

II. L'ENVOLTANT EXTERIOR

---

Amb aquesta denominació es fa referència a tots aquells elements que conformen el sistema de prevenció de la base dels edificis contra les aigües del terreny i la proveeixen de les necessàries condicions de resistència mecànica i d'aïllament tèrmic.

## II. A. / 1.

EVOLUCIÓSolucions pel contacte dels elements horitzontals.

## II. A. / 1.1.

Al llarg dels anys cinquanta, la solució que s'adoptava normalment en el contacte horitzontal amb el terreny es componia d'una capa d'emmacat per a frenar les pujades d'aigua per capil·laritat i d'una solera de formigó pobre en ciment, d'un gruix sempre inferior als 8-10 cm, que servia directament de base al paviment. Segons les Condiciones Higiénicas Mínimas de l'any 1944, el gruix del material anticapil·lar havia de ser com a mínim de 20 cm però, a la pràctica, moltes vegades era inferior a aquest valor i, en alguns casos, ni tan sols se'n disposava.

Durant aquests anys, no tingueren pràcticament aplicació solucions fonamentades en la interposició de blocs de formigó alveolat per a complir la funció anticapil·lar encomanada normalment a l'emmacat - solució divulgada en algunes revistes tècniques -, o d'altres utilitzades en èpoques anteriors en alguns grups d'habitatge econòmic construïts l'any 1929 amb motiu de l'Exposició Universal celebrada a Barcelona, que consistien en la formació d'una solera a base d'una capa de maó foradat ceràmic, sustentada sobre envanets del mateix material, els quals recolzaven directament sobre el terreny.

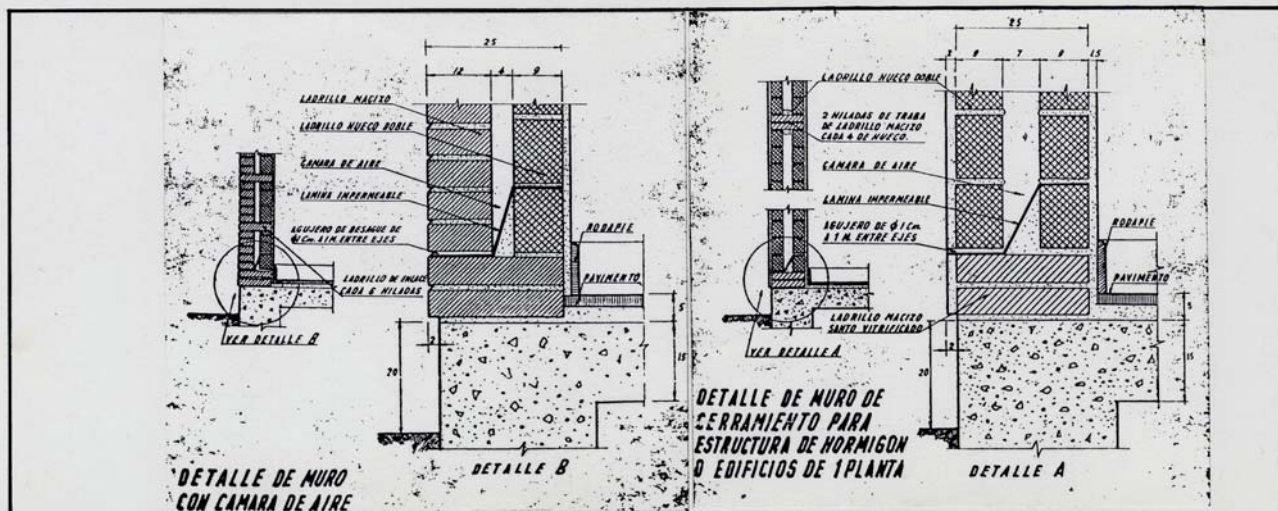
La disposició de la cambra sanitària (v. gràfic 45) com a element de separació física

entre el terreny i l'edifici no s'aplicà de manera generalitzada fins els primers anys seixanta, una vegada verificada la negativa experiència de comportament de les solucions en solera, tal i com es venia realitzant normalment. Només això pot explicar aquest canvi, ja que la formació de la cambra comportava un major cost d'execució que la solera, en fer necessària més superfície flexionada. Tot i amb això, la solució s'oficialitzà pràcticament a partir del 1961, any en què es recomanà la conveniència d'incloure en el marc legal, la col·locació d'un sostre per sota els habitatges situats a planta baixa, en una de les conclusions de les jornades d'estudis sobre el tema de les humitats en la construcció, organitzades per la Obra Sindical del Hogar. Posteriorment, la solució de la cambra sanitària fou la que s'adoptà més habitualment, reduint-se l'ús de la solera a les zones públiques d'accés i vestíbul i a les destinades a un ús comercial o a qualsevol altre no residencial, incloïes a la planta baixa dels edificis.

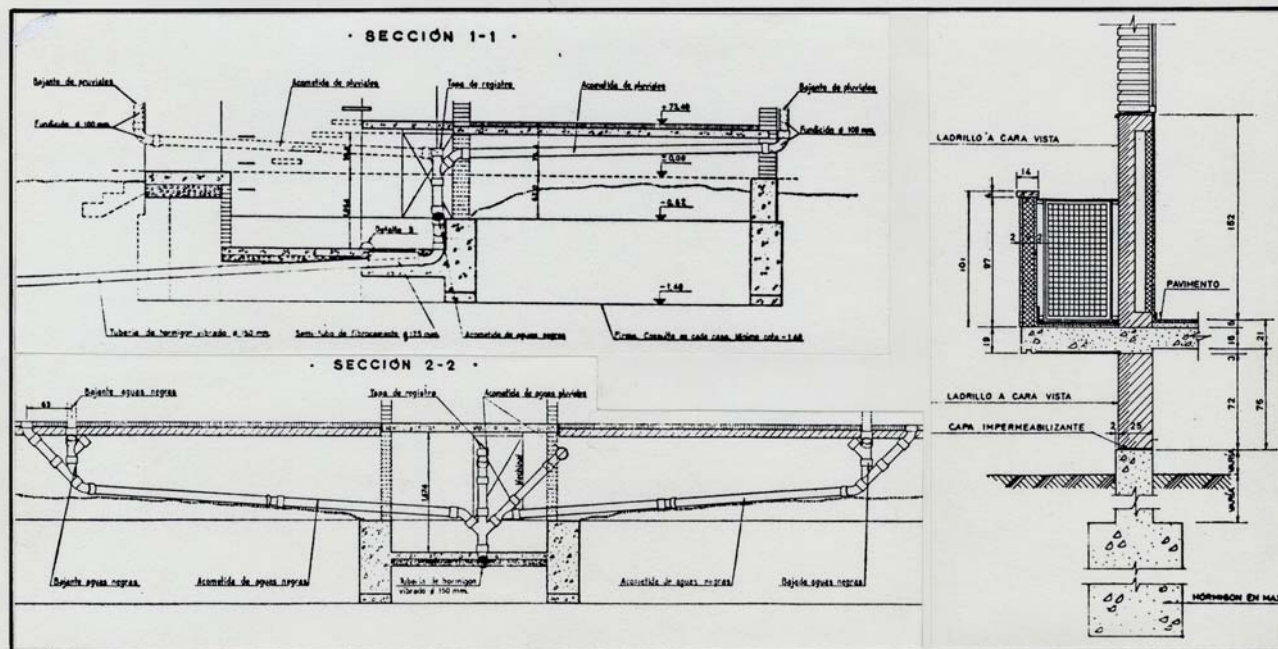
#### Solucions pel contacte dels elements verticals.

##### II. A. / 1.2.

Les solucions preventives contra les pujades de l'aigua emmagatzemada en el terreny a través dels murs d'obra de fàbrica, originades pels efectes de la capil·laritat, no foren aplicades amb gaire freqüència en els edificis construïts als anys cinquanta. Es poden trobar, fins i tot, detalls de projectes realitzats en aquells anys en què no es preveia cap element específic destinat a evitar aquests efectes, la qual cosa no fa més que confirmar la manca de tradició en la consideració de les possibles repercussions d'aquestes humitats. A mitjans dels anys cinquanta, els elements als quals s'encarregava normalment aquesta funció (v. gràfic 46 ) consistien en làmines impermeables de material asfàltic intercalades en els junts de morter o en dues o tres filades de maons recuits, dits també "santos" o vitrificats. Fou freqüent en molts edificis de promoció pública construïts en aquells anys, la col·locació d'un sòcol



GRÁFIC 46.- Solucions tipus de contacte amb terreny dels elements verticals, divulgades per la revista "Hogar y Arquitectura" a l'any 1955.



GRÁFIC 45.- Solucions de contacte amb terreny amb cambra sanitària, incloses a la revista "Hogar y Arquitectura" a l'any 1961.



de pedra, ja sigui com a revestiment del mur o bé formant tota la seva secció, al qual se li encomanava la funció d'escopir la sobrecàrrega d'aigua que reben els tancaments exteriors en la seva zona inferior. Però aquesta solució fou abandonada anys després en comprovar-se la seva inutilitat. De la mateixa manera que s'abandonà també, la disposició d'elements d'enjardinament a tocar als edificis, que en sotmetre els murs adjacents a la presència pràcticament continuada de l'aigua, propiciaven la seva permanent humectació. Els primers anys seixanta fou freqüent, en canvi, la disposició de voreres perimetrals de 0,60 a 1,00 m d'amplada situades al voltant del edificis i amb pendent cap a l'exterior, a fi d'allunyar de la base dels murs l'aigua d'escorrentia de les façanes i reduir, així, la filtració de l'aigua de pluja a través del terreny colindant als tancaments i a les seves fonamentacions. Al mateix temps, fou cada vegada més freqüent la instal·lació de canaleres a les cobertes inclinades, la qual cosa contribuï notablement a reduir la quantitat d'aigua susceptible d'incidir directament en el pany exterior dels murs.

Del conjunt d'aquestes dades és fàcil de deduir que, a mesura que avança el període, es manifesta una major atenció a l'adopció de mesures i solucions tendents a resguardar la part inferior dels edificis del contacte de l'aigua de pluja i de l'aigua continguda en el terreny.

## II. A. / 1.3.

Pel que fa a la resolució de l'estanquitat a l'aigua en els tancaments verticals en contacte directe amb el terreny, cal dir que no es presenten suficients exemples com per a poder establir un procés evolutiu de les solucions adoptades. El fet que moltes ordenances prohibissin la situació d'habitatges en soterrani i la manca d'economicitat que comportava normalment la construcció d'elements de contenció de terres, evità que abundessin els tancaments amb aquesta situació. Els habitatges en semisoterrani del grup Bellvitge, actualment desallotjats, constitueixen, però, un cas prou significatiu dels riscos que comporta una previsió defectuosa de l'estanquitat

i de l'aïllament tèrmic d'aquests elements. Riscs que justifiquen plenament les previsions ordenancistes dirigides a evitar situacions semblants, difícilment solventables de forma econòmica amb la simple adopció de les solucions constructives i d'estanquitat habituals, entre les quals s'hi poden incloure, també, les solucions que especificaven les diverses normatives tècniques aparegudes al llarg del període a què es fa referència. (Condiciones Higiénicas Mínimas, Ordenanzas Técnicas de Renta Limitada, Ordenanzas de Barcelona, etc.).

## II. A. / 2.

### COMPORTAMENT

#### II. A. / 2.1.

Les solucions de contacte amb el terreny a base de soleres de formigó han estat objecte de freqüents enfonsaments, bombaments o trencaments produïts com a conseqüència de la insuficient compactació del terreny o de la modificació de les seves característiques resistents, les quals han resultat alterades, en ocasions, per la presència de l'aigua provinent de fuites en la xarxa horitzontal de clavegueram. El deficient comportament i la manca de durabilitat de les solucions adoptades normalment, amb poc gruix de formigó, sense emmacat i sense pel·lícula d'estanquitat, provocà que es desaconsellés el seu ús en habitatges econòmics de promoció pública a partir dels primers anys seixanta.

#### II. A. / 2.2.

La presència d'humitat per capillaritat a la base dels murs de fàbrica ha estat un fenomen freqüent quan el contacte horitzontal amb el terreny es realitzà sense cambra sanitària. La manca de pavimentació del terreny colindant amb els murs i la no provisió de capa estanca horitzontal han estat les causes més directes d'aquestes humitats. El sòcol no ha impedit quasi mai la humectació del mur i, en algú cas ha provocat l'augment d'alçada de l'aigua en reduir la possibilitat de ventilació del mur per la seva superfície exterior.

- II. A. / 2.3. Les cambres sanitàries formades entre el primer sostre i el terreny natural o la llosa de fonamentació no han estat dotades generalment de suficient ventilació, la qual cosa ha facilitat la formació d'aigua de condensació en el pla inferior del sostre de manera gairebé constant.
- II. A. / 2.4. En el quadre 47 s'exposen les dades més rellevants relatives al cost de les operacions de reparació, manteniment i millora, efectuades en la partida funcional a què es fa referència en el decurs del període 1976-1985. (v. Annex 3).

DADES DE COST. (Segons mostra Annex 3)

CONTACTE AMB TERRENY

---



---

I / Percentatge d'inversió destinat a la partida funcional "Contacte amb terreny" : 5,1%

---



---

II / Percentatges d'habitatges i de grups en què s'han efectuat operacions de reparació.

	<u>% habitatges</u>	<u>% grups</u>
Operacions de reparació	78%	70%

---



---

III / Inversió promitja per habitatge destinada a la partida "Contacte amb terreny" en funció del període de construcció dels grups.

	<u>Cost (ptes. 1984)</u>
Construïts entre 1950 i 1960	43.679,-
Construïts entre 1960 i 1970	25.585,-
Construïts entre 1970 i 1976	6.092,-

---



---

IV / Distribució percentual de la inversió efectuada en la partida funcional "Contacte amb terreny".

<u>Operació</u>	<u>% inversió en relació total partida funcional</u>	<u>% inversió en relació total mostra</u>	<u>% habitatges objecte de l'operació</u>	<u>% grups objecte de l'operació</u>
Reparació o nova formació solera	9,48%	0,53%	24%	26%
Nova execució cambra sanitària	47,18%	2,62%	19%	13%
Augment de ventilació a cambra sanitària	22,13%	1,23%	33%	30%
Neteja cambra sanitària	8,78%	0,49%	26%	13%
Formació capa estanca horitzontal	3,52%	0,20%	3%	4%
Formació drenatge	0,77%	0,04%	34%	9%
Reparació o nova formació sòcol	8,14%	0,45%	43%	30%

QUADRE 47 .- Dades de cost de la partida funcional "Contacte amb terreny".




























Es farà referència en aquesta part de l'estudi, a les condicions d'estanquitat, aïllament tèrmic i protecció solar dels elements que componen els tancaments verticals exteriors dels tipus edificatoris considerats. En general, es tractarà, també, de tots aquells elements situats a la part de fora dels dits tancaments, encara que no compleixin una funció relacionable directament amb els requeriments de confort higrotèrmic dels tancaments verticals. Igual com succeïa amb els sistemes estructurals, la diversitat de tipus de tancaments adoptats aconsella establir una classificació prèvia que pugui facilitar una visió sintètica de les seves característiques més primàries. Aquesta classificació s'ha realitzat a partir de la selecció de les variables que han demostrat una major influència sobre l'evolució dels tipus més utilitzats al llarg del període o sobre el seu comportament. Breument enunciades, les variables considerades són:

- a) L'existència de cambra d'aire, element que estableix una primera divisió entre els murs d'un sol full i els murs de doble full.
- b) El material o materials base que componen el mur.
- c) La presència de material específic d'aïllament tèrmic.
- d) La presència d'enguixat a la part interior del mur.
- e) La presència de revestiment del material situat a la part més exterior del mur.

El quadre 48 presenta la classificació establerta en base als criteris anteriorment enunciats, assenyalant el lloc que li correspon segons aquesta classificació a cadascun dels 25 tipus de tancament recopilats en l'estudi, els quals es representen esquemàticament en el gràfic 49. Pel desenvolupament de l'anàlisi d'aquests elements, no se segueix exactament la divisió marcada per la classificació anterior, sinó que

MUR	MATERIAL	Amb revestiment exterior	Sense revestiment exterior	Amb material d'aïllament tèrmic específic	Sense material d'aïllament tèrmic específic	Amb enguixat interior
MURS SENSE CAMBRA (1 FULL)	DE MAÓ CERÀMIC MASSIS (2,3,6) CALAT (2,3) FORADAT (4,5) BLOC (1) DE BLOC DE FORMIGÓ MASSIS (12,15) ALVEOLAT (13,14) DE FORMIGÓ VESSAT IN SITU (23,24) PLAFONS PREFABRICATS (19,20,21,22)	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ●
MURS AMB CAMBRA (2 FULLS)	CERÀMICA + CERÀMICA (7,8,9,10,11) CERÀMICA + BLOCS DE FORMIGÓ (16) BLOC DE FORMIGÓ + CERÀMICA (17) FORMIGÓ VESSAT IN SITU + CERÀMICA (25) PLAFÓ PREFABRICAT + BLOC D'ESCAIOLA (18)	●     	● ● ● ● ● ●	●   ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●

GRÀFIC 48.- Classificació dels tipus de tancament exterior utilitzats durant l'època.

MURS CERÀMICS D'UN SOL FULL	MURS CERÀMICS DE DOS FULLS	MURS BLOCS DE FORMIGO D'UN SOL FULL	MURS BLOCS DE FORMIGO DE DOS FULLS	MURS A BASE DE PANELLS PREFABRICATS	MURS FORMIGO VESSAT IN SITU D'UN O DOS FULLS
 ① $K = 3,52$ $\alpha = 0,88$	 ⑦ $K = 1,42$ $\alpha = 0,42$	 ⑫ $K = 1,63$ $\alpha = 0,72$	 ⑯ $K = 1,64$ $\alpha = 0,48$	 ⑱ $K = 1,45$ $\alpha = 0,60$	 ⑳ $K = 2,24$ $\alpha = 0,31$
 ② $K = 2,25$ $\alpha = 0,62$	 ⑧ $K = 1,36$ $\alpha = 0,42$	 ⑬ $K = 1,49$ $\alpha = 0,57$	 ⑰ $K = 1,22$ $\alpha = 0,35$	 ⑲ $K = 1,42$ $\alpha = 0,41$	 ㉑ $K = 1,20$ $\alpha = 0,30$
 ③ $K = 2,13$ $\alpha = 0,58$	 ⑨ $K = 1,33$ $\alpha = 0,40$	 ⑭ $K = 1,25$ $\alpha = 0,40$		 ㉒ $K = 1,05$ $\alpha = 0,21$	 ㉒ $K = 0,71$ $\alpha = 0,31$
 ④ $K = 2,05$ $\alpha = 0,70$	 ⑩ $K = 1,33$ $\alpha = 0,37$	 ⑮ $K = 1,18$ $\alpha = 0,47$		 ㉓ $K = 0,79$ $\alpha = 0,20$	
 ⑤ $K = 1,65$ $\alpha = 0,54$	 ⑪ $K = 1,15$ $\alpha = 0,37$			 ㉔ $K = 0,78$ $\alpha = 0,19$	
 ⑥ $K = 1,54$ $\alpha = 0,25$					

GRÀFIC 49.- Tipus de tancaments verticals exteriors realitzats durant l'època.

s'adopta un plantejament més flexible, que permet una interpretació conjunta i comparativa dels diversos requeriments i de les diverses solucions portades a la pràctica.

II. B. / 1.

### EVOLUCIÓ

#### Nivell d'ús de les diverses solucions. Fases.

II. B. / 1.1.

Primera fase: 1950-1960. En els tancaments exteriors realitzats en aquests anys, l'ús del material ceràmic per a la formació de les parts opaques és pràcticament exclusiu. Abunden sobretot els murs de doble full: l'exterior, de 14 cm de gruix a base de maó massís, calat o foradat segons el cas, i l'interior, de 4,5 cm de gruix, generalment de maó foradat. De tota manera, de vegades es prescindí del segon full. Quan les exigències de càrrega ho aconsellaven, s'adoptava el gruix de 29 cm en full únic, però no va ser una solució habitual. Els morters de calç i els morters mixtos foren els més utilitzats, tant per a les fàbriques com per a realitzar els revestiments exteriors. Va ésser freqüent, també, disposar ràfecs a la part superior de les façanes i marcar un sòcol amb pedra aplacada o amb el ressalt de la part inferior del tancament, a tocar al terreny. La superfície en finestrada era, normalment, escassa i la forma de les obertures, allargada. Els trencaaigües s'acostumaven a formar amb rajoles ceràmiques vermelles. Les fusteries eren sempre de fusta. Les persianes a la valenciana i els porticons metàl·lics o de fusta constituïen els sistemes d'enfosquiment habituals. Els tancaments dels edificis corresponents a barri tal com Verdún, Trinitat-PMHB o els dels blocs del passeig Calvell poden considerar-se típics d'aquest període, pel que fa a la seva resolució i als elements que els componen.

II. B. / 1.2.

Segona fase: 1960-1965. Aquesta fase es caracteritza per la relativa diversificació



de les solucions i materials emprats. Així, si bé per a les zones opaques el material ceràmic continuà essent el més utilitzat, les solucions a base de blocs de formigó en totes les seves diverses modalitats (alleugerit, alveolat, massís, etc.) experimentaren un notable increment d'aplicació, a causa de la facilitat de fabricació dels blocs i a la carestia de ceràmica que patia el mercat com a conseqüència del boom edificatori pel qual travessava la construcció d'habitatges en aquells anys. Carestia que propicià que en algunes obres de cert volum (S.O. Besòs, El Xup, etc.) es fabriquessin els elements bàsics de ceràmica o formigó-maons i blocs, respectivament - al mateix recinte de l'obra. Es va recórrer també, amb més freqüència que en els anys anteriors, a la utilització del formigó armat per a formar els tancaments, a fi d'evitar la inseguretat de subministrament d'aquells elements. D'altra banda, el ràfec i el sòcol desapareixen pràcticament de les façanes, i sovintegen molt més que a l'època anterior les obertures de forma apaisada, en perdre la façana la seva funció portant. Les fusteries de fusta van passar a compartir el mercat amb les fusteries metàl·liques a base de perfils conformats en fred o laminats. L'ús de la persiana enrollable es començà a popularitzar, i va substituir els porticons com a solució per a aconseguir l'enfosquiment dels dormitoris. Molts dels tancaments corresponents als edificis dels barris S.O. Besòs o Montbau constitueixen exemples típics de les solucions aplicades aquests anys.

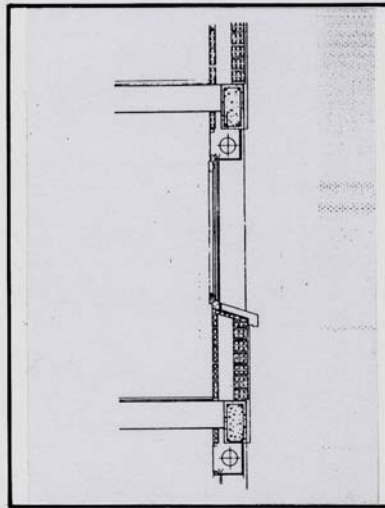
## II. B. / 1.3.

Tercera fase: 1965-1976. En els primers anys d'aquest període s'inicià una dinàmica de selecció de les solucions utilitzades en el període anterior, orientada a eliminar tots aquells sistemes o elements que havien manifestat un comportament deficient. Al mateix temps, s'apunta una progressiva tendència cap al retorn dels tradicionals murs ceràmics de doble full, amb una major propensió que els anys anteriors a deixar vista la fàbrica a les façanes, i s'abandonaren, així, de forma paulatina els acabats exteriors a base de revestiments continus de morter de calç, mixt o de portland.

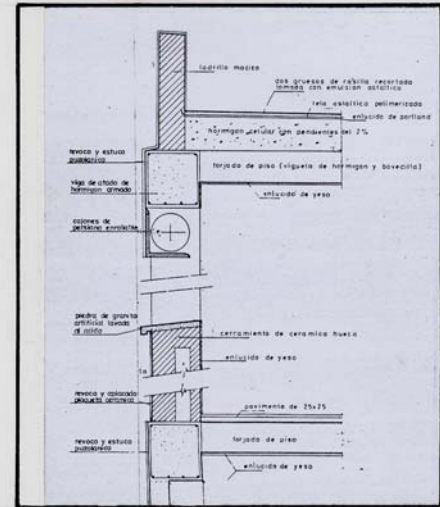
de freqüent utilització en la dècada anterior. Els tancaments de les torres del grup Gornal a L'Hospitalet i els del grup de la Ctra. de Rubí a Terrassa, resoltos amb obra ceràmica vista, cambra d'aire i envà ceràmic, són un exemple clar del període final del procés descrit. (v. gràfics 50 a 56).

Tot coincidint pràcticament amb l'inici d'aquest període es començaren a presentar també les primeres solucions de tancaments a base de plafons prefabricats de formigó armat. Solucions que si bé, com es comentà en fer esment d'aquests elements en el capítol anterior, no van arribar a competir amb les solucions ceràmiques, tingueren una notable aplicació en alguns grans conjunts d'habitatges iniciats la dècada dels setanta, ja que no solament s'utilitzaren com a elements integrants de sistemes de prefabricació tancats sinó que, a més, foren usats com a elements complementaris d'altres sistemes estructurals - freqüentment en encofrat-túnel - complint exclusivament les funcions de tancament exterior i, a vegades, formant tan sols el full exterior dels dits tancaments, com és el cas, per exemple, dels plafons col·locats a La Mina. (v. gràfics 57 a 59).

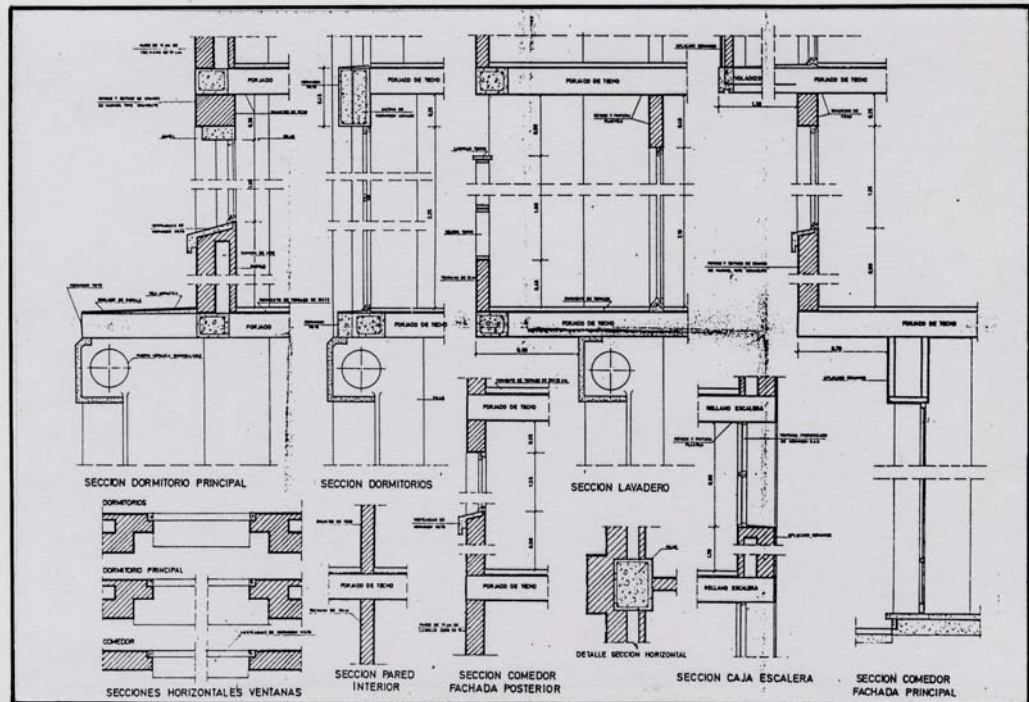
Cap als últims anys d'aquesta fase, les solucions denoten, en general, una major exigència en la consideració de l'aïllament tèrmic dels elements, fet que es reflecteix en aspectes com és ara el de la inclusió, en algú cas, de material específic per a aquesta finalitat dins les cambres d'aire dels tancaments de dos fulls, o en l'adopció de majors gruixos de material aïllant en els plafons sandwich prefabricats o, fins i tot, en els plantejaments d'independització total de la pell exterior de l'edifici que es poden observar en algunes de les darreres solucions dissenyades a base de plafons prefabricats, de les quals en són un bon exemple les del grup Vall-Roig de Cerdanyola. Les solucions tradicionals ceràmiques no van evolucionar, en canvi, en el sentit favorable de l'eliminació dels ponts tèrmics més evidents - brancals d'obertures, unions amb els sostres, ampits, etc. - els quals mantingueren la



GRÁFIC 51.- Tancament exterior de mur ceràmic revestit.  
(Font: Arxiu C. Ramírez, arqte)



GRÁFIC 52.- Tancament exterior de mur ceràmic revestit. (Font: Arxiu Patronat M. de l'H. Badalona)

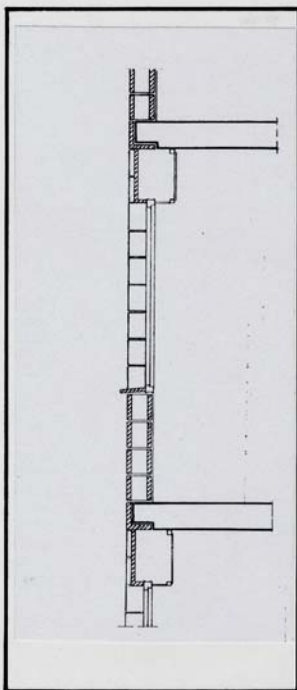


GRÁFIC 50.- Tancament exterior de mur ceràmic revestit. (Font: Arxiu VIMUSA, Sabadell)

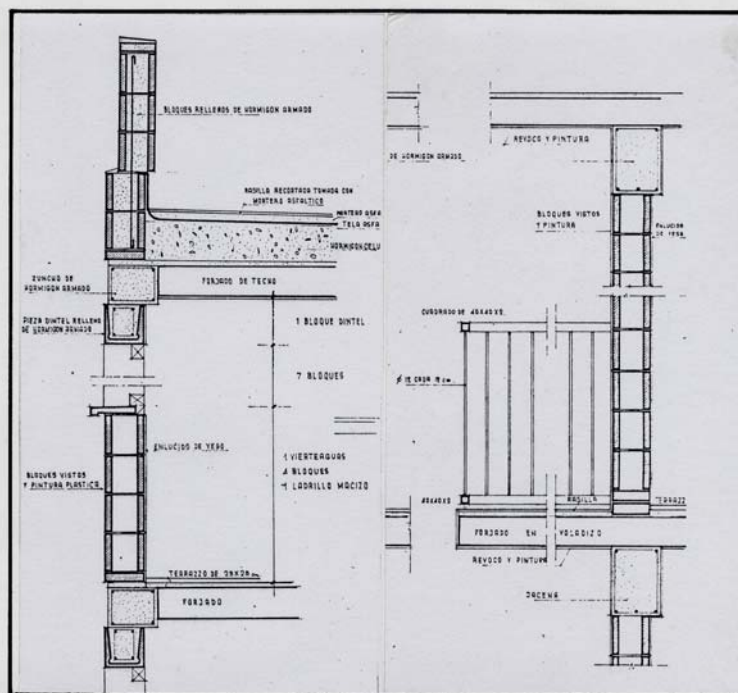




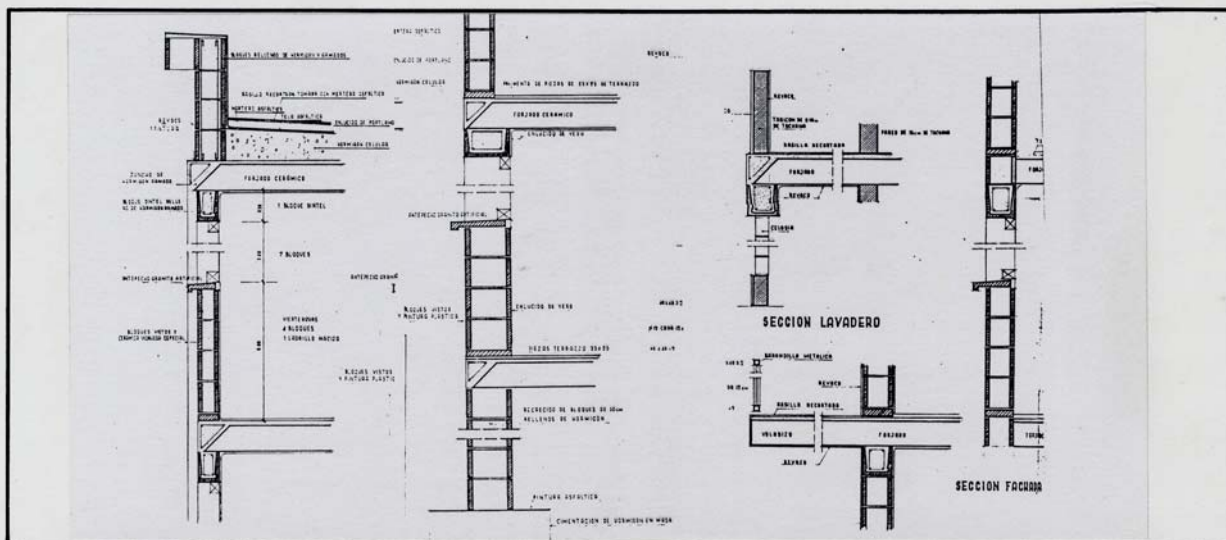




GRAFIC 55.- Tancament exterior de bloc de formigó al grup La Vinyala.  
(Font: Arxiu C. Ramírez, arqte.)



GRAFIC 56.- Tancament exterior de bloc de formigó al grup Sant Antoni Llefià.  
(Font: Arxiu Patronat Municipal de l'Habitatge de Badalona.)



GRAFIC 54.- Tancament exterior de bloc de formigó al grup Sant Antoni Llefià. (Font: Arxiu Patronat M. Habitatge de Badalona.)



mateixa resolució fins al final del període, tot i que van resultar ésser els punts de comportament higròtermic més conflictius de tota la superfície dels elements.

En relació a les fusteries, l'ús de les metàl·liques en acer apunta una davallada respecte al període anterior, tot i que en els tancaments a base de plafons prefabricats continuaren essent les d'aplicació més freqüent, en adequar-se millor al procés d'emmotllament i curatge al vapor practicat en el formigó. De tota manera, les fusteries de fusta mantingueren una clara hegemonia en el mercat, que no aconseguí ser modificada quan, a principis dels anys setanta, les fusteries d'alumini demostraren una certa competitivitat en alguns models de baixa qualitat, els quals s'arribaren a col·locar, fins i tot, en diverses grans promocions d'aquells anys, iniciant així una ofensiva comercial que, com es demostrà en el futur, no va reixir.

Pel que fa a les solucions d'enfosquiment i protecció solar, la persiana enrollable de plàstic amb bombo incorporat o semiincorporat a la secció del tancament experimentà un ús creixent, tot i que els locals corresponents a les sales d'estar restaven freqüentment sense cap element especial destinat a acomplir aquesta funció.

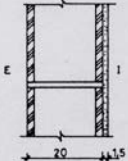
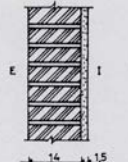
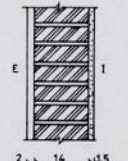
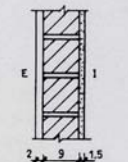
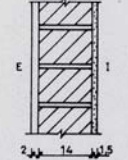
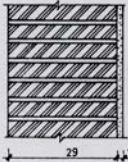
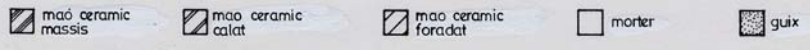
#### Característiques fonamentals dels diversos tipus.

II. B. / 1.4.

En els gràfics 60al 65 es relacionen les característiques principals relatives a l'aïllament tèrmic, higròtermia, inèrcia tèrmica i estanquitat dels diversos tipus de tancaments verticals utilitzats durant l'època. Per tal de facilitar la seva interpretació, s'han dividit en sis grups en funció del material i el nombre de fulls que els componen. De l'anàlisi global del conjunt de les dades i característiques relacionades en els gràfics, se'n poden extraure les observacions següents:

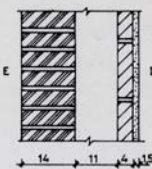
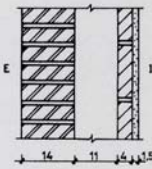
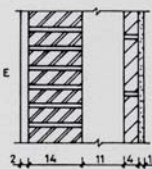
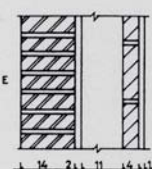
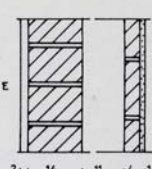
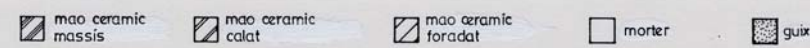
- a) És fàcilment constatable la gran heterogeneïtat de les solucions aplicades. Heterogeneïtat que es reflecteix en tots els paràmetres i propietats consi-



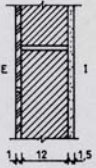
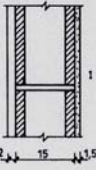
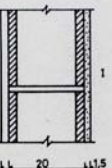
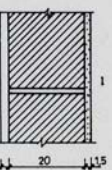




ESQUEMES	MURS CERÀMICS D'UN SOL FULL
 <p>①</p> <p><math>K = 3,52</math> <math>\alpha = 0,88</math></p>	<p>ÚS: Durant els anys cinquanta, amb certa profusió. Posteriorment, tan sols en alguns casos i quasi sempre coincidint amb llocs protegits de la pluja (tancaments de caixes d'escala, safareigs, etc.)</p> <p>VARIANTIS: Maó massís, maó calat i maó foradat. En casos excepcionals, a base de blocs alveolats. Quant el maó era massís s'acostumava a deixar vist, sense revestir exteriorment. En el cas de maó foradat sempre es revestia per l'exterior.</p>
 <p>②</p> <p><math>K = 2,25</math> <math>\alpha = 0,62</math></p>	<p>AÏLLAMENT TÈRMIC: En estat sec, capacitat d'aïllament tèrmic inferior, en general, a la de tots els altres tipus de tancament, llevat dels murs de formigó armat, sense doblatge ni material específic d'aïllament tèrmic.</p> <p>HIGROTÈRMIA: En condicions d'humitat relativa i temperatura interior normals, existeix la possibilitat de formació de condensacions en massa quan la temperatura exterior baixa dels 3°C en els tipus que van arrebossats. Quan la temperatura exterior s'aproxima als 0°C, la possibilitat s'extén a tots els demés tipus.</p>
 <p>③</p> <p><math>K = 2,13</math> <math>\alpha = 0,58</math></p>	<p>INÈRCIA TÈRMICA: Els tancaments de 15 cm. de gruix presenten valors equiparables als dels murs de blocs massissos de formigó, valors que són inferiors als de la resta de tipus de tancament.</p>
 <p>④</p> <p><math>K = 2,05</math> <math>\alpha = 0,70</math></p>	<p>ESTANQUITAT: Es confia en les característiques d'estanquitat del propi material, en el gruix del mur i en el revestiment exterior quan n'hi ha. La cura en l'execució (colmatació dels junts, humectació de la ceràmica, dosificació i grau de sequetat del morter, etc.) és un factor fonamental per a que el mur compleixi amb aquest requeriment.</p>
 <p>⑤</p> <p><math>K = 1,65</math> <math>\alpha = 0,54</math></p>	
 <p>⑥</p> <p><math>K = 1,54</math> <math>\alpha = 0,25</math></p>	

GRÀFIC 60.- Murs ceràmics d'un sol full.

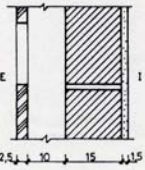
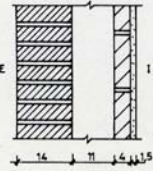

















ESQUEMES	MURS CERÀMICS DE DOS FULLS
 <p style="text-align: right;">(7)</p> <p style="text-align: right;"><math>K = 1,42</math> <math>\alpha = 0,42</math></p>	<p>ÚS: Els més utilitzats al llarg de tot el període. Durant els anys cinquanta predominen els tipus revestits. Als anys posteriors s'anaren imposant paulatinament els d'obra vista.</p> <p>VARIANTIS: Full exterior normalment de 14 cm. de gruix, a base de maó massís, calat o foradat. En el cas del foradat sempre es revestia exteriorment. Full interior normalment de maó foradat de 4 cm de gruix, enguixat. Cambra d'aire sense ventilar i sense incloure material específic d'aïllament tèrmic. Excepcionalment, cap a finals de període, s'arrebossa per l'interior el mur exterior a fi de millorar l'estanquitat.</p>
 <p style="text-align: right;">(8)</p> <p style="text-align: right;"><math>K = 1,36</math> <math>\alpha = 0,42</math></p>	<p>AÏLLAMENT TÈRMIC: La capacitat d'aïllament tèrmic en estat sec adopta valors intermitjos en relació a la dels altres tipus de tancament. És a dir, superiors als dels murs ceràmics d'un sol full i inferiors als dels plafons sandwich de formigó i no allunyats dels corresponents a la major part dels altres tipus de tancament.</p>
 <p style="text-align: right;">(9)</p> <p style="text-align: right;"><math>K = 1,33</math> <math>\alpha = 0,40</math></p>	<p>HIGROTÈRMIA: En condicions de humitat relativa i temperatura interior normals existeix la possibilitat de formació de condensacions en massa en seccions no coincidents amb la cambra d'aire quan la temperatura exterior baixa dels 5°C, tant en els tipus revestits exteriorment com en els no revestits.</p>
 <p style="text-align: right;">(10)</p> <p style="text-align: right;"><math>K = 1,33</math> <math>\alpha = 0,37</math></p>	<p>INÈRCIA TÈRMICA: Inferior a la dels plafons sandwich prefabricats i murs de formigó armat. Superior a la dels murs ceràmics d'un sol full i a la dels murs a base de blocs massissos de formigó. Equiparable a la dels murs a base de blocs alveolats de formigó.</p>
 <p style="text-align: right;">(11)</p> <p style="text-align: right;"><math>K = 1,15</math> <math>\alpha = 0,37</math></p>	<p>ESTANQUITAT: Es confia en les característiques d'estanquitat del propi material, en l'existència de la cambra d'aire, en el gruix del mur i en el revestiment exterior quan n'hi ha. La cura en l'execució (colmatació dels junts, humectació de la ceràmica, dosificació i grau de sequetat del morter, inexistència de runa al fons de la cambra, etc.) és un factor fonamental per a que el mur compleixi amb aquest requeriment.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

GRÀFIC 61.- Murs ceràmics de dos fulls.

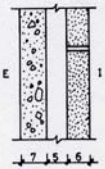
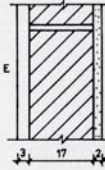
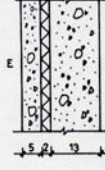
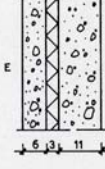
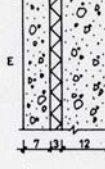

ESQUEMES	MURS DE BLOCS DE FORMIGÓ D'UN SOL FULL	
 <p style="text-align: right;">(12)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,63</math> <math>\alpha=0,72</math></p>	<p>CS:</p> <p>VARIANTS:</p>	<p>Quasi nul als anys cinquanta. Màxim durant els primers anys seixanta. Molt més reduït als anys següents.</p> <p>Alveolats; massissos. Normalment el formigó és lleuger. Gairebé sempre revestits per l'exterior i enguixats per l'interior. Excepcionalment, cap al final del període, es deixen vistos a l'exterior. Gruixos variables, compresos entre 12 i 20 cm.</p>
 <p style="text-align: right;">(13)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,49</math> <math>\alpha=0,57</math></p>	<p>AÏLLAMENT TÈRMIC:</p> <p>HIGROTÈRMIA:</p>	<p>Capacitat d'aïllament tèrmic en estat sec dels murs de blocs alveolats equivalent a la dels murs ceràmics de dos fulls. La dels murs a base de blocs massissos fluctua molt en funció del seu gruix.</p> <p>En condicions de humitat relativa i temperatura interior normals, existeix la possibilitat de formació de condensacions en massa quan la temperatura exterior baixa dels 5°C, tant en els tipus massissats com en els alveolats.</p>
 <p style="text-align: right;">(14)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,25</math> <math>\alpha=0,40</math></p>	<p>INÈRCIA TÈRMICA:</p> <p>ESTANQUITAT:</p>	<p>Inferior a la dels plafons sandwichs prefabricats i murs de formigó amat. Equiparable a la dels murs ceràmics d'un o de dos fulls en funció del tipus i gruix dels blocs que formen el tancament.</p>
 <p style="text-align: right;">(15)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,18</math> <math>\alpha=0,47</math></p>	<p>Es confia fonamentalment en la continuïtat i estanquitat del revestiment exterior, doncs el material dels blocs acostuma a ésser molt més absorbent que la ceràmica. Les característiques generals d'execució, tan del revestiment com de la fàbrica, tenen una importància extraordinària sobre el comportament del mur en relació a aquest requeriment. En els casos en que el mur no va revestit és molt difícil d'aconseguir una estanquitat garantitzable.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>mao ceramic massis</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>formigó lleuger</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>morter</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>guix</p> </div> </div>	

GRÀFIC 62.- Murs de blocs de formigó d'un sol full.

ESQUEMES	MURS DE BLOCS DE FORMIGÓ DE DOS FULLS					
 <p style="text-align: right;">(16)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,46</math> <math>\alpha=0,48</math></p>	<p><b>ÚS:</b> Corresponen a casos excepcionals: el segon es presenta en el grup Montbau, realitzat cap a 1960. El primer en el grup Constantí a l'any 1972.</p> <p><b>VARIANTIS:</b> En el tancament del grup Montbau, el full exterior està format per peces de formigó emmotllat del mateix tamany que els maons ceràmics massissos. El full interior és un envà ceràmic de 4 cm., enguixat. En el del grup Constantí, la cambra ventila a l'exterior.</p>					
 <p style="text-align: right;">(17)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,22</math> <math>\alpha=0,35</math></p>	<p><b>AÏLLAMENT TÈRMIC:</b> Capacitat d'aïllament tèrmic en estat sec equivalent a la dels murs ceràmics de dos fulls i a la d'alguns tipus de murs de blocs de formigó.</p> <p><b>HIGROTÈRMIA:</b> En condicions d'humitat relativa i temperatura interior normals, quan la temperatura exterior és inferior a 3°C hi ha possibilitat de formació de condensacions en massa a qualsevol dels dos tipus.</p>					
	<p><b>INÈRCIA TÈRMICA:</b> Equivalent a la dels murs ceràmics de dos fulls. Inferior a la dels plafons sandwich prefabricats i murs de formigó armat. Superior a la dels murs ceràmics d'un sol full.</p> <p><b>ESTANQUITAT:</b> El mecanisme del segon no es diferencia del que correspon als murs ceràmics de doble full. Pel que fa al primer el mecanisme és molt singular: l'envà exterior ceràmic aconpleix la funció d'envà pluvial, resguardant de la humectació a la pell interior formada amb blocs de formigó.</p>					
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;"> maó ceràmic massís</td> <td style="width: 20%;"> maó ceràmic foradat</td> <td style="width: 20%;"> formigó lleuger</td> <td style="width: 20%;"> morter</td> <td style="width: 20%;"> guix</td> </tr> </table>		 maó ceràmic massís	 maó ceràmic foradat	 formigó lleuger	 morter	 guix
 maó ceràmic massís	 maó ceràmic foradat	 formigó lleuger	 morter	 guix		

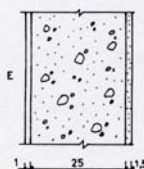
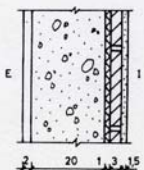
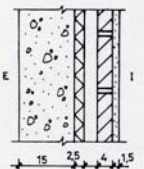
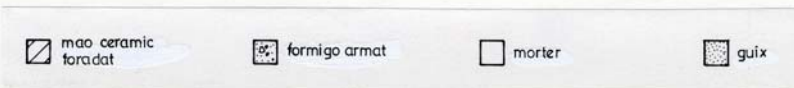
GRAFIC 63.- Murs de blocs de formigó de dos fulls.



ESQUEMES	MURS A BASE DE PLAFONS PREFABRICATS	
 <p style="text-align: right;">(18)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,45</math> <math>\alpha=0,60</math></p>	<p>CS:</p>	<p>Els plafons ceràmics (núm. 19) van tenir molt poca aplicació; la realització més important es presentà en el grup Espronceda (1962-64). Els plafons de formigó començaren a utilitzar-se al grup Bellvitge (1964-72) i, pràcticament, es col·locaren en tots els grans conjunts realitzats amb sistemes estructurals prefabricats i a molts dels realitzats amb encofrat túnel.</p>
 <p style="text-align: right;">(19)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,42</math> <math>\alpha=0,41</math></p>	<p>VARIANTIS:</p>	<p>Plafons sandwich: inclouen un material d'aïllament tèrmic a la seva secció. Plafons normals: Quan solament forma la pell exterior i el tancament es suplementa amb un altre material (cas de La Mina).</p>
 <p style="text-align: right;">(20)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=1,05</math> <math>\alpha=0,21</math></p>	<p>AÏLLAMENT TÈRMIC:</p>	<p>En els tipus en plafó sandwich de formigó armat, la capacitat d'aïllament tèrmic en estat sec és superior a la de la resta dels tipus de tancaments.</p>
 <p style="text-align: right;">(21)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=0,79</math> <math>\alpha=0,20</math></p>	<p>HIGROTÈRMIA:</p>	<p>Possibilitat de formació de condensacions en massa quan la temperatura exterior baixa dels 5°C, tan en els tipus en sandwich com en els que solament formen la pell exterior.</p>
 <p style="text-align: right;">(22)</p> <p style="text-align: right;"><math>K=0,78</math> <math>\alpha=0,19</math></p>	<p>INÈRCIA TÈRMICA:</p>	<p>En els tipus a base de plafons sandwich de formigó armat la inèrcia tèrmica és superior a la de la resta de tipus de tancament.</p>
<p>ESTANQUITAT:</p>		
<p>En els plafons de formigó armat es confia en les característiques d'estanquitat del propi material i en les dels junts entre plafons els quals admeten solucions molt variades: segellats elàstics, geometria anticapilar, etc.</p>		
<p>  </p>		

GRÀFIC 64.- Murs a base de plafons prefabricats.



ESQUEMES	MURS DE FORMIGO VESSAT IN SITU, D'UN O DOS FULLS
 <p>(23)</p> <p><math>K = 2,24</math> <math>\alpha = 0,31</math></p>	<p>ÚS: És reduïx pràcticament als tancaments que formen els murs de testa dels edificis on el sistema estructural utilitzat hagi estat en encofrat túnel, a base de grans encofrats verticals o en encofrat tradicional.</p> <p>VARIANTS: En sandwich; en doble full; en full únic.</p>
 <p>(24)</p> <p><math>K = 1,20</math> <math>\alpha = 0,30</math></p>	<p>AÏLLAMENT TÈRMIC: Capacitat d'aïllament tèrmic en estat sec molt dispersa en funció de la presència de doblatge i de la inclusió de material específic d'aïllament tèrmic.</p> <p>HIGROTÈRMIA: Possibilitat de formació de condensacions en massa quan la temperatura exterior baixa dels 5°C. En les variants que inclouen poliestiré expandit com a material d'aïllament tèrmic, la possibilitat de condensacions és encara més forta.</p>
 <p>(25)</p> <p><math>K = 0,71</math> <math>\alpha = 0,31</math></p>	<p>INÈRCIA TÈRMICA: Inferior a la dels plafons sandwich de formigó armat i superior a la de la resta de tipus de tancament.</p> <p>ESTANQUITAT: Es confia en les característiques d'estanquitat del propi formigó exterior, en les del revestiment continu que el recobreix o, quan hi és present, en la cambra formada pels dos fulls.</p>
<div style="text-align: center;">  <p> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></span> mao ceràmic foradat                <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background: radial-gradient(circle, black 1px, transparent 1px); background-size: 4px 4px;"></span> formigó armat                <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> morter                <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></span> guix         </p> </div>	

GRAFIC 65.- Murs de formigó vessat in situ, d'un o dos fulls.

derades: materials, capacitat d'aïllament tèrmic, inèrcia tèrmica, acabats exteriors, gruixos, mecanismes d'estanquitat, etc.

- b) El marge de variació del coeficient de transmissió tèrmica  $K$  és extraordinàriament ampli: varia entre 2,25 i 0,78 kcal/h<sup>o</sup>cm<sup>2</sup>. A nivell comparatiu, els murs amb capacitat d'aïllament més elevada són els formats amb plafons sandwich prefabricats de formigó armat i poliestirè, i els murs amb menys, els ceràmics o de formigó armat d'un sol full. El gràfic 66 permet visualitzar clarament la correlació dels valors del coeficient de transmissió  $K$  de les 25 solucions de tancament recopilades.
- c) La major part dels tipus analitzats són susceptibles de patir els efectes de les condensacions d'aigua en una de les seves seccions interiors quan la temperatura exterior baixa per dessota dels 3°C i els altres paràmetres es mantenen propers als assenyalats a les actuals normatives de confort tèrmic vigents. Solament els murs ceràmics d'un sol full es lliuren d'aquest efecte quan es troben sotmesos a les condicions esmentades. Evidentment, les repercussions que origina la presència d'aigua condensada dins el mur no són les mateixes en tots els casos, i varien en funció, sobretot, de la deliqüescència del material on s'acumula. Ara bé, el que sí comporta sempre la presència d'aigua en el mur, és una reducció de la seva capacitat d'aïllament tèrmic. Per altra part, la probabilitat de què aquest fenomen s'hagi realment presentat en els tancaments analitzats és bastant alta si hom considera que la temperatura de 3°C i fins i tot temperatures inferiors són usuals durant l'hivern a quasi tot el territori de Catalunya.
- d) Els valors de la inèrcia tèrmica dels diversos tancaments depenen dels materials que els conformen i de la seva situació relativa en cada solució. Es pot establir que, en general, els tancaments de major inèrcia tèrmica són els plafons sandwich prefabricats de formigó armat i poliestirè expandit i els murs de formigó vessat in situ. Els murs ceràmics de dos fulls i els de blocs de formigó d'un o dos fulls

mantenen valors intermedis, i els murs ceràmics d'un sol full i gruix inferior o igual a 15 cm són els que ofereixen valors més baixos en relació a aquest paràmetre. En el gràfic 67 s'exposen els valors dels coeficients  $\alpha$  de reducció de les amplituds tèrmiques diàries interior-exterior corresponents als diversos tipus de tancaments. Aquests valors s'han calculat tot seguint el mètode de Chaudhury et Raychaudhury exposat a LA MACONNERIE SANS FARD (v. Bernstein et alt., 1982:168-171). El dit coeficient  $\alpha$  expressa la relació  $A_{int} / A_{ext}$ , éssent

$A_{int}$  : Variació tèrmica produïda en l'ambient interior al llarg d'un dia.

$A_{ext}$  : Variació tèrmica produïda en l'ambient exterior al llarg d'un dia.

El valor de  $\alpha$  s'interpreta en el sentit que a menor valor d'aquest coeficient, menys diferència de variació tèrmica es produeix entre els dos ambients al llarg del dia i, per tant, el tancament de més inèrcia tèrmica gaudeix. És a dir, que a baixos valors de  $\alpha$  li corresponen tancaments d'alta inèrcia tèrmica, i a l'inrevés, a alts valors de  $\alpha$  li corresponen tancaments de baixa inèrcia tèrmica.

- e) Per a aconseguir l'estanquitat enfront de l'aigua de pluja, els tancaments ceràmics i els de blocs de formigó d'un sol full, es fien de la que els ofereix el revestiment exterior quan existeix i, en tot cas, del gruix del propi mur i de les característiques d'estanquitat dels mateixos materials que el conformen. Quan disposen d'un segon full, la seguretat enfront de les filtracions augmenta a causa del rol separador de la cambra formada entre els dos fulls, tot i que normalment això no impedeix que es mantinguin nombrosos punts de contacte entre ells (brancals, dintells, ampits de finestres, etc.). En ambdós tipus de murs, la qualitat d'execució de les fàbriques és un factor imprescindible per a aconseguir l'estanquitat.



TIPUS DE TANCAMENT	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	Valors de $\alpha$
Murs ceràmics 1 full		⑥				⑤ ③ ②	④		①	
Murs ceràmics 2 fulls				⑩ ⑨ ⑦ ⑪ ⑧						
Blocs formigó 1 full				⑭ ⑮		⑬		⑫		
Blocs formigó 2 fulls			⑰		⑯					
Plafons prefabricats		⑳ ㉑ ㉒		⑲		⑱				
Murs formigó armat			㉔ ㉓							㉕

GRAFIC 67.- Correlació dels valors del coeficient  $\alpha$  de reducció de les amplituds d'ona de les temperatures interior-exterior, segons el mètode de Chaudhury-Raychaudhury.

TIPUS DE TANCAMENT	2,5	2	1,5	1	0,5	Valors de K en kcal/h°Cm <sup>2</sup>
Murs ceràmics 1 full		② ③ ④	⑤ ⑥			
Murs ceràmics 2 fulls				⑦ ⑧ ⑨ ⑪ ⑩		
Blocs formigó 1 full			⑫ ⑬	⑭ ⑮		
Blocs formigó 2 fulls				⑯ ⑰		
Plafons prefabricats			⑱ ⑲	⑳ ㉑	㉒ ㉓	
Murs formigó armat		㉔		㉕	㉖	

GRAFIC 66.- Correlació dels valors del coeficient de transmissió tèrmica K dels diversos tipus de tancaments exteriors.



Els tancaments a base de plafons prefabricats de formigó es fien també en l'estanquitat del mateix material, però la problemàtica d'execució en obra es redueix normalment a aconseguir l'estanquitat en els junts entre plafons mitjançant l'adopció d'algun dels nombrosos sistemes existents. Problemàtica aquesta última que en els murs a base de formigó vessat in situ és substituïda per la cura en les condicions de la qualitat de la posada en obra i dosificació del material, en confiar exclusivament l'estanquitat a la bona compactació del formigó i al recurs de la cambra o del revestiment exterior en el cas que n'hi hagi.

Normativa tèrmica i acústica. Superfície de ventilació.

II. B. / 1.5. El tractament normatiu en relació a les característiques tèrmiques dels tancaments exteriors es va establir de forma quasi exclusiva mitjançant la fixació del seu coeficient de transmissió tèrmica màxim. El valor assignat a aquest paràmetre no fou el mateix en totes les normes. Així, les Ordenances Municipals de Barcelona de 1958, en els quals s'inspiraven moltes altres de poblacions properes, determinaven un valor màxim d'  $1,1 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; les Ordenanzas Técnicas para Viviendas de Renta Limitada de 1955, fixaven uns valors de  $K < 1,4$  o  $K < 1,8$  en funció del rigor de les condicions de temperatura de la zona geogràfica de la població, corresponent a la major part de Catalunya el valor d'  $1,8 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; i les Ordenanzas Provisionales para Viviendas de Protección Oficial de 1969 reduïren aquest darrer valor a 1,6 per a les mateixes condicions climàtiques fixades a l'ordenança anterior. Altres normes posteriors, tals com les T-72 i T-86, no varen modificar aquest últim valor. És fàcil de constatar que el grau d'acompliment de les normes, respecte a aquest punt, dels diversos tancaments utilitzats durant l'època fou molt divers. A grans trets, pot establir-se la següent divisió:

- a) Els tancaments ceràmics d'un full superaven els valors normatius - incomplien, per tant, les normes - en totes les seves variants, llevat dels murs de maó massís de 30 cm de gruix.
- b) Els tancaments ceràmics de dos fulls i els murs a base de blocs de formigó d'un o dos fulls adoptaven valors intermedis entre 1,6 i 1,1 kcal/hm<sup>2</sup>°C, depenent, doncs, el seu compliment, de la norma que els afectés en cada cas.
- c) Els plafons sandwich de formigó armat i poliestirè expandit acompliren normalment l'exigència normativa en gaudir de valors de K inferiors a 1,1.
- d) Els murs a base de formigó vessat in situ adoptaven valors dispersos en funció de la incorporació d'altres materials, específics o no, d'aïllament tèrmic.

Cal esmentar que no s'establí al llarg d'aquests anys cap tipus de regulació que fes referència a les característiques higròtiques dels tancaments o a la reducció del grau d'aïllament dels materials en funció del seu grau d'humectació. Aspectes, ambdós, de gran influència sobre el comportament que realment experimenten els dits elements.

II. B. / 1.6. Pel que fa a l'exigència d'aïllament acústic, no es va arribar a quantificar en cap de les normatives i ordenances de l'època. De fet, aquesta exigència no es trobava ni enunciativa de forma abstracta en moltes de les normatives de caire més general. Per altra part, les solucions adoptades no denoten l'adopció de prevencions especials en el seu disseny dirigides a reduir el seu grau de transmissió acústica, la qual cosa no fa més que constatar l'apreciació sobre el fet que aquesta exigència, en els tancaments exteriors, no s'arribà a considerar.

II. B. / 1.7. Les superfícies mínimes de ventilació exterior dels diversos locals interiors dels habitatges foren un paràmetre freqüentment considerat en les normatives tècniques i

d'higiene d'aquells anys, relacionant-la amb la superfície en planta dels dits locals. Els valors fixats variaven entre 1/6 i 1/10 de la dita superfície. De tota manera, aquests valors foren superats àmpliament en la pràctica totalitat dels casos, fins i tot en aquells tipus edificatoris dels primers anys cinquanta, en què predominava més el percentatge de massís sobre el de buit en el conjunt de la façana. El condicionament de la superfície de ventilació no determinà, doncs, en general, la superfície de les obertures.

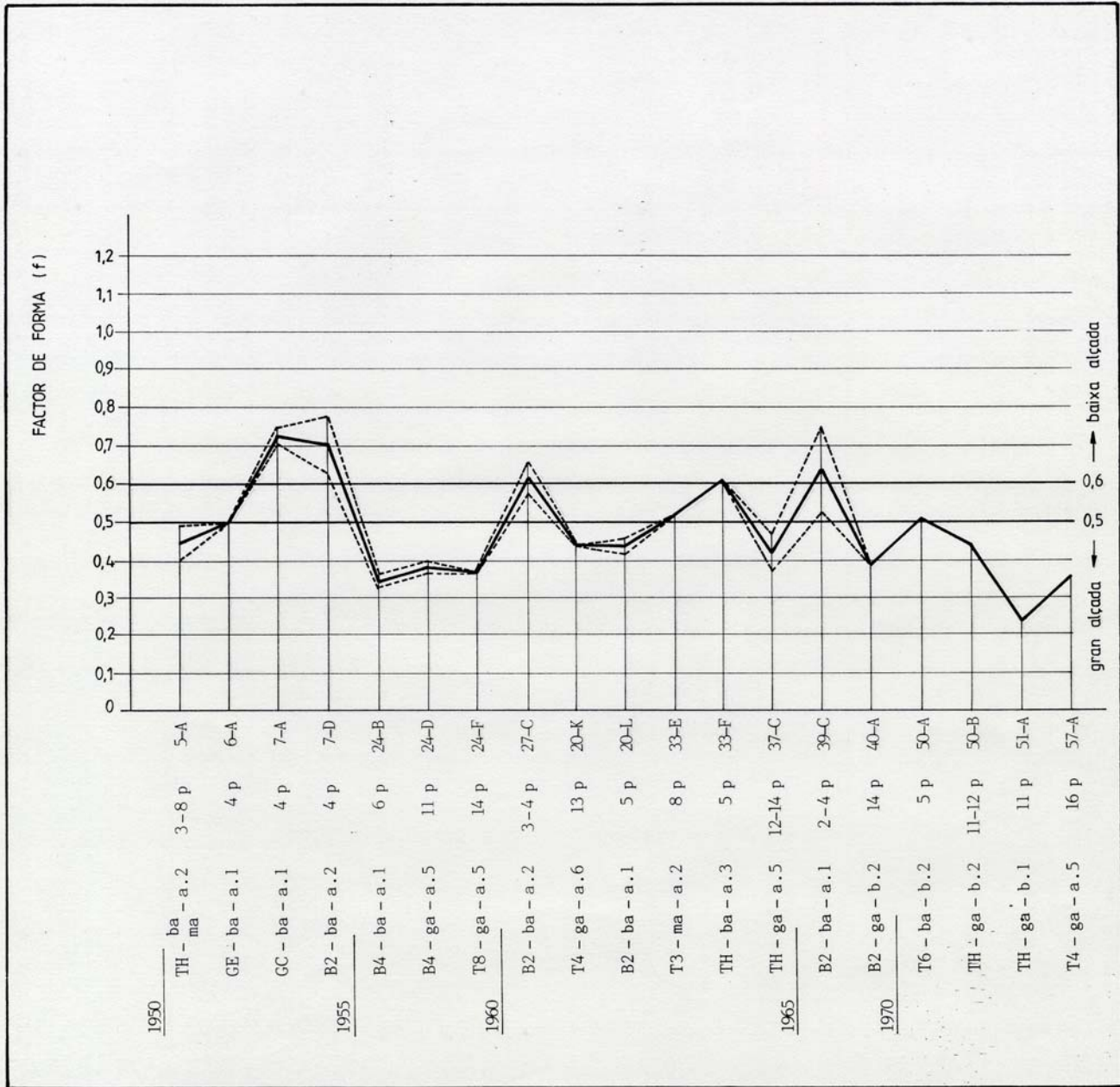
#### Relació amb els tipus edificatoris.

II. B. / 1.8.

Dos són els paràmetres que mesuren la quantitat de tancament en relació amb el tipus edificatori adoptat: El factor de forma ( $f$ ) i el coeficient de façana ( $C_f$ ). El factor de forma ( $f$ ) es defineix com la relació existent entre la superfície de l'envoltant exterior que tanca les zones calefactades de l'edifici - coincidents normalment amb les zones interiors dels habitatges - i el volum total comprès dins d'aquesta envoltant. El coeficient de façana ( $C_f$ ) indica la relació entre la superfície total dels tancaments exteriors de la planta tipus de l'edifici i la superfície construïda total d'aquesta mateixa planta. El factor de forma ( $f$ ) facilita, doncs, una referència de la quantitat total de tancament, tant horitzontal com vertical, que requereix un determinat tipus per a envoltar el volum "calefactable" de tots els habitatges que conté, mentre que el coeficient de façana ( $C_f$ ) es refereix explícitament a la incidència de la solució morfològica de la planta de l'edifici sobre la quantitat de tancament vertical necessària per a envoltar-la, independentment de la seva alçària total i, per tant, del nombre de plantes de què consta.

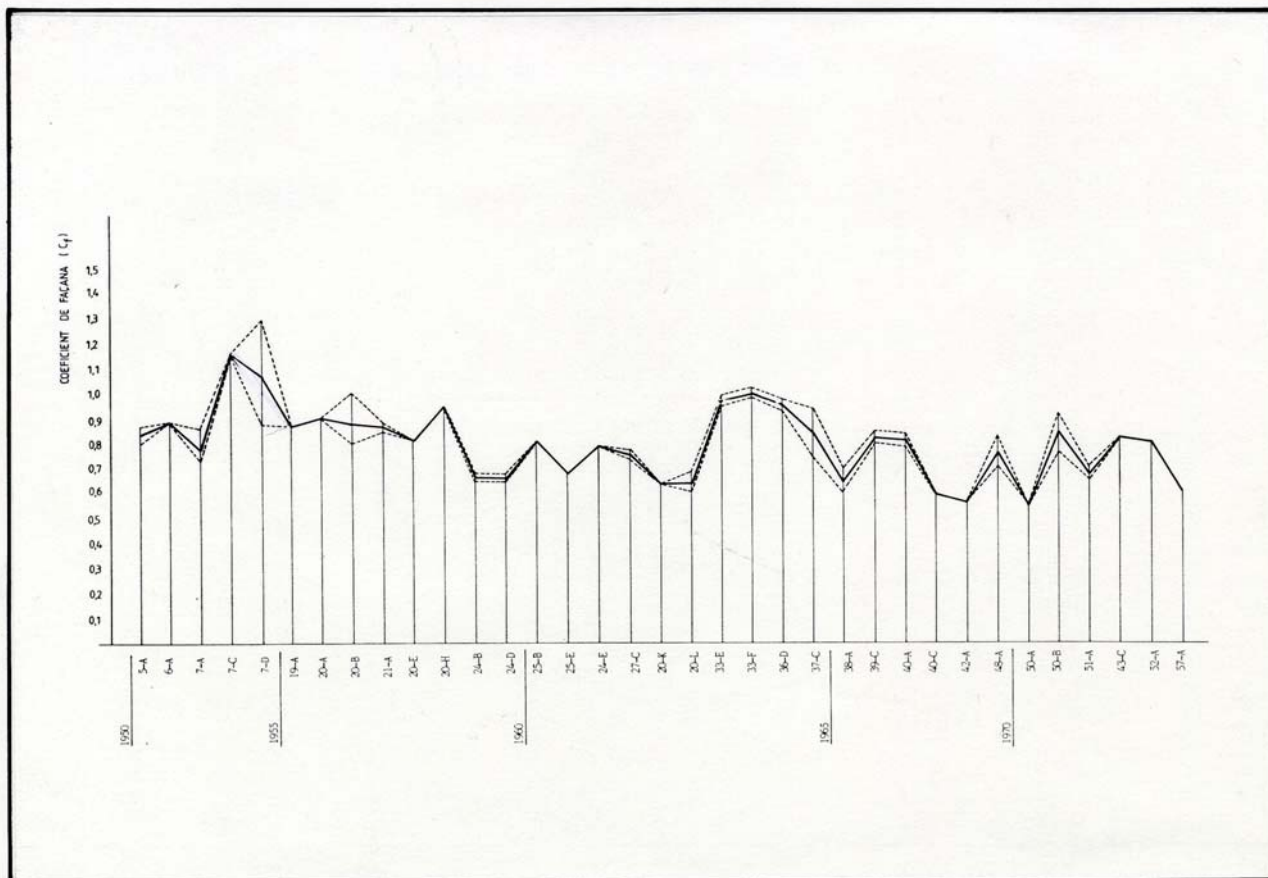
Els gràfics: 68 i 69 mostren l'evolució que van experimentar aquests paràmetres al llarg de l'època i la seva possible relació amb els diversos tipus edificatoris definits en el present estudi. Si bé en el Capítol V es farà esment, amb més detall





GRÀFIC 68.- Factors de forma (f) de diversos tipus edificatoris.  
Les línies puntejades indiquen valors extrems corresponents a les distintes formes d'agrupació dels tipus. La línia contínua indica el seu valor mig.





GRAFIC 69.- Coeficients de façana (Cf) de diversos tipus edificatoris.  
 Les línies puntejades indiquen valors extrems corresponents a les distintes formes d'agrupació delstipus. La línia continua indica el seu valor mig.

d'aquestes relacions, d'una primera anàlisi de les dades contingudes en els gràfics, juntament amb la confrontació d'aquestes dades amb les característiques dels tipus edificatoris a què fan referència, se'n dedueixen gairebé directament els següents extrems:

- a) No és constatable una pauta evolutiva clarament definida, ni pel factor de forma ( $f$ ) ni pel coeficient de façana ( $C_f$ ), que indiqui la seva especial consideració en l'elecció dels tipus edificatoris.
- b) La variable amb més influència sobre els valors del factor de forma ( $f$ ) és l'alçària de l'edifici, i sobre els del coeficient de façana ( $C_f$ ) ho és la superfície dels habitatges.

#### La incidència del cost.

II. B. / 1.9.

És difícil trobar aspectes suggerents que tinguin relació amb el cost i que puguin explicar les mutacions experimentades pels diversos tipus de tancament d'ús més freqüent, així com els criteris de selecció que van menar la seva elecció. Del paràgraf anterior se'n desprèn fàcilment que és molt dubtosa la incidència de la quantitat de tancament que requereix cada tipus edificatori i, en conseqüència, la del cost del dit tancament, en l'elecció d'aquell tipus. Però també resulten insuficients per a explicar aquesta elecció, les característiques normalment avaluades en la formació dels seus preus unitaris. Així, segons les dades de diversos butlletins econòmics consultats, el mur de fàbrica de maó calat vist de 14 cm, cambra i envà ceràmic, resulta més car que el mur de totxana arrebossat exteriorment, amb cambra i envà igual que l'anterior, i, tot i així, s'imposà la primera solució. De la mateixa manera, els murs a base de blocs de formigó alleugerit figuraven com a més econòmics que qualsevol de les dues solucions anteriors, i tampoc arribaren a imposar-se, llevat d'un curt període de temps, coincidint amb els primers anys seixanta,

de carestia de material ceràmic. D'aquí se'n desprèn que en l'elecció del tipus de tancament hi intervingueren factors de caire molt divers, no previsibles ni uniformes totalment. Factors entre els quals hi ha els següents:

- a) La disminució dels temps morts en l'obra que era possible aconseguir mitjançant l'eliminació dels arrebossats exteriors, en requerir aquesta operació de compatibilitzar moviments de bastides i períodes d'assecatge del morter abans d'aplicar les diverses capes.
- b) La proximitat del punt de subministrament del material, factor que, durant un temps fou decisiu en l'elecció entre les solucions ceràmiques i les solucions a base de blocs de formigó.
- c) La subcontractació de partides "a preu fet", amb la qual cosa la qualitat del producte acabat passà a tenir una importància secundària enfront de la quantitat de producte realitzat en cada unitat de temps. És així com arribà a ser competitiva l'execució de l'obra de fàbrica amb maó ceràmic vist en comparació amb d'altres solucions possibles
- d) El volum de la partida d'obra i la repetitivitat de les operacions que s'han de realitzar, factors típics de tota fabricació en sèrie, o procés industrial, i que en més o menys grau incideix sobre el cost de totes les solucions, des de les més artesanals fins a les més industrialitzades.

II. B. / 1.10.

En l'evolució de les solucions adoptades durant el període pot observar-se que existí un cert predomini dels criteris d'elecció que tendien a millorar les seves condicions de confort. Així s'explica que la superfície envidrada fos sempre superior a l'estrictament necessària segons les diverses normes, tot i que la unitat de superfície opaca pugui resultar fins a tres vegades més econòmica; o que s'imposés paulatinament la persiana enrotllable incorporada a la secció del mur, tot i la despesa addicional que comporta la formació del bombo i del dispositiu de maneig; o la reces-



sió en l'ús de les fusteries metàl·liques enfront de les de fusta. Aspectes, tots ells, clarament indicatius de la relativa consideració del factor econòmic com a paràmetre estrictament determinant de les solucions que es van portar a la pràctica en els edificis objecte d'anàlisi.

II. B. / 2.

COMPORAMENT

II. B. / 2.1.

Les solucions constructives usualment adoptades en els tancaments verticals no han donat, en general, una resposta suficientment adequada i durable als requeriments d'estanquitat front a l'aigua i de proveïment d'aïllament tèrmic. Aquest fet resta clarament reflectit en les dades del quadre 71, les quals indiquen que en quasi el 80% dels habitatges de promoció pública s'han hagut de realitzar operacions de reparació en el decurs dels darrers deu anys, i que aquestes operacions han anat dirigides fonamentalment a reposar l'estanquitat i reforçar l'aïllament tèrmic de les zones opaques dels tancaments.

II. B. / 2.2.

Les condensacions superficials sobre els panys interiors dels murs de tancament exterior han estat, amb diferència, l'anomalia visible més extesa. La formació de fongs sobre aquestes superfícies ha afectat un altíssim nombre d'habitatges. Les característiques més importants que s'han pogut observar en relació a aquest fenomen són:

- a) Els casos en què no existeix una relació causa-efecte identificable entre el coeficient de transmissió tèrmica  $K$  i la formació de la humitat de condensació superficial, són extraordinàriament nombrosos.
- b) Tancaments d'identica solució constructiva presenten comportaments diversos en una mateixa zona climàtica.
- c) Els llocs on es manifesten amb més freqüència els símptomes visibles de les



condensacions en els tancaments exteriors són:

- en els murs orientats de cara al vent dominant quan plou.
  - en els murs orientats al nord.
  - en els ampits de les finestres, especialment en les zones pròximes als peus dels brancals.
  - en els ponts tèrmics de la construcció (brancals d'obertures, unions sostres-murs, etc.).
  - en les zones de mur amb més dificultats de ventilació (cantonada superior sostre - mur, panys darrera mobles, etc.).
- d) Les superfícies pintades a la cola són més propenses a facilitar la formació de fongs que les pintades amb plàstica. Les superfícies emblancades amb guix negre ho són més que les emblancades amb guix viu, i els enguixats realitzats amb guix mort més que els realitzats amb guix fort. Les superfícies enguixades són menys propenses a la presència d'aigua condensada que les que no ho estan.
- e) Els habitatges calefactats amb estufa de gas butà han estat, lògicament, més afectats per les condensacions superficials que els calefactats amb d'altres sistemes més continus o menys productors de vapor d'aigua.
- f) La manca de separació entre la cuina i altres dependències, juntament amb el petit volum dels habitatges en relació als índexos d'ocupació habituals, han estat les característiques tipològiques que més han facilitat la formació de condensacions.
- g) Règims de ventilació inadequats, col·locació de ribets als junts de les fusteries, i d'altres operacions amb efectes restrictius sobre la ventilació natural o sobre la infiltració de l'aire exterior, són aspectes que

han demostrat tenir una forta influència sobre l'augment de possibilitats de què es presenti el fenomen de la condensació.

II. B. / 2.3. De l'aplicació de mètodes analítics pel càlcul de les condicions higrotèrmiques dels tancaments se'n dedueix el següent:

- a) A les zones climàtiques on se situen la major part dels grups d'habitatge estudiats (W i X), molts dels tipus de tancaments exteriors normalment utilitzats són susceptibles de formació d'aigua de condensació en la seva massa, la qual cosa comporta, quan es presenta, reduccions de capacitat d'aïllament tèrmic de l'element.
- b) Per a règims de producció contínua de vapor d'aigua usuals en habitatge econòmic (5 gr/m<sup>3</sup>-hora) i condicions de temperatura no llunyanes a les normals en les zones geogràfiques de major concentració d'habitatges, les possibilitats de formació de condensació superficial resulten escasses, fins i tot en els casos en què l'aïllament tèrmic dels tancaments sigui baix ( $K=1,36$  kcal/°C m<sup>2</sup>h) i la humitat relativa exterior elevada (HR=95%). D'aquí es desprèn que són les fonts puntuals d'alta producció de vapor d'aigua o la manca de suficient ventilació les causes que en major grau incideixen en la formació de condensacions.

En efecte, suposant les condicions esmentades es verifica el següent:

La temperatura superficial interior és:

$$t_i = T_i - \frac{K}{h_1} (T_i - T_e) = 15 - \frac{1,36}{7} \times (15 - 0) = 12,34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A 12,34 °C i HR = 100% li correspon una pressió de vapor  $p_i = 14,5$  mbar. que equival a 10,68 gr. vapor/m<sup>3</sup> aire sec

A 0°C i HR = 95% li correspon una pressió de vapor  $p_e = 5,9$  mbar. que equival a 4,38 gr. vapor/ m<sup>3</sup> aire sec

Per tant, resulta  $p_i - p_e = 10,68 - 4,38 = 6,30$  gr. vapor/ m<sup>3</sup> aire sec

Per aquesta diferència de pressions, el nombre de renovacions d'aire per hora que es requereix per a evitar el risc de condensacions superficials, suposant una producció de vapor en règim continu de 5 gr vapor/m<sup>3</sup>a sec.hora (xfr. Blachère, 1967: 53), és

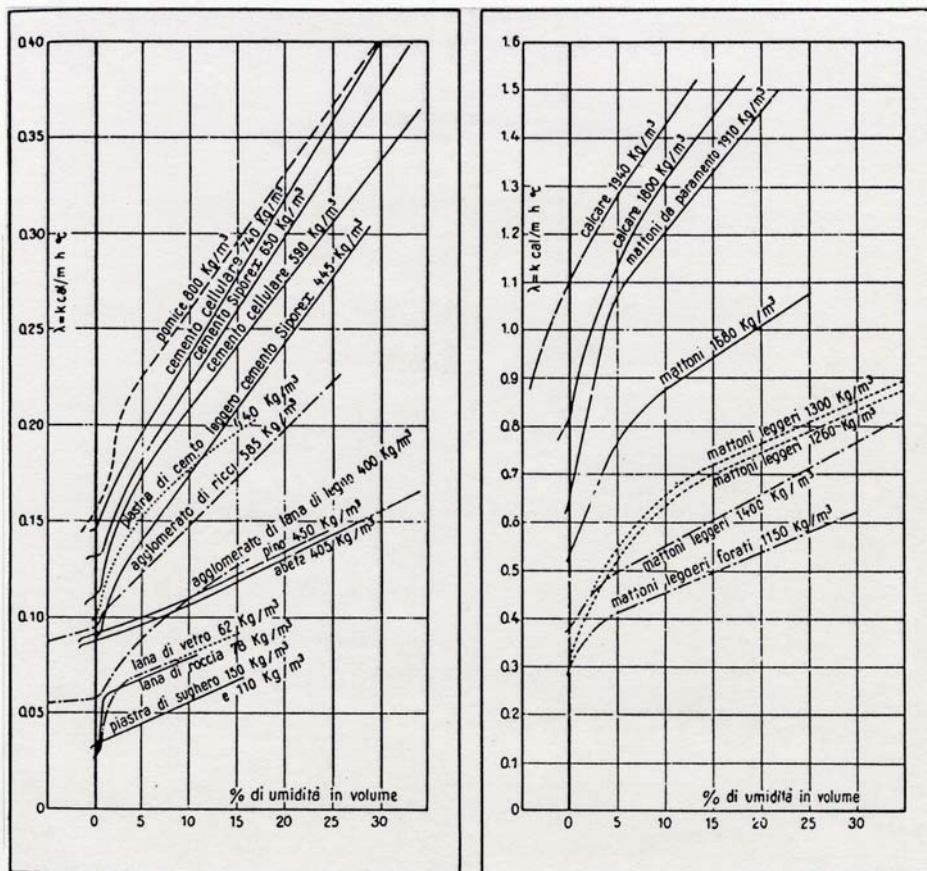
$$N = \frac{5}{6,30} = 0,79 \text{ renovacions/hora}$$

Valor que s'aconsegueix amb relativa facilitat quan l'habitatge és objecte d'un règim de ventilació normal.

II. B. / 2.4. Hi ha factors - alguns d'ells de difícil quantificació - que els plantejaments analítics clàssics no inclouen en els càlculs, però que han incidit de manera significativa en la presència del fenomen de les condensacions. Entre aquests factors hi ha els següents:

- a) La inèrcia tèrmica dels tancaments. Factor que quan el règim de producció de calor és intermitent adquireix una gran importància pràctica en marcar l'impasse entre la temperatura del mur i la temperatura ambient.
- b) La reducció de la capacitat d'aïllament tèrmic dels materials en funció de l'augment del seu grau d'humitat. Una mesura de la incidència d'aquest factor sobre els diversos materials d'ús més freqüent, pot obtenir-se mitjançant la consulta dels diagrames de Jespersen que s'inclouen en el gràfic 70. Tenint en compte que el contingut de humitat normal o tolerable, des d'un punt de vista higiènic, pot variar entre uns límits compresos entre un 3% i un 7% segons el material de què es tracti, és fàcilment deduïble l'amplia repercusió d'aquest factor sobre el comportament dels materials.





GRAFIC 70 .- Diagrames de Jespersen: Influència de la humitat sobre la conductivitat tèrmica dels materials de construcció.

- c) L'augment de temperatura experimentat pels tancaments quan es troben sotmesos als efectes de la radiació solar. Efectes que poden arribar a ser decisius per a evitar la formació de la condensació.
- d) La quantificació real de la transmissió tèrmica de molts "ponts tèrmics", llocs prioritaris en manifestar la presència de l'aigua condensada. La multidireccionalitat del flux tèrmic, que no solament segueix el sentit transversal al tancament sinó que divergeix cap a les zones adjacents del mateix mur, dificulta extraordinàriament el fet de fixar valors suficientment fiables que defineixin el seu comportament tèrmic real.
- e) El rol regulador de l'absorció de vapor d'aigua del material de revestiment interior, el qual actua en el sentit favorable de cara a evitar la formació immediata de l'aigua condensada sobre el pany interior del tancament i facilita l'eliminació del vapor quan les condicions ambientals són més favorables. Amb això es redueix el temps en què l'aigua en estat líquid es troba sobre la superfície del tancament i, en conseqüència, es redueix igualment la possibilitat de formació i proliferació de fongs en aquests llocs.
- f) La receptivitat del material de revestiment interior a la presència dels fongs. Aspecte molt poc estudiat i que juntament amb l'esmentat en el punt anterior han constituït factors d'indubtable transcendència sobre l'empitjorament de les condicions higièniques dels habitatge afectats.

II. B. / 2.5. En comparació als tancaments d'èpoques anteriors, les solucions dels tancaments de l'època considerada han estat amb molta més freqüència objecte d'humitats de condensació. La forma dels tipus edificatoris exempts, que facilita l'establiment d'una ventilació creuada suficient, no ha contrarestat la incidència dels altres factors que concorren en el fenomen i que es poden presentar de forma simultània en un

mateix cas. Aquest factors són:

- a) Volum dels habitatges més reduït que el d'èpoques anteriors.
- b) Menor inèrcia tèrmica de les solucions de tancament més usuals.
- c) Càlcul de la transmissió tèrmica ajustat a les exigències higrotèrmiques dels murs en estat sec.
- d) Adopció de sistemes de calefacció intermitents i més productors de vapor d'aigua.
- e) Indexos d'ocupació dels habitatges més elevats.
- f) Adopció de solucions tipològiques compactes, amb escassa o nul·la independització dels llocs punta productors de vapor d'aigua.

II. B. / 2.6.

Els murs d'obra de fàbrica de maó ceràmic vist han estat objecte de més problemes de filtracions i a més curt termini que els murs revestits del mateix tipus i material. La freqüència en què s'han manifestat aquests problemes denota el progressiu abandonament dels morters de calç o mixtos i la progressiva tendència a executar obra de fàbrica a preu fet i amb morters cada vegada més rígids. La utilització d'aquests morters perjudicà, també, la durabilitat en bon ús dels murs revestits, sobretot quan el revestiment no anava proveït de la capa d'esquerdejat per a regular l'absorció del suport, pràctica que s'abandonà al llarg del període.

II. B. / 2.7.

Les diferències de comportament enfront de l'estanquitat a l'aigua observades entre murs de maó ceràmic d'idèntica solució constructiva, constaten clarament la important incidència de la qualitat d'execució i de les propietats dels materials sobre la durabilitat en bon ús d'aquests elements.

II. b. / 2.8.

La problemàtica dels murs a base de blocs de formigó ha estat molt més forta i freqüent que la dels murs ceràmics. La manca de cambra d'aire, les fissures de retracció



i les derivades de la seva rigidesa, així com la utilització de morters inadequats en els junts i en els revestiments, són l'origen de moltes de les causes que, a curt termini, han malmès l'estanquitat d'aquests elements. Els dits factors han anul·lat, de fet, l'avantatge teòric derivat de la seva millor capacitat d'aïllament tèrmic en comparació amb els murs ceràmics amb cambra d'aire, tal com ho demostra la major freqüència en què han estat objecte d'humitats de condensació en la seva superfície interior.

- II. B. / 2.9. En els murs a base de plafons sandwich de formigó armat es constata també un fort contrast entre els baixos coeficients de transmissió tèrmica de les solucions adoptades i la freqüència en què s'hi han presentat símptomes de condensació superficial. La manca d'una capa de revestiment interior reguladora de l'absorció de vapor d'aigua i la baixa capil·laritat del mateix formigó poden ser l'explicació d'aquest fenomen. D'altra banda, en aquests murs, a més de la problemàtica d'índole higrotèrmica, hi és present la de l'estanquitat dels junts entre les peces, que ha obligat en molts casos a l'execució d'operacions de rejuntat dins de terminis relativament curts de temps en relació a la data de col·locació dels plafons.
- II. B. / 2.10. Els murs de formigó armat emmotllats in situ i sense doblatge interior han estat fortament afectats per les humitats de condensació. La gran conductivitat tèrmica dels elements explica per ella mateixa el mal comportament que han experimentat.
- II. B. / 2.11. Els revestiments amb plaquetes ceràmiques dels panys exteriors dels tancaments verticals no van ésser de gaire aplicació en edificis destinats a habitatge econòmic. De tota manera, en els casos en què s'aplicaren, han estat freqüents les ocasions

en què s'ha produït el seu despreniment parcial. La manca de suficient preparació del suport a fi d'aconseguir una superfície plana, neta i d'absorció homogènia; els defectes de col·locació o composició del morter d'adherència; la inadequada porositat del material ceràmic; o la incorrecta previsió dels junts de moviment en els panys del revestiment o entre les mateixes plaquetes, han estat els motius que, de manera més o menys combinada, s'han presentat amb més freqüència en els despreniments succeïts.

II. B. / 2.12.

En el quadre 71 s'exposen les dades més rellevants relatives al cost de les operacions de reparació, manteniment i millora efectuades en la partida funcional a què es fa referència, durant el període 1976-1985 (v. Annex 3).

DADES DE COST. (Segons mostra Annex 3)

TANCAMENTS VERTICALS EXTERIORS

---



---

I / Percentatge d'inversió destinat a la partida funcional "Tancaments verticals exteriors" : 34,9%

---



---

II / Desglòs de la inversió entre les operacions de reparació, de manteniment i de millora.

Operacions de reparació	50%
Operacions de manteniment	45%
Operacions de millora	5%

---



---

III / Percentatges d'habitatges i de grups en què s'han efectuat operacions de reparació, manteniment o de millora.

	<u>% habitatges</u>	<u>% grups</u>
Operacions de reparació	79%	61%
Operacions de manteniment	100%	100%
Operacions de millora	44%	43%

---



---

IV / Distribució percentual de la inversió efectuada en la partida funcional "Tancaments exterior verticals".

<u>Operació</u>	<u>% inversió en relació total partida funcional</u>	<u>% inversió en relació total mostra</u>	<u>% habitatges objecte de l'operació</u>	<u>% grups objecte de l'operació</u>
Reposició estanquitat zones opaques	40,85%	15,03%	95%	95%
Reforç aïllament tèrmic zones opaques.	38,44%	14,14%	60%	48%
Reposició estanquitat a buits.	9,62%	3,54%	71%	55%
Reparació o nova formació de gelosies	0,39%	0,14%	18%	24%
Substitució o nova formació de tancament	1,50%	0,55%	20%	29%
Reparació cornises i remats superiors tancaments	2,55%	0,94%	41%	33%
Reparació de baranes i/o cantells forjat	2,62%	0,96%	39%	38%
Nova col.locació de proteccions solars	2,78%	1,02%	15%	14%
Cubrició de patis i de galeries	1,25%	0,46%	31%	29%



II. C. / LES COBERTES

---

En aquesta part de l'estudi es fa referència a tots els elements que, situats pel damunt de l'últim sostre dels edificis, tenen la funció específica de proveir-los d'estanquitat enfront de l'aigua de pluja.

II. C. / 1. EVOLUCIÓ

Nivell d'ús de les diverses solucions. Fases.

II. C. / 1.1. Primera fase. Anys cinquanta i primers anys seixanta: Durant aquests anys, en els grups d'habitatge de promoció pública, predominava la construcció de cobertes inclinades de teula àrab. El sistema de sustentació es formava normalment amb envanets ceràmics recolzats directament en el sostre. Sobre els envanets s'hi disposava una solera d'encadellat o de maó perforat que servia de suport a les teules. Si bé aquesta solució fou la més habitual, en algunes cobertes dels primers anys cinquanta-com, per exemple, les dels edificis del Polvorí - s'hi poden trobar encara elements de suport de fusta, els quals, a més de donar suport a la solera i a les teules, servien a la vegada per subjectar el cel ras d'encanyissat de l'última planta de l'edifici, amb la qual cosa era possible estalviar el sostre corresponent a aquesta planta. La disposició dels pendents als edificis d'aquesta època era normalment de dues aigües, llevat d'algunes excepcions, i no fou freqüent la disposició de canalons. El ràfec es formava només amb la volada d'algunes filades de teules i rajoles directament recolzades damunt del sostre (v. detalls grup Sant Sebastià, en l'Annex 4).

En els grups d'iniciativa privada es denota ja, a partir d'aquest període, una marcada preferència per les cobertes planes tipus sandwich. La solució més habitual

consistia a disposar un gruix de formigó alleugerit amb el qual es formaven els pendents i es fornia d'aïllament tèrmic el tancament, una làmina de material d'estanquitat asfàltic o plàstic, i una darrera capa de graveta o de rajola ceràmica. Cal esmentar que fou precisament en aquesta època quan es presentaren els màxims nivells de simplificació i de degradació en la construcció de les cobertes d'aquest tipus. La utilització de formigons massa densos o la disposició de gruixos massa escassos reduïen sovint la capacitat d'aïllament tèrmic fins a límits tècnicament injustificables. Tanmateix, els terminis de durabilitat en bon ús dels sistemes d'estanquitat difícilment superaven els cinc anys, en utilitzar-se materials d'ínfima qualitat i no controlar-se suficientment la seva posada en obra. La deficient resolució dels punts singulars (formació de mimbells amb rajoles lliurades sense regata als murs perimetrals i sense protecció tèrmica de la tela asfàltica) provocava, en nombrosos casos, situacions patològiques a curt termini.

## II. C. / 1.2.

Segona fase. Anys seixanta i primers anys setanta: Aquesta època es caracteritza pel predomini total de les cobertes planes multicapa definides en el paràgraf anterior. Si bé, a mesura que transcorren els anys, es denota en les solucions portades a la pràctica un millorament progressiu de la qualitat dels materials utilitzats i una major cura en el control de la seva posada en obra, continua essent difícil de justificar l'elecció del sistema si hom considera la seva baixa durabilitat en correcte funcionament. És evident, per tant, que l'economicitat a curt termini de la solució predominava, a l'hora de l'elecció, sobre l'avaluació del seu cost global, és a dir, sobre la consideració de les elevades despeses de manteniment que comportava normalment a mig termini. D'altra banda, el model de coberta definit anteriorment no fou objecte de variacions o innovacions substancials que representessin millores significatives en alguna de les seves característiques. Així, per exemple, els formigons a base de granulats lleugers no van poder imposar-se a l'ús predominant dels formigons

cel·lulars i la relativa popularització de les làmines plàstiques i de les pintures asfàltico-resinoses que arribaren a compartir el mercat amb les teles asfàltiques, no comportà un allargament apreciable dels períodes d'estanquitat de les cobertes on s'aplicaren.

II. C. / 1.3.

Tercera fase. Anys setanta: A partir d'aquests anys pot apreciar-se clarament una diversificació dels tipus de coberta utilitzats en relació als anys anteriors. aquest fet es reflecteix clarament en la major utilització de les cobertes inclinades a base de plaques de fibrociment i a base de teula àrab. Fins i tot es presenten casos -el grup Gornal n'és un exemple- en què s'optà per la coberta plana tradicional, solució molt poc habitual en aquells anys en edificis destinats a habitatge econòmic. Es produeix, doncs, un cert retorn als tipus de cobertes "a la catalana" que havien caigut en desús durant la dècada anterior. Retorn propiciat sobretot pel deficientíssim comportament demostrat per les cobertes planes multicapa, les quals, a partir d'aquests anys experimentaren una notable reducció en el seu nivell d'aplicació.

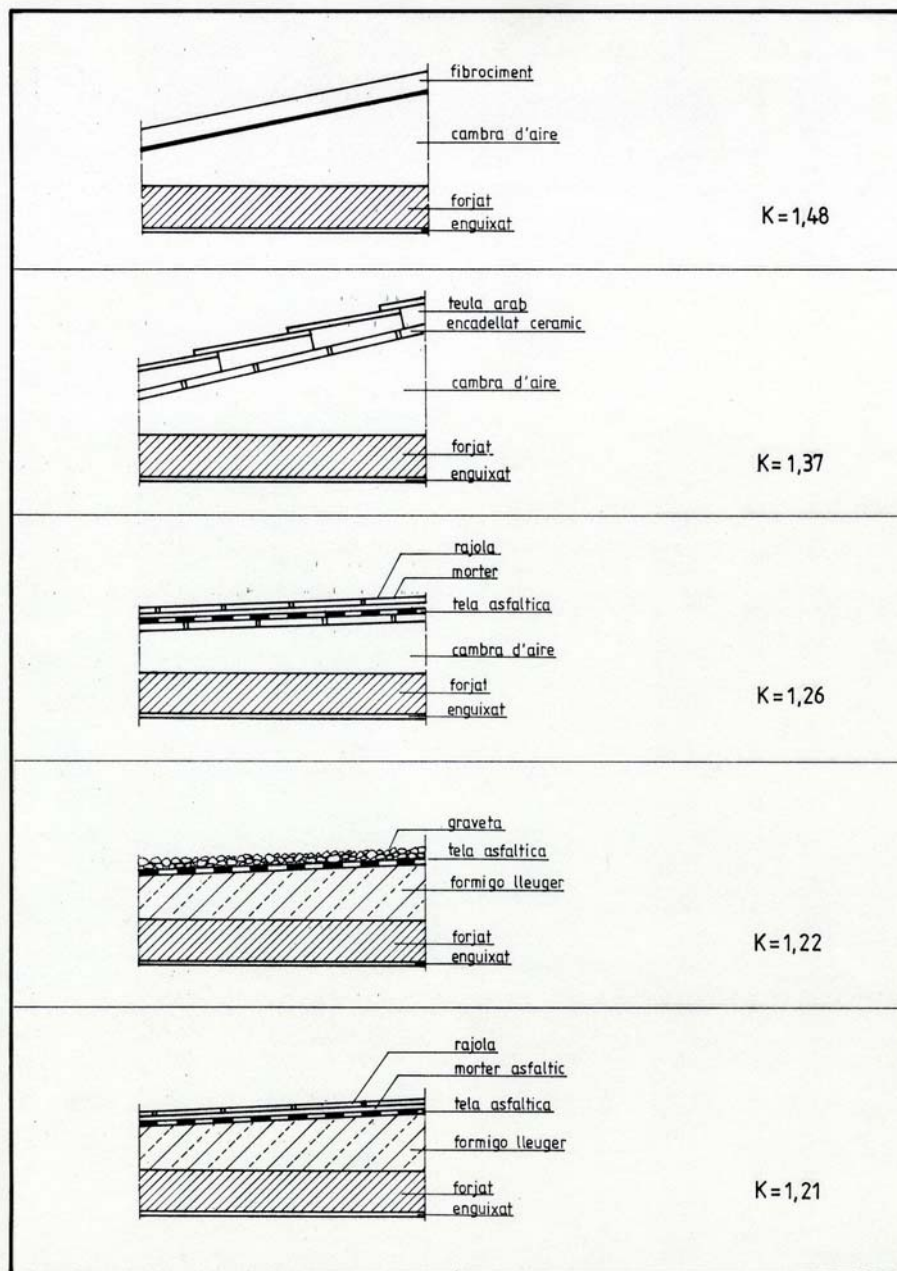
#### Característiques fonamentals dels diversos tipus.

II. C. / 1.4.

En el gràfic 72 poden observar-se els cinc tipus de coberta d'utilització més freqüent. Aquests tipus, de la mateixa manera que els murs, són susceptibles d'una primera subdivisió entre els que disposen de cambra d'aire intercalada i els que no en disposen. De tota manera, la concreció quantitativa de les seves característiques bàsiques depèn en aquest cas de moltes més variables que en els tancaments verticals, a causa, entre d'altres, dels següents factors:

- a) La diversitat dels tipus de sostres utilitzats, que fan variar, dins de marges molt amplis, tant la inèrcia tèrmica global del tancament com la seva





GRÀFIC 72.- Tipus de cobertes utilitzades durant l'època.

capacitat d'aïllament tèrmic.

- b) El grau de ventilació de la cambra intercalada, que varia no solament en funció de l'alçada de la cambra i de la seva superfície oberta a l'exterior sinó que també depèn de la forma del perímetre de façana on se situen les obertures de ventilació.
- c) La dispersió de densitats i gruixos dels formigons lleugers utilitzats, fet que provoca igualment importants variacions en el coeficient de conductivitat tèrmica d'aquests materials.

És per aquestes raons que la inèrcia tèrmica assignable als tipus de cobertes considerats pot ser molt diversa, i que, d'altra banda, els valors que figuren en el gràfic, relatiu al coeficient de transmissió tèrmica de cada un d'ells, poden interpretar-se solament com a valors de referència calculats a partir de la consideració d'unes condicions ponderades de totes les variables esmentades. Pel que fa a les condicions higrotèrmiques, la diferència més palesa entre els tipus de coberta de sandwich i els tipus de doble full és que, mentre les primeres són completament estanques al pas del vapor d'aigua, les segones poden utilitzar la cambra interposada entre els fulls com a espai de descompressió pel vapor ascendent, i eviten així els efectes mecànics sobre els elements d'estanquitat. Aquest últim fet i la reducció de les tensions rasants entre les diverses capes que comporta la separació en dos fulls són, precisament, les diferències que més incidiren sobre el comportament respectiu d'ambdós tipus de solucions.

Marc normatiu.

II.C. / 1.5.

Les normatives de l'època en el tema de les cobertes es van referir fonamentalment a tres qüestions: els materials a utilitzar, l'aïllament tèrmic i l'estanquitat.

II. C. / 1.6.

En relació als materials, les Ordenanzas Técnicas para Viviendas de Renta Limitada de 1955 prohibien, en medi urbà, la utilització de la fusta en els elements de cobriment, i preveien, així, el risc d'incendi que la seva aplicació podia comportar. Proscrivien també l'ús de la xapa metàl·lica, amb la qual cosa se sumava al conjunt de referències que restringien l'ús del ferro en aquells anys i que es perllongaren fins al 1957. En les Ordenanzas Técnicas para Viviendas de Protección Oficial de 1969, continuà persistint la prohibició de l'ús de la fusta, tot i que aquest material feia ja temps que no s'utilitzava en aplicacions estructurals dins el camp de l'edificació.

II. C. / 1.7.

Pel que fa al requeriment d'aïllament tèrmic, es manté el mateix enfocament que pels murs quant a la consideració exclusiva del coeficient de transmissió tèrmica com a paràmetre mesurador de l'exigència. Les Ordenanzas de Barcelona mantenen fins i tot el mateix valor de  $K < 1,1 \text{ kcal/}^\circ\text{Chm}^2$  adoptat pels murs. Les de Renta Limitada de 1955 fixaven el de 2,5 per a les zones de clima més moderat - isoterms per sota dels  $30^\circ\text{C}$  i per sobre dels  $5^\circ\text{C}$  - les quals abasten, de fet, quasi tot el territori de Catalunya. I les de Protección Oficial de 1969 reduïen aquell valor a 1,8 en les mateixes zones. En comparació amb els valors fixats pels murs, el grau d'aïllament exigit a les cobertes fou, en general igual o inferior, confiant potser, en aquest últim cas, en la major receptivitat de la calor de radiació solar de què poden gaudir.

Les solucions d'aplicació més habitual reflecteixen clarament una manca d'acompliment del nivell exigencial fixat per les Ordenanzas de Barcelona, i, al contrari, aconseguen folgadoament els nivells establerts per les normatives tècniques d'àmbit estatal. És molt dubtós, però, que els valors marcats per totes aquestes normes repercutissin realment sobre l'elecció i el disseny dels diversos tipus de solucions adoptades.



II. C. / 1.8. La primera norma que va tractar específicament sobre qüestions d'estanquitat de les cobertes no aparegué fins a l'any 1971. Es titulava Impermeabilizaci6nde Cubiertas con Materiales Bituminosos i tenia caràcter de norma bàsica. Feia referència, sobretot, a les característiques de fabricació i a les propietats dels productes, i també tractava de les seves formes de subministrament i col.locació en obra. És difícil establir la seva incidència real sobre la qualitat dels materials subministrats. És molt possible que hagués resultat favorable en iniciar tot un procés que tendí a homogeneitzar les propietats dels productes i a clarificar el mercat. De tota manera, en no referir-se a les condicions de control i qualitat de col.locació dels productes en obra, la seva repercussió a curt termini fou molt escassa.

II. C. / 2. COMPORTAMENT

II. C. / 2.1. En referir-se al comportament de les cobertes, cal tenir en compte que la incidència de les condicions climatològiques és normalment més important que en els tancaments verticals. Les raons són ben paleses: D'una banda, pel major grau d'exposició a la radiació solar a què és troben sotmeses, fet que origina salts de temperatura diànit molt superiors als que suporten les façanes; i, d'altra banda, per la major possibilitat de filtració d'aigua que propicia la seva situació més propera a l'horitzontal que les façanes, amb el que això comporta de reducció de l'escorrentia de l'aigua pels efectes de la gravetat. És per això que cal matisar que les dades que es relacionen en els punts següents no són del tot representatives ni igualment vàlides per a totes les regions climàtiques de Catalunya, pel fet que els edificis objecte d'estudi no es troben igualment repartits per les dites regions.

Es tractaran separadament els tres tipus de coberta d'aplicació més freqüent, és a dir, les cobertes de teula àrab, les cobertes planes multicapa i les cobertes a base de fibrociment. Les cobertes "à la catalana" no tingueren una aplicació suficient

com per a extraure'n conseqüències generalitzables, de la mateixa manera que les cobertes inclinades a base de teula de formigó, de les quals es té notícia, però, d'un singular cas de ruptura de les peces que formaven el ràfec, a causa de la subpressió originada pel regolfament del vent en aquesta zona.

II. C. / 2.2.

Les cobertes inclinades a base de teula àrab han requerit tan sols, per a conservar-les en bon ús, la realització d'operacions de manteniment destinades a reparar les filtracions puntuals d'aigua. Concretament, les operacions realitzades amb més freqüència han consistit en la reposició de les teules trencades o fissurades pels efectes dels impactes o mogudes per l'acció del vent, i en la provisió de morter en algunes filades de teules, a fi de dotar tot el conjunt d'una major travada al suport. La nova disposició de canalons de recollida d'aigües ha estat també una operació freqüent en molts grups dels anys cinquanta, tot i que la seva finalitat era més la de protegir les façanes que no pas la coberta.

II. B. / 2.3.

Les cobertes planes tipus sandwich han estat un dels elements que amb més freqüència ha necessitat la realització d'operacions de manteniment o reparació dins de terminis inferiors als considerats com a normals. L'escassa durabilitat en bon ús del sistema d'estanquitat, la deficient resolució dels punts singulars i les deficiències d'aïllament tèrmic han estat defectes extraordinàriament freqüents en un altíssim percentatge de cobertes d'aquest tipus. Els efectes del gel en soleres de rajola vermella també s'han deixat notar en alguns grups situats en comarques d'hivern rigorós. Les reparacions efectuades no han resultat, en molts casos, suficientment durables, ja sigui perquè no han abastat tota la superfície necessària o perquè no era adequat el disseny de la solució aplicada. La disposició de cobertes inclinades de teula o fibrociment sobre la coberta plana existent, operació duta a terme en alguns casos, és un fet prou indicatiu de la creixent pèrdua de confiança en la possible durabilitat de les solucions de coberta plana.

L'anàlisi de les causes generals que han originat els quadres patològics més habituals d'aquest tipus de cobertes, s'estableix de forma més acurada en el treball del mateix autor: "Problemas de la cubiertas en los hospitales" (v. Díaz, 1979).

II. C. / 2.4.

Les cobertes a base de plaques de fibrociment han estat objecte de dos tipus d'agressió diferents: la de la calamarsa i la del vent. L'agressió de la calamarsa ha provocat el trencament generalitzat de les plaques en les ocasions en què el fenomen atmosfèric s'ha presentat amb certa intensitat. Alguns grups de les comarques del Barcelonès i el Baix Llobregat, entre molts d'altres situats en comarques més fredes, han estat afectats pel fenomen en el decurs dels darrers deu anys. L'agressió del vent ha provocat l'aixecament de les plaques sobreposades a cobertes planes multicapa, en sotmetre a una forta subpressió els trams dels ràfecs sobresortints del pla de les façanes. A més d'aquestes dues agressions, una anomalia força freqüent en aquestes cobertes ha estat la corrosió i l'oxidació dels elements metàl·lics de suport i fixació de les plaques.

II. C. / 2.5.

En el quadre 73 s'exposen les dades més rellevants relatives al cost de les operacions de reparació, manteniment i millora efectuades en la partida funcional a què es fa referència, durant el període 1976-1985 (v. Annex 3).



DADES DE COST (Segons mostra Annex 3)

COBERTES

---



---

I / Percentatge d'inversió destinat a la partida funcional "Cobertes" : 10%

---



---

II / Desglòs de la inversió entre les operacions de reparació i manteniment.

Operacions de reparació	32,10%
Operacions de manteniment	67,90%

---



---

III / Percentatges d'habitatges i de grups en que s'han efectuat operacions de reparació o manteniment.

	<u>% habitatges</u>	<u>% grups</u>
Operacions de reparació	38%	35%
Operacions de manteniment	88%	87%

---



---

IV / Distribució percentual de la inversió efectuada en la partida funcional "Cobertes".

Operació	% inversió en relació total partida funcional	% inversió en relació total mostra	% habitatges objecte de l'operació	% grups objecte de l'operació
Reposició total o parcial estanquitat	44,44%	4,77%	73%	67%
Reposició estanquitat amb reforç d'aïllament tèrmic	22,64%	2,43%	26%	9%
Reparació badalots d'escales	2,96%	0,32%	31%	29%
Formació de coberta inclinada sobre coberta plana	29,80%	3,20%	11%	9%
Repàs teulat o plaques fibrociment	0,15%	0,02%	1%	9%

QUADRE 73 .- Dades de cost de la partida funcional "Cobertes".