CONCEPTOS FUNDAMENTALES

La presente memoria constituye la presentación de la tecnología racionalizada de construcción denominada sistema RIODECO , en la ciudad de La Rioja República Argentina. Esta tecnología de origen italiano tiene una antigüedad de casi 20 años, y es producida en 27 plantas industriales en diferentes países de todos los continentes, a saber:

México, Guatemala, Costa Rica, Venezuela, Chile, Argentina, Italia, Rusia, Egipto, Nigeria, Mozambique, Arabia Saudita, Turquía, Filipinas, Malasia y Australia.

Existen también un número muy importante de construcciones de diversa índole en países no mencionados más arriba como: Bolivia, Brasil, Perú, Portugal, España, Alemania, Reino Unido, Hungría, Sudáfrica, Senegal y Burkina Faso. Incluso es de destacar la presencia de 4 viviendas de 100 m2 de superficie cubierta en la base científica Esperanza en la Antártida.

Entre las diferentes marcas bajo las cuales se conoce nuestra tecnología en todo el mundo se encuentran:

- CONCREHAUSE
- EMMEDUE
- RIODECO
- CASSAFORMA
- DIEDRA
- POLISUD
- TICARET
- CONSOLITE

RIODECO, es el sistema constructivo que reúne en un solo elemento todas las funciones necesarias para realizar una obra de arquitectura, desde una vivienda familiar hasta un edificio de gran altura, abarcando con máxima eficiencia todo tipo de construcciones y destinos.

Las funciones contenidas en los elementos de nuestra tecnología constructiva son:

1- aislación térmica continua de alta capacidad;
2- resistencia estructural apta para soportar todo tipo de solicitaciones;
3- cerramientos horizontales y verticales;
4- aislación hidrófuga continua;
5- resistencia al fuego acorde a la exigida por las normas y reglamentos;

Todas estas cualidades son posibles gracias a la eficaz combinación de sus tres materiales componentes:

a) poliestireno expandido,
b) acero de alto limite de fluencia,
c) hormigón de alta resistencia.

ELEMENTOS COMPONENTES

El elemento básico del sistema constructivo es el panel ondulado de poliestireno expandido, que lleva adosadas en ambas caras mallas de acero vinculadas entre si mediante 40 conectores electro soldados por metro cuadrado de superficie.

El espesor del alma de poliestireno expandido puede variar desde 3 cm hasta 20 cm, en función de las necesidades del proyecto arquitectónico. La densidad mínima normalmente utilizada es la de Clase II de 12 Kg/m3 y tipo F (difícilmente inflamable o auto extinguible).

Las mallas son de acero de alta resistencia, con tensión última de 600 MPa y están conformados por barras de diámetro 3,50 mm con una separación media de 7,28 por 13 cm en la dirección secundaria. Para casos especiales se pueden suministrar paneles con mallas galvanizadas y/o con otros diámetros de armaduras.

Las mallas sobresalen 50 mm en caras opuestas, de modo tal que al solaparse entre si aseguran la continuidad por yuxtaposición de las armaduras, sin necesidad decolocar elementos adicionales de empalme. Para el encuentro entre cerramientos, la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares que se suministran a tal fin, siempre satisfaciendo los requerimientos exigidos por la normativa aplicable.

Es importante mencionar que todos los procesos que intervienen en la fabricación de los elementos que componen RIODECO son sometidos en forma permanente a los controles que exige la normativa ISO vigente.


ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ СВИДЕТЕЛЬСТВО ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆ CERTIFICATO

CERTIFICATE

TÜV
MANAGEMENT SERVICE

Certificato Nr. 50 100 0605

Si attesta che / This is to certify that

IL SISTEMA QUALITÀ DI
THE QUALITY SYSTEM OF

EMMEDUE SRL
VIA TREVES 7
I-61030 BELLOCCHI DI FANO (PS)

È CONFORME AI REQUISITI DELLA NORMA
HAS BEEN FOUND TO CONFORM TO THE REQUIREMENTS OF

UNI EN ISO 9001:1994

Questo certificato è valido per il seguente campo di applicazione
This certificate is valid for the following product or service range

Progettazione e produzione di pannelli per sistema costruttivo Emmedue, produzione di reti elettrosaldate e commercializzazione di macchinari ed attrezzature per la produzione di pannelli e reti elettrosaldate

Design and production of panels by Emmedue building system, production of electrowelded wire meshes and marketing of machinery and equipment for the manufacture of panels and electrowelded wire meshes

Luogo e data
Place and date
Sinaello, 2000-05-11

Data di scadenza
Every date
2003-04-17

Per l'Organismo di Certificazione
For the Certification Body
TÜV Italia S.r.l.
Grosseto Italiano (MI)

Roberto Majocchi
Management Representative

SINCERT
Registrar in Italy

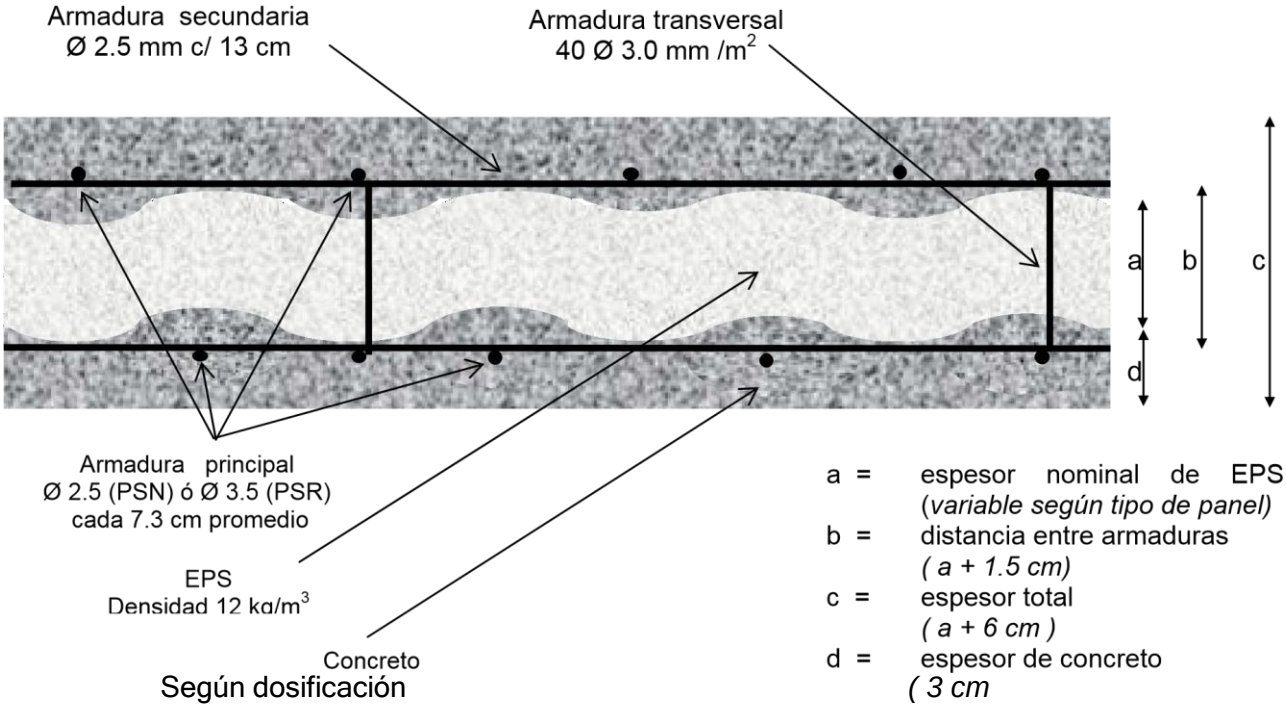
Nico Mastronilo
Technical Committee Representative

Es por ello que se ha obtenido el Certificado de conformidad a la Norma UNI EN ISO 9001:1994, por el organismo de Certificación TÜV con los siguientes alcances:

Diseño y producción de paneles para elsistema constructivo, producción de mallas electro soldadas y comercialización de maquinaria y equipamiento para la producción de paneles y redes electro soldadas.

Es dable mencionar que todas las plantas industriales instaladas en el mundo utilizan exactamente el mismo tipo de maquinaria y tecnología para la producción de los paneles, por lo que el Certificado ISO 9001 alcanza a la totalidad de fábricas operativas y naturalmente a las futuras a instalarse.

TIPOLOGÍA GENERAL DE LOS PANELES



a = espesor nominal de EPS (*variable según tipo de panel)*
b = distancia entre armaduras *(a + 1.5 cm)*
c = espesor total *(a + 6 cm)*
d = espesor de concreto *(3 cm promedio)*

PANEL TIPO	a	b	c
	mm	mm	Mm
PSN o PSR 04	40	55	100
PSN o PSR 05	50	65	110
PSN o PSR 06	60	75	120
PSN o PSR 07	70	85	130
PSN o PSR 08	80	95	140
PSN o PSR 09	90	105	150
PSN o PSR 10	100	115	160
PSN o PSR 12	120	135	180

PROCEDIMIENTOS BASICOS

La sucesión de paneles vinculados entre sí materializa todos los planos de cerramiento de la construcción: paredes exteriores, muros interiores, losas de entrepiso o forjados y cubiertas de techo.

Mediante una simple operación de corte se abren los vanos correspondientes a las aberturas, con la holgura necesaria (aproximadamente 25 mm) para la colocación de los marcos, cuyas grampas de fijación se atan de las mallas.

Es de fundamental importancia asegurarse de que los planos de cerramientos sean correctamente alineados y aplomados. Ello podrá ser realizado fácilmente mediante el empleo de tirantes, reglas metálicas, puntales telescópicos o cualquier otro elemento adecuado a ese fin.

Seguidamente, se ejecutan las canalizaciones en el poliestireno expandido deprimiendo el mismo mediante una pistola de aire caliente, en las que se alojarán los conductos correspondientes.

Una vez realizadas las operaciones descritas se procede a la proyección del concreto cementicio, la que puede realizarse con dispositivos de proyección neumática tipo “hopper gun” conectadas a un compresor de aire de la potencia adecuada ó con máquinas de proyección continua del tipo Turbosol.

Las gunitadoras hopper gun tienen como vehículo para la impulsión de la mezcla fresca, una circulación de aire comprimido abastecida por un compresor que deberá operar a una presión de aire constante de 500 a 600 kPa. Estos compresores deberán aportar entre 300 y 350 litros de aire por minuto por cada uno de los dispositivos que se empleen. En el caso de utilizarse electro compresores, las potencias recomendadas son:

Potencia motor (HP)	Caudal de aire (Litros / min.)	Cantidad de gunitadoras
2 ½ a 4	350 a 400	1
5 a 6	600 a 700	2 a 3
8 a 10	900 a 1.000	3 a 4

La proyección del concreto convierte todos los cerramientos y forjados conformados por paneles, así como a sus uniones, en elementos rígidos y monolíticos. La estructura así lograda posee un altísimo grado de hiperestaticidad por vínculos internos, a la par que una muy elevada ductilidad, por lo que su reserva de carga plástica es por demás significativa, aunque no se la tiene en cuenta a la hora de evaluar las capacidades resistentes.

La operación de proyección neumática del concreto se realiza en dos pasadas. La primera de 2 cm de espesor, que cubre la malla de acero, y la segunda de terminación hasta alcanzar el espesor final necesario de 3 cm. Para ello se utilizan guías, a modo de fajas, que pueden ser simplemente caños de acero de sección cuadrada de 20 mm, contra los que se cortan los espesores de concreto proyectados. El enlucido será a elección del proyectista con materiales convencionales (enduido y pintura sobre superficies maestreadas, yeso, salpicado plástico, pintura elastomérica, etc.).

En el caso de planos horizontales o inclinados, como forjados o cubiertas de techo, una vez colocados y vinculados los paneles entre sí, se apuntalan y luego del primer proyectado de la cara inferior se procede al colado de la capa de compresión, de 5 cmde espesor de hormigón convencional, según criterio de condiciones estructurales.

LA DOSIFICACIÓN DEL REVOQUE ESTRUCTURAL RIODECO

La mezcla con que se realice la proyección neumática del revoque estructural RIODECO debe cumplimentar los requisitos que se enumeran a continuación:

- FACILIDAD DE APLICACIÓN: Debe poder ser aplicado en capas de alrededor 2 cm sin que se produzcan desprendimientos, con fluidez y plasticidad.

- ALTA RESISTENCIA: Debe proveer la resistencia necesaria para satisfacer las funciones estructurales a las que será sometido.

- BAJA RETRACCIÓN DE FRAGUADO: Para evitar la fisuración provocada por la evaporación del exceso de agua de amasado.

Para satisfacer todas las condiciones descritas es necesario contar con una mezcla de bajo contenido de agua y con una relación cemento arena comprendida entre 3,5 y 4,5.

El contenido unitario de cemento Pórtland normal varia en función de la granulometría de la arena y de la relación árido-aglomerante entre 300 kg/m³ y 450 kg/m³.

La relación agua / cemento, en peso no debe superar 0,52 incluyendo la humedad libre de la arena.

La relación cemento / arena debe estar comprendida desde 1 : 3,5 hasta 1 : 4,5 dependiendo de la granulometría de la arena disponible.

En cuanto a los aditivos resulta necesario, en virtud de la baja trabajabilidad de las mezclas obtenidas con estas dosificaciones, agregar un reductor de agua de amasado / plastificante, en las proporciones que recomiende su proveedor.

Es conveniente utilizar fibra de polipropileno de 1,25 cm a razón de 0.90 kg por cada m^3 de mezcla. Su finalidad es proveer una red anti-retracción de fraguado aumentando al mismo tiempo la tenacidad del concreto.

El curado resulta de fundamental importancia, como en todos los hormigones, al que deben ser sometidas las superficies expuestas a los agentes atmosféricos. Un correcto curado consiste en permitir que tenga lugar el proceso de hidratación del cemento, evitando la evaporación prematura del agua libre, para lo cual es necesario mantener la humedad superficial (rociado frecuente con agua, ó aplicación de membranas de curado tipo Antisol, cuidando especialmente la exposición directa a la radiación solar y al viento).

Es frecuente obtener con la dosificación recomendada, resistencias a la compresión muy superiores a 35 MPa. Es un factor importante para la calidad final del concreto, la

enérgica compactación proporcionada por los medios neumáticos de aplicación y esto influye también sobre los altos valores de resistencia característica alcanzables.

ENSAYOS MECÁNICOS Y DE HABITABILIDAD

Nos permitimos remarcar en esta instancia que los ensayos y pruebas reglamentarias necesarias para la obtención de los varios Certificados de Idoneidad con los que cuenta actualmente nuestra tecnología han sido realizados en Laboratorios e Instituciones tan prestigiosas como la Universidades de Melbourne y Deakin (Australia), las Universidades de Padova, Bologna, Perugia y el Instituto Giordano (Italia), el Instituto Mexicano del Concreto y el Cemento, el Instituto de investigaciones y Ensayos de Materiales (Chile), el Instituto del Cemento Pórtland Argentino, y el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo (Brasil).



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE
SERVIZIO TECNICO CENTRALE

CERTIFICATO DI IDONEITÀ TECNICA DEL SISTEMA INDUSTRIALIZZATO A SETTI PORTANTI "MONOLITE"

DICHIARAZIONE DI IDONEITÀ

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

Vista la legge 2 febbraio 1974 n. 64;
Vista la Circolare del Servizio Tecnico Centrale n. 6090 dell'11 agosto 1969;
Vista la domanda presentata in data 4-1-1985 dalla Ditta Impresa Costruzioni Candiracci S.p.A., con sede in Fano afferente la richiesta di rilascio del certificato di idoneità tecnica del sistema di prefabbricazione MONOLITE;
Vista la documentazione tecnica presentata ad illustrazione del sistema;
Visto il voto n. 24 espresso dalla 1ª Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nell'adunanza del 24-1-1985;

DICHIARA

Le strutture portanti realizzate secondo il sistema di prefabbricazione MONOLITE definite, per quanto attiene alle loro caratteristiche tecniche, dalla descrizione che fa parte integrante del presente certificato, sono considerate idonee ai fini della costruzione di edifici anche in zone sismiche, a condizione che siano rispettate le prescrizioni diarzi riportate.
Il presente certificato di idoneità è valido per tre anni a decorrere dalla data del suo rilascio. Nel periodo di validità del certificato dovranno eseguirsi, presso un laboratorio ufficiale o autorizzato, prove sui materiali ed elementi strutturali al fine di indagare sul loro comportamento in esercizio.

Roma, li 3 ottobre 1985

IL PRESIDENTE
(Dott.-Ing. Roberto Rivelli)

Registrato presso il 1° Ufficio del Registro Atti Privati di Roma il 4 ottobre 1985 al N° C/44697



NUMBER: V90/12
EXPIRY DATE: 31 DEC 1991

CERTIFICATE OF ACCREDITATION

WHEREAS Monolite Construction Panels Pty. Ltd. of 129 Northern Road, West Heidelberg 3084 has applied to the Building Control Accreditation Authority for the accreditation of the Monolite 130mm thick sprayed reinforced concrete loadbearing external cladding or internal partitioning sandwich panel system

the Building Control Accreditation Authority appointed under Part V of the Building Control Act 1981 has examined the application and determines that the system may be used in buildings containing up to 2 storeys (maximum storey height of 4 metres) except those having special post-disaster functions as per AS 1170 Pt. 2 and complies with the requirements of Regulation(s) 40.1 (1), 43.1 (1) and 47.1 (2) of the Victoria Building Regulations 1983.

Conditions of use and identification details are provided in the ten (10) data sheet(s) attached.

BUILDING CONTROL ACCREDITATION AUTHORITY VICTORIA

DATE 7 DECEMBER 1990

C. McBurney
REGISTRAR

El Certificado de Idoneidad Técnica italiano, el primero obtenido en Octubre de 1985, está declarado por el Ministerio de Obras Públicas de Italia, con aceptación de la Primera Sección del Consejo Superior para las Obras Públicas. Las estructuras portantes del nuestro sistema constructivo son consideradas idóneas a los fines de construcción de edificios también en **zonas sísmicas**.

Los resultados de los ensayos y pruebas se resumen a continuación y arrojan sucintamente los siguientes resultados:

FLEXOCOMPRESION

Para la solicitación de flexo compresión la carga de rotura de un panel RIODECO de 10 cm de espesor conformado por 4 cm de poliestireno expandido y 3 cm de concreto

en cada cara, cuyas medidas son de 1,15 m de ancho y de 2,60 m de altura, en ningún caso fue inferior a 650 kN por metro lineal.

La sustentación del ensayo es la siguiente:

- Articulado en el extremo inferior
- Apoyo de primera especie en el extremo superior
- Libre en los bordes verticales.

La carga, uniformemente distribuida, está ubicada en una línea paralela a las caras y a una distancia de un tercio del espesor de una de ellas (es decir, prácticamente sobre una de las capas de concreto).

FLEXION SIMPLE

Los resultados de los ensayos realizados a la flexión simple, variables según condiciones de vínculo y forma de aplicación de las cargas evidencian un comportamiento totalmente compatible con elementos homogéneos de hormigón armado macizo en todo su espesor, en virtud de que:

- el eje neutro de la sección solicitada permanece dentro de la capa de compresión;
- la cuantía de acero que resiste a la tracción es tal que el diagrama de deformación de la sección se encuentra comprendido en losdominios de
  "rotura dúctil";
- el estado de confinamiento del poliestireno expandido y la densidad de conectores permiten que tengan lugar los desvíos de las tensiones principales.

A modo de ejemplo, la capacidad última real observada para un panel de 7 cm de espesor de poliestireno expandido con una capa de compresión de 3 cm es de 12,2 kNm/m, mientras su capacidad última teórica es de 7.10 kNm/m. Es dable observar que tomando coeficiente de seguridad sobre las capacidades ultimas teóricas igual a 1.75 se esta teniendo un margen real sobre las capacidad última mayor que 3.

FLEXION EN EL PLANO DE LA PLACA

Ante las solicitaciones que implican flexión coplanar con el panel, la estructura interna de los elementos construidos con nuestra tecnología permite equiparar su comportamiento a un elemento de hormigón armado homogéneo, de ancho eficaz igual a la suma de los espesores de concreto. En este caso es únicamente considerada la contribución estructural de dichas capas. Según sea la sustentación del elemento en cuestión, su comportamiento será equivalente al de una viga de gran altura o al de una pantalla de hormigón.

CARGAS DINAMICAS E IMPACTOS

El comportamiento de nuestros elementos bajo el efecto de cargas dinámicas es sobresaliente, gracias a la respuesta del conjunto poliestireno expandido - hormigón armado, que involucra una resiliencia y una ductilidad que además de haber sido confirmada por los ensayos de laboratorio, ha sido verificada en la realidad al haber soportado sin ningún tipo de daño sismos de intensidades tales que alcanzaron a

destruir construcciones realizadas con sistema sismorresistentes tradicionales (por ejemplo: magnitud 6,8 Richter en la ciudad de Andacollo, Chile 1997). También es de destacar el comportamiento de las construcciones que fueron afectadas por fuertes sismos en las ciudades de: México, Rieti y Macerata (Italia) entre otros, siempre sin ninguna clase de daños.

Respecto de los choques e impactos dinámicos, los ensayos realizados en todo el mundo, demostraron una capacidad superior tanto para el impacto "blando" (masa de 30 Kg. Incidiendo pendularmente sobre un panel vertical desde distintas alturas), como para el impacto "duro" (masa de 1 Kg, de acero incidiendo en caída libre sobre un panel colocado horizontalmente). En ambos casos la holgura con la que superaron estas pruebas fue por demás significativa.

La reserva de carga de las estructuras resueltas mediante nuestra tecnología, conseguida gracias a las características de la combinación de materiales y a la hiperestaticidad propia de su vinculación se traduce en una importante capacidad para resistir todo tipo de cargas, aun las imprevisibles por el calculo, como cedimientos del terreno, o impactos de vehículos, de los cuales se han registrado numerosas experiencias, de las que poseemos registros gráficos.

CATALOGO DE ENSAYOS Y SUS NORMATIVAS

MÉXICO - INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO

ENSAYO DE COMPRESIÓN	ASTM E72-80
ENSAYO DE CORTE	ASTM E519-81
CARGA ESTATICA PARA RESISTENCIA AL CORTANTE DE MUROS PARA EDIFICIOS	ASTM E564-86
CARACTERÍSTICAS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	ASTM E84-87

CHILE - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES

IMPACTO BLANDO	NCH 804 EOF 71
COMPRESIÓN EXCÉNTRICA	NCH 801 EOF 71
CARGA HORIZONTAL MONOTONICA Y CÍCLICA LOSA APOYADA EN CUATRO BORDES	NCH 802 EOF 71

RESISTENCIA AL FUEGO DE MURO	NCH 935/1
RESISTENCIA AL FUEGO DE LOSA	NCH 935/1

AUSTRALIA – DEAKIN UNIVERSITY

WATER PERMEANCE TEST	
(Permeabilidad al agua exposición a la intemperie)	ASTM E514-74
ENSAYO DE FLEXION POR PRESION LATERAL	
AIR BAG	s/ AS 3600
ENSAYO DE COMPRESIÓN	ASTM E72-80

AUSTRALIA - CONNEL WAGNER INSTITUTE

ENSAYO DE FLEXION	s/ AS 3600

AUSTRALIA - MELBOURNE UNIVERSITY - CIVIL ENGINEERING DEPT.

COMPRESION CENTRADA Y EXCENTRICA

AUSTRALIA - CSIRO DIVISIÓN OF BUILDING CONSTRUCTION AND ENGINEERING

RESISTENCIA AL FUEGO	AS 1530

PHILLIPINES - UNIVERSITY OF THE PHILLIPINES - BUILDING RESEARCH SERVICE

ENSAYO DE COMPRESIÓN	ASTM E72-80
ENSAYO DE CORTE	ASTM E519-81

ITALIA - UNIVERSITA DI PERUGIA - FACOLTA DI INGEGNERIA

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ENSAYO DE FLEXION
ENSAYO DE CORTE
ENSAYO SISMICO

ITALIA - UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PADOVA - FACOLTA DI INGEGNERIA

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ENSAYO DE FLEXION
ENSAYO DE CORTE
ENSAYO DE TRACCIÓN DE MALLAS ELECTROSOLDADAS

ENSAYO DE SEPARACIÓN DE SOLDADURA DE MALLAS	UNI ISO 10-287

ITALIA - INSTITUTO GIORDANO

ENSAYO DE TRANSMITANCIA TERMICA UNITARIA	ASTM C 236
ENSAYO DE CAPACIDAD FONOAISLANTE	
ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO	CIRC. 91
ENSAYO DE IMPACTO BLANDO	ICITE 3.1.2.1.

CARGA VERTICAL EXCENTRICA

BRASIL - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

RESISTENCIA A CARGAS HORIZONTALES	ME 45/81
ENSAYO DE IMPACTO BLANDO	ME 43/81
RESISTENCIA AL FUEGO	
CHOQUE TERMICO	
AISLAMIENTO SONORO	
RESISTENCIA AL DESARROLLO DE HONGOS	

RESUMEN DE RESULTADOS SIGNIFICATIVOS

COMPRESIÓN CENTRADA Y EXCENTRICA

Se realizó una enorme cantidad de ensayos sobre paneles de distintos espesores y alturas, y los resultados representativos de todos ellos son los que se consignan a continuación:

Compresión Centrada

Panel de 4 cm – Altura 020 cm – Carga lineal máxima = 760 kN/m

Panel de 6 cm – Altura 400 cm – Carga lineal máxima = 590 kN/m

Panel de 6 cm – Altura 300 cm – Carga lineal máxima = 1130 kN/m

Panel de 8 cm – Altura 270 cm – Carga lineal máxima = 1340 kN/m

Compresión Excéntrica (con excentricidad 1/3 espesor total)

Panel de 4 cm – Altura 240 cm - Carga lineal máxima = 566 kN/m

Panel de 6 cm – Altura 300 cm - Carga lineal máxima = 707 kN/m

Panel de 6 cm – Altura 400 cm - Carga lineal máxima = 360 kN/m

Panel de 8 cm – Altura 270 cm - Carga lineal máxima = 680 kN/m

FLEXION SIMPLE

Los ensayos de flexión han sido en general realizados en diversas configuraciones, por lo que se consignan los momentos últimos representativos de los paneles ensayados.

Panel de 4 cm:	Capa de compresión de 3 cm – Momento último = 8,1 kNm/m
Panel de 7 cm:	Capa de compresión de 3 cm – Momento último = 12,2 kNm/m Con registro del esfuerzo último de corte = 13,6 kN/m
Panel de 8 cm:	Capa de compresión de 3 cm – Momento último = 12 kNm/m Flecha a la rotura = luz/100 (*)

(*) Tener en cuenta que la sustentación de la muestra es simplemente apoyada en los extremos, por lo que la deformación transversal no esta restringida y la deflexión no es la propia del comportamiento de las placas a flexión.

ENSAYO DE CORTE (ESFUERZO DE CIZALLAMIENTO)

La tensión de cizallamiento que evidencian los ensayos es, referida al espesor total del panel:

Panel de 4 cm (10 cm total) = 1.5 MPa

Panel de 8 cm (15 cm total) = 1.3 MPa

ENSAYO DE CARGA HORIZONTAL CONTENIDA EN EL PLANO

La capacidad de los paneles es tal frente a esta solicitación que los ensayos siempre se detienen por falla de los elementos de anclaje, si bien dichos valores son lo suficientemente altos como para acotar un comportamiento más que satisfactorio. (50/100 kN a 2.40 m de altura – Panel de 4 cm)

En ensayos de carga horizontal cíclica alternada se han alcanzado valores de 350 kN (Panel de 4 cm).

ENSAYO DE IMPACTO BLANDO

Paneles de 4 cm de espesor han recibido impactos de 540 Joule (altura de caída = 1.80m) recuperando las flechas instantáneas con holgura respecto de las exigencias reglamentarias.

ENSAYO DE IMPACTO DURO

La caída de 2 m de la esfera de acero de 3.5 kg impronta las superficies de concreto en forma imperceptible.

ENSAYO DE CARGA VERTICAL EXCÉNTRICA

Paneles de 4 cm de espesor de poliestireno han soportado, de acuerdo a normas, momentos de 300 Nm durante 24 horas sin ningún tipo de consecuencia.

ENSAYOS SISMICOS

Se ha sometido a un prototipo de vivienda construido íntegramente con paneles (paredes, forjados, escalera y cubierta) a aceleraciones horizontales de 10 m/s2, con frecuencias variables incluyendo la propia de la estructura, no registrándose absolutamente ningún tipo de daño o fisuración.

A titulo ilustrativo se consigna que un sismo de norma en una zona de alto riesgo implica aceleraciones horizontales de diseño del orden de los 3.5 m/s2.

ENSAYO DE SEPARACIÓN DE SOLDADURAS

Se verificó el cumplimiento de lo exigido por las normas UNI ISO 10-287 y concordantes para la resistencia de los puntos de soldadura. En todos los casos se halló que dicha resistencia supera 2,26 veces como mínimo la fuerza de comparación exigida por la norma (0,3 de la resistencia a la rotura de la barra de menor diámetro).

Carga de separación mínima de la serie de ensayos = 1,66 kN

Carga de comparación = 0,74 kN

ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LA INTEMPERIE

Los paneles han sido clasificados como E (la mas alta) luego de haber sido expuestos a lluvias de 140 mm/h con viento de 106 km/h durante 24 + secado + 72 horas.

ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESARROLLO DE HONGOS

Los resultados de estos ensayos evidencian un mejor comportamiento de los paramentos RIODECO frente a las alternativas tradicionales, al verificarse el nivel 0 (sustratos libres de crecimiento de micro organismos) en los paramentos descritos, contra nivel 1 (Micro organismos dispersos) en las muestras sobre mampostería tradicional.

RESISTENCIA AL FUEGO

Diversos ensayos han arrojado resultados consistentes respecto de la capacidad ignifuga de la tecnología descrita y como significativos se citan:

- 60 minutos a 2500 ºC sin desprendimiento de vapores ni producción de llama (Panel de 6 cm con 35 mm de concreto).
- Panel de 4 cm con 25 mm de concreto Fire Resistance Level:
  Structural Adecuacy (Admisibilidad Estructural) = 241 min.
  Integrity (Integridad) = 241 min. Insulation (Capacidad Aislante) = 172 min.
- Ningún ensayo arrojó resultados inferiores a F90 (90 minutos de resistencia al fuego).

IMPACTOS BALISTICOS

En ningún caso los proyectiles provenientes de armas cortas han atravesado lasplacas de cualquier espesor, aun en calibres como .357 Magnum o .45 Auto. Lo mismo ocurre con proyectiles tipo Brenneke calibre 12 (arma: Franchi SPAS) Distancia de tiro = 5.50 m.

BREVE RELACION DE CARACTERÍSTICAS DE HABITABILIDAD

AISLACION TERMICA

Para completar esta presentación de las características propias de esta tecnología mencionaremos en relación al aislamiento térmico, que aplicando el tratamiento de las normas para medir la transmitancia térmica total K de un muro de cerramiento se obtiene el valor de K = 0.78 W / m² ºK, para un panel conformado por un espesor de4 cm. de poliestireno expandido de la Clase III (15 kg/m3) mas las capas de 3 cm de concreto cementicio aplicadas conformando un espesor total de muro de 10 cm.

En el caso de un muro realizado con panel de 8 cm de poliestireno expandido de la Clase II (12 kg/m3) el valor calculado de la transmitancia térmica K alcanza a 0.49 W / m² ºK. Tal como se aprecia, el nivel de aislamiento térmico obtenido con nuestra tecnología supera enormemente el proporcionado por los muros de cerramiento en sistemas tradicionales. Se dice que dos cerramientos son equivalentes térmicamente cuando tiene el mismo valor de transmitancia térmica. A modo de ejemplo ilustrativo indicaremos a continuación los valores de transmitancia térmica K expresados en W/m2ºC para diferentes clases de cerramiento de la construcción tradicional, y su relación con un muro de 10 cm de espesor total realizado con nuestra tecnología empleando EPS de la Clase II, que presenta un valor de K = 0,90. Esta relación indicará cuantas veces es mejor aislante térmico éste muro de espesor y densidad mínima ECOWALLS frente a cualquiera de los mencionados en el cuadro siguiente:

Tipo de cerramiento	Espesor (cm)	K (W/m²ºC)	relación
• Hormigón armado	27,5 cm	2,51	2,79
• Ladrillo macizo común	15,0 cm	2,91	3,23
• Doble muro de ladrillo macizo común c/cámara de aire 3 cm	30,5 cm	1,47	1,63
• Doble muro de ladrillo macizo visto y	25,0 cm	1,86	2.09
• Ladrillo hueco c/cámara de aire 3 cm y ladrillo macizo común revocado	30,0 cm	1,90	2,11
• Bloques huecos de hormigón	19,0 cm	2,70	3,00

En el siguiente cuadro se resume los valores que alcanza el coeficiente de transmitancia térmica total K, para diferentes muros de cerramiento construidos con esta tecnología.

TRANSMITANCIA TERMICA TOTAL K (W/m2ºC)			
	DENSIDAD (kg/m3)		
PANEL TIPO	12	15	20
PSN o PSR 04	0,90	0,78	0,72
PSN o PSR 05	0,75	0,64	0,60
PSN o PSR 06	0,64	0,55	0,51
PSN o PSR 07	0,56	0,48	0,44
PSN o PSR 08	0,49	0,42	0,39
PSN o PSR 09	0,44	0,38	0,35
PSN o PSR 10	0,40	0,34	0,32
PSN o PSR 12	0,34	0,29	0,27

AISLACIÓN ACUSTICA

La aislación acústica de los paneles RIODECO constituye una de las ventajas que el sistema presenta a los efectos de lograr un excelente nivel de confort de vida acorde a las más exigentes condiciones.

A continuación se consignan los resultados de los ensayos de aislación acústica realizados sobre paneles de las siguientes características:

1) Panel simple de 4 cm de espesor de poliestireno expandido de densidad 12 kg/m³, revocado con concreto en ambas caras hasta un espesor final de 9.5 cm.

2) Panel simple de 8 cm de espesor de poliestireno expandido de densidad 12 kg/m³, revocado con concreto en ambas caras hasta un espesor final de 14 cm.

Realizados en el Instituto de Pesquisas Tecnologicas – Sao Paulo-Brasil, y sin presentar revoques ó enlucidos de terminación de tipo alguno.

Los resultados de ensayos han sido evaluados de acuerdo a los métodos establecidos en DIN 4109, ISO 717 e IRAM 4043.

La aplicación del método descrito arroja los siguientes números únicos para las curvas obtenidas en los ensayos:

- Panel RIODECO PSN 04 de 4 cm de espesor de EPS 38dB
- Panel RIODECO PSN 08 de 8 cm de espesor de EPS 45dB

A modo de ejemplo: la norma IRAM 4044 aconseja los siguientes números únicos de aislamiento para ruidos aéreos en casos típicos:

- Tabiques internos de un departamento 37dB
- Muros privativos entre departamentos de un mismo edificio 44dB

La siguiente tabla especifica los números únicos, medidos en laboratorio, para materiales típicos utilizados para la construcción de paredes y tabiques.

- Ladrillos huecos 12/20/40 sin revocar 36dB • Ladrillos huecos 11/17/31 revoque en ambas caras (15cm) 38dB
- Ladrillos huecos 18/19/40 sin revocar 42dB
- Ladrillos huecos 18/19/40 revoque una cara (20 cm) 43dB
- Ladrillos comunes 12 sin revocar 40dB

Si comparamos la información vertida anteriormente llegamos a la conclusión de que desde el punto de vista acústico, un panel RIODECO de 4 cm de poliestireno

completado en obra tiene igual aislación que un muro de ladrillos huecos de 15 cm y supera el requerimiento para tabiques interiores de la norma IRAM. Aplicando el panel

de 8 cm de poliestireno, se supera la aislación acústica de una pared de 20 cm de ladrillos huecos revocada, además del requerimiento especificado por la norma para muros divisorios.

El caso de aislaciones acústicas especiales se puede resolver mediante el uso de paneles especiales que llevan interpuesta en el poliestireno una capa de lana mineral de espesor y densidad variables según la necesidad.

RESISTENCIA AL FUEGO

La resistencia al fuego propia de esta tipología, verificada en los ensayos realizados en diversos laboratorios, satisface holgadamente los requisitos exigidos por las reglamentaciones más exigentes. A modo de ejemplo, una pared de 10 cm de espesor terminado, obtenida a partir de un muro obtenido a partir de un panel de 4 cm de espesor poliestireno expandido, posee una resistencia al fuego directo de 110 minutos (Instituto de Investigación y Ensayos de Materiales, Chile).

El poliestireno expandido es pobre como material inflamable y necesita grandes volúmenes de aire comburente (aproximadamente 150 veces su propio volumen) para que el fuego lo destruya completamente. Por lo tanto al estar confinado no puede quemarse. Además la calidad del poliestireno expandido utilizada por RIODECO es la del tipo F auto extinguible según normas DIN 4102, de manera tal que el propio material evita la tendencia desde el inicio de la combustión.

La fracción componente de sus gases de combustión, relevante desde el punto de vista toxicológico es, como en el caso de la madera, el monóxido de Carbono, pero siempre en cantidad muy limitada. Según las normas DIN, la emisión de Oxido de Carbono durante la combustión de diferentes materiales es la siguiente:

- Fibra de madera: 69.000 ppm a 600 ºC
- Madera: 15.000 ppm a 600 ºC
- Corcho: 29.000 ppm a 600 ºC
- Poliestireno expandido F: 1.000 ppm a 600 ºC

Tal como se aprecia en la tabla anterior, la exhalación de monóxido de carbono está entre 15 y 69 veces menos que la madera y sus derivados como materiales de construcción.

ESTABILIDAD FISICO QUÍMICA

Tanto el poliestireno como el concreto son materiales de una gran estabilidad química ya sobradamente conocida, virtud que hereda por lógica nuestra tecnología, por ser

ella resultante de la combinación de ambos materiales. Además, la ausencia de espacios vacíos y materiales biodegradables en el interior de los muros y forjados de nuestro sistema, impiden el desarrollo de colonias de insectos de cualquier tipo.

La superior capacidad aislante hidrófuga se verifica gracias a la baja absorción de los materiales componentes. La de la concreta conseguida merced a su dosificación, propia de capas aisladoras verticales y a la compactación que se obtiene por laproyección

neumática del mismo; la del poliestireno, inherente a su propia estructura de celdas cerradas herméticas y que en el ensayo de inmersión total durante 28 días verifica una absorción de solo el 2 % en peso.

ASPECTOS SOBRESALIENTES DEL SISTEMA RIODECO FRENTE A SISTEMAS TRADICIONALES

El sistema RIODECO es la única tecnología que racionaliza la ejecución de obras de modo eficaz y a la vez eficiente.

Mediante el uso de materiales usuales y sobradamente conocidos (hormigón armado para resistir esfuerzos y poliestireno expandido para proveer aislación termo acústica), utilizados de una manera tal que potencia sus propiedades, se satisfacen todos los requisitos que debe cumplir una obra, especialmente en el caso de viviendas.

Al respecto, es válido mencionar que el requisito principal y fundamental que debe cumplir una construcción destinada a la vivienda es el referido a la aislación térmica, razón esencial de su misma existencia.

Y es a raíz del cumplimiento de esa particular condición que surge la necesidad de la satisfacción de otros requisitos, a saber: resistencia mecánica, capacidad estructural, facilidad de ejecución, uso racional de los recursos, flexibilidad arquitectónica, resistencia al fuego, buena absorción acústica, etc. que si bien revisten cada uno su importancia, ninguno de ellos alcanza la de la aislación térmica, e ilustra este aspecto el hecho de que si una vivienda cumpliera todos los requisitos “secundarios” y tuviera una aislación térmica deficiente, esa vivienda no sería satisfactoria para sus ocupantes, sin importar la holgura con que cumpliera todos los otros aspectos.

Esto repercute sensiblemente en las condiciones de habitabilidad de la vivienda y contribuye a disminuir los costos del acondicionamiento térmico, tanto en verano cuanto en invierno, aún en condiciones extremas. Atestiguan esta virtud un sinnúmero de construcciones realizadas en los más diversos países, con climas por demás hostiles (África ecuatorial, Antártida, Siberia).

Asociada a la propiedad de la alta aislación térmica mencionada se encuentra la ventajosa ausencia total de puentes térmicos, debida a la continuidad total del poliestireno expandido en toda la superficie exterior de la vivienda.

ECONOMIA – USO RACIONAL DE LOS RECURSOS FACILIDAD DE EJECUCIÓN

En este punto es donde influye predominantemente el grado de industrialización alcanzado por el sistema en la ejecución de obras civiles.

Y es necesario destacar que aún los sistemas más conservadores y tradicionales, a los que por diversas razones el medio se ha acostumbrado, poseen también su propio grado de industrialización, tendiente a optimizar la utilización de los recursos durante la ejecución.

Es pues a todas luces racional someter al sistema RIODECO al juicio crítico bajo la luz de los conceptos que han sustentado la utilización de los sistemas hasta hoy llamados tradicionales, siendo necesariamente este análisis no solamente teórico, sino predominantemente práctico, ya que el número de construcciones realizadas en todo el mundo justifica sobradamente esa actitud: en todos los lugares en los que se utilizó, satisfizo todas las exigencias, resultando una mejor alternativa para la ejecución de viviendas, ya sea desde el punto de vista económico cuanto del técnico.

La principal consecuencia de las características que hacen a la racionalidad se traducen en una importante economía en todos los rubros en los que el sistemaconstructivo tiene ingerencia.

CONSUMO DE MANO DE OBRA TOTAL

El consumo de la mano de obra esta representado por los siguientes valores de rendimiento de cada una de las tareas en las que se subdivide el trabajo total de la construcción con esta tecnología:

a) MONTAJE GENERAL: Este conjunto de tareas involucra todos los trabajos necesarios previos a la proyección neumática del concreto (HH = Horas-hombre):

TAREA	RENDIMIENTO (HH/m^s)
Replanteo sobre cimientos	0,10
Corte previo de paneles	0,11
Montaje de paneles de muros	0,43
Montaje de paneles para forjados ó cubiertas	0,15
Colocación de refuerzos	0,10
SUBTOTAL	**0,89**

b) PROYECCIÓN DE CONCRETO - TERMINACIÓN: Comprende la totalidad de las tareas de aplicación del mortero cementicio en dos pasadas, y su terminación al frataz ó maestreada.

TAREA	RENDIMIENTO (HH/m^s)
Colocación de guías de espesor proyectado	0,14
Proyección en muros	0,98
Apuntalamiento forjado ó cubiertas	0,06
Proyección 1ra. Capa inferior forjados	0,05
Vaciado de capa de compresión	0,09
Terminación cielorraso	0,28
SUBTOTAL	**1,60**
TOTAL	**2,49**

Del análisis precedente, surge que la carga de mano de obra para la realización total de la obra gris de una vivienda de una planta que incluye la totalidad de los cerramientos verticales y horizontales con terminación al frataz es igual a: 2,49 HH/m^2 de superficie de cerramiento.

Considerando que la carga horaria calculada no hace distinción de las remuneraciones de las diferentes categorías laborales, es necesario hacer este ajuste a los efectos de calcular los costos. Considerando para el cálculo del costo, una cuadrilla tipo integrada por 1 oficial especializado y 5 ayudantes, y que la relación entre sus salarios sea igual a 0,786 resultará un factor de ajuste igual a 0,821, por lo cual el rendimiento calculado anteriormente pasara a ser igual a **2,04 HH/m^2** de superficie de cerramiento, medido en horas del oficial.

Debe tenerse en cuenta al evaluar este rendimiento igual a **2,04 HH/m2**, asociado a la utilización de nuestra tecnología, que sustituye en el sistema tradicional, no solamente a los rendimientos en la ejecución de cerramientos de muros exteriores y tabiques

interiores de fábrica de ladrillos con su correspondientes enfoscados sino también alos de toda la estructura de Hormigón Armado.

CONSUMO DE MANO DE OBRA EN EL CASO DE CERRAMIENTOS VERTICALES DE ESTRUCTURAS DE Hº Aº TRADICIONALES

Para aquellos casos en los que la aplicación del sistema RIODECO sea parcial, es decir que solamente se limite a la sustitución de los muros exteriores y tabiques interiores de fábrica de ladrillos, con estructuras independientes de Hormigón armadoó acero, los rendimientos de mano de obra se reducen como a continuación se expone:

TAREA	RENDIMIENTO (HH/m^s)
Replanteo sobre forjados existentes	0,10
Corte previo de paneles	0,11
Colocación de insertos en columnas y forjados	0,05
Montaje de paneles	0,12
Colocación de refuerzos	0,05
SUBTOTAL	**0,43**

b) PROYECCIÓN DE CONCRETO - TERMINACIÓN: Comprende la totalidad de las tareas de aplicación del mortero cementicio en dos pasadas, y su terminación al frataz ó maestreada.

TAREA	RENDIMIENTO (HH/m^s)
Colocación de guías de espesor proyectado	0,05
Proyección 1ra. Capa inferior forjados	0,45
Proyección 2da. Capa y maestreado	0,30
Incidencia andamiaje exterior	0,26
SUBTOTAL	**1,05**
TOTAL	**1,48**

Considerando el mismo factor de ajuste 0,821 a los efectos de homogeneizar la calificación de mano de obra, el rendimiento para esta utilización es **1,22 HH/m^2**

La alta velocidad de ejecución del sistema se justifica entre otras razones por las siguientes:

1- En etapa de montaje y preparación, el operario manipula placas de muy bajo peso propio: en promedio 3 kg/m2. Cada panel que coloca con una altura de 2,60 m tiene una superficie de 2,94 m2 y pesa tan solo 8,8 kg. En este simple movimiento reemplaza la tarea de mover y colocar casi 40 ladrillos cerámicos huecos o 176 ladrillos macizos.

2- En la etapa de aplicación de los espesores de 30 mm de concreto en cada cara, el operario utiliza un dispositivo hopper gun con un caudal real en su boca de salida igual a 24 litros / minuto, que le significa un gasto efectivo de mortero de 6 a 7 litros por minuto. Este caudal le permite proyectar hasta 42 m2 por hora con 1 cm de espesor promedio.

FLEXIBILIDAD ARQUITECTONICA

Este aspecto, si bien secundario, cobra importancia en cierta categoría de viviendas, en las que las variables arquitectónicas desempeñan un rol preponderante. Esto es asídado que las necesidades funcionales en lo referido a la habitabilidad diaria de la casa son por demás variables con las costumbres, composición familiar y otras características propias de cada comitente.

Por estas razones debe considerarse como una autentica e importante virtud la posibilidad que brinde un sistema constructivo de lograr una amplia gama de estilos arquitectónicos, como en el caso de RIODECO , cuyas posibilidades a este respecto son prácticamente ilimitadas, a la vez que simples.

Con el sistema RIODECO pueden lograrse las arquitectura más diversas, y prueba de ello es que en todo el mundo se han realizado construcciones que representan las más dispares culturas, desde viviendas de arquitectura tradicional y moderna, hasta templos e iglesias de estilos arquitectónicos variados así como construcciones industriales.

MANTENIMIENTO GENERAL
ADAPTABILIDAD CON OTROS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Las construcciones realizadas con RIODECO requieren una vez terminadas un mantenimiento sensiblemente menor que el usual. Esto es porque posee una superior capacidad aislante hidrófuga que se traduce en la mayor duración de los enlucidos y pinturas. Ayuda también a esta potencia la mayor resistencia mecánica, que implica la ausencia de fisuras en las construcciones.

En lo referente a la adaptabilidad a su combinación con otros sistemas constructivos, la experiencia ha demostrado que su capacidad es no solamente amplia sino de fácil ejecución, adaptándose a las soluciones más racionales para cualquier tipo de uniones y combinaciones.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIAS MECANICAS

A continuación se brinda el marco técnico estricto de bases sólidas para la verificación y el dimensionamiento de las estructuras realizadas con nuestro material, con márgenes de confiabilidad seguros bajo cualquier análisis.

Se hará uso de los conocimientos estructurales y de resistencia de materiales básicos conocidos, a efectos de mantener los conceptos vertidos dentro del campo utilizado para las estructuras tradicionales de hormigón armado y no recurrir a teorías especiales que, si bien en algunos casos, pueden arrojar resultados mas ajustados a la realidad, carecen de utilidad práctica por no tener la difusión necesaria para su aplicación general. Al respecto se pone de manifiesto que las diferencias entre las

modelizaciones teóricas y los casos prácticos dejan a estos sistemáticamente del lado de la seguridad.

Se analizará el comportamiento de las secciones bajo carga sin detallar sobre el origen y determinación de la misma, ya que ese tema es propio del análisis estructural que no corresponde al alcance de la presente memoria y como tal debe ser realizado por profesionales que interpreten cabalmente el comportamiento de una tipología estructural realizada con placas continuas con uniones rígidas y altos grados de indeterminación estática por vínculos internos.

Así es que se refieren valores característicos para cada caso, tomados de la gran cantidad de ensayos realizados en todo el mundo y con ellos se elaboran patrones de comportamiento frente a las distintas solicitaciones, que se vuelcan en diagramas de interacción de lectura directa. Luego se hará referencia a casos particulares tomados de construcciones reales a los efectos de comparar las máximas solicitaciones calculadas con las capacidades de carga de dichos elementos.

Los ensayos utilizados son los de compresión simple sobre muestras cortas, compresión excéntrica sobre muestras esbeltas (alturas del orden de 270 cm) y flexión simple.

Los puntos correspondientes a dichos ensayos se vuelcan en diagramas de interacción de lectura directa para cada tipo de panel.

En tales diagramas también se vierten las curvas teóricas propuestas para ser tomadas como estados últimos de servicio de las secciones bajo estudio.

Dichas curvas han sido halladas tomando las deformaciones máximas correspondientes a los estados últimos de servicio, según las hipótesis convencionales del cálculo de secciones a rotura y calculando las solicitaciones que las producen, exactamente del mismo modo en que se procede con secciones de hormigón armado macizas.

Las calidades de los materiales empleados en los cálculos teóricos son:

σ'_{bk} = 25 MPa (HA – 25 Control normal)
σ_e = 500/550 MPa (σ_{02} = 500 MPa)

La hipótesis de cálculo resulta conservadora pues según lo expresado en la página 4, la dosificación recomendada del hormigón conduce a resistencias características muy superiores a la utilizada.

Sección acero = 2,82 cm2/m (Ø 3,50 mm cada 72,8 mm), con recubrimientos de 2.5 cm.

Resultan ventajosos los diagramas de lectura directa ya que se observan en ellos los márgenes de seguridad de situaciones reales de la práctica común, que a ese efecto se consignan.

HIPOTESIS GENERALES DE COMPORTAMIENTO

En general, se encuentra de utilidad práctica asimilar el comportamiento bajo carga de las secciones conformadas por el sistema RIODECO a secciones homogéneas de hormigón armado. Para la verificación de la resistencia a la compresión centrada, el espesor de esa sección ideal es de 6 cm que resulta de la suma de los espesores de

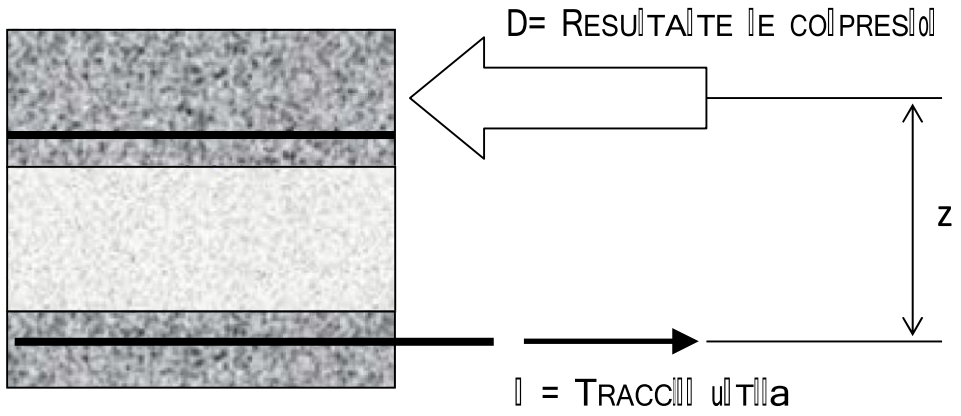
Cada una de las capas de concreto. Por lo tanto la cota de la resistencia de la sección resulta independiente de los espesores de cada tipo de paneles, y es igual a β_r (resistencia de diseño) x 100 cm x 6 cm:

$N_{último}$ = 14,4 MPa x 1,00 m x 0,06 m = 86,4 kN

Para la verificación de la resistencia a la flexión se asimila, del mismo modo, la placa realizada con tecnología RIODECO a una equivalente de hormigón armado homogénea, de la misma sección total. Lo apropiado de tal hipótesis en el análisis a flexión simple, no debe en realidad sorprender, si se tiene en cuenta que:

1. El eje neutro en las secciones RIODECO se encuentra totalmente dentro de la capa de compresión de hormigón, por lo que las compresiones son absorbidas completamente por dicho material.

2. Los esfuerzos de tracción son absorbidos, al igual que en los forjados normales, por las armaduras activas, que en este caso son de cuantías similares a las comunes, pero de mejor distribución, al ser de menor diámetro y menor separación, lo que asegura un mejor comportamiento.



· = ·· * σ_u

D = ·

z = ·····R ·a··· · ··· ·····R CA·a ·· c···R·····

·u = · * z

3. El comportamiento al esfuerzo cortante es similar, si bien en placas moderadamente delgadas, del tipo al que responden las de hormigón, la solicitación de corte es prácticamente despreciable. En este caso las tensiones principales son absorbidas sin inconvenientes al aproximarse a

las zonas de descarga por el conjunto formado por los materiales componentes.

Para cargas contenidas en el plano del panel, que lo solicitan a flexión como viga de gran altura, la verificación se realiza bajo la misma hipótesis, tomando los valores de referencia del hormigón armado, es decir, los valores de la tensión tangencial de comparación τ_{02} correspondiente para la sección neta de hormigón armado.

RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE ENSAYOS VOLCADOS EN DIAGRAMAS DE INTERACCION

Se han volcado en los diagramas de interacción de lectura directa los resultados de los siguientes ensayos, representativos de las resistencias mínimas correspondientes a cada tipo de panel.

Ensayo Melbourne 1 (Compresión centrada)
Altura = 300 cm
Espesor = 6 cm
Carga última = 1.134 kN/m

Ensayo Melbourne 2 (Compresión excéntrica)
Altura = 300 cm
Espesor = 6 cm
Carga última = 707 kN/m (excentricidad inicial 3,5 cm)

Ensayo Padova 1 (Compresión centrada)
Altura = 55 cm
Espesor = 4 cm
Carga última = 903 kN/m
Menor valor obtenido de una serie de 6 pruebas. El valor mayor alcanzó 1.460 kN

Ensayo Padova 2 (Compresión centrada)
Altura = 55cm
Espesor = 8 cm
Carga última = 1.019 kN/m
Menor valor obtenido de una serie de 6 pruebas. El valor mayor alcanzó 1.337 kN

Ensayo Padova 3 (Compresión excéntrica)
Altura = 275 cm
Espesor = 8 cm
Carga última = 830 kN/m (excentricidad inicial 3,5 cm)

Ensayo Chile 1 (Compresión excéntrica)
Altura = 240 cm
Espesor = 4 cm
Carga última = 566 kN/m (excentricidad inicial 3,5 cm)

Ensayo Argentina 1 (Flexión)

Espesor = 4 cm

Luz = 270 cm

Carga en los cuartos de la luz Carga máxima = 24 kN

Ensayo Connell Wagner 1 (Flexión)

Espesor = 6 cm

Luz = 360 cm

Carga en los cuartos de la luz

Carga máxima = 8 kN (con esfuerzo de corte máximo de 14 kN/m)

Ensayo Perugia 1 (Flexión)

Espesor = 8 cm

Luz = 360 cm

Carga en los cuartos de la luz

Carga máxima = 21 kN

OBSERVACIONES A ENSAYOS DE COMPRESIÓN

El ensayo básico de evaluación de las capacidades resistentes al flexo compresión se realiza sobre muestras de paneles, proyectadas in situ, de alturas variables entre 2,50 m y 4,00 m, si bien existen ensayos realizados sobre muestras cortas, en las que los efectos de segundo orden pierden significación.

La sustentación de las muestras utilizadas en los ensayos es siempre articulada en el extremo inferior (libre rotación) y simplemente apoyada en el superior (rotaciones y desplazamientos verticales libres) y la carga se aplica en forma distribuida, sobre una línea paralela a las caras. Los bordes verticales de las muestras permanecen libres durante todos los ensayos. Esta configuración implica, frente a las solicitaciones de segundo orden, esbelteces que no se condicen con las correspondientes a las placas en los casos reales.

Las razones de las diferencias son, brevemente: la propia sustentación, que en los casos reales, ya sea por vinculación a la fundación o por continuidad con las placas de pisos contiguos, es más asimilable a empotramientos elásticos y no a simples articulaciones con giros libres y por otra parte, la situación de los bordes verticales libres, que raramente se encuentra en la práctica y que cambia sustancialmente la naturaleza de las solicitaciones de segundo orden a ser verificadas en la placa, que son, en definitiva, las determinantes.

El comportamiento de una pared a la compresión se corresponde con mayor ajuste al de una placa rígida sostenida por sus cuatro bordes. Y al respecto nos limitamos a mencionar que las cargas críticas de tal configuración superan como mínimo por **más del doble** a las correspondientes al mismo elemento solicitado como barra, como es el caso de los ensayos utilizados.

No hay que dejar de tener en cuenta, en los casos reales, la existencia de paredes perpendiculares que contribuyen sobremanera a aumentar la rigidez, y por lo tanto la capacidad de carga global.

OBSERVACIONES A ENSAYOS DE FLEXION

Los ensayos referidos utilizan sustentaciones propias de vigas para analizar la capacidad a flexión de los elementos y al respecto es necesario resaltar que las deformaciones transversales no están impedidas en ellos, por lo que las configuraciones de desplazamientos verticales deben ser afectadas de las reducciones correspondientes para asimilarlos al comportamiento de una placa apoyada en sus cuatro bordes.

Otra característica de fundamental importancia a la hora de evaluar los resultados de los ensayos de flexión es que en todos los casos el panel conservó una enorme capacidad de recuperación elástica, aun en estado último o de agotamiento. Incluso cuando la sección plastificada no estaba en condiciones de absorber más carga, al retirar ésta se verificaba consistentemente que la mayor parte de energía absorbidapor la sección era almacenada como energía elástica de deformación, tendiendo la pieza a volver a su posición de equilibrio original, en forma más que significativa (40 a 50 %).

DIAGRAMA DE INTERACCION DE LECTURA DIRECTA
Panel de 4 cm

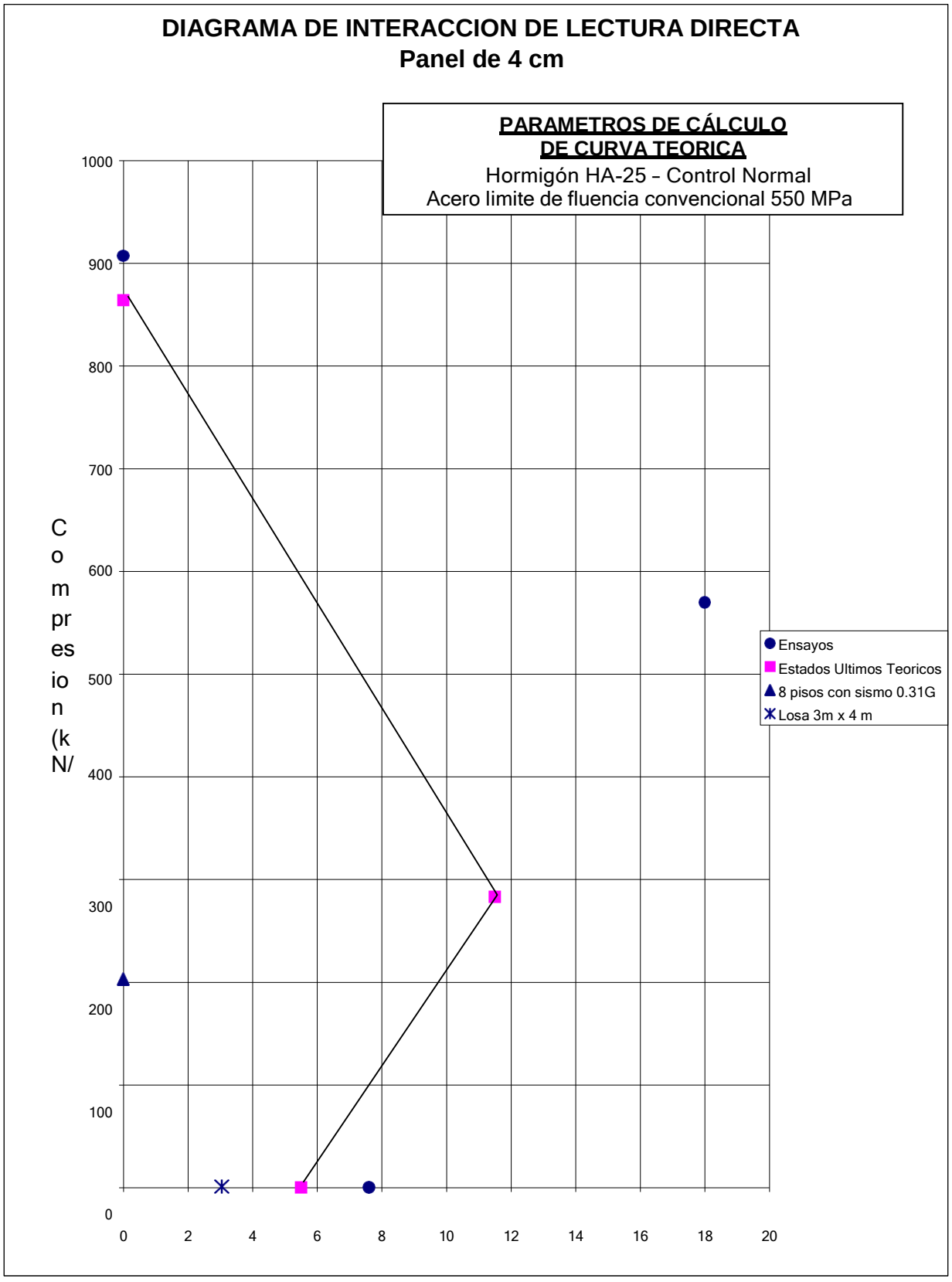


DIAGRAMA DE INTERACCION DE LECTURA DIRECTA
Panel de 6 cm

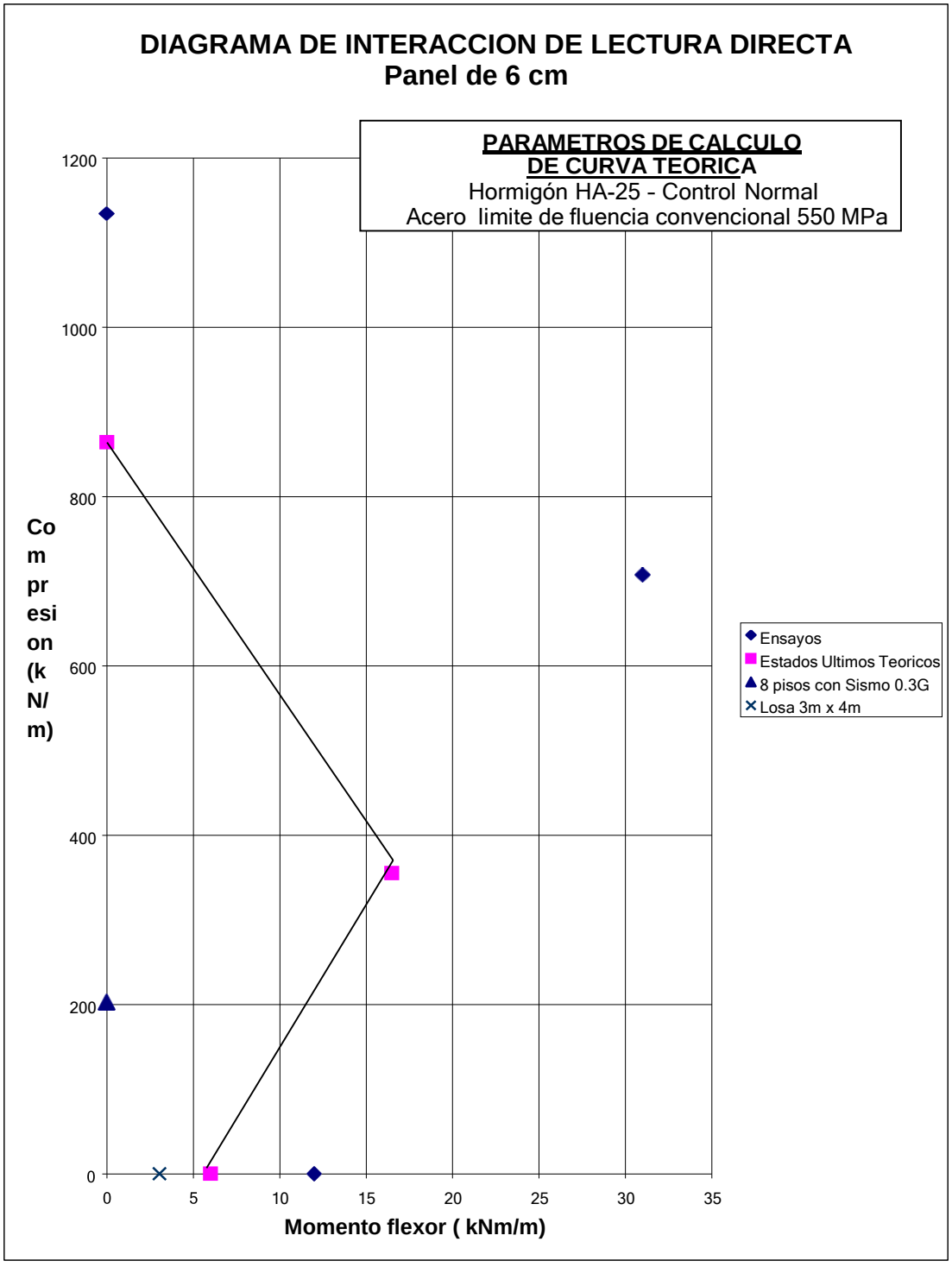


DIAGRAMA DE INTERACCION DE LECTURA DIRECTA
Panel de 8 cm

PARAMETROS DE CALCULO DE CURVA TEORICA
Hormigón HA-25 – Control Normal
Acero limite de fluencia convencional 550 MPa

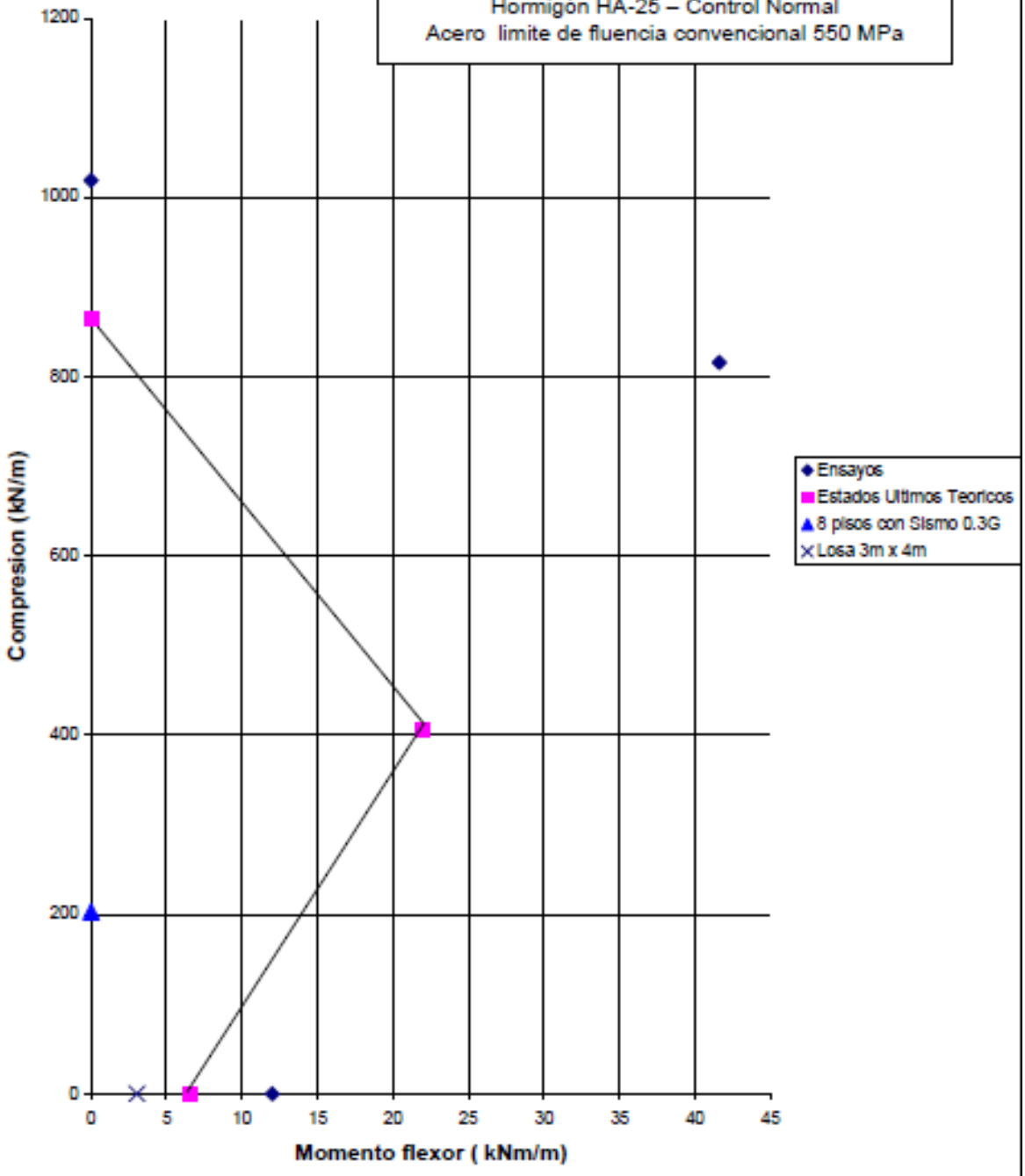
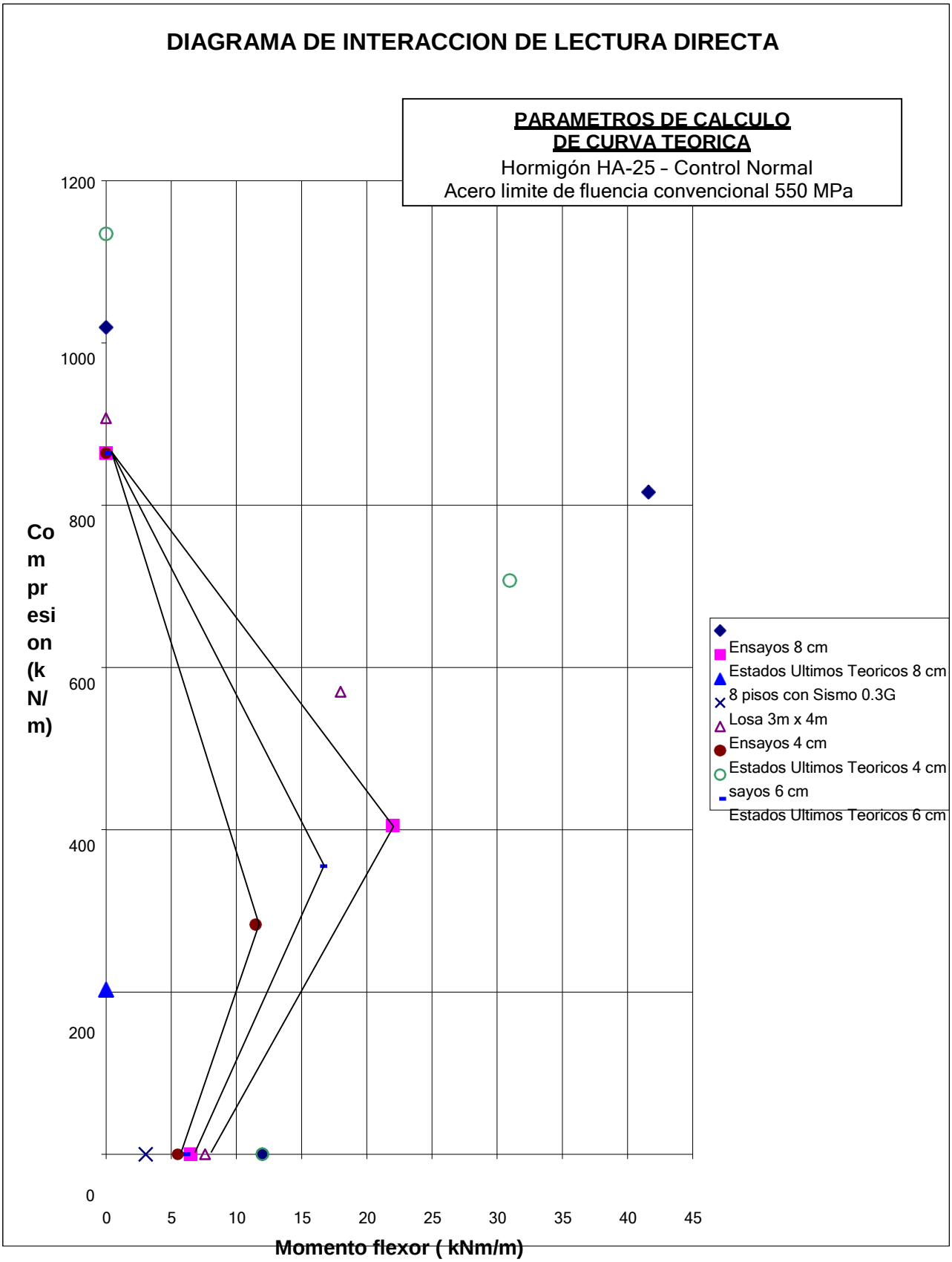


DIAGRAMA DE INTERACCION DE LECTURA DIRECTA



EJEMPLOS DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Ejemplo 1:

En primer lugar se verifica en forma simple un edificio de ocho pisos de 2,80 m por piso (altura total 22,40 m) bajo la acción de sus cargas permanentes, sobrecargas reglamentarias y un sismo de extrema severidad con una aceleración máxima de 0,3 g.

Los parámetros y conceptos de cálculo son los siguientes:

Planta del edificio rectangular de 30 m por 10 m con arquitectura normal.

Peso propio de paredes = 1,20 kN/m2 (no se descuenta la incidencia de aberturas). Forjados de 4 m de luz promedio entre apoyo, con peso propio de 1,80 kN/m2, sobrecarga permanente de 1,20 kN/m2 y sobrecarga accidental de 2,00 kN/m2.

Se considera la acción sísmica sobre la totalidad de las cargas permanentes y sobre el 30% de las accidentales.

Se desprecia la colaboración estructural de toda la tabiquería interior para la absorción de cargas horizontales la que debe ser debidamente tenida en cuenta en un caso real. Esto al único efecto de mayorar las solicitaciones sobre los tabiques exteriores. Solo se considera que absorben solicitaciones verticales originadas en el momento total debido al sismo las paredes medianeras longitudinales de 30 m.

Con estas desfavorables y conservadoras hipótesis, la carga permanente sobre dichas paredes es de 107 kN/m.

La máxima solicitación, incluida la acción del sismo alcanza a 205 kN/m, respecto de la cual el panel simple RIODECO PSR 04 de 4 cm de espesor de poliestireno expandido y 3 cm de mortero de cemento en cada cara tiene, respecto de los valores de ensayo un coeficiente de seguridad de **4,5.**

Ejemplo 2:

Se verifica una losa rectangular (3 m x 4 m) simplemente apoyada en sus cuatro bordes, sometida a carga vertical uniformemente distribuida.

La carga de calculo es de 5 kN / m2 total que provoca un momento flexor principal igual a 308 kNm / m.

La capacidad teórica es de 833 kNm / m (coeficiente de seguridad teórico 2,7) La capacidad alcanzada por ensayo es de 1200 kNm / m (coeficiente de seguridad **4,0**).

La capacidad teórica se halla de la siguiente manera:

Resultante de tracción de la armadura existente es:

Sección de una barra (0,096 cm2) por la cantidad de barras por metro de panel (15) por la tensión última establecida (550 MPa) por el brazo de palanca formado por el espesor del panel mas media capa de compresión (0,105 m) que arroja el valor consignado en el párrafo anterior. A este respecto cabe mencionar que la hipótesis de ubicación de la resultante de tensiones de compresión en la mitad de la altura de la capa superior es por demás conservadora, ya que las tensiones en dicho material son tan bajas para los momentos de rotura que dicha resultante se ubica en realidad en el cuarto superior. Tal hipótesis es refrendada por los cuadros de fisuración observados

en los ensayos y por las magnitudes de los momentos últimos reales obtenidos en los mismos.
Si bien el corte en placas no es determinante, se consigna que para el caso calculado su valor máximo alcanza 5,74 kN/m.

En importante mencionar la posibilidad de reforzar las armaduras a flexión con el agregado de mallas adicionales, en virtud de la predominancia de la flexión y la excelente adherencia provista por las mallas, conseguidas por la racional distribución lograda gracias la abertura de mallas y a los diámetros reducidos de las armaduras.

Ejemplo 3:

Funcionamiento como viga de gran altura.
Se verificarán los esfuerzos en una viga pared ubicada en una hipotética planta alta de un edificio, y que sostiene en su parte inferior al entrepiso de los ambientes que divide.
Parámetros:

Altura	= 2,80 m
Longitud	= 5,00 m
Área de las losas que soporta la viga pared	= 20 m2.
Carga total sobre las losas	= 5 kN/m2
Carga total sobre la viga pared	= 24 kN/m
Momento flexor equivalente	= 75 kNm
Brazo interno (supuesto 0,7 h)	= 1,96 m
Resultante de compresión / tracción total	= 40 kN

El valor de compresión resultante debe compararse con la capacidad a la compresión centrada ya que tal es la solicitación sobre el panel en este caso.
Respecto del valor a tracción, se menciona simplemente que es absorbido por ocho barras de armadura, ubicadas en 30 cm (h/9) de altura, lo que resulta especialmente adecuado visto la distribución de tensiones que se verifica en este tipo de elementos estructurales.

También resulta de utilidad para verificar la capacidad frente a esta carga el resultado de los ensayos a carga contenida en el plano, en los que se alcanzaron valores de 350 kN en paneles de 2,40 m de altura, que se comparan con la mitad de la carga total del caso bajo estudio, es decir, 60 kN (coeficiente de seguridad **6**).

En los cálculos anteriores no se ha tenido en cuenta la colaboración en la inercia del conjunto de las losas que inciden sobre la viga, que la transforman en un perfil conformado por elementos RIODECO , debido a la finalidad didáctica y ejemplificadora del caso analizado.

Ejemplo 4:

Falla de la fundación
Se verifica el descalce total de la cimentación de una construcción de una sola planta de dimensiones 5,00 m x 6,00 m y altura 3,00 m), de modo tal que toda un área de 2,00 m por 5,00 m quedara sin sustentación de terreno. Se verifica que la acción de

las paredes como viga de gran altura sostiene el peso de todos los elementos vinculados a ellas, fundación y cubierta incluidas.

Peso por m2 de la platea = 3,60 kN / m2
Peso de las paredes = 1,20 kN / m2
Sobrecarga de piso = 2,00 kN / m2

Peso de la cubierta = 1 kN / m2
Cortante vertical en pared = 48 kN (menor a 350 kN / m)
Momento flexor actuante sobre pared = 50 kNm
Ver caso anterior verificado a un Momento flexor de 75 kNm

Ejemplo 5:

Viga simplemente apoyada de 7,00 m de longitud de panel colocado en forma vertical utilizado como nervadura de forjado.

Ancho de influencia = 2,50 m
Carga total = 5,00 kN / m2
Carga uniforme sobre nervio = 12,50 kN / m
Momento máximo = 76 kNm
Brazo elástico (0,85 h) = 60 cm
Tracción a absorber = 126 kN (3,30 cm2 de fyk = 440 MPa; 3 Ø 12)
Corte máximo = 41kN
Tensión de corte de comparación = 1,1 MPa (para obtenerla se divide el esfuerzo máximo de corte por el brazo elástico y por la suma de los espesores de concreto, es decir, 6 cm).

Esta tensión se compara con la correspondiente para el hormigón convencional (τ_{02} = 1,8 MPa) y se prosigue con la verificación utilizando las mallas de refuerzo como estribos, considerando que una malla absorbe una tensión igual a:

para la dirección principal

τ = (0,096 cm2 x 500 MPa x 2) / (0,06 m x 0,073 m) = 2,20 MPa

para la dirección secundaria (*evaluada en los ensayos al corte realizados)* τ = (0,049 cm2 x 500 MPa x 2) / (0,06 m x 0,13 m) = 0,60 MPa

Resultado mínimo obtenido en ensayos = 1,50 MPa

Ejemplo 6:

Verificación de la armadura de vinculación entre Sistema RIODECO y fundación continúa.

La vinculación entre una fundación continua tipo zapata continua y los elementos componentes del sistema RIODECO se realiza a través de hierros del diámetro adecuado empotrados en la zapata.

La longitud emergente de dichos hierros se ata a las mallas del los paneles verticales y queda luego empotrada en el concreto con el que se realiza la proyección neumática.

Dicha unión será verificada al arrancamiento verificando que soporte el peso de la zapata con un coeficiente de seguridad de 1,75.

La presente memoria de cálculo deberá ser adaptada a las condiciones adecuadas en relación a cada obra, y constituye un modelo en el que para las distintas hipótesis se adoptaron los casos más desfavorables.

Armadura de vinculación

Se consideran en el cálculo barras de acero de diámetro 6 mm.

El acero se considera con tensión de fluencia 420 MPa y 500 MPa a la rotura.

Tensión de adherencia

Se siguen los lineamientos de la Norma DIN 1045 y concordantes.

En función de la relación agua cemento del concreto con el que se realiza la proyección neumática (0,52) se estima en forma conservadora una resistencia característica de 21 MPa. Las barras en cuestión, al encontrarse en posición vertical deben considerarse, según la clasificación de la citada norma como en posición 1 (zona favorable de adherencia)

La tensión admisible de adherencia para el caso descrito es de 1,80

MPa t_{adm} = 1,8 MPa

Nota: la tensión admisible de adherencia esta referida en DIN 1045 a un valor último convencional correspondiente al corrimiento de 0,1 mm de una barra anclada en un ensayo normalizado. El coeficiente de seguridad de la tensión descrita es de 3.Respecto de la tensión última real o de falla el coeficiente de seguridad es 5.

Estimación del peso de la fundación

Se tomará en consideración un terreno con una capacidad admisible de 0,10 MPa como mínimo y una construcción de planta baja y dos pisos altos de acuerdo al Certificado de Aptitud Técnica vigente en la Republica Argentina.

Cálculo de las cargas

Altura total	= 7,80 m
Peso propio de paredes (a 1,20 kN / m2)	= 9,36 kN / m
Descarga de losas contiguas con sobrecarga (a 5 kN/m2) (Ancho de influencia 1,50 m)	= 15,00 kN / m
Acción vertical debida a carga horizontal	= 1 kN / m
Total adoptada	= 25,36 kN / m

Calculo del ancho de la zapata

A = 25,36 kN / m / 0,10 MPa = 25 cm

b adoptado = 25 cm

Cálculo del peso propio de la zapata

G = 1,39 kN / m

Acción de calculo para el arrancamiento (1,75 veces el peso) G calc = 2,44 kN / m

Nota: el coeficiente de seguridad global, teniendo en cuenta el mencionado en tensión de adherencia, asciende a 5 respecto del valor convencional de referencia y a alrededor de 9 respecto del valor de rotura.

Cálculo de la longitud necesaria para soportar G calc

Considerando, en función de tadm, que un centímetro de longitud de una barra de 6 mm resiste por adherencia lateral una fuerza de 0,34 kN, o sea:

F = 3,14 x 0,60 cm x 1,8 MPa

f = 0,34 kN / cm

Y considerando que se colocan dos barras por metro lineal de fundación, cada barra deberá absorber:

F = G calc / 2 = 1,22 kN

Entonces la longitud necesaria para absorberla, ya sea anclada en la fundación como en el concreto proyectado es igual a:

Long= F / f = 3,60 cm

Conclusión:

Se adopta y recomienda colocar una armadura de vinculación mínima consistente en barras rectas de diámetro 6 mm separados 50 cm empotrados en la zapata, que sobresaldrán 20 cm y serán atados a la malla propia del panel.

Verificación a esfuerzos horizontales o desplazamiento horizontal relativo

La capacidad de una barra de 6 mm resulta:

Sección x tensión admisible = 0,28 cm2 x ($\sigma_{fluencia}$ / 4) = 2,94 kN / barra

Por lo tanto para un metro de unión, con dos barras = 5,88 KN / m

Es de destacar que este anclaje mínimo recomendado es capaz de absorber unesfuerzo de corte en la base equivalente al 23 % de la carga vertical total. Para mayores esfuerzos se disminuirá adecuadamente la separación.