

**VUITÈ CAPÍTOL**

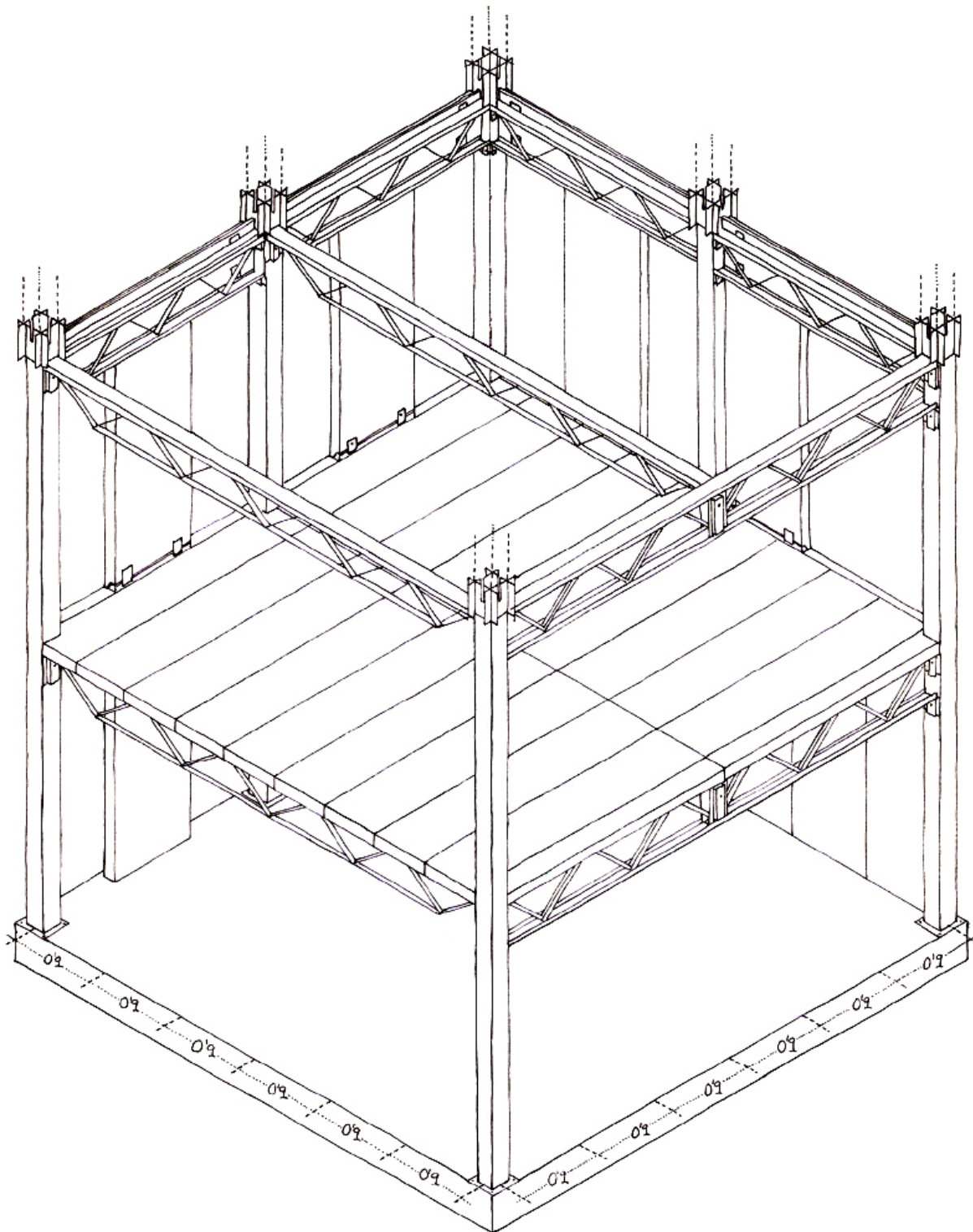
## 8. ELS SISTEMES CONSTRUCTIUS PREFABRICATS.

En aquest apartat s'estudien els sistemes prefabricats amb els quals s'han construït els centres educatius de la **mostra**<sup>1</sup>. Són els 12 sistemes següents, dels quals els 6 primers són lleugers i els altres 6 són pesats.

- 8.01.** Sistema d'estructura metàl·lica modulada i tancament per components.
- 8.02.** Sistema d'estructura metàl·lica modulada i tancament de plafons de formigó i fibres.
- 8.03.** Sistema d'estructura metàl·lica modulada i tancament de plafons sandvitx.
- 8.04.** Sistema d'estructura de mòduls metàl·lics de mesures prefixades i components.
- 8.05.** Sistema d'estructura de mòduls metàl·lics plegables de mesures prefixades i components.
- 8.06.** Sistema d'estructura de mòduls metàl·lics de mesures obertes i components.
- 8.07.** Sistema de murs portants tricapa, pòrtics i plaques de forjat de formigó prefabricat.
- 8.08.** Sistema de murs portants tricapa i plaques de forjat de formigó prefabricat.
- 8.09.** Sistema de pòrtics, plaques de forjat i de façana de formigó prefabricat.
- 8.10.** Sistema de pòrtics, plaques de forjat i plafons autoportants de formigó prefabricat.
- 8.11.** Sistema de mòduls portants, plaques de forjat i plafons de formigó prefabricat.
- 8.12.** Sistema de murs portants massissos i plaques de forjat de formigó prefabricat.

---

<sup>1</sup> L'objecte d'estudi i la mostra de la tesi es defineixen a l'apartat "1.2." del "Preàmbul".



**8.01**

SISTEMA D'ESTRUCTURA METÀ-LICA MODULADA I TANCAMENT PER COMPONENTS.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

L'origen d'aquest sistema va ser al **1969**, quan l'arquitecte italià **Carlo Testa** va venir a Barcelona buscant un grup d'empresaris interessats a desenvolupar un sistema lleuger similar al **CLASP**<sup>1</sup>. El resultat va ser una societat formada per l'empresa d'estructures metàl·liques Ferros Mateu de Prensados de Acero S.A., el Banc Urquijo i un tercer soci particular.

Carlo Testa va dissenyar una adaptació del CLASP a la realitat del nostre país, que es basava en la reducció del cost dels components del sistema original. Però el sistema, anomenat Modulteu, va tenir un ús anecdòtic, i ha quedat a la història com una experiència fracassada. Després de quatre anys Modulteu va desaparèixer, a causa d'una gestió confiada i d'una excessiva dependència del sistema cap a alguns proveïdors.

#### UTILITATS.

---

Es podien construir edificis de llums i alçades variables, però es dirigia principalment a edificis d'**ús docent, residencial, terciari**... Només es van construir: sis escoles a Barcelona, dos edificis d'oficines a Barcelona i Hospitalet i un hotel a Argèlia. Però s'haurien pogut construir altres tipologies, que en els anys seixanta es van construir a Europa amb el sistema CLASP o similars, com habitatges, residències...

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències entre diferents indústries que fabricaven aquest sistema són els **components i subsistemes utilitzats per façanes**. Per exemple el sistema CLASP i Scola van utilitzar tancaments metàl·lics, fusta, fàbrica de maó... També difereixen segons les unions, modulació...

#### DESCRIPCIÓ.

---

Era un sistema **lleuger**, amb estructura **mixta** i tancament per components. L'estructura era isostàtica i de pòrtics, amb pilars tubulars d'acer, jàsseres en gelosia d'acer, i forjats de lloses de formigó armat. La façana podia ser de diferents materials, però en tots els casos reals va ser de plafons prefabricats de formigó armat i fusteries d'acer. Era un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes, sempre que seguissin la modulació dels 30 cm.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **l'estructura i el tancament de façana**. Però el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components principals eren diversos **elements estructurals i de tancament**, amb diversos casos d'**unions i juntes** entre ells, els quals s'estudien a continuació.

---

<sup>1</sup> Sistema Britànic resultat del treball del "Consortium of Local Authorities Special Programme" (C.L.A.S.P.). En el "Primer capítol" hi ha més informació sobre aquest sistema.

Els elements estructurals eren els que formaven l'estructura de l'edifici i principalment eren pilars, jàsseres, bigues, diagonals d'arriostrament i plaques de forjat. Aquests elements tenien una geometria i dimensions possibles estandarditzades i tipificades en un catàleg<sup>2</sup>.

Els **pilars** eren elements tubulars d'acer, lineals i verticals. Tenien secció quadrada d'unes dimensions exteriors de 20 x 20 cm, i els gruixos de la xapa variaven de 3 a 14 mm segons la càrrega que suportaven. Per gruixos reduïts s'utilitzaven perfils laminats en fred. Per gruixos de 5 mm o més, es soldaven 4 xapes amb soldadura d'elevada penetració en atmosfera inerta. Tenien una alçada màxima de dues plantes. En els pilars es considerava un coeficient de treball de 1200 kg/cm<sup>2</sup>, i les soldadures es calculaven amb un coeficient de treball de 750 kg/cm<sup>2</sup>.

Les **jàsseres** eren de gelosia i estaven formades per perfils d'acer A-37-b laminats en calent, que es soldaven per soldadura elèctrica. Es classificaven segons l'ús en diversos tipus de: jàsseres primàries, secundàries i de coberta.

Les jàsseres primàries suportaven jàsseres secundàries en un o dos costats, i/o elements de façana; també estaven calculades per recolzar-hi les lloses de forjat. Normalment tenien cantell de 52 cm, excepte si només suportaven jàsseres en un dels costats que tenien cantell de 42 cm. Les llums lliures podien ser de 270, 360 o 720 cm. Els elements de la gelosia variaven segons el càlcul: el cordó superior des d'una UPN 140 a UPN 200, l'inferior des d'una platina plana de 100 x 6 a una de 200 x 16, i les diagonals des d'angulars laminats en calent de 30 x 30 x 3 a 70 x 70 x 7.

Les jàsseres secundàries suportaven les lloses de forjat i/o elements de façana. Tenien sempre cantell de 42 cm, i les llums lliures eren variables: 180, 270, 360, 450, 540, 630, 720 i 810 cm. Els elements de la gelosia variaven segons el càlcul: el cordó superior era des d'una UPN 80 a UPN 120; l'inferior era des d'una platina plana de 45 x 5 a una de 130 x 12; i les diagonals eren des d'angulars laminats en calent de 30 x 30 x 3 a 55 x 55 x 6.

Les jàsseres de coberta tenien un cantell de 42 cm i llums variables de 900 a 1800 cm. Els elements de la gelosia variaven segons el càlcul: els cordons superior i inferior des d'una UPN 80 a UPN 180, i les diagonals des d'angulars laminats en calent de 30 x 30 x 3 a 65 x 65 x 7. Podien ser peraltades, generant pendants del 4 al 6 %, i amb un cantell inicial mínim de 42 cm.

Les **diagonals d'arriostrament** estaven dissenyades perquè l'estructura pogués fer front a un vent de 125 km/h, que generés pressions de 75 kg/m<sup>2</sup>. Estaven formades per 4 rodons de 3 cm de diàmetre d'acer d'alta resistència (1800 kg/cm<sup>2</sup>) i es cargolaven als pilars dels pòrtics arriostrats, com a màxim separats 40 m.

Els elements metàl·lics de l'estructura -pilars, jàsseres i diagonals- estaven protegits de la corrosió. Tenien un galvanitzat en immersió en calent, una capa d'imprimació, un tractament superficial per sorrejat, dues capes de pintura antioxidant i la pintura d'acabat. Els pilars quedaven sempre vistos per l'interior i exterior i només les jàsseres i bigues estaven protegides pel fals sostre. Tot i això, cap element de l'estructura tenia protecció pel foc.

<sup>2</sup> Document "D1" de l'apartat "10.Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

### ELEMENTS ESTRUCTURALS

---

Les **plaques de forjat** eren de lloses de formigó lleuger silico-calçari de la marca Ytong, armat o endurit a l'autoclau. Tenien un gruix de 10 cm i permetien cobrir llums de 180 cm per sobrecàrregues de 500 kg/m<sup>2</sup>, i llums de 360 cm per sobrecàrregues de 400 kg/m<sup>2</sup>. En el seu recolzament amb les jàsseres i en l'entreplaques es col·locava un rodó de 50 mm i s'abocava morter convencional a l'obra, amb l'objectiu de proporcionar monolitisme addicional al conjunt. La conductivitat tèrmica era  $k=1,28$  kcal/m<sup>2</sup>h°C en el forjat i  $k=1,2$  kcal/m<sup>2</sup>h°C en la coberta. L'aïllament acústic era de 35 dB en el forjat i la coberta.

### COMPONENTS

### ELEMENTS DE TANCAMENT

---

Els elements de façana eren els plafons i les fusteries. Els **plafons** eren prefabricats de formigó armat de la casa Escofet, de formigó B-350. Feien 9 cm de gruix i tenien l'aïllament embegut a l'interior, que era un poliestirè expandit de 2 cm de gruix. N'hi havia de dos tipus, els horitzontals que tapaven el forjat i els verticals que cobrien la part opaca de la façana entre plafons horitzontals. Els horitzontals tenien una alçada de 60 o 90 cm i una amplada de 180 a 360 cm, els verticals una amplada de 90 cm i una alçada de 60 a 360 cm. L'acabat era d'àrid vist amb pedra natural de 5-10 mm d'arestes vives, i s'aconseguia amb retardant de fraguat al motlle i un raspap posterior. La conductivitat tèrmica era  $k=1,4$  kcal/m<sup>2</sup>h°C en els plafons de façana.

Les fusteries eren d'acer i de molt baixes prestacions. La part transparent era vidre senzill, i la part translúcida de plafons tipus Glasal. Tenien amplades de 90 cm i alçades de 60 a 360 cm.

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema estava dissenyat per utilitzar-lo seguint el mòdul de 30 cm per definir l'estructura i el tancament. Els elements estructurals es col·locaven en planta en els eixos d'una malla de 30 x 30 cm o 30 x 90 cm, i en alçat una malla de 30 x 30 cm. Els altres elements es col·locaven entre pilars en planta, i sense divisions en alçat. També existia la modulació de 10 x 10 cm per altres elements interiors com per exemple portes, divisions interiors...

Aquesta modulació s'aconsellava de considerar-la al projecte durant el disseny d'aquest, i Modulfeu disposava d'una oficina tècnica que s'encarregava de definir els documents de fabricació i muntatge a partir del projecte.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

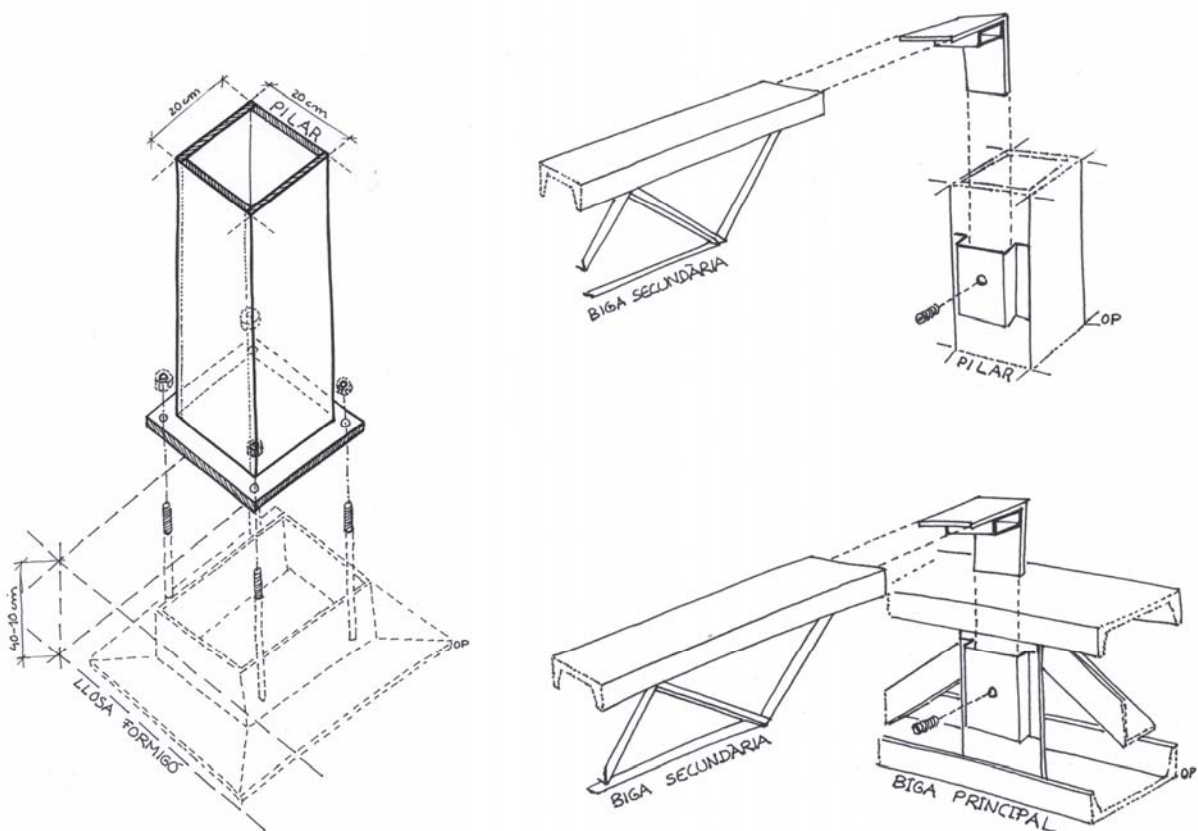
### UNIONS.

El sistema tenia diferents tipus d'unions a l'obra: unió entre el pilar i el fonament, unió entre els elements estructurals, i unió entre l'element estructural i el tancament de façana. Excepte la primera, les altres eren isostàtiques, cargolades i senzilles.

La unió entre pilar i fonament resultava de deixar un element d'acer embegut en els fonaments. Era un marc quadrat amb uns rodons soldats, que es situava i fixava durant l'operació d'armat dels fonaments. Un cop formigonats, la part dels rodons que quedava a la superfície es cargolava amb femelles a una platina, que el pilar portava prèviament soldada a la base. Aquesta platina era quadrada i tenia entre 15 i 35 mm de gruix.

Les unions entre els elements estructurals eren molt senzilles, ja que tots els elements portaven soldades des de taller unes platines estàndards, que permetien el recolzament i cargolat a pressió. Eren unions entre pilar i pilar, entre pilar i jàssera, i entre jàsseres.

Els elements de façana també tenien unions cargolades per recolzar-se i estabilitzar-se. Per exemple els plafons horitzontals tenien dos punts de recolzament a les jàsseres, mitjançant uns ancoratges en ungra que entraven a unes bosses soldades a les jàsseres. Els plafons verticals es penjaven de la part superior, per dos ancoratges que permetien la regulació dels plafons mitjançant unes rosques. Aquestes unions entre l'estructura i el tancament estaven desprotegides de la corrosió, sent un dels punts febles del sistema.



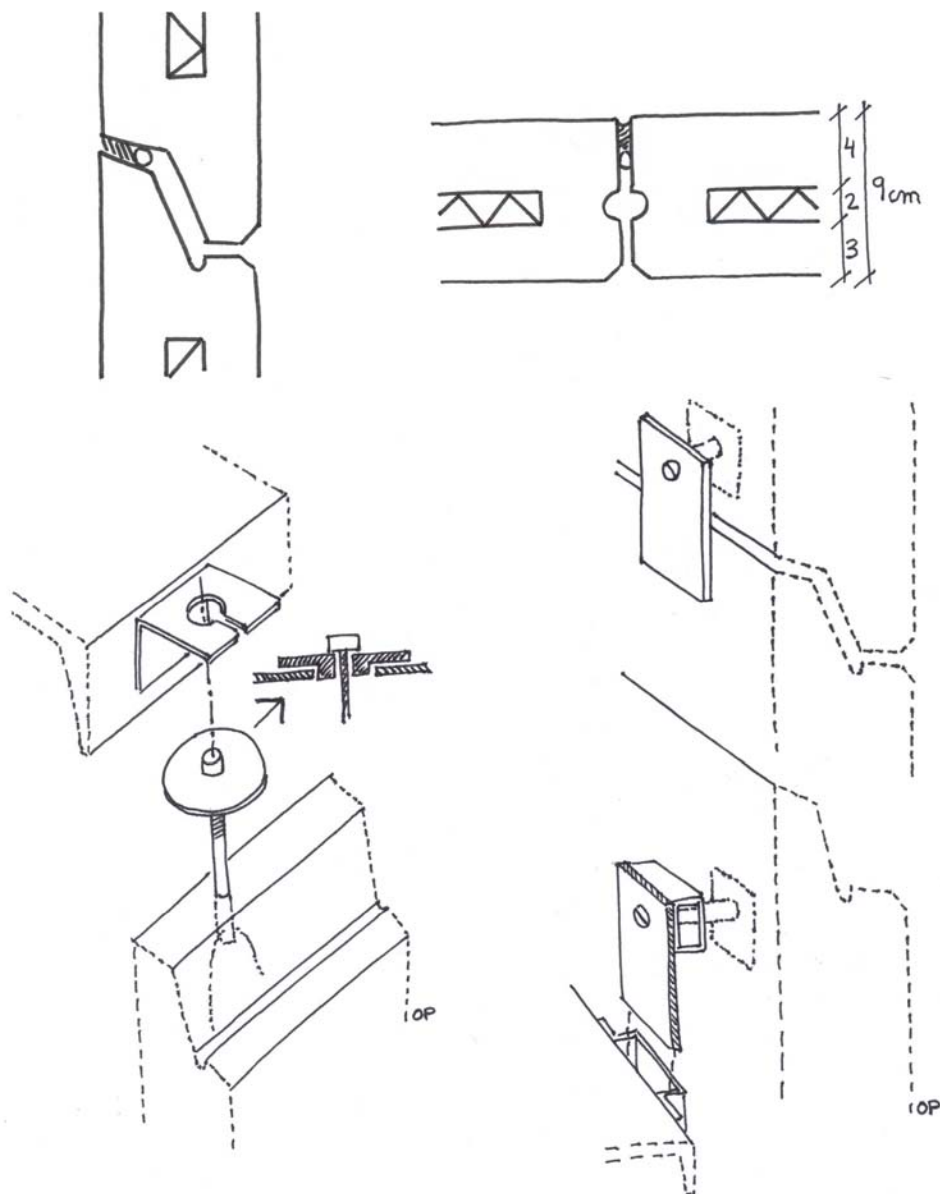
Unions pilar amb fonament, pilar amb jàssera, i jàssera amb jàssera.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes constructives del sistema eren entre els elements de façana. Eren juntes de 5 a 7 mm de gruix amb segellat interior. Les juntes podien ser entre plafons i plafons, plafons i fusteries, plafons i estructura, i estructura i fusteries.

Les juntes entre plafons eren en dues fases ja que aquests tenien un encadellat que dificultava l'entrada d'aigua fins al material de segellat. El segellat es feia col·locant un material de fons a 2 centímetres de la cara interior, els quals s'omplien d'una resina de 2 components anomenada Tio-Kol de la casa Texsa.



Dibuixos superiors: juntes horitzontal i vertical entre plafons.  
Dibuixos inferiors: unions entre el plafó i l'estructura.



### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

**El suport tècnic** estava format per l'oficina tècnica "Servicio técnico de construcciones modulares", formada per: l'arquitecte P.L. Espinosa, un enginyer, un aparellador i quatre delineants. Aquest servei tècnic estava en contacte amb l'arquitecte italià Carlo Testa, qui havia dissenyat el sistema. Es va fer un catàleg tècnic de suport, i s'aconsellava que el projectista contactés amb la oficina tècnica un cop hagués elaborat l'avantprojecte, per controlar l'ús del sistema en general. Quan el projecte estava definit, ModulTEU realitzava els documents necessaris per: calcular el cost, calcular l'estructura i els fonaments, planificar la construcció... L'empresa també elaborava els plànols de muntatge de l'estructura, dels tancaments, del fals sostre, de les divisions interiors...

**El temps d'aquest assessorament i disseny** depenia del tipus de projecte i de la relació d'aquest, el projectista i el sistema. Els projectes que des d'un inici incorporaven el sistema es redactaven en 3 o 4 mesos, període en el qual l'arquitecte assimilava el sistema, projectava l'edifici, ModulTEU feia els càlculs, s'elaboraven els plànols sobre elements estàndards de catàleg, i es resolien els elements especials. Hi havia alguns projectes ja redactats per l'administració que s'havien d'adaptar al sistema, aquests es resolien en un mes.

**La flexibilitat de disseny** contemplava totes les combinacions possibles dels elements que recollia el catàleg; dins d'una trama modulada en planta i en alçada que també definia.

### LA PRODUCCIÓ.

El **teixit fabril** de la indústria del sistema només constava d'una fàbrica exclusiva, que era el taller de Ferros Mateu, on es fabricava l'estructura. La resta de components provenien de subministradors externs que no treballaven exclusivament per ModulTEU.

Les principals **fases del procés fabricació** es feien en aquest taller metàl·lic i en una fàbrica de plafons P.F.A. El taller era com qualsevol altre de l'època i la fàbrica dels plafons també era similar a les d'altres elements prefabricats.<sup>3</sup> El **temps de fabricació** no influïa en el temps total de construcció de l'edifici: els elements estructurals es fabricaven per emmagatzemar-los, i poder-ne subministrar en qualsevol moment.

Els **components del sistema** tenien un grau d'industrialització alt per l'època i la situació socioeconòmica del país. En són un exemple els perfils tubulars d'acer, els plafons de formigó, i el paviment de PVC. Després de la producció d'un projecte, quan hi havia peces incorrectes o quan s'havia acabat la vida útil de l'edifici, era possible desmuntar-los i reciclar molts materials.

El **grau de formació inicial** dels operaris era baix en la fabricació i en el muntatge, però adquirien un coneixement específic del sistema amb els processos senzills de taller i d'obra. L'excepció era el taller mecànic, on es necessitaven soldadors qualificats que moltes vegades també muntaven les estructures. La **maquinària** en el taller metàl·lic era la mateixa de qualsevol altre taller d'elements estructurals de l'època.

<sup>3</sup> Apartats "8.07." i "8.08."

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els elements arribaven a l'obra en camions normals, col·locats en horitzontal i apilats. Cada proveïdor feia el transport dels seus elements per separat. En la construcció de l'hotel a Argèlia es van utilitzar vaixells, sense contenidors i amb els sistemes de l'època.

### LA RECEPCIÓ.

---

L'aplec en obra es feia en un terreny compactat i pla. Abans de començar el muntatge de l'edifici es rebien i ordenaven tots els elements estructurals a peu d'obra en la zona d'aplec. Un cop muntada l'estructura es rebien les lloses de forjat i plafons de façana.



Foto de la construcció de l'escola Can Clos de P.L.Espinosa.



Foto de la construcció de l'escola Can Clos cedida per P.L.Espinosa.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL MUNTATGE.

---

Aquest el feien en uns 3 mesos els muntadors de l'empresa Ferros Mateu. Els treballs previs eren la coordinació del contacte del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat, fent compatibles les toleràncies. En aquest cas es col·locava un element d'acer durant l'operació d'armat dels fonaments. Un cop formigonats, a l'exterior hi quedaven quatre rodons per cargolar amb les bases dels pilars.

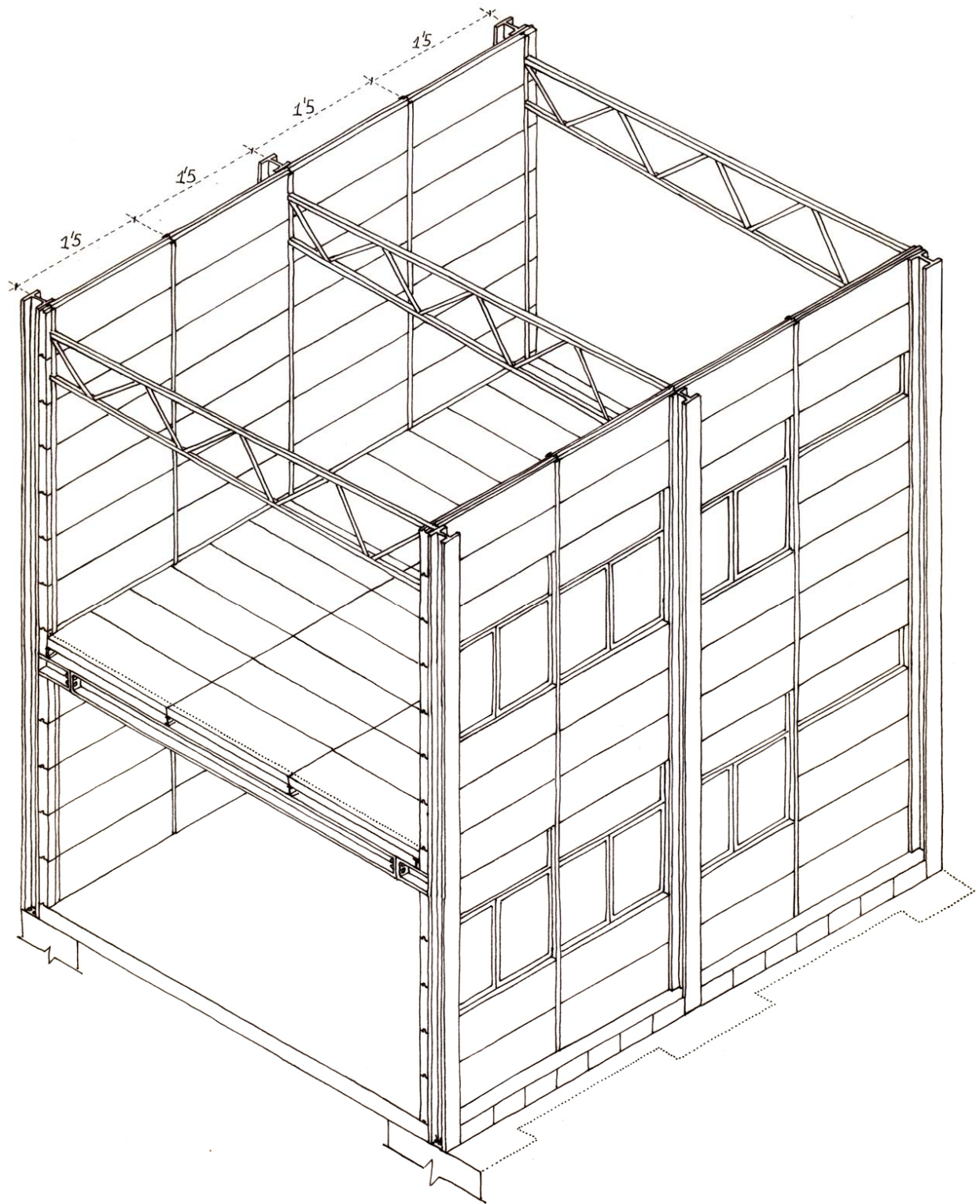
Es procedia al muntatge de l'estructura. Primer es cargolaven tots els pilars de planta baixa amb els fonaments, i seguidament es cargolaven les jàsseres del forjat de la planta primera. Després es muntaven els pilars i jàsseres de les plantes següents. Una vegada col·locats tots els pilars i jàsseres es cargolaven les diagonals d'arriostament en forma de creus de Sant Andreu. Seguidament es col·locaven les lloses de forjat i es procedia al formigonat dels perímetres i entre plaques.

Llavors s'executava la coberta i seguidament es construïa el tancament de façana. Es col·locaven els plafons fixant-los i regulant la seva alineació, anivellació i aplom. També es feia el mateix amb les fusteries. Després s'executaven les juntes verticals i horitzontals dels tancaments de façana.

Finalment s'executaven les instal·lacions i els interiors. Les divisions es feien amb unes plaques de guix i fibres minerals, encadellades i de 4 cm de gruix, que es disposaven a trencajunt. El paviment era lleuger com podia ser un PVC i es disposava damunt una mínima capa d'anivellació abocada sobre les lloses.



Foto de la construcció de l'escola Can Clos cedida per P.L.Espinosa.



## 8.02

SISTEMA D'ESTRUCTURA METÀL·LICA I TANCAMENT DE PLAFONS DE FORMIGÓ AMB FIBRES.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

Els inicis d'aquest sistema van ser el **1952**, quan l'empresa Durisol S.A.E. va iniciar l'activitat a la fàbrica situada a Sant Vicenç dels Horts. En aquesta planta es produïen materials per a la construcció a partir de formigó amb fibres de fusta, principalment blocs de formigó i plaques de petites dimensions per façanes i forjats. El 1955 es van construir unes escoles al camp de Gibraltar amb aquests productes, però aquesta va ser una actuació aïllada.<sup>1</sup> Va ser **entre finals dels anys seixanta i finals dels setanta**, que es van construir gran quantitat d'edificis educatius amb el sistema que estudiem a continuació. L'any **1979** va tancar després de presentar suspensió de pagaments.

#### UTILITATS.

---

Es podien construir edificis de llums i alçades petites i mitjanes, però es dirigia principalment a edificis d'**ús docent**. Es van construir gran quantitat de centres educatius per E.G.B., F.P., universitats..., des d'aularis fins a centres sencers.<sup>2</sup>

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Només s'ha detectat una única indústria per aquest sistema. El material que aquesta utilitzava pels elements de forjat i façana era **formigó amb fibres de fusta**, el qual és la característica més particular i pròpia d'aquesta indústria.

#### DESCRIPCIÓ.

---

Era un sistema **lleuger**, amb estructura **mixta** i tancament de plafons de formigó amb fibres. L'estructura era hiperestàtica i de pòrtics, amb pilars i jàsseres de perfils normalitzats, i forjats de plaques de formigó armat amb fibres. Era un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes, però sempre es van utilitzar els mateixos plafons de tancament i plaques de forjat.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **l'estructura, el tancament de façana, la coberta i les divisions interiors**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components propis del sistema eren els **elements estructurals i de tancament**, amb diversos casos d'**unions i juntes**. Tots ells es descriuen a continuació.

---

<sup>1</sup> Més informació al "Primer Capítol".

<sup>2</sup> Les característiques dels centres –quantitat, tipologia, programa- està en el "Primer Capítol" i a l'apartat "7" de la "Segona Part".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

### ELEMENTS ESTRUCTURALS

---

Els elements estructurals eren els que formaven l'estructura de l'edifici i principalment eren pilars, jàsseres, bigues, diagonals d'arriostrament i plaques de forjat.

L'estructura era metàl·lica i estava formada per pòrtics, normalment de llums entre 9 i 6 metres i separats 3 m. Els **pilars** eren de perfils normalitzats HEB de 140 a 200 o perfils laminats d'acer i soldats formant seccions quadrades i rectangulars. Per exemple dues L de 8 o 10 cm de costat i 1 cm de gruix, o dues UPN 220.

Les **jàsseres** eren IPN 260 i les biguetes IPN a cada 150 cm.

Les **plaques de forjat** eren de morter amb fibres de fusta premsades i n'hi havia de diferents tipus com per exemple les T-10 que feien 150 cm de llum, 50 cm d'ample i 10 cm de gruix, o les T-12 que feien 150 cm de llum, 25 cm d'ample i 12 cm de gruix

Les **diagonals d'arriostrament** eren perfils laminats d'acer, com per exemple una "L" de 7 cm de costat.

### COMPONENTS

### ELEMENTS DE TANCAMENT

---

Els **plafons de façana**, com les divisions interiors i les plaques de fals sostre també eren de morter amb fibres de fusta premsats. Els plafons anaven recolzats, el primer a la riostra perimetral o a les llindes i els següents sobre el plafó inferior. Lateralment anaven encaixats en uns perfils omega d'acer. Hi havia plaques de diferents tipus: les de façana es deien "FHC" i feien 150 cm de llarg, 50 cm d'ample i 10 cm de gruix; les de façana s'anomenaven "TAB-7" i feien 143 cm de llarg, 50 cm d'ample i 7 cm de gruix; les de fals sostre es deien "AP4" i feien 150 cm de llarg, 50 cm d'ample i 4 cm de gruix. L'acabat exterior era llis o de grava de riu vista.

Les fusteries eren de fusta o acer, i el premarc suportava totes les plaques de façana de damunt fins a la pròxima obertura.

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema estava dissenyat per utilitzar-lo seguint el mòdul d'**1,5 m en planta** per definir l'estructura i el tancament.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

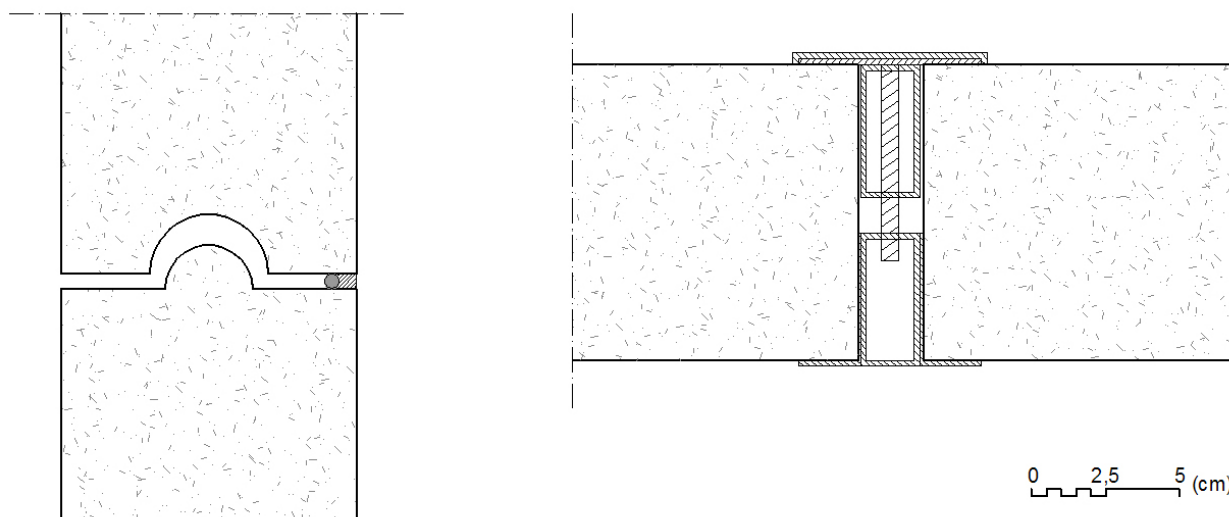
Les unions a realitzar en obra amb aquest sistema eren: entre fonament i pilar, entre pilar i jàssera, i entre plaques. La unió entre pilar i fonament resultava de deixar uns rodons d'acer embeguts en els fonaments. Un cop formigonats, la part dels rodons que quedava a la superfície es cargolava amb femelles amb una platina, que el pilar portava prèviament soldada a la base. En els perfils principals de la façana la unió amb el fonament era semblant, però només hi havia un rodó de connexió entre el perfil vertical i el fonament.

La unió entre pilar i jàssera era molt senzilla, ja que ambdós elements portaven soldades des de taller unes platines estàndards, que es podien unir a l'obra simplement cargolant. Per exemple, els pilars arribaven a l'obra d'una sola alçada, i amb la unió i part de la jàssera soldades.

Les plaques de forjat anaven recolzades a les biguetes, les quals tenien una platina a cada metre per unir cada biga amb el forjat. En la zona de recolzament, entre les plaques es col·locaven dos rodons del 6 de 75 cm de llarg. A sobre, s'armava i s'abocava una capa de compressió de 3 cm de gruix. Aquesta donava rigidesa a l'edifici en front dels esforços horitzontals, però aquesta no es considerava en el càlcul.

### JUNTES.

Les juntes constructives del sistema eren entre els plafons de façana o entre plafons i perfils. Les horitzontals eren entre plafons i eren juntes de 2 fases. Tenien segellat interior, que era d'espuma de poliuretà bituminós i massilla ( hi havia pintura Pimen, Compriband, masilla plàstica i Denso). L'estanqueïtat per geometria era amb el mascle i femella de les pròpies peces. Les verticals en canvi estaven resoltes amb perfils laminats tubulars i en L, que solapaven les plaques i les empresonaven a pressió, aconseguint així l'estanqueïtat.



Juntes horitzontal i vertical entre plafons de façana del sistema.

### LA FABRICACIÓ.

---

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

---

El **suport tècnic** estava format per l'oficina tècnica de l'empresa que eren delineants, i estava assessorada per la casa mare de Suïssa, que elaborava la documentació tècnica. **El temps d'aquest assessorament i disseny** depenia de la complexitat del projecte.

**La flexibilitat de disseny** contemplava totes les combinacions possibles dels elements estructurals, de façana i interiors que recollia el catàleg; dins la trama modulada en planta i alçada que també definia. No es contemplaven ni es van utilitzar elements especials en la vida útil d'aquest sistema.

### LA PRODUCCIÓ.

---

El **teixit fabril** de la indústria era la fàbrica del quilòmetre 329 de la carretera de València a Sant Vicenç dels Horts. Aquesta fàbrica va iniciar la producció el 1952. El 1965 ocupava una superfície de 4500 m<sup>2</sup>, tenia 105 treballadors i produïa 160.000 m<sup>3</sup> de formigó amb fibres de fusta per any. En el període d'expansió es va fer una segona fàbrica a Gamarra, Vitòria.

Les principals **fases del procés de fabricació** eren els treballs previs, l'abocada i premsat de les peces, i els tractaments finals d'acabat. Els treballs previs eren la recepció i tractament de les matèries primeres, que es feien en diferents magatzems i dipòsits. L'abocada i premsat es feia en dues grans naus, una per blocs i l'altra per plaques. Els tractaments finals d'acabat es feien en els magatzems de material i en tallers de fusteria, mecànica i pintura. El **temps de fabricació** no era determinant per la construcció de l'edifici, ja que els elements de forjat i façana es fabricaven per emmagatzemar-los i poder-ne subministrar en qualsevol moment. Després de la fabricació d'un projecte, quan hi havia peces incorrectes o quan s'havia acabat la vida útil de l'edifici, era possible desmuntar i reciclar moltes parts.

Els **components del sistema** tenien un grau d'industrialització elevat per l'època i el context sociocultural del país, amb plaques de façana, divisions interiors i forjats de formigó alleugerit amb fibres de fusta.

El **grau de formació inicial** dels operaris en la fabricació i muntatge era baix, però adquirien coneixements específics en les tasques a taller i a l'obra. No obstant, els soldadors dels elements de l'estructura a taller si que requerien una formació inicial elevada.

La **maquinària** eren màquines de mesurar, triturar i barrejar en la recepció i tractament de matèries primeres; taules, motlles, premses hidràuliques, erugues i elevadores en l'abocada i el premsat; i serres, polidores i compressors pel tractament d'acabats.



## **LA POSADA EN OBRA.**

---

Aquest apartat, a diferència dels altres edificis, no ha pogut ser explicat ni comprovat per persones que haguessin participat en la construcció d'aquest tipus de centres docents.

## **EL TRANSPORT.**

---

Els elements arribaven a l'obra en camions normals, col·locats en horitzontal i apilats.

## **LA RECEPCIÓ.**

---

L'aplec en obra es feia en un terreny compactat i pla. Abans de començar el muntatge de l'edifici, tots els elements estructurals metàl·lics es rebien i s'ordenaven en la zona d'aplec, a peu d'obra. Un cop muntada l'estructura es rebien les lloses de forjat i plafons de façana.

## **EL MUNTATGE.**

---

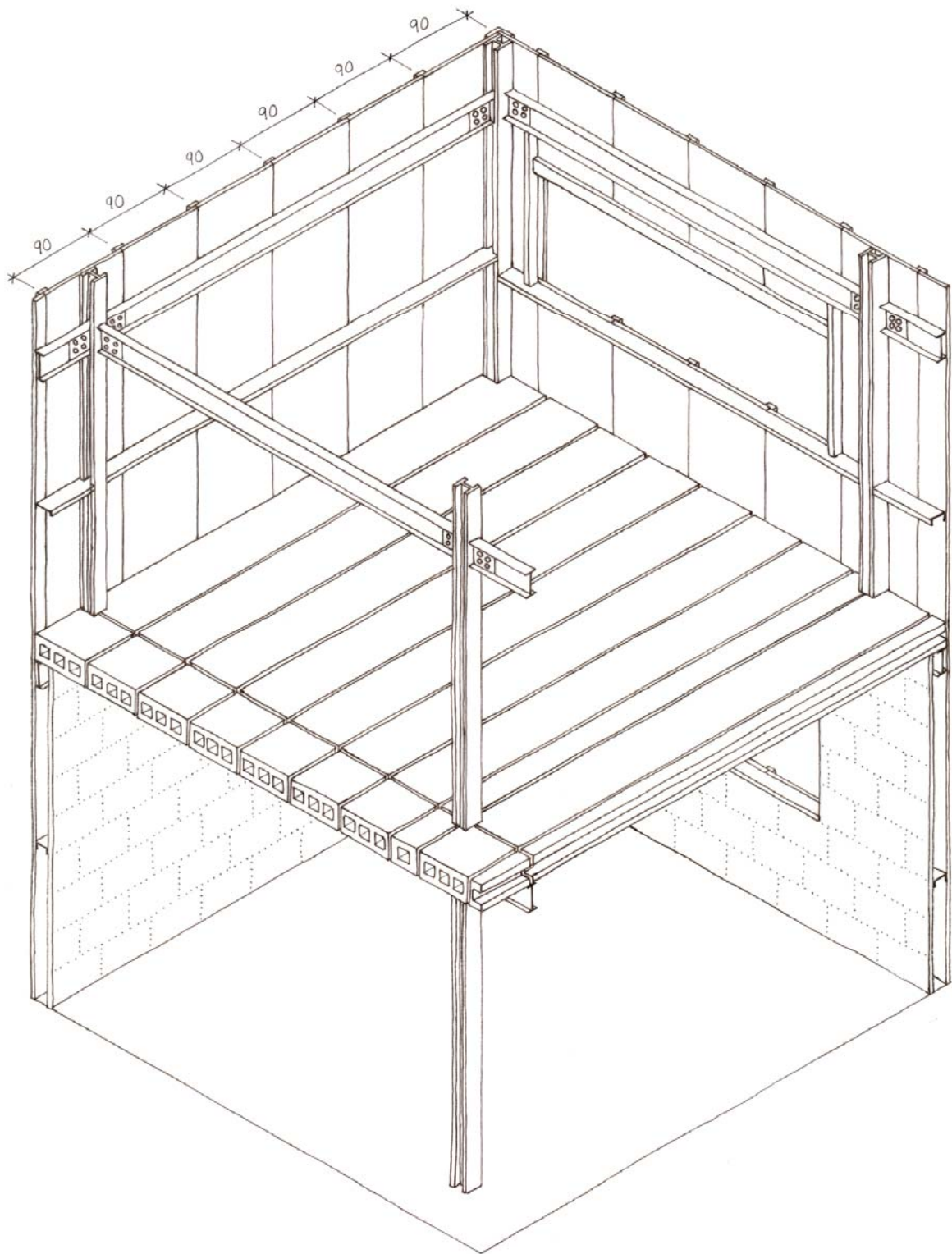
Aquest el feien en 2 o 3 mesos els muntadors de l'empresa Durisol. Els treballs previs eren la preparació del contacte del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat. En aquest cas, es col·locaven 4 barres d'acer pels pilars estructurals i 1 pels de façana, que es situaven embegudes en els murs de la cambra sanitària. Es situaven durant l'operació d'armat dels murs, que un cop formigonats sobresortien en part a la superfície per cargolar-los amb les bases dels pilars.

Es procedia al muntatge de l'estructura. Primer es cargolaven tots els pilars amb els fonaments, i seguidament es cargolaven les jàsseres als nusos. Després es col·locaven les biguetes de planta primera, es muntaven les jàsseres en gelosia de la segona planta, les corretges i s'executava la coberta de plaques ondulades de fibrociment.

Seguidament es col·locaven les plaques de forjat damunt les biguetes. Llavors en el recolzament de cada placa es situaven dos rodons del 6 de 75 cm de llarg i s'armava i formigonava una capa de compressió de 3 cm.

Llavors es construïa el tancament de façana i les divisions interiors. Es col·locaven els perfils verticals dels tancaments i després entre aquests els plafons. Els primers recolzaven damunt del mur de la cambra sanitària i els següents damunt dels plafons inferiors. On hi havia obertures es col·locava primer la fusteria de fusta, que suportava el pes dels plafons de damunt. Després s'executaven les juntes verticals i horitzontals dels tancaments de façana.

Finalment s'executaven el paviment, les instal·lacions i el fals sostre. Les instal·lacions horitzontals passaven pel fals sostre i les verticals eren vistes. El fals sostre també era de plaques morter amb encenalls premsades, de 4 cm de gruix i recolzades damunt d'unes omegues metàl·liques.



**8.03**

SISTEMA D'ESTRUCTURA METÀL·LICA I TANCAMENT DE PLAFONS SANDVITX.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

L'origen d'aquest sistema va ser al 1970 quan l'empresa *Compañía Española de Ingeniería S.A.*, amb el nom comercial *Sanqui*, diversificà les seves activitats. A partir d'aquí començà a dissenyar, fabricar i muntar construccions industrialitzades.

Aquesta empresa havia estat fundada el 1910 per D. Santiago Sánchez-Quiñones i s'havia redefinit el 1953 com a *Compañía Española de Ingeniería S.A.* En el seu inici era una empresa importadora i fabricadora de productes principalment del sector aeronàutic, amb la fàbrica a Getafe. A finals dels anys setanta l'empresa estava en quatre sectors: l'aeronàutica, el naval i petroquímic, el cable i carretera, i les construccions industrialitzades.<sup>1</sup>

#### UTILITATS.

---

Es podien construir edificis de llums i alçades petites i mitjanes, però es dirigia principalment a edificis d'habitatges, ús docent, hospitalari, militar. Es van construir edificis a Espanya, Àfrica, Sudamèrica i Àsia. Es van executar un miler de centres d'educació a tota Espanya durant els anys 1974 al 1977, una quinzena dels quals a Catalunya.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Només s'ha detectat una indústria que fabriqués aquest sistema. Aquesta utilitzava plafó sandvitx per a les façanes, que és la característica singular d'aquesta indústria.

#### DESCRIPCIÓ.

---

Era un sistema **lleuger**, amb estructura **mixta** i tancament amb plafons sandvitx. L'estructura era hiperestàtica i de pòrtics, amb pilars i jàsseres de perfils normalitzats, i forjats de plaques alveolars de formigó armat. Era un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes, però sempre es van utilitzar els mateixos plafons de tancament i plaques de forjat.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **l'estructura i el tancament de façana**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components propis del sistema eren els **elements estructurals i de tancament**, amb diversos casos d'**unions** i **juntes** descrits a continuació.

---

<sup>1</sup> Aquesta informació està recollida en la publicació "A3" i "A4" de l'apartat "10.bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

### ELEMENTS ESTRUCTURALS

---

Els elements estructurals eren els que formaven l'estructura de l'edifici i principalment eren pilars, jàsseres i plaques de forjat.

Els elements lineals eren metàl·lics i formaven pòrtics que, per exemple, podien tenir llums de 4,5 metres. Els **pilars** eren perfils laminats HEB de 140 cm. Tenien l'alçada de tot l'edifici, i els nusos amb les jàsseres estaven soldats des de taller, per cargolar ambdós elements durant el muntatge a l'obra. Les **jàsseres** eren IPN 240.

En canvi, les **plaques de forjat** eren plaques alveolars prefabricades de formigó armat. Aquestes mesuraven 25 cm de gruix, 60 cm de base i entre 2,6 i 6 m de llum.

### COMPONENTS

### ELEMENTS DE TANCAMENT

---

Els **plafons de façana** eren sandvitx i estaven cargolats amb autoroscants damunt d'una subestructura metàl·lica, que estava soldada als pilars i jàsseres estructurals. Els plafons eren de xapa d'acer galvanitzat amb la cara vista lacada blanca, tenien un gruix total de 3 cm i un aïllament intermedi de poliuretà expandit. L'ample estàndard era de 90 cm i el llarg segons el projecte.

Les fusteries estaven formades de perfils extrusionats d'alumini. Tenien vidre senzill i persianes enrotllables de plàstic. Tots els elements estaven cargolats a uns premarcs d'acer.

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema estava modulats als 90 cm d'ample, que era la mesura amb la qual es fabricava el plafó sandvitx de façana. També es podien fer edificis de mesures no múltiples als 90 cm, si s'estudiava com resoldre-ho en façana.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### UNIONS.

---

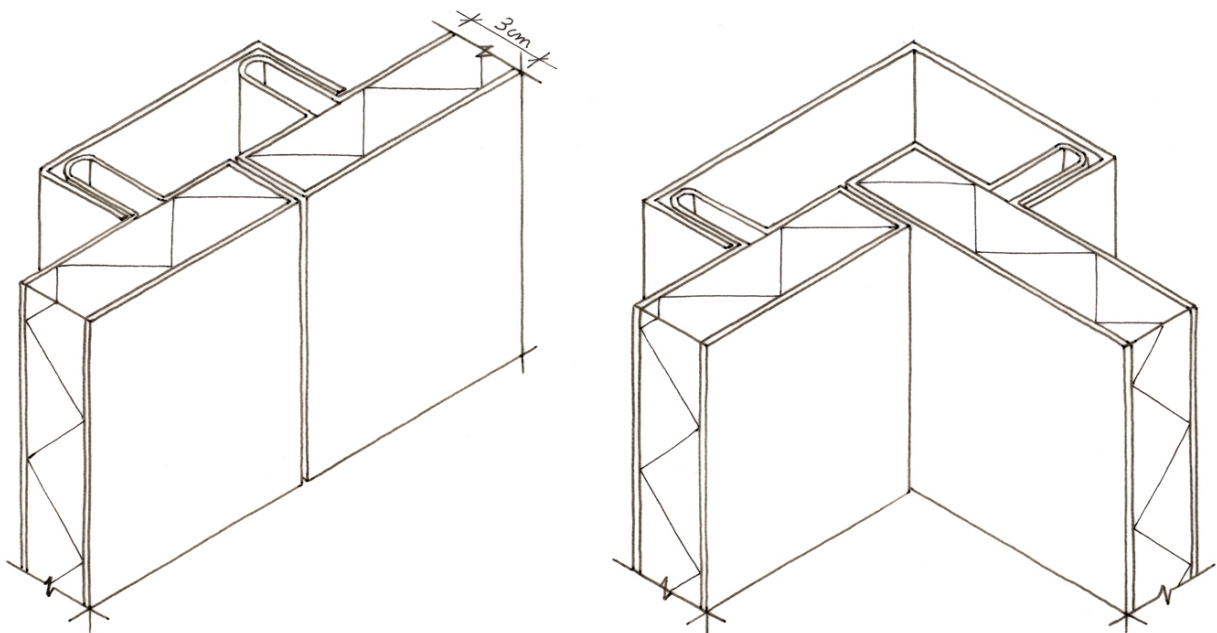
Les unions a realitzar en obra amb aquest sistema eren: entre fonament i pilar, entre pilar i jàssera, i entre placa i jàssera. La unió entre pilar i fonament resultava de deixar uns rodons d'acer embeguts en els fonaments. Un cop formigonats, la part dels rodons que quedava a la superfície es cargolava amb femelles a una platina, que el pilar portava prèviament soldada a la base.

La unió entre pilar i jàssera era molt senzilla, perquè ambdós elements portaven soldades unes platines estàndards des de taller. Per exemple, els pilars es fabricaven de l'alçada de tot l'edifici i amb les platines soldades. A l'obra es cargolaven fàcilment les jàsseres a aquestes platines. En canvi, les plaques de forjat anaven simplement recolzades a les jàsseres.

### JUNTES.

---

Les juntes constructives del sistema eren entre els plafons de façana i només eren verticals. Estaven resoltes amb uns tapajunts exteriors d'acer lacat blanc que s'encaixaven amb la geometria del plafó com es grafia en el següent detall.



Juntes horitzontal i vertical entre plafons de façana del sistema.

### LA FABRICACIÓ.

---

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

---

El **suport tècnic** estava format per l'oficina tècnica, amb un grup d'arquitectes i enginyers que realitzaven estudis d'execució, de planificació, la direcció d'obra... El **temps d'aquest assessorament i disseny** depenia de la complexitat de l'edifici. La **flexibilitat de disseny** contemplava l'adaptació completa del sistema al projecte.

#### LA PRODUCCIÓ.

---

El **teixit fabril** del sistema era la fàbrica a Getafe, amb una superfície total de 12.000 m<sup>2</sup> dels quals 6000 m<sup>2</sup> eren edificats.

Les principals **fases del procés de fabricació** es feien en un taller metàl·lic i en una fàbrica de plafons sandvitx. En el taller es preparaven els perfils, els nusos i es soldaven pel muntatge a l'obra. A la fàbrica es produïen els plafons de façana. El **temps de fabricació** no influïa en el temps total de construcció de l'edifici. Els elements sandvitx de façana es fabricaven per emmagatzemar-los i poder-ne subministrar en qualsevol moment.

Quan es produïen peces deficientes, o si en l'actualitat s'acabés la vida útil d'un d'aquests edificis, hauria estat possible desmuntar-los i reciclar-ne bona part dels materials.

Diversos **components del sistema** tenien un grau d'industrialització elevat, com per exemple les plaques alveolars, els plafons sandvitx...

El **grau de formació inicial** dels operaris al taller era baix, però adquirien coneixements específics durant la fabricació dels plafons sandvitx i les plaques alveolars. En canvi, el dels muntadors era elevat per poder soldar els elements de l'estructura. En el grup empresarial hi treballaven 250 persones: 12 llicenciats, 30 tècnics, 40 administratius i 170 obrers.

La **maquinària** en el taller metàl·lic era com la de qualsevol altre taller del ram de l'època. En canvi, la de la fàbrica de plafons sandvitx era capdavantera en la seva època.

## **LA POSADA EN OBRA.**

---

Aquest apartat, a diferència dels altres edificis, no ha pogut ser explicat ni comprovat per persones que haguessin participat en la construcció d'aquest tipus de centres docents.

## **EL TRANSPORT.**

---

Els elements arribaven a l'obra en camions normals, col·locats en horitzontal i apilats.

## **LA RECEPCIÓ.**

---

L'aplec en obra es feia en un terreny compactat i pla. En un principi i abans de començar el muntatge de l'edifici es rebien i ordenaven tots els elements estructurals metàl·lics a peu d'obra en la zona d'aplec. Un cop muntada l'estructura, les plaques alveolars de forjat i els plafons de façana es rebien a l'obra.

## **EL MUNTATGE.**

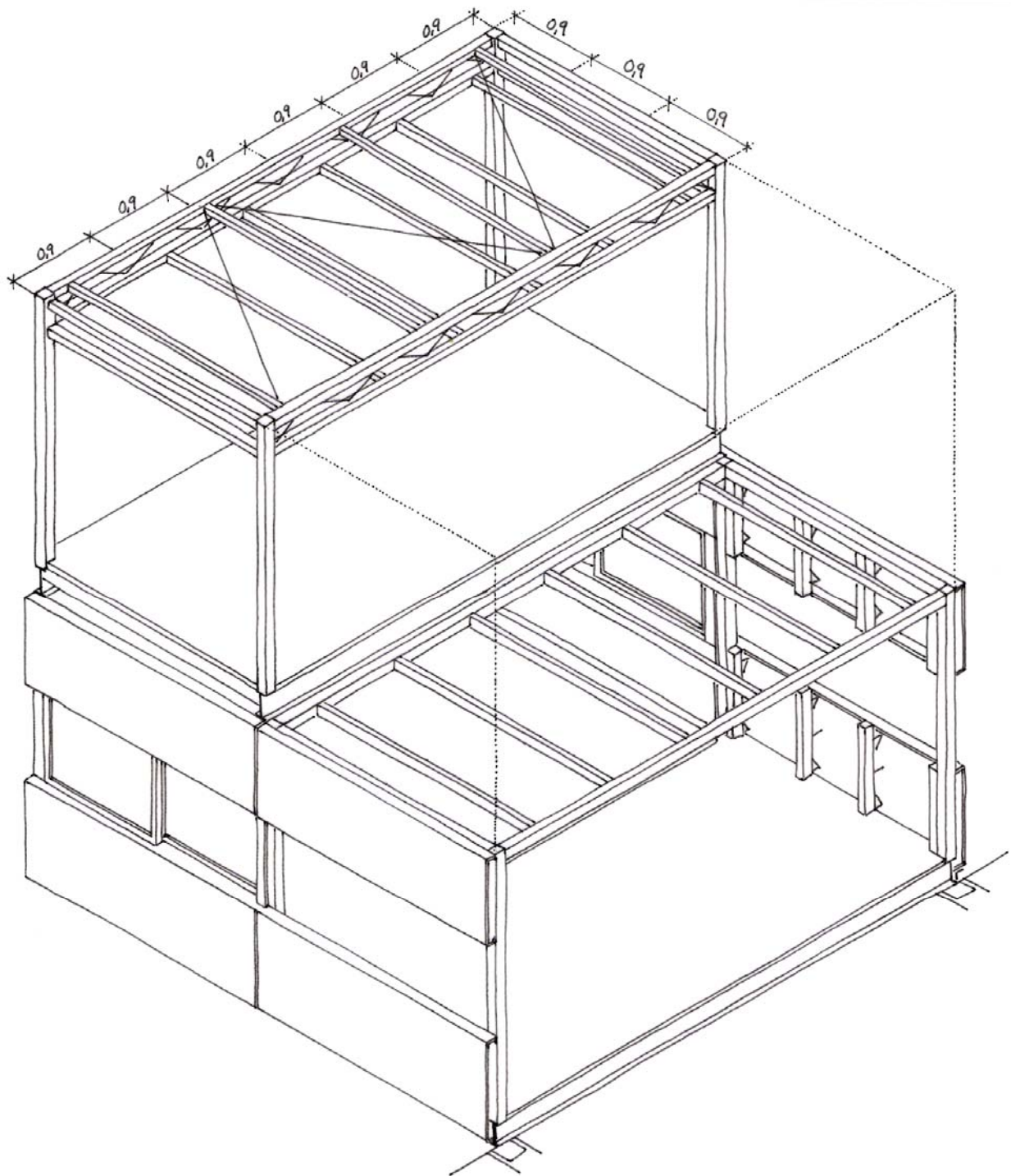
---

Aquest el feien en uns 2 o 3 mesos els muntadors de l'empresa Sanqui. Els treballs previs eren la preparació del contacte del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat.

Després es procedia al muntatge de l'estructura. Primer es cargolaven tots els pilars amb els fonaments, i seguidament es cargolaven les jàsseres als nusos. Tot seguit es col·locaven les plaques de forjat damunt les jàsseres.

Llavors es construïa el tancament de façana i les divisions interiors. Es col·locava la subestructura de façana, damunt es cargolaven els plafons sandvitx i es posaven a pressió els tapajunts en les juntes. On hi havia obertures es col·locava la fusteria.

Finalment s'executava el trasdossat, les divisions interiors, el paviment i les instal·lacions. Totes aquestes instal·lacions eren vistes.



**8.04**

SISTEMA D'ESTRUCTURA DE MÒDULS METÀL·LICS DE MESURES PREFIXADES I COMPONENTS.



## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

L'origen d'aquest sistema va ser al **1972**, amb el començament de la fabricació dels “**Caracola**” per l'empresa Dragados y Construcciones S.A. Aquests han estat uns mòduls tridimensionals prefabricats d'estructura metàl·lica, que es poden agrupar en planta i alçada per construir edificis. Des de llavors fins ara s'han anat fabricant diferents versions, amb diferències de mides i l'adequació a les normatives i requisits dels edificis actuals. Actualment Drace fabrica la Caracola V, la Caracola XXI i la Caracola XXV. Aquesta última és el sistema que s'estudia en aquest apartat, que tot i tenir la majoria de característiques comunes amb les altres, va ser desenvolupada entre Drace i l'estudi d'arquitectura Rodrigo Alaminos per introduir certs aspectes propis: major flexibilitat, grans llums, coberta plana... No obstant les escoles que està fabricant aquesta empresa en l'actualitat, les quals no són objecte d'aquest estudi, no tenen estructures de mòduls sinó de pilars i jàsseres soldats a l'obra.

Anteriorment, ja hi havia hagut sistemes de característiques similars, des del pioner sistema britànic Horsa, utilitzat per edificacions d'emergència en la postguerra de la Segona Guerra Mundial.

#### UTILITATS.

---

Actualment s'utilitza principalment per **edificació amb llums i alçades mitjanes**, per les qual l'estructura està optimitzada: escoles, habitatges, edificis sanitaris, oficines, serveis... Sovint s'incorporen elements especials i singulars.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències, entre les indústries que produeixen aquest sistema, són les mides, la geometria i les unions dels mòduls portants. També el grau de finalització d'aquests mòduls a taller, i la possibilitat de realitzar elements especials.

#### DESCRIPCIÓ.

---

És un sistema **lleuger**, amb estructura **mixta** i tancament per components. L'estructura està formada per la unió de mòduls en planta i alçat, que defineixen un sistema unidireccional de pòrtics, amb pilars i jàsseres tubulars i forjats mixtes de xapa plegada d'acer i formigó armat. La façana pot ser de diferents materials i és un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes. Té resolt l'ús de diversos sistemes de façana, divisions interiors, paviments, coberta..., a partir de productes de diferents patents.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **mòduls d'estructura metàl·lica i plafons autoportants de façana**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components propis del sistema són els **mòduls d'estructura metàl·lica**, amb diversos casos d'**unions** i **junes** que s'expliquen a continuació.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

---

Els **mòduls** són els elements principals d'aquest sistema constructiu. Teòricament surten de taller completament acabats, i permeten reduir el temps de les operacions de muntatge a l'obra. Els mòduls es prefabriquen a taller, on es completen els tancaments de façana i els tancaments interiors. Posteriorment es transporten al solar, on es col·loquen i connecten per formar l'edifici. Són elements tridimensionals que poden ser autoportants o portants, i estan formats pel forjat, els pilars i la coberta propis.

El **forjat** està format per un marc de perfils laminats d'acer -per exemple IPN 280 longitudinals i UPN 140 transversals-, biguetes com IPN 80 cada 60 cm, i una llosa de formigó armat de 45 mm de gruix amb malla electrosoldada. Els **pilars** són perfils tubulars d'acer, com per exemple 100.100.4. La **coberta** és plana amb encavallades d'acer, per exemple de 35 cm de cantell amb perfils tubulars superiors i inferiors de 120 a 80 cm de cantell i rodons de diagonals. Les corretges també són perfils tubulars d'acer. L'acabat estàndard dels mòduls és de plafons sandvitx de 3 cm connectats a les corretges amb cargols autoroscants. Aquesta coberta és provisional, i en l'obra s'executa una segona coberta que serà la definitiva.

Els edificis de més d'una planta es poden plantejar com l'apilament de mòduls portants en alçada. També com la combinació d'unes **primeres plantes d'estructura metàl·lica de pilars i jàsseres de lligat muntats a l'obra i forjats prefabricats, i una planta superior de mòduls metàl·lics prefabricats a taller**. En aquest cas s'utilitzen **pilars** de perfils normalitzats d'acer com HEB 140 o tubulars com 240.120.6 o 100.100.5; i **jàsseres de lligat** de perfils normalitzats d'acer com HEB 240 o tubulars com 100.100.5. Els **forjats** són els mateixos que els dels mòduls prefabricats descrits en el paràgraf anterior. Aquest sistema permet augmentar les llums i evitar el doblat de pilars intrínsec en la connexió entre mòduls. Tots els elements estructurals d'acer es protegeixen al taller amb quan és necessari amb pintura intumescent, projectat de llana de roca..., segons el projecte.

Els mòduls, quan estan col·locats poden tenir contacte amb l'exterior o ser completament interiors. Si formen part d'una façana tindran aquesta prefabricada i tindran resolt el junt amb la façana del mòdul del costat. També si formen part de la coberta, paraments interiors, paviment,... Les possibilitats de sistemes constructius que es poden utilitzar per resoldre totes les parts de l'edifici són molt àmplies i sempre es pot estudiar l'ús d'un nou sistema. Per exemple per façanes està resolt l'ús de: plafons de formigó armats amb fibra de vidre, plafons sandvitx, mur cortina, fusta i alumini.

### MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema exigeix una modulació que està determinada per les dimensions dels mòduls, els quals són la unitat mínima de l'edifici i treballen amb el mòdul de 90 cm. A més a més, l'alçada màxima és de 2,7 m. Per exemple, les "Caracoles" utilitzades en el C.E.I.P. de l'apartat "9.04", en planta feien 2,7 m d'ample i entre 5,4 m i 10,8 m de llargada.

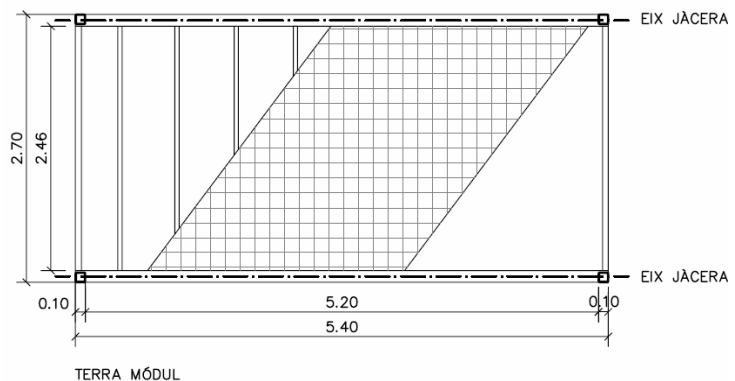
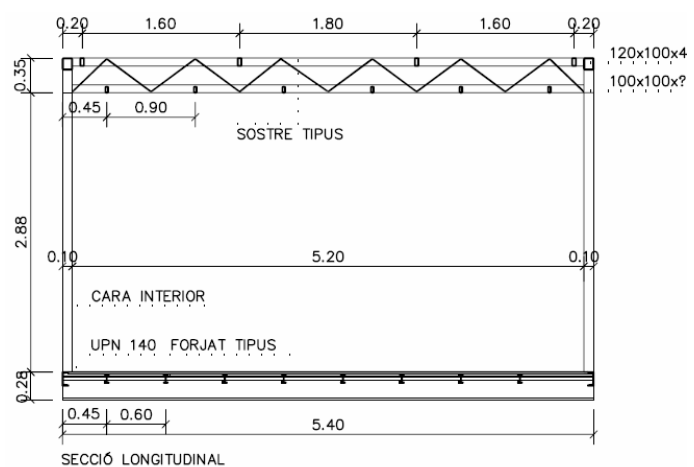
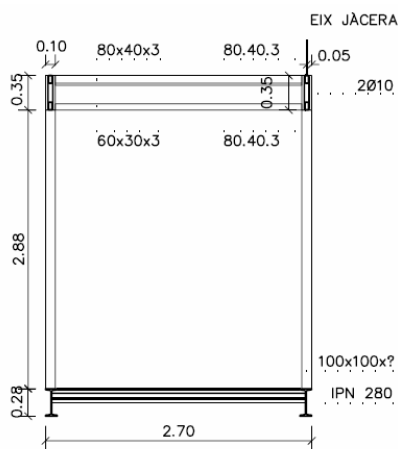
No obstant, aquesta modulació i mesura poden variar mitjançant una fabricació i un muntatge especials. Els centres educatius de la G.C. en són un exemple, perquè tenen espais que requereixen d'una alçada lliure de 2,85 m.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

El sistema té la majoria d'unions soldades, tant les que s'executen a fàbrica com les que es fan a l'obra. A l'obra en té tres tipus: unió entre el mòdul i el fonament, unió lateral entre mòduls i unió vertical entre el mòdul inferior i superior.

Per fer la primera unió, normalment es deixa una placa embeguda en els fonaments, a la qual es solden els perfils inferiors del mòdul. Però si l'estructura en contacte amb els fonaments és de jàsseres i pilars, aquests es cargolen a quatre pernys que s'han deixat prèviament embeguts en els fonaments.



Secció transversal, secció longitudinal i planta d'un mòdul tipus d'aquest sistema. Dibuix extret del document "P15" de l'apartat "10. Bibliografia"

### JUNTES.

Aquest sistema normalment no té juntes pròpies. Només en el cas del tancament de façana de GRC podria venir col·locat de fàbrica, i generaria juntes entre mòduls singulars del sistema. En els altres casos les juntes es resolen en obra mitjançant els procediments propis del sistema i material de façana, de coberta, de les divisions interiors, dels paviments, del fals sostres..., siguin juntes material, estructurals...

### LA FABRICACIÓ.

---

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

---

**El suport tècnic** està format per uns 20 treballadors, entre tècnics de grau superior, mitjà i d'altres categories, organitzats en l'equip de projecte i el de taller. **El temps d'aquest assessorament i disseny** depèn de la singularitat del projecte, per exemple en el C.E.I.P. de Cunit es va utilitzar el sistema Caracola XXV per primera vegada i es va tardar uns 8 mesos per elaborar els plànols de fabricació, en canvi el C.E.I.P. Can Roca va utilitzar el mateix sistema i es va tardar només uns 2-3 mesos. En aquest període de disseny, s'elaboren uns plànols de taller, els quals també seran pel muntatge.

**La flexibilitat de disseny** contempla totes les combinacions possibles dels elements estructurals, de façana i interiors, que recull el catàleg. També es contempla l'ús d'elements especials.

### LA PRODUCCIÓ.

---

El **teixit fabril** del sistema està format per la fàbrica a Las Cabezas de San Juan, Sevilla, amb unes instal·lacions de 70.000 m<sup>2</sup>.

Les principals **fases del procés de fabricació** són dues. Primer es fabriquen els forjats, les encavallades i els plafons de GRC; que es produeixen en diferents cadenes de muntatge. Després s'ajunten tots aquests elements per fabricar els mòduls, que es fa en una altra nau de producció. El **temps de fabricació** d'un C.E.I.P. és de 2-3 mesos.

Després de la fabricació d'un projecte, quan hi ha peces inservibles o quan s'acabi la vida útil de l'edifici, es podrien desmuntar, reutilitzar parts i reciclar quasi el 100% dels components.

Els **components del sistema** tenen un grau d'industrialització alt, pel tipus de construcció que s'utilitza contemporàniament al país. La producció dels mòduls a taller implica una construcció molt industrialitzada, més evolucionada que la majoria dels altres sistemes constructius del moment.

El **grau de formació inicial** dels operaris a taller ha de ser elevat i específic: soldadors, projectors de G.R.C... A la fàbrica hi treballen 337 operaris. A l'obra hi poden haver treballadors amb un grau inicial baix, que adquiriran coneixements específics del sistema.

La **maquinària** més característica del taller són ponts grua, formigoneres, i màquines específiques pel G.R.C.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els mòduls arriben a l'obra mitjançant un transport especial i sovint amb cotxe pilot, que es fa en camions gòndola. Segons la situació de l'edifici, els mòduls poden tenir una alçada màxima de 3 o 4 m. Les peces només es protegeixen amb fustes i espumes.

### LA RECEPCIÓ.

---

L'aplec a l'obra s'evita, i cada dia es transporten tots els mòduls que es necessiten en la fase de muntatge diària. La manipulació es fa amb grues autoportants, cintes i ganxos.

### EL MUNTATGE.

---

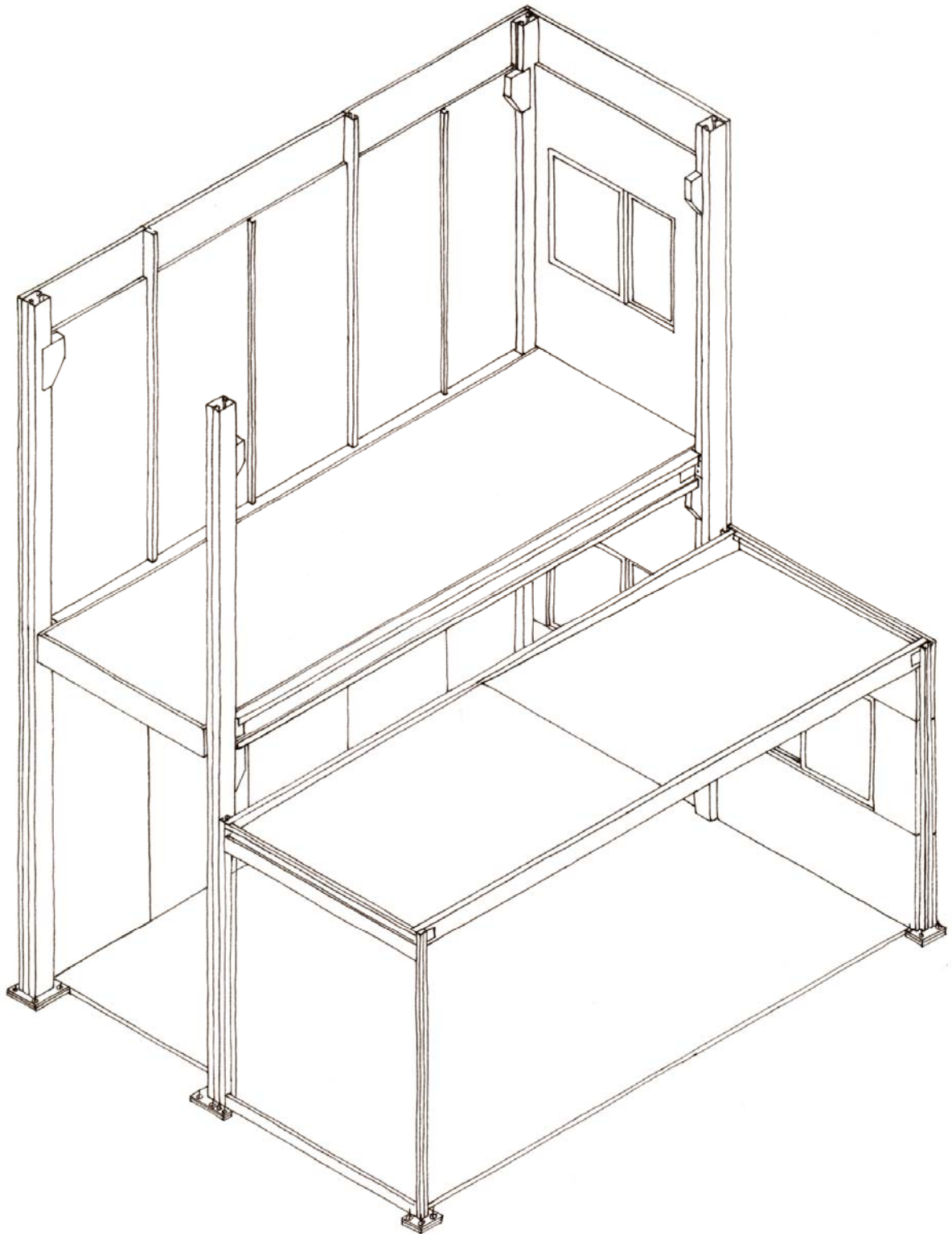
El muntatge es realitza en uns sis mesos pel mateix equip que ha fabricat l'edifici a taller. Els treballs previs fan compatibles les toleràncies dels fonaments realitzats a l'obra amb les del prefabricat. Consisteixen en deixar les plaques o els pernscats embeguts en els fonaments.

Es procedeix al muntatge de la planta inferior, que consisteix en soldar els mòduls als fonaments i entre ells. Es presenta el primer mòdul, s'anivella amb alces metàl·liques i es solda a les plaques embegudes en la fonamentació. Després es treuen els elements auxiliars de manipulació: rigiditzadors, protectors... Es presenta el mòdul del costat, s'acosta fins uns 5 mm i es solden, seguidament es treuen els elements auxiliars de transport. Amb el mateix procediment es munten els altres mòduls de la planta baixa. No obstant, si l'estructura és de pilars i jàsseres, es cargolen els elements als fonaments i es col·loquen els forjats prefabricats inferiors i les jàsseres de lligat superiors. Després es munten les altres plantes amb estructures de mòduls, i es solden aquests amb els mòduls inferiors i els laterals.

A partir d'aquest punt s'executen els treballs d'obra. Primer es construeix la coberta definitiva i es col·loquen els tancaments de façana sinó han vingut amb els mòduls de taller. Seguidament s'executen les juntes dels tancaments de façana exteriors. Finalment es fan tots els treballs de l'interior: trasdossats i envans, paviments, fals sostre i instal·lacions.



Fotos de la construcció de l'escola Can Roca de Terrassa cedides per J.M.Oliva.



**8.05**

SISTEMA DE MÒDULS METÀL·LICS DESPLEGABLES DE  
MESURES PREFIXADES I COMPONENTS.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

Aquest sistema té el seu origen a les dècades dels 1960 i 1970, quan trobem l'existència de sistemes similars com el Terrapin anglès<sup>1</sup>.

El sistema que s'estudia en aquest treball és de l'empresa Algeco, que forma part d'un grup europeu capdavanter d'empreses de la construcció modular industrialitzada efímera. Algeco es va fundar a França el 1955 i va iniciar les seves activitats amb el lloguer de vagons de tren i construccions modulares. Al 1969 va iniciar una expansió per tota Europa i es va implantar a Espanya el 1982. Aquesta empresa té diferents productes per edificació modular, i un d'aquests és el Sistema Plibat de mòduls desplegable. La versió dels mòduls desplegable utilitzat per a la construcció d'escoles, es va definir durant la col·laboració entre el Departament d'Ensenyament, l'arquitecte J. Canyelles i l'empresa. La primera escola es va fer a Deltebre, després que l'arquitecte i l'empresa haguessin fet conjuntament l'escola Bressol de Santa Coloma de Cervelló.

#### UTILITATS.

---

El sistema de mòduls desplegable està pensat per **edificació amb llums mitjanes d'una alçada**, per les quals l'estructura està optimitzada, com podrien ser: escoles, oficines, serveis... Per altres tipologies i més d'una planta, el sistema es combina amb estructures metàl·liques diverses més o menys experimentals.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències entre diferents indústries productores d'aquest sistema són: la possibilitat d'unir mòduls en alçada, el grau de finalització dels mòduls a taller, la possibilitat de realitzar elements especials; i les mides, la geometria i les unions d'aquests mòduls.

#### DESCRIPCIÓ.

---

És un sistema **lleuger**, amb estructura **metàl·lica** i tancament per components. L'estructura està formada per la unió de mòduls desplegable en planta, que defineixen una estructura bidireccional de pòrtics. Té pòrtics d'acer, i forjats mixtes de xapa plegada d'acer i formigó armat. En alçada s'utilitzen pilars de l'alçada de tot l'edifici o parcials i mòduls de forjat. La façana pot ser de diferents materials, i és un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **mòduls d'estructura metàl·lica i bastidors pel tancament de façana**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components propis del sistema són els **mòduls d'estructura metàl·lica desplegable**, amb diversos casos d'**unions i juntes**. Tots ells es descriuen a continuació.

---

<sup>1</sup> Document "LAI1" de l'apartat "10.Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

### ELEMENTS ESTRUCTURALS

---

Els **mòduls** són els elements principals d'aquest sistema constructiu. Són tridimensionals, autoportants i incorporen els pilars i la coberta provisional. Per tant, s'utilitzen per construccions d'una sola alçada. Per raons de transport les dimensions màximes són 9,6 x 2,4 m i normalment l'alçada és de 3,6 m. Els elements estructurals –pilars, jàsseres i bigues– estan fets de perfils galvanitzats conformats en fred en forma de “C”, “Z” i “L”. Els **pilars** són perfils de xapa galvanitzada en forma de “C” – per exemple C 100/30/5-, i estan units a les **bigues** en la part superior – per exemple C 200/75/5. Durant el transport, aquesta unió és una articulació que permet plegar i desplegar els mòduls. Durant el muntatge, s'uneixen els pilars als fonaments, es completa la unió cargolada entre pilars i bigues, i s'estabilitza l'estructura amb **diagonals d'arriostament** cargolades.

En la construcció multiplanta aquest sistema utilitza **pilars** d'acer i **plaques de forjat** d'acer prefabricades, que estan en continua evolució. Els pilars són dos perfils conformats en fred de xapa galvanitzada en forma de “C” – per exemple C 200/75/20-, que s'uneixen tancant una secció tubular. Al nivell de cada forjat hi ha mènsules del mateix material, on recolzen les plaques de forjat. Aquestes plaques són marcs de perfils d'acer similars als pilars – per exemple C 300/120/4-, amb corretges intermèdies cada 60 cm, on recolza una xapa nervada. Damunt d'aquesta es col·loca la malla d'armat, o s'utilitzen xapes que no requereixen malla, i s'aboquen 4-5 cm de formigó a taller o a l'obra. En els forjats de coberta normalment no es col·loca formigó.

### COMPONENTS

### ELEMENTS DE TANCAMENT

---

La **façana** està formada per 3 capes que es col·loquen a l'obra: un plafó sandvitx intermedi, un material d'acabat exterior de façana i un trasdossat interior. El plafó sandvitx intermedi té la mida d'un mòdul –per exemple 2,4 x 3,6 m-, incorpora les fusteries, i és de xapa galvanitzada i lacada amb acabat impermeabilitzant vinílic i nucli central d'escuma de poliuretà injectat. L'acabat exterior és totalment flexible, pot ser: aplacat de formigó polímer, xapa d'alumini... amb la subestructura damunt dels pilars. A l'interior de l'edifici, es trasdossa la façana amb entramat, i es cobreix amb plaques de cartró-guix o DM xapat amb melamina.

La coberta final també s'executa a l'obra, la qual cobreix les cobertes provisionals de cada un dels mòduls. En les prestacions finals del teulat es poden considerar les dues cobertes. La resta d'elements poden ser de qualsevol tipus: envans, paviments, fals sostre... i s'executen a l'obra com es faria en qualsevol altre tipus d'edifici.

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigeix cap modulació ni coordinació dimensional. Tot i això, si el projecte ho permet, es treballa amb múltiples de 1,2 m. També hi ha dimensions limitades a conseqüència de condicionants de la fabricació, del transport i del muntatge dels seus elements.



## **INFORMACIÓ TÈCNICA.**

---

### **UNIONS.**

---

El sistema té unions en els mòduls que serveixen pel transport i per l'obra. Una està situada entre el cap de pilar i la coberta, és cargolada i permet els girs de plegar el mòdul pel transport i de desplegar el mòdul pel muntatge. Una altra està entre els laterals i la coberta, és mitjançant una grapa cargolada i manté el mòdul plegat pel transport.

Les unions en obra entre mòduls són: unió entre el mòdul i el fonament, unió entre pilar i coberta, unió lateral entre mòduls i unió vertical entre el mòdul inferior i el superior. La unió entre mòduls i fonaments és cargolada i es considera encastada. Damunt dels fonaments es col·loca una placa base de pilar, i es fa compatible la tolerància en centímetres dels fonaments amb la mil·limètrica dels mòduls. Aquesta compatibilitat es fa mitjançant morter d'anivellació, amb alces metàl·liques, o amb una altra placa d'acer cargolada a nivell.

Els pilars s'uneixen a la placa base amb cargols d'alta resistència. Els pilars també s'uneixen amb les bigues mitjançant cargols d'alta resistència, però aquesta unió es considera articulada en el càlcul. La rigidesa del conjunt la dona la rigidesa del diafragma de coberta, i també les diagonals d'algunes façanes.

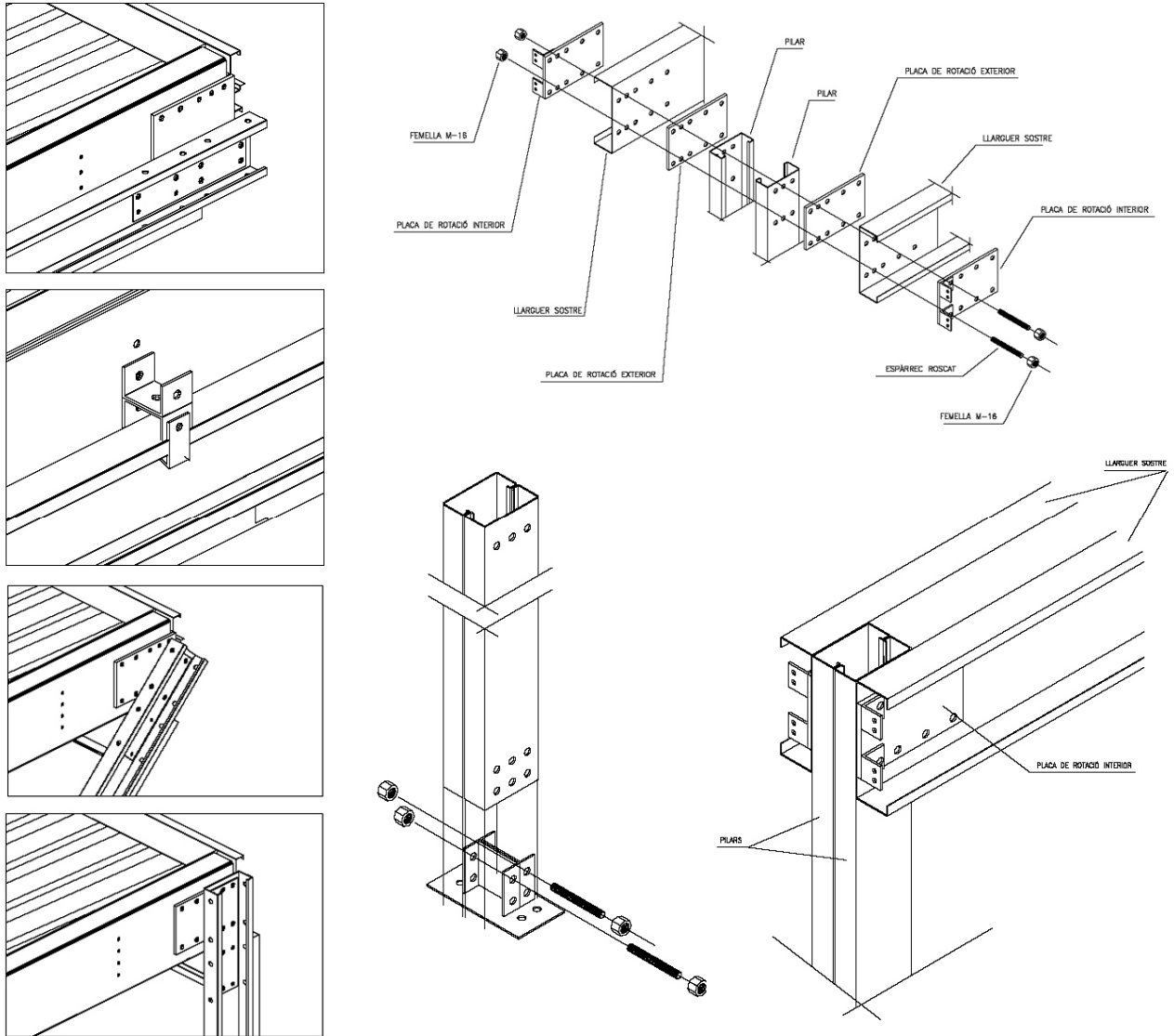
La unió lateral entre mòduls també és mitjançant cargols d'alta resistència. Quan s'ajunten els pilars de cada mòdul, que tenen una secció en "C", defineixen una secció final dels pilars que és tubular. La unió vertical, entre un mòdul inferior i l'immediatament superior, també es fa mitjançant cargols d'alta resistència.

Les unions en obra entre pilars multiplanta i fonaments són les mateixes que en els mòduls. Les unions entre pilars i plaques de forjat són articulades, amb les plaques recolzades damunt de mènsules, i les jàsseres cargolades o soldades amb els pilars.

### **JUNTES.**

---

Les juntes d'aquest sistema són entre mòduls. La seva resolució es fa mitjançant els sistemes de tancament exterior de façana i coberta, i els sistemes d'acabat interior: trasdossats, envans, paviments i cel rasos.



Detalls de les unions entre els components dels mòduls desplegable del sistema. S'han extret del Projecte Executiu del C.E.I.P. Vora el Mar de Cubelles, que es detalla en l'entrada "P10" de l'apartat "10.Bibliografia".

### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

**El suport tècnic** es basa en una reunió prèvia amb el projectista. En aquesta, es determina la malla estructural a partir del projecte bàsic, es predimensiona l'estructura i s'elaboren els documents de fabricació pel taller. L'oficina assessora està formada per tècnics de grau mitjà i superior. **El temps d'aquest assessorament i disseny** per un C.E.I.P. com el de Cubelles és d'un a dos mesos, però depèn de si és una versió del sistema ja utilitzada en altre projectes o té molts casos especials.

**La flexibilitat de disseny** és total, i s'intenta adaptar el sistema a cada projecte. Quan és necessari es dissenyen elements especials, i no s'utilitza un catàleg que defineixi els components estàndard del sistema.

### LA PRODUCCIÓ.

El **teixit fabril** està format per la fàbrica d'Olmedo, Valladolid, que s'anomena *Perfilados Olmedo*. Aquesta té una superfície de 43.000 m<sup>2</sup> i té la capacitat de producció de 1000 m<sup>2</sup> prefabricats diaris, amb unes instal·lacions que tenen els últims avanços tecnològics.

Les principals **fases del procés de fabricació** de l'estructura en el taller són la unió dels perfils, xapes i malles metàl·lics, mitjançant cargols i soldadures. Els perfils arriben a la fàbrica amb les dimensions, talls, forats..., que es necessitaran a taller per produir els mòduls forjats prefabricats. A la fàbrica, també es conformen les xapes metàl·liques i es fabriquen els plafons sandvitx intermedis de façana. El **temps de fabricació** d'un C.E.I.P. és de 2 a 3 mesos, el temps de subministrament de perfils metàl·lics és d'unes 5 setmanes, però en canvi el de fusteria i plafons sandvitx és de 2-3 mesos.

Després de fabricar un edifici, quan hi ha peces deficientes o quan s'ha acabat la vida útil de l'edifici, la indústria assegura que en el desmuntatge dels mòduls desplegable *Plibat* es poden reciclar el 100% dels seus components.

Els **components del sistema** tenen un grau d'industrialització mitjà pel tipus de construcció que s'utilitza contemporàniament al país. Els mòduls d'estructura metàl·lica plegable i tancament per components construïts a taller, impliquen una construcció més industrialitzada que la majoria dels altres sistemes constructius del moment.

El **grau de formació inicial** dels operaris a taller pot ser baix exceptuant els soldadors. A l'obra es requereixen treballadors amb un grau de formació baix, que amb el temps adquiriran coneixements específics del sistema.

La **maquinària** principal en el taller són perfiladores, plegadores, premsa d'espumar, ponts grua, carretons elevadores...

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els mòduls arriben a l'obra mitjançant el transport en camions normals. Els mòduls van plegats i apilats en columnes de fins a 5 peces, separats amb fusta i poliestirè expandit.

### LA RECEPCIÓ.

---

Normalment no es fa aplec a l'obra dels mòduls ni dels plafons sandvitx. Els mòduls es situen al seu lloc quan arriben a l'obra i es despleguen d'immediat. La manipulació es fa amb grues autoportants, que agafen els mòduls per ancoratges específics.

### EL MUNTATGE.

---

L'edificació es fa en 4-5 mesos i l'obra civil en 3 mesos. Els treballs previs són la coordinació del contacte del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat, fent compatibles les toleràncies. En aquest cas s'aplica morter d'anivellació, s'apilen alces metàl·liques, o es cargola una segona placa d'acer a nivell.

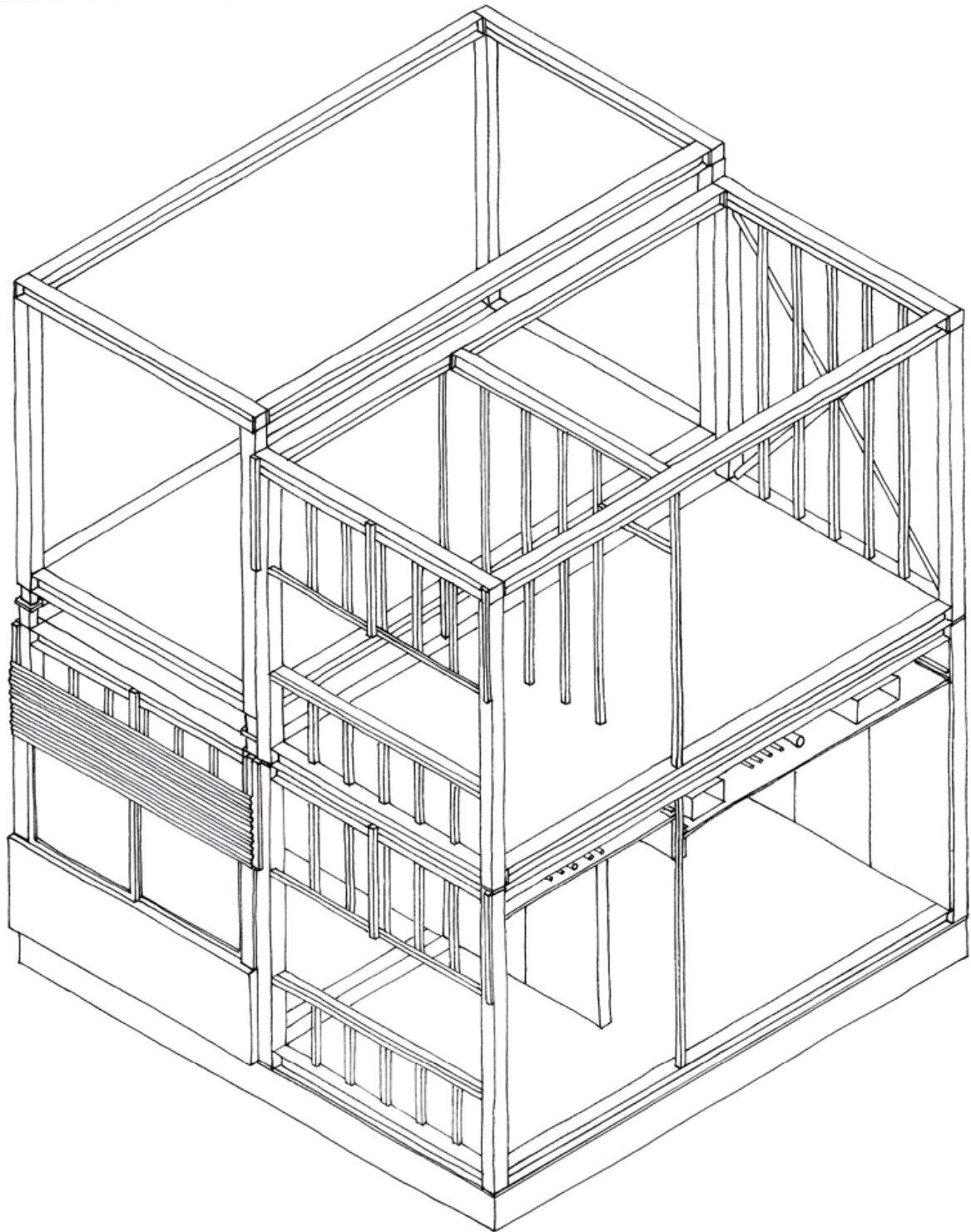
Seguidament es munta l'estructura, que és diferent segons si la construcció és d'una alçada o és multiplanta. En el primer cas es connecten les plaques base als fonaments i es comencen a col·locar els mòduls. Es presenta cada mòdul en el seu lloc a terra, es desmunten els perfils que els mantenen plegats i s'eleva i desplega el mòdul alhora. Es cargolen les unions amb els fonaments, entre bigues i pilars, i amb els pilars dels mòduls adjacents. Es deslliguen les eslingues i es procedeix a muntar un altre mòdul.

En les construccions multiplanta, primer es solden o cargolen les plaques base dels pilars als fonaments. Després, es recolzen les plaques de forjat metàl·liques damunt i es cargolen. Finalment, s'aboca formigó del forjat col·laborant si no s'ha fet a taller.

Llavors, s'executa la coberta final de tot l'edifici, de manera que l'estructura i els treballs posteriors queden protegits de l'intempèrie. Seguidament, els plafons amb les fusteries incorporades es cargolen als pilars. A continuació, s'executa l'acabat de façana: es cargola la subestructura als pilars, i es col·loca l'aplatat de: formigó polímer, pedra, metall, fusta... Finalment s'executen els interiors: instal·lacions, trasdossats, paviments, cel rasos...



Fotos de la construcció del C.E.I.P. de Castellolí.



**8.06**

SISTEMA DE MÒDULS METÀL·LICS DE MESURES  
OBERTES I COMPONENTS.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

L'empresa Modultec va iniciar les seves activitats al 1990, quan va adquirir i optimitzar un sistema de mòduls tridimensionals lleugers. Aquest inicialment era per fer casetes d'obra i, posteriorment, es va adaptar per fer els edificis comercials de les gasolineres.

El 1998 va començar un redisseny progressiu del sistema per donar-li més flexibilitat, promogut per la comanda dels edificis de la multinacional McDonalds a Espanya. Fins el 2002 aquests restaurants van constituir la major part de la producció, al mateix temps que es va iniciar la fabricació d'edificis diferents com: habitatges unifamiliars, oficines... Aquest mateix any va disminuir la necessitat de restaurants, i es va fer necessari obrir nous mercats. Després de contactar amb les administracions, el 2003 es va iniciar la construcció de centres docents a Catalunya, que ha continuat fins ara. Posteriorment se'n van construir a Castilla i León i el 2007 va començar la construcció de centres docents a València.

Anteriorment trobem l'existència de sistemes similars com el Horsa, utilitzat durant la segona postguerra al Regne Unit.

#### UTILITATS.

---

Actualment s'utilitza principalment per **edificació amb llums i alçades mitjanes**, per la qual l'estructura està optimitzada: escoles, oficines, serveis... Sovint s'incorporen elements especials i singulars.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències, entre diferents indústries productores d'aquest sistema, són: les mides, la geometria i les unions dels mòduls portants. També es diferencien pel grau de finalització d'aquests mòduls a taller, i per la possibilitat de realitzar elements especials.

#### DESCRIPCIÓ.

---

És un sistema **lleuger**, amb estructura **mixta** i tancament per components. L'estructura està formada per la unió de mòduls en planta i alçat, que defineixen una estructura bidireccional de pòrtics, amb pilars i jàsseres tubulars i forjats mixtes de xapa plegada d'acer i formigó armat. La façana pot ser de diferents materials, i és un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes.

Els productes que prefabrica la indústria del sistema són **mòduls d'estructura metàl·lica i components totalment finalitzats**. No obstant, el sistema permet muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components propis del sistema són els **mòduls d'estructura metàl·lica i components totalment finalitzats**, amb diversos casos d'**unions i juntes** que s'expliquen a continuació.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

---

Els **mòduls** són els elements principals d'aquest sistema constructiu. Teòricament són un producte que surt de fàbrica completament acabat, i que redueix les operacions que s'han de fer a l'obra. L'estructura de l'edifici, primer es produeix i munta per mòduls a la fàbrica, on es completen els tancaments de façana i els elements interiors. Després, es transporta per mòduls al solar, on es munta l'edifici de forma definitiva. Aquests mòduls són elements que tenen un pes mitjà de 400 a 500 kg/m<sup>2</sup>.

Són elements tridimensionals, autoportants o portants que incorporen el forjat inferior i els pilars que suportaran la coberta o el mòdul superior. Els **pilars** estan units per **bigues** en la part inferior i superior que, junt amb les diagonals, rigiditzen el mòdul durant el transport. Les bigues participen constructivament de la formació del fals sostre, per on circulen les instal·lacions, que com la resta es munten des del taller.

Els **forjats** són mixtes de xapa plegada d'acer i formigó armat, i està recolzat damunt de bigues i corretges de xapa plegada d'acer. En aquest edifici el forjat té un cantell de 67 mm i un pes de 280 kg/m<sup>2</sup>. Els pilars són perfils tubulars d'acer de 140 x 140 mm. Les jàsseres són perfils laminars HEB 140. Els mòduls poden incorporar escales, però sempre s'han de tenir en compte les limitacions de transport i muntatge, que poden comportar la construcció de mòduls especials.

Segons la seva posició en l'edifici, els mòduls poden tenir contacte amb l'exterior o ser completament interiors. Si tenen contacte amb l'exterior, tindran la façana construïda i preparada per resoldre la junta amb el mòdul del costat. Si formen part de la coberta, dels paraments interiors, del paviment,..., també tindran la superfície acabada i els extrems preparats per resoldre la junta.

En cada edifici s'analitzen, en un estudi previ, els possibles sistemes constructius que es poden utilitzar per resoldre cada parts. S'han construït mòduls amb façanes de plafó sandvitx metàl·lic, de plafons prefabricats de formigó, de pedra aplacada. Les cobertes construïdes a taller són tipus Deck o Sandvitx. Altres tipus com una coberta Intemper s'executen a l'obra. Els paraments interiors són d'entramat metàl·lic i plaques de cartró-guix, DM, ... Els paviments s'executen a l'obra després d'una capa d'anivellació.

Les mides dels mòduls estan condicionades pel transport i per la fabricació, com s'explica en l'apartat de posada en obra. En aquest edifici hi ha 65 mòduls, que tenen dimensions diferents. Per exemple, n'hi ha de 3,65 m d'ample per 18,4 m de llarg i 3,2 m d'alçada, i també hi ha mòduls 2,9 m d'ample per 14,4 m de llarg i 3,2 m d'alçada.

### MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigeix cap modulació ni coordinació dimensional, però hi ha dimensions limitades a conseqüència de condicionants de la fabricació, del transport i del muntatge dels seus elements. La precisió és molt elevada: hi pot haver incorreccions d'1 cm cada 60 m.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### UNIONS.

---

El sistema té tres tipus d'unions a l'obra: unió entre el mòdul i el fonament, unió lateral entre mòduls i unió vertical entre el mòdul inferior i superior.

La primera és soldada, encaixada o simplement recolzada. Damunt dels fonaments es col·loca un gruix de xapes metàl·liques, que fan compatible la tolerància en centímetres dels fonaments amb la mil·limètrica dels mòduls. A sobre de les xapes es col·loquen els mòduls de planta baixa. Alguns dels mòduls es solden per assegurar el seu ancoratge amb els fonaments. Aquesta unió també es pot fer encaixada, utilitzant uns elements especials verticals d'acer, que són similars als de les unions verticals entre mòduls.

La unió lateral entre mòduls és mitjançant una barra roscada d'acer, que s'introdueix a unes perforacions roscades dels dos mòduls.

La unió vertical, entre un mòdul inferior i l'immediatament superior, és mitjançant un element vertical d'acer, que està especialment dissenyat i tipificat. Aquest s'introdueix a pressió a dins del pilar del mòdul inferior i a dins del superior.



Fotos del procés d'unió dels mòduls amb els fonaments del C.E.I.P. Garigot de Castelldefels.



## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### JUNTES.

---

Les juntes constructives del sistema són entre mòdul i mòdul, tant en planta com en alçada. D'aquestes la part que s'ha de resoldre en obra per garantir l'estanqueïtat són: les juntes que segueixen en els elements constructius de façana i de coberta, i les juntes que segueixen a l'interior dels paraments, paviments i sostres.

Les primeres es fan coincidir amb una junta de façana, i es resolen a l'obra amb la junta normal del sistema constructiu de tancament. D'aquesta manera, la junta permet la compatibilitat de deformacions dels diferents mòduls i dels components de façana, siguin d'origen tèrmic, estructural, .... Les juntes entre els plafons prefabricats de formigó estan segellades amb silicona neutra, que es posa damunt un cordó d'espuma. Les juntes entre els plafons HPL són amb un perfil de xapa. En aquest edifici no hi havia juntes de coberta, perquè aquesta es va resoldre en la seva totalitat a l'obra. Si hi ha juntes de coberta, aquestes es resolen de forma similar a les del tancament de façana.

El criteri per resoldre les juntes interiors és que en taller no s'acaben les superfícies, sinó que es deixa per col·locar un tram de cartró guix, de DM, de fals sostre, ... Aquest tram es col·loca i es finalitza a l'obra. En aquest edifici no s'havien de resoldre les juntes del paviment perquè s'executava totalment en obra.



Fotos de les juntes interiors entre mòduls que s'han de resoldre a l'obra. C.E.I.P. Garigot de Castelldefels.

### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

**El suport tècnic** està format per una desena de professionals: tècnics de grau superior, grau mitjà i delineants. **El temps d'assessorament i disseny** depèn de la singularitat de l'edifici, de les seves dimensions, i de què l'edifici hagi tingut en compte el sistema des de les etapes inicials. Per un C.E.I.P. de dues línies, en el qual s'hagi considerat el sistema constructiu des dels primers esbossos, es tarda de dos a tres mesos a fer els plànols de fabricació. Durant aquest temps es comença la fabricació del C.E.I.P.

**La flexibilitat de disseny** permet fer qualsevol edifici que es pugui formar a partir dels mòduls del sistema. S'aconsellen unes dimensions i uns materials que es consideren òptims, però s'està obert al disseny d'elements de mides i materials especials.

### LA PRODUCCIÓ.

El teixit fabril del sistema és la fàbrica del polígon de Porceyo a Gijón, Asturias, amb una superfície de 50.000 m<sup>2</sup> dels quals 15.000 m<sup>2</sup> són coberts.

Les principals **fases del procés fabricació** en el taller són la producció dels marcs de forjat i lligat de pilars, l'execució dels forjats, el soldat de pilars, la col·locació de tots els mòduls al seu lloc final, la col·locació de perfils metàl·lics de façanes i divisions interiors, fer envans i trasdossats, passar les instal·lacions i executar el fals sostre i el paviment. En resum es prefabrica l'estructura i es construeix a taller un edifici lleuger dividit en mòduls.

Després de produir un projecte, si hi hagués peces inservibles o quan s'acabés la vida útil de l'edifici, es podrien desmuntar moltes parts, i reciclar i reutilitzar la majoria dels materials.

Els **components del sistema** tenen un grau d'industrialització molt elevat, si considerem el tipus de construcció que s'utilitza contemporàniament al país. Aquests mòduls, impliquen una construcció molt més industrialitzada que la majoria dels altres sistemes constructius del moment.

**El grau de formació inicial** dels 220 operaris de taller -el 20% dels quals són dones- és elevat i específic: soldadors, fusters, metal·listes... A l'obra hi poden haver treballadors amb un grau inicial baix, que adquiriran coneixements específics del sistema.

La **maquinària** característica del procés de fabricació és diversa. Hi ha màquines de treball amb perfils i planxes metàl·lics: de control numèric, de plegat en fred, tren de pintat. N'hi ha per treballar amb peces de fusta, formigó -formigonera i cubilots-, i de transport i treball - ponts grua, carretons elevadores.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els mòduls arriben a l'obra mitjançant transport especial i sovint amb cotxe pilot, que es fa en camions baixos. Els mòduls tenen unes dimensions màximes per raons de transport i fabricació: una alçada de 3,6 m, una amplada de 3,9 m i una longitud de 18 m. En alguns casos es poden superar aquestes dimensions. Els mòduls van protegits amb plàstics opacs.

### LA RECEPCIÓ.

---

L'aplec a l'obra es fa en un terreny compactat i pla. El transport s'organitza en postes, és a dir que es porten grups de mòduls en diferents gòndoles per un mateix dia o fase de muntatge. La manipulació es fa amb grues autoportants, que agafen els mòduls per ganxos d'elevació que es treuen un cop deixat l'element a la seva posició final.



Fotos del transport dels mòduls. C.E.I.P. Turó de Can Mates de Sant Cugat del Vallès i C.E.I.P. Garigot a Castelldefels respectivament.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL MUNTATGE.

---

El muntatge el fan els muntadors de l'empresa en 2 o 3 mesos. Els treballs previs són la coordinació del sistema constructiu realitzat a l'obra i l'industrialitzat, fent compatibles les toleràncies. En aquest cas, es col·loquen xapes metàl·liques damunt els pilarets i els murs de formigó armat del forjat sanitari, per aconseguir amb una precisió mil·limètrica la cota d'alçada requerida.

Es procedeix al muntatge d'una fase, que consisteix en unir diversos mòduls, que completaran una part de l'edifici des del fonament a la coberta. El muntatge no es fa per plantes completes, perquè llavors hi hauria un període de temps en què l'edifici no tindria capacitat per evitar l'entrada d'aigua per la coberta.

Es presenta el primer mòdul mitjançant grues d'elevada precisió, i es solda la base dels pilars amb les xapes d'anivellació; també es treuen tots els elements auxiliars de transport i manipulació: ganxos, rigiditzadors, riostres, plàstics protectors,... Es presenta el mòdul del costat i s'acosta fins a uns 5 mm, i es treuen els elements auxiliars de transport. Es col·loquen unes rosques dins d'unes femelles dels dos mòduls, que permeten acostar els mòduls al màxim. Amb el mateix procediment, es col·loquen els altres mòduls de la planta baixa d'aquesta fase, alguns dels quals es soldaran als pilarets i murs del forjat sanitari.

Es col·loquen els elements de les unions verticals en l'interior dels pilars tubulars a pressió. Es presenta i col·loca el primer mòdul de la primera planta a pressió, i se li treuen els elements auxiliars de transport. Es col·loquen els mòduls del costat amb el mateix procediment que en la planta baixa.

En aquest punt del muntatge es podrien col·locar altres plantes intermèdies, seguint el procediment de la planta primera. Però en aquest edifici es va muntar la tercera i última planta seguint el mateix procediment. Després, es va construir a l'obra la coberta Intemper, descrita a l'apartat dels elements constructius de l'edifici. Si es fes una coberta Deck, aquesta podria venir executada de taller.

Finalment, s'executen les juntes verticals i horitzontals, tant dels tancaments de façana exteriors com dels paraments interiors. També es connecten les instal·lacions i es finalitza el fals sostre en les juntes. Igualment s'executen els paviments de linòleum, abocant una capa prèvia d'anivellació.

## LA POSADA EN OBRA.

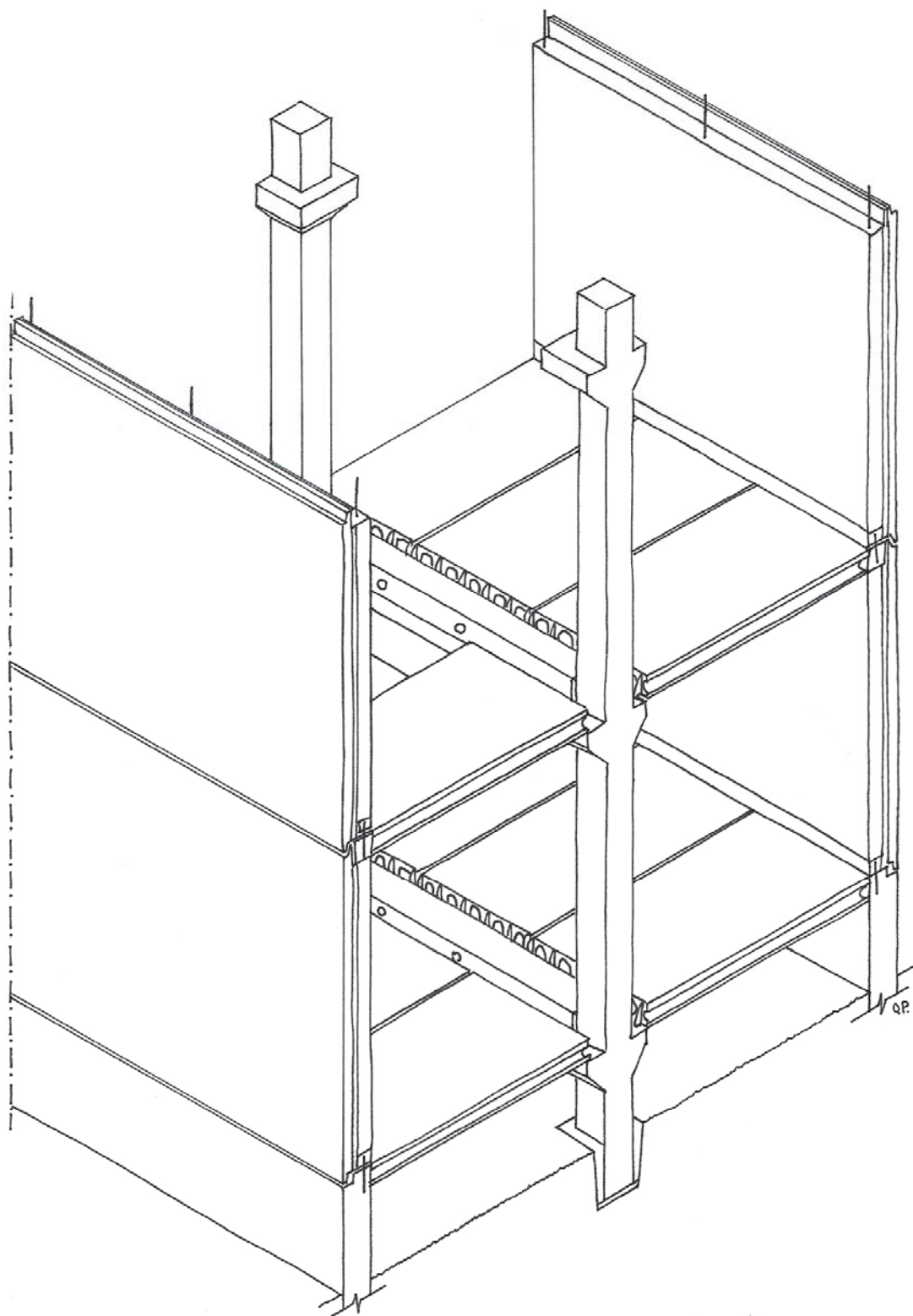
---

### EL MUNTATGE.

---



Muntatge del C.E.I.P. Garigot de Castelldefels.



**8.07**

SISTEMA DE MURS PORTANTS TRICAPA, PÒRTICS I PLAQUES DE FORMIGÓ PREFABRICAT.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT

### INFORMACIÓ GENERAL.

#### ORIGEN.

El començament d'aquest sistema és a principis dels 1970, quan professionals de l'empresa Modulbeton van analitzar diferents sistemes de prefabricats de formigó utilitzats a Europa. Volien introduir un sistema pensat per a l'edificació i van escollir el sistema danès **Jespersen**, per la seva elevada qualitat tècnica i arquitectònica. Aquest era una evolució dels sistemes de murs portants pioners, com ho eren els francesos Balency, Camus i Coignet<sup>1</sup>.

El Jespersen era un sistema obert, que resolva l'estructura i el tancament de façana amb plafons i plaques de forjat, i que permetia la utilització d'elements d'altres sistemes. La primera experiència van ser els habitatges de Cerdanyola del Vallès, que va construir el 1974 amb el despatx MBM. Posteriorment, en la construcció d'escoles a Catalunya es va adaptar el sistema, i es van afegir pilars i jàsseres a l'esquema estructural.

Modulbeton va fabricar i muntar edificis a Catalunya i a la resta d'Espanya amb aquest sistema. Va funcionar de 1972 a 1984, exceptuant un període d'aturada entre 1975 i 1976. En un primer moment, Modulbeton va actuar com a indústria, constructora i promotora. Tot i això, tenia com a objectiu centrar-se en la indústria i expandir la producció. Però tot i la qualitat del sistema, aquest no va tenir prou liquiditat ni acceptació, i l'experiència va fracassar.

#### UTILITATS.

Es podien construir edificis de dimensions i tipologies variables, però es dirigia principalment a edificis **d'ús residencial, docent i serveis**. Es van construir molts edificis: una dotzena de blocs plurifamiliars, una cinquantena de centres docents, edificis d'ús comercial, indústries i, fins i tot, un centre penitenciari i una necròpolis.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

Les principals diferències entre indústries que utilitzaven aquest sistema eren els components i les utilitats. Per exemple, el sistema inicial danès només utilitzava murs portants, i construïa majoritàriament habitatges. Modulbeton va construir sobretot centres docents, utilitzant estructures mixtes de murs portants i pòrtics.

#### DESCRIPCIÓ.

Era un sistema **pesat**, amb estructura i tancaments **prefabricats de formigó armat**. L'estructura era isostàtica i de murs portants i pòrtics, amb plafons, pilars, jàsseres i plaques prefabricades de formigó armat. La façana era de murs portants o d'arriostament, que eren prefabricats de formigó armat. Era un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **l'estructura i el tancament**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components principals eren els **elements estructurals i de tancament**, amb diversos casos d'**unions i juntes** entre ells, els quals es descriuen a continuació.

<sup>1</sup> Document "LEI4" de l'apartat "10. Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

---

Els components del sistema eren els murs o plafons, els pilars, les jàsseres, les plaques de forjat i altres elements com les escales.

Els **plafons** exteriors eren de F.A.P., multicapa i podien ser portants o d'arriostament. Estaven formats per 3 capes: una exterior de F.A. de 8 cm amb nervis, una intermèdia de poliestirè expandit de 3 cm en els portants i 1 cm en la resta, i una interior de F.A. de 15 cm en els portants i 10 cm en la resta. Els interiors eren monocapa de F.A. i tenien 15 cm si eren portants i 10 cm si eren d'arriostament. Eren rectangulars i tenien mides variables, la menor de les quals podia fer de 2,5 a 3,3 m i la major uns cinc metres. Podien ser en cantonada i podien tenir obertures de geometria i posició variable.

Els **pilars** eren de F.A.P., s'empotraven als fonaments i tenien l'alçada de tot l'edifici. Tenien unes dimensions totalment adaptables al projecte, perquè els motlles eren de senzills de xapa d'acer i es fabricaven expressament per cada obra. Se'n van fer per exemple de 30 x 35 cm amb mènsules de 15 x 30 cm en planta, que tenien de secció trapezoïdal. Les mènsules eren pels forjats intermedis, ja que en l'últim forjat els pilars acabaven a sota la jàssera i les jàsseres recolzaven al cap del pilar.

Les **jàsseres** també eren de F.A.P. i tenien secció en T invertida. Tenien mides adaptables al projecte a partir de motlles fabricats per encàrrec. Per exemple se'n van fabricar amb base de 46 cm, cantell de 61,5 cm i encaixos pel pilar de 13x25 cm. Tenien els passos d'instal·lacions ja previstos en el disseny i en el motlle de fabricació.

Les **plaques de forjat** eren alveolars armades. El cantell era constant de 21,5 cm i no es feia capa de compressió. Tenien 120 cm d'ample i llums variables de 2,5; 3; 5,5; o 6 m;... que com a màxim podien fer 6,3 m. Les escales eren prefabricades i podien ser prefabricades amb graons o només amb la llosa.

### MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema estava modulats a eixos a una retícula de 30 cm, que provenia del sistema Jespersen.



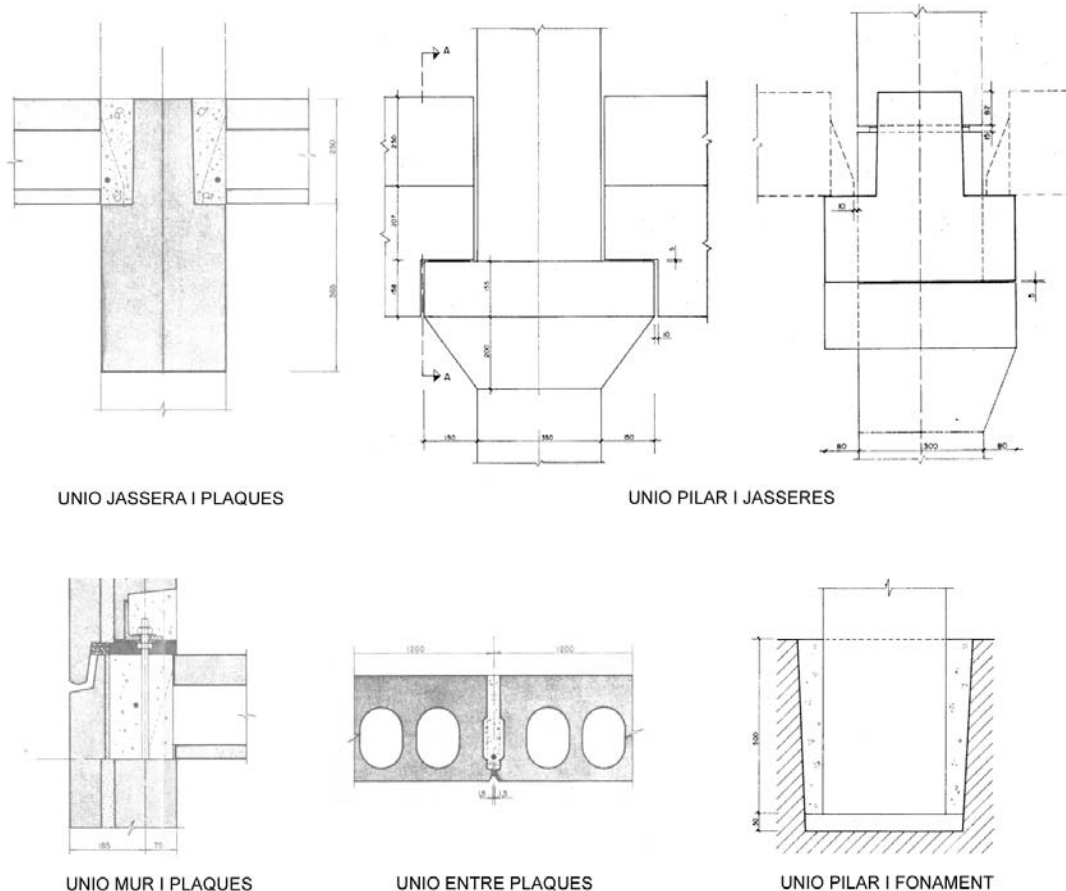
## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

Les unions que es realitzaven a l'obra eren: entre fonament i pilar, entre fonament i plafó, entre pilar i jàssera, entre jàssera i placa, entre plaques, entre plafó i placa, i entre plafó i plafó. Entre fonament i pilar era encastada i resolta amb un calze que formava el fonament in situ. La seva base s'anivellava amb morter, es col·locava el pilar i es reomplia amb formigó abocat a l'obra. Els fonaments i els plafons tenien una unió similar, però normalment hi havia una cambra sanitària amb murs in situ i un forjat de plaques. Del mur in situ en sortien uns espàrrecs, que connectaven a uns angulars de la part inferior dels plafons de planta baixa.

Les jàsseres recolzaven damunt la mènsula o el cap dels pilar, separades per una banda de neoprè de 5 mm. Les plaques alveolars tenien en els extrems uns "tetons" que recolzaven damunt dels murs o de les jàsseres. Aquest recolzament es retirava del límit del forjat i deixava un espai en el seu perímetre, que s'armava i s'omplia de formigó.

Els plafons tenien dos angulars en els extrems de la part inferior i dues barres a la superior. Una vegada executat el forjat, les barres dels plafons inferiors eren les esperes que rebien els angulars dels plafons superiors. Aquestes esperes es cargolaven amb dues femelles que regulaven l'alçada. Les unions verticals s'executaven abocant formigó en unes reserves als laterals dels murs de F.A.P.



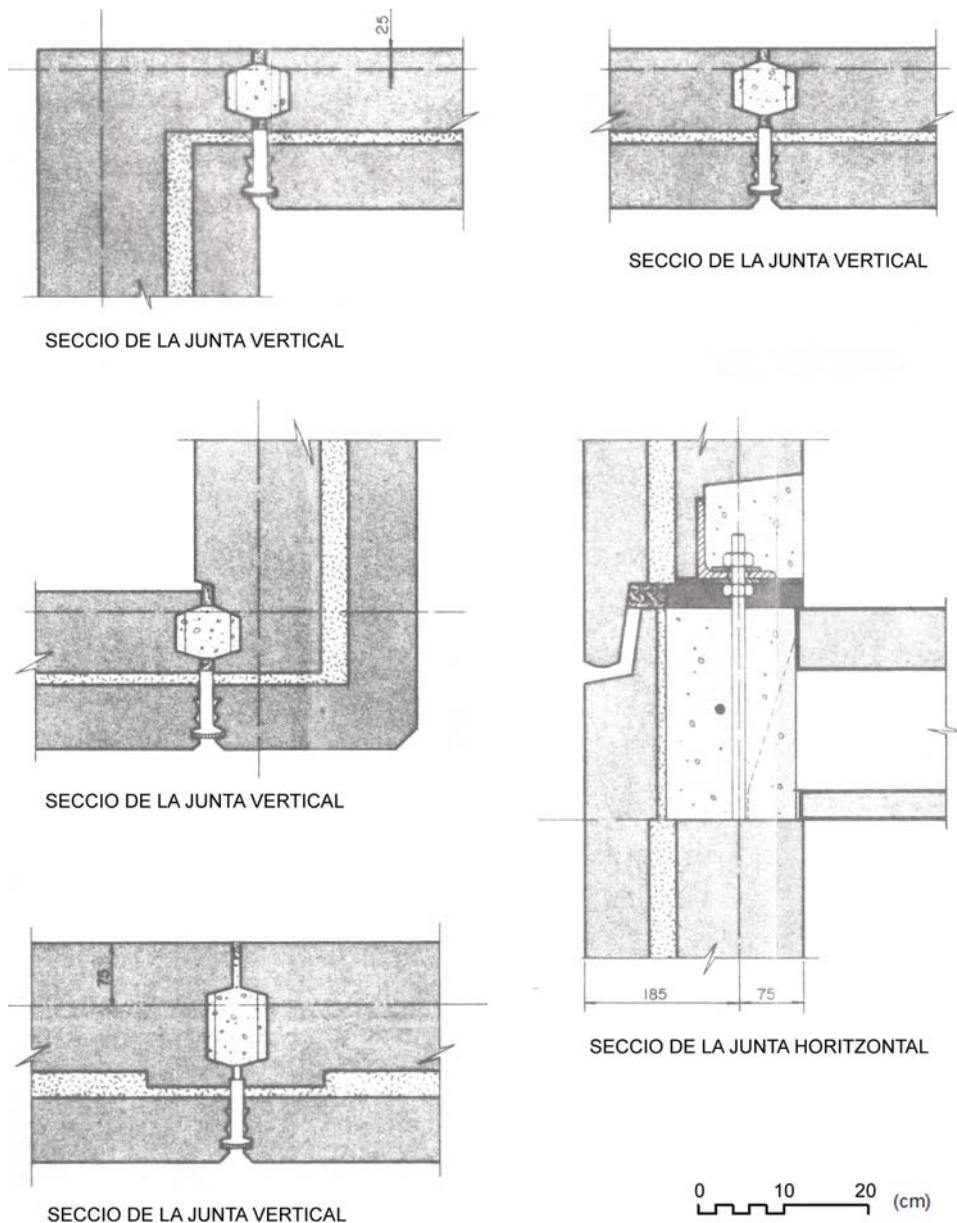
Detalls de les unions. Extreptes del Projecte Executiu del centre escolar Llibertat de Badalona, que es detalla en l'entrada "P8" de l'apartat "10.Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes constructives del sistema eren entre els plafons de façana. Eren juntes de dues fases amb segellat interior. El segellat interior era al mateix temps la unió entre les capes estructurals del plafó, i per tant s'explica en l'apartat d'unions.

Les juntes verticals tenien l'estanqueïtat per geometria amb una cambra de descompressió que estava protegida de l'exterior amb un diafragma de neoprè. Les juntes horitzontals tenien un encadellat que resolvia l'estanqueïtat per geometria.



Detalls de les juntes entre plafons de façana. Extrems del Projecte Executiu del centre escolar Llibertat de Badalona, que es detalla en l'entrada "P8" de l'apartat "10.Bibliografia".

### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

**El suport tècnic** estava format per l'oficina tècnica de l'empresa, amb seus a Barcelona i a Madrid. Aquesta oficina estava formada per: 1 enginyer aeronàutic, 9 enginyers industrials, 1 arquitecte tècnic, 9 aparelladors, 4 delineants i 2 mestres de taller. Aquesta oficina no havia elaborat un catàleg tècnic de suport, però ofería assessorament a l'arquitecte que utilitzés el seu sistema. En un inici, aquesta oficina formava part del despatx MBM i, posteriorment, va passar a ser l'oficina tècnica de l'empresa. Quan el projecte estava definit, Modulbeton elaborava els plànols de fabricació –fitxes de geometria i armat- i de muntatge. **El temps d'aquest assessorament i disseny** depenia de la complexitat del projecte: l'adaptació d'un projecte anterior es podia resoldre en un mes, un edifici normal en uns tres mesos, i una promoció sencera en uns sis mesos.

**La flexibilitat de disseny** contemplava tots els components del sistema que la fàbrica pogués produir, els transportistes poguessin traslladar i els muntadors poguessin col·locar. Hi havia la possibilitat de produir i muntar elements especials.

#### LA PRODUCCIÓ.<sup>2</sup>

El **teixit fabril** era la fàbrica de Santa Margarida i els Monjos, on es fabricaven i emmagatzemaven tots els components: plafons, pilars, jàsseres, plaques, escales. Tenia una extensió exterior de 70.000 m<sup>2</sup> dels quals 10.000 m<sup>2</sup> eren coberts amb tres fàbriques –de plafons de façana, plaques de forjat i pilars- la central formigonera i el laboratori. Per realitzar diverses obres a la comunitat de Madrid, puntualment es va llogar la fàbrica de Cidesa d'Alcalà d'Henares.

Les principals **fases del procés de fabricació** eren: la preparació dels motlles, l'abocada del formigó, el desemmotllatge i els tractaments d'acabat. **El temps de fabricació** podia influir en el temps total de construcció de l'edifici, perquè tots els elements es fabricaven sota comanda. La fabricació s'iniciava un mes abans del muntatge, per tenir peces en aplec, i s'anava adaptant al ritme de l'obra. Un centre d'E.G.B. de 24 unitats podia durar uns tres mesos. Després de la fabricació, si hi havia peces incorrectes o s'avia acabat la vida útil de l'edifici, no hauria estat possible desmuntar les peces ni reciclar el formigó armat. La única solució era enderrocar-los i triturar la majoria de components del sistema.

Els **components del sistema** tenien un grau d'industrialització elevat, tant per l'època com per la situació socioeconòmica del país. Aquests components configuraven un sistema complet i flexible, amb diversitat d'elements de formigó armat prefabricat.

El **grau de formació inicial** dels operaris per a la fabricació i el muntatge podia ser baix però, amb el temps, adquirien coneixements del sistema. La **maquinària** era avançada per l'època, i s'utilitzava segons les especificacions tècniques del sistema Jespersen.

<sup>2</sup> En l'apartat "11.3" dels "Annexes" es pot ampliar aquesta informació a partir de documents de l'empresa.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Tots es elements arribaven a l'obra mitjançant camions gòndola. La manipulació es feia amb una autogrua i brides.

### LA RECEPCIÓ.

---

S'evitava l'aplec a l'obra i es muntaven les peces directament del camió a l'edifici.



Fotos del transport de plafons cedides per C. Babot.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL MUNTATGE.

---

Aquest el feien els muntadors de l'empresa Modulbeton en uns 2 o 3 mesos. Els treballs previs eren la fonamentació i la coordinació d'aquesta amb el sistema industrialitzat, fent compatibles les toleràncies. En aquest cas, es col·locava un morter d'anivellació a la base dels calzes dels fonaments, damunt el qual es col·locaven els pilars. Normalment els plafons de façana arrencaven dels murs perimetrals de la cambra sanitària, que tenien unes barres roscades embegudes per unir-hi els angulars inferiors dels plafons. L'execució a l'obra dels fonaments i els murs de la cambra sanitària durava un mes aproximadament.

Llavors es procedia al muntatge de l'estructura. Primer es col·locaven tots els pilars, reomplen els calzes amb formigó. Després es realitzava el forjat sanitari, amb plaques alveolars que recolzaven sobre els murs in situ. Seguidament, es col·locaven els plafons de façana. Primer s'apuntalaven amb uns puntals metàl·lics, i després s'anivellaven i cargolaven a l'ancoratge dels murs inferiors.

A continuació, es col·locaven les jàsseres damunt les mènsules dels pilars, havent situat unes bandes de neoprè intermèdies. A damunt es col·locaven les plaques, que recolzaven els "tetons" sobre els plafons i les jàsseres, deixant uns buits en el seu límit. Seguidament, es col·locava l'armat en els buits del perímetre del forjat i les jàsseres, i també entre les plaques. Després es procedia al formigonat dels perímetres i l'espai entre plaques.

Llavors, es construïa la segona planta. Es cargolaven els plafons d'aquesta a les esperes dels plafons de la planta inferior, i es col·locaven les jàsseres. Seguidament, s'executava el següent forjat muntant les plaques i formigonant.

Quan es finalitzava el muntatge de tots els plafons i forjats de l'edifici, es procedia al segellat de les juntes. Finalment s'executaven els interiors, les fusteries, les instal·lacions...



Foto de la construcció de l'escola Llibertat de Badalona cedida per C. Babot.

## LA POSADA EN OBRA.

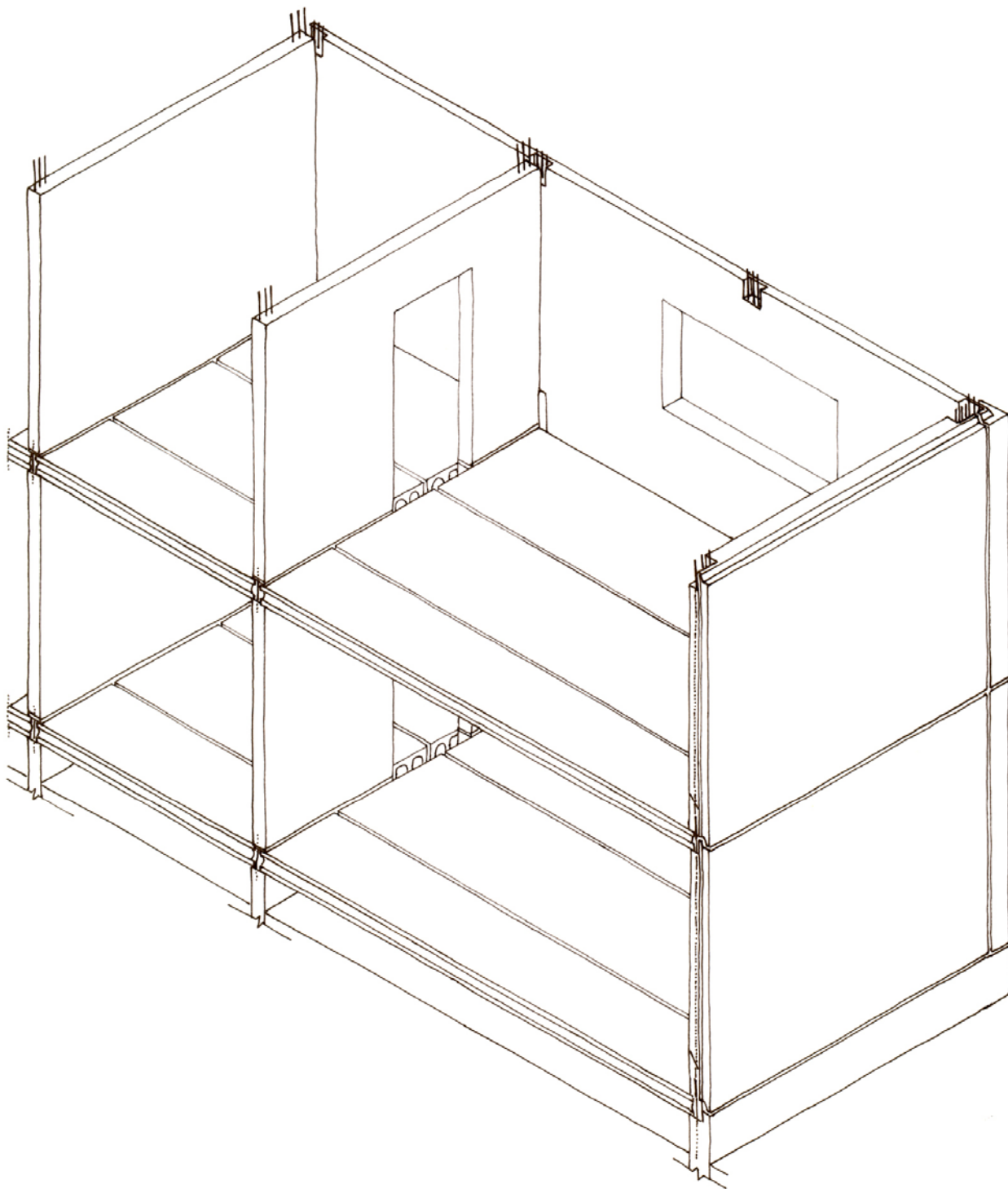
---

### EL MUNTATGE.

---



Fotos de la construcció de l'escola Llibertat de Badalona cedides per C. Babot.



**8.08**

SISTEMA DE MURS PORTANTS TRICAPA I PLAQUES DE FORJAT DE FORMIGÓ PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

L'origen d'aquest sistema va ser al **1971**, quan l'empresa Cidesa va decidir iniciar la prefabricació a taller. Anteriorment, entre finals dels seixanta i principis dels setanta, Cidesa va construir polígons d'habitatges com el Bellvitge. En aquests polígons va usar sistemes de grans encofrats i prefabricació a peu d'obra com l'Estiot. Després, per la prefabricació a taller va utilitzar diverses patents, com la danesa Larsen & Nielsen per grans plafons portants, l'alemanya Silberkuhl per voltes laminars, els forjats Spiroll... Va muntar dues fàbriques, una a Sant Andreu de la Barca i l'altra a Alcalà d'Henares.

Amb el sistema Larsen & Nielsen - combinat amb elements de forjat d'altres sistemes - va construir diverses escoles prefabricades pel M.E.C. La patent danesa resolva els elements d'estructura i de façana amb plafons i plaques de forjat. Aquest sistema era una evolució dels sistemes de murs portants pioners com els francesos Balency, Camus i Coignet<sup>1</sup>. Cidesa va fabricar i muntar edificis docents a Catalunya, València i Alacant amb aquest sistema **de 1971 a 1981**. Però com la majoria d'empreses prefabricadores de l'època va tancar. El 1981 va presentar suspensió de pagaments i va tancar les instal·lacions, a causa de problemes econòmics en els seus serveis com a promotora.

#### UTILITATS.

---

Es podien construir edificis de dimensions variables, però es dirigia principalment a edificis d'**ús residencial, docent i serveis**. Cidesa va construir 11 aularis tipus a Catalunya amb aquest sistema. També va prefabricar 3 centres d'EGB a València i 2 centres de BUP a Alacant, però en aquests va utilitzar un altre sistema semblant.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències entre indústries que utilitzaven aquest sistema eren els **components i les utilitats**. Per exemple, el sistema inicial danès s'utilitzava majoritàriament per la construcció d'habitatges, i els elements de forjat variaven segons el prefabricador.

#### DESCRIPCIÓ.

---

Era un sistema **pesat**, amb estructura i tancaments **prefabricats de formigó armat**. L'estructura era isostàtica i de murs portants, amb plafons i plaques prefabricades de formigó armat. La façana era de murs portants o d'arriostament prefabricats de formigó armat. Era un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **l'estructura, el tancament de façana i les divisions interiors**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Els components principals eren diversos **elements estructurals de tancament** amb diversos casos d'**unions i juntes** entre ells els quals s'analitzen a continuació.

---

<sup>1</sup> Document "LEI4" de l'apartat "10. Bibliografia".



## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS

---

Els components del sistema eren els plafons, les plaques de forjat i altres elements, com les escales i les plaques de coberta. Aquests s'adaptaven a les geometries i mides de cada projecte, només limitats per raons de fabricació i transport. Alguns elements, com els plafons, tenien un sistema de fabricació que donava més llibertat a la geometria i dimensions possibles. Els altres elements tenien motlles més rígids, i les possibilitats estaven recollides en catàlegs.

Els **plafons** exteriors eren F.A.P., multicapa i podien constituir murs portants o d'arriostrament. Estaven formats per 3 capes: una exterior de F.A.P. de 5 cm amb nervis, una intermèdia de poliestirè expandit d'1 cm, i una interior de F.A.P. de 12 cm. Els interiors eren monocapa de F.A. i tenien 15 cm si eren portants i 10 cm si eren d'arriostrament. Tots eren rectangulars i tenien mides variables, la menor de les quals podia fer de 2,5 a 3,3 m, i la major uns sis metres. Les obertures podien tenir una geometria i posició variables.

Les **plaques de forjat** eren alveolars precomprimides de la patent Spiroll. El cantell era variable de 20 cm, ... i no es feia capa de compressió. Tenien 120 cm d'ample i llums variables.

### MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigia cap modulació ni coordinació dimensional, però hi havia dimensions limitades a conseqüència de condicionants de la fabricació, del transport i del muntatge.

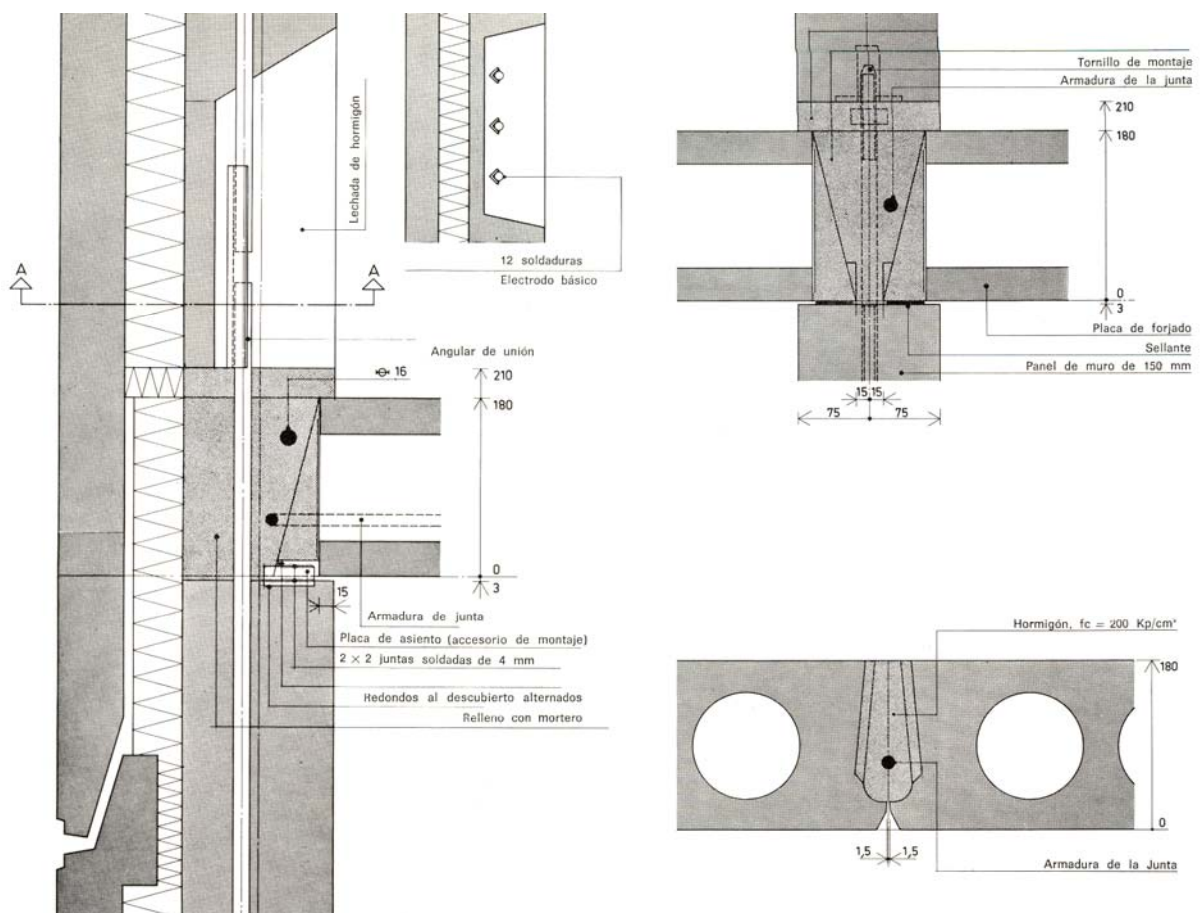
## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

Les unions a realitzar en obra amb aquest sistema eren: entre **fonament i plafó**, entre **plafó i plafó**, entre **plafó i placa**, i entre **plaques**. Els **fonaments i els plafons** tenien una unió similar a la tipus entre plafó i plafó. Els edificis tenien cambra sanitària amb murs executats in situ i un forjat d'alveolars. En aquests murs es deixaven embeguts uns espàrrecs, que es soldaven amb els espàrrecs del plafó superior.

Els **plafons** tenien tres espàrrecs metàl·lics en els extrems de la part inferior i superior, i a la part inferior hi havia unes reserves buides. Una vegada recolzat el forjat, les barres dels plafons inferiors es soldaven amb les dels plafons superiors. Finalment s'abocava formigó reomplint les reserves i els unions laterals entre plafons.

Les **plaques** alveolars tenien en els extrems uns "tetons" que recolzaven damunt dels plafons. Aquest recolzament es retirava del límit del forjat i deixava uns caixons en el perímetre del forjat i les jàsseres. En aquests caixons i entre les plaques es col·locava l'armat i també s'abocava formigó.



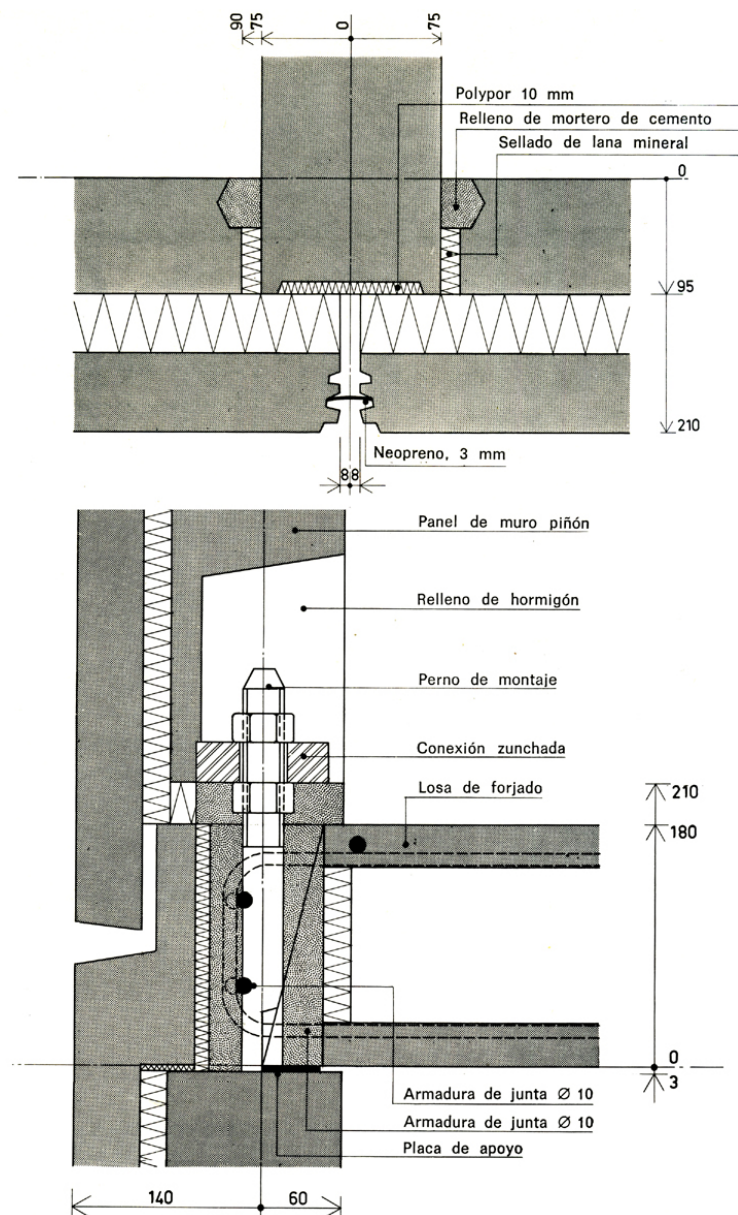
Unions tipus Larsen & Nielsen. Extretes del document "LEI5" de l'apartat "10.Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes constructives del sistema eren entre els plafons de façana. Eren juntes de dues fases amb segellat interior. El segellat interior era al mateix temps la unió entre les capes estructurals del plafó, i per tant s'explica en l'apartat anterior.

Les verticals tenien l'estanqueïtat per geometria amb una cambra de descompressió, que estava protegida de l'exterior amb un diafragma de neoprè. Les horitzontals tenien un encadellat que resolva l'estanqueïtat per geometria.



Juntes horitzontal i vertical entre plafons i unions entre plafó i estructura.  
Extretes del document "LEI5" de l'apartat "10.Bibliografia".

### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

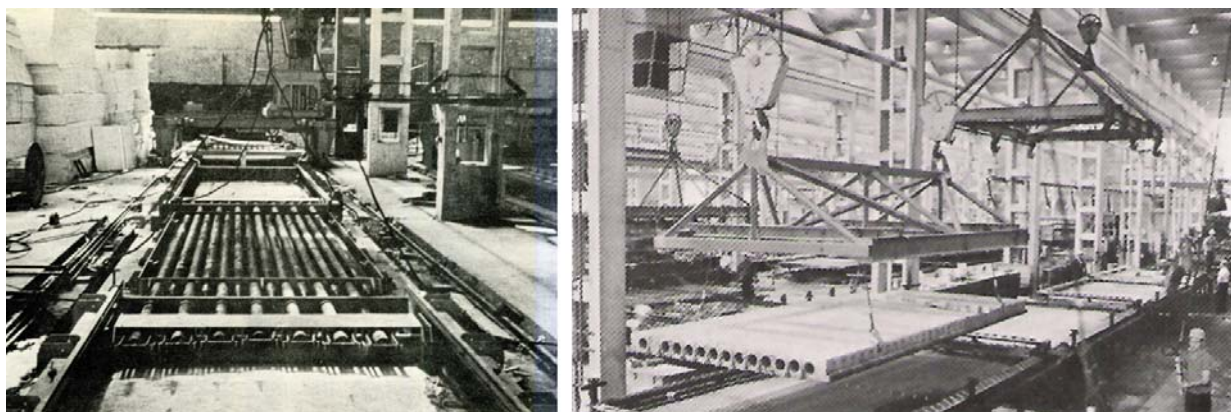
**El suport tècnic** estava format per l'oficina de l'empresa a Barcelona i a Madrid, que estava formada per enginyers, arquitectes tècnics, i delineants. En el seu inici el 1971, estava formada per un tècnic i tres administratius. Aquesta oficina havia oferit assessorament a l'arquitecte que utilitzés el seu sistema. Quan el projecte estava definit, l'oficina dibuixava els plànols de fabricació i muntatge. **El temps d'aquest assessorament i disseny** depenia de la dificultat i singularitat de cada obra. **La flexibilitat de disseny** permetia aquells components que la indústria pogués fabricar, transportar i muntar.

#### LA PRODUCCIÓ.

El teixit fabril constava de dues fàbriques, a Sant Andreu de la Barca i Alcalà d'Henares, on es fabricaven i emmagatzemaven tots els components: plafons, plaques... La fàbrica de St. Andreu estava situada a la N II, al km 600. En el seu inici el 1971 ocupava 2.368 m<sup>2</sup>, i el 1974 ocupava una parcel·la de 65.835 m<sup>2</sup> dels quals 15.905 m<sup>2</sup> eren construïts.

Les principals **fases del procés de fabricació** eren la preparació dels motlles, l'abocada del formigó, el desemmotllatge i els tractaments d'acabat. **El temps de fabricació** podia influir en el temps total de construcció de l'edifici perquè hi havia elements com els plafons que es fabricaven sota comanda. Després de la fabricació de les peces, si hi havia elements deficients o si s'havia acabat la vida útil de l'edifici, només es podia enderrocar l'edifici i triturar les peces de formigó.

Els **components del sistema** tenien un grau d'industrialització elevat per l'època: configuraven un sistema complet i flexible d'elements de formigó prefabricat a partir de la patent L&N. El **grau de formació inicial** dels operaris per a la fabricació podia ser baix, però en el muntatge es necessitaven soldadors qualificats. La **maquinària** era avançada per l'època: central de formigonat, pont grua, màquina de fabricació de forjats, motlles segons les especificacions tècniques del sistema L&N.



Fotos de les instal·lacions productives de Cidesa. Extreptes dels documents "LE14" i "A1" de l'apartat "10".

## **LA POSADA EN OBRA.**

---

### **EL TRANSPORT.**

---

Tots es elements arribaven a l'obra mitjançant camions gòndola.  
La manipulació es feia amb una autogrua i brides.

### **LA RECEPCIÓ.**

---

L'aplec a l'obra es reservava als elements de forjat, que s'apilaven separats entre ells per taulons de fusta, en un terreny pla, compacte i estable.

### **EL MUNTATGE.**

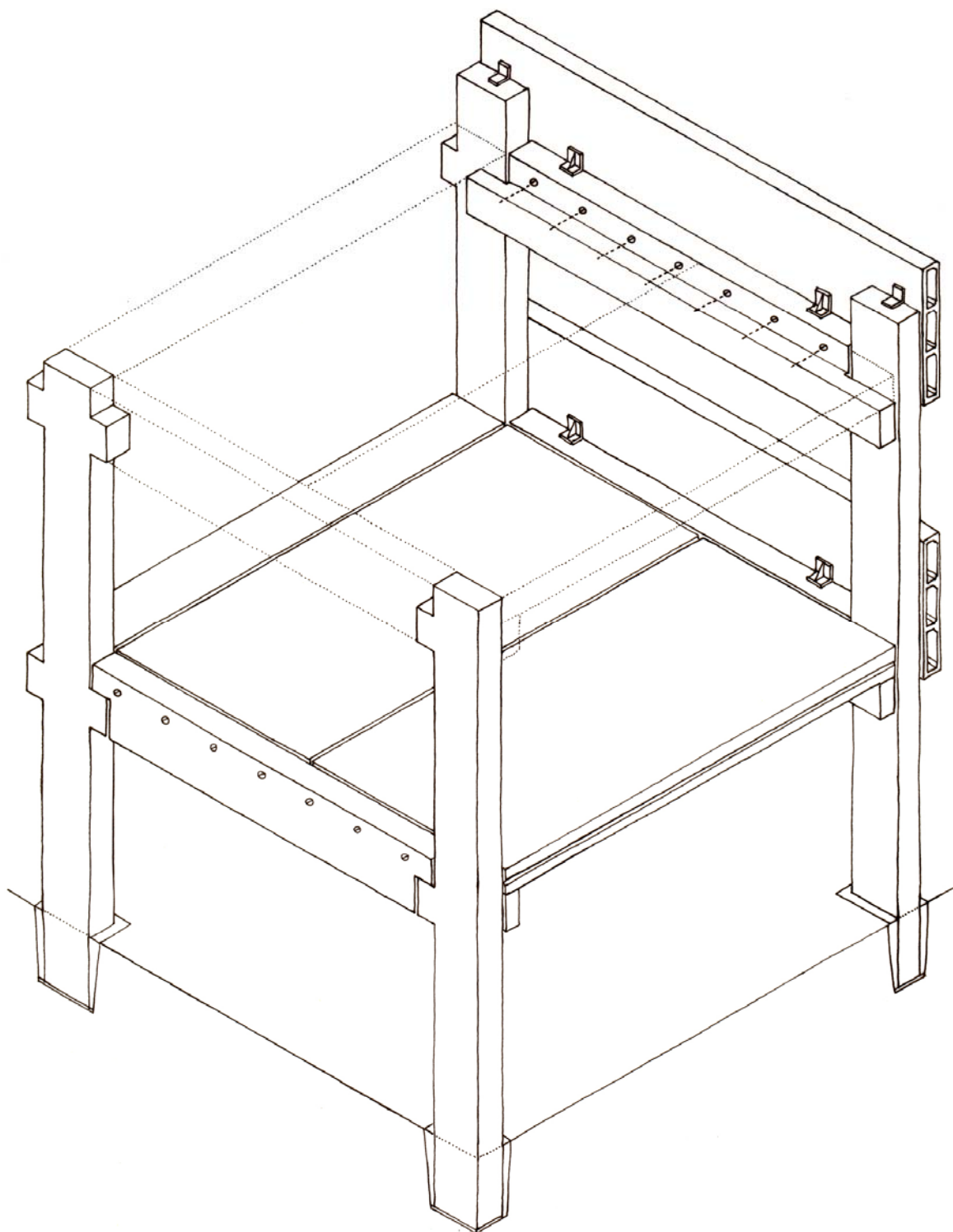
---

Aquest el feien muntadors de l'empresa Cidesa. Els treballs previs eren la coordinació del contacte del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat. En aquest cas, els plafons de façana arrencaven dels murs perimetrals de la cambra sanitària executats in situ, als quals se'ls hi havia embegut uns espàrrecs metàl·lics que es soldaven amb els de la part inferior dels plafons.

Es procedia al muntatge de l'estructura. Primer es realitzava el forjat sanitari amb plaques alveolars que recolzaven sobre els murs in situ. Seguidament es col·locaven els plafons de façana. Primer s'apuntalaven amb puntals metàl·lics i després s'anivellaven, es soldaven els espàrrecs de les reserves inferiors i s'omplien les reserves amb formigó. Llavors es col·locaven les plaques que recolzaven els "tetons" sobre els plafons, deixant uns caixons buits en el seu límit. Seguidament es col·locava l'armat en els caixons del perímetre del forjat i també entre plaques, i es procedia al formigonat d'aquests.

Llavors es construïa la segona planta, soldant els espàrrecs de la part inferior dels plafons de la segona planta als espàrrecs dels plafons de la planta inferior. Seguidament, s'executava el següent forjat, muntant les plaques i formigonant els perímetres, les reserves i l'espai entre plaques.

Quan es finalitzava el muntatge de tots els plafons i forjats de l'edifici es procedia al segellat de les juntes. Finalment, s'executaven els interiors, fusteries, instal·lacions, ...



**8.09**

SISTEMA DE PÒRTICS, PLAQUES DE FORJAT I DE FAÇANA DE FORMIGÓ PREFABRICAT.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

El començament d'aquest sistema va ser el 1977. En l'actualitat segueix present una nova versió d'aquest sistema que ha evolucionat cap a l'ús industrial. **Aquest apartat analitza exclusivament la versió antiga del sistema, que es va utilitzar per a construir els centres docents de la primera etapa.**

#### UTILITATS.

---

Es podien construir edificis de dimensions i tipologies variables, però s'utilitzà principalment per a construir edificis d'ús industrial. Entre finals dels anys setanta i principis dels vuitanta es van construir una quinzena de centres docents.<sup>1</sup> Des de llavors fins l'actualitat s'han construït principalment edificis d'ús industrial amb la nova versió. També s'ha utilitzat per altres tipologies com edificis: comercials, d'oficines, d'habitatges...

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències, entre les indústries que utilitzen aquest sistema, són la secció i les característiques del plafó autoportant de façana. Aquestes depenen de les característiques de les capes i de les unions entre elles: capes de formigó armat o precomprimit, tipus d'aïllament, gruixos de cada material, unions de metall, plàstic...

#### DESCRIPCIÓ.

---

Era un sistema **pesat**, amb estructura i tancaments **prefabricats de formigó armat**. L'estructura era isostàtica i de pòrtics, amb pilars armats, jàsseres armades o precomprimides, i plaques de forjat precomprimides. La façana era de plafons autoportants tricapa, amb una capa de formigó armat i l'altra de precomprimit. Era un sistema **obert** i compatible amb altres sistemes.

Els productes que prefabricava la indústria del sistema eren **l'estructura i el tancament de façana**. No obstant, el sistema permetia muntar el **conjunt de l'edifici excepte la fonamentació**. Tenia uns components principals, classificables en **elements estructurals i de tancament**. Tenia diversos casos d'**unions** i **junes** entre ells, que s'expliquen a continuació.

---

<sup>1</sup> "Capítol primer" i apartat "7" de la "Segona part".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS.

### ELEMENTS ESTRUCTURALS.

---

Els elements estructurals eren els que formaven l'estructura de l'edifici, que principalment eren: pilars, jàsseres i plaques de forjat. Hi havia altres elements complementaris com les escales.

Els **pilars** eren elements lineals, verticals i portants de formigó armat, que podien tenir mènsules de secció rectangular. Les mènsules o el cap del pilar suportaven les jàsseres de forjat i coberta, i els pilars transmetien les seves càrregues al terreny. Els pilars tenien secció rectangular de 30 per 60 cm, i les mènsules sobresortien 20 cm i tenien 39 cm d'alçada. L'acabat dels pilars era gris llis, i tenien una secció massissa de formigó armat. L'armadura es determinava en el càlcul.

Les **jàsseres** eren elements lineals horitzontals portants de formigó armat, que tenien una secció rectangular, en "L" o "T" invertida, on recolzaven les plaques de forjat. Suportaven el forjat i transmetien les seves càrregues als pilars. La base feia 45 cm i el cantell feia 70 cm, i les jàsseres en "L" o "T" invertida podien tenir variacions en les seves ales. L'acabat de les jàsseres era gris llis, tenien una secció massissa de formigó armat o pretesat, i l'armat estava determinat pel càlcul.

Les **plaques de forjat** eren elements superficials horitzontals portants de formigó pretesat. Eren plaques alveolars sense capa de compressió. Tenien una amplada de 240 cm i un cantell que podia variar entre 20 i 30 cm.

### COMPONENTS.

### ELEMENTS DE TANCAMENT.

---

Els elements de façana eren **plaques alveolars precomprimides** prefabricades de formigó armat. Eren autoportants i estaven penjades de l'estructura. Tenien un gruix de 20 cm i una amplada de 240 cm. Hi havia diferents tipus d'acabat: gris llis, estriat, buixardat...

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigia cap modulació ni coordinació dimensional, però hi havia dimensions limitades a conseqüència de condicionants de la fabricació, del transport i del muntatge dels seus elements.



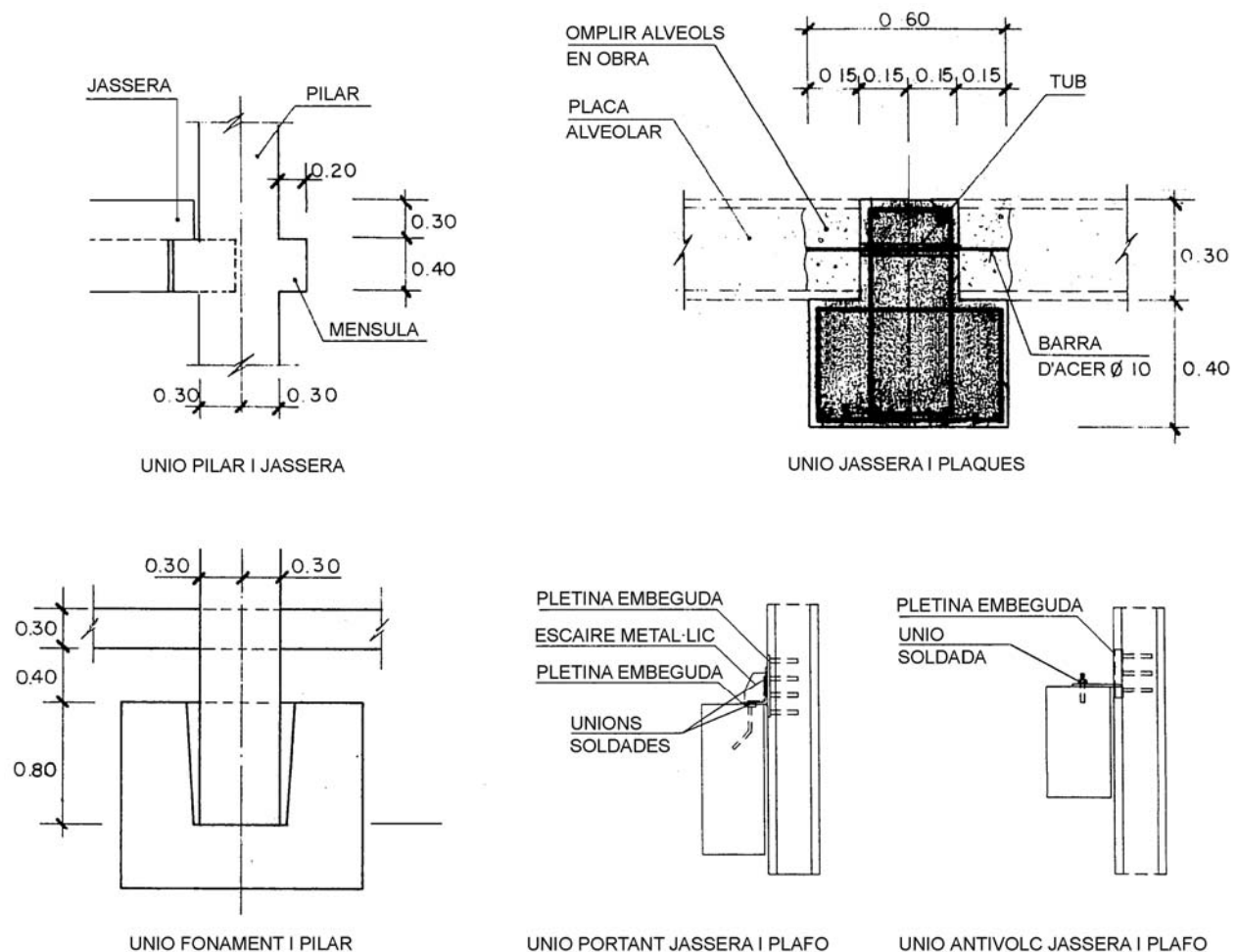
## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

Les unions principals a realitzar en obra amb aquest sistema eren: entre fonament i pilar, entre pilar i jàssera, entre jàssera i placa, i entre placa de façana i l'estructura. Entre el fonament i el pilar era encastada i es resolva amb calze. En el fonament es deixava un calze, es col·locava el pilar dins d'aquest i s'abocava formigó a l'obra. Les jàsseres recolzaven damunt les mènsules separades per una banda de neoprè.

Les plaques alveolars recolzaven damunt de les jàsseres. En el recolzament es deixaven els alvèols oberts i es formigonava aquesta zona a l'obra. Abans de formigonar, es col·locaven unes barres d'acer dins d'uns tubs de les jàsseres, que feien de connectors entre la jàssera i les plaques alveolars. No s'executava capa de compressió.

Les plaques de façana es recolzaven en la fonamentació o es penjaven d'una jàssera amb un escaire. Aquest escaire es soldava a dues plaques, que prèviament s'havien embegut a la jàssera i a la placa de façana. Per estabilitzar els plafons, es cargolaven uns ancoratges metàl·lics entre el plafó i la jàssera.

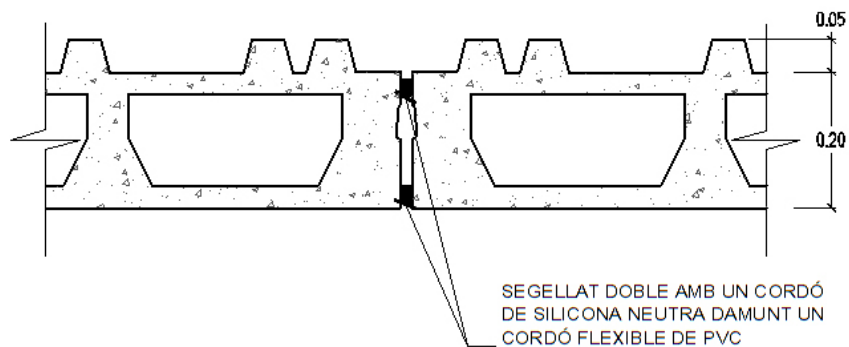


Detalls de les unions. Extretes del Projecte Executiu del centre escolar Can Cabanes de Rubí, que es detalla en l'entrada "P7" de l'apartat "10.Bibliografia".

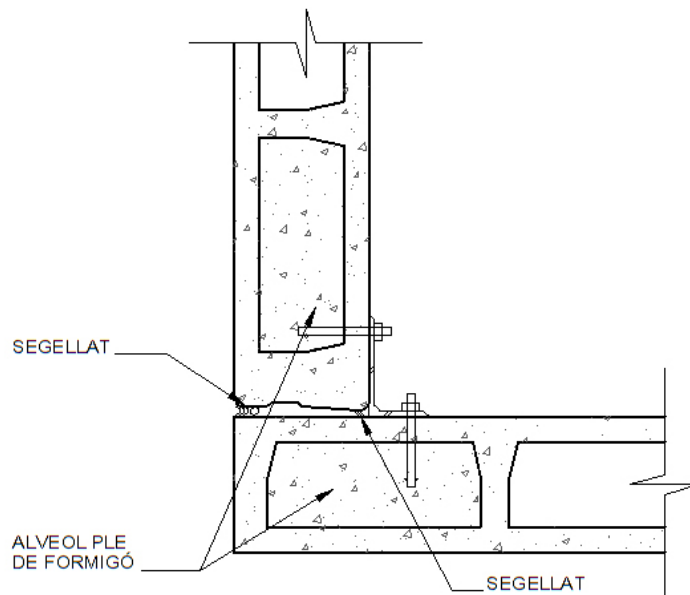
## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes del sistema eren entre els plafons prefabricats de façana. Eren de dues fases, és a dir que la seva estanqueïtat s'aconseguia amb el material de segellat i la seva geometria. Hi podia haver doble segellat a l'interior i a l'exterior, o segellat únic a l'exterior. El material de segellat era un cordó de silicona neutra damunt d'un perfil elàstic de PVC. La geometria de les juntes, normalment verticals, era una cambra de descompressió. El gruix nominal era 10 mm, amb tolerància de +/- 5 mm. Les juntes del sistema actual tenen les mateixes característiques.



#### DETALL GENÈRIC DE LA JUNTA ENTRE PLAQUES



#### DETALL DE LA JUNTA EN LA CANTONADA

Detalls de les unions tipus Spandeck. Extretes del document "A9" de l'apartat "10.Bibliografia".

### LA FABRICACIÓ.

---

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

---

**El suport tècnic estava format** per l'assessorament dels tècnics mitjançant consultes telefòniques, visites... En l'actualitat també hi ha manuals tècnics disponibles en paper i en format digital, però no en xarxa. Uns quatre mesos era el **temps d'assessorament i disseny**, durant el qual es podia preparar la documentació per fabricar i muntar un centre escolar.

**La flexibilitat de disseny** comprenia totes les combinacions possibles dels elements que recollia el catàleg, i no es contemplava l'ús d'elements especials.

#### LA PRODUCCIÓ.

---

El **teixit fabril** era la fàbrica del Bruc. Actualment aquesta segueix en funcionament i ocupa una extensió de 20.000 m<sup>2</sup>. Té una fàbrica de plafons i una d'estructura, i espais de magatzem interior i exterior.

Les principals **fases del procés fabricació** eren la preparació dels motlles, l'abocada del formigó i el desemmotllatge. Els pilars i les jàsseres es fabricaven en horitzontal en motlles especials, però les plaques de façana i forjat també es produïen mitjançant maquinària especial. El **temps de fabricació** d'un centre educatiu era de tres mesos.

Després de produir un projecte, quan hi havia peces incorrectes o quan s'havia acabat la vida útil de l'edifici, no es podien desmuntar ni reciclar gaires parts. La major part de l'edifici s'havia d'enderrocar i triturar-ne les peces de formigó.

Els **components del sistema** tenien un grau d'industrialització elevat per l'època i la situació socioeconòmica del país: configuraven un sistema complet i flexible d'elements de formigó armat o precomprimit prefabricat a partir de la patent Spandek.

El **grau de formació inicial** dels operaris per a la fabricació i el muntatge podia ser baix però, amb el temps, adquirien coneixements del sistema. La **maquinària** era avançada per l'època, amb motlles del sistema Spandek.

## **LA POSADA EN OBRA.**

---

### **EL TRANSPORT.**

---

Els elements arribaven a l'obra mitjançant el transport en camions normals, en horitzontal i apilats. Els pilars es col·locaven de forma plana i rígida per evitar deformacions. Tots els elements portaven proteccions de fusta.

### **LA RECEPCIÓ.**

---

Normalment, les peces es situaven directament del camió al seu lloc en l'estructura. Només es feia aplec a l'obra dels elements de façana i, en alguns casos, dels pilars. L'aplec es realitzava en condicions molt semblants a les descrites pel transport.

### **EL MUNTATGE.**

---

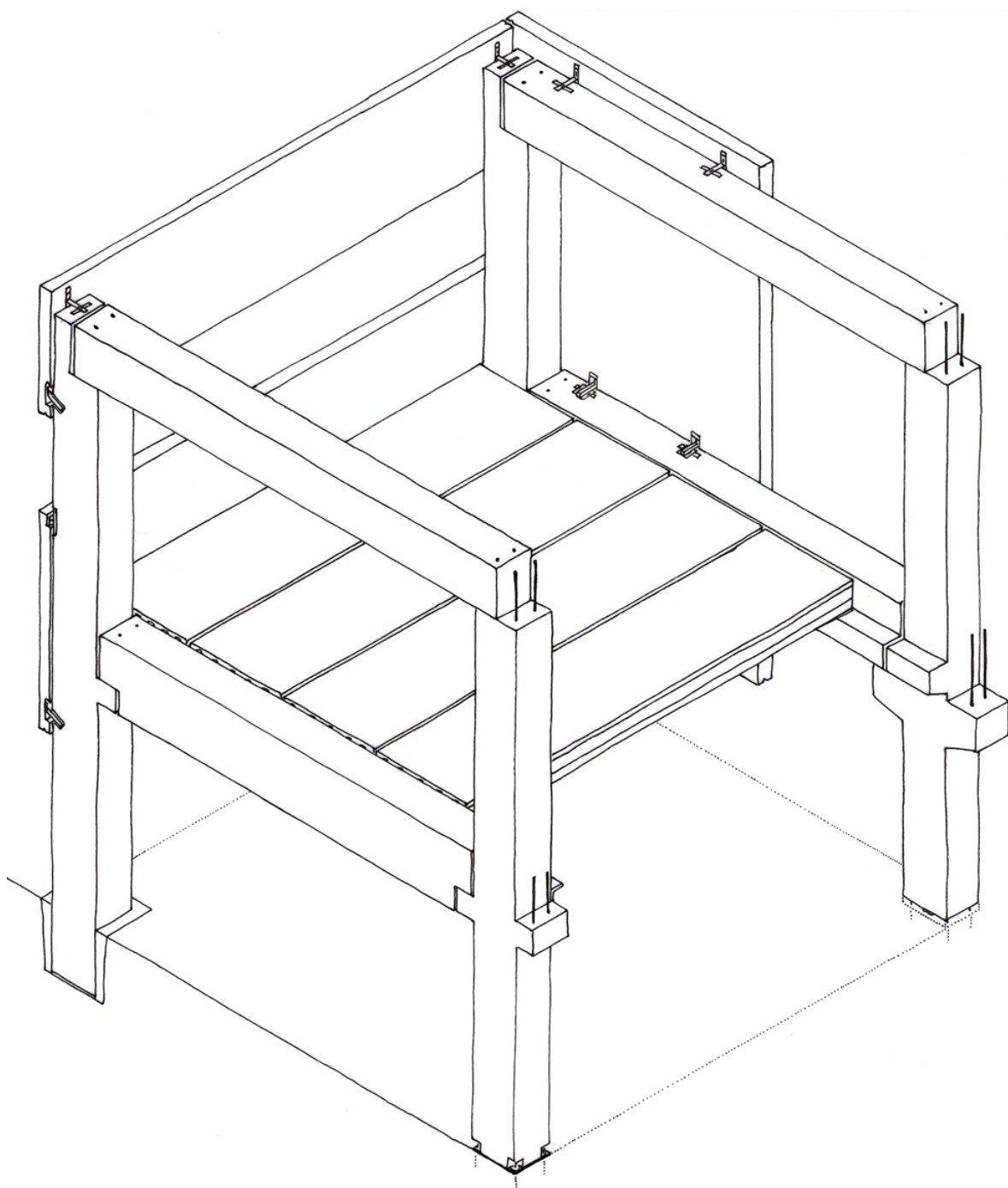
Aquest el feien durant dos mesos els muntadors de l'empresa. Primer es realitzaven els treballs previs, per coordinar el contacte del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat. Amb aquesta finalitat es col·locava un morter d'anivellació a la base dels calzes dels fonaments, damunt el qual es situarien després els pilars.

Llavors es procedia al muntatge de l'estructura. La manipulació es feia amb grues autoportants, que agafaven els elements pels ganxos d'elevació. Primer es col·locaven tots els pilars en els calzes, que s'havien d'hissar amb grua a través d'un forat que es deixava a la part superior de cada pilar. Llavors s'omplien els calzes amb formigó.

Seguidament, es col·locaven les jàsseres damunt les mènsules dels pilars del primer nivell, havent situat unes bandes de neoprè intermèdies. Llavors, es col·locaven les plaques alveolars de forjat i s'executava la unió amb les jàsseres. Es passaven unes barres d'acer dins d'uns tubs embeguts en les jàsseres, i es formigonava la part dels alvèols oberts pròxims a la jàssera. Posteriorment, es muntaven successivament els forjats superiors.

Després de muntar tota l'estructura es col·locaven les plaques de façana. Aquestes es recolzaven als fonaments, o es penjaven amb unions metàl·liques soldades. També s'evitava la bolcada amb ancoratges metàl·lics estabilitzadors.

Quan finalitzava el muntatge de tots els elements d'estructura i de façana es procedia al segellat de les juntes amb silicona, que es col·locava damunt del cordó de fons. Finalment s'executaven els interiors, fusteries, instal·lacions, ...



**8.10**

SISTEMA DE PÒRTICS, PLAQUES DE FORJAT I PLAFONS  
AUTOPORTANTS DE FORMIGÓ PREFABRICAT.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

És un cas concret dels sistemes d'estructures de pòrtics i façanes de plafons autoportants, que es van començar a utilitzar als anys cinquanta amb sistemes pioners, com el Comta de 1955 d'Alemanya o el IMS-Zezelj de 1957 de Txecoslovàquia.<sup>1</sup>

En aquest treball s'estudia el sistema que fabrica Prefabricats Planas S.A.U., empresa que va iniciar les seves activitats el 1939, quan fabricava petits elements de formigó. El 1981 va adoptar el nom actual i va començar a implantar aquest sistema. Aquest és molt similar al sistema de Prefabricats Pujol, Mdm, Selfhor i Tecnyconta que també han fabricat centres docents. I també a d'altres com Arumí, Hormipresa, Pacadar, Prainsa...

#### UTILITATS.

---

Actualment s'utilitza principalment per **edificació de grans llums i poca alçada**, per la qual l'estructura està optimitzada, com per exemple edificis: d'ús industrial, comercial, esportiu i agrari. Però també s'utilitza per habitatges, escoles, oficines..., els quals poden tenir alguns elements especials però s'han d'adaptar majoritàriament als elements estàndard del sistema.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències, entre les indústries que produeixen aquest sistema, són petites variacions entre les mides i geometries estàndard dels pilars, de les jàsseres...

També difereixen segons el tipus d'elements que ofereixen, encara que totes com a mínim resolen l'estructura i la façana. Algunes ofereixen més tipus de forjat com prelloses, plaques alleugerides ... Unes altres ofereixen més varietat de peces de façana en quan a acabats, seccions, gruixos... D'altres més elements auxiliars com escales, caixes d'ascensor...

#### DESCRIPCIÓ.

---

És un sistema **pesat** de **formigó prefabricat**. L'estructura és de pòrtics amb els pilars armats, i les jàsseres i les plaques armades o precomprimides. La façana és de plafons autoportants homogenis. És un sistema **obert** i compatible amb l'ús d'altres sistemes.

Els productes que prefabrica la indústria del sistema són **pilars, jàsseres, plaques de forjat i plafons autoportants de façana**. Aquest sistema permet muntar **l'estructura i el tancament de façana**. Els components del sistema són **pòrtics, plaques de forjat i plafons autoportants**. Aquests tenen diversos casos d'**unions i juntes**, que es descriuen a continuació.

---

<sup>1</sup> Document "LEI4" de l'apartat "10. Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS.

### ELEMENTS ESTRUCTURALS.

---

Els principals elements que formen l'estructura de l'edifici són: pilars, jàsseres i plaques de forjat. Hi ha altres elements complementaris com les escales. Tots ells tenen unes resistències característiques de 45 N/mm<sup>2</sup> i una resistència al foc R120.

Els **pilars** són elements lineals, verticals i portants de formigó armat, que poden tenir mènsules de secció variable i encaixos en les quatre cares. Les mènsules o el seu cap suporten les jàsseres, i transmeten les seves càrregues al terreny. Els pilars poden tenir la secció quadrada o rectangular de 40, 50 o 60 cm. L'acabat dels pilars és gris llis i tenen una secció massissa de formigó armat, amb una armadura està estandarditzada.

Les **jàsseres** són elements lineals horitzontals portants de formigó armat o precomprimit, tenen una secció rectangular, en "L" o "T" invertida per recolzar-hi les plaques de forjat. Suporten el forjat i transmeten les seves càrregues als pilars. La base pot fer 40 o 50 cm i el cantell pot fer 40 o 105 cm. L'acabat de les jàsseres és gris llis i tenen una secció massissa de formigó armat o precomprimit, amb les armadures possibles estandarditzades.

Les **plaques de forjat** són elements superficials horitzontals portants de formigó precomprimit, com per exemple: plaques alveolar, plaques tipus TT, lloses, prelloses... El forjat es complementa amb una capa superior de formigó armat in situ. Aquesta té l'objectiu de donar monolitisme al forjat, i donar capacitat a l'edifici per fer front als esforços horitzontals. Les plaques alveolars tenen una amplada de 110 cm, i un cantell que pot variar entre 15 i 50 cm. Les plaques TT tenen una amplada de 249 cm, un cantell que pot variar entre 30 i 65 cm i uns nervis de 10 a 20 cm de gruix.

### COMPONENTS.

### ELEMENTS DE TANCAMENT.

---

Els elements de façana són els plafons de formigó i les fusteries, encara que també es poden utilitzar altres sistemes de tancament de façana.

Els components principals són els **plafons** prefabricats de formigó armat, autoportants i penjats de l'estructura. Tenen una secció homogènia de 10 cm de gruix. Les peces tenen una dimensió petita que serà com a màxim 3,2 o 3,8 m, i una dimensió gran que serà com a màxim de 7 m. Els retorns són perpendiculars a la cara principal i tenen una profunditat màxima de 60 cm. L'armat dels plafons és una doble malla electrosoldada d'acer amb reforços puntuals.

S'utilitza formigó amb àrids de 18 mm quan l'acabat és llis per pintar, i formigó amb àrids de mides menors en acabats amb àrids vistos. El formigó pot portar ciments grisos o blancs i àrids silícics o calcaris, additius i colorants. Els plafons de façana tenen unes resistències característiques que varien de 25 a 35 N/mm<sup>2</sup>. Tenen una transmitància de 4,76 W/m<sup>2</sup>K, un aïllament acústic de 46 dBA i una resistència al foc EI 90.

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigeix cap modulació ni coordinació dimensional, però hi ha dimensions limitades a conseqüència de la fabricació, del transport i del muntatge.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

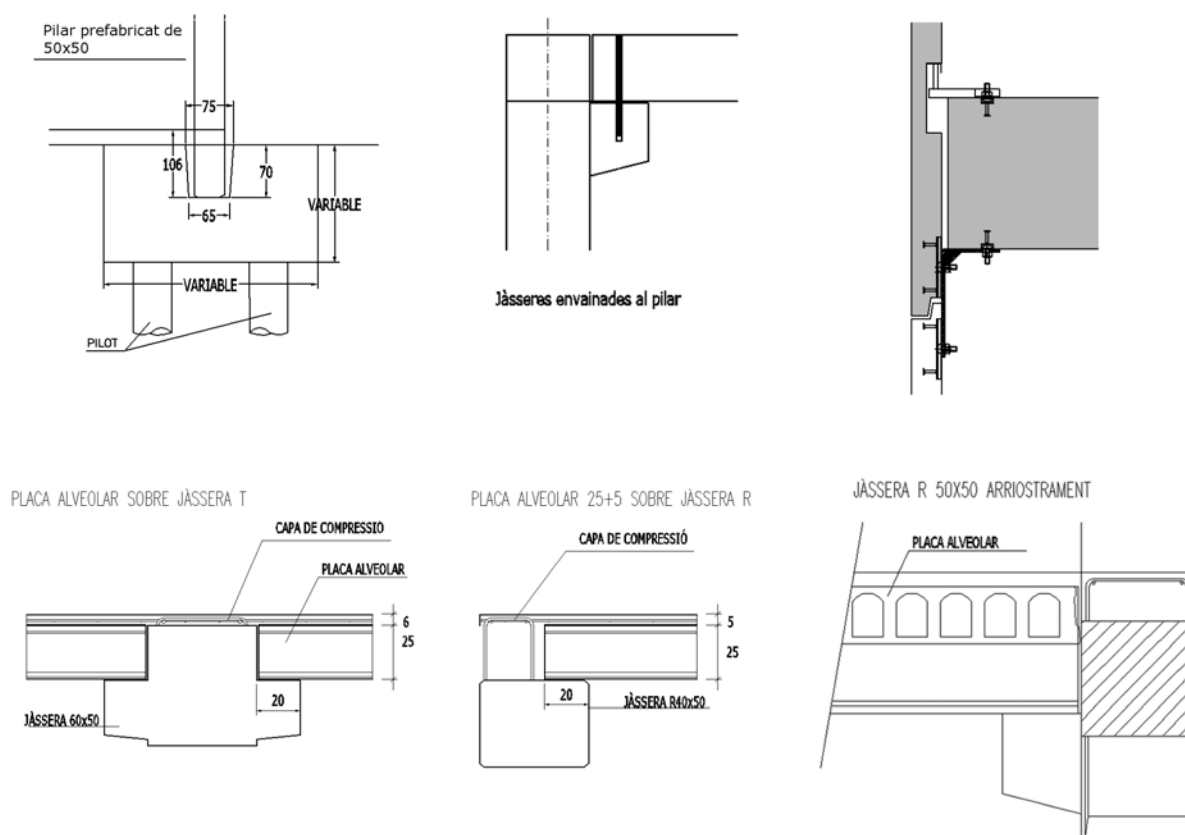
Les unions principals a realitzar en obra amb aquest sistema són: entre fonament i pilar, entre pilar i jàssera, entre jàssera i placa, i entre plafó i estructura.

Entre fonament i pilar, la unió és encastada i es pot resoldre amb calze, beines, nus cargolat, o nus soldat. En el primer cas, es col·loca el pilar dins el calze i es formigona a l'obra. En el segon, es deixen unes perforacions amb un tub plegat al fonament, s'introdueixen les beines embegudes als pilars i s'aboca formigó de baixa retracció. En el tercer, es cargola el pilar amb el fonament i, en el quart, es solda.

Les jàsseres recolzen damunt la mènsula o el cap dels pilars, separades per una banda de neoprè. Les jàsseres, les mènsules i els pilars porten uns forats tubulars de fàbrica, on es col·loquen unes barres roscades i morter de baixa retracció per connectar-los i construir una articulació. També es poden realitzar nusos cargolats, soldats o formigonats in situ.

Les plaques alveolars recolzen damunt de les jàsseres, retirades del límit del forjat per deixar un espai en el perímetre del forjat, en el qual s'aboca formigó a l'obra. Damunt les plaques alveolars es col·loquen malles d'acer i s'executa la capa de compressió.

Els plafons es fixen a les jàsseres, amb dos ancoratges resistents a la part superior i dos estabilitzadors a la part inferior. Els ancoratges van cargolats i per tant són reversibles, excepte si es deixen embeguts dins la capa de compressió.



Unions característiques del sistema.



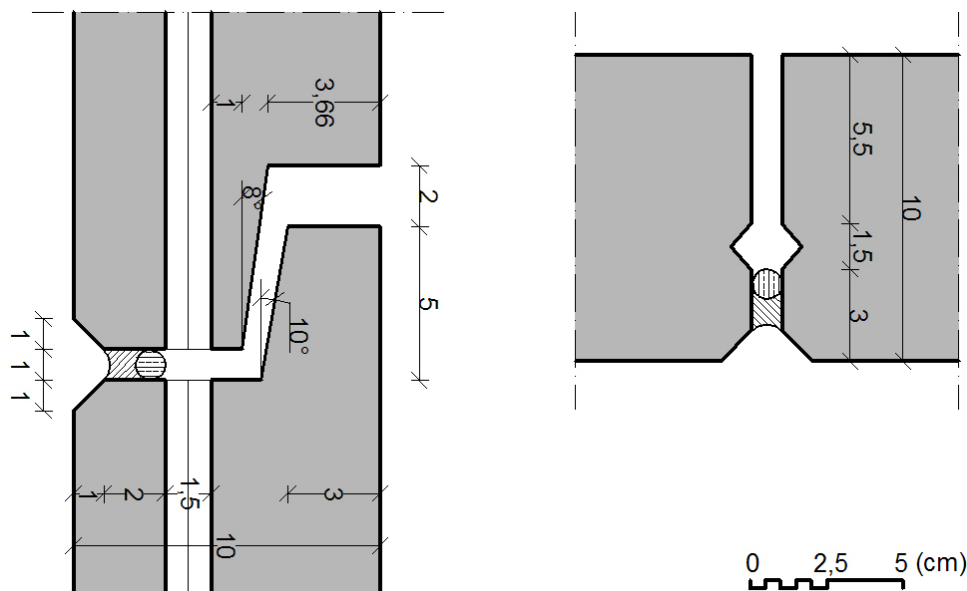
## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes del sistema són entre els plafons prefabricats de façana. Són en dues fases, és a dir que la seva estanqueïtat s'aconsegueix amb el material de segellat i amb la seva geometria. El gruix nominal és 10 mm amb tolerància de +/- 5 mm.

El material de segellat és un cordó de silicona neutra damunt d'un perfil elàstic de PVC. El segellat evita el pas de l'aigua i l'aire durant la seva vida útil, que és d'uns deu anys depenent de l'execució, l'orientació de la façana, els agents atmosfèrics... És deformable i capaç d'absorbir els moviments diferencials entre l'estructura i la façana.

En les juntes horitzontals, l'estanqueïtat per geometria es resol amb un encadellat. En les juntes verticals es resol amb la cambra de descompressió. Aquesta cambra també condueix les possibles filtracions cap a l'exterior de l'edifici.



Juntes característiques del sistema.

### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

El **suport tècnic està format** per l'assessorament de tècnics: arquitectes, enginyers, arquitectes tècnics i delineants. S'atenen consultes telefòniques, visites... durant el procés de disseny, fabricació i muntatge. També hi ha manuals tècnics disponibles en paper, en format digital i en xarxa. Així mateix, existeixen plànols de detall tipus. Uns dos mesos és el **temps d'assessorament i disseny**. En aquest temps es pot preparar la documentació per fabricar una escola, si el projecte executiu està altament definit: plànols de fabricació i muntatge. No obstant, el temps augmenta si el projecte no està definit, és complex, o té grans dimensions. Aquests dos mesos s'encavalquen amb el període de fabricació.

La **flexibilitat de disseny** és àmplia en els elements de façana, però els elements estructurals es limiten a les solucions estàndard. Es contempla l'ús d'elements especials, que poden tenir limitacions segons la tecnologia de mercat, la fabricació, el transport i el muntatge. A més a més, per produir elements amb geometries complexes s'ha de fabricar un motlle nou. El motlle tindrà un cost de desenes de milers d'euros, que repercutirà en el metre lineal de peça segons les repeticions de cada element idèntic.

#### LA PRODUCCIÓ.

El **teixit fabril** és la fàbrica de Santa Coloma de Farners, que ocupa una extensió de 90.000 m<sup>2</sup>, dels quals uns 15.000 m<sup>2</sup> són coberts. Té uns 140 treballadors, 50 a les oficines i 90 a fàbrica. Té una fàbrica de plafons, una d'estructura, magatzems, taller de metall i taller de ferralla a més d'espais de magatzem exterior.

Les principals **fases del procés fabricació** són: la preparació dels motlles, l'abocat del formigó i el desemmotllatge. Els pilars i les jàsseres es fabriquen en horitzontal en motlles especials, i les plaques també es fabriquen en horitzontal però amb maquinària especial. Els plafons es fabriquen en horitzontal en pistes. El **temps de fabricació** és de 20 a 25 dies hàbils.

Al final del procés, quan hi ha peces rebutjades, defectuoses o quan l'edifici ha acabat la seva vida útil hi ha productes que s'han de destruir mecànicament, separar els materials de l'aglomerant i reciclar-los. Els àrids reciclats es poden utilitzar per prefabricar noves peces.

Els **components del sistema** tenen un grau d'industrialització mitjà, comparat amb el tipus de construcció que s'utilitza contemporàniament al país. La prefabricació d'aquest sistema implica més industrialització que la majoria dels altres sistemes constructius del moment.

La **maquinària**, que intervé en la majoria dels processos, és especialitzada per formigó prefabricat: pistes per plafons amb vibració i rotació, motlles per elements lineals armats i precomprimits, motlles amb variacions geomètriques, motlles d'escala, sils, formigoneres, ponts gra. La majoria tenen un accionament i control manuals, i el grau d'automatització és molt baix.

El **grau de formació inicial** dels operaris pot ser baix, però els treballadors adquireixen coneixements específics sobre prefabricats de formigó a la mateixa empresa.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els elements arriben a l'obra mitjançant el transport en camions normals, excepte els plafons de façana, que arriben en camions gòndola. Els pilars, les jàsseres i les plaques alveolars es porten horitzontals i apilats. Els pilars s'han de recolzar de forma plana i rígida per evitar deformacions. En canvi, els plafons van col·locats en vertical damunt de cavallets metàl·lics. Tots els elements porten proteccions de fusta, neoprè o espuma.

### LA RECEPCIÓ.

---

Només es fa aplec a l'obra dels elements de façana, i la resta de peces es situen directament del camió al seu lloc en l'estructura. L'aplec es situa a sobre un terreny compacte i estable. Els plafons es recolzen en vertical, damunt d'una estructura de cavallets o pintes resistents i estables.



Fotos de l'aplec a l'obra dels plafons de façana.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL MUNTATGE.

---

Es fa amb uns 25 dies hàbils per part de muntadors coneixedors del sistema. Primer es realitzen els treballs previs, i es fan compatibles les toleràncies del sistema constructiu realitzat a l'obra amb l'industrialitzat. Seguidament, es procedeix al muntatge de l'estructura. La manipulació es fa amb grues autoportants, que agafen els elements pels ganxos d'elevació. Per col·locar els pilars en els fonaments, s'han de moure i hissar amb la grua, a través d'un forat que es deixa a la part superior del pilar. Primer es col·loca cada pilar i s'apuntala; llavors es cargola, es solda o es formigona el nus del pilar amb el fonament.

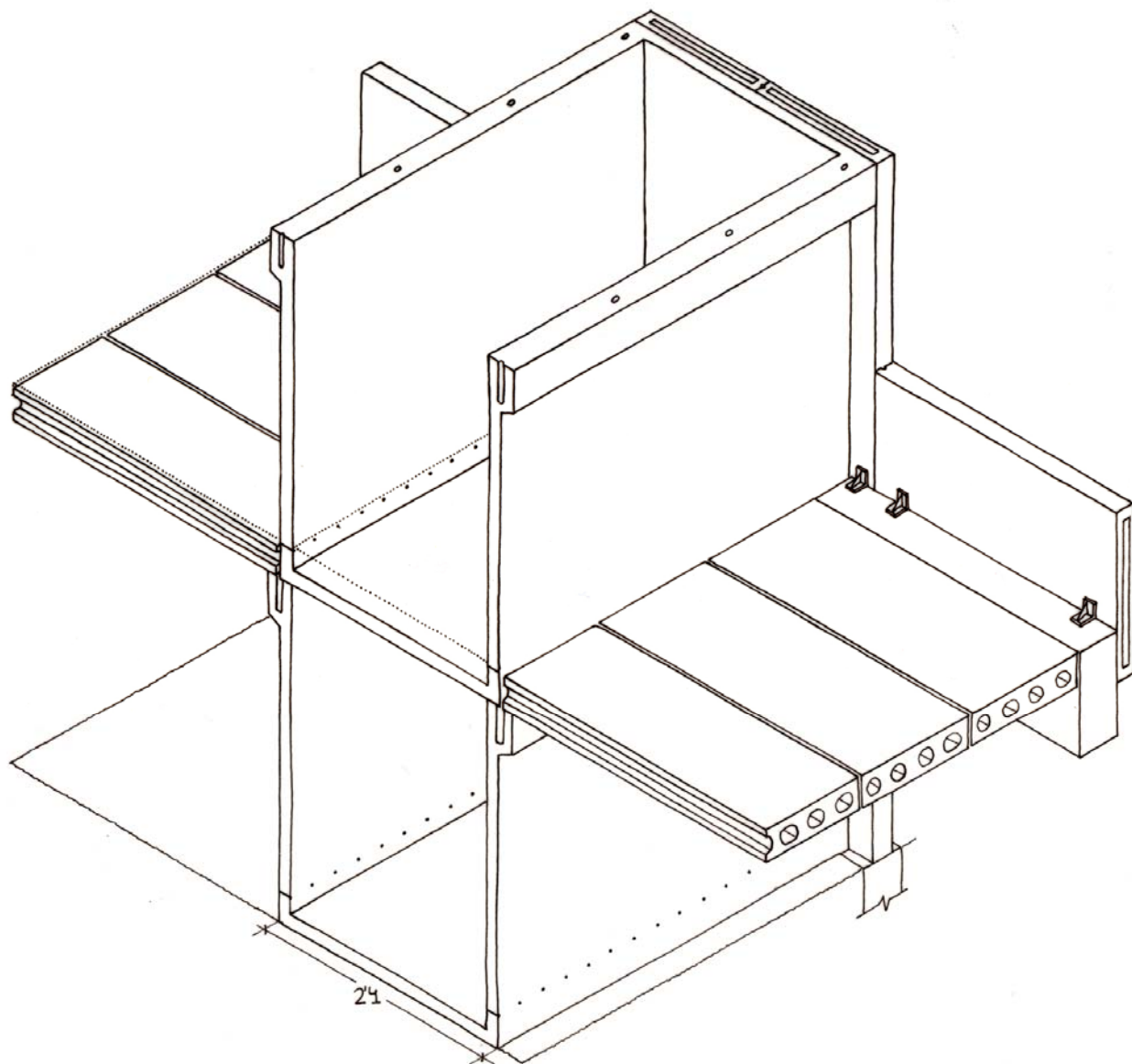
Després, es col·loquen les jàsseres damunt les mènsules dels pilars del primer nivell, havent situat unes bandes de neoprè intermèdies. Normalment, la unió entre la jàssera i el pilar es farà mitjançant barres roscades. Per tant, es passaran les barres pels forats tubulars de la jàssera i la mènsula, i s'abocarà el morter de baixa retracció.

Seguidament, es muntarà el forjat del nivell superior. Primer es col·loquen les jàsseres, després les barres roscades, i a continuació les plaques alveolars. Posteriorment, es munten els forjats superiors successivament. Després de muntar tota l'estructura es col·loquen les plaques de façana. Primer es cargolen les mènsules metàl·liques, llavors s'hi recolza el plafó i finalment es cargolen les esquadres estabilitzadores. Finalment, es formigona el perímetre del forjat i la part superior de les jàsseres. Després es col·loquen les malles i l'armat de negatiu de la capa superior i es procedeix al formigonat.

Quan finalitza el muntatge dels elements prefabricats es procedeix al segellat de les juntes. Finalment s'executen els interiors de l'edifici, les fusteries, les instal·lacions, ...



Fotos del muntatge de l'estructura i la façana.



**8.11**

SISTEMA DE MÒDULS PORTANTS, PLAQUES DE FORJAT I PLAFONS DE FORMIGÓ PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

---

#### ORIGEN.

---

El començament d'aquest sistema és al 2004, quan Pich-Aguilera Architects i l'empresa Prefabricats Pujol S.A. van utilitzar aquest sistema per construir els habitatges d'El Polvorí a Barcelona. Aquest incorpora un element singular, que és un mòdul tridimensional portant dissenyat a partir d'uns mòduls que s'havien utilitzat per la construcció de celes de presons. Prefabricats Pujol havia iniciat les seves activitats el 1942 com a prefabricador de petits elements. A partir del 1967 va posar en marxa la primera fàbrica de bigues precomprimides, i posteriorment, diverses ampliacions d'instal·lacions han confluït a l'estat actual.

Anteriorment trobem l'existència de sistemes similars. Per exemple hi ha sistemes de mòduls tridimensionals portants de formigó com el Variel de 1956 a Suïssa o el Bowliet de 1967 a Holanda.<sup>1</sup> També hi ha sistemes amb elements portants tridimensionals i plaques de grans llums com la patent Mah-Le Mesurier, amb la qual el 1970 es va construir l'edifici Luther Towers a Estats Units amb un muntatge postessat.<sup>2</sup>

#### UTILITATS.

---

Actualment s'utilitza principalment per **edificació amb llums diverses i alçada mitjana**, per les quals l'estructura està optimitzada: escoles i habitatges amb flexibilitat d'ús. Es poden incorporar elements especials a partir d'una gran estandardització.

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

---

Les principals diferències entre diferents indústries productores d'aquest sistema són: les mides, la geometria i les unions dels mòduls portants.

#### DESCRIPCIÓ.

---

És un sistema **pesat** de **formigó prefabricat**. L'estructura és de mòduls portants armats, i les jàsseres i les plaques són armades o precomprimides. La façana és de plafons autoportants sandvitx. És un sistema **obert** i compatible amb l'ús d'altres sistemes.

Els productes que prefabrica la indústria del sistema són **mòduls portants, plaques de forjat i plafons autoportants de formigó prefabricat**. El sistema permet muntar **l'estructura i el tancament de façana**. Els components del sistema són: els **mòduls portants, les plaques de forjat i els plafons autoportants**, els quals tenen diversos casos d'**unions i juntes**, els quals es descriuen a continuació.

---

<sup>1</sup> Document "LE14" de l'apartat "10. Bibliografia".

<sup>2</sup> Document "R19" de l'apartat "10. Bibliografia".

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS.

### ELEMENTS ESTRUCTURALS.

---

Els elements estructurals són els que formen l'estructura de l'edifici, i principalment són els mòduls i les plaques de forjat. Hi ha altres elements complementaris com les jàsseres, les escales...

Els **mòduls** prefabricats de formigó tenen 4 cares, és a dir que tenen la secció transversal en U i la longitudinal en L. La cara oberta requereix de la col·locació d'un perfil metàl·lic, que limiti les deformacions en la seva manipulació i transport. L'ample és de 2,4 m, l'alçada de 3,26 m i la llargada variable. Per exemple, en aquest projecte els llargs són: 4,3 m; 4,82 m; 5,44 m; 5,72 m; 5,97 m. El gruix de la base i el perímetre són 12 cm, que en els 30 cm superiors de cada mòdul es dobla en tot el perímetre, per fer de mènsula del forjat.

Els mòduls són portants, però poden tenir forats a la base i al perímetre, si s'estudien en el seu càlcul i disseny. Aquests forats poden ser obertures, forats d'ascensor, passos d'instal·lacions... L'acabat del formigó és gris llis de motlle.

Les **plaques de forjat** que s'utilitzen són plaques alveolars de gran llum. En aquest edifici són alveolars de 30 cm de gruix, 1,2 m d'ample i 11,5 m de llum.

Les **jàsseres** que s'utilitzen són per suportar els plafons de façana penjats i normalment són de formigó armat, amb secció rectangular de mides variables.

### COMPONENTS.

### ELEMENTS DE TANCAMENT.

---

Els elements de façana són els plafons i les fusteries, encara que també es poden utilitzar altres sistemes de tancament de façana. Els **plafons de façana** són autoportants, transmeten la seva càrrega a l'estructura mitjançant dos ancoratges resistents, i s'estabilitzen mitjançant dos ancoratges estabilitzadors. Les seves mides es veuen limitades per la fabricació, el transport i la col·locació.

En aquest projecte el gruix és de 20 cm. L'ample és variable amb plafons de: 0,8; 1,4; 2,2; 2,4; ... El llarg també és variable, amb plafons de 3,4; 5,07; 10,3; 11,16... Els plafons són sandvitx amb quarterons de plaques de poliestirè expandit a l'interior. Aquests quarterons tenen 8 o 10 cm de gruix i són per alleugerir el plafó. L'acabat és gris llis de motlle per pintar a l'obra. Les **fusteries** són com les de qualsevol edifici i no depenen del sistema.

## MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigeix cap modulació ni coordinació dimensional, però hi ha dimensions limitades a conseqüència de condicionants de la fabricació, del transport i del muntatge dels seus elements.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

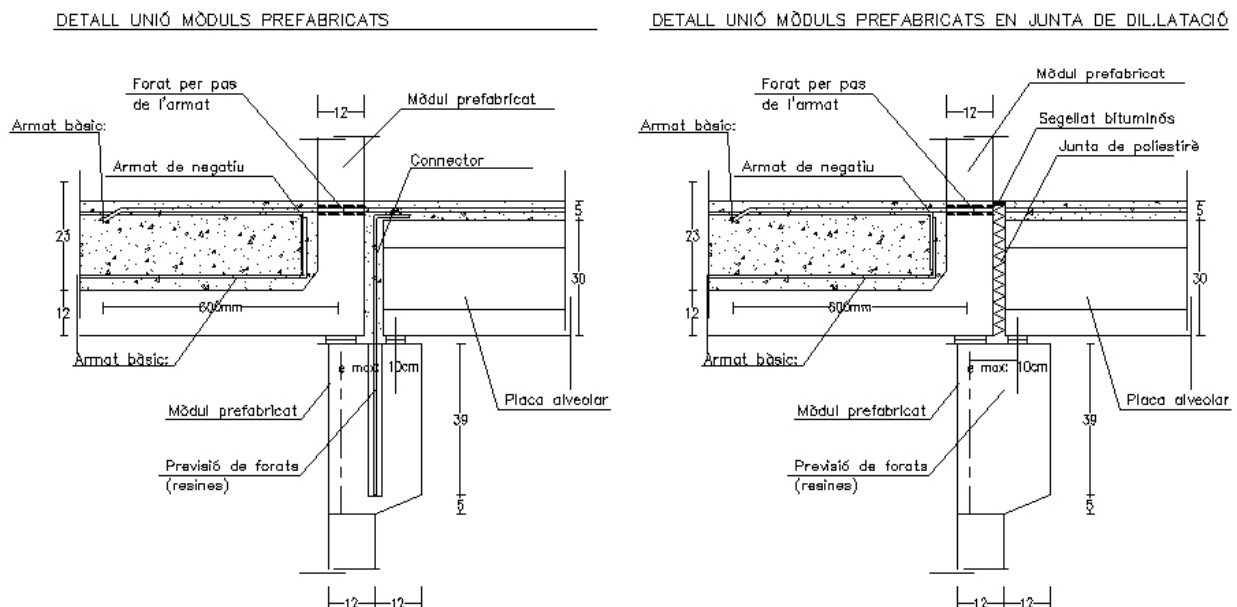
### UNIONS.

Les unions de l'estructura durant el muntatge són en sec. Els mòduls superiors recolzen damunt dels mòduls inferiors, i les alveolars damunt les mènsules lineals dels mòduls, amb plaques intermèdies de neoprè.

En els límits del forjat s'utilitzen jàsseres precomprimides, que recolzen damunt dels mòduls i possibiliten l'ancoratge dels plafons de façana.

Posteriorment s'executen les unions en obra amb formigó armat. Els mòduls tenen uns forats en el gruix de la mènsula superior. En aquests forats s'introdueixen connectors metàl·lics fixats amb resines, que són barres corrugades d'acer del 16 cada 60 cm. Aquests s'allarguen fins a la part superior de les plaques alveolars i es lliguen amb l'armat de la capa de compressió. Aquest armat de la capa de compressió passa a través del perímetre del mòdul. En obra s'aboca el formigó, que omplirà la base del mòdul fins al nivell superior de les plaques alveolars. També es formigonen les unions entre mòdul inferior i mòdul superior, entre plaques i els 5 cm de la capa superior. Les unions entre mòdul i forjat es consideren isostàtiques, i el forjat es considera un pla rígid indeformable.

Els plafons s'uneixen a l'estructura mitjançant quatre ancoratges metàl·lics, dos de resistents i dos d'estabilitzadors. Les unions són mitjançant guies metàl·liques, angulars metàl·lics i cargols mecànics.



Detalls de les unions entre mòduls. S'han extret del Projecte Executiu del C.E.I.P. Àngels Alemany de Lloret de Mar, que es detalla en l'entrada "P14" de l'apartat "10.Bibliografia".



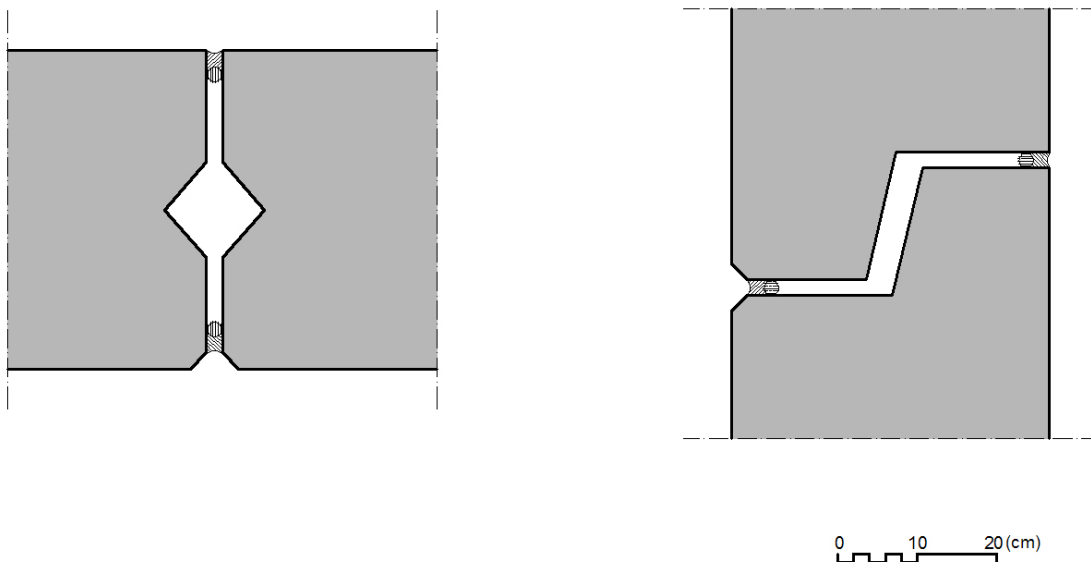
## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes a tenir en compte són les dels plafons i les de l'estructura. Les dels plafons són en dues fases, i permeten les toleràncies de les peces i la deformació diferencial. La seva estanqueïtat s'aconsegueix amb el material de segellat i amb la seva geometria.

Les els plafons tenen un doble segellat: un a l'interior i l'altre a l'exterior. El material de segellat és un cordó de silicona neutra damunt d'un perfil elàstic de PVC. En les juntes horitzontals l'estanqueïtat per geometria la resolen el mascle i femella, i en les verticals la cambra de descompressió. El gruix nominal és 10 mm amb tolerància de +/- 5 mm.

Les de l'estructura són de dilatació. En aquest cas el forjat és discontinu mitjançant una junta de polièstirè. I les plaques de forjat simplement recolzen damunt del mòdul prefabricat.



Detalls de les juntes vertical i horitzontal dels plafons de façana del sistema.

### LA FABRICACIÓ.

---

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

---

**El suport tècnic** està format per tècnics de grau superior i mitjà, que assessoren els projectistes, fan els càlculs, els plànols de fabricació i els de muntatge. **El temps d'aquest assessorament i disseny** de l'oficina tècnica depèn de la complexitat de l'obra. Per exemple, es va tardar uns dos mesos a produir la part de primària d'un centre escolar com el que s'estudia en l'apartat "9.11". Una part d'aquest temps s'encavalca amb la fabricació.

**La flexibilitat de disseny** contempla totes les combinacions possibles dels elements estructurals, de façana i interiors que recull el catàleg, i es contempla l'ús d'elements especials.

### LA PRODUCCIÓ.

---

El **teixit fabril** principalment és la fàbrica de mòduls de Mollerussa, que és una de les quatre fàbriques que l'empresa té a aquesta localitat, les quals sumen 500.000 m<sup>2</sup> d'extensió.

Les principals **fases del procés de fabricació** són: la preparació dels motlles, l'abocada del formigó i el desemmotllatge. El plafons fabriquen en horitzontal en taules, però les jàsseres i les plaques es produeixen en horitzontal amb maquinària especial. Els mòduls es fabriquen en motlles tridimensionals expressament dissenyats. El **temps de fabricació** és d'1 a 2 mesos per un volum com el del centre escolar de l'apartat "9.11".

Al final del procés de producció, quan hi ha peces rebutjades, incorrectes o quan l'edifici ha acabat la seva vida útil hi ha productes que s'han de destruir mecànicament, separar els materials de l'aglomerant i reciclar-los. Els àrids reciclats actualment es poden reutilitzar per fabricar noves peces.

Els **components del sistema** tenen un grau d'industrialització mitjà pel tipus de construcció que s'utilitza contemporàniament al país. La prefabricació dels elements implica una industrialització inexistent en la majoria dels altres sistemes constructius del moment.

El **grau de formació inicial** dels operaris pot ser baix, però els treballadors adquireixen coneixements específics sobre prefabricats de formigó a la mateixa empresa.

La **maquinària**, que intervé en la majoria dels processos, és especialitzada per formigó prefabricat: pistes per plafons amb vibració i rotació, motlles per elements lineals armats i precomprimits, motlles amb variacions geomètriques, motlles d'escala, sils, formigoneres, ponts grua. La majoria tenen un accionament i control manuals, i el grau d'automatització és molt baix.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els plafons i les plaques arriben a l'obra en camions normals, col·locats en horitzontal i apilats. Els mòduls es transporten individualment en camions normals, i poden tenir microfisures degudes a les deformacions complexes a que els sotmet el transport.



Fotos del transport dels mòduls cedides per Pich-Aguilera Architects.

### LA RECEPCIÓ.

---

No es fa aplec a l'obra dels mòduls de formigó, ja que són elements molt pesats, de 12 a 24 T. La seva manipulació és elevadament costosa i, en conseqüència, es situen al seu lloc quan arriben a l'obra. Si que es fa aplec dels plafons i de les plaques, que es realitza en condicions molt semblants a les del transport: es recolzen damunt de daus de fusta. La manipulació de tots els elements es fa amb grues autoportants agafant els plafons pels ganxos d'elevació o per ancoratges específics.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL MUNTATGE.

---

Els treballs previs són els fonaments, que defineixen la cota inferior dels primers mòduls prefabricats de formigó armat. Seguidament, es fa un replanteig en planta i alimetria de la situació dels mòduls de planta baixa. S'anivellen les zones on es situen els mòduls, amb morter de baixa retracció tipus Grout. Aquesta regulació fa compatible la tolerància dels fonaments de decímetres amb la dels mòduls de centímetres.

A continuació, es col·loquen els mòduls. Primer es presenten i dipositen els d'una planta sense cap fixació. A damunt es col·loca una planta de forjat. Les jàsseres es situen en el perímetre de façana, en els punts on hi ha plafons prefabricats de formigó. Es fa el successiu muntatge de tots els mòduls i plaques de les dues plantes de damunt.

Un cop muntada tota l'estructura es col·loca l'armat i s'aboca el formigó de la capa de compressió i de les unions. Aquesta fase d'armat i abocat de formigó, en edificis de més de tres plantes es faria intercalat amb el muntatge de l'estructura. Es faria amb un decalatge màxim de dues plantes muntades en sec. Finalment, es col·loquen els plafons per façanes i de baix a dalt. Quan estan tots connectats es segellen les juntes per l'interior i l'exterior. Finalment es pinten les façanes.



Fotos de la construcció del C.E.I.P. Àngels Alemany de Lloret de Mar cedides per Pich-Aguilera Architects.

## LA POSADA EN OBRA.

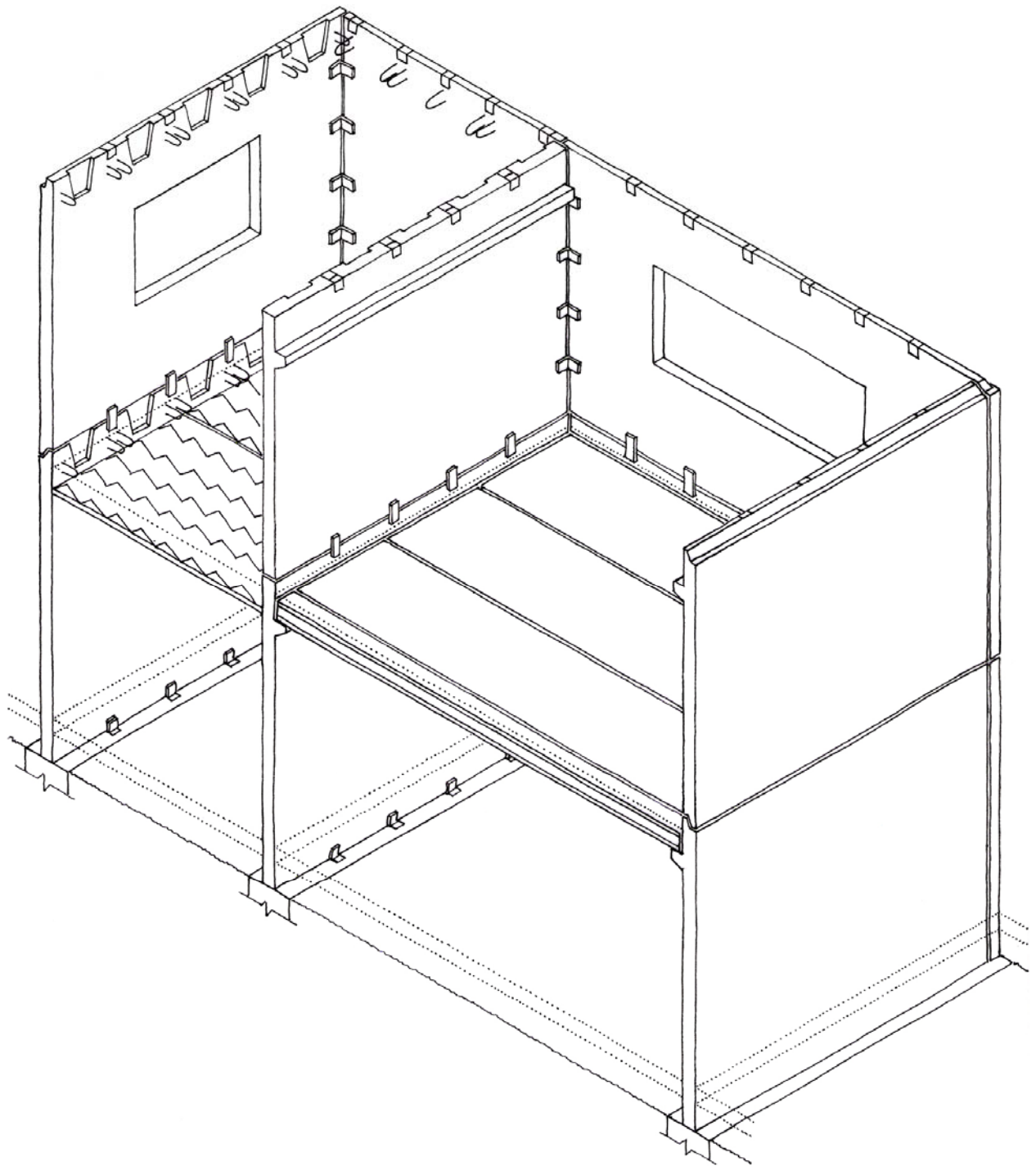
---

### EL MUNTATGE.

---



Fotos de la construcció del C.E.I.P. Àngels Alemany de Lloret de Mar cedides per Pich-Aguilera Architects.



**8.12**

SISTEMA DE MURS PORTANTS MASSISSOS I PLAQUES DE FORJAT DE FORMIGÓ PREFABRICAT.

## EL SISTEMA CONSTRUCTIU PREFABRICAT.

### INFORMACIÓ GENERAL.

#### ORIGEN.

És un cas concret dels sistemes de murs portants amb grans plafons prefabricats de formigó armat, els quals tenen exemples del passat paradigmàtics com els sistemes francesos Camus de 1948, Coignet de 1951, Balency de 1954<sup>1</sup>. També els danesos Jespersen<sup>2</sup> i Larsen & Nielsen<sup>3</sup>.

El “Sistema de plafons prefabricats portants Indagsa de formigó armat” és el que es desenvolupa en aquest apartat. Indagsa es va fundar el 1992 com una empresa d'enginyeria, amb l'objectiu de dissenyar un sistema constructiu per edificació. Així van dissenyar aquest sistema d'elements estructurals de formigó armat, que té patent d'invenció nº 9102260.

#### UTILITATS.

Actualment s'utilitza principalment per **edificació de llums mitjanes i diverses plantes**, per la qual l'estructura està optimitzada. Per exemple, es construeixen edificis d'habitatges, oficines, escoles... Els murs de façana també s'utilitzen com a plafons autoportants, en edificis amb estructures no prefabricades. Les façanes poden tenir elements especials a partir d'una certa estandardització..

#### CARACTERÍSTIQUES SINGULARS DE CADA INDÚSTRIA.

Les principals diferències entre diferents indústries d'aquest sistema són: el grau d'industrialització -a fàbrica o a peu d'obra-, les unions –soldades, amb formigó abocat en obra- i els elements que incorporen embeguts – instal·lacions d'aigua, electricitat, calefacció...

També difereixen segons les mides, la geometria i el tipus d'elements que ofereixen, encara que totes com a mínim resolen l'estructura i la façana. Algunes ofereixen més tipus de forjats com pre-lloses i plaques alleugerides. D'altres ofereixen més tipus d'acabats, de seccions, de gruixos... D'altres ofereixen elements auxiliars com escales, caixes d'ascensor...

#### DESCRIPCIÓ.

És un sistema **pesat** de **formigó prefabricat**. L'estructura és de murs portants massissos de formigó armat, i les plaques de forjat armades o precomprides recolzades. La façana és de plafons portants i d'arriostament homogenis. És un sistema **semi obert**, que és compatible amb l'ús d'altres sistemes, excepte la façana i algunes divisions interiors que han de ser de murs portants de formigó armat.

Els productes que prefabrica la indústria del sistema són **plafons i plaques de forjat** i permet muntar **l'estructura i el tancament de façana**. Els components del sistema són els **plafons verticals portants, d'arriostament i autoportants i les plaques de forjat**, amb diversos casos d'**unions i juntes**, els quals es descriuen a continuació.

<sup>1</sup> Document “LEI4” de l'apartat “10. Bibliografia”.

<sup>2</sup> Es comenta en l'apartat “8.07”.

<sup>3</sup> Es comenta en l'apartat “8.08”.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

---

### COMPONENTS.

---

**Els plafons** poden ser interiors o de façana. Els plafons interiors poden ser portants, autoportants o d'arriostament. Treballen verticalment a compressió, encara que també absorbeixen rasants i traccions. Poden fer de 12 a 20 cm de gruix, fins a 2,5 o 3,5 m per un costat i fins a 10 m per l'altre. Es poden utilitzar per separar diferents usos en un mateix edifici ( habitatges, escales i ascensors, ...).

Els plafons de façana també poden ser portants, autoportants o d'arriostament. Treballen de la mateixa manera que els interiors, i poden tenir les mateixes dimensions. Poden tenir diferents acabats en la seva cara externa, tant tractaments posteriors (rentats amb aigua o sorra) com emmotllats.

Les toleràncies van en funció de les dimensions. Per exemple, un plafó de 3,85 x 7,8 x 14 té 1 cm de tolerància. S'utilitzen ciments CEM I 52,5 R i BL II 42,5 R; àrids calcaris i silícics amb diferents textures i colors possibles; i admeten la incorporació d'additius i colorants. L'armat són malles electrosoldades, cercols i reforços. Els formigons tenen resistències característiques que varien normalment entre 25 i 40 N/mm<sup>2</sup>.

**Els forjats** poden ser més o menys prefabricats: plaques alveolars, prelloses, biguetes i revoltos, ... El sistema té un tipus d'unió amb els elements de forjat versàtil, que permet aquest ventall de forjats.

### MODULACIÓ I COORDINACIÓ DIMENSIONAL.

---

El sistema no exigeix cap modulació ni coordinació dimensional però hi ha dimensions limitades a conseqüència de condicionants de la fabricació, del transport i del muntatge dels seus elements.

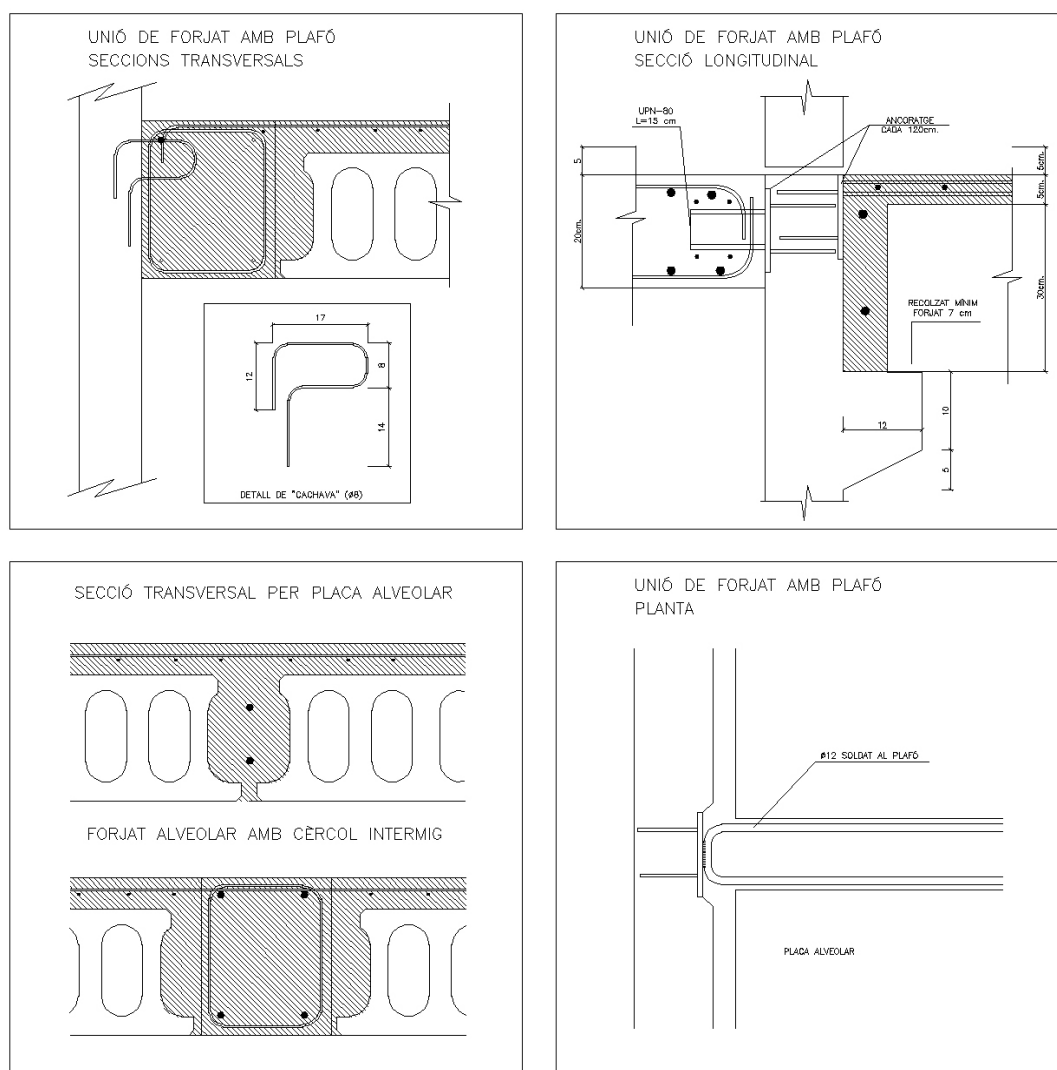


## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### UNIONS.

Les unions principals a realitzar en obra amb aquest sistema són entre plafons i entre el plafó i el forjat. Entre plafons són mitjançant plaques metàl·liques. Aquestes estan embegudes en els plafons i soldades a l'obra, i són perfils en "L" de 70x70x7. A més a més, les juntes s'omplen linealment amb morters de retracció controlada. Els perfils en "L" metàl·lics transmeten esforços rasants i traccions, mentre que els morters transmeten les compressions.

Entre el plafó i el forjat les unions canvien segons el tipus de forjat. En aquesta obra les plaques alveolars recolzen sobre una mènsula de formigó dels plafons. A l'obra es formigona el cercol perimetral, l'espai entre plaques i la capa de compressió. Aquesta unió entre el plafó i el forjat es considera que és isostàtica i no transmet cap moment d'encastament als plafons. En les escales i trams in situ, unes unions metàl·liques embegudes en el formigó permeten la transmissió dels esforços del forjat als plafons.



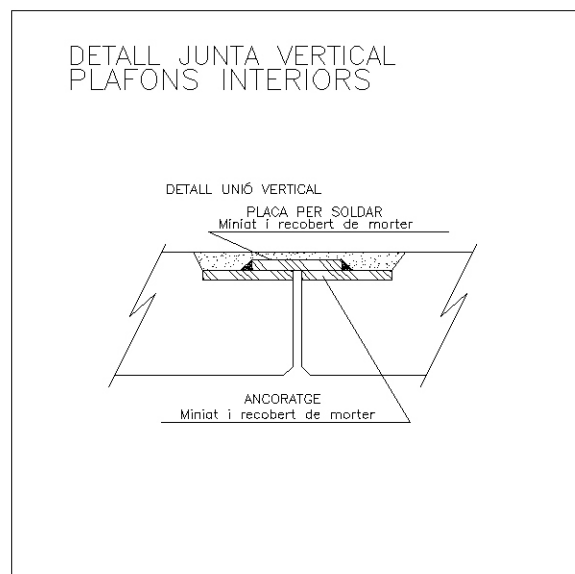
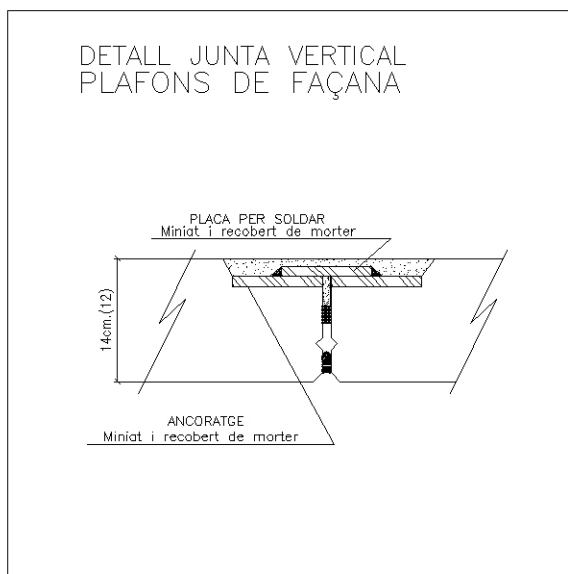
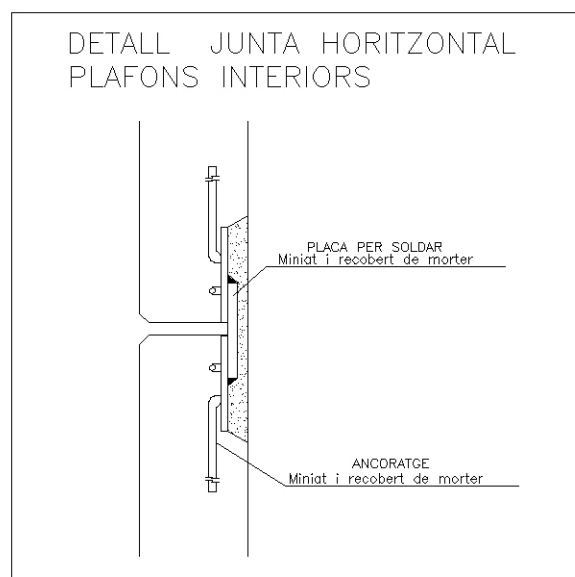
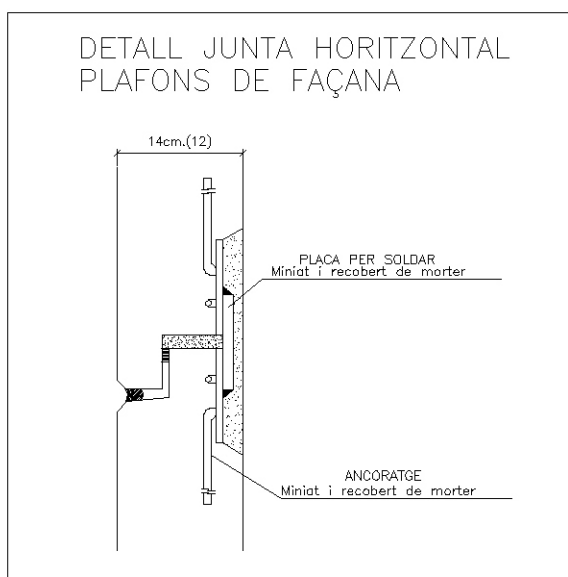
Detalls de les unions del sistema cedides per Indagsa.

## INFORMACIÓ TÈCNICA.

### JUNTES.

Les juntes estàndard del sistema són entre els plafons. Són en dues fases, és a dir que la seva estanqueïtat s'aconsegueix amb el material de segellat i la seva geometria. El material de segellat és un cordó de silicona neutra damunt d'un perfil elàstic de PVC. En les juntes horitzontals l'estanqueïtat per geometria la resolen el mascle i femella, i en les verticals la cambra de descompressió. El gruix nominal és 10 mm amb tolerància de +/- 5 mm.

No obstant, en aquest edifici es van fer juntes horitzontals planes, segellades a l'interior amb el morter de baixa retracció i a l'exterior amb silicona neutra.



Detalls de les juntes del sistema cedides per Indagsa.

### LA FABRICACIÓ.

#### EL DISSENY I EL SUPORT TÈCNIC.

**El suport tècnic** està format per l'oficina tècnica, en la qual hi ha tècnics de grau superior, mitjà i delineants. Aquests assessoren mitjançant visites, consultes telefòniques..., durant els processos de disseny, fabricació i muntatge. També hi ha a la disposició el DIT 452, que explica detalladament el sistema i els seus elements. El **temps d'assessorament i disseny** és de dos mesos, per un projecte d'un C.E.I.P. o edifici similar de 3000 a 5000 m<sup>2</sup>.

La **flexibilitat de disseny** contempla tots els components del sistema definits en el DIT, i també permet l'ús d'elements especials per cada projecte.

#### LA PRODUCCIÓ.

El **teixit fabril** de la indústria és la fàbrica de El Casar de Talamanca, Guadalajara, que té una extensió de 4.400 m<sup>2</sup>. Hi ha una fàbrica amb dues naus, que tenen un total de 30 pistes de fabricació, amb una superfície útil de 1.300 m<sup>2</sup>, dues formigoneres, sils...

Les principals **fases del procés de fabricació** són la preparació dels motlles, l'abocada del formigó i el desemmotllatge. El plafons es fabriquen en horitzontal a les pistes.

El **temps de fabricació** és de dos mesos, per un C.E.I.P. o un edifici similar de 3000 a 5000 m<sup>2</sup>. Aquest temps es solapa un mes amb l'assessorament i el disseny.

Al final del procés de fabricació, si hi hagués peces inservibles o si l'edifici hagués acabat la seva vida útil, s'hauria d'enderrocar. Després d'enrunar hi ha productes que s'haurien de destruir, separar els materials del formigó i reciclar-los. Actualment es poden utilitzar àrids reciclats per prefabricar noves peces.

Els **components del sistema** tenen un grau d'industrialització mitjà, comparat amb el tipus de construcció que s'utilitza contemporàniament al país. La prefabricació d'aquest sistema, implica una industrialització que la majoria dels altres sistemes constructius del moment no tenen.

El **grau de formació inicial** dels operaris a fàbrica pot ser baix, però els treballadors adquireixen coneixements específics sobre prefabricats de formigó a la mateixa empresa. En canvi, a l'obra es requereixen soldadors qualificats. A fabrica hi treballen 80 persones en dos torns: 2 encarregats, 2 capatassos, 3 per la planta de formigó, 10 mecànics, 8 per càrrega i descàrrega i 55 per muntar i formigonar les peces.

La **maquinària**, que intervé en la majoria dels processos, és especialitzada per formigó prefabricat: pistes per plafons amb vibració i rotació, motlles amb variacions geomètriques, motlles d'escala, sils, formigoneres, ponts grua. La majoria tenen un accionament i control manuals i el grau d'automatització és molt baix.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL TRANSPORT.

---

Els plafons arriben a l'obra mitjançant el transport en camions gòndola. Les peces van col·locades en vertical, recolzades damunt de cavallets metàl·lics amb proteccions de fusta, neoprè o espuma.

### LA RECEPCIÓ.

---

L'aplec a l'obra es realitza en condicions molt semblants a les descrites pel transport. Les peces recolzaran damunt d'una estructura de cavallets o pintes resistents i estables, i es situaran sobre un terreny compacte i estable.



Fotos de l'aplec dels murs portants de façana del C.E.I.P. Vinya del Sastret de Sant Esteve Sesrovires.

## LA POSADA EN OBRA.

### EL MUNTATGE.

El muntatge d'un C.E.I.P. o d'un edifici similar de 3000 o 5000 m<sup>2</sup> es fa durant dos mesos i mig. Aquest temps es solapa un mes amb la fabricació.

Primer es realitzen els treballs previs. Es fixen les plaques metàl·liques d'unió amb l'estructura inferior, que suportarà els plafons inferiors: sabates corregudes, murs de contenció, bigues de gran cantell. Després es replantegen els plafons, repartint les juntes per absorbir les toleràncies de l'obra in situ.

Seguidament es situa el primer plafó: es col·loca al seu lloc, es regula i s'anivella la cota amb alces metàl·liques, s'aplomen les cares, i s'estabilitza momentàniament amb puntals metàl·lics. Llavors es presenta i col·loca un segon plafó, i es solden les plaques necessàries per a una estabilitat provisional. A partir d'aquest moment, es van col·locant tots els plafons de la planta: s'executen i es protegeixen totes les soldadures, i s'aboca el morter de baixa retracció en les unions.

Després es munten les peces de forjat damunt de les mènsules de formigó, i s'estabilitzen provisionalment amb puntals. S'armen i es formigonen els cercols, l'espai entre les plaques i les capes superiors de formigó in situ. A continuació, es col·loquen els plafons de la pròxima planta, després es recolzen les plaques de forjat corresponents, i llavors es formigona la capa superior d'aquest forjat. Tot seguit, es repetirà el muntatge dels murs i els forjats de les altres plantes.

Quan finalitza el muntatge de tots els elements prefabricats de l'edifici, es procedeix al segellat de les juntes amb silicona.



Fotos de la construcció del C.E.I.P. Vinya del Sastret de Sant Esteve Sesrovires.

## LA POSADA EN OBRA.

---

### EL MUNTATGE.

---



Fotos de la construcció del C.E.I.P. Vinya del Sasret de Sant Esteve Sesrovires.