiz ó equipo de aspersión de baja presión.

La película que se forma debe sólo sellar los poros y presentar una superficie a la cuál se pueda adherir el resto del sistema de impermeabilización. Por ningún motivo la pintura primaria debe tener un espesor tan grueso que forme películas que puedan levantarse con la uña.

c).- Sellado:

Es fundamental revisar minuciosamente todos los pretiles, bajadas pluviales, salidas de tuberías, etc., así como localizar grietas originadas por movimientos de la losa para proceder a su sellado utilizando cemento plásti

co Plasticem Standard. La aplicación de Plasticem Standard, deberá hacerse utilizando espátula, rellenando la cavidad al sellar, procurando cubrir con este producto 5 cms, a cada lado de la parte a sellar.

d).- Chaflanes:

Siendo los chaflanes en ángulos de cambio de dirección con la losa, elementos de protección a los problemas de filtración de humedad que se originan en las aristas de dichos ángulos y a la vez, auxilios físicos para un favorable doblado de sistemas de impermeabilización, es de carácter muy importante, protegerlos convenientemente para obtener una mayor seguridad de estas zonas críticas. El sellado de estos elementos se hará empleando cemento - plástico Plasticem Std. la aplicación de Plasticem Std. se hace utilizando espátula ó cuchara de albañil, colocando el material en los vértices del chaflán, procurando cubrir con el producto 5 cms a cada lado de la junta entre el chaflán y las partes en que se apoya.

1.1).- La especificación que se recomienda para las losas Siporex de techo para lograr una garantía de 5 años es la siguiente:

ESPECIFICACION "A"

Losas para techo Siporex con pendiente mínima del 3%.
5 años de garantía.

DESCRIPCION DEL TRABAJO

1.- Las losas deben ser junteadas, resanadas y la superficie deberá estar limpia y seca, para poder aplicarse una mano de Primer, con un rendimiento de 4 m²/lt. Sobre las juntas transversales de las losas se dejará una franja de 20 cms de ancho sin aplicación. El trabajo no deberá continuar hasta que el Primer no haya secado totalmente.

- 2.- Se aplica una membrana de Fibra de vidrio pegándola con Asfaltex 505, aplicado en forma " moteada " con rendimiento de 0.5 Kg/m², debiendo evitar el moteado en una franja de 20 cms de ancho sobre las juntas transversales de las losas. En una franja de 90 cms en el perímetro del techo, se pega totalmente, para evitar la entrada de aire húmedo y condensación. Esta capa base se coloca en dirección de la inclinación, traslapada 10 cms longitudinalmente y 15 cms transversalmente. El " moteado " del asfalto así - como la franja de 20 cms sin Primer ni asfalto, es con el fin de lograr una impermeabilización flotante.
- 3.- Como acabado se aplica una capa de Techado Asfáltico mineralizado, pegado con Asfaltex 505 con rendimiento de 1.5 Kg/m².

NOTAS:

Durante su aplicación el Asfalto Oxidado debe calentarse a una temperatura máxima de 210°C y mínima de 190 °C.

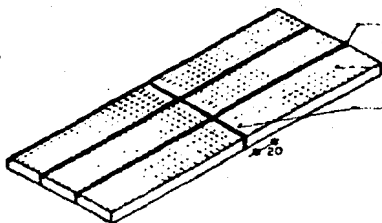
Para pendientes mayores al 3 %, las membranas deberán ser clavadas a la cubierta en la franja que queda debajo del traslape. Los clavos deberán ser galvanizados y deberán ir en zig - zag con las separaciones siguientes:

<u>PENDIENTE</u>	<u>SEPARACION DE CLAVOS</u>
Del 3 al 5 %	15 cms
5 al 10 %	10 cms
10 % en adelante	5 cms

ESPECIFICACION A LOSAS PARA TECHO SIPOREX CON PENDIENTE MIN. DEL 3%

151

1- PRIMER

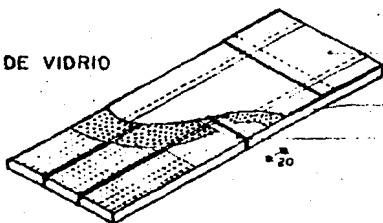


SE JUNTEAN Y RESASAN LAS
LOSAS DE SIPOREX

PRIMER (RENDIMIENTO 4m²/LT.)

FRANJA DE 20cms SIN APLI-
CACION.

2-FIBRA DE VIDRIO

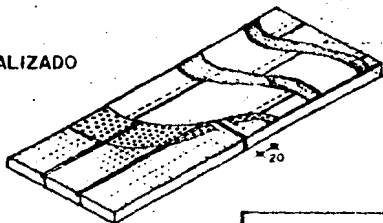


FIBRA
DE VIDRIO TRASLAPADO 10cms
LONGITUDINALMENTE Y 15cms
TRANSVERSALMENTE, CLAVADO
SEGUN TABLA DE PENDIENTES

ASFALTEX 505 APLICADO EN
FORMA MOTEADA (RENDIMIENTO
0.5 Kg/m²)

FRANJA DE 20cms SIN APLICA-
CION

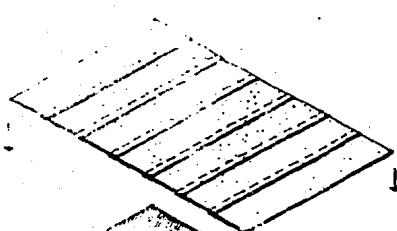
3- MINERALIZADO



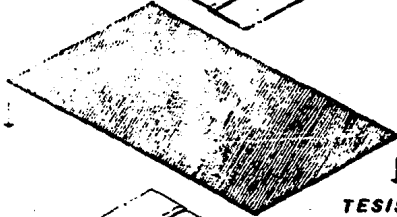
TECHADO ASFALTICO MINERALI-
ZADO

ASFALTEX 505 (RENDIMIENTO 2
Kg/m²)

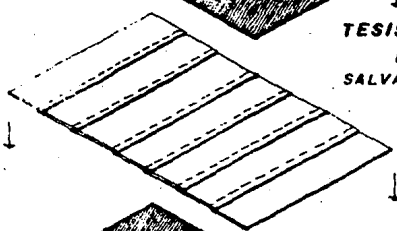
TESIS PROFESIONAL U.N.A.M.
INGENIERIA CIVIL ENP
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATL



182
5ª APLICACION DE UNA CAPA DE MINERALIZADO.

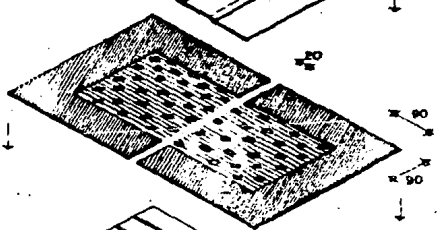


4ª APLICACION DE UNA CAPA DE ASFALTO OXIDADO TOTAL (2 Kg/m²)



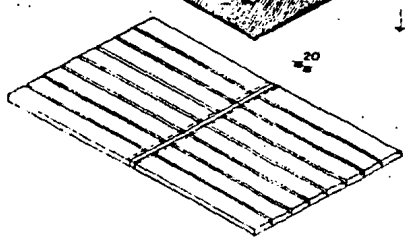
TESIS PROFESIONAL UN.A.M.
INGENIERIA CIVIL ENEP
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN

3ª APLICACION DE UNA CAPA DE FIBRA DE VIDRIO.



2ª APLICACION DE ASFALTO NOTEADO Y UNA FRANJA DE ASFALTO OXIDADO TOTAL (2 Kg/m²)

NOTA
EN CABEZAS DE LOSAS SE TENDRAN ZOCOS SIN PRIMER NI ASFALTO



1ª APLICACION DE UNA CAPA DE ASFALTO NOTEADO Y UNA FRANJA DE ASFALTO OXIDADO TOTAL (2 Kg/m²)

1.- Primer T.P. - Es una emulsión asfáltica coloidal (producto elaborado a base de una suspensión de asfalto coloidal en su vehículo acuoso).

Sella la porosidad de las superficies a proteger, aumentando la adhesividad de los impermeabilizantes asfálticos. Se aplica como fondo ó imprimador sobre cualquier superficie por impermeabilizar.

APLICACION:

Para recibir el EMULTEX ó PRIMER T.P., la superficie deberá estar completamente libre de polvo, tierra, agua, basura, aceite y cualquier otro material suelto, ajeno ó falsamente adherido a la superficie por tratar.

En caso de existir materias grasosas ó aceitosas, se procede a eliminarlas mediante la aplicación de un solvente como thinner, toluol ó xilol.

El Emultex T.P. debe agitarse antes de su aplicación, y ésta puede llevarse a cabo con cepillo de fibra, brocha ó equipo de aspersión a una sola mano.

Ya aplicado el imprimador, se dejará secar la superficie durante 24 horas antes de continuar con el sistema de impermeabilización. El rendimiento es de 0.25 lt. por m².

Se debe conservar el material a la sombra en un sitio fresco. En invierno, no se debe exponer el material a temperaturas inferiores a los 3 °C.

2.- Asfaltex 505.- Es un asfalto sólido que se ha sometido a un proceso de oxidación selectiva, que le otorga una gran estabilidad química, manteniendo su elasticidad y proporcionándole una mayor resistencia al envejecimiento.

Se utiliza como impermeabilizante en losas ó superficies con pendientes hasta del 25 %.

Antes de aplicar el Asfaltex 505, es necesario que la superficie haya sido previamente preparada con una imprimación de Emultex T.P., así como haber sellado todas las zonas críticas con cemento plástico (Plasticem Std.). A continuación caliéntese el material en un rango de temperaturas entre 190 y 210 °C y aplíquese con mechudo de pabilo. Debe evitarse el calentamiento excesivo y el recalentamiento del material.

El rendimiento es de 1.5 a 2 Kg por metro cuadrado, dependiendo del espesor a que se aplique.

3.- Fibra de vidrio.- Este es un producto que forma parte del grupo 3 dentro de los llamados recubiertos.

La membrana base es un velo de fibra de vidrio revestido por ambas caras, totalmente impermeable, que se utiliza como base de sistemas de impermeabilización. Se puede utilizar en cualquier tipo de techo que sea susceptible de terminarse con gravilla ó con mineralizado. Su presentación es en rollos de 1 x 30 m (30 m²).

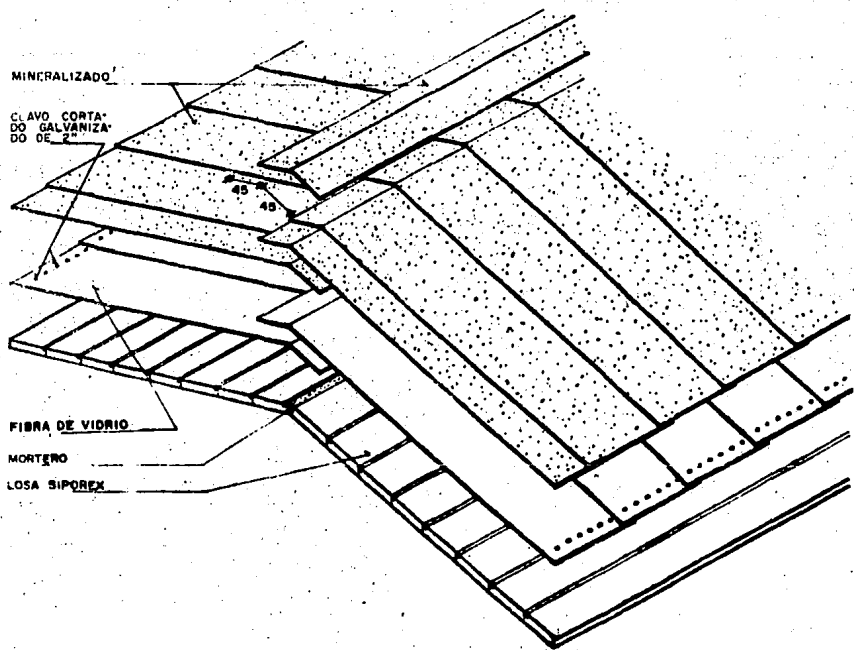
4.- Impernova Standard.- Es un fieltro elaborado a base de 2 capas de asfalto seleccionado, con un refuerzo intermedio de una malla de fibra de vidrio de la mejor calidad. En ambas caras acabado con arena fina.

Se fabrica en planta, garantizando un espesor uniforme, calidad controlada, seguridad y mayor duración al sistema de impermeabilización.

Impernova Std. se utiliza como fieltro de refuerzo en los sistemas de impermeabilización ó acabado para recibir enladrillado, loseta, etc.

APLICACION:

Extiéndase este fieltro sobre la capa de impermeabilizante (Asfaltex 505) anteriormente aplicada, la cuál debe tener su máxima fluidez para lograr una óptima adherencia.



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

UNAM
ENEP
ACATLAN

ELEMENTOS DE IMPERMEABILIZACION

Los fieltros deberán traslaparse 10 cms en el sentido longitudinal y 15 cms en el sentido transversal, los traslapes longitudinales del fieltro, se harán en el sentido de la pendiente pluvial del desalojo.

Debido a su alto espesor, los rollos de Impernova - requieren de un manejo especial, cuando la temperatura ambiente sea menor de 20 °C recomendamos colocar los rollos junto a la caldera ó equipo de calentamiento, para facilitar su desenvolvimiento.

El rendimiento es de 1.10 m/m², viene en rollos de 0.91 x 16.5 m. Para una mejor conservación del producto, se recomienda estibar los rollos en no más de 2 rollos por estiba, en lugar seco y fresco.

5.- Techado Mineralizado.- Los techados mineralizados, están compuestos de un fieltro orgánico ó de fibras de vidrio saturado y revestido por ambas caras de asfalto de la más alta calidad, enriquecido con estabilizadores minerales que le dan las características necesarias para un excelente comportamiento y duración.

USOS Y APLICACIONES:

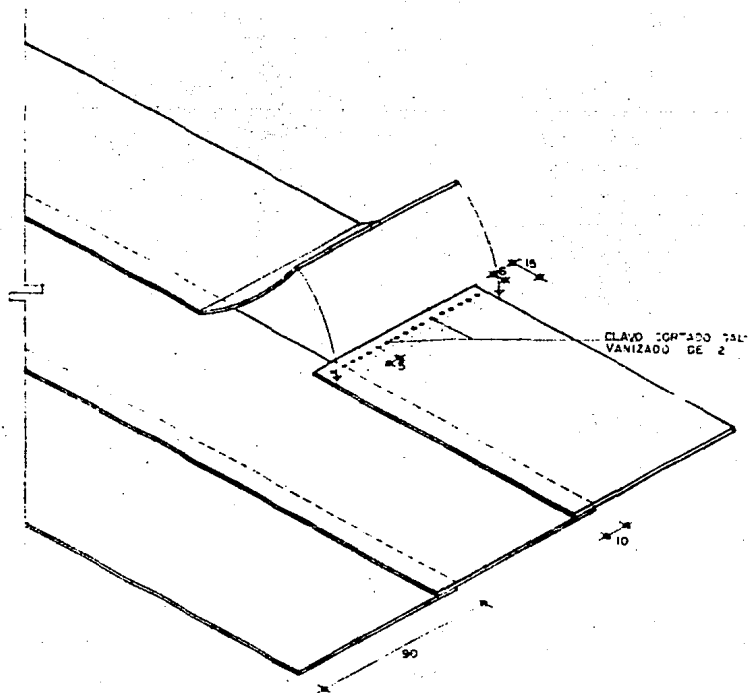
Acabado aparente sobre todo tipo de losas, trabes y cubiertas en general. Es ideal por su ligereza para cubiertas que soportan poco peso. Se puede aplicar sobre losas de concreto planas, reticulares, abovedadas, y regladas, prefabricadas, cubiertas de madera de conglomerados, Siporex, etc.

PRESENTACION: Rollos de 1 x 10 m (10 m²)

1.2).- Otros tipos de impermeabilizaciones posibles.

Cuando por alguna circunstancia se requiere hacer otro tipo de impermeabilización, ya sea porque se presente el caso de que se necesite caminar sobre la impermeabili

DETALLE DE CLAVADO Y TRASLAPES EN IMPERMEABILIZACION



TESIS PROFESIONAL U.N.A.M.
INGENIERIA CIVIL EN E.P.
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ AC.

zación, entonces se elimina la última capa de Mineralizado y queda como sigue:

ESPECIFICACION " B "

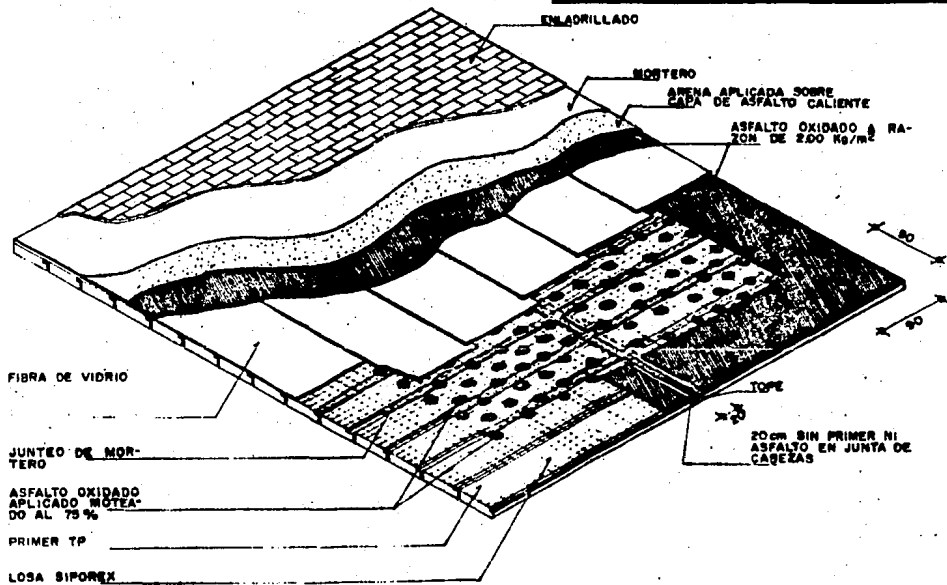
Losas para techo Siporex con pendiente mínima del 3% y enladrillado. Duración mínima 3 años.

DESCRIPCION DEL TRABAJO

- 1.- Las losas deben ser juntas, resanadas y la superficie deberá estar limpia y seca, para poder aplicar se una mano de Primer T.P. con un rendimiento de 4m²/lt. Sobre las juntas transversales de las losas se dejará una franja de 20 cms de ancho sin esta aplicación, El trabajo no deberá continuar hasta que el Primer no haya secado totalmente.
- 2.- Se aplica una membrana a base de fibra de vidrio pegán dola con Asfaltex 505, aplicado en forma " moteada " con rendimiento de 0.5 Kg/m², debiendo evitar el motea do en una franja de 20 cms de ancho sobre las juntas transversales de las losas. En una franja de 90 cms en el perímetro del techo, se pega totalmente, para evitar la entrada de aire húmedo y condensación. Es ta capa base se coloca en dirección de la inclinación, traslapada 10 cms longitudinalmente y 15 cms transver salmente. El " moteado " del asfalto así como la fran ja de 20 cms sin Primer ni Asfalto, es con el fin de lograr una impermeabilización flotante.
- 3.- En caliente se aplica arena sobre asfaltex 505, con - rendimiento de 1.5 Kg/m². Como acabado se pega el en ladrillado con mortero.

NOTAS:

Durante su aplicación el asfalto oxidado (Asfaltex - 505) debe calentarse a una temperatura máxima de -



COMPONENTES DE IMPERMEABILIZACION

210 °C y mínima de 190 °C.

Para pendientes mayores al 3 % las membranas deberán ser clavadas a la cubierta en la franja que queda de bajo del traslape. Los clavos deberán ser galvanizados y deberán ir en zig - zag con las separaciones siguientes:

<u>PENDIENTE</u>	<u>SEPARACION DE CLAVOS</u>
Del 3 al 5 %	15 cms
5 al 10 %	10 cms
10 % en adelante	5 cms

ESPECIFICACION " C "

Especificación Económica para Vivienda Popular. Pendiente mínima de 3 %. Duración mínima 2 años.

DESCRIPCION DEL TRABAJO

- 1.- Las losas deben ser junteadas, resanadas y la superficie deberá estar limpia y seca, para poder aplicarse una mano de Primer T.P. con rendimiento de 4 m²/lt. Sobre las juntas transversales de las losas se dejará una franja de 20 cms de ancho sin esta aplicación. El trabajo deberá continuar hasta que el Primer no haya secado totalmente.
- 2.- Se aplican tiras secas de 10 cms de Dyrcoflex 20 ó de cartón plastificado (como el de los envases lácteos) longitudinalmente en las juntas de las losas, dejando una franja de 20 cms de ancho sobre las juntas transversales sin aplicación. Estas tiras secas se pegan con Asphaltex 505 con rendimiento aproximado de 0.5 Kg/m².

- 3.- Como acabado se aplica una capa de techado Asfáltico mineralizado, pegado con asfaltex 505 con rendimiento de 1.5 Kg/m².

NOTAS:

Durante su aplicación el asfalto oxidado (Asfaltex 505) debe calentarse a una temperatura máxima de 210 °C y mínima de 190 °C.

Para pendientes mayores al 3 %, las membranas deberán ser clavadas a la cubierta en la franja que queda debajo del traslape. Los clavos deberán ser galvanizados y deberán ir en zig - zag con las separaciones siguientes:

<u>PENDIENTE</u>	<u>SEPARACION DE CLAVOS</u>
Del 3 al 5 %	15 cms
5 al 10 %	10 cms
10 % en adelante	5 cms

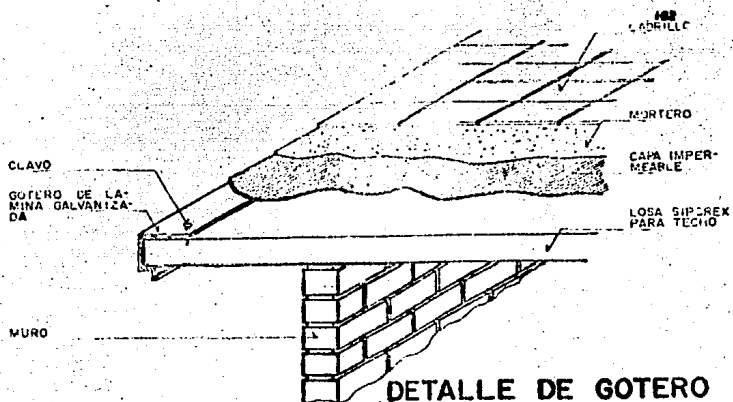
También es posible utilizar impermeabilizaciones del tipo prefabricado de aplicación con soplete.

RECOMENDACIONES GENERALES:

Los cantos de las losas en volados deberán llevar un gotero de lámina galvanizada.

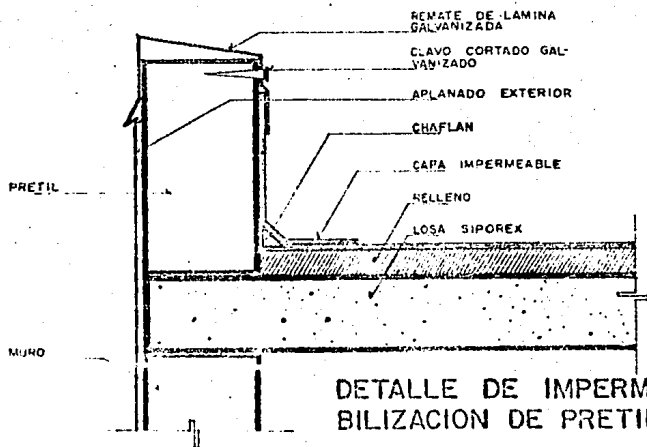
En las tuberías que traspacen la impermeabilización se deberán reforzar con cemento plástico.

La impermeabilización en los pretiles se hacen a base de un chaflán de mortero, montando la membrana impermeable sobre el pretil, los canalones y cumbreras deben cubrirse completamente, colocando en los canalones la primer capa de impermeabilizante longitudinalmente.

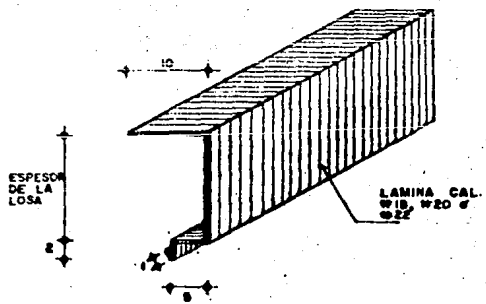


DETALLE DE GOTERO

TESIS PROFESIONAL UNAM.
 INGENIERIA CIVIL ENEP
 SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN



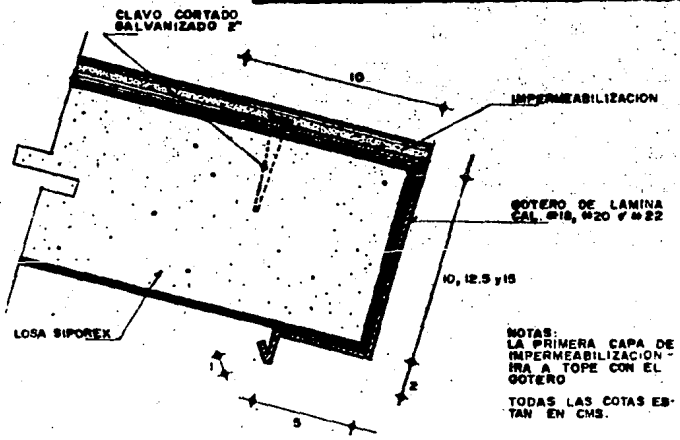
DETALLE DE IMPERMEABILIZACION DE PRETILAS



100

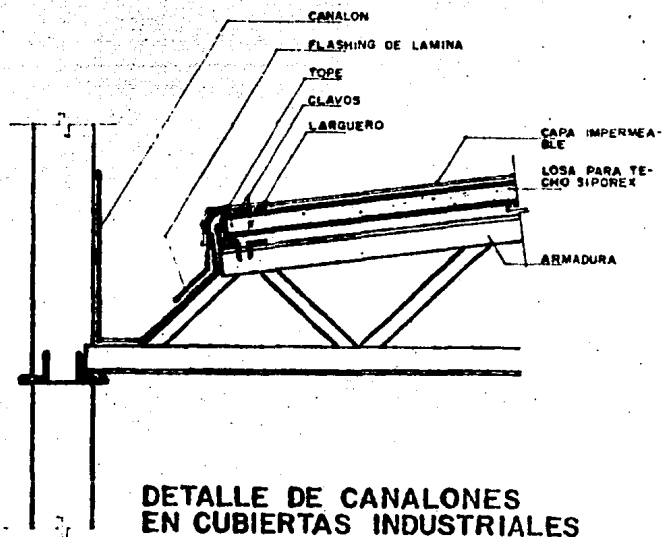
GOTERO DE LAMINA PARA IMPERMEABILIZACION

TESIS PROFESIONAL U.N.A.M.
INGENIERIA CIVIL ENEP
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ ACATLAN



NOTAS:
 LA PRIMERA CAPA DE IMPERMEABILIZACION IRA A TOPE CON EL GOTERO
 TODAS LAS COTAS ESTAN EN CMS.

DETALLE DE GOTERO



TESIS PROFESIONAL
INGENIERIA CIVIL
SALVADOR GARCIA VAZQUEZ

U.N.A.M.
ENEP
ACATLÁN

1.3).- Garantías.- La garantía máxima que ofrecen las compañías de impermeabilizantes es de 5 años normalmente.

La garantía que se ofrece para las impermeabilizaciones de Techos Siporex es también de 5 años considerando 2 capas, Fibra de Vidrio + Techado Mineralizado.

Cuando se aplica la Fibra de Vidrio y riego de arena para enladrillar se da una garantía máxima de 3 años.

Si se necesita una impermeabilización económica con tiras secas y Techado Mineralizado no se da una garantía mayor de 2 años.

2).- Recubrimientos interiores.- Una de las ventajas que presenta el material Siporex para muro ó techo es que no requiere de grandes acabados, ya que presenta un acabado aparente agradable.

2.1).- Muros.- Por su aspecto liso y claro, el muro Siporex necesita poco ó ningún tratamiento de superficie. Puede aplicársele la pintura directamente con un mínimo de emplastecido. Los acabados interiores pueden ser de pastas delgadas (2 a 3 mm) ó pinturas rugosas que se aplican con compresoras ó herramientas de mano.

También es posible aplicar papel tapiz poniendo una ligera capa de yeso con anterioridad para dejar la superficie lisa.

Como acabados interiores de estos muros, ha sido utilizado con éxito pintura vinílica espesada con blanco de España y granos metálicos, aplicada con rodillo, así como el tirol planchado.

En baños y cocinas se puede recubrir con azulejo pegado directamente al muro con pegazulejo.

Como es un material muy poroso se puede aplicar un sellador antes de aplicar la pintura, con el fin de que no absorba mucha pintura. Se pueden aplicar los recubri

CAPITULO X

APLICACION DENTRO DE LA CONSTRUCCION

La flexibilidad del material Siporex permite su uso bajo múltiples soluciones. Puede usarse en casas modulares totalmente construídas de Siporex ó en combinación con otros materiales estructurales y/o convencionales, según los requisitos de diseño y de clima. Es por eso que el producto ha logrado penetrar todos los diferentes mercados de la construcción.

1).- Habitacional.- Siporex se emplea como material estructural de carga en edificios de uno, dos o tres pisos. Una combinación de losas para entrepisos, muros y techos no sólo ofrecen una estructura de carga, sino que actúan como aislante contra la variación de temperaturas, penetración de sonido y fuego; todo en un material. Las piezas pueden ser montadas por personal no especializado.

Siporex se usa en los edificios altos en muros exteriores e interiores sin carga. También se usan las losas en entrepisos y techos de edificios de varias plantas. La reducción en el peso del edificio así construído, economizará en los costos de los cimientos y reducirá las presiones sísmicas. Los marcos de las ventanas y puertas pueden clavarse en las paredes. Los agujeros y ranuras para las conducciones eléctricas y tuberías se taladran o ranuran con facilidad. El resultado es ahorro de tiempo, materiales, organización de espacios en obra y trabajos.

La diferencia entre la demanda y la construcción de viviendas económicas nos obliga al uso de métodos industriales en la construcción para satisfacer la urgente necesidad de aumentar la producción. También se usa progresivamente el sistema de construcción Siporex en los proyectos de viviendas económicas. Se adapta con gran facilidad a cualquier proyecto o tipo de arquitectura y sigue ofreciendo las ventajas de la producción industrial. A -

pesar de su bajo costo, no se sacrifica la seguridad estructural, la comodidad térmica ó la protección contra incendios.

Es notable la experiencia de Costa de Marfil, en donde se efectuó con importación de Noruega el Siporex para la construcción cerca de Abidjan de alrededor de 6,000 casas, la mayoría de 1 piso en tiempos de construcción no alcanzables con métodos tradicionales y con mano de obra en su gran mayoría de muy poca preparación. En base al éxito de este programa fué instalada y arrancó el año de 1976 una fábrica Siporex en este país.

La casa modular Siporex ofrece rapidez en la construcción, exactitud en medidas, control de calidad industrial de componentes, ahorros en acabados, así como una fuerte reducción en peso. El aislamiento térmico 4 a 6 veces mayor al del tabique y 8 a 10 veces del concreto ofrece adicionalmente un hogar de mayor bienestar a los habitantes de las casas.

2).- Industrial.- El color claro natural de Siporex hace casi innecesario su acabado por el lado interno. La absorción del sonido en su propio acabado de fábrica disminuye el nivel de ruido en industrias ruidosas. Si se necesitara un grado de absorción sonora más elevado, se conseguirá fácilmente con el empleo de losas Siporex absorbentes de sonido. Exteriormente los elementos Siporex ofrecen una variedad de efectos arquitectónicos.

Con el uso de siporex en edificaciones de tipo industrial como losas de techo y muro, los últimos en forma vertical u horizontal, se logra una construcción cerrada que no deja entrar polvo y lluvia, con un alto aislamiento térmico y además con buenas características de absorción de sonido.

Para los exteriores, los elementos Siporex se prestan para lograr efectos arquitectónicos atractivos y variables.

El material Siporex por su característica de inconbus-
tibilidad se ha utilizado como muro de relleno en forma --
vertical de estructuras metálicas. Debido al costo relati-
vamente alto en México de la estructura metálica, ha sido-
pocas las aplicaciones de este tipo.

Las losas de muro horizontal ó vertical se utilizan -
en combinación con estructuras de acero ó concreto prefor-
zado. Como normalmente los claros son relativamente lar-
gos, las losas llevan refuerzo doble contra cargas de vien-
to y se colocan según claros, altura de edificios, etc.

Pueden colocarse con sistemas desmontables permitiendo
así desmontar y volver a colocar el muro en caso de amplia-
ción de una fábrica.

3).- Comercial.- Se utilizan los muros, entrepisos-
y techos en oficinas, comercios, hoteles y centros comer-
ciales.

En oficinas y comercios se pueden utilizar entrepisos
y techos; algunas veces se coloca un falso plafón para dar
una apariencia diferente, este falso plafón se sujeta de -
el armado superior de la losa. En hoteles lo más común es
utilizar el muro divisorio entre los cuartos, ya que por -
las características de aislamiento acústico del Siporex --
impide el paso del ruido entre 2 cuartos. Cuando las nece-
sidades de aislamiento acústico son mayores que los que --
rinde un muro sencillo, se coloca doble muro sin ó con ca-
pa intermedia de lana mineral.

En los centros comerciales lo más común es utilizar -
el muro vertical como faldón para dar un efecto arquitecto-
nico diferente.

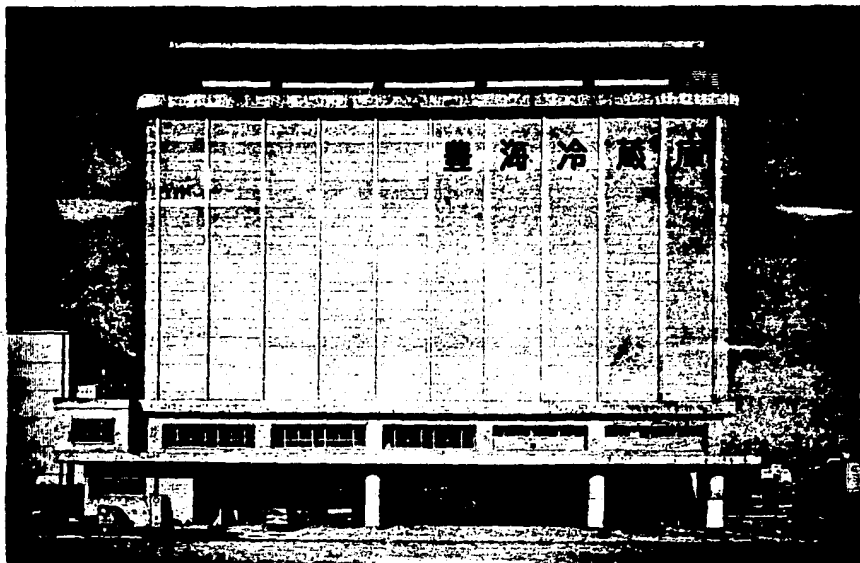
4).- Institucional.- Escuelas, hospitales y edifi-
cios públicos entre otros.

Las características aislantes y la capacidad térmica-
específica de Siporex protege a los ocupantes de escuelas,
salas de reunión y otras semejantes, contra la intensa ra-
diación solar. También provee comodidad interior por su -

capacidad característica para absorber y evaporar la humedad, equilibrando las variaciones en humedad relativa.

Las mismas características que han sido esenciales - para la aceptación del material en el sector industrial, - le han abierto las puertas para edificaciones institucionales como son estaciones de ferrocarril, sistemas del metro, etc.

Para construcciones escolares y hospitales, el aislamiento térmico es aún más importante. Más aún cuando, - como es el caso de la mayoría de las aulas, no existe aire acondicionado y donde la capacidad acumulativa térmica del Siporex en combinación con su poderoso aislamiento -- permite igualar la temperatura interior y cortar los topes de temperatura alta.



INSTITUCIONAL

CAPITULO XI

PRUEBAS DE LABORATORIO

1.- Determinación de la resistencia a la compresión..

Se determina mediante cubos. Al preparar los cubos es de gran importancia que los ángulos de las aristas sean perfectamente rectos, que tengan las dimensiones especificadas de 15 x 15 cms. y que estén completos.

Después de cortados, la superficie donde se va a aplicar la compresión deben aplanarse en un mollejo horizontal con agua. Antes de iniciar el aplanado en la piedra del mollejo deberán dibujarse dos diagonales con crayón de acero con lo que se tendrá una garantía de que el cubo es perfecto si las marcas están completas. Una vez verificado esto deben secarse los cubos lo cual se lleva a cabo en un horno a una temperatura de 60 °C con una relación de humedad de 3 a 4 % en peso. Después de secarse el cubo deberán rectificarse nuevamente las caras en las que aplicará la presión, rectificándolas en caso necesario pero esta vez en seco.

Antes de proceder a la prueba hay que dejar que se enfríen los cubos y después pesarlos y medirlos.

Los cubos de prueba se colocan en la prensa y se centran cuidadosamente, la carga deberá incrementarse uniformemente a un ritmo promedio de 2 Kg/cm² por segundo.

2.- Humedad.- Para determinar el peso volumétrico se determina pesando preferiblemente uno de los cubos que ha sido medido y probado después de secarlo a 105 °C ± 3°C.

Para determinar la contracción del estado húmedo al estado seco se preparan paralelepípedos de 40 x 40 x 160 mm. La longitud no podrá variar preferiblemente más de 2 mm.- Se colocan pijas en cada extremo de los paralelepípedos -

fijadas por medio de azufre en agujeros que han sido perforados previamente en el paralelepípedo. Las pijas deberán colocarse perfectamente centradas y alineadas en caras diametralmente opuestas. La distancia total entre los extremos exteriores de las pijas al extensómetro de la pared de medición no deberá ser > de 9 mm. Los paralelepípedos se mantienen en agua por medio de un peso durante 96 horas.

La medición de la longitud se efectúa mediante un dispositivo especial. El extensómetro deberá estar graduado hasta un centésimo de milímetro y deberá tener una exactitud de medición de 10 mm.

La longitud del extensómetro es de 175 mm, únicamente la deformación del extensómetro debe registrarse durante la medición.

Se sacan los paralelepípedos del agua y se sacan las pijas con objeto de quitarles toda la tierra y basura que pudiera afectar las mediciones. La deformación deberá chequearse ocasionalmente con la altura, se deberá fijar por medio del extensómetro. La posición del paralelepípedo durante la medición deberá ser siempre la misma. Se ha visto que es conveniente tener un mínimo registrado en la carátula del extensómetro facilitando en esta forma la investigación del mínimo. Después de las mediciones del material húmedo, los paralelepípedos se secan a temperatura constante y humedad relativa. La humedad es conveniente mantenerla constante usando carbonato de calcio que da una humedad relativa de 45 % a 25 °C, hay que tener siempre la certeza de que existe carbonato de calcio sólido.

Después de una semana a temperatura y humedad constantes, se miden los paralelepípedos y la longitud no varía más de 0.002 mm, normalmente pueden usarse los valores obtenidos después de una semana.

El enjuntamiento es igual a la diferencia en las longitudes obtenidas en la primer y últimas mediciones y se --

calcula como por ciento de la longitud del cubo que se usa de aproximadamente 140 mm.

3).- Pruebas de resistencia y deflexión.- Estas son las pruebas más importantes debido a que se checa si la sobrecarga de diseño es real de acuerdo al armado de la losa ó si el armado está sobrado, que es lo que normalmente sucede.

La losa que se va a probar se coloca con el refuerzo de tensión en la parte de abajo, sobre dos soportes dejando un claro libre igual a la longitud de la losa menos 10 cms. El soporte deberá ser de 5 cm. en cada extremo. Los soportes deberán ser rígidos y alojarse sobre superficies firmes y planas preferentemente en pisos de concreto ó algo similar en el sitio donde se hagan las pruebas rutinarias.

La flecha al cargar la losa, se mide mediante cuerda de piano que se fija en una de las caras verticales de la losa. Se mide la flecha en un papel milimétrico que se fija en la parte central de la losa. Se determina la flecha en las dos caras de la losa.

La carga se aplica uniformemente repartida, y cuando no se tiene la máquina de pruebas, se permite hacer la prueba con pequeños bloques de concreto que se reparten en la cara superior de la losa en forma tal que el momento falle incrementando uniformemente la carga.

La flecha se mide cada vez que la carga ha sufrido un incremento de 100 Kg. Después de cada incremento de carga se checa si aparecen grietas en la losa.

Se carga la losa hasta la ruptura y se calcula el factor de seguridad en este punto en relación con la carga de diseño.

Es necesario tener los datos siguientes.

1).- W_{cal} = Carga muerta de la losa. Para losas-

de 0.5 y 0.65 se calcula con un peso volumétrico de 0.65- y 0.80 incluyendo el peso del refuerzo.

2.- $Q_{per.}$ = Carga uniformemente repartida permitida, que se checa con la carga estampada en la losa pero - que debe corresponder a la carga de diseño. Este estampa do confirma la carga distribuida en Kg/m² como se ve en - los ejemplos subsecuentes:

T 0.5/150 15 - 400 (la carga uniformemente repartida per- misible es de 150 Kg/m², el espesor de la losa 15 cm. y la longitud 4m, entonces la carga total permitida - sería: $0.5 \times 4 \times 150 = 300$ Kg.

3.- Carga central concentrada = 100 Kg. la carga concentrada a que se refiere en este caso particular co- rresponde a la concentración originada por una presión en el centro de la losa. Cuando actúen las losas en conjun- to una vez que se han juntado, esta carga central se di- vide por lo menos entre 2 losas en cuyo caso la losa se - puede diseñar con una carga central de 50 Kg. alojado al- centro de la losa que nos da el mismo aumento de una car- ga uniformemente repartida de 100 Kg. por losa.

4.- \leq normal = $W_{cal.} + Q_{per.}$

5.- \leq Excepcional = \leq normal + 100

6.- $Q_{rup.}$ = ruptura igual a la carga aplicada a la ruptura.

7.- W de prueba = es el peso real de la losa pro- bada.

8.- Carga de ruptura = W de prueba + $Q_{rup.}$

El cálculo del factor de seguridad después de la rup- tura se calcula en la forma siguiente para las losas de - techo:

Será normal si es mayor de 500 Kg. y por \leq excepcio-

nal si es menor de 500 Kg,

Esta relación nos dá el factor de seguridad con respecto a la ruptura.

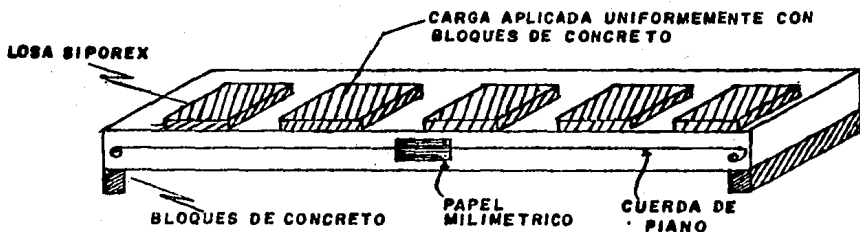
Cuando se calcula el factor de seguridad con respecto a las losas de carga concentrada de 100 Kg. puede no considerarse.

La flecha es la relación de la flexión medida al claro teórico en el cuál se consideran soportes de 5 cm. en cada extremo de la losa y la longitud de la losa se disminuye en 10 cms.

La flexión permisible para las losas de techo y entrepiso siporex es de $L/360$.

Como las pruebas se hacen con carga uniformemente distribuida, se puede calcular la contribución de la carga de 100 Kg. aplicada al centro de la losa. La carga concentrada en el punto medio de la losa nos dá la misma flecha que una carga uniformemente distribuida en la losa igual a la carga concentrada por 1.6.

En el caso de que se considere la carga concentrada de 50 Kg. al centro de la losa desde el punto de vista de la flecha, equivale a una carga repartida de 80 Kg.



Es importante empezar a cargar la losa con los bloques de concreto pero teniendo en cuenta que los bloques queden separados del extremo de la losa para evitar que los apoyos reciban la carga directa y trabajen a compresión.

Es posible también hacer pruebas con losa firme para probar como entrepiso. La prueba se realiza en la misma forma sólo que es conveniente hacer el firme de 3 losas para que trabaje dicho firme. En lugar de bloques de concreto se colocan bultos de cemento repartidos uniformemente en la losa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La necesidad de construcción de vivienda en formas más económicas y más rápidas deberá ser contemplada por el Ingeniero en estrecha relación con el Arquitecto y el Industrial actual.

Esta labor de equipo deberá llevar a una producción industrial planeada, ó a la utilización de productos ya en existencia en el mercado industrial que respondan a la problemática de costo, disponibilidad, existencias, transportación, facilidad de manejo y montaje.

Por lo mismo, deberá considerar de igual modo los satisfactores a las condicionantes de los siguientes problemas:

- * Socio-Cultural.
- * Económicas.
- * Climatológicas.
- * Funcionales.
- * Estructurales.
- * Urbanas.

Es así como llegamos a la conclusión de que el sistema óptimo en la vivienda en nuestro país, es aquél que reúne las normas, procedimientos y principios generales, capaces de construir dichos sistemas en un instrumento dedicado para el trabajo del Ingeniero.

Esta tónica es la que rige la prefabricación del sistema Siporex.

El sistema consiste básicamente en usar el material de tal forma que con un número mínimo de piezas permita la sistematización de montaje y diversidad de soluciones:

Dicho material al reunir las condiciones de ligereza, aislamiento tanto térmico como acústico, acabado aparente

y el hecho de ser autoportante, permite una economía considerable en el tiempo de la ejecución, así como el costo de la cimentación, pues su peso es del 60 % del de la construcción convencional.

En nuestro país el Siporex se fabrica en un módulo de 0.50 m., lo cual permite optimizar las medidas de la vivienda, tomando como consideración que este sistema se empleó en México por primera vez en el año de 1976, en la Unidad Habitacional Infonavit Xochimilco, en que las soluciones planteadas por el sistema se basaron en los siguientes elementos:

Losas para techo y entrepiso: 2.75 X 0.50 mts. X 0.125 mts.

Losas de cimentación colada en sitio para los muros de carga.

Losas para muro: 2.25 X 0.50 X 0.10 mts.

Se obtuvo así, aislamiento térmico 4 a 6 veces mayor que el tabique y 8 a 10 veces mayor que el concreto, economía en tiempo de ejecución en un porcentaje considerable y reducción de carga sobre el terreno de 2.3 Ton/m² a 1.3 Ton./m², lo cual dada la naturaleza del mismo, implica un enorme ahorro en costos de cimentación y costos indirectos.

El siporex aparte de su ligereza tiene además la suficiente cohesión entre el trabajo del conglomerado y el del armado de los diferentes tipos de piezas como para garantizar ampliamente su capacidad autoportante convenientemente complementada para efectos de rigidez con una mínima parte de elementos de lámina ó de algún otro material, como puede ser el muro de tabique extruido de barro; los firmes de concreto colado In Situ, etc., etc.

Este hecho aunado al ya expresado de su facilidad de transportación y fácil manobrabilidad agiliza considerablemente el proceso constructivo y considerando su utilización "aparente" ayuda a mantener el costo dentro de los

límites del presupuesto.

Se incluirá a continuación las diversas ventajas constructivas que presenta el material Siporex:

i).- Economía.- El costo directo inicial de la losa siporex es ligeramente más elevado que la losa tradicional, pero para poder comparar el sistema, es necesario evaluar los siguientes puntos:

a).- Tiempo: El tiempo de colocación de la losa siporex es extremadamente rápido: diariamente un equipo de 5 personas pueden colocar de 60 a 80 m² de losa para techo y un grupo de 4 personas de 40 a 50 m² de losa para muro.

b).- Cimbra: Las losas siporex para techos y entrepisos no requieren ningún tipo de cimbra ni puntales y tienen capacidad de carga inmediata.

c).- Grado de desperdicio: El Siporex tiene un grado de desperdicio nulo en muchos casos y muy bajo en otros (en los que los ajustes por diseño caprichoso sean necesarios).

d).- Economía de estructura: Debido a la ligereza del Siporex, es posible tener un considerable ahorro en toda la estructura (cimentación, columnas, trabes, muros de carga, etc.).

e).- Recuperación del material: En una vivienda progresiva las losas de Siporex para techo pueden colocarse de manera flotante, recuperándose el total del material. Por ejemplo, cuando la alcoba en una vivienda de un nivel se convierte en el cubo de la escalera para crecer a 2 niveles.

f).- Equipo y herramientas: El montaje del siporex se suele efectuar con pequeñas grúas u otros equipos ligeros, pero también es posible hacerlo manualmente (una losa de 0.5 X 3.00 X 0.10 mts. pesa alrededor de 80 Kg.). Las herramientas que se utilizan son las convencionales.

g).- Acabados: Otro punto en el cuál se puede economizar es en el aspecto de acabados, puesto que la superficie en interiores puede quedar aparente ó ser pintada directamente. Por la parte externa, al Siporex se le puede aplicar pintura, aplanado con mortero u otro tipo de acabado cuando se trate de muros, ó directamente la impermeabilización flotante en los techos.

h).- Mano de Obra: La mano de obra requerida para el sistema Siporex no requiere ser especializada, cualquier persona con un mínimo de conocimientos puede hacer uso del sistema.

i).- Instalaciones: Dada la facilidad de trabajo con el sistema Siporex, la facilidad de hacer ranuras en los muros para las instalaciones es sumamente sencilla, ahorrando material y tiempo.

2).- Compatibilidad con otros sistemas.- El Siporex puede ser utilizado sólo ó en combinación con cualquier otro sistema abierto de construcción incluyendo el tradicional (ejemplo: muros de tabique con entepiso y techo de Siporex), en el óptimo grado de compatibilidad.

3).- Factibilidad para la autoconstrucción.- Dada la gran ligereza del material y por lo tanto su facilidad de manejo, el Siporex es ideal para autoconstrucción.

Entre otras ventajas contemos las siguientes:

- 1.- No se requiere equipo.
- 2.- No se necesita mano de obra especializada.
- 3.- No se utilizan herramientas especializadas.
- 4.- El número de operadores es mínimo (5 para techos ó entepisos y 4 para muros), esto puede bajar dependiendo del tipo de losa.
- 5.- Grado de desperdicio mínimo ó nulo.
- 6.- Seguridad total (las losas vienen calculadas de fábrica).
- 7.- Ahorro de tiempo. En un sólo día se puede colo

car todo el techo de una vivienda.

- 8.- No requiere cimbra ni apuntalamiento.
- 9.- Facilidad en instalaciones.
- 10.- Habitabilidad inmediata.
- 11.- Limpieza de obra.

4).- Crecimiento progresivo.- El sistema Siporex - posee un grado óptimo de adecuación al crecimiento progresivo:

a).- Se pueden ir adquiriendo las losas una a una - (tramos de 50 cms.), según las posibilidades económicas.

b).- Al no requerirse equipo y otros elementos complementarios (cimbra, puntales, etc.) el iniciar cualquier etapa subsecuente de construcción no implica ninguna dificultad.

c).- El paso del material a través de lo ya construido y habitado no representa ningún problema de limpieza.

d).- Al ser tan corto el tiempo de colocación la -- habitabilidad del nuevo local es inmediata.

5).- Parques de materiales.- En la actualidad el - Siporex se fabrica sobre pedido y se transporta desde la fábrica en Naucalpan al sitio de la obra. Sin embargo a través de la implementación de un sistema de distribución por medio de parques de materiales, se podrán producir -- elementos tipo, con el consecuente ahorro en costos.

El largo óptimo de fabricación y por lo tanto de economía para las losas Siporex es de 2.75 m., o sea que si se tuvieran entrejes con esta dimensión en un sentido y - ajustados al módulo de 50 cms. con cualquier dimensión en el otro el grado de economía sería óptimo. Sin embargo, - esto no implica que no se pueda ajustar a cualquier dimensión, ya que la losa se fabrica a la medida que el proyecto lo determina.

Algunas otras ventajas que presenta el Siporex son - las siguientes:

1.- Siendo material silicioso es enteramente incombustible y está clasificado así por las normas oficiales-Alemanas, Norteamericanas, Canadienses y Suecas

2.- Por ser material curado en vapor a alta presión es un material que tiene una alta estabilidad dimensional, propiedad necesaria en el empleo de un prefabricado.

3.- La fabricación de Siporex requiere solamente el 11 % de la energía que se necesita para producir el mismo volumen de ladrillos de cerámica.

4.- Una fábrica Siporex puede cambiar de un producto a otro sin atraso ni costo adicional.

5.- Ahorra costos de energía en calefacción y aire acondicionado y mejora el confort interior.

6.- Mantiene su capacidad aislante aún expuesto al viento.

7.- Debido a su capacidad térmica, suaviza las variaciones de temperatura entre el día y la noche.

8.- Su excelente resistencia al fuego puede reducir las primas de seguros contra incendios.

9.- Es resistente a las termitas.

10.- Por su ligereza y excelente manejabilidad es -- ideal para las construcciones antisísmicas.

Recomendaciones que hay que tomar en cuenta al elegir el uso de Siporex:

1.- Los ácidos que están en contacto con Siporex ya sean líquidos ó gaseosos por muy suaves que sean pueden - dañar el material ó el armado.

2.- Es importante evitar la corrosión que pueden producir los cloruros, también hay ciertos materiales de limpieza con riesgo de corrosión.

3.- Los gases como dióxido de carbono y azufre afectan bastante al Siporex. Con buena ventilación es posible utilizar Siporex.

4.- En las fábricas productoras de acero hay bastante gas de óxido de azufre debido a los hornos y alta temperatura, este gas afecta al Siporex produciendo una deflexión anormal. Las losas delgadas son las más expuestas -- por lo que no es conveniente utilizar los claros máximos -- para cada espesor.

Existen tratamiento para proteger las losas de este problema, como es el caso de Flicote, sólo que las losas deben tener ventilación.

5.- Cuando sale el material de las autoclaves se tiene un contenido de humedad de un 30 % aproximadamente. Se baja rápidamente a un 20 % en un tiempo máximo de 2 meses, después de un poco más lento. Es necesario que baje a menos del 12 % para no tener problemas de corrosión. Con un 15 % de humedad se puede empezar a pintar.

6.- El contenido anormal de humedad dentro del material produce salitre. Por eso, es necesario proteger al material de la lluvia.

Como conclusión final menciono que la diferencia entre la demanda y la construcción de viviendas económicas -- nos obliga al uso de métodos industriales en la construcción (como se mencionó en el capítulo de Introducción) para satisfacer la urgente necesidad de aumentar la producción de dichas viviendas.

El uso del material Siporex se adapta con gran facilidad a cualquier proyecto y sigue ofreciendo las ventajas --

de la producción industrial. Apesar de su bajo costo, no se sacrifica la seguridad estructural, la comodidad térmica ó la protección contra incendios. Es por esto que se pueden lograr condiciones óptimas, dando al habitante de la vivienda un hogar cómodo que lo proteja contra los cambios bruscos de temperatura y brindándole un hogar duradero.

Estas propiedades han hecho al siporex lograr una aceptación en el ramo de la vivienda en todos los países donde se fabrica el material, habiendo sido este mismo destino para fines de vivienda muchas veces la razón base para instalar una fábrica Siporex, como por ejemplo en Argelia y la India.

La aparente desventaja en precios que existía en un principio entre los materiales convencionales y Siporex de México, debido a los bajos costos de estos mismos materiales, así como de la mano de obra, paulatinamente ha sido erradicada debido a el alza de precios mayores en los materiales tradicionales que en el Siporex y sobre todo en el fuerte aumento en los últimos años en el costo de mano de obra, por lo cuál hoy en día el Siporex está proporcionando soluciones para la vivienda con la misma ó mayor economía que significa el uso de materiales convencionales, pero con mayor rapidez y sobre todo brindando una habitación de mayor calidad.

Por todo esto considero que es un material ideal para resolver los problemas de vivienda que existen en la actualidad agravados por el temblor del año de 1985, por lo que se puede competir en costo con los materiales convencionales utilizados en la reconstrucción y cumpliendo con todos los requisitos técnicos de diseño propuestos por el Nuevo Reglamento de Construcción.

Con el uso de techos y muros Siporex se logran las metas propuestas en la construcción de viviendas de interés social que son principalmente el abatimiento de tiempo y de costos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Siporex en la vivienda (apuntes por Siporex de México S.A. de C.V.)
- 2.- Viviendas de Interés social tipos VAIM, VIS-A y VIS-B.
Programa financiero de vivienda.
Banco de México, S.A. Febrero, 1980.
- 3.- Seminario Actualización en Materiales y Sistemas Constructivos para la Habitación,
Ing. Rolf Andersson
Marzo, 1977.
- 4.- Seminario Centro Impulsor de la Construcción y la Habitación (CIHAC)
México, 1986.
- 5.- Mercadotecnia de Siporex para Aldeas Industriales
Rolf Österman, Lohjan Kalkkitechdas oy Saseka.
- 6.- El Concreto Ligero Siporex, sus propiedades y aplicaciones especialmente en la vivienda de Interés popular.
Ing. Rolf Andersson Caracas Noviembre, 1977.
- 7.- Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción.
R. L. Peurifoy 12a. impresión
Julio de 1978 Editorial Diana.
- 8.- Especificaciones y Normas del Siporex en México.
Apuntes por el Ing. Urbann Gunnar.
- 9.- Catálogos Generales y Detalles Técnicos de Siporex -- de México, S.A. de C.V.
- 10.- Catálogos de Impermeabilización Protexa y Cfa. Industrial de Mexicali.
- 11.- Guión para Ponencia del Sistema Siporex.
Arq. J. Francisco Serrano.

- 12.- Investigación experimental sobre el comportamiento de diafragmas constituidas por losas precoladas de concreto celular.

Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

Dr. Luis Esteva Maraboto

- 13.- Construcciones industriales de Concreto Aereado.

Ulf Ekelund, Internationella Siporex AB,
Suecia.

- 14.- Aislamiento Acústico, refrigeración y aislamiento térmico.

Apuntes de Ing. Rolf Lindstrom México, 1984

- 15.- Sistema de Prefabricación Siporex para Vivienda.

Arq. Francisco J. Serrano

Arq. José R. Nava