



EDIFICACION INDUSTRIALIZADA: APLICACIÓN EN EDIFICIOS ESCOLARES

PROYECTO DE FIN DE CARRERA

AUTOR: JUAN LUIS RODRIGUEZ SAURA

TUTOR DEL PROYECTO: LUIS GARCIA BALLESTER

JUNIO DE 2011.ETSGE

ÍNDICE

1.- INTRODUCCION	7
1.1.- PREAMBULO	7
1.2.- OBJETIVOS	7
2.- CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA	9
2.1.- PREAMBULO	9
2.2.- CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA	9
3.- DESARROLLO EN ESPAÑA DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA ESCOLAR	21
3.1.- PREAMBULO	21
3.2.- SEGUIMIENTO HISTORICO	22
3.2.1.- PRIMERA ETAPA	23
3.2.2.- SEGUNDA ETAPA	27
3.2.3.- TERCERA ETAPA	32
3.2.4.- CUARTA ETAPA	33
3.2.5.- QUINTA ETAPA	35
4.- ANALISIS SOCIOECONOMICO DE LAS VENTAJAS DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA	50

4.1.-	PREAMBULO	50
4.2.-	ANALISIS SOCIOECONOMICO DE LAS VENTAJAS DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA EN LA ACTUALIDAD	52
4.2.1.-	MOMENTO DE CONTRASTES	52
4.2.2.-	MÚLTIPLES PRESTACIONES	55
4.2.3.-	RAPIDEZ Y CALIDAD	56
4.2.4.-	ESCASAS INTERFERENCIAS EN LA ACTIVIDAD	56
4.2.5.-	ADAPTABILIDAD	57
4.2.6.-	CONSTRUCCIÓN EFICIENTE	58
4.2.7.-	CARÁCTER 'ECOSOSTENIBLE'	59
4.2.8.-	CIMENTACIONES SENCILLAS	59
4.2.9.-	SEGURIDAD EN EL TRABAJO	60
4.2.10.-	PERSONALIZACIÓN	60
4.2.11.-	CONFORT Y SEGURIDAD	61
4.2.12.-	FÁCIL MANTENIMIENTO	61
4.2.13.-	SIGUE LA EVOLUCIÓN	63
5.-	CATALOGACION	67
5.1.-	SISTEMA CONSTRUCTIVO	67
5.1.1.-	INFORMACION GENERAL	68
5.1.1.1.-	ORIGEN	68
5.1.1.2.-	UTILIDADES	68
5.1.1.3.-	CARACTERÍSTICAS SINGULARES DE LA INDUSTRIA.	69

5.1.1.4.- DESCRIPCIÓN.	69
5.1.2.- INFORMACION TECNICA.....	70
5.1.2.1.- COMPONENTES	70
5.1.2.2.- MODULACIÓN Y COORDINACIÓN DIMENSIONAL.	75
5.1.2.3.- UNIONES	76
5.1.2.4.- LAS JUNTAS	77
5.1.3.- LA FABRICACIÓN.....	78
5.1.3.1.- EL DISEÑO Y EL APOYO TÉCNICO.	78
5.1.3.2.- LA PRODUCCIÓN.	79
5.1.4.- LA PUESTA EN OBRA.....	85
5.1.4.1.- EL TRANSPORTE.	85
5.1.4.2.- LA RECEPCIÓN EN OBRA	87
5.1.4.3.- EL MONTAJE.	88
5.2.- ESCUELA SIGNIFICATIVA	92
5.2.1.- ESTUDIO GENERAL.....	92
5.2.1.1.- SITUACION	92
5.2.1.2.- AUTOR	95
5.2.1.3.- CONSTRUCTORA	95
5.2.1.4.- PROMOTORA	95
5.2.1.5.- EMPRESA FABRICANTE DEL SISTEMA INDUSTRIALIZADO. ...	95
5.2.1.6.- INICIO DE CONSTRUCCION	96
5.2.1.7.- TIEMPO DE EJECUCION	96

5.2.1.8.- VOLUMETRIA	99
5.2.1.9.- SUPERFICIE	100
5.2.1.10.- DIMENSIONES	103
5.2.1.11.- PROGRAMA DE NECESIDADES	104
5.2.1.12.- SISTEMA CONSTRUCTIVO	106
5.2.1.13.- PARTES PREFABRICADAS	106
5.2.1.14.- COSTE	106
5.2.1.15.- INTEGRACION EN EL ENTORNO	109
5.2.1.16.- SENSIBILIDAD CON EL MEDIO AMBIENTE	109
5.2.2.- DESCRIPCION DEL EDIFICIO.....	112
5.2.2.1.- CIMENTACION	112
5.2.2.2.- ESTRUCTURA	114
5.2.2.3.- CERRAMIENTOS	118
5.2.2.4.- CUBIERTA	121
5.2.2.5.- DIVISIONES INTERIORES	123
5.2.2.6.- CARPINTERIAS	125
5.2.2.7.- INSTALACIONES	128
5.2.3.- INFORMACION GRAFICA.....	131
5.2.3.1.- EMPLAZAMIENTO	131
5.2.3.2.- PLANTAS	132
5.2.3.3.- ALZADOS	133
5.2.3.4.- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	135

6.- ANALISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	138
6.1.- REDACCION DE PROYECTO.	138
6.2.- FABRICACIÓN	138
6.3.- PUESTA EN OBRA	140
7.- CONCLUSIONES	142
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	145
9.- AGRADECIMIENTOS	148
10.- ANEXOS	149
10.1.- DOCUMENTACION HISTORICA RECOPIADA	149
10.2.- DOCUMENTACION PARA REDACCION DE PROYECTOS.CIEGSA	168
10.3.- DOCUMENTACIÓN DE ESCUELA SIGNIFICATIVA	179
10.4.- DOCUMENTACIÓN DE OTRAS ESCUELAS SIGNIFICATIVAS	220

1.- INTRODUCCION

1.1.- PREAMBULO

Pese al avance de la tecnología aplicada al mundo de la construcción en los últimos años, los métodos utilizados en este sector siguen siendo los mismos en España; esta situación nos ha de llevar a plantear la necesidad de cambiar la forma de construir para adaptarla a los nuevos productos surgidos y así aprovechar todas sus ventajas y poder abaratar costes, acortar plazos y mejorar acabados. Con ese objetivo surge la idea de plantear un sistema constructivo alternativo al tradicional.

1.2.- OBJETIVOS

Mediante el seguimiento de un proyecto concreto se pretende catalogar las principales factores que influyen en la elección de de esta tipología de construcción para un caso concreto de proyecto. Realizando un análisis y dando a los distintos factores influyentes un peso proporcional a su importancia para hacer el seguimiento del proceso de construcción de una escuela donde se trata de analizar todos los factores y lograr entender el sistema en su conjunto.

El presente informe no pretende dar una solución constructiva moderna que sustituya al método tradicional aplicable en todo caso, sino que pretende dar un ejemplo de cómo objetivizar el proceso de construcción industrializada en este caso entre los existentes hoy día en función de las características del edificio que se ha construido. En este proceso se tiene en cuenta no sólo el coste y

plazo sino también conceptos no tan fácilmente cuantificables pero que no por ello tienen que dejar de tenerse en cuenta a la hora de elegir entre uno u otro proceso constructivo; un buen ejemplo de esto son aspectos relacionados con el medio ambiente, las molestias a los vecinos que ocasiona una obra, la calidad de la ejecución o la facilidad en el proceso de ejecución.

2.- CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA

2.1.- PREAMBULO

Antes de empezar a explicar el desarrollo histórico en el ámbito de la construcción industrializada conviene aclarar una serie de conceptos que aparecerán en repetidas ocasiones.

2.2.- CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA

Cuando la empresa de la industria aeronáutica Boeing fabrique edificios de viviendas, utilizará los métodos y las técnicas que conoce para fabricar sus aviones; es decir, mediante ensamblaje de módulos de gran dimensión prácticamente acabados, suministrados por unas cuantas empresas que estarán operando en alguna parte del mundo. Esta es la hipótesis que sostienen los arquitectos Stephen Kieran y James Timberlake en el libro *Refabricating*.* Se pasaría de los 1267 productos que hacen falta para construir una vivienda convencional a los 80 componentes que serán necesarios para construir la futura e hipotética vivienda Boeing.

El término "construcción industrializada" ha sido corrientemente empleado a lo largo del siglo XX para identificar formas de construir que pretendían ser, mediante la incorporación de las técnicas y métodos industriales, una alternativa a la construcción convencional. Se ha dicho que las viviendas montadas en una fábrica y que posteriormente se trasladan a su emplazamiento son construcciones industrializadas. También se ha dicho que es el edificio que es ensamblado en obra con elementos prefabricados de

hormigón in situ conformada con encofrados de alto rendimiento y con cerramientos exteriores e interiores a base de placas. Podríamos calificar de industrializadas otras muchas formas de construir.

G. Blachère, en los años setenta, ** propuso la siguiente definición: "La industrialización es la utilización de tecnologías que reemplazan la habilidad del artesano por el uso de la maquina". La definición de Blachère sigue siendo válida cuarenta años después, si aceptamos una interpretación amplia de la palabra *maquina* y asumimos la necesidad de utilizar las metodologías de gestión propias del sector industrial, cuyos objetivos básicos son la optimización económica y productiva.

Si queremos averiguar las razones que nos han llevado a la edificación industrializada, es decir, conocer cómo y por qué el proceso de industrialización ha conseguido afectar directamente al organismo arquitectónico (no como objeto único, sino repetible o en serie), no basta ciertamente con analizar los aspectos puramente tecnológicos. El progreso tecnológico ha sido sin duda un factor importante, pero no el único, ya que la edificación industrializada va englobada en el contexto más amplio de la transformación estructural que ha atravesado el sector de la edificación desde mediados del siglo XIX hasta nuestros días.

Un análisis histórico referente a la edificación industrializada no puede prescindir de considerar al propio tiempo los aspectos socioeconómicos, científicos, culturales e ideológicos, además de los puramente tecnológicos e industriales, que han caracterizado y caracterizan la transformación del sector bajo el empuje de la industrialización, requiriendo, por lo tanto, un tratamiento amplio y profundo.

Blachère también predijo que, en un escenario en que prevaleciesen las técnicas industriales de construcción, los artesanos tradicionales provenientes de los oficios clásicos serían

desplazados por otros profesionales más polivalentes y versátiles, que montarían y ensamblarían las partes del edificio.

No obstante, un edificio no es como un vehículo ni como cualquier producto que se pueda producir hoy día en cadena, por eso, las distintas metodologías de construcción industrializada intentan introducir el trabajo en cadena en alguna de las fases de la construcción para así eliminar las faenas más manuales, caras y requirentes de mano de obra especializada por un proceso en serie.

Con este concepto se intenta pasar la mayor parte de trabajo en obra a una factoría; esto significa entre muchos otros conceptos un aumento de la productividad, una especialización de la mano de obra, una reducción de los accidentes, un aumento de la calidad debido al mayor control en la producción y lo que es más importante, una reducción de plazos (entendido como tiempo en obra) y costes. Para incorporar el concepto de "cadena de producción" al mundo de la construcción, se tiene que adaptar el diseño de los edificios y realizar una producción flexible, también es necesario que no quede nada sin definir con perfección ya que las modificaciones una vez empezada la producción son más difíciles que para el caso de la construcción tradicional.

Considerando los aspectos operativos conexos con la edificación industrializada, actualmente son dos los sistemas de producción adoptados: a ciclo abierto y a ciclo cerrado.

En esta ocasión, ciclo se refiere al modo de utilizar, tanto en el aspecto técnico como en el económico, los componentes industrializados.

Ya en el siglo XIX comenzaron a desarrollarse algunos sistemas industrializados. Autores como Perret o Le Corbusier habían comenzado a utilizar el hormigón prefabricado tanto en la estructura como en las pieles y divisiones que cubren y compartimentan un edificio. Pero es a partir del siglo XX, y más concretamente después

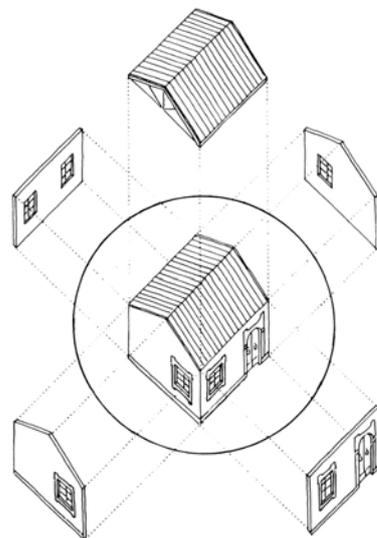
de la I Guerra Mundial cuando surgen, de modo necesario, los sistemas cerrados.

La destrucción y los efectos producidos por esta guerra, especialmente en Francia y Rusia, hacían necesaria una reconstrucción rápida y eficaz que permitiera dotar a la población de una vivienda donde poder cobijarse. Como consecuencia de tal conflicto, la situación económica no era de lo más alentadora para ello. Estas circunstancias dieron lugar a la aparición de los sistemas cerrados, o el también llamado método de los "modelos".

Estos sistemas, "...se basan en producir determinados organismos arquitectónicos" según Enrico Mandolesi. Para ello, primero se hace un proyecto de un tipo de edificio (una casa, por ejemplo) y los elementos constructivos que van a formar parte de él se producen en serie. Es en la misma fábrica en la que se fabrican estos elementos y en la que se montan conjuntamente, dejando el objeto "casa" totalmente terminado y preparado para ser llevado a la obra y anclarlo al terreno mediante una cimentación apropiada.

Esta forma de construir se asemeja bastante a las cadenas de producción de automóviles, en las que se fabrican las piezas que son montadas "en cadena" y sometidas a unos controles de calidad exhaustivos, que dan como lugar automóviles, casas, etc... completamente terminados y de buena calidad.

El gran inconveniente de los sistemas cerrados viene determinado por los medios necesarios para el transporte de los componentes a obra, que son elevados, pues hay que utilizar grandes grúas y camiones que muchas veces no cumplen con las dimensiones permitidas para circular por carretera, lo que implica tener que utilizar otros medios de transporte como el ferrocarril. A esto se



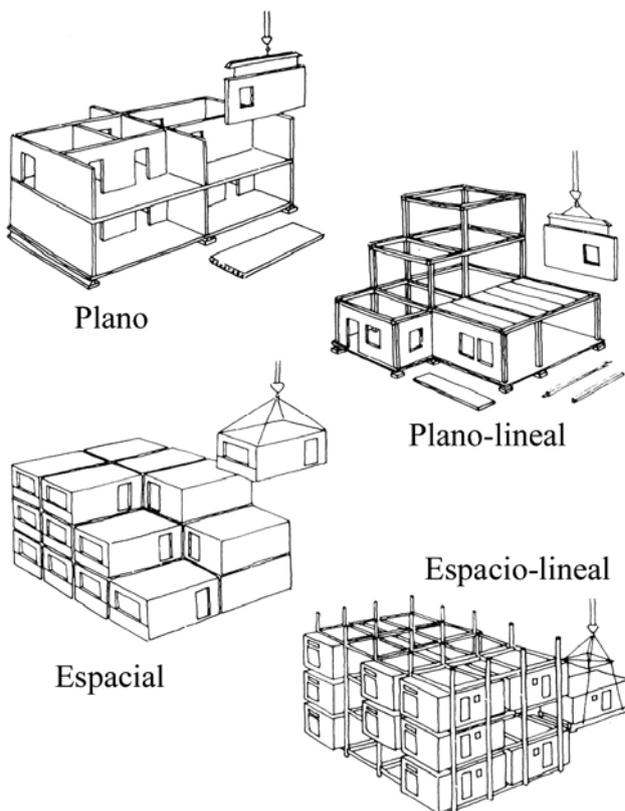
le podría añadir la dificultad del manejo de dichas "casas" en su lugar de ubicación.

Esto provocó el traslado "a pié de obra" del proceso de fabricación de sus elementos para montarlos directamente en su ubicación. Para ello eran necesarios complejos encofrados y de moldeo. Es obvio pensar que al trasladar el proceso de fabricación a obra surjan mermas en la calidad del producto final, pues no habrá los mismos medios (mecánicos o referentes al control de calidad) en obra, como los pueda haber en fábrica.

Estos componentes, como he dicho, se combinan entre sí para formar parte de un "conjunto total" o edificio terminado. Esto conlleva a una única posible utilización de tales componentes, los cuales están diseñados y coordinados dimensionalmente entre ellos para solo poder formar parte de un determinado edificio. Es tal vez este aspecto el que da nombre a este tipo de sistemas: cerrados.

Éstos se han desarrollado de dos formas: por una parte han adaptado en las fábricas los típicos trabajos realizados con obra tradicional, y por otra han empleado en la edificación las bases y procedimientos propios de la industria.

En la primera podemos decir que ha tenido una gran importancia la prefabricación de hormigón armado en paneles de fachada, pilares y vigas



elaborados en fábrica con uniones "húmedas" (juntas de hormigón) o "secas" (placas atornilladas, soldadas). También hay que destacar las células espaciales en forma de "caja" las cuales se superponen dando lugar a aparejos constructivos planos, plano-lineales, espaciales y espacio-lineales. Aunque este tipo de construcciones no son propias de estos sistemas pesados.

En su segundo desarrollo, los sistemas cerrados dan una gran importancia a las empresas constructoras de cerrajería de armar, carpintería metálica, incluso a la industria del automóvil. Esto es debido a que han pretendido acoplar a un esqueleto metálico o estructura (chasis de un coche) los cerramientos, pieles, carpinterías, y en definitiva todas aquellas partes de que consta un edificio con el fin de crear algo desmontado y que mediante sencillas operaciones de montaje seamos capaces de construir.

Como conclusión, podemos decir que la construcción industrializada mediante sistemas cerrados significa construir edificios tipificados y predeterminados, siguiendo unos "modelos" globales mediante la utilización en serie de sus elementos constructivos prefabricados.

Como consecuencia de los elevados costes de transporte de los sistemas cerrados surge la necesidad de buscar otras alternativas más económicas. Es entonces cuando comienzan a aparecer sistemas constructivos más ligeros, los sistemas abiertos o por componentes.

El sistema abierto se basa en el principio de producir *elementos constructivos polivalentes*, es decir, componentes industrializados susceptibles de ser utilizados en la realización de todo tipo de proyectos.

Se efectúa una operación de proyecto que, permite la introducción en el mercado de la construcción de componentes industrializados a utilizar en el proyecto y construcción de tipos

de edificios, en una gama lo más amplia posible, incluso pertenecientes a distintas categorías.

Por esta razón se la llama edificación industrializada con sistema *abierto*: no se ponen en el comercio edificios, sino componentes industrializados para construir edificios. Bajo ese aspecto, la edificación industrializada con sistema abierto es llamada también " fabricación por componentes".

Se persiguen las siguientes finalidades:

-conseguir una mayor penetración en el mercado de la edificación de componentes industrializados por las amplias posibilidades de elección ofrecidas a los utilizadores

-Una coordinación dimensional entre estos productos para que podamos usarlos indistinta y conjuntamente sin la necesidad de ceñirnos a una única empresa, pudiendo así elegir los componentes que más se nos adecuen a nuestras necesidades, o los que consideremos de mayor calidad o mejor precio.

-permitir una organización más acorde con las empresas productoras de componentes, no sólo al nivel de las grandes empresas, sino precisamente al de las medianas y pequeñas

-limitar los costes de instalación por medio de la creación de empresas productoras especializadas en cada componente

- introducir en el proceso de la industrialización a las pequeñas y medianas empresas constructoras, promoviendo también la conversión de las organizadas bajo los modelos tradicionales;

-permitir una programación de las intervenciones públicas consciente de las exigencias económico productivas, pero sin la obligación de adoptar unos tipos de edificios predeterminados.

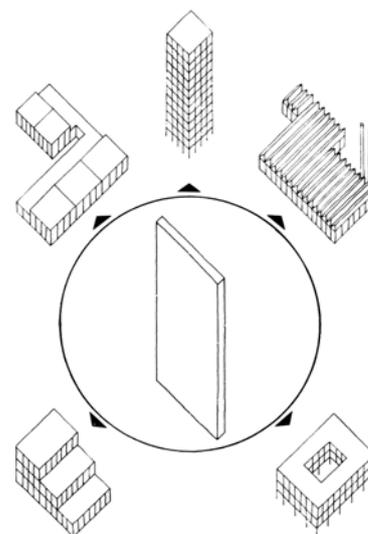
-dar una libertad efectiva al proyecto del organismo a nivel arquitectónico y sobre todo, dar la posibilidad de una constante verificación y de la puesta al día de los modelos habitables.

El poner en marcha una edificación industrializada con sistema abierto requiere que se verifiquen unas condiciones precisas tanto a nivel programático (entidades públicas) como a nivel productivo (empresas productoras de componentes) como a nivel de proyecto; es decir, que se precisa un cierto período para determinar una coordinación operativa entre los protagonistas del proceso de edificación.

Un factor determinante para hacer posible la integración de los componentes industrializados, incluso al variar los tipos de edificios en los que pueden ser aplicados, es la coordinación dimensional bajo bases modulares (módulo-medida o módulo-objeto).

En el ámbito de entidades públicas y a efectos de una edificación industrializada con sistema abierto, es preciso concretar normas a la coordinación dimensional bajo bases modulares y normas sobre la capacidad de prestaciones relativas al uso y aplicación de los componentes industrializados; además, las entidades públicas deben promover investigaciones específicas sobre la integración de los componentes y preparar proyectos e instalaciones piloto para también dirigir cuantitativa y cualitativamente la producción de los componentes.

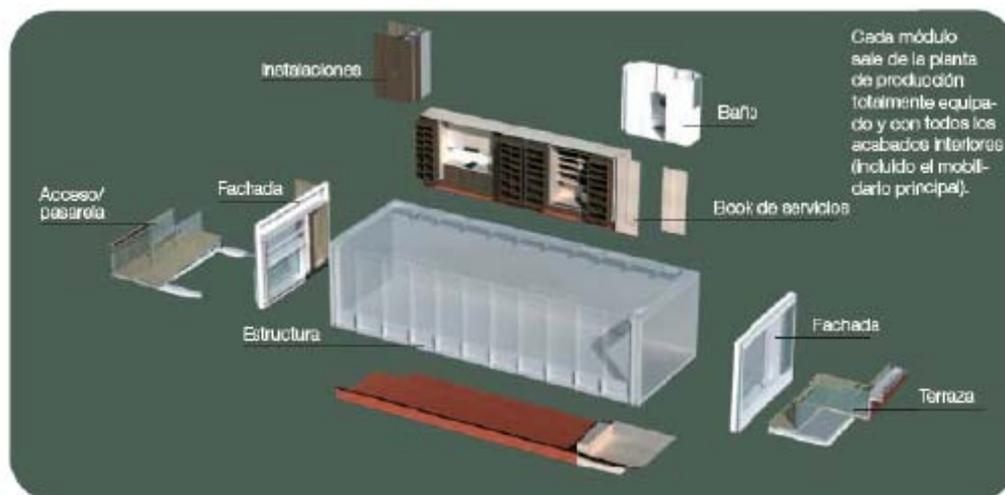
A nivel de producción, la edificación industrializada con sistema abierto comporta iniciativas coordinadas entre productores y empresarios para la introducción en el mercado de componentes industrializados, modulares e integrables, relativos a la gama de los elementos de fábrica necesarios para la realización de organismos de diferente tipo y categoría.



En el ámbito de proyecto, es indispensable la aplicación de métodos basados en la coordinación dimensional modular, tanto a nivel de componente industrializado como de organismo arquitectónico, a fin de permitir la integración de los componentes. Además, es necesario efectuar, a efectos de combinación y acoplamiento de los componentes industrializados, un análisis que, teniendo en cuenta las exigencias, tanto tecnológicas de la producción como de habitabilidad del usuario, permita definir los términos de correlación que subsisten entre los componentes de cada elemento, entre los componentes de elementos distintos y entre los componentes y las instalaciones.

Finalmente, al proyectar, se deben especificar modelos habitables "abiertos" para los distintos destinos de uso del organismo arquitectónico, es decir, dotados implícitamente de una flexibilidad formal, constructiva y de uso; sobre todo, a efectos de no degenerar en una simple operación de "collage" que anule cualquier valor arquitectónico y urbanístico.

La edificación industrializada con sistema abierto se ha empezado a difundir, a partir de la década de los 50 y especialmente en Inglaterra, a través de consorcios de empresas productoras de diversos elementos constructivos y de la acción promotora de entidades públicas y asociaciones, como la "Modular Society ", pero se ha desarrollado, sobre todo, cuando se fijó a nivel europeo el módulo base internacional (1 M = 10cm).



Los primeros ejemplos de producción sobre bases modulares se pueden hallar en empresas que colocaban en el comercio esqueletos sustentantes y, por lo tanto, tenían necesidad de que su producto estuviese coordinado con los otros elementos constructivos funcionales, especialmente los muros perimetrales, y en empresas fabricantes de cierres verticales completos (por ejemplo los muros cortina) o de particiones internas desplazables para su empleo en diversas soluciones de esqueleto sustentante y de conformación de los espacios.

También para la edificación industrializada con sistema abierto es posible la industrialización de los vertidos, por lo que, en este caso, las matrices, o sea los encofrados, deberán tener una coordinación dimensional modular que permita el acoplamiento con otro tipo de componentes de otros elementos de fábrica (particularmente cierres verticales y particiones internas).

Obviamente, también con el sistema abierto se pueden tener aparejos constructivos planos, plano lineales, espacio lineales y espaciales.

La realización de edificios "llaves en mano", es decir, completos, a punto para su entrada en servicio y sin posteriores operaciones integradoras (por ejemplo escuelas completas con

exteriores y mobiliario sistematizados), no se puede conseguir con sólo la producción con sistema cerrado, pero si es posible en con el sistema abierto: en este caso, la coordinación ejecutiva entre las empresas productoras de los componentes se efectuara directamente por la empresa arrendataria.

Como se ha dicho, los componentes industrializados son fruto de una acción de proyecto garantizada por las metodologías típicas de "diseño industrial".

En síntesis, *edificación industrializada con sistema abierto* (fabricación por componentes) *significa realizar organismos arquitectónicos por medio de procedimientos industrializados, en la fábrica o en la obra, de elementos de fábrica o componentes, en coordinación dimensional modular, no ligados a priori a tipos particulares de construcción.*

La tradición juega un papel primordial, puesto que España es altamente tradicional en sus edificaciones. El mercado exterior está mucho más habituado a la construcción preindustrializada en todas las tipologías edificatorias y en nuestro país se relegaba hasta hace poco a edificaciones temporales o pequeñas ampliaciones. Nuestro mercado todavía tiene espacio para seguir creciendo puesto que todavía estamos muy lejos de los niveles de implantación de los que goza en otros países, seguimos estando a años luz de mercados como Alemania, Francia o Estados Unidos, en los que la construcción modular prefabricada es una realidad casi pareja a la construcción tradicional. Aquí aún es necesario un cambio de mentalidad tanto del promotor o propietario como del arquitecto para que termine de despegar.

El arquitecto está capacitado para resolver problemas técnicos, pero estos deben haber sido previamente identificados y definidos con claridad, de lo contrario el riesgo de fracaso es alto. El siglo XX está repleto de tentativas para industrializar edificios, buscando mejorar la calidad y reducir los costes; muchas de estas

tentativas, en general las que tenían mayor interés arquitectónico, tan solo alcanzaron a ser prototipos. Seguramente la causa de estos fracasos hay que buscarla en la falta de adecuación entre las características del producto que se quería realizar y las que realmente solicitaban el mercado.

Aunque los edificios prefabricados modulares siguen siendo una opción especialmente relevante en la construcción de soluciones provisionales, lo cierto es que este tipo de soluciones paulatinamente se está haciendo un hueco entre determinadas instalaciones que deben perdurar en el tiempo.

Desde hace algún tiempo, se ha experimentado una significativa evolución. Incluso en algunos casos este desarrollo ha sido similar a los niveles de estos mercados. Por ejemplo, durante los últimos años, en la actividad de venta se han podido incorporar numerosas tecnologías constructivas a la estructura de los módulos y, en la actividad de alquiler, se han desarrollado las características técnicas de los espacios modulares, permitiendo mejorar su estética e incrementar su confortabilidad y seguridad. Las claves pasan por seguir desarrollando e innovando en productos y servicios que aporten un mayor valor añadido a los clientes, así como por adaptarse a los constantes cambios del mercado y de las normativas.

Además, se ha ido profesionalizando el sector en todos los ámbitos de la actividad empresarial. Asimismo, se trata de un mercado bastante adaptable en cuanto al perfil de cliente y a los usos o aplicaciones que se requieren en el mercado. La construcción modular ha ido creciendo de forma significativa, y no sólo por el uso intensivo que se ha dado, en general, en el sector de la construcción, sino también por la buena aceptación que ha tenido y tiene entre otros sectores de actividad como, por ejemplo, el educativo, el de salud o bienestar social, eventos y deportes.

3.- DESARROLLO EN ESPAÑA DE LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA ESCOLAR

3.1.- PREAMBULO

La tradición juega un papel primordial, puesto que España es altamente tradicional en sus edificaciones. El mercado exterior está mucho más habituado a la construcción preindustrializada en todas las tipologías edificatorias y en nuestro país se relegaba hasta hace poco a edificaciones temporales o pequeñas ampliaciones. Nuestro mercado todavía tiene espacio para seguir creciendo puesto que todavía estamos muy lejos de los niveles de implantación de los que goza en otros países, seguimos estando lejos de mercados como los Países Escandinavos, Francia o Estados Unidos, en los que la construcción modular prefabricada es una realidad casi pareja a la construcción tradicional. Aquí aún es necesario un cambio de mentalidad tanto del promotor o propietario como del arquitecto para que termine de despegar.

El arquitecto está capacitado para resolver problemas técnicos, pero estos deben haber sido previamente identificados y definidos con claridad, de lo contrario el riesgo de fracaso es alto. El siglo XX está repleto de tentativas para industrializar edificios, buscando mejorar la calidad y reducir los costes; muchas de estas tentativas, en general las que tenían mayor interés arquitectónico, tan solo alcanzaron a ser prototipos. Seguramente la causa de estos fracasos hay que buscarla en la falta de adecuación entre las

características del producto que se quería realizar y las que realmente solicitaban el mercado.

Aunque los edificios prefabricados modulares siguen siendo una opción especialmente relevante en la construcción de soluciones provisionales, lo cierto es que este tipo de soluciones paulatinamente se está haciendo un hueco entre determinadas instalaciones que deben perdurar en el tiempo.

Desde hace algún tiempo, se ha experimentado una significativa evolución. Incluso en algunos casos este desarrollo ha sido similar a los niveles de estos mercados. Por ejemplo, durante los últimos años, en la actividad de venta se han podido incorporar numerosas tecnologías constructivas a la estructura de los módulos y, en la actividad de alquiler, se han desarrollado las características técnicas de los espacios modulares, permitiendo mejorar su estética e incrementar su confortabilidad y seguridad. Las claves pasan por seguir desarrollando e innovando en productos y servicios que aporten un mayor valor añadido a los clientes, así como por adaptarse a los constantes cambios del mercado y de las normativas.

Además, se ha ido profesionalizando el sector en todos los ámbitos de la actividad empresarial. Asimismo, se trata de un mercado bastante adaptable en cuanto al perfil de cliente y a los usos o aplicaciones que se requieren en el mercado. La construcción modular ha ido creciendo de forma significativa, y no sólo por el uso intensivo que se ha dado, en general, en el sector de la construcción, sino también por la buena aceptación que ha tenido y tiene entre otros sectores de actividad como, por ejemplo, el educativo, el de salud o bienestar social, eventos y deportes.

3.2.- SEGUIMIENTO HISTORICO

Desde el año 2002 se han construido un centenar de escuelas públicas con sistemas industrializados en Cataluña. La mayoría de estos centros son ejemplos de buena arquitectura escolar

prefabricada. Son 138 los centros de infantil y primaria, que se construyó solo entre 2002 y 2006, como un caso particular del Departamento de Educación catalán. La otra mitad se ejecutó entre 1970 y 1983, junto con otros centenares de centros que se construyeron en toda España fruto de los "Pactos de la Moncloa".

En estos 26 años podemos diferenciar 5 etapas históricas, según el uso que ha hecho de los sistemas prefabricados en la construcción de centros escolares, de infantil y primaria, públicos y de carácter permanente. Estas etapas son: antes de 1970, de 1970 a 1983, de 1984 a 2001, de 2002 a 2006 y desde 2006 hasta la actualidad.

En la segunda etapa, se construyeron centros docentes públicos prefabricados de carácter permanente por primera vez. En la tercera, no se van construir y, en la cuarta, se van volver a construir. En la última y quinta etapa se ha ido progresando paulatinamente. Considerando estas etapas, e incorporando antecedentes y eventos posteriores, lo dividiremos por tanto:

3.2.1.- PRIMERA ETAPA

La construcción de centros docentes con sistemas industrializados es prácticamente nula antes de 1970, en todo el estado español. En cambio, en países europeos pioneros en este tipo de construcciones como Francia, Inglaterra y países Nórdicos están las primeras experiencias a finales de la década de 1930 (De 1936 a 1938 el arquitecto C.G. Stillman del West Sussex County Council realiza 4 centros docentes de construcción ligera, seca y estandarizada, en la región oeste de Sussex, Reino Unido). Y en las décadas siguientes, los centros escolares prefabricados se multiplican y los sistemas se perfeccionan, dado que después de la segunda guerra mundial es necesario un gran número de escuelas como una medida de urgencia con sistemas de bajo coste y máxima rapidez como el británico HORSÁ. Posteriormente se desarrollan sistemas industrializados más completos, con más prestaciones. Por ejemplo en

el reino unido se desarrollaron 5 sistemas desde 1949 a 1957. Por ejemplo el programa especial CLASP, (Consortium of Local Authorities Special Programme). El problema del volumen de obra necesario para estimular a la industria y a las empresas a participar en el diseño y producción de los elementos constructivos, se solucionó mediante la unión de los programas de construcción de varios condados. Se crearon así los Consorcios de Autoridades Escolares para el desarrollo de un Programa Especial. Es un sistema ligero muy conocido y utilizado para centros docentes, se configuró en 1957 y, desde ese momento, su uso fue aumentando.

Podríamos resumir que en ese periodo, entre finales de 1930 y 1970, el uso de sistemas industrializados en la construcción de escuelas se inició y consolidó en los países más desarrollados de la Europa occidental. Como ejemplo, en los años 60 se diseñaron y utilizaron una gran cantidad de sistemas nuevos en el reino unido como: Scola, Terrapin, John Laing, Concrete, Mace.

En estos mismos años, en el estado español se utilizaban las técnicas y materiales propios de la época y de cada lugar, con una construcción manual y artesana. Los materiales eran producidos en pequeñas industrias primitivas y particulares de cada elemento constructivo: ladrillos, tochos, bovedillas, vigas de madera, hierro, hormigón...Las razones que explicaban este tipo de construcciones eran diversas, pero ni la industria ni la administración estaban preparadas para utilizar otros sistemas constructivos más evolucionados.

Solo en algunos casos concretos se utilizaron elementos industrializados para la construcción de escuelas. En 1955 varias industrias, como Durisol y Uralita, suministraron elementos prefabricados para construir unas escuelas en el sur de España. Eran cinco escuelas de primaria en Tarifa, Algeciras, Los barrios, San Roque y la línea de la concepción (revista nacional de arquitectura de diciembre de 1956).

Otro caso fue la escuela religiosa Padre Enrique de Ossó de Bellvitge, en el Hospitalet. Se construyó entre 1967 y 1969, con pilares, jácenas, losas y paneles de hormigón armado. Se prefabricaron a pie de obra para la empresa CIDESA, durante la construcción del polígono de viviendas del barrio de Bellvitge. En 1969 se definió el sistema ModulTeu: un sistema con estructura metálica y componentes, que se diseñó a partir de la adaptación del programa CLASP británico, a la realidad económica y tecnológica española de la época. A finales de este periodo, se definieron los proyectos de arquitectura que se construirían en la etapa siguiente (En 1969 se proyecta la Escuela Can Clos con el sistema ModulTeu el Centro Víctor Catalán con el sistema Durisol)

La política docente de estos años explica en parte el tipo de construcciones escolares de la época. Fue un período de fuertes divergencias entre la normativa y la realidad, tanto del sistema pedagógico como de la arquitectura de los centros. Según la legislación adoptaba el modelo de enseñanza de escuela activa: con una educación personalizada, con actividades en grupo, aprendizaje a través de la experimentación... Supuestamente, los edificios tenían espacios modernos, estaban diseñados de acuerdo con los últimos avances de la pedagogía, estaban contruidos con las nuevas técnicas de construcción. En cambio, la realidad era la construcción artesana de escuelas corredor, con aulas a cada lado, funcionales, con separación de sexos y con unas clases tradicionales para enseñar de forma unidireccional y sin interacción entre maestro y alumnos.

La legislación y la realidad sólo coincidían en hacer presente y divulgar la religión Católica en las escuelas.

Esta doctrina se impuso en la Normativa de 1956, que fue la única entre los años 1936 y 1970.

Durante estos años se hizo el "Plan de construcciones escolares", que en 1957 fue uno de los muchos intentos de solucionar

la importante falta de plazas escolares que había en esos años, en el estado.

La situación política del territorio Español determinó esta realidad en materia de enseñanza. Desde 1939, la dictadura franquista fue totalmente involucionista. En 1969, las Cortes designaron al príncipe Juan Carlos como rey de España, hecho que fue destacado por las etapas posteriores.

El régimen hizo una política económica intervencionista y con consecuencias negativas para el país. Sin embargo, se pueden diferenciar dos etapas separadas por los años 1950, cuando hubo cierto crecimiento y apertura de la economía.

En la primera etapa, el régimen franquista practicó una política económica autárquica, con el objetivo de transformar al país en una potencia militar imperialista. Pero se ignoró la situación económica real, y esta fue empeorando hasta situar el país en el subdesarrollo. Además, debido al régimen, el país tampoco se pudo beneficiar de una importante cooperación política y económica, que los países de la Europa Occidental promovieron después de la Segunda Guerra Mundial.

Una de las consecuencias de la grave situación económica fue la difícil recuperación del sector industrial. A pesar de ser un sector poco afectado por la Guerra Civil, tardó quince años en recuperar la producción prebélica, frente al Reino Unido que tardó dos. Además, la evolución de la industria fue muy desigual porque el régimen potenciaba las industrias pesadas en detrimento de las otras, porque eran la base de la industria militar.

En cambio, a partir de los años 50 se inició una recuperación de la situación económica, con el regreso de España a la escena internacional. En 1959 se hizo el "Plan de estabilización". Este plan de estabilización y liberalización económica comportó un desarrollo económico muy importante, que acercó la renta per cápita

española a la media europea. Como consecuencia, creció el sector industrial, la construcción y las grandes ciudades, pero con el coste de un éxodo rural importantísimo. Estos movimientos migratorios comportaron superpoblación de las zonas industriales y entre muchos otros problemas, una grave falta de plazas escolares.

A partir de 1965, la economía española entró dentro de nuevas dificultades como la inflación, pero no llevaron a una situación tan grave como la de los años 50. En estos años, el coste de materias primas para la construcción (como el cemento y el acero) era muy elevado en comparación con la mano de obra. Sin embargo, en este período la mano de obra se encareció más del triple que el cemento y el doble que el acero. En 1969 el cemento había aumentado 1,5 veces, el acero 2,5 y los jornales de albañilería 5 veces.

3.2.2.- SEGUNDA ETAPA

Antes se había construido mayoritariamente de forma artesanal y en el solar, con materiales del lugar y de algunas industrias incipientes.

El primer sistema utilizado fue el ModulTeu, con el que de 1970 a 1972 se construyeron cinco escuelas para el Ayuntamiento de Barcelona, y un par de edificios escolares para Aula-Escuela Europea. En 1972 se inició la fabricación de los módulos metálicos Caracola, que el M.E.C. utilizó en Cataluña para construir escuelas de carácter temporal, aunque algunas se utilizaron durante décadas. De 1970 a 1978, se construyeron edificios escolares con el sistema Durisol, que fueron una veintena para el MEC y una para St. Peter's School.

De 1976,-1979... se construyeron 191 centros educativos industrializados en toda España, mediante el concurso resultante de los "Pactos de la Moncloa". Se utilizaron 16 sistemas diferentes: Agroman, Balsa, CIDESA, Conspania, Colomina, Cutillas, Durisol,

Huarte, Laing, ModulTeu, Nadeco, Obrascon, Rubiera, Sanqui, SpanDeck y Tavora.

Entre 1979 y 1983 se construyeron unos 12 centros más con ModulTeu. Hasta los últimos años previos al traspaso de competencias, se siguieron construyendo escuelas industrializadas por parte del M.E.C. y de algunos ayuntamientos. Sin embargo, con el traspaso de competencias, se abandonó la construcción de este tipo de escuelas. Sólo se finalizaron los proyectos iniciados.

En resumen, de 1970 a 1983 se construyeron unos 68 edificios escolares de infantil o primaria solo en Cataluña.

La mayoría de las escuelas ejecutadas en esta eran proyectos tipo, que iban repitiendo en el territorio sin tener en cuenta el entorno. Principalmente eran proyectos construidos con sistemas no industrializados, como el tipo "Fuensalida".



Escola tipus "Fuensalida" no industrialitzada.



Escola tipus "Fuensalida" industrialitzada.

En este periodo, el uso de sistemas prefabricados comenzó a disminuir en otros países de Europa como el Reino Unido. La causa principal fue el descrédito de las primeras escuelas construidas con sistemas industrializados. Estas se habían deteriorado, tenían un comportamiento deficiente a la estanqueidad, aislamiento..., y su mantenimiento era muy costoso. Sin embargo, en el conjunto de la década de 1970 el uso del sistema CLASP va ser máximo, tanto en el

Reino Unido como en el resto de Europa, después de haber adaptado este sistema a los nuevos requerimientos legislados.

La política docente de estos años explica la construcción de centros docentes prefabricados. En la década de 1970 se hicieron diferentes normativas en materia de enseñanza: la de 1970, 1971, 1973 y 1975. Estas definían entre otros los "centros de EGB", los cuales forman parte del objeto de este estudio. Se concretaban como centros de 8 cursos para niños y niñas de 6 a 13 años. Las clases eran de 40 alumnos y se definían como una "unidad". En esta etapa, el tamaño de las escuelas se definía por el número de unidades, que teóricamente había de ser múltiplo de 8.

La primera Normativa de 1970 era muy ambiciosa y se hizo desde un planteamiento pedagógico muy avanzado, que propuso una enseñanza personalizada: con unas escuelas con muchos espacios alternativos a las aulas, con espacios comunes... Estaba hecha sin entender la realidad docente y económica del país, lo que explica los posteriores cambios dramáticos en cuanto a recortes de superficie y simplificación de programa. Estos cambios se observan en el cuadro de superficies, sobre un centro de EGB de 16 unidades.

	Áreas básicas	Áreas complementarias	Servicios y circulaciones	Total	m ² per alumnos
Norma 1970	2070 m ²	930 m ²	565 m ²	3565 m ²	5,57
Norma 1971	1168 m ²	1049 m ²	853 m ²	3070 m ²	5,18
Norma 1973	1180 m ²	430 m ²	640 m ²	2250 m ²	3,87
Norma 1975	990 m ²	380 m ²	684 m ²	2054 m ²	3,53

Cuadro de superficies de un centro de EGB de 16 unidades.

En este periodo, el uso de sistemas prefabricados comenzó a disminuir en otros países de Europa como el Reino Unido. La causa principal fue el descrédito de las primeras. Los recortes progresivos que se observan en el cuadro se explican por la realidad del país, que tenía una grave falta de plazas escolares. Como se exponía en el

preámbulo de la normativa de 1973, a partir de entonces con el coste de 2 centros docentes se podían hacer 3. En aquellos años, hubo diferentes iniciativas para solucionar esta falta de plazas, como el "Plan de urgencia de 1972". Con todas estas modificaciones de la normativa, se fue dando prioridad a la eficacia de la gestión del déficit de plazas, con inversiones cuantitativamente importantes. Las más conocidas son las derivadas de los "Pactos de la Moncloa" de 1977, que preveían la construcción de centros docentes para crear 400.000 plazas de EGB, 200.000 de preescolar y 100.000 de BUP. Estos pactos se concretaron con un primer concurso el 1977, con 191 centros docentes en 16 "lotes" para 16 industriales. Se justificó el concurso con paquetes para simplificar el proceso de adjudicación, y para que los paquetes de edificios similares hicieran más viable la prefabricación. Después de esta experiencia se hicieron concursos menores, en los que participaron algunos de aquellos 16 industriales iniciales.

En todos estos centros la prioridad era la rapidez de los sistemas, y el control técnico no evitaba que las soluciones constructivas fueran fuertemente desvirtuadas por recortes económicos. Además, muchas de las actuaciones eran insensibles a la riqueza arquitectónica del edificio, o a su inserción en el lugar.

En consecuencia, a finales de los 1970 había una legislación muy estricta, y algunos los nuevos centros escolares eran muy rígidos, como resultado de esta normativa. En cambio, el funcionamiento y la ocupación de estos centros era muy diverso, según si estaban en barrios superpoblados, según los índices de escolarización,...

En 1981, la Generalidad de Cataluña asumió plenas competencias en materia de educación, después de haberse reinstaurado en 1980. Desde el primer momento, el objetivo fue hacer cambios importantes en la política que había hecho el MEC hasta entonces.

El problema endémico de falta de plazas ya se había solucionado y se disponía de un conjunto de centros docentes privados y públicos suficiente para cubrir la demanda. En cambio, estos centros eran inadecuados para el uso a que estaban destinados.

A partir de 1981, en España dada la autonomía de Cataluña en materia de enseñanza es pionera en organizar las Primeras Jornadas sobre Edificación Escolar. Se reflexionó sobre la normativa, los centros existentes y futuros, y su gestión, planificación y mantenimiento. Y se derivaron unos objetivos de carácter técnico, bastante estrictos con el proyecto y ejecución de las escuelas. Estos estuvieron presentes en las actuaciones de la Generalidad de esta etapa y de la siguiente.

Una parte de los objetivos eran justificados y necesarios. Se querían hacer escuelas respetuosas con el entorno físico, social y cultural. Unos centros que tuvieran un valor simbólico y generador, muy importante para los barrios donde se construían. Y que en su ejecución hubiera una dirección de obra compartida, entre el redactor del proyecto y los técnicos de la administración. Unas escuelas con espacios interiores y exteriores de calidad arquitectónica y flexibilidad de uso. Y se dio importancia al mantenimiento, la seguridad y el sentido constructivo de las propuestas, con un control de calidad a la obra que no había habido hasta el momento.

Los otros objetivos de las Jornadas eran muy dudosos. En primer lugar, se defendió repetidamente que las escuelas se encargaran a arquitectos reconocidos y creativos, que proyectaran soluciones singulares. En segundo lugar se renunció explícitamente a los sistemas industrializados, principalmente por dos razones. Primeramente se les responsabilizaba de los defectos de las escuelas construidas con proyectos tipo de la etapa anterior. Además, las consideraban inseguras, haciendo referencia al comportamiento al fuego del sistema CLASP, y pensando sobre todo con

los sistemas lleugers. (se hace referencia al incendio de la escuela Edouard Pailleron de Paris construida por Constructions Modulaire, la rama francesa de Brockhouse, que representaba el sistema británico CLASP extranjero. Este sucedió el 6 de febrero de 1973, fue causado por unos alumnos que quemaron desechos, provocó 20 víctimas mortales y destruir el edificio totalmente en sólo 20 minutos).

De 1970 a 1983 la mano de obra de la construcción tuvo un aumento de coste mucho más elevado que las materias primas. En estos 13 años el cemento había aumentado 6 veces su precio, el acero entre 2 y 4, pero los jornales de albañilería 11 veces. En 1974 se lo hubo una subida muy importante del acero, la cual coincide con el cierre de la fabricación de ModulTeu, un sistema ligero de estructura metálica.

3.2.3.- TERCERA ETAPA

La posibilidad de construir centros docentes con sistemas industrializados se volvió a considerar durante la segunda mitad de los años 1980. Sin embargo, en 1984 la mayoría de empresas ya habían cerrado debido a las crisis económicas, y la industria del sector no estaba interesada ni preparada para construir nuevas escuelas. Por ejemplo, ModulTeu paró la fabricación en 1974 y no se utilizó nunca más su sistema industrializado, Durisol cerró a finales los setenta, CIDESA hizo suspensión de pagos en marzo de 1979, y ModulTeu va presentar el expediente en 1984.

En resumen, en estas décadas se redujo drásticamente la utilización de sistemas industrializados para la construcción de escuelas de carácter permanente. Sólo las escuelas supuestamente temporales se siguieron construyendo con el sistema Caracola.

También se utilizaron elementos industrializados para construir partes concretas o anecdóticas del edificio: forjados de placas alveolares, cubiertas de chapa metálica, carpinterías prefabricadas

de hormigón, cubiertas de patios interiores de plástico translúcido,...Esto sucedió en Cataluña y el resto del estado, y en muchos otros países de Europa como el Reino Unido, Francia...

La política docente de estos años se caracteriza por unos cambios normativos importantes, cuya aplicación llevó a construir más centros escolares, y se proyectan con unas características muy diferentes de los anteriores.

De 1984 a 2001 es el periodo en el que el aumento de precio del cemento, el acero y la mano de obra es menor y más regular. El cemento sólo aumentó un 78% su coste, el acero entre 68% y 73%, pero los jornales de albañilería 6 veces. Por tanto en estos 17 años la subida del precio de la mano de obra de la construcción sigue siendo el aumento más importante.

3.2.4.- CUARTA ETAPA

La construcción de centros docentes con sistemas prefabricados inicia una nueva etapa en el 2002. Pero prácticamente en Cataluña: El Departamento de Educación, junto con las empresas de sistemas metálicos Drace y Algeco, pusieron en marcha el proyecto de construir nuevos centros docentes de carácter permanente con sistemas industrializados. El objetivo era construir estos centros con los sistemas reservados hasta entonces para las escuelas de emergencia temporales.

Estas nuevas escuelas tendrían las mismas prestaciones y requisitos que todas las otras, y serían el resultado de un proyecto de arquitectura externo a la empresa del sistema prefabricado. También tendrían un lenguaje arquitectónico que la sociedad pudiera leer como convencional o moderadamente industrializado, y se comenzó con concursos de proyecto que tenían un plazo de 2 meses de proyecto y 6 de obra. Estos plazos tan ajustados se debían a la falta de plazas escolares, que era muy elevada en determinados puntos de la geografía catalana. Las nuevas legislaciones habían previsto unas

escuelas mucho menos densificadas y, además, fue un período de crecimiento y redistribución demográfica.

Desde el mismo 2002, la empresa Modultec se añadió a la construcción de centros docentes con sistemas ligeros. A partir de 2003 se introdujeron también los sistemas industrializados de prefabricados de hormigón, con sistemas de pórticos, módulos y muros importantes. Pujol, Mdm, Selfhor, Tecnyconta, Indagsa y Planas fueron participando en la construcción de centros docentes con prefabricados de hormigón.



CEIP Turó de Can Matas de J. Roig del despatx d'arquitectura Nogué.Onzain.Roig.

De 2002 a 2006 se construyeron 85 C.E.I.P. con sistemas industrializados, los cuales 67 tenían estructura y cerramientos prefabricados. En estos hubo un gran esfuerzo por parte de proyectistas de industriales, para intentar resolver conjuntamente las escuelas con los requerimientos normativos, compositivos, técnicos,...

Los resultados fueron diversos, pero hubo un importante grupo de escuelas en las que proyecto, industria y requerimientos fueron interaccionando conjuntamente, y resultaron en unas obras de arquitectura muy destacadas. En cambio, en el resto de Europa aún no

ha habido un nuevo periodo de escuelas industrializadas, y sólo se ha detectado un concurso teórico aislado del 2003 en el Reino Unido. La política docente de estos 6 años se limitó a nuevas normativas, que afectaron relativamente poco la arquitectura escolar. En 2002 se aprobó la Ley Orgánica para la Calidad de la Educación (LOCE) y en 2006 la Ley Orgánica de Educación (LOE).

De 2002 a 2006 se construyeron 85 C.E.I.P. con sistemas industrializados, los cuales 67 tenían estructura y cerramientos prefabricados. En estos hubo un gran esfuerzo por parte de proyectistas e industriales, para intentar resolver conjuntamente las escuelas con los requerimientos normativos, compositivos, técnicos,...

Los resultados fueron diversos, pero hubo un importante grupo de escuelas en las que proyecto, industria y requerimientos fueron interaccionando conjuntamente, y resultaron en unas obras de arquitectura muy destacadas. En cambio, en el resto de Europa aún no ha habido un nuevo periodo de escuelas industrializadas, y sólo se ha detectado un concurso teórico aislado del 2003 en el Reino Unido. La política docente de estos 6 años se limitó a nuevas normativas, que afectaron relativamente poco la arquitectura escolar. En 2002 se aprobó la Ley Orgánica para la Calidad de la Educación (LOCE) y en 2006 la Ley Orgánica de Educación (LOE).

3.2.5.- QUINTA ETAPA

La construcción de centros docentes con sistemas industrializados ha continuado desde de 2006 hasta ahora. En general, las prestaciones que habían tenido los centros han mejorado y se han adecuado al Código Técnico de la Edificación.

Los sistemas prefabricados han seguido evolucionando y su utilización ha cambiado. Por ejemplo, el sistema de estructura de módulos metálicos de medidas prefijadas, ha evolucionado hacia un sistema de estructura de pilares y jácenas. Y el sistema de módulos

portantes de hormigón prefabricado no se ha vuelto a utilizar, sobre todo debido a su elevado coste económico. También hay más industrias que prefabrican escuelas, como Hormipresa.

En cambio, no ha aumentado el número de escuelas industrializadas construidas por año respecto de los cuatro ejercicios anteriores. Actualmente la política escolar es tener tres estrategias diferentes para construir escuelas. Si la necesidad de plazas escolares es inmediata se utilizan sistemas prefabricados provisionales, si es a corto plazo se utilizan sistemas prefabricados permanentes, y si es a largo plazo se utilizan sistemas no industrializados.

Pero si que han aumentado nuevamente los plazos de ejecución para las escuelas industrializadas y, por ejemplo en enero de 2008, los plazos para un CEIP de tres líneas eran de 15 meses. De estos había 5 meses para redactar el proyecto, 6 meses para ejecutar la parte de infantil y 4 meses para hacer primaria. Estos todavía son muy ventajosos respecto a los 40 meses que dura el proyecto y obra con sistemas no industrializados.

También ha cambiado el tipo de relación entre la industria, la constructora y el arquitecto. La administración ha convocado concursos de proyecto y obra, los cuales permiten disminuir el número de licitaciones y fomentar que se generen complicidades entre los profesionales. Y en la Comunidad Valenciana en 2007 se hizo un concurso de proyecto y obra para adjudicar grupos de escuelas, y entre 2007 y 2008 Algeco, Drace y Modultec han estado construyendo centros docentes. Actualmente la administración está buscando nuevas formas para solucionar las futuras necesidades de plazas escolares. Se prevé que la demanda seguirá creciendo, hasta que en un futuro próximo habrá un descenso, la cual podría provocar un superávit de plazas.

Después de este recorrido histórico, podemos concluir que la construcción escolar prefabricada en toda España tiene una historia

viva. Tiene unos antecedentes que se remontan al 1957, ejemplos diversos de 1970 a 1983, intentos frustrados y actuaciones puntuales de 1984 a 2001, y ejemplos muy interesantes del 2002 hasta el día de hoy.

Esta historia está desplazada respecto a la del resto de países europeos, con un inicio tardío y un segundo período vigente de fuerte actividad, el cual sólo está presente en nuestro país. Durante estos años, en toda España, se han construido hasta ahora cientos de edificios de enseñanza prefabricados: aularios, guarderías, centros de primaria, centros de secundaria, centros de formación profesional, centros de discapacitados, centros de formación de adultos... Estas escuelas se han construido requiriendo dos tipos de durabilidad: las efímeras y las permanentes. Las primeras han sido siempre construidas con sistemas de módulos de estructura metálica, se han construido desde los setenta hasta la actualidad, que todavía se utilizan. Las de carácter permanente se han construido con diferentes sistemas ligeros y pesados, dentro de los períodos de 1970 a 1983 y de 2002 hasta ahora. La gran mayoría son públicas, excepto tres escuelas de 1969 a 1972 y una del 2000, que eran de órdenes religiosas o de fundaciones privadas. Por lo tanto, respecto a este extenso conjunto de edificios escolares industrializados. En el conjunto de la superficie docente prefabricada construida en todo el Estado, que es un fragmento de la del resto de Europa ha habido dos períodos en los que se ha prefabricado cientos de escuelas, de 1970 a 1983 y de 2002 hasta ahora. En estas etapas han coincidido factores que lo han propiciado:

- Coste elevado de la mano de obra en relación al coste de las materias primas.
- Grave falta de plazas escolares o previsión de falta de plazas para el futuro próximo, que requería de respuesta inmediata.

- El cliente lo exigía, y como han sido mayoritariamente públicas, han sido etapas con una administración con una política de construcción de centros intervencionista.
- Industrias con capacidad y disponibilidad para prefabricar edificios docentes.

Por otro lado, ha habido dos períodos en los que la prefabricación de escuelas permanentes ha sido anecdótica: antes de 1970 y de 1984 a 2001. En estas etapas han coincidido diferentes factores que lo han dificultado:

- Bajo coste de la mano de obra en relación al coste de las materias primas.

- Dificultades económicas o crisis. Por ejemplo, cuando el precio de las materias primas o de la energía aumentaba, las industrias tenían dificultades y podían suspender las actividades.

- Aumento de la mano de obra y de empresas disponibles sin trabajo, como resultado de una disminución del volumen de trabajo en el sector de la construcción.

- Rechazo social hacia la prefabricación de los centros, el cual condicionaba la administración.

- Desconocimiento y desconfianza del sector de la construcción hacia los prefabricados.

Actualmente la demanda de plazas escolares sigue aumentando, pero ahora la administración tiene unas previsiones de crecimiento limitadas, por un exceso de plazas escolares que habrá en un futuro próximo.

En respuesta, se podrían construir edificios efímeros, pero estos están muy lejos de la aceptación social, debido a los resultados pésimos que han dado hasta ahora.

Otra posible solución, que ya se está aplicando puntualmente con éxito, sería cambiar el contrato de compra del edificio al fabricante de los prefabricados por un contrato de alquiler con derecho a compra.

Ejemplos de todo lo comentado anterior lo vemos en estos edificios que empresas especializadas del sector han realizado durante la evolución de esta tipología aquí en España:

- Algeco. Instituto El Puig

El Instituto de Educación Secundaria (I.E.S.) El Puig fue el primer instituto de la Comunidad Valenciana realizado mediante un sistema constructivo modular e industrializado.



Este complejo educativo se ubica en la localidad de El Puig (Valencia) y cuenta con una superficie construida de 6.273 metros cuadrados, levantados sobre una parcela de 14.650 metros cuadrados cedida por su Ayuntamiento. Tiene una capacidad total para 630 alumnos, que se reparten entre los distintos cursos de Secundaria y Bachillerato. El complejo incluye un edificio anexo destinado a comedor, con capacidad para 100 comensales, un gimnasio de 7,5 metros de altura libre y con vestuarios completos, así como vivienda para el conserje, tratándose todos ellos de espacios ejecutados con

sistemas constructivos modulares e industrializados de la empresa Algeco. Además, dispone de numerosas instalaciones deportivas. Con esta ejecución, Algeco ha satisfecho las necesidades de su cliente, CIEGSA, empresa pública creada por la Generalitat Valenciana, que se decantó por este sistema por la rapidez de ejecución de la obra, su versatilidad, sostenibilidad, carácter innovador, confortabilidad y cumplimiento de la normativa vigente.

Para este proyecto se ha utilizado la tecnología 'Monocast', cuyas principales ventajas residen en la completa adaptación a los requerimientos del cliente merced a su capacidad de personalización tanto en diseño como en los acabados (interiores y exteriores) o El sistema 'Monocast' está compuesto por perfiles de acero galvanizado conformado en frío que forman las estructuras de las 'piezas' que configuran el edificio (forjados intermedios, cubiertas y fachadas), quedando ensambladas mediante uniones atornilladas, permitiendo un rápido montaje y posibilitando la recuperación y reciclado.

La tecnología se basa en unos pilares-mástil sobre los que se apoyan los chasis de forjado y cubierta que, tras su unión y remate, conforman los forjados intermedios y la cubierta del edificio. Posteriormente, se fijan a la estructura las fachadas prefabricadas, quedando completamente definidos la estructura y cerramientos del edificio. Respecto al montaje, al mismo tiempo que se iban realizando las obras de movimiento de tierras, se estaban fabricando las estructuras en el centro de ensamblaje de Algeco. Una vez realizada la parte de obra civil, comenzó el levantamiento y ensamblaje de las estructuras entre sí y se inició el proceso de cerramiento de fachadas. Ya en la última fase, se realizaron las instalaciones y acabados de interior, instalaciones eléctricas, fontanería, calefacción, incendios, etc., así como los trabajos de revestimiento interior.

El edificio se trasladó desmontado (pilares, forjados, cubiertas y fachadas), optimizando al máximo el transporte y

facilitando su inmediato suministro a la obra para el posterior ensamblaje.

Al realizar el montaje en obra, el sistema evita posibles limitaciones en el diseño de grandes espacios diáfanos o de espacios con grandes alturas libres. Por otro lado, el diseño de los edificios se basa en la búsqueda del menor impacto medioambiental posible, mientras que el diseño de las fachadas y la distribución interior hace posible el máximo aprovechamiento del calor y la luz natural, proporcionando una mejora en las prestaciones y eficiencia del edificio, así como una mayor confortabilidad. Además, para dar singularidad a los elementos que componen el complejo, se personalizó el proyecto combinando distintos acabados y geometrías para conseguir la mayor adaptación con el entorno y entre los edificios que componen el conjunto.

- Alco. Instalaciones Joan Gamper

Con el traslado de los entrenamientos del F.C. Barcelona a la ciudad deportiva Joan Gamper (Sant Joan Despí, Barcelona)

A comienzos de 2009, el club debió construir unas nuevas dependencias para acoger al equipo filial, anterior usuario de los edificios principales de dichas instalaciones. Así, el F.C Barcelona B se trasladó a un nuevo edificio, cuyo proyecto y ejecución corrió a cargo de la división de Edificación Modular de Alco. Además, la compañía se encargó de construir la nueva sala de prensa.

El edificio del Barca B, está formado por 35 módulos tipo 'A-1229', de dimensiones y altura especial, configurando un conjunto de 1.100 metros cuadrados de superficie, totalmente diáfano y con una altura interior de 2,7 metros. La ausencia de pilares intermedios permite crear una distribución interior ajustada a las necesidades exactas de cada área. Así, dispone de todos los servicios precisos para el día a día del equipo, albergando los vestuarios de jugadores y entrenadores, despachos para el entrenador

y el 'staff' técnico, sala de fisioterapia, almacenes de material, consultas médicas, comedor, gimnasio, sala de almuerzos, sala de visionado de vídeo y varias salas de reuniones.



Foto: Aliso

En su fabricación se han empleado los componentes precisos para lograr sintonía tanto de acabados como de colores con las instalaciones ya existentes, utilizando panel 'Silver RAL 9006' para el cerramiento exterior del edificio y carpintería lacada en el mismo color para las divisiones interiores. Además, todos los equipos de climatización se han instalado aprovechando el falso techo, manteniendo los conductos ocultos y concentrando las unidades evaporadoras en cuatro estanterías emplazadas en la parte posterior del edificio. Por lo que respecta a la sala de prensa, se ha construido mediante el ensamblaje de 12 módulos 'A-1229' (de 12,36 m. x 2,36 m.) que configuran un edificio de 350 metros cuadrados. Además de una sala de prensa totalmente diáfana y con aforo para 100 personas, la instalación acoge tres salas anexas destinadas al despacho del responsable de prensa del club y a la celebración de reuniones o entrevistas individualizadas a los jugadores.

El edificio dispone de todos los medios técnicos precisos para el trabajo de los medios de prensa escrita y audiovisual y, al igual que en las instalaciones del Barca B, los acabados exteriores se han hecho coincidir con los de los edificios de su entorno. Los

principales motivos que llevaron a la utilización de este sistema constructivo fueron la rapidez de ejecución y la aplicabilidad.

Esta solución permitió reducir el plazo de ejecución en un 75% frente a la construcción tradicional, pudiendo realizar en apenas dos meses todo el proceso, desde el acopio de materiales hasta el montaje y acabado final. Además, la instalación es fácilmente ampliable, sin interrumpir la actividad desarrollada en ella, a la par que todo el conjunto es fácilmente desmontable y reaprovechable en caso de ser preciso, permitiendo incluso el traslado a una ubicación distinta.

- RMO. Instalaciones propias en parque de materiales

Para satisfacer las necesidades de los empleados de su parque de materiales, la empresa RMD Kwikform Ibérica recurrió a sus propias soluciones para construir unas instalaciones modulares y desmontables. El proyecto comenzó como un prototipo de casa modular desmontable pero finalmente ha servido para mejorar las condiciones laborales de sus trabajadores y aumentar la calidad de vida de los dos guardas que viven en estas instalaciones. El parque de materiales, situado en Torrejón del Rey (Guadalajara), ocupa una parcela de 50.000 metros cuadrados. En ella se emplaza este edificio de dos plantas. En la planta superior se ubica la residencia de los guardas, que cuenta con dos dormitorios, cocina, baño y un salón-comedor. Y en la planta baja se encuentra una oficina, una sala de reuniones, un almacén y los baños. La oficina es un espacio diáfano, con siete puestos de trabajo, totalmente equipada con suelo técnico y techo desmontable, calefacción y aire acondicionado.

El edificio se ha construido casi todo en seco, con materiales RMD originalmente utilizados como vigas y paneles de encofrado y puntales de apuntalamiento. La estructura principal del edificio está compuesta por el sistema 'Superslim' de perfiles aligerados de acero galvanizado con uniones atornilladas y con una capacidad de carga de 150 kN por pie.

Este sistema modular es fácil de montar y desmantelar y es sencillo de ampliar, además de no requerir personal especializado para su montaje, puesto que todas las piezas están codificadas y son de simple ensamblaje mediante tornillos. Asimismo, no es necesaria licencia de obras, ya que es una estructura desmontable. Y es aplicable a casas, casetas o porches para montar en el jardín, la playa, el campo, etc.

Para los forjados se han utilizado viguetas de madera 'T200' y aislamiento de panel sándwich de cemento-madera, poliestireno y madera y placas de poliestireno extruido. En cuanto a las cubiertas, se ha optado en la parte exterior por vigas de aluminio 'Alform' y panel composite de aluminio en una cubierta y gunitado de hormigón en la otra. Y el interior de las cubiertas es panel sándwich acero-poliuretano-acero, empleado por su versatilidad y fácil manejo, debido a su poco peso. Asimismo, estos paneles destacan por su alto aislamiento térmico y la facilidad con la que se consigue un habitáculo estanco.

Por lo que se refiere a los cerramientos de la oficina, éstos están contruidos en su cara exterior por paneles metálicos con forro fenólico 'Mínima', que presenta alta resistencia a la humedad, ya que son tableros de encofrado con madera especial antihumedad y estructura metálica galvanizada, garantizando su durabilidad. En el caso de los cerramientos de los baños y la sala de conferencias se ha recurrido a vigas 'Alform' y panel de policarbonato compacto, entre cuyas prestaciones destaca su protección contra los rayos UV, su mínimo peso y su fácil montaje. Además, en el conjunto del edificio interesaba conseguir aislar los diferentes cubículos estancos de las inclemencias meteorológicas, como el viento y el sol, por lo que se desarrollaron fachadas ventiladas utilizando panel de policarbonato celular, con lo que se logra el aislamiento

del cubículo final del sol y una cámara de aire interna que aísla del frío.



Foto: RMD

El edificio fue diseñado por el arquitecto Santiago Cirugeda, quien ha creado anteriormente viviendas y otros edificios modulares con 'Superslim', como 'Casa Pollo' (módulo habitacional apilable para ocupación temporal de solares) o 'Prótesis Institucional' del Espaid'Art de Castellón (aulario adosado al exterior del edificio).

- Modultec. Aulario Universidad Pompeu Fabra

El nuevo aulario de la Universidad Pompeu Fabra en el Campus de la Ciutadella (Barcelona), construido por Modultec (empresa perteneciente al grupo Imasa) y diseñado por F451 Arquitectura, es un ejemplo de la agilidad de este tipo de soluciones.

El proyecto se planteó como operación de emergencia en el tercer trimestre de 2007 y la construcción se concluyó en abril de 2008. Todo el proceso, desde la redacción del proyecto hasta la ejecución; se realizó en tan sólo siete meses.



Aunque el edificio se considerase inicialmente como una intervención temporal, diversos factores condujeron a la proposición de un proyecto y sistema constructivo que combinase las virtudes de la construcción provisional y de una obra definitiva. El edificio, de 2.000 metros cuadrados, reúne dos áreas diferenciadas e independientes. La zona de aulario tiene acceso propio desde la calle y ocupa la mitad de la planta baja y todo el piso superior. Las salas de estudio están completamente aisladas del aulario y se conectan con la biblioteca a través de una construcción que enlaza los dos edificios principales. El conjunto se emplaza en un contexto urbano y colindante a un edificio de máximo interés histórico, por lo que se propuso una configuración volumétrica en línea con su condición de fachada urbana y que aportase la máxima transparencia entre el espacio público y el edificio vecino. Asimismo, la materialidad de la envolvente juega un papel importante. La construcción plantea una piel plana y continua de policarbonato azul, vidrio y chapa perforada de acero que contrasta con la fachada porticada de ladrillo pero sin entrar en competencia con ella.

El complejo es una construcción modular pero huye de aspecto característicos de los sistemas modulares de prefabricación 'pesada', como la repetición idéntica de componentes, luces estructurales, etc. Así, el proyecto apuesta por una volumetría escalonada y no modular que libera la visión del Depósito de las Aguas desde la calle y un revestimiento continuo en el que la alternancia entre vidrio y policarbonato y chapa de acero troquelada sigue un patrón no repetido. Dicho revestimiento configura la epidermis de la fachada ventilada que envuelve todo el conjunto.

Por otro lado, se ha buscado la mayor minimización de la huella ecológica generada. Por este motivo, se planteó un edificio muy ligero, con un buen comportamiento térmico y acústico a base de capas independientes de colocación en seco. Además, los materiales que lo componen son totalmente recuperables y reciclables en su mayor parte.

El edificio fue construido íntegramente en la fábrica de Modultec, siendo transportado por módulos en camiones 'góndola' y montado en su ubicación definitiva. Los trabajos directos en la Ciutadella se han limitado a la cimentación, los remates y el montaje de la piel exterior. Al poder trabajarse en paralelo en la fabricación de los módulos, la cimentación y la tramitación de licencias, se redujo al máximo el tiempo de ejecución.

- Mundoforma. Edificio Bioclimático

El edificio bioclimático del parque fotovoltaico de la compañía edificio y los servicios sanitarios pertinentes. Viñaresol (Sonseca, Toledo) se enmarca en la 'Línea Verde de Construcción' de Mundoforma, filial del Grupo Jiménez Belinchón. Dicha construcción, destinada al control de este parque fotovoltaico de 6,5 MW, ocupa una superficie de 90 metros cuadrados y busca la eficiencia energética y e (aprovechamiento de los recursos naturales, así como la integración en el entorno.



Foto: Mundoforma

De este modo, el edificio incorpora distintas medidas orientadas al respecto del medio ambiente. Por ejemplo, prescinde de la climatización de alto consumo energético e incorpora como alternativa un sistema de fachada ventilada de alta eficacia, compuesta por paneles autoportantes tipo sándwich y piezas cerámicas extrusionadas de doble pared autoventilada. Así, la convección en la cámara de aire, creada en el seno de la doble pared, permite un elevado aislamiento térmico y acústico de forma natural y sin emplear materiales contaminantes o perjudiciales para el medio ambiente. Además, este tipo de fachada proporciona una estética natural, acorde con el entorno, reduciendo el impacto visual. Asimismo, la fachada exterior dispone de un porche inclinado que permite la absorción de energía solar o la protección de éste en función de las necesidades del edificio, ayudando a su termorregulación.

Por otra parte, en el edificio se ha instalado una cubierta ajardinada con plantas autóctonas adaptadas a la pluviometría de la zona y dotada de sistema de riego por goteo. Dicha medida consigue una mayor integración en el entorno, además de mejorar la habitabilidad en clima extremo, pues este tipo de cubierta aumenta la inercia térmica de la construcción, de modo que acumula el calor del sol durante el día para mantener una temperatura estable durante la noche.

Otras de las soluciones incorporadas en la obra es un aljibe para la recuperación del agua de lluvia de uso no potable, posteriormente usada en el riego de la cubierta, la climatización del edificio y los servicios sanitarios pertinentes. Siguiendo esta línea de eficiencia energética y aprovechamiento de los recursos, todos los sistemas de iluminación instalados son de bajo consumo y están accionados por sistemas de control de presencia, por lo que ajusta al máximo el gasto a las necesidades de uso.

Los principales motivos que han conducido a la utilización de este tipo de construcción se encuentran, esencialmente, en la sostenibilidad y el reducido impacto medioambiental, puesto que el edificio llega al emplazamiento prácticamente ensamblado y no se generan residuos en obra, así como en el mínimo tiempo de ejecución e instalación.

4.- ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LAS VENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA.

4.1.- PREAMBULO

Determinar el grado o nivel de industrialización de un edificio es subjetivo; es difícil elaborar unos parámetros que indiquen lo que se considera sustancial en un edificio industrializado, aunque se ha intentado. Según el punto de vista que se considere, existen edificios más industrializados que otros, al igual que existen edificios más sostenibles que otros. Y, sobre todo, existen edificios que cumplen mejor que otros con los condicionantes que deben tener en cuenta en relación con el coste, la calidad y el tiempo de ejecución. El objetivo básico que debería perseguir cualquier construcción es transformar la primera fórmula en la segunda.

$$P \times Q = C \times T \quad (1) \rightarrow P \times Q \neq C \times T \quad (2)$$

En la que P son las prestaciones generales del edificio,

Q es la calidad global,

C es el coste, y

T es el tiempo de producción.

Es decir, que un aumento de la calidad (Q) y de las prestaciones del edificio (P) no implique necesariamente un aumento

de los costes (C) y del tiempo de producción (T). O que un decremento del tiempo de producción, y por tanto un incremento de la productividad, no debería suponer una reducción de las prestaciones ni de la calidad del edificio (y por añadidura la arquitectura) o, alternativamente, un incremento del coste. Para resolver este dilema se recurre en ocasiones a técnicas industriales de construcción, como alternativa a las técnicas convencionales.



(*)*Stephen Kieran y James Timberlake: Refabricating: How manufacturing Methodologies Are poised to Transform Building Construction, Nueva York: McGraw-Hill, 2003*

(**)*Gérard Blachère: Technologies de la construction industrialisée, Paris; Eyrolles, 1975 (Tecnologías de la construcción industrializada, Barcelona: Gustavo Gili, 1977).*

Un caso concreto: la exigencia de acortar el proceso clásico de realización de una escuela, especialmente en lo que concierne a su ejecución, debido a la necesidad de tenerla a punto antes del comienzo del curso escolar, ha permitido construir, de nuevo, con

sistemas industrializados de acero y hormigón. Hace años ya existían sistemas industrializados que pretendían resolver el mismo problema; concretamente el sistema de módulos ligeros, va más lejos; el edificio se monta en una planta de fabricación en su totalidad y con todos los detalles; es seccionado en partes, las cuales son transportadas a su futura localización, donde son de nuevo ensambladas para obtener el edificio definitivo. Esta forma de construir evita la aparición de problemas de imprevistos en el montaje definitivo, ya que el montaje previo se detectan los posibles problemas y se pueden probar soluciones alternativas, pero obviamente altera el rol clásico del arquitecto, del arquitecto técnico, la empresa constructora y la empresa industrial; el modelo de proyecto ejecutivo es diferente del que se redactaría para un edificio convencional; la dirección de obras se hace en dos fases y la ejecución se realiza básicamente entre una constructora general y un industrial principal dominante.

4.2.- ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LAS VENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA EN LA ACTUALIDAD

4.2.1.- MOMENTO DE CONTRASTES

Pese a los efectos de la crisis en la que nos hallamos inmersos, algunos actores resaltan el mejor comportamiento que está teniendo la edificación industrializada frente al parón de la construcción tradicional. En un momento como el actual, en el que el factor económico es altamente determinante, encontrar una tipología constructiva muy comprometida con el factor estético y con clara vocación hacia el ahorro económico hace que la edificación preindustrializada se encuentre totalmente al alza.

Actualmente, la arquitectura modular ofrece soluciones a medida de las necesidades de cada cliente, adoptando soluciones tan variadas que está consiguiendo cada vez más una fidelización que hace posible que este mercado se esté consolidando de una manera eficaz. Frecuentemente se dan casos de edificaciones concebidas como temporales que pueden reubicarse o adaptarse fácilmente a nuevos usos.

Asimismo, puntualizando; con la crisis, se está resintiendo el mercado nacional, debido fundamentalmente a la falta de nuevas promociones en la construcción de viviendas y escasa licitación pública para el mismo número de empresas constructoras. Sin embargo, el sector industrializado, creo, se encuentra en pleno auge debido a su carácter innovador.



El sector coinciden en reseñar que se está teniendo una mejor evolución que la construcción convencional porque se puede alquilar la edificación sin necesidad de invertir como se haría con la obra tradicional; porque se puede adquirir lo imprescindible para empezar, pudiendo ampliar más adelante, y porque el control presupuestario es mucho más sencillo, debido a la automatización de procesos industriales frente a los manuales.

No obstante, es indudable que la situación económica general también repercute en este mercado. Como en buena parte de las actividades de los diferentes sectores económicos, la industria de las construcciones modulares ha notado los efectos de la crisis, tanto en lo referente al mercado de alquiler como de venta. Una de las principales causas es el importante descenso que han sufrido los sectores de la construcción e industria, en los que se ubican una parte muy importante de los clientes de soluciones constructivas modulares. Tanto las administraciones públicas como las empresas del sector privado han acometido o sufrido recortes importantes en sus presupuestos, con lo que se han reducido los proyectos de edificación no residencial, como colegios, centros hospitalarios o sociales, comisarías, oficinas, centros de I+D, etc.

4.2.2.- MÚLTIPLES PRESTACIONES



Foto: Alco (Joan Gamper)

Ya hemos visto algunas de las ventajas que ofrecen las soluciones de construcción modular prefabricada y de edificación industrializada, y que reafirman la fórmula antes mencionada pero conviene repasar más detenidamente algunas de sus principales prestaciones puesto que, las ventajas que ofrecen las diferentes soluciones que engloba la construcción modular, espacios modulares,

arquitectura modular y edificación industrializada son numerosas, según la solución y la gama elegida y la fórmula de contratación seleccionada por el cliente.

4.2.3.- RAPIDEZ Y CALIDAD

Los aspectos más destacados son la extraordinaria rapidez de ejecución, junto a la calidad de la misma, garantizada por tratarse del ensamblaje de componentes producidos en una cadena de montaje. Igualmente, he de destacar su reducido plazo de entrega ya que al ser sistemas desmontables y autoportantes, el montaje y desmontaje, así como su transporte, se pueden poner en funcionamiento en un tiempo récord. Por ejemplo, para la construcción de una edificación industrializada se podría necesitar aproximadamente un tercio del plazo de ejecución con respecto a una obra tradicional, lo que permite reducir riesgos y costes indirectos. De la misma manera, hay que tener muy en cuenta que al tratarse de obras realizadas en seco, se eliminan los tiempos de secado, logrando un ahorro económico directo y perfección en el acabado final. La construcción industrializada es capaz de ofrecer edificios con una calidad tan buena como cualquiera obtenida por métodos de construcción más tradicional, debido fundamentalmente al proceso fabricación con el que se desarrollan los edificios, con estrictos controles de calidad y seguridad al trabajar en una nave industrial y no estar sujetos a las inclemencias de la meteorología.

4.2.4.- ESCASAS INTERFERENCIAS EN LA ACTIVIDAD

He de hacer hincapié en que el uso de este sistema constructivo ofrece una significativa reducción de las interferencias en las actividades comerciales y de habitabilidad en las zonas afectadas por la obra.

4.2.5.- ADAPTABILIDAD

Muy importante también en edificación pública sobretodo la facilidad de ampliación, en especial en el caso de la construcción prefabricada modular. Por el contrario, la capacidad de configuración de estructuras y vanos de la edificación industrializada es mayor.

Foto: Alquibalat (Balat)



Se trata de sistemas constructivos vivos, dinámicos, dado que el edificio o la instalación se puede ampliar o reducir de forma sencilla, tanto en sentido vertical como horizontal. Si el cliente lo requiere, también se pueden desmontar o trasladar a otros emplazamientos (con el mismo o diferente uso) o se pueden adaptar rápidamente los espacios interiores sin apenas generar molestias a los usuarios pues la independencia de los módulos permite añadir más superficie o modificar alturas. Por otra parte, La facilidad de

transporte de este tipo de construcciones es determinante a la hora de abarcar tanto el sector nacional como el internacional, ya que existe la modalidad de transporte en kit, de manera que se monta en el destino de forma rápida y económica.

4.2.6.- CONSTRUCCIÓN EFICIENTE



Foto: Modultec

Dado el tipo de sistema la confianza que existe en las nulas o mínimas desviaciones en los tiempos, que repercuten en la facilidad para pactar los precios. Los controles de calidad sean mayores debido a su proceso industrial y que los costes de mantenimiento sean menores por tratarse de una construcción básicamente seca. Y el control del proyecto es mucho mayor, ya que es posible realizar un seguimiento más estricto en los tiempos de ejecución y en el coste final del proyecto, reduciéndose drásticamente las desviaciones en la fase de construcción.

4.2.7.- CARÁCTER 'ECOSOSTENIBLE'

El impacto medioambiental de las diferentes soluciones modulares es menor, ya que se lleva a cabo un mayor control en la gestión de residuos, se producen menores emisiones de polvo y de ruido en obra y el tráfico rodado de mercancías es mínimo. Respecto a la arquitectura modular e industrializada, la industrialización del proceso permite un uso más racional de los recursos y la disminución del impacto durante la construcción, así como de los residuos generados. Mientras que en una construcción tradicional se utilizan muchos camiones para sacar los escombros derivados del proceso constructivo, estos sistemas no los generan porque prácticamente es llegar, ensamblar y retirar. Además, al durar las obras mucho menos por la simplicidad del proceso, la perturbación a todo el ambiente que los rodea, los ruidos y las molestias a los vecinos que están alrededor es mucho menor. Y la tecnología y los materiales empleados permiten obtener de forma sencilla mejores aislamientos térmicos, lo cual, al final, deriva en una mayor sostenibilidad del proceso. Y es cierto en el caso particular de este proyecto dado que al trabajar en fábrica, se produce mínimo impacto sobre el medio ambiente.

4.2.8.- CIMENTACIONES SENCILLAS

Se aumenta la productividad y disminuye el coste de indirectos dado que hay una simplificación de las cimentaciones.

Foto: Mundoforma



4.2.9.- SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El carácter industrial de las construcciones modulares e industrializadas permiten una mayor prevención de riesgos laborales y una minimización de la siniestralidad laboral -mano de obra especializada, mejores condiciones de trabajo, control de condiciones climáticas, etc.-.

4.2.10.- PERSONALIZACIÓN

El concepto 100% modular y las distintas ofertas de equipamiento y acabados -cubiertas, fachadas, frisos, marquesinas ... - permiten múltiples posibilidades para personalizar cada uno de los proyectos.

Además, muchos fabricantes ofrecen incluso soluciones a medida 'llave en mano', desde el diseño hasta la ejecución.

4.2.11.- CONFORT Y SEGURIDAD

Estas soluciones son diseñadas y dotadas con diferentes materiales, equipamientos o acabados -interiores y exteriores- para garantizar la comodidad y minimizar cualquier tipo de riesgo. En este sentido me refiero a mejores rendimientos acústicos y térmicos, al facilitar la utilización de materiales de última generación.



Foto: RMD

4.2.12.- FÁCIL MANTENIMIENTO

La centralización y accesibilidad de las instalaciones y la exactitud de los planos de construcción, ajustados a la realidad ejecutada, hacen más sencillo el mantenimiento del edificio industrializado. En todos los ámbitos gracias a todas las ventajas

anotadas, cada vez quedan más atrás los tiempos en los que las soluciones de construcción prefabricada se consideraban únicamente una solución para circunstancias puntuales y temporales. Debido a la versatilidad de estos productos, a su carácter modular y a la amplia gama de soluciones 'llave en mano', los ámbitos de aplicación son innumerables: centros educativos (guarderías, colegios, salas de formación, etc.), gimnasios, instalaciones industriales (edificios administrativos u oficinas, centros de trabajo para subcontratistas, comedores, salas de descanso, vestuarios, almacenes, cabinas para el control de accesos ...), construcciones modulares para instalaciones deportivas o de ocio (vestuarios, camerinos, taquillas, salas de exposiciones, etc.), Infraestructuras o equipamiento para las actividades de protección civil, defensa o seguridad (casetas de salvamento o centros de protección civil, comisarías, campamentos para catástrofes naturales, bases operativas), centros de trabajo para la actividad de la construcción (campamentos de obra, espacios para almacenaje, casetas de obra, etc.) edificios para el sector de sanidad y salud (centros de salud, laboratorios, farmacias, restaurantes, centros de día ... - u otros edificios técnicos o singulares (gasolineras, iglesias, cabinas para telecomunicaciones, instalaciones aeroportuarias, centros de reciclaje, etc.)).

La amortización de la inversión es muy importante y donde el plazo de ejecución es un factor clave, son los campos en los que más está creciendo su uso. Y también empieza a tener una importante expansión la vivienda unifamiliar, con plazos de ejecución de 4-5 meses y proyectos "llave en mano".

El sector terciario vinculado a los servicios y la administración pública son los más predispuestos a incorporar soluciones rápidas y versátiles. En cuanto a los usos concretos más demandados, las guarderías son una petición habitual de los clientes.

En cualquier caso no hay que olvidar que uno de los principales segmentos de negocio todavía se encuentra en construcciones temporales, como ferias, eventos o instalaciones donde se prevé un posible desmontaje en el futuro, así como construcciones en interiores donde sea dificultoso utilizar medios mecánicos.

4.2.13.- SIGUE LA EVOLUCIÓN

Como vemos, estos sistemas constructivos cada vez aumentan más su penetración. Uno de los motivos que ha guiado esta tendencia se encuentra en la continua evolución de estas soluciones.

Las principales novedades que están siendo utilizadas en el sector son la inclusión de materiales y equipamientos que incrementen, en mayor medida, la seguridad, el confort y la ecosostenibilidad y dentro de la arquitectura modular e industrializada, la aplicación de nuevas soluciones constructivas, que permiten mejorar todavía más el diseño, el confort y la eficiencia energética de las construcciones.

De hecho el campo donde más se está avanzando es en el de la eficiencia energética y todo lo que conlleva: diseño del edificio, aislamientos, ventilación de fachadas, cubiertas vegetales, etc. Este tipo de construcción facilita mucho el cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética, pues los materiales son reciclables y reutilizables, se minimiza la generación de residuos, se realizan cimentaciones no intrusivas en el terreno y ofrecen seguridad para los obreros y los usuarios. Con la entrada en vigor del CTE y sus posteriores modificaciones, las grandes novedades son los materiales de última generación, reciclables, eco sostenibles y que aportan eficiencia energética. A esto unimos diseños más sencillos pero que doten a las edificaciones de valores energéticos positivos con bajos mantenimientos y mínimos gastos de consumo energético.

Las novedades ligadas a la arquitectura reindustrializada son las mismas que las ligadas a la arquitectura tradicional. Últimamente, una de las tendencias habituales es la construcción de fachadas ventiladas, con un extraordinario comportamiento bioclimático.

De este modo, cabe puntualizar que entre las soluciones constructivas podemos mencionar todo lo relacionado con los acabados de fachada -muros cortina, fachadas ventiladas, de cerámica o de madera, etc.- elementos técnicos -suelos o techos técnicos de diferentes acabados, mejoras en aislamiento térmico y acústico, sistemas de climatización, ventanas de doble acristalamiento, domótica...- o arquitectónicos -gorros perimetrales, cubiertas vegetales, ventanales, etc.-.

Además, la posibilidad de añadir otros equipamientos opcionales personalizados permite desarrollar proyectos, tanto temporales como permanentes, de gran calidad y con diseños similares a la de una construcción tradicional, con el único límite del presupuesto que se quiera invertir.

Citando a Luis Buznego, Consejero Delegado de Modultec, empresa perteneciente al Grupo Imasa, indica que *"Como consecuencia del parón de la construcción habitacional, el mercado nacional está muy saturado y con una gran competencia. A este problema se le suma el problema presupuestario generalizado de los todos los entes públicos para acometer proyectos de inversión y existen aún grandes necesidades de edificios dotacionales -educativos, sanitarios ...- pero escaso presupuesto para acometer estas inversiones. Sirvan de ejemplo las habituales noticias que se publican en los medios de comunicación al inicio del curso escolar, donde las protestas son constantes por el elevado porcentaje de escolares aún en edificios provisionales"*.

Este hecho requiere soluciones rápidas y efectivas para satisfacer estas necesidades. Pero estas alternativas, además de ser ágiles, deben aportar unas altas prestaciones y ofrecer unos resultados plenamente satisfactorios. Las construcciones modulares después de la experiencia que he tenido creo brindan esa posibilidad, aunando inmediatez en la respuesta, versatilidad, y por supuesto, calidad y equipamiento.

1. Las economías generales de mano de obra, especialmente en lo que se refiere a los trabajos artesanos.

2. La transposición a factorías de gran cantidad de trabajos ejecutados en obra, con lo que se elimina la acción de la intemperie y los efectos climáticos de la misma, se perfeccionan las condiciones laborales y se gana en rapidez y calidad de la construcción.

3. El empleo de elementos compuestos estudiados y realizados de tal forma que en cada uno de ellos se encuentren elementos simples.

4. El empleo intensivo de las máquinas, lo cual presupone evidentemente un desarrollo de la fabricación en serie.

5. La precisión dimensional, a fin de conseguir un montaje y ensamble fácil con la consiguiente reducción de mano de obra y de tiempo.

6. Una calidad de elementos prefabricados que, en la construcción, responde al igual que el sistema tradicional, tanto en solidez y duración como en la protección contra el frío, el calor, la lluvia, el ruido, etc.

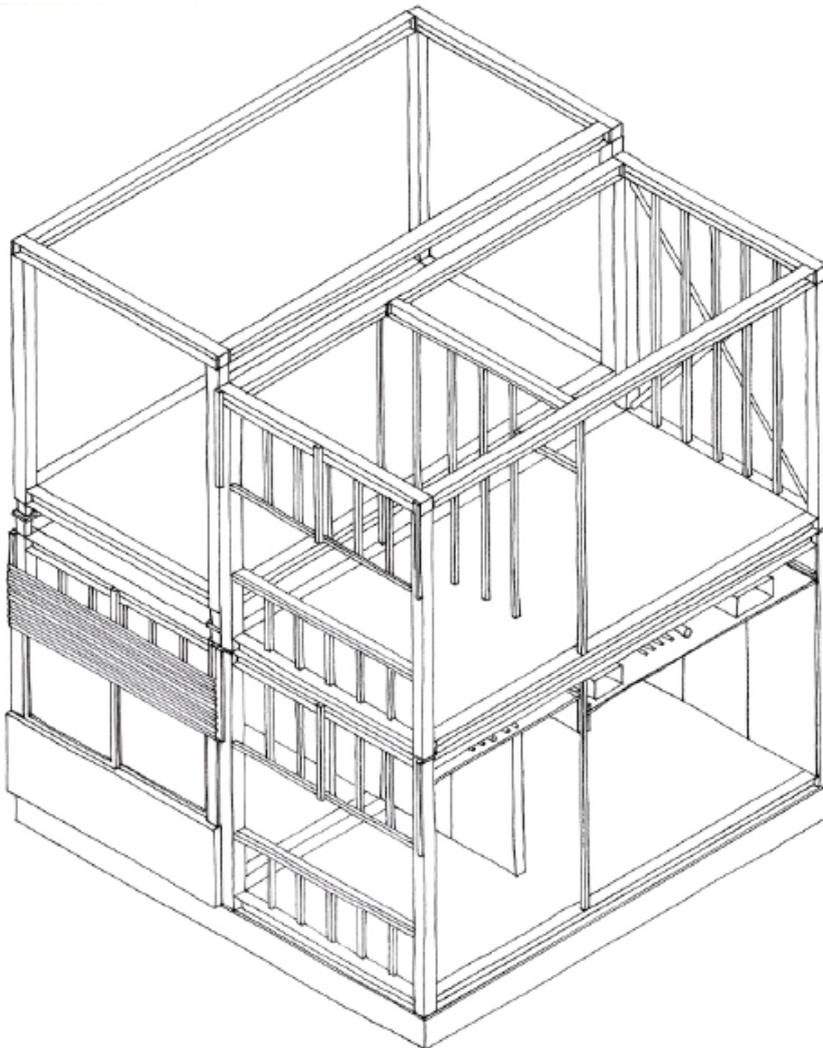
7. Ha de excluirse totalmente la improvisación.

8. Una agradable estética como condición indispensable.

Con este sistema se pueden construir viviendas con más rapidez, haciendo frente al aumento del coste de la construcción.

5.- CATALOGACION

5.1.- SISTEMA CONSTRUCTIVO



En este apartado se estudia el sistema prefabricado con el cual se ha construido nuestro centro educativo

El sistema es industrializado de módulos metálicos de medidas abiertas y componentes

5.1.1.- INFORMACION GENERAL

5.1.1.1.- ORIGEN

La empresa Modultec inició sus actividades en 1990, cuando adquirió y optimizó un sistema de módulos tridimensionales ligeros. Este inicialmente era para hacer casetas de obra y, posteriormente, se adaptó para hacer los edificios comerciales de las gasolineras.

En 1998 comenzó un rediseño progresivo del sistema para darle más flexibilidad, promovido por el pedido de los edificios de la multinacional McDonald's en España. Hasta el 2002 estos restaurantes constituyeron la mayor parte de la producción, al tiempo que se inició la fabricación de edificios diferentes como: viviendas unifamiliares, oficinas ...

Este mismo año disminuyó la necesidad de restaurantes, y se hizo necesario abrir nuevos mercados. Tras contactar con las administraciones, en 2003 se inició la construcción de centros docentes en Cataluña, que ha continuado hasta ahora. Posteriormente se construyeron en Castilla y León y en 2007 comenzó la construcción de centros docentes en Valencia.

Anteriormente encontramos la existencia de sistemas similares como el HORSÁ, utilizado durante la segunda posguerra en el Reino Unido.

5.1.1.2.- UTILIDADES

Actualmente se utiliza principalmente para edificación con luces y alturas medias, por la que la estructura está optimizada: escuelas, oficinas, servicios... A menudo incorporan elementos especiales y singulares.

5.1.1.3.- CARACTERÍSTICAS SINGULARES DE LA INDUSTRIA.

Las principales diferencias, entre diferentes industrias productoras de este sistema, son: las medidas, la geometría y las uniones de los módulos portantes. También se diferencian por el grado de finalización de estos módulos en taller, y por la posibilidad de realizar elementos especiales.

5.1.1.4.- DESCRIPCIÓN.

Es un sistema ligero, con estructura mixta y cierre por componentes.

La estructura está formada por la unión de módulos en planta y alzado, que definen una estructura bidireccional de pórticos, con pilares y jácenas tubulares y forjados mixtos de chapa plegada de acero y hormigón armado.

La fachada puede ser de diferentes materiales, que es un sistema abierto y compatible con otros sistemas.

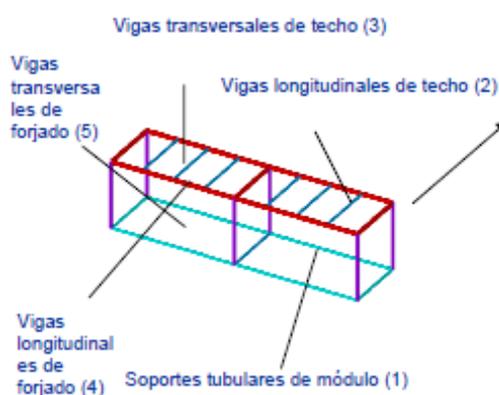
Los productos que prefabrica la industria del sistema son módulos de estructura metálica y componentes totalmente finalizados. Sin embargo, el sistema permite montar el conjunto del edificio excepto la cimentación.

Los componentes propios del sistema son los módulos de estructura metálica y componentes totalmente finalizados, con varios casos de uniones y juntas que se explican a continuación.

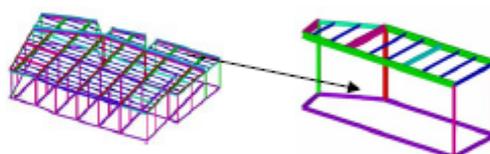
5.1.2.- INFORMACION TECNICA

5.1.2.1.- COMPONENTES

Los módulos son los elementos principales de este sistema constructivo. Son un producto que sale de fábrica prácticamente acabado, y que reduce las operaciones que se han de hacer en la obra. La estructura del edificio, primero se produce y monta por módulos en la fábrica, donde se completan los cerramientos de fachada y los elementos interiores. Después, se transporta por módulos al solar, donde se monta el edificio de forma definitiva. Estos módulos son elementos que tienen un peso medio de 400 a 500 kg / m².



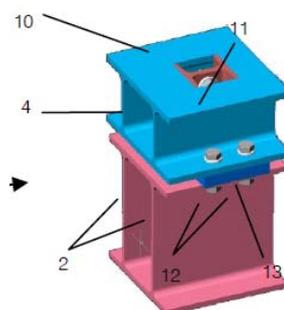
ESTRUCTURA GENÉRICA DE UNA UNIDAD MODULAR



La configuración de los módulos no es rígida, se adapta a las particularidades arquitectónicas del edificio proyectado

Son elementos tridimensionales, autoportantes o portantes que incorporan el forjado inferior y los pilares que soportarán la cubierta o el módulo superior. Los pilares están unidos por vigas en la parte inferior y superior que, junto con las diagonales, rigidizan el módulo durante el transporte. Las vigas participan constructivamente de la formación del falso techo, por donde circulan las instalaciones, que como el resto se montan desde el taller. Los forjados son mixtos de chapa plegada de acero y hormigón armado, y está apoyado sobre de vigas y correas de chapa plegada de acero. En este edificio el forjado tiene un canto de 67 mm y un peso de 280 kg/m². Los pilares son perfiles tubulares de acero de 140 x

Los machos (9) se sueldan a la placa base (8) manteniéndose la unión fija por efecto de la propia carga transmitida a través del soporte compuesto



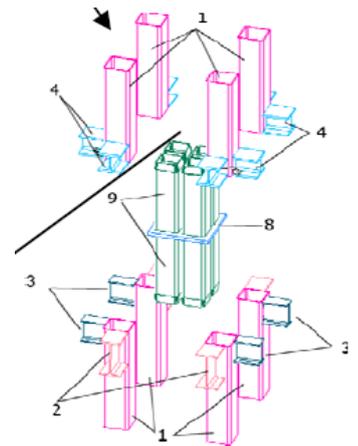
Perfiles U (10) incrustados en los marcos de suelo mediante tornillo (11) de acceso superior

Tornillos (12) que materializan la unión entre perfiles de techo y suelo a través de placa de apoyo (13) de igual espesor que las empleadas en los soportes (8)

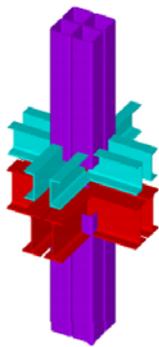
140 mm. Las jácenas son perfiles laminares HEB 140. Los módulos pueden incorporar escaleras, pero siempre se tendrán en cuenta las limitaciones de transporte y montaje, que pueden comportar la construcción de módulos especiales.



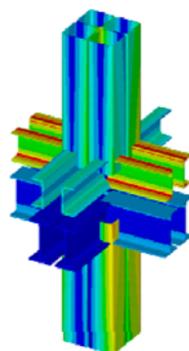
Ensamble de dos unidades modulares



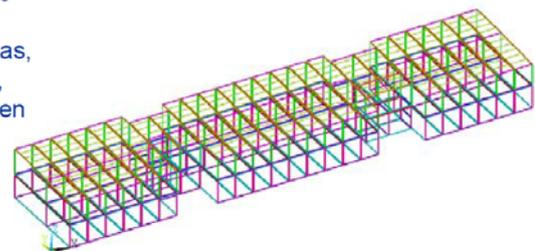
En el análisis global de la estructura se emplea el método de los elementos finitos (MEF) permitiendo llegar a simulaciones avanzadas donde se incluyen la presencia de contactos entre vigas, puntos de unión en la estructura, interacción con el suelo, análisis en grandes deformaciones, etc...



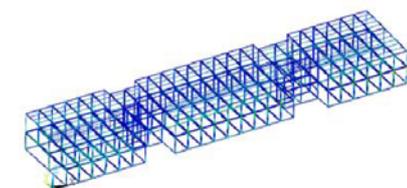
Simulación de un nudo por el MEF



Análisis de tensiones en el nudo por el MEF



ANSYS



ANSYS



Según su posición en el edificio, los módulos pueden tener contacto con el exterior o ser completamente interiores. Si tienen contacto con el exterior, tendrán la fachada construida y preparada para resolver la junta con el módulo de al lado. Si forman parte de la cubierta, los paramentos interiores, del pavimento..., también tendrán la superficie terminada y los extremos preparados para resolver la junta.

En cada edificio se analizan, en un estudio previo, los posibles sistemas constructivos que se pueden utilizar para resolver cada parte. Se han construido módulos con fachadas de panel sándwich metálico, de paneles prefabricados de hormigón, de piedra aplacada...

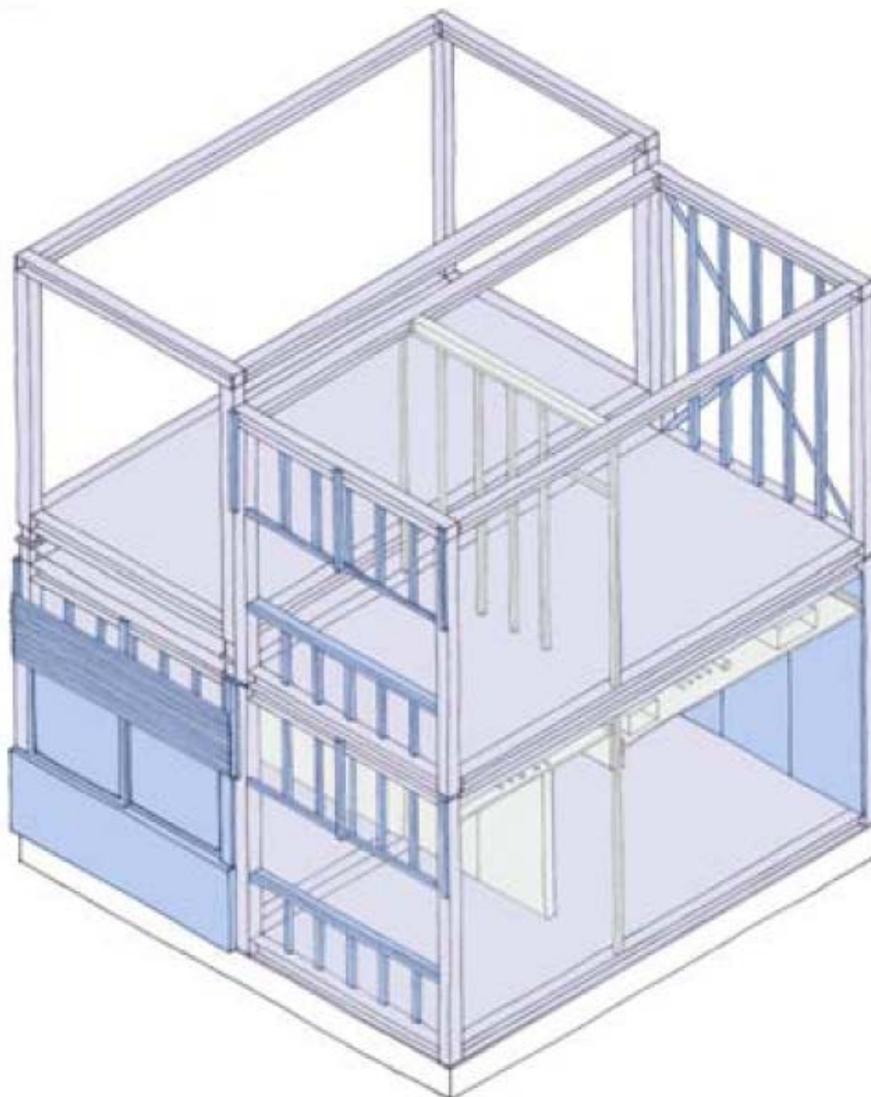
Las cubiertas construidas en taller son tipo Deck o Sándwich. Otros tipos como una cubierta Intemper deben terminar de ejecutarse en la obra (unir los módulos).

Los paramentos interiores son de entramado metálico y placas de cartón-yeso, DM,...

Los pavimentos dependiendo del tipo se ejecutan en la obra tras una capa de nivelación si es pavimento continuo de PVC, si son discontinuo de gres se realizan en taller terminando las juntas de módulos si las hubiere en obra .

Las medidas de los módulos están condicionadas por el transporte y por la fabricación, como explico en el apartado de puesta en obra. La escuela que analizaremos posteriormente se ha formado con 94 módulos, que tienen dimensiones diferentes. Por ejemplo, uno muy usado tiene 3,65 m de ancho por 7,42 m de largo y 3,4 m de altura, y también hay módulos 3,8 m de ancho por 16,6 m de largo y 3,4 m de altura.

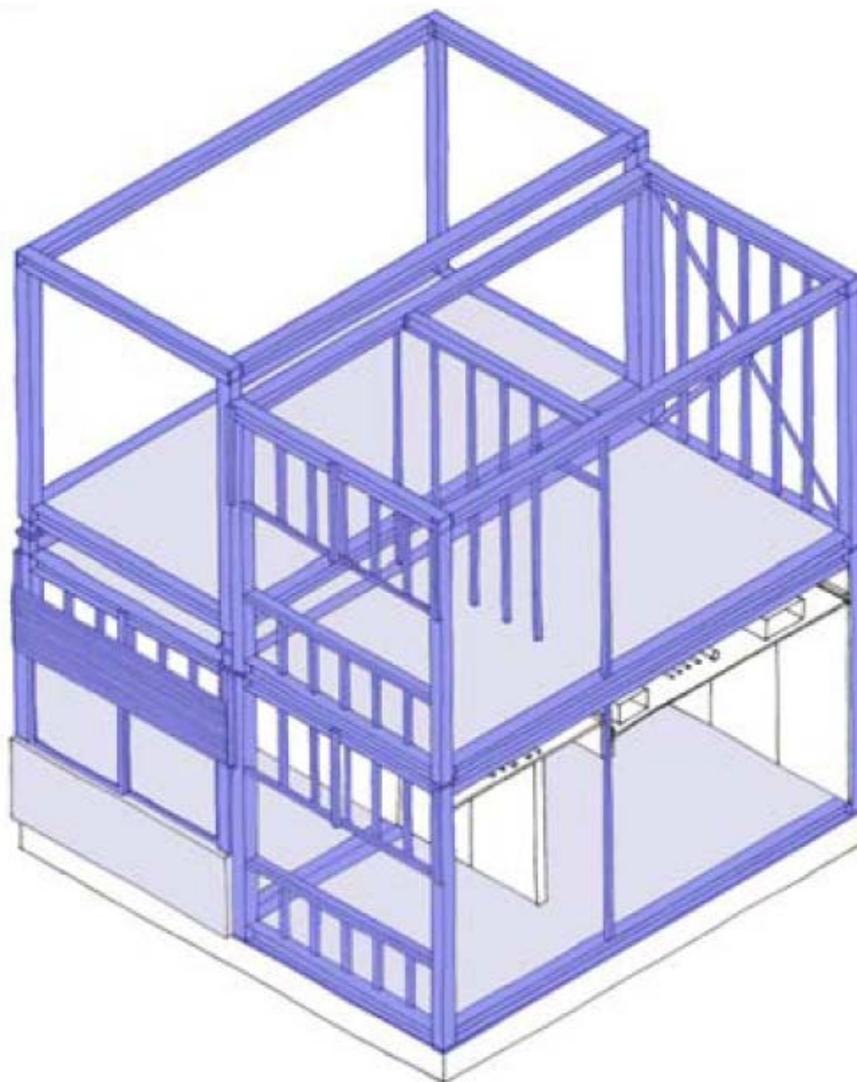
En las siguientes axonometrías se representan en colores diferentes partes de los módulos:



Los elementos portantes se representan en gris, los no portantes en azul.

En esta axonometría se diferencia los diferentes materiales respecto a **su carácter estructural, donde los elementos portantes se observan en gris y los elementos no portantes en color azul.**

En la siguiente axonometría se observa los diferentes materiales de los componentes donde en morado se observa los materiales metálicos y en gris los materiales de hormigón.



Los elementos azules son metálicos y los elementos en gris de hormigón.

5.1.2.2.- MODULACIÓN Y COORDINACIÓN DIMENSIONAL.

El sistema no exige ninguna modulación ni coordinación dimensional, pero hay dimensiones limitadas a consecuencia de condicionantes de la fabricación, del transporte y del montaje de los sus elementos. La precisión es muy elevada: puede haber incorrecciones de 1 cm cada 60 m.

5.1.2.3.- UNIONES

El sistema tiene tres tipos de uniones obra: unión entre el módulo y el fundamento, unión lateral entre módulos y unión vertical entre el módulo inferior y superior.

La primera es soldada, encajada o simplemente apoyada. Sobre los cimientos se coloca una placa de chapas metálicas, que hacen compatible la tolerancia en centímetros de los cimientos con la milimétrica de los módulos. Encima de las chapas se colocan los módulos de planta baja. Algunos de los módulos se sueldan para asegurar su anclaje con los cimientos. Esta unión también se puede hacer encajada, utilizando unos elementos especiales verticales de acero, que son similares a los de las uniones verticales entre módulos.



Fotos del proceso de unión de los módulos con los cimientos

La unión lateral entre módulos es mediante una barra roscada de acero, que se introduce en unas perforaciones roscadas de los dos módulos.

La unión vertical, entre un módulo inferior y el inmediato superior, es mediante un elemento vertical de acero, que está

especialmente diseñado y tipificado. Este se introduce a presión dentro del pilar del módulo inferior y dentro del superior.

5.1.2.4.- LAS JUNTAS

Las juntas constructivas del sistema son entre módulo y módulo, tanto en planta como en altura. De estas la parte que debe resolverse en obra para garantizar la estanqueidad son: las juntas que siguen en los elementos constructivos de fachada y de cubierta, y las juntas que siguen el interior de los paramentos, pavimentos y techos.

Las primeras se hacen coincidir con una junta de fachada, y se resuelven en obra con la junta normal del sistema constructivo de cerramiento. De esta manera, la junta permite la compatibilidad de deformaciones de los diferentes módulos y los componentes de fachada, sean de origen térmico, estructural,.... Las juntas entre los paneles prefabricados de hormigón están selladas con silicona neutra, que se pone encima un cordón de espuma. Las juntas entre los paneles HPL son con un perfil de chapa. En este edificio no hay juntas de cubierta, (cubierta intemper) y se resolvió en su totalidad en la obra. Si hay juntas de cubierta, éstas se resuelven de forma similar a las del cerramiento de fachada.

El criterio para resolver las juntas interiores es que en taller no se acaban las superficies, sino que se deja para colocar un tramo de cartón yeso, de DM, de falso techo,...

Este tramo se coloca y se finaliza en la obra. En este edificio no se pudieron resolver las juntas del pavimento en taller debían ejecutarse totalmente en obra.



Fotos de juntas entre módulos que han de resolverse en obra

5.1.3.- LA FABRICACIÓN.

5.1.3.1.- EL DISEÑO Y EL APOYO TÉCNICO.

El soporte técnico está formado por una decena de profesionales: técnicos de grado superior, grado medio y delineantes. El tiempo de asesoramiento y diseño depende de la singularidad del edificio, de sus dimensiones, y de que el edificio haya tenido en cuenta el sistema desde las etapas iniciales. Por un C.E.I.P. de dos líneas, en el que se haya considerado (por parte del estudio de arquitectura redactor del proyecto) el sistema constructivo desde los primeros bocetos, se tarda de dos a tres meses en hacer los planos de fabricación. Durante este tiempo se comienza la fabricación del CEIP.

La flexibilidad de diseño permite hacer cualquier edificio que se pueda formar a partir de los módulos del sistema. Se aconsejan unas dimensiones y unos materiales que se consideran óptimos, pero están abiertos al diseño de elementos de medidas y materiales especiales, que requiera el estudio de arquitectura.

5.1.3.2.- LA PRODUCCIÓN.

El tejido fabril del sistema es la fábrica del polígono de Porceyo en Gijón, Asturias, con una superficie de 50.000 m² de los cuales 15.000 m² son cubiertos.



Producción de estructura portante.



Producción de marcos para forjados.



Montaje de Forjado colaborante para modulo.

Las principales fases del proceso fabricación en el taller son la producción de los marcos para el forjado de chapa colaborante y su unión con los pilares, la ejecución de los forjados, en dicho marco de perfiles metálicos, el soldado de pilares, la colocación de todos los módulos en su lugar definitivo, la colocación de perfiles metálicos de fachadas y divisiones interiores, hacer tabiques y trasdosados, pasar las instalaciones y ejecutar el falso techo y el pavimento.



Tren para pintura de chapa



Plegadora de chapa



Mesa de replanteo y corte de perfiles para montaje de estructura pórticos y jácenas específica para este tipo de modulación.



Tren de lacado de pintura.

En resumen se prefabrica la estructura y se construye en taller un edificio ligero dividido en módulos. Después de producir un proyecto, si hubiera piezas inservibles o cuando acabara la vida útil del edificio, se podrían desmontar muchas partes, y reciclar y reutilizar la mayoría de los materiales.

Los componentes del sistema tienen un grado de industrialización muy elevado, si consideramos el tipo de construcción que se utiliza contemporáneamente en el país. Estos módulos, implican una construcción mucho más industrializada que la mayoría de los otros sistemas constructivos actuales.

El grado de formación inicial de los 220 operarios de taller (el 20% de los cuales son mujeres) es elevado y específico: soldadores, carpinteros, metalistas...

En la obra puede haber trabajadores con un grado inicial bajo, que adquirirán conocimientos específicos del sistema.

La maquinaria característica del proceso de fabricación es diversa. Hay máquinas de trabajo con perfiles y planchas metálicas: de control numérico, de plegado en frío, tren de pintado.



Taller de carpintería dentro de la nave industrial

Tiene su propia carpintería para realizar todas las piezas de madera, hormigón-hormigonera y cubilotes, y de transporte y trabajo, puentes grúa, carretillas elevadoras, almacén de materiales y ferretería propia.



Detalle indicativo para diferenciar obras y partes de la misma

5.1.4.- LA PUESTA EN OBRA.

5.1.4.1.- EL TRANSPORTE.

Los módulos llegan a la obra mediante transporte especial y a menudo con coche piloto, que se hace en camiones bajos. Los módulos tienen unas dimensiones máximas por razones de transporte y fabricación: una altura de 3,6 m, una anchura de 3,9 m y una longitud de 18 m.



Modulo de vestuario de escuela nº2 en Finestrat listo para su transporte



Salida de modulo de fabrica en Porceyo

En algunos casos se pueden superar estas dimensiones. Los módulos van protegidos, embalados con plásticos opacos desde su salida de taller hasta llegar a su destino.

5.1.4.2.- LA RECEPCIÓN EN OBRA

El encuentro en obra ha de realizarse en un terreno compactado y plano, dado que el transporte especial no puede circular correctamente por cualquier sitio. La planificación realizada con meses de antelación prevé el envío de grupos de módulos de 8- 10 módulos en góndolas, para amortizar el coste de las grúas autopropulsadas que han de permanecer en obra el mismo día o un máximo de 2 días. de módulos en diferentes góndolas para un mismo día o fase de montaje. La manipulación se hace con grúas autopropulsadas, que cogen los módulos para ganchos de elevación que se sacan una vez dejado el elemento a su posición final.



Transporte de los módulos. C.E.I.P. nº 5 en Castellón



Descarga en obra C.E.I.P. Garigot en Castelldefels

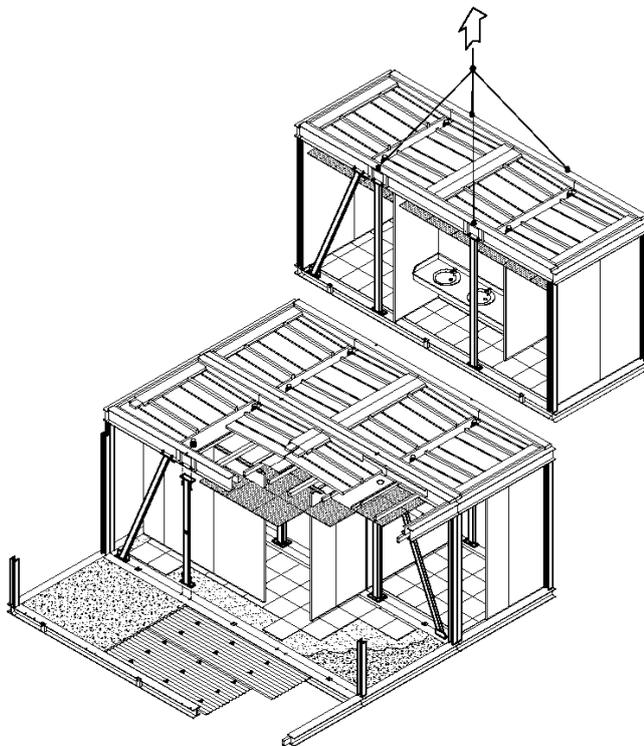
5.1.4.3.- EL MONTAJE.

El montaje lo hacen los montadores de la empresa en 2 o 3 meses. Los trabajos previos son la coordinación del sistema constructivo realizado en obra y el industrializado haciendo compatibles las tolerancias. En este caso, se colocan chapas metálicas sobre los pilares y los muros de hormigón armado del forjado sanitario, para conseguir con una precisión milimétrica la cota de altura requerida.

Se procede al montaje de una fase, que consiste en unir varios módulos, que completarán una parte del edificio desde el cimiento a la cubierta. El montaje no se hace por plantas completas, porque entonces habría un período de tiempo en que el edificio no tendría capacidad para evitar la entrada de agua por la cubierta.

Se presenta el primer módulo mediante grúas de elevada precisión, y se suelda la base de los pilares con las chapas de

nivelación, también se quitan todos los elementos auxiliares de transporte y manipulación: ganchos, rigidizadores, riostras, plásticos protectores,... Se presenta el módulo de lado y se acerca hasta unos 5 mm, a continuación se sacan los elementos auxiliares de transporte. Se colocan unas roscas dentro de unas hembras de los dos módulos, que permiten acercar los módulos al máximo. Con el mismo procedimiento, se colocan los otros módulos de la planta baja de esta fase, algunos de los cuales se soldaban los pilares y muros del forjado sanitario.



Axonometría de montaje de módulos sistema modultec.

Se colocan los elementos de las uniones verticales en el interior de los pilares tubulares a presión. Se presenta y coloca el primer módulo de la primera planta a presión, y se le sacan los elementos auxiliares de transporte. Se colocan los módulos del lado con el mismo procedimiento que en la planta baja.

En este punto del montaje se podrían colocar otras plantas intermedias, siguiendo el procedimiento de la planta primera. En la imagen siguiente nos muestra que el edificio se montó la tercera y última planta siguiendo el mismo procedimiento. Después, se terminó en la obra las juntas de la cubierta Intemper, descrita en el apartado de los elementos constructivos del edificio. Si se hiciera una cubierta Deck, esta podría venir también ejecutada de taller.



Montaje de 1ª planta de CEIP Garigot de Castelldefels



Montaje de módulos en dos planta en CEIP nuevo nº 2 en Finestrat



La elevación de los módulos y su puesta en obra es un momento crítico

Finalmente, se ejecutan las juntas verticales y horizontales, tanto de los cerramientos de fachada exteriores como de los paramentos interiores. También se conectan las instalaciones y se finaliza el falso techo en las juntas. Igualmente se ejecutan los pavimentos de linóleo, vertiendo una capa previa de mortero de nivelación para regularizar todos los forjados de chapa colaborante.

5.2.- ESCUELA SIGNIFICATIVA

5.2.1.- ESTUDIO GENERAL

5.2.1.1.- SITUACION

El proyecto se desarrolla en la parcela ubicada en el P.P. Sector 5. Sus lindes son los siguientes:

- Al Norte con Avenida Sevilla.
- Al Sur, el Camino de L´Alfac.
- Al Este, la Avenida Madrid.
- Y al Oeste, la Calle Torrijos.

Su forma es sensiblemente rectangular. Su acceso tanto rodado, como peatonal, así como todas las acometidas y servicios se realizan por el frente noreste de la parcela que da a la Avda. Sevilla.



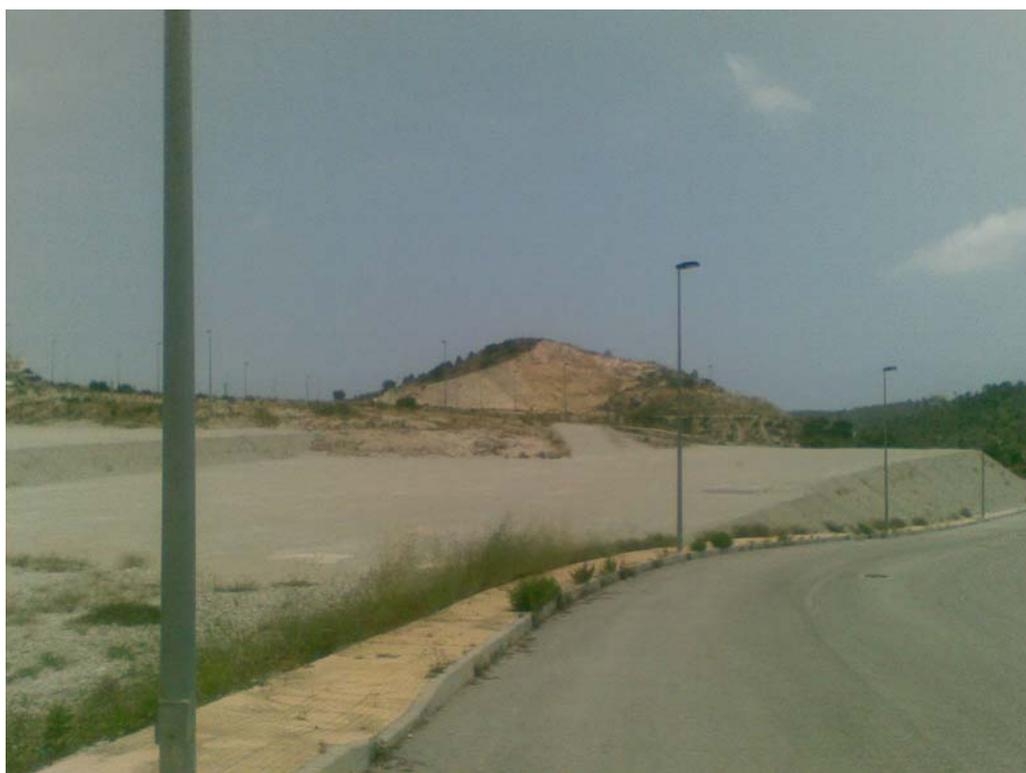
Forma de la parcela

La parcela se encuentra girada 45 grados aproximadamente respecto al Norte, siendo la Avenida Sevilla su límite Noreste, y su borde más elevado. Su forma es sensiblemente rectangular. Su acceso tanto rodado, como peatonal, se producirán por las Avenidas Sevilla y Madrid.

Topografía natural con pendiente de Norte a Sur, existiendo dos explanadas que resuelven este desnivel. La primera ocupa la cota 148.00, la segunda la 144.00. Los lindes por las calles Camino de L'Alfac y Calle Torrijos se manifiestan con desniveles de hasta 6 m por debajo de la parcela en el primer caso, y de 4m por encima de esta en el segundo. La Avenida de Madrid, se encuentra por encima del nivel de ambas explanadas en todo el tramo.

La parcela tiene una superficie de 14.432 m² en total, y contiene una servidumbre de 1.998,19 m² para evacuación de aguas pluviales de la urbanización de 7m de ancho por las calles Torrijos, Camino de L'Alfac y Avenida Sevilla, a esto se le resta una superficie de reversión de 776,27 m², con lo cual la superficie de la parcela se reduce a 11.657,54m².

La singularidad del emplazamiento, el carácter de edificio público y el cumplimiento de las exigencias de programa principalmente en la orientación y relación de los espacios docentes que plantea la Administración para este centro, han condicionado la idea del proyecto.



Vista desde camino de L'Alfac - calle Torrijos, se aprecian las explanadas

Es precisamente la existencia de estas dos explanadas y el desnivel entre ellas lo que condiciona la composición volumétrica y de espacio exteriores del edificio.

5.2.1.2.- AUTOR

El autor del proyecto es el Arquitecto Francisco Mezquida Gimeno, y su estudio de arquitectura ABMM. Anteriormente no había realizado ningún colegio con este sistema constructivo y fue necesario visitas periódicas a la fábrica en Porceyo para entender el sistema y adaptar el proyecto a las exigencias del sistema y las necesidades requeridas por CIEGSA para los edificios escolares.

5.2.1.3.- CONSTRUCTORA

La Unión Temporal de Empresas IMASA y TORRESCAMARA. La empresa TORRESCAMARA fue la responsable de realizar los cimientos, la urbanización.

5.2.1.4.- PROMOTORA

CIEGSA -Construcciones e Infraestructuras Educativas de la Generalitat Valenciana.

5.2.1.5.- EMPRESA FABRICANTE DEL SISTEMA INDUSTRIALIZADO.

La empresa responsable del sistema constructivo industrializado es MODULTEC.



5.2.1.6.- INICIO DE CONSTRUCCION

El proyecto Básico se realizó en tres meses aprobándose en Septiembre de 2009. La redacción de proyecto de ejecución se realizó en seis meses aprobándose en marzo de 2010.

El acta de replanteo se realizó en marzo de 2010 y a continuación siguiendo la planificación de ejecución del proyecto y tal como es característico en este sistema de construcción se iniciaron los trabajos en taller (Asturias) y "in situ" en obra (Finestrat)

5.2.1.7.- TIEMPO DE EJECUCION

El tiempo de ejecución según contrato era de 6 meses. Realmente nunca sale según la primera planificación. Se consiguió ejecutar en ese tiempo, y la obra se terminó el 12 de septiembre pero desde el 12 de marzo hasta primeros del mes de abril no se pudo certificar nada, únicamente se pudo certificar los Honorarios Facultativos y se

certifico en el mes de abril toso lo que se fabrico los 15 días de marzo y el mes de abril.

A continuación se adjunta el plan de obra previsto al inicio de los trabajos:

PROGRAMA DE TRABAJO		INICIO DE OBRA: 12-mar-2010		CENTRO: IES COLEGIO NUEVO N°2		EXPIE: COB-522/08	
		FINALIZACIÓN OBRA: 12-sep-2010		MUNICIPIO: FINESTRAT		EXPIE LIC: A-08/001	
CAPITULOS	P.E.M	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
MOVIMIENTOS DE TIERRA	127.916,69 €						
SANEAMIENTO DE EDIFICIOS	95.765,19 €						
CIMENTACIONES	188.803,92 €		161.043,14 €		23.941,30 €		
FABRICACIÓN EN TALLER DE MÓDULOS	1.963.010,77 €	651.023,59 €	651.023,59 €				
TRANSPORTES/MINISTRO DE LOS MÓDULOS	351.976,69 €						
ESTRUCTURA	96.527,88 €						
CUBIERTAS	48.509,78 €						
FACHADAS	29.983,27 €						
PARTICIONES	2.377,39 €						
CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIOS EXTE	29.254,78 €						
CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIOS INTE	156.056,60 €						
REVESTIMIENTOS DE PAREDES Y TECHOS	53.775,22 €						
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	25.710,80 €						
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	64.529,36 €						
INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS	220.827,04 €						
DEPÓSITO COMBUSTIBLES LÍQUIDO O GAS	19.318,81 €						
INSTALACIONES ESPECIALES	29.200,82 €						
GESTION DE RESIDUOS	27.506,81 €						
URBANIZACION	459.346,16 €						
EQUIPAMIENTOS	119.376,89 €						
OBRAS ESPECIALES	521.710,90 €						
SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	37.676,07 €						
TOTAL	4.699.841,85 €						
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL							
ACUMULADO		1.046.055,08 €	1.066.181,02 €	1.337.267,47 €	432.006,14 €	286.326,30 €	469.003,35 €
MENSUAL		1.046.055,08 €	2.115.236,00 €	3.452.504,06 €	3.884.510,20 €	4.170.838,50 €	4.669.841,85 €
% OBRA EJECUTADA		22,40%	45,20%	73,93%	83,16%	89,31%	100,00%
JECUCION POR CONTRATA GG-17% BI-6%							
ACUMULADO		1.444.869,00 €	1.476.827,02 €	1.846.870,24 €	596.635,06 €	395.442,91 €	669.164,62 €
MENSUAL		1.444.869,00 €	3.142.195,27 €	4.988.071,50 €	5.585.707,47 €	5.981.150,38 €	6.670.315,00 €
% OBRA EJECUTADA		22,40%	45,20%	73,93%	83,16%	89,31%	100,00%
ACUMULADO		22,40%	45,20%	73,93%	83,16%	89,31%	100,00%
MENSUAL		22,40%	45,20%	73,93%	83,16%	89,31%	100,00%
ACUMULADO		22,40%	45,20%	73,93%	83,16%	89,31%	100,00%

Como se observa en el mismo, para el tercer mes, o sea, en la primera mitad del tiempo acordado, para la completa ejecución del colegio se fabrica el 70,57% del presupuesto destinado a los edificios en taller y al mismo tiempo se realiza 1.499.493,30€ en obra, de tal manera que a los tres meses de haberse firmado el acta de replanteo está previsto tener ejecutado casi el 74% de la obra total.

La producción real durante el tiempo de construcción fue:

	PROYECTO APROBADO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1.0	CERTIFICACIONES FINESTRAT							
2.0	MOVIMIENTOS DE TIERRA	127.916,69 €	116.754,49 €	118.393,33 €	119.559,98 €	125.175,17 €	127.916,69 €	127.916,69 €
3.0	SANIFICAMIENTO DE EDIFICIOS	95.765,19 €				76.667,50 €	94.481,56 €	95.765,19 €
4.0	CIMENTACIONES	188.803,92 €				188.803,92 €	188.803,92 €	188.803,92 €
	3.0 CIMENTACIONES EN TALLER DE MÓDULOS	1.953.010,77 €						
4.1	-ESTRUCTURA	419.554,40 €	387.901,70 €	388.174,11 €	401.580,60 €	419.037,85 €	419.554,40 €	419.554,40 €
4.2	-CUBIERTAS	186.999,71 €	179.195,72 €	179.195,72 €	185.738,92 €	186.999,71 €	186.999,71 €	186.999,71 €
4.3	-FACHADAS	224.182,52 €	121.382,48 €	121.382,48 €	156.327,69 €	161.569,90 €	217.143,98 €	224.182,52 €
4.4	-PARTICIONES	184.553,63 €	74.669,68 €	149.133,08 €	179.985,61 €	184.553,63 €	184.553,63 €	184.553,63 €
4.5	-CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIOS EXTERIOR	157.993,92 €	86.802,21 €	137.302,75 €	140.122,06 €	142.176,95 €	157.993,92 €	157.993,92 €
4.6	-CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIOS INTERIORES	74.692,92 €		46.109,36 €	74.692,92 €			74.692,92 €
4.7	-REVESTIMIENTO DE SUELOS	14.934,77 €		640,15 €	8.467,07 €	14.220,12 €	14.934,77 €	14.934,77 €
4.8	-REVESTIMIENTOS DE PAREDES Y TECHOS	140.890,24 €	8.721,06 €	17.133,21 €	52.859,84 €	118.168,28 €	140.890,24 €	140.890,24 €
4.9	-INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	28.476,11 €		14.212,21 €	27.111,21 €	28.476,11 €	28.476,11 €	28.476,11 €
4.10	-SANITARIOS Y GRIFERÍA	27.062,30 €		4.766,76 €	5.405,96 €	5.721,52 €	21.819,36 €	27.062,30 €
4.11	-INSTALACIÓN ELÉCTRICA	166.549,98 €		24.169,96 €	46.192,89 €	54.285,16 €	141.952,29 €	166.549,98 €
4.12	-INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y ACS	204.062,61 €		66.299,31 €	100.659,25 €	166.829,61 €	205.063,98 €	204.062,61 €
4.13	-INSTALACIONES ESPECIALES	31.090,65 €		1.450,00 €	4.831,54 €	10.588,97 €	31.749,14 €	31.090,65 €
4.14	-SEGURIDAD Y SALUD EN TALLER	56.398,24 €	18.044,24 €	16.724,72 €	38.897,02 €	45.999,33 €	51.560,32 €	56.398,24 €
4.15	-GESTION DE RESIDUOS	33.619,57 €		10.758,26 €	10.758,26 €	27.231,85 €	27.231,85 €	33.619,57 €
5.0	TRANSPORTE/SUMINISTRO DE LOS MÓDULOS	351.976,69 €						
5.1	-EMBALAJE, GRUAS Y TRANSPORTE	278.098,69 €	21.223,95 €	266.859,39 €	278.098,69 €	278.098,69 €	278.098,69 €	278.098,69 €
5.2	-MONTAJE EN OBRA	73.898,00 €		36.944,00 €	73.898,00 €	73.898,00 €	73.898,00 €	73.898,00 €
6.0	TRABAJOS EN EDIFICIOS EJECUTADOS EN OBRA	814.258,57 €						
6.1	-ESTRUCTURA	96.527,98 €		16.242,61 €	76.874,61 €	92.306,26 €	99.527,68 €	99.527,68 €
6.2	-CUBIERTAS	49.509,78 €		19.314,60 €	41.235,41 €	46.415,59 €	49.509,78 €	49.509,78 €
6.3	-FACHADAS	29.983,27 €		1.922,27 €	16.506,36 €	29.146,15 €	29.983,27 €	29.983,27 €
6.4	-PARTICIONES	2.377,39 €		922,07 €	2.377,39 €	2.377,39 €	2.377,39 €	2.377,39 €
6.5	-CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIOS EXTERIOR	29.284,78 €			2.442,98 €	19.456,15 €	29.284,78 €	29.284,78 €
6.6	-CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIOS INTERIORES	6.670,01 €				6.670,01 €	6.670,01 €	6.670,01 €
6.7	-REVESTIMIENTO DE SUELOS	156.096,60 €			68.324,78 €	162.135,17 €	166.096,60 €	166.096,60 €
6.8	-REVESTIMIENTOS DE PAREDES Y TECHOS	53.775,22 €		82,47 €	14.375,87 €	51.847,64 €	53.775,22 €	53.775,22 €
6.9	-INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	25.710,90 €		5.264,90 €	6.552,71 €	22.409,07 €	25.710,90 €	25.710,90 €
6.10	-INSTALACIÓN ELÉCTRICA	64.528,36 €		229,40 €	4.479,59 €	16.631,07 €	53.983,03 €	64.528,36 €
6.11	-INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y ACS	220.827,04 €		7.870,27 €	26.736,21 €	174.565,63 €	219.951,31 €	220.827,04 €
6.12	-COMBUSTIBLES	19.318,81 €			4.289,16 €	18.690,98 €	19.318,81 €	19.318,81 €
6.13	-INSTALACIONES ESPECIALES	29.200,92 €		6.056,50 €	9.268,97 €	16.897,94 €	23.253,30 €	29.200,92 €
6.14	-GESTION DE RESIDUOS	27.506,91 €		8.802,21 €	8.802,21 €	15.403,87 €	27.506,91 €	27.506,91 €
7.0	URBANIZACION	458.346,16 €			113.999,37 €	385.609,09 €	458.346,16 €	458.346,16 €
8.0	EQUIPAMIENTOS	119.376,89 €			67.315,60 €	112.637,31 €	119.376,89 €	119.376,89 €
9.0	OBRAS ESPECIALES	521.710,90 €		372.224,01 €	439.617,20 €	509.237,94 €	521.710,22 €	521.710,90 €
10.0	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	37.676,07 €		12.056,34 €	9.686,96 €	13.946,49 €	28.545,87 €	37.676,07 €
	TOTAL EJECUCION MATERIAL	4.669.841,85 €	0,00 €	1.164.809,65 €	1.679.215,59 €	2.520.888,46 €	3.323.933,60 €	4.454.005,60 €
			0,00%	24,94%	35,96%	53,89%	75,46%	96,38%
			0,00%	24,94%	11,02%	18,02%	21,48%	19,92%
								4,62%

Se observa en el cuadro con los importes en ejecución de materiales que el 75% no se consigue hasta el cuarto mes (julio, pero se termina en el plazo previsto teniendo previsto para los 15 días del mes de septiembre únicamente un 4,62% del presupuesto total. Se realiza por tanto el 95,38% del total del presupuesto en 5 meses y medio.

5.2.1.8.- VOLUMETRIA

Los espacios docentes se configuran y condicionan a partir de un conjunto de tres volúmenes horizontales, articulados por un porche lineal que conecta dos de estos cuerpos y recorre longitudinalmente el tercero. La primera pieza alberga el aulario infantil, la segunda responde a la doble orientación de las aulas de enseñanza primaria, y la tercera, contiene las dependencias administrativas y de servicios de Comedor y Cocina. Respondiendo a las explanadas presentes en la parcela, los espacios exteriores se conectan por medio de rampas, que a su vez enlazan el conjunto docente con la pieza de gimnasio, ubicada en la cota inferior de la parcela, junto a los vestuarios. El gimnasio se entiende como una pieza singular conectada por el porche.



Vista volumétrica del colegio con la avenida de Madrid en primer término y el edificio administrativo

5.2.1.9.- SUPERFICIE

El comparativo desglosado de las superficies que admite Ciegsa comparado con el aprobado en el concurso que la empresa presenta en planos es el siguiente:

Finestrat Localidad:		Provincia Alicante
CEIP Nuevo Número 2 Centro:		Código centro 030018076
Expte-spc: 0/03/08/001	Construcción de nuevo centro, con el perfil escolar: 6I + 12P + JPV + com.(350, en 2t.)+ viv	
Nivel educativo	e. Infantil + Primaria 6 + 12	TOTAL PRESENTADO
Número de unidades docentes (u=I+P)	450	
Número de puestos escolares (pe= 25I + 25P)		
PROGRAMA DE NECESIDADES	s. útil/espacio	nº espacios superf. (m²) CONCURSO
A ESPACIOS DOCENTES		
A.a. Aulas Generales		
Aula de educación infantil (9 espacios de 50 m²)	50	6 300 321,06
Aula de educación primaria (18 espacios de 50 m²)	50	12 600 614,16
suma espacios A.a		900 935,22
A.b. Aulas pequeño grupo y/o apoyo a la integración:		
Aula pequeño grupo e. infantil (1espacio de 25 m²)	25	1 25 25,00
Aula pequeño grupo e. primaria (2 espacios de 25 m²)	25	2 50 49,42
suma espacios A.b		75 74,42
A.c. Espacios docentes específicos		
Aula de Informática e. Primaria (IP.1 INFOCOLE)	75	1 75 76,58
Aula de Música e. Primaria (MP.1)	75	1 75 76,58
Aula Taller polivalente e. Primaria	75	1 75 76,60
Gimnasio: sala deportiva	160	1 160 160,00
Gimnasio: frontón	30	1 30 30,00
Gimnasio: "galotxeta"	30	1 30 30,00
Gimnasio: "trinquet"	90	1 90 90,00
Gimnasio: vestuarios	40	1 40 43,04
Gimnasio: aseos	10	1 10 12,00
Gimnasio: profesor/monitor (vestuario+seminario)	10	1 10 11,37
Gimnasio: almacenes	15	1 15 14,54
suma espacios A.c		610 620,71
A.d. Espacios docentes comunes		
Sala de usos múltiples (espacio común) e. infantil	50	1 50 49,96
Sala de usos múltiples	87	1 87 90,84
Almacén de usos múltiples	13	1 13 13,06
Biblio-media-video-teca	75	1 75 76,40
Sala de equipos docentes e. infantil	13	1 13 16,88
Sala de equipos docentes e. primaria	25	2 50 51,52
Almacenes de recursos docentes (varios en total)		9 14,19
Cuartos de limpieza (varios en total)		6 9,46
suma espacios A.d		303 322,31
A.e. Servicios higiénicos		
Aseos alumnos infantil (aprox. 5m² x ud.)	5	6 30 31,37
Aseos alumnos (aprox. 6 a 8m² x ud.)	0,284	300 85 82,31
Aseos personas movilidad reducida (pmr) (n espac. de aprox. 5m²)		15 14,88
Suma espacios A.e		130 128,56
Suma de espacios docentes A		2.018 2.081,22
B ADMINISTRACIÓN		
Despacho Dirección	13	1 13 13,98
Despacho Jefatura de estudios	13	1 13 13,97
Secretaría	25	1 25 25,45
Despacho Servicio Orientación	13	1 13 13,98
Sala de profesores	50	1 50 47,95
Aseos adultos	13	1 13 15,65
Sala de AMPA + AA	13	1 13 13,97
Sala de visitas	13	1 13 14,82
Conserjería + Reprografía	25	1 25 25,12
Suma Administración B		175 184,89
C SERVICIOS GENERALES		
Almacén general	25	1 25 41,17
Cuarto general de limpieza	6	1 6 7,24
Cuarto de basuras	3	1 3 9,80
Contadores eléctricos/grupo electrógeno	3	1 3 11,82
Grupo de presión BIES		
Cuarto de instalaciones ambientales (calderas...)	13	1 13 13,15
Ascensor con sala de máquinas (si ha lugar)	6	1 6 4,81
Aseos + vestuario de personal no docente	6	1 6 10,16
Suma servicios generales C		62 109,90
suma espacios A+B+C		2.255 2.376,02
D ESPACIOS OPCIONALES		

Comedor (para 250 comensales simultáneos)	275	1	275	267,00
Cocina (para 500 comidas)	100	1	100	101,34
Vivienda conserje	90	1	90	83,77
suma de espacios opcionales D			466	452,11
suma de superficies útiles espacios A+B+C+D			2.720	2.828,13
Circulaciones (entre un 20% y un 25%)		0,25	680	693,54
suma superficie útil			3.400	3.521,67
Espesores muros y tabiquerías (entre un 12% y un 15%)		0,15	510	390,45
SUPERFICIE CONSTRUIDA interior (A+B+C+D+circulaciones+espesores)			3.910	3.912,12
Superficie cubierta y abierta (50% porches, ver en E)			113	115,06
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (1,15Si+50%Porches)			4.023	4.027,18
E ESPACIOS EXTERIORES				
Extensión aulas exteriores e. infantil	50	6	300	301,02
Porches (0,5m ² /ppee)	0,5	450	225	230,11
Pista polideportiva e.Primaria (2 pistas de 44x29m=1276m ²)	1276	1	1.276	1.927,91
Zona de juegos e.Infantil (4m ² /ppee)	4	150	600	642,04
Zona de juegos e.Primaria (4m ² /ppee)	4	300	1.200	2.029,79
Zona de huerta (0,4m ² /ppee)	0,4	450	180	198,47
Zona ajardinada (0,75m ² /ppee)	0,75	450	338	1.500,62
Estacionamiento (20m ² x nº unidades)	20	18	360	543,02
suma espacios exteriores E sin ampliación			4.479	7.372,98
Reserva de ampliación propuesta			2.500	3.458,04
suma espacios exteriores E propuesta			6.979	10.831
F PARCELA				
Propuesta para centro de perfil: 6I +12P			11.000	14.432,00
Mínima sin reserva de ampliación			8.500	

Comparativo de las superficies según las fichas de Ciegsa para un CEIP 6+12 y las presentadas en el concurso.

Después de estudiar durante la redacción del Proyecto Básico diferentes modulaciones con apoyo de los técnicos de la UTE IMASA TORRESCAMARA, finalmente Ciegsa aprueba en el Proyecto Básico un cuadro de superficies el cual se adjunta resumido y extraído de la memoria del proyecto la cual se adjunta en los anexos:

EDIFICACIONES

Superficie útil interior	+	3489,47 m ²
Superficie útil exterior (porches, terrazas, balcones, etc.) (50%)	+	179,10 m ²
Superficie no útil	+	450,99 m ²
Total superficie construida		4119,56 m²
Superficie de los vidrios exteriores (vidrios, puertas, ventanas, etc.)		776,74 m ²

SOLAR

Solar no edificado ni ajardinado (patios, pistas deportivas, etc.)	+	8264,04 m ²
Jardines	+	501,00 m ²
Solar edificado (superficie ocupada)	+	2892,50 m ²
Total superficie recinto escolar		11657,54 m²

5.2.1.10.- DIMENSIONES

El edificio destinado a alumnos infantiles tiene una altura de 3,81 mts compuesta por 14 módulos dispuestos en su volumen principal de 3 módulos repetidos longitudinalmente, hasta tener una distancia total de 60,41 mts y una anchura con los módulos que forman las aulas del profesorado de infantil de 20,52 mts.

El edificio destinado a alumnos de primaria tiene dos plantas con una altura de 6,82 mts, aunque el ascensor (que es un volumen aislado) tiene una altura de 8,45 mts., formado por 31 módulos dispuestos transversalmente a su longitud de tal forma que el ancho del edificio es a su vez la longitud máxima de los módulos siendo 16,34 mts la anchura total y una longitud total de 64,60 mts uniéndose 17 módulos con una anchura de 3,80 mts. cada uno.

El edificio destinado a administración, comedor y vestuario está compuesto de dos alturas, formado por 22 módulos de los cuales los que forman el pasillo de comunicación entre los tres edificios se realiza en obra dado que solo tiene estructura de cubierta. Con una longitud total de 71,55 mts y una anchura máxima de 14,45 mts en el lado del comedor fue el primero en montarse debido a que el edificio de primaria tenía módulos que apoyaban en el de

administración y debían de estar ya colocados para poder traer dichos módulos.

Los edificios de vivienda de conserje y Gimnasio son exentos y por tanto no influyeron en el tiempo crítico de planificación de la producción, siendo el gimnasio un volumen compuesto por 8 módulos en dos alturas de 4 y 4 módulos. Con unas dimensiones de 15,36 mts por 11,40 mts.

El edificio de la vivienda de conserje está compuesta por 2 módulos de 15,37 mts por 3,68 mts con lo que forman una vivienda de 15,37 mts por 7,36 mts.

5.2.1.11.- PROGRAMA DE NECESIDADES

El programa de necesidades son 6 aulas infantiles, 12 aulas de primaria, comedor para 350 comensales en 2 turnos y vivienda para el conserje.

CIEGSA entrega toda la documentación necesaria según los programas de necesidades para la correcta realización de los proyectos. Parte de dicha documentación esta como anexo al final de este proyecto.

En el cuadro de superficies se observan concretamente las necesidades del edificio educativo realizado cumpliendo con las especificaciones de Ciegsa:

PROGRAMA DE NECESIDADES	s. útil/espacio	nº espacios	superf. (m²)	PROYECTO
A ESPACIOS DOCENTES				
A.a. Aulas Generales				
Aula de educación infantil (9 espacios de 50 m²)	50	6	300	313,92
Aula de educación primaria (18 espacios de 50 m²)	50	12	600	592,80
suma espacios A.a			900	906,72
A.b. Aulas pequeño grupo y/o apoyo a la integración:				
Aula pequeño grupo e. infantil (1 espacio de 25 m²)	25	1	25	24,70
Aula pequeño grupo e. primaria (2 espacios de 25 m²)	25	2	50	48,36
suma espacios A.b			75	73,06
A.c. Espacios docentes específicos				
Aula de Informática e. Primaria (IP.1 INFOCOLE)	75	1	75	75,43
Aula de Música e. Primaria (MP.1)	75	1	75	75,42
Aula Taller polivalente e. Primaria	75	1	75	75,10
Gimnasio: sala deportiva	160	1	160	164,70
Gimnasio: vestuarios	40	1	40	43,10
Gimnasio: aseos	10	1	10	23,66
Gimnasio: profesor/monitor (vestuario+seminario)	10	1	10	11,54
Gimnasio: calderas	15	1	15	15,85
Gimnasio: almacenes				7,05
suma espacios A.c:			460	491,85
A.d. Espacios docentes comunes				
Sala de usos múltiples (espacio común) e. infantil	50	1	50	48,67
Sala de usos múltiples	87	1	87	84,42
Almacén de usos múltiples	13	1	13	12,73
Biblio-media-video-teca	75	1	75	74,87
Sala de equipos docentes e. infantil	13	1	13	12,62
Sala de equipos docentes e. primaria	25	2	50	48,36
Almacenes de recursos docentes (varios en total)			9	8,54
Cuartos de limpieza (varios en total)			6	8,27
suma espacios A.d			303	298,48
A.e. Servicios higiénicos				
Aseos alumnos infantil (aprox. 5m² x ud.)	5	6	30	31,50
Aseos alumnos (aprox. 6 a 8m² x ud.)	0,284	300	85	79,28
Aseos personas movilidad reducida (pmr) (n.espac. de aprox. 5m²)			15	
Suma espacios A.e			130	110,78
Suma de espacios docentes A			1.868	1.880,89
B ADMINISTRACIÓN				
Despacho Dirección	13	1	13	12,46
Despacho Jefatura de estudios	13	1	13	12,46
Secretaría	25	1	25	31,02
Despacho Servicio Orientación	13	1	13	12,46
Sala de profesores	50	1	50	45,52
Aseos adultos	13	1	13	17,27
Sala de AMPA + AA	13	1	13	12,46
Sala de visitas	13	1	13	12,44
Conserjería + Reprografía	25	1	25	24,85
Suma Administración B			175	180,94
C SERVICIOS GENERALES				
Almacén general	25	1	25	22,40
Cuarto general de limpieza	6	1	6	4,07
Cuarto de basuras	3	1	3	5,15
Contadores eléctricos/grupo electrógeno	3	1	3	7,01
Grupo de presión / BIES				10,75
Cuarto de instalaciones ambientales (calderas...)	13	1	13	12,47
Ascensor con sala de máquinas (si ha lugar)	6	1	6	3,30
Aseos + vestuario de personal no docente	6	1	6	14,52
UTAS (Unidades de Tratamiento de Aire)				240,00
Suma servicios generales C			62	319,67
suma espacios A+B+C			2.105	2.381,50

D ESPACIOS OPCIONALES						
	Comedor (para 350 comensales en dos turnos)	275	1	275	268,90	
	Cocina (para 350 comidas)	100	1	100	100,00	
	Vivienda conserje	90	1	90	84,47	
	suma de espacios opcionales D			465	453,37	
suma de superficies útiles espacios A+B+C+D					2.570	2.834,87
	Circulaciones (entre un 20% y un 25%)		0,25	643	654,60	
	suma superficie útil			3.213	3.489,47	
	Espesores muros y tabiquerías (entre un 12% y un 15%)		0,15	482	450,99	
SUPERFICIE CONSTRUIDA interior (A+B+C+D+circulaciones+espesores)					3.695	3.940,46
	Superficie cubierta y abierta (50% porches, ver en E)			113	179,10	
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (1,15Si+50%Porches)					3.807	4.119,56
E ESPACIOS EXTERIORES						
	Extensión aulas exteriores e. infantil	50	6	300	302,88	
	Porches (0,5m ² /ppee)	0,5	450	225	358,20	
	Pista polideportiva e. Primaria (2 pistas de 44x29m=1276m ²)	1276	1	1.276	1.276,00	
	Zona de juegos e. Infantil (4m ² /ppee)	4	150	600	770,04	
	Zona de juegos e. Primaria (4m ² /ppee)	4	300	1.200	1.284,68	
	Zona de huerta (0,4m ² /ppee)	0,4	450	180	186,45	
	Zona ajardinada (0,75m ² /ppee)	0,75	450	338	501,00	
	Estacionamiento (20m ² x n ^o unidades)	20	18	360	352,78	
	Reserva de ampliación propuesta			2.500	4.509,28	
	suma espacios exteriores E propuesta			6.979	9.541,31	
	suma espacios exteriores E sin ampliación			4.479	5.032,03	
F PARCELA						
	Propuesta para centro de perfil: 6l + 12P			11.000	14.432,00	
	Mínima sin reserva de ampliación			8.500		
	Superficie de reversión				776,27	
	Servidumbre				1.998,19	
SUPERFICIE PARCELA RESULTANTE					11.657,54	

5.2.1.12.- SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema es de estructura de módulos metálicos de medidas abiertas y componentes.

5.2.1.13.- PARTES PREFABRICADAS

Módulos de estructura metálica y componentes totalmente finalizados. En la descripción del edificio se profundizará en este apartado.

5.2.1.14.- COSTE

El coste de la obra se adjunta en la tabla adjunta:

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL DE LA OBRA (PEM)	4.669.841,85 €
17% GASTOS GENERALES	793.873,11 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	280.190,51 €
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA (PEC)	5.743.905,48 €
3,20% BAJA	-184.047,50 €
16% IVA	889.577,28 €
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA (PEC)+IVA	6.449.435,25 €
1% PRESUPUESTO DE CONTROL DE CALIDAD	46.698,42 €
16% IVA	7.471,75 €
PRESUPUESTO DE CONTROL DE CALIDAD+IVA	54.170,17 €
TOTAL PRESUPUESTO (OBRA+CONTROL CALIDAD)	6.503.605,42 €

Se observa los porcentajes aplicados al presupuesto de ejecución material, aunque es más esclarecedor el coste/ m2 para el sistema empleado de modulo industrializado en la siguiente tabla donde esta desglosado:

SUPERFICIE CONSTRUIDA	4119,56 M2
SUPERFICIE URBANIZACION	9541,31 M2

	SUPERFICIE m2	MODULO €/m2	TOTAL	(PEC con BAJA)+IVA	PEM
MODULO EDIFICACION	4.119,56	1.294,39	5.332.317,27 €	5.161.457,97 €	3.737.256,29 €
MODULO URBANIZACION	9.541,31	139,46	1.330.613,08 €	1.287.977,28 €	932.585,56 €
			6.662.930,35 €	6.449.435,25 €	4.669.841,85 €

El presupuesto de este proyecto tiene la originalidad y por tanto es único que consiguió por parte de la constructora el consentimiento de Ciegsa a la hora de redactarlo de desglosar por separado las unidades ejecutadas en taller de las realizadas en obra "in situ".

Dadas las dificultades en proyectos anteriormente realizados por esta constructora para Ciegsa con este sistema constructivo, de certificar unidades ejecutadas en Taller por la dificultad de comprobar y aprobar estos importes por parte de la Dirección Facultativa.

De tal forma que independientemente que una misma unidad se ejecute parte en taller y parte en obra "in situ" están calculados los costes por separados para facilitar el control económico por parte del personal técnico asignado por Ciegsa para el control de la ejecución de la obra.

Así mismo los costes de transporte también están en capítulos independientes no como en presupuestos anteriores que dado el carácter del sistema convencional de dichas obras estos costes debían de prorratearse con los capítulos restantes.

Lo mismo sucede con los costes de seguridad y salud que al tener carácter global en la obra en este tipo de proyectos han de separarse por la lógica de que los trabajos se realizan en dos lugares diferentes.

Se adjunta resumen de los mismos para una mayor comprensión de lo mencionado:

RESUMEN DE PRESUPUESTO POR CAPITULOS
CEIP NUEVO Nº2 FINESTRAT EN ALICANTE

1.0	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	127.916,69 €
2.0	SANEAMIENTO DE EDIFICIOS	95.765,19 €
3.0	CIMENTACIONES	188.803,92 €
4.0	FABRICACION EN TALLER DE MODULOS	1.953.010,77 €
4.1	ESTRUCTURA	
4.2	CUBIERTAS	
4.3	FACHADAS	
4.4	PARTICIONES	
4.5	CARPINTERIA, CERRAJERIA Y VIDRIOS EXTERIOR	
4.6	CARPINTERIA, CERRAJERIA Y VIDRIOS INTERIORES	
4.7	REVESTIMIENTO DE SUELOS	
4.8	REVESTIMIENTOS DE PAREDES Y TECHOS	
4.9	INSTALACION DE FONTANERIA	
4.10	SANITARIOS Y GRIFERIA	
4.11	INSTALACION ELECTRICA	
4.12	INSTALACION DE CALEFACCION Y ACS	
4.13	DEPOSITO CUMBUSTIBLES LIQUIDO O GAS	
4.14	INSTALACION DE CONTRAINCENDIOS	
4.15	INSTALACIONES ESPECIALES	

4.16	INSTALACIONES VENTILACION CUMPLIMIENTO RITE	
4.17	SEGURIDAD Y SALUD EN TALLER	
5.0	TRANSPORTE/SUMINISTRO DE LOS MODULOS	351.976,69 €
5.1	EMBALAJE,GRUAS Y TRANSPORTE	
5.2	MONTAJE EN OBRA	
6.0	TRABAJOS EN EDIFICIOS EJECUTADOS EN OBRA	814.258,57 €
6.1	ESTRUCTURA	
6.2	CUBIERTAS	
6.3	FACHADAS	
6.4	PARTICIONES	
6.5	CARPINTERIA, CERRAJERIA Y VIDRIOS EXTERIOR	
6.6	CARPINTERIA, CERRAJERIA Y VIDRIOS INTERIORES	
6.7	REVESTIMIENTO DE SUELOS	
6.8	REVESTIMIENTOS DE PAREDES Y TECHOS	
6.9	INSTALACION DE FONTANERIA	
6.10	SANITARIOS Y GRIFERIA	
6.11	INSTALACION ELECTRICA	
6.12	INSTALACION DE CALEFACCION Y ACS	
6.13	DEPOSITO CUMBUSTIBLES LIQUIDO O GAS	
6.14	INSTALACION DE CONTRAINCENDIOS	
6.15	INSTALACIONES ESPECIALES	
6.16	INSTALACIONES VENTILACION CUMPLIMIENTO RITE	
7.0	URBANIZACION	459.346,16 €
8.0	EQUIPAMIENTOS	119.376,89 €
9.0	OBRAS ESPECIALES	521.710,90 €
10.0	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	37.676,07 €

5.2.1.15.- INTEGRACION EN EL ENTORNO

La parcela se encuentra ubicada en un entorno residencial de baja densidad, donde predominan conjuntos de viviendas pareadas de 2 y 3 alturas, que se ordenan según las distintas pendientes del terreno, hacia la zona Norte.

Por tal motivo y aprovechando los desniveles existentes en la parcela se realizan los tres volúmenes condicionadas por las dos plataformas y a su vez se mimetiza con el entorno residencial.

5.2.1.16.- SENSIBILIDAD CON EL MEDIO AMBIENTE

Tanto los elementos constructivos verticales como los elementos constructivos horizontales cuentan con el aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan. Se cumplen con las prescripciones de la normativa de protección contra el ruido, que se justificara en el proyecto de ejecución.

Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

El edificio proyectado dispone de una envolvente adecuada a la limitación de la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la ciudad, del uso previsto y del régimen de verano y de invierno.

La provincia del proyecto es Alicante y la población es Finestrat, la altura de referencia es 7 msnm y la localidad es 40 msnm, la zona climática es según tabla D1 la zona B4. La zonificación climática resultante es B4.

Al tratarse de un edificio de uso terciario será de aplicación la opción general de limitación de la demanda (LIDER).

Las características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, permiten la reducción del riesgo de aparición de humedades de condensación, superficiales e intersticiales que puedan perjudicar las características de la envolvente. Se ha tenido en cuenta especialmente el tratamiento de los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

La edificación proyectada dispone de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

La demanda de agua caliente sanitaria se cubrirá en parte mediante la incorporación de un sistema de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la

radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 de la sección 1 del DB HE en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Para el cumplimiento de los valores límite de los parámetros característicos medios, la demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2. de la sección 1 del DB HE.

Para ello se aplicará la herramienta informática LIDER de CTE.

Los valores máximos de transmitancia son los siguientes:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en $W/m^2 \cdot K$

	ZONAS
Cerramientos y particiones interiores	B
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno(1) y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,07
Suelos	0,68
Cubiertas	0,59
Vidrios y marcos	5,70
Medianerías	1,07

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

No se han acordado entre el promotor y el proyectista exigencias básicas para el proyecto que superen los umbrales establecidos en el CTE.

5.2.2.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

5.2.2.1.- CIMENTACION



Placas de anclaje donde van apoyados los módulos



La cimentación recibe la carga de los módulos a través de las placas



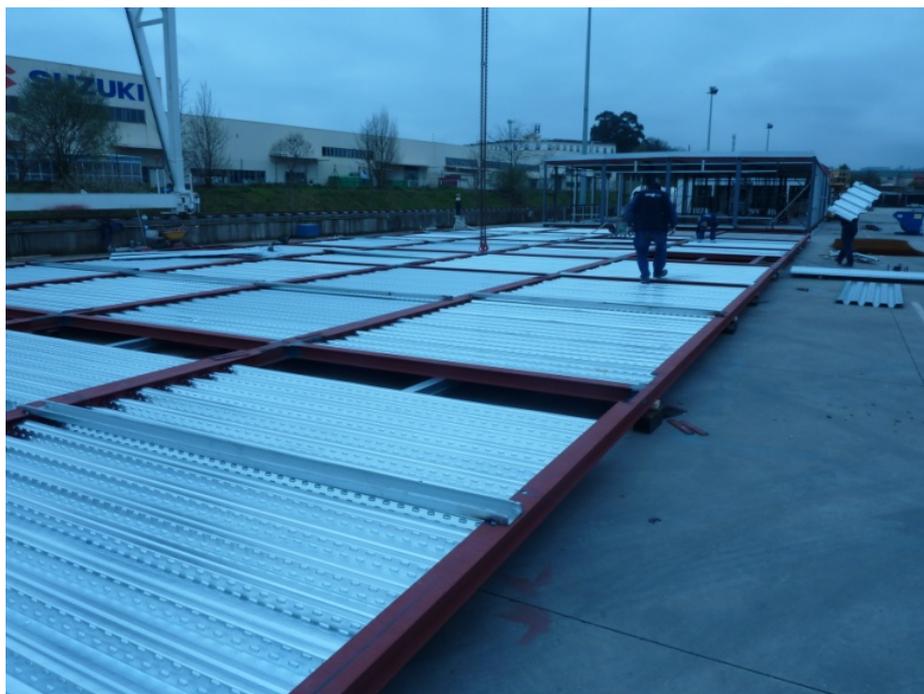
Los módulos una vez terminado el montaje

Se realizó una capa de hormigón de limpieza conforme a proyecto y se empleó hormigón HA-25/B/20/II-b, y acero para armar B500S en zapatas y riostras elaborado, transportado, puesto en obra, vibrado y curado, según planos de proyecto y EHE-08.

La cimentación se encofró contra el terreno pero debido al encachado existente hubo que encofrar aproximadamente el 40 %.

Los trabajos de cimentaciones pudieron realizarse justo a tiempo para cuando se recibieron los módulos en góndolas no hubiera retrasos en la planificación temporal.

5.2.2.2.- ESTRUCTURA



Ejecución de forjado mixto de chapa colaborante

La estructura se realizará mediante unidades modulares atornilladas entre sí 100% recuperables y de fácil instalación.

Para un sistema con forjado sanitario. El módulo espacial se realizará a base de pilares tubulares de acero de sección cuadrada

120x120x6 mm de espesor y vigas UPN de acero laminado para la formación del bastidor o chasis autoportante que se transporta en camiones. Dicho bastidor se apoyará sobre la cimentación en las placas anteriormente descritas.

Habrà dos tipos de forjados fundamentalmente:

5.2.2.2.1.- F-1. FORJADO PLANTA BAJA.

Forjado Sanitario en edificio de primaria con altura $h \geq 2$ m y con una profundidad respecto al nivel del terreno inferior o igual a 2 m.

Forjado de chapa colaborante HAIRCOL-59 de Europerfil o similar equivalente y de espesor variable según el vano del forjado.

Canto de forjado $\pm 11,9$ cm. (5,9+6)

Espesor chapa colaborante 1 mm

Espesor losa hormigón 6 cm

Hormigón $f_{ck} = 250$ Kg/cm²

Acero estructural B-400 S

Peso propio ± 186 Kg/m²

5.2.2.2.2.- F-2. FORJADO PLANTA 1º

Forjado de chapa colaborante HAIRCOL-59 de Europerfil o similar equivalente y de espesor variable según el vano del forjado.

Canto de forjado $\pm 11,9$ cm. (5,9+6)

Espesor chapa colaborante 1 mm

Espesor losa hormigón 6 cm

Hormigón $f_{ck}=250$ Kg/cm²

Acero estructural B-400 S

Peso propio 186 Kg/m²

5.2.2.2.3.- F-3. FORJADO PLANTA 1º - ACÚSTICO (SOBRE COMEDOR)

Forjado de chapa colaborante HAIRCOL-59 de Europerfil o similar equivalente y de espesor variable según el vano del forjado.

Canto de forjado $\pm 11,9$ cm. (5,9+6)

Espesor chapa colaborante 1 mm

Espesor losa hormigón 6 cm

Hormigón $f_{ck}=250$ Kg/cm²

Acero estructural B-400 S

Peso propio 186 Kg/m²

5.2.2.2.4.- F-4. FORJADO CUBIERTA EN ESPACIOS DOCENTES.

Chapa perfilada de acero galvanizado tipo MT-40 de Hiansa o similar equivalente según el vano.

Canto chapa perfilada $\pm 4,2$ cm

Espesor chapa perfilada 0,8 mm

Peso propio panel sándwich 10 Kg/m²



Detalle encuentro estructural entre 2 módulos



Apoyo estructural de modulo con placa en cimentación

5.2.2.3.- CERRAMIENTOS



FASE 1: fabricación estructura y montaje en fabrica



FASE 2: ejecución de revestimientos en fábrica



FASE 3: colocación en obra

Tal y como aparece en los planos de acabados y referencias constructivas, se disponen los siguientes tipos de cerramientos:

5.2.2.3.1.- CERRAMIENTO FACHADA.

De exterior a interior, el orden de hojas es el siguiente:

5.2.2.3.1.1 Tipo C1

- - Panel prefabricado de hormigón
 - - Cámara de aire ventilada 5 cm, con lana de roca
 - - Trasdosado de doble placa de cartón-yeso fijado con estructura metálica de 46mm y aislamiento LR 4 cm de espesor en su interior ($\lambda=0,041$ W/mk), reforzando la estructura del tabique contra la fachada.
- e=25,6 cm
 - masa=28,3 kg/m²
 - U= 0,23 W/m² °K
 - AA=45,5 dBA

5.2.2.3.1.2 Tipo C2

- - Panel sándwich de acero prelacado de 0,6mm y núcleo aislante de poliuretano ($R=2.27$ m²K/W).
- - Cámara de aire no ventilada 5 cm, con aislamiento térmico de lana de roca.

- - Trasdosado de placa de cartón-yeso fijado con estructura metálica de 46mm y aislamiento LR 4 cm de espesor en su interior ($\lambda=0,041$ W/mk), reforzando la estructura del tabique contra la fachada, con acabado interior con tablero aglomerado de acabado melamínico.
 - $e=25,6$ cm
 - $\text{masa}=28,3$ kg/m²
 - $U= 0,23$ W/m² °K
 - $AA=45,5$ dBA

5.2.2.3.1.3 Tipo C3

- Chapa ondulada sobre subestructura ($R=2.27$ m²K/W).
- Cámara de aire ventilada 5 cm, con aislamiento térmico de lana de roca.
- Trasdosado de panel de cartón-yeso fijado con estructura metálica y aislamiento LR 4 cm de espesor en su interior ($\lambda=0,041$ W/mk), reforzando la estructura del tabique contra la fachada, con acabado interior con tablero aglomerado de acabado melamínico.

$e=25,6$ cm

Masa= $28,3$ kg/m²

$U= 0,23$ W/m² °K

$AA=45,5$ dBA

5.2.2.4.- CUBIERTA

La cubierta es la propia de la estructura autoportante y está realizada mediante chapa de acero galvanizado y prelacado,

interiormente posee un aislamiento térmico colocado entre la cubierta y el falso techo. La cubierta desaguará mediante sumideros. Las bajantes discurrirán ocultas por el interior de la cámara del cerramiento.

La cubierta sobre los tres edificios (administración, aulario infantil y aulario de primaria:

Es el tipo de Cubierta plana Intemper sistema NTALV, no transitable. Pendiente 0%.

De exterior a interior, el orden de capas es el siguiente:

5.2.2.4.1.- EN LOS AULARIOS Y ADMINISTRACIÓN:

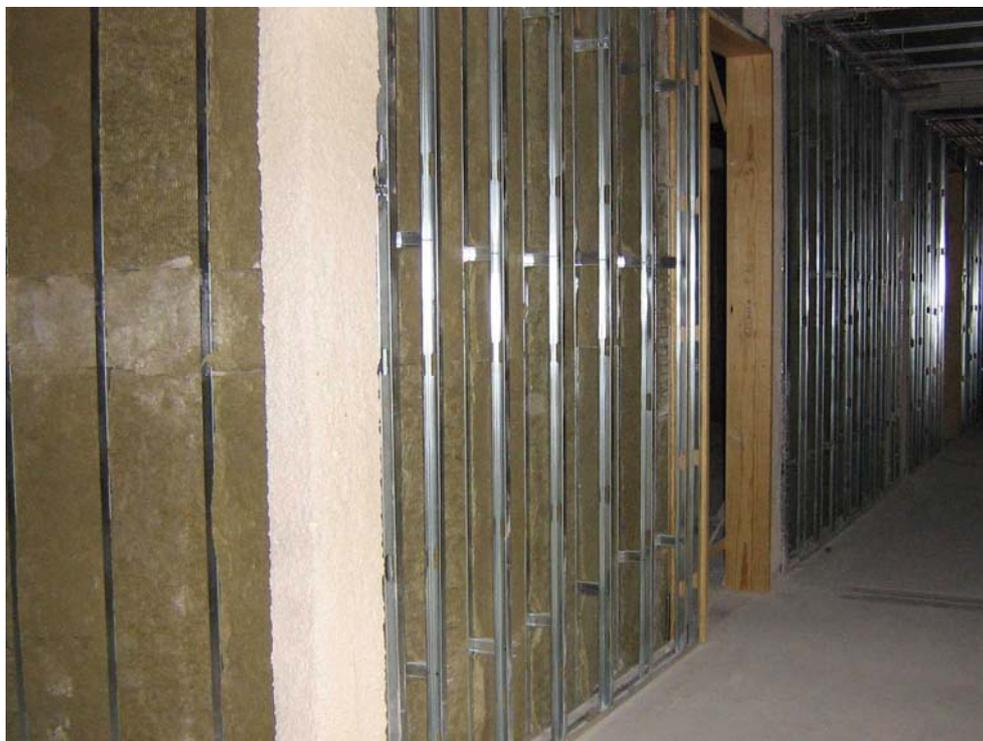
- - Membrana impermeable de PVC tipo RHENOFOL CV.
- - Capa separadora de fieltro sintético geotextil de poliéster.
- - Aislamiento térmico de planchas de poliestireno extruido de 6 cms. de espesor con una densidad de 35 kg/m³.
- - Chapa perfilada de acero galvanizado tipo MT-40 de 0,8mm de espesor de Hiansa
- - Cámara de aire (plenum)
- - Falso techo cartón-yeso 13 mm con LR 2,5 cm de espesor ($\lambda=0,041$ W/mk)

5.2.2.4.2.- LA CUBIERTA SOBRE EL GIMNASIO:

- - Membrana impermeable de PVC tipo RHENOFOL CV.
- - Capa separadora de fieltro sintético geotextil de poliéster.

- - Aislamiento térmico de planchas de poliestireno extruido de 8 cms. de espesor con una densidad
- de 35 kg/m³.
- - Chapa perfilada de acero galvanizado tipo MT-40 de 0,8mm de espesor de Hiansa o similar.

5.2.2.5.- DIVISIONES INTERIORES



Ejecución de particiones de tabiquería seca en taller

Compuestos por tabique de cartón-yeso y panel aglomerado de acabado melamínico en ambas caras, fijado a subestructura metálica de 70 mm, con 40 cm de separación entre montantes y aislamiento lana de roca en su interior ($\lambda=0,041$ W/mk), cumpliendo con el aislamiento acústico requerido por la norma CTE-DBHR ($R \geq 50$ dBa).

Para las divisiones de cabinas en aseos y vestuarios.

Se colocan mamparas de resinas fenólicas de 15 mm de espesor, separadas del suelo entre 15 y 20 cm y herrajes de acero inoxidable.

Los Tabiques contenedores de cisterna empotrada se realizan a base de tabique de cartón-yeso de 15 mm con perfilera adaptada para contener la cisterna.



En la imagen se observa el tabique contenedor de cisterna empotrada y el tabique con subestructura reforzada para soporte de cisterna de 80litros en infantil.

5.2.2.6.- CARPINTERIAS

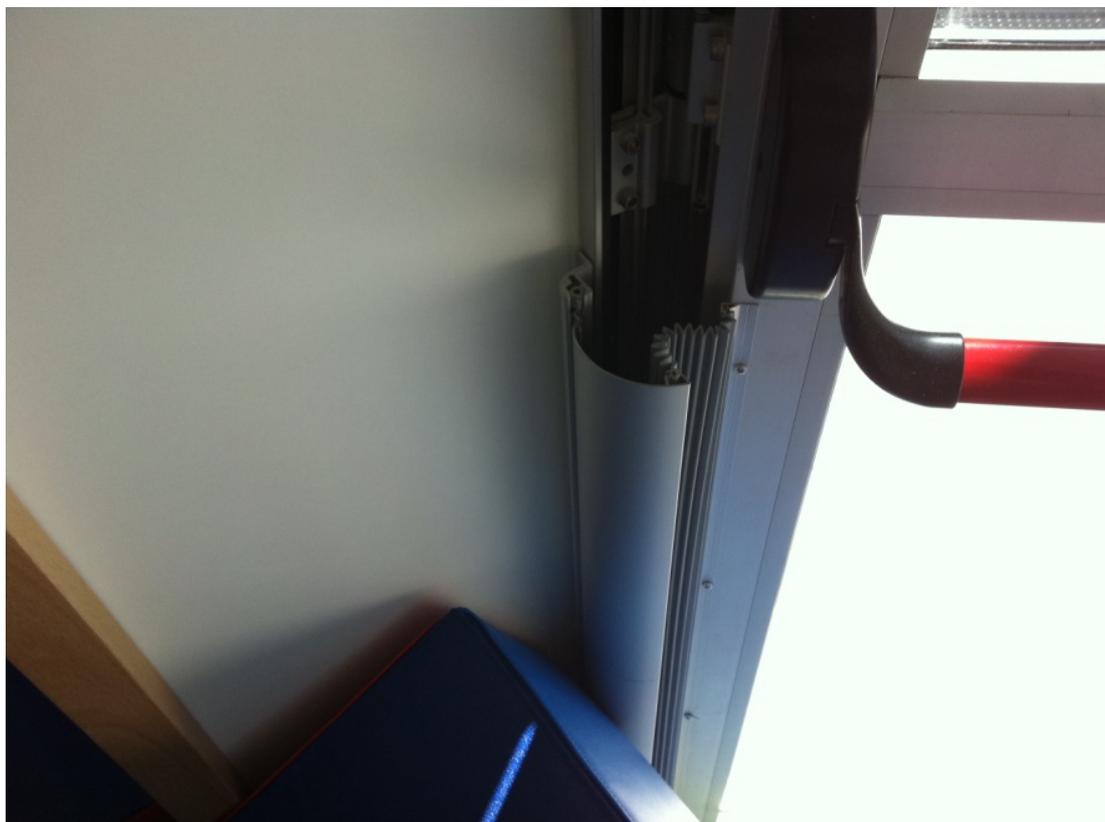


Solución entrada a aula con mirador según fichas de Ciegsa

La carpintería interior del edificio es de maderas macizas de 40 mm de espesor de pino americano y acabadas barnizadas, acorde con revestimiento de los espacios de circulación, pernios de acero inoxidable de 80 mm. y cerradura con manivela y escudo de diámetro

15x 15 cm., de acero inoxidable. Todo ello queda especificado en los planos.

El arquitecto Francisco Mezquida diseñó en lugar de una mirilla en la propia hoja de la puerta, un hueco de techo a suelo con la mitad inferior traslucida hasta la altura que marca los paneles paragolpes de los pasillos realizados con aglomerado melamínico.



Antipinzados en puerta exterior de aluminio en aula infantil

Las puertas de educación infantil dispondrán de un sistema antipinzamiento (antipillados) que estarán fijados en el propio herraje de la carpintería.

En las puertas que dan a espacios de docencia se dispondrán mirillas acristaladas. El vidrio es armado para evitar desprendimientos en caso de rotura accidental.



Aula infantil con ventana para control visual de baño.

En los aseos de las aulas infantiles igualmente se disponen ventanas que permitan al personal docente encargado el control visual de los niños.

Las manillas son de manivela con escudo ancho, de acero inoxidable.

Los premarcos disponen de patillas de anclaje, riostras y rastreles según NTE, rellenando los huecos de los cercos con espuma de poliuretano.

Las ventanas interiores (tarjas, situadas encima de las puertas) y todos los vidrios que se coloquen en el interior son laminados 3+3.

5.2.2.7.- INSTALACIONES

Las instalaciones previstas en el CEIP son similares a todos los centros educativos realizados en estos momentos:

Instalación eléctrica, Instalación de gasoil, instalación de calefacción con radiadores y producción de ACS por colectores solares, instalación de gas propano a la cocina del centro, Instalación de gas y contra incendio, Instalaciones especiales (voz y datos, anti-intrusión, red de TV, Megafonía, Ascensor y video-portero. Pero lo más reseñable, dado que la primera vez que se hace en la Comunidad Valenciana son las Unidades de tratamientos de Aire:

Para solventar la exigencia de la calidad del aire interior en los locales se instalaron unidades de tratamiento de aire capaces de extraer e introducir en los locales el caudal mínimo exigido por IT 1.1.4.2.3.

Dichas unidades de aire realizaron un intercambio de energía precalentando el aire de entrada desde el exterior mediante el aire de expulsión del local cumpliendo con lo exigido IT1.2.4.5.5.

Con el fin de obtener un aire más confortable y proteger las máquinas se instalaron pre filtros y filtros en las unidades de tratamiento de aire cumpliendo IT1.1.4.2.4.

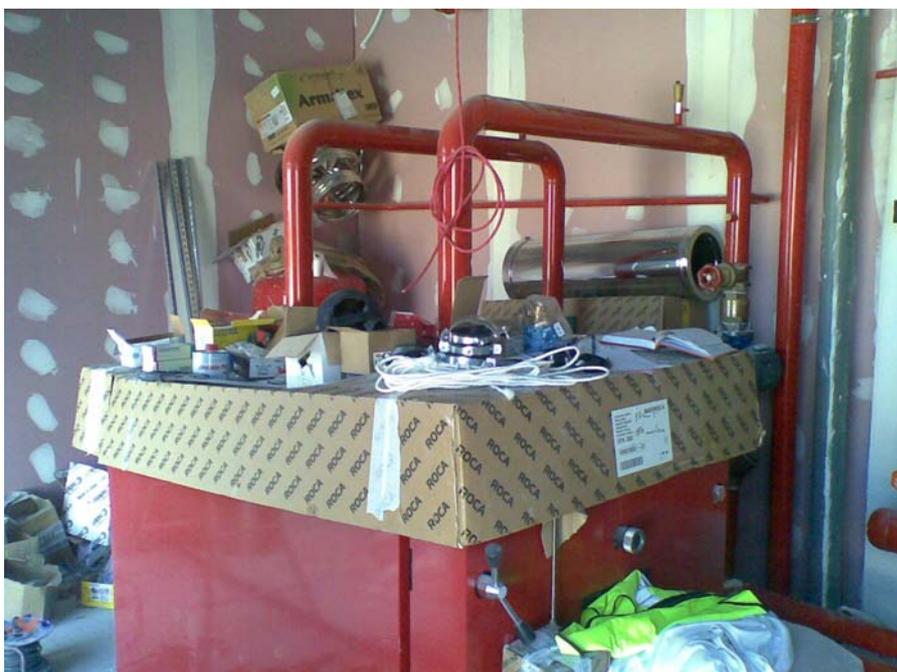
El aire de extracción y admisión se realizara mediante conductos realizados con materiales aislantes y absorbentes de ruido. Capaces de atenuar el ruido proveniente de las máquinas y mejorando el ambiente interior.

El conducto es de material Climaver neto, fabricado a partir de lana de vidrio de alta densidad revestidos por ambas caras, de espesor 25mm.



Instalaciones ejecutas en taller

Las instalaciones están colocadas en Taller en los tramos de los módulos para conectarlas en la obra.





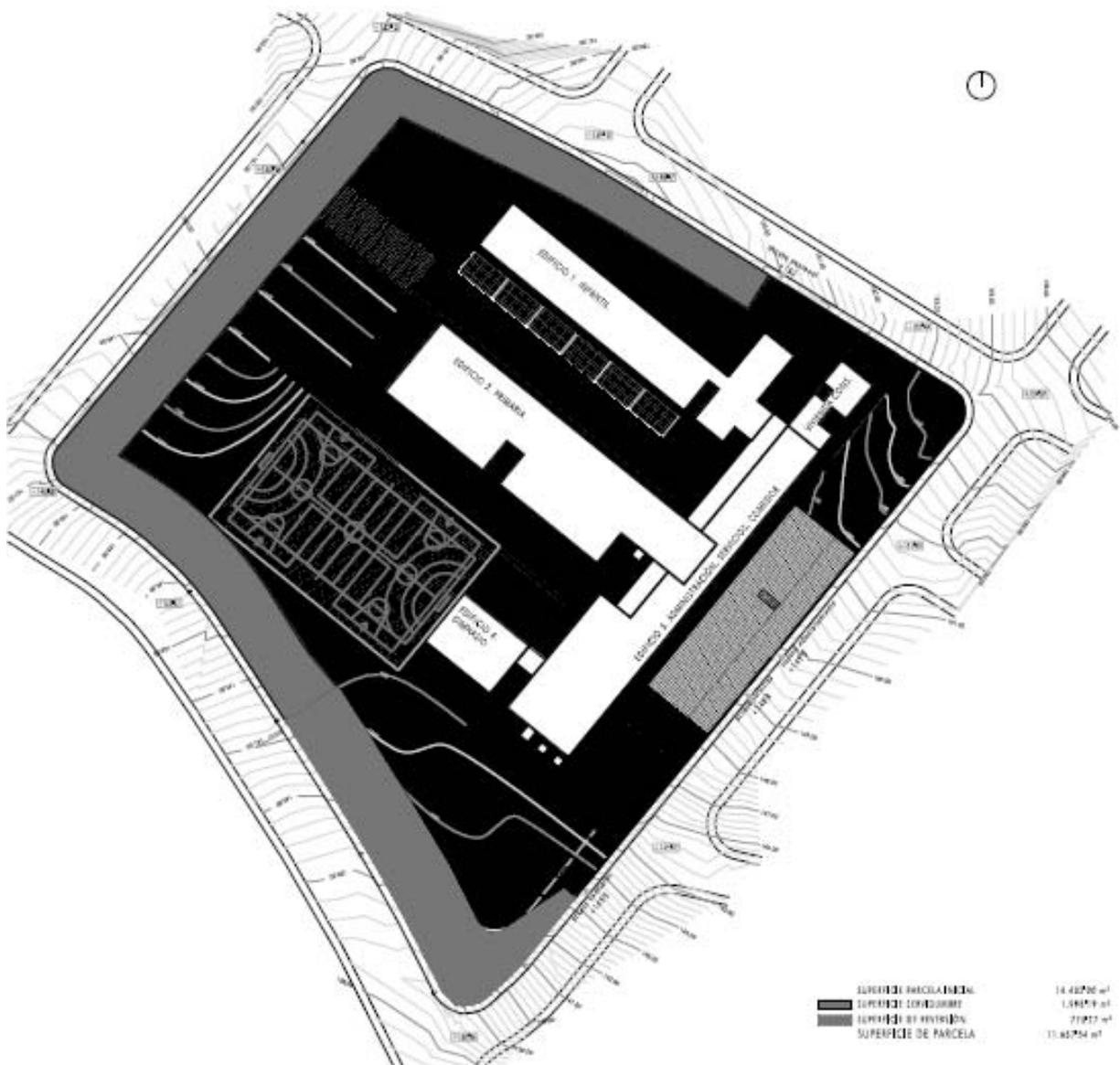
Conducciones de calefacción en fase de ejecución



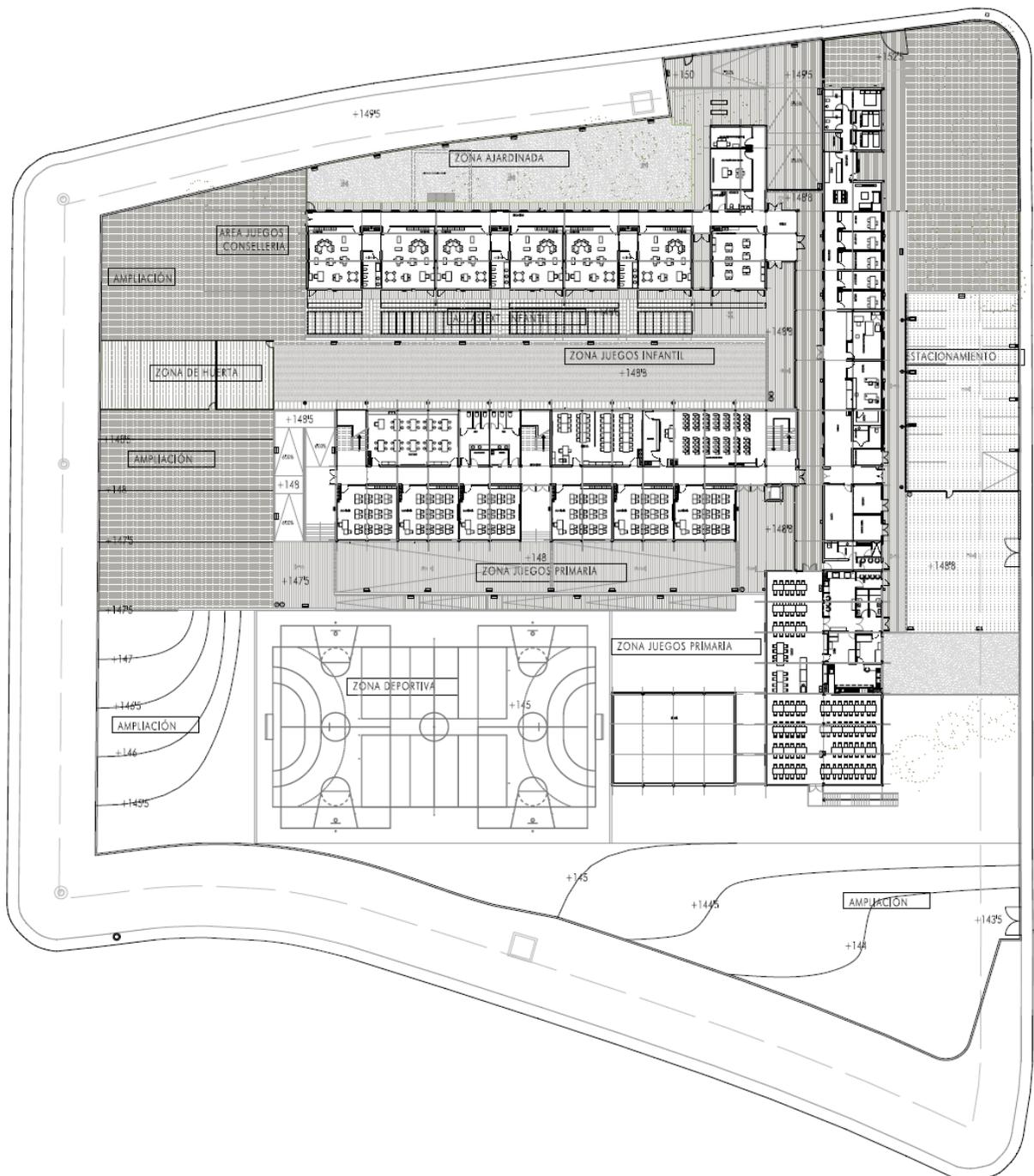
Conducciones de calefacción terminadas

5.2.3.- INFORMACION GRAFICA

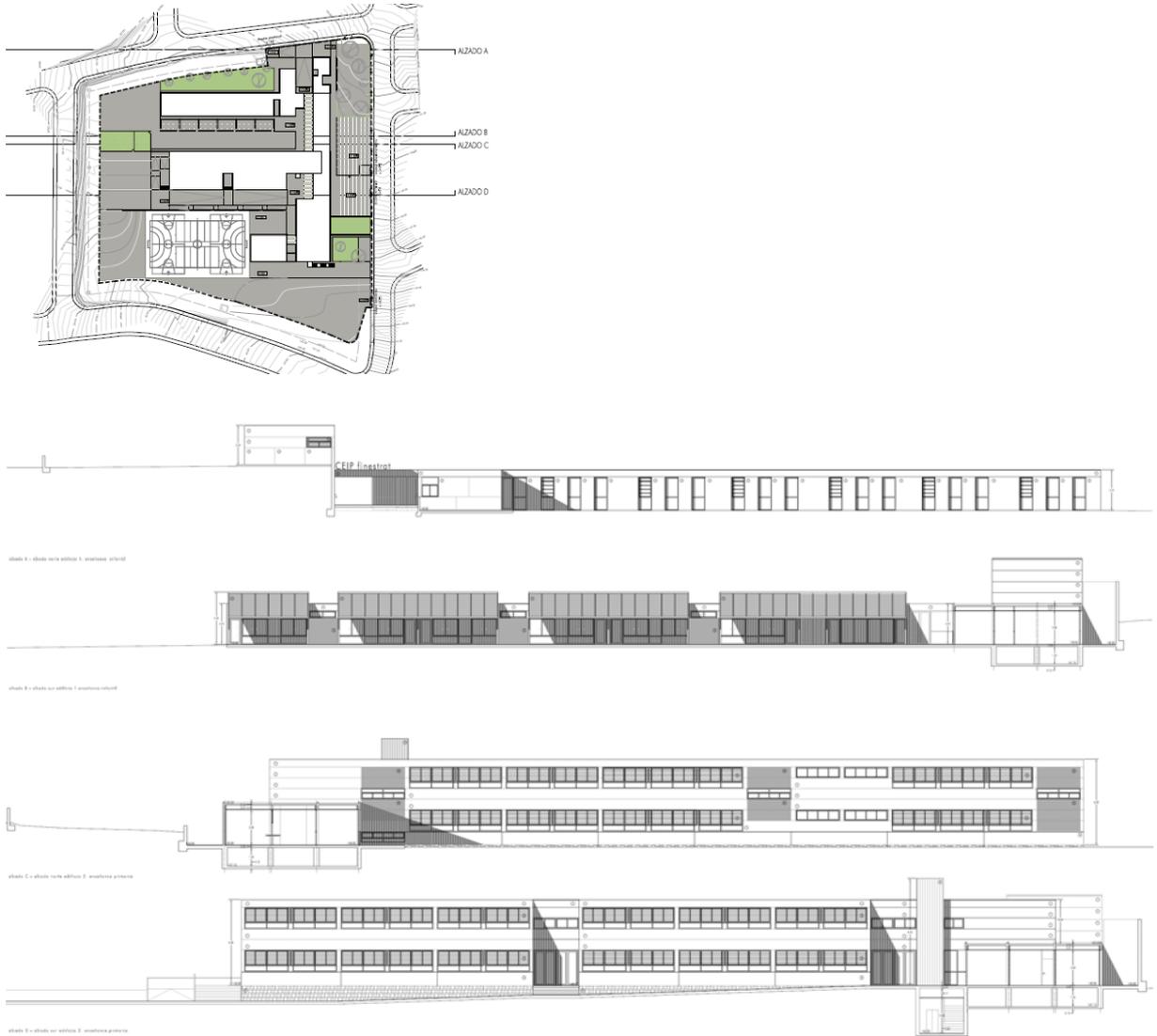
5.2.3.1.- EMPLAZAMIENTO

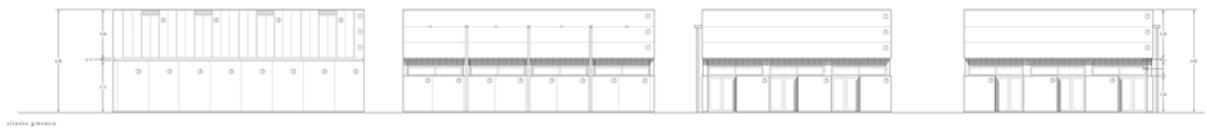
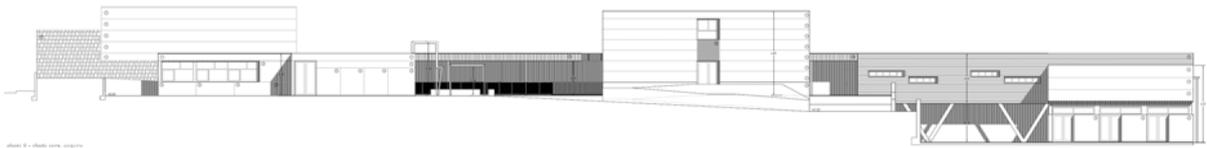
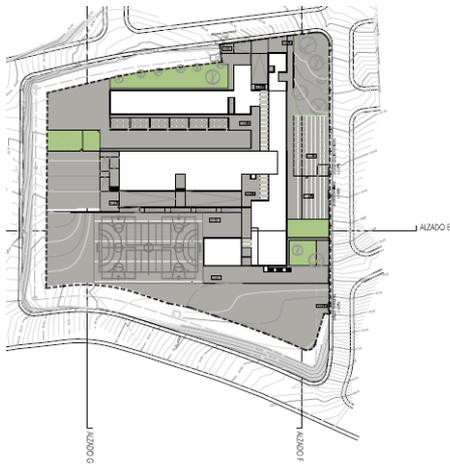


5.2.3.2.- PLANTAS

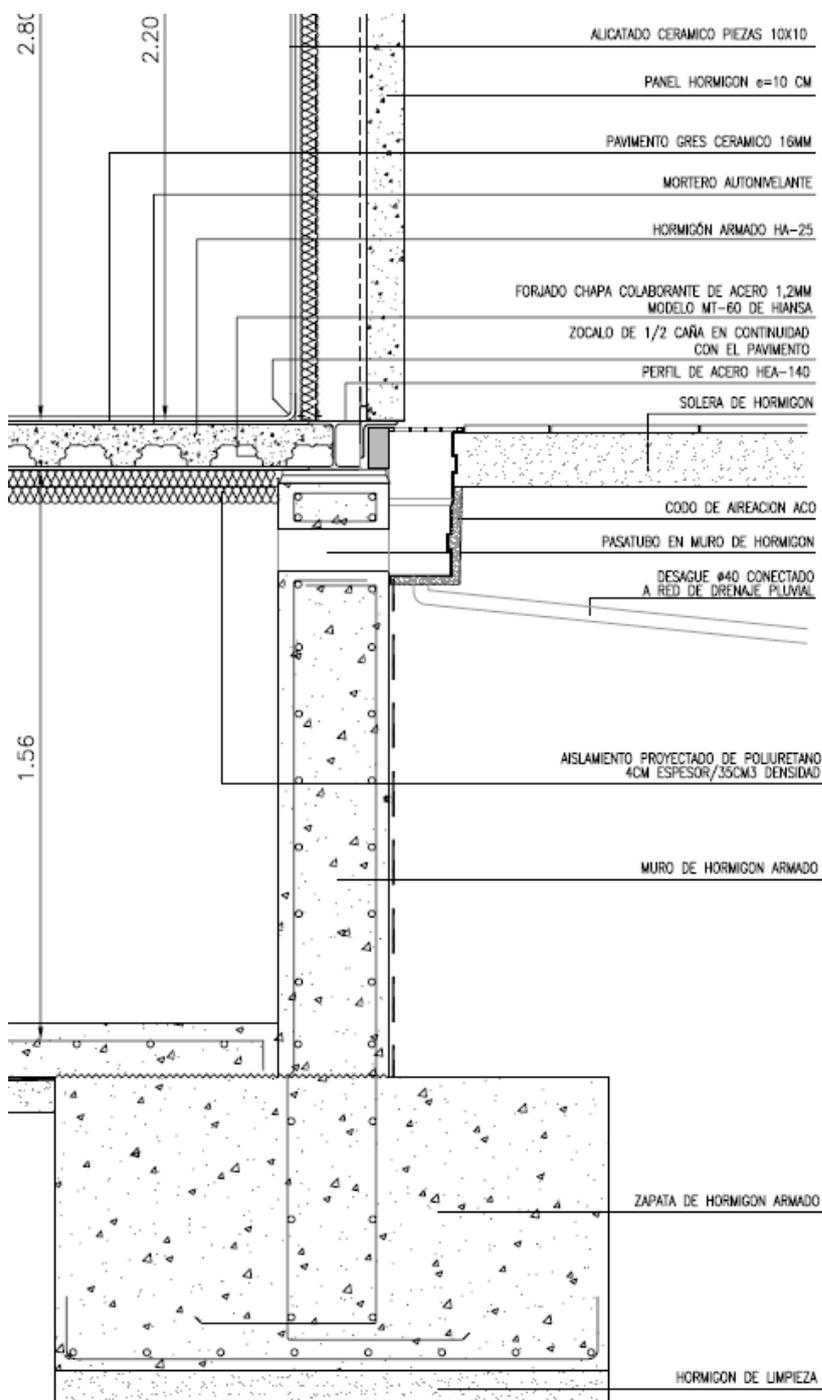


5.2.3.3.- ALZADOS

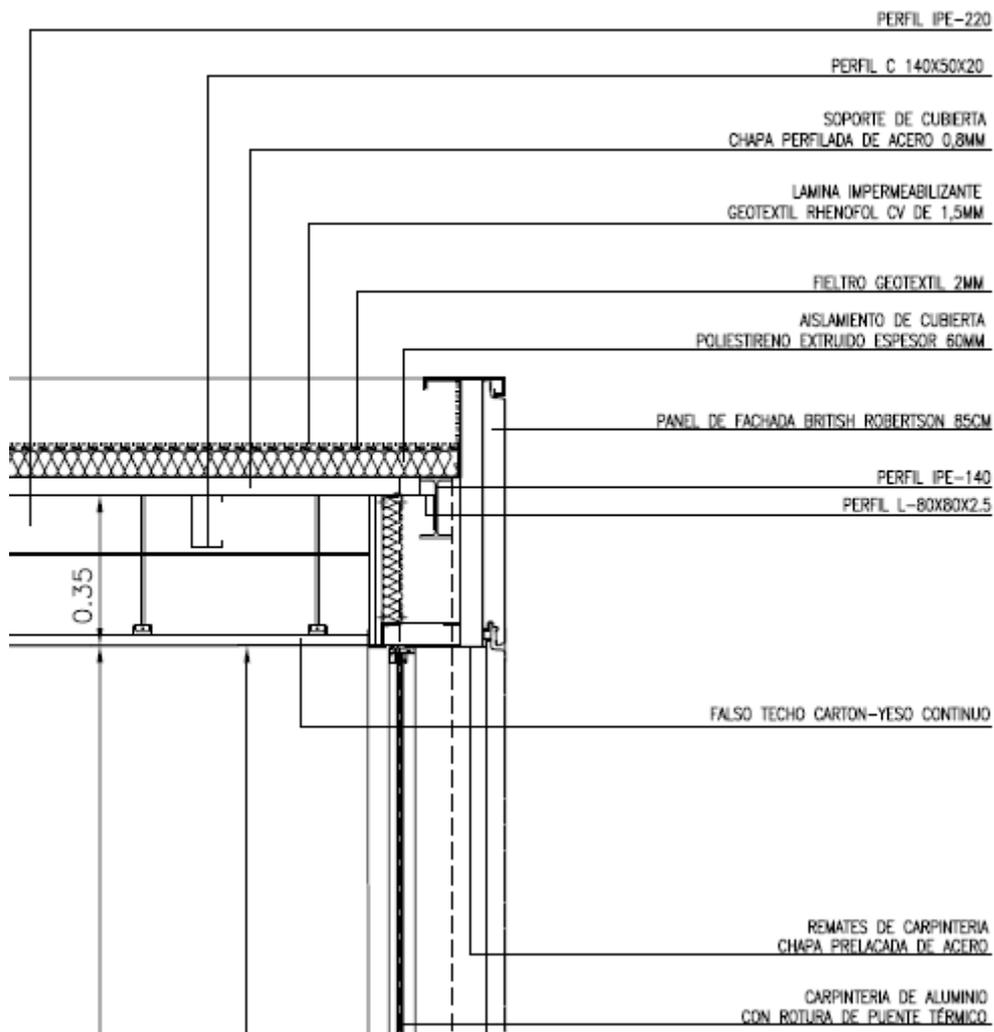




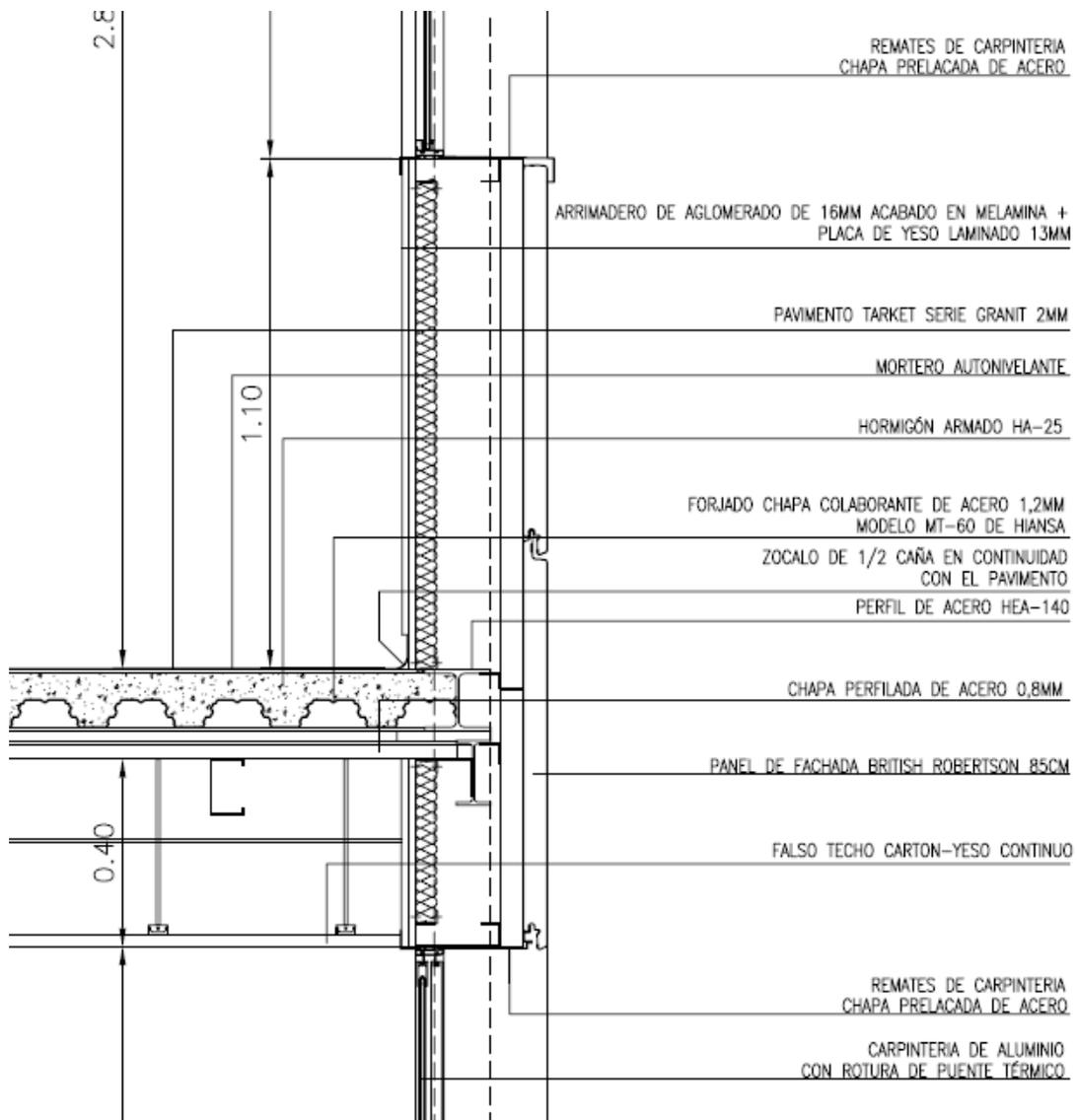
5.2.3.4.- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS



Detalle apoyo modulo planta baja con cimentación



Detalle cerramiento fachada y cubierta modulo



Detalle encuentro fachada modulo planta baja con modulo primera planta

6.- ANALISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

6.1.- REDACCION DE PROYECTO.

En referencia a esta escuela en concreto he de comentar que:

Esta administración ha tenido en cuenta las plazas escolares necesarias en este proyecto cara al futuro en el entorno en el que se ha realizado y también las dimensiones mínimas que debían de tener (adjuntas en el anexo), pero no ha tenido en cuenta la dificultad del proyecto y sobre todo la morfología del solar..

La respuesta a la integración al entorno urbanístico y paisajístico es profunda.

La sensibilidad al control de ganancias y pérdidas térmicas de origen natural es alta dado que se orienta para minimizar las pérdidas térmicas en invierno y tener ganancias en verano. Las fachadas y las aberturas varían según su orientación, con protecciones solares (lamas, pérgolas...). También se colocan sistemas de captación, como captadores solares térmicos y placas fotovoltaicas.

Tambien es el primero de la comunidad Valenciana en incorporar unidades de tratamiento de aire automatizadas.

6.2.- FABRICACIÓN

Después de haber catalogado el seguimiento a la fabricación de una escuela, con el sistema industrializado ligero con estructura de

módulos de pilares y jácenas de acero y forjados mixtos con medidas abiertas el cual produce únicamente la empresa Modultec creo necesario realizar un breve análisis con los pros y contras con la ayuda de la información expuesta en el capítulo 5.

Tiene una tecnología registrada y diseñada en nuestro país, que permite fabricar el edificio completo, y la limitación que solo hay una industria en Asturias que lo fabrica.

Tiene unas uniones muy fáciles de ejecutar, que mejorar si fuesen totalmente desmontables.

Tiene una oficina técnica propia que asesora durante la redacción del proyecto, aunque no dispone de información técnica para verificar los primeros bocetos.

Los componentes (módulos) y la fabricación de los edificios tienen un alto grado de calidad en el acabado y gran cantidad de prestaciones. El alto grado de industrialización de las materias primas ayuda a que sea así.

La producción está apoyada por una maquinaria avanzada, pero requiere mucha mano de obra especializada en el proceso de fabricación en taller.

La precisión de los trabajos es muy alta dado que dependiendo de los materiales con los que se trabaja dado que no es lo mismo trabajar con hormigón o con acero, es decir, con centímetros o con milímetros.

Se rodea de una gran cantidad de operarios para la fabricación con una variada formación y ambientes de trabajo (carpinteros, herreros, soldadores, albañiles...) confortables. En cambio tiene hay operarios con una formación inicial baja que necesitan ampliar con conocimientos específicos de la industria.

6.3.- PUESTA EN OBRA

El dimensionado está fuertemente condicionado por el transporte dado que este deberá ser especial con góndolas y coches piloto dado que los elementos son tridimensionales. Transportar aire resulta caro.

A pesar de lo anterior es de destacar que los módulos se transportan protegidos con plásticos y opacos. Aunque una vez colocados en obra dichos plásticos generan unos costes de gestión de residuos para la calidad del medioambiente elevados.

Este sistema no requiere acopios lo que reduce las probabilidades de deterioros al trabajar con los mismos.

En la puesta en obra ha de usarse grúa móvil en vez de grúa torre por lo que encarece el coste por usar una mayor energía.

Durante la puesta en obra los operarios han de tener una formación elevada cuando lo ideal sería que pudieran tener una formación inicial baja pero específica.

La puesta en obra y montaje es muy rápido en dos-tres meses está el edificio montado al 100%.

El hecho de estar limitado a un tipo de sistema de cimentación (sujeción por placas ancladas a la estructura de la cimentación) es negativo dado que si tuviera dos o tres soluciones diferentes estaría mejor preparada para adecuarse a diferentes casos reales.

El hecho de que la estructura sea módulos con el forjado y los pilares juntos es una ventaja dado que el montaje de la estructura se reduce a colocar módulos.

Los trabajos de cerramientos exteriores solo se limitan a sellar los paneles dados que estos y avienen montados desde fábrica.

Los trabajos con respecto a las instalaciones se reducen a conectarlas y sellar las juntas.

Una ventaja y particularidad de este sistema es que cuando deja de ser útil y es necesaria su deconstrucción puede desmontarse para poder reutilizar o reciclar sus componentes.

7.- CONCLUSIONES

De todos los sistemas industrializados que existen en el mercado el ligero con estructura de módulos de pilares y jácenas de acero y forjados mixtos con medidas abiertas tiene unas características particulares que hacen que sea propicio para la construcción de una escuela.

La escuela está bien situada en el solar, integrados en el entorno... y tienen el carácter de edificio escolar. Además, tienen mayores dimensiones, mayor confort..., lo que justifica su mayor precio.

La velocidad de construcción de este centro prefabricado ha sido elevada, y se ha utilizado para resolver el déficit de plazas escolares, pero sin tener en cuenta las características del proyecto.

Los sistemas prefabricados tienen una relación entre velocidad, coste y prestaciones que no puede ofrecer ningún otro sistema.

En la redacción de este proyecto, se ha descubierto que el interés de la comunidad de arquitectos hacia los sistemas constructivos prefabricados es mínimo. Por ejemplo, durante el siglo pasado, el Reino Unido había sido puntero en el debate y en la construcción de arquitectura escolar producida en taller, pero en la actualidad esta actividad es imperceptible.

Actualmente hay varios centros de investigación donde se estudian las nuevas tecnologías de la construcción, pero el término prefabricación sigue siendo un tabú.

En su lugar, en todos los países utilizamos "industrialización": un término indefinido que abarca desde nuevos materiales hasta las tecnologías de mediados del siglo pasado.

No obstante, podemos afirmar que esta construcción prefabricada es teóricamente la mejor de las formas de construir actuales, la que más ha evolucionado, y la que permite alcanzar más prestaciones.

Todas las ventajas mencionadas en el capítulo de análisis como:

Mayor soporte técnico en la redacción del proyecto, mecanización y automatización de las operaciones con una consecuencia directa en la mejora de calidad y seguridad de los trabajos durante la fabricación, Optimización de las materia primas y reducción de las energías y emisión de ruidos, absolutamente todas van implícitas en el sistema prefabricado y permanecen ocultas en comparaciones de coste entre sistemas industrializados y los convencionales. Se llega a conclusiones como "una estructura in situ es mucho más económica que una estructura prefabricada". Debería también compararse al mismo tiempo la calidad, la sencillez de la ejecución...

Estas afirmaciones están basadas en la limitada experiencia del redactor de este proyecto al haber participado desde la gestación del proyecto Básico pasando por la redacción del proyecto de ejecución, hacer el seguimiento a la fabricación de los diferentes edificios y sus respectivos módulos en el taller de Modultec en Gijón (Asturias, Acondicionar al mismo tiempo la parcela, realizar los cimientos para recibir los módulos procedentes de Gijón y una vez recibidos estos, ayudar a gestionar la coordinación de ambas empresas para que la primera terminara de poner en funcionamiento todos los edificios y la segunda realizar todas las partidas de

urbanización y el suministro de las instalaciones a los edificios, además de la investigación de documentación histórica y técnica para poder realizar este proyecto.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- EHE. INSTRUCCIÓN DE HORMIGON ESTRUCTURAL Y CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION. Autor: Comisión Permanente del Hormigón. Editorial: Ministerio de Fomento
- ARQUITECTURA E INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION. Rafael Leoz. Editorial: Ministerio de Fomento
- CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA Y DISEÑO MODULAR. Profesor Henrik Nissen. Ediciones Blume. Biblioteca UPV (2-21/353b).
- LA INDUSTRIALIZACION DE LA EDIFICACION.TOMO 1.SISTEMAS.Alfonso del Águila Garcia. ISBN: 84-934711-3-5
- LA INDUSTRIALIZACION DE LA EDIFICACION.TOMO 2. Componentes...Alfonso del Águila Garcia. ISBN: 84-934711-4-3
- TECNOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA. Gérard Blachère. Biblioteca UPV (2-21/143)
- CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA. E.T.S. De Arquitectura. Delegación de alumnos. Biblioteca UPV (2-21/828).
- CONSTRUCCIONES CON MATERIALES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO. Laszló Mók. Biblioteca UPV (3-14/597)
- ARQUITECTURA E INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN. Fundación Rafael Leoz. Biblioteca UPV (2-21/362B).

- LA CONSTRUCCIÓN CON GRANDES ELEMENTOS PREFABRICADOS. Robert von Halasz. Biblioteca UPV (3-11/622B).
- EDIFICACIÓN. Enrico Mandolesi. Ediciones CEAC, 1981. Biblioteca UPV (2-21/317b).
- APUNTES DE LA ASIGNATURA "Tecnología del proceso edificatorio".
- LA SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA.LA CONSTRUCCION MODULARV LIGERA APLICADA A LA VIVIENDA. Tesis Doctoral. Gerardo Wadel Raina. ISBN:978 8469 3054 85
- PROGRAMA DE CONSTRUCCIONES ESCOLARES INDUSTRIALIZADAS. Madrid: Ministerio de Educación. Aro Artes graficas. Octubre de 1979.Deposito Legal: M 24.210-1979.
- ARCHITECTURE OF SCHOOLS. Oxford: Architectural Press, 2000. ISBN: 0-7506-3585-1.
- INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN MODULAR DE EDIFICIOS ESCOLARES. Catalogo de la empresa ModulTeu. Publiartigas, 10/1968. Depósito Legal B-35599.
- MANUAL DE DISEÑO MODULAR. Servicio técnico de construcciones modulares., S.A. "ModulTeu".
- SCHOOLS FOR THE FUTURE. Exemplar Designs, concepts and ideas.
DfES.Disponible:<http://www.teachernet.gov.uk/management/resources/financeandbuilding/schoolbuildings/exemplars/>
- DEPARTMENT INVESTMENT STRATEGY 2005-08. DfES. Disponible en: http://www.dfes.gov.uk/dis/pdf/Dis_20051.pdf

- DEPARTMENT REPORT 2006. DfES. Disponible en:
<http://www.dfes.gov.uk/publications/deptreport2006/docs/6483-DepRep06.pdf>.
- BASE DE DADES DE MUNICIPIS I COMARQUES.
<http://www.idescat.net/territ/BasicTerr?TC=8&V0=3&V1=0&V3=0&V4=0&PARENT=0&VN=1&VT=S&CTX=F>.
- EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION: UN PROCESO DE INDUSTRIALIZACION INCONCLUSO. Marta Panaia. Nobuko.2004.ISBN:987-1135-76-9

9.- AGRADECIMIENTOS

Al profesor Luis Garcia Ballester, tutor de este proyecto, por motivarme en este tema, y apoyarme para el estudio y desarrollo del mismo, así como por la guía y soluciones a problemas planteados durante el desarrollo del mismo.

A Francisco Mezquida Gimeno, Arquitecto autor del proyecto del CEIP Nuevo N° 2 en Finestrat por los comentarios, datos y documentación aportada, de manera totalmente desinteresada.

A Monica Saez Paya, Jefa de Oficina Técnica del CEIP Nuevo N° 2 en Finestrat y CEIP distrito N° 5 de Castellón de la Plana, y Jefa del Departamento de topografía de la empresa TORRESCAMARA, por la documentación técnica aportada de los proyectos realizados.

Tambien dar las gracias a la empresa UTE IMASA TORRESCAMARA por todo lo que he aprendido durante el tiempo que he trabajado ahí y a MODULTEC que me ha permitido visitar su industria y haber solucionado mis dudas.

Por último quiero incluir en este agradecimiento a otras personas y entidades que aunque no haya nombrado, en algún momento u otro me hayan ayudado durante el tiempo de investigación y desarrollo del proyecto.

10.- ANEXOS

10.1.- DOCUMENTACION HISTORICA RECOPIADA

Revista Nacional de Arquitectura. Diciembre 1956. Número 180. Pg 7-8.

Escuelas prefabricadas en el campo de Gibraltar

Arquitecto: Rodolfo García Pablos



Existe para el Campo de Gibraltar un Consejo de protección escolar, determinándose como necesidad de urgencia la construcción en aquella Zona de las escuelas precisas para garantizar la asistencia de su población escolar. Independientemente de estudiar un plan de ordenación escolar integrado en el planeamiento urbanístico de aquella Zona, recibí orden de emprender una fase de urgencia; a ello obedece el haber escogido el sistema prefabricado que publicamos.

Debemos confesar que, desde el principio, tuvimos cierta prevención contra el empleo de este sistema prefabricado, por las dudas que abrigábamos respecto de su calidad estética; por el contrario, tuvimos desde el principio la ilusión y el entusiasmo de que en muy pocas semanas podrían terminarse las cinco edificaciones.

Los solares fueron elegidos en el mes de febrero del año 1955; los proyectos, redactados en el mes de marzo; las obras comenzaron en el

mes de junio y fueron entregadas por el ministro de Educación Nacional en el mes de noviembre, y en este corto espacio de tiempo hubo necesidad de adquirir los terrenos, demoler algunas edificaciones que en algunos existían, hacer los movimientos de tierras e instalación de servicios y preparar las cimentaciones previas para el montaje de las distintas escuelas que fueron transportadas desde la fábrica de Barcelona por carretera.

Los Ayuntamientos de aquellas localidades cedieron los terrenos, y contribuyeron en la medida de sus posibilidades a las obras complementarias de cerramiento, pavimentación, servicios y arbolado y jardinería.

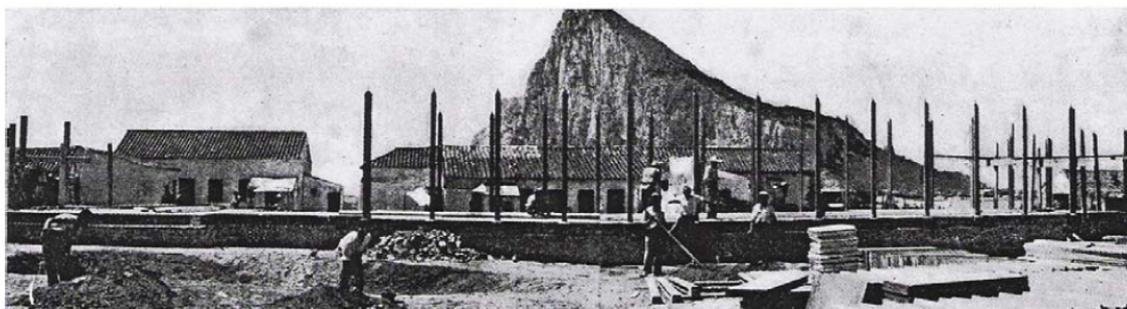
En estos momentos en que el Ministerio de Educación Nacional ha convocado un concurso nacional para elegir los prototipos de escuela de primera enseñanza que puedan adaptarse a las distintas regiones de España, creemos que al menos debe contarse con la posibilidad de pensar en la utilización de sistemas pre-

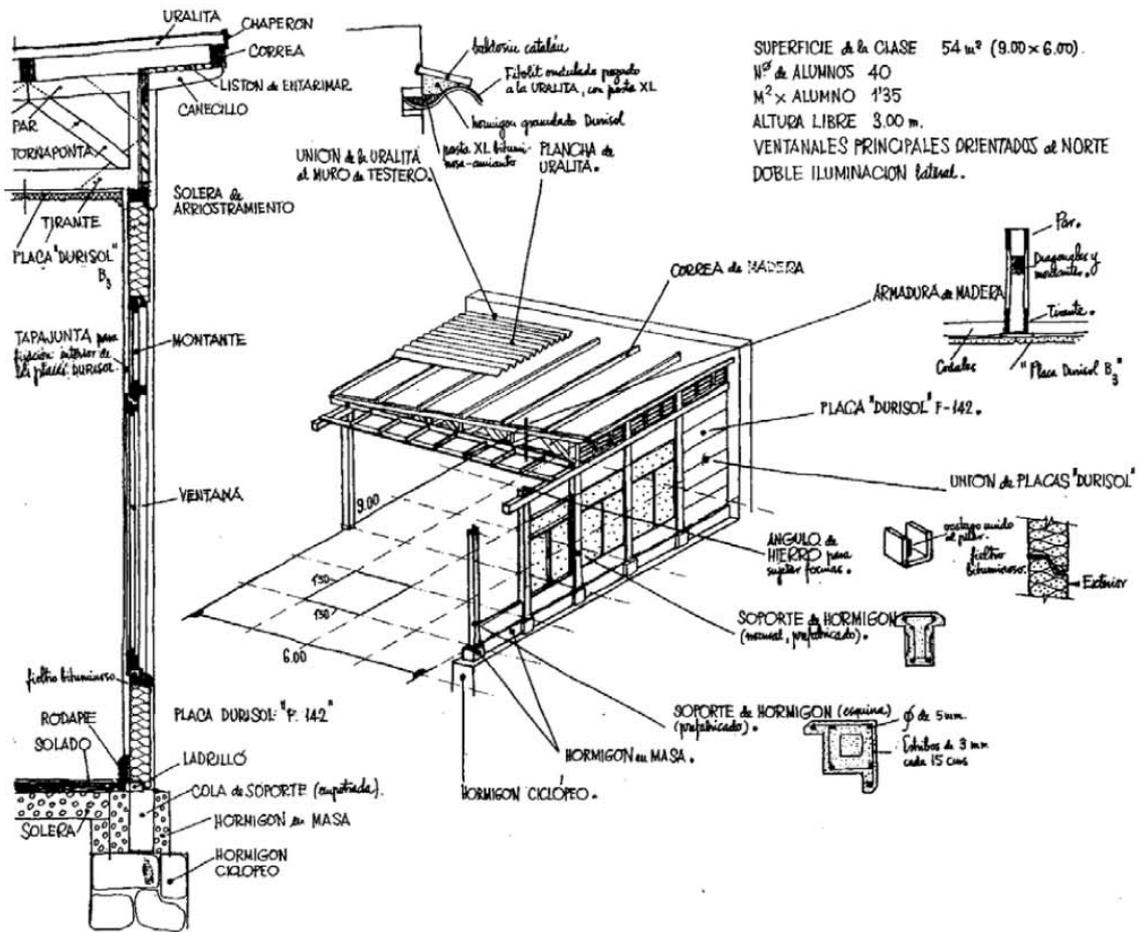
fabricados que puedan en el mínimo de tiempo posible ayudar a cubrir el enorme déficit de construcción escolar que tiene el país, consiguiendo una arquitectura limpia, sencilla, de escala infantil, y, desde el punto de vista técnico, muy recomendable.

Considerando esta pequeña experiencia desde la parte económica, debemos decir con claridad que su coste sobrepasa en un 25 por 100 al valor de una construcción de tipo normal, si bien hay que advertir que el factor transporte y la necesidad de disponer de personal especializado, excede, en estas localidades, al porcentaje señalado, ofreciendo como compensación indiscutibles ventajas en las condiciones técnicas, acústicas y de gastos de conservación sobre los modos normales, así como resolver mejor las condiciones de aislamiento y sequedad.

La rapidez de su construcción supone una extraordinaria ventaja que debe tenerse en cuenta de manera muy especial.

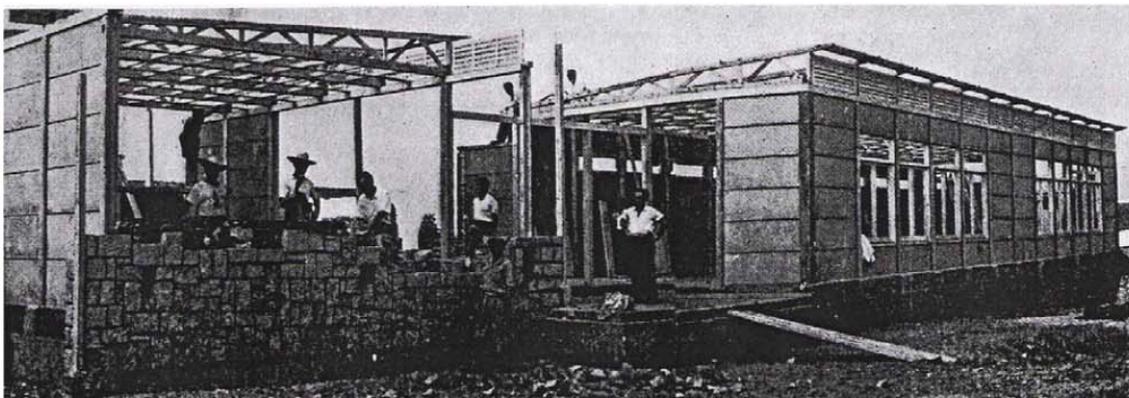
Escuelas de La Línea de la Concepción. Preparada la cimentación, se colocan los pilares de hormigón prefabricados.





Detalles constructivos del sistema prefabricado.

Una de las escuelas en fase avanzada de construcción. Un testero se construye de piedra vista.



Estracto de *Programa de construcciones escolares industrializadas*. Madrid: Ministerio de Educación. Aro Artes Gráficas. Octubre de 1979. Depósito Legal: M.24.210-1979.

INTRODUCCION

Por todos son conocidas las dificultades por las que atraviesa el sector de la construcción; los problemas son diversos y de diferente tipo: de planificación y programación económica, de falta de racionalización del proceso constructivo, de mano de obra poco cualificada por la difícil ordenación de la demanda, etc.

Cualquier intento encaminado a resolverlos, aunque sólo sea en parte, ha de comenzar por ordenar todo el proceso constructivo en una forma racional, para a través de una planificación general poder ir abordando los problemas particulares de cada uno de sus elementos constituyentes.

La *Construcción Industrializada* se presenta así como alternativa de racionalización, útil sobre todo en países en desarrollo que precisan construir un gran volumen de obra en un tiempo limitado, lo que se debe realizar con el mínimo riesgo de la calidad de la edificación.

Estas características han llevado a la Junta de Construcciones, Instalaciones y Equipo Escolar del Ministerio de Educación y Ciencia a realizar un *Programa de Construcciones Industrializadas* que ha tenido su arranque decisivo como consecuencia de la fuerte inversión prevista para construcciones escolares durante el año 1978, con previsibles acciones de inversión extraordinaria para ejercicios económicos sucesivos.

Esta publicación se presenta como exponente de lo realizado, en la que las Empresas Constructoras que han ejecutado las obras muestran los sistemas empleados, señalando cada una sus peculiaridades y características fundamentales, que al estar presentados como difusión e información no recoge los pormenores del proceso completo o los detalles de ejecución y montaje, si no más bien los resultados obtenidos con un análisis sintético de las condiciones que cada sistema precisa para su normal y equilibrada utilización.

Es de resaltar el esfuerzo realizado por los profesionales de la construcción, los constructores, prefabricadores, empresas de Control de Calidad y, en general, por todos los que han intervenido en el proceso en cada uno de sus aspectos en un Programa específico de construcciones docentes industrializadas con una inversión importante a realizar en reducido plazo, teniendo que resolver las dificultades que presenta abordar un campo (el de la industrialización-prefabricación-racionalización) que todavía en nuestro país se presenta problemático, en fase de experimentación, con pocas realizaciones y con serios defensores e incluso fuertes detractores.

Junta de Construcciones, Instalaciones y Equipo Escolar
Ministerio de Educación
Madrid, octubre 1979

RESUMEN GENERAL

Localidad	N.º total centros	N.º alumnos EGB	N.º alumnos BUP	Total
1 ALICANTE	10	1.280	3.200	4.480
2 BADAJOZ	1	—	320	320
3 BARCELONA	39	4.160	9.600	13.760
4 BILBAO	3	—	960	960
5 CADIZ	6	2.560	960	3.520
6 CORDOBA	7	4.800	1.900	6.720
7 CORUÑA (LA)	1	960	—	960
8 GRANADA	1	960	—	960
9 HUELVA	4	2.880	960	3.840
10 HUESCA	1	320	—	320
11 JAEN	3	—	960	960
12 LERIDA	1	960	—	960
13 LUGO	1	320	—	320
14 MADRID	42	20.800	11.500	32.320
15 MALAGA	15	5.440	2.880	8.320
16 PONTEVEDRA	1	320	—	320
17 SEVILLA	25	9.280	5.120	14.400
18 TARRAGONA	3	2.240	—	2.240
19 TERUEL	1	320	—	320
20 TOLEDO	1	—	960	960
21 VALENCIA	17	3.520	2.880	6.400
22 VALLADOLID	2	960	960	1.920
23 ZARAGOZA	6	1.920	3.200	5.120
TOTALES	191	64.000	46.400	110.400

ALICANTE (10 centros - 4.480 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 24 unds.	Elda-Petrel	—	Cidesa	I-1
BUP 24 unds.	Alicante	Barriada Los Remedios	Cidesa	I-1
EGB 8 unds.	La Condomina	—	Cidesa	I-2
EGB 8 unds.	Santa Pola	—	Cidesa	I-2
EGB 8 unds.	S. Vicente de Raspeig	—	Cidesa	I-2
EGB 8 unds.	Denia	—	Cidesa	I-2
BUP 8 unds.	Torreveija	—	Cidesa	I-2
BUP 8 unds.	San Vicente	—	Cidesa	I-2
BUP 8 unds.	Crevillente	—	Cidesa	I-2
BUP 8 unds.	Elda-Petrel	Avda. Madrid, s/n. Inst. Azorín	Durisol	I-2

BADAJOS (1 centro - 320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 8 unds.	Badajoz	Cerro de los Reyes	Dragados y Construcciones	I-2

BARCELONA (39 centros - 13.760 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 24 unds.	Ciudad Badía	C/. Algorbes, s/n.	Ferrovial	I-1
BUP 24 unds.	San Celoni	C.º San Celia-Sta. Fe	Ferrovial	I-1
EGB 8 unds.	S. Pedro de Ribas	C/. Pino, 3	Ferrovial	I-2
EGB 8 unds.	Sta. Coloma de Gramanet	C/. Almogávares	Ferrovial	I-2
EGB 8 unds.	Sta. Coloma de Gramanet	C/. Almogávares	Ferrovial	I-2
EGB 8 unds.	Sta. Coloma de Gramanet	C/. Circunvalación, 145	Ferrovial	I-2
BUP 8 unds.	San Cugat del Vallés	C/. Tramuntana	Ferrovial	I-2
BUP 8 unds.	Tarrasa	Avda. Ragull, s/n.	Ferrovial	I-2
EGB 8 unds.	Badalona	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Sampedor	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Molins de Rey	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Sta. Perpetua de Moguda	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Via Favencia	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Prat de Llobregat	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Viladecans	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Tona	—	Sanqui	I-4
EGB 8 unds.	Rubi-can-Oriol	—	Sanqui	I-4
BUP 8 unds.	Sardanyola	C/. San Casimiro	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Sabadell	Can Rull	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Sitges	C.º de la Fita	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Sabadell	Can Deu	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Canovelles	C/. Motillo y C/. Setcases	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Sardanyola	Avda. de Roma	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Sabadell	C/. Valentín Almirall	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	Cornellá	C/. Sorral Rio	Cam. y P.	I-4
BUP 8 unds.	S. Adrián del Besós	C.N. Abad Oliva	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Cornellá	C/. Perpignan (B.º Besós)	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Cornellá	C/. Ignacio Iglesias	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Sta. Coloma de Gramanet	—	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Sta. Coloma de Gramanet	C.º a la Clínica Mental s/n.	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	S. Andrés de la Barca	C/. Circunvalación	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Rubí	C.º Vall Palau, s/n.	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Badalona	Entrec./N.ºS.º de Lourdes y Soria	Ferrovial	I-4
BUP 8 unds.	Badalona	—	Grau Sala	I-4
BUP 8 unds.	Moncada y Reixach	—	Grau Sala	I-4
BUP 8 unds.	Hospitalet de Llobregat	—	Grau Sala	I-4
BUP 8 unds.	S. Boi de Llobregat	—	Grau Sala	I-4
BUP 8 unds.	Esplugas de Llobregat	—	Grau Sala	I-4
BUP 8 unds.	Manresa	—	Grau Sala	I-4
BUP 8 unds.	San Vicenc dels Horts	—	Grau Sala	I-4

BILBAO (3 centros - 960 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 8 unds.	Basauri	Polígono Urizarri	Cutillas	I-1
BUP 8 unds.	Basauri	Polígono Urizarri	Cutillas	I-1
BUP 8 unds.	S. Salvador del Valle	—	Cutillas	I-1

5 CADIZ (6 centros - 3.520 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 24 unds. EGB 16 unds.	Cádiz Chiclana	Avda. de la Paz —	Caracola Dragados y Construc.	I-1 I-3
	La Barca de la Florida	—	Dragados y Construc.	I-3
EGB 16 unds.	Puerto Real	—	Dragados y Construc.	I-3
EGB 8 unds.	Jerez	Guadalquivir	Dragados y Construc.	I-3
EGB 8 unds.	San Fernando	—	Dragados y Construc.	I-3

6 CORDOBA (7 centros - 6.732 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Córdoba	Bda. Las Palmeras	Entrecanales	I-1
EGB 24 unds.	Córdoba	P.º de los Agujones	Entrecanales	I-1
EGB 24 unds.	Santuario	—	Entrecanales	I-1
EGB 24 unds.	Polig. Levante	Avda. Carlos III	Entrecanales	I-1
EGB 24 unds.	Levante-Sagunto	—	Entrecanales	I-1
BUP 24 unds.	Pozoblanco	—	Entrecanales	I-1
BUP 24 unds.	Polig. Levante	—	Entrecanales	I-1

7 CORUÑA, LA (1 centro - 960 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Carballo	—	Sanqui	I-1

8 GRANADA (1 centro - 960 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Granada	Barrio de la Chana- Pago de los Montones	Obrascón	I-1

9 HUELVA (4 centros - 3.840 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Huelva	Polig. Torrejón	Caracola	I-1
EGB 24 unds.	Huelva	Isla Cristina	Caracola	I-1
EGB 24 unds.	Huelva	Polig. San Sebastián	Caracola	I-1
BUP 24 unds.	Huelva	Polig. La Orden	Caracola	I-1

10 HUESCA (1 centro - 320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 8 unds.	Huesca	C.N. Pio XII	Ferrovial	I-1

11 JAEN (3 centros - 960 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 8 unds.	Úbeda	C/. Coca de la Piñera, 4	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Linares	P.º Marqueses, s/n.	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Andújar	C.º Villanueva de la Reina (dentro de Escuela SAFA)	Durisol	I-1

12 LERIDA (1 centro - 960 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Lérida	Avda. Pio XII, 60	Ferrovial	I-1

13 LUGO (1 centro - 320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 8 unds.	Burela	—	Cutillas	I-2

14 MADRID (42 centros - 32.320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Parla	C/. Juan XXIII, s/n.	Cutillas	I-?
EGB 24 unds.	Móstoles	Villa Europa I (C/. Río Ebro, s/n.)	Cutillas	I-?
EGB 24 unds.	Móstoles	Villa Europa II (C/. Arroyomolinos, s/n.)	Cutillas	I-1
EGB 24 unds.	Móstoles	Cañaveral (C/. Ginebra, s/n.)	Cutillas	I-1
BUP 24 unds.	Móstoles	Copasa (Crtra. Villaviciosa de Odón)	Cutillas	I-1
EGB 24 unds.	Fuenlabrada	—	Sanqui	I-1
EGB 24 unds.	Fuenlabrada	Los Naranjos	Sanqui	I-1
BUP 24 unds.	Getafe	Las Margaritas	Sanqui	I-1
BUP 24 unds.	Fuenlabrada	Las Naciones	Sanqui	I-1
EGB 24 unds.	Leganés-Zarzaquemada	—	Laing	I-1
EGB 24 unds.	Leganés	—	Laing	I-1
BUP 24 unds.	Alcorcón	—	Laing	I-1
BUP 24 unds.	Leganés III	—	Laing	I-1
EGB 24 unds.	Alcalá de Henares	Crtra. Pastrana	Conspania	I-1
EGB 24 unds.	Torrejón	Parque Cataluña	Conspania	I-1
EGB 24 unds.	Coslada	Avda. España	Conspania	I-1
EGB 24 unds.	Alcalá de Henares	Crtra. Madrid	Conspania	I-1
BUP 24 unds.	Alcalá de Henares	Crtra. de Draganzos	Conspania	I-1
BUP 24 unds.	Torrejón	C/. Lisboa	Conspania	I-1
EGB 24 unds.	Arganda del Rey	B.º Poveda	Agromán	I-1
EGB 24 unds.	Aranjuez	Las Aves	Agromán	I-1
EGB 16 unds.	Aranjuez	Las Aves	Agromán	I-1
BUP 24 unds.	Aluche	C/. Camarena	Agromán	I-1
BUP 24 unds.	Las Rozas	Crtra. El Escorial	Agromán	I-1
EGB 24 unds.	S. Sebastián de los Reyes	Polig. Lomas del Rey	Colomina	I-1
EGB 24 unds.	Mejorada del Campo	C/. Goya, s/n. (Cdad. Los Olivos)	Colomina	I-1
EGB 24 unds.	Collado Villalba	Parque de La Coruña	Colomina	I-1
BUP 24 unds.	S. Sebastián de los Reyes	Polig. Lomas del Rey	Colomina	I-1
BUP 24 unds.	Coslada	Avda. España, s/n. Parque Valleaguado	Colomina	I-1
BUP 24 unds.	B.º Ntra. Sra. del Carmen	C/. Bueso Pineda, s/n.	Colomina	I-1
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. Alcalde Móstoles (C/. Aldeanueva de la Vera)	Cutillas	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. Melchor Gaspar de Jovellanos (C/. Monroy, s/n.)	Cutillas	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. María de Molina (C/. Mirabel, s/n.)	Cutillas	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. Santo Domingo (C/. S. Feliu de Guixols, 7)	Cutillas	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. Ntra. Sra. del Lucero (C/. Ramón Azorin)	Cutillas	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. Amadeo Vives (C/. Yébenes, 6)	Cutillas	I-2
EGB 8 unds.	Vicálvaro	C/. Forges	Sanqui	I-2
EGB 8 unds.	Orcasitas	—	Sanqui	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	C.N. Joaquín Costa	Sanqui	I-2
EGB 8 unds.	Madrid	Pontones II	Sanqui	I-2
EGB 8 unds.	Vicálvaro	C/. Forges II	Sanqui	I-2
EGB 8 unds.	Tetuán	C.N. Felipe II	Sanqui	I-2

15 MALAGA (15 centros - 8.320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Fuengirola	Crtra. de Coin a Mijas	Huarte	I-1
EGB 24 unds.	Haza Honda	Camino Viejo de Churriana	Huarte	I-1
EGB 24 unds.	Los Casines	Cdad. Jardín	Huarte	I-1
EGB 16 unds.	Vélez-Málaga	El Matadero (Barriada de los Remedios)	Huarte	I-1
BUP 24 unds.	Gamarra	Arroyo de los Angeles	Huarte	I-1
BUP 24 unds.	Santa Paula	—	Huarte	I-1
BUP 8 unds.	Málaga	Barriada de la Luz (C/. Isaac Peral, s/n.)	Huarte	I-1
BUP 8 unds.	Málaga	Barriada de la Luz (C/. Isaac Peral, s/n.)	Huarte	I-1
BUP 8 unds.	Málaga	Barriada de la Luz (C/. Isaac Peral, s/n.)	Huarte	I-1
EGB 8 unds.	Málaga	C/. Duero, s/n. II	Durisol	I-2
EGB 8 unds.	Málaga	Barriada de la Luz C/. Isaac Peral, s/n.	Durisol	I-2
EGB 8 unds.	Málaga	Barrio 15	Durisol	I-2
EGB 8 unds.	Málaga	C/. Duero, s/n. I	Durisol	I-2
EGB 8 unds.	Málaga	Sector L-B.º 15 (C/. Pepe Santiago)	Durisol	I-2
EGB 8 unds.	Málaga	Sector L-B.º 15 (C/. Pepe Santiago)	Durisol	I-2

16 PONTEVEDRA (1 centro - 320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 8 unds.	Túy	—	Sanqui	I-1

18 TARRAGONA (3 centros - 2.240 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 8 unds.	Tarragona	Campo Claro	Ferrovial	I-1
EGB 24 unds.	Tarragona	Bonavista	Ferrovial	I-1
EGB 24 unds.	Reus	Zona Niloga	Ferrovial	I-1

17 SEVILLA (25 centros - 14.400 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Sevilla	P.º Norte	Nadeco	I-1
EGB 24 unds.	Morón de la Frontera	El Rancho	Nadeco	I-1
EGB 24 unds.	Alcalá de Guadaíra	Los Pinos	Nadeco	I-1
EGB 24 unds.	Coria del Río	—	Nadeco	I-1
EJP 24 unds.	Sevilla	Bda. Bellavista	Nadeco	I-1
EGB 24 unds.	Sevilla	Pino Montano	Obrascón	I-1
EGB 24 unds.	Dos Hermanas	Urbanización Vista Azul	—	I-1
EGB 24 unds.	Lebrija	Polig. Loma de Overa	Obrascón	I-1
BUP 24 unds.	Sevilla	Avda. Dr. Fleming, s/n.	Obrascón	I-1
BUP 24 unds.	Sevilla	Dist. 7, C/. Juan XXIII	Obrascón	I-1
BUP 8 unds.	Utrera	C/. Almirante Topete	Obrascón	I-1
BUP 8 unds.	Utrera	Avda. Málaga, s/n.	Durisol	I-1
EGB 8 unds.	Triana-La Dársena	(Instituto) C/. Juan de Valera, 20	Durisol	I-1
EGB 8 unds.	Vara del Rey	—	Dragados y Construc.	I-2
EGB 8 unds.	Sevilla	Parque de las Naciones	Dragados y Construc.	I-2
EGB 8 unds.	Sevilla	Parque de las Naciones	Dragados y Construc.	I-2
EGB 8 unds.	Sevilla	Crtra. Carmona I	Dragados y Construc.	I-2
EGB 8 unds.	Sevilla	Crtra. Carmona II	Dragados y Construc.	I-2
EGB 8 unds.	Distritos 6 y 7	Autop. S. Pablo I	Dragados y Construc.	I-2
EGB 8 unds.	Distritos 6 y 7	Autop. S. Pablo II	Dragados y Construc.	I-2
BUP 8 unds.	Camas	—	Dragados y Construc.	I-2
BUP 8 unds.	Carmona	—	Dragados y Construc.	I-2
BUP 8 unds.	Ecija	—	Dragados y Construc.	I-2
BUP 8 unds.	Distritos 6 y 7	Luca de Tena I	Dragados y Construc.	I-2
BUP 8 unds.	Distritos 6 y 7	Luca de Tena II	Dragados y Construc.	I-2

19 TERUEL (1 centro - 320 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 8 unds.	Utrillas	—	Sanqui	I-4

20 TOLEDO (1 centro - 960 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
BUP 24 unds.	Talavera de la Reina	—	Agromán	I-1

21 VALENCIA (17 centros - 6.400 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 16 unds.	Alicia	—	Cidesa	I-1
EGB 16 unds.	Benigamin	—	Cidesa	I-1
EGB 16 unds.	Onteniente	C/. Pintor Segrelles, 45	Cidesa	I-1
EGB 8 unds.	Carlet	Gral. Valera, s/n.	Durisol	I-1
EGB 8 unds.	Gandia	Final P.º Luis Velda, s/n.	Durisol	I-1
EGB 8 unds.	Onteniente	C/. Pintor Segrelles, 15	Durisol	I-1
EGB 8 unds.	Faura	Ctra. de Cuartell a Faura, s/n.	Durisol	I-1
EGB 8 unds.	La Eliana	C/. Juan XXIII, 1	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Carlet	Avda. Castellón, s/n.	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Liria	Ctra. de Ademuz a Liria, s/n.	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Canals	Camino del Medio, esquina a C/. De Moles, s/n.	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Alfajar	Parque Alcosa. (C/. Catarroja, 15)	Durisol	I-1
BUP 8 unds.	Chiva	C/. Padre Damián, s/n.	Durisol	I-2
BUP 8 unds.	Játiva	C/. Académico Mosaball (Inst. José Ribera)	Durisol	I-2
BUP 8 unds.	Valencia	Barrio Campanar (Futura plaza Badajoz)	Durisol	I-2
BUP 8 unds.	Valencia	Centro Raquel Paya (C/. Músico Ayllón, s/n.)	Durisol	I-2
BUP 8 unds.	Valencia	Pl. Regino Mas, s/n. (Barrio Artista Fallero)	Durisol	I-2

22 VALLADOLID (2 centros - 1.920 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Valladolid	S. Isidro	Laing	I-1
BUP 24 unds.	Valladolid	P.º Eyres/La Rubia	Laing	I-1

23 ZARAGOZA (6 centros - 5.120 puestos escolares)

Centro	Localidad	Ubicación	Empresa construc.	Concurso
EGB 24 unds.	Torreramaona	—	Balsa	I-1
EGB 24 unds.	La Granja	—	Balsa	I-1
BUP 24 unds.	La Paz-Torrero	—	Balsa	I-1
BUP 24 unds.	Delicias Montsalud	—	Balsa	I-1
BUP 24 unds.	La Granja	—	Balsa	I-1
BUP 8 unds.	La Granja	—	Balsa	I-1

Estracto de *Introducción a la construcción modular de edificios escolares*.
Catálogo de la empresa ModulTeu. Publiartigas, 10/1968. Dipòsit Legal B-35599.

INTRODUCCION

Por "industrialización de la industria de la construcción" entendemos la aplicación de métodos y técnicas industriales a esta actividad. En la práctica, esta industrialización ha sido aplicada de diferentes maneras: racionalización de técnicas convencionales, prefabricación de edificios en fábrica, prefabricación de componentes en obra y sistemas modulares.

Nos ocupamos aquí particularmente del "Sistema de Construcción Industrializada", también llamado "SISTEMA MODULAR". Esta modalidad de construcción se basa

en dos conceptos: fabricación de componentes en una o más fábricas y aplicación de la coordinación modular al diseño dimensional de los componentes.

ANTECEDENTES

SISTEMAS MODULARES han sido utilizados para toda clase de edificios. Con todo, es interesante señalar cómo los SISTEMAS han tenido especial éxito en países determinados para aplicaciones específicas. Así, vemos que Inglaterra se encuentra a la cabeza en SISTEMAS MODULARES para escuelas, mientras Francia, Rusia y Dinamarca son líderes en su aplicación a viviendas. De hecho, más del 50% de todos los edificios escolares se construyen actualmente en Inglaterra con SISTEMAS MODULARES. Las causas que motivan

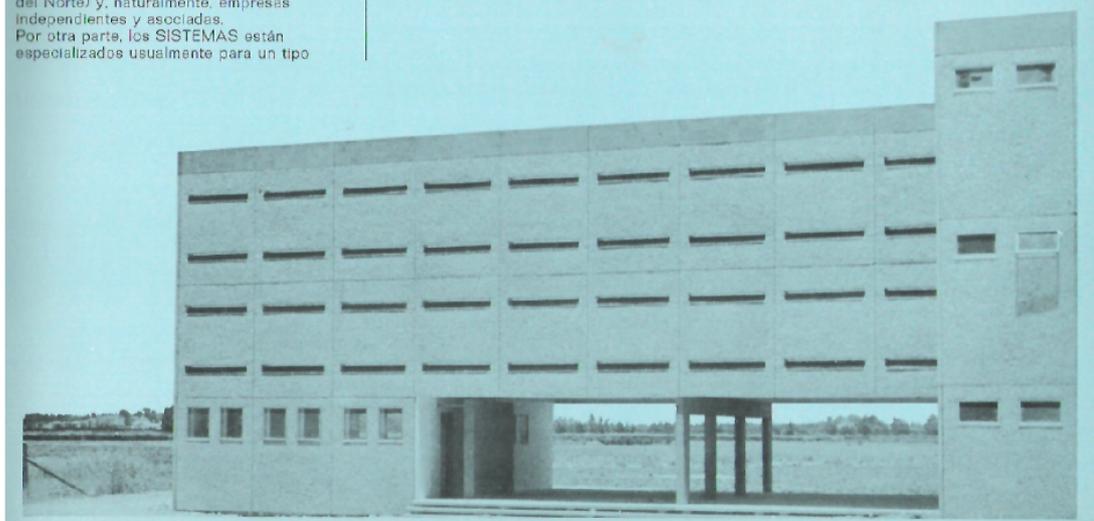


estas diferentes realizaciones hay que buscarlas en decisiones políticas determinadas, que han creado ambientes adecuados para un desarrollo y comercialización espectacular de los SISTEMAS.

Hoy día, promocionan los SISTEMAS: corporaciones locales (caso frecuente en Inglaterra), grupos de arquitectos, fundaciones e instituciones privadas (frecuentemente, por ejemplo, en América del Norte) y, naturalmente, empresas independientes y asociadas.

Por otra parte, los SISTEMAS están especializados usualmente para un tipo

determinado de edificios, con lo cual nos encontramos con SISTEMAS para escuelas, SISTEMAS para viviendas, SISTEMAS para hospitales, etc. Sin embargo, cuando las condiciones concretas lo aconsejan, un SISTEMA puede ser utilizado en campos diversos de su esfera original.



LAS VENTAJAS DE UN "SISTEMA"

Una vez que los "SISTEMAS" son introducidos en un país, su costo permite comparaciones cada vez más favorables con los métodos convencionales de construcción, debido a la producción industrial de componentes y a la técnica de diseño, de una racionalidad sin concesiones. Paralelamente, los SISTEMAS permiten ofrecer standards de calidad consistentemente superiores y a un costo competitivo con los métodos convencionales. Por otra parte, los tiempos de construcción del edificio quedan reducidos en forma espectacular.

hasta alcanzar valores de un tercio de los necesarios por métodos normales. Estas ventajas han sido constantemente comprobadas en países de características económicas, técnicas y constructivas muy diferentes. Es importante, además, diferenciar los SISTEMAS MODULARES, que responden a exigencias arquitectónicas y técnicas de calidad específica, de las construcciones prefabricadas, aplicadas con notorio sacrificio de la calidad a situaciones de emergencia constructiva, o como sustituto barato de los sistemas convencionales de construcción.

De hecho, algunos de los proyectos más prestigiosos (Universidades, villas olímpicas, edificios públicos, etc.) han sido construidos recientemente con SISTEMAS MODULARES, debido a la alta calidad que esta forma de construcción puede asegurar. Esta calidad viene dada por el uso de materiales convencionales aplicados con técnica industrial controlada.



ALGUNAS DEFINICIONES

Será útil, en este momento, definir algunos de los términos usados en un SISTEMA MODULAR. Como unidad más sencilla y no divisible encontramos los SUMINISTROS (clavos, tornillos, perfiles de hierro, etc.) Similares a ellos por su simplicidad, pero diferentes dimensional y funcionalmente, son los ELEMENTOS. Estos pueden ser perfiles, losas, planchas, etc., que, montados, formarán el COMPONENTE. EL COMPONENTE (un panel de pared de separación, una viga, una unidad de ventana, etc.) es

la unidad básica del edificio y su función está claramente reconocida y definida. Un juego de componentes interrelacionados formará un SUBSISTEMA, como la estructura, las divisiones internas, las paredes exteriores, la calefacción central, etc. Un conjunto de sub-sistemas compatibles forma el SISTEMA o, en otras palabras, un conjunto coordinado y organizado de componentes operando dentro de una disciplina dimensional.

Dentro de este contexto, entendemos por MODULO una unidad de medida especificada para coordinación dimensional. Esta unidad es, en Europa, 10 cm. o 4". De mayor importancia en la práctica de la construcción modular es el MODULO DE DISEÑO. Esta dimensión (i. e. 30, 60, 90, 100, 120 cm. son comúnmente utilizadas hoy día como MODULO DE DISEÑO) es la base del sistema y define la TRAMA MODULAR utilizada.



Cuanto más pequeño sea el **MODULO DE DISEÑO**, mayor será la flexibilidad de diseño del sistema, pero mayor también la cantidad de componentes. Por otra parte, el **MODULO DE DISEÑO** depende de las dimensiones industriales de algunos de los **ELEMENTOS** (asbesto-cemento, contrachapado, planchas de acero) y la consiguiente necesidad de evitar restos y sobrantes de material.

LOS SISTEMAS

Desde un punto de vista estructural, los **SISTEMAS** pueden subdividirse en **SISTEMAS ESTRUCTURALES**, **SISTEMAS DE SOPORTE DE CARGA** y **SISTEMAS CELULARES**. Por **SISTEMAS ESTRUCTURALES** entendemos los sistemas en los que la estructura está completamente separada de los componentes verticales (paredes exteriores e interiores). Este tipo de sistema ofrece el mayor grado de flexibilidad planificadora y se

usa especialmente para escuelas y edificios públicos. En los **SISTEMAS DE SOPORTE DE CARGA**, los componentes verticales trabajan como miembros estructurales. Aunque este tipo de sistemas es usualmente menos costoso que los sistemas estructurales, no permite una gran flexibilidad planificadora y se usa preferentemente en la construcción de viviendas.

Los **SISTEMAS CELULARES** son los sistemas más industrializados. En ellos, unidades especiales completas son fabricadas en la factoría y en cuestión de horas montadas en obra. Con todo, aunque esta solución puede ser más satisfactoria económicamente, desde el punto de vista arquitectónico y técnico, todavía no ha sido suficientemente desarrollada y, por ahora, se aplica en contadas ocasiones. Los **SISTEMAS MODULARES** pueden utilizar toda clase de materiales y técnicas, armonizando su selección con los factores económicos y



funcionales. Las ilustraciones incluidas en este folleto muestran algunas de estas posibilidades.

PARA EL ARQUITECTO...

Para el Arquitecto, el diseño de un edificio con un "sistema industrializado" presenta aspectos realmente interesantes. Un **SISTEMA**, en su aspecto físico, es muy similar a un "mecano". El Arquitecto puede escoger, de cada sub-sistema, una variedad de componentes de diferentes tamaños y, cuando lo requiera (por ejemplo, para las paredes exteriores), colores y materiales diversos. Entonces, conociendo el **MODULO DE DISEÑO** del **SISTEMA**, el Arquitecto puede diseñar libremente su edificio, sabiendo que todos los componentes encajarán entre sí y que todos los detalles técnicos están resueltos satisfactoriamente.

Se han conseguido resultados arquitectónicos muy satisfactorios utilizando **SISTEMAS**. Sin embargo, el **SISTEMA** no es automáticamente una garantía de buena arquitectura. La buena arquitectura será siempre el resultado del bien pensar y hacer del Arquitecto. Desde el punto de vista social, la introducción de **SISTEMAS MODULARES** causa ciertos cambios en la distribución y cualificación de la mano de obra. La mayor parte del trabajo tiene lugar en fábrica y, debido al uso de equipo mecánico, puede ser realizado por mano de obra semi-especializada. El montaje en obra, dada la simplicidad de las técnicas utilizadas, pueden realizarlo también operarios no especializados, que serán fácilmente

entrenados para realizar esta tarea. El operario especializado pondrá, como siempre, los toques finales al edificio.

En la práctica hemos visto cómo la aplicación de **SISTEMAS MODULARES** no daña el mercado de trabajo, puesto que solamente traslada el centro de gravedad desde el lugar de la construcción, desde la obra, a la fábrica y ofrece una positiva oportunidad a la mano de obra no especializada para incorporarse a las filas de los operarios industriales.



Extracto de "Manual de diseño Modular". Servicio técnico de construcciones modulares., S.A. "Modulteu".

servicio técnico de construcciones modulares s. a.

MODULTEU

RELACION DE OBRAS CONSTRUIDAS CON EL SISTEMA MODULTEU

<u>CLIENTE</u>	<u>TIPO DE CONSTRUCCIONES</u>	<u>SUPERFICIE M2.</u>
SERVICIO TECNICO DE CONSTRUCCIONES MODULARES.,S.A. - Barcelona	Edificio de oficinas	246,-
Excmo. Ayuntamiento de Barcelona	Colegio Nacional "ISAAC PERAL"	3.003,-
BANCO CONDAL - Hospitalet de Llobregat	Agencia bancaria	216,-
FERIA INTERNACIONAL DE ARGEL - Argelia	Hotel "Ziri" (4 estrellas)	5.930,-
Excmo. Ayuntamiento de Barcelona	Colegio Nacional "CANIBO"	2.561,-
AULA- Escuela Europea - Barcelona	Conjunto docente (2 colegios)	5.038,-
Excmo. Ayuntamiento de Barcelona	Colegio Nacional "FELIPE II"	2.250,-
Excmo. Ayuntamiento de Barcelona	Colegio Nacional "GENERAL PRIM"	2.300,-

242.46,04 - 242.38,07

ANSELES, 3 - 08000
* MODULTEU - BARCELONA

- 6 -

0.2. - DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS.

El Sistema se compones de los siguientes subsistemas:

0.2.1. - CIMENTACIONES.

0.2.2. - ANCLAJES ESTRUCTURA METALICA.

0.2.3. - ESTRUCTURA METALICA.

0.2.3.1. - COLUMNAS.

0.2.3.2. - JACENAS.

0.2.3.2.1. - Jácenas Secundarias.

0.2.3.2.2. - Jácenas Primarias Simples.

0.2.3.2.3. - Jácenas Primarias Dobles.

0.2.3.2.4. - Jácenas Primarias Perimetrales.

0.2.3.2.5. - Jácenas Secundarias Perimetrales.

0.2.3.2.6. - Jácenas de Cubierta.

0.2.3.3. - ARRIOSTRADOS CONTAVIENTO.

0.2.3.4. - PROTECCION ANTICORROSIVA.

0.2.4. - LOSAS DE FORJADOS.

0.2.5. - PAVIMENTO.

0.2.6. - FALSO TECHO E ILUMINACION ARTIFICIAL.

0.2.7. - ESCALERAS.

0.2.7.1. - JACENAS RELLANOS Y SOPORTE ZANCAS.

0.2.7.2. - ZANCAS.

0.2.7.3. - PELDAÑOS.

0.2.7.4. - BARANDILLAS.

0.2.8. - CUBIERTA.

0.2.9. - PANELES EXTERNOS DE FACHADA.

- 7 -

0.2.10. - VENTANAS EXTERNAS.

0.2.11. - PUERTAS EXTERNAS.

0.2.12. - PAREDES INTERNAS.

0.2.13. - PUERTAS INTERNAS.

0.2.14. - VENTANAS INTERNAS.

0.2.15. - PERSIANAS.

Aunque sin ser parte integrante del Sistema, se deben considerar los siguientes trabajos complementarios en su condición de preparaciones o de Servicios

0.2.16. - MOVIMIENTO DE TIERRAS.

0.2.16.1. - PREPARACION DEL TERRENO.

0.2.16.2. - EXCAVACION.

0.2.16.3. - TRANSPORTE DE TIERRAS.

0.2.17. - ALBAÑILERIA.

0.2.17.1. - DESAGUES.

0.2.17.2. - ALBAÑALES.

0.2.17.3. - ARQUETAS, SIFONES, DEPOSITOS.

0.2.17.4. - MORRIONES Y SUMIDEROS.

0.2.18. - SANITARIOS.

0.2.19. - FONTANERIA.

0.2.20. - CALEFACCION.

0.2.21. - FUMISTERIA.

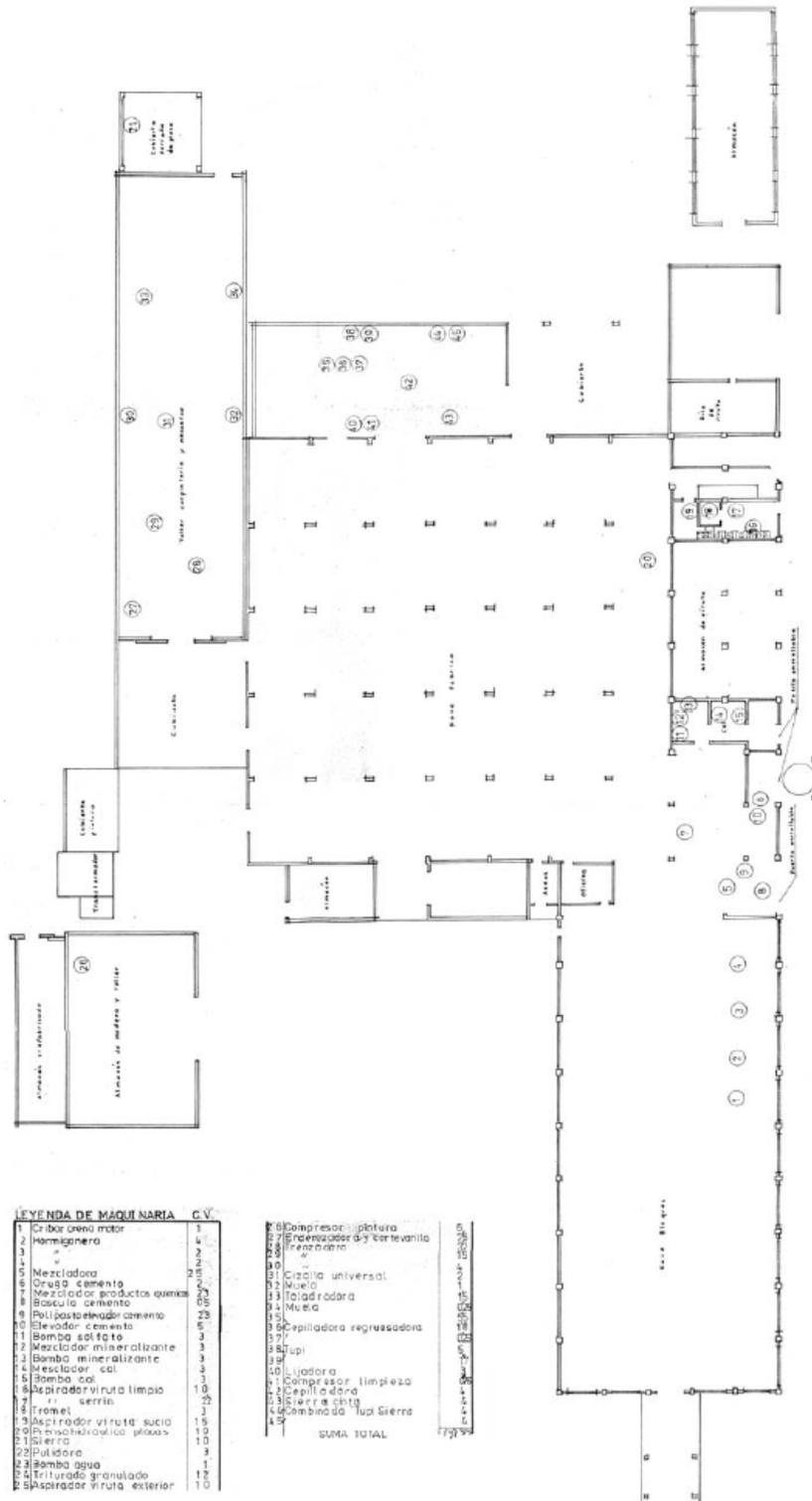
0.2.22. - ELECTRICIDAD.

0.2.23. - ASCENSORES.

0.2.24. - INSTALACIONES FIJAS.

- 8 -

- 0.2.24.1. - ARMARIOS.
- 0.2.24.2. - ESTANTERIAS.
- 0.2.24.3. - ENTARIMADOS.
- 0.2.24.4. - PERCHAS.
- 0.2.24.5. - PIZARRAS.
- .2.25. - VARIOS.
 - 0.2.25.1. - VALLA CERRAMIENTO.
 - 0.2.25.2. - LETRAS, ESCUDOS, ASTAS BANDERA, ETC.
 - 0.2.25.3. - JARDINERIA.



Fabrica de Durisol

10.2.- DOCUMENTACION PARA REDACCION DE PROYECTOS.CIEGSA

EJEMPLAR de TRABAJO

OAE...104ESPAC101-relaci (sustituye, del mismo título, a cualquier otro documento de interior expresión 199607050906)

Consta de 9 páginas. Página nº 1

1.- De cada uno de los espacios y / o usos.

Las especificaciones de todos y cada uno de los espacios y / o usos, se presentan en forma de fichas, según la siguiente relación (señaladas en **negrilla** los títulos de las **ya confeccionadas**):

* Ver "Anotaciones generales" en página nº 9.

1.1.- Espacios en escuelas de Educación Infantil.

	<u>En ficha nº:</u>
A) ZONA DOCENTE	
A.a) Aulas generales:	
Aula	el /001
A.b) Aulas complementarias:	
Aula de apoyo	el /002
A.c) Espacios docentes específicos:	
Aula - taller polivalente	el /003
A.d) Espacios docentes comunes:	
Cocinilla	el /004
Espacio común o Sala de usos múltiples (E.Infantil)	el /005 ₅₀ el /005 ₅₀ el /005 ₇₅ el /005 ₁₀₀
Almacén de usos múltiples (E. Infantil)	el /006
Sala equipos docentes	el /007 ₁₂ el /007 ₁₅
A.e) Servicios sanitarios:	
Aseos personas movilidad reducida (pmr)	el /008
Aseos alumnos	el /009 _{15a} el /009 ₁₅ el /009 ₃₀ el /009 ₄₅
<small>(equivale a 3 veces el el/009₁₅ no existe como espacio único)</small>	
<small>(equivale a 6 veces el el/009₁₅ no existe como espacio único)</small>	
<small>(equivale a 9 veces el el/009₁₅ no existe como espacio único)</small>	
B) ZONA ADMINISTRACIÓN	
Despacho Dirección	ei /010
Secretaría	el /011
Sala de Profesores	el /012 ₁₂ el /012 ₂₄ el /012 ₃₆
Aseos adultos	el /013 ₆ el /013 ₉ el /013 ₁₂
Sala APA	el /014
Conserjería	el /015
C) ZONA SERVICIOS GENERALES	
Almacén general	el /016
Cuartos de limpieza	el /017
Cuarto de basuras	el /018
Cuarto de calderas (calefacción)	el /019
D) ESPACIOS OPCIONALES	
Comedor	el /020 ₆₀ el /020 ₈₀ el /020 ₁₀₀
Cocina	el /021 ₂₅ el /021 ₃₀
E) ESPACIOS EXTERIORES	
Extensión aulas exteriores	el /022
Porches	el /023
Zona de juegos	el /024
Huerta	el /025
Zona ajardinada	el /026
Estacionamiento	el /027
Reserva ampliación	el /028

1.2.- Espacios en colegios de Educación Primaria.

	<u>En ficha nº:</u>
A) ZONA DOCENTE	
A.a) Aulas generales:	
Aula	cP /001
A.b) Aulas complementarias:	
Aula pequeño grupo	cP /002
Aula educación especial	cP /003
A.c) Espacios docentes específicos:	
Aula de música	cP /004
(Aula -) Taller polivalente	cP /005 ₅₀
Gimnasio	cP /005 ₇₅
Sala	cP /006 _s
Vestuario Pequeño	cP /006 _p
Vestuario Grande	cP /006 _{vg}
Servicios higiénicos	cP /006 _s
Profesor-monitor Pequeño	cP /006 _{pp}
Profesor-monitor Grande	cP /006 _{pg}
Almacén	cP /006 _s
A.d) Espacios docentes comunes:	
Sala de usos múltiples	cP /007 ₅₀
	cP /007 ₁₀₀
Almacén de usos múltiples	cP /008
Biblioteca	cP /009 ₅₀
	cP /009 ₇₅
	cP /009 ₅₀
Sala equipos docentes	cP /010 ₁₂
	cP /010 ₁₅
	cP /010 ₂₀
A.e) Servicios sanitarios:	
Aseo educación especial	cP /011
Aseos personas movilidad reducida (pmr)	cP /012
Aseos alumnos	cP /013
B) ZONA ADMINISTRACIÓN	
Despacho Dirección	cP /014
Despacho Jefatura de Estudios	cP /015
Despacho Servicio Orientación	cP /016
Despacho Secretario	cP /017
Secretaría	cP /018 ₂₅
	cP /018 ₄₀
Sala de Profesores	cP /019 ₃₀
	cP /019 ₄₀
	cP /019 ₅₀
	cP /019 ₆₀
	cP /019 ₇₅
Aseos adultos (Profesores)	cP /020 ₆
	cP /020 ₈
	cP /020 ₁₀
	cP /020 ₁₅
Sala APA + AA	cP /021
Sala visitas (No se contempla en programas vigentes)	cP /022
Conserjería + reprografía	cP /023 ₁₀
	cP /023 ₁₃
	cP /023 ₁₈
	cP /023 ₂₃

C) ZONA SERVICIOS GENERALES

Almacén general	cP /024 ₁
	cP /024 ₂
	cP /024 ₄
Almacenes de recursos	cP /025 ₁
	cP /025 ₁
Cuartos de limpieza	cP /026 ₂
	cP /026 ₃
Cuarto de basuras	cP /027 ₂
	cP /027 ₃
Cuarto de calderas (calefacción)	cP /028 ₇
	cP /028 ₁
Contadores / grupo electrógeno	cP /029
Ascensor con sala de máquinas	cP /030 ₈
	cP /030 ₁
Aseos + vestuarios personal no docente	cP /031

D) ESPACIOS OPCIONALES

Comedor	cP /032 ₈
	cP /032 ₁₀
	cP /032 ₁₅
	cP /032 ₂₀
Cocina	cP /033 ₃
	cP /033 ₄
	cP /033 ₅
Vivienda conserje	cP /034

E) ESPACIOS EXTERIORES

Porches	cP /035
Pista polideportiva	cP /036
Zona de juegos	cP /037
Huerta	cP /038
Zona ajardinada	cP /039
Estacionamiento	cP /040
Reserva ampliación	cP /041

Finestrat	: localidad	provincia:	Alicante
C.E.I.P. Nuevo Número 2	: centro	código:	03018076

Expediente SPCE: 0/03/08/001	Construcción de nuevo centro, con el perfil escolar: 6 I + 12 P + juegos p.v. + comedor (350 comensales, en 2 turnos) + viv.
---------------------------------	---

Nivel educativo	6. Infantil + Primaria
Número de unidades docentes (u = I + P)	6 + 12
Número de puestos escolares (pe = 25 I. + 25 P)	450

Programa de necesidades (entendido como relación de espacios y/o usos con sus correspond. superficies útiles en m ²)	S.útil/espacio	Nº espacios de S.útil dispuesta
--	----------------	---------------------------------

A) Espacios docentes (con indicación de nivel educativo, I,P,S,O,B,F, ...):

A.a) Aulas generales, polivalentes, para actividades, del proceso enseñanza-aprendizaje, teóricas:

Aula de E. Infantil	50	6	300
Aula de E. Primaria	50	12	600
Aulas ordinarias adicionales de E. Primaria			
Suma			900

A.b) Aulas de pequeño grupo y/o de apoyo a la integración:

Aula p.g.de E. Infantil	25	1	25
Aula p.g.de E. Primaria	25	2	50
Suma			75

A.c) Espacios docentes específicos:

Aula de Informática de E. Primaria, grande o con equipos unipersonales (IP-1, Infocale)	75	1	75
Seminario de Informática de E. Primaria			
Aula de Informática de E. Primaria, pequeña o con equipos bipersonales (IP-2)			
Aula de Música de E. Primaria (MP-1)	75	1	75
Aula - taller de E. Infantil			
Aula - taller polivalente de E. Primaria	75	1	75
Gimnasio: recinto / sala polideportiva	160	1	160
Gimnasio: frontón	30	1	30
Gimnasio: galaxeta	30	1	30
Gimnasio: trinquet	90	1	90
Gimnasio: vestuarios	40	1	40
Gimnasio: aseos	10	1	10
Gimnasio: profesor / monitor (seminario + vestuario)	10	1	10
Gimnasio: almacenes (incluye, si ha lugar, cuarto de calderas propias)	15	1	15
Suma			610

A.d) Espacios docentes comunes:

Sala polivalente o de usos múltiples (espacio común) de E. Infantil	50	1	50
Almacén de sala polivalente o de usos múltiples (espacio común) de E. Infantil			
Sala polivalente o de usos múltiples	87	1	87
Almacén de sala polivalente o de usos múltiples	13	1	13
Biblio... - media... - vídeo... - toca de E. Primaria	75	1	75
Despacho de responsable de la biblio... - media... - vídeo... - toca de E. Primaria			
Sala de equipos docentes de E. Infantil	13	1	13
Sala de equipos docentes de E. Primaria	25	2	50
Almacenes de recursos docentes (varios estratégicamente repartidos, en total aproximadamente)			9
Cuartos de limpieza (varios estratégicamente repartidos, en total aproximadamente)			6
Suma			303

A.e) Servicios higiénicos:

Aseos de alumnos E. Infantil, anexo a cada "Aula de E. Infantil" (aproximada., 6 m ² ut)	5	6	30
Aseos de alumnos (aproximadamente, 0,30 m ² / pe (de P y O y B y F)	0,28	300	85
Aseos personas movilidad reducida (pmr) (n espacios de, aproximadamente, 6 m ²)			15
Suma			130
Suma espacios docentes			2.018

Finestrat : localidad	provincia : Alicante
C.E.I.P. Nuevo Número 2 : centro	código : 03018076

Expediente SPCE 0/03/08/001	Construcción de nuevo centro, con el perfil escolar: 6 I + 12 P + juegos p.v. + comedor (350 comensales, en 2 turnos) + viv.
--------------------------------	---

Nivel educativo	E. Infantil + Primaria
Número de unidades docentes (u = I + P)	6 + 12
Número de puestos escolares (pe = 25 I + 25 P)	450

Programa de necesidades (entendido como relación de espacios y/o usos con sus correspond. superficies útiles en m ²)	S.001/espacio	Nº espacios de	S.001 dispuesta
--	---------------	----------------	-----------------

B) Administración

Despacho de Dirección	13	1	13
Despacho de Vicedirección			
Despacho de Jefatura de estudios	13	1	13
Despacho de Vicejefatura de estudios			
Despacho de Administrador / Secretario			
Secretaría	25	1	25
Despacho de Servicio de orientación (escolar) / Psicólogo	13	1	13
Sala de profesores	50	1	50
Aseos de adultos	13	1	13
Sala de Asociación de madres y padres de alumnos (AMPA)			
Sala de Asociación de alumnos (AA)			
Sala de AMPA + AA	13	1	13
Sala de visitas	13	1	13
Conserjería + reprografía	25	1	25
Suma administración			175

C) Servicios generales

Almacén general	25	1	25
Cuarto general de limpieza	6	1	6
Cuarto o recinto de basuras	3	1	3
Contadores eléctricos / grupo electrógeno	3	1	3
Cuartos de instalaciones ambientales (según proceda: calderas, compresores, ...)	13	1	13
Ascensores con sala de máquinas (si ha lugar)	6	1	6
Aseos y vestuarios para personal no docente	6	1	6
Suma servicios generales			63
Suma total (A + B + C)			2.255

D) Espacios y/o usos complementarios (opcionales para la Administración educativa)

Cocinilla (E. Infantil, no incluir si existe cocina)			
Comedor (nº de comensales simultáneos hasta 175)	275	1	275
Cocina (nº de comensales / comida: 350 en 2 turnos)	100	1	100
Vivienda de consejo	90	1	90
Suma espacios y/o usos complementarios (opcionales para la Administración educativa)			465
Suma total superficie útil (de uso) Interior (Ui = A + B + C + D)			2.720
Circulaciones (pasos) Interiores (entre 20 y 25 % sobre Ui)	0,25	2.720	080
Suma superficie útil Interior (Si = 1,25 Ui)			3.400
Muros y tabiquerías (entre 12 y 15 % sobre Si)	0,15	3.400	510
Suma superficie construida Interior (Sci = 1,15 Si)			3.910
De superficie cubierta y abierta: 50 % sobre superficies de porches (ver epígrafe E, en página 3)	0,50	225	113
Total superficie construida (ScI = Sci + 50 % de porches)			4.023

Notas:

1 Tolerancias (aplicables a: espacios concretos, sumas y/o totales):

Sobre superficies (S)	En sup. Interiores (A,B,C,D)	En sup. exteriores (E)
S <= 5 m ²	+/- 60 %	+/- 100 %
5 m ² < S <= 5 m ²	+/- 25 %	+/- 50 %
15 m ² < S <= 50 m ²	+/- 15 %	+/- 30 %
50 m ² < S <= 100 m ²	+/- 10 %	+/- 20 %
100 m ² < S	+/- 5 %	+/- 10 %

2 Número de plantas (máximo, salvo muy fundada justificación en contra): n plantas (baja + (n-1))

en escuelas de E. Infantil: 1 planta (baja)
en colegios de E. Primaria: 2 plantas (baja + 1)

Finestrat : localidad	provincia : Alicante
C.E.I.P. Nuevo Número 2 : centro	código : 03018076

Expediente SPCE 0/03/08/001	Construcción de nuevo centro, con el perfil escolar: 6 I + 12 P + juegos p.v. + comedor (350 comensales, en 2 turnos) + viv.
--------------------------------	---

Nivel educativo	e. Infantil + Primaria
Número de unidades docentes (u = I + P)	6 + 12
Número de puestos escolares (pe = 25 I + 25 P)	450

Programa de necesidades (entendido como relación de espacios y/o usos con sus correspond. superficies útiles en m ²)	S.útil/espacio	Nº espacios útil	S.útil dispuesta
--	----------------	------------------	------------------

E) Espacios y/o usos exteriores (opcionales para la Administración educativa)

Extensión aulas al exterior (E. Infantil)	60	6	300
Porchos (0,6 m ² /pe)	0,5	450	225
Pista polideportiva E. Primaria de 29 x 17,50 m (= 507,5 m ²)			
Pista polideportiva de 44 x 22 m (= 968 m ²)			
Pista polideportiva E. Primaria de 44 x 29 m (= 1.276 m ²)	1.276	1	1.276
Zona de juegos para E. Infantil (4 m ² /peI)	4	150	600
Zona de juegos para E. Primaria (4 m ² /peP)	4	300	1.200
Huerto escolar (0,4 m ² /pe)	0,4	450	180
Zona ajardinada (0,75 m ² /pe)	0,75	450	338
Estacionamiento para automóviles (20 m ² /u)	20	18	360

Reserva de ampliación propuesta (ubicación a justificar en proyecto arquitectónico)	2.500
---	-------

Suma espacios exteriores propuesta (incluye reserva de ampliación)	6.979
--	-------

Suma espacios exteriores sin reserva de ampliación	4.479
--	-------

F) Parcela (multiplicar los valores de la tabla por (f) y por (1+p); ver nota 4, en página 3)

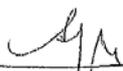
	para centro de referencia de crecimiento con perfil escolar:	sin referencia
Propuesta (para centro de referencia de perfil escolar: indicado en línea anterior)		11.000
Mínima (sin reserva de ampliación)		8.500

Notas:

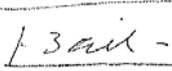
3 Sobre la parcela (ver en epígrafe F):

- 3.1 Siendo f : la relación entre los coeficientes de forma (perímetro/superficie), respectivamente de la parcela y de la misma superficie supuesta en un rectángulo de largo doble del ancho, expresado en tanto por uno.
3.2 Siendo p : la pendiente, expresada en tanto por uno, media de la parcela o, posiblemente y alternativamente, de la línea de mayor pendiente de las que unen puntos opuestos en los linderos.

Valencia, a 14 de marzo de 2008
El Director General
de RÉGIMEN ECONÓMICO


Alejandro Baharés Vázquez

Valencia, a 4 marzo 2008
El Director General
d'ORDENACIÓ I CENTRES DOCENTS


Francisco Baila Herrera



AJUNTAMENT DE FINESTRAT

Plaça de la Torreta, 9

Tel. 96 587 81 00

Fax. 96 587 83 08

CIF.-P0306900B

03509-FINESTRAT

FRANCISCO MONZÓ GREGORI, Arquitecto al servicio del Excmo. Ayuntamiento de Finestrat, en relación a la solicitud de **CÉDULA DE CALIFICACIÓN** formulada por CIEGSA de la parcela sita en EL P.P. SECTOR 5 cuyo plano de situación se acompaña y que se pretende ceder a la Conselleria de Educación para la construcción de un segundo colegio público, tiene el honor de

INFORMAR:

Estudiados los datos obrantes en éste Ayuntamiento, se desprende que la citada parcela está clasificada como **SUELO URBANO**, y calificada como **ED (Edificación en centros docentes y culturales)**.

Planeamiento aplicable: NNSS aprobadas definitivamente el 31 de mayo de 1989. y Plan Parcial Sector 5 aprobado definitivamente en fecha 10 de mayo de 1991.

Alineaciones y linderos: Linda al norte con Avda. Sevilla, al sur con camí del Alfaç al este con Avda. Madrid y al oeste con calle Torrijos. Las alineaciones son las reflejadas en el plano nº 1.

Usos permitidos: preferentemente, centro escolares y culturales en edificios aislados de libre composición.

Edificabilidad máxima: 0,80 m²/m².

Altura máxima y número máximo de plantas: siete metros y dos plantas respectivamente.

Ocupación Máxima 40 %.

Distancias a líneas de fachada y resto de lindes: distancia a lindes no especificada a resto 5 m.

Otros requisitos u ordenanzas municipales de aplicación: art. 60 de la NNSS que dice: "

ARTÍCULO 60.- Condiciones generales de edificación en los Equipamientos.-

1.- En Suelo Urbanizable:

- a) Edificación aislada.
- b) La edificabilidad máxima será de 0,8 m²/m²s.
- c) El número de plantas máximo será de planta baja y una planta de piso.
- d) La altura máxima permitida de cumbrera será de 7,00 m. sobre la cota natural del terreno en el punto medio de cada fachada.
- e) La ocupación máxima en planta baja será del 40% de la superficie de la parcela.

2.- En Suelo Urbano, será aplicable al normativa general de la zona.

3.- En cualquier caso se cumplirán las disposiciones específicas aplicables al equipamiento en cuestión en función de su naturaleza o carácter".

Normativa supramunicipal: No está afectada.





AJUNTAMENT DE FINESTRAT

Plaça de la Torreta, 9

Tel. 96 587 81 00

Fax. 96 587 83 08

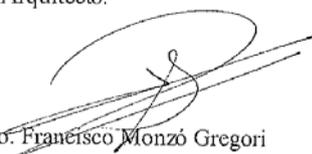
CIF.-P0306900B

03509-FINESTRAT

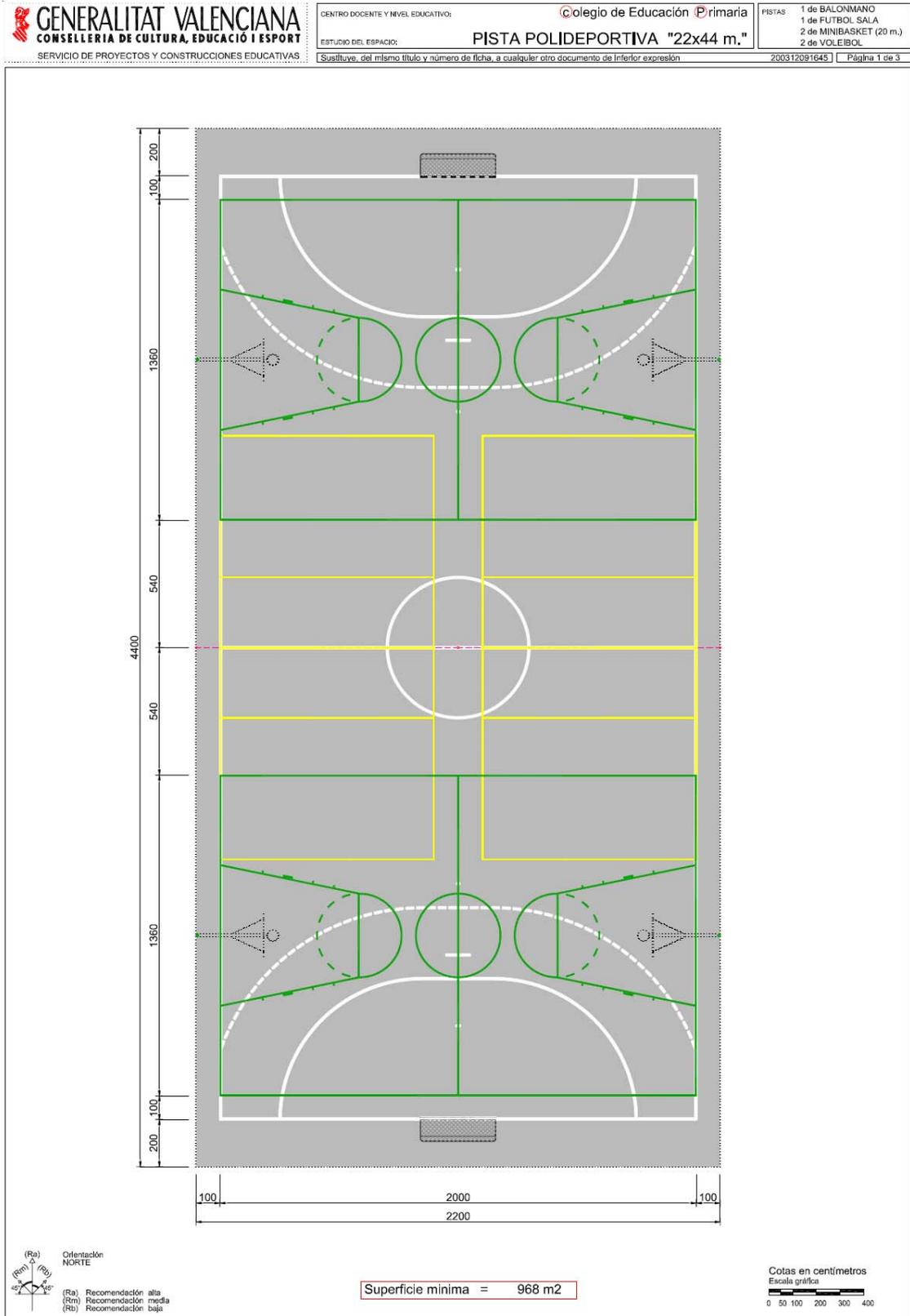
Espacios y equipamientos públicos próximos: Se especifican en el plano nº 1.

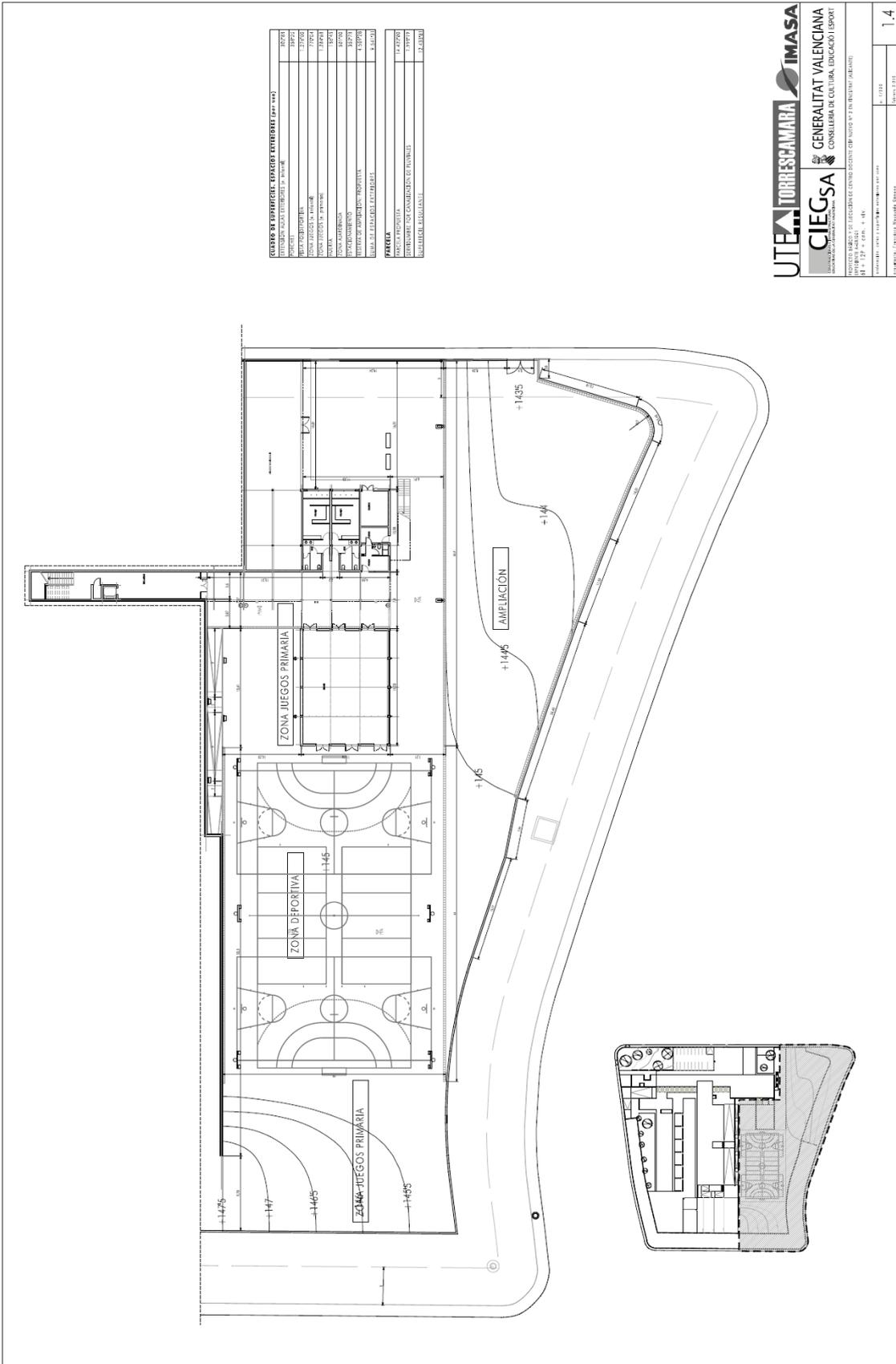
Es cuanto debo informar en descargo de mi cometido, en Finestrat a 31 de octubre de 2008.

El Arquitecto.


Fdo. Francisco Monzó Gregori







CANTONOS DE LA INSTALACION DE JUEGOS PRIMARIOS (PLAN 1:400)

INSTALACION DE JUEGOS PRIMARIOS	10000
REPT. COBERTURAS	17000
ZONA DE JUEGOS N.º 1	17000
ZONA DE JUEGOS N.º 2	17000
ZONA DEPORTIVA	17000
PLAZA DE ESTACIONAMIENTO	17000
EDIFICIO DE SERVICIOS PRIMARIOS	17000
EDIFICIO DE SERVICIOS SECUNDARIOS	17000
TOTAL DE LA INSTALACION DE JUEGOS PRIMARIOS	17000

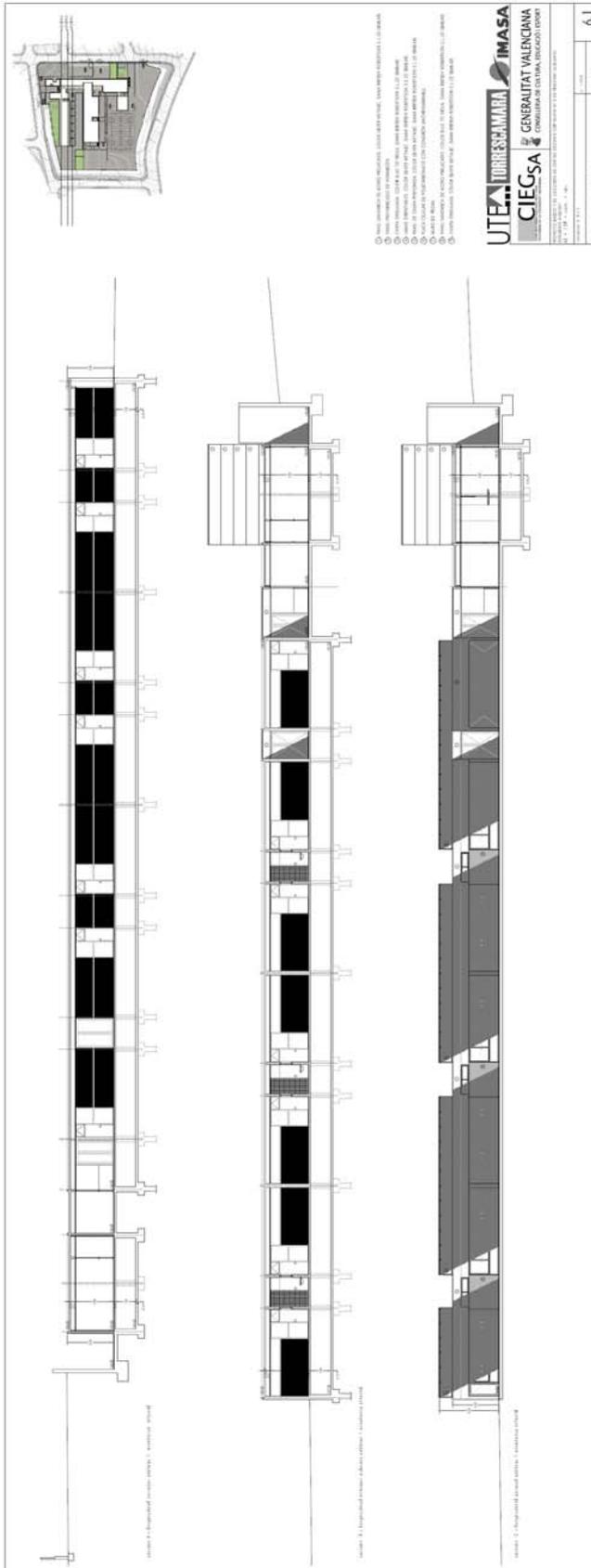
PARCELA	14-45000
PARCELA A PROYECTAR	14-45000
EDIFICIO DE SERVICIOS PRIMARIOS	17000
EDIFICIO DE SERVICIOS SECUNDARIOS	17000

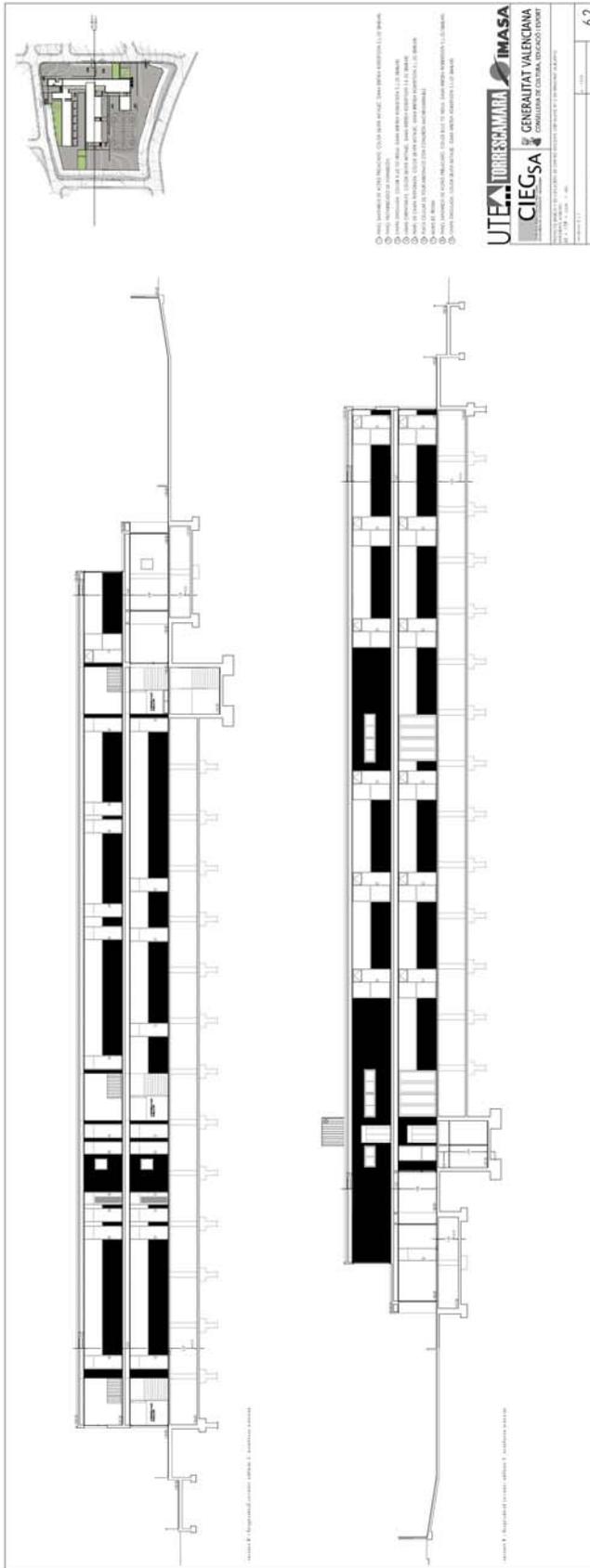
UITEA TORRESCAMARA IMASA

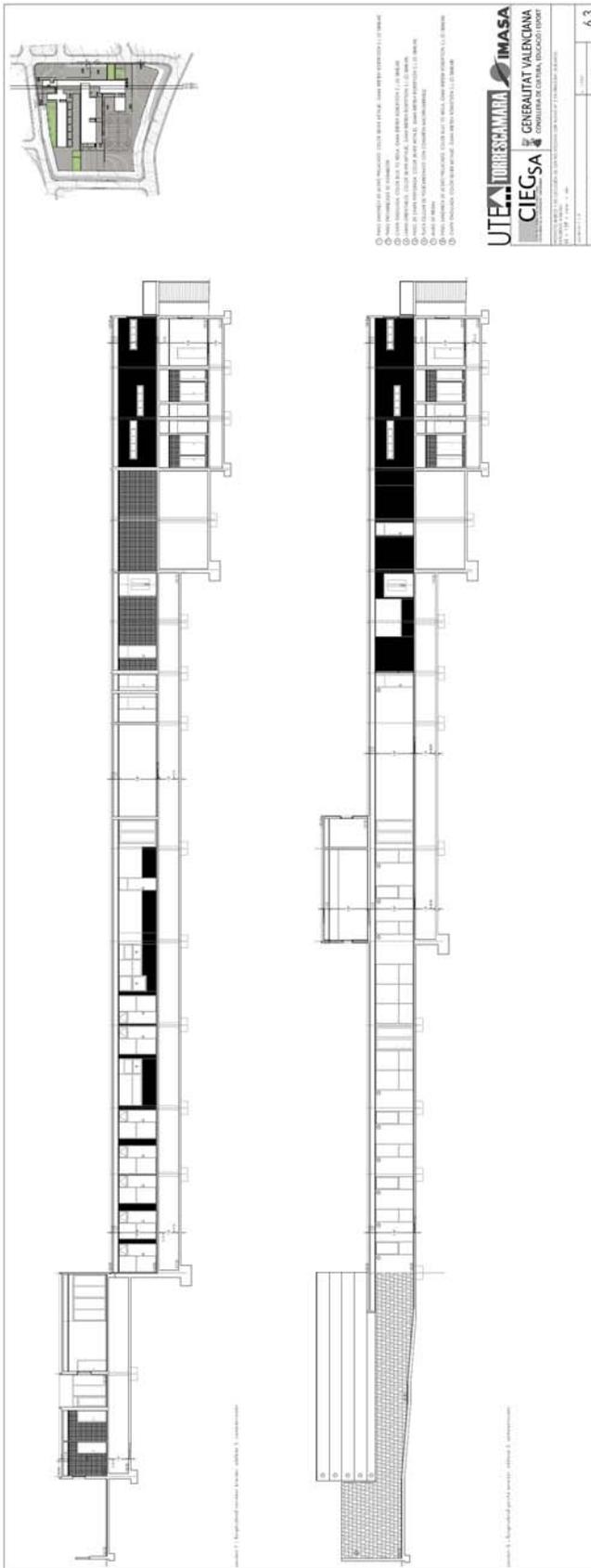
CIEGSA GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA DE CULTURA, EDUCACIO I ESPORT

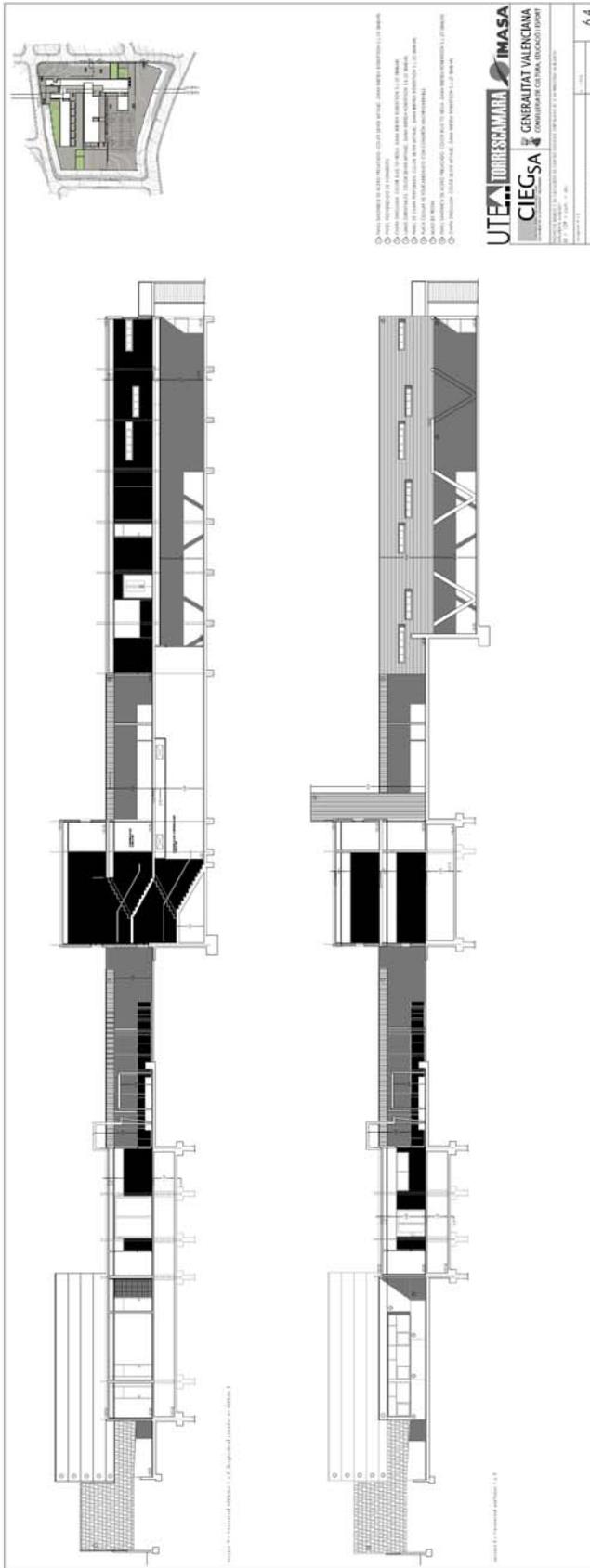
PROYECTO: AMPLIACIÓ DE L'EDIFICI DE JUEGOS PRIMARIOS N.º 1 EN BUENAFONT, ALCANTARÀ
M.º 1.722 de 1994 + 45

PROYECTANTE: UITEA TORRESCAMARA IMASA S.L. (I.B. Nº 1584)
AUTOR: J. L. RODRIGUEZ SAURA (I.B. Nº 1584)
Escala: 1:400









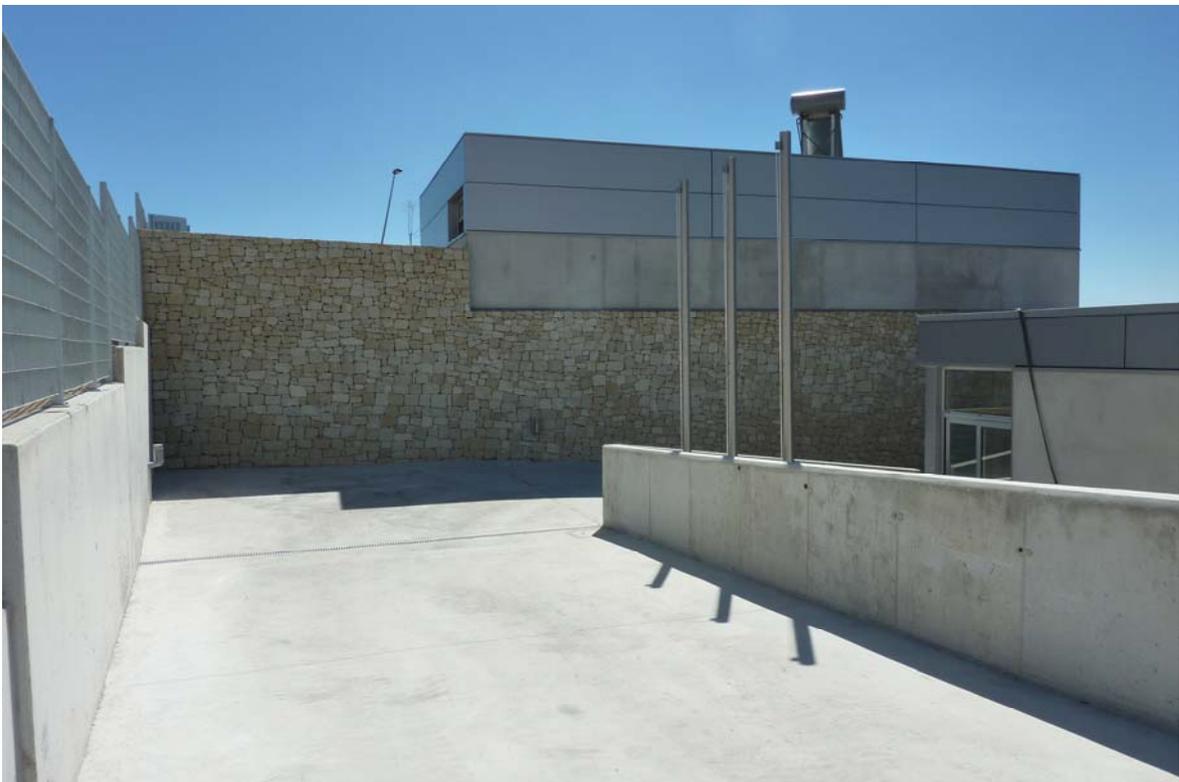






























































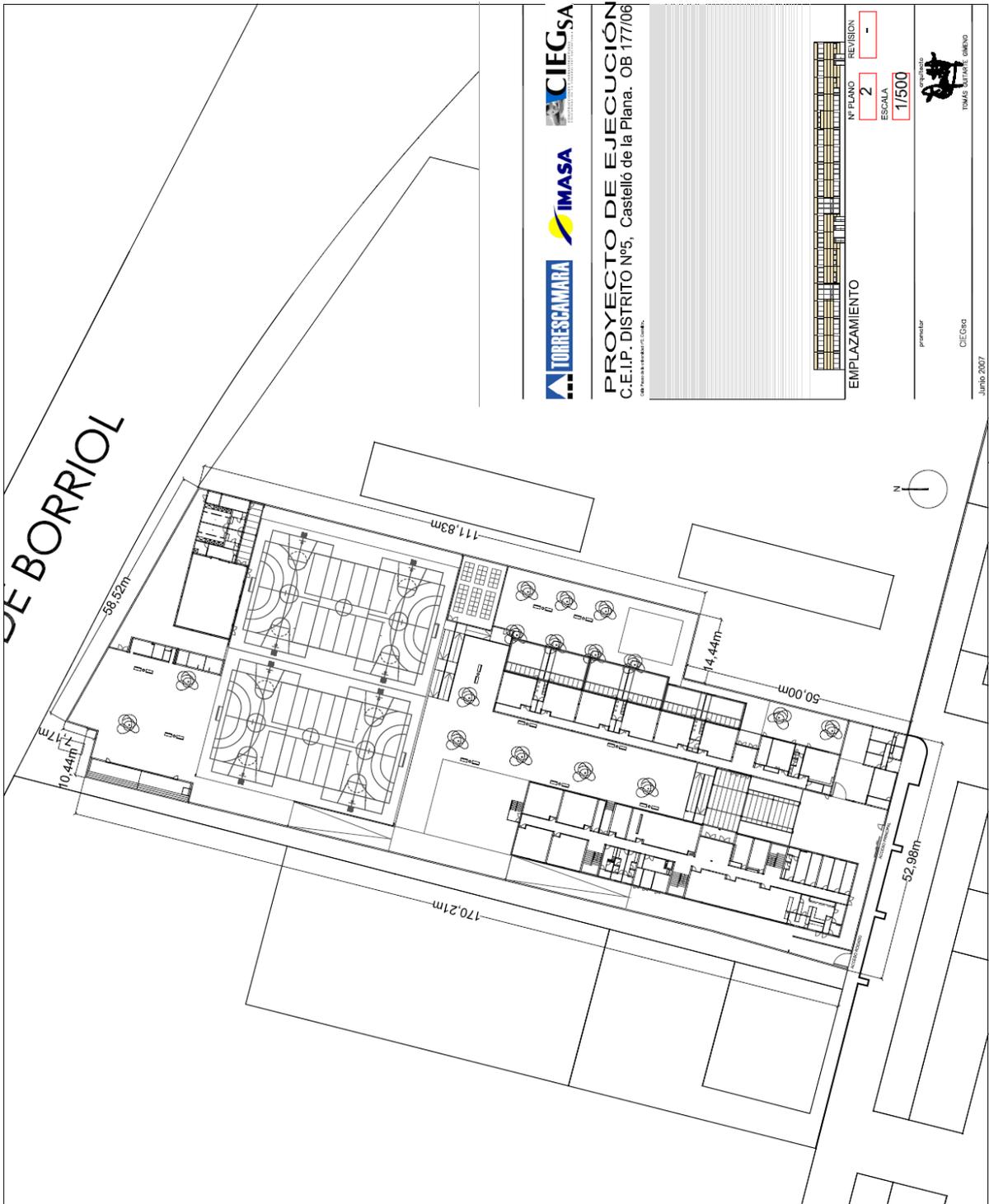


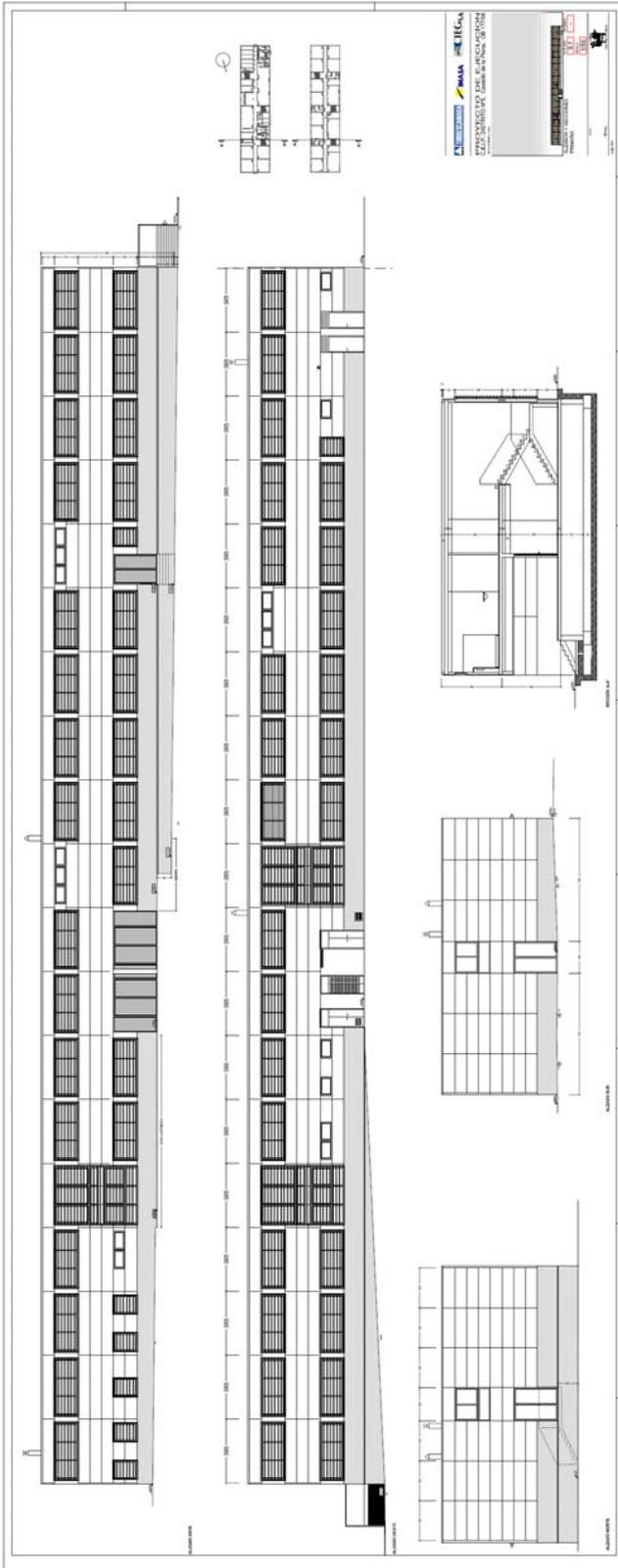


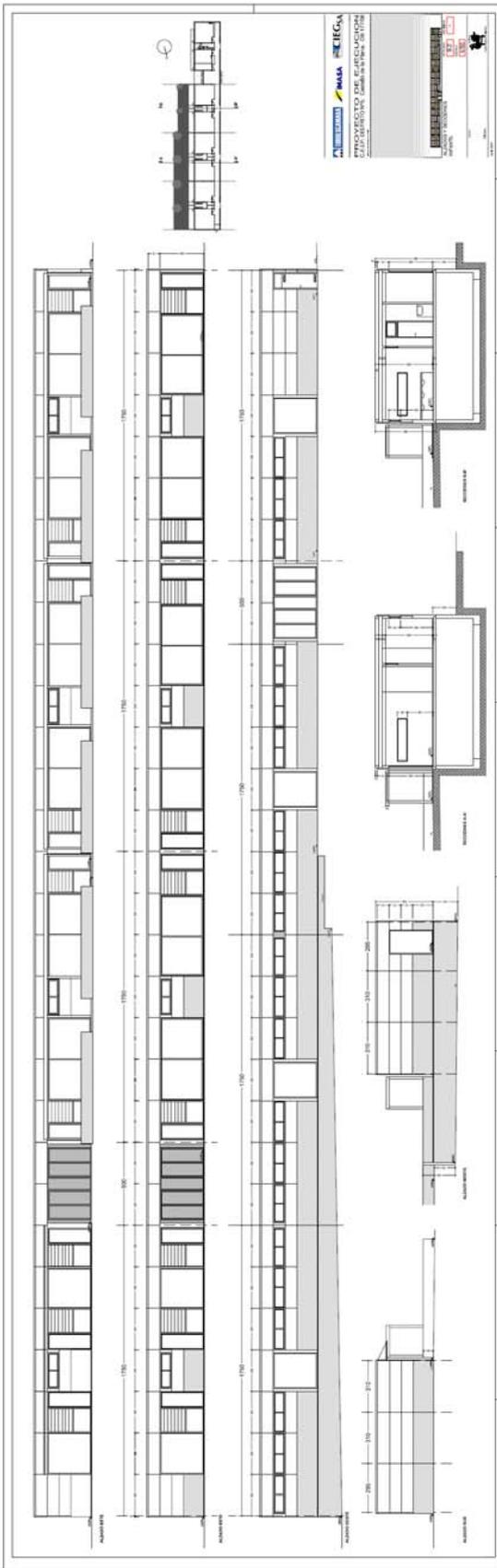


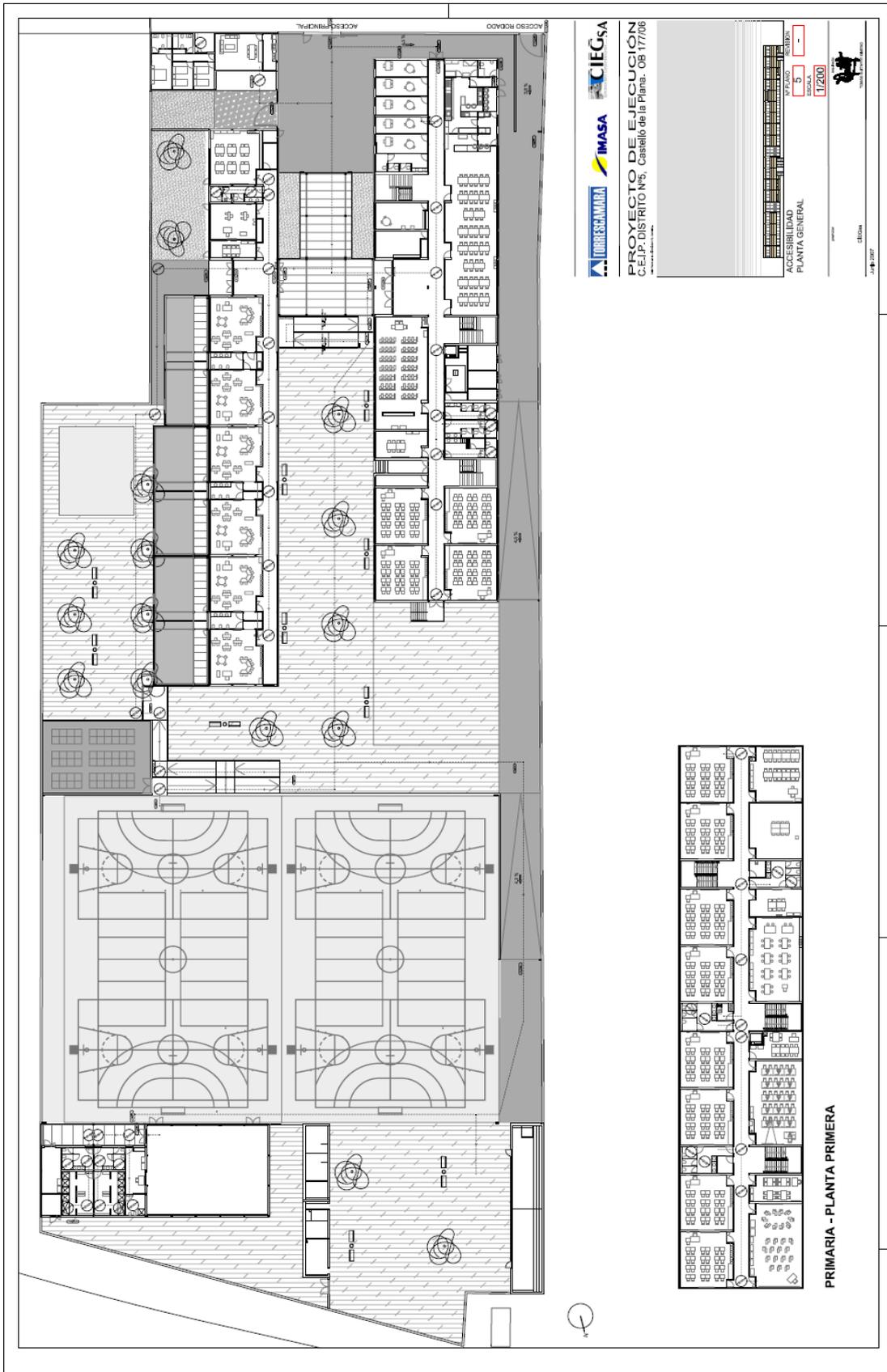


10.4.- DOCUMENTACIÓN DE OTRAS ESCUELAS SIGNIFICATIVAS









MEMORIA. CEIP DISTRITO 5 CASTELLÓN DE LA PLANA OB177-06

1.3.3.- FICHA DE SUPERFICIE ESCOLAR

CENTRO

CÓDIGO	12006731		
NOMBRE	CEIP Distrito 5		
DIRECCIÓN	CALLE	Paseo de la Universidad, 2	
	C.P.:	12006	
	LOCALIDAD	CASTELLON DE LA PLANA	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN			

EDIFICACIONES

Superficie útil interior	3375,64 m2
Superficie útil exterior (porches, terrazas, balcones, etc.)	199,10 m2
Superficie no útil	304,95 m2
Total superficie construida	3879,69 m2

Superficie de los vidrios exteriores (vidrios, puertas, ventanas, etc.)	712,69 m2
---	-----------

SOLAR

Solar no edificado ni ajardinado (patios, pistas deportivas, etc.)	7316,47 m2
Jardines	425,25 m2
Solar edificado (superficie ocupada)	2887,36 m2
Total superficie recinto escolar	10629,08 m2

OBSERVACIONES

MEMORIA. CEIP DISTRITO 5 CASTELLÓN DE LA PLANA OB177-0

1.3.4.- CUADRO DE SUPERFICIES

BLOQUE PRIMARIA

PLANTA BAJA	ÚTIL	CONST.
CIRCULACIONES		
Escaleras	9,45	
Pasillos	256,50	
SUMA	265,95	
ESPACIOS DOCENTES ESPECIFICOS		
Aula de E. Primaria	201,04	
SUMA	201,04	
ESPACIOS DOCENTES COMUNES		
Sala usos múltiples	87,16	
Almacén de usos múltiples	14,66	
Almacenes recursos docentes (varios, en total)	10,66	
Salas de Equipos Docentes E. Primaria	23,54	
SUMA	136,02	
SERVICIOS HIGIÉNICOS		
Aseos alumnos	20,41	
Aseos personas movilidad reducida (P.M.R.)	10,20	
SUMA	30,61	
ADMINISTRACIÓN		
Despacho dirección	17,49	
Despacho Jefatura de estudios	17,03	
Secretaría	23,22	
Despacho servicio orientación	16,99	
Aseos adultos	16,34	
Sala APA + AA	15,67	
Sala de visitas	15,50	
Conserjería + reprografía	24,73	
SUMA	146,97	
SERVICIOS GENERALES		
Almacén general	14,91	
Cuarto PCI	5,68	
Cuarto GP	3,00	
Grupo electrogeno	9,21	
Cuarto caldera	12,68	
Ascensor	2,81	
Aseos + vestuario personal no docente	17,73	
SUMA	66,02	
ESPACIOS OPCIONALES		
Comedor	147,27	
Cocina	82,37	
SUMA	229,64	
TOTAL PLANTA BAJA DE PRIMARIA	1076,25	1188,85

MEMORIA. CEIP DISTRITO 5 CASTELLÓN DE LA PLANA OB177-06

<i>SUPERFICIE CUBIERTA Y ABIERTA</i>		
Porches		30,36
SUPERFICIE CONSTRUIDA P.B. CON PORCHES		1219,21
SUPERFICIE PORCHES (50%)		15,18
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA		1204,03
PLANTA PRIMERA	ÚTIL	CONST.
<i>CIRCULACIONES</i>		
Escaleras	43,74	
Pasillos	196,63	
SUMA	240,37	
<i>ESPACIOS DOCENTES ESPECIFICOS</i>		
Aula de E. Primaria	405,30	
Aula de informática de E. Primaria 1: INFOCOLE	76,35	
Aula de Música de E. Primaria : (MP.1)	76,27	
Aula-Taller Polivalente (E. Primaria)	76,39	
SUMA	634,31	
<i>ESPACIOS PEQUEÑO GRUPO</i>		
Aula p.g. E. Primaria	51,70	
SUMA	51,70	
<i>ESPACIOS DOCENTES COMUNES</i>		
Biblioteca	48,99	
Salas de Equipos Docentes E. Primaria	23,96	
SUMA	72,95	
<i>SERVICIOS HIGIÉNICOS</i>		
Aseos alumnos	40,20	
Aseos personas movilidad reducida (P.M.R.)	20,10	
SUMA	60,30	
<i>ADMINISTRACIÓN</i>		
Sala de profesores	50,83	
SUMA	50,83	
<i>SERVICIOS GENERALES</i>		
Almacén general	8,68	
Cuartos de limpieza	4,69	
SUMA	13,37	
TOTAL PLANTA PRIMERA DE PRIMARIA	1123,83	1191,42
RESUMEN SUPERFICIES	ÚTIL	CONST.
PLANTA BAJA	1076,25	1188,85
PLANTA PRIMERA	1123,83	1191,42
SUMA PB + P1	2200,08	2380,27

MEMORIA. CEIP DISTRITO 5 CASTELLÓN DE LA PLANA OB177-06

SUPERFICIE PORCHES (50%)	15,18
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	2395,45

BLOQUE INFANTIL

PLANTA BAJA	ÚTIL	CONST.
CIRCULACIONES		
Pasillos	160,45	
SUMA	160,45	
ESPACIOS DOCENTES ESPECIFICOS		
Aula de E. Infantil	296,62	
SUMA	296,62	
ESPACIOS PEQUEÑO GRUPO		
Aula p.g. E. Infantil	29,78	
SUMA	29,78	
ESPACIOS DOCENTES COMUNES		
Sala usos múltiples (Espacio común) E. Infantil	49,45	
Salas de Equipos Docentes E. Infantil	14,34	
SUMA	63,79	
SERVICIOS HIGIÉNICOS		
Aseos alumnos infantil	44,37	
SUMA	44,37	
ADMINISTRACIÓN		
Aseos adultos	13,20	
SUMA	13,20	
SERVICIOS GENERALES		
Cuadro eléctrico	2,70	
Cuarto de basura	3,03	
Almacén	6,35	
Cuartos de limpieza	1,39	
SUMA	13,47	
TOTAL PLANTA BAJA INFANTIL	621,68	681,30
SUPERFICIE CUBIERTA Y ABIERTA		
Porches		14,75
SUPERFICIE CONSTRUIDA P.B. CON PORCHES		696,05
SUPERFICIE PORCHES (50%)		7,38
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA		688,68

BLOQUE GIMNASIO

PLANTA BAJA	ÚTIL	CONST.
-------------	------	--------

MEMORIA. CEIP DISTRITO 5 CASTELLÓN DE LA PLANA OB177-06

ESPACIOS DOCENTES ESPECIFICOS

Gimnasio: sala polideportiva	193,39
Gimnasio: vestuarios	47,54
Gimnasio: aseos	24,92
Gimnasio: profesor/monitor	23,46
Gimnasio: cuarto de calderas	7,16
Gimnasio: almacenes	16,04
SUMA	312,51

TOTAL PLANTA BAJA GIMNASIO 312,51 342,11

BLOQUE VIVIENDA CONSERJE

PLANTA BAJA ÚTIL CONST.

ESPACIOS OPCIONAL

Baño 1	5,86
Baño 2	5,91
Dormitorio 1	14,01
Dormitorio 2	9,76
Dormitorio 3	9,80
Distribuidor	6,79
Salón comedor	30,28
Cocina	8,96
SUMA	91,37

TOTAL PLANTA BAJA 91,37 100,88

SUPERFICIE CUBIERTA Y ABIERTA

Porches 28,24

SUPERFICIE CONSTRUIDA P.B. CON PORCHES 129,12

SUPERFICIE PORCHES (50%) 14,12

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA 115,00

ELEMENTOS EXTERIORES DENTRO DE LA PARCELA

Gimnasio: frontón	30,00
Gimnasio: galotxeta	30,00
Gimnasio: trinquet	90,00
SUMA	150,00

TOTAL ELEMENTOS EXTERIORES 150,00 176,03

SUPERFICIE CUBIERTA Y ABIERTA

Porches 324,84

SUPERFICIE CONSTRUIDA P.B. CON PORCHES 500,87

SUPERFICIE PORCHES (50%) 162,42

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA 338,45

MEMORIA. CEIP DISTRITO 5 CASTELLÓN DE LA PLANA OB177-06

RESUMEN DE SUPERFICIE

TOTAL PLANTA BAJA	2251,81	2489,17
Porches		398,19
SUPERFICIE CONSTRUIDA P.B. CON PORCHES		2887,36
PLANTA BAJA	2251,81	2489,17
PLANTA PRIMERA	1123,83	1191,42
PLANTA BAJA + PLANTA PRIMERA	3375,64	3680,59
SUPERFICIE PORCHES (50%)		199,10
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA		3879,69

SUPERFICIE DE URBANIZACION

Extensión aulas exteriores	257,40
Zona deportiva	2688,40
Zona de juegos E. Infantil	622,66
Zona de juegos E. Primaria	1991,88
Reserva de ampliación	322,26
Huerta	142,39
Zona ajardinada	282,86
Pasos exteriores	1433,87
SUMA	7741,72

SUPERFICIE TOTAL DE LA PARCELA

SUPERFICIE TOTAL DE LA PARCELA	10629,08
Superficie ocupación (sup PB + Porches)	2887,36

El arquitecto



Fdo: Tomás Guitarte Gimeno.

EQUIPAMIENTO A INCLUIR EN PROYECTO

ESPACIOS GENERALES

D. ESPACIOS OPCIONALES

1. Comedor

Comedor (25 comensales) :	50 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 1 ud.		(tap/s 2)	
Comedor (50 comensales) :	75 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 1 ud.		(tap/s 2)	
Comedor (100 comensales) :	150 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 2 ud.		(tap/s 2)	
Comedor (150 comensales) :	225 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 3 ud.		(tap/s 2)	
Comedor (200 comensales) :	300 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 4 ud.		(tap/s 2)	
Comedor (250 comensales) :	375 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 4 ud.		(tap/s 2)	
Comedor (300 comensales) :	450 m²		
	Programa		Código (1)
• Pileta para dos tomas de agua, 5 ud.		(tap/s 2)	

2. Cocina

Cocina (25 comensales) :			
	Programa		Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 2 a 3 m.		(banc)	
• Frigorífico con capacidad de 400 a 600 l, 1 ud.		(fri1)	FRIL
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, 1 ud.		(f1s)	
• Fregadero de a. inoxidable, 1 senos y 1 escurridores, 1 ud.		(f1s1e)	

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.

• Lavaollas de a. inoxidable, incluida estructura soporte, 1 ud.	(lavo)	
• Lavaplatos, con capacidad de lavado \geq 200 platos / hora, 1 ud.	(Lp-2)	LAV1
• Conjunto de cocción 25-m compuesto por:		EQC1
▪ Cocina de 4 fuegos y 1 horno, 1 ud.	(c4h1)	
▪ Mueble con encimera, 1 ud.	(meac2)	
▪ Freidora sobremesa, 1 ud.	(f115)	
▪ Marmita de 60 litros	(m-60)	
▪ Campana de humos mural, 1ud.	(chim)	

Cocina (50 comensales):

Programa	Código (1)	
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 4 a 6 m.	(banc)	
• Frigorífico con capacidad de 800 a 1200 l, 1 ud.	(fri2)	FRI3
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, 1 ud.	(f1s)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 2 escurridores, 1 ud.	(f2s2e)	
• Lavaollas de a. inoxidable, incluida estructura soporte, 1 ud.	(lavo)	
• Lavaplatos, con capacidad de lavado \geq 350 platos / hora, 1 ud.	(Lp-3)	LAV1
• Mesa caliente, de capacidad entre 300 y 500 l, 1 ud.	(mecp)	MECA
• Conjunto de cocción 100(m ² /c) compuesto por:		EQC1
▪ Cocina de 6 fuegos y 1 horno, 1 ud.	(c6h1)	
▪ Mueble con encimera, 1 ud.	(meac1)	
▪ Freidora sobremesa, 2 ud.	(f115)	
▪ Marmita de 60 litros	(m-60)	
▪ Campana de humos mural, 1ud.	(chim)	

Cocina (100 comensales):

Programa	Código (1)	
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 4 a 6 m.	(banc)	
• Frigorífico con capacidad de 800 a 1200 l, 1 ud.	(fri2)	FRI3
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, 1 ud.	(f1s)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 2 escurridores, 1 ud.	(f2s2e)	
• Lavaollas de a. inoxidable, incluida estructura soporte, 1 ud.	(lavo)	
• Lavaplatos, con capacidad de lavado \geq 500 platos / hora, 1 ud.	(Lp-5)	LAV2
• Mesa caliente, de capacidad entre 300 y 500 l, 1 ud.	(mecp)	MECA
• Mesa auxiliar para lavaplatos, 1 ud.	(melp)	
• Conjunto de cocción 100(m ² /c) compuesto por:		EQC2
▪ Cocina de 6 fuegos y 1 horno, 1 ud.	(c6h1)	
▪ Mueble con encimera, 1 ud.	(meac1)	
▪ Freidora sobremesa, 2 ud.	(f115)	
▪ Marmita de 80 litros	(m-80)	
▪ Campana de humos mural, 1ud.	(chim)	

Cocina (150 / 200 comensales):

Programa	Código (1)	
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 8 a 12 m.	(banc)	
• Congelador arcón de 400 a 600l	(coar/cove)	ARCO
• Frigorífico con capacidad de 800 a 1200 l, 1 ud.	(fri2)	FRIG
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, 1 ud.	(f1s)	
• Fregadero de a. inoxidable, 1 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(f1s1e)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 2 escurridores, 1 ud.	(f2s2e)	
• Lavaollas de a. inoxidable, incluida estructura soporte, 1 ud.	(lavo)	
• Lavaplatos, con capacidad de lavado \geq 1000 platos / hora, 1 ud.	(Lp-10)	LAVV
• Mesa caliente, de capacidad entre 500 y 700 l, 1 ud.	(mecm)	MECA
• Mesa auxiliar para lavaplatos, 1 ud.	(melp)	

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.

• Conjunto de cocción 300(m ² /c) compuesto por:		EQC3
▪ Cocina de 8 fuegos y 2 horno, 1 ud.	(c8h2)	
▪ Mueble con encimera, 3 ud.	(meac1)	
▪ Freidora sobremesa, 2 ud.	(f115)	
▪ Campana de humos mural, 1ud.	(chim)	
▪ Marmita de 80 l, 1ud	(m-80)	

Cocina (250 comensales):

Programa	Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 8 a 12 m.	(banc)
• Congelador – arcón / amario con capacidad de 400 a 600l, 1 ud.	(coar)/(cove)
• Frigorífico con capacidad de 800 a 1200 l, 1 ud.	(fri2)
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, 1 ud.	(f1s)
• Fregadero de a. inoxidable, 1 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(f1s1e)
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 2 escurridores, 1 ud.	(f2s2e)
• Lavaollas de a. inoxidable, incluida estructura soporte, 1 ud.	(lavo)
• Lavaplatos, con capacidad de lavado ≥ 1000 platos / hora, 1 ud.	(Lp-10)
• Mesa caliente, de capacidad entre 600 y 800 l, 1 ud.	(mecg)
• Mesa auxiliar para lavaplatos, 2 ud.	(melp)
• Conjunto de cocción 300(m ² /c) compuesto por:	EQC4
▪ Cocina de 8 fuegos y 2 hornos, 1 ud.	(c8h2)
▪ Mueble con encimera, 3 ud.	(meac1)
▪ Freidora sobremesa, 2 ud.	(f220)
▪ Marmita de 150 l, 1 ud.	(m150)
▪ Campana de humos mural, 1ud.	(chim)

Cocina (300 comensales):

Programa	Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 8 a 12 m.	(banc)
• Congelador – arcón / amario con capacidad de 400 a 600l, 1 ud.	(coar)/(cove)
• Frigorífico con capacidad de 800 a 1200 l, 1 ud.	(fri2)
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, 1 ud.	(f1s)
• Fregadero de a. inoxidable, 1 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(f1s1e)
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 2 escurridores, 1 ud.	(f2s2e)
• Lavaollas de a. inoxidable, incluida estructura soporte, 1 ud.	(lavo)
• Lavaplatos, con capacidad de lavado ≥ 1500 platos / hora, 1 ud.	(Lp-15)
• Mesa caliente, de capacidad entre 600 y 800 l, 1 ud.	(mecg)
• Mesa auxiliar para lavaplatos, 2 ud.	(melp)
• Conjunto de cocción 300(m ² /c) compuesto por:	EQC4
▪ Cocina de 8 fuegos y 2 hornos, 1 ud.	(c8h2)
▪ Mueble con encimera, 3 ud.	(meac1)
▪ Freidora sobremesa, 2 ud.	(f220)
▪ Marmita 150 l, 1 ud.	(m150)
▪ Campana de humos mural, 1ud.	(chim)

3. Cafetería

Cafetería:

25 m²

Programa	Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 4 a 6 m.	(banc)
• Barra con tapa continua, de 3 a 4 m.	(barra)
• Campana de humos mural, 1 ud.	(chime)
• Plancha para asar, 1 ud.	PLPA

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.

• Cafetera, 1 ud.		CAFT
• Lavavasos, 1 ud.		NI69
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(fr2.1)	

Cafetería: 50 m²		
Programa		Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 4 a 6 m.	(banc)	
• Barra con tapa continua, de 3 a 5 m.	(barra)	
• Campana de humos mural, 1 ud.	(chime)	
• Plancha para asar, 1 ud.		PLPA
• Cafetera, 1 ud.		CAFT
• Lavavasos, 1 ud.		NI69
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, y 1 escurridor 1 ud.	(fr1.1)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(fr2.1)	

Cafetería: 75 m²		
Programa		Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 6 a 8 m.	(banc)	
• Barra con tapa continua, de 3 a 5 m.	(barra)	
• Campana de humos mural, 1 ud.	(chime)	
• Plancha para asar, 1 ud.		PLPA
• Cafetera, 1ud.		CAFT
• Lavavasos, 1 ud.		NI69
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, y 1 escurridor 1 ud.	(fr1.1)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(fr2.1)	

Cafetería: 100 m²		
Programa		Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 8 a 10 m.	(banc)	
• Barra con tapa continua, de 3 a 6 m.	(barra)	
• Campana de humos mural, 1 ud.	(chime)	
• Plancha para asar, 1 ud.		PLPA
• Cafetera, 1 ud.		CAFT
• Lavavasos, 1 ud.		NI69
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, y 1 escurridor 1 ud.	(fr1.1)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(fr2.1)	

Cafetería: 125 m²		
Programa		Código (1)
• Bancada de trabajo mural o centrada, de 8 a 10 m.	(banc)	
• Barra con tapa continua, de 3 a 6 m.	(barra)	
• Campana de humos mural, 1 ud.	(chime)	
• Plancha para asar, 1 ud.		PLPA
• Cafetera, 1 ud.		CAFT
• Lavavasos, 1 ud.		NI69
• Fregadero de a. inoxidable de 1 seno, y 1 escurridor 1 ud.	(fr1.1)	
• Fregadero de a. inoxidable, 2 senos y 1 escurridores, 1 ud.	(fr2.1)	

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.

4. Vivienda del conserje:

Equipamiento:

Programa	Código (1)
• Mobiliario de cocina. Totalmente instalado y rematado.	
• Encimera de dimensiones 60x2 cm con zócalo de 7x2 cm incluso colocación y apertura de hueco, 1 ud.	
• Horno eléctrico polivalente para instalar con placas sin mandos, 1 ud.	
• Campana extractora de humos y grasas, 1 ud.	
• Placa encimera de cocina a gas de 4 fuegos.	
• Fregadero de acero inoxidable, 2 senos, 1 ud.	

5. Otros equipamientos generales

Programa	Código (1)
• Topes de goma para todas la puertas.	
• Rotulación bilingüe de todos los espacios.	
• Juego de tres mástiles para banderas, acero inoxidable o fibra de vidrio.	
• Mostradores de la garita del conserje y la secretaria con mueble bajo banco.	
• Malla de protección contra entrada de mosquitos en huecos de cocinas.	

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.

AULAS DE INFORMÁTICA

A. ESPACIOS DOCENTES

Aula Informática : 50 m²

Programa	Código (1)
• Mesa de 150x90 cm, instalada, incluida la del profesor, 10 ud. y silla laminado estratificado, estructura de acero, 18 ud. (mis2) (spse)	MAIN
• Tubo para cableado	TUPC
• Sillón profesor, respaldo de madero de haya, estructura de acero, 1 ud. (sipr)	SIPI
• Buc de tres cajones con ruedas, 1 ud. (buck)	BUC3
• Mesa bipersonal para soporte de periféricos, 1 ud. (mirp)	MIPS

Aula Informática : 62,5 m²

Programa	Código (1)
• Mesa de 150x90 cm, instalada, incluida la del profesor, 13 ud. y silla laminado estratificado, estructura de acero, 24 ud. (mis2) (spse)	MAIN
• Tubo para cableado	TUPC
• Sillón profesor, respaldo de madero de haya, estructura de acero, 1 ud. (sipr)	SIPI
• Buc de tres cajones con ruedas, 1 ud. (buck)	BUC3
• Mesa bipersonal para soporte de periféricos, 1 ud. (mirp)	MIPS

Aula Informática: 75 m²

Programa	Código (1)
• Mesa de 150x90 cm, instalada, incluida la del profesor, 16ud. y silla laminado estratificado, estructura de acero, 30 ud. (mis2) (spse)	MAIN
• Tubo para cableado	TUPC
• Sillón profesor, respaldo de madero de haya, estructura de acero, 1 ud. (sipr)	SIPI
• Buc de tres cajones con ruedas, 1 ud. (buck)	BUC3
• Mesa bipersonal para soporte de periféricos, 2 ud. (mirp)	MIPS

Aula Informática: 87,5 m²

Programa	Código (1)
• Mesa de 150x90 cm, instalada, incluida la del profesor, 19 ud. y silla laminado estratificado, estructura de acero, 35 ud. (mis2) (spse)	MAIN
• Tubo para cableado	TUPC
• Sillón profesor, respaldo de madero de haya, estructura de acero, 1 ud. (sipr)	SIPI
• Buc de tres cajones con ruedas, 1 ud. (buck)	BUC3
• Mesa bipersonal para soporte de periféricos, 2 ud. (mirp)	MIPS

Aula Informática: 100 m²

Programa	Código (1)
• Mesa de 150x90 cm, instalada, incluida la del profesor, 22 ud. y silla laminado estratificado, estructura de acero, 35 ud. (mis2) (spse)	MAIN
• Tubo para cableado	TUPC
• Sillón profesor, respaldo de madero de haya, estructura de acero, 1 ud. (sipr)	SIPI
• Buc de tres cajones con ruedas, 1 ud. (buck)	BUC3
• Mesa bipersonal para soporte de periféricos, 2 ud. (mirp)	MIPS

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.

CENTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL Y EDUCACIÓN PRIMARIA

A.a. Aulas generales

1. Aulas generales

Aula E. Infantil

Programa	Código (1)
<ul style="list-style-type: none"> Casilleros, según la definición de las fichas 	

Aula E. Primaria

Programa	Código (1)
<ul style="list-style-type: none"> Casilleros, según la definición de las fichas 	

A.c. Espacios docentes específicos

2. Aulas-Taller

Aula-Taller polivalente E. Infantil: 50 m²

Programa	Código (1)
<ul style="list-style-type: none"> Bancada perimetral fija, de 4 a 8 m. (bppf) Pileta para dos tomas de agua, con repisa auxiliar alternativamente, contigua o sobreelevada, 1 ud. (tal2) 	

Aula-Taller polivalente E. Primaria: 50 m²

Programa	Código (1)
<ul style="list-style-type: none"> Bancada perimetral fija, de 4 a 8 m. (bppf) Pileta para dos tomas de agua, con repisa auxiliar alternativamente, contigua o sobreelevada, 1 ud. (tal2) 	

Aula-Taller polivalente E. Primaria: 75 m²

Programa	Código (1)
<ul style="list-style-type: none"> Bancada perimetral fija, de 6 a 12 m. (bppf) Pileta para dos tomas de agua, con repisa auxiliar alternativamente, contigua o sobreelevada, 1 ud. (tal2) 	

A.d. Espacios docentes comunes

Sala usos múltiples E. infantil: 50 / 60 / 75 m²

Programa	Código (1)
<ul style="list-style-type: none"> Bancada perimetral fija, de 5 a 10 m. (bppf) Pileta para dos tomas de agua, con repisa auxiliar alternativamente, contigua o sobreelevada, 1 ud. (tal2) 	

Cocinilla E. Infantil: 4 m²

Programa	Proyecto
<ul style="list-style-type: none"> Bancada de trabajo mural o centrada, de 1 a 2 m. (banc) Fregadero de a. inoxidable, 1 senos y 1 escurridores, 1 ud. (f1s1e) Mueble con encimera, 1 ud. (meac1) 	

(1) El contenido de esta columna es el Código utilizado en los concursos de adquisición de material y deben tomarse como referencia las especificaciones técnicas correspondientes. El código en minúscula que aparece en la columna anterior es el correspondiente a las fichas de los espacios docentes.