

3. APROXIMACION A LOS CONCEPTOS. INDUSTRIALIZACION & PREFABRICACION



En el inicio de cualquier trabajo intelectual y del conocimiento, como el presente, en el campo de la investigación y de divulgación, que se emprenda, se debe hacer en su inicio un ejercicio de aproximación a los conceptos y a la teoría, definiciones y reflexiones, sobre los que va desarrollar el estudio.

Definición de aquellos conceptos, con la consideración de básicos y fundamentales, para centrar ideas que se encuentran en el núcleo del trabajo a desarrollar, y que puedan ayudar a comprender la línea de trabajo elegida o “líneas de pensamiento”.

En este campo de las definiciones *-proposición o fórmula por medio de la cual se define dando un conjunto de propiedades suficiente para designar de manera unívoca un objeto, una idea-* y sobre todo, como el campo que nos ocupa, cuando ya existe un bagaje anterior, histórico, que de forma diluida y generalizada se ha implantado en los distintos estratos de la sociedad, estimamos que la mejor opción es no intentar introducir o inventar nuevas acepciones, ya que no aportarían novedad en este campo

En este sentido, queremos adelantar que no es nuestra intención aportar, y con ello contribuir más a la dispersión, nuevas definiciones *-proposición o fórmula por medio de la cual se define dando un conjunto de propiedades suficiente para designar de manera unívoca un objeto, una idea-*, a añadir a las enunciadas, por otra parte variadas y ricas, por distintos autores, teóricos y personas, sobre los conceptos que vamos a manejar par este trabajo: la industrialización en la construcción.

No existe, aunque se ha analizado diversa documentación, una única línea de

pensamiento en el campo en las definiciones sobre los conceptos de base, sobre los que va a versar este documento, y tampoco, por tanto la forma de comprender las distintas técnicas, sistemas constructivos o procedimientos, como nuevas líneas de corriente, que pudieran suponer una alternativa a la que tradicionalmente y hasta nuestros días se identifica con el sector de la construcción, basada en el material que como logotipo se identifica, el "ladrillo" y como vulgarmente se le reconoce.

Donde se leen técnicas, hay que entender que nos estamos refiriendo más bien a procesos y procedimientos de producción, que en el ámbito del presente estudio, enfocado hacia la vivienda, se enmarcan bajo el epígrafe, aun reconociendo la simplificación conceptual, de INDUSTRIALIZACIÓN.

En este apartado, por tanto, se manejarán distintas definiciones que pueden tener y tienen, relativas al ámbito de este estudio-trabajo, ya que no hay una única línea de pensamiento, así como las distintas clasificaciones, cuadros y tipologías que dentro de estas definiciones se pueden dar.

- . Industrialización & Prefabricación
- . Sistema cerrado & abierto
- . Prefabricación sutil
- . Coordinación modular
- . Etc

Según se vayan trayendo al discurso definiciones e ideas en este campo del pensamiento, iremos acometiendo una serie de reflexiones y pensamientos que irán matizando y enriqueciendo en uno u otro sentido, cada una de las acepciones, al objeto de poder concluir tras la exposición, con el convencimiento de haber alcanzado un cuerpo teórico coherente.

3.1 INDUSTRIALIZACIÓN

El Instituto de Arquitectos Británico en Londres (*Institute of British Architects in London*) RIBA define la idea o proceso de industrialización "como una organización que aplica los mejores métodos y tecnologías al proceso integral de la demanda, diseño, fabricación y construcción",..... "constituyendo un estado de desarrollo de la producción que lleva consigo una mentalidad nueva, diferente". Hay que destacar fundamentalmente en esta definición la idea de aplicación de las mejores técnicas y métodos entorno a una organización entre los distintos procesos involucrados.

Sin embargo, esta definición no reúne todos los matices que requiere la idea de industrialización, ya que con distintas intensidades propias del desarrollo del momento, en cada una de las épocas de la historia, se han aplicado o se han intentado aplicar los mejores métodos y tecnologías del momento al servicio de la totalidad del proceso que se trate, pero se comprende que

Por lo tanto, según este criterio, a lo largo de la historia del hombre en muchos procesos constructivos, podría haber estado actuando en producción, aunque de forma inconsciente, con criterios industriales, y efectivamente se podrían extraer de la historia numerosos casos y ejemplos de realizaciones donde se han conjuntado todos y cada uno de los aspectos de la definición apuntada y sin embargo todos tenemos otra percepción en cuanto a su significación y su ubicación en el tiempo.

Llama por lo tanto la atención que nos estemos refiriendo con una terminología moderna, la "industrialización", originaria de la revolución industrial de finales del s.XVIII y s.XIX, a unas maneras de producción, que con la peculiaridad propia de las condiciones sociales y tecnológicas propias de los tiempos, se han dado en épocas preindustriales, por ejemplo en la guerra entre franceses e ingleses, donde se construyeron pabellones de madera prefabricados, transportados en barcos. Otro ejemplo en la historia que suscribiría esta tesis, lo encontramos en este mismo siglo XVI, el encargo a Leonardo da Vinci para la creación de nuevas ciudades en la región de Loie, para lo que proponía, establecer en cada ciudad unos centros fabriles en donde se producirían una serie de elementos básicos, preelaborados para la construcción de una variedad de tipologías edificatorias en base al menor número de elementos comunes posible.

Como veremos más adelante, aunque se han dado casos de realizaciones con fundamentos industriales, antes del surgimiento del concepto de industria, han sido hechos aislados, suertes de la historia, encargos y situaciones atípicas, no ajustadas a su tiempo. Hay que convenir que, como en otros campos de la investigación, un fenómeno o idea adquiere relevancia en la historia de la sociedad cuando adquiere carácter revolucionario, en nuestro caso en aspectos relativos a la construcción y sus técnicas.

Otra extendida definición elaborada por varios autores, define la industrialización, como *una organización del proceso productivo que, de forma racional y automatizada, implica la aplicación de tecnologías avanzadas al proceso integral de diseño, producción, fabricación y gestión, bajo la perspectiva de una lógica* (Del Águila García 2008), y que empleando materiales, medios de

transporte y técnicas mecanizadas en serie permite obtener una mayor productividad (Gómez Jáuregui 2008); definición esta que tiene su formulación algebraica atribuida a Gérard Blachère)según la siguiente ecuación:

INDUSTRIALIZACIÓN = MECANIZACIÓN+RACIONALIZACIÓN+AUTOMATIZACIÓN

Otra definición similar, sobre la construcción industrializada: en su más amplia acepción, es el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos, para que con un montaje ordenado y continuo se obtengan estructuras completas, buscando satisfacer las normas de calidad, rapidez, economía, resistencia, aspecto, habitabilidad, funcionalidad, confort y duración.

Se han nombrado literalmente y formulado los contenidos en los que se fundamenta el concepto de la industrialización, tres componentes que se encuentran en su propia estructura interna, que se complementan con otros términos de carácter dinámico como son: proceso y productividad.



Concurso de de casas temporales para para Haití. El Proyecto desarrollado por el equipo Redondo&Serra

En primer lugar hay que destacar que se trata de un proceso de transformación a partir de unas materias primas, en el sentido más amplio (materias primas, semielaboradas, energía, sistemas, técnica, recursos, etc.), que mediante un proceso de producción o elaboración llega a obtener un producto terminado, con cualidades de utilidad.

Hay y ha habido en la historia de la humanidad en el proceso de adaptación de la naturaleza a sus necesidades, muchas actividades transformadoras, en las que la materia se transforma con los recursos de los el hombre dispone, pero sin duda por motivos obvios como cambio histórico universal, hay que destacar entre ellos "la industrialización", y en el caso que nos ocupa aplicada a la construcción.

Prácticamente en la totalidad de los autores que se han pronunciado en este campo, a veces sin llegar a nombrarlo o en otros términos, recogen y recalcan dentro de las características de una producción industrial el concepto que "serialidad". Efectivamente, las unidades resultantes del proceso, deben tener entre sus componentes un criterio de producción en serie, como en otros

sectores industriales, por ejemplo el de automoción, tantas veces traído a este terreno, como modelo.

Henry Ford, ideólogo de la conocida teoría “el fordismo”, en los años treinta ya definió el concepto de producción en serie:

El concepto producción en serie se utiliza para describir el método por el cual se fabrican grandes cantidades de un solo artículo estandarizado. La producción en serie no es simplemente la producción de cantidad...ni producción mecánica. La producción en serie es la aplicación de los principios de potencia, precisión, economía, método, continuidad y velocidad a un proceso de fabricación.



La primordial tarea de la dirección consiste en la interpretación de estos principios a través del estudio de operaciones y desarrollo de maquinaria, y su coordinación. Y el resultado lógico es una organización productiva que proporciona gran cantidad de artículos de material, mano de obra y diseño estándar al mínimo costo...

Esta característica de la producción es un aspecto fundamental que se identifica con un proceso, como la edificación para que tenga la consideración de producción industrial o industrializada. Por ejemplo, se puede producir arquitectura a base de componentes prefabricados pero personalizados a medida exclusivamente para concreto encargo, pero simplemente se trataría de una realización prefabricada, o simplemente producida con elementos prefabricados, pero no tendría la consideración edificación construida bajo el ideario de la industria, no sería una “construcción industrializada”.

Otra definición en la que de forma clara y rotunda se acentúa esta cualidad es la siguiente: *Se conoce como construcción industrializada al sistema constructivo basado en el diseño de producción mecanizado de componentes y subsistemas elaborados en serie que, tras una fase de montaje, conforman todo o una parte de un edificio o construcción. En un edificio prefabricado, las operaciones en la obra son esencialmente de montaje y no de elaboración.*

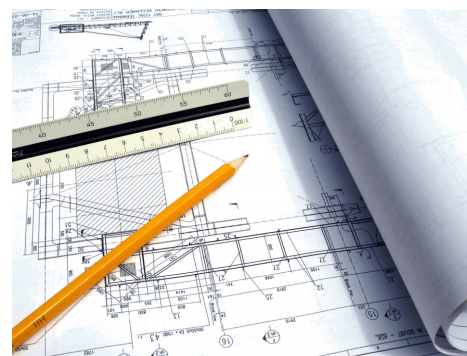
La industrialización o el concepto que comprende, es un proceso integral, porque en todas sus fases o niveles, en sentido transversal y vertical, se deben dar y poner en valor los criterios que le son intrínsecos, ya que como se ha apuntado se caracteriza por tener entre sus objetivos la mejora de productividad, que no hay que interpretar como una producción masiva, basada en la calidad, seguridad y la sostenibilidad.

También es un proceso integrador tanto en el ámbito de cada una de las experiencias concretas como en lo social; efectivamente se han dado y se tienen que seguir dando, una comunidad de intereses en un marco socio-económico concreto que comprenda todos los sectores en el ámbito del proceso constructivo, la administración o gestor, el sector empresarial, los profesionales y técnicos, sectores en el campo de I+D+I, etc.

Algo que identifica a este proceso “transformador” como industria, respecto de la construcción tradicional, es su carácter de anticipación ya que deja menos margen, el menor posible a la improvisación, al error y al buen hacer del “artesano”.

Esta cualidad de anticipación es intrínseca a la propia definición que el concepto industrial comprende, ya que se trata de un proceso en el que todas las decisiones-acciones están concebidas con criterios de racionalidad, y la intervención del hombre se incorpora a la cadena de producción, se especializa, en definitiva un proceso marcado por la anticipación.

Se distinguen por tanto, tres apartados diferenciados, en donde, a las fases propias de producción, es decir, fabricación previa o “prefabricación” y posterior montaje en la obra, habría que incorporar una fase previa de planificación del proceso, en donde se aúnan esfuerzos y voluntades al objeto de alcanzar las sinergias necesarias para desarrollar el proceso.



FASES DE LA INDUSTRIALIZACION = PLANIFICACION + PREFABRICACION + MONTAJE

Racionalización: Es el conjunto de estudios de métodos de producción, incluidos aquí los de gestión y los de tecnologías, conducentes a mejorar la productividad y la rentabilidad. Lo que realiza la racionalización en la construcción tradicional es disminuir el carácter de improvisación existente en la misma, pero la racionalización no implica industrialización, lo que no es posible la relación inversa, válido al contrario, pues para que haya industrialización tiene que haber racionalización.

Me ha parecido interesante, incluir en este trabajo distintas expresiones, OTRAS DEFINICIONES, de otros autores de muy diversa procedencia, ya que todas aportan una particular visión que pueden enriquecer, este debate y la

comprensión del propio concepto:

- . El Larousse del siglo XX, se entiende por industrialización la aplicación de los procedimientos de la industria; este mismo diccionario da, de esta última, las siguientes definiciones: En un acepción más amplia de la palabra, la industria se caracteriza por la acción del hombre sobre la materia ... con el fin de transformarla; engloba, por tanto, todas las actividades que tienen por finalidad producir objeto útiles.
- . Aparecen así tres palabras clave que corresponden a los tres componentes de toda industrialización, es decir, las materias primas, los hombres, el capital.
- . Texto de Henri Provisor: En el lenguaje corriente el término industrialización, indica el paso de un sistema de producción artesanal a un sistema de producción fundado en el empleo de máquinas. La mecanización no representa sino un aspecto parcial del proceso de industrialización. El otro, no menos esencial, tiene por nombre "organización". La sustitución del hombre por la máquina es el aspecto espectacular, la organización, es lo que pone en juego las aptitudes y los factores de los que dependen los resultados financieros y sociológicos de esta sustitución. En el alba de la era industrial, Saint Simon, su gran profeta.....
- . Para Gerard Blachere no puede existir más que una sola definición de la industrialización de la construcción: Aquí como en cualquier parte, la industrialización es la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano mediante el uso de la máquina.
- . La esencia de la industrialización, es producir un objeto sin mano de obra artesanal, con máquinas manejadas por operarios simplemente especializados, no calificados, o mejor, por máquinas automáticas. Este es el fondo de la industrialización.
- . La construcción industrializada, en su más amplia acepción, es el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos, para que con un montaje ordenado y continuo se obtengan estructuras completas, buscando satisfacer las normas de calidad, rapidez, economía, resistencia, aspecto, habitabilidad, funcionalidad, confort y duración. Es por esto que se caracteriza por dos fases industrializadas: producción en serie y montaje posterior mediante acoplamiento de elementos y consolidación de uniones, o sea, construcción en serie y montaje. Esta prefabricación puede ser total o parcial según su grado de utilización.

- . *Producir viviendas reemplazando la mano de obra artesanal, con máquinas utilizadas por obreros especializados en su manejo, o con máquinas automáticas.*
- . *Existe industrialización cuando se sobrepasa el límite del error incontrolado, típico del artesanado, para llegar al estudio sistemático del montaje y de las tolerancias en la elaboración", transferido a la construcción, existe construcción industrializada cuando el proyecto se convierte en el vínculo de todos los componentes de la edificación y de su montaje que requerirá que el producto terminado no sea distinto del proyectado.*
- . *La industrialización es la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano por el uso de la máquina.*
- . *La esencia de la industrialización es el producir un objeto sin mano de obra artesanal, con máquinas utilizadas por obreros simplemente especializados, no cualificados, o mejor por máquinas automáticas.*
- . *Entendemos por industrialización de la construcción de viviendas el contar con un control del proyecto, usar materiales normalizados y procesos constructivos que no dependan de la buena voluntad o pericia de los artesanos, del clima o de la idoneidad de la dirección de la obra, esto se logra reemplazando la mano de obra artesanal con máquinas utilizadas por obreros especializados en su manejo, o con máquinas automáticas".*

3.2 PREFABRICACION

Prefabricación es la acción de prefabricar, que en un sentido amplio y general viene a expresar la anticipación de producción, de un elemento, componente o sistema, respecto de su destino final, por lo que este aspecto de anticipación aporta dos parámetros de relatividad el espacial y el temporal.

Efectivamente, esta acción de producción anticipada, puede hacer referencia, bien al espacio de tiempo entre la manufacturación y su puesta en servicio (utilización), o bien esta anticipación puede tener una componente espacial por referirse a la distinta ubicación entre producción y su puesta en servicio.

Según estas reflexiones y razonamientos, se podría concluir que, desde los albores de la actividad productiva, ha estado presente esta búsqueda de la

anticipación, o pre-fabricación. Así nos podemos imaginar las primeras edificaciones de sillares-tochos de barro apilados realizados a pie de obra, y que decide anticiparse y traslada su producción a su casa-taller, ya que tiene mejores condiciones, espaciales, climatológicas, medios, más tiempo, etc. Relativizando los medios de aquellos inicios, respecto de los actuales, el espíritu y la idea troncal del concepto de “prefabricación” creo que se encontraría presente en el sencillo ejemplo que hemos apuntado: había mejora de las condiciones de trabajo que junto con los medios, se mejoraba la calidad de los sillares de barro, y la posibilidad de una mayor dedicación incidía en una mejora de la productividad.

Pero, sin embargo si nos referimos a una revisión anticipada del término, en la línea de pensamiento del presente trabajo, adquiere otro significado, en tanto que se incorpora a los procedimientos industriales. Por lo tanto en el ámbito de este trabajo y en general, su actualización consiste en la incorporación de las cualidades de la prefabricación, al servicio y la estructura de una producción industrializada.

Por lo tanto en un sentido actual, la prefabricación es, en gran medida, la aplicación de las ideas, comunes a cualquier industria, de racionalización de procesos productivos, búsqueda de economía y desarrollo como fruto de los mayores rendimientos alcanzables en la ejecución de trabajos más repetitivos, cuidadosamente planificados, ejecutados en entornos más favorables, con medios suficientes, y por personal especializado, que disfruta de puestos de trabajo fijos.

Prefabricación es, el sistema constructivo basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que en su posición definitiva, tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa, conforman el todo o una parte de un edificio o construcción

Son dos definiciones que explican el concepto de prefabricación según un pensamiento actual, en las que se apuntan parámetros troncales que se identifican con el propio concepto:

- . Producción en serie, trabajos repetitivos.
- . Racionalización de la producción, o mejora en la productividad.

Cabe destacar, la idea claramente expresada en las dos definiciones acerca de la divergencia entre el lugar de producción y la ubicación del producto

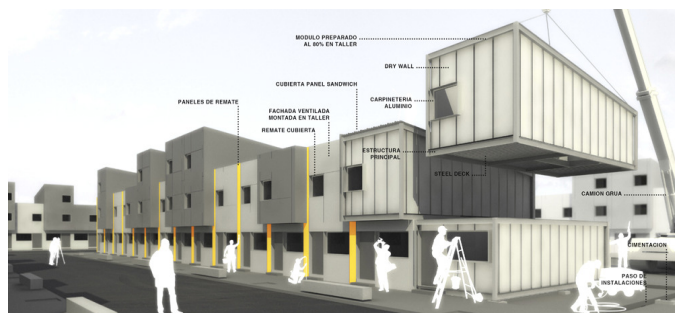
acabado tras un proceso de transporte y montaje: “...ejecutadas en entornos más favorables....” “...en una fábrica fuera de su ubicación final...”.

Así por ejemplo, se reconocen muchas empresas de la industria de la construcción fabricantes de productos prefabricadosm como los de hormigón para sistemas de forjados, que incorporan en sus catálogos multitud de elementos prefabricados, entre ellos viguetillas, bloques, bovedillas, etc. Así un forjado, por ejemplo realizado de forma tradicional a base de elementos prefabricados, y hormigonado “in situ”, no tendría la consideración de construcción industrializada, ya por definición, en el lugar de la obra, únicamente se deberían realizar labores de montaje.

Una forma intuitiva de poder valorar el grado de prefabricación de un edificio, según Aguiló Alonso M. (Prefabricación: Teoría y practica), es determinar la cantidad de elementos rechazables generados en la obra; cuanta mayor cantidad de residuos, menos índice de prefabricación presenta la construcción.

Por esta línea de reflexiones y razonamientos, se podría abrir otro campo para el debate sobre la postura que debemos adoptar en el campo práctico o reactividad respecto de la “industrialización”, bien como un objetivo en términos absolutos, o según una postura de relatividad estableciendo niveles, grados de cumplimiento, categorías o tipologías.

4. CUALIADES DE VALOR DE LA INDUSTRIALZIACION



SICMO Sistema

En todo ejercicio intelectual de análisis en cualquier campo teórico es fundamental realizar un esfuerzo de calificación sobre la materia que se esté versando, a través de referentes de evaluación, ya que los conceptos adquieren su verdadera dimensión en función de las relaciones y tensiones que se generan entre ambos, concepto y su referencia.

Concretamente no estamos refiriendo a la relación de evaluación cualitativa, en nuestro caso se traducen en ventajas e inconvenientes en el campo edificado de los distintos sistemas de prefabricación, o construcción industrializada, respecto de los sistemas y métodos tradicionales. Sin entrar a definir pormenorizadamente lo que se entiende por tradicional en la construcción, ya que todos somos conscientes de las técnicas y prácticas a las que nos estamos refiriendo, diremos que nos referimos a una construcción con estructura, generalmente de hormigón realizada in situ, cerramientos exteriores y divisiones interiores de ladrillo en sus distintos formatos o similar material, recibido con mortero, revestimientos continuos húmedos, cubierta a base de elementos de pequeño formato, teja o similar, instalaciones embutidas en las fábricas previa rotura o apertura de rozas, etc.

Se puede constatar una gran dispersión en cuanto a metodología, y diversidad en los sistemas, técnicas y en patentes, posibles, en cuanto a realizaciones, son experiencias desconexas y sin solución de continuidad.... por lo que referirse al proceso de industrialización como un discurso coherente y uniforme, supone un ejercicio de simplificación que no se corresponde con la realidad.

Se da, entre los distintos autores, una actitud favorable, argumentada sobre criterios más teóricos que empíricos, hacia un sistema de producción edificatoria con los criterios de la industria, sobre los tradicionales modos y técnicas. En principio podemos adelantar que se identifican más ventajas en términos absolutos, que desventajas, que fluctúan lógicamente en función del procedimiento o sistema que se trate, entre los posibles, pero también en términos relativos respecto de las técnicas convencionales.

Este trabajo aunque tiene una línea troncal de investigación, debe abordar otras disciplinas o áreas que tendrán su rastro o grado de relación, en el marco de los objetivos que en él hemos predeterminado: el urbanismo, la arquitectura, la sociedad, la vivienda, el medio ambiente, la historia, etc.

Se trata por tanto de un "viaje" interdisciplinar, por lo que tratar de definir conceptos, emitir juicios de valor, clasificar, etc., siempre supondrán un ejercicio de simplificación, como el presente apartado, en el que se van a recoger aspectos valorativos, ventajas y desventajas, sobre los conceptos y su entorno de los conceptos que hemos adelantado.

Sin embargo, el hecho de clasificar, también es un ejercicio de ordenar, y por tanto necesario en todo trabajo intelectual del ser humano..... como en este apartado en donde, las cualidades de valor que se van a establecer, son más

teóricas que prácticas, el resultado de distintas experiencias y un muestreo amplio con suficiente bagaje histórico, como para poderlo proyectar según unos juicios de valor concluyentes.

Aspectos positivos y negativos, juicios de valor, por lo tanto que se encuentran a caballo entre la realidad contratada y las sensaciones que percibimos de esa realidad, cercana a los deseos, algo que han contribuido la actual accesibilidad a los medios de información caracterizada por su inmediatez y globalización. En cada estudio o trabajo se van repitiendo las mismas cualidades y arquetipos, por lo que a base de repetirlo, dejan de ser fiables, aunque en origen se formularan en claves de certeza.

Estas valoraciones cualitativas que se asignan a las distintas técnicas o sistemas, alternativos a las convencionales, se realizan desde la generalidad, aunque en función de la singularidad y características propias de cada uno de ellos, pueden fluctuar dentro de un registro de banda amplio.

En esta línea de razonamientos, hay cualidades de valor que no son propias en exclusividad de las técnicas innovadoras, respecto de las convencionales, porque por encima de determinismos existe un condicionante superior que es la "actitud" y su carencia puede hacer transversales estas cualidades a cada una de los procesos. Esta reflexión, en el campo práctico, quiere hacer observar que, por ejemplo una arquitectura realizada con las técnicas y procedimientos convencionales, con una actitud en el conjunto del proceso, con criterios de racionalidad, puede llegar tener, más cualidades de valor cercanas a los postulados industriales, que otra realización innovadora, pero sin actitud de racionalidad o "industrial".

Por lo tanto aspectos económicos e industriales, ajenos al campo de la arquitectura como arte o de la construcción como técnica, como productividad o racionalidad, no son patrimonio de los denominados sistemas y técnicas claramente adscritas a los modelos reproducción industria.

4.1 VENTAJAS

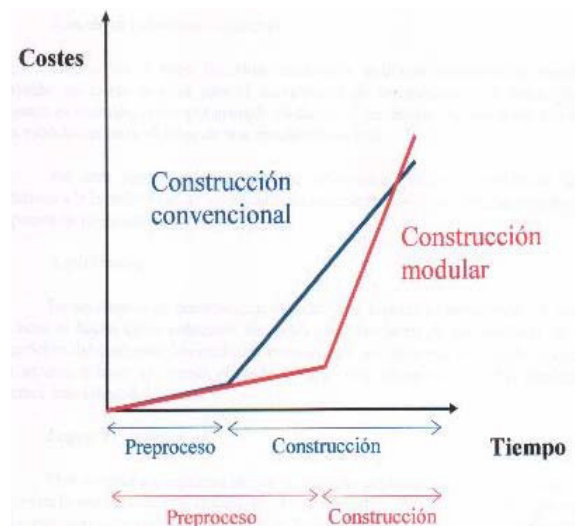
_ En este apartado de características ventajosas de procesos o técnicas basados en la estandarización y la industrialización en la construcción, se aprecia en todos los autores que apuntan como principal característica, la reducción de los plazos o tempos en la ejecución de la construcción propiamente dicha. Esta cualidad está en la esencia del propio concepto de una producción con los criterios de la industria, a base de componentes,

elementos y sistemas, estandarizados y prefabricados, y que una vez transportados a su ubicación definitiva, se montan y ensamblan para conformar el producto final.

Estos nuevos criterios procedimentales como premisas, suponen un cambio en la producción edilicia, donde el “lugar” de la obra se corresponde con el proceso de montaje y ensamblaje de los elementos o sistemas de origen industrial, minimizándose el trabajo cualificado y artesanal.

Por lo tanto la fase de obra se caracteriza por una importante reducción de plazos de ejecución, por la mayor rapidez de procesos de montaje, sobre los trabajos “in situ”, reducción de las fases de remates y acabados, entre otras. Se dan porcentajes de reducción de tiempo del orden del 30% respecto de una obra convencional con técnicas tradicionales, pero hay que ser prudente en estas valoraciones, por dos motivos. Hay muchos estudios relativos a este apartado, valoraciones y mediciones hechas en tiempos reales, ejemplos y aptitudes que adoptan para entre otros fines valorar los plazos. Pero este estudio comparativo se hace respecto de otras realizaciones, que no han tenido esas premisas de partida, con lo que los resultados no son reales.

Sin embargo considerando la totalidad del proceso desde que se produce el encargo o la adjudicación, hasta la conclusión de las obras, los plazos entre una construcción prefabricada y otra con técnicas tradicionales, son similares. En un proceso de prefabricación la fase previa incrementa pero se reduce el tiempo de construcción y montaje, mientras que en un sistema constructivo tradicional, la fase de obra se incrementa, con las consecuencias que se verán en el siguiente punto.



De la anterior cualidad se deriva un aspecto económico-financiero fundamental del proceso edificatorio industrializado. En el conjunto del proceso de una obra los principales gastos financieros se producen en la fase de construcción, desde el inicio de la obra propiamente dicha hasta su finalización, por lo tanto en la medida que este periodo de tiempo se acorte se reducirán los costes financieros. Desde el enfoque del cliente, el espacio de tiempo que le afecta o le interesa, es similar según una promoción con un

sistema constructivo modular o tradicional, sin embargo para un constructor, el plazo, desde el punto de vista financiero se centra en la fase de construcción. Este aspecto económico también se puede imputar a otros costes directos con alta incidencia en el coste total, como es la mano de obra derivado de la reducción de plazos en la obra y personal.

Dependiendo de la fuente o estudio, se apuntan diferentes porcentajes de ahorro o minoración en los tiempos de realización, y por lo tanto en costes en los mismos porcentajes aproximadamente. Como se ha hecho mención en el anterior punto hay que ser prudente con los datos que se aportan, ya que a veces los índices provienen de las propias empresas suministradoras o fabricantes, o directamente del sector de fabricantes correspondiente, con unos intereses publicitarios particulares y subjetivos.

La calidad es otra de los valores que acompaña a una construcción industrializada respecto de otra convencional, en base dos aspectos derivados del propio concepto prefabricación: una mayor calidad derivada de la fase de fabricación de fabricación (pre), y otra atribuida a la obra, en el apartado de ejecución material o montaje.

Efectivamente, en este sector como cualquier otro sector productivo, la circunstancia de que se elaboren los elementos o componentes que van a formar parte de un objeto más complejo (utensilio o construcción) en unas condiciones apropiadas determinadas, es índice que influye directamente en la calidad del resultado final, siempre y cuando se den en esta fase de fabricación, las condiciones de control correspondientes y óptimas. Aunque sea una obviedad, se puede decir que el sistema aporta la tipología y las circunstancias adecuadas para que ello se produzca.

El sector es muy competitivo y en la actualidad a sociedad está mejor informada que en otras épocas, y exigirá y demandará estas mejoras, pero en calidad principalmente.

Apuntábamos una segunda vertiente en la mejora de la calidad en el proceso o fase propiamente constructiva, ya que principalmente se realizarían labores de montaje de los distintos elementos, módulos o sistemas.

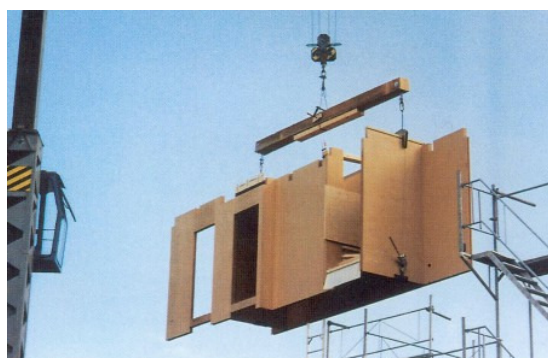


156 Viviendas sociales en Zabalzana

_ En esta relación sobre las ventajas de una construcción a base de elementos estandarizados o prefabricada, ocupa un lugar preferente, los valores derivados de los aspectos medio ambientales: la transformación de naturaleza, los recursos necesarios o insumos, consumos de energía, agua, emisiones y vertidos, los residuos, salud, etc. Son aspectos que evidentemente afectan al conjunto de la comunidad

La sostenibilidad, *característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades*, es un término o concepto que aparece por primera en el denominado Informe Brundtland "Nuestro Futuro Común" en el año 1987, aunque durante las dos décadas anteriores surgieron movimientos, a raíz de la crisis del petróleo de 1973, las emisiones a la atmósfera o polución de las grandes ciudades, la falta de recursos, la gestión de los residuos, etc. o cuando menos una variable a considerar de la que cabe destacar su carácter de globalización en cuanto a declaración de intenciones, pero por desgracia más intencional que efectista.

Esta globalización relativa a la sostenibilidad, es compatible también con una componente local, incluso personal e individual, ya que tiene una gran carga social, con incidencia en el comportamiento o "actitud" que puede ser dirigida por el camino de unos objetivos marcados



La sociedad en general y el ser humano como individuo, en la medida que tiene que tomar decisiones, actuar, imprime a esta actitud un carácter de "problema", sentimiento este que paraliza el desarrollo y la toma de decisiones en la dirección de lograr unos objetivos. Es un compromiso y una actitud que reúne a todos los sectores, pero de forma notable a la actividad edilicia como lo demuestran estos datos:

- . El 50% de todos los recursos mundiales se destinan a la construcción.
- . El 45% de la energía generada se utiliza para calentar, iluminar y ventilar edificios.
- . El 40% del uso global del agua es para la construcción.

- . El 60% de la mejor tierra cultivable que deja de utilizarse para la agricultura se utiliza para la construcción.
- . El 50% del calentamiento mundial lo produce el consumo de combustible fósil utilizado en los edificios.
- . Sólo en 2.7% del agua consumida por persona al día es para beber.
- . El 25% de la población consume el 75% de los recursos.
- . El 20% de la población más desfavorecida consume apenas el 1% de los recursos.

Se pueden adoptar diversos caminos, fórmulas o herramientas, en el contexto de la sostenibilidad medioambiental, y uno de los más extendidos es la metodología, simplificada de análisis ACV, que trata de pasar de un ciclo abierto de los materiales, a tratar de cerrar su ciclo de la vida útil según un círculo cerrado sin interferir en el medio natural.

Es decir pasar del tradicional proceso abierto extracción→fabricación→residuo, a un ciclo cerrado tipo reciclaje→fabricación→reciclaje. En la actualidad, aunque los conceptos están definidos y la actitud de ir avanzando por este camino, en el que queda todo por hacer, sobre todo con la adopción de medidas políticas como establecer sistemas de evaluación de la totalidad del proceso constructivo.

En este apartado, únicamente se quiere dejar constancia, que la producción edilicia con criterios de la industria, según se ha definido anteriormente, de integración tecnológica, modulada y estandarizada, a base de componentes prefabricados, es la única vía, de poder afrontar un desarrollo, sin hipotecar el desarrollo de generaciones futuras.

Existen métodos, casi todos simplificados para poder evaluar el grado, en un determinado proceso, del ciclo de la vida de los materiales, que contempla todas las entradas y salidas de la vida útil, e incluye tanto los recursos materiales, como la utilización de la energía necesaria e impacto ambiental.



Una edificación presumiblemente sostenible se debe entender desde el cierre

de los ciclos materiales, que intervienen en el conjunto del proceso, desde la extracción, transporte, manufacturación, fabricación, construcción, uso y mantenimiento, y el derribo o deconstrucción hasta su nueva incorporación al proceso productivo.

Los mecanismos y estrategias conducentes a alcanzar el cierre de los ciclos materiales, pasan por una producción edilicia industrializada, modular a base de elementos prefabricados, focalizado principalmente en la fase de construcción, que es el apartado donde más residuos se generan, por lo que si reduce a un apartado en donde prácticamente se realizarán labores de montaje, con la consiguiente reducción de insumos, materiales y energéticos, con su parte proporcional de residuos.

Sin embargo, en la búsqueda de una edificación sostenible, aunque la industrialización del proceso puede contribuir en gran medida, sin embargo su carácter de estandarización o de globalización, no contribuye siempre de forma positiva, como por ejemplo la cuestión de localización y el transporte asociado eficaz, que pueden orientar hacia una serie de estrategias y políticas sobre sostenibilidad, como es la utilización de recursos locales, cercanos como en el pasado se hacía,

_ Y por último hay que mencionar en esta relación de cualidades de valor en una producción industrializada, prefabricada y modular respecto de los sistemas convencionales, una cualidad que se deduce de las anteriores cualidades, sobre seguridad laboral: una disminución en el riesgo de accidentes en la fase de construcción a consecuencia de una reducción de personal laboral, en cuantía y reducción de tiempos, a favor de una mayor especialización en los trabajos. Es cierto, que este campo del riesgo laboral está regulado por su respectiva legislación sectorial, y que existen los medios tanto materiales, humanos y legislativos para minimizar incluso eliminar la siniestralidad laboral, pero la experiencia y las estadísticas nos muestran que a pesar de ello, por desgracia los accidentes laborales se siguen produciendo, y especialmente en el sector de la construcción.

El conjunto de las cualidades ventajosas que se han mencionado tienen su origen o se derivan de tres aspectos que por definición son intrínsecos a una construcción con los criterios de la industria, a base de componentes prefabricados, modular y estandarizada: el ahorro de tiempo en la fase de construcción, mayores posibilidades de control en los procesos, y menores consumos y costes de insumos.



CompactHabit

4.2 INCONVENIENTES

En esta relación sobre aspectos de valor y de calidad, ventajas y desventajas, del conjunto de procedimientos propios de una mentalidad industrial aplicada a la construcción, es difícil encontrar aspectos negativos, si en diálogo con otras prácticas convencionales los ponemos.

Efectivamente, en la diversa literatura que sobre estos aspectos se han pronunciado otros autores, se apuntan cualidades de valor, confundiendo cualidades intrínsecas propias del concepto, con aspectos de fortaleza o debilidad, verdaderos.

En otras ocasiones se apuntan pensamientos o cualidades que un momento o época de la historia pudiesen ser acertadas, pero por circunstancias económicas, políticas, geográficas, sociales, etc., han evolucionado o directamente se han transformado, sin que se actualice su nueva situación en el debate del conocimiento.

Hay que volver a traer en este punto, como posible causa de esta práctica, la globalización de la información, y la facilidad a su acceso, por la que se repiten tópicos y pensamientos, no acertados, porque en el tiempo, su desarrollo haya podido evolucionar.

Se siguen considerando como aspectos no favorables, intrínsecos a los procesos de industrialización, los relativos a la limitación en el diseño, la imagen impersonal, arquitectura "fría", monotonía de las composiciones, la repetición de elementos, etc. aspectos estéticos y compositivos, que no son imputables a las técnicas y sistemas industriales.

Este tipo de reflexiones han sido una constante que siempre ha estado presente en el debate del conocimiento teórico, sobre los que se pueden apuntar entre otras, tres aspectos que justifiquen una la línea opuesta de pensamiento.

Se pueden encontrar gran cantidad de referencias o realizaciones de gran valor arquitectónico a lo largo de la historia, y según una evolución creciente en relación con la actualidad.

La continua incorporación al mercado de la prefabricación y de la construcción en general, de componentes y sistemas de diferente procedencia, nuevos materiales y diseños, nuevas prestaciones arquitectónicas, variedad e formatos, pero sobre todo, por la incorporación en la cadena de producción una variable limitada de “adaptabilidad”.

Y por último, hay que reconocer que estas cualidades negativas de carácter estético y arquitectónico apuntadas, y que han sido en parte una constante histórica, habría que adscribir las de forma directa a los propios agentes intervinientes, arquitectos, clientes, promotores, así como a aspectos de normativa, intereses políticos o económicos, pero no a la lógica de las nuevas técnicas de producción industriales.

En otras ocasiones, se habla de destrucción de puestos de trabajo, motivado por la mecanización e industrialización del proceso. No hay que dar muchos argumentos para justificar el desacuerdo ante esta apreciación. Esta actualización necesaria del sector, hay que inscribirla en el proceso continuo inherente al desarrollo natural de la comunidad como sociedad y como economía. No hay que enfocar por tanto esta vertiente laboral, como una cuestión derivada de un cambio de metodología en las técnicas, sino más bien derivada del sector en general, que precisa de una reestructuración general, como en su día la tuvieron que emprender otras parcelas de la economía.

Se trata de un sector que requiere esfuerzos de Inversión en I+D+i, destinando recursos humanos y económicos desde el sector privado, pero especialmente desde el sector público, para poder emprender esa reestructuración necesaria, con los criterios que se han apuntado.



Aun cuando se hubiese producido esta renovación respecto de los actuales procedimientos, es un sector estratégico de los más importantes en la sociedad siempre será dependiente de inversiones en cualquier de sus vertientes, económicas, humanas, formación, investigación, etc. Esta es una realidad que nunca puede tener una consideración negativa, más bien al contrario, será un factor de valor, derivado del consenso y la unanimidad de criterios, que en este sentido se aprecia en el sector.

_ Dependiendo de muchos factores que determinarán su grado de incidencia e importancia, afloran como variables determinantes una serie de factores auxiliares que en los procesos constructivos convencionales no eran tan resolutivos. Nos estamos refiriendo al transporte, a las infraestructuras de carreteras, y las peculiaridades de la parcela.

En cada una de las promociones o actuaciones, el grado de determinación de estos aspectos mencionados, estarán en función, en primera instancia del sistema o técnica constructiva elegida, la ubicación concreta de los centros de producción, la topografía y superficie de la parcela, la accesibilidad, etc. Son factores y consideraciones que podrán determinar la posibilidad y viabilidad de la opción elegida como posible, hasta el punto que podría desvirtuar en su conjunto las cualidades de valor de industrialización.

Esta cualidad actúa como un factor de desventaja, ya que, delimita o acota, la libre decisión, hasta el punto que podría condicionar la elección de un sistema constructivo u otro, incluso desaconsejarlo.



_ Sin entrar a analizar las circunstancias relativas a la red empresarial del sector que en la actualidad se localiza en el ámbito de la CAPV, como industria de servicio a las alternativas constructivas convencionales, se puede constatar las posibilidades que puede ofrecer interesantes.

La oferta en este sector, en un ámbito cercano, aunque tiene posibilidades atractivas, también está acotada en cuanto a diversidad de sistemas, flexibilidad, innovación, etc. como en cualquier otro ámbito territorial, por el que cada proyecto, cada promoción se convierte en un campo de investigación. Esta situación del sector en cuanto a oferta, supone una vía alternativa en desventaja respecto de las convencionales, o arquitectura del

“ladrillo”, por la importante presencia que ésta tiene en el ámbito de nuestra Comunidad, como en el resto de las comunidades.

Por ejemplo, la nueva estructura empresarial y económica, que tenga que surgir para que pueda ser una garantía atractiva, tiene que llegar a ser competitiva, de calidad, ofrecer garantías, establecer una red comercial, etc. Es evidente que va a costar que sea una alternativa, a la actual red de empresas e industria del sector, forjada a base de décadas al servicio de una única manera de hacer, basada en el cemento y el ladrillo, con amplia implantación de centrales de hormigón, y servicio rápido, gran oferta de todo tipo de material cerámico, formatos, calidades, acabados, etc. de fácil transporte, centrales de abastecimiento de morteros, etc.

Como hemos apuntado, dentro del ámbito de la CAPV se pueden aplicar nuevas técnicas innovadoras, resulta insuficiente, no por falta de suministro, sino por otros factores que pudiesen hacer al sector más competitivo y atractivo.: inseguridad ante una falta de suministro, insuficiente competitividad necesaria para poder regular el mercado de la oferta y la demanda, se acotan los posibles incentivos en el campo de la investigación y la innovación, etc.

Por lo tanto, hay que apuntar como un aspecto de desventaja, la actual implantación empresarial, en un entorno próximo, para dar cobertura a nuevas técnicas de construcción como alternativa a las convencionales, junto con su importante presencia en el tejido industrial y fuerte tradición.

_ En el apartado anterior se ha apuntado la cualidad de fortaleza que durante décadas se ha ido forjando al servicio de la construcción, que ha reunido a todos los sectores estratégicos, empresa, industria, fabricantes, constructores, técnicos, administración,... Todos los sectores productivos y empresariales, y con ellos el conjunto de la sociedad se ha adaptado a una forma de proceder y que ahora está bajo “sospecha”.

Casi todos los sectores productivos, tienen su índice de riesgo, pero las circunstancias que rodean al sector de la construcción, como un mercado fluctuante, hacen que sea de alto riesgo. Por ello, las empresas pertenecientes a este ramo, en una evolución de décadas de experiencia acumulada se han adaptado a un modelo de proceder flexible en función de ese mercado fluctuante, basada fundamentalmente en dos aspectos: minimizar los gastos fijos y dedicar la mayor parte de la producción a la subcontratación.

En un contexto productivo edilicio basado en preceptos industriales, de

integración tecnológica, a base de elementos, sistemas y componentes, de origen industrial, debe surgir un nuevo sector adecuado a los nuevos procedimientos. Estos nuevos centros fabriles, plantas de producción fijas, necesitarán fuertes inversiones iniciales, gastos fijos importantes, cuya viabilidad deberá estar garantizada con una mínima producción inicial, importante y garantías de periodicidad durante toda su vida productiva útil. Estos productores no pueden estar por debajo de un nivel de producción mínimo que justifique una economía de mantenimiento de la planta.

De alguna manera se produce un movimiento trasversal en cuanto a los índices de riesgo y de negocio, desde las empresas constructoras, ya que éstas con estos nuevos criterios pueden llegar a reducir en gran medida los denominados gastos fijos, en detrimento del nuevo sector de producción (fabricantes de componentes, elementos, sistemas, etc.). Este sector, como cualquier otro en épocas de crisis, al bajar la demanda, y ante la posibilidad de no llegar a cubrir los gastos mínimos, se ven en la necesidad de tener que bajar los precios, como así se está comprobando.

Para que poder justificar un proyecto de inversión en este sector de producción, se debe tener garantizado una producción superior a 5 años.

En definitiva, como aspecto de desventaja, habría que apuntar, por tanto las grandes inversiones iniciales que se deben de realizar para la implantación de una red empresarial, que se vaya a incorporar a este nuevo sector para la producción de viviendas.

_ Una arquitectura de componentes prefabricados o prefabricada, en base a un proyecto de industrialización, para en obra únicamente realizar trabajos de ensamblaje con una mínima mano de obra especializada, precisa un esfuerzo previo de diseño y rigurosidad en la planificación que no haya margen para el error.

Este tipo de procesos demandan un total control de proyecto de industrialización, que como parte del proyecto será la referencia para la elaboración de los componentes en fábrica. Es el documento de planificación de todo el proceso de fabricación, estarán definidos todos los elementos, detalles cuantos precisen, y cuantificados todos los componentes.

Mientras en un proceso de construcción tradicional, caben en la propia fase de obra efectuar modificaciones, hacer correcciones, o gestionar imprevistos, por el contrario, en proceso de producción industrializado, los errores o

modificaciones, podrían suponer un sobrecoste económico, que podría hacer inviable la rentabilidad de la promoción. Efectivamente al tratarse de una producción en serie, un error por ejemplo en cualquiera de los parámetros en sus componentes, se proyectaría irremediablemente a toda la serie, que detectado en obra supondría un coste importante.

Por lo tanto, esta falta de flexibilidad ante el error o para la introducción de modificaciones, que puede tener consecuencias importantes, supone una cualidad negativa o de desventaja respecto de sistemas constructivos tradicionales, no prefabricados.

5. OTRAS CONSIDERACIONES Y REFLEXIONES

En los apartados anteriores se ha hecho un ejercicio de aproximación entorno a dos conceptos o acepciones, propias del desarrollo productivo de la economía, la construcción, en donde se encuentran su verdadera dimensión como procesos de transformación, con unas connotaciones concretas que los caracterizan. Sin embargo, se suelen confundir y aunque se trata de dos conceptos similares, no son semejantes, siendo por tanto portadores de ideas propias aunque con unas relaciones estrechas y de mutua interacción.

Se pueden dar muchas situaciones en las que la elaboración de los componentes y sistemas que van configurar el conjunto o producto terminado, se realice con los criterios de la prefabricación, y sin embargo el proceso en su conjunto no haya sido de forma industrializada, por prescindir de alguno de los aspectos que la caracteriza: escasa automatización en la elaboración, renuncia a una ratios de productividad coherente, desequilibrio entre recursos humanos excesivos a favor de la producción en cadena junto con una mano de obra cualificada, con menos cabo de la especialización, etc.

La actividad edificatoria, por definición tiene como objetivo la realización de un producto complejo, por la diversidad de componentes que lo constituyen, aunque con personalidad propia, entre los que se dan se producen vínculos y relaciones dentro de un conjunto de reglas o marco normativo concreto de aplicación.

La concepción que tenemos y la imagen que hemos proyectado mediante las descripciones que hemos presentado sobre los términos que estamos analizando, industrialización y prefabricación, se ha hecho en términos y parámetros concretos e invariables. Por otra parte, los procedimientos que describen y representan estos conceptos, se desarrollan y varían en cuanto a

ideario, por épocas o por influencias externas,

Tal vez, dentro de algunas décadas, por ejemplo, los formatos y técnicas actuales claramente adscritas a una producción industrializada, con los actuales criterios, puedan ser considerados, de gran carga “artesanal”, con demasiados trabajos cualificados, escasa productividad, etc.

Por lo tanto ese matiz atemporal que se desprende de las descripciones que hemos apartado, no se corresponde con un proceso, conceptualmente variable, por lo que debería ser objeto de revisión.

El proceso de industrialización en la construcción se caracteriza por una búsqueda continuada, entre otros, en el cambio de formato en los distintos capítulos o unidades funcionales que conforman la ejecución material, únicamente limitada por la logística de medios de transporte horizontal (camiones) y vertical (grúas).

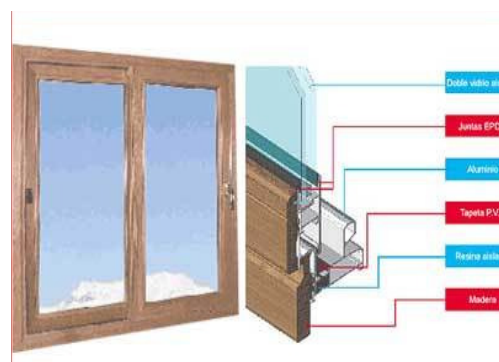
Por tanto, la evolución en la definición del formato es otra característica derivada de la aplicación del principio de industrialización, proceso que se basa en la búsqueda de mejoras en cotas en la productividad. Se puede comprobar como aspectos de “formato” y su definición, han ido unidos a la historia de la industrialización en la construcción.

Salvo experiencias puntuales localizadas, que no han marcado tendencia, o vivienda pequeña, la historia de la construcción industrializada se explica en la medida y ritmos que han marcado los capítulos o unidades primarias, la estructura y los cerramientos exteriores. Es evidente que estos capítulos suponen un alto porcentaje en el cómputo de la realización de la construcción, pero también, se han dado otras unidades funcionales que han aportación en gran medida al proceso de industrialización en las viviendas, y se deberían de tratar de analizar y en su caso sacar consecuencias para su posible aplicación en otros sectores.

Por ejemplo, la incorporación de las soluciones de placas de cartón-yeso con estructura para la realización de soluciones diversas en distintos capítulos, todo tipo de divisiones, trasdosados, acabados, falsos techos, etc., que se puede incorporar convencionales como a las arquitecturas más avanzadas. Efectivamente, este producto, a caballo entre industrial, por su cualidad de “seco” y tradicional, prefabricado e industrial, se ha convertido en un sistema-material imprescindible y apropiado para una construcción industrializada de uso ya habitual y común en el planteamiento constructivo.

Este es un ejemplo de un sistema que ha entrado “de puntillas” en la vía de industrialización, en la viviendas y en la construcción en general, como una iniciativa en origen puramente empresarial. Este sistema ha dado respuesta con criterios propios de la industria, a la totalidad de las divisiones interiores, trasdosados de fachadas y la parte proporcional de revestimientos, guarnecidos y lucidos de yeso interiores, es decir, la parte más importante de obra húmeda de interiores.

También el apartado de carpintería en general, interior y exterior en cualquiera de los materiales, que supone el 9% de la totalidad de la obra, aproximadamente, ha evolucionado en las últimas décadas en un proceso interno de renovación tecnológica y estratégica, más ajustada a los criterios de producción propios de la industria.



La carpintería se incorpora actualmente a la obra totalmente terminada, donde únicamente se hacen trabajos de montaje, ajustes o remates. Los sistemas “monoblock” en carpinterías exteriores con las persianas incorporadas y los vidrios, la interiores totalmente acabadas, pintadas o barnizadas. Atrás ha quedado en donde la obra era también el taller, los capitalizados o cajones de persianas en obra, la cristalería, el barnizado posterior, etc.

Hemos querido poner unos ejemplos de sistemas, capítulos o unidades de obra, que se han incorporado recientemente, en el proceso de la construcción con nuevos criterios de innovación, y con contribuyendo con ello a la renovación de la construcción como sector.

La arquitectura y su sector la construcción, compendio de diversas disciplinas y subsistemas relacionados, que como hemos visto tienen sus propios tiempos, “vidas” o procesos independientes, que en absoluto son paralelos ya que, son sectores de producción autónomos con sus propias singularidades. Por ello, cuando entre otros debates, nos referimos a la historia de la construcción desde un enfoque de progreso, de renovación hacia las doctrinas de la industria, hay que entenderla en un sentido de globalidad, y referido a las unidades estratégicas, estructura y cerramientos principalmente.

6. ASPECTOS QUE HAN INFLUIDO NEGATIVAMENTE PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIALIZACIÓN

Las teorías sobre otras formas de producción basadas en las nuevas potencialidades, técnicas y conceptuales, basadas en los fundamentos surgidos de la revolución industrial, se han ido implantando y aplicando, con distintos criterios en el panorama social, económico, empresarial, productivo, tecnológico, intelectual incluso, y por sectores de producción, automovilístico, alimenticio o la construcción.

Sin embargo, está reconocido por todos los autores, personas o grupos que se han pronunciado en este campo, que en el sector de la construcción en general, y el de la vivienda en particular, el proceso habido y los resultados no se corresponden con la mentalidad y metodología propios de la industria, comparable a otros sectores, y aunque casi siempre se pone como referencia al automovilístico, bien nos podríamos referir a cualquier otro sector.

El concepto de industrialización, surge a partir de de la revolución industrial o conjunto de fenómenos encadenados, ubicados en Inglaterra, por el que se pasó de una producción artesanal, a otra mecanizada, favorecida por la invención de la máquina de vapor, localizada fábricas y con criterios de productividad. Esta revolución y sus preceptos, surgidos en Inglaterra se extienden más tarde en el siglo XIX, con distintas connotaciones al resto de países de Europa, Occidente Estados Unidos, Rusia, etc.

Como en el resto de los sectores, en la construcción no es hasta finales del siglo XVIII y sobre todo hasta principios del s. XIX, que se puedan encontrar actuaciones realizadas, en un principio básicos, bajo estos principios industriales. Pero sin embargo, no ha tenido una línea continuista, sino más bien irregular y según un proceso discontinuo en el tiempo y en la experiencias, pero sobre todo lento en los resultados.

Los avances en el sector de la construcción, aunque son evidentes, es reconocido que en términos globales, no ha respondido a las expectativas que cabría esperar a la vista de otros procesos de sectores asimilables. El sector es complejo, en su propia estructura interna, compendio de distintos subsectores, y las implicaciones que tiene en otros ámbitos sociales, urbanísticos, políticos, etc., legales, técnicos, sectoriales, ambientales, urbanos, etc.),

Esta atomización distribuida en distintas economías, que conforman el universo de la producción edilicia, cada uno de ellos con distinta "suerte" dentro del

proceso, es uno de los factores que ha influido negativamente para el desarrollo de la industrialización en la construcción, pero por otra parte es un cualidad de oportunidad que no se ha aprovechado, por la falta de una estrategia clara y la indefinición de un liderazgo positivo.

Por lo tanto, hay que constatar, esta cualidad del sector de la construcción, y que tanta literatura y comentarios a generado, de atraso respecto del proceso habido en otros sectores. Pero por otra parte este ejercicio de comparación con otros sectores de la producción, no es relevante, porque no guardan relación y por lo tanto un ejercicio baldío.

Sin ánimo de entrar a profundizar, estos podrían ser alguno de los factores han influido negativamente en el desarrollo industrial de la construcción:

_ En primer lugar la edificación, como objeto resultante del proceso, se trata de un bien inmueble, un activo adscrito a un suelo, que tiene las connotaciones de "materia prima" de partida con una casuística diferenciadora, no asimilable a ninguna otra. Este suelo se focaliza en un marcote relaciones complejas intrínsecas y extrínsecas, físicas económicas, legales, climatológicas, políticas, etc. y que evidentemente repercute de forma directa en el hecho edificatorio.

_ El resultado final del proceso de transformación o producto final no se trata de un bien de consumo ordinario, un objeto con una utilidad concreta, más bien se trata de una unidad funcional, contenedor de usos, portador de individuos y vivencias, personales o colectivas, con una gran social, no reconocidas en otros procesos y productos.

_Otros parámetros diferenciadores hacen referencia a los recursos que se emplean en la construcción, que llegan a ser el 50% de todos los recursos mundiales.

_ Dicotomía entre un activo fijo arraigado a un lugar y nómada a la vez. La situación estática y fija del lugar pero los elaborados o prefabricados en centros fabriles alejados del lugar definitivo, que deriva en una dependencia de otros parámetros como el transporte y las infraestructuras, por ejemplo.

Por otra parte es nómada, ya que el destino final es cambiante para cada una de las realizaciones, por lo que en cada experiencia hay que volver a reformular todos los aspectos que inciden en el proceso de producción: tejido industrial, conexiones, recursos humanos, red comercial, costes, viabilidad, etc.

_Con intereses y cometidos diferentes, una cualidad del sector es la diversidad de agentes intervinientes en el proceso, pertenecientes a ámbitos de la sociedad, como la administración, el empresaria, el profesional técnico, etc.

_Respecto de otros productos, la mayoría tienen una componente temporal, un periodo de usos o consumo, relativamente corto o medio, sin embargo el producto final en este sector, la construcción, es sin duda el de más larga duración, como objeto de uso y disfrute, como por "durabilidad", con lo que las cargas de mantenimiento también se proyectan en el tiempo de la vida útil del edificio.

_Como consecuencia de aspectos propios del proceso constructivo, anteriormente apuntados, junto con la diversidad de componentes, sistemas y subsistemas que intervienen, resultan unos plazos largos de realización o de construcción, respecto de otros productos de consumo o uso. Al espacio de tiempo empleado en la estricta construcción o ejecución material de la obra habría que agregar el correspondiente a las fases de gestión y de proyectación.

_El proceso de producción edilicia, junto con el ámbito de relaciones que conlleva, que va más allá de la propia ejecución material, está altamente regulado y fuertemente intervenido por la administración, mediante todo tipo de normativas y disposiciones, legales y técnicas, de diversa índole que regulan aspectos técnicos, urbanísticos, sociales o económicos.

_Aunque se aprecia en los últimos quince años un cambio de actitud, tradicionalmente, en España no habido una conciencia de realizar inversiones en proyectos e iniciativas de investigación y desarrollo. En el ámbito de la CAPV esta actitud en el campo de la investigación ha sido más positiva, pero en cualquier caso, en ambos ámbitos territoriales, los recursos que se destinan a la I+D+I son escasos. Esta situación no es exclusiva del sector de la construcción únicamente, sino que se podría aplicar a cualquier otro de los sectores. Todavía en España no se tiene la conciencia de considerar la inversión y esfuerzos, en el campo de la investigación y el desarrollo, como un factor determinante en el conjunto del proceso productivo, de productividad, lo que supone un receso en el desarrollo económico empresarial y del propio o del conjunto del ámbito territorial que se trate.

En comparación con otros países de nuestro entorno, la OCDE, las inversiones, son inferiores en la mayoría de los casos, como se puede constatar en los datos de la siguiente tabla.

Dinamarca	3.02	Portugal	1.66
Finlandia	3.96	España	1.38
Francia	2.21	Reino Unido	1.85
Alemania	2.78	Estados Unidos	2.79
Israel	4.28	UE27	1.90
Italia	1.27	Total OCDE	2.33
Japón	3.33	China	1.70
Corea	3.36		

Instituto Nacional de Estadística: Principales resultados

- . El gasto en I+D ascendió a 14.588 millones de euros en el año 2010, con un aumento del 0,1% respecto a 2009. Este gasto supuso el 1,39% del PIB*, que sería el mismo que el del año 2009 al recalcular ambos PIB en la nueva base 2008.
- . La Administración Pública aumentó su gasto en I+D un 0,1%, mientras que las Empresas lo redujeron un 0,8% respecto a 2009.
- . El sector empresas ejecutó el 51,5% del gasto total en I+D frente al 51,9% del año 2009.
- . La Administración Pública financió el 46,6% de las actividades de I+D y el sector Empresas el 42,9%.
- . Las comunidades autónomas que realizaron un mayor esfuerzo en actividades de I+D fueron Comunidad de Madrid, Comunidad Foral de Navarra, País Vasco y Cataluña. Todas ellas presentaron cifras de intensidad en el gasto, superiores a la media nacional.
- . Illes Balears, Andalucía y Castilla-La Mancha fueron las comunidades autónomas que presentaron mayores tasas de crecimiento en gasto en I+D respecto a 2009.

() Dato calculado respecto al PIB nacional del año 2010 en base 2008.*

Es preciso un cambio de actitud y de mentalidad, nuevas estrategias basadas en el consenso de los sectores implicados, públicos y privados, empresas, profesionales y universidad, mediante acuerdos de colaboración, políticas de ayudas, subvenciones e incentivos, que revertirán a corto plazo, de forma indirecta en el producto interior bruto, en la productividad, competitividad y a medio plazo en el medio natural y en la calidad de vida.

Por lo tanto se debe de seguir en esta política de inversión tanto de recursos humanos, técnicos y económicos hasta alcanzar niveles de inversión, como primer objetivo índices similares y cercanos a los países de nuestro entorno europeo.

_En otros ámbitos o sectores en el marco de la producción industrial normalmente hay un consenso en cuanto a tecnología se refiere para producir un mismo producto, quien quiera que lo desarrolle, y en multitud de ubicaciones, cambian modelos, se adecuan estéticas y se apuran calidades, pero el proceso es unívoco en su espíritu y en el resultado final; esta uniformidad y consenso en el proceso no se da en la construcción, existen y conviven sino multitud, sí varias alternativas, sistemas y técnicas para un mismo producto terminado. Esta cualidad relativa a las posibilidades de producción entra en contradicción con la filosofía industrial como sistema de producción, que con criterios cuasicientíficos optimiza los mayores y mejores recursos materiales, técnicos y humanos en lograr mejores cotas de productividad.

Una justificación sobre esta cualidad estaría, como ya se ha apuntado, en el hecho que no se trata de un producto de consumo, según conocemos este término, esta directamente relacionado con la propia existencia del ser humano, su vida y sus vivencias, por lo tanto con una justificada tendencia hacia la personalización del objeto.

_No se podría determinar si es una causa o una consecuencia de las dificultades en la implantación del proceso industrial en la construcción, pero no se podría concluir esta relación no exhaustiva sobre las posibles causas sin hacer referencia al persistente arraigo que tiene en nuestra sociedad en general y el sector empresarial a las técnicas, formas y sistemas tradicionales, basada en el ladrillo, en la cultura del ladrillo, termino acuñado por la mayoría de los autores. No solo el sector empresarial se encuentra en esta casuística, también todo el sector profesional, arquitectos principalmente, como consecuencia de la falta de formación, lógica por otra parte ya que no incluye esta vía de diseño en los programa de formación universitaria, situación que hoy en el s. XXI se puede constatar.

Respecto de la CAPV, como se ha apuntado, las inversiones que se hacen en I+D son superiores a la media nacional, y que a pesar de la crisis se debería de seguir en esta línea de esfuerzo, ya que es un campo de actividad y de inversión, que especialmente en épocas como la actual, podría encontrar mayor justificación aprovechado la falta de actividad y como nicho de trabajo y desarrollo.

7. CLASIFICACION Y TIPOLOGIAS

En cualquier actividad del ser humano, como trabajo intelectual o físico, la técnica de la clasificación, es un instrumento de método, que se utiliza para llegar a comprender su propia realidad.

El ejercicio de clasificación que se pueda dar en cualquier actividad cognitiva, supone ante todo un esfuerzo en la búsqueda de la idea de orden, que según el contexto en el que se trate, puede precisar su definición

En muy pocos ámbitos, salvo en los relativos a las ciencias exactas, matemáticas, física,... tal vez, el ejercicio de clasificación, o más bien su definición no suele tener un carácter absoluto, cerrado y preciso, sino que más bien supone un esfuerzo de aproximación por establecer un orden relativo.

Como hemos podido ver a través del estado del arte y otros pasajes, se han dado en el pasado y conviven en el presente una diversidad de sistemas constructivos, de soluciones técnicas, procesos y experiencias puntuales, en un panorama de gran dispersión. Pero a pesar de ello, se pueden distinguir características de afinidad en función de unos indicadores, concretos.

En la exposición que llevamos realizada hasta ahora, a través de los distintos pasajes se ha estado reflexionando entorno a un aspecto concreto de la investigación que responde a una cuestión..... QUÉ: definición de conceptos y sus cualidades de valor.

Identificados los argumentos que responden a la anterior cuestión, sin olvidar que el objeto de estudio, se focaliza en el ámbito de la producción edilicia, y siguiendo en la línea de concreción, debemos proceder, también a la identificación de los instrumentos mediante los cuales se materializan las técnicas, según sistemas, en el sentido que en este trabajo comprende....., CÓMO: dar respuestas a las cuestiones relativas a las inquietudes derivadas del CÓMO: sistemas, técnicas y sus cualidades de valor.

En este proceso de aproximación hacia un estadio de comprensión, se puede considerar como un instrumento práctico, la técnica de la clasificación, según criterios que deben estar en concordancia con el proceso de investigación.

Los criterios de clasificación que se podrían establecer para los distintos sistemas, como técnicas de producción industrializada, no deben diferir mucho

respecto de otras convencionales. Sin embargo se denota una mayor riqueza en la sistematización de las técnicas actuales que, en anteriores procesos históricos, en un intento quizá de delimitar, con más carga de intención, que efectiva, las diferencias y los criterios entre ambos procedimientos con los límites indefinidos.

7.1 DEFINICION DE SISTEMA CONSTRUCTIVO

Definición de sistema:

- . Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.
- . Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.
- . Conjunto estructurado de unidades relacionadas entre sí que se definen por oposición.
- . Medio o modo usados para hacer algo o lograr objetivos

Sistema Constructivo SC, es el conjunto de vínculos o relaciones que se imponen a un determinado número de elementos o subsistemas, en este caso relativos a la construcción, al servicio de un objetivo de creación edilicia. Esta estructura de relaciones puede ser tan compleja como lo sean sus componentes, tanto en aspectos cuánticos como cualitativos. Aunque de forma más coloquial se entiende como una forma o manera técnica de construir, que la hace singular en la medida que se diferencia de otras alternativas, en la consecución de un mismo objetivo.

Otras definiciones de sistema constructivo, según diversos autores, “el sistema constructivo es aquél que interrelaciona la totalidad de los materiales, componentes, elementos y subsistemas que, con el procedimiento constructivo adecuado, propicia la culminación de un edificio”, o “sistema constructivo lo entendemos como la suma de instrumentos, insumos, procedimientos y técnicas empleadas para realizar la construcción de un edificio, pudiendo omitirse lo relacionado a los acabados y al subsistema de equipamiento”. Otra definición, muy interesante, define a un sistema constructivo como “un conjunto integral de materiales y elementos constructivos combinados según determinadas reglas tecnológicas para conformar una obra completa. En otros países se le llama procedimiento constructivo”.

En la génesis de todo sistema, está la vocación de servir a un objetivo, una arquitectura, una construcción, relaciones aplicadas a la combinación de elementos, componentes que pueden ser elementales o conjunto de unidades o subsistemas, a su vez.

7.2 GRUPOS Y CATEGORIAS

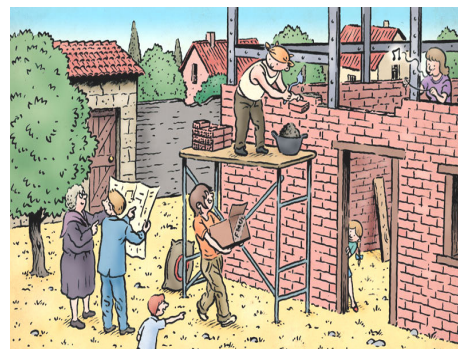
Existe un gran consenso entre los autores que se han pronunciado en este campo respecto de los criterios de clasificación, o simplemente las clasificaciones que se puedan establecer, aunque en coherencia con los objetivos de sus propios trabajos teóricos, se han enfocado, o bien en base a unos u otros aspectos intrínsecos al propio sistema, o bien relativos a otras áreas del conocimiento vinculadas a estos procesos de producción "alternativos".

En la producción edilicia, el resultado final se materializa como un "sistema", un sistema complejo de relaciones y equilibrios entre sus distintos componentes o subsistemas, cada uno con su singularidad al servicio del conjunto del sistema. Por lo tanto, se pueden establecer tantas unidades como queramos enfocar el grado de pormenorización. Por ejemplo, un criterio de definición, sería la relación de capítulos que habitualmente se emplean en la redacción y definición de los proyectos, ya que generalmente cada uno de sus apartados se corresponde con áreas con criterios de exclusividad y una vocación de respuesta diferenciada, por ubicación, por prescripción o su funcionalidad dentro del conjunto del sistema o edificio.

En el ámbito de este trabajo, los criterios de clasificación y las propias clasificaciones, están determinados fundamentalmente por las unidades estructurantes del sistema, que son la estructura en general (cimentación, pilares, vigas, forjados, etc.), y las envolventes (fachada, cubierta, divisorios, a veces, etc.). El resto de unidades como instalaciones, revestimientos y particiones, no se sujetan a la clasificación general y siguen sus pautas de forma independiente, aunque reconocemos que en el conjunto de la construcción puedan suponer del orden del 50%.

Efectivamente, estos subsistemas tienen unas casuísticas generales propias, técnicas, sectoriales y prescriptivas, de tal manera que se puedan estudiar o en su caso establecer políticas y acciones de cambio diferenciadoras respecto de las que hemos denominado, estructurantes del proceso.

En el apartado valorativo, la referencia va a ser la conocida construcción o SISTEMA TRADICIONAL, con estructura de hormigón in situ, cerramientos exteriores de ladrillo cerámico o similar, particiones interiores de ladrillo, revestimientos continuos de yeso o mortero de cemento, e instalaciones ocultas, embutidas en rozas.



- A Según el material. Acero, hormigón, madera, etc.
- B Según la “apertura” del sistema. Abierto o Cerrado
- C Según el peso de los elementos. Pesada o Ligera
- D Según el grado de prefabricación. integral o Parcial
- E Según la forma y geometría de los componentes: lineales, superficiales o volumétricos,

La pertenencia a una categoría según la clasificación, realizada en base a unos criterios concretos, no es un concepto estático sino que puede tener un sentido trasversal, entre ellas tanto en sentido horizontal, en la misma categoría, como en vertical, entre ellas, según un cuadro de coordenadas, en donde cada técnica o sistema tendría su referencia

> SEGÚN EL MATERIAL. ACERO, HORMIGON , MADERA, ETC.

Un primer criterio, y que podría ser el más evidente e intuitivo, ya que en un mundo eminentemente técnico y material, nos movemos, sería establecer una clasificación de los sistemas constructivos en relación al material en el que se fundamenten. Las técnicas o sistemas constructivos, se fundamentan en la mayoría de los casos en una material, materia prima o manufacturada, la cual va a definir y determinar en buena medida, las características y cualidades del propio sistema, y en sus áreas de competencia, como la sostenibilidad, la logística, factores económicos, etc.

Este criterio basado en la materia, no es exclusivo de una construcción industrializada, prefabricada, y estandarizada, sino que es patrimonio de cualquier técnica o proceso que históricamente se haya podido dar, aunque en el ámbito objeto del presente trabajo, el enfoque estaría puesto en relación con el proceso de industrialización en la construcción.

No vamos en este trabajo, a desarrollar esta clasificación en función del material, que es más interesante y práctico, observarlos desde otros criterios de clasificación.

HORMIGÓN

- . Sistema de hormigonado horizontal (tild_up): Sistema basado en paneles encofrados y hormigonados horizontalmente en obra y ensamblados horizontal o verticalmente en su posición final.
- . Sistema de encofrado vertical: Funciona de manera similar al anterior, con la diferencia de que los paneles son encofrados y hormigonados en su lugar definitivo.
- . Sistemas con encofrados espaciales: Consiste en el encofrado y hormigonado en obra de paneles tipo túnel. Los cerramientos y el forjado se hormigonan como un elemento unitario.
- . Sistema modular: Cubículos de hormigón que son prefabricados en taller y posteriormente ensamblados en obra.

ACERO

- . Sistema constructivo basado en componentes prefabricados de origen industrial, el acero estructural, de morfología lineal en cuanto a su estructura principal, y que combinados dan lugar aun a subestructura plana básica del sistema o 2D.
- . Sistema modular: Módulos 3D prefabricados en fábrica para ser montados en obra.

ACERO GALVANIZADO

- . Light Gauge Steel Framing. Estructura realizada en base a un conjunto de armazones o estructura de perfiles ligeros de acero galvanizado, que le infunden a la realización, carácter de ligereza.

MADERA

- . Panel Contralaminado: Sistema estructural a base de láminas estratificadas en cruz, o paneles contralaminados de madera maciza de gran formato. En función de las exigencias tiene lugar la unión de 3, 5, 7 o más capas con un

grosor máximo de 60 cm.

OTROS

. Containers: Sistema constructivo basado en la recuperación de elementos como contenedores de transporte marítimo. Este sistema surge junto a la conciencia ecológica y se utiliza principalmente en Holanda.



Container City. Nicholas&Partners. Londres 2002

. Paneles Industrializados GRC_GFRC (Glass Reinforced Concrete): Paneles prefabricados de microcemento armado con fibra de vidrio, resultando un material ligero con grandes posibilidades de diseño. Pueden ser de una lámina o tipo sándwich.



Apartamentos en el Puig, Valencia

. Etc.....

> SEGÚN LA "APERTURA" DEL SISTEMA. ABIERTO & CERRADO

La clasificación de los sistemas constructivos por un criterio de "apertura", se puede considerar específico de procedimientos a base de elementos prefabricados, siendo un criterio, con diversidad de interpretaciones y rica en matices, que es reconocida por casi todos los autores en sus trabajos de investigación.

Sin embargo, este criterio de clasificación, no ha estado en el origen de las técnicas y procedimientos surgidos de la industrialización, sino que ha ido teniendo conciencia en la medida que han ido evolucionando las técnicas, bajo el enfoque de una perspectiva histórica en base a las distintas experiencias que se han ido desarrollando.

No era posible en su origen percibir esta clasificación en base a unos criterios surgidos de la evolución de la construcción, como son aspectos compatibilidad o adaptabilidad.

Es habitual referirse en los distintos estudios teóricos a expresiones como "importantes cambios" a "transformaciones profundas", pero que hay situarlas en su verdadero contexto. Efectivamente, la evolución habida en el sector, tanto técnica como conceptual, se comprende siempre y cuando nos refiramos a los parámetros propios del sector, y solo en esta línea de actuaciones, porque así mismo podríamos hablar de estacionamiento: desde décadas aun en este siglo XXI, siguen estando presentes en un gran proporción y seguirán estando las técnicas que hemos denominado tradicionales o convencionales.

Es evidente que en el panorama del sector se están produciendo cambios por el camino de la innovación, con las matizaciones y reflexiones del anterior párrafo, que comprende el espacio de tiempo, desde los primeros sistemas de prefabricación de grandes paneles de hormigón, que surgieron tras la Gran Guerra, años de gran necesidad de producción de viviendas, hasta los actuales sistemas de producción, a base de componentes o elementos, compatibles, que de forma *sutil llegan a la obra*. Esta transformación gradual, en las técnicas de producción tradicionales, ha supuesto la total reestructuración estratégica del sector, industria y empresa, público y privado, con criterios de modernidad.

Con estos antecedentes se pueden adivinar los parámetros en los que se fundamenta esta clasificación, en base a una idea de "apertura", sin embargo, aunque en formulación es concisa y concreta, en su desarrollo ideológico es más compleja, difusa y menos excluyente, siendo sus límites muy sutiles, de difícil definición.

En este proceso continuo de renovación, ha sido preciso que hayan coincidido varias circunstancias que derivaron en una disminución drástica de la demanda de vivienda, pasando de un mercado fluido a otro totalmente competido; los productores, empresas del sector industrial se tuvieron que adecuar, de forma más intuitiva que fruto de una planificación a un nuevo panorama.

Una reflexión sobre un comportamiento, que con salvedades y matices, está arraigada en la economía de mercado, *que hace referencia a la organización social destinada a facilitar la producción y el consumo de los bienes y servicios surgidos del juego entre la oferta y la demanda*.

Los periodos económicos de fuerte demanda y gran producción, donde la comercialización es fluida, no se genera stock y todo se vende, aunque pueda parecer contradictorio, sin embargo, esta situación de bondad económica no

es sinónimo de desarrollo en aspectos de innovación o calidad, por la falta de incentivos en un escenario sin competitividad... Julián Salas, señalaba la *paradigmática respuesta recibida por Lucien Kroll en los años 60 de un importante industrial francés a las críticas de puentes térmicos, eflorescencias y monotonía en sus productos "vendo demasiado, no tengo tiempo para mejorar..."*

La nueva sociedad surgida del conjunto de transformaciones sociales, a finales del s. XVIII, en Inglaterra, se fue instaurando en el resto de los países civilizados, con sus peculiaridades y casuísticas propias, entre las que cabe destacar la singularidad de cada sector, junto con el factor, tiempo. Así, en aquellas primeras décadas, mientras la mayoría de los sectores económicos iban adaptándose a las nuevas concepciones de la producción, el sector de la construcción, seguía estacionado en sus técnicas y métodos tradicionales, mano de obra artesanal y estructura empresarial básica.

El proceso que en el sector de la construcción se ha seguido, en clave de "denuncia" es un debate que no conduce sin contenidos, vacío de objetivos, ya que no solo en este ámbito, sino en cualquiera que relaciona con la actividad humana, cada oportunidad tiene su tiempo, su momento y su espacio: simplemente no ha llegado su momento. Pero sin duda este siglo, definitivo para el sector, porque son muchos los indicadores que apuntan a pensar que se ha encontrado el camino, que no es otro que el de la innovación, y la oferta es amplia.

Se han comentado, las distintas causas por las que la construcción, hasta mediados del siglo pasado, años cincuenta aproximadamente, no tuvo una primera expresión, con la consideración de movimiento o tendencia, aunque anteriormente en los años veinte se creó una corriente de pensamiento más teórica que práctica, por intentar llevar a la construcción modelos de producción industrial, en un tono de debate voluntarioso sin consecuencias.

Hasta que no se dio esta primera gran expresión de producción industrializada, a base de paneles de hormigón de gran formato, no se llegaron a conocer las condiciones y premisas que se debían dar para que los modelos de producción industrial se pudiesen aplicar al sector de la construcción, y que más tarde con un análisis hecho desde una perspectiva histórica, se pudo llegar a teorizar sobre sus motivaciones, causas, consecuencias y conclusiones finales.

En los años cincuenta, tras la destrucción producida en guerra europea y concluida ésta, empezó una época de reconstrucción general y una urgente

necesidad de vivienda, a lo que se tuvo que responder con los argumentos que la sociedad contaba, técnicos, humanos y económicos.

Esta importante demanda de vivienda, puesta en relación con el desarrollo industrial necesario para una producción masiva de viviendas en base a una propuesta técnico-constructiva, vino explicar uno de los argumentos que justifican el "atraso" en el desarrollo del sector, en base a los criterios de una producción industrializada. Es decir, la necesidad de una importante demanda inicial para poder recuperar la fuerte inversión económica inicial que hay que realizar, pero también por la falta de mano de obra cualificada,

Este periodo de tiempo que discurre entre los años cincuenta hasta pasados los años setenta, que se identifica como la primera generación de industrialización en el sector de la construcción, apuesta por la vía de la prefabricación, que es una de las opciones posibles, para una construcción industrializada.

Esta *primera generación* de producción con los criterios de la industria, adoptó, fundamentalmente en Europa y países del Este europeo, como paradigma de la prefabricación, los paneles de hormigón de gran formato, en multitud de variantes y patentes. Sin duda fue la denominada *escuela francesa*, la que en todos los aspectos marcó más tendencia, e influencia tuvo en otros países. Sus principales características fueron: importante producción para lo que aportaron las soluciones más técnicas para sus patentes de paneles prefabricados, el compromiso que contó por parte de las administraciones, innovación y participación de los distintos sectores.

Sin duda la característica más importante, de la totalidad de las patentes de estas dos décadas fue su carácter "cerrado", es decir, sistemas cuyo objeto es el propio edificio, con elementos, componentes y técnicas propias de la marca o patente en cuestión, no intercambiables con otros productos de distinta procedencia. Otras variantes de los sistemas cerrados de esta época son las realizaciones in situ con encofrados tipo "túnel" y los módulos tridimensionales, tanto pesados como ligeros.

Este proceso constructivo basado en la prefabricación, se adaptada muy bien a las necesidades de urgencia y masificación de la producción, sobre otros principios que mas tarde fueron alcanzando mayor relevancia: calidad, confort, adaptabilidad, personalización, normativa, etc. Así surgieron, multitud de complejos edificatorios o encargos con un mínimo de 100 viviendas, cuyas principales características eran: edificaciones de bloque lineal, tipología que era idónea para la obtención de mayores rendimientos derivados del recorrido

de las grúas de montaje; fuerte dependencia entre el promotor respecto del fabricante, con una delegación casi total en las funciones en manos de éste, derivada del propio sistema "cerrado", con imposibilidad de combinación con otros sistemas; rigidez espacial, funcional y constructiva, además de aspectos derivados del propio material, el hormigón pesado y compacto, etc.

Así, el gran panel se convirtió en el logotipo de la primera generación de la industrialización, según señalaba el profesor Julián Salas, y aunque no es el objeto de este documento un estudio pormenorizado de la extensa casuística sobre la prefabricación de esta época, se aportan las siguientes pinceladas.

Esta técnica constructiva basada en la prefabricación de elementos pesados de hormigón, tenían un carácter global ya que comprendían los subsistemas estructurales, los cerramientos exteriores o fachadas, los interiores o divisorios, los verticales o escaleras, cubiertas, etc., incluso algunas patentes se ocupaban de los terminaciones o revestimientos también.

Coincidieron una gran variedad de sistemas, patentes y tipologías, de sus componentes, en todas sus características y cualidades: formatos, composición, modulación, resolución de encuentros y juntas, costes, etc.

Como sistemas cerrados que eran, cada fabricante o patente únicamente se atenía a sus propias reglas por lo que no era preciso alcanzar un acuerdo de modulación, aunque estaba extendido un criterio de modulación basado en la unidad habitacional.

Los sistemas, sus técnicas y los propios paneles prefabricados, en algunos casos fueron evolucionando en la medida que se iban detectando errores propios, o por una lógica evolución y mejora técnica, o impuestas por la aprobación de normativa que regulaba distintos aspectos hasta entonces no considerados, mayores prestaciones, sobre todo térmicas y acústicas.

PATENTES: Lenz-Seibert, Fertigbau Bochum y Jawick Massivfertighaus, Siporex, Hebel, Kellerbau-NOE, Balency, Barets, Camus, Coignet, Estiot, Pascal, Tracoba, B.N., Dessler, Dobler-Koncz, Wolf-Müller, Larsen Nielsen.....

Teniendo también como materia prima o elemento base el concreto, se emplearon aunque con menos producción otros sistemas de elementos prefabricados como eran, los paneles de menor tamaño, y los módulos tridimensionales.

A pesar que se construyeron, cientos de miles de viviendas, en distintos países, había pocas variantes, en las soluciones arquitectónicas y en las unidades habitacionales o viviendas: rigidez en los espacios y en el diseño motivada por el sistema portante de las divisiones con escasas posibilidades de modificación; por motivos de productividad predominó la tipología edificatoria bloque lineal: escaso diseño arquitectónico siendo el resultado una arquitectura seriada y monótona; continuos e irresolubles problemas constructivos al límite de la habitabilidad por lo menos con los criterios actuales; sensación de precariedad, espacios vivenciales fríos en concepción y en sus acabados

Entre las escasas ejemplos destacables realizados con estos sistemas en ese periodo, hay que apuntar el conjunto de 3.500 viviendas de promoción social-HLM realizadas por el arquitecto Emile Aillaud, entre los años 1964-1970 en La Grande Borne, Grigny, al sur de París, a base de grandes paneles, que también comprendía un planteamiento y una teoría urbanística.

Hay que destacar, también como una de las expresiones más representativas, la construcción del pabellón, proyecto Habitat 67 en la Exposición Universal de Montreal, que aunque estaba concebido como una realización temporal, se ha reconocido su gran valor arquitectónico y símbolo entre otros aspectos, de la arquitectura de viviendas prefabricadas, con criterios industriales. Se trata, de un conjunto residencial de 158, de distintas tipologías, con gran plasticidad volumétrica y compositiva,

Cubiertas las primeras necesidades con una producción masiva de decenas de miles de viviendas y los objetivos de urgencia cumplidos, el propio sistema de producción, rígido a base de grandes paneles pesados de hormigón tenía un área de mercado acotado, por lo que la búsqueda de nuevos mercados, ya con menor demanda y menor urgencia requería nuevas reinversiones de dudosa rentabilidad.

Los mismos argumentos que se emplearon para su justificación, fueron poco a poco denostados por cada uno de los sectores relacionados con la edificación, así los usuarios como primeros "sufridores" del producto se vieron aquejados por la multitud de deficiencias, la sensación de precariedad y rigidez de los espacios, junto con otros aspectos vivenciales (deshumanización, impersonalidad, frialdad..); los promotores aunque pueda parecer paradójico, tampoco encontraron en estos sistemas de prefabricación, los resultados económicos esperados en balance final, debido al porcentaje que este apartado, el constructivo, tiene en el conjunto de la promoción; ante una planificación y desarrollo urbano improvisado y sin respaldo, la administración

tuvo que reflexionar y reaccionar con la adopción de medidas legales reguladoras en los distintos apartados técnicos, constructivos y urbanísticos, para mejorar la calidad habitacional y del ordenamiento urbano; los técnicos o arquitectos no podía proyectar su arquitectura ante estos sistemas cerrados en sí mismo, imponían sus criterios, medios, técnicas y diseño con escasa margen para la personalización; los propios individuos como usuarios de la urbe, la sociedad, mostró su desacuerdo y descontento al modelo de ciudad y urbanismo al que este proceso estaba conduciendo y que ya era una realidad; etc.

El posicionamiento enfrentado de la sociedad ante este modelo de crecimiento urbano y la oferta de unidad habitacional, deriva en un cambio de mentalidad hacia otros valores de calidad técnica y calidad de vida. Los usuarios, no como individuos sino como colectivo reunido en asociaciones y grupos de consumidores demandan a la administración una mayor calidad, entre otros en aspectos de aislamiento y acústico. En este cambio de mentalidad se valoran y se demandan otros tipos de asentamientos y estilos de vida como son los de baja densidad y de vivienda aislada.

Pero se da un hecho a principios de los años setenta, año 1973, como es la denominada crisis energética o crisis del petróleo que derivará también en una fuerte crisis económica, repercutiendo directamente en la disminución drástica de vivienda. Se genera también en la sociedad un debate sobre aspectos ambientales, la limitación de los recursos, etc. es decir, surge una especial sensibilización de respeto a la naturaleza y al medio ambiente.

Por lo tanto, estos tres factores, el descontento generalizado en todos los sectores con el resultado de esta primera generación de industrialización basada en el panel de hormigón, la concienciación y demanda hacia una mayor calidad técnica y urbana, y la crisis energética de los setenta, que llevó a la sociedad a una depresión económica y una concienciación de respeto hacia el entorno ambiental, tuvieron como resultado el agotamiento de este sistema de producción edilicia, desapareciendo la mayoría de las patentes de prefabricados de paneles, otras pocas se mantuvieron pero con profundas mejoras del sistema, con mayores prestaciones y perfeccionamiento, y otras se tuvieron que transformar hacia otras técnicas de construcción también basada en la prefabricación, pero a base de componentes.

La industria del sector se tuvo adaptar hacia unos sistema de construcción más abiertos para dar respuesta a una mayor diversidad de productos y tipologías, dejando atrás los sistemas cerrados precedentes. Así en la segunda década de

los años setenta se iniciaba lo que se ha venido en llamar, segunda generación de industrialización en la construcción, fundamentada también en la prefabricación pero a base de componentes.

Son por tanto, sistemas o conceptos que no son idénticos, aunque están relacionados ya que se realizan a base de elementos de origen industrial o prefabricados, que es una de las vías posibles para una construcción industrializada "abierta".

En este apartado de clasificación de los distintos sistemas constructivos, como ya hemos apuntado, este criterio de compatibilidad o "apertura sin duda es el que, entre los procesos de industrialización, tiene más relevancia, ya que es intrínsecamente propio del sector de la construcción. Es por ello que ha sido preciso y conveniente abrir este apartado previo, en donde se han expuesto diversos antecedentes, unas pinceladas sobre la evolución del proceso desde su origen, contexto y circunstancias que lo motivaron, y la respuesta del sector industrial, no programada pero necesaria, ante un cambio de mentalidad en la sociedad, ante una demanda con otros principios, resultado de las anteriores experiencias, nuevos conceptos en términos de calidad y una crisis económica concreta con efectos económicos y sociales.

En este intento de ordenar las diferentes técnicas o sistemas constructivos, aunque se identifiquen y acoten los conceptos que se derivan por criterios de apertura o compatibilidad, la clasificación resultante no hay que considerarla como departamentos estancos que agotan la idea a la cual hacen referencia. Se trata de establecer y comprender un complejo universo tendencias, caracterizado por su diversidad, pero rica en matices, con margen para la interpretación, y sutil a veces: sistemas cerrados y sistemas abiertos.

SISTEMAS CERRADOS.

Se aprecia un consenso entre los distintos autores que se han pronunciado sobre esta concepto, y aunque con matices y con diferentes expresiones, en la idea troncal hay unanimidad de criterio.

Según el autor J. Salas en un sistema cerrado, *los elementos se fabrican conforme a especificaciones internas del propio sistema, responden únicamente a reglas de compatibilidad interna y el proyecto arquitectónico ha de subordinarse en forma no necesariamente sumisa a los condicionantes del sistema.* Por tanto, la característica principal que identifica a este sistema como el propio término alude, es una incompatibilidad con otros tipos de sistemas, y

se constituye como una estructura conceptual “cerrada” en sí misma, por lo que el proyecto, las técnicas y los medios se deben adaptar a las propias reglas internas del sistema concreto, cercana al concepto de patente.

En un sistema constructivo cerrado, la mayoría de elementos, componentes o subsistemas proceden de una única patente o grupo industrial, por lo que se deben sujetar a las propias reglas y especificaciones internas del sistema. Así que, desde un enfoque más conceptual se podría considerar que el objeto u objetivo de los denominados sistemas cerrados es el propio edificio, no los componentes del sistema.

De las anteriores reflexiones se pueden extraer otras características propias de los sistemas industrializados cerrados, y deducen relaciones internas en el marco del propio concepto.

- . Los elementos, componentes o subsistemas,... la técnica en su conjunto que conforma el edificio, no son intercambiables, no son compatibles con otros elementos o técnicas de otras patentes o industrias.
- . Como el sistema se sujeta únicamente a las propias reglas internas, no es preciso según esta cualidad, reglamentar acuerdos de coordinación modular o dimensional, ya que estos están definidos en el propio producto, siendo ésta, quizá la única ventaja de los sistemas cerrados.
- . Esta falta de apertura de los sistemas cerrados, se proyecta al conjunto de cualidades o áreas en el ámbito de la producción edilicia, que se traduce la falta de libertad, en el propio producto elaborado, en la construcción como técnica y en la arquitectura como expresión.
- . Se identifican estos sistemas fundamentalmente con la técnica de elementos de hormigón prefabricados de gran formato, o paneles en donde las dos dimensiones superan a una tercera que coincide con el espesor, o bien tridimensionales, compuestos por elementos verticales y uno o dos cerramientos horizontales, coincidentes con unidades habitacionales, una o varias, también de hormigón.
- . También tienen la consideración de sistema cerrado, la tipología constructiva realizada in situ con la técnica de encofrados tipo túnel, ya que conceptualmente reúne cualidades que se han identificado en la referida técnica o sistema.

- . Aunque este sistema se identifica fundamentalmente, con los grandes paneles de hormigón, ya que ha sido el más extendido en un periodo de tiempo de producción masiva, comprende cualquier otro sistema o técnica que coincida con el concepto de compatibilidad y apertura que los caracteriza.
- . Otros autores, sin embargo, identifican esta cualidad de apertura con las condiciones de relación entre el encargo y la realización, vinculando el concepto de "cerrado" a una técnica o arquitectura singular a medida, sin posibilidad de utilizar la técnica en otras obras.

No cabe entretenerse más al amparo de este concepto ya que la idea de su definición, creemos ha quedado centrada, y aunque se identifica principalmente con anteriores experiencias, en el actual panorama, también conviven, junto con otros sistemas y técnicas industrializadas, sistemas cerrados pero actualizados y reinterpretados con criterios de innovación.

SISTEMAS ABIERTOS

A la idea del concepto o "sistema cerrado" tratado en el anterior apartado, se le opone por definición el concepto de "sistema abierto" ambos referidos al ámbito de la construcción industrializada.

Según J. Salas, un sistema abierto es el que está constituido por elementos o componentes de distinta procedencia aptos para ser colocados en diferentes tipos de obras, industrializadas o no, y en contextos diversos; suelen valerse de juntas pretenciosamente universales; gamas modulares acotadas; flexibilidad de proyecto prácticamente total, etc.

Otra definición similar, entiende por industrialización abierta, la posibilidad cierta de que componentes complejos de distintas procedencias y generados con diferentes formas de producción, bajo directrices de proyecto redactadas con mentalidad y disciplina industrial, propicien como resultado, espacios contruidos mayoritariamente a base de componentes producidos por empresas distintas.

Por lo tanto, la "apertura" a la que nos estamos refiriendo es la capacidad de compatibilidad que tienen los distintos componentes al servicio de una técnica constructiva para poderse combinar, aun siendo su procedencia desde distintos fabricantes, patentes o industrias, de acuerdo a unas reglas y acuerdos preestablecidos.

Esta es, por tanto, la idea central y principal que identifica, el concepto de apertura del término "sistema abierto", la compatibilidad o *cualidad de ser compatible, de poder concurrir en buenas condiciones con algo o alguien*.

Estos acuerdos de coordinación técnica, modular y constructiva, se ha alcanzado, principalmente desde la propia iniciativa empresarial e industrial, más que desde la administración, a base de experiencias propias del sector privado, según un proceso de prueba y error.

Como ya hemos apuntado, para este criterio de clasificación, se han definido los aspectos que como límites acotan los distintos sistemas constructivos, según el grado de apertura, como sinónimo de compatibilidad, y que comprende una prenda multitud variantes y posibilidades, pasando a ser esta otra de las características de la clasificación.

Otros autores, tratan de concretar esta cualidad de compatibilidad con otros criterios que trascienden el ámbito puramente técnico y hacia otros ámbitos de actuación y de comportamiento.

Así para Gérard Blanchère, comenta que son tendencias que coexisten, *los sistemas abiertos a la colaboración entre distintos fabricantes, el empleo parcial de componentes, el uso casi exclusivo de componentes con prefabricación a medida y los sistemas de tipo mecano, todos están relacionados con una colaboración mas abierta entre proyectistas, promotores, constructores y fabricantes, para lo que era fundamental abordar previamente el tema de la coordinación dimensional*.

Por otro autor, la industrialización abierta tiene muy distintos significados. Así Troyes entiende que tales sistemas abiertos deben ser: *_abiertos a diferentes combinaciones en orden a proporcionar diferentes trazados en línea con multitud de necesidades y preferencias individuales; _abiertos ante futuros cambios, ya que si ciertas partes del edificio cumplen los requisitos esenciales (estabilidad, resistencia al fuego, aislamiento acústico...) deben proporcionar una larga vida técnica; _abiertos para la integración de diferentes subsistemas, componentes, y elementos; _abiertos para intercambiar información entre diferentes actores; _abiertos para competir entre diferentes suministradores*.

A enriquecer este debate, con matizaciones relativas a esta clasificación excluyente que hemos tratado, hay que mencionar la aportación que el profesor y autor, J. Salas Serrano hace, al introducir el concepto de "industrialización sutil" y que supone un mayor nivel de profundización frente a

la simplificación con la que hasta entonces se habían analizado estas cualidades de compatibilidad de los distintos sistemas y técnicas. Este autor alude a la forma “sutil” con la que empezaron a incorporarse al sistema, sin previsión alguna, elementos o partes producidas en serie, industrialmente. Esta idea de sutileza, que aplicado al proceso constructivo, la acuñó como “industrialización sutil” (año 1997), tratando de describir *la forma creciente como llegan a las obras: elementos, componentes y subsistemas de origen industrial.*

INDUSTRIALIZACIÓN SUTIL. No se trata de una nueva clasificación alternativa, sino que, como hemos apuntado, viene a describir aspectos que la fórmula abierto-cerrado, no llega a matizar, como es su génesis y forma de implantación en la producción, entre otros. A nuestro entender la suerte del término radica en su alusión intrínseca que conlleva el término, porque alude a las nuevas técnicas constructivas, con principios industriales, a base de componentes de origen industrial: industrialización a base de componentes.

Este investigador especializado en este campo de la construcción y la arquitectura, analiza este fenómeno desde diversos enfoques y campos, que comprenden la definición de conceptos y un cuerpo doctrinal sobre los distintos procesos: la tipología de los componentes, características, finalidades, cualidades, sistema de producción, etc., como dijimos, enriqueciendo el estudio y el debate.

El desarrollo de las técnicas en la construcción y del sector en general, desde la gran primera expresión con criterios propios de la industria, hasta la definición de nuestros días, no ha obedecido a planteamientos previamente establecidos, sino que surge desde iniciativas sectoriales diversas, desde la propia industria, de forma espontánea y natural, como apunta el referido autor, J. Salas..... *no se anunció, tampoco fue resultado de decretos o de declaraciones universales, no se les puede fijar una fecha de partida de nacimiento, tampoco un desarrollo homogéneo, ya que su ritmo es variable según países, regiones o gremios.*







Es concepto nuevo, porque supone una ruptura con las precedentes prácticas de producción intensiva, basado en sistemas cerrados, que como respuesta surge del cambio de mentalidad en la sociedad: aparición de otras inquietudes, nuevas necesidades, respuesta a principios básicos, respuesta a nuevas coyunturas políticas, cambio y ampliación de prioridades, innovación y nuevas tecnologías de desarrollo, etc.

Esta tendencia sutil en la industrialización aplicada a la construcción, se me

figura una fotografía de un paisaje que se ha puesto delante de nuestra cámara de la curiosidad, que no sabemos de donde aparece pero, nos fascina por su espontaneidad, nos esforzamos describirla y necesitamos explicarla.

Este autor no parte de la dicotomía, generalmente admitida abierto-cerrado, ya que según él, las técnicas de industrialización se pueden materializar mediante sistemas cerrados prefabricados, fundamentalmente identificados con los grandes elementos hormigón, y los sistemas a base de utilización de componentes, elementos y subsistemas o industrialización sutil.

Como vemos se introduce un estadio superior de matices, a un nivel intermedio, donde se debaten aspectos de compatibilidad entre otros. Esta estructura de clasificación explica de forma más afortunada los conceptos que hemos repasado, pero el mayor acierto es que alcanza a relacionar las dos cualidades principales del actual discurso sobre los sistemas industrializados: la utilización de componentes y los distintos aspectos de la compatibilidad. Los dos grandes enfoques, paradigmas de la industrialización (conjunto de teorías) sobre los cuales se pueden encontrar los más diversos enunciados y estudios, troncales o sectoriales.

UNA DIVISIÓN TENTATIVA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	MEDIANTE SISTEMAS CERRADOS PREFABRICADOS (GENUINAMENTE A BASE DE GRANDES ELEMENTOS, PRIORITARIAMENTE DE HORMIGÓN)				
	INDUSTRIALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIALIZACIÓN SUTIL DE LA EDIFICACIÓN: A BASE DE LA UTILIZACIÓN INTENSIVA DE (elementos) + (componentes) + (subsistemas)	INDUSTRIALIZACIÓN SUTIL CERRADA	MEDIANTE SISTEMAS DE CATÁLOGO DE PROCEDENCIA ÚNICA	Utilización del catálogo de una, o de varias empresas, que, coordinadamente, llevan a la práctica la totalidad del proyecto.	
		INDUSTRIALIZACIÓN SUTIL ABIERTA	SINGULAR, ESPECÍFICA O POR ENCARGO	Negocia con los suministradores adaptaciones al proyecto	
			DE CATÁLOGOS COMPATIBLES	Asimilable a lo que hoy día se conoce como 'Métodos Modernos de Construcción' (MMC)	
			DE SISTEMA ABIERTO	Pretende soluciones repetibles, no necesariamente idénticas	
		DE SOLUCIONES MIXTAS	Posibles soluciones híbridas de las anteriores		

De forma didáctica en esta clasificación se describen los distintos criterios de

incorporación de componentes en el proceso de construcción, pero atendiendo fundamentalmente a los distintos niveles de “apertura” o criterios de compatibilidad.

Aunque se pudiese diversificar con mayores cotas de pormenorización, estimo que salvo matices, recoge la totalidad de las posibilidades, más aun cuando se abre un apartado de soluciones mixtas o híbridas:

- o Industrialización Sutil CERRADA
- o Industrialización Sutil ABIERTA
 - _Singular, específica o por encargo
 - _De catálogos compatibles
 - _De sistema abierto
 - _De soluciones mixtas

El acierto de esta clasificación estriba precisamente en el planteamiento de partida, el distanciamiento respecto del debate, abierto y cerrado de los sistemas, para luego traerlo a un campo más práctico pero dentro de la técnica de componentes.

Sobre la cuestión que un autor se planteaba “qué industrialización abierta” se puede llegar a entender que es un discurso ya, y la respuesta encauzada hacia una línea de producción edificatoria, en la línea de lo que hemos expuesto. Tanto es así, que se deberían ir superando diversos términos o conceptos hasta ahora disociados, como etapas que se van agotando en la línea de pensamiento que encontramos en las reflexiones J. Salas,.... *el actual nivel de desarrollo de la industrialización de la edificación, puede caracterizarse como de período transitorio entre la segunda y la tercera generación de los sistemas de desarrollo.*

Básicamente, se demanda un cambio de actitud para ir superando, el discurso de la industrialización hacia un proceso irreversible, con un inicio histórico en el pasado, hasta el actual periodo, transitorio entre la segunda y tercera generación, mientras se sigue avanzando en el propio proceso de producción a base de componentes compatibles y sistemas, hasta llegar a identificar “industrialización” con “construcción” / “industrializar” con “construir”:

RACIONALIZACIÓN + PREFABRICACIÓN + AUTOMATIZACIÓN = INDUSTRIALIZACIÓN = CONSTRUCCIÓN

En el estado de conocimiento actual, superado otros estadios, se focaliza el

proceso de producción en aspectos más cercanos al propio hecho constructivo, al componente objeto como en la medida que participará del resultado final, como si de un proceso de aproximación se tratase.

En un sistema por componentes, se nos plantea las siguientes cuestiones..... ¿qué componentes? y cómo?

COMPONENTES. Aunque en primera instancia pueda parecer que nos referimos a la ciencia de los materiales, sin embargo, aunque contenga la componente de materia, engloba otros aspectos y matices que lo elevan a la categoría de componente.

Existen trabajos de investigación monográficos o especializados dedicados a la teoría de los materiales, o como componentes de unidades superiores, por lo que en este trabajo, únicamente vamos a realizar unas cortas reflexiones, en la medida que participan en el proceso de industrialización en la construcción.

Para lo cual, una vez más debemos traer al referido profesor e investigador, quien otra vez acierta al clasificar los componentes en base a unas cualidades que les son específicamente intrínsecas, derivadas de su condición de compatibilidad aunque con otra terminología: *componentes autónomos* y *componentes específicos*.

Atendiendo al origen, en función de las estrategias de fabricación al servicio de unas técnicas de construcción con criterios industriales, los componentes pueden provenir de una producción en serie, series cortas o largas, por lotes específicos o sobre pedido, catálogos abiertos o cerrados, producción a medida o sobre encargo, etc. En definitiva, una diversidad de posibilidades tan amplia como escenarios de producción se puedan dar en la industria.

Y por último una tercera vía estratégica de desarrollo estaría vinculada a la propia ciencia de los materiales, que comprendería los materiales tradicionales, materiales evolucionados o actualizados y nuevos materiales.

Además de la justificación en el ámbito de este trabajo, la construcción industrializada, el universo relativo a los materiales se fundamenta también en las importantes relaciones y posibilidades que tiene, tanto para la propia industria, como para la investigación.

Continuamente se están produciendo avances en este campo, nuevos descubrimientos, incorporaciones de otras disciplinas y técnicas, en donde la

innovación es continua. Sin embargo, esta actitud no es la más adecuada, o por lo menos prioritaria, la carrera por los nuevos materiales, sino que se deberían ir actualizando y mejorando sus cualidades bajo criterios sensibles para una sociedad preocupada, entre otros, por aspectos relativos a la sostenibilidad, el reciclaje, los recursos naturales, etc., conceptos que aplicados al sector de la construcción, tienen que ver con el cierre de ciclo de vida de los materiales.

Los avances y mejoras en este campo, provienen principalmente desde la iniciativa privada, empresarial, que en un mercado altamente competitivo con predominio de la oferta, la carrera de los materiales por la búsqueda de nuevos mercados, se ha convertido en el valor añadido para ello. Sin duda uno de los factores más determinantes en esta materia, es la apuesta por la investigación, y la innovación, que den ese valor añadido, diferenciador, sin olvidar iniciativa necesaria de la Administración a través de ayudas, incentivos y motivaciones por el camino de la investigación y desarrollo.

En los últimos años, en esta área, COTEC, fundación para la Innovación Tecnológica considera que en el ámbito de la UE, se han elaborado 1.400 proyectos de investigación.

No hay confundir el componente integrado en la construcción, con la materia: un componente, es un material o sistema de materiales, con un objetivo funcional al servicio del conjunto dentro de un sistema, y la carga técnica necesaria y suficiente para la consecución de sus objetivos. Los componentes en la construcción se actualizan y se desarrollan según la siguiente formulación,

COMPONENTES = MATERIAL + FUNCIONALIDAD + TECNOLOGÍA

Sin ánimo de establecer una relación exhaustiva, sobre las áreas de investigación en el ámbito de los nuevos materiales, que en la actualidad se están desarrollando, estas son unas breves pinceladas:.....

- . Nuevas técnicas y disciplinas, nanotecnología, materiales inteligentes, etc.
- . Apuesta por los productos sintéticos: adhesivos, cauchos, fibras
- . Mejoras de cualidades y prestaciones, morteros, hormigones durabilidad...
- . Fuerte desarrollo de los composites
- . Aspectos medioambientales, materiales ecológicos, reciclables y reciclados
- . Criterios de sostenibilidad: cierre del ciclo de vida.
-

SUMINISTRO. Haciendo un ejercicio de gran concisión, podemos ubicar este apartado en el contexto actual, que tras superar anteriores etapas de producción industrial de mediados del siglo pasado, el sector ha apostado por una construcción industrializada a base de componentes compatibles, que de forma *sutil* se incorporan al sistema.

En el anterior punto se han realizado unas consideraciones sobre uno de los aspectos en los que se fundamenta, la fórmula que en clave de respuesta el sector incorpora los métodos de la industria, es decir los “componentes”, la segunda incógnita en la fórmula se identifica con el concepto de “incorporación” que concentra toda la teoría y demás aspectos relacionados con la acción de suministrar o simplemente el “suministro” de los componentes, elementos o subsistemas, pero siempre bajo la óptica y el contexto al que nos estamos refiriendo, resumidos en el binomio construcción-industrialización.

En esta línea de asociación de ideas, podemos afirmar que estamos ante un aspecto fundamental en la dirección de conseguir un estado de producción industrializado en las técnicas constructivas, y que normalmente no está considerando como un apartado esencial en la transformación de las técnicas de construcción.

El foco de atención está más centrado en otros apartados, como el de los nuevos materiales, que es más efectista e evidente, por ejemplo, que en resolver este apartado sobre los modelos de “incorporación”, ya que es un apartado pendiente de resolver y esencial para la renovación del sector. En los comportamientos relativos a este apartado, no se aprecian comportamientos o modelos cercanos a los criterios de una producción racional, estando todavía estancada en las prácticas tradicionales

Efectivamente, se está lejos de esa imagen de los componentes en su incorporación de forma *sutil* y organizada, ya que siguen llegando de forma “desordenada”, con improvisación, en una tendencia continuista respecto de las prácticas pasadas, que son las actuales. La parcela y la obra se convierte en un almacén de objetos y elementos a la espera de ser izados hasta su ubicación definitiva, lejos por tanto de la idea de optimización de los recursos el espacio y el tiempo.

Entendemos, que se trata de un capítulo en el conjunto del proceso de producción que va a requerir un desarrollo más prolongado para su reestructuración y organización. Para ello será preciso el consenso y el acuerdo de todos los agentes del sector y la necesidad de establecer unas normas de

coordinación dimensional, unificación de criterios técnicos, mínimos de calidad, definición de unidades funcionales más complejas, etc.

Aunque se vaya innovando el sector en el ámbito tecnológico y técnico-constructivo, no se podrá hablar de auténtica industrialización en la construcción hasta que no se aborden estos aspectos.

Ideas y conceptos traídos desde otros ámbitos económicos, aplicados a la construcción, son en los que hoy en día se está centrando el debate. Nos estamos refiriendo a medios y técnicas, formas de organización asimilable a esa pretendida *cadena de suministros armoniosa*, y de la que tan alejados se está, a pesar de estar superando una segunda etapa de desarrollo industrial.

Términos como “pre-empaquetado” concepto que dibuja un panorama de partes completas preelaboradas, acabadas o semiacabadas, elementos en volumen fabricados antes de su colocación, tipo 3D, o en otra vertiente, el “post-empaquetado”, elementos y componentes, mas o menos complejos que se suministran, aislados, sueltos para su posterior colocación en la obra, conceptos estos relativos a los formatos y otros referentes a la gestión, del tiempo, como indicador determinante de productividad, el parámetro, just in time, por ejemplo..... y otros

> SEGÚN EL PESO DE LOS ELEMENTOS. PESADOS & LIGEROS

Esta clasificación de los sistemas constructivos por un criterio de peso, no es específicamente propia a los procesos de industrialización, sino que es intrínseca a la construcción en general.

Sin embargo, de esta clasificación, que determina en los distintos sistemas una cualidad de peso, se pueden deducir unas consecuencias que van ser fundamentales en el contexto del presente trabajo: una construcción industrializada.

Entre otros, esta cualidad en razón del peso, bajo dos conceptos va tener especial relevancia en las distintas técnicas. Atendiendo a los diversos sistemas de construcción característicos de las distintas soluciones, y salvo resoluciones mixtas o intermedias, son significativas las profundas diferencias en términos absolutos que se dan según este criterio de peso entre ellos y que evidentemente influenciarán en varios apartados y fases del proceso constructivo, y con ello en el propio proceso de industrialización.

Una segunda vertiente de la clasificación por este criterio, está directamente relacionada con cuestiones y soluciones relativas a la sostenibilidad y valoración ambiental, consumos de materiales, consumo de energía, insumos necesarios, emisiones y vertidos, es decir, la evaluación de impacto. Todos los aspectos y parámetros que conlleva en proceso constructivo, van a determinar la capacidad de respuesta medioambiental evaluable, por ejemplo a través del análisis de ciclo de vida de los materiales, ACV, uno de los métodos de evaluación vigentes en el campo de la investigación.

Aunque es una metodología simplificada, en este tipo de análisis integral por el que se puede analizar la respuesta ambiental del edificio o sistema concreto, que consiste en el estudio del rastro de todos los materiales bajo los diversos indicadores ambientales, emisiones CO₂, consumo de energía, toxicidad, afecciones de recursos, capacidad de reciclaje, etc. durante todo el periodo de su vida útil que comprende las siguientes fases: extracción, fabricación, transporte, construcción, uso y mantenimiento del edificio, derribo y vertido.

Desde otros criterios de evaluación, esta cualidad de medida está directamente relacionada con el grado de industrialización, que determina y condiciona indicadores determinantes como el coste de la construcción, la mano de obra, el tiempo de montaje, el coste y tiempo del transporte, etc.

Estas reflexiones previas, que centran el debate y ubican en el actual contexto los criterios de esta clasificación, son compartidas por diversos autores, aunque con las matizaciones, que cada uno aporta. Aunque se definen las características de la dicotomía de la propia clasificación como situaciones límites de todas las posibilidades intermedias posibles: sistemas constructivos livianos y sistemas constructivos pesados.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS LIVIANOS.

Consideraremos, sistemas livianos, aquellos cuyos componentes y el sistema en general, no requieren un equipo potente o especial para su montaje y manipulación, pesan menos de 100 kg/m² y pueden ser manipulados por uno o dos operarios.

Estos sistemas livianos, respecto de los pesados tienen como ventajas, entre otras su menor coste económico en el conjunto de la promoción, derivado a la menor repercusión en el transporte, elementos auxiliares, mano de obra, y por su mayor rapidez de ejecución. Otra ventaja que hay que apuntar, es su mayor flexibilidad tanto en la fase proyectación, como en la construcción y durante la

vida útil, un mayor potencial de adaptación formal y funcional de los usuarios.

Los sistemas livianos se identifican con unos materiales concretos como son chapas metálicas por extrusión, plegadas, etc, la madera y sus derivados, el hormigón de baja densidad a base de aditivos en placas y paneles de pequeño formato, fundamentalmente.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PESADOS

Por el contrario los sistemas constructivos pesados se identifican con aquellos que no pueden ser manejados por el hombre, requiriéndose medios mecánicos para ser manipulados, con un peso superior a 500 kg/m². Se identifican principalmente con las estructuras y sistemas de hormigón, en cualquiera de sus expresiones, y modalidades.

Con los dos criterios de esta clasificación, sistemas livianos y sistemas pesados se pueden dar y encontrar, en cualquiera de las tipologías formales posibles, estructuras asiladas, elementos lineales, elementos superficiales, paneles, modelos 3D, tipo mecano o modulares.

Según este criterio, el peso del conjunto del sistema, se podría definir un tercer grupo que comprendería el tramo correspondiente entre los dos límites fijados, livianos y pesados, que podríamos denominar semipesados, entre 100 kg/m² y 500 kg/m².

> SEGÚN EL GRADO DE PREFABRICACIÓN. INTEGRAL & PARCIAL

Otro criterio de clasificación de los sistemas constructivos es el grado de prefabricación, no en el sentido de calidad o de adecuación al conjunto edificatorio, sino como grado de participación con criterios de producción industrial, en el conjunto integral del proyecto.

Como ya nos hemos pronunciado y en sintonía de la mayoría de las opiniones, el concepto de industrialización o la construcción, no es un estado, no se trata de un "lugar" de confluencia donde se pueda converger. Se trata más bien de un proceso, según una evolución continuada en una dirección marcada por los principios de producción de la industria.

Creo que en esta línea de reflexiones se pueden focalizar los criterios para las tipologías que de esta clasificación se derivan. Esta clasificación tiene la virtud

que incorpora al ámbito de la industrialización otras opciones no integrales pero que tiene una clara vocación y apuesta por esta opción: la industrialización.

Un sistema constructivo se puede incorporar al proceso de forma “parcial” mediante el empleo parcial de componentes, medios y tecnología para construir únicamente partes o capítulos concretos del conjunto edificatorio (estructura, cerramientos, instalaciones etc), o bien se pueden incorporar al proceso de forma “integral” con los medios, tecnología y componentes, que contribuyen a la totalidad del proceso constructivo y que suelen coincidir con los sistemas “cerrados”, que veremos.

No es posible definir una línea que delimite, tanto en el plano de desarrollo como en el ideológico, entre procesos o conductas, que hemos dado en llamar, convencionales e industrializadas. Nunca se ha dado esta división en ninguna época de la historia. En realidad siempre han compartido un mismo universo disperso, según un diálogo de interrelaciones internas entre ellas, las distintas intensidades de industrialización.

Las técnicas, los procesos constructivos, las relaciones económica y el tejido empresarial, en definitiva el universo de la construcción, con las particularidades del lugar y el tiempo, es una historia de incorporaciones que intenta ser coherente con el propio desarrollo de la sociedad, que exige un mayor grado de industrialización.

Es a la industria, las pequeñas o grandes iniciativas del sector, las empresas que de forma eficiente, introducen las novedades que con criterios de mejora e innovación se incorporan al mercado de la construcción. Mas tarde el propio mercado, y otros factores de oportunidad decidirán la suerte de los nuevos, componentes, medios o sistemas.

Esta industrialización parcial como tendencia o sistema constructivo, se constituye por las posibilidades de implantación el concepto reúne, como la única vía alternativa a los modelos y sistemas convencionales, actuales.

No hay por tanto un motor más que el propio mercado. Son los fabricantes, profesionales, la administración, trabajadores y promotores del sector, la industria de otros sectores con sus innovaciones, iniciativas empresariales, etc. los auténticos motores en la optimización de los recursos de producción para la producción edilicia.

Ahora bien, en un proceso actualizado, sin las connotaciones sociales propias

de otra época como la necesidad de una producción en masa, por ejemplo, los sistemas integrales de industrialización surgen como auténticas experiencias, con más o menos acierto que hoy en día no suponen una alternativa, para la globalización en el proceso de industrialización.

Se está dando un proceso de transformación continua en la construcción, mediante la incorporación de nuevos componentes o sistemas, que coincide con los postulados de una industrialización parcial y cuyas características son:

- Una característica coherente con toda sociedad avanzada y que se desarrolla, es la búsqueda de la calidad, en elementos, componentes o sistemas constructivos: mejora de las cualidades.

- En la línea de optimización de los recursos y mejora en los índices de rendimiento, y como valor añadido la minoración de un elemento que siempre ha sido problemático en la construcción -el caso de la junta- se constata una tendencia continua : cambio de formato

- La mejora de las condiciones laborales físicas, es una conquista laboral donde las actividades manuales más penosas de oficios cualificados, se van a ir orientando hacia otras más especializadas, con mayor grado de mecanización basadas en el montaje de elementos: mayor prefabricación de componentes

- Toda la estructura industrial y empresarial del sector, forjada a lo largo de décadas se ha fundamentado casi exclusivamente en base a una técnica constructiva y sus variantes, que hemos venido en llamar convencional o tradicional, incluso había llegado a un estatus de perfeccionamiento y calidad. Con estos antecedentes y un tejido industrial sólido, resulta evidente que la única fórmula posible para poder acometer una renovación, tendría que aprovechar las sinergias establecidas, con un modelo o sistema abierto de componentes de la industria actualizada, con menos riesgos sociales y económicos por tanto: riesgos asumibles

- Estos nuevos componentes, que pueden ser simples o complejos, o sistemas, se incorporan como, actualizaciones de otros, pueden sustituir a otros preexistentes, como sistemas integrados, y otros que desaparecen simplemente (falta de interés, usos, modas, etc.): sistematización

- Como resultado de los procesos apuntados, una mayor mecanización en la obra, cambios de formato, menor trabajo cualificado a favor de operaciones de montaje, componentes cada vez más prefabricados, etc., la obra y la

construcción material tiene menos contenido de agua: obra seca

- Quizá hubo un tiempo, coincidiendo principalmente la gran producción de vivienda tras la segunda guerra mundial, que se pensó iba a ser la construcción mediante sistemas industrializados un proceso irreversible, pero que tras su fracaso y una vez cubierta la demanda, se volvió a confiar en la construcción tradicional.

El empleo parcial de componentes aparece en los años setenta y ochenta, motivado por el nacimiento de una nueva conciencia social sobre aspectos de sostenibilidad en general, como la única vía para emprender una renovación en la construcción.

Algunos autores hablan de coexistencia de dos procesos, y que en nuestra opinión nunca se ha dado, por lo que sería más lógico pensar en la existencia de una compatibilidad. Esta compatibilidad de forma práctica se constata, por ejemplo, en la redacción, que para ambos sistemas se hace de la relación de capítulos y partidas de una obra, que no ha cambiado, aunque se trabaje por componentes, más o menos prefabricados. Podríamos hablar de coexistencia cuando las partidas se redacten por unidades funcionales, por ejemplo, por módulos de estructura, módulos de partes de fachada, baños y cocinas completas, estancias completas, tramos enteros de escalera, etc.: compatibilidad de procedimientos o sistemas.