

**Evaluación integral de quince sistemas constructivos**

# **¿La tecnología es *la* solución?**

**Noemí Alonso, Laura Bozzo  
María Calone, Mariana Cánepa  
Bruno Gonnet, Cristina Fynn  
Benjamín Nahoum, Sharon Recalde  
Martha Rodríguez, Susana Torán\***

\* Integrantes del Equipo de Evaluación del Instituto de la Construcción. Participaron también en el estudio Myrna Campo-  
leoni y Giovanna Tedros. El equipo, con diferentes integraciones, viene trabajando en el tema desde 1993, cuando fue  
creado bajo la dirección de la Arq. Felicia Gilboa.

## 1. Introducción

Actualmente existe en nuestro país y en la región una oferta importante de sistemas constructivos no tradicionales, que se han utilizado para producir viviendas de carácter social con resultados diversos, pero que no han sido evaluados integralmente para conocer las posibilidades que brindan, las ventajas e inconvenientes de su utilización y su comportamiento a través del tiempo.

Esa oferta, que podría permitir el aprovechamiento de nuevos materiales y la optimización de tiempos, costos y mano de obra, en la medida que el producto de dichas tecnologías se adecúe a las condicionantes correspondientes (necesidades de los usuarios, forma de producción de las viviendas, materiales y mano de obra apropiados, proyecto específico) en otros casos puede generar serios problemas tanto por deficiencias propias de los sistemas como por mala ejecución o aplicación en situaciones desaconsejadas.

La falta de una evaluación rigurosa de las alternativas utilizadas hace que se carezca de una herramienta para la toma de decisiones al momento de optar por el sistema constructivo a emplear. Experiencias negativas con algún sistema o el simple desconocimiento de lo que ofrece el mercado, pueden incluso generar un rechazo hacia todas las tecnologías innovadoras por igual. Esta reacción sólo puede revertirse teniendo una información completa y objetiva de las variantes existentes, que garantice que las ventajas ofrecidas efectivamente lo son y que no aparecerán problemas posteriores.

No se debe perder de vista tampoco que, debido a la coyuntura económica y al déficit de vivienda existente, cada vez es más necesario impulsar investigaciones que procuren optimizar los costos de producción de las viviendas y abatir los gastos ocasionados por su mantenimiento y por la obtención de niveles mínimos de confort y de satisfacción de las necesidades de los usuarios, sobre todo en un área tan sensible como lo es

la vivienda de los sectores más carenciados y considerando también la ciudad que se genera a partir de esas acciones.

El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), desde su creación en 1990, ha construido viviendas en todo el país utilizando una cantidad de sistemas innovadores diferentes, que llegaron en un momento a ser del orden del 35% de lo producido.

Esta producción fue recopilada en un catálogo realizado en 2001 por la Arq. Laura Bas, del Instituto de la Construcción-Facultad de Arquitectura-UdelaR (IC). Esto significó un paso importante para conocer ese universo, que debía complementarse con la evaluación sistemática de los resultados de la aplicación de esos sistemas.

Dado que esas realizaciones pueden considerarse como un laboratorio a escala real, con conjuntos de viviendas que actualmente tienen muchos años de habitados, su evaluación integral

(física, económica, social) permitiría conocer a cabalidad el comportamiento de cada uno de los sistemas empleados, de manera de orientar las futuras intervenciones. Ese fue el propósito del convenio firmado entre el MVOTMA y la Universidad en 2007, y cuyos resultados finales fueron presentados al Ministerio en 2010, al asumir la nueva administración. De sus resultados y conclusiones da cuenta este trabajo.

## 2. Los conjuntos evaluados

En el cuadro siguiente se detalla los conjuntos

que se seleccionaron para la evaluación, buscando representar el universo de sistemas y procedimientos utilizados; se mencionan sus principales características.

De estos conjuntos habitacionales, dos son cooperativas de ayuda mutua, uno autoconstrucción individual y el resto obras por empresa, la mayoría correspondiente a la variante más conocida del programa SIAV (Sistema Integrado de Acceso a la Vivienda) del MVOTMA: los núcleos básicos evolutivos (NBE). Para viabilizar

la construcción de éstos debió modificarse la ley de Vivienda, reduciendo el área mínima a 30m<sup>2</sup> y haciéndola independiente del núcleo familiar destinatario.

Este programa fue implementado por el MVOTMA, desde 1992, en el marco de una política que apostó principalmente a construir por empresas y utilizar sistemas prefabricados e industrializados, recurriendo al sistema "llave en mano", por el cual las empresas suministraban el terreno y el proyecto y fijaban el precio, definiéndose en

Conjunto	Departamento y Localidad	Sistema	Programa	Modalidad de gestión	Características	Componentes
Ariel y Confederada (Carlos Pilo)	Montevideo	Tradicional	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Tradicional	Muros de ladrillo Techo de chapa
CALPUSA	San José/San José	CALPUSA	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Muros y cubierta de paneles sándwich hormigón/poliestireno
COVIAUTE	Soriano/Mercedes	Madera	Vivienda terminada	Autogestión cooperativa	Prefabricación de partes	Muros de tablas madera machihembrada Techo tejas estructura madera
COVIVINUE	Montevideo	Bloque Muttoni	Vivienda terminada	Autogestión cooperativa	Prefabricación de partes	Mampuestos autotrabantes mortero; entepiso madera Techo losetas hormigón
Gamma	Canelones/Canelones	Deflorenca	Vivienda terminada	Llave en mano	Prefabricación de partes	Muros paneles hormigón/poliestireno/malla Techo losa hormigón
Harriague	Salto/Salto	Equinox	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Estructura aluminio paneles fibrocemento/poliestireno Techo chapa
La Tablada	Salto/Salto	Adobe	Vivienda terminada	Autogestión individual	Tradicional alternativo	Estructura rolos y H <sup>9</sup> A <sup>9</sup> Muros ladrillos adobe y fajina Techo chapa
Mandubí	Rivera/Rivera	Royal Building	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Encofrado perdido PVC Techo viguetas hormigón y bovedillas mortero
Maroñas (Osvaldo Cruz)	Montevideo	Casas	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Muros y techo paneles nervios hormigón y relleno cerámica
San Martín II	Montevideo	Tradicional	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Tradicional	Muros de bloques mortero Techo losa hormigón
Santa Lucía II	Canelones/Santa Lucía	Sisteplak	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Placas de hormigón armado Techo losetas hormigón
Santa Victoria	Rocha/Chuy	York	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Paneles multicapa madera/fibrocemento/poliestireno Techo chapa
Solís	Lavalleja/Solís de Mataojo	Cayssials	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación de partes	Placas hormigón Techo chapa
Tres Cruces	Rivera/Rivera	Mo-Ha	Vivienda evolutiva	Llave en mano	Prefabricación total	Módulos tridimensionales hormigón moldeado en planta
Young 44 (Las Acacias)	Río Negro/Young	Hormigón Celular	Vivienda evolutiva	Llave en mano	En sitio, con moldes racionalizados prefabricados	Hormigón celular moldeado en sitio Techo de chapa

una licitación pública los programas a realizar

El SIAV estaba destinado a familias con ingresos iguales o inferiores a 60 UR, estableciéndose cuatro niveles de subsidios que permitirían acceder a soluciones habitacionales de distinto valor. En el caso de los NBE incluía, asimismo, un sistema de seguimiento y apoyo técnico (social y físico) realizado por una ONG durante cinco años. La inclusión de cada familia en una u otra línea del SIAV se realizaba en función de su ingreso y no por la conformación familiar: concebido como una solución inicial a ser mejorada, se transformó, en muchos casos, en la solución definitiva.

### 3. La metodología de evaluación

La metodología que se utilizó en la evaluación es la que ha puesto a punto nuestro equipo y que ya fue utilizada en trabajos anteriores, realizando las adaptaciones necesarias para este caso.

Dicho modelo contempla tanto los aspectos

físicos de las propuestas evaluadas como los sociales y económicos, y objetiva los resultados mediante un sistema de calificaciones que permite llegar a una “nota” final, que expresa los estudios y valoraciones efectuados, mediante datos cuantificables, pero también otros de tipo cualitativo y aún las impresiones subjetivas de los usuarios.

Se parte de la división de cada uno de los tres grandes aspectos considerados en diferentes *criterios*, correspondientes a cada uno de los atributos a analizar; éstos a su vez se dividen en *subcriterios* de segundo, tercer, etc. orden, hasta llegar a una dimensión suficientemente manejable para establecer indicadores medibles y calificable de algún modo. Los criterios y subcriterios se ponderan entre sí, para llegar a calificaciones por aspecto y finalmente a una calificación global, que será la media ponderada de las parciales. En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de esta estructura, en este caso para el criterio físico “Seguridad al Fuego”.

Criterio 1er. Orden	Criterio 2do. Orden	Criterio 3er. Orden	Criterio 4to. Orden	Criterio 5to. Orden
Seguridad frente al fuego	Iniciación y Propagación 40%	Combustibilidad 25%	del cerramiento 50%	paredes 50%
				cubierta y entrepiso 50%
			revestimientos interiores 50%	paredes 20%
				piso 10%
				cielorraso 70%
		Instalaciones de riesgo 25%	-----	
		Carga combustible 25%	-----	
		Compartimentación 25%	de locales entre sí 20%	
			de viviendas entre sí 20%	
			aislación respecto a terceros 20%	
	revestimientos exteriores de muros 20%			
		resistencia de cubierta (term. Superf.) 20%		
	Escape 20%		-----	
Colapso estructural 30%	Colapso estructural 30%	combustibilidad estructura 50%	muros 50%	
			cubierta 50%	
	resistencia al fuego de las estructuras 50%	muros 50%		
			cubierta y entrepiso 50%	
Humos tóxicos 10%			-----	

En cualquier caso, toda alternativa debe cumplir con ciertos umbrales, o sea niveles mínimos admisibles que deben ser sobrepasados para que aquélla sea aceptada. El rango de calificaciones es 1-5; el 0 indica un comportamiento inadmisibles

La metodología presenta dos grandes variantes, según el momento que se realice: una evaluación a partir de recaudos de proyecto (evaluación *preconstrucción* o a nivel de proyecto) y otra posterior a la ejecución y ocupación de las viviendas (evaluación *posocupación*), que permite acceder, mediante relevamientos, encuestas y estudio de información, a referencias de comportamiento, datos reales de ejecución y a la opinión de los usuarios.

Ambos tipos de evaluación se complementan y

aportan elementos para justipreciar lo construido y proyectar nuevos programas, permitiendo trazar directrices de diseño, uso y mantenimiento para construcciones futuras y corregir errores en las existentes, detectando en qué circunstancias es que ellos se producen (proyecto, puesta en obra, uso).

En el ejemplo estudiado, la selección de criterios físicos de primer orden se basó en los Requerimientos del Usuario (Norma ISO 6241) adicionando los aspectos urbanos considerados más relevantes. En cuanto a los económicos y sociales, se emplearon los que se consideró significativos a los efectos de este estudio. El total de los criterios y subcriterios utilizados se presenta en el párrafo siguiente, al exponer los resultados<sup>1</sup>.

1 Para una descripción más detallada de la metodología, ver VIVIENDA POPULAR Nº 3, julio 1998, "Evaluación integral de programas y tecnologías para la vivienda popular" y, con más extensión el libro "La vivienda social. Evaluación de programas y tecnologías", de nuestro equipo, coedición de la Facultad de Arquitectura y la Sociedad de Arquitectos del Uruguay, Montevideo, 1999

#### 4. Resultados obtenidos

En los cuadros siguientes se detallan los resultados obtenidos en los aspectos físico, económico y social y el resultado global de combinar los mismos, adoptando distintas ponderaciones relativas para cada uno de los aspectos.

Calificaciones aspecto físico

Programa	Seguridad estructural 16,67%	Seguridad al fuego 13,89%	Impermeabilidad 13,89%	Durabilidad 13,89%	Confort térmico 9,72%	6,94%	Funcionalidad 9,72%	Emplazamiento 9,72%	Integración al entorno 5,56%	Totales Físico
Ariel y Conf.	3,00	3,70	3,68	3,28	2,18	2,63	2,38	2,56	2,88	3,02
CALPUSA	3,00	3,78	2,80	3,19	2,73	3,88	2,31	3,38	2,86	3,10
COVIAUTE	5,00	2,60	5,00	4,93	2,66	2,22	4,18	4,65	4,53	4,10
COVIVINUE	4,00	2,94	3,20	3,96	2,59	2,52	3,92	3,48	1,62	3,31
Gamma	3,00	3,97	2,88	3,31	2,73	2,95	2,91	4,57	3,33	3,29
Harriague	1,00	2,57	2,73	2,26	2,88	1,36	1,69	3,35	2,74	2,23
La Tablada	4,00	3,25	4,70	4,39	4,10	2,33	2,30	4,68	3,43	3,81
Mandubí	4,00	3,88	4,10	3,93	2,30	2,06	1,61	3,44	1,89	3,28
Maroñas	2,00	4,05	3,35	2,93	3,00	3,05	2,90	4,03	3,29	3,13
San Martín II	4,00	4,02	3,54	3,29	2,10	2,52	2,70	3,24	1,52	3,21
Santa Lucía	2,00	3,93	3,25	3,05	2,50	2,27	2,41	3,20	2,86	2,86
Santa Victoria	2,00	2,75	3,54	3,17	4,20	1,23	2,01	2,81	2,32	2,74
Solís	3,00	3,28	3,50	3,16	3,41	3,01	3,00	3,00	1,77	3,10
Tres Cruces	3,00	4,27	3,09	3,08	3,69	3,50	2,52	2,40	1,84	3,13
Young 44	2,00	3,47	4,04	2,96	1,82	2,75	2,08	4,50	3,02	2,96

### Calificaciones aspecto económico

Conjunto	Inversión Total (UR/m <sup>2</sup> ): 45%		Costo mantenimiento (UR/m <sup>2</sup> /viv/año): 25%		Mano de Obra (MOI/URinvertida): 10%				Insumos imp.: 5%	Tiempo de Obra: 15%		Totales Económico
	Valor	Calificación	Valor	Calificación	Valor	Calif. Sitio	Calif. Planta	Calif Total	Calificación	Valor	Calificación	Calificación
Ariel y Conf.	87,05	0,00	0,60	4,39	6,04	4,99	0,00	4,99	3,00	30	1,29	1,94
CALPUSA	40,44	1,00	1,18	1,87	2,29	2,34	2,00	4,34	3,00	9	5,00	2,25
COVIAUTE	20,61	3,61	0,66	4,13	0,51	1,09	0,00	1,09	3,50	37	1,00	3,09
COVIVINUE	15,19	4,50	0,56	4,57	1,05	1,47	0,00	1,47	3,00	20	3,19	3,94
Gamma	35,81	1,10	0,90	3,09	2,63	2,58	2,00	4,58	3,00	21	3,00	2,32
Harriague	24,49	2,97	1,29	1,39	1,45	1,75	1,50	3,25	3,00	15	4,14	2,78
La Tablada	16,75	4,24	0,43	5,00	1,80	2,00	0,00	2,00	3,50	16	3,95	4,13
Mandubí	34,63	1,30	0,58	4,48	2,26	2,32	1,00	3,32	2,50	9	5,00	2,91
Maroñas	28,76	2,26	1,14	2,04	1,87	2,04	0,50	2,54	3,00	20	3,19	2,41
San Martín II	33,74	1,44	1,03	2,52	6,06	5,00	0,00	5,00	3,00	22	2,81	2,35
Santa Lucía	40,51	1,00	1,40	1,00	3,86	3,45	1,50	4,95	3,00	22	2,81	1,77
Santa Victoria	29,59	2,13	1,21	1,74	0,46	1,05	1,50	2,55	3,00	14	4,33	2,45
Solís	21,85	3,40	0,73	3,83	0,39	1,00	0,00	1,00	3,00	14	4,33	3,39
Tres Cruces	28,32	2,34	1,22	1,70	3,56	3,24	1,00	4,24	3,00	22	2,81	2,47
Young 44	23,55	3,12	0,94	2,91	1,26	1,61	0,50	2,11	3,00	14	4,33	3,14

### Calificaciones aspecto social

Conjunto	Ámbito Familiar 25%	Ámbito comunitario 25%	Asesoramiento Técnico 25%	Apropiación 25%	Totales Social
Ariel y Conf.	3,70	2,00	1,95	3,00	2,66
CALPUSA	4,05	2,48	2,10	3,40	3,01
COVIAUTE	4,47	3,23	3,50	4,15	3,84
COVIVINUE	3,72	2,43	2,55	3,70	3,10
Gamma	4,13	2,00	0,00	2,70	2,21
Harriague	4,02	2,03	2,25	2,80	2,78
La Tablada	4,24	3,23	2,25	2,85	3,14
Mandubí	3,42	2,58	1,50	2,70	2,55
Maroñas	3,86	1,93	2,80	2,70	2,82
San Martín II	3,87	2,40	1,80	3,25	2,83
Santa Lucía	3,51	1,80	1,85	2,95	2,53
Santa Victoria	3,78	2,68	1,60	3,70	2,94
Solís	4,11	2,70	1,20	3,55	2,89
Tres Cruces	3,84	2,38	1,40	3,25	2,72
Young 44	4,09	1,63	1,95	2,85	2,63

## Calificaciones globales

Conjunto	FÍSICO	ECONÓMICO	SOCIAL	PORCENTAJES DE PONDERACIÓN			
				33-33-33	25-25-50	25-50-25	50-25-25
ARIEL Y CONFEDERADA	3,02	1,94	2,66	2,54	2,57	2,39	2,66
CALPUSA	3,10	2,25	3,01	2,79	2,84	2,65	2,87
COVIAUTE	4,10	3,09	3,84	3,68	3,72	3,53	3,78
COVIVINUE	3,31	3,94	3,10	3,45	3,36	3,57	3,42
GAMMA	3,29	2,32	2,21	2,61	2,51	2,54	2,78
HARRIAGUE	2,23	2,78	2,78	2,60	2,64	2,64	2,51
LA TABLADA	3,81	4,13	3,14	3,69	3,56	3,80	3,72
MANDUBÍ	3,28	2,91	2,55	2,91	2,82	2,91	3,01
MAROÑAS	3,13	2,41	2,82	2,79	2,80	2,69	2,87
SAN MARTIN II	3,21	2,35	2,83	2,80	2,81	2,69	2,90
SANTA LUCÍA	2,86	1,77	2,53	2,39	2,42	2,23	2,51
SANTA VICTORIA	2,74	2,45	2,94	2,71	2,77	2,65	2,72
SOLIS	3,10	3,39	2,89	3,13	3,07	3,19	3,12
TRES CRUCES	3,13	2,47	2,72	2,77	2,76	2,70	2,86
YOUNG 44	2,96	3,14	2,63	2,91	2,84	2,97	2,92
Promedio	3,15	2,76	2,84	2,92	2,90	2,88	2,98
Desviación estándar	0,43	0,68	0,37	0,40	0,37	0,46	0,39

## 5. Conclusiones por aspecto

### 5.1. Aspectos Físicos

Una primera lectura de los resultados obtenidos tiene que ver con las valoraciones sobre el comportamiento y las virtudes y problemas que presenta cada sistema constructivo analizado.

Las ventajas del "Sistema Tradicional", representado por las viviendas de mampostería cerámica de "Ariel y Confederada" y de bloques de mortero de "San Martín II", tienen directa relación con el conocimiento adquirido de los técnicos y la mano de obra sobre su aplicación, así como con la disponibilidad de materiales para su futuro crecimiento. En ambos casos las cubiertas livianas con cielorraso y los muros simples dan soluciones pobres desde el punto de vista de la aislación.

El sistema "CALPUSA", de paneles de hormigón y poliestireno, requiere una ejecución muy cuidadosa en el curado del hormigón para evitar la fisuración y luego un mantenimiento adecuado, para proteger el refuerzo de malla de acero. Sus fortalezas están en la seguridad al fuego y la aislación, pero tiene debilidades en impermeabilidad (encuentros y juntas entre paneles).

La solución de COVIAUTE (paneles multicapa de madera con revestimiento de tablas, entrepiso de madera y cubierta de tejas metálicas sobre entramado de madera) presenta buen comportamiento general pero exige un mantenimiento cuidadoso.

COVIVINUE, en que la novedad es el mampuesto autotrabante que permite un rápido levantamiento de muros, muy apto para la autoconstrucción, muestra fortalezas en seguridad estructural y durabilidad, no así en confort térmico y acústico y evidenció acceso de agua por las aberturas, posiblemente por problemas de ejecución o solución de encuentros.

El sistema "Deflorenca", utilizado en "Gamma", con paneles de hormigón armado con alma de poliestireno y losa de hormigón en entrepiso y cubierta, tuvo buen comportamiento general, con puntos fuertes en seguridad estructural, seguridad al fuego y durabilidad, y problemas en impermeabilidad y confort térmico, por humedades en encuentros entre cerramientos y filtraciones en la instalación sanitaria, así como aislamiento insuficiente.

El sistema "Equinox" empleado en "Harriague" presenta problemas graves en el cerramiento

exterior de paneles compuestos por un sándwich de fibrocemento con poliestireno expandido interior, ya que la rigidización de la estructura es insuficiente para llevar esfuerzos accidentales e impactos y asegurar el monolitismo. Registra con frecuencia una fisuración de la chapa de fibrocemento del lado externo del panel, posiblemente por esfuerzos flexionales de temperatura o viento. Esto se agrava por la dificultad de reparación, que lleva a reemplazar el panel. El encuentro del piso interior y la vereda exterior deja penetrar agua; respecto al comportamiento al fuego el cielorraso de poliestireno expandido sin recubrir no es adecuado y el tiempo de colapso de la estructura de aluminio, demasiado reducido. El sistema debería mejorarse incorporándole una envolvente, por ejemplo de ladrillo, lo que naturalmente aumentará su costo y plazo de realización.

La construcción con tierra empleada en "La Tablada" (ladrillos de adobe en muros exteriores y fajina en tabiquería, con estructura de rolos de eucalipto impregnados con CCA, independientes de los muros, lo que permite dejar el cerramiento para el final), presenta el conocido muy buen comportamiento en impermeabilidad,

durabilidad, estructura y confort térmico, aunque más débil en su seguridad frente al fuego y confort acústico (muros interiores sólo hasta nivel de dinteles). No presenta problemas de humedad ni fisuras significativas.

El "Royal Building System", utilizado en el conjunto "Mandubí" emplea en el cerramiento superior losas nervadas de hormigón armado (viguetas-bovedillas) y los muros se levantan mediante paneles de P.V.C. reforzados, encastrados entre sí y unidos a la cimentación mediante varillas de acero; los paneles son un encofrado perdido, que se rellena en este caso con hormigón. Se utilizan asimismo marcos de puertas y ventanas completos (con premarco) de P.V.C. con refuerzos de acero galvanizado. Está cuidadosamente estudiado (calidad del plástico empleado: dureza, protección contra envejecimiento y rayos solares; sistema de encastres; previsión de canalización eléctrica y sanitaria). Presentó muy buen comportamiento en durabilidad, seguridad estructural y riesgo de incendio; la envolvente es impermeable pero en el interior condensa. Casi no exige mantenimiento pero en cambio no es amigable para los crecimientos por sistemas tradicionales

En el conjunto "Maroñas" se utilizó el sistema "Casa", con muros y losas realizados con moldes metálicos que tienen la forma del contorno, los que se rellenan con ladrillos y nervios de HA y se revocan en ambas caras. Se posicionan mediante grúas. Presenta separaciones importantes en las juntas y fisuras en prácticamente todas las viviendas, lo que obliga a los usuarios a un mantenimiento continuo o al sellado de las juntas. Parece ser muy sensible a movimientos y vibraciones y presenta condensación en techos. En cambio, respecto a la seguridad al fuego tiene muy buen comportamiento.

El sistema "SistePlak" utilizado en el conjunto "Santa Lucía" se basa en paneles conformados por dos placas de hormigón armado nervadas yuxtapuestas, unidas con pilares de traba. Presentó problemas en impermeabilidad, tanto por las aberturas como por los encuentros entre pa-

neles, desprendimiento de revoques, que obliga a continuas refacciones, y fisuras de retracción en muros.

En "Santa Victoria" se empleó el sistema "York": paneles constituidos por dos placas de fibrocemento que forran un bastidor de madera; el muro exterior lleva un bastidor adicional, de chapas de fibrocemento y poliestireno expandido. Esta estructura no posee la rigidización adecuada por la falta de elementos diagonales. Los paneles tampoco resisten al impacto y se rompen al perforarlos. El desempeño acústico es insuficiente por falta de masa, al revés que en el aspecto térmico. Tampoco es adecuado el cielorraso de poliestireno expandido sin recubrir (que debería sustituirse en los locales con mayor riesgo) ni la impermeabilidad, por problemas de colocación en las chapas, aberturas sin protección y mal encuentro muro-abertura.

En "Solís" se usó el sistema "Cayssials", cuya envolvente es de paneles prefabricados en taller hormigón-aislación-hormigón, con pilares y vigas de hormigón armado y recubrimiento de plaquetas prefabricadas de hormigón, con cámara de aire. La cubierta ha causado los mayores problemas por roturas y filtraciones por mala colocación, y tampoco es adecuado el cielorraso para el comportamiento al fuego. En cambio es aceptable el comportamiento térmico y acústico.

En "Tres Cruces" se utilizó el único sistema con prefabricación integral, "MoHa", con módulos de viviendas apareadas construidos en una planta en la propia obra. Los comportamientos mejores fueron en seguridad al fuego y confort térmico y acústico, y no presenta una mayor fisuración; el mantenimiento, si bien sencillo exige su realización periódica. Evidencia condensaciones y problemas de impermeabilidad donde no se ha mantenido la protección contra el agua de lluvia. Los crecimientos "tradicionales" son compatibles sin problemas con este sistema.

Finalmente en el conjunto de Young que se evaluó, se empleó hormigón celular moldeado en sitio con encofrado racionalizado, que mostró



Construcción con adbes

la fisuración generalizada característica de este material, que continúa aún después de realizar reparaciones, aunque en este caso no es tan grave como en otras construcciones con hormigón celular, quizá por un mayor cuidado en la dosificación, ejecución y curado. Buen comportamiento acústico y al fuego (aunque con un cielorraso inadecuado) y confort térmico insuficiente por la poca aislación y alta trasmittancia de los paneles.

En el cuadro resumen (v. 4.) se advierte que en el aspecto físico destacan COVIAUTE y La Tablada, dos casos insertos en zonas urbanas consolidadas, con viviendas completas y sistemas constructivos que respetaron las técnicas indicadas para ellos, obteniendo resultados satisfactorios en la mayoría de los criterios. Luego aparecen varios conjuntos con calificaciones similares, ligeramente superiores a la media, encabezados por COVINUE y "Gamma", también programas de vivienda completa, en tira y de dos niveles, y con resultados en general satisfactorios.

De los programas de NBE destaca Mandubí, que emplea un sistema muy racionalizado, los realizados con sistemas tradicionales tienen



calificaciones medias, y los restantes, que usan sistemas alternativos, se encuentran ligeramente por debajo de los antes mencionados y también de la calificación media. Para Santa Lucía y Santa Victoria, ello se debe a fallas del propio sistema, pero también a carencias constructivas, de proyecto y de inserción en el territorio.

De todos los programas estudiados el que aparece como más vulnerable es Harriague, que utiliza el prefabricado producido por la empresa UMISSA, que presenta fallas en la envolvente y riesgos respecto a la seguridad al fuego, que deben ser corregidos para considerarlo apto.

### 5.2. Aspectos económicos

El cuadro del parágrafo 4. muestra los valores de la inversión real por metro cuadrado construido (sin incluir el terreno) correspondientes a cada conjunto considerado y los resultados de la evaluación para este criterio. Para Ariel y Confederada se adoptó la calificación "0" por estar su valor muy por encima de los demás. Como se ve, hay una gran diferencia entre los

valores correspondientes a programas autogestionados (sobre todo COVIVINUE y La Tablada) y los realizados por empresas, diferencia que es menor en los casos de Solís y, en menor medida, Young y Harriague: el promedio de inversión de las experiencias autogestionarias es de sólo 17,5 UR/m<sup>2</sup>, mientras que en las obras por empresa es casi el doble: 31,0.

Un apartamento tan considerable sólo puede justificarse por una eficiencia mayor del sistema de producción, conclusión ya obtenida en la evaluación de las experiencias piloto de la Intendencia de Montevideo, que realizáramos antes. Si comparamos la inversión necesaria por vivienda, en vez de hacerlo por metro cuadrado se ve incluso que los valores de los programas autogestionarios son comparables o más bajos que los de las empresas, aunque éstas construyen núcleos básicos y aquéllos viviendas completas de más del doble de área. Este resultado cambia poco, además, si en vez de inversiones consideramos costos (o sea: incluyendo el valor de la ayuda mutua).

Bloque autotrabante  
Sistema SistePlak

La comparación de los valores reales finales con los previstos en los programas (ya sea que provinieran de una licitación o de una solicitud de financiamiento, como en las cooperativas) permite ver si las previsiones se ajustan a la realidad, y si las decisiones que se toman a partir de aquéllas, son luego ratificadas como correctas o no. El cuadro al pie es claro al respecto.

Las diferencias en el caso de las obras con empresa se explican por la variación del dólar (moneda de contrato) respecto a la UR, tomada como parámetro, y para las cooperativas, por la realización de un aporte propio distinto del previsto (muy notorio, en COVIAUTE).

De cualquier modo, los valores por metro cua-

INVERSIONES REALES Y PREVISTAS		UR/m <sup>2</sup> (no incluye terreno)														
	Ariel y Conf.	CALPUSA	COVIAUTE	COVIVINUE	Gamma	Harriague	La Tablada	Maandubi	Maroñas	San Martín II	Santa Lucía	Santa Victoria	Solís	Tres Cruces	Young 44	
Prevista	54,8	32,9	17,1	15,3	34,1	32,2	16,8	32,4	29,7	49,9	29,7	32,2	22,9	30,5	24,6	
Real	87,0	40,4	20,6	15,2	35,8	24,5	16,8	34,6	28,8	33,7	40,5	29,6	21,8	28,3	23,5	
Diferencia %	58,8	23,1	20,2	-0,7	4,9	-23,9	0,0	6,8	-3,1	-32,4	36,2	-8,1	-4,8	-7,2	-4,4	



drado son en general semejantes si se actualizan las previsiones por ICC respecto a los valores en UR efectivamente insumidos, con excepciones en Ariel y Confederada, Harriague, San Martín II y Santa Lucía, que presentan diferencias mayores.

En el cuadro de 4. se detalla los costos de mantenimiento, tomados por metro cuadrado para que no sean influenciados por la disparidad de áreas construidas y las calificaciones correspondientes. Estos valores presentan una dispersión comparativamente baja, pero no reflejan una relación clara con la utilización de construcción tradicional o prefabricada, sino más bien con los materiales empleados: así, uno de los valores más altos corresponde a construcción tradicional (San Martín), pero ésta también muestra valores bajos en Ariel y Confederada y COVIVINUE, sistema "tradicional racionalizado", por la utilización de mampuestos inteligentes.

Es interesante también analizar la relación entre costo de mantenimiento mensual y cuota promedio para el pago de la vivienda en las

condiciones establecidas para la comparación (plazo de 25 años; tasa de interés del 2%), que se detalla en el cuadro al pie.

Se observa que el costo de mantenimiento es parte importante del total destinado a pagar la vivienda, e incluso puede ser prácticamente igual a la cuota. Esto importa porque en general el estudio del ingreso se hace con base en la cuota, por lo que la afectación del mismo al pago de la vivienda sería mucho mayor que la prevista si se realiza el mantenimiento o las familias quedan sin margen para éste, con el consiguiente deterioro de las unidades. Esto también muestra la dificultad que tendrán las familias que reciben núcleos básicos para hacerlos evolucionar, aun cuando se les subsidie total o muy fuertemente el pago de la cuota.

Los plazos de obra, en cambio, presentaron una gran diversidad de valores, no siempre correspondientes a la mayor o menor eficiencia del sistema constructivo, sino debidos a dificultades empresariales u organizativas. Salvo Gamma (vivienda completa), San Martín, cuyo plazo fue

Sistema Royal Building  
Sistema MoHa

afectado por problemas con el saneamiento; Tres Cruces (el proyecto de mayor escala), y Ariel y Confederada, los demás conjuntos tenían plazos de doce meses o menos. En los hechos, solamente dos pudieron terminarse antes del año y sólo cinco registraron desfasajes del veinte por ciento o menos respecto de lo previsto, mientras casi la mitad registraron apartamientos de más del 100%.

Esto es una constante ya observada en otras evaluaciones: en nuestro país los plazos de obra se cumplen laxamente, y en general son prolongados. Por ello, o bien no se debería dar un peso importante a este criterio o habría que establecer muy fuertes sanciones para su incumplimiento. Las obras por empresa deman-

Sist. Constructivo  
Cto.mant./viv./mes  
Cuota de amort.  
% Mant./Cuota

Ariel/Conf.	CALPUSA	COVIAUTE	COVIVINUE	Gamma	Harriague	La Tablada	Mandubí	Maroñas	San Martín	S. Lucía	S. Victoria	Solís	3 Cruces	Young 44
1,65	3,42	3,71	2,98	4,26	3,47	1,88	1,77	3,00	2,57	3,60	3,25	2,06	3,24	2,53
12,69	6,22	4,91	4,17	9,00	3,57	3,76	5,70	4,51	4,31	5,55	4,17	3,45	4,05	3,78
13	55	75,6	71,5	47,3	97,2	50	31,1	66,5	59,6	64,9	77,9	59,7	80	66,9

daron menores plazos que las autogestionadas, pero sin diferencias notables, y tampoco la utilización de prefabricados trajo siempre acortamientos sustanciales, entre otras cosas porque parte de la construcción se debe hacer igualmente con procedimientos “tradicionales”.

El trabajo remunerado utilizado se midió a través de la mano de obra imponible y en los sistemas prefabricados mediante consideraciones cualitativas, al no poseerse datos específicos. Las obras por empresas previsiblemente ocupan más mano de obra que las de ayuda mutua y los programas con participación de prefabricados, emplean decididamente menos mano de obra, del orden de la mitad o menos, de los que emplean las técnicas “tradicionales”. Solis fue el programa que empleó menos mano de obra, probablemente debido a la eficiencia del sistema y un plazo de obra corto; en cambio, CALPUSA y MANDUBÍ, los conjuntos que se construyeron en menos tiempo igualmente emplearon un volumen significativo de mano de obra.

Finalmente, el criterio “Insumos Nacionales”, ante la imposibilidad de llevar el análisis sobre el origen de los insumos a nivel de componentes básicos, debió evaluarse mediante consideraciones cualitativas, teniendo en cuenta la utilización de elementos prefabricados importados (Mandubí), así como el uso masivo de materiales naturales (COVIAUTE, La Tablada). Por esa razón se le adjudicó a este criterio una baja ponderación en el resultado final.

El cuadro de 4., en su columna final muestra las evaluaciones económicas globales. La mejor calificación corresponde a dos programas autogestionados y el tercero de ellos (COVIAUTE) está también dentro de la mitad mejor, aunque penalizado por su costo/inversión mayor, baja ocupación de mano de obra contratada y, sobre todo, plazo excesivo. En cambio, cinco de los programas por empresa están en el entorno o por debajo de 2 (equivalente a una calificación “regular”), otros tres por debajo de 2,5 y sólo dos superan la media de 3. El promedio de calificación de los programas autogestionados es 3,7,

el de las cooperativas 3,5 y el de las obras por empresa 2,5.

En general existe correspondencia entre la calificación para la inversión inicial total y la global, salvo en los casos de Gamma y Mandubí, que mejoran su baja evaluación en inversión con buenas y muy buenas calificaciones en los demás ítems, y la ya comentada COVIAUTE.

Estas consideraciones reproducen las obtenidas en otras evaluaciones y muestran la importancia de la gestión por encima de la rebaja de costos en algunos ítems que permite la utilización de elementos seriados, sin mencionar los problemas de calidad y las dificultades para la evolución de estas construcciones, imprescindible cuando se trata de núcleos básicos.

Otras conclusiones, complementarias, son las siguientes:

- i. los programas de esfuerzo propio, individual o colectivo, presentan las menores inversiones unitarias iniciales y están entre los de menor costo de mantenimiento, lo que parece obedecer a la participación de los destinatarios y un asesoramiento técnico que optimiza la calidad y no la ganancia, por lo que el producto final y el mantenimiento son objeto de una preocupación que no se evidencia en los programas “llave en mano”, cuyo norte es minimizar el costo inicial;
- ii. no siempre se cumple que a costo inicial más bajo el costo de mantenimiento sea mayor; esto se observa no sólo en los programas autogestionados, sino también en algunos con empresa;
- iii. el costo de mantenimiento anual por metro cuadrado, está en el orden de aproximadamente el 2 al 5 por ciento de la inversión por metro cuadrado, con un promedio del 3,4%, o sea que prácticamente el gasto en mantenimiento implica una inversión equivalente a la de una vivienda nueva semejante al cabo de unos treinta años;
- iv. la influencia del área en los costos no es muy clara, quizá como consecuencia de compensaciones: una mayor área diluye en el valor por



Humedades y condensaciones

metro cuadrado el sobrecosto de los servicios, que generalmente no aumentan proporcionalmente con el área, pero en general corresponde a programas de mejores y más costosas terminaciones;

v. en general se cumple la esperada regla que los programas con plazos de obra más extensos ocupan más mano de obra contratada, pero hay excepciones: CALPUSA, COVIAUTE, Harriague, Mandubí;

vi. cinco de los seis programas de mayor inversión por metro cuadrado construido están en los primeros lugares en ocupación de mano de obra contratada (quizá porque también están entre los de mayor plazo de obra);

vii. el cruce de los diferentes criterios con el resultado final permite concluir que una evaluación rápida podría considerar sólo los criterios de costos (inversión y mantenimiento). Esta conclusión está influida por el hecho que se ponderó los mismos con un 70% de la calificación final, pero igualmente, la incidencia que esos



Desprendimiento de recubrimiento por corrosión de armaduras  
 Fisuración en muro exterior  
 Fisuración y rotura de paneles  
 Fisuración y condensación interior  
 Fisuración en marcos

dos criterios sobre los demás hace que la conclusión parezca válida aún con un peso menor en el total;

viii. finalmente, una conclusión metodológica: la evaluación arroja resultados más consistentes y plenamente comparables cuando se analiza un universo de casos semejantes y no cuando existen grandes disparidades entre unos y otros. En ese sentido algunas de las conclusiones obtenidas para Ariel y Confederada, Gamma, COVIAUTE o La Tablada están influidas por sus atipicidades.

### 5.3. Aspecto social

Lo primero que debe señalarse es que las calificaciones en el aspecto social son un reflejo del programa, mucho más que del sistema utilizado. El cuadro que presenta esas calificaciones (v. 4.) muestra que de los quince conjuntos evaluados, más de la mitad (siete) están por encima de los 3 puntos de calificación (media) y el resto por debajo, pero siempre con más de 2 puntos.

El *ámbito familiar* es el criterio que tiene, en general, las mejores calificaciones: 3, 4 y hasta más de 4, en los casos de COVIAUTE, “Young 44”, “Solís”, “CALPUSA”, “La Tablada”, “Harriague” y “Gamma”. Esta situación puede explicarse por la incidencia de varios factores:

- a. la existencia de espacio personal, que se evalúa positivamente, facilitada porque en muchas de las viviendas de estos conjuntos habita un promedio de cuatro personas. Por ello, la mayoría de los programas ha sido calificada con 4 y 5, con excepción de “Mandubi” y “Santa Lucía” (3). Por lo mismo, el hacinamiento es bajo y también la calificación en dicho ítem se ubica entre 4 y 5;
- b. la percepción sobre la existencia de espacio de encuentro también es alta: entre 4 y 5 puntos en todos los casos, ya que la mayoría de las familias reconocen un lugar común dentro de la vivienda;
- c. el grado de satisfacción con respecto a la vivienda es alto, en general, lo que se corresponde, naturalmente, con una situación anterior de habitabilidad bastante precaria.

Estos elementos son los que permiten alcanzar una mejor calificación. No obstante, al analizar los perfiles de los jefes de hogar hay cambios sustantivos, dados fundamentalmente por los ingresos económicos y el grado de escolaridad,

que bajan las calificaciones, lo que de alguna manera se compensa con la buena evaluación de la cobertura en salud, ya que todos los destinatarios acceden a un servicio de salud, sea público o privado.

Un panorama totalmente distinto es el del criterio *ámbito comunitario*, ya que sólo COVIAUTE y “La Tablada” calificaron con 3 o más de 3, estando los restantes conjuntos entre el 1,63 de “Young 44” y el 2,70 de “Solís”. Aparece como explicación posible de estos bajos puntajes, la falta de organización social dentro de los conjuntos, así como la no percepción o reconocimiento de organizaciones sociales del entorno. Se puede concluir también en estos conjuntos la inexistencia de integración social entre los propios vecinos que los habitan, más allá del reconocimiento de vínculos entre ellos. Por otra parte la no percepción de redes sociales del entorno, expresa la falta de inclusión social en el mismo de los habitantes de los conjuntos.

El *asesoramiento técnico* es el criterio que presenta más baja calificación en el aspecto social, fundamentalmente por su inexistencia o no reconocimiento por parte de los vecinos. Por otra parte, cuando se lo reconoce, en general no hay buena valoración de los aportes generados. Se destaca igualmente en este ítem COVIAUTE (3,5), pero llama la atención en otros casos que

no se reconozca ningún tipo de asesoramiento, cuando en realidad sí lo hubo. Y cuando se lo reconoce, los vecinos se refieren más a algunos aportes para el mejoramiento de la vivienda, que a la elaboración de proyectos colectivos y formación para la convivencia y los vínculos con el barrio.

En cuanto a la *apropiación*, en la mayoría de los casos el padrón original se mantiene en un 60%, con excepción de "Harriague", "La Tablada", "Tres Cruces" y "San Martín", donde queda entre 30 y 60 % de los adjudicatarios originales. La situación dominial se reconoce, a su vez, por poseer documentación, pero ella refiere fundamentalmente a una constancia entregada en el momento de la adjudicación por parte del MVO-TMA o algún recibo de pago (formal o informal)

y no a una formalización de la titularidad de la vivienda.

El estado de conservación del SUM, cuando existe, sólo es bueno en los casos de COVIAUTE (recién terminado) y Santa Victoria. En general se encuentran en situación de abandono o en muy mal estado de conservación. Y no siempre se lo usa para los fines que ha sido creado, sino que a veces son administrados por algún vecino para su propio peculio.

## 6. Conclusiones globales

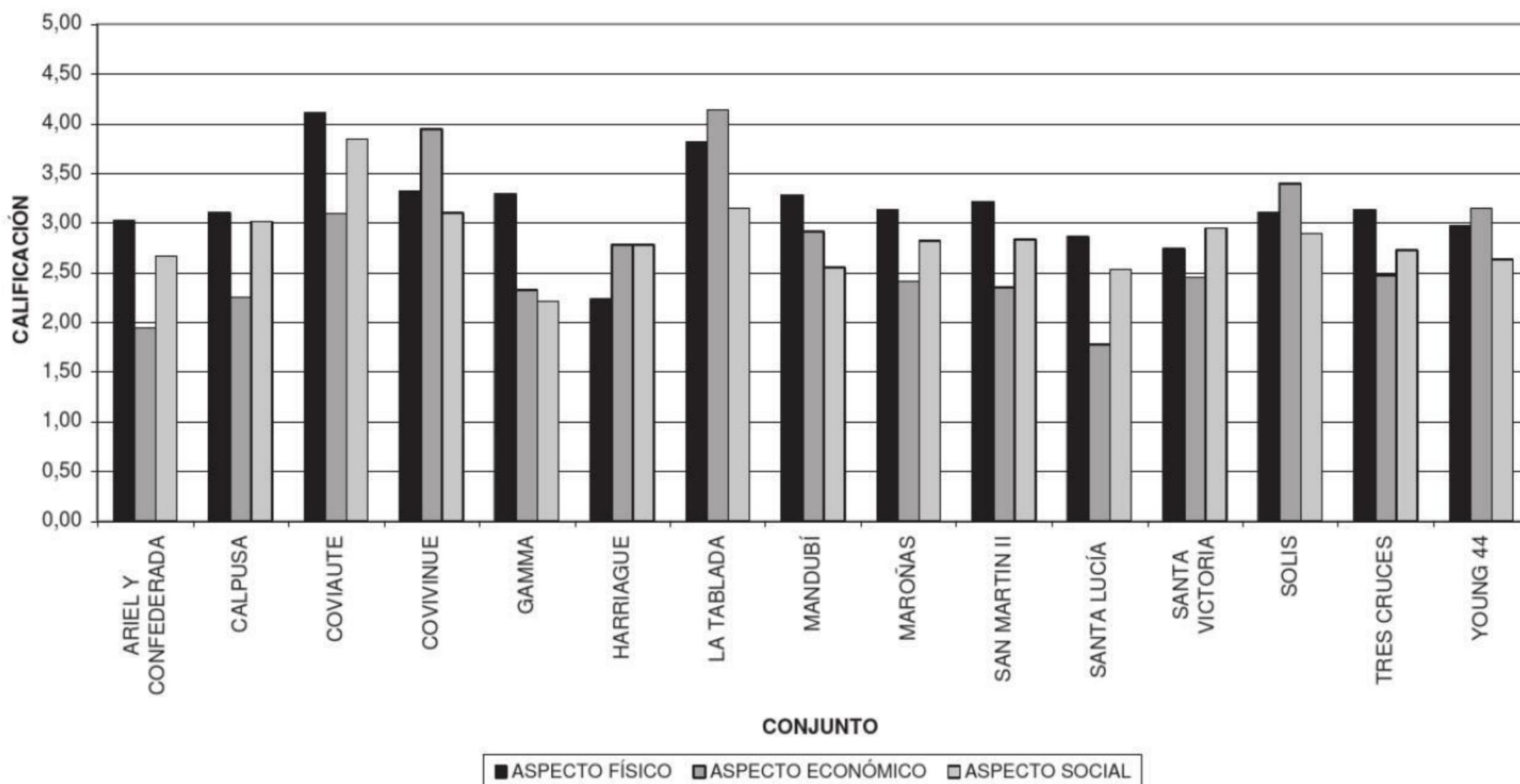
Nos remitiremos al cuadro final incluido en el parágrafo 4., en que figuran las calificaciones globales, en primer lugar ponderando igualmente los tres aspectos, y luego dándole peso prioritario sucesivamente a cada uno de ellos. El

diagrama de barras adjunto muestra la misma información, pero en este caso para una ponderación igual para los tres aspectos.

Del análisis de estos datos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los tres conjuntos con mejor calificación -entre buena (3) y muy buena (4)- son los que emplearon autoproducción. Son también los únicos que tienen calificaciones de más de 3 en todos los aspectos, y La Tablada y COVIAUTE, los únicos que tienen alguna calificación mayor de 4.
- Entre las obras por empresa hay una sola con calificación mayor de 3 (Solís). Luego siguen, con calificación próxima a 3, Young 44 y Mandubí, con fortalezas en lo económico y

**ASPECTO FÍSICO, ECONÓMICO Y SOCIAL: RELACIONES DE CALIFICACIONES PONDERACIÓN EQUITATIVA ENTRE LOS ASPECTOS**



físico, respectivamente, pero debilidades en lo social, y después cinco conjuntos entre 2,7 y 2,8, y los otros cuatro con valores bastante más bajos, en los que pesan las muy bajas calificaciones de Santa Lucía y Ariel y Confederada en lo económico, Harriague en lo físico y Gamma en lo social: las cuatro calificaciones globales más bajas corresponden así a programas que en algún aspecto tienen la calificación más baja.

c. Aún operando con procedimientos distintos para obtenerlas, el promedio de las calificaciones de los tres aspectos es relativamente similar: físico, 3,15; social, 2,84; económico, 2,76.

d. En cambio hay una diferencia importante en la dispersión de los valores de las calificaciones: en lo físico van de 2,2 a 4,1, pero el 67% está entre 3 y 4; en lo social van de 2,21 a 3,84, pero trece de quince está entre 2,5 y 3,5; en lo económico, en cambio, están en el rango 1,77-4,13, ocupando todo el ancho del intervalo. Esto se refleja en las desviaciones estándar respectivas: 0,43; 0,37 y 0,68,

e. El promedio de las calificaciones globales a su vez, es de 2,92, con una desviación estándar de 0,40, que corresponde al intervalo 2,4-3,7.

f. Estos “achatamientos”, que sin duda corresponden a compensaciones entre los diferentes criterios al interior de cada aspecto, y luego entre los tres aspectos, muestran la importancia de examinar no sólo los resultados finales sino también los parciales (a nivel de aspectos, de criterios y aún de sub-criterios), ya que los promedios ponderados pueden estar escondiendo situaciones inadmisibles. Sin embargo, queda claro que no se obtienen resultados globales buenos si hay falencias en algún aspecto, ni (aunque aquí el efecto se atenúa más) en algún criterio importante.

g. Contra lo que podría esperarse, los mejores resultados económicos no aparecen desmejorados en lo físico: todos los programas que

tienen calificación de 3 o más en lo económico, también la tienen en lo físico (salvo Young, que igualmente está muy próximo a esa calificación).

h. Las correspondencias entre calificaciones sociales, y físicas o económicas, en cambio, no presentan relaciones muy claras, salvo en los programas con autoproducción, que ostentan las mejores calificaciones en los tres aspectos (excepto COVIAUTE en lo económico).

i. Adoptando diferentes ponderaciones para los tres aspectos se obtienen los resultados que figuran en el cuadro final del parágrafo 4. Las diferencias no son significativas, al punto que las desviaciones estándar son menores a 0,12. Lo mismo sucede con el ordenamiento de los conjuntos al variar las ponderaciones, ya que aunque cambian las calificaciones, las posiciones relativas se modifican muy poco: los cuatro conjuntos mejor calificados, lo son en todas las combinaciones de ponderaciones, fluctuando La Tablada entre primera y segunda, y COVIVNUE entre segundo y tercero. El mayor cambio se produce para COVIAUTE, cuya más baja evaluación económica hace que cuando se da mayor peso a lo físico o social pasa al primer lugar, pero cuando se prioriza lo económico cae al tercero. En el otro extremo, Santa Lucía, Harriague y Ariel y Confederada ocupan tres de los cuatro últimos lugares en cualquiera de las alternativas.

j. Si se quisiera comparar los sistemas constructivos y no los programas, los aspectos a tomar en cuenta deberían ser exclusivamente el físico y económico, o al menos debería darse a éstos un peso mucho más fuerte, dado que en el social influyen elementos que no tienen relación directa con el sistema constructivo y que estarían incidiendo en la comparación. Sin embargo, si se hace ese ejercicio los resultados tampoco varían sustancialmente, lo que tiene mucho que ver con el hecho que los programas con mejor evaluación social también tienen las mejores ca-

lificaciones en los otros dos aspectos.

## 7. A modo de final

Los resultados de la evaluación contribuyeron a desmistificar algunos supuestos que a veces se dan por ciertos sin el suficiente análisis; a reafirmar algunas conclusiones ya obtenidas en trabajos anteriores; a dar respuesta a algunas preguntas planteadas previamente y a plantear otras nuevas.

Así, la idea que la tecnología y en particular la prefabricación mágicamente siempre reducen costos y tiempos sin afectar calidades; el error de tomar el costo inicial como parámetro casi único para optar entre distintas soluciones; la búsqueda de la economía reduciendo áreas y terminaciones, que luego empobrece y al mismo tiempo encarece el uso; la participación de los destinatarios como la clave no sólo para obtener mejores resultados sociales, sino también físicos y económicos.

Pero además, los resultados muestran la importancia de evaluar antes para no tener que corregir después; de adquirir y sistematizar información sobre lo existente, para no tropezar eternamente con las mismas piedras, y de considerar el problema habitacional en sus múltiples dimensiones, haciendo centro en las necesidades de la demanda y no en las posibilidades e intereses de la oferta Y que para ello deben existir distintas líneas de trabajo y diversas opciones, contemplando también la dimensión territorial y ambiental en la ciudad que se construye para todos.

En momentos en que la declaración de la emergencia habitacional en vivienda hace pensar que, finalmente, se volcarán al sector los recursos necesarios para cambiar drásticamente la situación, todo eso puede servir para hacer mejor (y por lo tanto, y también, más) lo que se pueda hacer.