



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA

Industrialización de la construcción: Repensando la manera de construir.

TESIS

Que para optar por el grado de:
Maestro en Arquitectura

Presenta:

Pablo Enrique Victoria Caballero

Tutor principal:

Dr. Gemma Luz Sylvia Verduzco Chirino
Facultad de Arquitectura

Miembros del comité tutor:

Dr. Alberto Muciño Vélez
Facultad de Arquitectura

Mtro. Francisco Reyna Gomez
Facultad de Arquitectura

Dr. Alejandro Solano Vega
Facultad de Arquitectura

Dr. Huberto Acedo Espinoza
Facultad de Arquitectura



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
PROGRAMA DE
MAESTRIA Y
DOCTORADO EN
ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO
TECNOLOGÍA



INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN: REPIENSANDO LA MANERA DE CONSTRUIR

PRESENTA

ARQ. PABLO ENRIQUE VICTORIA CABALLERO
TUTOR: DR. EN ARQ. GEMMA LUZ SYLVIA VERDUZCO CHIRINO
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM
TUTOR: DR. EN ARQ. ALBERTO MUCIÑO
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM
TUTOR: MTRO. FRANCISCO REYNA GOMEZ
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM
TUTOR: DR. EN ING. ALEJANDRO SOLANO VEGA
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM
TUTOR: DR. EN ARQ. HUMBERTO ACEDO ESPINOZA.
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM

TESIS PARA
OPTAR POR
EL GRADO DE
MAESTRO EN
ARQUITECTURA

México D.F., Ciudad Universitaria, Mayo de 2018.



INTRODUCCIÓN

CAPITULO I ESTADO DEL ARTE

1. Breve descripción de la industria de la construcción en México
2. Sistemas constructivos prefabricados existentes en México.
3. Construcción Industrializada: Prefabricación
4. Los procesos industrializados y el “Modulo”
5. Sistemas constructivos contexto internacional – procesos de producción.
 - 5.1 Análisis general de los procesos “contenedores”.
 - 5.2 Análisis grafico caso Broad Sustainable Building – BROAD Group esquemas procesos.
 - 5.3 Análisis grafico caso Living Box esquemas procesos.
 - 5.4 Análisis grafico caso Marmol Radziner esquemas procesos.
 - 5.5 Análisis grafico caso Smarth Homes esquemas procesos.
 - 5.6 Similitudes encontradas en los diversos procesos
6. Análisis del proceso específico de producción caso SMARTH HOMES
 - 6.1 Terreno y Cimentación SMARTH HOMES
 - 6.2 Elementos Clase I: Estructura portante.
 - 6.3 Elementos Clase II: Estructura horizontal – losas.
 - 6.4 Elementos Clase III: Estructura interior – muros divisorios.
 - 6.5 Elementos Clase IV: Paneles ligeros destinados a fachadas.
 - 6.6 Elementos Clase V: Estructuras especiales, escaleras, rampas o elementos geoméricamente articulares.
 - 6.7 Elementos Clase VI: Desmontaje en fábrica y traslado a sitio.

CAPITULO II ANALISIS MODELO PREFABRICADO

7. EL SISTEMA PRODUCTIVO PARA MODULO PREFABRICADO
 - 7.1 Identificación de una necesidad.
 - 7.2 Pre factibilidad.
 - 7.2.1 Aspectos Económicos.
 - 7.2.2 Aspectos Técnico Jurídicos.
 - 7.2.3 Aspectos financieros.
 - 7.3 Ingeniería conceptual.
 - 7.3.1 Operaciones y actividades.
 - 7.4 Ingeniería Básica.
 - 7.4.1 Dimensionamiento Físico.
 - 7.5 Ingeniería a detalle Vivienda Artesanal como referencia a modelo prefabricado.
 - 7.5.1 Proyecto artesanal “E” características.
 - 7.5.2 Proyecto Industrializado características.

CAPITULO III FASE EXPERIMENTAL ANÁLISIS DEL PROCESOS CONSTRUCTIVO VIVIENDA ARTESANAL “CASO ACUÑA” VS VIVIENDA PREFABRICADA “TEÓRICA”, EN FUNCIÓN DEL CONCEPTO DE TIEMPO-COSTO.

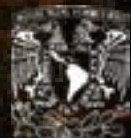
- 8 **PROTOTIPO DE VIVIENDA ARTESANAL.**
- 8.1 Diagrama de actividades
- 8.2 Presupuesto de obra.
- 8.3 Rendimiento real campo y constructoras.
- 8.4 Costo.
- 8.5 Tiempo.
- 9 **PROTOTIPO VIVIENDA PREFABRICADO.**
- 9.1 Diagrama de actividades y fabricación del módulo.
- 9.2 Presupuesto de obra.
- 9.3 Rendimiento Teórico.
- 9.4 Costo.
- 9.5 Tiempo.

CAPITULO IV COMPARACION CASO DE ESTUDIO - PROTOTIPO INDUSTRIALIZADO

- 10 **COMPARACIÓN ENTRE MODELOS**
Tiempo de producción
Costo de producción
Mermas y re trabajos
Escombro
- 11 **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



INTRODUCCIÓN



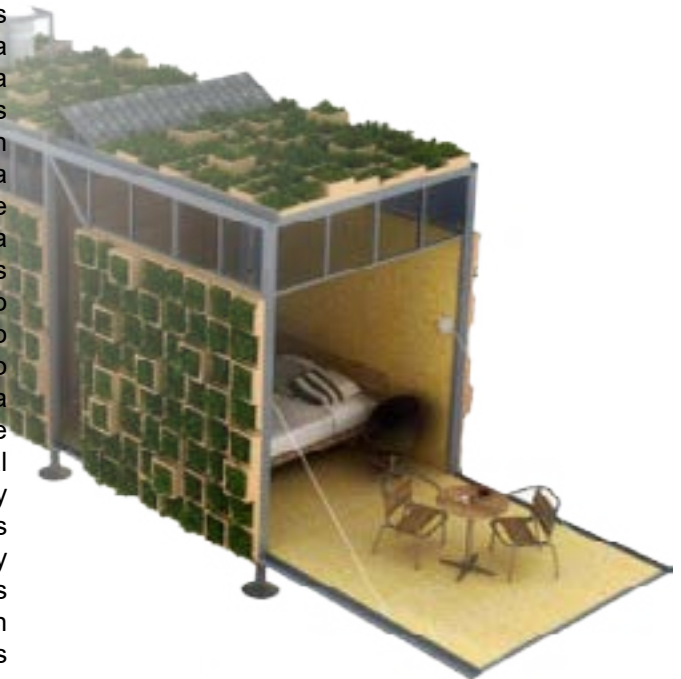
UNAM
POSGRADO
Arquitectura



INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia del ser humano, las innovaciones tecnológicas y la utilización de la tecnología disponible en cada una de las etapas de evolución y desarrollo han formado parte para la mejora de las condiciones de vida en las distintas civilizaciones. En el caso específico de la vivienda ha evolucionado constantemente para lograr mejoras sustanciales, teniendo registro desde el Siglo XVI con Leonardo Da Vinci, el cual diseñó una parte de la ciudad en la región de Loire en Francia, quedándose meramente como proyecto y bocetos. Los elementos como puentes, pilares y vigas se comienzan a industrializar a lo largo de Europa. En 1578 aparece la primera vivienda industrializada en Baffin Canada. Posteriormente encontramos manifestaciones aisladas de sistemas prefabricados como los paneles de yeso en 1888 y el siguiente año en 1889 aparece la primera patente de un edificio industrializado mediante el módulo tridimensional apilable de Edward T. Potter. Otra etapa fundamental en el desarrollo de la tecnología y avances en los elementos industrializados en la vivienda fue la reconstrucción de Europa posterior a la segunda Guerra mundial, adaptando cimbras metálicas desarrolladas en 1930 para la construcción de edificaciones militares así como toda la tecnología. Para 1950 se utilizan paneles de concreto prefabricado en dimensiones nunca antes vistas para recubrir fachadas, módulos apilables de concreto armado formando estructuras sólidas, vigas de concreto armado pretensadas y postensado, así como el uso de grúas mecánicas de alta calidad de carga etc. Llegando hasta nuestros días en donde podemos encontrar en el mercado mundial una gran oferta de productos inmobiliarios y sistemas constructivos realmente competitivos que garantizan por medio de normas y procesos industrializados la calidad de las construcciones. Desafortunadamente en nuestro país, estos sistemas constructivos

aun nos parecen lejanos. Las construcciones más avanzadas Monolíticas que hoy en día se realizan son la realización de edificaciones de estructura metálica, losas de concreto armado y fachadas prefabricadas, y este nivel de industrialización por medio de componentes aislados o separados que forman en si una construcción, son exclusivos de los edificios de oficinas o viviendas exclusivas. Y el resto de las construcciones de vivienda de interés social, interés medio y de lujo, prácticamente a excepción de algunos ejemplos aislados, se realizan las construcciones con sistemas constructivos "Artesanales". Esta investigación está enfocada en analizar las diferencias sustanciales que intervienen entre un tipo de vivienda básica de interés social artesanal e industrializada, mostrando resultados de los diversos indicadores que ayudaran a comprender el desempeño en tiempo y costo desde el punto de vista del constructor y por consecuencia el producto inmobiliario de mejor calidad para el usuario final.



El caso de estudio que sirvió para la comparación y análisis de los resultados fue una intervención real que se realizó en Mayo del año 2015 hasta el mes de Diciembre de 2015 en el norte del País específicamente en el Estado de Coahuila a casusa de un Tornado que azoto una región del estado, afectando y destruyendo una gran cantidad de viviendas de interés social. Por cuestiones de Derechos Reservados así como autorizaciones de los involucrados en el caso de estudio, se omitirán los nombres reales de las empresas constructoras así como de la institución Federal que estuvo a cargo de los trabajos. Una vez analizados los resultados de una intervención real en la reconstrucción de la zona afectada, se desarrolla de manera teórica un modelo industrializado el cual cubra las mismas necesidades de las viviendas reconstruidas pero que parta de todos los principios de modulación y prefabricación que estén disponibles en condiciones reales. Basándose este nuevo prototipo en el modelo de vivienda con mayor número de casas construidas durante esta intervención, adaptando los módulos lo más cercano a la distribución y dimensiones que este modelo contempla. Analizando procesos constructivos, tiempos de ejecución, costo de ejecución, mermas, re trabajos así como factores de calidad de las construcciones, mostrando el costo-beneficio de realizar una vivienda prefabricada e industrializada respecto de una vivienda tradicional. Los objetivos específicos dentro de esta investigación son la implantación de procesos de planeación, modulación y estandarización del sistema constructivo, que permitan la prefabricación total de una edificación en una planta industrial, controlando los factores de calidad, reduciendo sobrecostos de desperdicio y tiempo de ejecución en alto porcentaje, reflejándose en ahorro en el costo directo e indirecto de construcción, sin perder flexibilidad en el diseño formal del objeto arquitectónico. Para ayudar a comprender este fenómeno de falta de procesos innovadores en nuestro país, también se analizan diversas empresas en el ramo inmobiliario a nivel mundial, que realizan hoy en día sus construcciones y desarrollo inmobiliarios basados en sistemas altamente mecanizados. Otro factor que no es tema de la presente investigación pero que considero es fundamental en la aceptación y desarrollo de las construcciones, es la aceptación CULTURAL que existe en nuestro país. Ya que es bien sabido que en los estratos socio

culturales y económicos de interés social, la población no acepta ningún tipo de sistema constructivo industrializado ni prefabricado, ya que culturalmente las personas perciben los materiales pétreos como la única opción resistente que podrá alojar su vivienda, aun y cuando esta no les ofrezca las condiciones de habitabilidad necesarias para la sana vivencia del espacio y su entorno. A diferencia de estratos con mayores ingresos y apertura cultural y económica, perciben estos materiales prefabricados como una ventaja, al ser flexibles respecto al acomodo y evolución de sus espacios respecto a sus necesidades de las diversas etapas de su vida, adicional a que la concepción de los lugares en los cuales vivirán serán diversos a lo largo de su vida. Pasando por departamentos pequeños cuando están recién casados, dejándolo y mudándose a un departamento más grande o a una vivienda que les ofrezca mayores espacios y patios exteriores una vez tienen niños, quedándose una largo periodo en esta vivienda hasta que los hijo entran a la universidad o egresan de ella, ya que los mismos abandonan la casa de sus padres en busca de la independencia. Mudándose nuevamente a algún lugar más pequeño que no requiera tanto mantenimiento con espacios pequeños y esenciales. Lo cual genera un reciclamiento de los inmuebles a lo largo de la vida de las familias con mayores posibilidades económicas. A diferencia de este tipo de este estrato social de clase media –alta, las familias clasificadas como interés social, prefieren viviendas de materiales muy sólidos que puedan resistir el paso nos solo de la familia en turo que es la que se hace del patrimonio, si no que una vez que los hijos crecen, lejos de buscar independencia de los padres, forman nuevas familias y estas son integradas a la vivienda original, realizándole ampliaciones y generado hacinamiento. Desafortunadamente este tipo de viviendas y procesos constructivos tradicionales, no ofrecen esta flexibilidad a estas familias, adicionalmente a que las intervenciones suelen ser mucho más elevadas económicamente que el modificar la vivienda. En esta investigación dejaremos de lado este fenómeno socio-económico y cultural, pero retomaremos la necesidad del crecimiento en este tipo de viviendas, contemplando el crecimiento de manera ordenada permitiendo las condiciones estructurales necesarias que permitan a estas familias crecer los módulos de viviendas hasta dos niveles.

INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN REPENSANDO LA MANERA DE CONSTRUIR

ESTADO DEL ARTE

CAPITULO I



Cada mes, cada año miles de productos/servicios con tecnología de punta son lanzados al mercado por ejemplo la gran cantidad de software que tiene aplicación desde la computadora personal hasta la producción de piezas para las maquinas-herramientas más complejas, además de aparecer ramas nuevas de servicio como telemática, marketing, y todo lo relacionado con el manejo gerencial de empresas.

La industria tuvo que transformarse, hacerse más productiva, redefinir su localización su estructura y su dinámica. En los setenta Japón y Alemania eran los países más avanzados seguidos por Estados Unidos, los cuales aplicaron nuevas formas de organización del trabajo, disminuyendo el tamaño de las fábricas, dispensando su producción a países con mano de obra barata y a la subcontratación. Teniendo como características una serie de transformaciones que cabe destacar:

- a) La reducción del tamaño de las empresas y la introducción de tecnología de punta.
- b) La producción flexible, o también llamada "justo a tiempo" o de "cero inventarios", la cual solo producían un cierto tipo de bienes y contrataban solo a el personal requerido.
- c) Proliferación de empresas subcontratadas, las cuales elaboran parte del producto.
- d) La creación de la fábrica global, este se refiere a la implantación de empresas transnacionales en países de tercer mundo, aprovechando la mano de obra barata.
- e) La venta de empresas estatales, ya que principalmente distorsionaban el funcionamiento del mercado al manejar precios subsidiados o controlados y por lo tanto llevaban una competencia desleal, adicional la corrupción y los malos manejos que provocaban fuga de recursos y el aumento del desequilibrio en las finanzas gubernamentales.
- f) Flexibilidad laboral y nuevas formas de trabajo, obedece a una nueva relación capital-trabajo. Dentro de este contexto surgen figuras con responsabilidades e intervención directa sobre el trabajo a realizar, como el obrero polivalente, el cual desapareció un gran número de puestos de trabajo. Los instrumentos para llevar a cabo estos cambios fueron, los grupos o equipos de trabajo, círculos de control de calidad, control estadístico del proceso de producción y sistema justo de tiempo. De 1987 a 2001 las principales ramas exportadoras son automotriz, equipo electrónico, de telecomunicación, química, petroquímica, cemento, vidrio y la maquiladora. Con excepción del vidrio y el cemento las demás estaban dominadas por empresas transnacionales. China baso su despegue industrial de las últimas décadas atrayendo este tipo de inversión aprovechando el interés de las empresas transnacionales instalando plantas en su territorio con mano de obra barata convirtiéndose esto en una política en casi todos los países tercermundistas.

A c t u a l i d a d

El sector de la construcción comprende cualquier persona física o jurídica, que realice actividades en el territorio nacional, cuyo objeto sea construir o colaborar en la construcción de cualquier obra en donde se realicen actividades de todo tipo. Este sector no solo agrupa a quienes producen bienes antes mencionados, sino a todos los que colaboran en proveer materiales, su producción, distribución e incluso instituciones financieras. Y esta involucra a diversos grupos de personas en el desarrollo de cada proyecto como:

Dueños. Quienes conciben y determinan los objetivos de los proyectos.

Diseñadores. Regularmente Arquitectos e ingenieros junto con otros especialistas quienes transforman las concepciones de los dueños en proyectos detallados, mediante planos y especificaciones.

Constructores. (Contratistas y subcontratistas) quienes administran los esfuerzos necesarios con el fin de convertir los proyectos de los diseñadores en obras físicas.

Fuerza de trabajo. Formada por trabajadores, capataces y supervisores

Propietario primer usuario. Es el dueño del inmueble donde se ejecutó la obra y quien tiene contacto con el uso de las instalaciones o el fin para el que fue creado.

La industria de la construcción posee varias características que lo diferencian de otro tipos de industrias, entre las principales encontramos: Construcción por etapas, ciclo de vida, permanencia de la fuerza de trabajo, lugar de trabajo, características de las metas de producción, variación del trabajo, movilidad en el lugar de trabajo, trabajo artesanal y seguridad en la construcción. Además que los proyectos de construcción son siempre diferentes uno de los otros, cada obra presenta características particulares y específicas, la ejecución misma de las tareas u operaciones que involucran las fases de trabajo van variando continuamente. Es por estas razones que se puede afirmar que el trabajo dentro de esta industria no es rutinario y esto no se contrapone con la existencia de ciertas actividades repetitivas. El proceso de trabajo en la industria de la construcción involucra necesariamente el movimiento de la fuerza de trabajo de un lugar a otro, de acuerdo con las etapas y fases del proyecto. Los lugares designados para el trabajo No son permanentes, por lo tanto la fuerza de trabajo puede tener una movilidad ascendente o descendente. Este sector de la construcción es muy importante en el desarrollo de un país ya que proporciona elementos de bienestar básicos en una sociedad al construir puentes, carreteras, puertos, vías férreas, presas, plantas generadoras de energía eléctrica, industrias, así como viviendas, escuelas, hospitales, y lugares para el esparcimiento y la diversión como los cines, parques, hoteles, teatros, entre otros.

1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO



La industrialización en México tiene sus inicios desde la Corona Española en donde se llevaron a cabo muchas prohibiciones para el desarrollo de ciertas actividades, entre las cuales estaban los obreros . Estos obreros durante la época colonial estuvieron sujetos a prohibiciones tanto productivas como en las condiciones de trabajo de sus obreros. Este rigor de persecución de las autoridades amenazaba su control y dominio sobre las mismas. Se calcula que había 60,000 trabajadores ocupados en la industria textil. En la etapa de México independiente, los esfuerzos para crear una industria estuvieron a cargo de Lucas Alamán. El cual pensaba lograrlo por dos vías: la primera era el crédito y la segunda los aranceles, sin embargo no pudo cumplir su cometido por la inestabilidad política posterior a la guerra de independencia. No es hasta la dictadura porfirista donde grandes cambios se dieron en el terreno económico que afectaron el crecimiento industrial. Se incrementó la inversión extranjera sobre todo en los medios de transporte (ferrocarril) y en algunas ramas industriales (textil, petróleo, tabaco, electricidad, etc.). Para 1946-1981 las condiciones se fueron presentando y la presión económica fue tan fuerte que la industrialización se impuso poco a poco con una política proteccionista, el cual se convirtió en el eje del desarrollo económico nacional a partir de los años cuarenta. La reforma agraria cardenista, la expropiación petrolera, la nacionalización de los ferrocarriles, la creación de Nacional Financiera, del Instituto Politécnico Nacional y de otras instituciones fueron las bases que se necesitaban para dar impulso al proceso de industrialización. En este contexto el estado protegía a la industria de la competencia externa con la intención de generar divisas para importar bienes de capital e insumos necesarios para la producción industrial. A partir de los años setentas empieza a descender la importancia de la industria dentro del PIB con la consecuente baja de empleo industrial en los principales países capitalistas. Para 1982 con López Portillo la política proteccionista no fue capaz de contribuir al control de la balanza de pagos y la protección a la industria llevando al país a la quiebra. Esta tendencia a nivel global llevó a considerar que se vivía un proceso de desindustrialización y su lugar fue ocupado por los servicios por la revolución científico tecnológica.

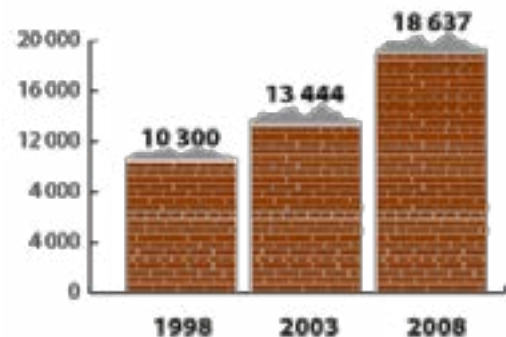
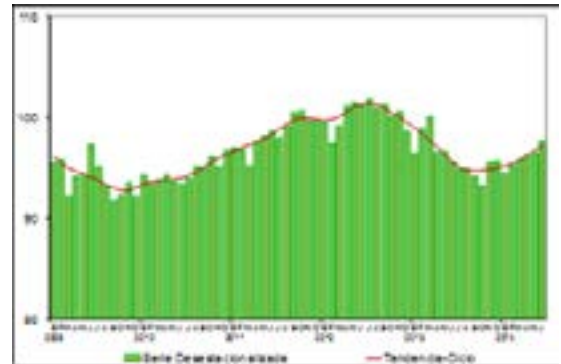


Por ejemplo la Industria de la Construcción creció 2.2% en el mes junio 2014 frente a la de junio de 2013, derivado de las mayores obras relacionadas con la Edificación de vivienda y los Trabajos especializados para la construcción. Adicionalmente, se elevó la demanda de materiales de construcción tales como: cables de conducción eléctrica; tubos y postes y otros productos de hierro y acero; aluminio; pinturas y recubrimientos; componentes electrónicos; equipo para soldar y soldaduras; cal, y "otros productos de plástico con reforzamiento", entre otros.

F u e n t e : I N E G I

El sector de la construcción utiliza insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, etc., por este motivo es uno de los principales motores de la economía del país ya que beneficia a 66 ramas de actividad a nivel nacional. En el periodo del año 2014 en el segundo trimestre la industria de la construcción aportó al PIB (Producto Interno Bruto) la cantidad de \$1,181,696.00 millones de pesos siendo equivalente al 7.4 %. Tomando en cuenta estas cifras y viendo la importancia de la industria de la construcción en México, está debería realmente ser una industria como cualquier otra, con procesos, mecanización,

prefabricación, pocas mermas en su elaboración. Pero la realidad es que, la actividad de la construcción en México ha sido tradicionalmente artesanal, teniendo como características elaborar la mayor parte de los componentes en la misma obra. Esta conceptualización de la construcción ha ido variando con el tiempo pero sin avances significativos a nivel industria. Dentro de la contribución que realiza este sector industrial encontramos que, del 100% de las empresas dedicadas, 50.2% de estas son de Edificación, 34.5% se dedica a la Ingeniería Civil y 15.3% a trabajos Especializados. De las cuales Las Micro Empresas representan el 42%, la pequeña empresa el 43%, la Mediana Empresa el 12% y la Grande el 2%. Sumando un total de 18 637 entidades económicas en nuestro país. Encontrando su registro principalmente en tres estados de la república: Distrito Federal, Jalisco y Nuevo León. Si tomamos en cuenta que las empresas constructoras con mayor nivel de industrialización y mecanización en su producción y operación son las Grandes empresas, podemos ver claramente la gran oportunidad de desarrollo que pudiera existir al fortalecer a las micro y medianas empresas al industrializarlas, elevando su productividad, haciéndolas más eficientes y competitivas.



Encontrando en estas cifras la importancia y trascendencia de industrializar de manera efectiva el sector de EDIFICACION que tiene mayor impacto en la sociedad y en el desarrollo económico Nacional. *“México tiene un atraso de 75 a 100 años en desarrollo, pues ni las universidades ni el sistema productivo han generado conceptos tecnológicos que lleguen de manera directa a la sociedad. Hay que producir, es la única forma en que México puede salir del subdesarrollo tecnológico y de la dependencia con otros países. El presidente de EMA, Guillermo Schiefer, expresó que países como China, India, Rusia y Brasil han comenzado a reestructurar sus procesos productivos, por lo que exhortó a hacer lo propio en México.”*

Por otro lado encontramos otros métodos constructivos que permiten a lo largo del tiempo la mejora en la producción y calidad de las construcciones: Construcción In situ Tecnificada. Considera elementos y tecnología de apoyo a la obra, como el uso de herramientas especiales, materiales innovadores y elementos de apoyo tecnificados (moldajes metálicos, uso de maquinaria mecánica que sustituya la fuerza de trabajo etc.). Construcción industrializada parcialmente. Considera elementos con origen de prefabricación, para después colocarlos en obra de forma definitiva. Estos pueden ser fabricados en el terreno o fabricas especializadas (cerchas, ventanas, puertas, losas, tabiques etc.). Construcción ampliamente industrializada. Aquí se aumentan el número de componentes que se realizan previamente en una fábrica, lo cual podría significar el 100% de la obra, para posteriormente llevarla al sitio y montarla. Esta tendencia a generar nuevos sistemas prefabricados más prácticos y livianos, ha permitido la incorporación de elemento Semipesados y livianos, trayendo consigo las ventajas que esto significa, ya que los traslados y operación de los elementos se facilita mucho más, adicionalmente a esto, permite la creación de nuevas fábricas de producción por no requerir de inversiones tan grandes y complejas como antes. Para fines de este texto nos enfocaremos en el método para transformar las primeras dos etapas In Situ tecnificada y Parcialmente Industrializada en procesos de producción industrial, para de esta forma industrializar la construcción. Aquí encontramos una gran importancia en el rol del profesional, el cual debe de tomar en cuenta las características anteriores para que los proyectos y obras a desarrollar logren un óptimo desempeño con bajos costos y reducción de tiempo, sin olvidar la calidad en ningún momento.

Y para poder lograr transformar el enfoque industrializado es fundamental que el profesional de la construcción cuente con una sólida formación, preparación científica y tecnológica, además de amplios conocimientos de administración, para de esta forma aplicar la tecnología actual y adecuarse a la innovación próxima en el mercado, manejando los recursos de forma eficiente en el desarrollo de los distintos proyectos en los que participe. Manteniendo siempre una mente analítica y crítica que le permita tener sus conocimientos actualizados, complementándose con la integración de equipos de trabajo multidisciplinarios, sin dejar de lado el gran sentido ético en su actuar reconociendo la responsabilidad social que esto implica. Otros aspectos igual de importantes son la capacidad para manejar los recursos existentes, evaluar la magnitud del riesgo e impacto de sus decisiones, evaluar económica y técnicamente las distintas alternativas, conocer de materiales, técnicas



INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
REPIENSANDO LA MANERA DE CONSTRUIR



El Presidente Calderón en la Inauguración del Pabellón de Baja Emisión de Co2

Antes que nada quiero, muy sinceramente, agradecer a nombre del pueblo y el Gobierno de México la donación que hace nuestro Gobierno amigo de la República Popular China y la Empresa Broad, que hoy nos hacen al pueblo de México.

Éste es un edificio innovador, como hemos podido constatar todos, un edificio de baja emisión de bióxido de carbono, que no sólo es una muestra de la amistad entre México y China, sino también una muestra de lo que se puede y lo que se debe hacer para reducir las emisiones de bióxido de carbono en México y en todo el mundo.

Hemos recorrido sus instalaciones, hemos recibido una explicación detallada sobre su método de construcción, sobre sus ecotecnologías, y sobra decir que estoy muy gratamente sorprendido, por varias razones.

Primero. Porque es un edificio que, como ya se explicó, fue construido en ocho días. Ojalá así nos pasara con todas las obras públicas que tenemos pendientes. Sino sobre todo por su, obviamente, su resistencia sísmica, pero también, especialmente, su elevada eficiencia energética. Son admirables los ahorros de energía en iluminación y en el sistema de aire acondicionado, así como en prácticamente todos los servicios que ofrece.

Y, bueno, para ir al grano, dónde está, creo que lo que he aprendido, el secreto de estos edificios está en la termicidad. Son edificios aislados, que hacen, precisamente, que cuando hace frío no entre el frío, o no cambie la temperatura tan rápido, y cuando hace calor, no entre el calor externo.

En eso consiste la termicidad, y ese es el gran secreto del ahorro de energía, en construcciones y en general, en el proceso civilizatorio, que como humanidad tenemos.

Creo que hay una prueba tangible que, con imaginación, con creatividad, con audacia, los seres humanos podemos iniciar una gran reconversión de edificios y viviendas con tecnologías verdes. Y aquí está la muestra de un modelo de desarrollo en el que sí se puede avanzar hacia el camino verde, del que tanto hemos venido hablando en la COP16 aquí, en Cancún. Esperemos que puedan consolidarse acuerdos en adaptación, por ejemplo, para transferir recursos y tecnología a los países más pobres para reparar los enormes daños que les causa el cambio climático, adaptarse a ese cambio climático.

Creo que tendremos grandes avances en materia de tecnología y transferencia de tecnología. Si eso se aprueba, por ejemplo, tecnologías térmicas como las que usa esta institución en el Broad Pavilion, van a ser susceptibles de ser transferidas a los países en desarrollo.

Es decir, va a ser susceptible comprar la tecnología o comprar la, incluso, edificios, diría yo, para poder emitir menos carbón en la construcción y en el mantenimiento de edificios, en la operación misma.

Es muy interesante, por cierto, este edificio. Ver que la técnica es, simple y sencillamente, modular, es una técnica, nos explicaba la Directora, es la técnica como del LEGO, o MECANO en mis tiempos. Se van juntando piezas una sobre otra y se arman así los edificios. Es una gran ventaja que permite que, incluso, las piezas hayan sido traídas de China y armadas aquí. Y creo que eso va a revolucionar también la industria de vivienda y de construcción.

Pero decía yo que si se aprueba la transferencia de tecnología como uno de los puntos de la COP, que yo creo que se va a aprobar, van a poder adaptarse mucho más rápido países pobres a tecnologías innovadoras de desarrollo sustentable.

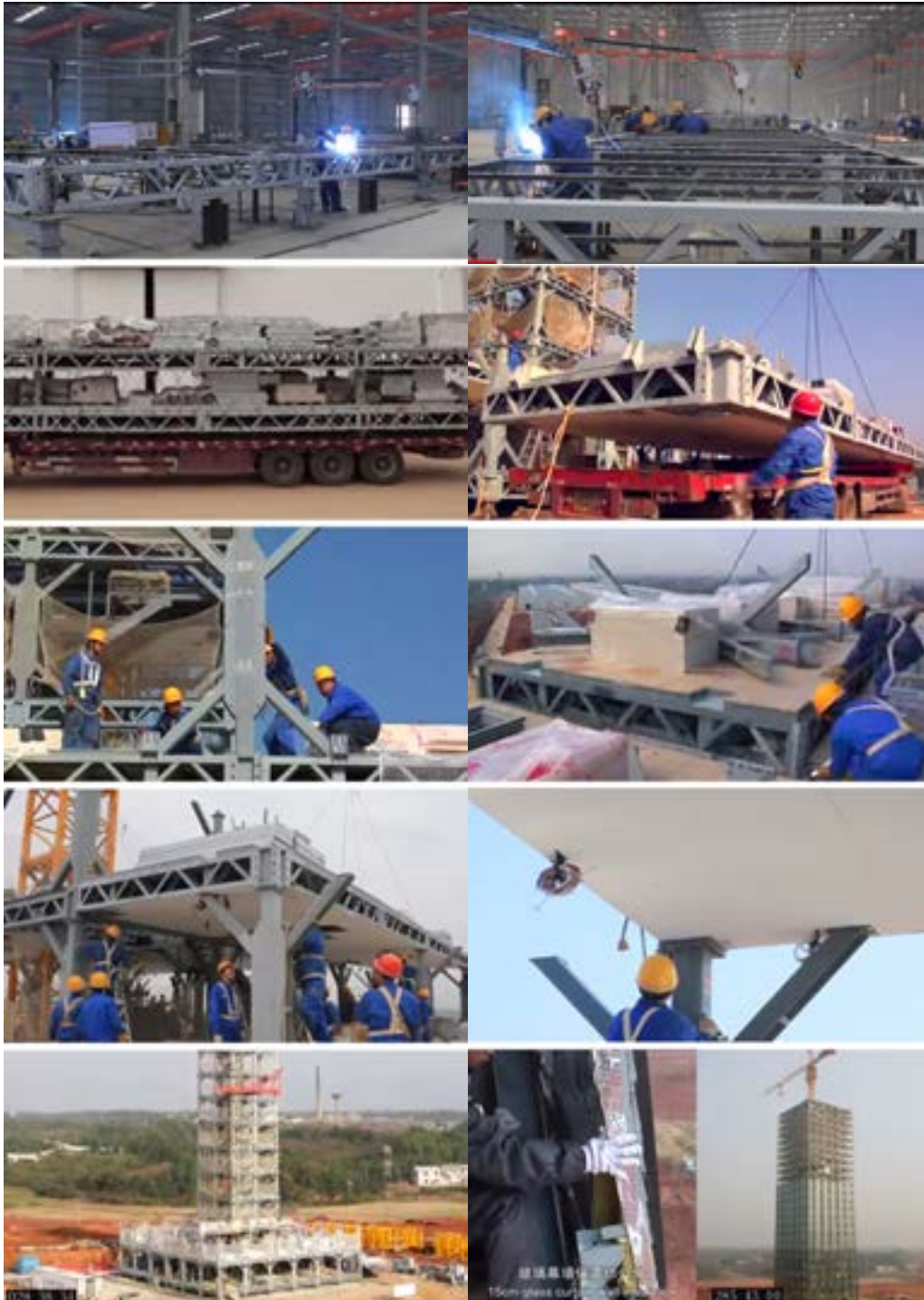
Encontrando en estas cifras la importancia y trascendencia de industrializar de manera efectiva el sector de EDIFICACION que tiene mayor impacto en la sociedad y en el desarrollo económico Nacional.

“México tiene un atraso de 75 a 100 años en desarrollo, pues ni las universidades ni el sistema productivo han generado conceptos tecnológicos que lleguen de manera directa a la sociedad. Hay que producir, es la única forma en que México puede salir del subdesarrollo tecnológico y de la dependencia con otros países. El presidente de EMA, Guillermo Schiefer, expresó que países como China, India, Rusia y Brasil han comenzado a reestructurar sus procesos productivos, por lo que exhortó a hacer lo propio en México.”

Y para poder lograr transformar el enfoque industrializado es fundamental que el profesional de la construcción cuente con una sólida formación, preparación científica y tecnológica, además de amplios conocimientos de administración, para de esta forma aplicar la tecnología actual y adecuarse a la innovación próxima en el mercado, manejando los recursos de forma eficiente en el desarrollo de los distintos proyectos en los que participe. Manteniendo siempre una mente analítica y crítica que le permita tener sus conocimientos actualizados, complementándose con la integración de equipos de trabajo multidisciplinarios, sin dejar de lado el gran sentido ético en su actuar reconociendo la responsabilidad social que esto implica. Otros aspectos igual de importantes son la capacidad para manejar los recursos existentes, evaluar la magnitud del riesgo e impacto de sus decisiones, evaluar económica y técnicamente las distintas alternativas, conocer de materiales, técnicas de construcción, herramientas matemáticas de optimización, del entorno legal y del medio ambiente. nos explicaba la Directora, es la técnica como del LEGO, o MECANO en mis tiempos. Se van juntando piezas una sobre otra y se arman así los edificios. Es una gran ventaja que permite que, incluso, las piezas hayan sido traídas de China y armadas aquí. Y creo que eso va a revolucionar también la industria de vivienda y de construcción.

Pero decía yo que si se aprueba la transferencia de tecnología como uno de los puntos de la COP, que yo creo que se va a aprobar, van a poder adaptarse mucho más rápido países pobres a tecnologías innovadoras de desarrollo sustentable. aprobar, van a poder adaptarse mucho más rápido países pobres a tecnologías innovadoras de desarrollo sustentable.

Por otro lado encontramos otros métodos constructivos que permiten a lo largo del tiempo la mejora en la producción y calidad de las construcciones: Construcción In situ Tecnificada. Considera elementos y tecnología de apoyo a la obra, como el uso de herramientas especiales, materiales innovadores y elementos de apoyo tecnificados (moldajes metálicos, uso de maquinaria mecánica que sustituya la fuerza de trabajo etc.). Construcción industrializada parcialmente. Considera elementos con origen de prefabricación, para después colocarlos en obra de forma definitiva. Estos pueden ser fabricados en el terreno o fabricas especializadas (cerchas, ventanas, puertas, losas, tabiques etc.). Construcción ampliamente industrializada. Aquí se aumentan el número de componentes que se realizan previamente en una fábrica, lo cual podría significar el 100% de la obra, para posteriormente llevarla al sitio y montarla. Esta tendencia a generar nuevos sistemas prefabricados más prácticos y livianos, ha permitido la incorporación de elemento Semipesados y livianos, trayendo consigo las ventajas que esto significa, ya que los traslados y operación de los elementos se facilita mucho más, adicionalmente a esto, permite la creación de nuevas fábricas de producción por no requerir de inversiones tan grandes y complejas como antes. Para fines de este texto nos enfocaremos en el método para transformar las primeras dos etapas In Situ tecnificada y Parcialmente Industrializada en procesos de producción industrial, para de esta forma industrializar la construcción. Aquí encontramos una gran importancia en el rol del profesional, el cual debe de tomar en cuenta las características anteriores para que los proyectos y obras a desarrollar logren un óptimo desempeño con bajos costos y reducción de tiempo, sin olvidar la calidad en ningún momento.



VIBOSA

Esta empresa fabrica y provee distintos elementos estructurales, desde las comunes viguetas y bovedillas de alma abierta para construcciones menores hasta traveses rigidizantes, traveses portantes, traveses tipo cajón utilizadas en puentes vehiculares. Estos elementos estructurales se integran a la construcción pero no la sustituyen del todo, ya que si bien es cierto que se avanza en la colocación de columnas prefabricadas, y posteriormente se colocan de igual forma las traveses portantes, y seguido del colado de las losas pequeñas o losas tipo TT, éstos se quedan en la estructura portante, para posteriormente realizar los trabajos de cerramiento de fachadas e interiores de forma independiente.



BARBIERI

El sistema estructural llamado "Steel Framing" se basa en la prefabricación de marcos semi rígidos de fierro galvanizado con un espesor mínimo de 5 milímetros, y este cuenta con una serie de distintos perfiles para

cada función estructural pertinente dependiendo del proyecto y área en construcción. Montándose sobre una losa de cimentación sencilla, generando todos los elementos estructurales de la obra como muros, losas, entrepisos, plafones, pisos falsos etc. Con un procedimiento sencillo de recubrimiento de placas con tratamiento para intemperie y placas de yeso para el interior, ayudándose de capas de lana y membrana impermeabilizante. La desventaja es que se puede utilizar para construcciones pequeñas de un máximo de dos niveles en zonas altamente sísmicas y tres niveles en zonas con poca incidencia de temblores.

Hoy en día podemos encontrar en el mercado Mexicano una serie de empresas dedicadas al ramo de la construcción de tipo prefabricación que proveen distintas soluciones en. Para términos prácticos y de manera general mencionaremos las más relevantes, así como su sistema constructivo o componentes especializados prefabricados si pertenecen a un sistema de ciclo cerrado o abierto.



Este sistema interactúa con un elemento estructural ajeno a su sistema que es la cimentación, ya que hay que preparar de manera regular una cimentación superficial (contratraves con acero de refuerzo y una losa de cimentación con un armado de malla electro soldada de refuerzo unido a las contratraves, de donde se desplantan los paneles muros). Cabe destacar que además de la cimentación durante el proceso

constructivo se utiliza el cimbrado de forma tradicional, y los acabados necesarios en los paneles a base de lanzamiento de mezcla para sus recubrimientos interiores y exteriores, siendo este paso esencial para su correcto funcionamiento estructural.

PRETECSA

Diseño y fabricación de elementos prefabricados de concreto y concreto ligero reforzado con fibra de vidrio. Especializados en fachadas prefabricadas, productos de concreto para urbanización y vivienda, mobiliario urbano, esculturas y productos para edificación de naves industriales a través de grandes paneles de concreto. Este tipo de sistemas solo sustituyen las fachadas finales ahorrando tiempo y asegurando la calidad del terminado exterior final de la edificación, pero dependiendo totalmente del sistema constructivo utilizado, y la calidad de ejecución del mismo, para su montaje correcto a la hora de la instalación.

DANSTEK

LOSAS BDM

Este sistema estructural consiste en fabricar módulos de losas prefabricadas para grandes claros, a través del proceso de colado de una losa de determinadas dimensiones dependiendo de las necesidades del cliente, para posteriormente insertar una armadura ligera conformada por viguetas acero estructural unidas en su parte inferior y superior por malla electro soldada, estando separadas por esferas plásticas que ocupan el espacio en forma de bovedillas esféricas, para posteriormente colar en sitio la capa superior de la misma losa. Acelerando y sustituyendo parcialmente el proceso de cimbrado de claros grandes, además de sustituir la utilización del plafón, ya que esta primera capa de concreto sustituye esa función en su totalidad.

COLUMNAS PREFABRICADAS

El sistema estructural de columnas prefabricadas consiste en la fabricación de las distintas columnas que se requieren con un diseño preestablecido, siendo algunas coladas en su totalidad en la fábrica dejando salientes donde se apoyaran las vigas y trabes o colado en secciones para permitir el anclaje de la losa y de las trabes en un posterior colado de la unión en la obra. Cabe resaltar que las columnas totalmente coladas no son compatibles con otro sistema de losas danstek, ya que no se podrán unir a la misma por no tener las ranuras de columna y poderlas unir estructuralmente.



Se necesita forzosamente la utilización de vigas de concreto o acero.

FACHADAS PREFABRICADAS FAPRESA

Este sistema de fachadas al igual que PRETECSA son elementos de concreto pre colado e instalado una vez se encuentra lista la edificación.





VIGUETA Y BOVEDILLA

El sistema vigueta y bovedilla está constituido por los elementos portantes que son las viguetas de concreto pre-esforzados y las bovedillas como elementos aligerantes. Las viguetas se producen en diferentes tamaños, secciones geométricas y diferentes armados (alma abierta y pre-tensada) así mismo las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier necesidad. Las recomendaciones necesarias para este sistema son mantener la relación máxima de claro a peralte de losa no sea mayor a $L/H=25$ con bovedillas de cemento arena, relación máxima de claro a peralte de losa o sea mayor a $L/H=20$ con bovedillas de poliestireno y por último la colinealidad en las viguetas y armado para tomar el momento en la continuidad (negativo). Este sistema de manera general sustituye el elemento estructura de la losa maciza de concreto armado así como su cimbra de contacto (triplay, duela, tarimas etc.), ahorro de hasta un 85 % en la cimbra total de la losa, ahorro en tiempo de ejecución de las losas, menos costo por



m² de la losa, ahorro de mano de obra de habilitado y armado de acero de refuerzo, ahorro de material como alambre para amarres, reducción de desperdicios, mano de obra no especializada, entre otros. Este tipo de sistema al sustituir solo un elemento estructural sigue requiriendo de elementos estructurales como cimentación, muros, castillos y cadenas de cerramiento.



MECCANO

Este sistema constructivo SE CREO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA. Conociendo las deficiencias del sector inmobiliario, ofrece agilizar, facilitar y utilizar la mejor tecnología para reducir el proceso constructivo de la vivienda en serie, impulsando así un mejor desarrollo del sector al reducir tiempos empleados en operaciones de la obra de forma integral. Este sistema constructivo consiste en cimbras metálicas que encofran el 100% de una vivienda, muros, losas, escaleras, pretilas, etcétera, que permite colados monolíticos y produce hasta cuatro viviendas por día en un solo colocado, con un reducido grupo de operadores. Teniendo como ventajas la misma apariencia en cuanto acabados, permite asegurar resultados de los presupuestos en tiempo y costo de grandes desarrollos y reduce indirectos por la manejo y supervisión de mano de obra. Transforma un producto artesanal en una línea de producción continua, que reduce a cero los desperdicios de material y mano de obra estandarizando los costos por unidad, de la misma forma que en cualquier otro tipo de industria.



CONVITEC

Este sistema consta de paneles, que se componen de un centro de poliestireno encerrado en una malla tridimensional de alambre de acero galvanizado de calibre #14 de alta resistencia, compuesto por armaduras verticales denominadas escalerillas, cuya característica principal es su forma de diagonales continuas en toda la altura del panel. Las armaduras están unidas a lo ancho del panel por alambres horizontales calibre #14 electro-soldado en cada punto de contacto. La retícula de alambre está completamente separada a 9.5 mm. del poliestireno para permitir un correcto amarre del mortero aplicado a cada cara del panel después de su montaje. Y tiene como características tener paredes más resistentes y livianas que las de bloques (sismos), cuentan con aislamiento térmico, aislamiento acústico, fácil transporte, fácil instalación y versatilidad. sus recubrimientos interiores y exteriores, siendo este paso esencial para su correcto funcionamiento estructural.



- e) Se mejora la calidad gracias a la fabricación controlada.
- f) La construcción se hace de manera independiente respecto a las condiciones climáticas prevalentes teniendo una gran ventaja en tiempos de fabricación.

Todo esto redundará en una reducción significativa de los costos y en la mejora de las condiciones en que trabaja el personal.

En cambio las desventajas principalmente se encuentran en el transporte de las piezas fabricadas, ya que es más difícil de llevar a cabo que los materiales. Aquí realizamos una valoración respecto a los costos y ventajas que tendría este sistema para cada proyecto y para que sea operable tienen que predominar de manera clara estas sobre cualquier otro tipo de sistema de construcción.

En este tipo de sistemas constructivos encontramos algunos principios básicos:

1. La obra debe hacerse con un número reducido de elementos. Y se entiende por elemento tipo, aquella pieza constructiva que desempeñe en la obra una determinada función; por ejemplo columnas, paneles de muro, losas etc.
2. En materia de elementos-tipo debe haber el menor número posible de elementos diferentes y en dado caso esos elementos poder ser fabricados con los mismos moldes o principios.
3. Tener pocas y fáciles combinaciones y que estas sean iguales entre si para la misma obra.
4. Los elementos deben estar previstos para realizar varias funciones por ejemplo soportar cargas y cerrar locales.
5. Los elementos deben de ser fabricados mecánicamente o por lo menos a un grado mediano de mecanización.
6. Deberán corresponder a una misma categoría de pesos con lo cual puedan montarse económicamente con una misma grúa. Y estos deberán ser considerados en grupos con características similares:
 - a) Elementos de sencilla fabricación y transporte, que puedan realizarse en un taller y que en su mayoría sean piezas lineales hasta de 30 metros de longitud.
 - b) Elementos de grandes dimensiones de tipo superficial fabricados mecánicamente, que desempeñen simultáneamente las funciones de soportar cargas y de cerrar espacios, que necesiten poco trabajo de montaje en la obra y que eventualmente puedan ser fabricados a pie de la obra.
 - c) Elementos pequeños fabricados en serie que mediante postensado pueden unirse en estructuras portantes unitarias.

VARIEDAD EN EL MERCADO CONTEMPORANEO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MEXICO
Hoy en día existen alrededor del mundo una cantidad diversa de sistemas constructivos partiendo desde los tradicionalmente conocidos como las construcciones In situ de forma artesanal, hasta sistemas altamente industrializados. En países considerados de primer mundo, es muy común encontrar diversas empresas que realizan edificaciones industrializadas en sus fábricas como cualquier producto comercial y posteriormente montados en el sitio previamente preparado. Esta situación en México nos es ajena, ya que la forma de construcción como ya lo hemos mencionado en puntos anteriormente, es en el mejor de los casos parcialmente industrializada, por tanto la oferta de este tipo de empresas se puede considerar como nula. Dicho lo anterior será tema de esta sección analizar la oferta de los distintos sistemas constructivos existentes en el mercado contemporáneo, para comprender su nivel de industrialización, así como sus diversas características particulares. Entendiendo el sistema constructivo como el acomodo lógico de una serie de materiales para satisfacer un servicio de un elemento estructural determinado, como el proteger contra los efectos del intemperismo y soportar el peso de la estructura, acabados, equipos, instalaciones etc. Además existen diversas consideraciones que se deberán tomar en el diseño o implementación de un sistema constructivo como cumplir con la factibilidad técnica y económica y proponer a mejor de las soluciones posibles para tomar en cuenta la correcta evaluación del peso. Debido a las incertidumbres que se generan se tendrá que ser razonable en relación con la valoración de características como intensidad de carga y así poder entender el tipo de acciones que actuarán sobre el sistema constructivo. Dentro de los sistemas constructivos más popularmente conocidos encontramos el Sistema de Vigueta y Bovedilla (enfocado a losas de entrepiso, losas de azote), Meccano (cimbra metálica que sustituye todo el proceso de construcción de una edificación, por lo regular vivienda unifamiliar), sistema Convitec (enfocado a sustituir el sistema constructivo casi en su totalidad teniendo una dependencia con la preparación de una losa de cimentación de forma tradicional aplicable para vivienda unifamiliar de dos niveles máximo de altura), Fachadas Integrales Pretexsa, (sustituye los muros perimetrales de una edificación, siendo aplicable a cualquier tipo de construcción preferentemente con una modulación y dimensiones en serie), Danstek (sistemas de losas, sistemas de columnas y fachadas prefabricadas para grandes claros), Vibosa (suministro y fabricación de prelosas, vigueta y bovedilla, columnas, trabes portantes, trabes rigidizantes) y Barbieri (sistema estructural a base de perfiles de fierro galvanizado de 5mm de espesor)

4.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PREFABRICADOS EN MÉXICO

La prefabricación es un método industrial de construcción en el que elementos prefabricados en grandes series, por los métodos de producción en masa, son montados en las obras mediante aparatos y dispositivos elevadores. La construcción se efectúa en dos etapas: fabricación de los elementos en fábrica y montaje de los mismos en la obra. Se llaman prefabricados a esos elementos, expresando así que se colocan en obra y se combinan y unen en ella cuando ya están moldeados y endurecidos previamente. El sistema de producción que utiliza tales elementos se designa con la denominación de construcción prefabricada, o también construcción por montaje, ya que esta es otra de las características básicas del procedimiento constructivo. El proyecto del edificio tiene que completarse con las técnicas de fabricación y montaje. En lugar de la mano de obra hay las inversiones que la sustituyen. Cuanto más importante la mecanización y más perfecta la técnica de fabricación, tanto más elevadas han de ser las inversiones de capital desembolsado. Características de los materiales de construcción: Deberían poderse fabricar por medios mecánicos, posibilidad a unirse fácilmente y sencilla, desempeñar funciones portante y cerramiento, también deberían de ser aislante térmico, hidrófugo, y resistente a la putrefacción, resistente al fuego y de volumen estable, apto para ser aserrado y clavado de manera fácil, no necesitar mantenimiento continuo y poseer elevadas resistencias. En la actualidad no existe ningún material con todas esas características y si existiera sería válido revisar los costos del material.

Cuando una construcción se hace a base de acero o de madera se ejecuta siempre por montaje. Las piezas que los componen son fabricables por medios mecanizados, no obstante para conseguir la doble misión portante y cerramiento se requiere demasiado acero. La superficie portante se hace con una placa de concreto armado, también tiene que protegerse muchas veces con concreto o con revestimientos para el fuego y sin olvidarse de la protección contra la oxidación.

El concreto armado, puede producirse según los métodos de fabricación masiva, esta desempeña la doble misión de portante y cerramiento, no exige ningún tipo de mantenimiento y no necesita medidas de protección contra el fuego u oxidación.

Este tipo de construcción se introdujo en obra de carácter industrial, de grandes dimensiones y con elementos que se repiten en gran número, caracterizándose por los siguientes aspectos:

- La duración de las obras se acorta, ya que la obra se enfoca básicamente a dos etapas en sitio que es, trabajos de cimentación y montaje de elementos prefabricados.
- La necesidad de materiales a emplear se reduce mucho ya que desaparecen en su mayoría si no es que en su totalidad las cimbras y andamios. Además de proporcionar secciones estructurales ventajosas, las cuales nos disminuyen cantidades necesarias de acero y concreto, disminuyendo por ende el peso total del edificio.
- El trabajo efectuado a base de grandes series permite la utilización de máquinas, lo cual reduce en gran medida el costo de la mano de obra, además el elemento fabricado se produce en mejores condiciones.
- Son necesarios menos operadores ya que las piezas son producidas en fabrica, en ocasiones los especialistas son sustituidos por mano de obra más sencillas capacitándoseles para realizar ciertas tareas específicas.



Los sistemas de ciclo abierto

Este sistema de construcción industrializada se basa en producir elementos constructivos funcionales polivalentes, es decir que son susceptibles de ser utilizados en distintos organismos y categorías arquitectónicas. Otra de las características de este ciclo es que a diferencia del ciclo cerrado aquí no se ponen en el comercio edificios completos, sino componentes industrializados para construir para construir los mismos, por esta razón también se le conoce por el nombre de "fabricación por componentes". Este se caracteriza por tener una mayor penetración en el mercado, tener una mayor flexibilidad real sobre la "longitud" de la producción, se adapta mejor a las empresas constructoras, limita los costos por medio de la creación de empresas productoras especializadas en cada componente, permite la introducción de empresas medianas y pequeñas a la industrialización y da más libertad al proyecto del organismo a nivel arquitectónico-constructivo. Para la puesta en marcha de un sistema a ciclo cerrado es necesario tomar en cuenta a nivel entidades públicas, contar con normas de coordinación dimensional bajo bases modulares y conocimiento sobre el uso y aplicación de los componentes. A nivel de producción se necesita tener iniciativas comunes coordinadas entre productores y empresarios. Y a nivel proyecto es indispensable la coordinación dimensional modular, a fin de permitir la integrabilidad de los componentes. La edificación a ciclo abierto se difundió principalmente por entidades públicas y asociaciones como las "Modular Society" a nivel europeo el cual estableció (1M=10cm). Para fines de esta investigación nos centraremos en la construcción de tipo CICLO ABIERTO ya que es la que mejor se adapta a la finalidad del presente texto.

Los primeros ejemplos de del uso de bases modulares lo hicieron empresas que se dedicaban a la colocación de esqueletos o estructuras portantes, y las cuales tenían que tener en cuenta que su producto estuviese coordinado con los otros elementos constructivos funcionales, especialmente los muros perimetrales y elementos de revestimiento en fachadas.

Los sistemas de ciclo abierto

M O D U L A C I Ó N

La palabra modulación se deriva de standard que significa patrón o norma, y representa un símbolo de unidad, por lo que un patrón puede ser considerado como un acuerdo entre las partes interesadas y donde intervienen:

Productores
Proveedores
Consumidores y
Organizaciones de investigación.

Es la base de todos los productos industrializados y tienen enormes exigencias de plena utilización de maquinaria e instalaciones, siendo una necesidad absoluta. Es deber de la normalización simplificar y reducir el costo de producción a través de claras especificaciones sobre el producto. De este modo las normas pueden exigir calidad o especificaciones sobre los materiales. Sobre las características funcionales, acabado del producto, y sus dimensiones, teniendo una relación íntima con la edificación respecto a la relación entre el sistema modular y la normalización. El modulo en la edificación sirve para indicar la elección de un parámetro o unidad de magnitud como referencia para determinar la coordinación dimensional de las paredes de un organismo arquitectónico. La unidad de magnitud para la coordinación dimensional puede ser lineal o tridimensional; en el primero de los casos se tiene modulo-medida y en el segundo el modulo-objeto. Por convenio internacional se ha adoptado como MODULO BASE 1dm=1M esto a partir de 1953. El modulo base internacional corresponde a un número entero para tener una relación simple con el sistema métrico decimal al que está referido y eliminar así, en las dimensiones modulares del componentes las fracciones. Y esta en resumen determina una correlación entre las dimensiones modulares que deben poseer el componente industrializado y los parámetros de referencia a adoptar al proyectar el organismo.

Existen varios tipos de elementos prefabricados que se clasifican según su:

Grado de prefabricación	Función	Tamaño
☉ Total	☉ Resistente	☉ Livianos
☉ Parcial	☉ Cerramiento	☉ Pesados
	☉ Ornamental	
Forma	Tipificación	Método de Ejecución
☉ Lineales	☉ Normalizados	☉ Industrial a gran escala
☉ Bloques	☉ Tipificados	☉ En taller
☉ Superficiales	☉ Individuales	☉ En obrador

Todas estas categorías contenidas en la Figura 1.3, se producen prácticamente en dos materiales altamente comerciales: Las estructuras en Concreto y las Estructuras en Acero, de las cuales, este estudio profundizará en las estructuras en acero y más específicamente en las armaduras mezcladas con otros componentes.

3.- LOS PROCESOS INDUSTRIALIZADOS Y EL MODULO

La industrialización de la edificación en si significa, el proceso de transformación estructural que ha experimentado, con la industrialización, el sector de la edificación en todos sus niveles de actividad. Y es fundamental conocer las diferencias de conceptos básicos que intervienen en nuestro lenguaje relacionado a los procesos industrializados con referencia al sector de la construcción y podemos entender y diferenciar:

- Edificación industrial como, aquella que indica un destino de uso generalmente de cualquier tipo y con actividades relacionadas a cualquier tipo de industria.
- Industria de la construcción como, el sistema constituido por las empresas constructoras y las productoras de materiales relacionados a la construcción.
- Construcción industrializada como, el organismo arquitectónico u obra de infraestructura cualesquiera, realizada con procedimientos industrializados.
- Procedimiento industrializado como, aquel que sirve para designar el procedimiento constructivo basado en la mecanización y en la organización programada, teniendo como característica particular la producción de elementos constructivos funcionales integrables, con operaciones en taller y obra.

Uno de los principales objetivos por los cuales la construcción industrializada se caracteriza, es por contar con elementos constructivos funcionales producidos en serie con el fin de realizar edificaciones rápidamente, reduciendo al máximo las operaciones en obra y para ello es esencial contar con una estructura económico-orgánica y metodología apropiada de proyecto y ejecución. Otra característica a tomar en cuenta es el contexto de la transformación estructural. Actualmente existen dos principales sistemas de producción, los cuales son de ciclo cerrado y los de ciclo abierto.

Los sistemas de ciclo cerrado

En este sistemas se produce determinados organismos arquitectónicos, para que cada elemento constructivo funcional pueda ser producido en serie en un taller y por lo tanto montado en obra. Este se descompone en partes dimensionalmente coordinadas con la capacidad de conexión entre sí para obtener determinada construcción. Los límites de este tipo de ciclo son que se requiere una determinada cantidad de edificios o unidades del mismo tipo, se cierra la posibilidad de abrir estos componentes al mercado y favorece exclusivamente a las grandes empresas constructoras respecto a las medianas y pequeñas. La construcción a ciclo cerrado la podemos resumir como la producción de predeterminados edificios (unificación de modelo), mediante prefabricados en serie, en taller, de los elementos constructivos funcionales o mediante la industrialización de los vertidos de concreto.



3.- CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA: PREFABRICACIÓN.

Para poder comprender mejor el concepto de la prefabricación, mencionaremos de manera breve el surgimiento y origen de la misma, con el fin de entender su evolución, para de esta forma identificar fácilmente en qué etapa tecnológica y temporal nos encontramos hoy en día. Logrando con esto una conceptualización global del presente proyecto y su trascendencia.

La prefabricación es una de las formas de manifestarse del proceso de industrialización pero no la única. El gran panel de concreto fue hecho el logotipo de la reconstrucción europea tras la segunda Guerra Mundial. Durante el periodo de 1950 a 1970 los sistemas cerrados a base de grandes paneles fueron dominantes en la Europa del Este y se caracterizaban por:

- a. Necesidad de varios miles de viviendas agrupadas
- b. Proyectos con escasas variaciones en planta
- c. Bloques de tipología lineal y de la mayor longitud posible
- d. Luces mínimas para no tener problemas de fisuras de transporte
- e. Anulación de toda flexibilidad de distribución

En general la industrialización ha sido para el proyectista un tema de economía de construcción y el sistema un gran obstáculo para hacer arquitectura. Apartir de 1975 empieza a hablarse de los sistemas cerrados a base de grandes paneles como la primera generación de tecnología de industrialización. Que a su vez sentó las bases para la industrialización abierta, que consiste en construcción a base de componentes compatibles. Por otro lado se comprobó que las tecnologías de producción de componentes resistían bien las crisis, y que si bien era cierto que no producía una baja real de costos, si presentaban una mejor adaptación a la evolución, los componentes se adecuaban favorablemente al creciente mercado de viviendas unifamiliar y la electricidad hizo posible mantenerse dentro de las normativas vigentes en su momento. La industrialización en la construcción se asocia frecuentemente con la vivienda de emergencia o con una visión de provisionalidad de las construcciones, y estos son los resultados de una concepción simplista del fenómeno de la industrialización que es preciso matizar. Dentro de la industrialización nos encontramos con características específicas como son: mecanización, racionalización, aumento de productividad y de capital fijo, control, organización entre las más relevantes. Y la podemos considerar como el resultado de una determinada aplicación de tecnologías, que se materializan bien en el proceso de producción, tecnología del proceso, o en el producto, tecnología del producto.

La obra de edificación del hombre requiere, para manifestarse, un sistema operativo, es decir, un conjunto correlacionado de actividades. La forma en que se desarrollan y organizan, a nivel intelectual y material, las actividades para la edificación dan lugar al proceso de la edificación. En cuanto su estructura técnico-operativa, la empresa constructora difiere de otras actividades industriales porque, en la generalidad de los casos, no puede localizarse, antes bien su característica principal es la movilidad, consecuencia de la variación de la localización de las obras a efectuar. Podemos referirnos al índice de industrialización como un indicador de cantidad y al grado como un indicador de cualidad, del tipo de industrialización adoptado en una construcción o programa. Las empresas constructoras industrializadas se basan fundamentalmente en los siguientes factores:

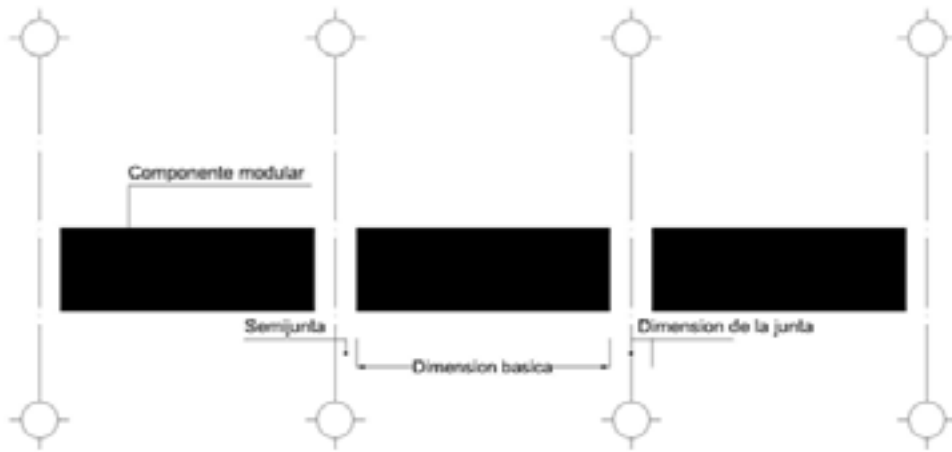
- Racionalización de la obra
- Adopción de procedimientos constructivos que permitan superar los límites impuestos por la variación de las estaciones y conseguir más cuidado de los ciclos de trabajo.

Y esta tiende a: la programación técnico-económica, a la máxima mecanización de la obra, a la unificación y normalización de los elementos constructivos y a la rápida construcción. El constante proceso de industrialización a través de una mecanización cada vez más elevada de la obra, constituye índices que pueden hacer considerar la industrialización de la edificación como un hecho. La producción de elementos constructivos puede ser clasificado como:

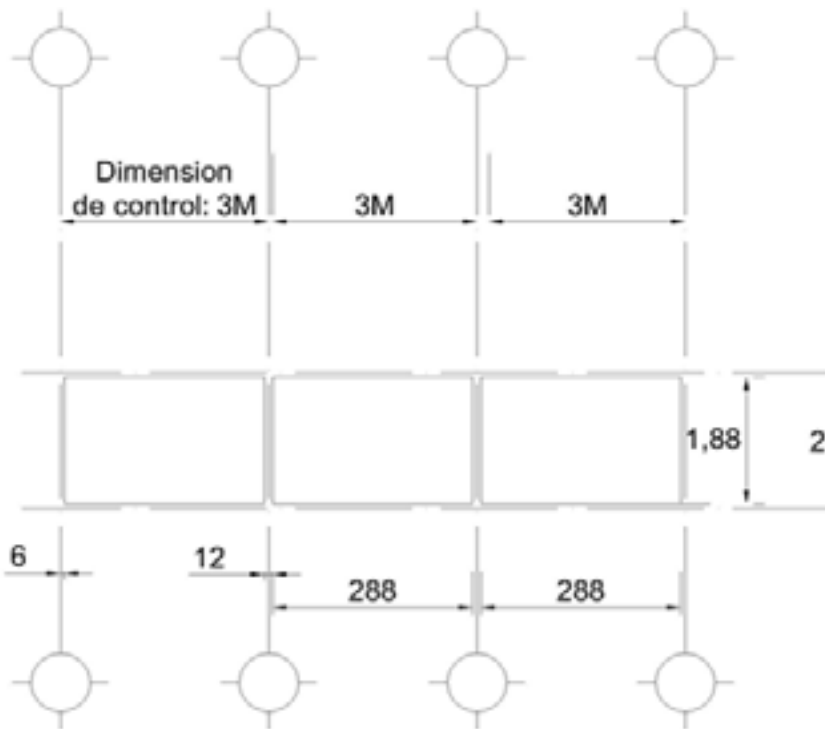
- Producción de elementos constructivos base (por ejemplo: perfiles metálicos y de resinas sintéticas, materiales cerámicos, bloques de concreto, baldosas, losas de diversos materiales etc.)
- Producción de elementos constructivos funcionales simples, (por ejemplo: puertas y ventanas, armaduras, paneles-tabique, columnas o vigas de acero o concreto armado, etc.)
- Producción de elementos constructivos complejos, (por ejemplo: ventanas mono bloque, paneles acabados de cierre horizontal o vertical, paredes equipadas, bloques de baño, bloques de cocina, etc.)

Además de tomar en cuenta aspectos como, el análisis del procedimientos constructivo para el que se destinara el objeto y que el propio tiene como características, el análisis del espacio construido que el objeto contribuye a determinar y por consiguiente la capacidad de prestaciones que el objeto debe poseer, la investigación de mercado para la colocación del producto, operación del proyecto localizable en el ámbito de diseño industrial que a su vez conduce a la realización de un prototipo, la puesta a punto del prototipo, iniciación de la producción y la introducción del objeto en el mercado.

Ejemplo 1:
 Un muro de bloques con juntas de mortero tiene las siguientes dimensiones:



Componentes Modulares: Dimension Basica + Junta = Dimension de coordinacion debe ser divisible por M.

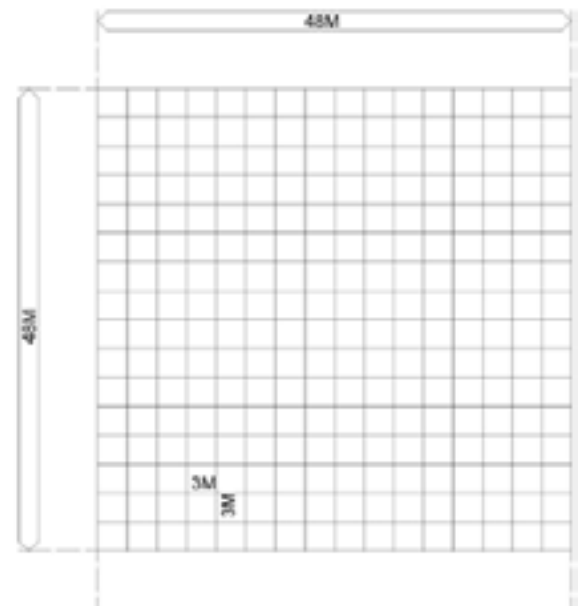
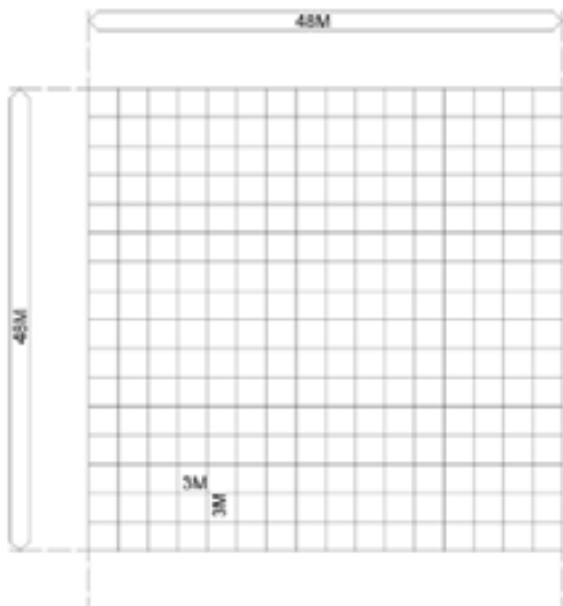
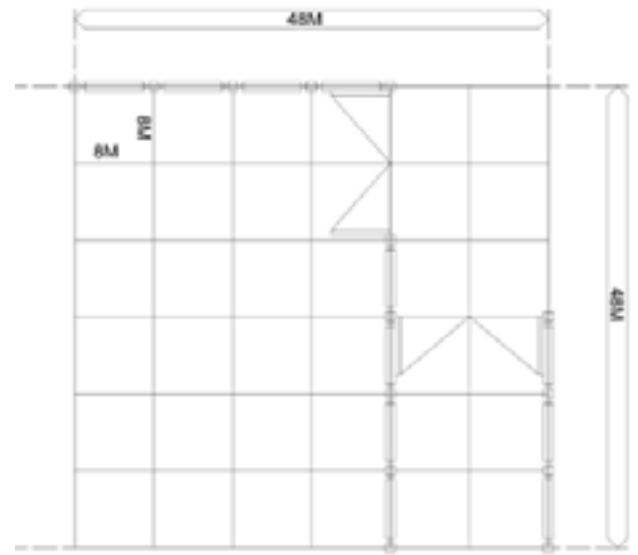
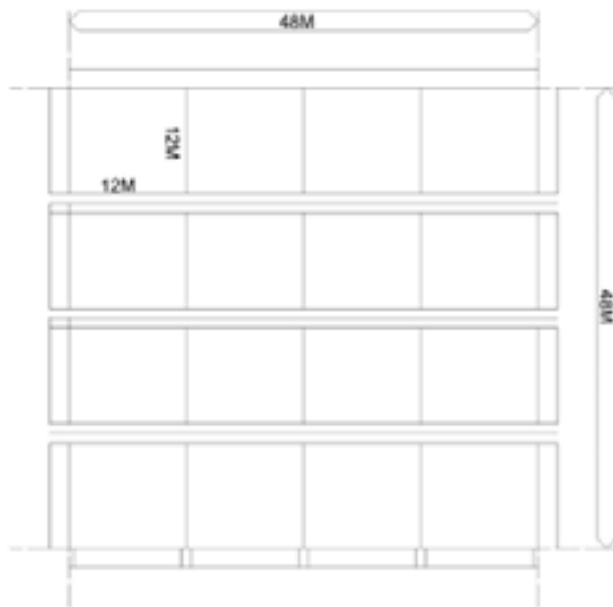


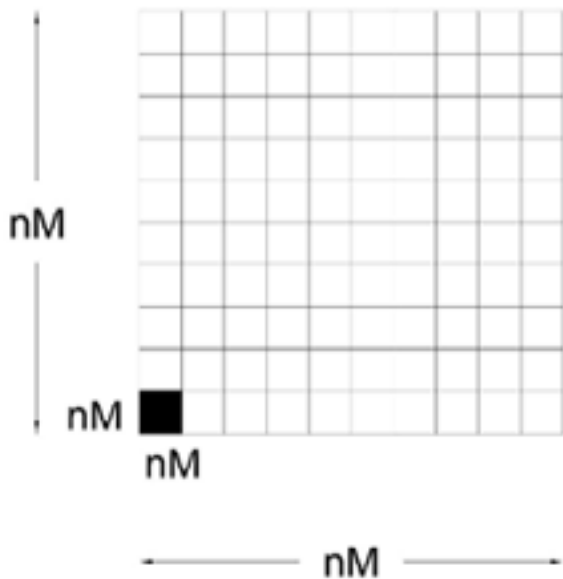
Dimension Horizontal de coordinadón	3M = 300mm
Juntas	12mm
Dimension básica horizontal	288mm
Dimension vertical de coordinación	2M=200mm
Juntas	12mm
Dimension básica vertical	188mm

Considerando por ejemplo un esqueleto de acero con una ocupación en planta de vigas y pilares del orden de 2M y sustrayendo el valor de la retícula 50M X 50M antes citada, se obtendrán campos de 48M X 48M, en los que puede determinarse una retícula preferente de referencia para los paneles de fachada y los elementos resistentes de los cierres horizontales, por ejemplo 12M X 12M. Una retícula de referencia para las particiones internas y los elementos de cielo raso, por ejemplo en 8M X 8M. Una retícula preferente de referencia para los elementos del pavimento, por ejemplo 3M X 3M.

Aquí serán necesarios elementos compensadores para los elementos del cielo raso y del pavimento en

correspondencia con las fases modulares de 2M. El último término, en la fase de proyecto del organismo arquitectónico, la coordinación dimensional modular es un simple instrumento de comprobación que relaciona la configuración y la conformación del edificio con las dimensiones normalizadas de los componentes industrializados y con las correspondientes operaciones de puesta en obra y montaje. Cuando todas las partes han resultado combinables, las líneas y las retículas de referencia modular han terminado su función instrumental y no se trazan en la obra, salvo las que coincidan con los trazos tradicionalmente entendidos, puesto que están implícitos en el diseño del edificio.





Hoy en día el modulo-medida se usa según los tres ejes cartesianos ortogonales, y estos influyen de manera directa en el nivel proyecto arquitectónico, desde la manera en la que se planea y organiza la coordinación dimensional y la colocación más conveniente de los componentes, así como también a nivel componente industrializado para conferir a este un grado real de combinabilidad, que no es más que la capacidad de coordinarse dimensionalmente para determinar “conjuntos acoplados” modulares. Para esto, en la fase de planeamiento surgen elecciones de retículas que nos ayudan a determinar nuestros módulos de manera eficiente y clara, dentro de los que encontramos los simples o compuesta. Generalmente en el proyecto arquitectónico se adoptan muy raramente retículas espaciales o compuestas, porque no ofrecen la flexibilidad de proyecto que se obtiene operando con elecciones multimodulares preferentes articuladas en alzado y planta. Una vez establecida una retícula modular fija, no solo es

posible aplicar componentes semejantes a múltiplos del multimodo preseleccionado, sino también todos aquellos con medidas multimodulares según el multimodo preseleccionado. Prácticamente los componentes utilizables son todos los que tienen valores en nM tales que su combinación o suma cubra el intervalo o campo proyectado. Todos los múltiplos del módulo básico, M , forman la serie de los llamados multimodulos: $2M$, $3M$,... Estos multimodulos constituyen la base de la coordinación dimensional para el sistema modular, puesto que se utilizan para:

- Dimensiones modulares de coordinación
- Módulos de diseño
- Módulos preferentes

Las dimensiones generales de coordinación indican aquellas dimensiones que determinan la unión de un componente constructivo con los restantes. Como regla, las dimensiones principales, longitud, anchura y altura, estarán determinadas por dichas dimensiones de coordinación. Cuando los elementos están unidos obtenemos las juntas, cuyo tamaño y tipo dependerán de los materiales y del método del componente – dimensiones básicas. Cada elemento incluye la junta, ocupa cierta longitud de la fila. Esta proporción se llama coordinación de dimensión del elemento, y tiene que ser divisible por M . Este método de determinar la junta y las dimensiones básicas se le llama Dimensionamiento de componentes modulares.

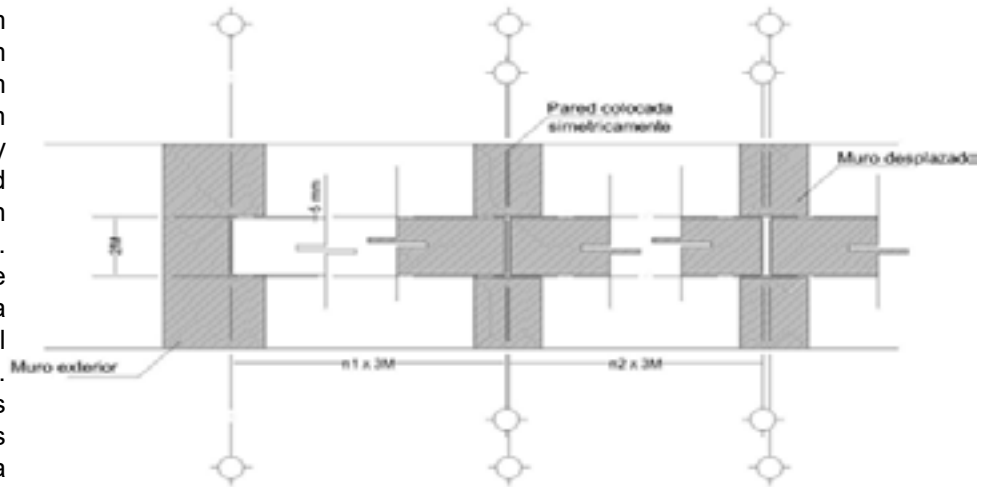
La retícula “Escocesa” o “Tartan” se refiere a la combinación de varias retículas de planta, se adopta para conseguir mayor flexibilidad en la colocación de los componentes y su criterio se basa en asignar un límite en cada una de las retículas que lo conforman para conocer los componentes arquitectónicos utilizados en cada una y tiene como factor principal el montaje de los diversos componentes y por tanto los correspondientes ciclos de puesta en obra. Por ejemplo, en el caso del esqueleto sustentante que tenga que quedar “a cara vista”, ya que determina con su entramado de vigas y pilares los campos de los cierres verticales y horizontales, donde se adopta una primera retícula de planta referida a los ejes de los pilares y las vigas con un valor de nM igual a los lados de la proyección en planta de la malla cuadrada de $50M \times 50M$; se aplican después otras retículas de referencia modular de planta para los elementos de los cierres verticales, de los horizontales y de las particiones internas en los campos determinados, descontando el espacio de ocupación de nM (fajas modulares) de las vigas y pilares de la primera retícula.



Ventana de 15M x 12M: $b = 1.488\text{m}$
 $H = 1.188\text{m}$
 Hueco de 15M x 12M: $b = 1.510\text{m}$
 $H = 1.210\text{m}$

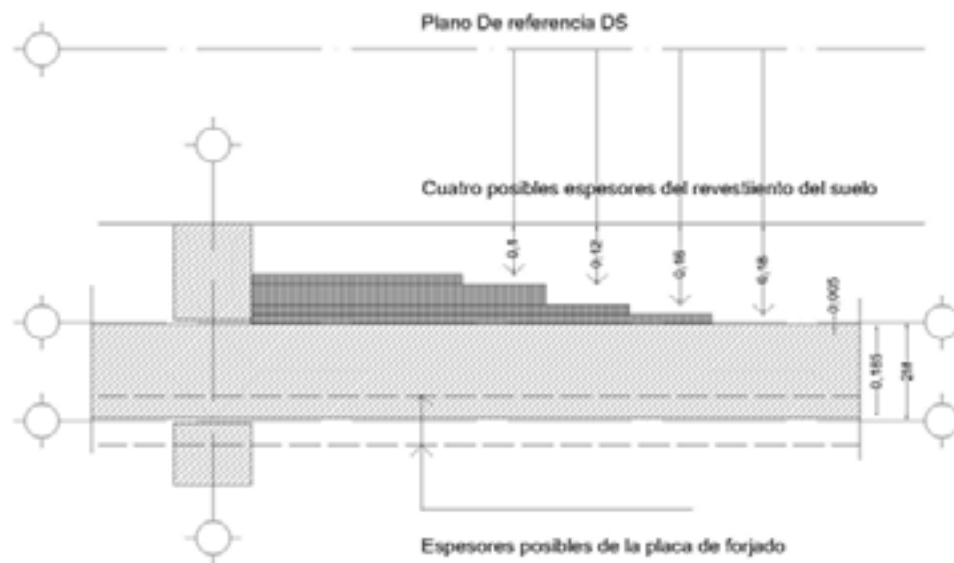
Las dimensiones modulares y básicas de una gran cantidad de tipos de ventanas se han normalizado en las DS 1003-DS 1009. Se recomienda el módulo de diseño 3M, o sus múltiplos para dimensiones horizontales y el 2M para dimensiones verticales. Multimódulos predominantes

De la misma manera en que utilizamos módulos de diseño en la estructura para limitar las variaciones en vanos, alturas, longitudes utilizando 3M y 2M, en el caso de componentes constructivos mayores utilizaremos múltiplos del módulo básico con objeto de obtener una mayor limitación de variantes. Estas dimensiones modulares les llamaremos MULTIMODULOS PREFERENTES O DIMENSIONES PREFERENTES. Estos sirven para racionalizar el proceso de prefabricación y para mantener bajos los costos. Por ejemplo, componentes de forjado de anchuras 6M, 9M, 12M Y 15M, y de longitud 24M, 27M 30M y 48M, fabricados de acuerdo co el modulo de diseño 3M. De aquí nos resultaría una serie de 36 componentes distintos, y dicha serie no puede formar la base de una producción industrializada racional. La elección de multimódulos preferentes no es únicamente cuestión de métodos de producción y de dinero, deben determinarse sobre la base de las necesidades funcionales del proyecto.



COLOCACIÓN DE ELEMENTOS

Los componentes constructivos se colocan en relación con los demás utilizando los módulos de diseño como medios de coordinación. En el diseño preliminar de la estructura se usan los módulos de diseño 3M X 3M para las dimensiones siguientes, todas ellas colocadas en líneas modulares de diseño. Las condiciones técnicas de las juntas pueden exigir un desplazamiento de los elementos en relación con las líneas modulares. Por esta razón se deben hacer croquis de aquellas aclarando estos problemas de modo que se cumplan los requisitos técnicos pertinentes. A estos croquis que determinan la colocación de los elementos con relación a las líneas modulares se les llaman detalles modulares.



Para los detalles modulares se deben observar las siguientes reglas de colocación:

- Los muros portantes interiores, se colocan con sus planos de simetría coincidiendo con la línea de diseño modular, a no ser que las consideraciones técnicas exijan una colocación distinta.
- Los muros portantes exteriores se ponen de tal forma que las necesidades técnicas de las juntas se cumplan de la mejor forma posible.
- Los componentes de forjado se colocan dentro de sus zonas modulares.
- Pueden aparecer mallas modulares de diseño separadas como consecuencia de condiciones técnicas espaciales en las juntas.

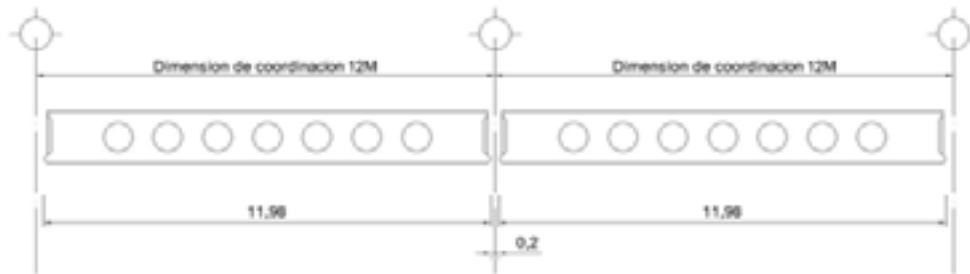
Las dimensiones básicas de los bloques y la de las correspondientes juntas están determinadas por los materiales y el método de construcción utilizado-. En este caso, construcción con juntas de mortero.

Ejemplo

2:

Un forjado resuelto con losas en las juntas longitudinales sin de concreto desde arriba sin utilizar encofrado u sin necesidad de que la junta termine en la superficie inferior de la placa.

Dimensión de coordinación horizontal	12M=1200mm
Juntas	2mm
Dimensión básica horizontal	1198mm

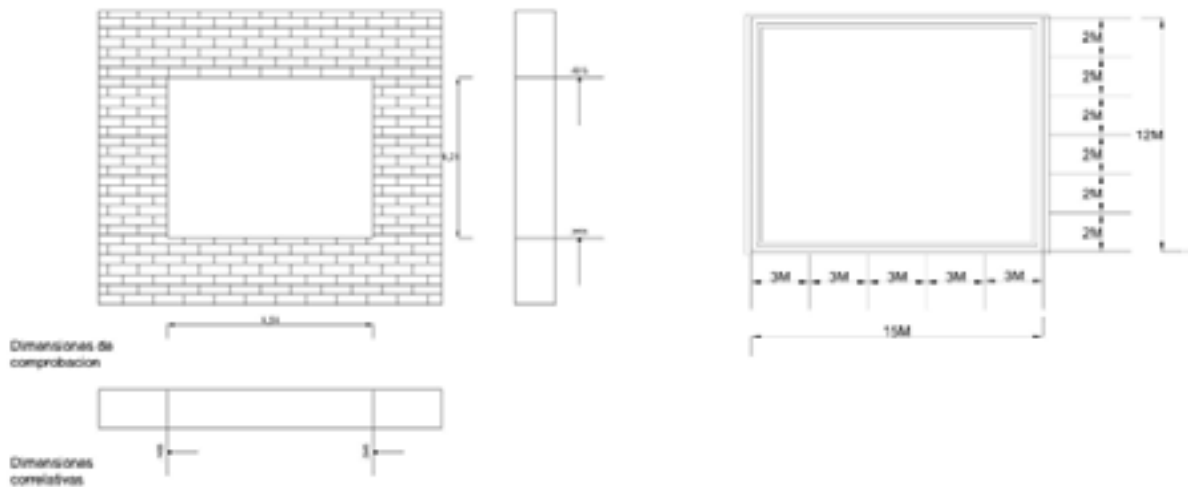


En este caso, la dimensión de la junta está dada por el hecho de que esta tiene que ser auto moldeable. En estos dos ejemplos es común el hecho de que la dimensión básica de los componentes individuales es menor que la correspondiente dimensión de coordinación (dimensión modular). Esto mismo es aplicable a un grupo de dichos componentes.

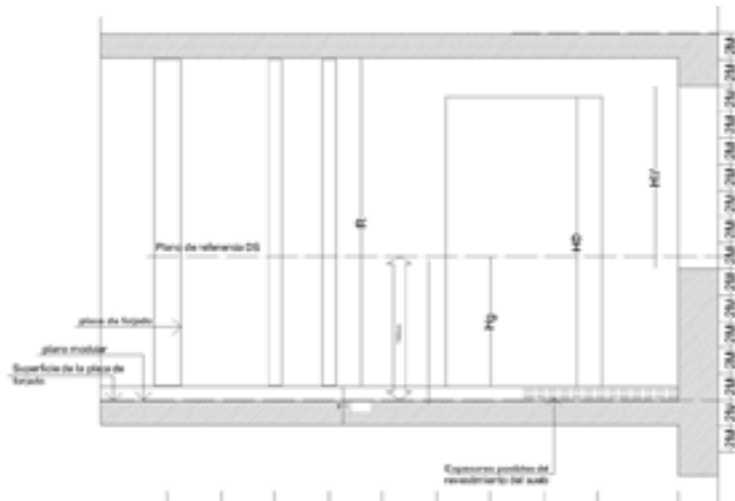
Ejemplo

3:

Se va a colocar una ventana en una abertura del muro, y la junta que la rodea tiene que ser de mortero normal, de 10-15 mm. Las dimensiones básicas de la ventana se determinan exactamente de la misma manera que en los Ejemplos 1 y 2, sobre la base de la dimensión de coordinación dimensión modular adoptada menos dos medias juntas = una junta. Las dimensiones básicas del hueco se determinan análogamente a partir de la dimensión de coordinación más las dos mitades de las juntas con lo que las líneas modulares de la ventana coinciden con las líneas medias de las juntas, como en los dos primeros ejemplos. De esta forma podemos decir que la ventana y la abertura del muro tienen las mismas dimensiones modulares o dimensiones nominales $B \times H = 15M \times 12M$, aunque las dimensiones básicas sean distintas:



La placa de forjado que es la parte estructural de la división horizontal, está situada una proporción de junta bajo un plano modular. A esto se le llama “la regla de los 5mm” y todas las otras dimensiones verticales se toman a partir de este plano. Estas variaciones tienen influencia directa en la altura de la habitación y también tienen influencia directa en elementos verticales como las puertas e instalaciones. Con esta regla fija de los 5mm tenemos una base fija para el control de estas dimensiones verticales durante el diseño. En la ilustración tenemos distintos espesores de forjado actuales, tomados de la DS/S 1046, colocación vertical de revestimientos de suelos, que recomienda revestimientos variando desde 25mm. Por lo que se refiere a las placas de forjado solo se han estandarizado los componentes huecos, con un espesor de 185 mm, pero varias fábricas incluyen en sus programas los llamados forjados de gran claro, con espesores de unos 220 mm y claros de hasta 10 m o más. Estos forjados tienen que cambiarse con tipos de revestimientos de suelos más delgados para poder cumplir los requerimientos de las normas de construcción referentes a la altura de una habitación de R=2500 mm. En casos dudosos el ministerio de la vivienda DANES ha dado holgura de 10 – 20 mm con respecto a la altura suelo-techo en el caso de forjados gruesos, pero ha mantenido el requisito de 28 M en la altura suelo-suelo. La más reciente edición de la Norma DS1000 contiene un estudio actualizado, de las dimensiones verticales normalizadas en la actualidad.



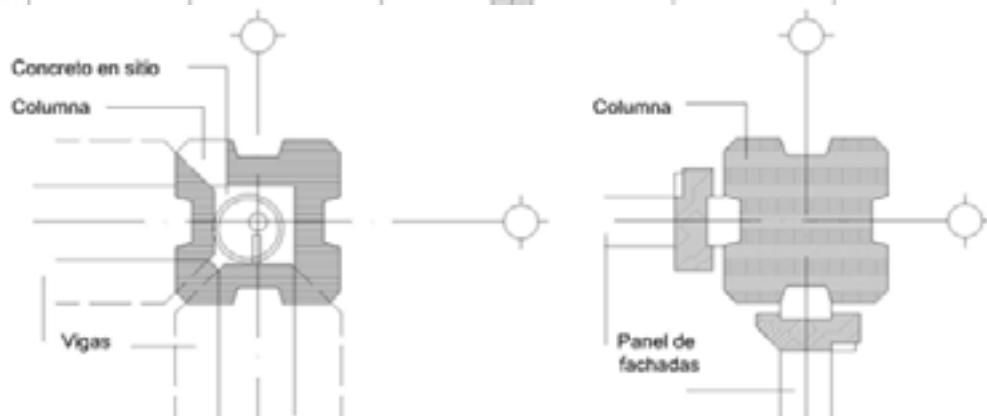
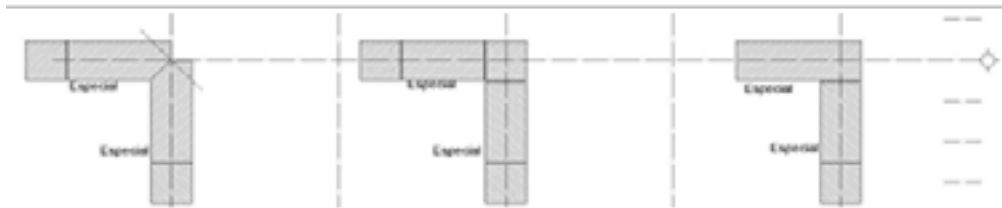
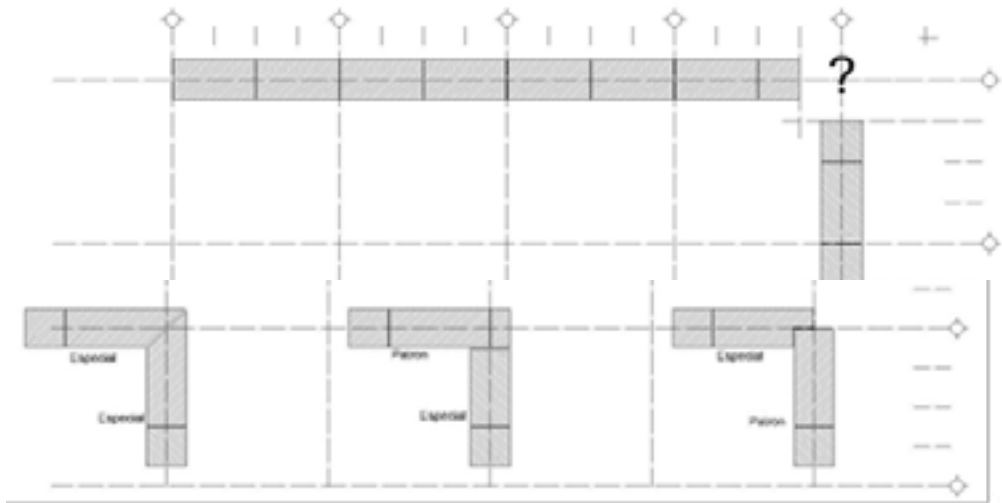
DISEÑO SOBRE UNA MALLA MODULAR Y CON ELEMENTOS MODULARES

Una vez determinado nuestro módulo, el módulo de diseño y los multimódulos preferentes, hay dos formas de desarrollar nuestro sistema modular:
 a) Diseño sobre una Malla modular
 b) Diseño con elementos modulares
 En la primera opción la concepción del proyecto

la realizaremos teniendo como base un malla modular, teniendo como guía la misma permitiendo que todos nuestros módulos y elementos de diseño encajen perfectamente en ella. En la segunda opción tenemos que dimensionar cada uno de los componentes o también los podemos tomar directamente de un catálogo de proveedores, para posteriormente combinarlos entre sí y obtener nuestro diseño modular sin necesidad de emplear la malla. El uso de ambas opciones será indistinto, obteniendo de cada uno de los sistemas el resultado deseado. Aquí de uno dependerá el tomar cada método según las condiciones del proyecto o facilidad del mismo. También existirán diversas condiciones técnicas que nos ayuden a determinar si hay que utilizar o no la retícula y hasta qué punto se puede utilizar la misma. En la práctica se ha comprobado que se puede avanzar decididamente hacia la coordinación sobre la base de una unidad común, sin llegar necesariamente a la extrema consecuencia de la malla modular. Ya que la exigencia de una malla modular coherente puede constreñir y retrasar el desarrollo deseado.

Finalmente la malla modular está formada por los módulos de diseño y, posiblemente por el módulo básico. La malla modular se usa principalmente para el proyecto estructural. Los elementos modulares se colocan en la malla modular con los bordes coincidiendo con las líneas modulares. Esta área limitada por estas líneas modulares se

llama zona modular. Aunque las exigencias técnicas pueden requerir ciertos enlaces que tal vez los componentes rebasen sus zonas modulares, es el caso de machihembrados, atornillados o similares. Cuando se tienen elementos modulares sencillos y uniformes alineados no hay conflicto con la malla modular y se puede diseñar simultáneamente con una malla y con elementos modulares. Sin embargo, cuando se tenga que diseñar otras juntas en esquinas o uniones tipo “T” pueden surgir problemas en los que la malla deberá desaparecer o diseñar elementos especiales con frecuencia no modular.



Hay que tener en cuenta que los elementos y sus dimensiones están sujetas a constante alteración debido a los cambios de temperatura y de humedad, a la retracción y a otras deformaciones. Estos aspectos deben quedar claramente definidos en las especificaciones. El control puede adquirir la forma de control de manera aleatoria aumentando el número de muestras en caso de que los supuestos establecidos no puedan ser satisfechos. Si las mediciones de control muestran un valor numérico menor o igual a la mitad de la tolerancia la dimensión es aceptada, y si muestran lo contrario serán rechazadas. Estos acuerdos deben quedar claramente especificados con los proveedores o los productores ya que las consecuencias serán el rechazo de las piezas.

Supongamos que:

T1= 6mm

T2= 10 mm

T3= 10 mm

Y determinaremos el valor de T4
El desplazamiento máximo permisible del forjado con relación al muro es ± 10 mm, puesto que el elemento forjado necesita un apoyo mínimo de 55 mm.

Lo calcularemos con la siguiente formula:

$$f = \sqrt{\frac{T1}{4} + \frac{T2}{2} + \frac{T3}{4} + \frac{T4}{2}}$$

$$10 = 1.5 + 2 + 2 +$$

$$T4 = 2mm$$

Ahora aplicaremos la tolerancia para el tamaño de la habitación T5, donde estas medidas se verifican a la hora del montaje del segundo muro y se establece en 10 mm, y lo determinaremos con a formula siguiente:

$$f = \sqrt{\frac{T5}{4} + \frac{T3}{4} + \frac{T4}{2}}$$

T4

2

$$F = 10 = 2.5 + 2.5$$

$$T4 = 10 mm$$

También es común en la práctica calcular las tolerancias con frecuencia con la llamada regla de la raíz cuadrada:

$$f = \sqrt{\frac{T1^2}{16} + \frac{T2^2}{4} + \frac{T3^2}{16} + \frac{T4^2}{4}}$$

$$f = \sqrt{\frac{36}{16} + \frac{100}{4} + \frac{100}{16} + \frac{T4^2}{4}}$$

$$T4 = 16.3mm$$

La longitud obtenida por medición real de un componente se llama dimensión medida, y la diferencia entre esta longitud y la dimensión básica se conoce como desviación. Las desviaciones se especifican con los signos correspondientes + -. En la práctica raramente es posible trabajar exclusivamente con tolerancias unidimensionales, siendo necesario establecer límites para las desviaciones de forma que se presenten en todos los componentes constructivos tridimensionales. Las desviaciones pueden consistir en Longitudinales, en el ángulo, en la rectilineidad o planeidad.

Principio aditivo

Para establecer las desviaciones del plano de referencia es mediante el principio aditivo, suponiendo que tenemos una serie de tolerancias parciales: T1, T2, T3.. Tn.

$$As = \pm \frac{1}{2} (T1 + T2 + T3 + \dots + Tn)$$

Si la tolerancia total es Ts, se le da el valor $Ts = 2 As$, con esto siempre la tolerancia será satisfecha y deberá cumplir esta característica:

$$T1 + T2 + Tn \leq Ts$$

Ejemplo 1 tolerancias:

El margen de las tolerancias se elige sobre la base del método de producción, sistema de juntas, estética y economía.

La forma en la que las cuatro dimensiones están relacionadas depende del acoplamiento entre los componentes:

Si tenemos una medida modular de $12M = 1,200 \text{ mm}$, quiere decir que ninguna tolerancia deberá exceder esta medida. Entonces representaremos la dimensión básica como $1198 \pm 2 \text{ mm}$

Dimensión máxima permisible	1200 mm
Dimensión básica	1198 mm
Dimensión mínima permisible	1196 mm
Tolerancia	4 mm

Ejemplo 2 tolerancias:

La dimensión de un ladrillo será de 240 mm, la junta máxima permisible es de 16 mm, y la junta mínima permisible es de 8 mm.

Dimensión marginal superior para el ladrillo $240 - 8 \text{ mm} = 232 \text{ mm}$

Dimensión marginal inferior para el ladrillo $240 - 16 \text{ mm} = 224 \text{ mm}$

Por consiguiente será la dimensión básica:

$$\frac{232 + 224}{2} = 228 \text{ mm}$$

Y la tolerancia será:

$$232 - 224 = 8 \text{ mm es decir } \pm 4 \text{ mm.}$$

Las tolerancias que se deberán considerar son:

T1= Tolerancia sobre el espesor del panel de muro.

T2= Tolerancia en la colocación del panel de muro.

T3= Tolerancia sobre la longitud del componente del forjado.

T4= Tolerancia en la colocación del componente del forjado.

Donde tenemos que las tolerancias T1 Y T3 son tolerancias de fabricación, mientras que T2 Y T4 son las tolerancias que se seleccionaran en el procedimiento de montaje habitual. Los cuales deberán contar con mediciones de control estrictas. Estas deberán estar especificadas de una manera precisa en relación con los resultantes criterios sobre tolerancias. Las especificaciones para las mediciones de control deben incluir:

Que mediciones y cuantas

Como se tienen que hacer

Quien tiene que hacerlas

Cuando, donde y en qué circunstancias

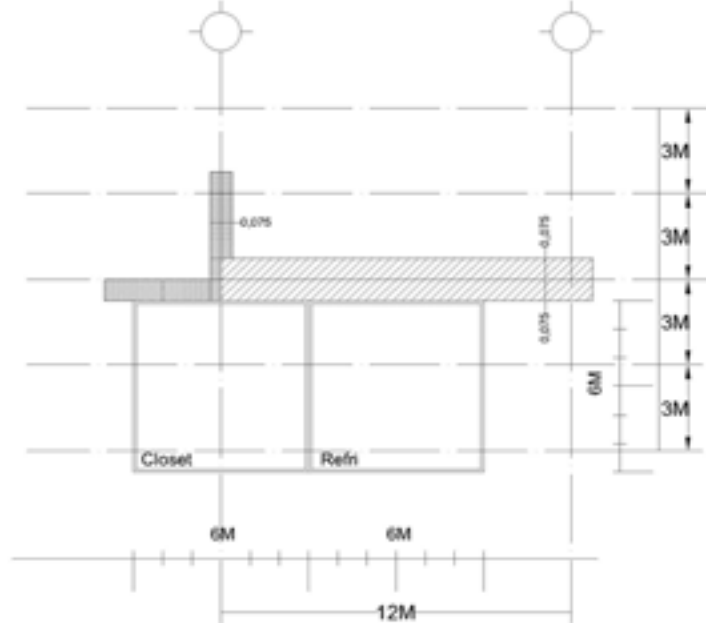


Ejemplo planta tipo departamento sobre malla modular:

Componentes especiales y de esquina. Cuando se tienen elementos modulares que tienen que unirse en la esquina se tiene que hacer una elección entre las posibles soluciones y la decisión se basará en consideraciones técnicas, ósea la más compatible con los materiales utilizados, considerando tipos juntas, métodos de producción, técnicas de montaje, arquitectura formal etc. En varios casos seguramente se tendrá que diseñar elementos especiales para uniones específicas.

Los distintos componentes de ventanas puertas y muros exteriores que son todos modulares y todos son elementos patrón. Estos componentes modulares están relacionados entre sí con la albañilería de los muros. Y las soluciones empleadas para las uniones suponen un desplazamiento de los elementos pudiendo deducir que el trabajo práctico de diseño modular se puede basar en cualquiera de los métodos siguientes.

- Diseño de la estructura sobre una malla modular, lo que implica el empleo de elementos especiales en esquinas, intersecciones y juntas en T, mientras que los elementos restantes del edificio terminado se acoplan al proyecto en base exclusivamente a los requisitos técnicos funcionales del edificio completo.
- Diseño utilizando tantos elementos modulares posible, de modo que y conexión de estos se base exclusivamente en los requisitos técnicos y posiblemente sin emplear una malla modular.



Características modulares
Todas las habitaciones modulares, puedan colocarse accesorios modulares sin modificar

configuración. Hay que tomar en cuenta estas características y verificar que en la realidad los espacios se diseñen con dimensiones modulares y que los elementos modulares encajen en ella sin modificaciones. También hay que considerar en la implementación de los paneles interiores y exteriores que cumplan con las condiciones acústicas necesarias para su óptimo desempeño.

TOLERANCIAS

Un requisito para la construcción industrializada es que estos componentes se presenten con un grado adecuado de precisión. Los componentes deben encajar en sus zonas modulares sin acumulación de error y los accesorios deben tener la capacidad de mantenerse entre los parámetros límites. Por consiguiente las dimensiones que determinan el acoplamiento de un componente con los adyacentes deben ser mantenidas con un grado de precisión suficientemente alto. Es inevitable que existan pequeñas variaciones en las dimensiones, que puedan ser toleradas, pero deben mantenerse dentro de ciertos límites si el montaje se va a llevar a cabo de la manera prevista. Los límites de las desviaciones permisibles determinan las tolerancias, dando a las tolerancias el sentido de desviación permisible. La dimensión básica es el valor medio entre las dimensiones máxima y mínima permisibles o entre las dimensiones marginales superior e inferior. Esta especificación de tolerancia es llamada especificación simétrica de la tolerancia.

Ejemplo:

Una longitud viene dada por la dimensión básica 1190 mm, estando permitido que varíe entre los límites:

1185 mm= dimensión mínima permisible

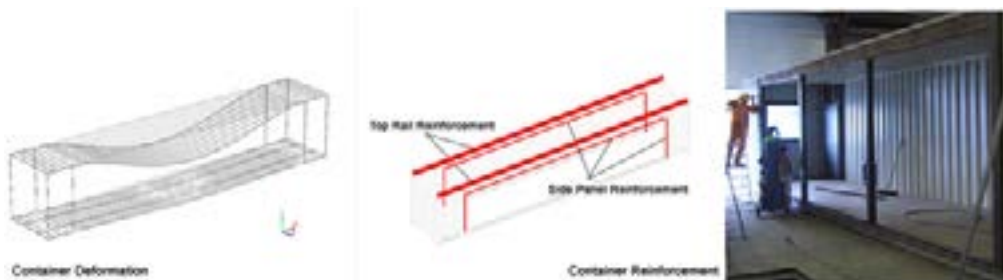
1195 mm= dimensión máxima permisible

por lo que la tolerancia es por tanto $1195 - 1185 = 10\text{mm}$.

Y se representa la dimensión básica de tolerancia como $1190 \pm 5\text{ mm}$.

Todos los modelos son realizados a base de estructura metálica, losacero, muros divisorios de paneles prefabricados ligeros con su aislante, y una segunda fachada la cual varía dependiendo del diseño arquitectónico. En seguida se analizan los componentes y procesos por los cuales pasa un diseño de esta naturaleza:

Este principio de los contenedores actualmente es utilizado para alojar vivienda para estudiantes, o residencial. Para poder realizar estos cambios y adaptar los contenedores austeros y darles también las condiciones de uso residencial se realizan distintas adecuaciones para que puedan desempeñar esta función, como reforzar su estructura interior, se realizan cortes a las diferentes caras de las hojas de acero con la intención de interconectarlos entre si y así poder adaptar los espacios requeridos, se realiza la adaptación de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como todo el aislamiento de la estructura para que sea habitable.

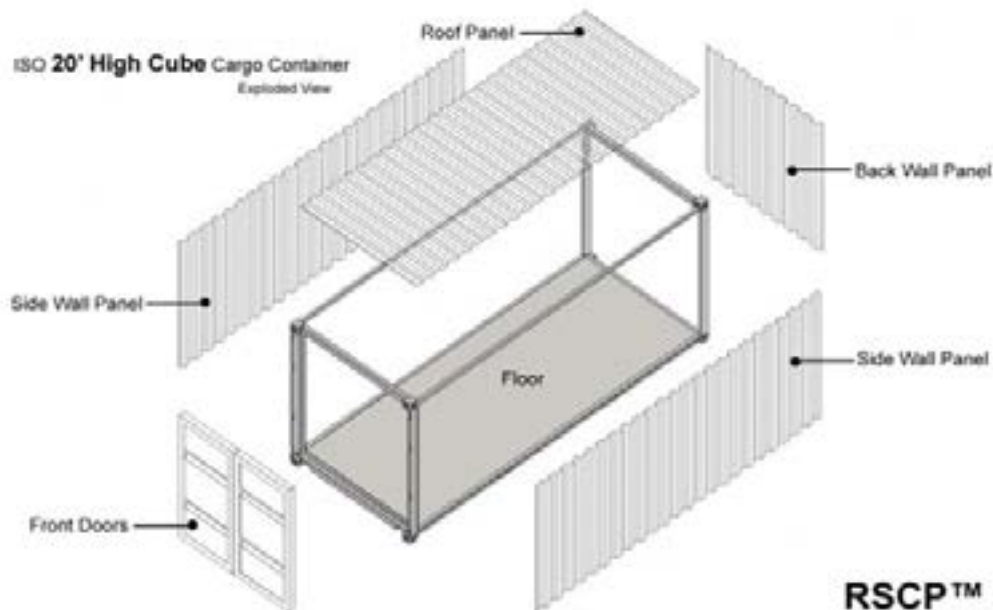


5. ANÁLOGO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS

El caso análogo al que se referirá en este estudio de los procesos industriales utilizados para crear vivienda prefabricada es la empresa SMART HOMES, ubicada en Paseo de la Ribera 117, Pol. Ind. Can Castells, Barcelona, España. Esta empresa Española se dedica al diseño y fabricación de vivienda industrializada, sin importar el tamaño o condiciones de la propia vivienda. Smart Homes cuenta con un catálogo que naturalmente se adapta a las condiciones requeridas por su mercado al que está dirigido, sin implicar que solamente desarrollan un número limitado de prototipos. Cuando un cliente se acerca con requerimientos y necesidades diferentes a las contempladas, se realiza el análisis y diseño de las mismas, ofreciéndole un producto hecho a la medida, el cual pasa por los mismos procesos



industrializados que el resto de modelos en catálogo. Este criterio obedece al principio lógico de estructuras básicas en la naturaleza, como son los panales de abejas, los cuales cada celdas en formas hexagonales son individualmente endebles y frágiles, la cual no podría tolerar mayor cantidad de peso más que el propio, pero una vez que esta forman celdas adyacentes y uniéndose entre sí, van formando una estructura altamente resistente que es conocido en matemáticas como un embaldosado. Este principio también es aplicado en todos los puertos marítimos, en donde apilan las estructuras metálicas llamadas contenedores, los cuales si recibieran individualmente la carga que está por encima de ellas colapsarían inmediatamente, pero una vez que se encuentran colocadas dentro de esta “red de interconexión” reparten su propio peso y ayudandan a repartir el peso de los demás elementos, trabajan y adquieren fuerza como un elemento monolítico sin perder la flexibilidad.



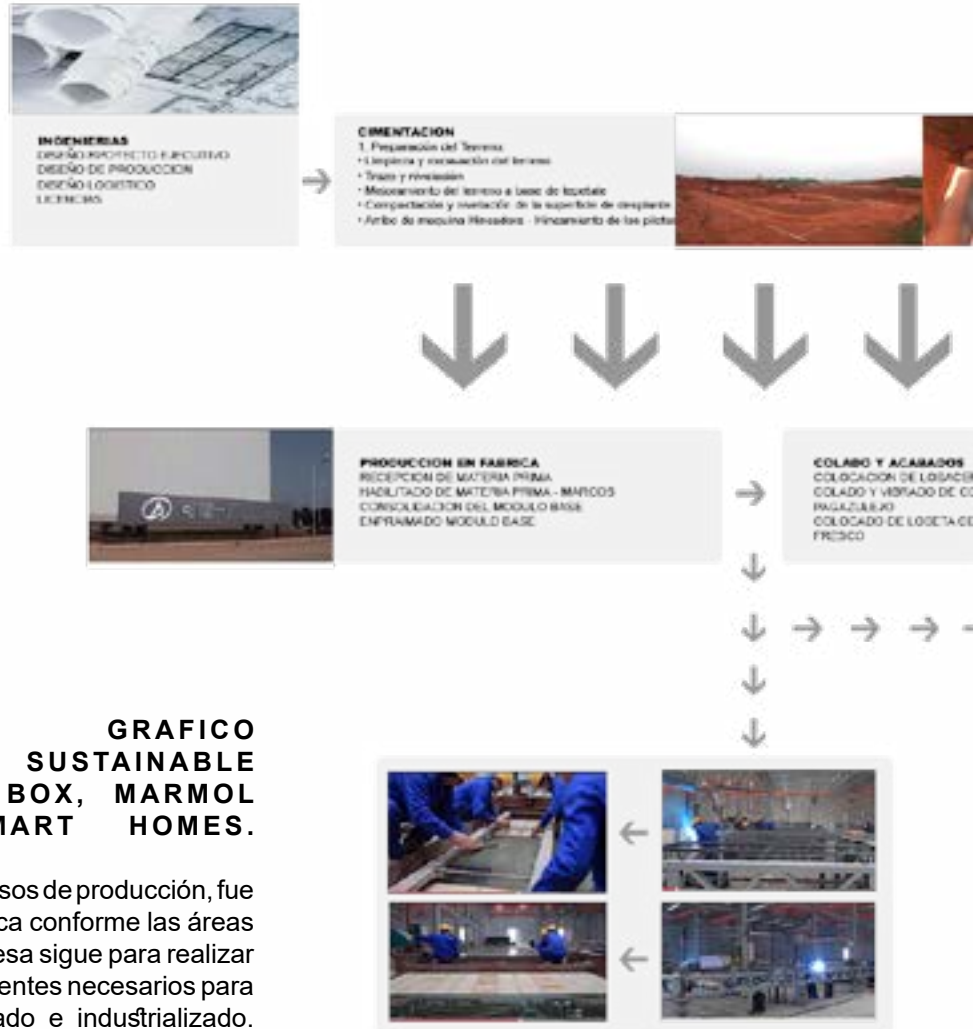
Una vez realizada la adecuación a la estructura original del contenedor se procede a realizar la adaptación de las instalaciones así como el aislamiento de la estructura metálica. Resultando módulos de contenedores habitables, estos también pueden ser modificados en su exterior o recubiertos por distintos materiales modulados, los cuales ayudaran a imetizar la apariencia del propio contenedor, pero esto dependerá del presupuesto e intención que se tenga respecto al propio diseño y concepto arquitectónico.





UN M POSGRADO
Arquitectura





5.2 ANÁLISIS GRAFICO CASO BROAD SUSTAINABLE BUILDING, LIVING BOX, MARMOL RADZINER Y SMART HOMES.

El siguiente análisis de procesos de producción, fue seccionado de manera gráfica conforme las áreas y actividades que esta empresa sigue para realizar la producción de los componentes necesarios para producir un edificio modulado e industrializado. E los diversos procesos se podrá observar que las actividades son realizadas en paralelo, ya que algunas actividades son dependientes secuencialmente, pero otras son independientes y pueden realizarse durante el mismo lapso de tiempo. Esto ayuda a reducir considerablemente los tiempos y eficiente los procesos de producción. Por otro lado se enlistaran las características y condiciones que prevalecen durante el desarrollo de la producción, al igual que lo demás ejemplos gráficos con el objetivo de comparar en una tabla las diversas características, obteniendo un sistema de ponderación de valores, en el cual se calificara según su flexibilidad de adaptación de la producción para ser llevado a cualquier parque industrial y de este modo satisfacer la necesidad de producción:



MONTAJE EN SITIO DE LOS ELEMENTOS
POR MEDIO DE GRUAS SE COMIENZA LA INSTALACION DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS



COLOCACION DE LA PLACA DE CONCRETO SOBRE EL MODULO BASE
CONCRETO CON ADITIVO TIPO TRAMICA SOBRE CONCRETO



INSTALACIONES
COLOCADO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS
COLOCADO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
COLOCADO DE INSTALACIONES GAS
COLOCADO DE INSTALACIONES VOZ Y DATOS
COLOCADO DE INSTALACIONES CALEFACCION Y AIRE A.

CIERRE DE PLAFONES Y PRUEBAS
COLOCADO DE PLAFON
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS, HIDRAULICAS, SANITARIAS, VOZ Y DATOS, GAS, CALEFACCION Y AIRE A.



EMPALETADO SOBRE MODULO BASE
FILEADO DEL MATERIAL SOBRE EL MODULO BASE



MONTAJE SOBRE TRANSPORTE
APILAMIENTO DE DOS MODULOS BASE SOBRE PLATAFORMA DE TRAILER

ELEMENTOS VERTICALES
COLUMNAS, HABILITADO, ENSAMBLADO, SOLDADO Y BARRERADO



INSTALACIONES VERTICALES
CLASIFICACION DE DUCTOS Y MATERIAL PARA ELEMENTOS VERTICALES ES
INST. ELECTRICA, INST. HIDRAULICA, INST. SANITARIA, INST. VOZ Y DATOS, INST. GAS, INST. A.A.

MOBILIARIO SANITARIO
MUEBLES DE BAÑO, WC, REGADERA, PISA, CANCELERIA DUCHA, ACCESORIOS

MUROS
PARA ITADO, ARMADO DE MARCO MARCO
SELECCION DE HOJAS DE RECUBRIMIENTO PARA MUROS

MOBILIARIO
RECEPCION DE MOBILIARIO PREFABRICADO, CLOSETS POR MODULOS, TABURETES, Y LO NECESARIO SEGUN LA FUNCION.

CARPINTERIA PLATAFORMA
ELEMENTOS CARPINTERIA
RECEPCION DE MOBILIARIO PREFABRICADO
PUERTAS DE INTERCOMUNICACION
MARCOS DE PUERTAS
SELECCION DE TORNERERIA
ACCESORIOS



EMPALETADO POR GRUPOS Y PARTIDAS
INSTALACIONES
ESTRUCTURA
MOBILIARIO SANITARIO
MARCOS MUROS
RECUBRIMIENTO MUROS
MOBILIARIO FIJO
MOBILIARIO MOBIL
ESPECIALES



5.2 LIVING BOX



INGENIERIAS
 DISEÑO PROYECTO EJECUTIVO
 DISEÑO DE PRODUCCION
 DISEÑO LOGISTICO
 LICENCIAS

ARMADO

- 1.- Se trae al sitio de armado de la vivienda la plataforma base, compuesta de estructura de polinas, basteses y topilay atornillado entre si.
- 2.- Se trasladan al sitio los paneles muro, los cuales son armados en sandwich de topilay y polinas y basteses.
- 3.- Se comienzan a poner y a unir entre ellos para montar o dar forma a la estructura portante.



CERRAMIENTO DEL ACABADO INTERIOR Y EXTERIOR

- 1.- Una vez colocados los distintos paneles de yeso al interior se comienza a cerrar las juntas con los distintos pases existentes.
- 2.- Una vez aislada la vivienda por el exterior se comienza a recubrir con paneles resistentes a la humedad e intemperie.
- 3.- Lo que se recubre en su totalidad la vivienda comienza a darse una primera mano de pintura, la cual sirve para proteger el material expuesto a las condiciones climáticas.



RECUBRIMIENTO DE LA CAPA EXTERIOR FINAL

- 1.- Una vez terminado el interior y exterior se comienza a recubrir con teja metálica atornillada a los muros.
- 2.- En las partes exteriores que no se le coloca el recubrimiento se puede sustituir por una acabado similar aplicado como pasta.
- 3.- Se comienza a trabajar en la carpentería exterior e interior, colocando el piso y sus venetas.
- 4.- Se comienza a trabajar la decoración finalmente terminada.



RESULTADO FINAL DEL PRODUCTO PREFABRICADO E INDUSTRIALIZADO.



AISLAMIENTO

1. Una vez armado la estructura portante, se comienza a colocar listones de madera en el exterior de los paneles a cada 61 cms para dividir y contener el aislamiento de lana que se coloca en la cara exterior.
2. Al interior de la vivienda en las uniones se coloca cinta para evitar la entrada y salida de aire así como la temperatura.
3. Al interior se comienzan a suministrar e instalar las instalaciones especiales.



AISLAMIENTO INTERIOR E INSTALACIONES

- Al interior de la unidad se comienza a colocar de que forma listones verticales que ayudaran a colocar la lana para aislamiento.
- En el piso de la vivienda se colocan los listones que servirán de base de instalaciones, así como generar una capa de aislamiento al tacto de la vivienda.
- Se comienza a colocar las distintas instalaciones (fibras sanitarias, tuberías especiales, voz y datos etc, para poder colocar la capa interior de recubrimiento base de paneles de yeso y concreto.
- Se comienza a cerrar el módulo habitable con paneles de yeso o concreto al exterior.



ACCESORIOS Y PUESTA EN MARCHA DE CONTROLES

- 1.- Se comienza a instalar los distintos accesorios electrónicos.
- 2.- Se realizan los distintos controles electrónicos en todo el módulo habitable.
- 3.- Las puertas de acceso se comienzan a colocar la cuales han sido prefabricadas.



CARPINTERIA, ELECTRONICOS Y ELECTRODOMESTICOS Y JARDINERIA

- 1.- Se comienza a suministrar y colocar el mobiliario previamente prefabricado y llevado al sitio. En donde solo se colocan en su lugar previamente previsto de energía eléctrica y sus preparaciones para obtenerlo.
- 2.- Se comienza a colocar los elementos electrónicos y electrodomesticos los cuales fueron previamente previstos sus bases y abastecimientos de instalaciones.
- 3.- Se realiza la unidad con detalles de jardinería.



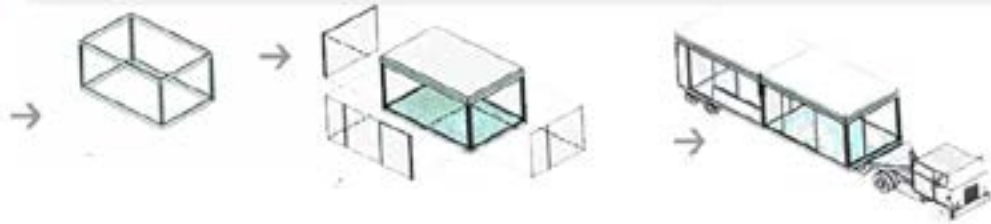
5.3 MARMOL RADZINER

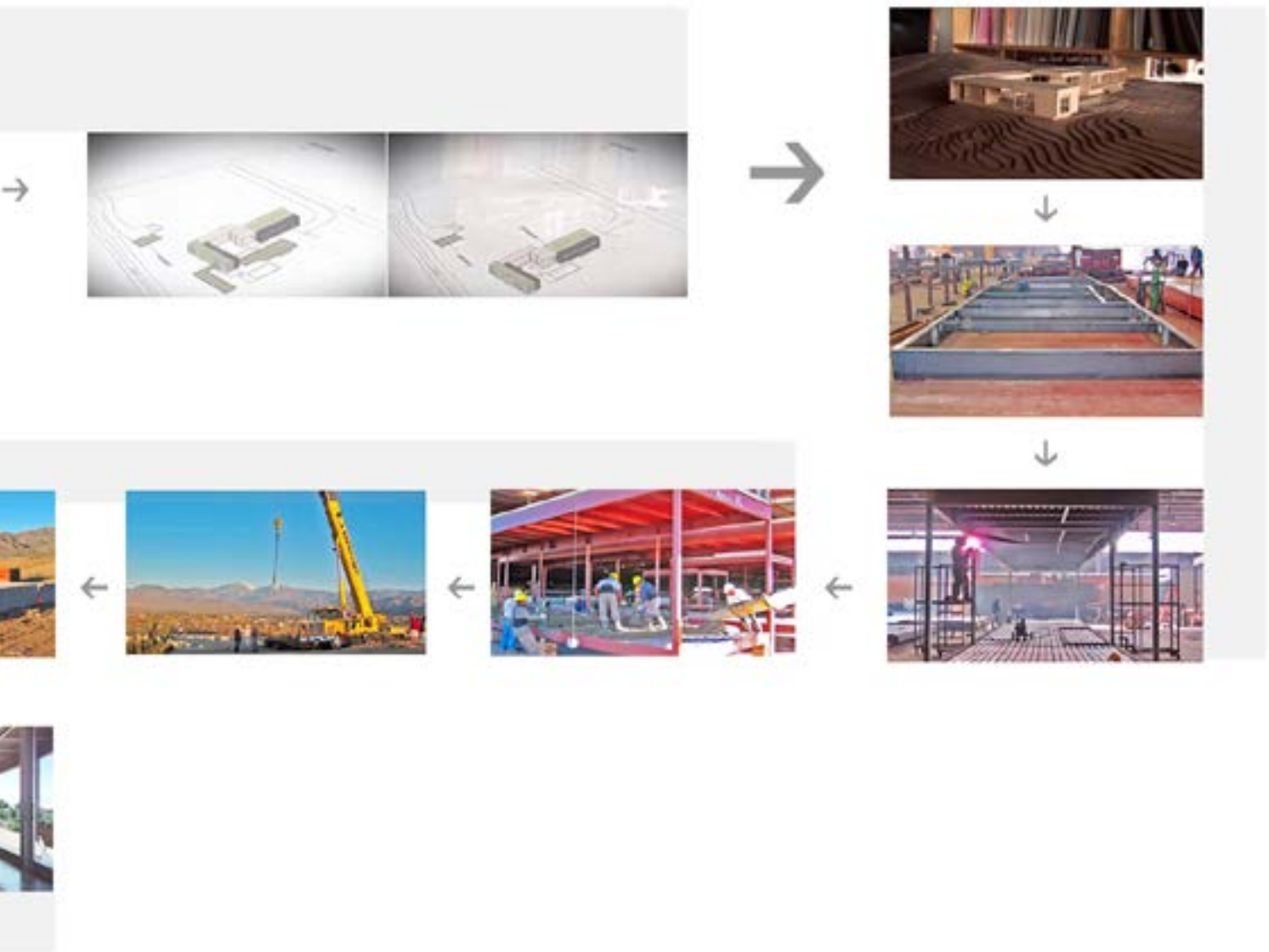


INGENIERIAS
DISEÑO PROYECTO EJECUTIVO
DISEÑO DE PRODUCCION
DISEÑO LOGISTICO
LICENCIAS

ARMADO

- 1.- Se trae al sitio de armado de la vivienda la plataforma base, compuesta de estructura de postes, barbotas y triplay atornillado entre si.
- 2.- Se suministran al sitio los paneles muro, los cuales son armados en sandwich de triplay y poliestireno y barnizados.
- 3.- Se comienzan a parir y a unir entre sílos para coenzar a dar rigidez a la estructura portante.

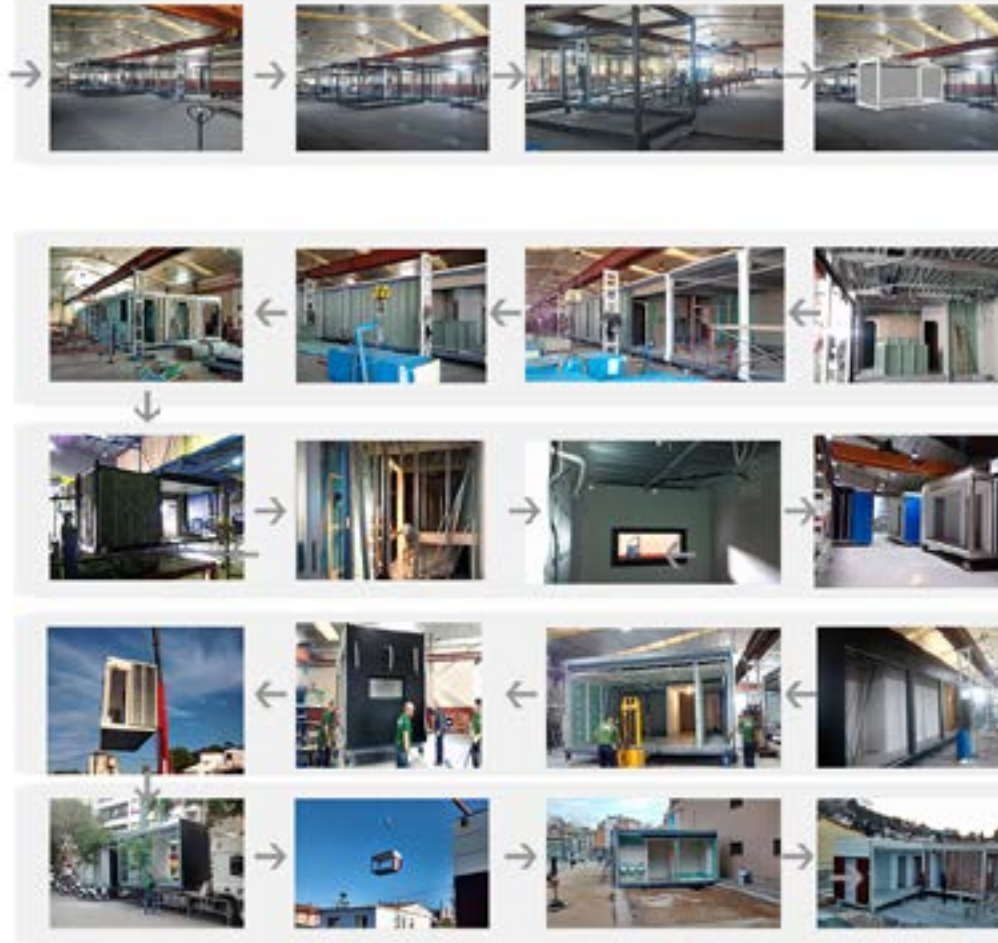


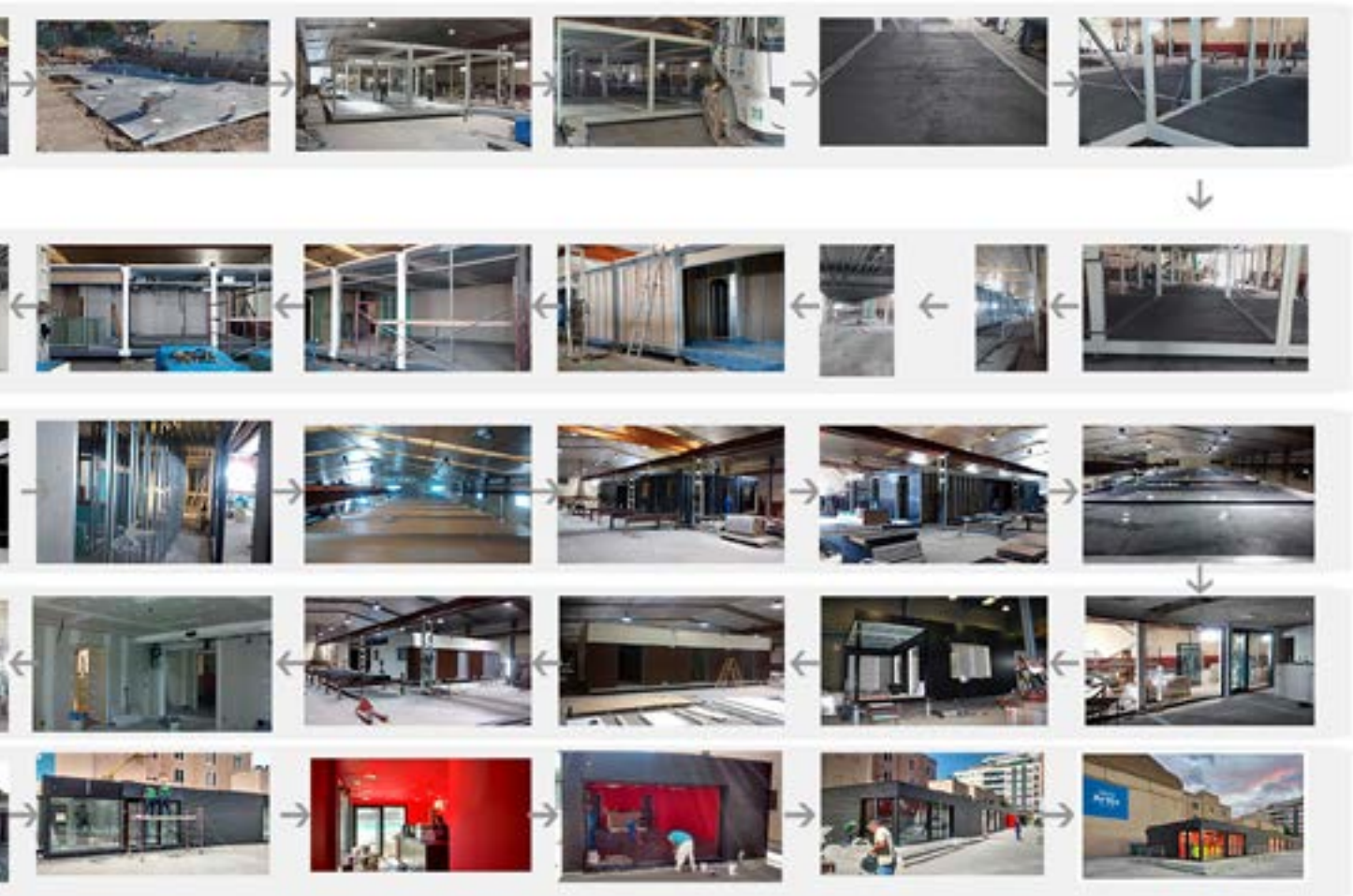


5.5 SMATH HOMES

SMART HOMES

INGENIERIAS
DISEÑO PROYECTO EJECUTIVO
DISEÑO DE PRODUCCION
DISEÑO LOGISTICO
LICENCIAS





5.6 SIMILITUDES ENCONTRADAS EN LOS DIVERSOS PROCESOS

CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE INDUSTRIAS										
TIPO DE INDUSTRIAS	Utilización de acero industrial?	Uso industrial de 2000 m ² o más de área cubierta?	Uso industrial de 5000 m ² o más de área cubierta?	Uso industrial de 10000 m ² o más de área cubierta?	Preparación de los materiales en otro sitio antes de su fabricación en el módulo?	Utilización de gran carga en una industria?	Utilización de taller para el ensamblaje de los módulos?	Utilización de grúa para el ensamblaje en una planta?	Utilización de grúa tipo pórtico para el ensamblaje en una planta?	Utilización de más de un sistema de transporte?
INDUSTRIAS DE CONSTRUCCIÓN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE QUÍMICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE TEXTILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORGANIZACIÓN DE LOS PROCESOS										
TIPO DE INDUSTRIAS	Elaboración de componentes	Ensamblaje de componentes	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio	Ensamblaje de componentes en un sitio
INDUSTRIAS DE CONSTRUCCIÓN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE QUÍMICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE TEXTILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ETAPAS DE PRODUCCIÓN										
TIPO DE INDUSTRIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INDUSTRIAS DE CONSTRUCCIÓN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE QUÍMICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE TEXTILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	

ETAPAS DE PRODUCCIÓN (CONTINUACIÓN)										
TIPO DE INDUSTRIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INDUSTRIAS DE CONSTRUCCIÓN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE QUÍMICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAS DE TEXTILES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Como lo muestran claramente las tablas anteriores, existen similitudes en la producción de diversos módulos prefabricados, las cuales a pesar de tratarse de sistemas constructivos distintos con materiales y sistemas estructurales diferentes, todos coinciden en los procesos de producción, ya que todos cuentan con un sitio previo en donde en condiciones controladas y elementos mecánicos les permiten realizar el armado principal y casi total de la vivienda, ahorrando tiempo, eficientando el costo y mejorando la calidad en todos sus aspectos. Estos aspectos de producción serán tomados como base para realizar el planteamiento de los procesos de producción del módulo prefabricado, motivo de la presente investigación.



6.2 Elementos Clase I: Estructura portante

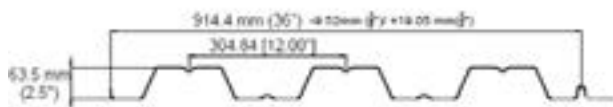
La estructura portante de los modelos se realiza de distintas maneras dependiendo del sistema constructivo empleado. Existen módulos prefabricados a base de marcos de concreto armado, también existen apoyos metálicos articulados o una mezcla de los dos. En este caso se analizará la segunda opción.

Basado en marcos metálicos que se unen entre sí para formar un cubo por cada módulo, el cual se solda y adquiere la rigidez necesaria.

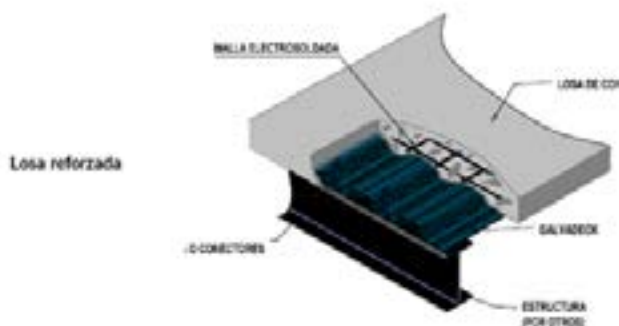


6.3 Elementos Clase II: Estructura Horizontal – losas

Los elementos estructurales que soportan y rigidizan toda la estructura se realiza por medio de losa cero con malla electrosoldada y una capa de compresión mínimo de 8 cms.



Poder Cubriente (A)		
Nominal	Min	Max
914.4 mm (36")	904.88 mm (35.625")	933.45 mm (36.75")



Estos elementos adosados a fachadas en este caso de estudio se realizan con una primera capa de paneles tipo sándwich con polietileno aislante al interior del mismo y una superficie plástica repelente al agua. Muchas veces este módulo prefabricado puede llegar a ser el acabado final o si este se pretende mejorar el aspecto formal del elemento se le añade un bastidor adicional sobre este y se coloca una segunda capa, que pueden llegar a ser duelas metálicas, duelas de madera, paneles de alucobond etc., según el diseño y presupuesto del propio módulo. A la par se realiza la impermeabilización de las azoteas para cubrir con una primera capa impermeable a los elementos. Posteriormente cuando se encuentren en su sitio definitivo y ensamblado totalmente, se procederá a sellar e impermeabilizar con una capa acrílica la azotea.

6.6 Elementos Clase V: Estructuras especiales, escaleras, rampas o elementos geoméricamente articulares.

Los elementos especiales que los proyectos arquitectónicos los requieran serán concebidos desde su origen en diseño y modulación. El propio diseño de la construcción será la que merque el espacio determinado del elemento así como el desarrollo y dimensiones del mismo. La interacción estructural de los propios elementos será considerada en el cálculo estructural a pesar de ser elementos adheridos y prefabricados. Los elementos de circulación vertical

también tienen la flexibilidad de ser realizado en algún sistema constructivo distinto, creando una mezcla de un proyecto híbrido. Su fabricación deberá de ser contemplada y programada en el flujo de actividades y dependencia de las mismas.

6.7 Elementos Clase VI:

Desmontaje en fábrica y traslado a sitio. Una vez terminados los acabados exteriores y la mayoría de los elementos divisorios básicos como muro y plafones (exceptuando las áreas que por instalaciones deberán esperar a ser conectados una vez se encuentre ensamblado nuevamente y en su sitio definitivo para realizar pruebas de funcionamiento), se procede a separar los módulos individualmente para ser llevados al área de transporte sobre tráilers que los transportaran a su lugar de instalación. Para este proceso se requiere una grúa viajera que ayude a elevar los módulos para ser colocados sobre las plataformas de los tráilers.

Una vez realizada la maniobra de carga en la plataforma del tráiler se procede a llevar el mismo al sitio de descarga el tráiler con los módulos. Previamente ahí ya está esperando una grúa de patio para realizar la maniobra de descarga. La grúa comienza a realizar las maniobras de descarga y colocación al sitio, donde previamente ya fueron colocadas las bases donde se asentarán los módulos. Se colocan los módulos según indique el proyecto en sus respectivos

conectores, para comenzar a ensamblarlos y rematarlos. Estos ensambles se pueden realizar de dos diferentes formas y esto dependerá del diseño de la propia estructura, ya sea a atornillar los módulos entre sí, o soldarlos. También se comienza a realizar las conexiones de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, vos y datos y las que hayan sido previstas en el diseño.

Una vez ensamblados los módulos en su sitio definitivo, se comienza a dar los remates al interior y exterior, en las uniones entre módulos se colocan las piezas que cubrirán la junta. En las fachadas se puede colocar dependiendo del diseño formal de objeto, un segundo revestimiento como acabado final o simplemente dejarlo aparente. En las azoteas se colocan láminas flexibles entre los distintos módulos a modo de botaguas para evitar filtraciones. Previamente se aplica una capa final de impermeabilizante en las superficies continuas.

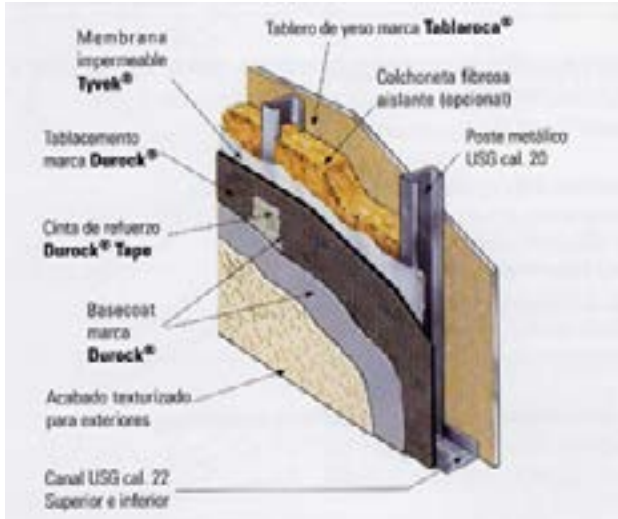
También se inicia la colocación del vitropiso el cual cubre las uniones entre los módulos en donde previamente se le coloca una mezcla de resinas para asegurar su buen pegado a la superficie metálica. La cancelería se comienza a colocar. Esta previamente fue fabricada a la par, manteniendo medidas estándares según la modulación y el diseño del elemento. Por otro lado se comienzan a cerrar los registros en plafones y muros para dar paso a la pintura en los uros divisorios.



6.4 Elementos Clase III: Estructura Interior: Muros divisorios

Las divisiones internas de las módulos se realizan por medio de paneles prefabricados de cemento y yeso, compuesto al interior por medio de estructura metálica ligera llamados postes y canales, a los cuales les es fijado por amboas caras del muros tablas de yeso y cemento dependiendo si ambas caras dan al interior o exterior de la vivienda. Es necesario aislar a estra estructuras ya que de los contrario tendrían propiedades térmicas muy bajas, permitiendo la entrada y salida de temperatura. Por lo cual se le coloca membrana de fibra de vidrio entre los postes para aislar temperatura y acústica. Posteriormente se colocan todas las instalaciones necesarias según proyecto. Dependiendo si alga de estas caras es para el interior o exterior, se le da el siguiente tratamiento:

- Interior Yeso: En esta cara simplemente se coloca la tabla de yeso sobre los postes de metal por medio de pijas negras de forma manual. Se les coloca entre las uniones prefacinta con pasta para uniones, la cual se aplica y deja secar, repitiendo este último paso una vez más. Posteriormente una vez seca la pasta en su totalidad se lija de manera suave para liar asperezas y perder los bordes de las uniones.



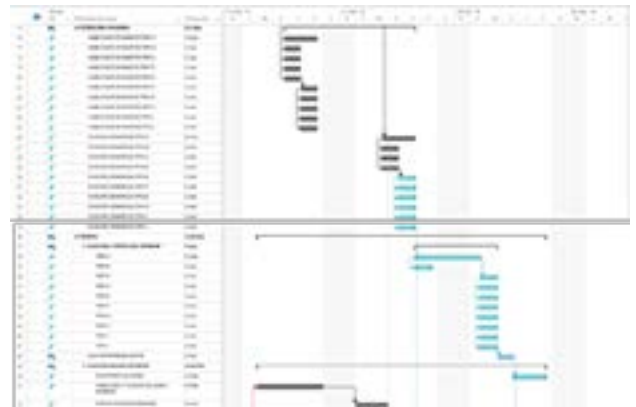
- Exterior Cemento: Se coloca la membrana impermeable plástica la cual evitara se filtre cualquier humedad al interior del muro fijado por medio de grapas. Después se aplica la tabla de cemento y se fija a los postes metálicos. En las uniones se les coloca una cinta plástica con una mezcla de morteros especiales que ayudan a pegar y sellar las uniones.



Y por último se puede aplicar este mortero para



sellar las caras de la tabla de cemento o se puede



recubrir con algún otro revestimiento por encima de éstos, el cual podrá variar dependiendo del acabado que quiera lograr, incluso llegando a colocar un segundo bastidor para recibir el otro recubrimiento.

6.5 Elementos Clase IV:

Paneles ligeros destinados a fachadas
Los paneles destinados a fachadas son elementos prefabricados que son considerados desde la concepción y diseño del módulo ya sea horizontal o vertical, y éstos pueden ser de distintos materiales. Se debe considerar dejar listas las preparaciones que recibirán el peso así como el área de fijación de los propios modulo individuales.



Una vez terminados los acabados interiores, se comienza a colocar todo el mobiliario que también puede ser fabricado previamente y simplemente ingresar el mobiliario que el cliente desee, según los alcances del proyecto.

Una vez terminada la carpintería, mobiliario y accesorios conectados y funcionando, se comienza a realizar la obra exterior, los colados y remates de las distintas áreas. Si este módulo será repetible los recursos mecánicos son desplazados al siguiente sitio en donde se repetirá este proceso, moviendo al personal según sea requerido evitando así tiempos muertos.





CAPITULO II

ANALISIS MODELO

PREFABRICADO



7 EL SISTEMA PRODUCTIVO PARA MODULO PREFABRICADO

7.1 IDENTIFICACION DE UNA NECESIDAD

El día 25 de Mayo del año 2015 en la ciudad Fronteriza al norte del estado de Coahuila, tres colonias de esta ciudad fueron azotadas por un tornado sin previo registro de sucesos similares en la zona. Causando el daño de más de 2,000 viviendas con daños desde cristales quebrados hasta viviendas totalmente destruidas. Por lo cual surge la necesidad de reconstruir y rehabilitar las viviendas de manera urgente, ya que los habitantes de estas no tienen donde morar. El gobierno federal a través de una institución dedicada al otorgamiento de créditos para vivienda en el país actúa por medio de un seguro inmobiliario que cubre a los acreditados activos, logrando aportar rentas a las personas afectadas y quedando desalojadas las viviendas para trabajar en la reconstrucción y reparaciones según el caso. La necesidad primordial es terminar la construcción de las viviendas en el tiempo más corto posible, ya que las familias afectadas tendrán que morar en otro lugar mientras se les reconstruyen sus viviendas, por lo cual se requiere un sistema constructivo eficaz que permita realizar la intervención en el menor tiempo posible sin descuidar ningún aspecto de calidad.

7.2 PRE FACTIBILIDAD

7.2.1 ASPECTOS ECONÓMICOS

El producto demandado es una construcción de 42.74 m² en un terreno de 98 m² conformado de 7 m de frente x 14 m de largo, con el programa arquitectónico siguiente:

ESPACIO ECONOMICO	X	Y	M2
Recamara 1	2.94	2.70	7.94
Recamara 2	2.94	2.40	7.06
Estancia	2.94	2.91	8.56
Comedor	2.94	2.00	5.88
Cocina	1.70	2.66	4.52
ESPACIO COMPLEMENTARIO	X	Y	M2
Baño	1.16	2.56	2.97
Estacionamiento	5.97	3.04	18.15
Área Lavado	1.20	1.10	1.32
Jardín al frente	3.95	4.38	17.30
Jardín al posterior	7.00	1.88	13.16
ESPACIO DISTRIBUTIVO	X	Y	M2
Pasillo de servicio	0.90	7.92	7.13

La cantidad demandada son: 643 viviendas por reconstruir

Demanda: 643 viviendas

Tiempo de ejecución: 7 meses

Comercialización, Precio de venta: \$192,750.03

Costo de producción: \$149,867.2865

Utilidad constructor: \$42,882.74

Ubicación de la demanda:

Colonia AST (154)

Colonia SR (336)

Colonia LA (23)

Colonia ASR (132)

Competencia: Constructoras pequeñas y medianas regionales.

“ANF”, Constructora local, Pequeña.

“CSMA”, Constructora del D.F. Pequeña.

“CNST”, Constructora local Mediana.

“EJG”, Constructora local Pequeña.

“GNS”, Constructora local Pequeña.

“GCS”, Constructora local Mediana.

“HER”, Constructora local Pequeña.

“MTR”, Constructora local Pequeña.

“MET”, Constructora local Pequeña.

Disponibilidad de personal: El personal que se encuentra en la región no cuenta con los estándares de calidad que se requieren para elaborar una vivienda prefabricada, solo cuentan con conocimientos para realizar una vivienda tradicional. Por lo cual se deberá de capacitar para incorporarla al esquema de procesos de producción.

Ubicación de Insumos: Existen varias empresas en la Ciudad que ofrecen los materiales con los cuales se elaboraran



7.2.2 ASPECTOS TÉCNICOS JURÍDICOS

Macro localización: La ciudad se encuentra ubicada en la frontera con Texas, U.S.A.. Sus principales proveedores de materia prima y productos son las ciudades de Monclova, Saltillo, y Monterrey. La ciudad más cercana se encuentra a 82.5 km. Posteriormente se encuentra Monclova a 309.8 km, Saltillo a 465.03 km y Monterrey a 592 km. Monterrey por su naturaleza de productor industrial suele proveer a todas las ciudades aledañas constantemente de manera tradicional, y los pedidos especiales los realizan sin mayor problema. El tiempo de espera de estos pedidos especiales. Llega a ser de 1 a dos semanas. Tecnología disponible: en la región así como en la propia ciudad existen proveedores que cuentan con la maquinaria necesaria, así como un parque industrial equipado dentro de la ciudad. Maquinaria disponible para llevar a cabo la construcción industrializada: Bodega industrial con Grúa tipo Malacate que permita trasportar los materiales de un área a otra. Proveedor de perfiles metálicos estructurales local.

Tráiler con Plataforma rodante.

Grúa de patio de 20 tn.

Técnicos Soldadores.

Soldadoras de arco.

Planta de concreto premezclado con disponibilidad.

Vibradores de concreto.

Acelerantes para fraguado de concreto.

Mano de obra disponible, Azulejeros, Eléctricos, Plomeros, Albañiles, Estuqueros y ayudantes en general.

Restricciones Legales

Las restricciones legales que aplican en la localidad, son las establecidas en las normas de ordenamiento territorial y su reglamento de construcción local, el cual en caso de o contemplar algún aspecto técnico, será referido parcial o en su totalidad al REGLAMENTO DE CONSTRUCCION DEL DISTRITO FEDERAL, LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS DEL ESTADO DE COAHUILA..

TITULO CUARTO CAPITULO I DE LAS MANIFESTACIONES DE CONSTRUCCION, Quedando sujeto al Art 47, 48, 49, 50, 51 No. I, CAPITULO IV Art. 65,66,67, 68, 69, 70. TITULO QUINTO DEL PROYECTO ARQUITECTONICO, CAPITULO I, Art. 74, 75, 76, 77, 78 y 79. SECCION SEGUNDA DE LAS PREVENIONES CONTRA INCENDIOS, Art. 109, 110, 111, 112 Y 113. TITULO SEXTO SE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES CAPITULO I Art. 137, 138, 139, Inciso II. CAPITULO II DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EDIFICACIONES, "Art. 140.- El proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos." CAPITULO II DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL "Art. 146.- Toda edificación debe contar con un sistema

estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo."

Restricción jurídica Fiscal:

Artículo 9o.- No se pagará el impuesto en la enajenación de los siguientes bienes:

- I.- El suelo.
- II.- Construcciones adheridas al suelo, destinadas o utilizadas para casa habitación. Cuando sólo parte de las construcciones se utilicen o destinen a casa habitación, no se pagará el impuesto por dicha parte. Los hoteles no quedan comprendidos en esta fracción.
- III.- Libros, periódicos y revistas, así como el derecho para usar o explotar una obra, que realice su autor.
- IV.- Bienes muebles usados, a excepción de los enajenados por empresas.
- V.- Billetes y demás comprobantes que permitan participar en loterías, rifas, sorteos o juegos con apuestas y concursos de toda clase, así como los premios respectivos, a que se refiere la Ley del Impuesto sobre la Renta.

Moneda nacional y moneda extranjera, así como las piezas de oro o de plata que hubieran tenido tal carácter y las piezas denominadas onza troy.

VII.- Partes sociales, documentos pendientes de cobro y títulos de crédito, con excepción de certificados de depósito de bienes cuando por la enajenación de dichos bienes se esté obligado a pagar este impuesto y de certificados de participación inmobiliaria no amortizables u otros títulos que otorguen a su titular derechos sobre inmuebles distintos a casa habitación o suelo. En la enajenación de documentos pendientes de cobro, no queda comprendida la enajenación del bien que ampare el documento.

Tampoco se pagará el impuesto en la enajenación de los certificados de participación inmobiliarios no amortizables, cuando se encuentren inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y su enajenación se realice en bolsa de valores concesionada en los términos de la Ley del Mercado de Valores o en mercados reconocidos de acuerdo a tratados internacionales que México tenga en vigor.

Párrafo	adicionado	DOF	23-12-2005
Fracción	reformada	DOF	31-12-1998

VIII.- Lingotes de oro con un contenido mínimo de 99% de dicho material, siempre que su enajenación se efectúe en ventas al menudeo con el público en general.

Fracción	reformada	DOF	31-12-1982, 21-11-1991, 28-12-1994
----------	-----------	-----	------------------------------------

IX. La de bienes efectuada entre residentes en el extranjero, siempre que los bienes se hayan exportado o introducido al territorio nacional al amparo de un programa autorizado conforme al Decreto para el fomento de la industria manufacturera, maquiladora y de servicios de exportación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de noviembre de 2006 o de un régimen similar en los términos de la legislación aduanera o se trate de las empresas de la industria automotriz terminal o manufacturera de vehículos de autotransporte o de autopartes para su introducción a depósito fiscal, y los bienes se mantengan en el régimen de importación temporal, en un régimen similar de conformidad con la Ley Aduanera o en depósito fiscal.

Fracción	adicionada	DOF	30-12-2002.
	Reformada	DOF	11-12-2013

Último párrafo. (Se deroga).
Párrafo adicionado DOF 30-12-2002. Derogado DOF 11-12-2013
Artículo reformado DOF 30-12-1980

Artículo 20.- No se pagará el impuesto por el uso o goce temporal de los siguientes bienes:

I.- (Se deroga).
Fracción derogada DOF 31-12-1981

II.- Inmuebles destinados o utilizados exclusivamente para casa- habitación. Si un inmueble tuviere varios destinos o usos, no se pagará el impuesto por la parte destinada o utilizada para casa- habitación. Lo dispuesto en esta fracción no es aplicable a los inmuebles o parte de ellos que se proporcionen amueblados o se destinen o utilicen como hoteles o casas de hospedaje.

III.- Fincas dedicadas o utilizadas sólo a fines agrícolas o ganaderos.

IV.- Bienes tangibles cuyo uso o goce sea otorgado por residentes en el extranjero sin establecimiento permanente en territorio nacional, por los que se hubiera pagado el impuesto en los términos del artículo 24 de esta Ley.

Fracción	derogada	DOF	30-12-1980.
	Adicionada	DOF	21-11-1991

V.- Libros, periódicos y revistas.

7.2.3 ASPECTOS FINANCIEROS

Fuertes de financiamiento: La institución a través de su aseguradora "Q", la cual prevé un seguro contra desastres naturaleza derechohabientes al corriente de sus pagos, interviene y aporta la suma que respalde en su caso la rehabilitación o reconstrucción total de la vivienda. Aplicando en este evento natural ambas. Pero para efectos de este análisis se tomaran exclusivamente las viviendas con pérdida total. La cantidad por vivienda asegurada es \$192,750.03, la cual se otorga un 50% como anticipo para inicio de los trabajos y el 50% restante se otorgara al término de los mismos. Traduciéndose en:

Inversión		inicial:
Anticipo	total=(\$192,750.03	x 643
viv)/2=	\$123,938,269.29/2=	61,969,134.64



7.3 INGENIERIA CONCEPTUAL

En la ingeniería conceptual o anteproyecto se realiza la identificación de operaciones y actividades para producir bienes o servicios y se realiza también el ordenamiento de actividades, dimensionamiento de entradas y salidas de material, energía y personas, selección de maquinaria y equipo etc.

7.3.1 OPERACIONES Y ACTIVIDADES

Las tareas y actividades a realizar dentro de la fabricación de una vivienda industrializada son las siguientes:

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración
Programada automáticamente	ESTRUCTURA PERIFERICA	5.4 días
Programada manualmente	CONCRETEO PERIFERICO	0.1 días
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO DE CUBIERTA	1 día
Programada manualmente	UNION DE CANTONCILLO D'ALBA	1.5 días
Programada manualmente	CAJONCILLO DE CUBIERTA Y ENLACE	0.2 días
Programada manualmente	ENFRENADO DE ESTRUCTURA	0.1 días
Programada manualmente	PRESENCIA DE CANTONCILLO EN FUNDACION	0.1 días
Programada manualmente	UNION PERIFERICA (CANTONCILLO PERIFERICO)	0.2 días
Programada manualmente	CONCRETEO LOSADERO	1 día
Programada manualmente	UNION DE LOSADERO LISO Y BAJO	0.5 días
Programada manualmente	UNION LOSADERO LISO Y ALTO	0.4 días
Programada manualmente	COBERTO PLUMBERIA	0.1 días
Programada manualmente	CELANO DE CUBIERTA PERIFERICO	1 día
Programada manualmente	VERIFICACION ACABADO PAVO	1 día
Programada automáticamente	ESTRUCTURA INTERIOR	5.5 días
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO A	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO B	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO C	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO D	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO E	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO F	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO G	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO H	1 día
Programada manualmente	HABILITACION DE MARCO TIPO I	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO A	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO B	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO C	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO D	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO E	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO F	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO G	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO H	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO I	1 día
Programada manualmente	UNION DE MARCO TIPO J	1 día

Programada automáticamente	MARCO	12.6 días
Programada automáticamente	UNION Y CONCRETEO PARA INTERIOR	1 día
Programada manualmente	TIPO A	1 día
Programada manualmente	TIPO B	1 día
Programada manualmente	TIPO C	1 día
Programada manualmente	TIPO D	1 día
Programada manualmente	TIPO E	1 día
Programada manualmente	TIPO F	1 día
Programada manualmente	TIPO G	1 día
Programada manualmente	TIPO H	1 día
Programada manualmente	TIPO I	1 día
Programada manualmente	TIPO J	1 día
Programada automáticamente	TELA SUPERFICIAL INTERIOR	1 día
Programada automáticamente	UNION DE CUBIERTA EXTERIOR	15.4 días
Programada manualmente	SOPORTE DE CUBIERTA	2 días
Programada manualmente	HABILITACION Y UNION DE CUBIERTA EXTERIOR	4 días
Programada manualmente	UNION MARCO INTERIOR	1 día
Programada automáticamente	PURITAS	17.4 días
Programada manualmente	MARCO FUENTE MADERA	2 días
Programada manualmente	INSTALACION DE MARCO FUENTE	1 día
Programada manualmente	COLOCACION DE PUERTAS	1 día
Programada automáticamente	VENTANAS	25 días
Programada manualmente	MARCO DE VENTANA	1 día
Programada manualmente	FABRICACION DE VENTANA	1 día
Programada manualmente	COLOCACION DE VENTANA	1 día
Programada manualmente	QUITE DE VENTANA	1 día
Programada automáticamente	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	25.4 días
Programada manualmente	TRAZO Y PRESENCIA DE CENTRO DE CARGA	0.1 días
Programada manualmente	PRESENCIA DE TUBERIA ALIMENTACION DE CARGA	1 día
Programada manualmente	TRAZO Y PRESENCIA DE UNION DE SALIDA CONTACTO	1 día
Programada manualmente	TRAZO DE TIERRA CONTACTO	1 día
Programada manualmente	TRAZO DE TIERRA A LAMPARA	1 día
Programada manualmente	TRAZO Y UNION DE BOTE SALIDA LAMPARAS	1 día
Programada manualmente	CABLEADO	1 día
Programada manualmente	COLOCACION DE ACCESORIOS	1 día
Programada manualmente	COLOCACION DE LAMPARAS	0.2 días
Programada automáticamente	INSTALACIONES HIDRAULICAS	5.5 días
Programada manualmente	TRAZO Y PRESENCIA DE SALIDA	0.1 días
Programada manualmente	TRAZO DE TIERRA Y CONEXION	1 día
Programada automáticamente	INSTALACIONES SANITARIAS	4 días
Programada manualmente	TRAZO, PERFORACION Y PRESENCIA DE FLUJO SANITARIO	1 día
Programada manualmente	CONEXION DE TIERRAS SANITARIAS DE BAJA LEVANTADO	1.5 días
Programada manualmente	COLOCACION DE MUEBLES COCINA Y BAÑO	1.5 días

Programada automáticamente	AVILAMIENTO	1 día
Programada manualmente	COLOCACION DE FIBRA DE VIDRIO	1 día
Programada automáticamente	FAJER PLAFON	4 días
Programada manualmente	TENDIDO DE SOPORTERA	2 días
Programada manualmente	DEPTE DE PLAFON	2 días
Programada manualmente	UNION Y REJALTES	2 días
Programada automáticamente	INSTALACIONES GAS	1 día
Programada manualmente	TENDIDO DE TUBERIA Y CONEXIONES	1 día
Programada automáticamente	IMPRESIONABLEACION	1 día
Programada manualmente	TENDIDO DE CABLES ELÉCTICOS	1 día
Programada automáticamente	TRANSPORTE MODULOS	1,8 días
Programada manualmente	DESCENDIBLE DE ACCESO	0,2 días
Programada manualmente	MOBILIZACION AREA DE CARGA Y DESCARGA	0,2 días
Programada manualmente	MANIOBRAS DE CARGA Y TRASLADO POR GRUA VIUERA	0,2 días
Programada manualmente	TRANSPORTE A SITIO	1 día
Programada manualmente	MANIOBRAS DE CARGA EN SITIO	0,2 días
Programada automáticamente	TUBERIO	34 días
Programada manualmente	DEMOLUCION DE VIVIENDA EXISTENTE	1 día
Programada manualmente	LIMPIEZA DE ESCOMBRO	1,5 días
Programada manualmente	TRAZO Y NIVELACION	1 día
Programada manualmente	PLATAFORMA, RELLENO Y COMPACTACION	4 días
Programada manualmente	ERIGACION DE EMPALME RELIADOS	2 días
Programada manualmente	ERIGACION INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	1 día
Programada manualmente	ARMADO DE ENFERMEDAS	2 días
Programada manualmente	HABILITADO Y PRESENTACION DE TUBERIAS HIDROSANITARIAS	1,5 días
Programada manualmente	CRIBADO DE ZANJAS	2 días
Programada manualmente	COLADO DE SAPATAS	1 día
Programada manualmente	PREPARACION DE PLACAS AHOGADAS	1 día
Programada manualmente	TRAZADO A SU NORMA RESISTENCIA	7 días
Programada manualmente	HABILITADO DE APOYOS CONECTOROS	2 días
Programada manualmente	UNION Y NIVELACION DE CONECTOROS APOYOS	2 días

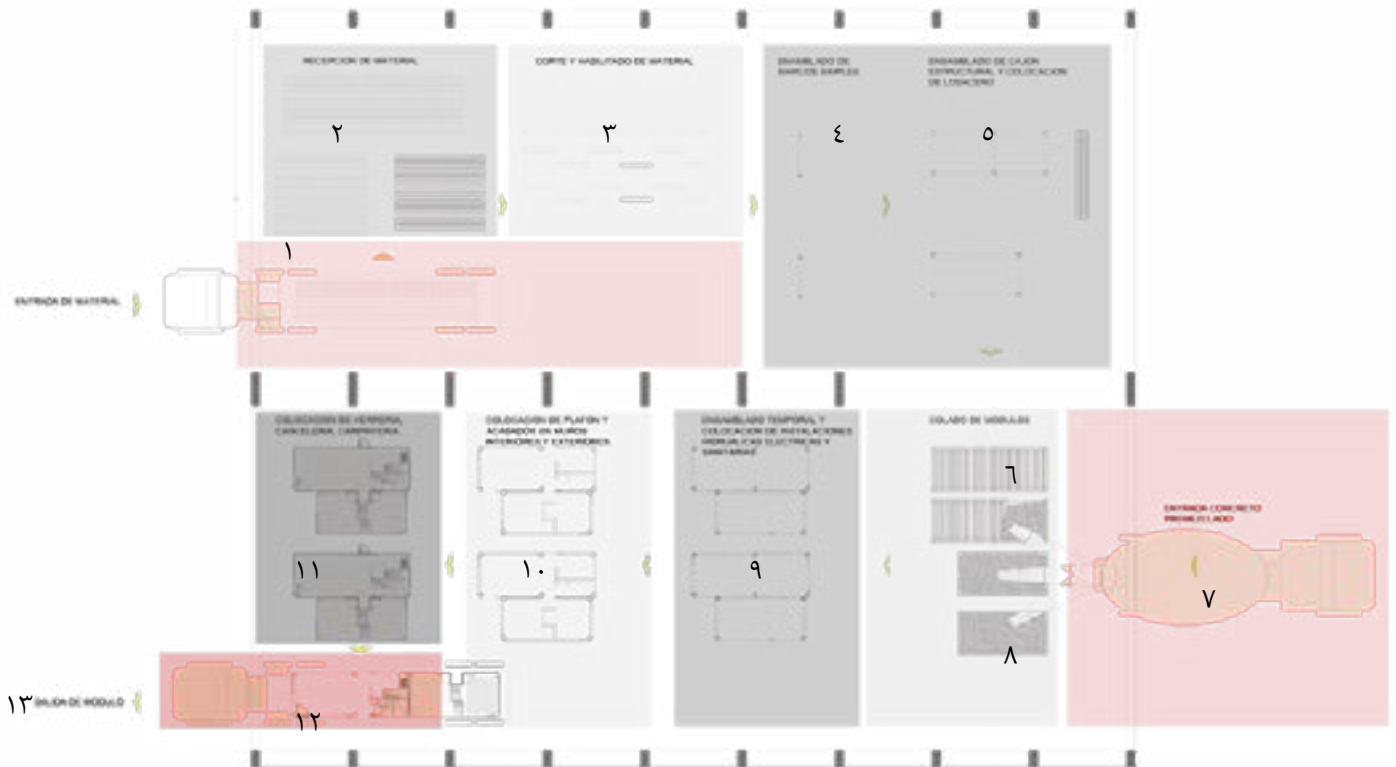
Programada automáticamente	URMA	3 días
Programada manualmente	ARRIBO DE GRUA MOVIL 50 TN	0,2 días
Programada manualmente	ARMONIZAMIENTO Y ESTABILIZACIONES	0,2 días
Programada automáticamente	DESCARGA DE TUBERIAS Y COLOCACION DE MODULOS EN SITIO	0,6 días
Programada manualmente	MODULO 1	0,2 días
Programada manualmente	MODULO 2	0,2 días
Programada automáticamente	PRO	3 días
Programada manualmente	COLOCACION DE VITROPISO	3 días
Programada automáticamente	URMA EN SITIO - SEMA TES	4,1 días
Programada manualmente	COLOCACION DE PUEBLOS	0,2 días
Programada manualmente	SOLICITUD Y UNION DE MODULOS	1 día
Programada manualmente	REMOVIENDO DE CABLES	2 días
Programada manualmente	LIMPIEZA	0,5 días
Programada manualmente	CONDICION ADECUADA	1 día
Programada manualmente	COMPRA MATERIAL Y ARRIBO DE LOS MISMO A BOCCA	0,1 días



7.4 INGENIERIA BASICA

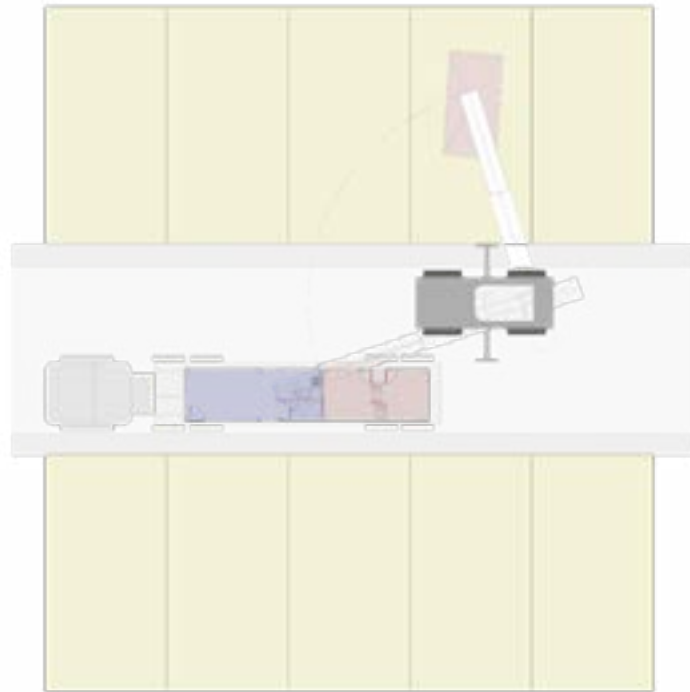
7.4.1 DIMENSIONAMIENTO FISICO

Distribución según procesos constructivos y dimensionamiento de nave industrial existente.
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA POR FLUJO

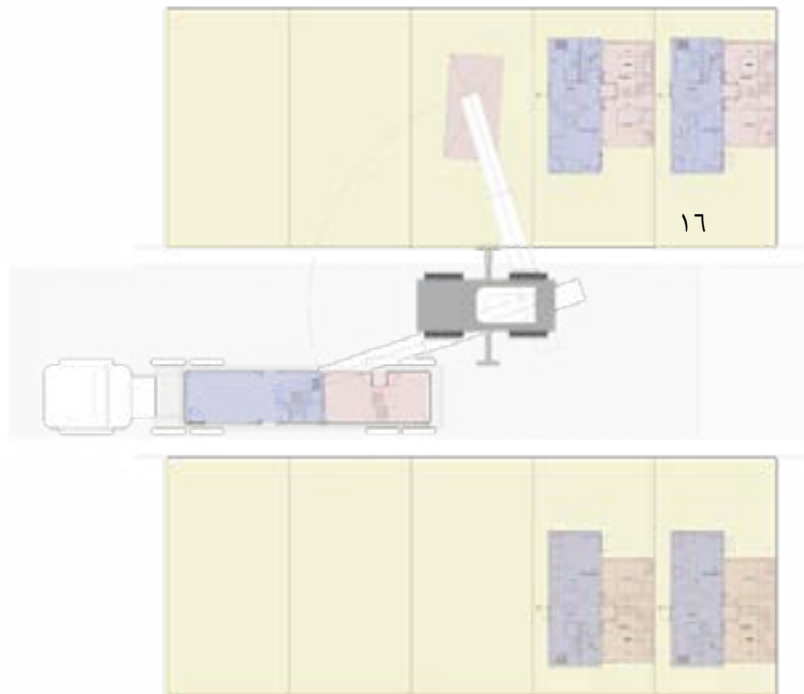


1. Arribo de material
2. Acomodo de material
3. Habilidadado y cortado de material
4. Unión de marcos primarios
5. Unión entre los marcos formando huacal
6. Colocación de losacero.
7. Arribo de concreto premezclado
8. Colado con acelerante de losa de azotea y losa base
9. Estructuración de muros e instalaciones
10. Colocado de paneles de concreto en muros, plafón y acabados
11. Colocado de accesorios, carpintería, cancelería e impermeabilizante
12. Separación de módulos y carga a tráiler
13. Traslado de módulos a terreno.

ARRIBO DE TRAILLER Y DESCARGA POR GRUA DE 20 TON EN TERRENO PREVIAMENTE PREPARADO CON CIMENTACIÓN.



- 14. Arribo del tráiler con los módulos al sitio de montaje.
- 15. Maniobra de descarga del módulo al terreno previamente preparado.



- 16. Una vez en colocados los módulos se unen a través de soldadura, y se realizan los remates de la vivienda, como conexiones de instalaciones, sellado de uniones, puesta en marcha y pruebas.

El prototipo Industrializado basado en el Prototipo "E" se previó para cumplir las características mínimas que marca el reglamento de construcciones para el Distrito Federal, además de modificar algunas características respecto al modelo anterior debido a que el espacio lo permitió:

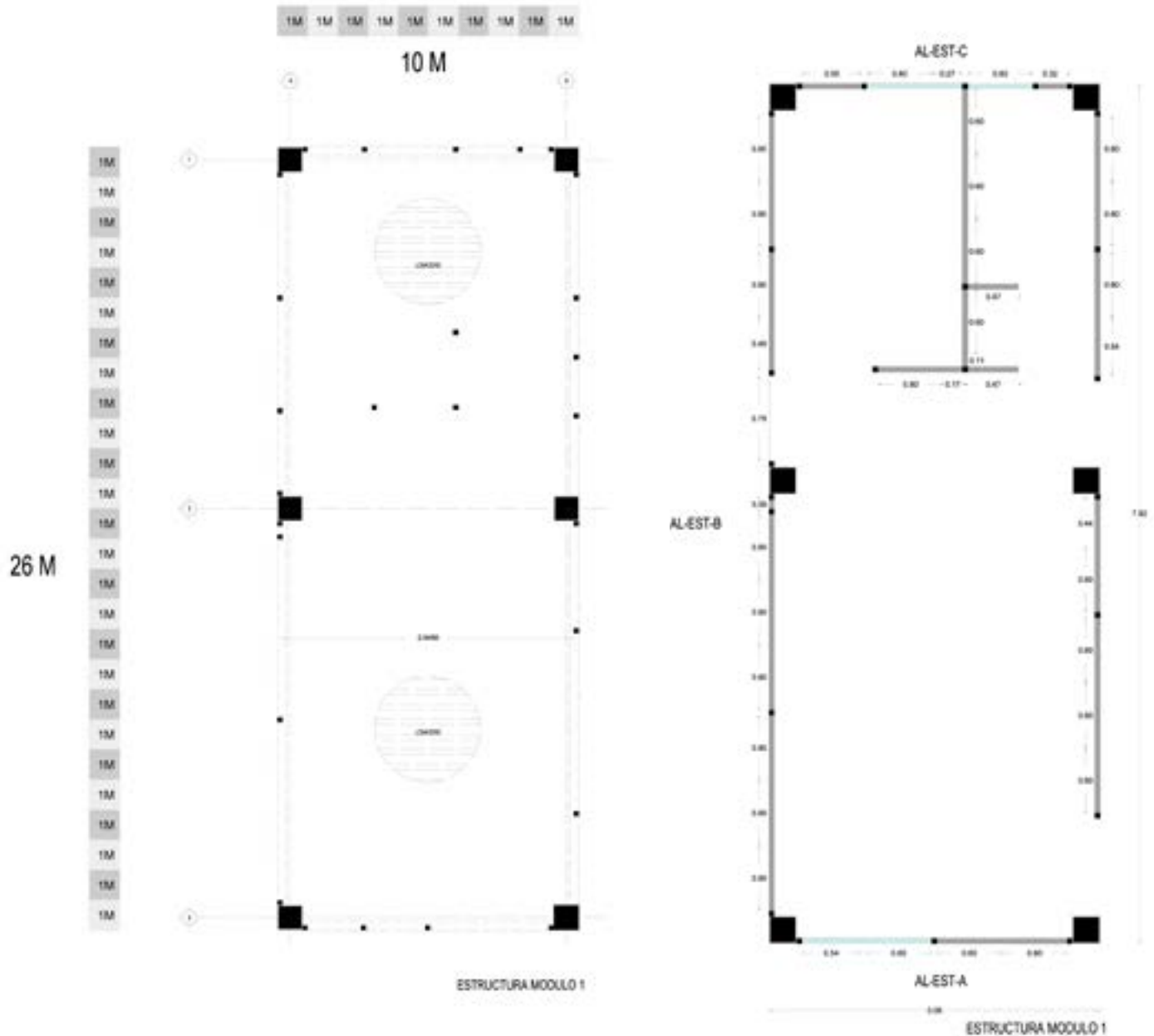
La forma de las siluetas de los dos prototipos evidentemente se simplifica al industrializarlo ya que las formas irregulares los pequeños espacios llegar a ser costosos y difíciles de producir, por lo cual se opta por la naturaleza más limpia de la forma. El aspecto formal de la misma no se ve afectado, ya que se utilizan elementos en fachada que contribuyen a mejorar el aspecto y limpieza de los dos elementos prefabricados. El prototipo artesanal cuenta con 43.6 m². El prototipo prefabricado cuenta con 42.74 m².



Como se puede apreciar en la planta arquitectónica, se plantea prácticamente la misma distribución aunque en este prototipo por su propias dimensiones brinda la oportunidad de distribuir mejor la cocineta, creando una escuadra de servicios en la cocina y separando la zona cocción con la zona de enfriado. También por otro lado la estancia se le colocó muebles con las dimensiones reales, ya que el prototipo anterior las medidas de los muebles no corresponden a la realidad además de estorbar a la puerta. También el comedor queda menos angustiado de cómo se encontraba en el prototipo anterior. Las recamaras mantienen un buen tamaño y los closets son integrados entre las paredes divisorias, sirviendo como aislante acústico y térmico entre ambas habitaciones.



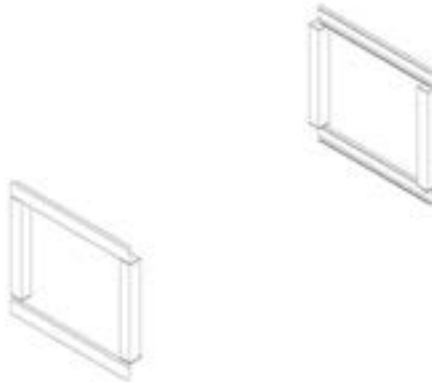
Este Prototipo industrializado se conforma por dos módulos prefabricados que posteriormente se unen en sitio para unirlos y darles el acabado final:



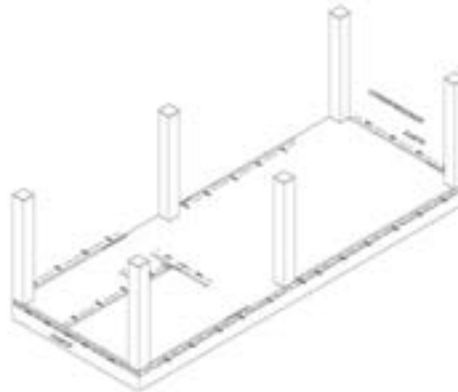
Las dimensiones de este módulo que es el más largo son de 26 M por 10 M, lo cual equivale a 3.05 m x 7.92 m. Como ya se había explicado en capítulos anteriores, se utiliza la modulación en sistema de medidas inglesa debido a que los materiales se fabrican en el sistema mencionado, por lo cual esto ayuda a disminuir el desperdicio de manera considerable ya que en la mayoría de las medidas siempre corresponderán a una modulación. Los paneles utilizados como muros son de un sistema llamado CONCREACERO el cual consiste en módulos de concreto aligerados e presentaciones de 0.60 x 0.60 cms x 0.05 m de ancho. Este sistema constructivo funciona a través de paneles asentados sobre estructura metálica y postes metálicos los cuales son unidos a través de resinas especiales que los unen. El dimensionamiento de estos funciona de la siguiente manera; Por cada dos módulos verticales, deberá existir un elemento horizontal como un perfil metálico cuadrado de 2x2 "para proporcionar rigidez. Por cada tres módulos horizontales deberá existir un poste metálico, cabe mencionar que entre estos tres módulos antes de llegar a la unión del tercer módulo, deberá colocarse una solera metálica, que ayudara a rigidizar la unión entre los módulos.

Una vez colocados los módulos, se fijan con pijas y tornillería para evitar su movimiento, para posteriormente vaciar una mezcla de resina llama "Pegol" de la marca concreacero. Y este proceso se repite con el criterio antes mencionado.

1-2

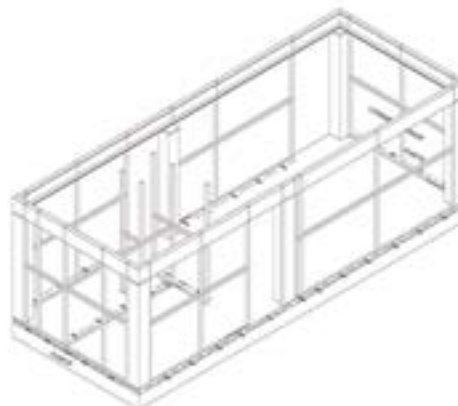
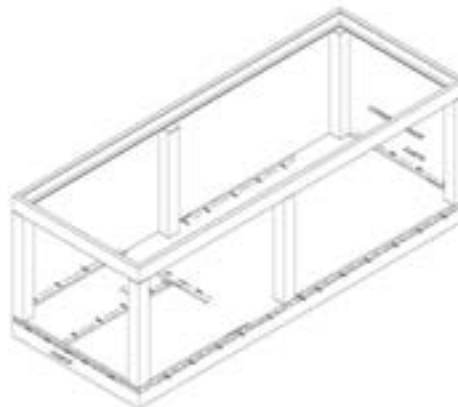


3

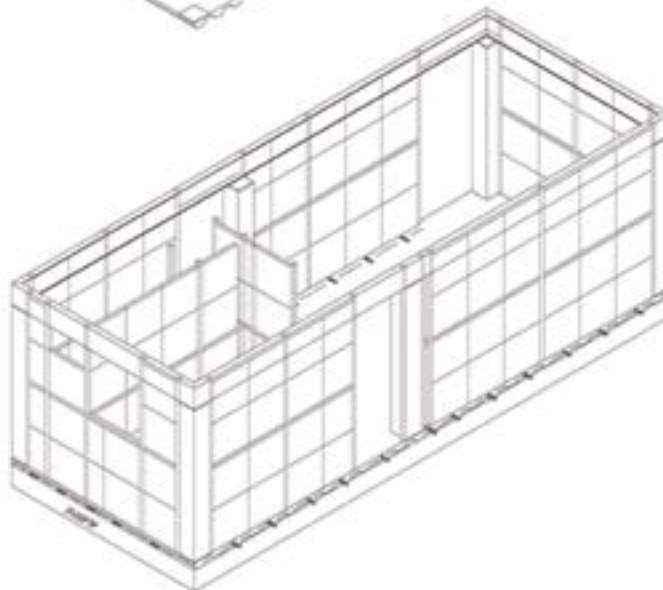
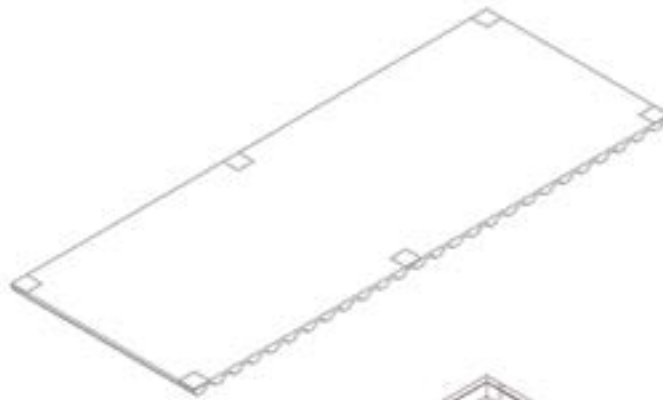
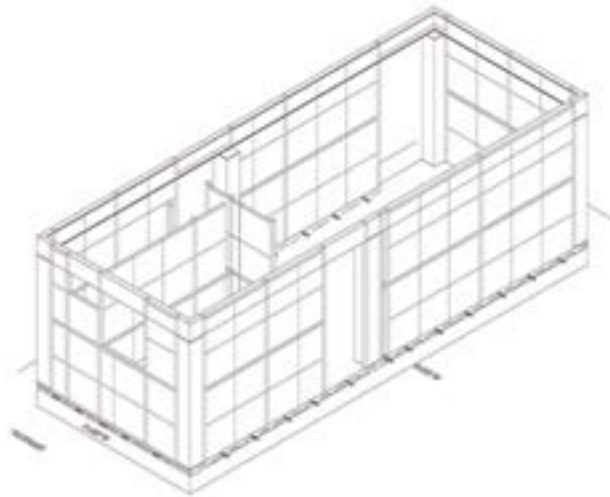


1. Habilitado y armado de marco rígido
2. Armado de marcos rígidos con las mismas características, para ensamblar largueros y crear caja.
3. Ensamblado de marcos rígidos a través de estructura horizontal. Colocación de losacero.
4. Ensamblado de marco superior rígido creando caja.
5. Habilitado y de soporteria de muros divisorios al interior y exterior.
6. Colocación de papeles de concreto aligerado en las primeras dos secciones verticales, para colocarle un refuerzo horizontal de soporteria.
7. Terminado de colocación de paneles de concreto.
8. Colocación de losa cero o losa tapa.

5



1. Habilitado y armado de marco rígido
2. Armado de marcos rígidos 7 con las mismas características, para ensamblar largueros y crear caja.
3. Ensamblado de marcos rígidos a través de estructura horizontal. Colocación de losacero.
4. Ensamblado de marco superior rígido creando caja.
5. Habilitado y de soportería de muros divisorios al interior y exterior.
6. Colocación de papeles de concreto aligerado en las primeras dos secciones verticales, para colocarle un refuerzo horizontal de soportería.
7. Terminado de colocación de paneles de concreto.
8. Colocación de losa cero o losa tapa.

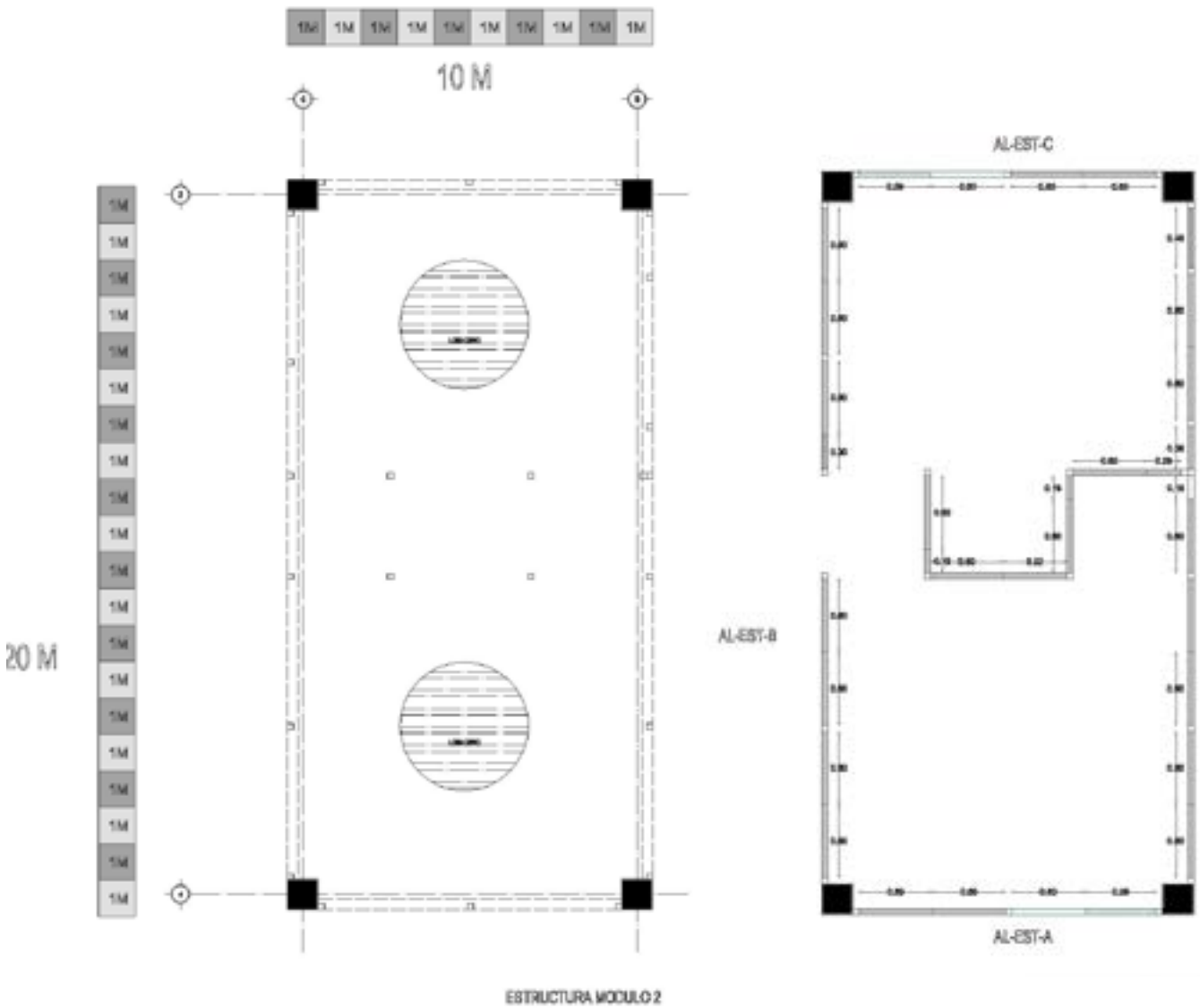




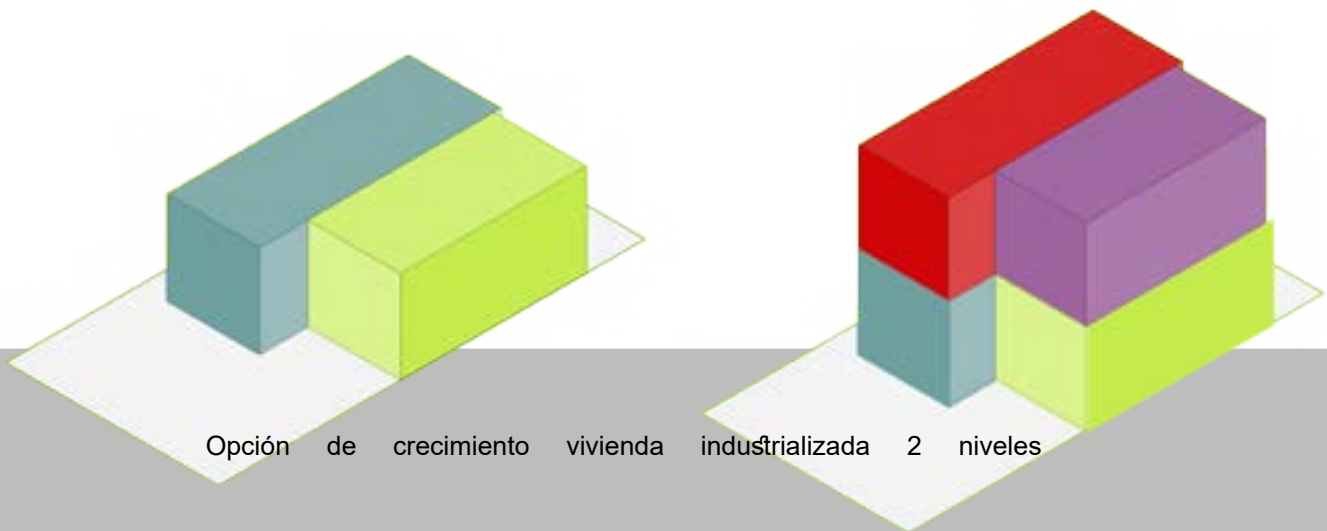
INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION
REPENSANDO LA MANERA DE CONSTRUIR

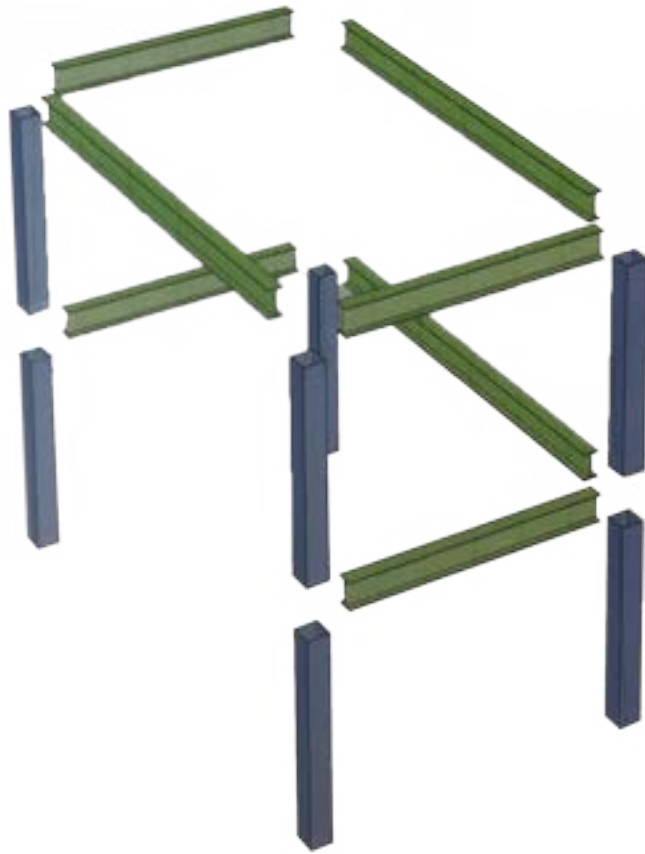


Las dimensiones de este módulo que es el corto son de 20 M por 10 M, lo cual equivale a 3.05 m x 6.10 m.



Cabe mencionar que este prototipo industrializado está diseñado para que las personas de este tipo de vivienda puedan colocar dos módulos más en la parte superior de la propia estructura, ya que esta se encuentra calculada para resistir dos módulos de crecimiento. Esto con la intención que sea una vivienda progresiva y no limitativa, ahorrándole a las personas cualquier tipo de modificación o preparación adicional a las que el propio prototipo ya prevé.





Calculo de análisis estructural en anexos.



CAPITULO III

FASE

EXPERIMENTAL



CONCEPTO DE TIEMPO-COSTO ANALISIS DEL PROCESOS CONSTRUCTIVO VIVIENDA ARTESANAL "CASO ACUÑA" VS VIVIENDA PREFABRICADA "TEORICA", EN FUNCION DEL CONCEPTO DE TIEMPO-COSTO

Una de las características que deben ser comprendidas en la industria de la construcción es la relación intrínseca que mantiene el COSTO en relación al TIEMPO. Ya que muchas veces las personas encargadas de tomar decisiones acerca del método constructivo, basan sus decisiones respecto al aparente ahorro económico. Desafortunadamente nunca se contempla el factor tiempo y por lo regular siempre existe un desfase que ya se considera "Normal" respecto al presupuesto y al tiempo en que se prolongan las obras. Proporcionalmente la cantidad de errores cometidos por personal en obra, son absorbidos por el constructor. Siendo justificados al argumentar que los trabajos los pagan por destajo y que estos serán absorbidos por los propios trabajadores, y la realidad es que no contemplan los gastos

financieros, los gastos indirectos, la reputación y el personal administrativo o de obra, que deberá estar al tanto de la ejecución y buen término de los mismos. Otro factor que contribuye a un mal desempeño en las constructoras es que la información del tiempo de ejecución, de la aplicación de los materiales y el desarrollo de la misma nunca es interpretada ni evaluada. Ocasionando que los errores que se cometen no sean analizados, entendidos y superados. Pasando desapercibido el impacto real que golpea directamente la utilidad del constructor y que tiene como consecuencia el retraso de la obra al cliente y en

muchos casos el cargo injustificado al propio cliente.

"LO QUE NO SE DEFINE, NO SE PUEDE MEDIR. LO QUE NO SE MIDE, NO SE PUEDE MEJORAR. LO QUE NO SE MEJORA, SE DEGRADA SIEMPRE" (William Thomsom, Junio de 1893)

Una vez expuesto lo anterior, se procederá a analizar específicamente las características de los prototipos "artesanal" e "industrializado" para de esta manera poder realizar en una siguiente etapa una comparación con indicadores como el TIEMPO, COSTO, CALIDAD entre otros.



8 PROTOTIPO DE VIVIENDA ARTESANAL

El prototipo de vivienda que se tomó como referencia como ya se mencionó de manera previa en el capítulo anterior, esta fue tomada como modelo debido al mayor número de viviendas construidas

en la intervención realizada en Ciudad Acuña en la reconstrucción. Tomando sus características y dimensiones como referencia para crear el modelo de vivienda industrializada lo más cercana posible con los módulos "M". Esta vivienda la denominaremos "ARTESANAL" para facilitar su identificación.

Se analiza las siguientes características que servirán de base para comparar en un paso posterior, como son, el diagrama de actividades consecuentes, el presupuesto de obra, el rendimiento real obtenido en campo, la calidad, el costo y su relación con el tiempo.

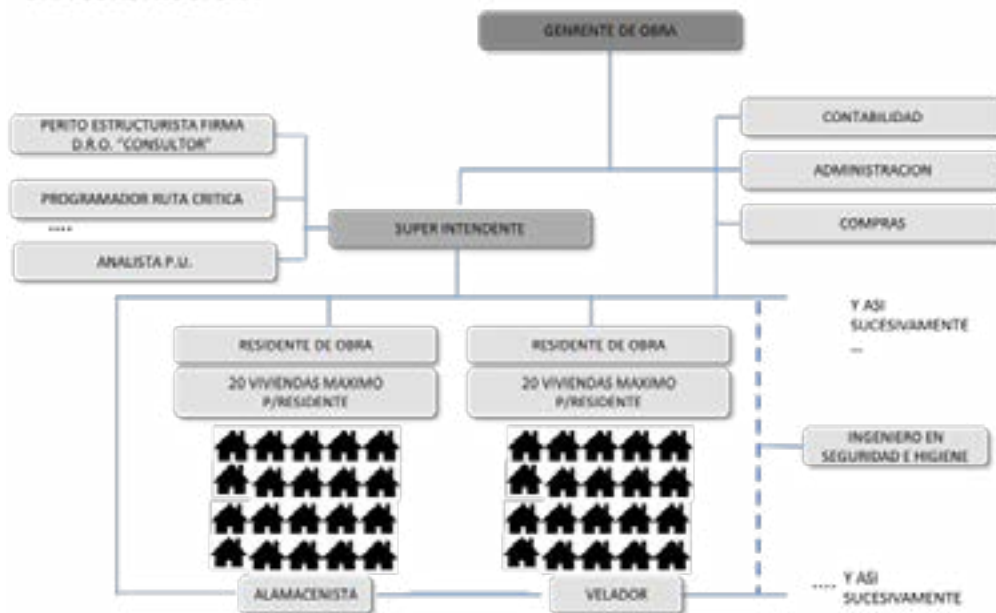
La línea de tendencia en el desarrollo y ejecución de los diversos trabajos se muestra como una línea en declive, lo cual significa que prácticamente todas las actividades son ejecutadas en forma dependiente, lo cual nos conlleva a que todo el desarrollo de las actividades sean críticas, al no tener diversos caminos, lo cual siempre pondrá en riesgo la salvedad del proyecto. Este programa de obra se desarrolla para la vivienda artesanal tipo, considerando 5 días laborales completos con jornadas de 8 Hrs y el día Sábado medio día con descanso los domingos, arroja un desarrollo constructivo de 13 semanas. Diagrama de relaciones de actividades general.



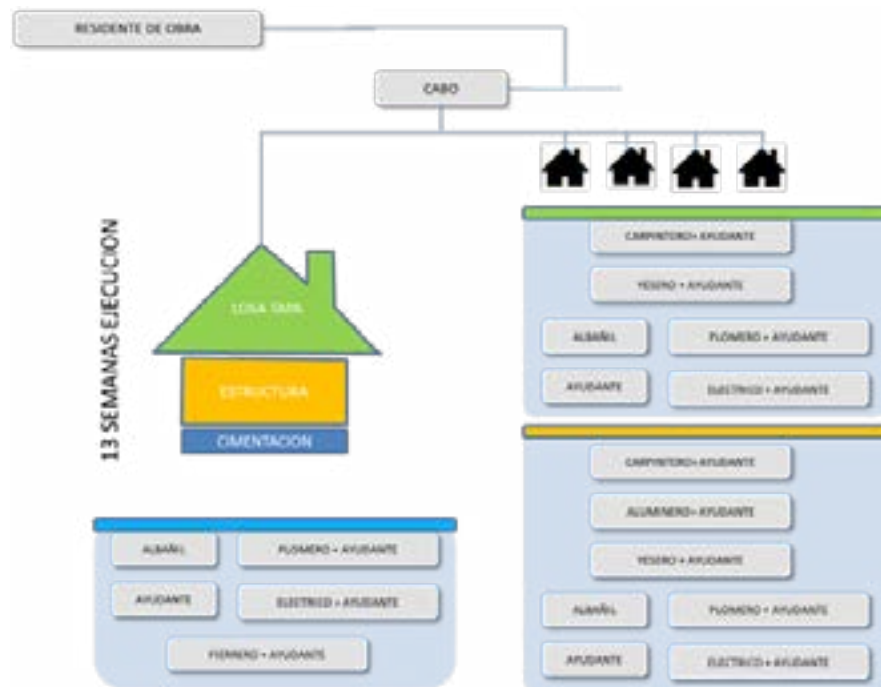
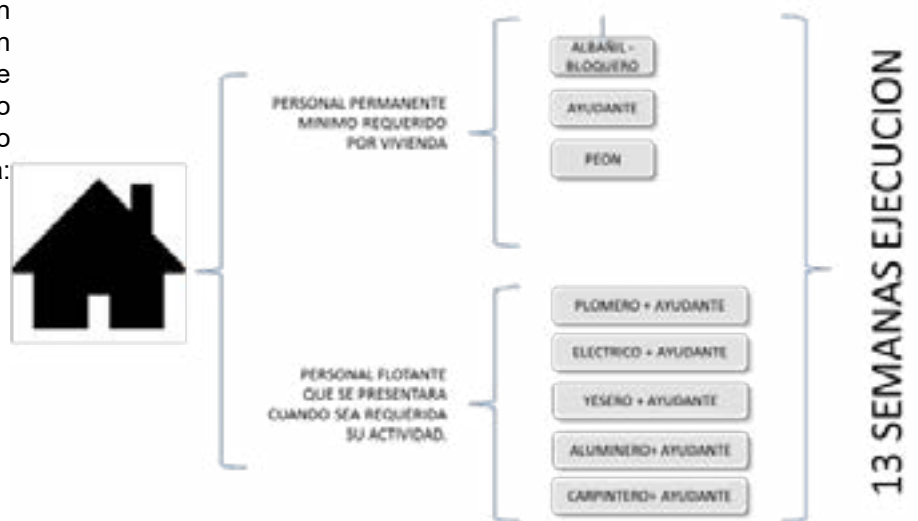
Como se puede observar en el esquema anterior, la ruta de las actividades y la dependencia de las mismas y casi lineal, lo que significa que las actividades no pueden sufrir retrasos, de lo contrario todo el programa de obra para realizar una sola vivienda se retrasaría, teniendo como consecuencia de retrasos graves., incumpliendo de los contratos y sobrecostos para el constructor. *****

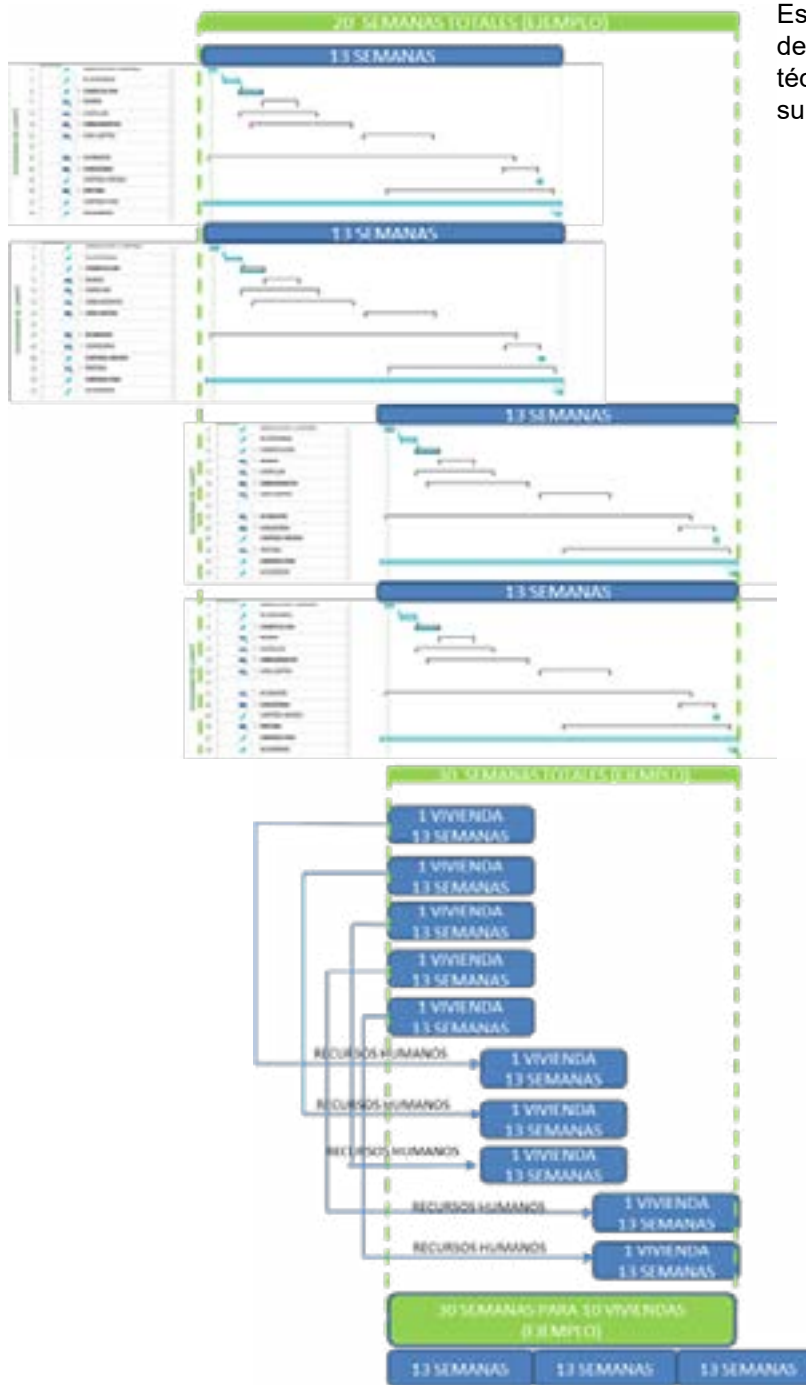
*Se realizara un pequeño paréntesis para sugerir como dentro de este esquema que existió durante la obra pueda funcionar: El esquema de escalonamiento adoptando este tipo de programación de obra funcionaria de la siguiente forma para ir asignando los recursos humanos comenzando por la organización de la misma empresa constructora para que exista un soporte administrativo y técnico que le de apoyo al personal designado a obra.

ESQUEMA REQUERIDO EN UNA CONSTRUCTORA



El esquema de organización par que esta programación en capo funcione puede ser por Administración o por Destajo funcionando de la siguiente manera:
ADMINISTRACIÓN





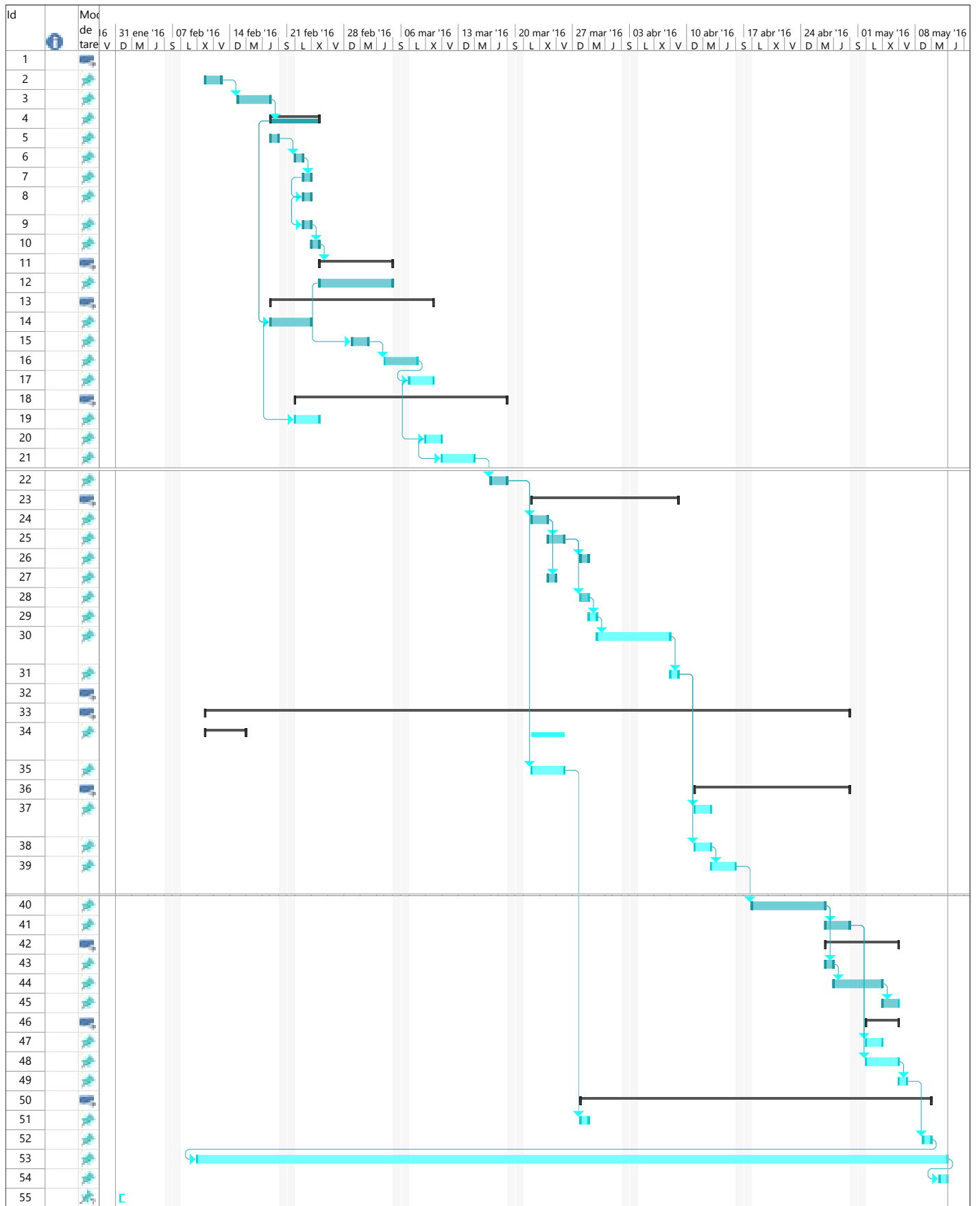
Esquema de escalonamientos de recurso humanos y técnicos por vivienda para su correcto funcionamiento:

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
DEMOLICION Y LIMPIEZA	2 días	jue 11/02/16	vie 12/02/16	
PLATAFORMA	4 días	lun 15/02/16	jue 18/02/16	2
CIMENTACION	4 días	vie 19/02/16	mié 24/02/16	3
ARMADO	1 día	vie 19/02/16	vie 19/02/16	
CIMBRADO	1 día	lun 22/02/16	lun 22/02/16	5
INSTALACION ELECTRICA	1 día	mar 23/02/16	mar 23/02/16	6
INSTALACION HIDRAULICA SANITARIA	1 día	mar 23/02/16	mar 23/02/16	7CC
INSTALACION GAS	1 día	mar 23/02/16	mar 23/02/16	8CC
COLADO Y CURADO	1 día	mié 24/02/16	mié 24/02/16	9
MUROS	7 días	mié 24/02/16	vie 04/03/16	10
BLOQUERO	7 días	mié 24/02/16	vie 04/03/16	
CASTILLOS	14 días	vie 19/02/16	mié 09/03/16	
HABILITADO	3 días	vie 19/02/16	mar 23/02/16	4CC
CIMBRADO	2 días	lun 29/02/16	mar 01/03/16	12CC
COLADO Y VIBRADO	2 días	vie 04/03/16	lun 07/03/16	15
DESCIMBRADO	3 días	lun 07/03/16	mié 09/03/16	16
CERRAMIENTOS	20 días	lun 22/02/16	vie 18/03/16	
HABILITADO	3 días	lun 22/02/16	mié 24/02/16	14CC
CIMBRADO	2 días	mié 09/03/16	jue 10/03/16	17CC
COLADO Y VIBRADO	2 días	vie 11/03/16	lun 14/03/16	20CC
DESCIMBRADO	2 días	jue 17/03/16	vie 18/03/16	21
LOSA AZOTEA	14 días	mar 22/03/16	vie 08/04/16	
COLOCACION DE B Y V	2 días	mar 22/03/16	mié 23/03/16	22
CIMBRADO	2 días	jue 24/03/16	vie 25/03/16	24
CIMBRADO COLINDANCIA	1 día	lun 28/03/16	lun 28/03/16	25
INSTALACION ELECTRICA	1 día	jue 24/03/16	jue 24/03/16	24
ARMADO	1 día	lun 28/03/16	lun 28/03/16	25
COLADO Y VIBRADO	1 día	mar 29/03/16	mar 29/03/16	28
FRAGUADO MAXIMA RESISTENCIA	7 días	mié 30/03/16	jue 07/04/16	29
DESCIMBRADO	1 día	vie 08/04/16	vie 08/04/16	30
ACABADOS	57 días	jue 11/02/16	vie 29/04/16	
RECUBRIMIENTO EXTERIOR ESTUCO	3 días	jue 11/02/16	lun 15/02/16	
MUROS	4 días	mar 22/03/16	vie 25/03/16	22
RECUBRIMIENTO INTERIOR YESO	15 días	lun 11/04/16	vie 29/04/16	
RANURAS Y REMATES I. ELECTRICA	2 días	lun 11/04/16	mar 12/04/16	31
RANURAS Y REMATES I. H Y S	2 días	lun 11/04/16	mar 12/04/16	31
COLOCACION DE MARCOS METALICOS PUERTAS	3 días	mié 13/04/16	vie 15/04/16	38
MUROS	7 días	lun 18/04/16	mar 26/04/16	39

*Una vez sugerido el esquema adecuado de funcionamiento en la vivienda artesanal para que funcione de la manera más óptima, se analizarán las tareas dentro de la programación.

Tareas consideradas en esta programación
Las siguientes tareas fueron determinadas según los procesos constructivos analizados en sitio y los recursos materiales – tecnológicos disponibles para las empresas constructoras locales.

PLAFONES	3 días	mié 27/04/16	vie 29/04/16	40
CANCELERIA	7 días	mié 27/04/16	jue 05/05/16	
TOMA DE MEDIDAS	1 día	mié 27/04/16	mié 27/04/16	40
FABRICACION	4 días	jue 28/04/16	mar 03/05/16	43
COLOCACION Y REMATES	2 días	mié 04/05/16	jue 05/05/16	44
PISOS Y AZULEJO	4 días	lun 02/05/16	jue 05/05/16	
VITROPISO ZONA PUBLICA	2 días	lun 02/05/16	mar 03/05/16	41
RECIBIMIENTO BAÑO	4 días	lun 02/05/16	jue 05/05/16	41
LIMPIEZA GRUESA	1 día	vie 06/05/16	vie 06/05/16	48
PINTURA	31 días?	lun 28/03/16	lun 09/05/16	
PINTURA EXTERIOR	1 día?	lun 28/03/16	lun 28/03/16	35
PINTURA INTERIOR	1 día?	lun 09/05/16	lun 09/05/16	49
LIMPIEZA FINA	66 días	mié 10/02/16	mié 11/05/16	52
ACCESORIOS	1 día?	mié 11/05/16	mié 11/05/16	53
92 días naturales		dom 31/01/16		



VIVIENDA ARTESANAL

Resultando un total de 13 semanas o 91 días naturales a partir del inicio de los trabajos. Este diagrama considera el inicio de actividades a la par, para acortar tiempos muertos, así como Eficientar los procesos artesanales.

8.2 PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto siguiente fue desarrollado por una constructora de las 9 participantes y puesto como presupuesto base para que fuera un indicador de referencia y se pagara en base al análisis local de precios de materiales, mano de obra y procesos constructivos. Para este análisis de presupuesto en esta sección se considerara el Costo Directo de los trabajos.

MAN									
EXPLOSION INSUMOS POR OBRA									
Obra (K25) PPTO KONTROL VIV. ECONOMICA ACUÑA NVO CONT.									
Tabulador: SALTILLO									
Fecha: 01/Jun/2015					Página: 1 de 1				
Insumo	Descripcion	F	Importe	%	% Acum				
Tipo de Insumo : MATERIALES									
AGLUTINANTES									
Total AGLUTINANTES			\$614.6028						
AGREGADOS									
Total AGREGADOS			\$470.9600						
ACEROS DE REFUERZO									
Total ACEROS DE REFUERZO			\$11,393.0676						
PREMEZCLADOS									
Total PREMEZCLADOS			\$17,292.9111						
MADERAS Y CIMBRAS									
Total MADERAS Y CIMBRAS			\$0.0000						
ALUMINIO Y VIDRIO									
Total ALUMINIO Y VIDRIO			\$2,573.5180						
CARPINTERIA									
1-07-0054	CERROJO FANAL FN562DE3 DOBLE		\$157.44		\$314.8704				
Total CARPINTERIA			\$3,743.4476						
HERRERIA EN GRAL.									
Total HERRERIA EN GRAL.			\$2,119.3200						
MATERIAL ELECTRICO									
Total MATERIAL ELECTRICO			\$362.8480						
MATERIAL DE PLOMERIA									
Total MATERIAL DE PLOMERIA			\$6,952.5884						
APARATOS SANITARIOS Y OTROS									
Total APARATOS SANITARIOS Y OTROS			\$2,895.4296						
PISOS Y RECUBRIMIENTOS									
Total PISOS Y RECUBRIMIENTOS			\$2,724.3867						
PINTURAS Y SELLADORES									
Total PINTURAS Y SELLADORES			\$0.0000						
CONSUMIBLES									
Total CONSUMIBLES			\$320.7545						
PREFABRICADOS									
Total PREFABRICADOS			\$14,940.7304						
Total MATERIALES			\$66,404.5647						
Tipo de Insumo : HERRAMIENTA Y EQUIPO									
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR									
Total HERRAMIENTA Y EQUIPO			\$7,535.3600						
Tipo de Insumo : SUBCONTRATOS									
MANO DE OBRA SUBCONTRATADA									
Total MANO DE OBRA SUBCONTRATADA			\$56,137.6818						
SUBCONTRATOS DIVERSOS									
Total SUBCONTRATOS DIVERSOS			\$10,089.6800						
URBANIZACION									
Total URBANIZACION			\$9,700.0000						
Total SUBCONTRATOS			\$75,927.3618						
			\$149,867.2865						
[W_SUN520]						<EnKONTROL>			
NOTA.- LOS MATERIALES MARCADOS CON LAS INICIALES (M.O) SON CONSIDERADOS DENTRO DEL									

C.D. \$149,867.28

**Precio pagado de Institucion \$202,750.08
a Constructor por Vivienda**

8.3 RENDIMIENTO REAL EN CAMPO 9 CONSTRUCTORAS

Las 9 constructoras fueron evaluadas respecto al tiempo y calidad que fue determinado en el programa de obra que fue asignado para la reconstrucción de viviendas y el cual todas las constructoras estuvieron de acuerdo respecto a los tiempos de ejecución, por lo cual las desviaciones en tiempo que se deriven de la misma serán los indicadores que se utilizaron en esta evaluación para evaluar el desempeño de las estas.

CANTIDAD DE VIVIENDAS ASIGNADAS

RECONSTRUCCIÓN

TABLA DE AVANCES AL 24 DE FEBRERO DE 2016 A LA ETAPA 118

	ANA	CON	GEN	MET	EMJ	HER	GOC	MAN	CAS	AL 24 DE FEBRERO
RECONSTRUCCIÓN	103	209	50	76	58	45	75	10	17	643
REHABILITACIÓN	258	258	280	56	252	259	25	0	0	1,388
	361	467	330	132	310	304	100	10	17	2,031
										TOTAL

OBSERVACIONES:

RETRASOS CONSTRUCTORAS

VIVIEN	13	13	16	14.5	1.5	11.54
EMJ	13	8	23	15.5	2.5	19.23
GOC	13	14	18	16	3.0	23.08
HER	13	18	24	21	8.0	61.54
CON	13	15.29	28	21.645	8.6	66.50
GEN	13	19	25	22	9.0	69.23
MET	13	17	27	22	9.0	69.23
CAS	13	18	31	24.5	11.5	88.46
ANA	13	17	36	26.5	13.5	103.85

En la evaluación que fue arrojada con el criterio de retraso de tiempo según la programación de obra, tomaremos la calificación más baja como mejor y la numeración más alta como la peor:

CONSTRUCTORAS	RETRASO TIEMPO%	GERARQUIAS DE CALIFICACION 10-5
MAN	11.54	10
EMJ	19.23	10
GOC	23.08	8
HER	61.54	7
CON	66.50	6
MET	69.23	6
GEN	69.23	6
CAS	88.46	5
ANA	103.85	5



EVALUACIÓN POR CANTIDAD DE VIVIENDAS REALIZADAS

Otra evaluación que se realizó a las 9 constructoras fue un indicador ponderando el número de viviendas asignadas y reconstruidas, ya que es un factor que determino la capacidad y tamaño que las propias constructoras mostraron inicialmente. Desafortunadamente algunas constructoras durante la ejecución de los trabajos no contaban con la capacidad como fue manifestado inicialmente. Esta situación llevo a tener fallas importantes que se vieron reflejadas en el desempeño y retraso en l construcción de las mismas.

10 ES MEJOR

CONSTRUCTORAS	POR CANTIDAD DE VIVIENDA	GERARQUIAS DE CALIFICACION 10-5
CONSULTE	209.00	10
ANAFIN	103.00	9
METROCASAS	76.00	8
GOCASA	75.00	8
EMJAG	58.00	7
GENESIS	50.00	7
HERVI	45.00	6
CASAMIA	17.00	5
MANTER	10.00	5

EVALUACIÓN CONVINANDO FACTORES DE TIEMPO Y CANTIDAD

Para evaluar objetivamente a las constructoras se realizó un sistema ponderado de calificaciones, en donde se evalúa el tiempo que tiene un peso específico del 50% de importancia, ya que las viviendas afectadas eran viviendas que se encontraban habitadas, siendo un factor muy importante. Y el segundo factor a evaluar es la cantidad de viviendas, que cuenta con un 50% de valor, ya que no es distinto reconstruir 1 vivienda que reconstruir 100, por lo que este par de variables son indispensables para esta valoración. Para calificar se tomara una escala de valores siguiente:

Donde 10 es mejor.

CONSTRUCTORAS	CON	ANA	MET	GOC	EMJ	GEN	HER	CAS	MAN		
TIEMPO	6	5	6	8	10	6	7	5	10	TIEMPO	50
CANTIDAD	10	9	8	8	7	7	6	5	5	CANTIDAD	50

CONSTRUCTORAS	TIEMPO	CANTIDAD	RESULTADO 1
MANTER	10	5	
EMJAG	10	7	
GOCASA	8	8	
HERVI	7	6	
CONSULTE	6	10	
METROCASAS	6	8	
GENESIS	6	7	
CASAMIA	5	5	
ANAFIN	5	9	

Obteniendo resultado claro y congruente respecto al desempeño de las mismas: EMJ por los tiempos mostrados de ejecución, y la cantidad de viviendas que realizo nos arroja un valor de 850 puntos, siendo este valor el más alto entre las 9 constructoras. Y por otro lado arroja un valor más bajo de 500 puntos se tiene a la constructora CAS, que considerando el tiempo de ejecución, los retrasos y la cantidad de viviendas aportada, resulta ser la más ineficiente dentro de las 9 constructoras.

RESULTADO 2		CALIFICACION	CALIFICACION DEFINITIVA	
500	250	750	MANTER	4
500	350	850	EMJAG	1
400	400	800	GOCASA	2
350	300	650	HERVI	7
300	500	800	CONSULTE	3
300	400	700	METROCASAS	5
300	350	650	GENESIS	8
250	250	500	CASAMIA	9
250	450	700	ANAFIN	6



8.4 COSTO

Los costos de las constructoras fueron valorados respecto a la cantidad de incidencia de re trabajos registrados físicamente. Dividiéndose en dos grupos grandes siendo estos los mas comunes: Por un lado un grupo de re trabajos menores que conllevan costos aparentemente sencillos pero muy frecuentes y por el otro un grupo de trabajos que implican gastos de partidas completas en la mayoría de los casos o el regreso de los trabajadores de las constructoras por más de tres ocasiones

VISITAS REGISTRADAS RETRABAJOS 1692.00

Grupo Retrabajos A Costo \$445.35
 Grupo Retrabajos B Costo \$7,7370.00

Grupo Retrabajos A Costo \$445.35 Grupo Retrabajos B Costo \$7,7370.00

Los trabajos contemplados dentro del grupo A se refieren a reparaciones meores que se presentaron en las viviendas por distintos factores y que el constructor estuvo obligado a reparar, tales como:

- Aparicion de Fisuras en muros y plafones
- Recubriientos de mala calidad
- Fugas en las lineas hidraulicas y sanitarias
- Filtraciones en canceleria y ajustes en carpinteria

Los trabajos contemplados dentro del grupo A se refieren a reparaciones meores que se presentaron en las viviendas por distintos factores y que el constructor estuvo obligado a reparar, tales como:

- Falla del impermeabilizante en azotea
- Filtraciones de humedad a travez de muros
- Falla en instalacion electrica
- Falla en Instalacion Hidraulica
- Falla en instalacion sanitaria
- Bandalismo y robo de equipo

VISITAS REGISTRADAS RETRABAJOS				1,692.00		TRABAJOS CON UN COSTO PROMEDIO DE \$7,370		TRABAJOS CON UN COSTO PROMEDIO DE \$445.35		TOTAL
COSNTRUCTORA	NO. DE VIVIENDAS RECONSTRUCION	NO. VISITAS ACREDITADO	% total	%	\$7,370	%	\$445.35			
ANA	103	372	22.0	75%	\$ 2,057,556.60	25%	\$ 41,444.27	\$ 2,099,000.87		
CON	209	288	17.0	60%	\$ 1,271,944.08	40%	\$ 51,240.19	\$ 1,323,184.27		
GEN	50	237	14.0	80%	\$ 1,396,644.48	20%	\$ 21,098.90	\$ 1,417,743.38		
MET	76	305	18.0	90%	\$ 2,020,146.48	10%	\$ 13,563.58	\$ 2,033,710.06		
EMJ	58	118	7.0	51%	\$ 445,180.43	49%	\$ 25,846.15	\$ 471,026.58		
HER	45	135	8.0	65%	\$ 648,442.08	35%	\$ 21,098.90	\$ 669,540.98		
GOC	75	201	11.9	75%	\$ 1,112,951.07	25%	\$ 22,417.58	\$ 1,135,368.65		
MAN	10	14	0.8	40%	\$ 39,904.13	60%	\$ 3,616.95	\$ 43,521.08		
CAS	17	22	1.3	90%	\$ 145,899.47	10%	\$ 979.59	\$ 146,879.06		
		1692	100		\$ 9,138,668.81		\$ 201,306.13	\$ 9,339,974.94		

- \$9,339,974.94

Dos viviendas demolidas en su totalidad por la mala calidad - **\$95,998.90**

8.5 TIEMPO

Para considerar el tiempo y su repercusión en el presupuesto es necesario considerar un costo indirecto si es por destajo o un costo por mano de obra si es por administración. En esta sección se analizarán las dos opciones para dar un parámetro del sobre costo que significó los retazos que previamente ya se analizaron por cada constructora. El otro aspecto fundamental a considerar es el poco nivel de cumplimiento de las empresas constructoras respecto de la programación de las viviendas, ya que la programación de los trabajos está holgada y se puede concluir si se manejaran eficientemente los recursos sería concluida en 8 semanas. Esta situación es alarmante ya que denota un problema que puede tener varios orígenes, entre los que pueden ser la falta de profesionalismo de las empresas, la falta de conocimientos del personal de las empresas, la poca seriedad de las empresas y el caso de estudio del presente documento que es los procedimientos constructivos arcaicos con los que las empresas desarrollan sus construcciones.

INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
REPENSANDO LA MANERA DE CONSTRUIR

9.- PROTOTIPO DE VIVIENDA PREFABRICADO

El módulo de vivienda prefabricado se dividió en dos tipos, debido a que a la adaptación más cercana respecto al modelo de interés social, acercando el mismo a sus dimensiones "M". Debido al origen modular de estos modelos, la distribución fue cambiada mejorando algunos aspectos funcionales y respectivamente la forma ha sido simplificada. Esta vivienda la denominaremos "INDUTRIALIZADA" para su fácil identificación.

9.1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

La identificación de las actividades así como sus secuencias han sido definidas partiendo de la premisa de generar actividades de manera simultánea, ya que varios de los procesos de producción se pueden realizar independientemente, eficientando y acortando tiempos. Una característica importante dentro de este diagrama de actividades y programación de producción es que a diferencia de la Artesanal, las líneas de actividades corren simultáneamente en cuatro líneas de producción, acortando el tiempo de 13 semanas a solo 7.5 semanas lo cual significa una reducción del **42.30%**.



Tareas consideradas en esta programación Vivienda industrializada

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
ESTRUCTURA PORTANTE	6.6 días	lun 15/02/16	mar 23/02/16	
CORTE POSTES PRINCIPALES	0.5 días	lun 15/02/16	lun 15/02/16	
HABILITADO DE MARCOS/SOLDADURA	1 día	lun 15/02/16	mar 16/02/16	2
UNION DE CAJON/SOLDADURA	1.5 días	lun 15/02/16	mar 16/02/16	3CC
CALZADO DE CAJON Y NIVELADO	0.2 días	mié 17/02/16	mié 17/02/16	4
ENPRAIMADO DE ESTRUCTURA	0.5 días	mié 17/02/16	mié 17/02/16	5
PRESENTACION DE CAJONES EN POSICION FINAL	0.5 días	mié 17/02/16	jue 18/02/16	6
UNION TEMPORAL CAJONES (PRENSAS)	0.2 días	jue 18/02/16	jue 18/02/16	7
CORTE DE LOSACERO	1 día	jue 18/02/16	vie 19/02/16	8
FIJACION DE LOSACERO LECHO BAJO	0.3 días	vie 19/02/16	vie 19/02/16	9
FIJACION LOSACERO LECHO ALTO	0.4 días	vie 19/02/16	lun 22/02/16	10
CIMBRADO PERIMETRAL	0.5 días	lun 22/02/16	lun 22/02/16	11
COLADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	1 día	lun 22/02/16	mar 23/02/16	12
VIBRADO Y ACABADO AVION	1 día	lun 22/02/16	mar 23/02/16	13CC
ESTRUCTURA DIVISORIA	5.9 días	mié 17/02/16	jue 25/02/16	
HABILITADO DE MARCOS TIPO A	2 días	mié 17/02/16	vie 19/02/16	7CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO B	1 día	mié 17/02/16	jue 18/02/16	16CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO C	1 día	mié 17/02/16	jue 18/02/16	17CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO D	1 día	mié 17/02/16	jue 18/02/16	18CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO E	1 día	mié 17/02/16	jue 18/02/16	19CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO F	1 día	jue 18/02/16	vie 19/02/16	20
HABILITADO DE MARCOS TIPO G	1 día	jue 18/02/16	vie 19/02/16	21CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO H	1 día	jue 18/02/16	vie 19/02/16	22CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO I	1 día	jue 18/02/16	vie 19/02/16	23CC
HABILITADO DE MARCOS TIPO J	1 día	jue 18/02/16	vie 19/02/16	24CC
FIJACION DE MARCOS TIPO A	2 días	mar 23/02/16	jue 25/02/16	14
FIJACION DE MARCOS TIPO B	1 día	mar 23/02/16	mié 24/02/16	26CC
FIJACION DE MARCOS TIPO C	1 día	mar 23/02/16	mié 24/02/16	27CC
FIJACION DE MARCOS TIPO D	1 día	mar 23/02/16	mié 24/02/16	28CC
FIJACION DE MARCOS TIPO E	1 día	mié 24/02/16	jue 25/02/16	29
FIJACION DE MARCOS TIPO F	1 día	mié 24/02/16	jue 25/02/16	30CC
FIJACION DE MARCOS TIPO G	1 día	mié 24/02/16	jue 25/02/16	31CC
FIJACION DE MARCOS TIPO H	1 día	mié 24/02/16	jue 25/02/16	32CC
FIJACION DE MARCOS TIPO I	1 día	mié 24/02/16	jue 25/02/16	33CC
FIJACION DE MARCOS TIPO J	1 día	mié 24/02/16	jue 25/02/16	34CC

MUROS	13.6 días	mar 16/02/16	vie 04/03/16	
FIJACION Y CORTE CARA INTERIOR	3 días	jue 25/02/16	mar 01/03/16	
TIPO A	2 días	jue 25/02/16	lun 29/02/16	35
TIPO B	1 día	jue 25/02/16	vie 26/02/16	38CC
TIPO C	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	38
TIPO D	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	40CC
TIPO E	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	41CC
TIPO F	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	42CC
TIPO G	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	43CC
TIPO H	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	44CC
TIPO I	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	45CC
TIPO J	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	46CC
TELA IMPERMEABILIZANTE	1 día	mar 01/03/16	mié 02/03/16	47
FIJACION DE CARA EXTERIOR	13.6 días	mar 16/02/16	vie 04/03/16	
SOPORTERIA DE CARGA	2 días	mié 02/03/16	vie 04/03/16	48
HABILITADO Y FIJACION DE DUELA EXTERIOR	4 días	mar 16/02/16	vie 19/02/16	120
PINTURA MUROS INTERIORES	2 días	lun 22/02/16	mar 23/02/16	51
PUERTAS	17.6 días	jue 25/02/16	mar 22/03/16	
MARCOS PUERTAS MADERA	2 días	jue 25/02/16	lun 29/02/16	35
INSTALACION DE MARCOS PUERTAS	1 día	lun 29/02/16	mar 01/03/16	54
COLOCACION DE PUERTAS	1 día	lun 21/03/16	mar 22/03/16	115
VENTANAS	15 días	jue 25/02/16	jue 17/03/16	
MARCOS DE VENTANAS	1 día	jue 25/02/16	vie 26/02/16	54CC
FABRICACION DE VENTANAS	2 días	vie 26/02/16	mar 01/03/16	58
COLOCACION DE VENTANAS	1 día	mar 15/03/16	mié 16/03/16	83
REMATES VENTANAS	1 día	mié 16/03/16	jue 17/03/16	60
INSTALACIONES ELECTRICAS	15.6 días	mié 17/02/16	mié 09/03/16	
TRAZO Y PRESENTACION DE CENTRO DE CARGA	0.5 días	jue 25/02/16	vie 26/02/16	35
PRESENTACION TUBERIAS ALIMENTACION CIRCUITOS	1 día	jue 25/02/16	vie 26/02/16	63CC
TRAZO Y PRESENTACION Y NIVELACION SALIDA CONTACTO	2 días	vie 26/02/16	mar 01/03/16	64
TENDIDO DE TUBERIA CONTACTO	2 días	mar 01/03/16	jue 03/03/16	65
TENDIDO TUBERIA LUMINARIA	1 día	jue 03/03/16	vie 04/03/16	66
TRAZO Y FIJACION DE BOTES SALIDAS LUMINARIAS	1 día	vie 04/03/16	lun 07/03/16	67
CABLEADO	2 días	lun 07/03/16	mié 09/03/16	68
COLOCACION DE ACCESORIOS	1 día	mié 17/02/16	mié 17/02/16	71CC
COLOCACION DE LUMINARIAS	0.2 días	mié 17/02/16	mié 17/02/16	83

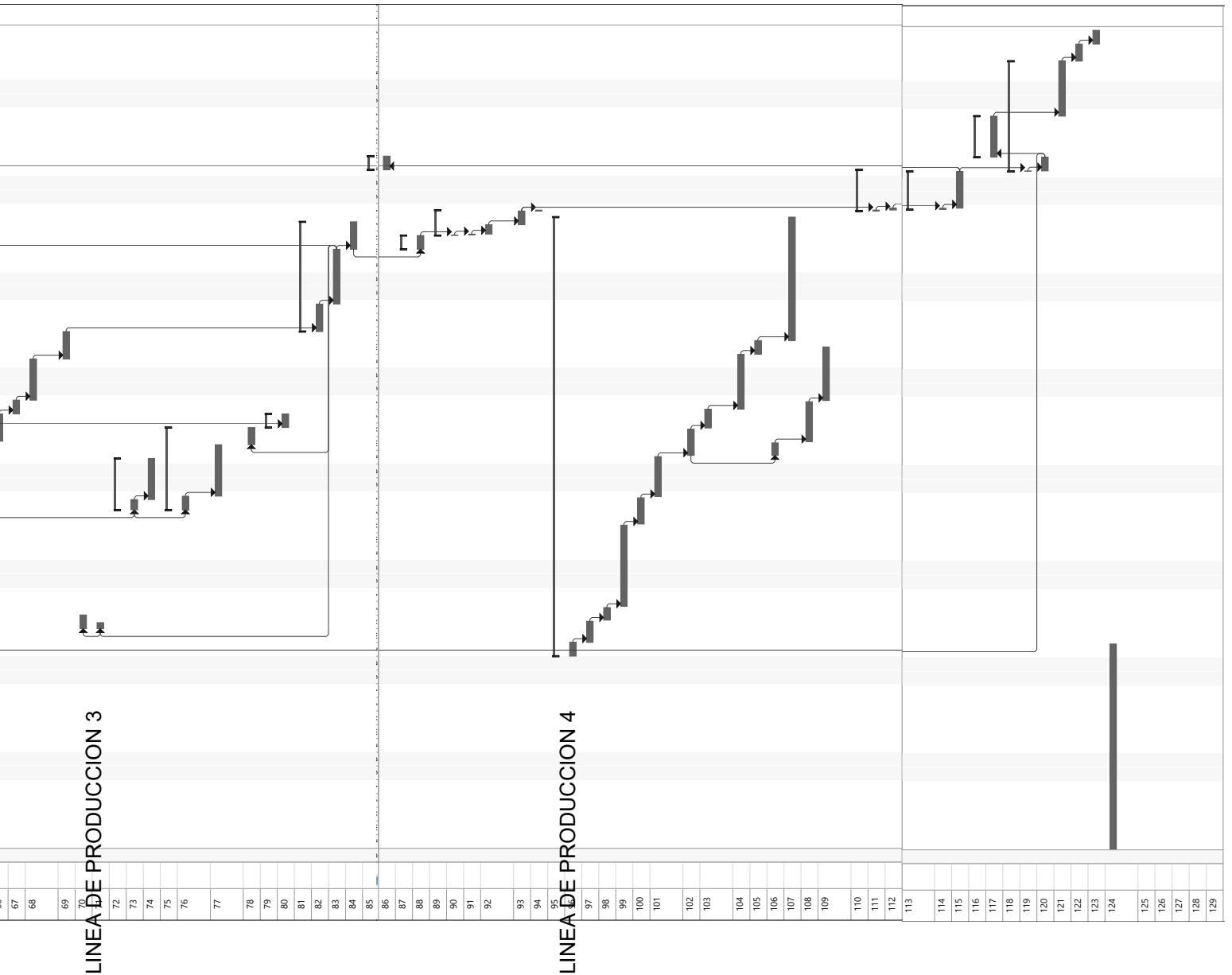
INSTALACIONES HIDRAULICAS	1.5 dias	jue 25/02/16	lun 29/02/16	
TRAZO Y PRESENTACION DE SALIDA	0.5 dias	jue 25/02/16	vie 26/02/16	63CC
TENDIDO DE TUBERIA Y CONEXIONES	1 dia	vie 26/02/16	lun 29/02/16	73
INSTALACIONES SANITARIAS	4 dias	jue 25/02/16	mié 02/03/16	
TRAZO, PERFORACION Y PRESENTACION DE TUBO SANITARIO	1 dia	jue 25/02/16	vie 26/02/16	73CC
CONEXIÓN DE TUBERIAS RAMALES DEBAJO LECHO BAJO	1.5 dias	vie 26/02/16	mar 01/03/16	76
COLOCACION DE MUEBLES COCINA Y BAÑO	1.5 dias	mar 01/03/16	mié 02/03/16	83
AISLAMIENTO	1 dia	mié 02/03/16	jue 03/03/16	
COLOCACION DE FIBRA DE VIDRIO	1 dia	mié 02/03/16	jue 03/03/16	48
FALSO PLAFON	6 dias	mié 09/03/16	jue 17/03/16	
TENDIDO DE SOPORTERIA	2 dias	mié 09/03/16	vie 11/03/16	69
CIERRE DE PLAFON	2 dias	vie 11/03/16	mar 15/03/16	82
UNIONES Y REMATES	2 dias	mar 15/03/16	jue 17/03/16	83
INSTALACIONES GAS	1 dia	lun 21/03/16	mar 22/03/16	
TENDIDO DE TUBERIA Y CONEXIONES	1 dia	lun 21/03/16	mar 22/03/16	115
IMPERMEABILIZACION	1 dia	mar 15/03/16	mié 16/03/16	
TENDIDO DE CAPA ASFALTICA	1 dia	mar 15/03/16	mié 16/03/16	84CC
TRANSPORTE MODULOS	1.8 dias	mié 16/03/16	vie 18/03/16	
DESENSAMBLE DE MODULO	0.1 dias	mié 16/03/16	mié 16/03/16	88
MOBILIZACION AREA DE CARGA Y DESCARGA	0.2 dias	mié 16/03/16	mié 16/03/16	90
MANIOBRA DE CARGA A TRAILER POR GRUA VIAJERA	0.3 dias	mié 16/03/16	jue 17/03/16	91
TRANSPORTE A SITIO	1 dia	jue 17/03/16	vie 18/03/16	92
MANIOBRA DESCARGA EN SITIO	0.2 dias	vie 18/03/16	vie 18/03/16	93
TERRENO	24 dias	lun 15/02/16	jue 17/03/16	
DEMOLICION DE VIVIENDA EXISTENTE	1 dia	lun 15/02/16	lun 15/02/16	
LIMPIEZA DE ESCOMBRO	1.5 dias	mar 16/02/16	mié 17/02/16	96
TRAZO Y NIVELACION	1 dia	mié 17/02/16	jue 18/02/16	97
PLATAFORMA, RELLENO Y COMPACTACION	4 dias	jue 18/02/16	mié 24/02/16	98
EXCAVACION DE ZAPATAS AISLADAS	2 dias	mié 24/02/16	vie 26/02/16	99
EXCAVACION INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	1 dia	vie 26/02/16	lun 29/02/16	100
ARMADO DE ZAPATA AISLADA	2 dias	lun 29/02/16	mié 02/03/16	101
HABILITADO Y PRESENTACION DE TUBERIAS HIDROSANITARIAS	1.5 dias	mié 02/03/16	jue 03/03/16	102
CIMBRADO DE ZAPATAS	2 dias	vie 04/03/16	lun 07/03/16	103
COLADO DE ZAPATAS	1 dia	mar 08/03/16	mar 08/03/16	104
PREPARACION DE PLACAS AHOGADAS	1 dia	lun 29/02/16	mar 01/03/16	102CC
FRAGUADO A SU MAXIMA RESISTENCIA	7 dias	mié 09/03/16	jue 17/03/16	105
HABILITADO DE APOYOS CONECTORES	3 dias	mar 01/03/16	vie 04/03/16	106

GRUA	1 dia	vie 18/03/16	lun 21/03/16	
ARRIBO DE GRUA MOVIL 50 TN	0.2 dias	vie 18/03/16	vie 18/03/16	93
ASEGURAMIENTO Y ESTABILIZADORES	0.2 dias	vie 18/03/16	vie 18/03/16	111
DESCARGA DE TRAILER Y COLOCACION DE MODULO EN SITIO	0.6 dias	vie 18/03/16	lun 21/03/16	
MODULO 1	0.3 dias	vie 18/03/16	vie 18/03/16	112
MODULO 2	0.3 dias	vie 18/03/16	lun 21/03/16	114
PISO	3 dias	mar 22/03/16	vie 25/03/16	
COLOCACION DE VITROPISO	3 dias	mar 22/03/16	vie 25/03/16	120
UNION EN SITIO - REMATES	6.1 dias	lun 21/03/16	mar 29/03/16	
COLCACION DE PRENSAS	0.1 dias	lun 21/03/16	lun 21/03/16	115
SOLDADURA Y UNION DE MODULOS	1 dia	lun 21/03/16	mar 22/03/16	119
REMATES DE ACABADOS	2 dias	vie 25/03/16	mar 29/03/16	117
LIMPIEZA	1.5 dias	mar 29/03/16	mié 30/03/16	121
CONEXIÓN ACOMETIDA	1 dia	mié 30/03/16	jue 31/03/16	122
COMPRAS MATERIALES Y ARIBO DE LOS MISMOS A BODEGA	11 dias	lun 01/02/16	lun 15/02/16	
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
ESTRUCTURA PORTANTE	6.6 dias	lun 15/02/16	mar 23/02/16	
CORTE POSTES PRINCIPALES	0.5 dias	lun 15/02/16	lun 15/02/16	
HABILITADO DE MARCOS/SOLDADURA	1 dia	lun 15/02/16	mar 16/02/16	2
UNION DE CAJON/SOLDADURA	1.5 dias	lun 15/02/16	mar 16/02/16	3CC
CALZADO DE CAJON Y NIVELADO	0.2 dias	mié 17/02/16	mié 17/02/16	4
ENPRAIMADO DE ESTRUCTURA	0.5 dias	mié 17/02/16	mié 17/02/16	5
PRESENTACION DE CAJONES EN POSICION FINAL	0.5 dias	mié 17/02/16	jue 18/02/16	6
UNION TEMPORAL CAJONES (PRENSAS)	0.2 dias	jue 18/02/16	jue 18/02/16	7
CORTE DE LOSACERO	1 dia	jue 18/02/16	vie 19/02/16	8
FIJACION DE LOSACERO LECHO BAJO	0.3 dias	vie 19/02/16	vie 19/02/16	9
FIJACION LOSACERO LECHO ALTO	0.4 dias	vie 19/02/16	lun 22/02/16	10
CIMBRADO PERIMETRAL	0.5 dias	lun 22/02/16	lun 22/02/16	11
COLADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	1 dia	lun 22/02/16	mar 23/02/16	12
VIBRADO Y ACABADO AVION	1 dia	lun 22/02/16	mar 23/02/16	13CC

INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION
REPIENSANDO LA MANERA DE CONSTRUIR



Como puede apreciarse en la gráfica del Diagrama de actividades, claramente se observan 4 líneas de acción, las cuales muestran la poca dependencia de las actividades respecto a la realización de diversas actividades simultáneamente, permitiendo una ruta crítica de manera real, permitiendo tener hitos y holguras de las propias actividades.



TESIS			
Dependencia:	MODULOS INDUSTRIALIZADOS Y COSTOS DE FABRICACION		
Concurso No. SU CONCURSO	Fecha:	22-feb-16	
Obra:			
Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.			

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	modulos industrializados					
A02	ESTRUCTURA PORTANTE					
	Total ESTRUCTURA PORTANTE				128,136.13	40.25%
	Total CARPINTERIA				12,441.11	3.91%
	Total CANCELERIA				8,959.42	2.81%
	Total INSTALACIONES ELECTRICAS				6,567.58	2.06%
	Total INSTALACIONES HIDRAULICAS				2,427.89	0.76%
	Total INSTALACIONES SANITARIAS				1,234.61	0.39%
	Total PLAFON				6,868.89	2.16%
	Total NSTALACION DE GAS				719.41	0.23%
	Total IMPERMEABILIZACION				8,813.21	2.77%
	Total TRASPORTE MODULOS				859.86	0.27%
	Total PREPARACION TERRENO				50,349.11	15.81%
	Total PISOS Y ACCESORIOS				16,141.27	5.07%
	Total REMATES Y PRUEBAS				5,345.28	1.68%
	Total LIMPIEZA				1,219.95	0.38%
	Total EDIFICIO COSTO DIRECTO				250,083.72	78.55%
	SUBTOTAL				250,083.72	
	I.V.A. 16.00% NO APLICA				-	
	Total del presupuesto				250,083.72	

El costo del módulo industrializado arroja un precio de **\$250,083.72 C.D.** Este precio servirá para realizar la comparación posterior y valorar el costo beneficio entre ambas.

9.3 RENDIMIENTO TEORICO

La valoración del rendimiento de las constructoras parte de la suposición del programa de obra, arrojando el siguiente esquema:

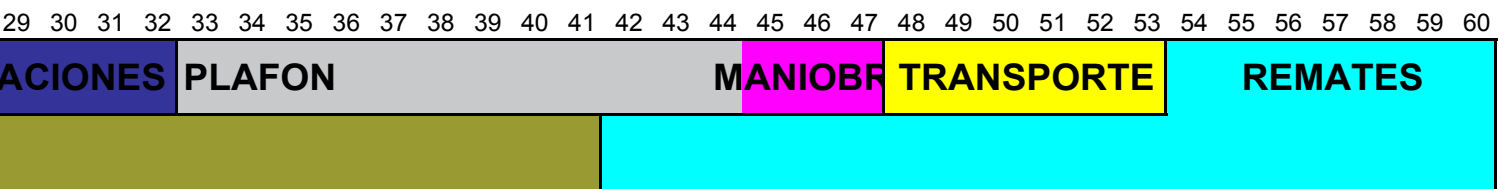
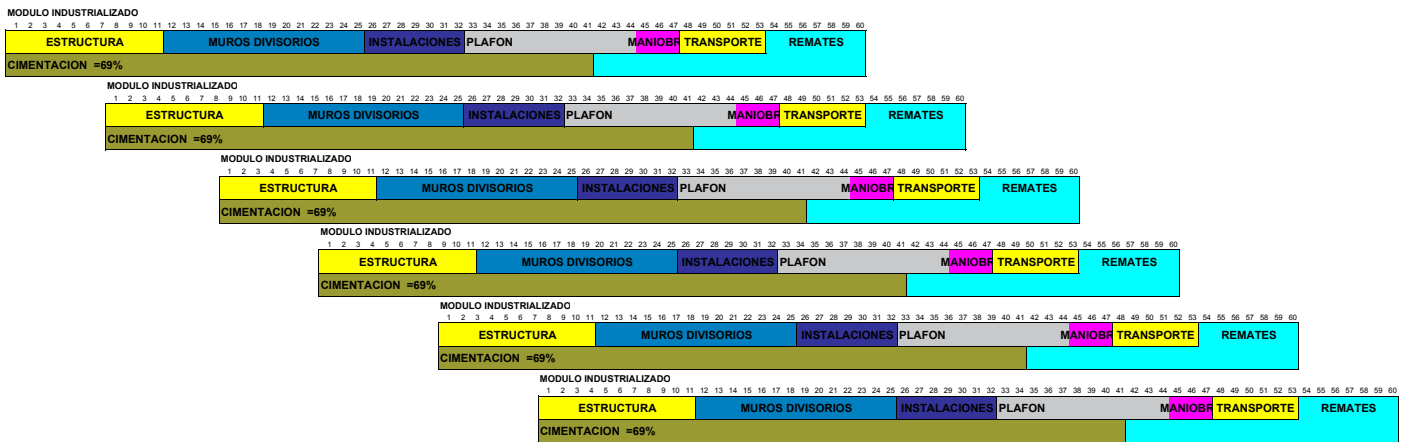
En el esquema industrializado cada 60 días desde que se inicia el proceso de transformación del material hasta que la vivienda está lista para ser entregada al cliente pasan 60 días naturales. Y el escalonamiento de las viviendas es con una diferencia de 4 días para dar inicio a una segunda vivienda y así sucesivamente.

MODULO INDUSTRIALIZADO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
ESTRUCTURA											MUROS DIVISORIOS											INSTALACIONES					
CIMENTACION =69%																											

La capacidad de producción se ve marcada por los tiempos de procesos y dimensiones establecidas, dando un resultado preliminar de:

- 30.5 días /4= 7.62 viv/ mes
- 7 meses * 7.62 viv = 53.375 viv en 7 meses
- La capacidad de cualquier constructora con este modelo y dimensiones de nave industrial podría producir 53 viviendas industrializadas. Partiendo de este esquema de trabajo y conociendo el rendimiento que se produce, se puede ajustar el nivel de producción o repetir el esquema cuantas veces sea necesario para dar abasto y satisfacer la necesidad de producción.



9.4 COSTO

El costo de producción como se observo en el punto anterior es de \$250,083.72 por lo cual no se profundizara mas en este punto.

9.5 TIEMPO

En el factor tiempo como ya se vio en el punto 9.3 con el rendimiento teórico, se tiene un estimado del tiempo que una vivienda puede tomar para ser producida. En este punto se valorara el tiempo con relación al costo ya que a esta altura de la investigación, los indicadores adquieren esta característica y relación fundamental, la cual les da su verdadero significado y magnitud que llegan a tener. El tiempo que una vivienda industrializada toma es de 60 días naturales. Si se divide el costo total directo de producir esta vivienda entre los días que toma producirla, el resultado es el siguiente:

Se necesitan 643 viviendas en un tiempo de 7 meses (213.5 días naturales)

$643 \text{ viv}/213.5 \text{ días} = 3.01 \text{ viv}/\text{día}$

Por la naturaleza del proceso y el inicio escalonado de cada vivienda se realiza las tablas para determinar cuántas viviendas se tendrán que iniciar por día para llegar al número de viviendas por día que se necesitan producir y así cumplir la meta.

PRODUCCION DE VIVIENDA SI CADA 1 DIAS SE INICIA 1 PROCESO NUEVO

DIAS	=	VIVIENDAS
60	=	1.00
59	=	0.98
58	=	0.97
57	=	0.95
56	=	0.93
55	=	0.92
54	=	0.90
53	=	0.88
52	=	0.87
51	=	0.85
50	=	0.83
49	=	0.82
48	=	0.80
47	=	0.78
46	=	0.77
45	=	0.75
44	=	0.73
43	=	0.72
42	=	0.70
41	=	0.68
40	=	0.67
39	=	0.65
38	=	0.63
37	=	0.62
36	=	0.60
35	=	0.58
34	=	0.57
33	=	0.55
32	=	0.53
31	=	0.52
30	=	0.50
29	=	0.48
28	=	0.47
27	=	0.45
26	=	0.43
25	=	0.42
24	=	0.40
23	=	0.38
22	=	0.37
21	=	0.35
20	=	0.33
19	=	0.32
18	=	0.30
17	=	0.28
16	=	0.27
15	=	0.25
14	=	0.23
13	=	0.22
12	=	0.20
11	=	0.18
10	=	0.17
9	=	0.15
8	=	0.13
7	=	0.12
6	=	0.10
5	=	0.08
4	=	0.07
3	=	0.05
2	=	0.03
1	=	0.02
0	=	0.00

23.25
0.76

PRODUCCION DE VIVIENDA SI CADA 1 DIAS SE INICIA 2 PROCESOS NUEVOS

DIAS	=	VIVIENDAS
60	=	2.00
59	=	1.97
58	=	1.93
57	=	1.90
56	=	1.87
55	=	1.83
54	=	1.80
53	=	1.77
52	=	1.73
51	=	1.70
50	=	1.67
49	=	1.63
48	=	1.60
47	=	1.57
46	=	1.53
45	=	1.50
44	=	1.47
43	=	1.43
42	=	1.40
41	=	1.37
40	=	1.33
39	=	1.30
38	=	1.27
37	=	1.23
36	=	1.20
35	=	1.17
34	=	1.13
33	=	1.10
32	=	1.07
31	=	1.03
30	=	1.00
29	=	0.97
28	=	0.93
27	=	0.90
26	=	0.87
25	=	0.83
24	=	0.80
23	=	0.77
22	=	0.73
21	=	0.70
20	=	0.67
19	=	0.63
18	=	0.60
17	=	0.57
16	=	0.53
15	=	0.50
14	=	0.47
13	=	0.43
12	=	0.40
11	=	0.37
10	=	0.33
9	=	0.30
8	=	0.27
7	=	0.23
6	=	0.20
5	=	0.17
4	=	0.13
3	=	0.10
2	=	0.07
1	=	0.03
0	=	0.00

46.50
1.52

PRODUCCION DE VIVIENDA SI CADA 1 DIAS SE INICIA 3 PROCESOS NUEVOS

DIAS	=	VIVIENDAS
60	=	3.00
59	=	2.95
58	=	2.90
57	=	2.85
56	=	2.80
55	=	2.75
54	=	2.70
53	=	2.65
52	=	2.60
51	=	2.55
50	=	2.50
49	=	2.45
48	=	2.40
47	=	2.35
46	=	2.30
45	=	2.25
44	=	2.20
43	=	2.15
42	=	2.10
41	=	2.05
40	=	2.00
39	=	1.95
38	=	1.90
37	=	1.85
36	=	1.80
35	=	1.75
34	=	1.70
33	=	1.65
32	=	1.60
31	=	1.55
30	=	1.50
29	=	1.45
28	=	1.40
27	=	1.35
26	=	1.30
25	=	1.25
24	=	1.20
23	=	1.15
22	=	1.10
21	=	1.05
20	=	1.00
19	=	0.95
18	=	0.90
17	=	0.85
16	=	0.80
15	=	0.75
14	=	0.70
13	=	0.65
12	=	0.60
11	=	0.55
10	=	0.50
9	=	0.45
8	=	0.40
7	=	0.35
6	=	0.30
5	=	0.25
4	=	0.20
3	=	0.15
2	=	0.10
1	=	0.05
0	=	0.00

69.75
2.29

PRODUCCION DE VIVIENDA SI CADA 1 DIAS SE INICIA 4 PROCESOS NUEVOS

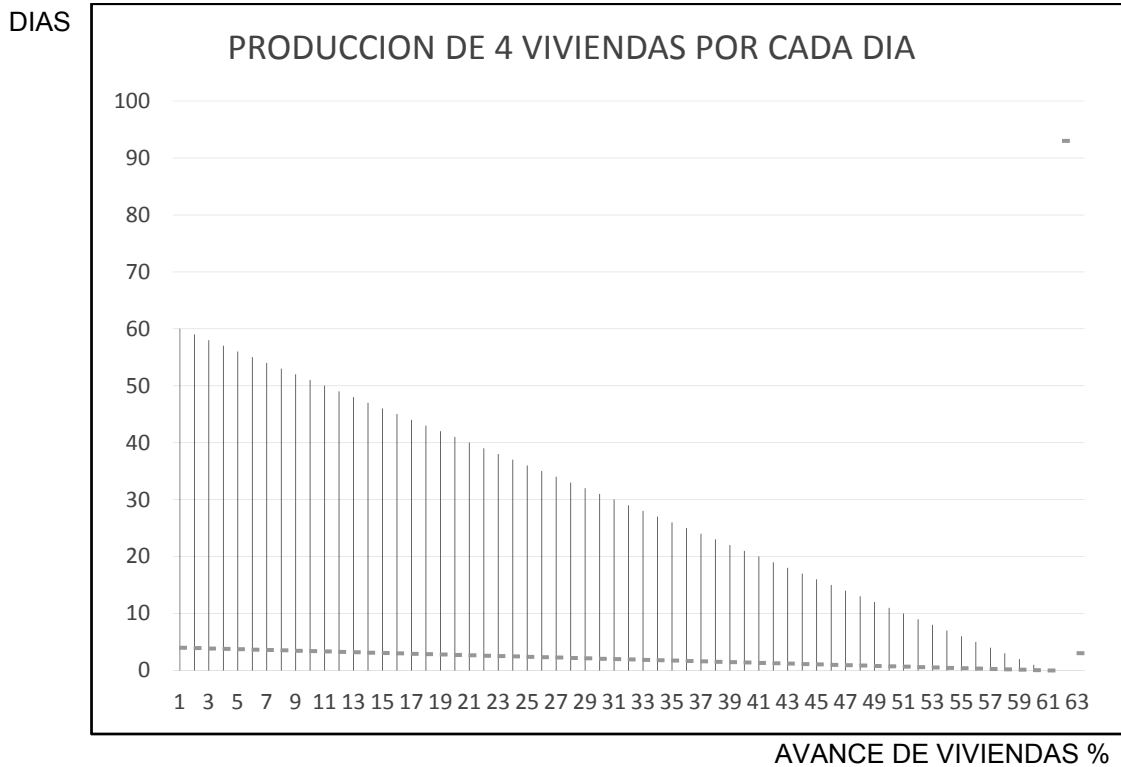
DIAS	=	VIVIENDAS
60	=	4.00
59	=	3.93
58	=	3.87
57	=	3.80
56	=	3.73
55	=	3.67
54	=	3.60
53	=	3.53
52	=	3.47
51	=	3.40
50	=	3.33
49	=	3.27
48	=	3.20
47	=	3.13
46	=	3.07
45	=	3.00
44	=	2.93
43	=	2.87
42	=	2.80
41	=	2.73
40	=	2.67
39	=	2.60
38	=	2.53
37	=	2.47
36	=	2.40
35	=	2.33
34	=	2.27
33	=	2.20
32	=	2.13
31	=	2.07
30	=	2.00
29	=	1.93
28	=	1.87
27	=	1.80
26	=	1.73
25	=	1.67
24	=	1.60
23	=	1.53
22	=	1.47
21	=	1.40
20	=	1.33
19	=	1.27
18	=	1.20
17	=	1.13
16	=	1.07
15	=	1.00
14	=	0.93
13	=	0.87
12	=	0.80
11	=	0.73
10	=	0.67
9	=	0.60
8	=	0.53
7	=	0.47
6	=	0.40
5	=	0.33
4	=	0.27
3	=	0.20
2	=	0.13
1	=	0.07
0	=	0.00

93.00
3.05



Se concluye por medio de la tabla en color verde, que se necesitan iniciar cada día 4 procesos diarios para producir proporcionalmente por acumulación de avances la equivalencia a 3.05 viviendas por día. Por lo cual se deberán de instalar 4 naves industriales con las características planteadas o 1 nave que cuadriplique la capacidad de producción del esquema planteado. Siendo lo mas recomendado que se planten 4 naves industriales para tener mejor control de los procesos así como la reducción de energía empleada.

Por otro lado se puede reducir el programa de obra a una cantidad menor de días, ya que el programa planteado contempla 60 días permitiendo a las cuadrillas descansar el sábado $\frac{1}{2}$ jornal y el domingo jornal completo, con horarios de 8 am a 6:00 pm. No se recomienda el incrementar los jornales de trabajo ni reducir los días de descanso, ya que al ser procesos repetitivos el obrero puede caer en aburrimiento y por ende producirá menos del 85% de efectividad, lo cual afectaría directamente en el incremento de tiempo en la ejecución y los costos fijos y variables.



CAPITULO IV

COMPARACIÓN

CASO ESTUDIO

VS PROTOTIPO

INDUSTRIALIZADO

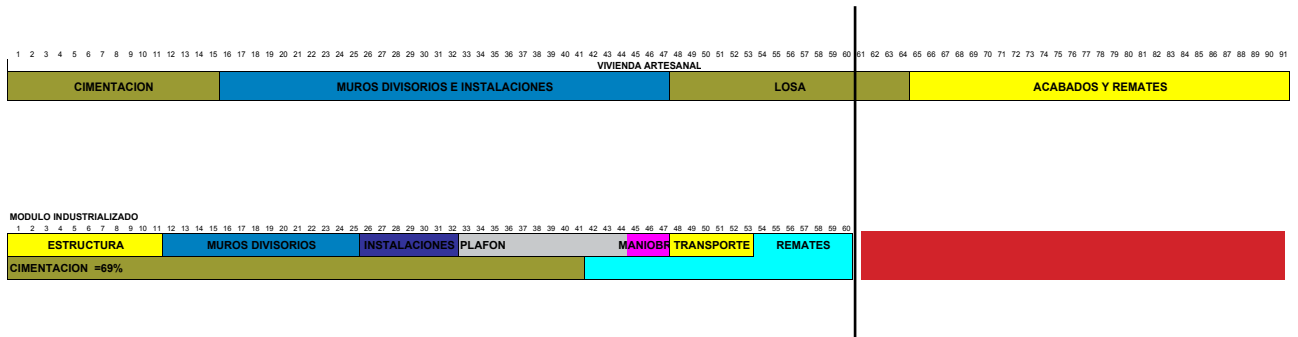


10 COMPARACIÓN ENTRE MODELOS

Una vez analizados individualmente cada modelo, en este capítulo se realiza la comparación entre ambos modelos de vivienda "ARTESANAL vs INDUSTRIALIZADO" con la finalidad de medir objetivamente si la hipótesis planteada en un inicio y mostrar a través de indicadores homologados entre ambos las ventajas y desventajas de cada uno.

TIEMPO PRODUCCIÓN

Los tiempos de producción como se mostró en el capítulo anterior presentan diferencias importantes, tomando en cuenta solamente la programación entre ambas, ya que se pretende demostrar no el actuar deficiente de las constructoras en la realidad, si no por el contrario contribuir a que empresas como estas mejoren sus estándares de calidad así como sus procedimientos constructivos ofreciéndoles alternativas distintas.



ARTESANAL	
Tiempo de ejecucion	90 dias
Tipo de secuencia	Lineal dependiente
Tipo de procesos	Manuales

INDUSTRIALIZADA	
Tiempo de ejecucion	60 dias
Tipo de secuencia	Paralela semiindependiente
Tipo de procesos	Semi mecanizados

RESULTADOS DIFERENCIAS	
Tiempo de ejecucion	30 DIAS
%	33.33

COSTO PRODUCCIÓN

El costo de producir los módulos será relacionado con el punto anterior, el cual revela de manera técnica cuanto es el tiempo de retraso y diferencia entre ambos, ya que se estimara el costo de este tiempo y se comprenderá el impacto de los retrasos así como el costo real que regularmente esta disfrazado.

Se establecerán valores de forma aparentemente aislada para posteriormente ver la relación entre los mismos e integrarlos, con el fin de apreciar el costo real de la producción:

TIPO	C.D.
VIVIENDA ARTESANAL	\$ 149,867.29
VIVIENDA PREFABRICAD	\$ 250,083.72
DIFERENCIA	\$ 100,216.43
VALOR 1	\$ 100,216.43

Evidentemente el costo entre ambas viviendas es mayor de la vivienda industrializada en una primera comparativa. En lo subsecuente se analizara los factores de sobrecosto que tuvieron las viviendas realizadas y estos valores se le restaran a el valor inicial de diferencia economica, para saber cuanto repercutieron:

O	FACTOR 1	INCIDENCIA DE OBRA	RETRASOS VIVIENDA	MANO ARTESANAL
D	VIVIENDA ARTESANAL			
A	ESTIMADO COSTO MANODE OBRA POR SEMANA			
M	\$	149,867.28	COSTO DIRECTO	13 SEMANAS
		56,137.68	M.O.	
		10,089.68	SUBCONTRATOS DIVERSOS	
		66,227.36	SUBTOTAL M.O.	44.19
I	La mano de obra en este esquema de destajo es igual al 44.19 % del total del presupuesto, significa que por semana es equivalente a el 3.39% de costo directo por semana igual a \$5,094.41			
T	\$	5,094.41	Semana M.O.	
S	Si la vivienda industrializada se ejecuta con 4.75 semanas menos de ejecucion de trabajos, se estima que:			
E	(4.75 * \$5,094.41)=	\$24,198.4475	Ahorro estimado	\$24,198.45



INCIDENCIA RETRASOS INDIRECTOS SOBRE
LA MANO DE OBRA VIVIENDA ARTESANAL

O
D
A
M
I
T
S
E
A
D
A
I
L
A
E
R

INDIRECTOS POR SEMANA

\$ 5,094.41 Semana M.O.

Indirecto 13.5%
Financiamiento 3.2%
Sumando en total
16.7% INDIRECTO

\$ 850.77 COMPUESTO

costo indirecto por
retraso por semana
artesanal

\$ 5,945.18 artesanal

Si la vivienda industrializada se ejecuta con 4.75 semanas menos de ejecución de trabajos, se estima que:

(semanas diferencia * \$/semana+ indirectos)

$(4.75 * \$5,094.41 + 850.77) = \$28,239.605$

Ahorro estimado

\$ 29,038.12

FACTOR 1 = \$28,239.605

FACTOR 2 INCIDENCIA RETRASOS MANO DE OBRA
CON DATOS REALES DE DESEMPEÑO
CONSTRUCTORAS VIVIENDA ARTESANAL

DESEMPEÑO REAL CONSTUCTORAS PROMEDIO

Semanas de ejecucion 20.4

Semanas según programación 13

Diferencia de Incremento 7.4

Semana de retraso \$ estimado

(Costo retraso por semana) * (No. semanas de retraso)

$(\$5,094.41) * (7.4) =$ \$ 37,698.63

VALOR 3 \$ 37,698.63

FACTOR 2 = \$37,698.63

**FACTOR 3 REDUCCIÓN DE COSTO DE FABRICACIÓN
M O D U L O I N D U S T R I A L I Z A D O**

Debido a que el analisis del factor 1 y 2 resulta aun un ahorro que hace mas copetitivo al modelo industrializado, aun no es suficiente. Por lo cual se opta por rediseñar la estructura del propio modulo respectivamente a:

- Calibres de los perfiles metalicos en columnas y traves.
- Sustitucion de losa cero por vigueta y bovedilla

Resultando los siguiente:

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	EDIFICIO "A"					
A02	ESTRUCTURA PORTANTE					
	Total ESTRUCTURA PORTANTE				102,726.36	38.97%
A05	CARPINTERIA					
	Total CARPINTERIA				8,251.63	3.13%
A06	CANCELERIA					
	Total CANCELERIA				6,637.80	2.52%
A07	INSTALACIONES ELECTRICAS					
	Total INSTALACIONES ELECTRICAS				6,567.58	2.49%
A08	INSTALACIONES HIDRAULICAS					
	Total INSTALACIONES HIDRAULICAS				2,427.89	0.92%
A09	INSTALACIONES SANITARIAS					
	Total INSTALACIONES SANITARIAS				1,234.61	0.47%
A12	INSTALACION DE GAS					
	Total INSTALACION DE GAS				719.41	0.27%
A13	IMPERMEABILIZACION					
	Total IMPERMEABILIZACION				8,813.21	3.34%
A14	TRASPORTE MODULOS					
	Total TRASPORTE MODULOS				859.86	0.33%
A16	TERRENO					
	Total TERRENO				46,092.63	17.49%
A18	PISOS Y ACCESORIOS					
	Total PISOS Y ACCESORIOS				16,141.27	6.12%
A19	REMATES Y PRUEBAS					
	Total REMATES Y PRUEBAS				5,345.28	2.03%
A20	LIMPIEZA					
	Total LIMPIEZA				1,219.95	0.46%
	Total EDIFICIO "A"				207,037.48	78.55%
	SUBTOTAL				207,037.48	
	I.V.A. 16.00%				N.A.	
	Total del presupuesto				207,037.48	

FACTOR 3 = \$ 207,037.48



FACTOR 4 COSTO DE RETRABAJO EN LA VIVIENDA ARTESANAL

MERMAS Y RETRABAJO

Los retrabajos como anteriormente ya se había analizado tuvieron un costo total de \$9,339,974.94 los cuales divididos entre el número de viviendas (2031) arroja un estimado por vivienda de = \$ 4,598.71/vivienda

A valor arrojado resultado de la división de los retrabajos entre el número de viviendas se le sumara al costo de los retrasos disminuyendo la diferencia entre ambos modelos aún más.

COSTO DE RETRAJO POR VIVIENDA

VALOR TOTAL RETRABAJO/643 VIVIENDAS

9,339,974.94/2031 \$ 4,598.71

COSTO POR VIVIENDA RETRABAJO \$ 4,598.71

FACTOR 4 = \$4,598.71

FACTOR 5 ESCOMBROS EN LA VIVIENDA ARTESANAL

Por otro lado otro factor a considerar es el desperdicio, ya que en la vivienda tradicional existe una partida importante de presupuesto en la recolección de escombros y material de desperdicio en la obra y durante todo el proceso. El valor determinado en las cédulas de ajuste proporcionado por la aseguradora para recursos destinados a la remoción de escombros y limpieza de los mismos es del 10% del valor del costo pagado a los constructores integrado de la siguiente manera:

Remoción de escombros (Máximo 10% sobre monto de reparaciones)	\$17,522.73
Reparaciones	\$175,227.30
Severidad	\$10,000.00

IMPORTE NETO INDEMNIZABLE \$202,750.03

Lo que significa que se tiene destinada la cantidad de \$17,522.73 para realizar la remoción de escombros, lo cual significa en términos prácticos que se realizan casi 10 viajes de 7 m³ durante toda la ejecución de la obra, ya que el viaje de retiro de escombros subcontratado su precio oscila entre los \$1,600.00. En la vivienda industrializada el porcentaje de desperdicio es muy bajo, ya que al estar modulados, todas las piezas son compatibles las unas con las otras. El proceso o área en donde más se tienen registro de desperdicio es en las piezas estructurales al formar la estructura portante, ya que en el resto de la vivienda los módulos de muros divisorios así como recubrimientos presentan un nivel muy bajo de desperdicio.

FACTOR 5 = \$17,522.73

Una vez analizada la información de los diferentes factores, se procederá a realizar las sumas o restas que tengan lugar respectivamente a los trabajos realizados en las viviendas artesanales y se indentificara el costo en coparacion con la vivienda industrializada:

ARTESANAL		INDUSTRIAL	
VALOR INICIAL	\$149,867.29	VALOR INICIAL	\$250,083.72
FACTOR 1	\$24,198.45	FACTOR 3	\$207,037.48
FACTOR 2	\$37,698.63		
FACTOR 4	\$4,598.71		
FACTOR 5	\$17,522.73		
TOTAL	\$192,182.16	TOTAL	\$207,037.48
COSTO DE CONSTRUCCION		COSTO DE CONSTRUCCION	

D I F E R E N C I A

\$ 1 4 , 8 5 5 . 3 2



11 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

ACEPTACIÓN CULTURAL

La aceptación cultural respecto a sistemas prefabricados se presenta dependiendo del sector al cual se le presente el sistema y los alcances del mismo. Específicamente en el sector para el cual se aplicó este ejercicio que se denomina "Interés social" las propias construcciones a nivel artesanal fueron cuestionadas por los usuarios respecto a su resistencia, lo cual brinda un panorama desalentador respecto a la implementación de este tipo de viviendas prefabricadas debido a la falta de conocimiento respecto del tema, lo cual genera un rechazo nato a lo desconocido. Por lo cual para implementar de manera satisfactoria y que este tipo de vivienda pueda ser comercializada se debe de mostrar de forma clara y tangible las ventajas y alcances de las mismas, debido a que la población es muy incrédula y es muy poco abierta a nuevos usos y costumbres. Ya que de otra forma el implementar las viviendas sin un preámbulo que introduzca al usuario con su nueva vivienda puede provocar un choque cultural que traería como consecuencia el rechazo de este tipo de módulos.

SONIDO

El aislamiento acústico de los módulos es controlado con por medio de los muros divisorios con fibra de vidrio en su interior y en el caso de los muros realizados por el sistema concreacero, por medio de las partículas de poliestireno que se encuentran comprimidas con el concreto aligerado, lo cual genera un aislamiento natural en los propios muros. Respecto del nivel de aislamiento acústico de los dos materiales respecto a un muro de block utilizado en la construcción de las viviendas típica, se utilizaran los indicadores de los propios materiales suministrados por los proveedores, ya que no es tema propiamente de este tema de estudio. El factor que mide la transmisión sonora es llamado STC (Sound Transmission Class), el cual es el sistema para evaluar la propiedad de transmisión de los materiales. En este caso el valor de transmisión de STC en los muros aislados con paneles huecos es de 47 STC y en el caso del muro de fibrocemento directo es de 34 STC.

TEMPERATURA

El aislamiento termino al igual que el acústico se logra en gran medida a través de los propios muros divisorios, los cuales en cualquiera de los casos de paneles con yeso y fibra de vidrio en su interior o los paneles de concreto aligerado, cualquiera de los dos logran condiciones óptimas de temperatura al interior de las viviendas. Para realizar la comparación térmica de la construcción artesanal VS industrializada, se utilizaran los parámetros proporcionados por el fabricante y se compararán con las de la vivienda artesanal. Los muros de fibrocemento cumplen con el factor de aislamiento llamado Valor "R" ya que estas se mantienen de 4 a 8 ° más frescas o más calientes respecto a una vivienda de muros de tabique.

PESO

21.5 toneladas en dos niveles, lo que significa que se calculó con 4 módulos unidos, atornillados entre sí, resultando este peso específico. El peso de una sola vivienda sencilla compuesta de dos módulos, sería de 10.75 toneladas.

CRECIMIENTO

Como ya se mencionó en el punto anterior adicional a dos capítulos anteriores al presente, la vivienda está diseñada técnicamente para soportar la colocación de dos módulos adicionales como opción de crecimiento, lo cual solo implicaría realizar algunos cambios menores en la propia estructura original, preparando la misma a recibir los módulos de ampliación.

CONCLUSIONES

La diferencia en costo de producción de una vivienda artesanal a una vivienda industrializada son distantes a primera vista. Pero una vez que se analizan los diferentes factores que influyen en la vida cotidiana de las obras que se realizan en México, se puede vislumbrar una cantidad de gastos que muy pocas veces los propios constructores desconocen aun cuando los pagan, resultando en cuentas que nunca cierran y pérdidas directamente a la utilidad. Muchas de estas provocan la quiebra de grupos de desarrolladores. Por otro lado habrá que considerar que como toda fábrica de producción industrial es influenciada por la cantidad de productos que manufactura, ya que no es lo mismo el costo de producir un celular, que el de 1 millón de celulares, por lo que se puede estar seguro que si este ejercicio se analizara con fórmulas específicas para determinar la producción e incrementar la productividad de una planta dedicada a producir vivienda, esta podría reducir sus costos aún más, volviendo esta opción la más rentable sin duda alguna. Otro factor importante en esta investigación es el hecho de que esta estructura está diseñada para tolerar un par de módulos mas en la parte superior, lo cual provoca el incremento de los perfiles estructurales para mantener la seguridad y estabilidad estructural, ya que si se pretendiera dejar solamente la vivienda en un solo nivel, la reducción es costo de los perfiles sería de aproximadamente un 12% abajo. Reduciendo aún más el costo de producción.

La industria de la construcción en nuestro país debe de adoptar técnicas y sistemas constructivos acordes a las innovaciones tecnológicas de nuestro siglo, ya que en la medida que se actualicen los conocimientos, se capacite a los profesionales que directa e indirectamente están involucrados, en esa medida el sector de la construcción podrá aspirar a realizar obras de primer mundo, que actualmente se desarrollan en países como Dubái en los emiratos árabes, Singapur en el Sudeste de Asia, Kuala Lumpur en Malasia o Beijín en China. En donde estos países pueden edificar construcciones de 30 niveles en tan solo 15 días de ejecución y 1 ½ de planeación. Desafortunadamente nos encontramos aun a distancia de realizar mega construcciones como esa debido a la falta de actualización de los procesos y sistemas constructivos.

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”
Albert Einstein

Esta investigación muestra como el hecho de realizar construcciones de forma tradicional con sistemas constructivos obsoletos, sumados a la falta de capacitación de los involucrados en la industria de la construcción, trae como consecuencia retrasos, gran cantidad de desperdicios así como sobrecostos al constructor y construcciones con estándares de calidad muy irregulares. En la comparación que se realizó entre el modelo de vivienda artesanal y la vivienda prefabricada, en un análisis superficial pareciera que la vivienda artesanal es la que mejores condiciones tiene. Una vez analizados los diferentes factores e indicadores que intervienen a lo largo de la reconstrucción, resultan ser mayores a la diferencia inicial que existía entre ambos modelos. Esto debido a que el factor TIEMPO juega un papel fundamental en el desarrollo de las construcciones. Ya que este conlleva una serie de costos relacionados o indirectos que regularmente no son percibidos, pero que finalmente se encuentran ahí y estos son absorbidos regularmente por los consumidores finales. En este caso de estudio fueron absorbidos por los propios desarrolladores debido a que los pagos que les fueron realizados tuvieron el carácter de presupuesto a Precio Alzado, lo cual les impidió poder cargar costos adicionales a los usuarios.

Este tipo de construcciones basados en sistemas constructivos sirven y así lo han demostrado a lo largo de la evolución siempre que cuenten con un buen sistema administrativo que les permita controlar la materia prima, recursos humanos adecuados, costos y tiempo, mejorando los resultados mostrados en el análisis realizado. Estas mejoras son reflejadas en el cumplimiento de la programación de las actividades en el mejor de los casos, pero siguen transcurriendo las actividades en forma dependiente, sin poder realizar cambios sustanciales que reduzcan de manera significativa el tiempo de ejecución o sus costos directos de construcción. Por lo cual se recomienda realizar una REINGENIERIA de los sistemas constructivos que permita romper la inercia y dar paso a nuevas tecnologías. El acceder a realizar construcciones con sistemas constructivos prefabricados e industrializados permitirá ser más competitivos, más eficientes, más económicos, más versátiles, adicionalmente abrirá las posibilidades a dos sectores problemáticos que año con año siguen siendo un problema en nuestro país:



1. Vivienda para desastres naturales

Los desastres naturales en nuestro país son un común denominador año tras año, los cuales provocan pérdidas millonarias de recursos materiales y humanos. Actualmente solo se cuentan con programas de reacción para desalojar a la población en riesgo y programas que ayudan a la población bajo desastres naturales, pero no existe una reacción que permita devolverles a las familias afectadas su patrimonio en un tiempo menor a 7 meses en el mejor de los casos o 1 año a 2 años. Este sistema constructivo industrializado permitirá ser una opción de reacción inmediata a lo largo y ancho del territorio mexicano, debido a que los perfiles estructurales y el resto de los insumos que se utilizan son comerciales, abriendo la posibilidad de producir las viviendas en la ciudad más cercana al sitio del desastre natural o en la propia ciudad si es que cuenta con el suministro de los materiales además de algún parque industrial que permita realizar las maniobras de producción almacenamiento de los insumos.

2. Vivienda de interés social

Los sistemas de producción industrializada permiten en la medida de una mayor producción abaratar los costos, lo cual generaría una mayor competitividad, volviendo el producto más comercializable y con mayores alcances a sectores como Interés Social. Ya que el modelo más eficiente puede ser analizado con mayor detalle, desde aspectos ergonómicos, de habitabilidad, confort técnico, acústico, lumínico, económico entre muchos otros. Como se mencionó al inicio de esta investigación, no se analizaron las posibilidades de diseño y confort de los espacios, dejando de lado la funcionalidad y aspectos básicos, debido a que el objetivo de esta investigación siempre fue el demostrar que sistemas constructivos prefabricados e industrializados permitirán abatir costos y reducir en más de 35% los tiempos de ejecución. Pero esto no implica que no se pueda entrar a analizar a detalle los aspectos de funcionalidad y diseño del propio modelo para abaratar los costos, Eficientar espacios, mejorar las condiciones generales y obtener como resultado un mejor prototipo que responda a las necesidades de la población económicamente más vulnerable.

3. Vivienda de interés medio

Sin duda alguna la opción de manejar este tipo de módulos en diferentes estratos de vivienda los cuales no se encuentren tan agobiados económicamente y que pongan en riesgo la utilidad del constructor, este tipo de modulo puede ser aplicado a vivienda con mayor capacidad económica del usuario, volviéndola altamente rentable al realizar los mismos procedimientos que en la presente investigación, pero con márgenes mayores de utilidad, con sus respectivos ajustes, financieros, técnicos estructurales y de operación.

Otro de los aspectos que vale la pena retomar el hecho de que empresas constructoras pequeñas, medianas y grandes que hoy en día son desarrolladores de vivienda, denotan una gran cantidad de errores debido a la falta de capacitación del personal que trabaja para sus empresas, adicionalmente a que sus sistemas constructivos a pesar de estar ubicadas muy cercanas a la frontera con USA se podría suponer que tienen influencia de construcciones más vanguardistas o de sistemas prefabricados, así como la herramienta y maquinaria de última generación, que permita realizar con mayor precisión sus obras. Pero desafortunadamente el resultado obtenido del rendimiento real de las constructoras involucradas no es el más favorable, denotando una gran cantidad de errores menores y algunos mayores, que al ser reunidos a lo largo de su intervención se puede observar las pérdidas económicas y la baja calidad de los trabajos.

Las constructoras tampoco cuentan con un sistema de análisis de sobre costos y mermas de producción que les permita identificar sus propias fallas y de este modo corregirlas. Todos estos factores al ser observados de manera individual son interpretados como alguna pérdida minúscula que no impacta la economía de una empresa desarrolladora, pero al ser visto desde un punto de vista más general y tomando en cuenta factores como indirectos de oficina en campo, indirectos de oficina centrales, se convierten en cantidades de dinero importantes, que de no ser tomadas en cuenta o ser corregidas, pueden llevar consecuencias serias para los desarrolladores, y por consecuencia los usuarios finales son los que resienten los efectos de los malos trabajos, de las reparaciones post venta y de los gastos indirectos al tener que movilizarse a las oficinas de las constructoras para realizar los reclamos que tengan lugar.

Este tipo de sistemas constructivos significan en términos prácticos la mejora de los sistemas de calidad en las empresas desarrolladoras de vivienda y de todo tipo de edificación. Siendo este el primer paso de estandarización de productos tan sencillos como vivienda de interés social, para dar paso hacia el camino para atraer inversiones de Mega construcciones de primer mundo.



BIBLIOGRAFÍA

- GERARDO NADLER, "Diseño de sistemas de producción, el concepto IDEALS", Buenos Aires Argentina, 1971.
- MARIA LUISA GONZALEZ MARIN, "La industrialización en México", Instituto de investigaciones económicas UNAM, Editorial UNAM, México 2002.
- JULIAN SALAS SERRANO, "Construcción Industrializada: prefabricación", Editorial, Madrid Febrero 1987.
- HERNAN DE SULMINIAHAC, T GUILLERMO THEONUX, "Procesos y técnicas de construcción 2da edición", Editorial Alfa Omega, Ediciones Universidad Católica de Chile, Chile, 1998.
- DR.-ING. TIHAMÉR KONCZ, "Manual de la construcción prefabricada", Tomo 1 Fundamentos, elementos de cubierta, y techos, paneles para paredes, Hermann Blume Ediciones, Madrid 1973.
- STEFFEN HUTH, "Construir con células tridimensionales, análisis de un método constructivo", Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1997.
- MAURICE REVEL, "La prefabricación en la construcción", Ediciones Urmo, Bilbao, 2009.
- FRED E. MEYERS, "Estudio de tiempos y movimientos, para la manufactura ágil", Editorial Pearson Educacion, Mexico, 2000.
- JACK R. MEREDITH, "Administración de las operaciones, un énfasis conceptual", Editorial Limusa Wiley, Mexico, 1999.
- HANS J. MILTON, "International and national standards on dimensional coordination, tolerances and joints in building", National Bureau of standards, Washington, 1980.
- HARRY PARKER, M.S., "Calculo simplificado de estructuras de acero", Ediciones Urmo, Bilbao 1971.
- WILLIAM G. RAPP, "Montaje de estructuras de acero en la construcción de edificios", Editorial Limusa, Mexico 1978.
- INEGI, "Informe sobre la actividad industrial en México en junio del 2014", [Online], México. Disponible en: <http://inegi.gob.mx/sistemas/bie/>
- NOMADITE, "sistema de construcción modular industrializada", [Online], Madrid España, 2015, Disponible en: www.nomadite.pdf.com
- GALLO ESPINO OLIVERA, "Diseño Estructural de Casa Habitación", Editorial McGraw Hill, Lugar, Año,
- DEACERO S.A. DE C.V., "Manual Técnico armadura y losas de vigueta y bovedilla" Editorial, Año.
- VIBOSA, "Obras, Centros Comerciales" [Online], México, 2012. Disponible en: <http://www.vibosa.com.mx/Obras/Centros-Comerciales/Galerias-Atizapan>
- MECCANO S.A. DE C.V., "Manual de sistema constructivo MECCANO", [Online], México, Año, Disponible en: <http://www.meccano.com/instruction-manual.html>
- CONVITEC S.A. de C.V., "Manual Técnico Convitec, Panel CONVITEC", [Online], México, Año, Disponible en : <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-tecnico-covintec-2011.pdf>
- PREFABRICADOS TÉCNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN S.A. DE C.V., "Principales productos, prefabricados" [Online], México, Disponible en: <http://www.pretecsa.com/16.html>
- DANSTEK S.A. DE C.V., "Losas prefabricadas", [Online], Mexico, 2016. Disponible en: <http://danstek.com/>
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO A.C., "Productos, Construcción y tecnología del Concreto" [Online], Mexico, 2015. Diponible en: www.imcyc.com
- A.D. BARBIERI, "PRODUCTOS", [Online], Buenos aires, Argentina. 2015. Disponible en: http://adbarbieri.com/pdf/catalogos/02_Guia_ADB_final.pdf
- STEEL FRAMING, "Steel frame, productos", [Online], Uruguay, 2015. Disponible en: steel framing.com.uy/tecnicasteel-framing
- ENRICO MANDOLESI, "Edificación, el proceso de edificación, la edificación industrializada, la edificación del futuro". Ediciones CEAC. Lugar, Año.
- MAESTRO NOVAS CABRERA JOEL, "Sistemas constructivos aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo". Editorial Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 2010.
- RSCP RESIDENTIAL SHIPPING CONTAINER PRIMER, "How to Build a Shipping Container Home" [Online], Lugar, 2016, Disponible en www.Residentialshippingcontainerprimer.com/action%20it
- SMARTH HOMES, "Proceso constructivo" [Online], Madrid, 2015. Disponible en: www.smarthomes.es/fabricacion/METAL-MOLLET,S.L

Estilo IEEE Referencias bibliográficas
Institute of electrical and electronics engineers

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi familia por su apoyo y aliento, en especial a mi Padre Humberto Victoria Ramírez por demostrarme que cualquier obstáculo puede ser superado con disciplina, trabajo y pasión, a mi Madre Nora Caballero Domínguez por mostrarme la fuerza del espíritu indomable y el verdadero significado del amor a la familia; a mi hermano Humberto Victoria Caballero por enseñarme a surgir de entre las cenizas y a sujetarte a la esperanza aun cuando ésta es un pequeño rayo de luz; a mi hermano Avnner Victoria Caballero por recordarme que la renovación es una tarea constante y que la lucha propia por la superación es una tarea incansable.

A mi hermosa esposa por su gran amor y respaldo que me brinda, por las lecciones de bondad, humildad, amor y sed incansable por vivir cada instante de este viaje maravilloso.

Gracias a mis tutores, por sus enseñanzas, su sabiduría, guía y aliento para seguir adelante.

Gracias a mis grandes amigos de la vida, líderes y jefes, Ing. Oscar Contreras Martret y su hermosa familia e Ing. Gonzalo Villegas Chavarría y s hermosa familia.

Gracias CONACYT por su gran apoyo económico que ayuda a las generaciones de este país a construir un México mejor cada día.

**Gracias a mi gran Universidad, la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO,
por dárme todo...**

