

# edificar

REVISTA TECNICA DE LA CONSTRUCCION

25

edificar.net  
PORTAL DE LA CONSTRUCCION DEL URUGUAY

WWW



Técnica de refuerzo de cimentaciones

Garantía de Calidad en la Construcción

La construcción de viviendas en madera

Estudio de Patologías

Costos de Componentes de Obra

Estado del arte de las armaduras de hormigón

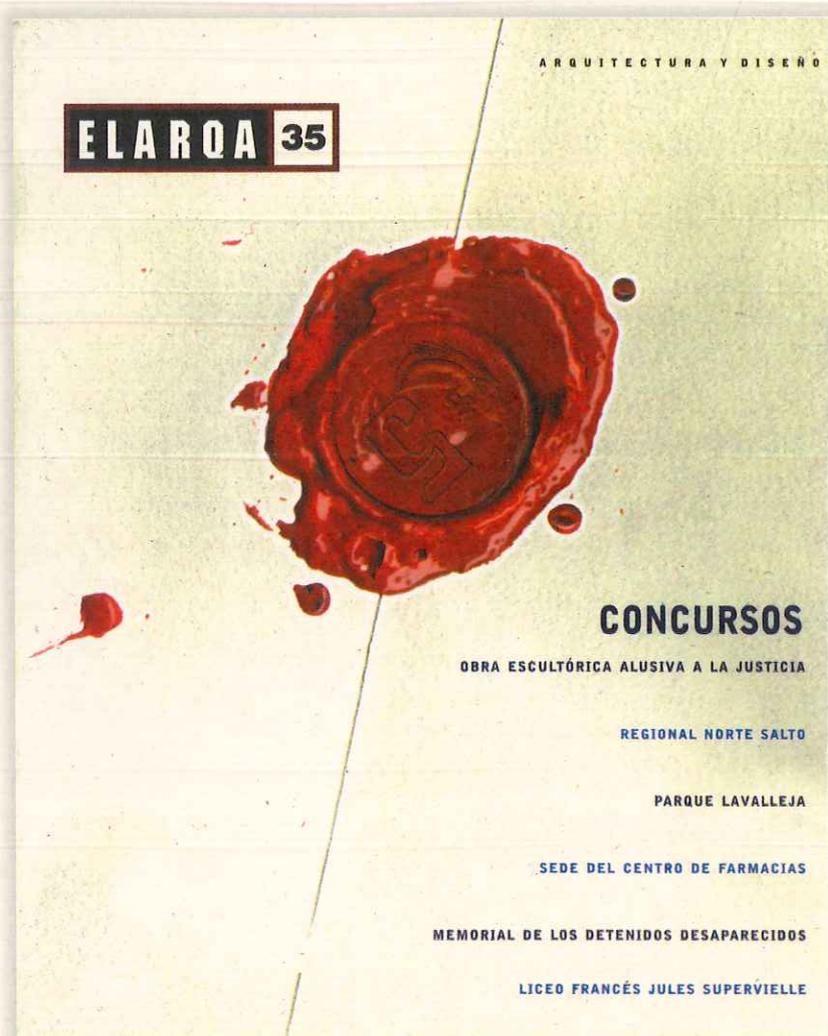
WWW.edificar.net



**ELARQA**

una revista de colección

**una revista de colección**



**DOS PUNTOS**

Llame al 400 00 62 o 402 34 91 y le enviaremos sin cargo adicional sus ejemplares atrasados.

Aceptamos tarjetas de crédito.

ELARQA en Internet: [www.uyweb.com.uy/2.elarqa](http://www.uyweb.com.uy/2.elarqa)

E-mail: [2.elarqa@uyweb.com.uy](mailto:2.elarqa@uyweb.com.uy)

## SUMARIO

**Editorial** | 2

Buscando nuevos caminos  
**Arq. Walter Graiño**

**Técnicas** | 3

Estado del arte de las armaduras de hormigón.  
**Honorino Ortega**

**Técnicas** | 9

Técnica de refuerzo de las cimentaciones:  
Los recalces  
**Luis Ortuño**

**Técnicas** | 15

Baldosas Cerámicas  
Problemática de la colocación  
**Francisco Gracia Olmos**

**Madera** | 17

La construcción de viviendas en madera  
**Arq. Miguel Demkoff** (Rev. Vivienda)

**Madera** | 21

El agua en la madera:  
equilibrio higroscópico y gradiente de humedad  
**Ing. Roberto Chiani** (Rev. Vivienda)

**Mercosur** | 25

Revista VIVIENDA  
Desde la República Argentina

**Costos** | 33

Precio de Materiales  
Costo de Componentes de Obra  
Indices y Estadísticas

**Salarios** | 50

Laudo Vigente 3/2000 - 8/2000

**Calidad** | 60

Garantía de calidad en la construcción  
**Ing. Alvaro García Meseguer**

**Patología** | 65

Curiosa acción destructiva en ladrillos comunes de tipo de ca,paña, por cierta especie de hormigas.

*Profesor Arq. Celso O. Pizzi, Arq. Martha B. Guevara (†)  
Colaboradores: Dra. En biología, entomóloga Lilita Buffa  
Silvana Pizzi, Sebastián Saurit, Moira Battán*

**Patología** | 70

Primeras recomendaciones para la construcción en mampostería estructural en Uruguay  
*Gerardo Rodríguez, Héctor Ramella, Carlos Colacce, Federico de Medina y Arturo Navarro*

**Patología** | 70

Influencia de las imprimaciones con efecto barrera y repasivante en la corriente galvánica...

*E. J. P. Figueiredo, P. Castro, C. Andrade, C. Alonso*

**TIPS** | 80

Sistema de Promoción de Información tecnológica y comercial

EDITORES  
SAGA & ASOCIADOS LTDA.  
Proyectos de Comunicación



Chana 2307/09  
Telefax 401-9284. Mov.(09) 421871  
mbellon@edificar.net  
Montevideo - Uruguay

**DIRECTORA**  
Arq. Ana Cristina Rainusso

**SUB-DIRECTOR**  
Mario Bellón

**REDACTOR RESPONSABLE**  
Arq. Walter Graiño Acerenza  
A. Zum Felde 1723 Tel.: 619-7615

**Armado y Diseño Gráfico:**  
Saga & Asociados Ltda.

**Composición:**  
Silvia Chiarelli

**Fotografía:**  
ARCHIVO

**Diseño de Portada:**  
Mario Bellón

**Columnistas Invitados:**

Honorino Ortega  
Luis Ortuño  
Francisco García Olmos  
Arq. Miguel Demkoff  
Ing. Roberto Chiani  
Ing. Alvaro García Meseguer

**Distribución:**



Constituyente 2038  
Tel: 402-9712 Fax: 402-9713

IMPRESO EN:  
SAGA & ASOCIADOS LTDA.  
Chana 2307/09  
Telefax: 401-9284

Costos de Componentes de Obra  
Registro de Derecho de Autor  
Libro 24 Número 2741

No se autoriza la reproducción total o parcial de los Costos de Componentes de Obra sin autorización por escrito. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos mencionando la fuente.

## Buscando nuevos caminos

La difícil situación por la que atraviesa el sector de la construcción en nuestro país, nos obliga agudizar el ingenio para el desarrollo de ideas innovadoras que permitan definir un destino más alentador para nuestra industria.

La vía de la capacitación de las empresas en programas de gestión más eficientes involucrando a su personal y la empresa en su conjunto; la reingeniería de los procesos que hoy son práctica común en la industria; la búsqueda de nuevos emprendimientos dirigidos a una gama mayor de usuarios, son tres caminos que hoy es necesario recorrer para vislumbrar un horizonte positivo para nuestra actividad.

Quizás el pesimismo, provocado por la falta de trabajo y la dura competencia que obliga a bajar costos muy por debajo de lo posible, arriesgando el futuro de las empresas con el fin de mantenerlas vivas, no nos deja ver con la perspectiva que requieren estos tiempos.

Debemos pensar que el futuro nos va a obligar a ser más eficientes, más competitivos y como consecuencia nos va a obligar a mejorar nuestra gestión pues ése será el camino que habrán tomado los que queden.

En función de estos considerandos es que reafirmamos la conveniencia de reciclar nuestras empresas adaptándolas a las nuevas exigencias y necesidades del mercado.

**Arq. Walter Graño**

# Estado del arte de las armaduras para hormigón

HONORINO ORTEGA

## INTRODUCCIÓN

El acero para armar hormigón, como elemento fundamental en el comportamiento de las estructuras, es un material que afecta de forma directa y decisiva a la seguridad de personas y cosas. De ahí que tanto sus características como su garantía de calidad deban tenerse muy en cuenta tanto a la hora de calcular los proyectos como en el momento de su ejecución.

El mejor conocimiento del binomio hormigón-acero, el cambio introducido por la generalización de los métodos de cálculo numérico y la popularización de los ordenadores con capacidades hasta hace poco impensables, han hecho posible el disponer de sistemas que permiten ajustar, con mucha precisión, las secciones de acero precisas en cada zona de un elemento estructural. Si consideramos, además, ciertos conceptos que, sino nuevos, si se contemplan en los estudios más avanzados, tales como: "plastificación de secciones", "redistribución de esfuerzos", "seguridad real frente al colapso", etc. Podemos inducir la importancia que, desde todos los

puntos de vista, debe tener el conocimiento de los materiales y, en el caso que nos ocupa, del acero para armar hormigón, de forma que se sigan cumpliendo las condiciones de adecuación del material al uso a que se destina y que su comportamiento sea el previsto en las hipótesis del cálculo.

No debemos olvidar, por su importancia, todo lo relacionado con el control de calidad del acero, sus condiciones de aceptación o rechazo y los requisitos que deberán cumplirse, de cara al usuario, para garantizar que las características del material son las esperadas. Cuanto más ajustemos los cálculos e introduzcamos nuevos requisitos, los materiales deben disponer de una garantía de calidad superior con la cual se asegure su adecuación a las exigencias requeridas.

En los apartados siguientes, se resumen los distintos aspectos enunciados, de forma que se pueda obtener una imagen global de la situación actual de este material.

## Breve exposición del estado del arte

A lo largo de los años, se han producido en nuestro país, una serie de cambios en lo que a los aceros para hormigón se refiere tanto en sus características básicas (tipos, resistencias, formas de suministro, etc.) como en los sistemas de aseguramiento de la calidad, que merecen ser contemplados para poder llegar, de una forma lógica, a la situación actual y poder extrapolar las perspectivas futuras.

Uno de los puntales básicos de este proceso, es sin duda, la Normalización.

Sólo cuando existe una Norma del material en la que se indican cuáles han de ser sus características, los tipos de ensayos a realizar para su comprobación, la forma de analizar dichos ensayos, y dicha Norma está consensuada y admitida por los distintos sectores involucrados (Administración, usuarios, fabricantes, Asociaciones Profesionales, etc.) podemos decir que se ha iniciado el camino para poder continuar cualquier proceso sobre el tema. Si nos damos un momento y pensamos

que ocurriría si cada sector de los involucrados manejase sus propias Normas — distintas — y exigiese unas características y condiciones diferentes, nos damos cuenta de lo imprescindible de tener esas Normas de uso generalizado que permiten a todos saber de qué hablamos en cada momento.

La entrada de nuestro país en la Comunidad Europea, ha contribuido a acentuar aún más si cabe, este asunto, al propiciarse la elaboración de

Normas Europeas armonizadas que desarrollen las Directivas Comunitarias.

No es fácil imaginar la existencia de una Europa Comunitaria cuando cada país maneja materiales para los mismos usos y, sin embargo, muy diferentes tanto en sus características básicas como en sus denominaciones, identificación, etc.

De una forma muy resumida, podemos decir que en nuestro país, el desarrollo de los aceros para hormigón ha seguido un proceso paralelo al de los sectores relacionados, básicamente la Construcción.

En los años 50 y principio de los 60, se empleaban aceros fundamentalmente

LISOS (redondo liso) obtenidos, en muchos casos, mediante relaminación de otros productos siderúrgicos (carriles, por ejemplo). La situación del sector siderúrgico era muy atomizada, pequeños fabricantes con instalaciones poco avanzadas y empleando las

materias primas disponibles, muchas veces, no idóneas.

Estos aceros, ofrecían unas características cuyo resumen podría ser el siguiente:

- Resistencias bajas (2400-3500 Kp/cm<sup>2</sup>)

- Gran dispersión en sus características.

- Superficie lisa.

- Poco control tanto en la producción como en la recepción en obra.

- Poca normativa al respecto.

En los años posteriores, se inician los procesos de redacción de Normas, tanto de materiales como de su aplicación, de forma que ya en los años 70 se producen una serie de cambios que resumimos a continuación:

Se fabrican aceros de alto límite elástico (4200 y 5000 Kp/cm<sup>2</sup>), que conviven con los aceros lisos de baja resistencia. Estos "nuevos aceros" se obtienen, en general mediante proceso de tratamiento en frío (estirado-torsionado, trefilado) que proporcionan a los materiales de partida con resistencias bajas un aumento de las mismas hasta conseguir las resistencias señaladas.

Estos aceros poseían una superficie CORRUGADA, formada por resaltos de distintas formas (transversales, helicoidales, etc.) que les proporcionaban una nota-

ble mejora de su adherencia con el hormigón. Este hecho, se inscribe dentro de la importancia de las condiciones de fisuración en el cálculo de los elementos estructurales, fenómeno cada vez mejor conocido y cuya incidencia en la durabilidad y adecuación de las estructuras se considera básico.

Paralelamente al desarrollo de estas barras corrugadas de alta resistencia obtenidas por procesos de tratamiento en frío de materiales de baja resistencia, se indica el desarrollo de las barras corrugadas laminadas en caliente (denominados aceros de dureza natural que no precisan tratamiento alguno posterior a su laminación y proporcionan las mismas resistencias que los antes citados. Estos aceros, precisan de ciertos procedimientos especiales para su soldadura.

Se publica la Norma UNE para las barras de acero para hormigón armado, lisas y corrugadas. La UNE 36088 "BARRAS CORRUGADAS DE ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO. BARRAS SIN EXIGENCIAS ESPECIALES DE SOLDABILIDAD" recoge las características que deberá cumplir dicho material, tanto resistentes (límite elástico, carga de rotura, relación entre carga de rotura y límite elástico, alargamiento A5, características del corrugado, ensayos a efectuar, etc.).

Se inicia la fabricación de los alambres TREFILADOS Y MALLAS ELECTROSOLDADAS para hormigón armado, ampliamente utiliza-

das en otros países en esa época (Alemania emplea más del 50% de sus armaduras en forma de mallas electrosoldadas).

Se inicia el proceso de implantación del sello de Calidad CIETSID para barras corrugadas. Este sello es un primer paso, muy avanzado, de lo que posteriormente van a constituir los Sistemas de Certificación y Marcas de Calidad.

### **SITUACIÓN ACTUAL EN EL PAÍS.**

En la actualidad, podemos resumir la situación mediante los siguientes puntos más importantes:

Se dejan de producir las barras de dureza natural, con ciertos problemas de soldadura y, en su lugar, se fabrican barras de acero SOLDABLES que no precisan unos procedimientos de soldadura especiales. La condición de soldabilidad viene fijada mediante la limitación del carbono equivalente.

Existen Normas UNE actualizadas para todos los aceros para hormigón armado:

UNE 36068: "BARRAS CORRUGADAS DE ACERO SOLDABLE PARA ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO"

UNE 36099: "ALAMBRE CORRUGADO DE ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO".

UNE 36092: "MALLAS

### **ELECTROSOLDADAS DE ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO".**

En estas Normas se definen las características de los materiales, los ensayos a realizar y el tratamiento de sus resultados, etc.

Coexisten diferentes tipos y grados de aceros:

BARRAS SOLDABLES (S), según UNE 36068, antes citada, obtenidas por laminación en caliente (con o sin tratamiento térmico durante la producción). Dentro de este tipo de acero, se fabrican dos grados (resistencias) distintas: 400 S y 500 S, cuyos límites elásticos son, respectivamente, 400 Mpa y 500 Mpa.

Estas barras se fabrican en forma de rollo para diámetros hasta 12 mm y en longitudes rectas para cualquier diámetro.

ALAMBRES TREFILADOS (T), según UNE 36099, obtenidos mediante reducción en frío de la sección del alambro. Se emplean, básicamente, en la fabricación de MALLAS ELECTROSOLDADAS y de ARMADURAS BÁSICAS (viguetas en celosía).

MALLAS ELECTROSOLDADAS (ME), según UNE 36092, fabricadas, básicamente, con alambres trefilados. La gama de posibilidades es muy amplia, combinando diámetros y separaciones, de  $\varnothing$  4 mm hasta  $\varnothing$  12 mm, y separaciones desde 10 cm hasta 30 cm.

En relación con los Sellos o Marcas de Calidad, se ha desarro-

llado, en los últimos tiempos, la Certificación AENOR, que otorga la MARCA N a los productos que cumplen los requisitos impuestos por la Marca y que, en grandes líneas son los siguientes:

La fabricación del producto debe estar sometida a un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme con las NORMAS INTERNACIONALES ISO 9000. Esto implica la implantación de una gestión de calidad muy estricta dentro del proceso de fabricación, con determinación de responsabilidades, existencia de procedimientos escritos para todos los procesos, control estricto de materiales no conformes, etc.

La fabricación es sometida a un proceso de AUTOCONTROL por parte del fabricante, que debe registrar y conservar los resultados de todos los ensayos efectuados tanto sobre el producto acabado como de los intermedios. Los resultados de cada variable controlada, se estudian, además, desde un punto de vista estadístico, para conocer las desviaciones y valores característicos de los resultados obtenidos.

El sistema de Aseguramiento de la Calidad establecido, según se ha expuesto, es revisado, al menos DOS veces al año por tercera parte (la revisión la efectúa una Entidad ajena e independiente, aprobada por AENOR. Los informes emitidos por estas entidades sobre el estado de la gestión de la Calidad en una fábrica determinada, se analizan en un Comité pluridisciplinar que decide las ac-

ciones a tomar en cada paso, procediéndose a la retirada de la Marca N si se encuentran anomalías importantes.

El autocontrol que efectúa la fábrica sobre su producción, de acuerdo con unas intensidades predeterminadas, es contrastado, al menos dos veces al año, mediante la toma de muestras por parte de un Laboratorio Oficial aceptado por AENOR, de esta forma, se comprueba si los resultados del autocontrol son correctos, al compararlos con los obtenidos en los ensayos efectuados por dicho Laboratorio Oficial.

### **Situación en la Unión Europea**

El desarrollo de la Directiva de la Unión Europea trae consigo la conveniencia, prácticamente la necesidad, de redactar Normas Europeas para los materiales de construcción y, con más interés, aquellos considerados "de seguridad", como es el caso de los aceros para hormigón armado. De esta forma, hace siete años, se inició el proceso de redacción de dicha Norma Europea (EN 10080), llegándose, en 1.994 a un borrador de la misma que no pudo ser aprobado como Norma, por falta de consenso, y que se ha publicado como Norma Experimental o Pre-Norma. Las líneas básicas de este documento, proporcionan lo que, en el futuro, podrá esperarse para los aceros y que, en resumen, exponemos a continuación:

La Norma se refiere a los aceros CORRUGADOS, SOLDABLES PARA HORMIGÓN ARMADO. No se contemplan en la misma, por lo tanto, los aceros lisos ni aquellos otros cuya composición química hace necesario emplear procedimientos especiales en las soldaduras. La condición de soldabilidad, viene dada por el % de carbono equivalente correspondiente a la composición química del acero. Dicho carbono equivalente, no deberá ser superior al 0,52%, en el caso de muestras de producto acabado o al 0,50% en el caso de muestra de la colada.

Se consideran tres tipos de aceros para hormigón armado:

BARRAS  
ROLLOS  
MALLAS ELECTROSOLDADAS.

CLASE A	CLASE B
Ductilidad Normal	Ductilidad alta.
$Rm/Re \geq 1.05$	$Rm/Re \geq 1.08$
$Agt \geq 2.5\%$	$Agt \geq 5\%$

Además de estos aceros para uso general, se están estudiando las características de los aceros para USO SISMICO, que serán considerados en una Norma aparte y cuya ductilidad sea más elevada que los de uso general (tendencia al concepto de "aceros-goma", es decir, capaces de admitir gran deformación sin rotura, para estos casos de sollicitaciones sísmicas.

Se considera un único grado, en cuanto a su resistencia, para todos ellos: GRADO 500, es decir, el límite elástico garantizado, deberá ser 500 Mpa.

Se tiene en cuenta el concepto de la DUCTILIDAD en la clasificación de los aceros. Dicha ductilidad puede definirse, de una manera informal, como la capacidad que tiene un acero para deformarse sin romperse. Viene definida por dos parámetros: la relación entre la tensión de rotura y el límite elástico ( $Rm/Re$ ) y el alargamiento uniforme bajo carga máxima ( $Agt$ ). Cuanto más elevados sean los valores de estos parámetros, más alta será la ductilidad del acero. De acuerdo con este concepto de ductilidad, se consideran dos clases de aceros:

Se tiene en cuenta la RESISTENCIA A LA FATIGA de los aceros, de forma que, en el ensayo de fatiga prescrito, la muestra soporta un número de ciclos no inferior a 2 millones.

Los aceros deberán ser identificados mediante la observación de sus corrugas, de forma que se pueda conocer, además de la cla-

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

# Manual de Construcción Industrializada

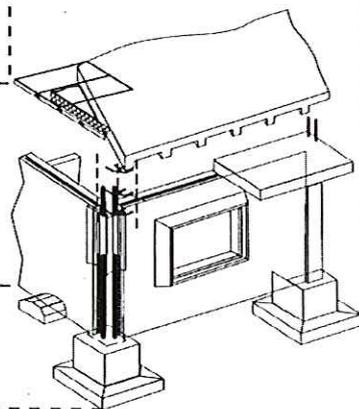
*Ing. Horacio Mac Donnell*  
*Ing. Horacio Patricio Mac Donnell*  
**REVISTA VIVIENDA SRL**

Las  
recomendaciones  
de dos  
especialistas en  
construcción de  
vivienda  
industrializada.

**U\$S 60**

**Impreso en Blanco  
y Negro**

Edición económica limitada,  
numerada. Solicite al e-mail:  
[mbellon@edificar.net](mailto:mbellon@edificar.net)



se, el país de origen y el fabricante. El sistema para marcar el inicio de la lectura y la separación entre datos es el de corrugas regresadas.

### **Situación previsible en el futuro.**

A la vista de este rápido repaso por el estado del arte del acero para armar hormigón y con las salvedades que cualquier predicción conlleva, resumimos, a continuación, las tendencias que, a nuestro juicio, seguirá este material.

CONSIDERACIÓN DE LOS ACEROS SOLDABLES CORRUGADOS EN FORMA DE BARRAS ROLLOS O MALLAS ELECTROSOLDADAS.

TENDENCIA A UNIFICAR LAS RESISTENCIAS EN UN SOLO GRADO: LIMITE ELASTICO 500 Mpa (Newton/mm<sup>2</sup>).

CONSIDERACIÓN DE LA DUCTILIDAD DEL MATERIAL COMO CARACTERÍSTICA A TENER EN CUENTA. CLASES SEGÚN DUCTILIDAD.

CONSIDERACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA COMO UNA CARACTERÍSTICA A CUMPLIR SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL.

UN UNICO SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN QUE PERMITA CONOCER, MEDIANTE MARCAS BASADAS EN EL CORRUGADO, LA CLASE, EL PAIS Y EL FABRICANTE.

EL ACERO PARA USO SISMICO, TENDRÁ UNA CONSIDERACIÓN ESPECIAL Y UNAS EXIGENCIAS MAYORES, SOBRE TODO DE DUCTILIDAD.

DADA LA CONSIDERACIÓN DEL

ACERO COMO MATERIAL DE SEGURIDAD, LAS TENDENCIAS ES A EXIGIR UNA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD POR TERCERA PARTE. (MARCAS O SELLOS DE CALIDAD).

### **La instrucción española -IEH-**

No debemos olvidar la importancia fundamental que, en el campo del hormigón armado, tiene la INSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO -IEH- en la cual se reflejan, además de las características que deben cumplir los materiales utilizados en las obras, los métodos de cálculo de las secciones, disposición de las armaduras, las bases para la ejecución, las condiciones de aceptación y rechazo en obra de los materiales, etc, etc. Esta Instrucción se encuentra actualmente en revisión por parte de la Comisión Permanente del Hormigón por lo que parece muy probable que, en la nueva redacción, se consideren, en el caso del acero, los nuevos conceptos antes enunciados, y, de alguna forma, se converja hacia las ideas apuntadas por las Normas Europeas. La redacción de los EUROCÓDIGOS (documentos similares a la Instrucción EH pero en el ámbito europeo) junto con las NORMAS EUROPEAS de materiales, antes citadas, deberían llevar a una confluencia a medio plazo, tanto en lo referente a las características de los materiales empleados como a su utilización.

En relación con el usuario y, fundamentalmente, por parte de los técnicos responsables de las

obras, hay que insistir en la conveniencia de exigir al recibir las partidas de acero que serán utilizadas, los documentos que acrediten la garantía de calidad del material y su adecuación a las características prescritas en el proyecto. Los Sellos y Marcas de Calidad, homologados por el Ministerio de Obras Públicas, proporcionan al usuario una garantía de que el proceso de fabricación está sometido a control según Normas Internacionales ISO 9000 y que, de una forma continua e intensa, se efectúan autocontroles que, a su vez, son contrastados por una Entidad Externa e imparcial.

SOLO LA EXIGENCIA POR PARTE DE LOS TECNICOS Y RESPONSABLES DE LAS OBRAS DE LOS CORRESPONDIENTES DOCUMENTOS QUE GARANTICEN EL ORIGEN, TRAZABILIDAD, CALIDAD Y ADECUACIÓN DEL MATERIAL A LAS CONDICIONES DEL PROYECTO, HARÁN QUE EL ACERO EMPLEADO EN NUESTRAS OBRAS CUMPLA CON LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA ALCANZAR LOS NIVELES DE SEGURIDAD Y DURABILIDAD ESPERADOS EN LAS ESTRUCTURAS EN LAS QUE SE EMPLEAN.

Madrid, Septiembre de 1995.

# Técnica de refuerzo de las cimentaciones: los recalces

**LUIS ORTUÑO**  
Ingeniero de caminos

**INTRODUCCION. CAUSAS QUE PUEDEN DAR LUGAR A UN RECALCE.**

Casi inevitablemente el refuerzo o recalce de una cimentación se asocia con algo mal hecho que debe ser enmendado y, sin embargo, en muchas ocasiones no es así. Este sería el caso, tan frecuente hoy en día, de un edificio bien construido y con buena salud cuyo cambio de uso o rehabilitación contempla la excavación de algunos nuevos sótanos bajo la estructura existente. En estas circunstancias es evidente que, si no se desmonta el edificio previamente, será necesario actuar de alguna forma sobre su cimentación.

A pesar de cada recalce resulta distinto en parte o en todo a los demás, las causas generales que pueden dar lugar a este tipo de actuaciones pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

- Las que derivan de un defecto del proyecto.
- Las originadas por un defecto de ejecución.
- Las derivadas de una variación en las condiciones del entorno de la estructura

- Las motivadas por variaciones en las hipótesis con arreglo a las que se proyectó originalmente la estructura.

Las dos primeras corresponden a actuaciones que han de resolver situaciones patológicas, que evidentemente no deberían existir si la obra se proyectó y construyó correctamente. Sin embargo, resultan hartamente frecuentes en la práctica habitual. De hecho, por poner un ejemplo, las estadísticas de las compañías aseguradoras más importantes reflejan que la siniestralidad asociada a los defectos de cimentación es del orden del triple de la originada por cualquier otra causa en el ámbito de la construcción. Por otra parte, de entre las causas particulares que dan lugar a una obra defectuosa, las mismas estadísticas reflejan contundentemente cómo una gran parte de los siniestros se producen por ausencia, insuficiencia o mala interpretación de los reconocimientos geotécnicos. De los datos anteriores se deriva directamente la gran trascendencia de investigar y analizar con detalle el terreno, algo que, desgraciadamente, a menudo se infravalora en su importancia.

En cuanto a las variaciones

del entorno de la estructura, también algunas de estas causas deberían o podrían preverse de antemano, al menos las más frecuentes. Entre ellas cabe destacar las alteraciones originadas por construcciones y obras próximas a la estructura (excavaciones, vibraciones, rebajamientos del nivel freático por bombeos cercanos, etc.).

Finalmente, el cuarto grupo es quizás el único que no es previsible de antemano, dado que supone un cambio sustancial en la concepción original de la obra: incremento de alturas del edificio, excavación de nuevos sótanos, aumento de sobrecargas por cambios de uso, etc.

## - TECNICAS DE RECALCE. EJEMPLOS

Las técnicas de recalce existentes hoy en día son muy variadas y han sufrido numerosos cambios a lo largo de la historia a medida que se han desarrollado e implantado nuevas tecnologías y materiales. No es objeto de este breve artículo dar una visión exhaustiva de todos los tipos posibles, sino mostrar por medio de unos pocos ejemplos algunas técnicas empleadas con más profu-

sión en nuestro país. Para el lector interesado, al final de este documento se incluyen algunas referencias básicas de amena consulta.

La Casa de las Conchas de Salamanca. Este magnífico y bien conocido edificio data del año 1512 y constituye un bello ejemplo del gótico civil y de los inicios del Renacimiento en España. Hace unos años, el Ministerio de Cultura decidió rehabilitarlo y convertirlo en Biblioteca Pública. El proyecto, de los arquitectos López Cotel y Puente Fernández, contemplaba aumentos de cargas en forjados y la profundización de niveles de sótano bajo la estructura existente. El análisis de la patología del edificio desde un punto de vista geotécnico, el diseño de los múltiples recalces a ejecutar, y la propuesta de nuevas cimentaciones se describen en Martín Arroyo.

El cimiento original, construido con mampuestos de arenisca de Villamayor, se encontraba muy deteriorado, con un mortero muy degradado o incluso inexistente, lo que hacía prever desprendimientos y desplomes durante las excavaciones previstas. El terreno de cimentación estaba constituido por un estrato de arcillas firmes, verdosas y plásticas, bajo las que se encontraba un sustrato de arenas densas algo cementadas.

El cálculo de las cargas actuantes sobre el cimiento mostró que el coeficiente de seguridad frente al hundimiento se si-

tuaba en torno a 1.5, cifra evidentemente escasa. (En la práctica habitual se suelen emplear coeficientes de seguridad del orden de 3).

El proyecto de recalce contempló en las zonas menos problemáticas un simple zunchado del cimiento de mampostería con vigas de hormigón, junto con la instalación de bulones de 20 t puestos en tensión (redondos de acero a 0.70-1.00 m de distancia). Como medida adicional se propuso asimismo inyectar localmente la mampostería mediante una lechada de cemento.

En esta solución, la fuerte compresión aplicada por los tensores eliminaba cualquier atisbo de tracciones en la estructura de cimentación (todo el conjunto cimiento-zuncho estaba sometido a compresión horizontal), al mismo tiempo que se conseguía una excelente transmisión de cortantes por simple rozamiento entre las superficies de contacto. Para la profundización de sótanos adicionales, en ocasiones a un sólo lado de los muros, el zuncho así creado, de gran rigidez, permitía la excavación directa bajo los muros de bataches de longitudes considerablemente superiores a las habituales, todo ello con un grado de seguridad muy elevado.

Posteriormente, una vez alcanzado el nuevo nivel de cimentación, se hormigonaron los bataches excavados y, una vez en funcionamiento, se procedió de igual manera con los siguientes

hasta tener los muros completamente recalzados. La anchura de la zapata del muro de recalce se proyectó en cada caso teniendo en cuenta las nuevas cargas del edificio, los empujes descompensados de tierras (sobre todo en la zona de fachadas) y las características geotécnicas de los terrenos implicados.

La Casa del Cordón en Burgos constituye un magnífico ejemplo de la aplicación de variadas técnicas de recalce. El edificio, de estilo gótico civil, data del siglo XV. Adquirido por la Caja de Ahorros de Burgos, su proyecto de rehabilitación, del arquitecto Moreno Barberá, contemplaba la ejecución de 3 sótanos bajo el nivel de la calle, respetando las fachadas y el claustro central.

El subsuelo de la zona está constituido por una primera capa de rellenos, seguida de un estrato de gravas y arenas. Bajo las gravas se encuentran finalmente unas arcillas y el sustrato de margas. El nivel freático se encontraba muy somero, prácticamente en el contacto entre rellenos y gravas, justo por debajo de la cimentación de mampostería del edificio.

En una situación convencional de obra nueva, la solución habitual habría consistido en la ejecución de una pantalla continua de hormigón armado a lo largo del perímetro a excavar, debidamente empotrada en el sustrato impermeable de margas.

De esta manera se hubiera conseguido, además de un elemen-

to de contención de la excavación, crear un recinto suficientemente estanco que impidiera la entrada de agua desde las capas permeables del terreno (gravas y arenas en este caso).

En la Casa del Cordón la ejecución de pantallas continuas de hormigón sólo resultaba viable en una zona del perímetro, suficientemente alejada del edificio a conservar. Sin embargo, justo bajo el edificio el problema se agudizaba dada la necesidad de conservar las fachadas, cuya alineación en planta coincidía con la de los futuros sótanos. En estas circunstancias resultaba necesario efectuar algún tipo de recalce que permitiera profundizar bajo el

nivel freático hasta el nivel deseado y, al mismo tiempo, conseguir un recinto suficientemente estanco a largo plazo.

La solución elegida consistió en ejecutar una rigidización de los muros de fachada por medio de vigas de hormigón bulonadas, fuertemente comprimidas contra la mampostería del muro, como en el ejemplo anterior. A continuación se congelaron cilindros de suelo alternos (en dos fases, como muestra la figura 4), se excavó manualmente en su interior bajo las fachadas hasta penetrar en el sustrato de margas y se construyeron paneles de muro de hormigón armado. Una vez fraguado el hormigón de los paneles, se relle-

naron los pozos con tierras y se descongelaron los cilindros. El recinto así obtenido (en parte pantalla continua convencional, en parte muro de paneles de recalce) cumplía las funciones de estanqueidad y resistencia deseadas, de manera que en la excavación posterior se operó como si de una pantalla continua convencional se tratara, instalando anclajes a las profundidades necesarias de acuerdo con los cálculos pertinentes.

El claustro central también tenía que conservarse mientras se excavaba, de manera que fue necesario diseñar un sistema de recalce que profundizara el nivel de cimentación por debajo del último

## VIDEO HABITAT

- ARQUITECTURA
- URBANISMO
- VENTA DE PROPIEDADES

### LA MAS IMPORTANTE VIDEOCARTERA DEL MERCADO

Miércoles y Viernes  
23 Hs. Sábados 17 Hs.

## MONTECABLE CANAL 21

Consultas: Bulevar España 2653 Of. 206 Tels: 709 3717 - 708 9454

sótano previsto y permitiera al mismo tiempo la excavación.

Básicamente consistió en un sistema de micropilotes, encepados en vigas continuas bulonadas que servían de zuncho y elemento de transmisión de carga de las columnas existentes.

La excavación se llevó a cabo manualmente entre los micropilotes, arriostándolos mediante elementos tubulares convencionales a medida que se profundizaba, con el fin de reducir su longitud de pandeo.

Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación se hormigonaron unas zapatas que servirían de cimiento a los pilares metálicos definitivos. Una vez instalados éstos últimos, se cortaron y se retiraron las longitudes de micropilote remanentes por encima del último sótano.

El Palacio de Linares en Madrid constituye un reciente ejemplo de recalce complejo y espectacular en donde se dieron cita varias técnicas diferentes (Herrador, J.M.(4)). El edificio, de estilo neobarroco, data de 1883. Su proyecto de remodelación fue realizado por el arquitecto Puente Fernández, y contemplaba la profundización de los sótanos unos 11 m bajo la rasante original.

El terreno de la zona está constituido por una primera capa de rellenos de hasta 4.00 m de espesor, bajo los que surgen unas arenas cuaternarias y una típica

sucesión madrileña de arcillas más o menos arenosas comunmente concidas como "tosco". Un condicionante importante en la selección de soluciones radicó en la detección de una capa de arenas permeables bajo el nivel freático. Esta capa se encontraba embutida en la formación tosquiza, constituyendo un acuífero confinado con una sustancial carga hidráulica. Dado que la excavación a realizar debía profundizar bajo el estrato de arenas, existía el riesgo de producirse inestabilidades hidráulicas en el caso de no adoptar medidas especiales (arrastres, sifonamientos, etc.).

- En el lado izquierdo de la figura el edificio se encontraba exento, sin medianerías. Además, el borde exterior del mismo quedaba por dentro de la alineación en planta de los nuevos sótanos. En estas condiciones, que se reproducían en el resto del perímetro con la excepción de la medianería de la c/ Marqués de Duero, fue posible realizar las excavaciones al abrigo de pantallas continuas de hormigón convencionales. Las pantallas, de 0.80 m de espesor, alcanzaron la cota -14.00 m y fueron soportadas temporalmente por medio de una o dos filas de anclajes. En la figura se observan las pantallas continuas empotradas en el terreno bajo el fondo de la excavación, así como su fila de anclajes. Bajo el fondo de excavación y en el extremo derecho inferior de la figura se ha representado el terreno de la zona. Puede observarse que

las pantallas continuas profundizaban por debajo del acuífero confinado de arenas (estrato delgado sombreado a puntos) y se empotraban en el tosco impermeable, asegurando así la intercepción de flujos de agua hacia la excavación.

Evidentemente, en la medianería no resultaba posible ejecutar pantallas continuas, dada la necesidad de actuar por dentro del edificio. En el lado derecho de la figura se puede observar que la solución de profundización y recalce junto al muro medianero consistió en la ejecución de paneles de muro ejecutados por bataches. Los pozos se abrieron manualmente en longitudes de unos 2 m y se cimentaron ligeramente por debajo de la máxima profundidad de excavación. Posteriormente, durante la excavación, se instaló una fila de anclajes.

En la figura se puede observar que en esta zona no se cortaba con el recalce la capa de arenas problemática. Con el fin de evitar riesgos de sifonamiento por arrastre de las arenas hacia la excavación, subpresiones indeseables, etc., se decidió terminar de crear un recinto impermeable que evitase la comunicación hidráulica del estrato de arenas bajo la excavación con el acuífero general de la zona. Este efecto, que ya estaba conseguido en el resto del perímetro por medio de las pantallas continuas, se logró también bajo la medianería empleando procedimientos especiales. Para ello se realizó una pantalla constituida por columnas secantes de jet-



WWW.

**edificar.net**  
PORTAL DE LA CONSTRUCCION DEL URUGUAY

empresas

materiales

sistemas  
constructivos

publicaciones

oportunidades de negocios

**LINKS**

precios de materiales

la puerta de entrada a la construcción on-line

calidad

salarios

gremiales



SUSCRIBASE | @

**GRATIS**

grouting. Las columnas se empujaron al menos 50 cm en el tosco bajo el acuífero de arenas, garantizando un cierre suficientemente estanco y estable de la excavación.

Los muros de la estructura se "puentearon" mediante vigas aguja que descansaban sobre otros perfiles metálicos paralelos a los muros. Estos últimos servían de encepado a las cabezas de unos micropilotes. De forma similar a la Casa del Cordón ya descrita, la excavación se llevó a cabo entre los micropilotes, arriestrándolos a medida que ésta progresaba con el fin de eludir problemas de pandeo. Los micropilotes ejecutados fueron de 220 mm de diámetro.

#### - CONCLUSIONES.

El avance de las técnicas especializadas de recalce de cimentaciones y refuerzo del terreno permite afrontar difíciles proble-

mas, tanto derivados de patología geotécnica como de la necesidad de crear o profundizar sótanos bajo edificios existentes. Se dispone actualmente de una multiplicidad de soluciones que, adecuadamente combinadas, permite resolver situaciones complejas con garantías de éxito.

Los ejemplos descritos ponen de relieve claramente las amplias posibilidades con que geotécnicas de cualquier tipo, así como la especialización que se requiere para acometer proyectos y obras de recalce y refuerzo de cimientos.

#### REFERENCIAS

1.- Núñez Olías, J. (1980): "Recalces". Curso de postgrado del Instituto Agustín de Bethencourt". E.T.S.I.C.C.P., Madrid.

2.- Martín, J.P., Segura, C., Uriel, A., Ortuño, L. & Puebla, F.I. (1991): "The

Restoration of La Casa de las Conchas". Int.

Conf. STREMA'91.

3.- Muzás, F, Moreno Barberá, F. & Uriel, A. (1985): "Foundations for the Rehabilitation of an Ancient Building". 11th

I.C.S.M.F.E. San Francisco.

4.- Herrador Menéndez, J.M. (1994): "Recalce del Palacio de Linares". Curso sobre pilotajes y cimentaciones especiales.

CEDEX.

#### OTRA BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

5.- Ortuño, L. & Uriel, A. (1995): "Recalces". Curso sobre recalces en la rehabilitación de edificios.

6.- Prentis, E.A. & White, L. (1950): "Underpinning". 2nd edition. Columbia University Press. New York.

7.- Rodriguez Ortiz, J.M. (1985): "Curso de rehabilitación. Tomo 4: La Cimentación". Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

# Liquidación de Stock

## Descuentos de hasta un

# 50%



CP67 LIBRERIAS

CONSTITUYENTE 2038 - TEL.: 402-9712 FAX: 402-9713  
www.cp67.com - suscribase@cp67.com

# BALDOSAS CERÁMICAS.-

## *Problemática en la colocación.*

**Francisco García Olmos**  
Director de la calidad de ACE  
edificación S.L.

Los productos de la industria cerámica, cada vez más sofisticados y con mayores prestaciones, no han encontrado, en el sector de la edificación, el acompañamiento de unas técnicas de colocación adecuadas. Las recetas al uso, lejos de todo procedimiento normalizado, se han enquistado en la práctica de la colocación. Los fallos en los revestimientos proporcionan costes económicos importantes y desprestigian una unidad de obra tan preciada en nuestra tradición. La preocupación en este sentido es importante y esto ha llevado, por ejemplo, al Instituto de Promoción Cerámica dependiente de la Diputación de Castellón al desarrollo de un ambicioso proyecto relacionado con la colocación, interesante para toda la clase técnica.

Muchos de los problemas, derivados de la colocación de los revestimientos, que terminan en el deterioro precoz de los mismos parten, a mi juicio, de una concepción errónea de la estabilidad de las formas y dimensiones de las estructuras y los materiales de construcción que habitualmente usamos.

Estructuras que están sujetas a deformaciones y variaciones

dimensionales que, de no ser adecuadamente previstas, van a transferir esfuerzos adicionales a otros elementos.

Materiales como los morteros de cemento portland, inadecuadamente dosificados, sujetos a importantes retracciones o la, algunas veces discutida influencia, de la expansión por humedad de las baldosas cerámicas.

La magnitud de estos fenómenos se ve acrecentada por la rapidez en la ejecución de las obras. Sin unas técnicas adecuadas, el acortamiento de los periodos de ejecución, tan positivo en otros aspectos, puede convertirse en un introductor de tensiones añadidas en muchos de los elementos de los edificios.

Todos estos parámetros no pueden ser evaluados por el colocador que, en general, aplicará una receta universal independientemente del riesgo que suponga.

En la ejecución de los pavimentos cerámicos, por ejemplo, se aplican, con asiduidad, técnicas importadas de la colocación de otros pavimentos con algunas variantes. El sistema que constituye

la torta de mortero y las baldosas cerámicas, se aísla del forjado con una capa de separación a base de gravilla suelta pero, por el contrario, se elude cualquier tipo de junta que lo separe en su perímetro. Los movimientos relativos entre el pavimento y su entorno quedan, por lo tanto coartados en el plano horizontal por los muros, soportes, tabiques etc. que, a su vez, son solidarios con la estructura. La aparición de movimiento en el plano horizontal como la retracción del hormigón de los forjados, o los posibles efectos de expansión térmica o por humedad de las baldosas cerámicas causan en ocasiones el levantamiento de las baldosas del pavimento.

En ocasiones se establecen falsas juntas que no llegan a cortar todo el sistema y por lo tanto son inservibles. Los esfuerzos se transmiten a través del mortero.

Otro problema, quizás más extendido, lo constituyen las deformaciones de la capa de mortero de agarre. La necesidad de dotar al pavimento de cierta consistencia ha llevado a la utilización de gruesas capas de mortero. Estas capas de mortero, (3 cm a 7 cm de espesor), dejan de ser, en puridad, una mera capa de agarre

para convertirse en una solera de mortero con las características propias de estos elementos y con el agravante del empleo de dosificaciones incontroladas.

Normalmente, estos morteros se elaboran con exceso de agua, con la justificación de obtener una lechada en su superficie para conseguir la adherencia de las baldosas.

El sistema, en estos casos, adolece de introducir un elemento susceptible de experimentar importantes deformaciones por retracción. Los dos materiales en contacto, con distintas deformaciones, curvan el sistema.

Es importante destacar que este tipo de defecto no puede evitarse con la colocación de juntas perimetrales ni en las uniones entre baldosas, sino con el cambio de técnica de colocación, que minimice o elimine, los esfuerzos de la retracción en la capa de mortero.

De emplearse este sistema de colocación ha de recurrirse al empleo de morteros extremadamente secos con el complemento de una capa de adherencia para las baldosas.

Los revestimientos de las paredes presenta también problemas importantes. Influyen en este apartado varios factores que han de tenerse en cuenta:

Por un lado el empleo del mal llamado "sistema tradicional" de colocación, con pelladas de mortero de cemento portland sobre el dorso de las baldosas. Estos morteros no en todas las ocasiones adhieren las piezas en el grado suficiente, especialmente cuando la textura de la cara de las baldosas por su escasa porosidad lo impide. Por otra parte, se constituye un sistema rígido, incapaz de absorber movimientos de cualquier origen. Movimientos que se ven facilitados, en todos los casos por la ausencia de cualquier tipo de

junta flexible en el perímetro del paño y en entre las baldosas.

En definitiva se hace preciso un esfuerzo, desde el momento del diseño, en la elección de las soluciones concretas para cada caso, el establecimiento de todos los elementos necesarios como juntas perimetrales, juntas de dilatación etc. y la especificación de los materiales y productos seleccionados con racionalidad.

Es evidente la progresiva, aunque lenta, introducción de nuevos materiales específicos para la ejecución de los revestimientos que, utilizados juiciosamente, mejorarán sin duda los aspectos aquí comentados. Sin embargo se corre el riesgo de que, a falta de una planificación y un control del proceso global, se desemboque, de nuevo, en unas técnicas de colocación igual de erróneas que las actuales pero más caras.

INFORMACIÓN ON-LINE PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

SUSCRÍBASE GRATIS

**edificar.net**  
PORTAL DE LA CONSTRUCCION DEL URUGUAY

[www.edificar.net](http://www.edificar.net)

# La construcción de viviendas en madera

**Arq. Miguel Demkoff**  
Revista Vivienda  
Rca. Argentina

Las viviendas de madera, cualquiera sea su costo, deben ser técnicamente correctas para brindar un adecuado nivel de habitabilidad. En la construcción de viviendas modestas las limitaciones de presupuesto no pueden justificarse con precariedad constructiva. Al contrario es necesario una mayor inversión en diseño, para asegurar a sus moradores, un buen nivel de confort reduciendo al mínimo los costos. Especialmente los indirectos, que resultan de uso de la vivienda y son permanentes. Comparando con cualquier sistema constructivo alternativo, los gastos de mantenimiento de una vivienda de madera bien diseñada, no deben ser superiores, ni la vida útil tiene que ser menor.

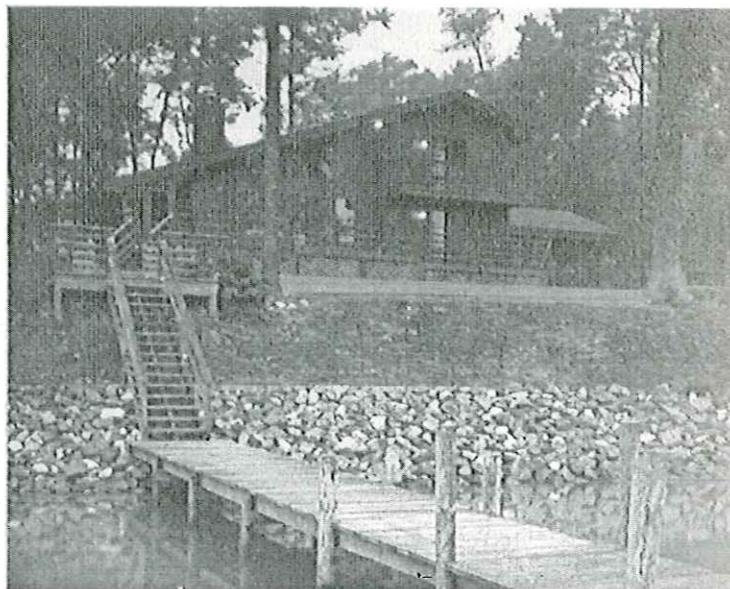
Una prueba evidente del conocimiento de la eficiencia tecnológica de la madera, es la cantidad importante de personas que ha decidido la construcción de sus residencias de excelente nivel arquitectónico, con un sistema maderero llamado de «columna y viga». Este tipo de obra reconoce varios grados de similitud con el sistema «plataforma». La anatomía de los muros es prácticamente igual. La diferencia

evidente, es la incorporación de una estructura independiente. Desde el punto de vista de la estabilidad, los muros cumplen el papel eventual de elementos de arriostramiento. En vez de constituir una línea continua de soporte de las cargas verticales, se ubican en los espacios, modulados regularmente o no, de la trama estructural. Las vigas y columnas en secciones relativamente importantes, son de madera aserrada maciza o de madera laminada encolada.

Las residencias construidas por el sistema de «columna y viga», cuentan con espacios más amplios. Los vanos pueden ocupar sin dificultad

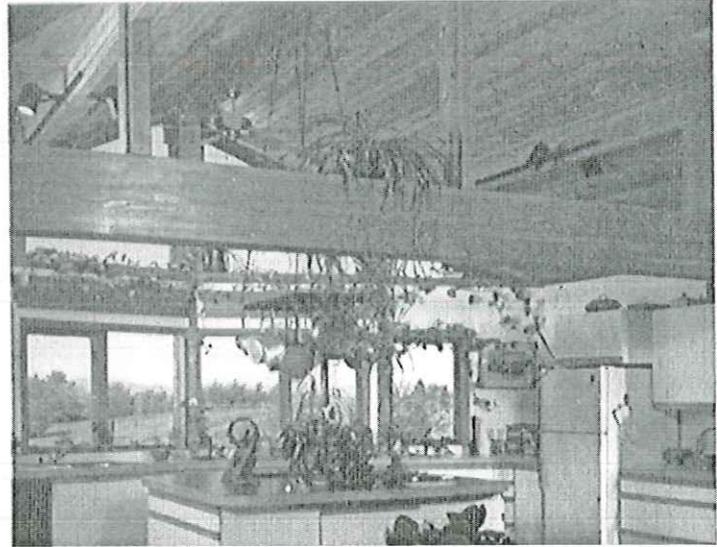
toda una fachada, y la organización interna es totalmente flexible. La articulación e imbricación de los volúmenes de la vivienda admiten ser naturalmente complejas ya que es muy fácil realizar voladizos importantes con soltura. La estructura independiente, cuenta por otra parte con un valor expresivo relevante.

El sistema «Plank and Beam», literalmente «Tablón y Viga», tradicional en Estados Unidos, es similar. En este sistema la luz entre vigas de piso o techo es salvada directamente con un entablonado machihembrado de gran espesor, eliminando correas o cabios.



Requiere un riguroso ajuste modular de la separación entre tramos de vigas, para minimizar las pérdidas en extremo. El espesor normal de las tablas del entablado es de 2 pulgadas. Las ventajas del sistema de «Tablón y Viga», de una gran eficiencia estructural se hacen evidentes con una menor cantidad de piezas a poner en posición y fijar. Requiere, sin embargo, la utilización de mano de obra muy calificada para ser efectiva. Con una menor cantidad de uniones, crece la importancia de la eficacia de su realización. La técnica de armado de este sistema, tiene mucho en común con la operatoria del montaje de obras de estructura de madera laminada encolada, con luces libres importantes.

En viviendas realizadas con sistema de estructura independiente en los EE.UU. y en algunas de las mejores obras de la arquitectura habitacional contemporánea suiza, la madera como ele-



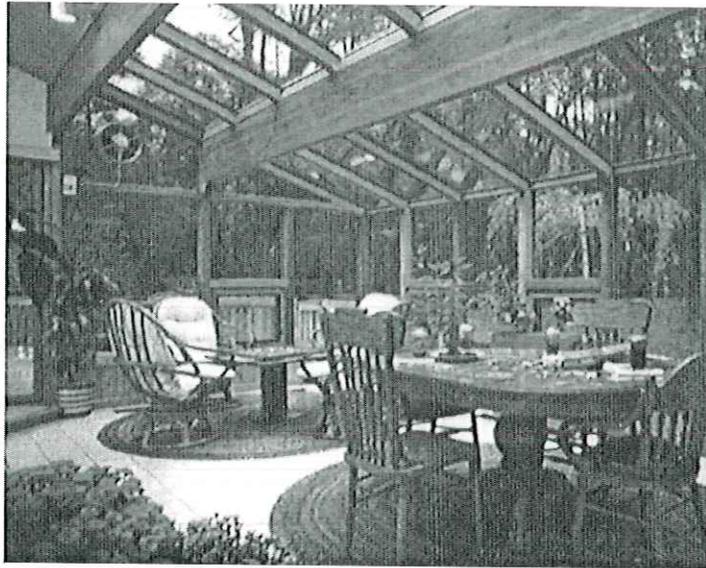
mento soporte o de cierre es en general muy evidente. Es necesario reconocer que la utilización intensiva de las propiedades del material como un recurso estético, es una actitud cultural, más fácil de encontrar cuando la accesibilidad a la vivienda no es un problema en si mismo.

Las caras externas de las viviendas se terminan con diversas formas de recubrimiento de listo-

nes y tablas machihembradas o simplemente solapadas, y también con paneles de terciado decorativo encolado con resinas resistentes a la humedad. En obras suizas encontramos un juego decorativo, basado no sólo en la textura, vetado y color natural de la madera aserrada, sino también en el cambio superficial producido por el paso del tiempo en las caras visibles.

La madera sin protección superficial, sin pintura o barniz, envejece expuesta a la acción de los agentes atmosféricos, cambiando por oxidación su color natural amarillento o rojizo, por una gama de grises, que depende de la especie. Es un recurso visual muy rico en posibilidades. Esta forma de ver y aceptar la madera no es usual en nuestro medio. Es desechada, tal vez pensando que la conservación a largo plazo de las fachadas de madera exige indefectiblemente un tratamiento de protección superficial, que impida que se moje.





La madera es un material que absorbe agua y la pierde por evaporación superficial hasta lograr una situación de equilibrio en la transmisión de vapor. Depende de la temperatura y porcentaje de humedad del aire que la rodea. La madera es atacada por microorganismos y se deteriora superando un umbral de retención acuosa y una temperatura ambiental mínima. En general y para la mayoría de las especies los valores críticos -más allá de los cuales la conservación natural no es segura-, se alcanzan cuando retiene en forma continua un porcentaje de humedad igual o superior al 20% y la temperatura ambiente media es superior a los 10 C°. En los climas cálidos y templados, la temperatura media es siempre mayor, y por lo tanto sólo es factible accionar con diseño sobre el contenido de humedad de la madera evitando la retención de agua. Esta proviene habitualmente de la lluvia, nieve, rocío, condensaciones superficiales, o

simplemente salpicaduras o mojaduras producidas por la limpieza. Si la madera se moja y puede secarse en forma natural, sin retención prolongada en el tiempo, su vida útil es muy extensa. Un revestimiento de tablas con ambas caras ventiladas dura sin dañarse durante muchos años, aún sin pintar. Simplemente debe esperarse un gradual cambio de color y de la textura, por oxidación y formación de microgrietas de secado.

Es difícil la conservación a la intemperie de una madera barnizada; en particular en las orientaciones más expuestas a la acción solar. La capa de barniz, deja pasar casi la totalidad de la radiación solar que oxida la cara superficial de la madera. Las tensiones superficiales originan microgrietas en la madera y en la superficie del barniz dejando paso por ósmosis al ingreso de agua o vapor. Esta agua retenida y la energía solar no reflejada por el barniz activa

un agudo proceso de invernadero, y la putrefacción crece en forma muy activa. Generalmente cuando ya se advierte, el daño es serio e irreversible y obliga a eliminar todo el barniz con medios mecánicos o químicos, reparar la madera y volver a pintar, en una secuencia que no supera uno o dos años. Cuanto mejor es el barniz, más espaciado es el tiempo entre repintadas, pero mucho más penoso es el trabajo de eliminación de las capas anteriores. La mayor duración de la pintura con respecto al barniz, estriba precisamente en su opacidad que impide el paso de la radiación ultravioleta hasta la superficie de la madera.

La mejor solución para la conservación de la madera en zonas de riesgo de rehumificación permanente, es la impregnación en autoclave, con productos especialmente formulados. Las maderas claras impregnadas, alcanzan la misma resistencia a la intemperie que las maderas duras o semiduras que cuentan con la protección natural que les proveen sus sales y les confieren el particular color oscuro que las distingue. La mayoría de estos productos de protección por impregnación profunda colorean levemente la madera con una tonalidad azul verdosa. Algunos de ellos llamados de impregnación decorativa ofrecen una amplia gama de colores saturados, que son otros tantos recursos para la arquitectura en madera. En general son muy eficientes, no enmascaran el veteado, y no requieren un mantenimiento constante. Como no gene-



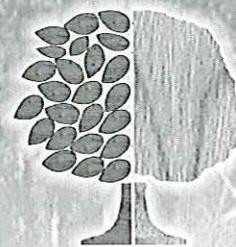
ran una capa sobre la madera, no se pelan o descascaran. El agua se absorbe superficialmente en las caras expuestas y se evapora con facilidad por los poros. La impregnación es la solución para la conservación cuando el contacto permanente con el agua y el aire es inevitable, como en las pilas de un muelle. En general el buen diseño logra siempre optimizar la resistencia natural de la madera, y la impregnación que la refuerza se hace indispensable cuando existe riesgo inevitable de rehumidificación casi permanente en porcentaje cercanos al 20%.

Es necesario no confundir el contenido de humedad de la madera con el porcentaje de humedad del aire que la rodea. Consejo utilizar como guía de diseño, las recomendaciones y la tabla de equilibrio higroscópico de la madera en función de la temperatura y humedad relativa del aire, expuestos en el artículo del Ing. Roberto Chiani, en esta misma edición.

*Las ilustraciones de casa de madera fueron extraídas del Documento de la «California Redwood Association» y del Catálogo de «Lindal Cedar Homes», Seattle, EE.UU.*

## Toda la madera a la medida que usted requiera

- ENTREPISOS
- VIGAS LAMINADAS
- CIELORRASOS
- LAMBRIS (EUCALIPTUS)
- PISOS DE MADERA



**RAICES S.R.L.**  
**INDUSTRIA DE LA MADERA**

Daniel Fernández Crespo 1838  
Tel/Fax: 402-1159 / 401-9122

# El agua en la madera: equilibrio higroscópico y gradiente de humedad

*Dos parámetros que requieren atención para lograr éxito en un proyecto de vivienda con madera*

**Ing. Roberto Chiani**  
Revista Vivienda  
Rca. Argentina

El control del contenido de humedad de acuerdo con el lugar y emplazamiento de los componentes, como así su distribución o gradiente dentro de la masa leñosa, son aspectos importantes a considerar por la dirección de obra de una vivienda diseñada total o parcialmente con insumos leñosos.

El volumen de agua que contiene la madera es un hecho dinámico, variable en función de diversos factores, básicamente la modificación de la humedad del medio y la temperatura ambiente. La madera es una entidad higroscópica; por lo tanto ceder o absorber humedad, resulta su comportamiento natural. El hombre puede actuar y contribuir a que éste fenómeno quede bajo control.

Al arquitecto deben preocuparle las consecuencias de su manejo incorrecto por las anomalías que se producen en los componentes, ya sea durante un largo período de stock, como al instalarse y a lo largo de la vida de las piezas dentro de la vivienda.

Los efectos resultantes dependen también de la especie forestal, tamaño del rollizo, tipo de aserrado, rango de humedad que exige el servicio del insumo, el empleo de productos higrorregu-

ladores o repelentes a la humedad.

La madera expuesta al exterior (siding, porches, contacto con plateas de hormigón, etc.) debe incorporar además un ingrediente de prevención. Debido a que es imposible mantener una humedad inferior al 20% en esas condiciones, las especies susceptibles al ataque de hongos (pinos) requieren, para no ser presas de una infección micótica, la aplicación de un tratamiento de inmunización con garantía de permanencia; si es posible, tan prolongado como la vida de la propia casa.

Agreguemos que el desplazamiento de vapor de agua dentro de un elemento leñoso acusa diferentes velocidades según los planos de que se trate. En la orientación axial es de 10 a 15 veces superior al sentido radial o al tangencial. Además, esta velocidad es mayor en maderas livianas que pesadas, como así más intensa en el leño de albura que en el duramen.

## **Equilibrio Higroscópico**

Cuando una pieza de madera se expone al medio (operación llamada estacionamiento en térmi-

nos madereros), durante un lapso prolongado, culmina al alcanzar un contenido de humedad que la califica como «madera seca al aire» o madera estacionada». Ha llegado a un equilibrio con las condiciones de Humedad y Temperatura de lugar donde fue estibada y se dice ha logrado su equilibrio higroscópico.

Se trata de un estado sensible con las variaciones de temperatura y humedad; como estos dos parámetros fluctúan permanentemente, determinan los valores cambiantes de equilibrio higroscópico.

Por estas razones siempre es necesario referirlo a un lugar, a una estación o a una época. Por ejemplo: en diciembre en Buenos Aires es de 13,2%, en junio asciende a 19,8%. Si estamos en verano y llevamos la madera a San Juan, acusará 9,5%; es decir siguió perdiendo vapor de agua, simplemente porque los dos parámetros responsables han variado sus guarismos.

Con un equilibrio higroscópico al exterior en invierno por ejemplo de 20%, un componente aplicado en el interior de una casa calefaccionada descenderá a 12%. Estas modificaciones cuan-

do brucas y según circunstancias ya mencionadas, pueden provocar trastornos, tales como contracciones de desagradables consecuencias para la puesta en obra.

Los valores adecuados de equilibrio higroscópico de madera destinada para vivienda, a veces se logran simplemente con el estacionamiento al aire. Si en un lugar es de 15% coincidirá con las necesidades de una carpintería al exterior, pero no suficiente para pavimentos que requieren sólo el 9%. Esta situación se resuelve con el empleo de las cámaras u hornos secaderos, capaces de reducir la humedad hasta los valores deseados.

El leño posee una propiedad llamada histéresis, consistente en el retardo de un fenómeno por inercia de material. En una madera se traduce porque establece su equilibrio higroscópico a un nivel menor cuando absorbe humedad que cuando la pierde. Ejemplo: una madera en un ambiente de 20° C y 40% de humedad su equilibrio higroscópico es de 8%. Si se traslada a una atmósfera con el doble de humedad (80%) no aumentará hasta el 16% (según tabla 2) sino que lo hará en un valor más bajo. Para el arquitecto la lectura es: siempre es mejor operar con madera por debajo que por encima de los valores recomendados de contenido de humedad; ofrecerá una garantía mayor.

El equilibrio higroscópico depende solamente de la temperatura y de la humedad de ese lugar y de ese momento, no de la especie forestal. Lo que es variable

son las consecuencias en la madera.

Este principio le permite a la dirección de obra conocer de antemano el valor que debe tener el componente leñoso a utilizar, ajustando luego los guarismos en fun-

ción de lugar de emplazamiento, exterior o condiciones y servicio en la instalación interior.

La experiencia ha señalado cuáles son los contenidos de humedad más aconsejables para componentes de madera en la vivienda.

Citamos a diferentes autores:

#### Según Tuset-Duran

	clima normal	clima húmedo	clima seco
Exterior (puertas, ventanas)	12-15	14-16	8-12
Interior c/calefacción (pisos)	7-10	10-12	5-7
interior s/Calefacción	10-12	13-15	6-7
Estructuras	12-15	13-17	10-12

\* Todos los guarismos se expresan en porcentaje

#### Según J. C. Tinto:

Muebles, carpinterías e instalaciones interiores en ambientes con calefacción central	9-10%
Idem con calefacción con estufas corrientes	10-12%
Parquet según zonas y sistemas de calefacción	8-12'0
Ventanas, puertas exteriores, carpintería con una exposición parcial al exterior	12-15%
Maderas de uso extensor	14-17%
Encofrados	15-18%

# Suscríbese a edificar

REVISTA TECNICA DE LA CONSTRUCCION

Revista bimestral de la industria de la Construcción. Precio de cada ejemplar: U\$S 12.00

Con la suscripción número a número con débito automático a su tarjeta de crédito usted no abona nada por adelantado; recién cuando recibe el segundo ejemplar de su suscripción, se debita el importe correspondiente del mismo de su tarjeta de crédito. Además, Ud. es dueño de la duración de su suscripción. Con solo notificarnos por escrito puede cambiar o cancelar sus suscripción sin adeudar monto alguno.

Suscríbese y reciba en sus casa o estudio la más completa revista técnica de la construcción. Llene el cupón y envíelo a nuestra librería o por fax al 402-9713.

O en [www.edificar.net](http://www.edificar.net) enviando el cupón de suscripción.

<b>DATOS DEL SUSCRIPTOR</b>		FECHA:	NUMERO:
NOMBRE			
DIRECCION			
ENTRE	Y		
TEL./FAX	E-MAIL		
<input type="checkbox"/> VISA <input type="checkbox"/> MASTERCARD <input type="checkbox"/> DINERS <input type="checkbox"/> OCA <input type="checkbox"/> OCA-VISA <input type="checkbox"/> CABAL <input type="checkbox"/> PLATA			
NUMERO			
VENCIMIENTO			CEDULA
NOMBRE TIT.			
FIRMA			

Autorizo que los importes correspondientes sean debitados en la cuenta de la tarjeta cuyo nombre y número consigno en el presente cupón, la cual declaro estar autorizado a utilizar. Dejo especialmente establecido que en cualquier momento podré dejar sin efecto la suscripción, mediante notificación por escrito a CP67 Librerías, sin adeudar suma alguna. CP67 Librerías se reserva el derecho a variar los precios aquí indicados.

INCLUYE:	COSTOS
	DE COMPONENTES
	DE OBRA



**Cp67 LIBRERIAS**  
 CONSTITUYENTE 2038 - TEL.: 402-9712 FAX: 402-9713  
 WWW.cp67.com - suscribase@cp67.com

**Edificar.net**  
 revista@edificar.net

## EQUILIBRIO HIGROSCOPICO DE LA MADERA

Tabla 1

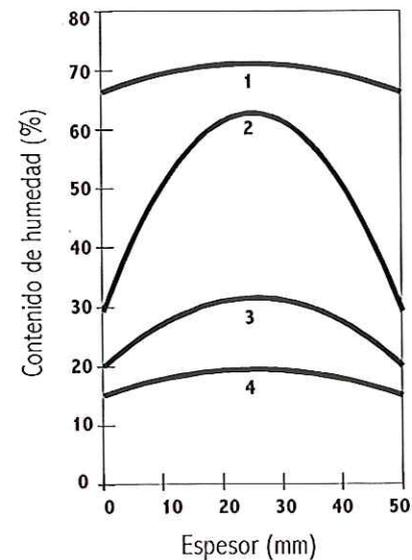
Localidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cipolletti	7.5	9.1	10.1	11.8	14.4	15.4	15.1	12.5	10,9	10.1	8.6	7,9
San Juan	9.8	10.4	11.0	12.2	12.3	13.0	12.2	11.1	10.2	9,8	9.4	9.5
Catamarca	11.1	11.3	12.0	12.7	13.3	12.9	11.8	10.1	9.4	10.0	10.2	10.4
San Luis	10.2	11.2	11.6	12.8	12.7	12.3	11.9	10.9	10.5	10.6	10.0	9.6
Mendoza	10.4	11.5	12.2	12.8	13.6	13.0	12.2	10.8	10.1	10.2	9.6	9,7
Córdoba	12.3	12.9	14.1	14.5	14.6	13.6	12.7	11.3	11.0	11.9	11,9	12,2
Salta	14.9	15.9	17.5	17.5	15.5	13.8	13.8	11,6	11.0	11,9	12,7	13,7
Corrientes	12.2	12.9	13.8	15.6	16.2	17.0	12.6	14.1	13.9	13.2	12.4	12,14
Bariloche	12.2	12.4	13.5	16.0	18.8	19.3	19.4	18.2	15.5	13.9	13.6	13.4
jujuy	15.3	16,3	18.5	18.5	17.2	15.9	13,18	12.4	12.4	12.9	13,2	15.1
Tucumán	14.7	16.0	17.8	19.0	18.6	18.3	15,5	12,7	12.3	13.2	14.1	12,6'
Posadas	13.4	14.5	15.9	18.3	15,9	19,0	17,4	15,4	14,9	14,3	13,5	13,5
Esquel	11.5	11.9	13,4	14.0	20.2	23.0	22.5	21.5	19.5	15.6	14.8	12.6
Buenos Aires	13.3	13.9	15.4	17.3	18.9	19.8	19.5	17,4	17.1	15.3	14,5	13.2
Ushuaia	14.6	14.2	15.1	17,8	19.1	20.5	21.0	18.7	16.4	16,10	15.7	14.8

Fuente: Ing. J.C. Tinto

## CONTENIDO DE HUMEDAD EN EQUILIBRIO HIGRÓSCOPICO A TEMPERATURAS ENTRE 0 Y 500 C

Tabla 2

Humedad relativa del aire	Temperatura del aire					
	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
	porcentajes					
5	1.5	1,5	1.3	1.3	1.3	1.0
10	2.7	2.7	2.7	2.5	2.3	0
15	3.7	3.7	3.7	3.5	3.5	3.0
20	4.7	4.7	4.5	4,3	4.0	3,7
25	5.5	5.5	5.5	5.3	4.8	4.5
30	6.3	6.3	6.3	6.0	5,5	5.3
35	7.0	7.0	7.0	6.7	6.3	5.7
40	8.0	7.8	7.7	7.5	7,0	6.1
45	8.7	8.7	6.5	8.3	7.8	7.3
50	9.5	9.5	9.3	9.0	8,5	8.0
55	10.3	10.3	10.0	9.7	9.3	8.7
60	11.0	11.0	11.0	10.7	10.3	9.7
65	12.3	12.0	12.0	11.5	11.0	10.5
70	13.3	13.3	13,0	12.7	12,0	11.8
75	14.7	14.7	14.5	14.0	13.5	12.7
80	16,3	16.3	16.0	15.5	15,0	14.0
85	18.3	18.3	18,0	17.5	17.0	16.0
90	21.0	21.0	21,0	20.0	19.3	18.5
95	28.0	28.0	27.0	25,5	24.0	23.0
100	—	—	—	30.0	29.0	27.0



GRADIENTES DE HUMEDAD EN UNA PIEZA DE 50 MM DE ESPESOR  
Curvas: 1) al ser aserrada en estado verde; 2) después de 6 semanas de secado; 3) a los 6 meses de secado; y 4) a los 12 meses de secado.  
Fuente: Tuset y Duran



# Conexión física Rosario-Victoria

*En el artículo publicado en la edición N° 444 de VIVIENDA se han descripto las características generales del proyecto, así como algunas particularidades de su diseño y métodos constructivos. En esta oportunidad profundizaremos en los aspectos del Puente Principal.*

**Ariel Ledesma**  
Corresponsal Santa Fe

## El Puente Principal

Veamos primero los motivos para su denominación. La Conexión Física Rosario-Victoria requiere un total de 11 km de puentes en el ancho del valle de inundación del Río Paraná. Esto representa un 18% de la longitud de la obra dentro del valle. Estas estructuras son necesarias por motivos hidráulicos, es decir, para asegurar que la existencia de la obra no perturbe excesivamente el comportamiento actual de las aguas que escurren tanto por el cauce principal como por los cursos de agua menores o, en caso de crecidas, por la totali-

dad de la planicie del valle. Las luces estructurales de estos puentes podrían ser totalmente arbitrarias, si no fuese por la condición de navegables de algunos cauces. Entre estos se destaca, por supuesto, el cauce principal del Río Paraná con su canal de navegación. El contrato de concesión requiere cruzar esta vía respetando un gálibo horizontal de 300 m. Este requerimiento, junto a otras consideraciones relacionadas con temas de impacto de embarcaciones, han conducido a prever un puente de 350 m de luz principal y vanos laterales de 120 m de luz. La longitud total entre juntas con los respectivos viaductos de acceso es de 608 m.

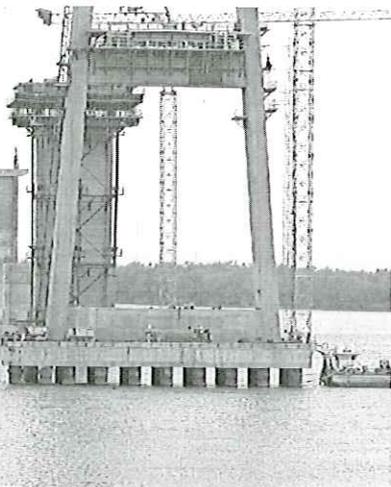
Al igual que los primeros 4 km de obra desde su inicio en la Avenida de Circunvalación de Rosario, el Puente Principal dispone de 2 carriles en cada dirección, contenidos por defensas New Jersey, de las cuales están separados por sobrecanchos de calzada de 50 cm. Lateralmente a las defensas externas, el puente dispone de sendas veredas de un ancho mínimo de 1,50 m.

## La estructura

Se trata de un puente de obenques, tipo estructural igual a los puentes principales del complejo Zárate-Brazo Largo. Las diferencias básicas son que el puente en Rosario tiene carácter exclusivamente vial (contra puentes mixtos ferroviarios-viales en Zárate) y que además se construye totalmente en hormigón (mientras en el otro, tanto el tablero como las cruces superiores son de acero).

El tablero está constituido por una losa de 30 cm de espesor en la franja central, soportada en sentido longitudinal del puente por dos vigas principales de 1,5 m de ancho por 1,74 m de altura y por vigas transversales separadas 5,20 m. Todas las vigas transversales están pretensadas, mientras que las longitudinales están pretensadas sólo en el sector central de la luz principal.

El tablero está suspendido mediante obenques de las pilas principales. Estos se anclan en el tablero en coincidencia con cada segunda viga transversal, es decir, cada 10,40 m. En coinciden-





La información incluida en esta sección es proporcionada por la revista VIVIENDA de la República Argentina, en forma exclusiva para EDIFICAR en el Uruguay.

cia con las pilas principales, el tablero descansa, mediante apoyos de neoprene, sobre una viga transversal que vincula los dos fustes de cada pila principal. En los dos extremos del puente, el tablero se empotra elásticamente en las pilas de anclaje, así denominadas porque una de sus funciones es retener -a través de una mayor concentración de obenques- los desequilibrios causados por la mayor longitud del vano central en relación con los vanos laterales.

Las pilas de anclaje son tabiques de sección I con alas de ancho decreciente hacia arriba.

Las pilas principales tienen dos fustes de sección variable, hueca en la mayor parte de su altura. Sólo en coincidencia con su empotramiento en el cabezal de pilotes y el travesaño de refuerzo sobre el mismo, la sección es estructuralmente maciza. Además, desde aquí hasta una altura de 22 m sobre el cabezal los fustes se rellenan interiormente con hormigón simple para proveer una mayor reserva ante la eventualidad de impactos de proas de embarcaciones.

Además del travesaño bajo tablero, los dos fustes están vinculados mediante una viga transversal superior, ubicada a la altura en que se anclan los obenques inferiores.

Además del tablero, llevan pretensado:

- en sentido de su luz: el refuerzo sobre cabezal, el travesaño bajo tablero y el travesaño superior;
- en ambas direcciones horizontales: el tablero sobre pilas de anclaje; y,
- en sentido vertical: los tabiques de las pilas de anclaje.

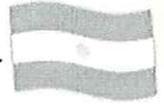
Los anclajes superiores de los obenques son independientes para ambos lados del semipuerto (en Zárate-Brazo Largo los obenques tienen continuidad, apoyando sobre un sillín metálico). Se alojan dentro de cajones de acero de unos 21 m de altura que constituyen la cara interior de la sección hueca de los fustes en este tramo, y cada cajón se vincula al hormi-

gón mediante unos 6000 conectores.

Los obenques propiamente dichos son los elementos que, con respecto a los del otro complejo, muestran la mayor evolución tecnológica. El anclaje propiamente dicho se resuelve mediante acunado de cordones de cinco alambres, como en los sistemas de postesado. La protección anticorrosiva tiene 4 niveles: los cordones están formados por alambres galvanizados, cubiertos por una cera especial y envueltos en un tubo de PVC aplicado por extrusión. Desde un mínimo de 23 cordones hasta un máximo de 67 que constituyen cada obenque, están envueltos además en una vaina externa de polietileno de alta resistencia a la radiación ultravioleta y provista de pequeñas aletas dispuestas helicoidalmente a efectos de reducir el fenómeno de vibraciones por lluvia-viento. Se prevé instalar un total de 740 toneladas de acero en los obenques, de los cuales el más corto mide 56 m y pesa 2 t, mientras el más largo mide 183 m y pesa 16 t.

Las pilas apoyan sobre cabezales macizos sin pretensado, de espesor 3,50 m en el caso de las pilas principales y de 3,00 m en el caso de las de anclaje.

El puente está fundado sobre un total de 66 pilotes, 26 en cada pila principal y 6 en las de anclaje. El diámetro es de 2,00 m y la longitud ronda los 62 m. Debido a las grandes socavaciones generalizadas del lecho que se pronostican para las crecidas de diseño, de recurrencia 100 y 1000 años, los



pilotes no han podido fundarse en las capas de arena existentes, sino que han debido fundarse en las arcillas duras subyacentes. Pueden mencionarse como cotas IGM representativas: +8,5 m, fondo de cabezal; -23,0 m, lecho después de erosión generalizada; -33,0 m, fondo de socavación localizada alrededor de los pilotes; y -54,0 m, cota de pie de pilotes. Los pilotes llevan camisa metálica no estructural.

Las calidades de los materiales empleados son:

- hormigones H-30 y H-38;
- armaduras de acero ADN-420, convencional y soldable;
- acero para postesado ASTM A416 grado 270;
- acero de anclajes superiores ASTM A572 grado 50 (tensión de fluencia 355 N/mm<sup>2</sup>);
- camisas de pilotes de acero calidad comercial.

### Métodos constructivos

Una de las decisiones fundamentales para el diseño y las operaciones de construcción fue la de emplear casi exclusivamente hormigón in situ. Los únicos elementos premoldeados son los bloques en los cuales se instalan los anclajes inferiores de los obenques.

La secuencia de construcción elegida exige comenzar por el semipunte Este.

Las pilas, tanto las principales como las de anclaje, se construyen mediante sendos encofrados trepadores. En particular, el de las pilas principales debe tener en cuenta la inclinación de los fustes por debajo de los anclajes de obenques, y la variación geométrica tanto interior como exterior de los fustes. Las tongadas tienen una altura típica de 4,25 m.

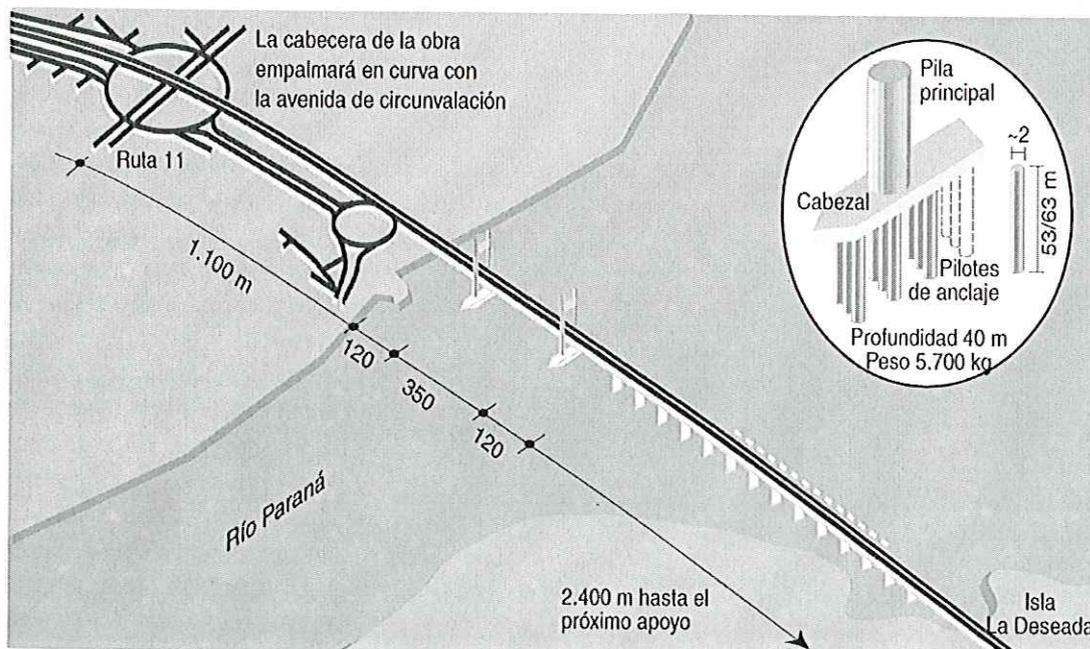
La armadura de los fustes se empalma en cada una de las juntas de hormigonado. Para minimizar los tiempos de armado in situ, la armadura se prepara en gran medida en tierra. Las 2 jaulas en forma de herradura se prefabrican con ayuda de plantillas debido a la gran precisión requerida en la disposición de las barras, a fin de asegurar la factibilidad de su montaje sobre el fuste.

Debido a que los fustes no se diseñan para ser autoportantes en los estados constructivos, se requieren 3 arriostramientos provisionarios para limitar sus deformaciones y solicitaciones, que se instalan a 35, 66 y 90 m sobre nivel de los cabezales.

La parte de tablero al puente que se hormigona sobre las pilas de anclaje se denomina mesa. Dadas las proporciones entre luz principal y luces laterales, la mesa debe ser maciza; tiene un espesor típico de 3 m. Para encofrarla se construye una estructura metálica provisoria de 40 m de altura que soporta el peso de los aprox. 800 m<sup>3</sup> de hormigón involucrados, que se colocan en 3 etapas. Esta estructura metálica cumple además otras dos funciones:

1. Sirve de apoyo temporario para la cimbra que constituye el encofrado del tablero del Viaducto, cuando se construye el último vano del Viaducto de acceso Este.

2. Una vez que se ha hormigonado el último vano del Viaducto Este, se la emplea para tomar el desequilibrio creado -ya que el tabique de la pila no se diseña para este estado- hasta que





se produce la mencionada vinculación con el semitablero del Puen- te Principal.

Este semitablero se inicia construyendo el segmento que apoya sobre el travesaño ya mencionado. A estos efectos se requiere un encofrado especial, que se empleará únicamente en dos oportu- nidades. Para darle suficiente estabilidad a este segmento, dado que no dispondrá de obenques, se lo apuntala contra los laterales del travesaño. Una vez que el hormi- gón ha adquirido resistencia sufi- ciente, se desmonta este encofra- do y la estabilidad del segmento inicial se asegura mediante anclajes provisionarios en la losa su- perior del travesaño.

A continuación se instala so-

bre el segmento inicial el encofra- do que servirá para el resto de los segmentos típicos. Se trata de un encofrado con estructura soporte metálica con el que se ejecutan las siguientes operaciones:

1. Se lanza en voladizo, an- clado al segmento inicial o al seg- mento típico anterior, hasta la po- sición de hormigonado.
2. Se instalan, mediante una grúa pórtico que corre sobre las vigas del encofrado, los dos premoldeados que contienen los anclajes para los obenques.
3. Se enhebran individualmen- te los cordones que constituyen el obenque, tesándolos controladamente. Esta operación es simultánea con el montaje de la armadura y las vainas para los cables de postesado.

4. Mediante los obenques se controla la contraflecha necesaria para que, después de agregar el peso del hormigón fresco, se esté lo más cerca posible de la posi- ción en que debe fraguar el se- gundo.

5. Se hormigona.

6. Antes del inicio del fragüe se controla y eventualmente cor- rige -mediante tesado o destesado de los obenques- la posición del encofrado.

7. Se espera hasta lograr la resistencia mínima necesaria.

8. Se baja el encofrado -sus- pendiente de las vigas sobre el ta- blero- hasta que esté en condicio- nes de ser avanzado sin interferir con los fondos de las vigas longitudinales y transversales.

9. Se reinicia la secuencia de operaciones para el segmento si- guiente.

Se trabaja simultáneamente en ambos extremos del semitablero, pero con un desfase, de modo que los avances de enco- frado se producen alternativamen- te.

Una vez avanzados 3 segmen- tos de cada lado, a efectos de ase- gurar la estabilidad del conjunto, se produce un desequilibrio hacia el vano central mediante la cons- trucción de 2 segmentos conse- cutivos en dicha dirección sin con- trapartida en el vano lateral. Esto se compensa mediante la instala- ción y tesado de obenques entre la pila principal y la correspondien- te pila de anclaje. Dado que ésta, por su concepción estructural, aún no está en condiciones de tomar los componentes horizontales, el esfuerzo de los cables se deriva a las fundaciones adyacentes del





viaducto correspondiente mediante tensores temporarios. La tensión de estos elementos se va regulando de acuerdo al avance de la construcción del tablero.

El semitablero se vincula finalmente a la mesa de la correspondiente pila de anclaje mediante el hormigonado de un segmento de cierre de unos 3 m de longitud, que se resuelve por medio de un encofrado convencional. Sólo se debe tener la precaución de evitar, con vigas y cruces de rigidez, los movimientos relativos entre las dos estructuras a los efectos de asegurar el correcto fragüe.

Esta operación permite desmontar los tensores temporarios.

Una vez que el segundo semitablero ha avanzado hasta el centro de la luz principal, falta hormigonar el segmento central. Esta operación se realiza modificando la configuración del encofrado empleado para los segmentos típicos, usando sus vigas superiores para la inmovilización relativa de los dos semitableros.

### Señalización

La iluminación vial se dispone en coincidencia con la defensa New Jersey central. Se prevé además el equipamiento con todas las señalizaciones aéreas y fluviales reglamentarias. En efecto, se instalarán reflectores de radar, balizamiento diurno y nocturno de veriles de canal de navegación (el nocturno con tubos de excelente visibilidad en lugar de las luces puntuales reglamentarias), luz de enfilamiento de última generación (que reemplazará a la luz blanca central reglamentaria), y un

boyado de aproximación al puente que excede a la reglamentación internacional vigente. Adicionalmente se encuentra en análisis la conveniencia de disponer de un dispositivo que refuerza las señales de radar enviadas por las embarcaciones, permitiendo una excelente identificación del vano de navegación. Estas medidas son parte integrante del sistema de protección contra impacto de embarcaciones, que aún se encuentran en desarrollo.

Contrato de Concesión para la construcción, mantenimiento y explotación.

Concedente: Estado Nacional - Ministerio de Infraestructura y Vivienda.

Concesionario: Puentes del Litoral S.A. Integrado por: Impregilo S.P.A., Iglys S.A., Hochtief A.G. Vorm. Gebr. Helfmann, Sideco Americana S.A., Benito Roggio e hijos S.A., Iecsa S.A., Techint Compañía Técnica Internacional S.A.C.I.

Plazo de la concesión: 25 años.

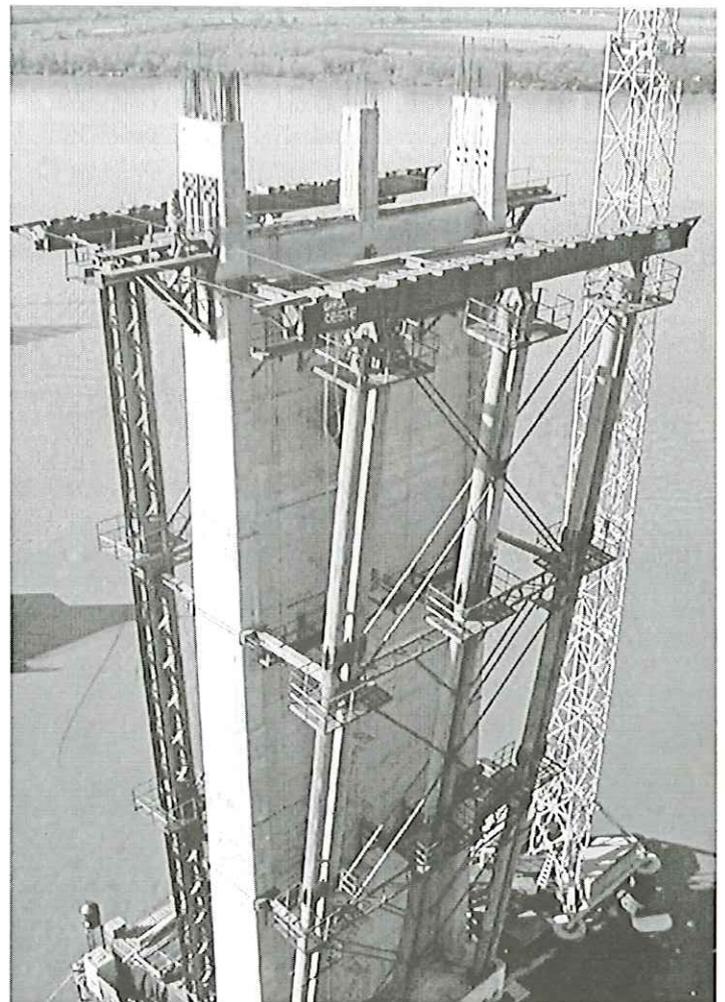
Fecha toma posesión: 14/09/1998.

Fecha iniciación de las obras: 24/09/1998.

Fecha de vencimiento de la concesión: 13/09/2023.

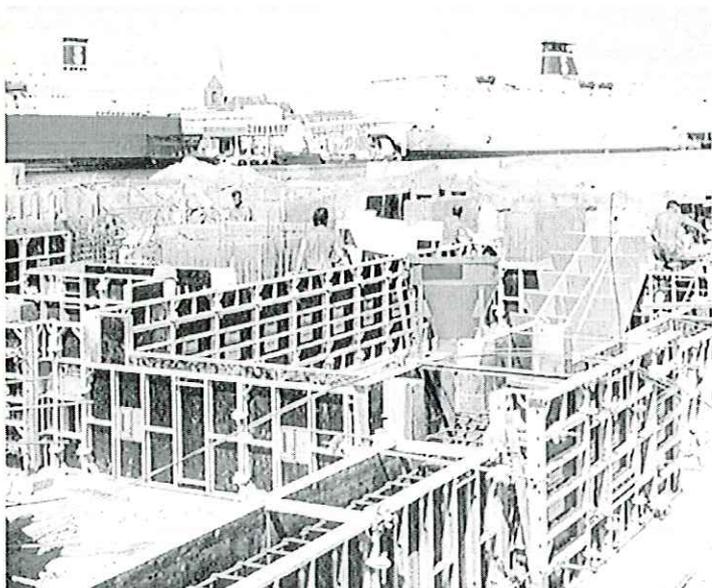
Duración de las obras de construcción: 4 años.

Habilitación de la conexión al tránsito: 09/2002.





### Encofrado rápido sin grúa



La empresa Doka presenta Frami, un sistema de encofrado ligero, robusto y rápido de usar. Este sistema permite prescindir de la

grúa hasta una altura de muro de 3 m. Disponible en dos alturas de elemento (1,20 m y 1,50 m) y 5 anchos (30 cm/90 cm en la retícula de 15 cm). Este producto puede encofrar prácticamente todas las superficies. La retícula del sistema de los elementos resistentes a la torsión es totalmente satisfactoria.

Es especialmente rápido en su armado. Con un golpe de martillo se consigue la unión exacta de los elementos. Los cierres tensores de alineación automática permiten la construcción de muros rectos

Los fuertes elementos están diseñados para soportar 40 kN/m<sup>2</sup> de presión de hormigón no fraguado. Posee un marco de acero galvanizado al fuego que es sóli-

do y resistente a la torsión. La superficie de encofrado consiste en planchas contrachapadas con un grosor de 15mm recubiertas de una película especialmente resistente.

Los elementos de este sistema se pueden emplear tanto en posición horizontal como vertical.

Es una buena solución para encofrar cimientos, muros, y pilares sin grúa: desde el sótano hasta el tejado, desde los cimientos hasta el hueco del ascensor.

Doka Argentina S.A.  
Stephenson 2965  
1667 - Tortuguitas  
Tel. 00 54 11 03274 446600  
E-mail: doka.argentina@doka.com.ar  
República Argentina

### Nuevas ventanas monoblock



La firma Veka presenta el nuevo modelo de ventana monoblock donde se integran ventana y persiana, formando un solo conjunto.

Las cualidades de aislamiento térmico y acústico de esta ventana se ven considerablemente mejoradas con la combinación de persiana y caja. Para conseguir la máxima superficie de acristalamiento se emplean perfiles estilizados y cajas de reducidas dimensiones, altamente resistentes. Los mecanismos, perfectamente desarrollados, hacen que el funcionamiento sea suave, seguro y silencioso.

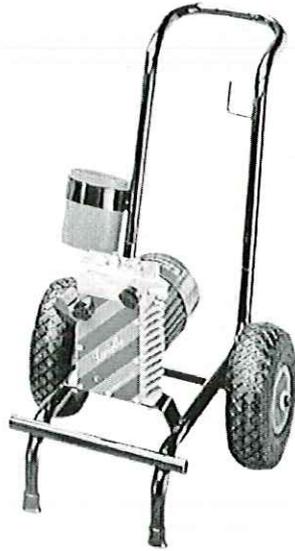
La renovación con este producto es una operación sencilla y rá-

pida. En pocas horas y sin obra de albañilería, la nueva ventana se adapta a cualquier marco preexistente, respetando el aspecto original de la fachadas. Este producto está creado con un sistema universal para composición de fachada, lo que permite que se adapte con gran versatilidad a cualquier necesidad arquitectónica.

Veka Latina S.A.  
Gdor. Ugarte 3576 - (B1605EJN)  
Munro  
Tel.: 00 54 11 4762-0951 Fax:  
4756-0212  
República Argentina



### Equipo para pintar con sistema Airless



La empresa Adiabatic presenta Lariette, un equipo para pintar con sistema Airless de procedencia italiana.

Se caracteriza por ejercer presión por un sistema a membrana.

La presión máxima de salida es de 250 atmósferas y la potencia del motor es de 1/2 HP, trabajando en un régimen de 220V 50 Hz monofásico.

Se entrega con pistola, pico y manguera de 25 m.

Las versiones de este modelo son con una tolva de gravedad o con un chupador directo de la lata de pintura. Ambas versiones pueden presentarse para trabajar fijo en un lugar o bien montado sobre una carretilla que permite su desplazamiento.

Este equipo es portable, de dimensiones reducidas y de fácil transporte. Pesa alrededor de 22 kg.

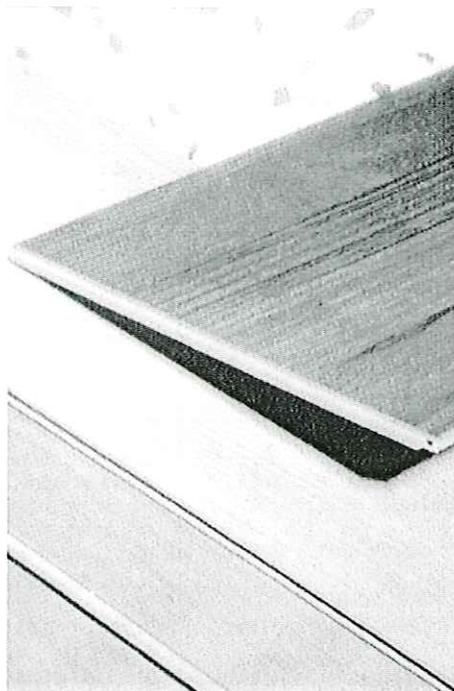
Este modelo puede ser acoplado a una pistola electrostática según el tipo de exigencia.

El Lariette es una bomba adecuada para todos los trabajos pequeños y medianos.

Se aconseja su uso en el pintado de maderas, muebles, chapas metálicas, estructuras de hierro y cerramientos.

Adiabatic  
Bahía Blanca 1587  
1407 - Capital Federal  
Telefax: 00 54 11 4567-1686  
República Argentina

### Tablero aglomerado



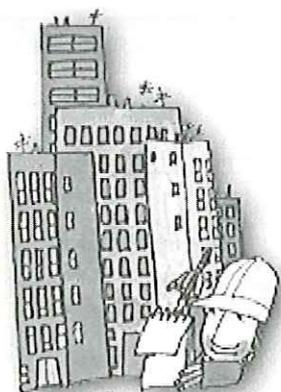
Sadepan Latinoamericana produce el tablero aglomerado de partículas, revestido en papel melamínico.

Consiste en un material versátil y fácil de trabajar, que se presenta en una infinita gama de diseños, texturas y colores, ampliando notablemente su campo de aplicaciones.

Sus dimensiones (1,86 m de ancho por 2,80 de largo) permiten un mejor aprovechamiento de la hoja, que se traduce en un mayor

beneficio económico. Además se puede optar por una gran variedad de espesores.

Sadepan latinoamericana  
Santo Tomé 4276 (1417) Buenos Aires  
Tel: 00 54 11-4566-0210 Fax: 4568-6783  
E-mail: sadepan@minter.com.ar  
República Argentina



### Modelo Uno

Vivienda publica desde el año 1970 este valor que mes a mes es actualizado. Se trata del precio por metro cuadrado de un edificio destinado a viviendas de 9.500 m<sup>2</sup>, apoyado entre medianeras y construido en la ciudad de Buenos Aires.

Los valores publicados pueden ser utilizados tanto como expresión real del costo por metro cuadrado de superficie cubierta, como con el carácter de número índice.

\*A partir del mes de Diciembre de 1996 el Modelo UNO es publicado sin incluir IVA.

El Modelo incluye los gastos generales y el beneficio normal de la empresa constructora (en la estructura original 8 y 15% respectivamente).

Los materiales y los subcontratos no incluyen IVA (Impuesto al Valor Agregado).

#### Fecha base Enero 1970. Pesos Ley 18.188=276,32

Mes y Año	valor (\$/m <sup>2</sup> )	%
Agosto 99'	623.45	-0.15
Setiembre 99'	622.87	-0.09
Octubre 99'	620.83	-0.32
Noviembre 99'	619.44	-0.22
Diciembre 99'	618.20	-0.20
Enero 2000	617.07	-0.18
Febrero 2000	616.75	-0.06
Marzo 2000	616.10	-0.10
Abril 2000	615.88	-0.04
Mayo 2000	614,17	-0.27
Junio 2000	613.35	-0.13
Julio 2000	612.02	-0.22
Agosto 2000	607.00	-0.82

## C-3

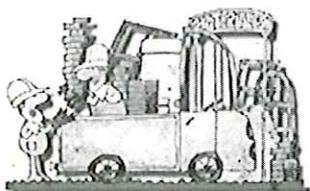
### MATERIALES

Fecha de Ejecución: 13.09.2000

Precios Promedios de Materiales y Mano de Obra.

Los valores son al contado, por partidas medias en Capital Federal y alrededores.

No se incluye el I.V.A.



#### 004 - ACEROS Y HIERROS

002 HIERRO LISO REDONDO, 8mm, BARRA.....TON.	553,84
004 HIERRO LISO REDONDO, 12 mm, BARRA.....TON.	550,46
012 ALETADO, 8 mm, BARRA.....TON.	552,08

#### 014 - ALAMBRES

001 ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 14.....KG.	0,76
--	------

#### 026 - ARENA

001 FINA ARGENTINA.....M3	9,00
011 GRUESA ORIENTAL.....M3	20,00

#### 036 - BLOQUES

028 DE HORMIGON LIVIANO, 15X20X40cm.....U	0,76
030 DE HORMIGON LIVIANO, 20X20X40cm.....U	0,90

#### 056 - CALES

053 HIDRAULICA EN POLVO, BOLSA DE 25 KGS.....100B	202,00
---	--------

#### 074 - CEMENTO

060 NORMAL "LOMA NEGRA". B. 3 PLIEGOS 50 KGS.....BOLSA	5,90
063 CEMENTO P/ALBAÑILERIA BOLSA 40 KGS.....BOLSA	3,80

#### 084 - CLAVOS

001 PUNTA PARIS 1", 30 KGS.....CAJA	29,19
-------------------------------------	-------

#### 126 - FRENTES

001 SUPER IGGAM/PEINAR TRAVERTINO X 30 KGS...BOLSA	10,78
006 SALPICRETE PARA EXTERIORES X 30 KGS.....BOLSA	9,91

#### 138 - HIDROFUGOS

001 CERESITA, ENVASE PLASTICO 10 KGS.....U	7,10
--	------

#### 152 LADRILLOS

001 COMUNES, MOLDEADOS A MANO, 1°.....MIL	120,00
012 HUECOS, 8 X 18 X 33cm.....MIL	292,50
012 PORTANTE, 12 X 19 X 33 cm.....U	0,56

#### 160 - MADERAS

142 PINO PARANA TABLAS 1 X 4 A 6".....P2	0,72
182 PINO PARANA TIRANTES 3 X 6".....P2	0,98

#### 161 - MANO DE OBRA

SALARIOS BASICOS CAPITAL FEDERAL	
CONSTRUCCION EN GENERAL, PINTURA, COLOCACIÓN DE VIDRIOS	
100 OFICIAL ESPECIALIZADO.....DIA	10,86
103 OFICIAL.....DIA	9,94
106 MEDIO OFICIAL.....DIA	9,28
115 CARGAS SOCIALES s/C.A.C. (CAMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCION) DESDE 1/1/96.....%	90,29

#### 196 - PISOS

020 CERAMICA ROJA 20 X 20 PARA PISO O AZOTEA.....m2	6,04
280 MOSAICOS GRANITICOS, GRANO FINO, 30X30.....m2	13,30
300 ZOCALO FONDO CON CEMENTO COMUN	
10 X 30, PULIDO A PIEDRA FINA, GRANO FINO.....m	4,80
330 BALDOSAS CALCAREAS PARA VEREDAS, 20 X 20.....m2	10,00

#### 212 - SANITARIOS

160 INODORO CORTO, ITALIANO TAURO, BLANCO.....U	41,24
180 LAVATORIO, FLORENCIA OLIVOS, 3 Agujeros, Bco.....U	33,69
183 COLUMNA FLORENCIA, BLANCA.....U	14,32
260 DEP. P/INODORO DE FIBROCEMENTO, 12L, COMP.....U	37,30

#### 238 - YESERIA

020 YESO BLANCO, ENVASE 40 KGS.....BOLSA	4,62
023 METAL DESPLEGADO LIVIANO(350GRS/M2).....HOJA	1,03

# Precios de materiales Costos de componentes de obra Indices y estadísticas

Esta sección presenta la base estadística, que desde el año 1985 el CIDIC elabora a partir de la encuesta de precios de materiales y servicios, que sirve como base para la elaboración de los Costos de Componentes de Obra y el análisis posterior de la evolución de los principales indicadores del sector de la construcción.

## PRECIOS PROMEDIO DE MATERIALES

OBTENIDOS EN BASE A LA ENCUESTA REALIZADA  
AL 31 DE AGOSTO DE 2000 EN BARRACAS Y PROVEEDORES DE PLAZA  
NO SE CONSIDERA EL IVA

### ACABADOS

AZULEJOS BLANCOS	Unid.	1.78
AZULEJOS DE COLOR	Unid.	2.47
AZULEJOS DECORADOS	Unid.	3.45
BALAI	Kg	9.80
MARMOL EN PLANCHAS	M2	1,482.00
PLAQUETA 15*15	Unid.	3.87
PLAQUETA 20*20	Unid.	4.06
PLAQUETA CERAMICA 5.5*25	Unid.	2.40
PLAQUETA DE MARMOL	M2	738.00
PLAQUETA GRES 10*20	Unid.	10.48
PLAQUETA MONOLIT LAVADO	M2	180.00
PLAQUETA VIDRIADA 10*20	Unid.	6.25
PLAQUETA VIDRIADA 5.5*25	Unid.	4.10

### ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR

GREEN BLOCK (48 cm * 36 cm)	Unid.	27.90
PAVIMENTO EXAGONAL ARTICULADO	Unid.	7.40
PAVIMENTO FLORIDA ARTICULADO	Unid.	4.56
TEPE GRAMILLA	M2	23.00

### ALBAÑILERIA

ARENA FINA	M3	120.00
CAL EN PASTA	Kg	2.03
CAL HIDRATADA	Kg	2.15
DECORATIVO 0,11 X 0,12 X 0,25	Unid.	5.45
HIDROFUGO	Lto.	6.50
IMITACION	Kg	7.89
LADRILLO CHORIZO	Unid.	2.15
LADRILLO DE CAMPO	Unid.	1.68
LADRILLO DE PRENSA	Unid.	3.85
METAL DESPLEGADO	M2	49.70
MEZCLA FINA	M3	452.69
MEZCLA GRUESA	M3	398.00
MODULBLOCK 7*19*39	Unid.	5.55
MODULBLOCK 10*19*39	Unid.	6.35
MODULBLOCK 12*19*39	Unid.	8.45
MODULBLOCK 15*19*39	Unid.	9.25
MODULBLOCK 19*19*39	Unid.	11.45
MODULBLOCK 25*19*39	Unid.	17.45
PORTLAND BLANCO	Kg	3.70
REJILLA 12*12*25	Unid.	1.14
REJILLA 12*17*25	Unid.	9.78
TERMOCRET 6 HUECOS	Unid.	12.45
TICHOLO 7*12	Unid.	4.40
TICHOLO 8*25	Unid.	7.82
TICHOLO 12*17	Unid.	8.60
TICHOLO 12*25	Unid.	12.30

Precios en pesos uruguayos

TICHOLO 25\*25

Unid. 24.30

### MAMPOSTERIA EN PLACAS DE YESO

CINTA TAPA JUNTA	ML	0.70
COLCHON DE FIBRA DE VIDRIO 2"	M2	45.80
MONTANTES 69 MM	ML	13.70
MASILLA PLASTICA	KG	12.40
PLACAS YESO 9,5	M2	32.50
PLACAS YESO 12,5	M2	32.50
PLACAS WATER RESIS	M2	52.75
REMACHES	Unid.	0.35
SOLERA 70 MM	ML	14.85
TORNILLOS T2	Unid.	0.21

### AZOTEAS Y SOBRETechos

ALUMINIO ASFALTICO	Lto.	59.67
ASFALTO CALIENTE	Kg	9.75
CHAPA ACANALADA FIBROCEMENTO	Unid.	59.60
CHAPA ZINGRIP LONG. 3,66 M	Unid.	153.20
EMULSION ASFALTICA	Kg	3.32
POLYESTIRENO EXPANDIDO ESP 2 CM	M2	16.80
IMPERMEABILIZANTE BLANCO	Lto.	50.66
SILICONA	Lto.	51.65
TEJA PLANA	Unid.	4.50
TEJAS COLONIALES	Unid.	6.10
TEJUELAS CEMENTICIAS	Unid.	1.04
TEJUELAS DE CERAMICA	Unid.	2.57
TIRAFONDOS	Unid.	3.85
TIRANTERIA 2"*2"	Pie	5.54
TIRANTERIA 3"*3"	Pie	5.54
VELO DE VIDRIO	M2	4.35

### ELECTRICIDAD

ALAMBRE COBRE DESNUDO	Mt	1.50
CAJA CENTRALIZACION 40*40	Unid.	145.00
CAJA CENTRO	Unid.	15.75
CAJA LLAVE INTERRRUPTOR	Unid.	14.92
CAJA TABLERO EXT. CON VISOR	Unid.	170.00
CANO 5/8 CORRUGADO	Mt	4.20
CONDUCTOR DE 0.75/1/1,5/2 mm	Mt	1.18
CORTA CIRCUITO BIPOLAR CON TAPON	Unid.	44.00
CORTA CIRCUITO TRIFASICO	Unid.	54.50
INTERRUPTOR MODULAR	Unid.	36.75
LLAVE CORTE TRIPOLAR EXT. TICCINO	Unid.	305.00
PLAQUETA PUENTE 1 MOD/ 2 MOD/CIEGA	Unid.	11.55
PORTA LAMPARA DE COLGAR/RECEP.RECTO	Unid.	14.20
TOMA CORRIENTE CON LLAVE	Unid.	64.40
TOMA CORRIENTE DE 10 AMP DE EMBUTIR	Unid.	44.00

## PRECIOS PROMEDIO DE MATERIALES

### ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

ACERO COMUN	Kg	5.80
ACERO TRATADO	Kg	5.99
ALAMBRE	Kg	16.05
ARENA GRUESA	M3	201.48
ARENA LAS BRUIAS	M3	172.00
BALASTRO	M3	137.50
BOVEDILLA CERAMICA 20	Unid.	10.65
CLAVOS	Kg	12.80
MADERA NACIONAL	Pie	4.15
PEDREGULLO	M3	230.00
PEDREGULLO SUCIO	M3	137.08
PIEDRA BRUTA	M3	491.60
PIEDRA CANTERA	M3	566.81
PORTLAND	Kg	1.07

### PINTURAS

ANTIHOONGO FUNGICIDA	Lto.	80.50
BARNIZ POLIURETANICO	Lto.	87.38
CIELORRASO	Lto.	29.78
ENDUIDO	Kg	7.55
FONDO ANTIOXIDO	Lto.	99.78
FONDO BLANCO INCA	Lto.	64.93
IMPRIMACION	Lto.	50.55
INCALEX	Lto.	62.50
INCALUX	Lto.	90.35
INCAMIL	Lto.	20.60
INCAMUR ACRILICO	Lto.	72.20
MURAPOL	Lto.	9.95
PLASTICA BLANCA	Lto.	31.85
SATINCA	Lto.	88.23

### PISOS

ADHESIVO	Kg	37.70
ALFOMBRA BASE ESTRIADA	M2	163.00
BALDOSA DE GRES A LA SAL 20 X 20	M2	326.00
BALDOSA CALCAREA 15*30	M2	71.20
BALDOSA CALCAREA 20*20	M2	68.10
BALDOSA CALCAREA 30*30	M2	81.30
BALDOSA DE GOMA	M2	170.00
BALDOSA ITALIANA	M2	178.50
BALDOSA MONOLITICA 20*20	M2	151.07
BALDOSA MONOLITICA 30*30	M2	208.16
BALDOSA MONOLITICA 40*40	M2	376.00
BALDOSA TAJADA	M2	659.00
BALDOSA VEREDA	M2	89.50

BALDOSA VINILICA	M2	102.90
CEMENTO DE CONTACTO	Lto.	40.95
ESCOMBRO	M3	137.08
GRANOS MONOLITICO LAVADO	Kg	3.68
MOQUETTE	M2	135.50
PARQUE	M2	202.00
PARQUE ENGRAMPADO	M2	265.80
PASTINA	Kg	16.65
PIEDRA LAJA IRREGULAR	Kg	0.85
PIEDRA LAJA TALLER	Kg	1.10

### SANITARIA

APARATOS SANITARIOS-JUEGO	Juego	1,780.00
CAJA DE PLOMO SIFOIDE	Unid.	205.00
CAÑO DE FIBROCEMENTO	Mt	95.00
CAÑO DE HORMIGON	Mt	31.00
CAÑO GALVANIZADO 1/2"	Mt	14.40
CISTERNA MAGYA GRANDE	Unid.	1,071.80
CODO DE FIBROCEMENTO	Unid.	39.00
CODO GALVANIZADO	Unid.	5.15
COLILLAS LONG 30 CM	Unid.	16.00
CONTRATAPA Y DIENTE 60 * 60	Unid.	128.00
INTERCEPTOR DE GRASAS DE HORMIGON	Unid.	145.00
LLAVE DE PASO /BRONCE	Unid.	48.00
LLAVE DE PASO GRIFERIA	Unid.	105.00
MEZCLADORA COCINA	Unid.	552.60
MEZCLADORA DUCHERO	Unid.	423.80
MEZCLADORA LAVATORIO	Unid.	484.30
MEZCLADORA PARA BIDE	Unid.	484.30
PILETA DE ACERO INOX C/CANASTILLA	Unid.	355.00
PILETA DE PATIO PROFUNDIDAD 20 CM	Unid.	101.00
PLOMO PARA FUNDIR	Kg	22.00
SIFON DE FIBROCEMENTO	Unid.	71.00
SIFON DISCONECTOR	Unid.	170.00
SIFON ORDENANZA	Unid.	123.50
SIFON P ORDENANZA	Unid.	102.44
TAPA CON MARCO 60*60	Unid.	161.00
TAPA DE BRONCE 20*20	Unid.	98.00
TAPA REJILLA DUCHERO 10*10	Unid.	60.00
TEE BRONCE	Unid.	13.80
TIRON LONG. 2 MTS	Unid.	175.00

### ZOCALOS

ZOCALO CALCAREO	ML	14.50
ZOCALO DE MADERA	ML	21.00
ZOCALO DE MARMOL	ML	38.15
ZOCALO DE MONOLITICO	ML	21.80

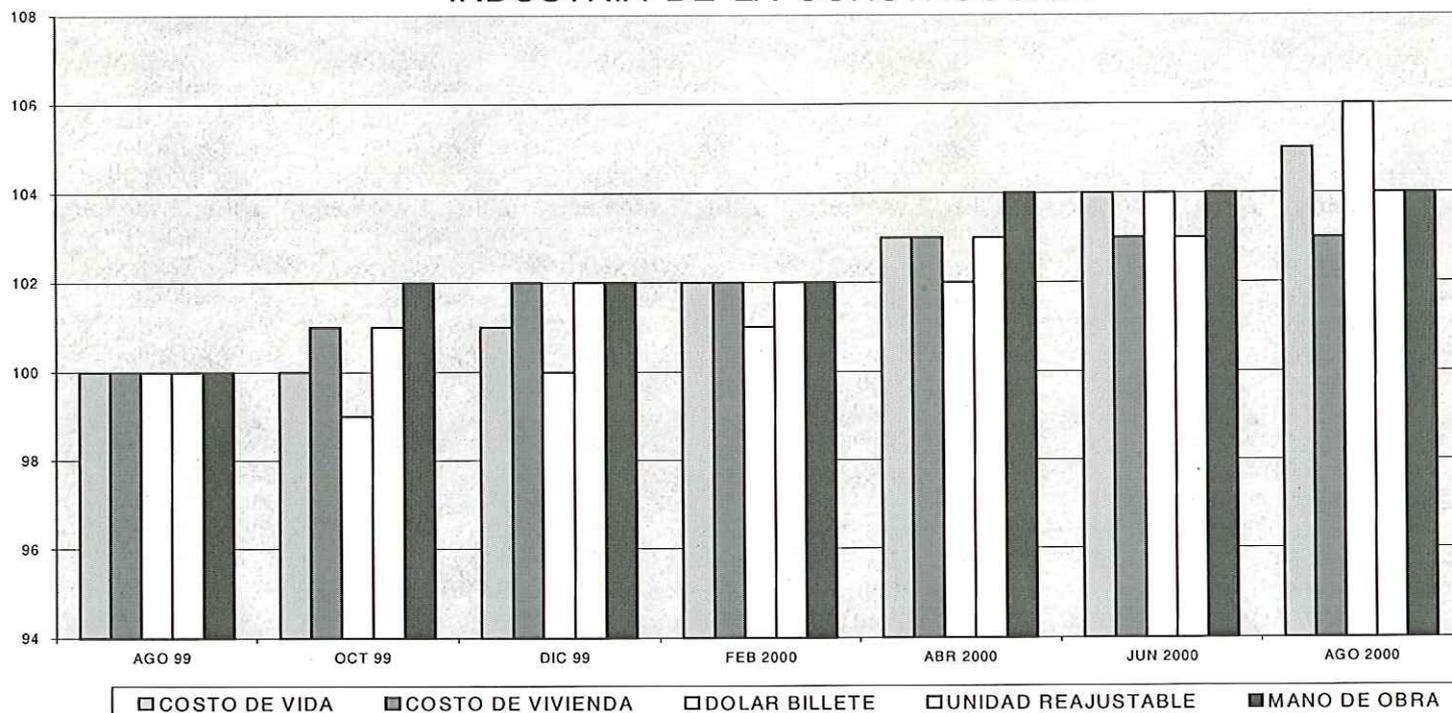
Precios en pesos uruguayos

NUMEROS INDICES REPRESENTATIVOS DE LA VARIACION DE LOS PRECIOS DE MATERIALES,  
MANO DE OBRA Y PRINCIPALES INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION  
PERIODO AGOSTO 99 / AGOSTO 2000

BASE = 100  
AGOSTO DE 1999

	AGO 99	OCT 99	DIC 99	FEB 2000	ABR 2000	JUN 2000	AGO 2000	VARIACION ANUAL %
PEON OFICIAL	100	102	102	102	104	104	104	3.65
ACERO COMUN	100	103	101	101	102	102	102	1.58
ARENA GRUESA	100	106	106	106	106	106	106	6.32
AZULEJOS DE COLOR	100	100	100	104	105	105	109	9.29
BALAI	100	100	100	114	114	114	114	13.69
BALD.CALCAREAL=20	100	100	100	100	101	109	109	9.49
BALD.MONOLIT.L=20	100	100	100	101	102	102	102	2.07
EMULSION ASFALTICA	100	102	102	102	102	105	105	5.40
ENDUIDO	100	100	102	102	102	106	109	8.53
ESPUMA PLAST	100	85	85	85	100	89	88	-11.86
HIDROFUGO	100	100	100	100	98	76	71	-29.10
LADRILLO DE PRENSA	100	100	105	105	105	105	105	5.48
MADERA NACIONAL	100	100	100	103	103	103	103	3.00
MEZCLA GRUESA	100	100	100	100	100	100	100	0.00
MODULBLOCK 20	100	100	100	100	100	115	115	14.50
PARQUE ENGRAMPADO	100	100	100	106	107	109	114	14.08
PEDREGULLO	100	101	101	101	103	103	103	3.32
PINTURA INCALEX	100	100	103	103	103	106	109	8.56
PORTLAND	100	100	98	98	97	96	90	-10.08
TEJUELAS CERAMICA	100	100	100	102	102	102	102	2.00
TICHOLO 8*25	100	100	100	102	102	102	102	1.77
<b>COSTO DE VIDA</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>4.96</b>
<b>COSTO DE VIVIENDA</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>2.98</b>
<b>DOLAR BILLETE</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>104</b>	<b>106</b>	<b>5.87</b>
<b>UNIDAD REAJUSTABLE</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>3.76</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>100</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>104</b>	<b>104</b>	<b>104</b>	<b>3.65</b>

EVOLUCION DE LOS PRINCIPALES INDICADORES DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION





## EDICION AGOSTO 2000

### \* OBJETIVO

EL OBJETIVO QUE SE PERSIGUE AL CONFECCIONAR EL PRESENTE LISTADO DE COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA, ES BRINDAR AL PROFESIONAL UN SISTEMA QUE PERMITE DETERMINAR DURANTE LA ETAPA DE ANTEPROYECTO UNA IDEA GENERAL DEL VALOR DEL EDIFICIO A CONSTRUIR, COMO TAMBIEN, LAS DIFERENTES OPCIONES DE COMPONENTES DEL MISMO.

### \* ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS COSTOS PRIMERA COLUMNA

CADA ITEM QUE INTEGRA LOS DISTINTOS RUBROS DE OBRA, COMPRENDE TRES ELEMENTOS BASICOS: MATERIALES - MANO DE OBRA - BENEFICIO. A LOS EFECTOS DEL COSTO UNITARIO.

NO SE TOMARON EN CUENTA LOS VALORES DE INCIDENCIA DE LEYES SOCIALES COMO TAMPOCO EL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA).

EL RESULTADO QUE SE LOGRA COMO CONSECUENCIA, ES EL VALOR NETO QUE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA COBRA POR SU TRABAJO.

LOS PRECIOS DE LOS MATERIALES, QUE SE FIJAN PARA LOS DISTINTOS INSUMOS, SURGEN DE LOS VALORES PROMEDIO DE MERCADO UTILIZANDO COMO FUENTE DE INFORMACION, PRECIOS DE BARRACAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION DE PLAZA VIGENTES AL 31 DE AGOSTO DE 2000.-

EL VALOR DE LA MANO DE OBRA, INCORPORA NO SOLO LA MANO DE OBRA DIRECTAMENTE APLICADA PARA EJECUTAR EL TRABAJO, SINO TAMBIEN LA INCIDENCIA DE CAPATACES Y SERENOS. EL PRECIO QUE SE APLICA A LA MANO DE OBRA SURGE DE LOS QUE USUALMENTE SE PAGAN EN PLAZA, A PARTIR DE LOS LAUDOS VIGENTES AJUSTADOS AL 1º MARZO DE 2000, TOMANDO EN CUENTA LOS QUE CORRESPONDEN AL CRITERIO DEL RENDIMIENTO NORMAL DE TRABAJO; SEGUN LOS POSTULADOS DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT), LO QUE SIGNIFICA QUE EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVES DE TRABAJO INCENTIVADO O A DESTAJO NO ESTA CONSIDERADO.

EL BENEFICIO, ES UN PORCENTAJE QUE SE APLICA DIRECTAMENTE SOBRE EL VALOR DE LOS INSUMOS Y MANO DE OBRA QUE INTEGRA CADA ITEM, QUE PARA EL CASO HA SIDO EL 20 %.

### SEGUNDA COLUMNA:

LA SEGUNDA COLUMNA DE PRECIOS, INDICA LA INCIDENCIA DE LAS LEYES SOCIALES, QUE EL PROPIETARIO HA DE HACER EFECTIVO COMO APORTES A D.G.S.S., CUYO MONTO SE CALCULA A PARTIR DE LA MANO DE OBRA QUE INSUME CADA ITEM.



**COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA - AGOSTO 2000**

<b>1 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
1-1	EXCAVACIONES MANUALES			
1-1-01	Zanja en tierra vegetal arenosa	M3	153,00	109,86
1-1-02	Zanja en arena	M3	204,00	146,48
1-1-03	Pozo en tierra hasta 1 metro	M3	178,21	128,17
1-1-04	Pozo en arcilla arenosa 1 a 2 metros	M3	357,20	221,08
1-1-05	Pozo en arcilla arenosa 2 a 4 metros	M3	535,41	349,26
1-1-06	Pozo en arcilla compacta 1 a 2 metros	M3	330,97	238,03
1-1-07	Pozo en arcilla compacta 2 a 4 metros	M3	509,18	366,20
1-1-08	Pozo en tosca blanda 2 a 4 metros	M3	585,56	421,13
1-1-09	Pozo en tosca semidura 2 a 4 metros	M3	814,69	585,92
1-1-10	Pozo en tosca dura 2 a 4 metros	M3	1629,37	1171,85
1-1-11	Carga en camión	M3	101,84	73,24
<b>2 CIMENTACIONES</b>				
2-1	MUROS DE CONTENCIÓN			
2-1-01	Hormigón ciclópeo encofrado 1 lado	M3	1687,07	480,61
2-1-02	Hormigón ciclópeo encofrado 2 lados	M3	2323,48	908,55
2-1-03	Hormigón armado	M3	3463,17	1576,80
2-2	PANTALLAS			
2-2-01	Pantalla de hormigón ciclópeo	M3	3386,84	1436,07
2-2-02	Pantalla de hormigón armado	M3	3553,97	1576,80
2-2-03	Pantalla de bloques cementicios	M3	1613,65	427,95
2-3	CIMIENTOS			
2-3-01	Dados de hormigón ciclópeo	M3	1523,94	407,36
2-3-02	Cimiento corrido de hormigón ciclópeo	M3	1523,94	407,36
2-3-03	Zapata corrida de hormigón armado	M3	3267,08	1576,80
2-3-04	Patin de hormigón armado	M3	3246,72	1389,16
2-3-05	Vigas de cimentación hormigón armado	M3	4183,52	1811,35
2-3-06	Platea de hormigón armado	M3	1801,17	574,43
2-4	PILOTAJE			
2-4-01	Pilotes perforados	T/ML	8,40	1,18
2-4-02	Pilotes hinca de tubo	T/ML	11,20	1,98
<b>3 ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO</b>				
3-1	PILARES Y VIGAS			
3-1-01	Pilares y pantallas	M3	4776,47	1920,01
3-1-02	Vigas y dinteles	M3	5190,82	2286,21
3-2	LOSAS			
3-2-01	Losas macizas	M3	4293,35	1920,01
3-2-02	Losas nervadas c/bovedilla de horm.	M2	587,52	208,37
3-2-03	Losas nervadas c/bovedilla de cerám.	M2	600,48	208,37
3-2-04	Losas prefab. pretensadas c/bov. horm.	M2	370,00	46,25
3-3	HORMIGONES VARIOS			
3-3-01	Losas de escalera	M3	5071,19	2380,03
3-3-02	Zancas con baranda	M3	5948,30	2975,04
3-3-03	Tanques de agua	M3	5938,33	2677,53
3-3-04	Pavimentos de hormigón	M3	1745,94	574,43
3-4	VALOR MEDIO DEL HORMIGON ARMADO			
3-4-01	Valor medio con dosificación 4-2-1	M3	4486,97	1947,54



#### 4 MAMPOSTERIA

4-1	MAMPOSTERIA DE LADRILLO			
4-1-01	Muro de 15 cm sin revocar	M2	236,84	64,19
4-1-02	Muro de 15 cm 1 cara vista	M2	271,69	89,25
4-1-03	Muro de 15 cm 2 caras vistas	M2	301,44	110,65
4-1-04	Muro de 20 cm	M2	379,79	104,35
4-1-05	Muro de 30 cm	M2	479,19	130,44
4-1-06	Muro doble c/cámara (una cara vista)	M2	620,81	215,46
4-1-07	Muro doble c/cámara (ladrillo y ticholo)	M2	409,98	157,56
4-1-08	Muro de ladrillo armado 15 cm visto	M2	320,96	121,06
4-1-09	Tabique de espejo de 8 cm	M2	147,72	49,83
4-1-10	Muro portante de ladrillo de fábrica	M2	393,08	64,19
4-2	MAMPOSTERIA DE LADRILLO REJILLA			
4-2-01	Muro de 15 cm (rejilla 12x12x25)	M2	372,44	59,50
4-2-02	Muro de 20 cm (rejilla 12x17x25)	M2	506,70	79,07
4-2-03	Muro de 30 cm (rejilla 12x17x25)	M2	726,64	93,94
4-3	MAMPOSTERIA DE TICHOS			
4-3-01	Tabique de 9 cm (ticholo 7x12x25)	M2	281,81	68,88
4-3-02	Tabique de 10 cm (ticholo 8x25x25)	M2	225,06	43,78
4-3-03	Muro de 15 cm (ticholo 12x25x25)	M2	319,26	47,49
4-3-04	Muro de 15 cm (ticholo 12x17x25)	M2	353,37	64,19
4-3-05	Muro de 20 cm (ticholo 12x17x25)	M2	454,24	72,55
4-3-06	Muro de 30 cm (ticholo 25x25x25)	M2	581,84	55,84
4-4	MAMPOSTERIA DE BLOQUES DE HORMIGÓN VIBRADO			
4-4-01	Tabique de 7 cm (Block 7x19x39)	M2	124,80	19,57
4-4-02	Tabique de 10 cm (Block 10x19x39)	M2	155,26	30,78
4-4-03	Muro de 12 cm (Block 12x19x39)	M2	202,66	35,58
4-4-04	Muro de 15 cm (Block 15x19x39)	M2	220,72	40,96
4-4-05	Muro de 19 cm (Block 19x19x39)	M2	266,50	47,49
4-4-06	Muro de 25 cm (Block 25x19x39)	M2	367,03	49,83
4-4-07	Muro aislante especial de 20 cm	M2	289,03	49,83
4-5	MUROS CALADOS			
4-5-01	Muro calado con ladrillos	M2	271,20	110,65
4-5-02	Muro calado de cemento	M2	389,76	110,65
4-6	VARIOS			
4-6-01	Demolición de muros	M3	407,34	292,96
4-6-02	Colocación de cantoneras	ML	140,64	101,15
4-6-03	Colocación de aberturas	M2	181,37	130,44
4-6-04	Colocación de placares	M2	181,37	130,44
4-6-05	Terminación de mochetas	ML	54,41	39,13
4-7	MAMPOSTERIA DE PLACAS DE YESO.			
4-7-01	Muro 10 cm con placas de yeso 12,5 ambas caras	M2	364,27	*
4-7-02	Muro 10 cm 1 cara placa cem- 1 cara placa yeso	M2	391,74	*

#### 5 REVOQUES

5-1	REVOQUES GRUESOS (PRIMERA CAPA)			
5-1-01	Revoque de cielorraso	M2	108,85	64,19
5-1-02	Revoque interior	M2	69,67	39,13
5-1-03	Revoque exterior con hidrófugo	M2	101,26	55,84

COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA - AGOSTO 2000



**COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA - AGOSTO 2000**

5-2	REVOQUES FINOS (SEGUNDA CAPA)			
5-2-01	Revoque fino de cielorraso	M2	42,99	23,72
5-2-02	Revoque fino de muro	M2	31,38	17,74
5-2-03	Revoque de portland lustrado	M2	126,88	79,29
5-2-04	Enduido plástico	M2	46,76	27,12
5-2-05	Revoque texturado vinílico	M2	54,99	17,74
5-3	VARIOS			
5-3-01	Picado de revoques	M2	30,55	21,97
<b>6</b>	<b>CONTRAPISOS</b>			
<hr/>				
6-1	CONTRAPISOS			
6-1-01	Contrapiso común	M2	136,45	78,39
6-1-02	Contrapiso sobre losa	M2	76,41	48,06
6-1-03	Contrapiso sobre losa de baño	M2	272,12	133,32
6-1-04	Contrapiso en terrazas	M2	149,61	92,00
6-1-05	Contrapiso de arena y portland	M2	150,14	81,93
6-1-06	Alisado de arena y portland	M2	83,57	45,65
<b>7</b>	<b>ACABADOS</b>			
<hr/>				
7-1	ACABADOS CONTINUOS SOBRE MUROS INTERIORES			
7-1-01	Pintura Latex s/enduido (INCALEX)	M2	40,63	14,07
7-1-02	Pintura Latex s/enduido (PLASTICA BLANCA)	M2	33,28	14,07
7-1-03	Pintura Latex no lavable (INCAMIL)	M2	30,58	14,07
7-2	ACABADOS DISCONTINUOS SOBRE MUROS INTERIORES			
7-2-01	Azulejos lisos blancos	M2	230,57	78,27
7-2-02	Azulejos lisos de color	M2	271,97	78,27
7-2-03	Azulejos decorados	M2	286,15	111,68
7-2-04	Plaquetas de cerámica esmaltada 15x20	M2	286,31	78,27
7-2-05	Plaquetas de cerámica esmaltada 20x20	M2	227,44	65,22
7-3	ACABADOS CONTINUOS SOBRE MUROS EXTERIORES			
7-3-01	Pintura acrílica (INCAMUR)	M2	42,96	14,07
7-3-02	Revestimiento acrílico texturado	M2	56,85	16,42
7-3-03	Pintura cementicia	M2	31,51	14,07
7-3-04	Imitación	M2	173,35	63,39
7-3-05	Balai	M2	77,58	17,74
7-3-06	Monolítico lavado hecho en sitio	M2	276,14	135,23
7-4	ACABADOS DISCONTINUOS SOBRE MUROS EXTERIORES			
7-4-01	Medio ladrillo de campo aplacado	M2	377,94	137,77
7-4-02	Ladrillo de campo aplacado	M2	224,08	97,60
7-4-03	Plaqueta cerámica 5.5x25	M2	323,02	93,65
7-4-04	Plaqueta cerámica vidriada 5.5x25	M2	445,42	93,65
7-4-05	Plaqueta esmaltada 10x20	M2	458,82	78,27
7-4-06	Plaqueta de gres 10x20	M2	759,05	79,29
7-4-07	Piedra laja irregular	M2	281,79	130,44
7-4-08	Piedra laja regular (escuadrada)	M2	145,27	89,99
7-4-09	Plaquetas de mármol 15 x 30	M2	1146,33	172,21
7-4-10	Placas de mármol	M2	2187,88	279,19
7-4-11	Plaquetas de monolítico lavado	M2	343,64	78,27
7-5	ACABADOS DE CIELORRASO			
7-5-01	Pintura de cielorraso sobre mezcla fina	M2	29,98	16,42
7-5-02	Pintura a la cal sobre mezcla fina	M2	25,26	16,42



## 8 PISOS Y ZOCALOS

8-1	PAVIMENTOS			
8-1-01	Baldosas vereda 20x20	M2	197,83	50,12
8-1-02	Baldosas calcáreas 20x20	M2	198,24	68,88
8-1-03	Baldosas calcáreas 15x30	M2	208,49	73,57
8-1-04	Baldosas calcáreas 30x30	M2	227,07	78,27
8-1-05	Baldosas calcáreas exagonales	M2	230,33	80,61
8-1-06	Baldosas monolíticas 20x20	M2	302,25	68,88
8-1-07	Baldosas monolíticas 30x30	M2	387,06	80,61
8-1-08	Baldosas monolíticas 40x40	M2	588,47	80,61
8-1-09	Monolítico hecho en sitio	M2	448,24	97,83
8-1-10	Monolítico lavado hecho en sitio	M2	328,36	97,83
8-1-11	Alisado de arena y portland rodillado	M2	232,83	140,40
8-1-12	Piedra laja irregular	M2	258,27	106,99
8-1-13	Piedra laja escuadrada	M2	111,11	65,22
8-1-14	Baldosas de piedra laja	M2	111,47	65,22
8-1-15	Parque de eucaliptus engrampado	M2	437,25	68,88
8-1-16	Parque de eucaliptus pegado	M2	387,32	68,88
8-1-17	Alfombra moquette valor promedio	M2	217,10	25,06
8-1-18	Alfombra de goma de base estriada	M2	264,84	25,06
8-1-19	Baldosas vinílicas	M2	177,40	21,11
8-1-20	Baldosa cerámica esmaltada 20x20	M2	337,48	96,00
8-1-21	Baldosa catalana	M2	596,57	130,44
8-1-22	Baldosa de gres 30 x 30	M2	350,39	92,34
8-2	ZOCALOS			
8-2-01	Zócalos calcáreas	ML	46,25	19,26
8-2-02	Zócalos de monolítico	ML	55,01	19,26
8-2-03	Zócalos de madera	ML	31,72	4,69
8-2-04	Zócalos de mármol	ML	76,17	19,26
8-3	VARIOS			
8-3-01	Colocación de umbrales	ML	117,89	84,79
8-3-02	Colocación de escalones	ML	117,89	84,79

## 9 AZOTEAS Y SOBRETechos

9-1	PREPARACION			
9-1-01	Contrapiso y alisado de arena y portland	M2	227,08	124,27
9-2	CAPA IMPERMEABILIZANTE			
9-2-01	Impermeabilizante acrílico bituminoso	M2	152,90	88,68
9-2-02	Impermeabilizante blanco acrílico	M2	163,74	52,18
9-3	SUPERFICIES DE PROTECCION			
9-3-01	Aluminio asfáltico	M2	32,46	13,04
9-3-02	Tejuelas de cerámica	M2	207,18	67,05
9-3-03	Terraza transitable	M2	212,08	67,05
9-3-04	Teja colonial	M2	295,39	55,84
9-3-05	Teja plana	M2	397,93	64,19
9-4	SOBRETechos			
9-4-01	Sobretecho F.C. 6 MM sobre correas 2x2	M2	213,37	94,52
9-4-02	Sobretecho de chapa sobre correas 2x2	M2	184,02	74,15

COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA - AGOSTO 2000



**10 ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR**

<b>10-1 PAVIMENTOSEXTERIORES</b>				
10-1-01	Piso articulado florida	M2	353,73	83,53
10-1-02	Piso articulado exagonal	M2	317,92	83,53
10-1-03	Césped en tepes	M2	42,88	10,99
10-1-04	Balastro compactado	M2	80,62	43,94
10-1-05	Piso en green block (unidad de 48 cm x 36 cm)	M2	222,13	18,54

**11 CUBIERTAS Y ESTRUCTURAS LIVIANAS**

<b>11-1 CUBIERTAS (no se considera pilares y fundación)</b>				
11-1-01	Techo en F.C. 6 MM estructura hierro común	M2	828,90	501,49
11-1-02	Techo de chapa estructura hierro redondo	M2	803,62	480,61
<b>11-2 ESTRUCTURAS LIVIANAS (CIELORRASOS)</b>				
11-2-01	Metal desplegado susp. hjerro común	M2	403,23	227,14
11-2-02	Metal desplegado susp. marco madera	M2	225,16	91,82

**12 ACONDICIONAMIENTO ELECTRICO**

<b>12-1 PUESTA ELECTRICA</b>				
12-1-01	Valor medio de una puesta	U	641,13	260,46

**13 ACONDICIONAMIENTO SANITARIO**

<b>13-1 BAÑOS</b>				
13-1-01	Baño completo en planta baja	U	11224,69	2338,87
13-1-02	Baño completo en planta alta	U	14306,99	2840,05
13-1-03	Baño secundario P.B. (I.P. y lvo. c/pie)	U	6975,20	1420,03
13-1-04	Baño secundario P.A. (I.P. y lvo. c/pie)	U	9630,03	1420,03
<b>13-2 COCINAS</b>				
13-2-01	Cocina en planta baja (pileta simple)	U	3542,23	877,08
13-2-02	Cocina en planta alta (pileta simple)	U	4643,92	1044,14
<b>13-3 SANEAMIENTO</b>				
13-3-01	Cloaca (cañería principal en P.B.)	U	7503,49	2840,05

**14 ABERTURAS Y EQUIPAMIENTO**

<b>14-1 ABERTURAS DE ALUMINIO</b>				
14-1-01	Ventana	140x110	U	2177,00 *
14-1-02	Ventana	150x140	U	2917,00 *
14-1-03	Puerta ventana	150x205	U	3823,00 *
14-1-04	Puerta ventana	280x205	U	4712,00 *
<b>14-2 ABERTURAS EN CHAPA DE HIERRO</b>				
14-2-01	Ventana corrediza	140x110	U	790,00 *
14-2-02	Puerta ventana	140x205	U	1395,00 *
14-2-03	Puerta de calle con postigo	83x210	U	1775,00 *
14-2-04	Puerta Int. marco chapa hoja P.B.	80x210	U	1186,00 *
14-2-05	Portón garage 3 hojas c/post.	240x210	U	4795,00 *
<b>14-3 ABERTURAS EN PERFIL DE HIERRO (simple contacto)</b>				
14-3-01	Balancín	80x80	U	541,00 *
14-3-02	Ventana	140x110	U	682,00 *
14-3-03	Puerta cocina	80x205	U	882,00 *



<b>14-4 ABERTURAS EN MADERA</b>				
14-4-01	Ventana batiente (caoba)	120x120	U	2444,00 *
14-4-02	Ventanas corredizas (caoba)	150x120	U	2505,00 *
14-4-03	Ventanas corredizas (caoba)	180x150	U	2797,00 *
14-4-04	Puerta ventana (caoba)	240x209	U	5195,00 *
14-4-05	Puerta interior con marco en (P.TEA)		U	1165,00 *
14-4-06	Puerta exterior c/marco en caoba		U	4612,00 *
14-4-07	Puerta plegable c/marco y colocación		M2	2158,00 *
<b>14-5 CORTINA DE ENROLLAR</b>				
14-5-01	Cortina de enrollar completa PVC c/colocación		M2	670,00 *
<b>14-6 EQUIPAMIENTO COCINAS Y BAÑOS</b>				
14-6-01	Mueble bajo frente 1 mod. 40 cm de ancho		U	912,00 *
14-6-02	Mueble bajo frente 2 mod. 80 cm de ancho		U	1680,00 *
14-6-03	Cajoneras con 4 cajones 40 cm de ancho		U	1981,00 *
14-6-04	Mueble alto completo,laterales,fondo 40 cm		U	1118,00 *
14-6-05	Mueble alto completo,laterales,fondo 80 cm		U	1670,00 *
14-6-06	Mueble alto (alt:60c,prof:40c,ancho:80c)		U	1552,00 *
<b>14-7 EQUIPAMIENTO DORMITORIOS</b>				
14-7-01	Placar integrar a alb. ancho 1.10 alt. 2.05		U	3405,00 *
14-7-02	Placar integrar a alb. ancho 1.65 alt. 2.05		U	4799,00 *
14-7-03	Placar integrar a alb. ancho 2.20 alt. 2.05		U	5650,00 *
14-7-04	Placar integrar a alb. ancho 1.65 alt. 2.40		U	4887,00 *
14-7-05	Placar integrar a alb. ancho 2.20 alt. 2.40		U	5956,00 *
14-7-06	Cajón con llave ancho 50 cm		U	588,00 *
14-7-07	Bandejas cantidad 3 altura total 50 cm		U	1052,00 *
<b>15 PINTURAS</b>				
<b>15-1 PREPARACION DE SUPERFICIES</b>				
15-1-01	Fondo blanco para madera (cubriente)		M2	48,88 28,65
15-1-02	Barniceta: Barniz al 30 % (No cubriente)		M2	50,15 28,65
15-1-03	Fondo antióxido para hierro		M2	108,21 56,97
<b>15-2 ACABADO DE SUPERFICIES</b>				
15-2-01	Esmalte sintético brillante INCALUX		M2	105,38 56,97
15-2-02	Esmalte sintético semi-mate SATINCA		M2	104,74 56,97
15-2-03	Barniz poliuretánico		M2	124,12 61,85
<b>16 VIDRIOS Y ESPEJOS</b>				
<b>16-1 VIDRIOS</b>				
16-1-01	Vidrio 3 mm con colocación		M2	198,00 *
16-1-02	Vidrio 4 mm con colocación		M2	215,00 *
16-1-03	Vidrio 5 mm con colocación		M2	250,00 *
16-1-04	Vidrio fantasía colocado		M2	198,00 *
<b>16-2 ESPEJOS</b>				
16-2-01	Espejo 3 mm sin colocación		M2	260,00 *
16-2-02	Espejo 5 mm sin colocación		M2	343,00 *
<b>17 ASCENSORES</b>				
17-1-01	Ascensor de 5 paradas en U\$S		U	19650 *
17-1-02	Ascensor de 11 paradas en U\$S		U	26325 *



**CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS UNITARIOS  
POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN  
PERIODO AGOSTO 1999 - AGOSTO 2000**

Tipología	AGO 99	OCT 99	DIC 99	FEB 2000	ABR 2000	JUN 2000	AGO 2000
Vivienda eco. aislada	6638	6732	6746	6775	6802	6815	6804
Vivienda Planta Baja	6088	6175	6183	6201	6227	6246	6231
Vivienda Duplex	6539	6631	6646	6669	6717	6736	6720
Viv. P.B. y 3 P. Alta	5401	5476	5492	5509	5638	5659	5646
Local Ind. c/Oficina	4308	4376	4385	4388	4476	4480	4474

Valores en Pesos Uruguayos

**ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS COSTOS DE CONSTRUCCION.-**

En todos los casos el costo del metro cuadrado de construcción comprende:

- a) Materiales;
- b) Mano de obra incluyendo el monto de leyes sociales;
- c) El beneficio de la empresa constructora;
- d) El impuesto al Valor Agregado por todo concepto; (23 % a partir de Mayo/ 95)

**No se incluye en el costo:**

- a) El valor del terreno o su parte alícuota y
- b) Los gastos por impuestos, tasa y conexiones de infraestructura sanitaria, eléctrica y bomberos.

**DESCRIPCION DE LAS DISTINTAS TIPOLOGIAS DE VIVIENDA**

Se ha analizado el costo del metro cuadrado de vivienda durante el período AGOSTO 1999 - AGOSTO 2000, tomándose como base cuatro tipologías de viviendas:

- I VIVIENDA ECONOMICA AISLADA
- II VIVIENDA EN PLANTA BAJA AGRUPADA
- III VIVIENDA DUPLEX AGRUPADA
- IV VIVIENDA EN BLOQUES DE CUATRO NIVELES (PB. Y 3 P. ALTAS)

La unidad de vivienda considerada para estas cuatro tipologías es una vivienda de dos dormitorios con una superficie de 55 m<sup>2</sup> con las respectivas superficies comunes necesarias para su funcionamiento en cada tipología.

La memoria descriptiva de las unidades estudiadas corresponden a las terminaciones exigidas por el Banco Hipotecario del Uruguay para Categoría II.

El método empleado para la obtención de estos valores ha sido el estudio de prototipos representativos de cada tipología, seguido de un planillado de cómputos minucioso, que se corre en forma bimestral con los valores que se obtienen de los COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA.

**DESCRIPCION DE LA TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION INDUSTRIAL.**

Para el cálculo de esta tipología se ha elegido un local entre medianeras, de 10 metros de ancho de terreno. Está integrado por un local amplio con techado liviano y una unidad de oficina adjunta con estructura de hormigón y mampostería.

La superficie de la oficina equivale aproximadamente al 10 % de la superficie del local con entrada independiente para ambas unidades.



### ESTRUCTURA PARAMETRICA DEL COSTO DE VIVIENDA

La distribución paramétrica del costo del metro cuadrado de construcción en las diferentes tipologías de viviendas consideradas para el mes de AGOSTO de 2000 presenta las siguientes características:

Mano de Obra.....	29.42 %
Leyes Sociales.....	24.83 %
Materiales.....	35.05 %
Beneficios de Empresa.....	10.70 %

### ANALISIS COMPARATIVO DE LA EVOLUCION DE LOS VALORES MAS REPRESENTATIVOS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

VALORES EN PESOS URUGUAYOS		INCREM. ULTIMO BIMESTRE	INCREMENTO PERIODO AGO99- AGO2000
VALORES IPC EN INDICES			
VALOR M2	AGOSTO 1999	6166,52	
	JUNIO 2000	6364,00	- 0,22 %
	AGOSTO 2000	6350,00	2,98 %
VALOR U.R.	AGOSTO 1999	191,96	
	JUNIO 2000	198,26	0,46 %
	AGOSTO 2000	199,18	3,76 %
VALOR U\$S	AGOSTO 1999	11,667	
	JUNIO 2000	12,107	2,02 %
	AGOSTO 2000	12,352	5,87 %
INDICE COSTO DE VIDA	AGOSTO 1999	47407	
	JUNIO 2000	49312	0,90 %
	AGOSTO 2000	49757	4,96 %

### VALORES DE TASACION DE VIVIENDA USADA

El siguiente cuadro es representativo de la variación de los valores del metro cuadrado de vivienda usada, teniendo en cuenta la edad, la categoría de vivienda y su estado de conservación, sobre la base de los valores de vivienda nueva a AGOSTO DE 2000

#### \* CATEGORIA DE LA VIVIENDA:

- MUY BUENA: Vivienda construida con materiales nobles y fina terminación.  
Incluye calefacción.
- CONFORTABLE: Vivienda bien construída, con buenos materiales y aceptable confort.
- BUENA: construcción normal, materiales buenos, sin confort.
- ECONOMICA: Vivienda bien construída, con materiales económicos y terminación regular.

#### \* ESTADO DE CONSERVACION

- OPTIMO: El caso en que no es necesario hacer reparaciones.
- BUENO: Cuando hay necesidad de reparaciones de poca entidad.
- REGULAR: Cuando es necesario hacer reparaciones de cierta consideración.
- MALO: Cuando las reparaciones ya son importantes.

El valor de la construcción, SIN CONSIDERAR EL VALOR DEL TERRENO, se obtiene multiplicando el valor correspondiente del cuadro por el metraje de la vivienda y por el coeficiente (Y) que corresponda, según tabla adjunta.



**COSTOS DE COMPONENTES DE OBRA - AGOSTO 2000**

**CUADRO REPRESENTATIVO DE LA VARIACION DE  
LOS VALORES DEL METRO CUADRADO DE LA  
VIVIENDA USADA**

EDAD	ESTADO	CATEGORIA DE LA VIVIENDA			
		M.Buena	Conf.	Buena	Econom.
<b>NUEVA</b>		<b>13970</b>	<b>10478</b>	<b>7938</b>	<b>6350</b>
5 años	OPTIMO	13603	10202	7729	6183
	BUENO	13260	9945	7534	6027
	REGULAR	11141	8356	6330	5064
	MALO	6449	4836	3664	2931
10 años	OPTIMO	13202	9901	7501	6001
	BUENO	12869	9652	7312	5850
	REGULAR	10813	8110	6144	4915
	MALO	6257	4693	3555	2844
20 años	OPTIMO	12294	9220	6985	5588
	BUENO	11983	8988	6809	5447
	REGULAR	10068	7551	5721	4576
	MALO	5827	4370	3311	2649
30 años	OPTIMO	11246	8434	6390	5112
	BUENO	10962	8222	6229	4983
	REGULAR	9210	6902	5233	4187
	MALO	5331	3998	3029	2423
40 años	OPTIMO	10058	7544	5715	4572
	BUENO	9806	7354	5571	4457
	REGULAR	8238	6179	4681	3745
	MALO	4768	3576	2709	2167
50 años	OPTIMO	8731	6548	4961	3969
	BUENO	8512	6384	4836	3869
	REGULAR	7151	5363	4063	3251
	MALO	4139	3104	2352	1882
60 años	OPTIMO	7264	5448	4128	3302
	BUENO	7080	5310	4023	3218
	REGULAR	5950	4462	3381	2704
	MALO	3444	2583	1957	1565
70 años	OPTIMO	5658	4243	3215	2572
	BUENO	5515	4137	3134	2507
	REGULAR	4634	3475	2633	2106
	MALO	2682	2012	1524	1219
80 años	OPTIMO	3912	2934	2223	1778
	BUENO	3812	2859	2166	1733
	REGULAR	3203	2402	1820	1456
	MALO	1854	1390	1053	843
90 años	OPTIMO	2026	1519	1151	921
	BUENO	1974	1480	1122	897
	REGULAR	1660	1245	943	754
	MALO	960	720	545	436

Coeficiente (Y) en relación con la superficie de la vivienda	
Sup/m2	Coef.Y
20	1.14
25	1.11
30	1.08
35	1.05
40	1.03
45	1.01
50	1.00
60	0.97
70	0.95
80	0.93
90	0.91
100	0.90
110	0.89
130	0.86
150	0.85
170	0.83
200	0.81
250	0.78
300	0.76
400	0.73
500	0.71

Valores en Pesos Uruguayos

Base AGOSTO 2000

**VALOR MEDIO DEL COSTO DE CONSTRUCCION  
MONEDA: PESOS URUGUAYOS VIVIENDA PLANTA BAJA**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	BIMENSUAL AÑO 2000	ACUMULADA AÑO 2000	ULTIMOS 12 MESES
FEBRERO	3,066	4,045	4,859	5,467	5,930	6,201	0.29	0.29	4.57
ABRIL	3,327	4,236	5,130	5,699	6,060	6,227	0.42	0.71	2.76
JUNIO	3,405	4,278	5,113	5,759	6,070	6,246	0.31	1.02	2.90
AGOSTO	3,669	4,520	5,134	5,758	6,088	6,231	-0.24	0.78	2.35
OCTUBRE	3,756	4,571	5,415	5,914	6,175				
DICIEMBRE	3,991	4,831	5,445	5,918	6,183				

**VALOR INDICE DE LA CONSTRUCCION  
PESOS URUGUAYOS**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
FEBRERO	100	146	207	273	328	369	400	419
ABRIL	110	160	225	286	346	385	409	421
JUNIO	113	163	230	289	345	389	410	422
AGOSTO	126	181	248	305	347	389	411	421
OCTUBRE	131	185	254	309	366	399	417	
DICIEMBRE	143	203	270	326	368	400	418	

FEBRERO 93 BASE 100

**VALOR MEDIO DEL COSTO DE CONSTRUCCION  
MONEDA: DOLARES VIVIENDA PLANTA BAJA**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	BIMENSUAL AÑO 2000	ACUMULADA AÑO 2000	ULTIMOS 12 MESES
FEBRERO	526.9	546.6	542.4	538.6	539.6	527.10	-0.98	-0.98	-2.32
ABRIL	548.8	551.9	554.9	552.8	543.7	523.50	-0.68	-1.65	-3.72
JUNIO	539.1	534.8	538.6	550.4	533.6	515.90	-1.45	-3.08	-3.32
AGOSTO	503.4	546.2	528.7	537.1	521.8	504.45	-2.21	-5.22	-3.32
OCTUBRE	507.6	549.0	546.1	553.5	532.8				
DICIEMBRE	561.1	554.3	540.7	547.1	532.3				

**VALOR INDICE DE LA CONSTRUCCION  
DOLARES**

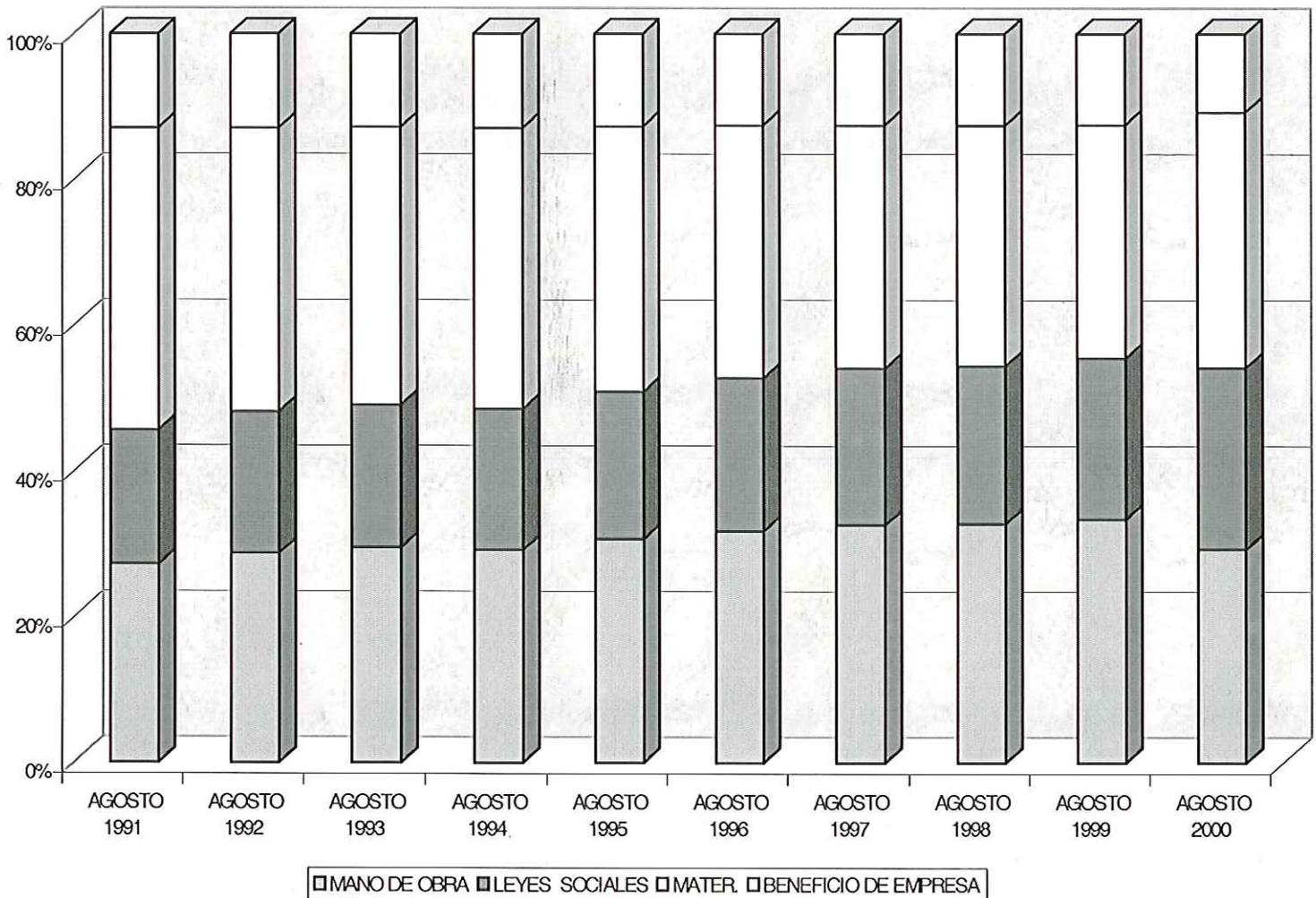
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
FEBRERO	100	116	130	135	134	133	133	130
ABRIL	107	122	135	136	137	136	134	129
JUNIO	103	119	133	132	133	136	132	127
AGOSTO	112	124	137	135	130	132	129	124
OCTUBRE	113	125	135	133	135	136	131	
DICIEMBRE	118	133	138	137	133	135	131	

FEBRERO 93 BASE 100

## ESTRUCTURA PARAMETRICA DEL COSTO DE LA VIVIENDA

	MANO DE OBRA	LEYES SOCIALES	MATERIALES	BENEFICIO
JUNIO 1991	25.70	17.40	43.90	13.00
JUNIO 1992	27.60	18.60	40.90	12.90
JUNIO 1993	28.50	18.80	39.80	12.90
JUNIO 1994	29.00	19.20	38.90	12.90
JUNIO 1995	30.02	19.67	37.55	12.76
JUNIO 1996	31.34	20.53	35.51	12.62
JUNIO 1997	32.89	21.55	33.06	12.50
JUNIO 1998	32.89	21.56	33.02	12.53
JUNIO 1999	33.64	22.05	31.85	12.46
JUNIO 2000	29.39	24.75	35.15	10.71

### DISTRIBUCION PARAMETRICA DEL COSTO DE LA VIVIENDA



## RELACION ENTRE INDICADORES

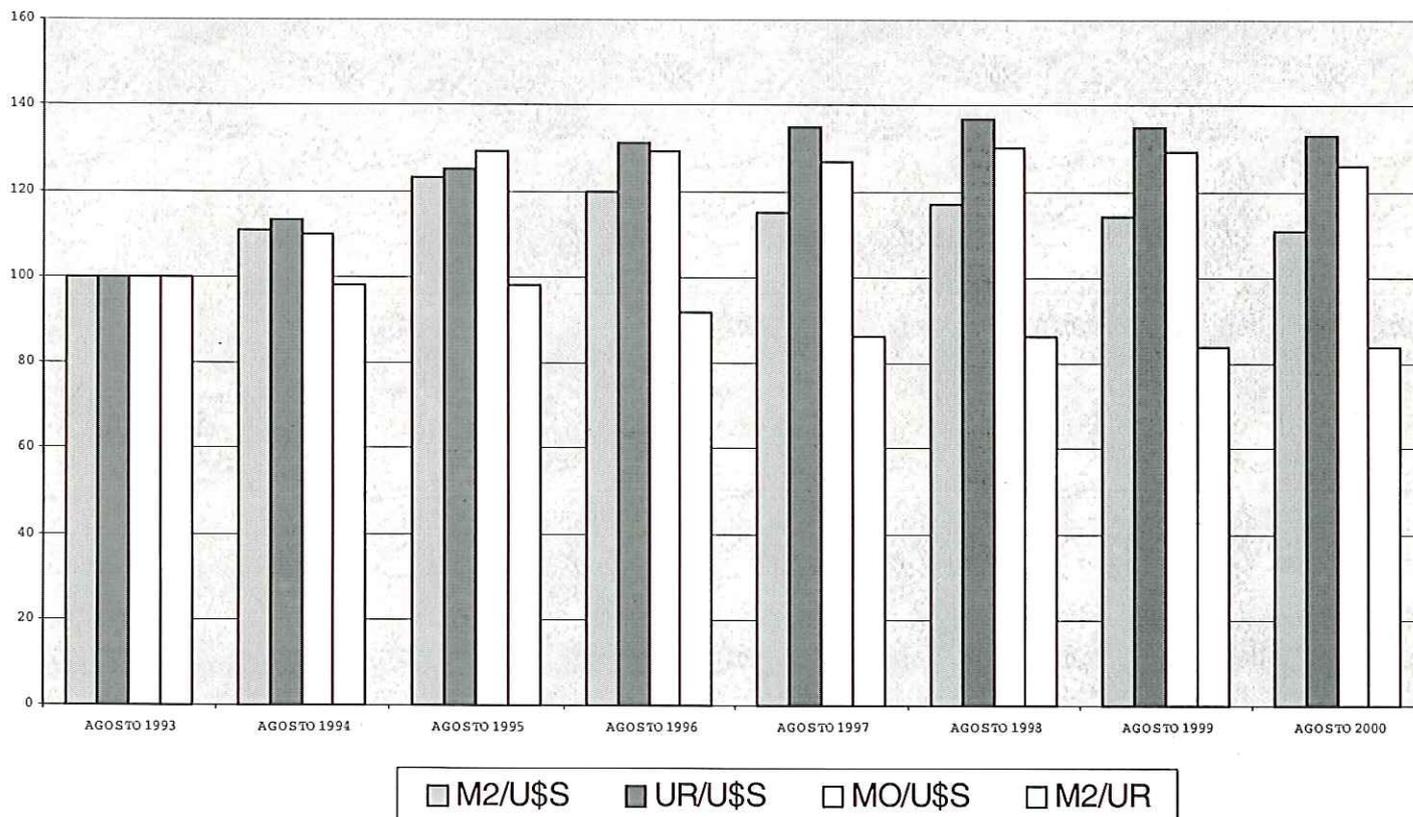
MES / AÑO	M2/U\$S	UR/U\$S	MO/U\$S	M2/UR
AGOSTO 1993	463.50	12.16	13.43	38.10
AGOSTO 1994	516.27	13.75	14.79	37.51
AGOSTO 1995	568.71	15.18	17.34	37.46
AGOSTO 1996	555.29	15.92	17.26	34.88
AGOSTO 1997	535.06	16.39	17.07	32.64
AGOSTO 1998	544.48	16.61	17.48	32.78
AGOSTO 1999	528.54	16.45	17.30	32.12
AGOSTO 2000	514.09	16.13	16.93	31.88

## VALORES INDICE DE SU EVOLUCION

MES / AÑO	M2/U\$S	UR/U\$S	MO/U\$S	M2/UR
AGOSTO 1993	100	100	100	100
AGOSTO 1994	111	113	110	98
AGOSTO 1995	123	125	129	98
AGOSTO 1996	120	131	129	92
AGOSTO 1997	115	135	127	86
AGOSTO 1998	117	137	130	86
AGOSTO 1999	114	135	129	84
AGOSTO 2000	111	133	126	84

JUNIO 93 Base100

## RELACION ENTRE INDICADORES VALORES INDICE



# Laudo Vigente 3/2000 a 8/2000

## PERSONAL NO INCLUIDO EN LA LEY 14.411

### OBROS JORNALEROS (JORNAL POR DIA)

CATEGORIA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
I	159,17	159,17	159,17
II	169,23	169,23	169,23
III	179,60	179,60	179,60
IV	194,65	194,65	194,65
V	209,66	209,66	209,66
VI	224,68	224,68	224,68
VII	239,68	239,68	239,68
VIII	254,66	254,66	254,66
IX	269,74	269,74	269,74
X	284,97	284,97	284,97
XI	299,73	299,73	299,73
XII	314,74	314,74	314,74

### OBROS MENSUALES

CATEGORIA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Im	6.346,60	6.346,60	6.346,60
IIIm	6.919,86	6.919,86	6.919,86
IIIIm	7.589,75	7.589,75	7.589,75
IVIm	8.408,36	8.408,36	8.408,36

### ADMINISTRATIVOS

CATEGORIA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Ia	3.638,72	3.638,72	3.638,72
Ila	4.452,93	4.452,93	4.452,93
IIla	5.271,11	5.271,11	5.271,11
IVa	6.092,55	6.092,55	6.092,55
Va	6.911,06	6.911,06	6.911,06
VIa	7.735,97	7.735,97	7.735,97
VIIa	8.561,75	8.561,75	8.561,75
VIIIa	9.390,61	9.390,61	9.390,61

## PERSONAL INCLUIDO EN LA LEY 14.411

### OBROS JORNALEROS (JORNAL POR DIA)

CATEGORIA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
I	130,59	130,59	130,59
II	138,87	138,87	138,87
III	147,43	147,43	147,43
IV	159,83	159,83	159,83
V	172,12	172,12	172,12
VI	184,46	184,46	184,46
VII	196,80	196,80	196,80
VIII	209,18	209,18	209,18
IX	221,47	221,47	221,47
X	233,77	233,77	233,77
XI	246,11	246,11	246,11
XII	258,47	258,47	258,47

### OBROS MENSUALES

CATEGORIA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Im	5.210,66	5.210,66	5.210,66
IIIm	5.681,38	5.681,38	5.681,38
IIIIm	6.232,54	6.232,54	6.232,54
IVIm	6.903,45	6.903,45	6.903,45

## COMPENSACIONES

DESGASTE DE ROPA	8,60
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	3,43
GASTOS DE TRANSPORTE JORNALERO	7,53
GASTOS DE TRANSPORTE MENSUALES	188,08
SUPLEMENTO POR BALANCIN O SIMILARES	15,49

### TRABAJO "A DESTAJO"

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
JORNAL BASE	217,71	217,71	217,71

### TRABAJO

#### 1. REVOQUE DE CIELORRASO

1.1 - GRUESO DOS CAPAS	29,62	29,62	29,62
1.2 - GRUESO MAS FINA	59,21	59,21	59,21
1.3 - GRUESO MAS BALAI	48,56	48,56	48,56

#### 2. REVOQUE MURO INTERIOR

2.1 GRUESO FRATASADO	21,12	21,12	21,12
2.2 GRUESO MAS FINA	35,92	35,92	35,92
2.3 GRUESO MAS BALAI	33,75	33,75	33,75

#### 3. MUROS Y TABIQUES

3.1 - TCH. 08/25/25-E08	29,62	29,62	29,62
3.2 - TCH. 12/25/25-E12	31,80	31,80	31,80
3.3 - TCH. 12/17/25-E12	33,75	33,75	33,75
3.4 - TCH. 12/17/25-E17	40,06	40,06	40,06
3.5 - TCH. 12/25/25-E25	54,87	54,87	54,87
3.6 - REJ. 11/17/25-E17	40,06	40,06	40,06
3.7 - REJ. 11/12/25-E25	59,21	59,21	59,21
3.8 - LAD.5.5/12/25-EI2	48,53	48,53	48,53
3.9 - LAD. 5. 5/12/25-E25	73,81	73,81	73,81

#### 4. APLACADOS RUSTICOS

	29,62	29,62	29,62
--	-------	-------	-------

#### 5. TERMINACIONES VISTAS

5.1 - LAD. S. 5/12/25-E12	73,81	73,81	73,81
5.2 - CHR. S. 5/5.5/25-E5.5	42,25	42,25	42,25
5.3 - TEJ. 03/12/25-E03	42,25	42,25	42,25

#### 6. COLOCACION PISOS

6.1 - BALDOSA 40x40	33,75	33,75	33,75
6.2 - BALDOSA 20X20	35,92	35,92	35,92
6.3 - GRES 10x10	42,25	42,25	42,25
6.4 - VEREDA 20X20	25,25	25,25	25,25

#### 7. COLOCACION ZOCALOS

7.1 - BALDOSA 07x20	21,12	21,12	21,12
7.2 - GRES 10x10	25,25	25,25	25,25
7.3 - MARMOL 5.5x70	29,62	29,62	29,62

#### 8. COLOCACION AZULEJOS

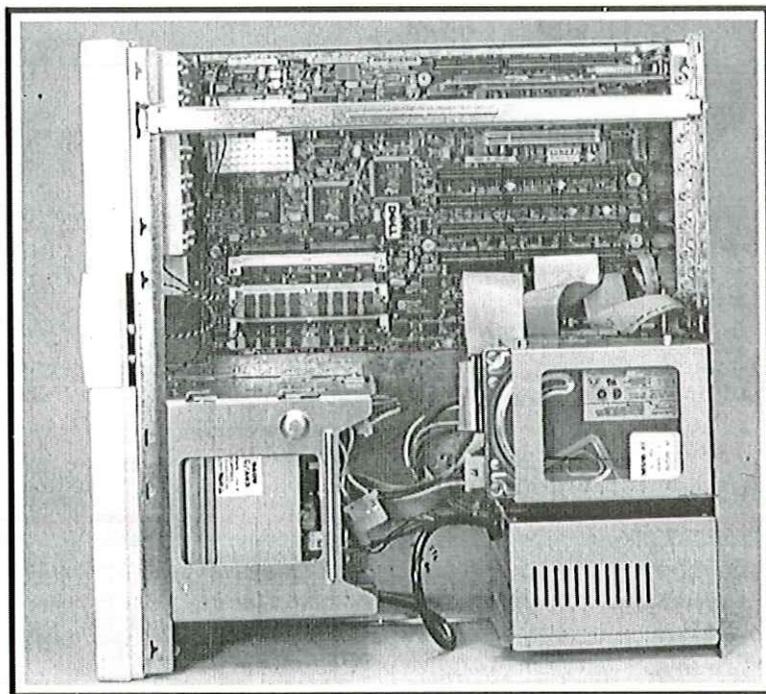
15x15	54,87	54,87	54,87
-------	-------	-------	-------

COEFICIENTE DE TRASLADO A LOS PRECIO T=1,01755

# *Un momento, por favor...*

## *Estamos preparando un computador a su medida.*

*En COMPUPEL trabajamos así.  
No le vendemos  
un computador estándar.  
Le preparamos el suyo,  
de acuerdo a sus necesidades.*



- ✓ *Atención directa y personalizada*
- ✓ *Presupuestos al instante*
- ✓ *6 líneas telefónicas a su disposición*
- ✓ *Retiramos y devolvemos su equipo sin cargo*

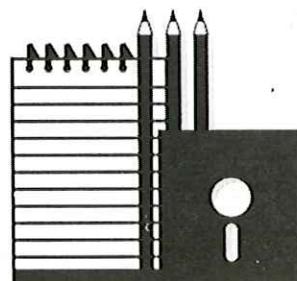


**UD. ELIGE  
LA FORMA  
DE PAGO**

- \* Créditos directos hasta en 18 cuotas
- \* Pagos con tarjeta hasta en 24 cuotas
- \* O la opción que Ud. proponga.

**SEA POR UN EQUIPO NUEVO  
O PARA ACTUALIZAR EL SUYO  
PIENSE EN COMPUPEL**

*Siempre tenemos una opción para Ud. !!*



# **COMPUPEL**

**EL MAYOR SERVICIO AL MENOR PRECIO**

**RIVERA 2011 casi ARENAL GRANDE - TEL. 402 55 40 \***

# Garantía de Calidad en construcción

## SEGUNDA PARTE

**Ing. Alvaro García  
Meseguer**

### 2. PLANES DE GARANTÍA DE CALIDAD

#### 2.1. Definiciones y conceptos

La palabra Calidad hace referencia al conjunto de prestaciones del bien construído que son necesarias para satisfacer las necesidades del usuario. Las prestaciones se describen por medio de requisitos. Los requisitos más importantes en construcción son los de seguridad, habitabilidad o aptitud al servicio, durabilidad, estética y adecuación ambiental.

La expresión garantía de calidad hace referencia a un conjunto de medidas orientadas a conseguir la calidad y, en particular, a evitar o detectar errores en todas las fases del proceso constructivo. En este sentido amplio, la expresión se identifica con gestión de calidad. En sentido más estricto, garantía de calidad alude a la demostración documentada de que se han efectuado los pertinentes controles de calidad.

Control de calidad hace referencia a las técnicas operacionales y actividades empleadas para hacer el seguimiento de la calidad y

comprobar que ha sido efectivamente alcanzada.

Manual de calidad es un documento donde se establece la política de calidad de una empresa y se describe la forma en que dicha política se pone en práctica; es por tanto un documento de carácter general, no ligado a una obra determinada. Dicho en otras palabras cada participante tiene su propio sistema de calidad (bueno o malo, lo conozca o no lo conozca) y la descripción de ese sistema constituye su Manual de calidad (que aunque no exista, siempre puede escribirse: basta con describir la realidad de lo que hace, en lo relativo a la calidad y su control)

Plan de calidad es un documento que describe la aplicación del manual de calidad a una obra particular. Algunos autores lo denominan Programa de calidad, por la ISO no empleada la palabra programa (que queda así libre, sin un especial significado en el contexto de la garantía de la calidad) sino la palabra plan.

Procedimiento es un documento que describe en detalle la

forma de ejecutar correctamente una determinada tarea. Así por ejemplo, un constructor puede tener un procedimiento para "hormigonado en tiempo frío", otro para "compras de material", etc; un proyectista puede tener un procedimiento para "delineación de planos", otro para "archivo de proyectos", etc.

Medidas de garantía de calidad son aquellas acciones encaminadas a conseguir la calidad o a demostrar que se ha conseguido. La naturaleza de estas medidas puede ser técnica (cuando se refiere a la realización material de algo) o humana (cuando se refiere a aspectos personales o de organización).

Por consiguiente, el control de calidad es una parte de la garantía de calidad; hablando en general, podría decirse que el control de calidad comprende medidas técnicas fundamentalmente y la garantía de calidad medidas humanas (aspectos personales, como la formación la motivación, etc, y aspectos organizativos como la forma de circular la información, de tomar decisiones, etc).

Este texto forma parte de su libro «Garantía de Calidad en la Construcción», editado por la Agrupación Nacional de Constructores de Obras. España

Las definiciones anteriores pueden aplicarse en el ámbito particular de cada uno de los participantes en el proceso constructivo: propietario, proyectista, constructor, etc. La figura 7 muestra de forma esquemática la relación entre esos conceptos:

1. El propietario prepara un plan de calidad, es decir, un documento que describe las medidas de garantía de calidad que deben tomarse en el Proyecto (la palabra Proyecto, con P mayúscula, alude al conjunto proyecto-construcción de una obra).

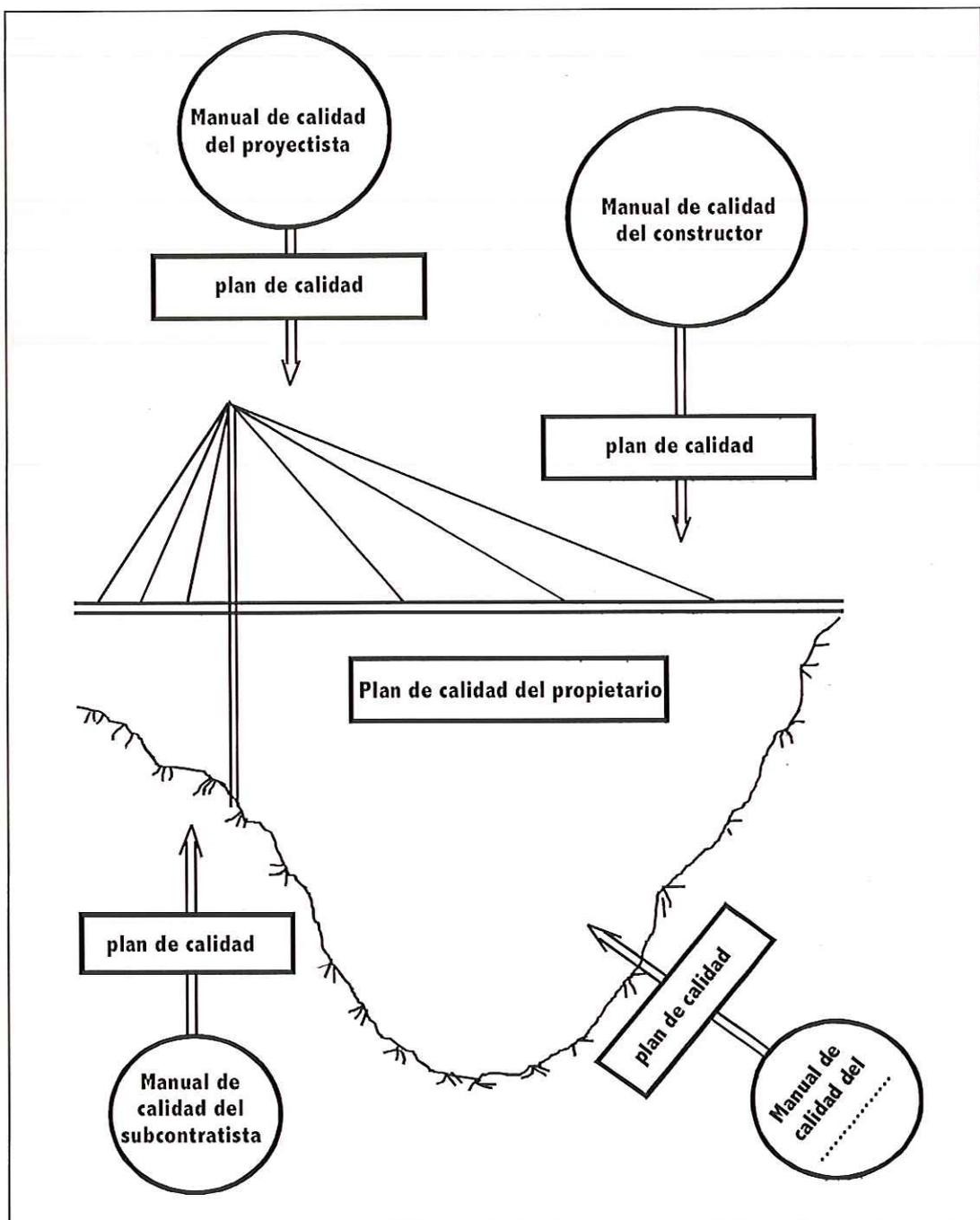
2. Cada participante que interviene en el Proyecto tiene su propio manual de calidad y lo adapta al caso particular (plan de calidad) mostrando la aplicación de su sistema de calidad a ese Proyecto determinado. El conjunto de planes de calidad de los participantes ha de ser coherente con el plan de calidad del propietario.

3. En muchos casos puede omitirse los planes de calidad de algunos participantes. Por el contrario, el plan de calidad del propietario es siempre necesario. Su extensión puede ser muy diversa desde un documento grueso y muy detallado hasta un papel sencillo de una o dos páginas para casos ordinarios.

4. El tipo de cantidad de medidas de garantía de calidad contenidas en el plan dependerá de equilibrio entre el nivel deseado de reducción de riesgos y el costo correspondiente.

5. En cada contrato dentro de la secuencia de contratos (propietario/proyectista; propietario/constructor, contratista/subcontratista; etc) debe prestarse atención a las interfaces entre el sistema de calidad de los diferentes participantes, dentro del plan de calidad del propietario.

En el presente capítulo se ofrece un conjunto de medidas de garantía de calidad ordenadas según las diferentes fases del proceso constructivo (apartado 2.2). Cada medida va precedida de una mayúscula, que alude a la fase del proceso (ver TABLA GUIA, CUADRO 1), seguida de:



- un número si se trata de una medida técnica;
- una letra minúscula, si se trata de una medida de factor humano.

Algunas palabras de la lista figuran en cursiva, lo cual significa que el concepto correspondiente aparece desarrollado en otro capítulo posterior, sea en forma de explicación amplia, sea en forma de lista de chequeo. Por otra parte, para aclarar el significado de las medidas, se han incluido comentarios y ejemplos en el apartado 2.3 bajo la misma referencia letra-número o letra-letra utilizada en 2.2. Conviene por ello proceder a la lectura simultánea de ambos apartados, 2.2 y 2.3.

A la derecha de la lista de medidas aparece un conjunto de cinco letras que aluden a cada uno de los participantes según la siguiente clave:

- P,p** - Propietario
- D,d** - Diseñador (proyectista)
- C,c** - Constructor
- M,m** - Fabricante
- Materiales/Subcontratista
- U,u** - Usuario

Una letra mayúscula (P,D,C,M,U) significa que el participante en cuestión tiene la responsabilidad de la medida, mientras que las minúsculas (p,d,c,m,u) aluden a otros participantes que deben intervenir en la medida, o ser consultados, o estar informados de ella.

En realidad, en el proceso de construcción intervienen o pueden intervenir más participantes (di-

rector de obra, inspector, laboratorio de control, etc), por no hablar de otros externos al proceso pero que influyen en el mismo. De estos últimos hay dos que revisten particular importancia:

- la **Autoridad**, con múltiples facetas: a veces actúa como propietario (obras públicas), a veces representa el interés general (licencias, normativa, etc) y siempre actúa como agente legal;

- la **Comunidad**, que puede tener un papel activo directo (a través de encuestas públicas, o de grupos ciudadanos, o de iniciativas personales), un papel activo indirecto (a través de las autoridades públicas) o un papel pasivo pero importante (concepto de impacto ambiental, presente en toda obra de construcción).

Por otro lado, el número de participantes y el papel de cada uno de ellos resulta variable con cada Proyecto. Así por ejemplo, el propietario y el usuario pueden ser una misma o diferente personas, y lo mismo puede ocurrir con las funciones de proyecto y de construcción. Ante tal complejidad de casos posibles y para simplificar, aquí se han considerado tan sólo cinco participantes.

Como consecuencia de lo dicho, las letras P-D-C-M-U deben interpretarse de modo flexible, teniendo en cuenta además que aluden a funciones y no a personas. Así por ejemplo, el mantenimiento se ha incluido en la función del propietario, pero habrá casos en que esta tarea corresponda a otra persona. Una vez más hay que recordar que la in-

tención de esta Monografía no es la de establecer reglas sino la de sugerir una metodología y activar ideas creativas de carácter personal.

En Proyectos rutinarios, parte de las medidas indicadas serán innecesarias (por resultar cubiertas por la buena práctica tradicional) o inconvenientes (por demasiado caras y complicadas). No obstante, incluso para tales casos merece la pena consultar la lista de 2.2 con el fin de despertar efectos de asociación de ideas que pueden ser muy útiles.

## 2.2 Medidas de garantía de calidad

*(Para leer junto con el apartado 2.3)*

### Fase A.- Identificación de necesidades

**A a.-** Documentar QUIEN es el responsable de la decisión - P d

**A 1.-** Descripción de las necesidades reales - P d --u

**A 2.-** Análisis de las distintas soluciones para satisfacer las necesidades - P d --u

**A 3.-** Justificación de que una construcción es la mejor solución para las necesidades - P d --u

**A 4.-** Descripción de las funciones del edificio - P d ---

**A 5.-** Lista de los requisitos REALES del propietario - p D -- u

**A 6.-** Descripción de las actividades a desarrollar en el edificio o construcción - P d -- u

**A 7.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos - P d ---

## **PUNTO DE PARTIDA DEL PROCESO DE CONSTRUCCION**

### **Fase B.- Planeamiento**

**B a.-** Contratación de un Gestor del Proyecto - P ----

**B b.-** Lista de autoridades a consultar - P d ---

**B c.-** Documentación de responsabilidades, deberes y flujo de la información, con especial atención a las interfases (aplicación del Manual de calidad) - P d ---

**B 0.-** Comprobación de que se tomaron las medidas A 1 a A 7 - p D ---

**B 1.-** Lista de requisitos de los usuarios directos p D -- u

**B 2.-** Lista de requisitos de los usuarios de las zonas circundantes - p D -- u

**B 3.-** Selección y/o descripción de las condiciones ambientales del lugar de la obra p D - - -

**B 4.-** Descripción de las limitaciones de coste P d - - -

**B 5.-** Descripción de las limitaciones de tiempo: para la ejecución y para la vida útil P d c - -

**B 6.-** Descripción de las limitaciones legales p D c - -

**B 7.-** Descripción de las limitaciones de impacto ambiental p D c m u

**B 8.-** Descripción de las limitaciones sociales p D c - -

**B 9.-** Descripción de las limitaciones políticas p D c - -

**B 10.-** Descripción de las limitaciones del suelo y del lugar de la obra - D c - -

**B 11.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos p D - - -

## **PUNTO DE PARTIDA PARA EL ANTEPROYECTO**

### **Fase C.- Anteproyecto**

**C a.-** Contratación del proyectista y definición del nivel de estudio deseado P d - - -

**C b.-** Lista de autoridades a consultar p D - - -

**C c.-** Documentación de responsabilidades, deberes y flujo de la información, con especial atención a las interfases (aplicación del Manual de calidad) p D - - -

**C d.-** Consideración del nivel de cualificación de los participantes p D - - -

**C e.-** Establecimiento de reuniones de coordinación entre especialistas (arquitecto, ingeniero industrial, ingeniero estructural, etc) p D c m u

**C 0.-** Comprobación de que se tomaron las medidas B1 B11 p D - - u

**C 2.-** Estudio de diversas soluciones técnicas, con la debida consideración a evoluciones futuras - D - - -

**C 3.-** Identificación de riesgos - D - - -

**C 4.-** Planificación de medidas contra los riesgos - D - - -

**C 5.-** Preparación de un documento de riesgos aceptados p D - - -

**C 6.-** Comparación de costes totales p D - - -

**C 7.-** Información sobre costes indirectos (costes para la comunidad generados para cada solución) p D - - -

**C 8.-** Chequeo de la accesibilidad a zonas de inspección - D - -

**C 9.-** Selección de una solución técnica p D - - -

**C 10.-** Elaboración de un anteproyecto para obtener las licencias y permisos - D - - -

**C 11.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos p D - - -

## **PUNTO DE PARTIDA PARA EL PROYECTO**

### **Fase D.- Proyecto**

**D a.-** Lista de autoridades a consultar - D - - -

**D b.-** Documentación de responsabilidades, deberes y flujo de la información, con especial atención a las interfases (aplicación del Manual de calidad) - D c m -

**D c.-** Consideración del nivel de cualificación de los participantes - D c m -

**D d.-** Consideración de los parámetros que influyen en la ejecución fiable de una tarea - D c m -

**D e.-** Establecimiento de reuniones de coordinación entre especialistas (arquitecto, ingeniero industrial, ingeniero estructural, etc.) p D c m u

**D 0.-** Comprobación de que se tomaron las medidas C 0 a C 11 p D c m u

**D 1.-** Lista de requisitos de calidad relacionados con la seguridad, habitabilidad y durabilidad p D c m u

**D 2.-** Consideración de nivel de seguridad adecuado - D - - -

**D 3.-** Lista de datos de proyecto - D c m -

**D 4.-** Consideración de los métodos constructivos - D c m -

**D 5.-** consideración de las condiciones climáticas durante la construcción y el uso - D c - -

**D 6.-** Selección de materiales y definición de sus requisitos de calidad, dando preferencia a los que poseen Sellos de Conformidad - D c m -

**D 7.-** Definición de requisitos de calidad para los procesos de construcción - D c m -

**D 8.-** Investigación detallada del terreno de cimentación - D c -

**D 9.-** Documentación de los cálculos, ordenados y expuestos con claridad - D - - -

**D 10.-** Elaboración de planos y especificaciones con suficiente detalle para ofrecer toda la información necesaria al constructor - D c m -

**D 11.-** Definición del control de calidad que debe llevarse a cabo durante la ejecución (Plan de calidad) - D c m -

**D 12.-** Definición de las acciones a tomar en caso de no cumplimiento de los criterios de aceptación - D c m -

**D 13.-** Definición de medidas especiales, caso de ser necesarias, para asegurar el uso previsto - D - - -

**D 14.-** Revisión de los planos y cálculos - D - - -

**D 15.-** Elaboración de un primer borrador del Manual de uso - D - - u

**D 16.-** Preparación de impresos para registrar los resultados del control de obra - D c - -

**D 17.-** Comprobación final de que existe una buena concordancia con los requisitos de planteamiento (ver medida A 5) p D c m u

**D 18.-** Envío de observaciones a las autoridades que proceda cuando se hayan encontrado defectos en las normas (retroacción) - D c m -

**D 19.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos - D - - -

#### **PUNTO DE PARTIDA PARA LA SUBASTA**

##### **Fase E.- Planificación de la ejecución**

**E a.-** Elección del constructor P d - - -

**E b.-** Consideración de los ries-

gos financieros ocasionados por un incumplimiento de contrato P d c - -

**E 1.-** Revisión del proyecto y corrección de lagunas P d - - -

**E 2.-** Preparación de bases para la subasta, incluyendo requisitos de calidad y criterios para evaluar las ofertas p D - - -

**E 3.-** Evaluación de las propuestas en lo que respecta a garantía de calidad (aplicación del Manual de calidad del constructor) P d - - -

**E 4.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos P d - - -

#### **PUNTO DE PARTIDA PARA LA EJECUCION**

##### **Fase F.- Ejecución**

**F a.-** Lista de autoridades a consultar p D C - -

**F b.-** Documentación de responsabilidades, deberes y flujo de la información, con especial atención a las interfases (aplicación del Manual de calidad) - D c m -

# Vademecum

Para Profesionales y Empresas  
de la Industria de la Construcción

Adquiera su ejemplar por los teléfonos 401-2209/ 408-2110  
por Fax: al 402-8991  
por celular en el 094-427681

[www.elconstructor.com.uy](http://www.elconstructor.com.uy)

**APROVECHE ESTA OPORTUNIDAD UNICA**

# MEMORIAS

UN APOORTE A LA CONSTRUCCION DEL FUTURO

**DOS MIL PÁGINAS  
CON TODOS LOS  
TRABAJOS PRESENTADOS  
AL CONGRESO**



**V CONGRESO INTERNACIONAL DE PATOLOGIA DE LAS CONSTRUCCIONES Y CONTROL DE CALIDAD**

**CIB W86 PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
CIB TG40 ASENTAMIENTOS INFORMALES**

**LIQUIDACION DE STOCK**

**LOS 3 TOMOS**

**POR SOLO**

**US\$ 69.00**

**ADQUIERALOS EN Cp67 LIBRERIAS CONSTITUYENTE 2038**

**EN EL HALL DE LA FAC. DE ARQUITECTURA O POR LOS TELEFONOS 401-9284 - 409-2709**

**F c.-** Consideración del nivel de cualificación de los participantes p D C m -

**F d.-** Consideración de los parámetros que influyen en la ejecución fiable de una tarea - d C m -

**F e.-** Establecimiento de reuniones de coordinación p D C m -

**F 1.-** Revisión general del proyecto - C m -

**D 2.-** Comprobación de que el proyecto no introduce dificultades añadidas a la ejecución - d C m -

**F 3.-** Definición de los requisitos de calidad de materiales no especificados en el proyecto - - C m -

**F 4.-** Revisión de los datos del proyecto relativos al terreno de cimentación - d C - -

**F 5.-** Preparación de procedimientos especiales si resultan necesarios - - C - -

**F 6.-** Definición de las tareas que se subcontratarán - - C - -

**F 7.-** Descripción de los requisitos de garantía de calidad para suministradores y subcontratistas - - C - -

**F 8.-** Identificación de procesos especiales - d C - -

**F 9.-** Identificación de trabajos que requieren un largo período de preparación - - C - -

**F 10.-** Identificación de los riesgos implicados en el proceso de ejecución - d C - -

**F 11.-** Preparación de medidas para responder a los riesgos - d C - -

**F 12.-** Documentación de todos los materiales y componentes sin olvidar su trazabilidad - d C - -

**F 13.-** Preparación de un plan de control para la ejecución - d C m -

**F 14.-** Vigilancia de los riesgos durante la ejecución - d C - -

**F 15.-** Preparación de un lote de planos "as-built" - D c - -

**F 16.-** Documentación de los resultados de control - D c - -

**F 17.-** Documentación de cualquier modificación - D c - -

**F 18.-** Preparación de un Manual de uso preciso y detallado - D c m u

**F 19.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos - D c m -

## **PUNTO DE PARTIDA PARA LA ENTREGA**

### **Fase G.- Entrega**

**G a.-** Garantía y licencias P d - - u

**G b.-** Organización de los servicios P d - - u

**G c.-** Contaración de los servicios P - - - u

**G d.-** Formación del personal de los servicios P - - - u

**G 1.-** Comprobación de la calidad del edificio P d c m u

**G 2.-** Revisión de la documentación P d c m u

**G 3.-** Acciones correctoras P d c m u

**G 4.-** Aprobación definitiva P d c m u

**G 5.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos P - - - u

**G 6.-** Consideración de si es necesario contratar un acondicionamiento P d - - u

## **PUNTO DE PARTIDA PARA EL USO**

### **Fase H.- Uso**

**H a.-** Supervisión del personal de servicio P - - - u

**H b.-** Contrato entre usuario y propietario P - - - U

**H 1.-** Comprobación de que el Manual de uso y el resto de la documentación se encuentran debidamente guardados en el archivo p - - - U

**H 2.-** Aplicación del Manual de uso p - - - U

**H 3.-** Documentación de cualquier cambio o modificación en el edificio P - - - u

**H 4.-** Mantenimiento P - - - u

**H 5.-** Inspecciones periódicas del edificio y de los riesgos P - - - u

**H 6.-** Comprobación final de la documentación y archivo de todos los documentos P - - - U

## **2.3. Comentarios a las medidas y ejemplos**

*(Para leer junto con el apartado 2.2.)*

### **Fase A.- Identificación de necesidades**

**A a.-** El tiempo demostrará si la decisión de construir (ver A 2) fue acertada o no. Es importante observar que en construcción, cuanto más aguas arriba del proceso se adopta una decisión equivocada, más graves son las consecuencias negativas de la misma. La responsabilidad debe quedar claramente establecida.

**A 1.-** A veces se emprende un proyecto de construcción para remediar necesidades antiguas que yan no existen.

**A 2.-** Es menester estudiar soluciones distintas a la de cons-

truir (por ejemplo, un ferry en vez de un puente; un servicio de autobús en vez de una escuela; un conjunto de ambulatorios en vez de un gran hospital; etc)

**A 3.-** En este punto conviene poner en duda la construcción mediante un conjunto de preguntas "tontas". Por ejemplo, en el caso de un puente:

- *¿Qué sucede si el tráfico en evoluciona del modo previsto?  
¿Podría utilizarse el puente para otra cosa?*

- *¿ Cuánto cuesta demoler el puente?*

- *¿ Cómo puede evitarse que los candidatos al suicidio se sientan atraídos por el puente?*

Si después de contestar a estas preguntas el puente continúa siendo la mejor solución, puede procederse a su diseño.

**A 4.-** Por ejemplo: servicios, tipos de estacáculos y exhibicio-

nes, etc. que deberá poder albergar un nuevo pabellón de exposiciones.

**A 5.-** A veces, el propietario no sabe exactamente lo que quiere o está equivocado respecto a lo que realmente necesita. otras veces, las exigencias del propietario están en contra de las leyes de la física.

Poner en claro cuáles son los auténticos requisitos del propietario es una de las primeras obligaciones del proyectista.

**A 6.-** Por ejemplo: sistema de comunicaciones interiores necesarias; procesos industriales que se efectuarán en una fábrica; etc.

**A 7.-** Ver apartado 4.2. (documentación y archivo de documentos).

#### **Fase B.- Planeamiento**

**B a.-** En casos sencillos el propietario (o el proyectista) actúa como Gestor del Proyecto.

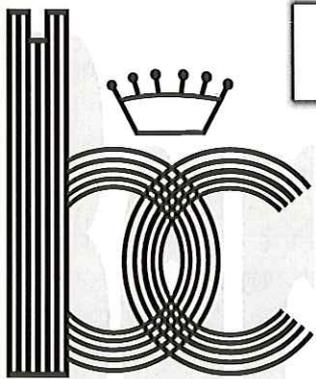
**B b.-** Cuando se olvida este aspecto suelen producirse retrasos u otros problemas mayores en el proceso.

**B c.-** Ver capítulo 3 y apartado 5.4.

**B 0.-** Cada participante debe comprobar que en la fase anterior se tomaron las medidas adecuadas de garantía de calidad o, al menos, aquellas que pueden afectar más directamente a sus obligaciones y responsabilidades.

**B 1.-** Por ejemplo: tantos metros cuadrados de aparcamiento; tal altura mínima en un túnel; etc.

**B 2.-** Por ejemplo: tal gálibo mínimo bajo un puente para permitir la navegación; dar salida a las aguas en caso de fuertes lluvias a través de los terraplenes de una autopista, para impedir inundaciones en la vecindad; tanta distancia mínima con respecto a edificios existentes, para no perturbar a sus usuarios (pérdida de soleamiento o de vistas, ruidos, etc.)



# Barraca Central

**Ventas con respaldo**

**COMO SIEMPRE:**

**\*EL MEJOR PRECIO  
\*EL MEJOR SERVICIO  
DE ENTREGA**

**\*TODO EL ASESORAMIENTO  
TECNICO QUE  
NECESITE.**

**\* Visite el Show-Room para elegir su mejor baño y cocina.  
\* Ladrillos de vidrio de cristal importado de Italia.**

**\* Aberturas y cerámicas importadas.  
\* Precios especiales por mayor**

**HAGALO FACIL T. 486-0000 - FAX: 487-1858**

**Avda. Centenario 2971.  
casi Jaime Cibils**

**B 3.-** A veces se escoge el lugar (un puente sobre un río) y a veces viene impuesto. La selección del lugar puede estar condicionada por algunas limitaciones (ver medidas B4 a B10).

**B 4.** Ver apartado 4.a.

B 5.- Estas limitaciones pueden estar afectadas también por el clima y otros factores.

**B 6.-** Por ejemplo, ordenanzas municipales.

**B 7.-** La nueva construcción puede poner en riesgo bienes culturales o ecológicos. Un ejemplo es la Torre de Valencia en Madrid: hasta que su construcción no estuvo en fase avanzada nadie se dio cuenta de que estropeaba la bella vista desde Cibeles de la puerta de Alcalá.

**B 8.-** Ejemplo: Se construyó una parte de autopista y no pudo terminarse el resto debido a la oposición de la población.

**B 9.-** Las limitaciones políticas incluyen muchos aspectos, algunos relativos a la fase de ejecución (por ejemplo, inauguración prematura a fecha fija) y otros a la de proyecto (por ejemplo, aspectos estratégicos o de seguridad, vulnerabilidad, etc).

**B 10.-** Además de las limitaciones del terreno con respecto a cimentaciones, las limitaciones del suelo y del lugar incluyen aspectos como los linderos, la accesibilidad, iluminación, suministro de energía, etc.

**B 11.-** Ver apartado 4.2. (documentación y archivo de documentos).

### **Fase C.- Anteproyecto**

**C a.-** Al contratar al proyectista deben quedar claramente establecidas las condiciones de precio, plazo y nivel de los estudios, para que no surjan, como tantas veces sucede, problemas del tipo:

- reclamaciones del propietario por un proyecto menos completo de lo que esperaba:

- reclamaciones del proyectista por exigírsele un trabajo superior a lo que esperaba;

- reclamaciones del constructor por retrasos en la entrega de planos o en dar respuesta a cuestiones planteadas por él al proyectista; etc.

El propietario debe informar al proyectista acerca de los documentos que espera recibir de él (por ejemplo, cálculos detalladamente explicados) aparte de los normales (planos y especificaciones). Si se piden los cálculos, el proyectista se verá forzado probablemente a trabajar con más cuidado y podrán evitarse errores o encarecimientos.

**C b.-** Ver B b.

**C c.-** Ver capítulo 3 y apartado 5.4.

**C 0.-** Ver B.0.

**C 2.-** Desde un punto de vista técnico, la posibilidad de que sea necesario demoler la construcción en un futuro debe ser

tenida en cuenta. Esto es particularmente importante en estructuras pretensadas.

Desde un punto de vista estético, cada solución técnica debe ser ampliamente discutida, asesorándose de expertos.

**C 3.-** En casos sencillos es suficiente, para esta identificación de riesgo, con emplear la normativa existente y combinarla con los conocimientos y experiencias propios. En casos complejos, es imprescindible utilizar un procedimiento sistemático (ver apartado 5.3)

**Ejemplo 1:** El tejado de una iglesia experimentó daños y no estaba impermeabilizado. El material de aislamiento resultó empapado de agua de lluvia. La pesada carga resultante ocasionó el colapso de la cubierta, soportada por cerchas de madera.

**Ejemplo 2:** Un radiador se fisuró por efectos de la helada. El agua del radiador ocasionó un cortocircuito que, a su vez, provocó un incendio.

**Ejemplo 3:** Un silo colapsó a causa de un cambio de características del material en él almacenado (era el mismo material pero cambiaron algunos de sus parámetros por alteración de las condiciones ambientales).

**C 4.-** Ejemplo: El techo de hormigón armado de una piscina colgaba de la estructura portante. Tras 16 años de servicio el techo se hundió por no haberse previsto una protección contra la corrosión de los tirantes de suspensión.

**C 5.-** El documento debe contener información sobre:

- daños posibles
- probabilidad de fallo
- quién responderá de los daños
- supervisión del riesgo
- procedimiento de actuación en caso de fallo
- reparación de los daños

**Ejemplo:** La cubierta de un palacio de hielo colapsó sin preaviso porque la nieve realmente actuante sobre la cubierta era el doble de lo previsto en la normativa, causando varias víctimas. Con un documento de riesgos aceptados el daño pudo haberse

evitado o reducido.

**C 6.-** Se entiende aquí por costes totales la suma del coste de primer establecimiento más el coste de uso, en un período de referencia dado. El coste de uso, a su vez, es la suma de:

- coste del mantenimiento (incluyendo inspecciones)
- coste de reparaciones en caso de daño
- coste de consumo de energía
- coste de la administración
- coste operacional (seguridad, limpieza, etc)

**C 7.-** Por ejemplo: contami-

naciones o daños en al red de saneamiento y depuración de aguas a causa de los vertidos de una nueva fábrica.

**C 8.-** Ejemplo: Por no haberse previsto la accesibilidad con fines de inspección a los apoyos de un puente, cuando éstos resultaron destruidos al cabo de 15 años el puente sufrió daños muy importantes.

**C 9.-** Las medidas C 3 a C 8 se refiere a cada una de las soluciones técnicas en estudio ( ver C2). Ahora es el momento de seleccionar una de ellas.

**C 10.-** Se trata de los perm-

El producto  
más importante  
de nuestra  
empresa  
es la solidez



COMPANIA ORIENTAL  
de MINERALES S.A.



**COMPANIA ORIENTAL  
de MINERALES S.A.**

TEL.: 309-3400 FAX 309-6501  
URUGUAYANA 3727  
MONTEVIDEO - URUGUAY  
PLANTA INDUSTRIAL  
CALERA DEL LAGO RUTA 9 KMT. 119  
PAN DE AZUCAR - TELEFAX: (042) 68 123

sos legales necesarios para comenzar la construcción.

**C 11.-** Ver apartado 4.2 (documentación y archivo de documentos).

#### **Fase D.- Proyecto**

**D a.-** Ver B b.

**D b.-** Ver capítulo 3 y apartado 5.4.

**D c.-** Ver apartado 5.6.

**D e.-** Esta es una de las medidas de garantía de calidad más importantes.

**D 0.-** Ver B 0.

**D 1.-** Ejemplo: El techo de un gimnasio resultó dañado por no haberse considerado los efectos dinámicos de los gimnastas. Los requisitos de aptitud al servicio se refirieron tan sólo a las cargas estáticas.

**D 2.-** En muchos casos puede resultar apropiado considerar un nivel de seguridad mayor del habitual. Así por ejemplo, un terremoto puede ocasionar muchos daños en personas y bienes y es absolutamente necesario que aquellos edificios necesarios para salvar vidas humanas (hospitales, instalaciones de abastecimiento de agua o energía, etc) se comporten adecuadamente y no colapsen.

Otro ejemplo es el impacto de un tren contra un soporte. Si éste pertenece a un edificio de viviendas situado sobre la estación las

consecuencias serán mucho más graves que si se trata de una marquesina de andén.

**D 3.-** El control de datos de proyecto se ilustra en la Monografía "Control de calidad en construcción".

**D 4.-** Las disponibilidades locales de materiales, energía, mano de obra, etc deben tenerse en cuenta en este punto.

**D 6.-** Ejemplo: Un acero inoxidable resultó corroído debido a un ataque químico, lo que causó el hundimiento de una cubierta. Este fallo muestra que es necesario definir las condiciones de uso del acero inoxidable.

**D 9.-** Ejemplo: Los tirantes de una cubierta en voladizo se anclaban en una fábrica de ladrillo. Las barras y los pernos de anclaje estaban calculados correctamente pero en la fábrica no se consideró este efecto (por mala ordenación de cálculos) por lo que los anclajes se desprendieron y el voladizo colapsó.

**D 10.-** Si los planos no son suficientemente detallados el constructor los interpretará del modo que más le convenga (lo más barato), lo que no coincidirá normalmente con lo mejor para la calidad.

**D 12.-** Si estas condiciones aparecen definidas en las normas bastará con hacer referencia a ella. En otro caso, hay que especificarlas en el proyecto. (Por ejemplo, en el caso de España y con respecto al control del hormigón,

debe especificarse la penalización económica aplicable en el caso de que la resistencia estimada sea inferior a la del proyecto pero supere el 90% de su valor).

**D 13.-** Por ejemplo: colocación de barreras para impedir cargas de tráfico; limitaciones de galibo; sistemas de alarma; colocación de carteles de aviso; etc.

**Ejemplo:** Se cambió el uso de una planta de aparcamiento, que pasó a emplearse como almacén de cargas. Como consecuencia de las mayores cargas de forjado se deformó, lo que ocasionó desprendimientos en la planta inferior con el consiguiente daño a los coches aparcados. Gracias a ello se pudo conocer la situación a tiempo de evitar una catástrofe.

**D 14.-** El método de revisión debe ser adecuado al tipo de proyecto.

**D 15.-** En esta fase conviene preparar una primera versión del Manual de uso, cuya versión definitiva se prepara al final de la ejecución de la obra (ver F 18).

Ver apartado 5.5 (lista de chequeo para manuales de uso).

**D 16.-** Estos impresos garantizarán que todos los aspectos de interés queden cubiertos por ensayos de control y que los resultados queden bien documentados.

**D 18.-** Las normas son elaboradas por comisiones que no siempre pueden cubrir todos los aspectos. Es necesario que exista una buena comunicación entre los

profesionales y estas comisiones (retroacción) para mejorarlas.

**D 19.-** Ver apartado 4.2. (documentación y archivo de documentos).

### **Fase E.- Planificación de la ejecución**

**E b.-** De la naturaleza del contrato se deriva que conviene proceder a una evaluación de riesgos financieros. Puntos posibles son:

- actuación en caso de quiebra;
- reservas provisionales para gastos probables;
- cuánto riesgo retiene el comitente;
- quién corre con el riesgo de la depreciación de la moneda, inflación, etc.

**E 1.-** Esta revisión final no es necesaria en casos ordinarios, pero en proyectos especiales debe ser llevada a cabo por un representante del propietario, en contacto con el proyectista.

**E 2.-** En proyectos grandes o especiales debe pedirse a los licitantes que presenten por escrito un esbozo de los métodos constructivos que piensan aplicar, ya que ésta es una información importante para la subasta.

Aspecto particulares a considerar son los daños posibles a propiedades del entorno (excavaciones, explosivos, etc) y los posibles conflictos con la comunidad (ruido, polvo, perturbaciones de tráfico, peligro inducido por las plumas de las grúas, etc).

**E 3.-** Ver capítulo 3.

**E 4.-** Ver apartado 4.2. (documentación y archivo de documentos).

### **Fase F.- Ejecución**

**F a.-** Ver B b.

**F b.-** Ver capítulo 3.

Un aspecto particular a considerar es la necesidad de definir adecuadamente las relaciones entre el director de obra y el director de garantía de calidad. Normalmente, el papel de este último es ayudar al primero en su tarea de que se ejecuten las obras con la calidad adecuada.

**F c.-** A veces, los encargados de garantía de calidad por parte del propietario no conocen suficientemente las técnicas de ingeniería civil.

**F d.-** Ver apartado 5.6 (lista de chequeo para ejecución fiable de una tarea).

**F 1.-** A veces el proyectista entrega los planos al constructor con un gran retraso, lo que impide a éste preparar adecuadamente los trabajos y ocasiona demoras y sobrecostos. En tales casos se debe documentar la situación en beneficio de la claridad y de la futura asignación de responsabilidades.

**F 2.-** La causa más corriente de dificultades añadidas es una congestión de armaduras en los nudos y apoyos. En estas zonas deberían emplearse mayores to-

lerancias. En general, las tolerancias de proyecto deberían ser mayores de las normalmente empleadas.

Algunos accidentes se deben a la pequeñez de las tolerancias en las zonas de apoyo. Por ejemplo, vigas de cubierta que apoyan en bordes de tan sólo 50mm han fallado a causa de movimientos del muro y deterioro del hormigón.

**F 5.-** En casos simples los procedimientos pueden cubrirse por referencia a la normativa (por ejemplo, procedimiento para hormigonado en tiempo caluroso, para desencofrado y descimbramiento, etc) pero en general cada constructor tendrá sus propios procedimientos, definiendo con detalle la forma de proceder en cada operación.

**F 8.-** No sólo los procesos especiales sino también los ordinarios que requieran un cuidado especial deben ser identificados. Por ejemplo, el hormigonado de zonas de difícil acceso o donde hay una gran densidad de armaduras.

**F 10.-** hay tres clases de riesgos: para la estructura, para la propiedad adyacente y para los trabajadores. Deben tenerse en cuenta los tres.

**F 11.-** Una de las medias consiste en preparar un Plan de seguridad en el trabajo para la obra en cuestión.

**F 12.-** Un error relativamente frecuente es el de especificar un material por referencia a un catálogo y resultar luego que este

material ya no se fabrica.

**F 14.-** Ejemplo: El andamiaje del encofrado de un elemento de hormigón se apoyó erróneamente sobre un techo que no estaba calculado para esa carga adicional y que, naturalmente colapsó.

**F 15.-** Deben incluirse, por lo menos, los siguientes:

- todas las conducciones de agua
- todos los conductos de acondicionamiento de aire
- las conducciones eléctricas
- los planos de estructura

**F 17.-** Ejemplo: Según los planos disponibles, un forjado había sido resuelto con una losa convencional de hormigón armado. Pero, tras la aparición de un daño, resultó ser de hormigón pretensado y faltaba todo tipo de documentación que era necesaria para evaluación de riesgos.

**F 18.-** Ejemplo: Un trabajador quitó la nieve del tejado de un aparcamiento arrojándola al tejado del aparcamiento vecino. Esta sobrecarga de nieve ocasionó deformaciones y fisuración en la estructura de cubierta de ese edificio.

En este caso, el Manual de uso no especificaba la forma de quitar la nieve del tejado.

Ver apartado 5.5 (lista de chequeo para manuales de uso).

**F 19.-** Ver apartado 4.2 (documentación y archivo de documentos).

## **Fase G.- Entrega**

**G a.-** Las licencias aluden a todos los documentos legales necesarios para la puesta en uso del edificio; por ejemplo, la cédula de habitabilidad.

**G 1.-** Por ejemplo: pruebas de carga; ensayos de recepción; comparación con los requisitos de proyecto; etc.

**G 2.-** La documentación incluye los planos finales de obra ("as-built"), el manual de uso y el historial de calidad (resultados de control).

**G 5.-** Ver apartado 4.2 (documentación y archivo de documentos).

**G 6.-** El acondicionamiento es el proceso de dejar listo para funcionamiento un edificio de relativa importancia (un hospital, una planta petroquímica). El programa de acondicionamiento debe cubrir todo lo que hay que hacer, cuándo y por quién, para asegurar una demora mínima entre el día en que se entrega la obra y el día en que todo puede funcionar como se desea.

Las cuatro áreas principales del acondicionamiento son:

- equipamiento
- contratación del equipo humano de servicios
- preparación de la política operacional
- preparación de un programa de mantenimiento preventivo.

## **Fase H.- Uso**

**H 1.-** Ver apartado 5.5 (lista de chequeo para manuales de uso) y 4.2 (documentación y archivo de documentos).

**H 2.-** Ejemplo 1: Un silo colapsó porque el usuario cambió el material de almacenamiento.

Ejemplo 2: En un forjado sin vigas se practicó una abertura junto a un soporte sin informar al proyectista. Esta abertura provocó el colapso del forjado por punzamiento.

**H 3.-** Ejemplo: En un edificio comercial se efectuaron modificaciones estructurales sin documentarlas adecuadamente en los planos. Años más tarde hubo un incendio en el edificio. Los bomberos montaron su estrategia de lucha contra el fuego en base a los planos existentes y no pudieron prever lo que sucedió al poco tiempo: acaeció un colapso parcial y perecieron diez hombres.

**H 6.-** Ver apartado 4.2 (documentación y archivo de documentos).

**Próximo número: 3era. parte, Manuales de Calidad.**

# Curiosa acción destructiva en ladrillos comunes, de tipo de campaña, por cierta especie de hormigas.

Profesor Arq. Celso O. Pizzi, Arq. Martha B. Guevara (†)

Colaboradores: Dra. En biología, entomóloga Liliana Buffa

Silvana Pizzi, Sebastián Saurit, Moira Battán

CEPCO CONSULTORA S.R.L. - Córdoba - Argentina

**Resumen:** Se ha estudiado la causa por la que cierta especie de hormiga de tipo doméstico / rural ha producido visibles y profundas huellas de erosión en los ladrillos de muros exteriores a la vista, llegando inclusive en algunos casos, a dejar sus marcas en las juntas de mortero cementicio.- El trabajo comprende un estudio entomológico de la especie, las causas del ataque y la forma de evitarlo.- En el caso que se ha estudiado, el daño afectó a un pequeño agrupamiento de doce viviendas, en todos sus paramentos exteriores.-

## 1 - INTRODUCCIÓN CON UBICACIÓN AMBIENTAL

El fenómeno fue detectado en un barrio de pequeñas viviendas, construidas simultáneamente en una zona urbano-rural del norte de la provincia de Córdoba (Argentina), en una población vitivinícola y frutihortícola por excelencia.-

Estas construcciones datan de mediados a finales de 1997, de costo muy bajo, de ma-

nufactura mediocre, con otros problemas más graves que el que aquí desarrollamos, salvo que este es bastante más singular e infrecuente..

Hemos intercambiado información con algunos profesionales de la población y aledaños que han manifestado sobre la periódica aparición de este fenómeno en casas con ladrillo a la vista de esta zona.-

## 2 - CONSIDERACIONES GENERALES

Como se aprecia en las fotografías que acompañan este texto, el fenómeno de degradación de los ladrillos a la vista dejó una huella sistemática en casi todos los muros exteriores.- En algunos (figuras 1, 2 y 3) la erosión es bastante pronunciada, generando especie de ensanches o expansiones de estos caminos lineales.-

La trayectoria fija y persistente, aunque errática de los caminos, que como se ve en las fotografías 4 a 9, también afecta la junta de mortero cementicio, (este último con menor intensi-

dad), que forma una trama a lo largo y ancho de todos los paños, nos fue llevando a descartar las causas, hasta que quedó como candidata única una colonia enorme de hormigas podadoras, con abundantes hormigueros en los patios de tierra y gramilla de estas casas, y de las cuales capturamos algunos ejemplares para su estudio.-

Del análisis de estos ejemplares surge que se trata de hormigas del grupo de las llamadas vulgarmente "cortadoras de hojas".- Taxonómicamente pertenecen a la familia de Formicidae, subfamilia Myrmicinae, género *Acromyrmex*.- Este género se caracteriza porque sus integrantes (obreras) salen en busca de vegetales a los cuales cortan y transportan en pequeños trocitos hasta el hormiguero, para su posterior acondicionamiento y utilización como sustrato para el cultivo de hongos de los cuales se alimentan.- ( figuras 10, 11 y 12)

En esa búsqueda de material vegetal, las hormigas pueden recorrer grandes distancias desde el hormiguero y, a través de las glán-

dulas especiales liberan sustancias volátiles denominadas feromonas de orientación, marcadoras del camino que conduce a los vegetales que son cortados.- Estas sendas se cruzan y ramifican tomando un aspecto general arborescente, para formar verdaderas vías de comunicación a través de los cuales gran número de hormigas viajan fácilmente hacia o desde las áreas de forrajeo hasta el hormiguero.- Por lo tanto estas sendas son muy persistentes en el tiempo y, en áreas naturales impiden el desarrollo de hierbas que podrían dificultar el tránsito de las hormigas.-

### 3 – TEORIAS SOBRE LAS CAUSAS DEL DETERIORO

Tres son las causas probables de la acción destructiva:

#### 3 - 1

La propia acción química de las feromonas de orientación, cuyo PH es bajo y estaría

haciendo una acción lixivante sobre la estructura de la cerámica y la matriz del mortero, aunque esto en menor medida.- Esta sustancia es volátil, por lo que esta teoría no se sustenta demasiado.-

#### 3 - 2

La secreción de ácido fórmico de manera persistente durante la labor de transporte de forraje, sustancia natural de estos insectos, el que es conocido en la industria química, fabricado artificialmente, como descalcador o reductor de cal en los procesos de curtido de cueros.- Esta propiedad descalcadora podría estar gene-

rando también un efecto de lixiviación, tanto en la matriz de cemento, como en los clastos de carbonato de calcio presentes en el suelo limoso o limo-arenoso con que se amasó el barro que dio origen a los ladrillos.- Téngase en cuenta que tanto las obreras como los soldados de estas colonias, derraman a su paso, a manera de marcación territorial, constantemente una gota de ácido fórmico, no volátil que tras miles de pasadas, va formando una impregnación muy persistente.-

#### 3 - 3:

La otra teoría, es que estos ladrillos, de mala calidad, de cocción heterogénea y con temperaturas más bien bajas, pueden haber quedado sustancias orgánicas o residuos de cocción de estas sustancias orgánicas, que pueden resultar de interés forrajero para las hormigas, quienes aprovechan el tránsito para levantar estos residuos. Podría esta ser una causa concurrente.-

Hasta ahora, solo hemos efectuado una observación macroscópica de los ladrillos colocados, restando como segunda etapa del estudio, una descomposición microscópica de algunas muestras que serán extraídas "in situ".- también se planea atacar las muestras con ácido fórmico artificial, diluido en diferentes concentraciones, para analizar la posibilidad de la acción deletérea de esta sustancia sobre la matriz estructural de estos materiales.-

### 4 – SOLUCIONES POSIBLES

Obviamente que una de las soluciones más directa, es la de mantener a raya a las hormigas, combatiéndolas en el hormiguero y en el peridomicilio, mediante hormiguicidas eficaces e inoocuos para la salud humana.- Esto en este caso de "ya sucedió".- En los paramentos exteriores de estos muros de ladrillo a la vista, solo queda aplicar un biocida de amplio poder residual y baja contaminación, aplicando luego una impregnación con metil silconato de potasio en función de hidrofugante, para impedir la eliminación del biocida por meteorización.- Hemos usado con bastante éxito en casos de invasión fitoparásita, lo que al caso es lo mismo como efecto final, una solución hidroalcohólica de amonio cuaternario, con un poder residual estimado de entre diez y doce años. Este producto es levemente tóxico durante su aplicación, riesgo que desaparece al evaporarse el vehículo.-

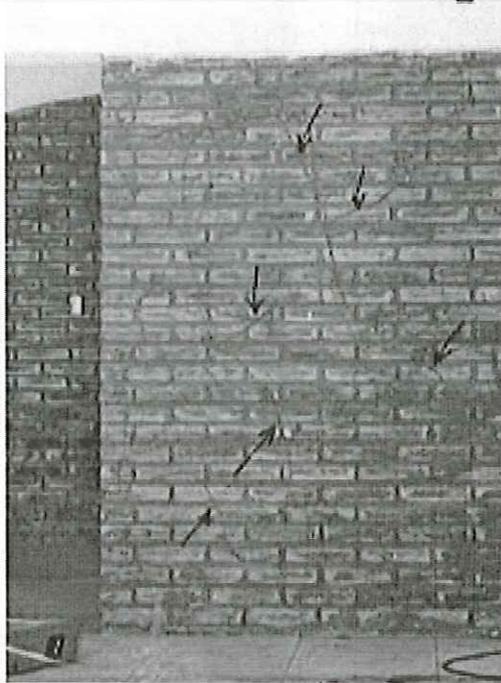


Figura 1

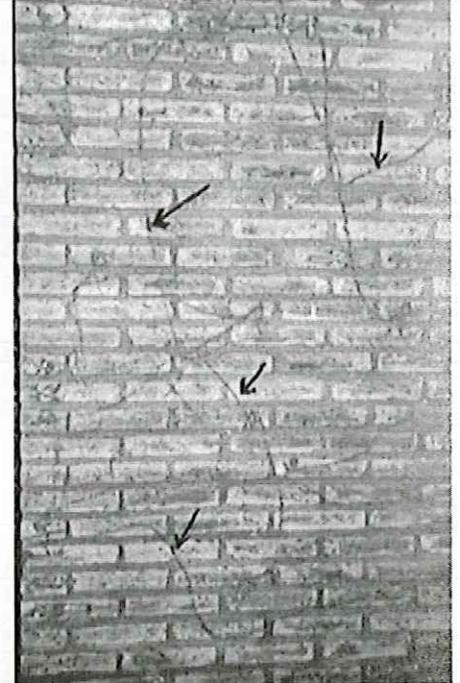


Figura 2

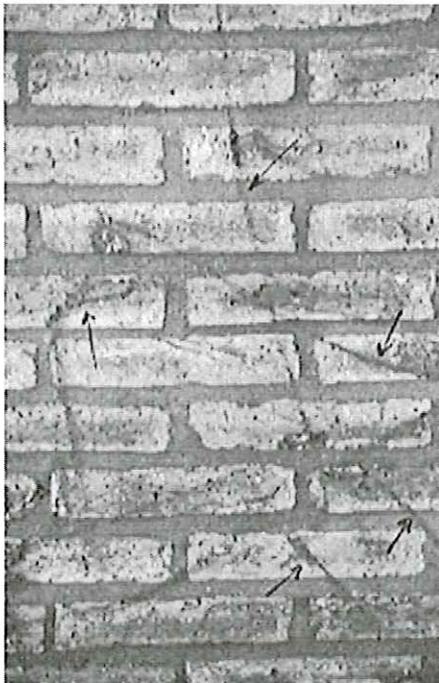


Figura 3

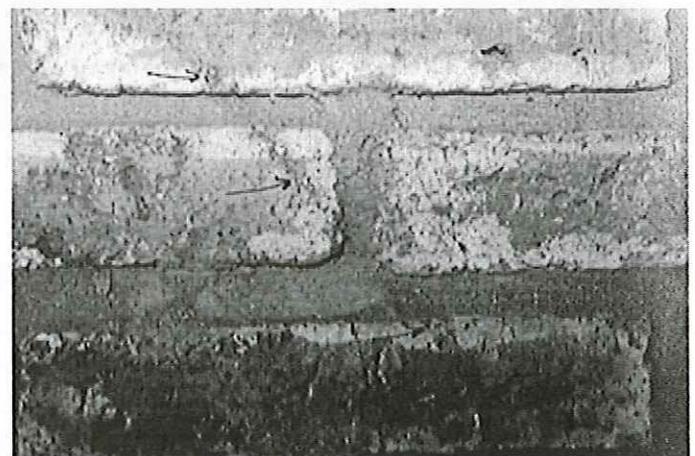


Figura 4

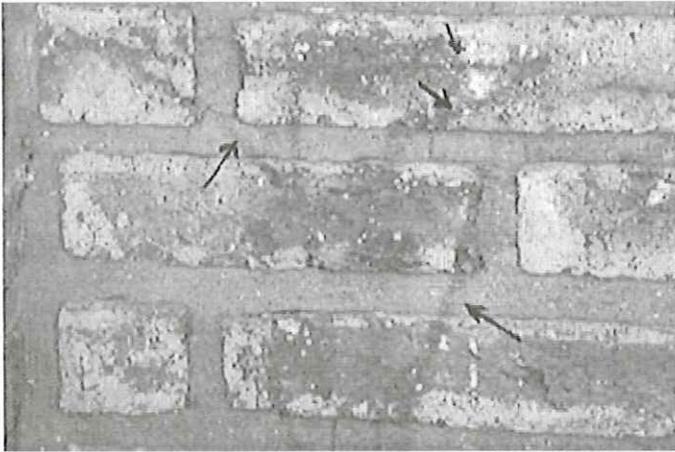


Figura 5

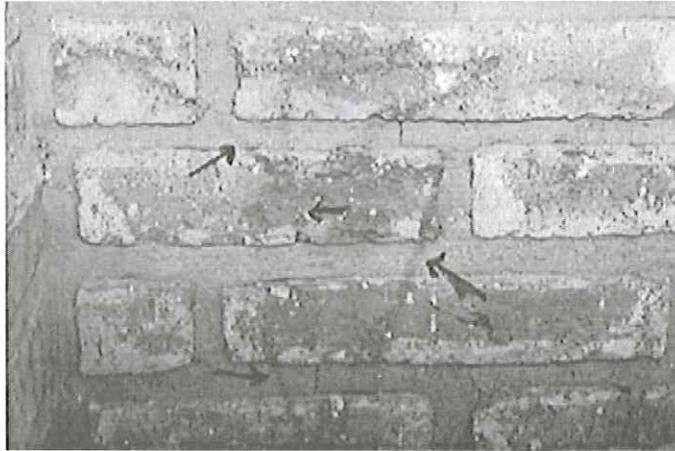


Figura 6



Figura 7

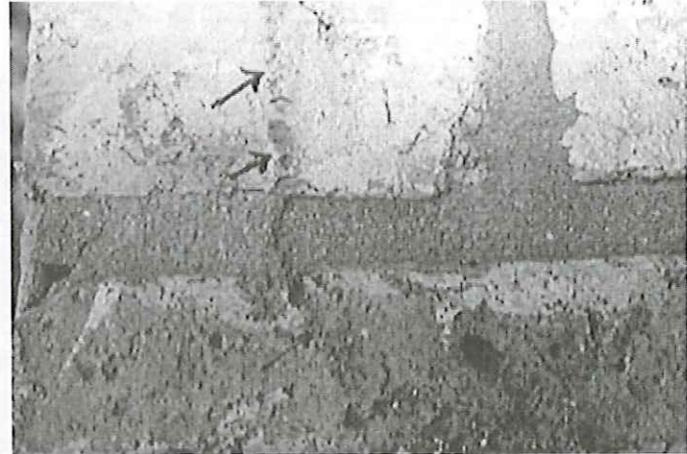


Figura 8



Figura 9

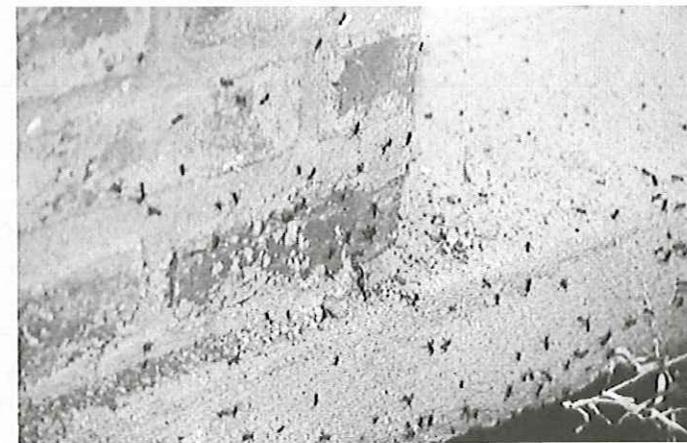


Figura 10

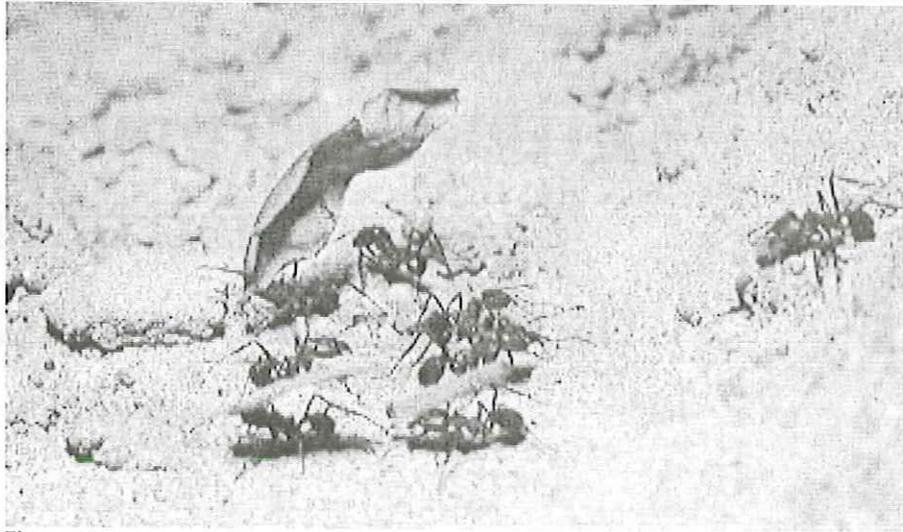


Figura 11

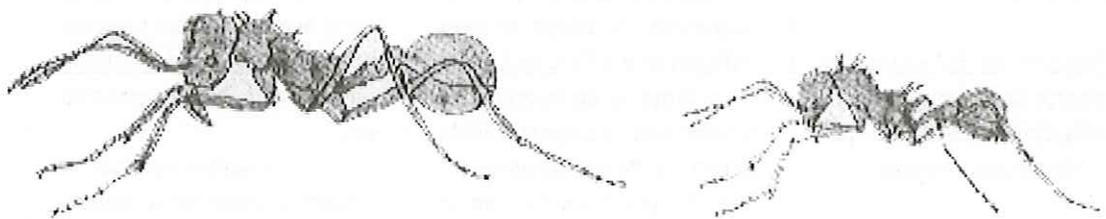


Figura 12

INFORMACIÓN ON-LINE PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

**edificar.net**  
PORTAL DE LA CONSTRUCCION DEL URUGUAY

SUSCRÍBASE GRATIS

[www.edificar.net](http://www.edificar.net)

edificar €

# Primera recomendación para la construcción en mampostería estructural en el Uruguay

Gerardo Rodríguez, Héctor Ramella, Carlos Colacce, Federico de Medina y Arturo Navarro

Instituto de Estructuras y Transporte de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Trabajo presentado en Conpat 99' realizado en Montevideo, Uruguay en Octubre de 1999.

Durante cinco años, un grupo de docentes del Instituto de Estructuras y Transporte de la Facultad de Ingeniería (y con colaboraciones puntuales de otros Institutos de esa Facultad) ejecutó un Proyecto de Investigación denominado "Comportamiento Estructural de la Mampostería". Este Proyecto contó con el financiamiento del Conicyt, de la CSIC, de la Cámara de Fabricantes de Cerámica Roja y de la Cámara de la Construcción.

El trabajo que se presenta tiene por objetivo comentar brevemente los aspectos técnicos en la ejecución del Proyecto y presentar las "Recomendaciones para la Construcción en Mampostería en el Uruguay- Mampostería simple, primera versión".

## 1. INTRODUCCIÓN.

Desde setiembre de 1993 hasta julio de 1998 se desarrolló en el ámbito del Instituto de Estructuras y Transporte de la facultad de Ingeniería (I.E.T) el proyecto de investigación denomi-

nado "Comportamiento Estructural de la Mampostería". El mismo fue ejecutado por el equipo de docentes del I.E.T que figuran como autores de esta presentación y con la necesaria participación de técnicos y administrativos.

Durante la ejecución del proyecto se contó con la colaboración del Instituto de Química y del Instituto de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería.

Para comprender mejor los objetivos del proyecto vale transcribir algunas frases incluidas en las solicitudes de financiamiento realizados en el año 1992:

"En el Uruguay no existe un conocimiento difundido sobre el comportamiento estructural de la mampostería en la construcción. Esto hace que su utilización sea limitada y con criterios pragmáticos aún, cuando ésta lograría un importante abaratamiento, en especial, para la construcción de viviendas.

El caso es que la utili-

zación de estructuras en mampostería implica un cabal conocimiento de los materiales y particularidades constructivas propias de cada país lo cual justifica plenamente la realización del presente proyecto de investigación.

Por lo tanto se visualiza la necesidad de contar con una normativa nacional al respecto que contemple las realidades del medio en la materia (tipos de mampuestos, mano de obra, morteros de juntas, etc.)

Para lograr esa normativa se plantea la presente investigación que contará con un vasto programa de análisis teórico-experimental".

### Con objetivos científicos específicos como:

- caracterización de la composición de los elementos de mampostería que se fabrican en el medio por la industria formal.
- resistencias mecánicas de esos elementos.
- resistencias mecánicas y características estructurales del con-

junto de mampuestos-juntas de mortero, discriminando las diversas solicitudes y tipos de elementos desde el punto de vista estructural.

se planteó el objetivo general de generar el conocimiento para lograr una utilización nacional y normalizada de la técnica de la mampostería estructural en el Uruguay tendiente a abaratar cierto tipo de construcciones (en especial las destinadas a viviendas) sin recurrir a procedimientos que reduzcan la calidad de la misma.

El financiamiento obtenido alcanzó una cifra próxima a los U\$S 130 000 (sin incluir el propio aporte de la facultad de Ingeniería) aportado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República, el Consejo Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología, la Cámara de Fabricantes de Cerámica Roja y la Cámara de la Construcción. Como se podrá apreciar, resulta interesante la directa colaboración del sector productivo.

## **2. METODOLOGÍA APLICADA Y TAREAS REALIZADAS.**

La metodología aplicada en la ejecución del proyecto fue la propia de un estudio teórico-experimental. Básicamente se relevaron los mampuestos fabricados en el medio; se estudiaron sus características; se realizaron ensayos de carga de los mampuestos aislados y del conjunto mampuesto-mortero aplicando distin-

tos tipos de solicitudes y estos resultados fueron analizados y comparados con los obtenidos en otros lugares del mundo. Paralelamente se realizó una recopilación y estudio de la bibliografía existente.

El objeto del estudio fueron los mampuestos fabricados por la industria formal. En primera instancia las tareas se enfocaron al estudio del tradicional ladrillo macizo de cerámica rojo y posteriormente se incluyó el mampuesto con huecos o ticholo.

Especialmente delicado, fue definir que tipo de ensayo realizar. Definiendo la probeta y la solicitud de carga a aplicar. En este aspecto primó la realización de ensayos que dieran el conocimiento sobre el comportamiento de la mampostería nacional como material; obteniéndose importantes resultados sobre su resistencia a compresión, tracción y corte. Solo como comprobación se realizaron algunos ensayos sobre piezas estructurales; en especial sobre muros de 2,5 mts. de altura, obteniéndose resultados que avalan el camino adoptado al aplicar los criterios establecidos en la bibliografía especializada o en la normativa extranjera. El concepto es claro: el comportamiento de una estructura es universal; lo que es local, propio de nuestro ámbito y objeto del estudio son las propiedades básicas de nuestros materiales, la mano de obra las condiciones locales de la construcción en mampostería.

También es del caso comentar aquí los ensayos específicos que durante la marcha hubo que incorporar y que no estaban originalmente previstos. Un ejemplo son los ensayos para determinar el índice de velocidad de absorción inicial de agua de los mampuestos (I.R.A.), parámetro fundamental en la adherencia mortero-mampuesto.

### **Las tareas realizadas se resumen en :**

En primera instancia se realizó un relevamiento de la producción nacional de mampuestos de cerámica roja. Esta tarea abarcó al 70% de las fábricas nucleadas en la Cámara de Fabricantes de Cerámica Roja que, además, representó al 100% de las fábricas en Montevideo

Luego se procedió a la caracterización de las propiedades físico-químicas de los mampuestos (ladrillos, rejillas y ticholos) que cumplen con las propiedades geométricas que les permiten ser utilizados como elementos estructurales

Con el asesoramiento de especialistas internacionales en el tema y en base a la recopilación y estudio de la bibliografía y de las distintas normas extranjeras, se comenzó con los ensayos de carga a fin de determinar las principales propiedades de los mampuestos y del conjunto mampuesto-mortero para su uso estructural.

Se determinó qué parámetros

variar y cuales dejar fijos dentro de un tema que, por sus numerosas variables, es realmente complejo. Esta actividad, sin duda, es la que demandó más tiempo e implicó innumerables adaptaciones y coordinaciones en aspectos como suministro de materiales, contratación de la mano de obra para realizar las probetas, control de los parámetros durante la construcción de las mismas, planificación de los ensayos, elección de las normativas a seguir, discusión y análisis de los resultados y, en base a ello, elección de los sucesivos ensayos a realizar. También implicó la fabricación, compra y adaptación de distintos elementos para aplicar las cargas deseadas aún teniendo en cuenta el importante uso que se hizo de los equipos ya disponibles en la Facultad de Ingeniería. Se realizaron 941 ensayos, obteniéndose la información básica para el resultado final de este Proyecto.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS.

Con el avance del proyecto se fueron obteniendo resultados que ameritaron la preparación y publicación de trabajos que fueron presentados en distintos Congresos internacionales.

Como principal resultado del Proyecto, se ha publicado la "Recomendación para la Construcción en Mampostería Estructural en Uruguay". A este importante documento se le está dando amplia difusión, se están distribuyendo 300 ejemplares a profesionales, empresas y entidades seleccionados. De esta forma se somete la Recomendación a la discusión pública y se difunden los resultados científicos obtenidos pero, lo que es más importante, se crean por primera vez, las condiciones en nuestro país para que se aplique la técnica de la mampostería estructural en construcciones.

El análisis teórico-experimental realizado a través de los ensayos realizados, permitió incorporar a la recomendación, aspectos vinculados al uso de ciertas prácticas para la ejecución de construcciones en mampostería y su control de calidad, así como, caracterizar la mampostería en su conjunto y los componentes que la integran. En particular destacamos los siguientes aspectos:

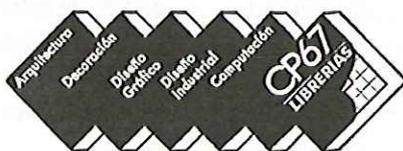
- Resistencia característica de los mampuestos (macizos y huecos)
- Velocidad de succión de los mampuestos (IRA)
- Resistencia característica de los morteros
- Fluidez de los morteros
- Resistencia característica de la mampostería en su conjunto (compresión, corte, flexión).

Se cuenta con los recursos humanos y materiales para continuar con esta línea de investigación. Son muchos los aspectos en que se puede continuar en el tema.

# APROVECHE ESTA OPORTUNIDAD

Los tres tomos de CONPAT 99 (más de 2000 páginas)

Liquidación de Stock



CP67 LIBRERIAS

CONSTITUYENTE 2038 - TEL.: 402-9712 FAX: 402-9713  
www.cp67.com - suscribase@cp67.com

US\$ 69

# Influencia de las imprimaciones con efecto barrera y repasivante en la corriente galvánica inducida por una reparación localizada.

E. J. P. Figueiredo\*, P. Castro\*\*, C. Andrade\*\*\*, C. Alonso\*\*\*

\* Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Praça Universitária s/n Setor Universitário, Goiânia, GO, Brasil, Tel. (62) 261-5593, Fax. (62) 2451-1142.

\*\* CINVESTAV-IPN U. Mérida, Km. 6 Ant. Carr. a Progreso, A. P. 73, Cordemex, Mérida, Yucatán, México, Tel. (99) 81-29-05 ext. 252, Fax. (99) 81-29-60 ext. 338

\*\*\* Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Calle Serrano Galvache s/n, 28033, Madrid, España, Tel. 302-04-40, Fax. 302-07-00.

Trabajo presentado en Conpat 99' realizado en Montevideo, Uruguay en Octubre de 1999.

## RESUMEN

Las imprimaciones que se aplican al acero de refuerzo como un método de reparación pueden presentar diferentes mecanismos de protección e influenciar distintamente las áreas no reparadas y las interfases entre éstas y las reparadas. En este trabajo se comparan los resultados que aportó la medición de vigas pequeñas de concreto reforzado reparadas con un sistema de imprimación con efecto barrera y un sistema de referencia que produce repasivación del refuerzo. Se ensayaron diferentes condiciones de exposición y se utilizaron técnicas electroquímicas para seguir el comportamiento de la reparación. Los resultados obtenidos indicaron que la utilización de una imprimación con efecto barrera no ocasiona cambios substanciales en la corriente galvánica cuando es comparada con el sistema de referencia. Sin embargo, en ambos

casos, las interfases han sido las regiones más activadas, mientras que a mayor lejanía de la zona reparada, mayor es la influencia de las micropilas.

## 1.- Introducción

En estructuras dañadas por corrosión es común la reparación localizada en la cual se remueve el hormigón. Este tipo de parcheo envuelve, por lo regular, la aplicación de un agente adherente entre el hormigón viejo y el nuevo material, una imprimación a la armadura, el material de reparación y, muchas veces, una pintura sobre el acabado final.

Si las zonas junto al material de reparación contienen cloruros en determinada cantidad podría ocurrir una intensificación de la corrosión en las armaduras adyacentes a la reparación (Nagataki, 1996; Helene, 1997). Se ha dicho que este efecto es debido a la

naturaleza del nuevo material que al tener un carácter repasivante puede promover un comportamiento anódico en las zonas vecinas no reparadas y que aún contienen cloruros.

Antes de la reparación, las zonas adyacentes a la que se reparará trabajan como cátodos debido al carácter anódico intenso de la zona que se está corroyendo. La situación después de la reparación puede evolucionar en tres formas: a) que la zona reparada no ejerza influencia electroquímica en las áreas vecinas porque la concentración de cloruros en éstas esté por encima del umbral y por lo tanto presente corrosión por micropilas, b) que la zona reparada ejerza una influencia galvánica en las áreas adyacentes porque la concentración de cloruros esté por debajo del umbral para producir corrosión y por lo tanto se formen macropilas con las áreas vecinas o, c) que el

contenido de cloruro en las áreas adyacentes esté por debajo del umbral y que únicamente se despasive si entran cloruros adicionales del medio. En cualquier caso, la imprimación puede aportar un mecanismo de protección que depende de su naturaleza. Los más reconocidos son el de una repasivación, protección catódica, efecto inhibidor o barrera (González, 1984; Pazini 1997). Cualquiera de estos mecanismos de protección influenciará la forma en que cualquier efecto de la reparación en las áreas adyacentes se presente.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el comportamiento electroquímico en el caso de que en la armadura de la zona reparada se use una imprimación que provea protección por efecto barrera. Se utilizó como referencia una reparación con efecto repasivante provista por un mortero estándar.

## 2.- Metodología experimental

Se utilizaron vigas pequeñas como las que se ilustran en la Figura 1. Tenían embebida una barra continua y una segmentada que permitieron estudiar electroquímicamente cada zona de la armadura por separado. Para

construirlas se adicionó al agua de amasado 0.7% de cloruros (como CaCl<sub>2</sub>) con relación al peso de cemento.

Las vigas fueron construidas en tres partes (Pazini, 1994): la primera correspondió a la parte inferior, después las partes superiores adyacentes, en las que se adicionó 0.7% por peso de cemento de iones cloruro en el agua de amasado. Este fue previamente estudiado y demostró estar justo por encima del nivel que inducía, bajo estas circunstancias, despasivación de la armadura. Finalmente se hizo la parte central con el sistema de reparación que simulaba una reparación por parcheo.

El concreto de la parte de abajo y de los lados se hizo con una densidad de 2,300 kg/m<sup>3</sup>, utilizando 297 kg/m<sup>3</sup> de cemento Portland ordinario y una relación agua/cemento (a/c) de 0.65. La relación cemento:arena:grava fue de 1:2.9:3.2. En la parte central se utilizó como material de reparación un mortero con una densidad de 2,330 kg/m<sup>3</sup>, hecho con 530 kg/m<sup>3</sup> del mismo cemento Portland, una relación a/c de 0.45, y una relación arena/cemento de 1/3 con 1.5% por peso de cemento de superplastificante. La armadura de la parte central re-

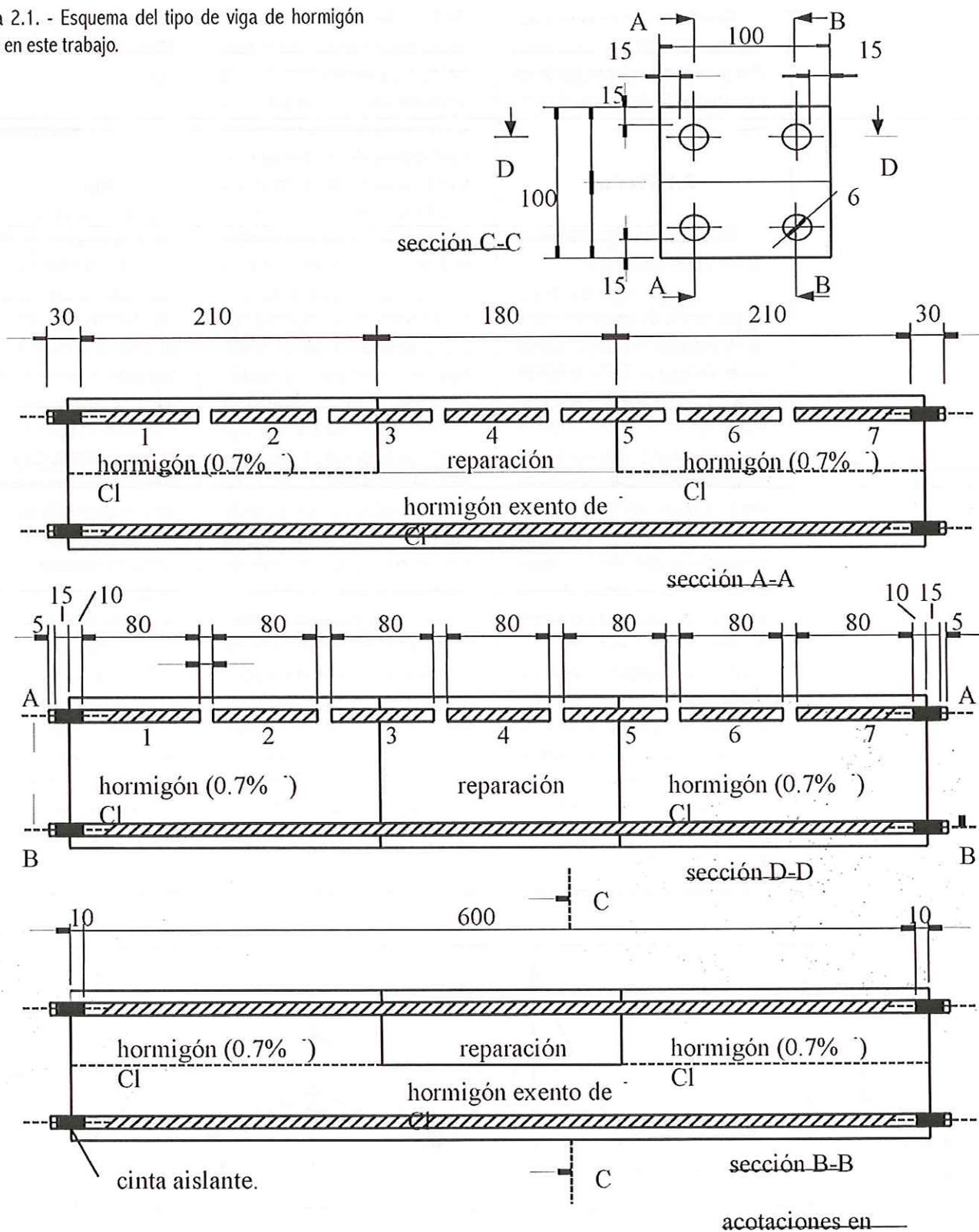
parada nunca fue expuesta a los cloruros. La relación a/c de las partes adyacentes e inferiores fue de 0.65, que es típica de muchas estructuras que necesitan reparación en ambientes tropicales.

El primario que se utilizó en la parte central reparada consistió en un revestimiento bi-componente siendo A una resina epoxy y B el endurecedor. Como se aprecia en la Figura 2.1, la barra segmentada estaba compuesta de 7 elementos numerados de izquierda a derecha. Los segmentos y la barra continua fueron hechos de acero corrugado con 0.6 cm de diámetro y 60 cm de longitud (barra continua) u 8 cm de longitud expuesta en cada porción de la barra segmentada. Se soldaron cables eléctricos al extremo de los segmentos y ésta zona fue aislada con resina epóxica y cinta de aislar en el extremo de la viga. Estos cables fueron utilizados para hacer externamente las conexiones entre las porciones de la barra segmentada. La reparación fue hecha después de tres días de colar las vigas. El período de curado se extendió a 28 días después de iniciado el colado. Por lo tanto, las pruebas iniciaron a temprana edad. Las condiciones ambientales a las que fueron expuestas las vigas están descritas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. - Condiciones a las cuales fueron expuestas las vigas y duración de cada una.

Condición	Curado	80-90% HR	Inmersión parcial	40% HR	85% HR	95% HR
Días	28	103	59	1106	90	110

Figura 2.1. - Esquema del tipo de viga de hormigón empleado en este trabajo.



Se programó la secuencia que muestra la Tabla 2.1 para estudiar el comportamiento galvánico en estados de humedad diferentes.

### 2.1 Técnicas

Se realizó un seguimiento de las variables siguientes:

a) La corriente galvánica,  $I_g$ , por medio de un amperímetro de resistencia cero (ZRA) que es capaz de aportar la contribución anódica o catódica de cada segmento (Alonso, 1995). Cuando todas las porciones de las barras segmentadas estaban conectadas entre sí, se introducía el ZRA entre los segmentos 1 y 2 siendo por convención el cable del 1 el cátodo y el cable del 2 el ánodo. De esta manera se medía la corriente galvánica entre el segmento 1 y el resto de los segmentos. Seguidamente, se conectaban de nuevo los cables entre los segmentos 1 y 2 y el ZRA era posicionado ahora entre los segmentos 2 y 3 siendo el 2 el cátodo y el 3 el ánodo. De esta manera se medía la corriente galvánica entre los segmentos 1 y 2 con relación a los segmentos

del 3 al 7. Se seguía la misma operación hasta finalizar con el segmento 7. La contribución de cada segmento a la corriente galvánica era obtenida tomando el primer valor como el del segmento 1, la diferencia algebraica entre éste y el próximo como la contribución del segmento 2 y así sucesivamente. Este arreglo permitió medir la corriente galvánica para cada elemento acoplado al sistema con una compensación casi instantánea de corriente drenada (Mansfeld, 1976). El signo de la corriente galvánica para cada segmento fue asignado de acuerdo a su carácter activo o pasivo. La suma de todos los valores de  $I_g$  con sus respectivos signos tenía que ser cero ya que la corriente anódica es igual a la catódica.

b) La densidad de corriente de corrosión,  $i_{corr}$ , a través de la técnica de resistencia a la polarización lineal, el potencial de corrosión,  $E_{corr}$ , y la resistencia eléctrica,  $R$ , con un corrosímetro comercial y con todos los segmentos conectados. Los valores de  $i_{corr}$ ,  $E_{corr}$  y  $R$  fueron medidos también en la barra adyacente continua con el propósito de verificar

reproducibilidad y detectar, si hubiese, algún problema con los cables.

### 3.- Resultados

Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran la evolución de la  $I_g$  a partir de la reparación (3 días) hasta muy cerca del final del curado (24 días) para el sistema de referencia y barrera respectivamente. En general, la  $I_g$  mostró un comportamiento simétrico en ambos sistemas aunque en el caso del sistema barrera hubieron diferencias en las interfases durante los primeros 8 días del curado. Parece ser que en el sistema repasivante el comportamiento anódico de las interfases está controlando el comportamiento catódico del resto de la viga durante la etapa del curado. Por otra parte, el carácter anódico de la reparación utilizando imprimación con efecto barrera parece controlar al catódico del resto de la viga hacia el final del curado. Algo similar, aunque mucho más marcado ocurrió en la misma etapa cuando se evaluó un sistema de imprimación con efecto catódico.

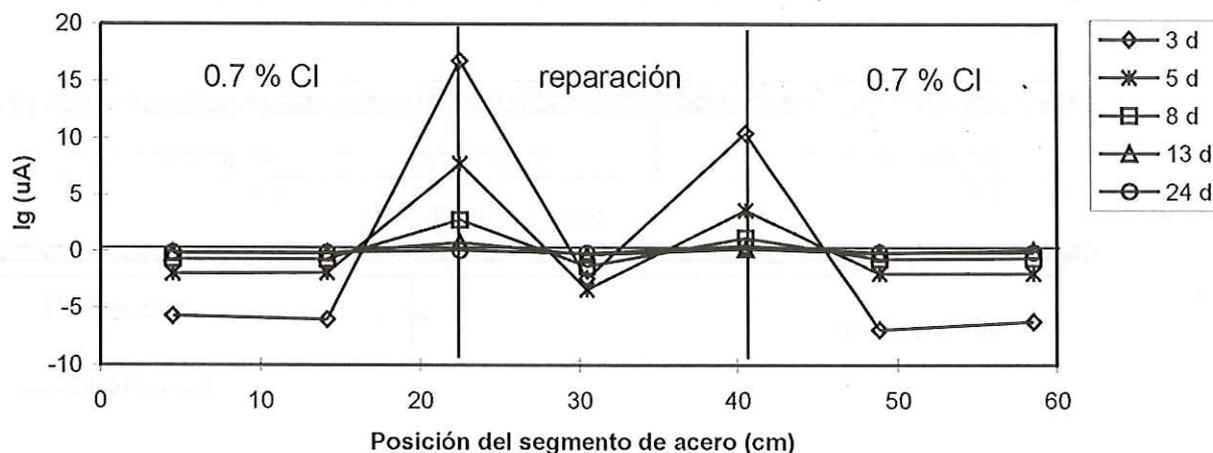


Figura 3.1.- Evolución de  $I_g$  durante la reparación y curado del sistema de referencia (efecto repasivante)

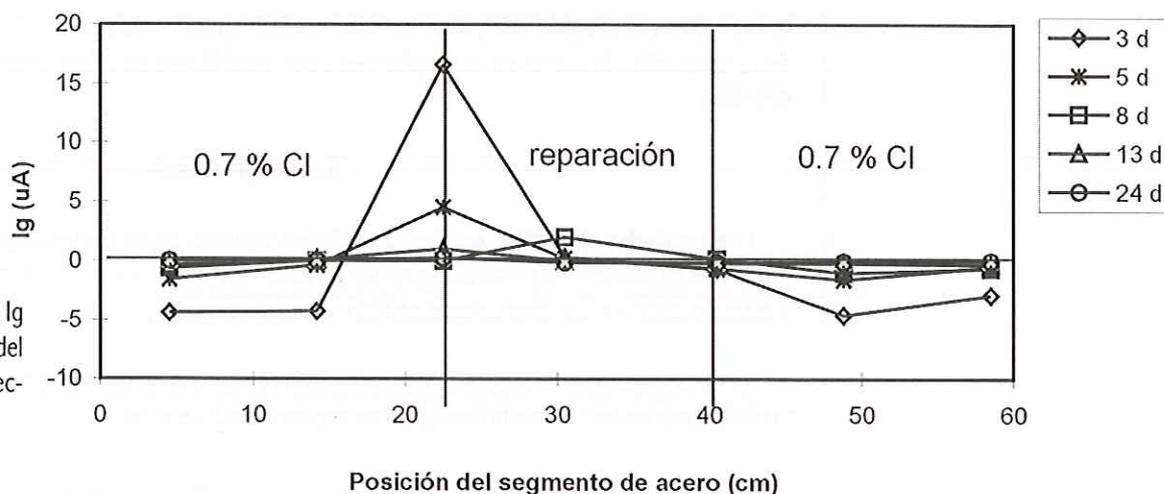


Figura 3.2. - Evolución de  $I_c$  durante la reparación y curado del sistema con imprimación de efecto barrera.

La simetría de los resultados hacia el final del curado fue razonablemente consistente durante las otras condiciones de exposición. Por lo tanto, y por simplicidad, los resultados de las demás condiciones de exposición se representan a continuación para 3 segmentos característicos que son, de izquierda a derecha en la Figura 2.1, el 2 de la zona sin reparar con 0.7% de Cl, el 3 de la interfase entre la zona sin reparar y la reparada, y el 4 de la zona reparada.

Las Figuras 3.3 y 3.4 muestran los datos de  $I_c$  (a),  $i_{corr}$  (b),  $E_{corr}$  (c) y  $R$  (d) para los sistemas de referencia y con efecto barrera respectivamente. En general, los resultados en ambos sistemas se comportaron como se esperaba. Comportamientos anódicos elevados correspondieron a velocidades de corrosión elevadas, potenciales bajos y resistencias bajas. De las Figuras 3.3 a) y 3.4 a) se puede deducir que cada segmento se comporta de diferente manera dependiendo de las condiciones de exposición.

#### 4.- DISCUSIÓN.

Un elemento estructural contaminado por cloruros puede tener diferentes macro celdas a lo largo de su extensión antes de haber sido reparado. Sin embargo, estas macroceldas pueden actuar de diferente manera si se hace la reparación. En este trabajo ambos sistemas tuvieron un comportamiento similar a lo largo de las condiciones de exposición. El comportamiento galvánico de las Figuras 3.3 a) y 3.4 a) denota una acción de macro celdas muy fuerte al inicio, pero que se va perdiendo y se vuelve azaroso durante las demás condiciones de exposición. Al final del ensayo, cuando las condiciones de humedad se han incrementado como al principio, parece haber un regreso al comportamiento inicial de macro celda en el sistema de referencia, aunque de mucha más baja intensidad. Sin embargo, el sistema barrera tiende a permanecer catódico todo el tiempo.

Las Figuras 3.3 a) y b) y 3.4

a) y b), analizadas en conjunto, permiten observar que la reparación con la imprimación del tipo barrera logró un descenso muy fuerte en la velocidad de corrosión sin un efecto colateral en la interfase y en la zona no reparada con relación al sistema de referencia. Ambos sistemas respondieron de igual manera a los cambios en las condiciones de exposición como lo denotan también los valores de  $R$  y de  $E_{corr}$  de las Figuras 3.3 c) y d) y 3.4 c) y d).

De lo discutido hasta ahora se puede deducir que la utilización de una imprimación con efecto barrera tiene un efecto galvánico notorio sobre la interfase. Este efecto es de atenuación y únicamente se presenta al inicio de la reparación, haciéndose irrelevante a lo largo del tiempo. La activación subsiguiente en las diferentes partes de la viga es azarosa y muy parecida usando uno u otro sistema, como también ocurrió en otros trabajos donde se evaluó un sistema de imprimación con inhibidor (Pazini, 1998) o con

epoxy rico en zinc (Pazini, 1999). Una implicación práctica para los sistemas evaluados es que después del curado de la reparación, la corrosión está gobernada por mecanismos de micro celda en vez de macro celdas bien definidas.

### 5.- Conclusiones

Los resultados discutidos aquí se han extraído de vigas cuyas partes adyacentes a la reparación tenían cantidades de cloruros cercanas al umbral para producir corrosión, por lo que las conclusiones aplican únicamente a éstas condiciones. Las conclusiones podrían resumirse como sigue:

1. La utilización de un sistema de imprimación con protección por efecto barrera parece atenuar el comportamiento anódico en la vecindad de las zonas reparadas con relación

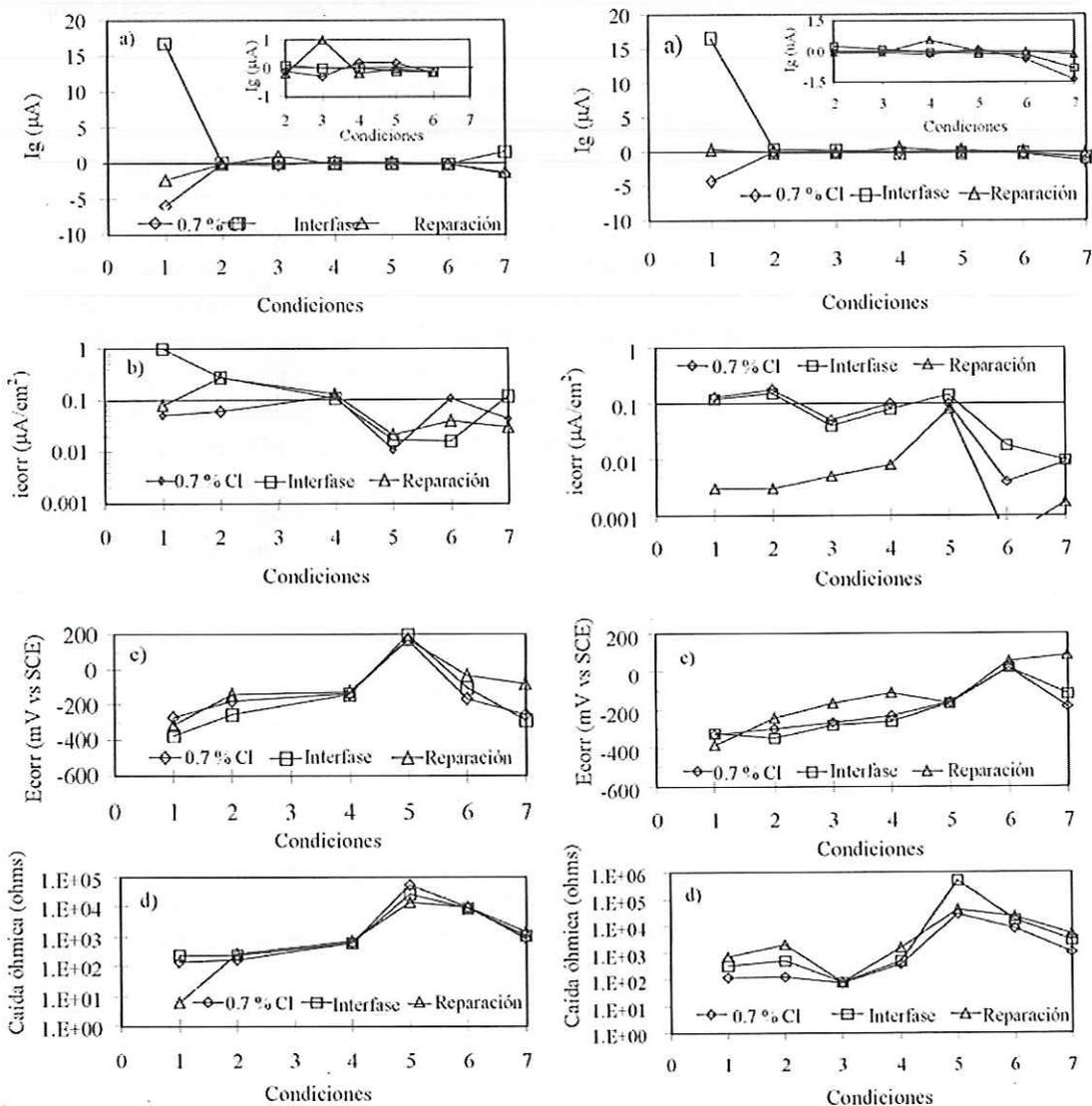


Figura 3.3.- Evolución de Ig durante todas las condiciones de exposición del sistema con efecto repasivante\*

\* Las condiciones fueron:

1. Reparación (3 días después del colado)
2. Curado (21 días después de reparar)
3. 80%-90% de HR (103 días después de curar)
4. Inmersión parcial (59 días después de 3)

a un sistema de referencia con efecto repasivante. Sin embargo, el efecto dura poco tiempo y deja de ser relevante a largo plazo.

2. A largo plazo y durante las condiciones de prueba, deja de haber un comportamiento de macro celda significativo. Esto es observable aún en las interfaces.

3. El sistema con efecto barrera protege más que el de referencia de una eventual despasivación sin tener efectos adversos en las zonas aledañas.

De acuerdo a las conclusiones anteriores se puede decir que después del curado de la reparación, el comportamiento de la corrosión está gobernado por mecanismos de micro celda en vez de macro celdas hipotéticas.

## 6.- AGRADECIMIENTOS.

Los autores reconocen el apoyo parcial del CNPq, CONACyT (2186 PA), CSIC y CINVESTAV-IPN Unidad Merida. Uno de los autores, PC agradece al CONACyT y a la AECI por su soporte a través de becas posdoctorales. Las opiniones y resultados discutidos aquí corresponden al punto de vista de los autores y no necesariamente de los organismos patrocinantes.

## 7.- REFERENCIAS.

Alonso C., Andrade C., Farina J., López F., Merino P., Novoa X. R., "Galvanic corrosion of steel in concrete", *Mat. Sci. Forum*, V. 194, pp. 899-906, (1995).

Andrade C., Alonso C., Pazini E. J., Castro P., "Galvanic currents induced by a localised repair when using an inhibitor-based primer for reinforcing steel" en *Rehabilitation of corrosion damaged infrastructure*, Eds. P. Castro, O. Troconis, C. Andrade, NACE International, Cancún, México, pp. 126-133, (1998).

González, J. A., *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión*, Cap. XV *Recubrimientos de pintura como protección anticorrosiva* por M. Morcillo, CSIC, pp. 423-427, (1984)

Helene P. R., Monteiro P. J. M., "Can local repairs be durable solutions for steel corrosion in concrete structures?", in *Corrosion and Corrosion Protection of Steel in Concrete*, Sheffield, UK, V. 2, p. 1525, (1997).

Mansfeld F., Kendel J. V., "Laboratory studies of galvanic corrosion of aluminum alloys in galvanic and pitting corrosion-field and laboratory studies", *ASTM STP 576*, 1976, p. 20.

Nagataki S., Otsuki N., Moriwake A., Miyazato S., Shibata T., "Macro-cell corrosion on embedded bars in concrete members with joints", *Proceedings of the 7th International Conference on Durability of Building Materials and Components*, Stockholm, Sweden, pp. 411-420, (1996).

Pazini E. J., "Evaluación del desempeño de revestimientos para protección de la armadura contra la corrosión a través de técnicas electroquímicas", Tesis Doctoral, Universidad de Sao Paulo, (1994).

Pazini E. J., Andrade C., "Behavior of surface and barrier coatings on reinforcement in cement mortar containing chloride" en *Corrosion and Corrosion Protection of Steel in Concrete*, Sheffield, UK, V. 2, p. 1044, (1997).

Pazini E. J., Castro P., Andrade C., Alonso C., "Corrientes galvánicas inducidas por una reparación localizada utilizando imprimaciones de la armadura", *IV CONPAT*, Puerto Alegre, Brasil, pp. 223-230, (1997).

Pazini E. J., Castro P., Andrade C., Alonso

Figura 3.4.- Evolución de Ig durante todas las condiciones de exposición del sistema con efecto barrera\*

5. Secado (1106 días después de 4)
6. 85% de HR (90 días después de 5)
7. 95% de HR (110 días después de 6)

C., "Galvanic currents induced by a localized repair when using an inhibitor based primer for reinforcing steel" en *Rehabilitation of Corrosion Damaged Infrastructure*, Latincorr 98, Cancún, México, pp. 126-133, (1998).

Pazini E. J., Castro P., Andrade C., Alonso C., "Effect of passivant and cathodic protection primer systems on the galvanic currents induced by localized repairs" en *Creating with Concrete*, Dundee, Scotland, (1999), in press.



## Información sobre oportunidades de negocios

- OFERTA DE SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION Venezuela, 26/10/2000
- OFERTA DE ARTICULOS Y MATERIALES PARA CONSTRUCCION Colombia, 26/10/2000
- DEMANDA DE TECNOLOGIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION Nicaragua, 26/10/2000
- OFERTA DE MADERAS EN GENERAL Uruguay, 26/10/2000
- OFERTA DE SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA ESTRUCTURAS MULTIPLES Uruguay, 26/10/2000
- OFERTA DE SERVICIO TOPOGRAFICOS POR SATELITES Nicaragua, 26/10/2000
- OFERTA DE SERVICIOS PARA LA INDUSTRIA DEL NIQUEL Cuba, 26/10/2000
- OFERTA DE SERVICIO DE CONSTRUCCIONES EN LA ESFERA PETROLERA Cuba, 26/10/2000
- OFERTA DE SERVICIOS DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL Cuba, 26/10/2000
- DEMANDA DE CEMENTO Colombia, 26/10/2000
- DEMANDA DE ACERO Colombia, 26/10/2000
- OFERTA DE EQUIPO PARA ENVASADO Argentina, 25/10/2000
- OFERTA DE PRENSAS HIDRAULICAS Argentina, 25/10/2000
- OFERTA DE SERVICIO EN ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION Paraguay, 25/10/2000
- OFERTA DE SERVICIOS DE CONSTRUCCION DE TECHADOS Uruguay, 25/10/2000
- DEMANDA DE SUELDA Ecuador, 25/10/2000
- DEMANDA DE MOTORES Ecuador, 25/10/2000
- OFERTA DE REPRESENTACION DE MAQUINARIA INDUSTRIAL Panamá, 24/10/2000
- OFERTA DE PRODUCTOS PLASTICOS PARA USO INDUSTRIAL Venezuela, 24/10/2000
- OFERTA DE SERVICIOS DE CONSTRUCCION Panamá, 24/10/2000



**Usted y su empresa pueden ofrecer sus productos y servicios a través de la red más extensa. Llámenos**

Oficina Nacional de TIPS Uruguay, en el Edificio de la Cámara de Industrias del Uruguay, Av. del Libertador 1672, piso 1 . Montevideo, Telefax: 902 0490, E-mail: tipsuru@tips.org.uy, Web-Site: <http://tips.org.uy>

# Diseño Gráfico

- Imagen corporativa
- Logotipos
- Papelería y Folletería
- Publicidad gráfica
- Señalética

# Diseño Gráfico:

- Imagen corporativa
- Logotipos
- Papelería y Folletería
- Publicidad gráfica
- Señalética

Seguimiento & Asesoría

en

Todo el proceso de impresión.



Chaná 2307/09  
Tel.: 409-2709 Telefax: 401-9284  
Movicom (094) 42-1871  
e-mail: mbellon@uyweb.com.uy



# Único

**Único** sistema de conducción de agua producido integralmente en el Mercosur con materia prima y normas europeas.

**Únicos** tubos de polipropileno del Mercosur cuyo sistema de calidad obtuvo la certificación internacional ISO 9001.

**Únicos** tubos verdes con líneas rojas (agua caliente) y azules (agua fría) para facilitar su alineación.

**Único** sistema que incluye un caño con alma de aluminio - marca ACQUA LUMINUM - para instalaciones a la vista y calefacción por radiadores, con mayor diámetro interno.

**Único** con todo el stock de accesorios, herramientas y medidas de 20 a 90 mm, para agua caliente y fría, siempre disponible.

**Único** sistema de termofusión® con cinco años y miles de obras de experiencia en Argentina y Uruguay.

Asesoramiento Técnico. Tel.: 942-0828

SÓLO  
THERMOFUSIÓN®  
NO ROSCABLE



El sistema inteligente de conducción de agua