

**Centro de Enseñanza Técnica y Superior, CETYS  
Universidad**



**Maestría en ingeniería e innovación con orientación en  
sistemas y procesos industriales.**

---

**Metodología para la construcción de vivienda modular, en el  
estado de Baja California.**

Tesis  
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
Maestro en ingeniería

Presenta:

**Marco Antonio Carrillo Vázquez.**

Ensenada, Baja California, México  
2020.

Tesis defendida por  
**Marco Antonio Carrillo Vázquez**

y aprobada por el siguiente Comité

---

**M.C.I. María del Socorro Lomelí Sánchez.**  
Director de tesis

Miembros del comité

**Dra. Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx**  
Grado académico y nombre completo

**Dr. Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx**  
Grado académico y nombre completo

**Dr. Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx**  
Grado académico y nombre completo

**Dra. Xxxxx Xxxxxx Xxxxxx**  
Grado académico y nombre completo

---

**M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez.**  
Coordinador del Posgrado

---

**Dr. Xxxx Xxxx Xxxxx**  
Director de Escuela de Ingeniería

*Marco Antonio Carrillo Vázquez © 2020.*

*Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor y director de la tesis.*

Resumen de la tesis que presenta **Marco Antonio Carrillo Vázquez** como requisito parcial para la obtención del grado de **Maestro** en Ciencias en **Ingeniería e Innovación con orientación en sistemas y procesos industriales**.

**Metodología para la construcción de vivienda modular, en el estado de Baja California.**

Resumen aprobado por:

**Firma**  
M.C.I. María del Socorro Lomelí Sánchez.  
**Director de tesis**

**Palabras clave:**

Abstract of the thesis presented by **Marco Antonio Carrillo Vázquez** as a partial requirement to obtain the **Master** of Science degree in **Engineering and Innovation** with orientation in industrial processes and systems.

**Methodology for modular house construction, on the state of Baja California.**

Abstract approved by:

Firma

M.C.I. María del Socorro Lomelí Sánchez.

Thesis Director

**Keywords:**

## Dedicatoria

## Agradecimientos

## Tabla de contenido

	Página
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatorias.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras.....	viii
Lista de tablas.....	ix
<b>Capítulo 1. Introducción</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	5
1.3 Preguntas de investigación.....	8
1.4 Propuesta de trabajo.....	8
1.5 Hipótesis.....	9
1.6 Objetivos.....	9
1.6.1 Objetivo general .....	9
1.6.2 Objetivos específico.....	10
1.7 Alcance.....	10
<b>Capítulo 2. Marco Teórico</b>	
2.1 Modelo europeo para la excelencia empresarial.....	11
2.1.1 Construcción del modelo EFQM.....	13
2.2 Industria de la construcción modular.....	16
2.2.1 Calidad en la industria de la construcción modular.....	18
2.2.2 Competitividad en la industria de la construcción modular.....	18
<b>Capítulo 3. Metodología</b>	
3.1. Descripción de la metodología .....	20
3.2. Tipo de investigación .....	24
3.3. Participantes .....	24
3.4. Instrumentos y materiales .....	24
3.5. Procedimiento para la recolección de datos .....	25
3.6. Análisis de datos .....	28

**Capítulo 4. Resultados y Discusión**

4.1. Resultados de la encuesta a nicho de mercado potencial .....	30
4.2. Esquema lógico REDER .....	31
4.3. Procesos constructivos .....	32
4.3.1. Procesos en fábrica .....	33
4.3.2. Procesos en sitio .....	43
4.3.3. Ayudas visuales .....	47
4.4. Indicadores .....	51
4.5. Controles .....	51
4.6. Simulación .....	54

**Capítulo 5. Conclusiones**

5.1. Conclusiones .....	56
5.2. Trabajo futuro .....	57

<b>Literatura citada</b> .....	58
--------------------------------	----

<b>Anexo 1</b> .....	60
<b>Anexo 2</b> .....	61
<b>Anexo 3</b> .....	62
<b>Anexo 4</b> .....	63
<b>Anexo 5</b> .....	64
<b>Anexo 6</b> .....	67
<b>Anexo 7</b> .....	68
<b>Anexo 8</b> .....	69
<b>Anexo 9</b> .....	70
<b>Anexo 10</b> .....	71
<b>Anexo 11</b> .....	72
<b>Anexo 12</b> .....	73
<b>Anexo 13</b> .....	74
<b>Anexo 14</b> .....	75
<b>Anexo 15</b> .....	76
<b>Anexo 16</b> .....	77

<b>Anexo 17</b> .....	<b>78</b>
-----------------------	-----------

## Lista de figuras

Figura		Página
1	Escenario del crecimiento del PIB de la industria de la construcción 2018-2021 .....	2
2	PIB de la construcción: Enero - Septiembre 2018 .....	2
3	Inversión en la construcción: Enero – Noviembre 2018 .....	3
4	Costos planeados contra costos reales de la fabricación de un módulo de 7.45m <sup>2</sup> ...	7
5	Plan de trabajo del proyecto de investigación .....	9
6	Conceptos fundamentales de la excelencia .....	13
7	Modelo EFQM de excelencia .....	14
8	Esquema Lógico REDER .....	14
9	Matriz REDER para Agentes Facilitadores .....	15
10	Matriz REDER para Resultados .....	15
11	Ejemplo de transportación a sitio de una edificación de construcción modular .....	16
12	Ejemplo de transportación a sitio de una edificación de construcción modular .....	17
13	Ejemplo de los componentes de un módulo prefabricado .....	17
14	Metodología del proyecto de investigación .....	20
15	Porcentajes de la prioridad 1 de prototipo de casa modular .....	31
16	Costos y utilidad real contra los simulados, de la fabricación de un módulo de 7.45m <sup>2</sup> .....	55

## Lista de tablas

Tabla		Página
1	Valor del precio promedio de casas en Ensenada .....	4
2	Comparativo de costos planeados contra costos reales de la fabricación de un módulo de 7.45 m <sup>2</sup> .....	6
3	Datos para prueba de hipótesis .....	22
4	Distribución del número de encuestas por municipio.....	27
5	Propuestas de prototipo de casa modular .....	30
6	Comparativo de costos y utilidad real contra los simulados, de la fabricación de un módulo de 7.45 m <sup>2</sup> .....	54

## Capítulo 1. Introducción.

---

Este apartado tiene como objeto presentar información relacionada con la construcción de casas por módulos o modulares, además de identificar si el establecimiento de una metodología de trabajo que permita la reingeniería en el proceso de construcción de casas modulares, desarrolla una ingeniería concurrente para que genere resultados consistentes en la obra, la optimización de costos y por ende una mejora en el margen de utilidad, manteniendo siempre el enfoque en el cumplimiento de los factores críticos para el cliente. Concentrando esta investigación en el desarrollo de procesos que den resultados que beneficien a la empresa caso de estudio HETAT S.A. de C.V., además de conceptualizar los aspectos relevantes que se deben incluir en el presente proyecto.

### 1.1 Antecedentes.

El hombre tiene varias necesidades que tiene que cumplir o satisfacer, entre las que se encuentran las básicas, que son de carácter fisiológico, y después de haber sido compensadas estas necesidades básicas, vienen las necesidades de seguridad y protección, entre las cuales se encuentra la necesidad de refugio, o un lugar en dónde vivir o el cuál habitar, es decir, la necesidad de vivienda (Acosta Ovideo, 2012).

Por otra parte, la población alrededor del mundo va en incremento, se estima que la población mundial aumente en 2,000 millones de personas en los próximos 30 años; en lo respectivo a la población con edad para trabajar está en crecimiento, lo que crea oportunidades para el crecimiento económico (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019). La información anterior sugiere que un mayor número de personas tendrán la necesidad de adquirir una vivienda, por lo menos durante las próximas tres décadas.

La adquisición de una vivienda implica una considerable inversión de tiempo y dinero, y si se opta por construir una casa con el método tradicional, estos dos factores se verán afectados con un incremento en ambos a lo largo del proyecto de construcción (mayor duración y costo).

En el caso particular de México, en lo que respecta a la situación de la vivienda, se esperaba un aumento en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de la industria de la construcción del 2.5%

para este año pasado (2019), y se espera un aumento de 2.8% y 3.1 % para el 2020 y 2021, respectivamente (ver Figura 1).



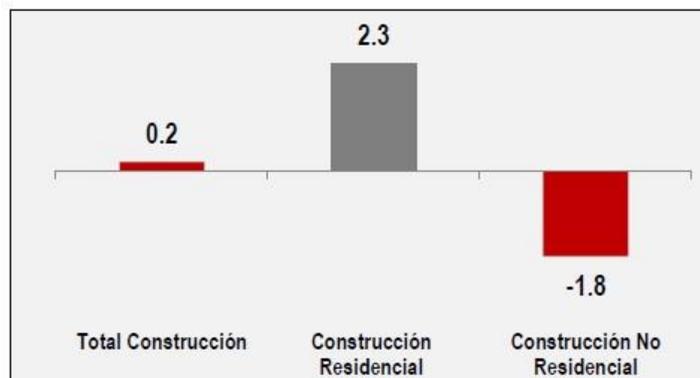
**Figura 1.** Escenario de crecimiento del PIB de la industria de la construcción 2018 – 2021 (CMIC, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2018).

El crecimiento de la Industria de la Construcción para finales del año 2018, se debe en su mayoría al impulso en el subsector de los trabajos especializados de construcción con un aumento del 7.4%, y en una parte se debe, aunque no sea la más significativa, sí tuvo un impacto positivo en el crecimiento de esta industria, al impulso del subsector de Edificación con un 2.3% (ver Figura 2).



**Figura 2.** PIB de la construcción: Enero – Septiembre 2018 (CMIC, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2018).

En lo que respecta al flujo de inversión en la construcción, para finales del 2018, se registró un aumento del 2.3% en la inversión en la construcción residencial (ver Figura 3), que es precisamente el segmento en el que se enfoca este proyecto de investigación, en el subsector de Edificación, en la construcción residencial o de vivienda.



**Figura 3.** Inversión en la construcción: Enero – Noviembre 2018 (CMIC, 2018).

Retomando el tema de la adquisición de vivienda, en el caso de México, y en específico en el estado de Baja California, para el año 2019 se estimaba una demanda de vivienda menor en comparación al año anterior (2018), esto causado posiblemente a las políticas públicas implementadas en 2017, como la liberación del precio tope para la adquisición de vivienda del Infonavit y principalmente a la disminución del presupuesto del subsidio (SHCP, 2019).

La disminución del presupuesto del Infonavit se traduce en un menor número de créditos otorgados a los trabajadores, lo que a su vez implica, que menos gente tenga la oportunidad de adquirir una vivienda por los medios tradicionales, con las compañías constructoras que existen actualmente en el mercado.

En el Anexo 1 se presenta la tabla comparativa del “Semáforo económico estatal de la industria de la construcción: mayo 2019”, la cual indica que el valor de la producción de las empresas constructoras en B.C., sufre una caída del 11.6% en mayo del año pasado (2019), respecto al mismo período del año anterior (2018).

Continuando con lo referente a la industria de la construcción de viviendas en el estado de Baja California, y en particular en el municipio de Ensenada, ésta se lleva a cabo principalmente por empresas de construcción como Mondragón Construcción y Mantenimiento, SIGMA, A y G constructores S.A. de C.V. y Torres Arquitectos, entre otros. En el caso particular del municipio de Ensenada, el valor estimado promedio de la oferta que existe actualmente de venta de casas en esta ciudad, va desde los \$958,000 pesos, hasta cerca de los \$7,350,000 pesos, dependiendo la ubicación de la vivienda (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Valor del precio promedio de casas en Ensenada (Propiedades.com, 2019).

Colonia / fraccionamiento	Precio promedio (pesos)	Precio promedio por m <sup>2</sup> (pesos)
Cíbulas Del Mar	\$7,347,978.00	\$6,900.00
El Sauzal	\$5,312,182.00	\$9,000.00
Bajamar	\$4,670,770.00	\$11,900.00
Chapultepec	\$4,030,118.00	\$10,400.00
Valle Dorado	\$2,632,147.00	\$13,100.00
Hidalgo	\$2,418,360.00	\$7,100.00
Playas de Chapultepec	\$1,662,938.00	\$6,600.00
Granjas El Gallo	\$1,643,023.00	\$11,400.00
Bella Vista	\$985,903.00	\$8,200.00
Las Lomitas	\$957,840.00	\$4,700.00

A manera de resumen, los datos hasta aquí expuestos indican lo siguiente, que los precios de vivienda ofertados en el mercado son altos, y que estos varían en un amplio rango en relación a la ubicación de la vivienda, por otra parte, si se opta por construir tu propia casa por medios tradicionales, es probable que, para el final del proyecto, resulte en un incremento de los recursos, en términos de tiempo y dinero.

Cabe denotar que la construcción tradicional no es la única opción, es decir, existen otras alternativas a ésta, entre las cuales algunas resultan tener grandes beneficios para el consumidor, pues se llevan a cabo en un menor tiempo, con alta calidad, a bajo costo y como el cliente la desee, y ese es precisamente el caso de la construcción modular.

Existen distintos métodos de construir una casa prefabricada y una amplia variedad de materiales de los que se puede fabricar (madera, acero, concreto, lonas, entre otros materiales); de cualquier manera, siempre va a existir un mayor beneficio al elegir un sistema de construcción modular contra uno de construcción tradicional. Por ejemplo, en una comparación de la construcción de un muro de ladrillo, frente a la de un muro prefabricado, éste último cuenta con algunas ventajas como la reducción de la contaminación del ambiente por medio del reciclaje y reuso de los materiales y la reducción de desperdicio, el alto grado de automatización de la construcción de muros prefabricados reduce el periodo de la construcción e incrementa la calidad, entre otras ventajas (Li, 2014).

Tomando en cuenta la información que se ha presentado hasta el momento, se hace evidente la necesidad que tiene la industria de la construcción, de buscar alternativas que permitan reducir costos, con la finalidad de hacer más atractiva la construcción residencial, para los clientes potenciales.

Por tales motivos, lo que busca este proyecto es desarrollar una reingeniería de procesos y controles en la empresa HETAT S.A. de C.V., que permita ofrecer a un mercado manifiesto y latente, una opción más acorde a sus posibilidades de pago, y que satisfaga sus necesidades de vivienda, otorgando beneficios para ambas partes, es decir, que sea posible ofrecer un producto atractivo para el cliente en términos de calidad y precio, sin que se vea sacrificado severamente el margen de utilidad de la empresa.

## 1.2 Justificación

Es preciso mencionar que la empresa HETAT, S.A. de C.V., caso de estudio de este proyecto de investigación, no cuenta actualmente con ningún documento o metodología establecida de manera organizada para el proceso de construcción de casas modulares, y en ocasiones se presentan re-trabajos o desperdicios, que afectan el costo de la construcción. Éste fue el caso de su primer módulo construido para venta, del cual se presentan más detalles a continuación.

Se realizó un análisis de los costos y la utilidad que incurrieron en la construcción y venta de un módulo completo (piso, muros y techo) de diez pies por ocho (10 ft x 8 ft), es decir, un módulo de 7.45 m<sup>2</sup>; costos que se dividieron en los siguientes conceptos:

- **Materias primas:** todos los insumos que se usan directamente en el producto, y que de alguna manera se transforman durante el proceso. Éstas pueden ser: perfiles galvanizados, polines, hojas de fibrocemento, tornillería, pintura y hojas de tabla-roca (cartón de yeso), entre otros.
- **Partes y componentes:** son los componentes que se aplican al producto, pero que no sufren transformaciones durante el proceso. Pueden ser las siguientes: cajas eléctricas, interruptores, tomacorrientes, lámparas, puerta y ventanas, entre otras.
- **Insumos:** se consideran dentro de este concepto todas las entradas del proceso que se emplean en la fabricación del producto, pero que no están contenidas directamente en el producto. Estos pueden ser: discos de corte, solventes, electrodos para soldadura y puntas de destornilladores, entre otros.
- **Costos indirectos:** son todos los costos en relación al aspecto administrativo y que no están directamente relacionados con la fabricación del producto. Estos pueden ser: nómina del personal administrativo, papelería, energía eléctrica, etc.
- **Mano de obra:** es el costo de la nómina del personal directo, es decir, de los empleados que están relacionados directamente con la fabricación del producto.

- Utilidad bruta: hace referencia a la utilidad que se genera antes del pago de impuestos y cuestiones fiscales, esto es, la diferencia resultante entre el precio de venta y los costos totales.

Definido lo anterior, se elaboró una tabla para el análisis de la información, la cual se presenta a continuación, y que contiene los costos de construcción de un módulo de 7.45 m<sup>2</sup> (10 ft x 8 ft). Los porcentajes que aparecen en la tabla, son los porcentajes que representan cada concepto, sobre el costo total del módulo.

Esta tabla hace un comparativo entre los costos planeados (según el presupuesto), de la fabricación de un módulo de 7.45 m<sup>2</sup>, contra los costos reales, generados por la fabricación de un módulo de estas mismas dimensiones, cabe mencionar que las cifras están expresadas en pesos mexicanos (ver Tabla 2):

**Tabla 2.** Comparativo de costos planeados contra los costos reales de la fabricación de un módulo de 7.45 m<sup>2</sup> (creación propia).

CONCEPTOS	COSTOS			
	Planeado	% Plan.	Real	% Real
<b>Marerías Primas</b>	\$ 23,467.50	45.0%	\$ 25,032.00	41.7%
<b>Partes y Componentes</b>	\$ 5,215.00	10.0%	\$ 5,215.00	8.7%
<b>Insumos</b>	\$ 2,607.50	5.0%	\$ 3,129.00	5.2%
<b>Costos Indirectos</b>	\$ 5,215.00	10.0%	\$ 6,258.00	10.4%
<b>Mano de Obra</b>	\$ 15,645.00	30.0%	\$ 20,338.50	33.9%
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 52,150.00</b>	<b>100.0%</b>	<b>\$ 59,972.50</b>	<b>100.0%</b>

Con base en los datos presentados anteriormente, se puede apreciar una diferencia entre el costo total de fabricación presupuestado y el costo total generado en la realidad. A continuación, se calcula la diferencia entre estos costos, para presentarla a manera de porcentaje, con la siguiente fórmula:

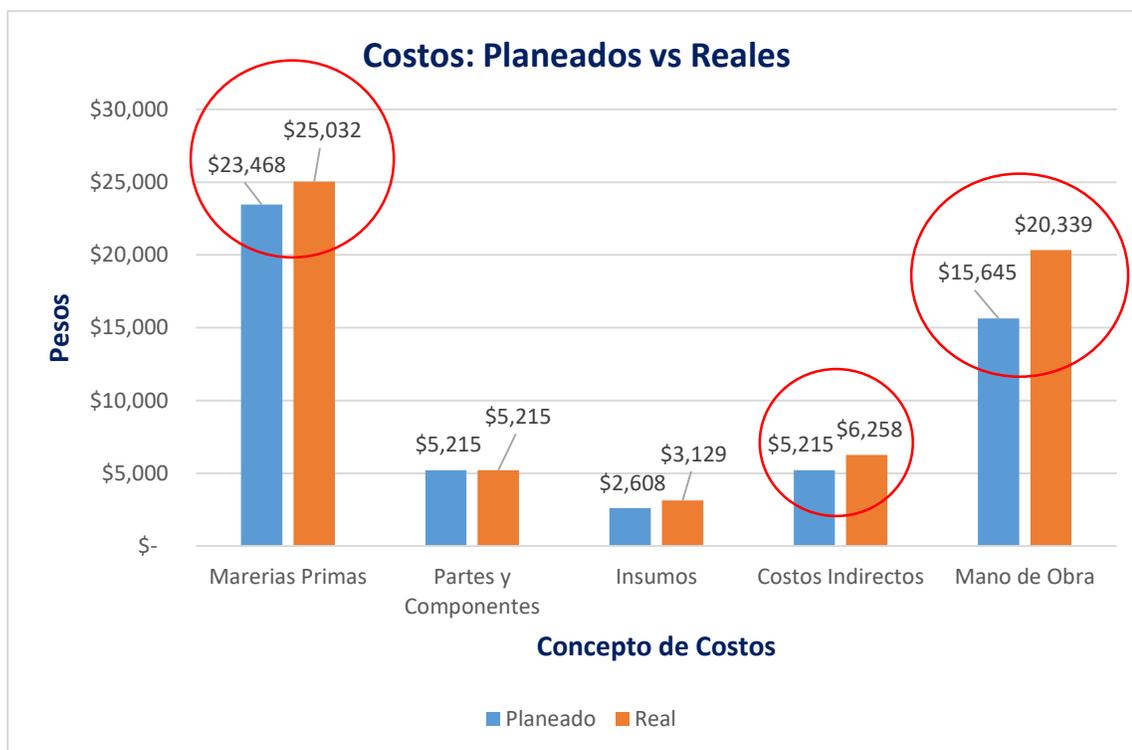
$$\% \text{ Diferencia} = \frac{\text{Costo Total Planeado} - \text{Costo Total Real}}{\text{Costo Total Real}} \quad (1)$$

De esta manera, se obtiene una diferencia del 15%, esto es, existe un incremento en el costo total real del 15% con respecto al costo total que se había presupuestado. Lo anterior expresado en

términos monetarios, es igual a un costo de \$7,822.50 pesos, más de lo que se consideró en el presupuesto.

Con la finalidad de realizar un análisis de esta situación con mayor detalle y de una manera más visual, se elaboró una gráfica que hace un comparativo entre los costos planeados de fabricación y los costos reales. Se debe recordar que el incremento del costo total real con respecto al planeado, fue de un 15%, teniendo esto presente, se analizarán los resultados de cada uno de los conceptos de costo, que incurrieron en el incremento de este porcentaje.

En la gráfica que se presenta a más adelante, se pueden apreciar algunos datos encerados en un círculo rojo, estos datos son los conceptos en los que hubo mayor diferencia entre el costo planeado y el real. Los datos indican que el concepto que tuvo mayor diferencia entre costo planeado y costo real, fue el de Mano de Obra, con un incremento del 9% (\$4,693.50 pesos), seguido de Materia Primas con un incremento del 3% (\$1,564.50 pesos), luego por el concepto de Costos Indirectos con un 2% de incremento (\$1,043.00 pesos) y ,por último, y en menor medida del impacto en el incremento, el concepto por Insumos con 1% (\$521.50 pesos); el concepto de Partes y Componentes no se vio afectado, los costos permanecieron sin variación. Ver Figura 4, a continuación:



**Figura 4.** Costos planeados contra los costos reales, de la fabricación de un módulo de 7.45m<sup>2</sup> (creación propia).

Los re-trabajos y el re-uso de materiales, a causa ensambles incorrectos, y el desperdicio de material por cortes mal hechos, que se presentaron durante la fabricación del módulo de 10 ft x 8 ft (7.45 m<sup>2</sup>), generaron un incremento en los costos reales de 15%, comparado con lo presupuestado; lo cual repercutió directamente en los márgenes de utilidad planeados por la empresa.

Con base en lo anterior, surge la necesidad de buscar una metodología, que permita contar con métodos de trabajo establecidos, para que el colaborador no desperdicie material, o no tenga que volver a hacer los trabajos; dicho de otra manera, una metodología de trabajo que permita reducir costos en varios aspectos de los procesos de construcción de una casa modular, lo que a su vez dé lugar a un incremento en el margen de utilidad, sin que se vean afectados los intereses del cliente, por un aumento significativo en el precio de venta.

### **1.3 Preguntas de investigación.**

El presente estudio permitirá responder a las siguientes preguntas, con la finalidad de establecer una directriz al trabajo de investigación y análisis:

- ¿Cuáles son los beneficios de emplear la construcción modular, frente a la construcción tradicional?
- ¿Existe un mercado potencial en Baja California para la construcción de vivienda modular?
- ¿Cuál es la importancia del desarrollo de una metodología para la construcción de viviendas modulares, y cuál sería su impacto en la utilidad de la empresa?

### **1.4 Propuesta de trabajo.**

Dado que toda empresa de fabricación o construcción, requiere de procesos que aseguren la consistencia y confiabilidad de sus productos, en este proyecto se desarrolla la siguiente metodología de trabajo, que permita identificar las áreas en las cuales se desarrollarán la reingeniería de procesos y el establecimiento de estándares de trabajo, logrando de esta manera tener un mayor control y mejor gestión de los recursos como son materiales, mano de obra y maquinaria, entre otros.

A continuación, se presenta el plan de trabajo que se seguirá en este proyecto de investigación, para el desarrollo de la metodología de trabajo para el taller de fabricación de vivienda modular (Figura 5):



**Figura 5.** Plan de trabajo del proyecto de investigación (creación propia).

## 1.5 Hipótesis.

El contar con una metodología de trabajo, en la empresa HETAT S.A. de C.V., permite que la proporción de contribución o margen de utilidad, sea por lo menos del 25%.

## 1.6 Objetivos.

En este apartado, se definen los objetivos del presente proyecto de investigación, con la finalidad de establecer la orientación y alcances del trabajo a desarrollar.

### 1.6.1 Objetivo general.

Diseñar una metodología de trabajo para la fabricación de una casa modular, que integre procesos de construcción, indicadores de desempeño y mecanismos de control, que permita un incremento en el margen de utilidad.

### **1.6.2. Objetivos específicos.**

- Establecer el mercado meta (clientes potenciales).
- Identificar el modelo de casa modular que prefieren los clientes potenciales de la empresa, objeto de este proyecto de investigación.
- Conocer los factores de éxito de empresas pequeñas y medianas, para la identificación de los procesos y controles necesarios en una empresa de construcción de vivienda modular.
- Establecer los procesos clave para la construcción de vivienda modular.
- Establecer los indicadores y controles, que permitan evaluar los resultados de los procesos de construcción.

### **1.7 Alcance.**

- Identificar los módulos base, y el proceso de crecimiento de los mismos, para el logro de una vivienda modular completa.
- Definir los procesos clave en la construcción de módulos de vivienda.
- Generar los indicadores clave que permitan competir a la empresa HETAT en la construcción de vivienda en los municipios de Ensenada (urbana y rural), Mexicali y Tijuana en esta primera etapa.

## Capítulo 2. Marco teórico

---

El presente estudio está enfocado en el análisis de los procesos que se siguen para la construcción de casas modulares, con la finalidad de desarrollar una metodología que permita fabricarlas, reduciendo costos de fabricación, traduciéndose esto, en una opción más accesible para el cliente, respondiendo así, a los factores críticos en el renglón de vivienda. La unidad de negocio está dirigida al mercado de las principales ciudades del estado de Baja California (B.C.), comprendido por Mexicali, Tijuana, Ensenada, Rosarito y Tecate.

A lo largo de este estudio se hace mención de casas prefabricadas, casas modulares o construcción modular, las cuales se refieren a lo mismo, y se define como la prefabricación fuera de sitio de construcción volumétrica tridimensional y sistema modular de edificación, en el cual los componentes estructurales son prefabricados y transportados al sitio, por el fabricante, en componentes de construcción listos para su montaje (Chai, 2019).

El análisis de este estudio se lleva a cabo específicamente en un taller de fabricación de casas modulares ubicado en el Sauzal de Rodríguez en la ciudad de Ensenada, B.C. Este taller es una microempresa que se encuentra en etapa inicial, es decir, aún no comienza con las actividades de operación y producción en masa.

Se busca desarrollar una metodología de trabajo que permita fabricar casas con un valor agregado, que sea competitivo en el precio de fabricación y que responda a las necesidades del cliente, por lo tanto, se basa principalmente en el Modelo Europeo de la Excelencia Empresarial o European Foundation for Quality Management (EFQM, por sus siglas en inglés), ya que este modelo pretende, como su nombre lo indica, desarrollar en las empresas una cultura de manufactura que dé resultados óptimos a los públicos destino de manera consistente.

### 2.1 Modelo Europeo para la Excelencia Empresarial.

El Modelo Europeo de Excelencia Empresarial es un método de autoevaluación. Conocido con las siglas EFQM, éste se basa en un análisis detallado del funcionamiento del sistema de gestión de una organización.

Hay dos partes fundamentales que forman a este modelo: por un lado, un conjunto de criterios de excelencia empresarial que abarcan todas las áreas del funcionamiento de una organización. Por otro lado, reglas para evaluar el comportamiento de la organización en cada criterio. Los criterios se dividen en dos grupos:

- Agentes facilitadores: son aquellos aspectos del sistema de gestión de la institución. Son las causas de los resultados (el otro criterio). A su vez, por cada grupo de criterios hay reglas de evaluación basadas en la lógica REDER.
- Resultados: representan lo que la organización consigue para cada uno de sus actores, es decir empleados, clientes, sociedad e inversores (Coppini, 2018).

Este estudio en particular, se enfoca únicamente al primer grupo de criterios, es decir, en los agentes facilitadores; el segundo grupo de criterios (Resultados), no forma parte de este estudio.

La implementación del modelo EFQM en el taller de fabricación de casas modulares al cual está dirigido este proyecto, se debe en su mayoría a que traerá como beneficio la identificación de las fortalezas y las oportunidades de mejora de la empresa (el taller de fabricación en este caso), así como obtener una percepción del estado actual de la empresa en relación a otras del mismo sector, en cuanto a competitividad; lo anterior con el objetivo de establecer las estrategias de operación y de gestión de la empresa, que funcionen como directrices para perseguir la excelencia, por medio de la reducción de costos y de una metodología de fabricación estandarizada.

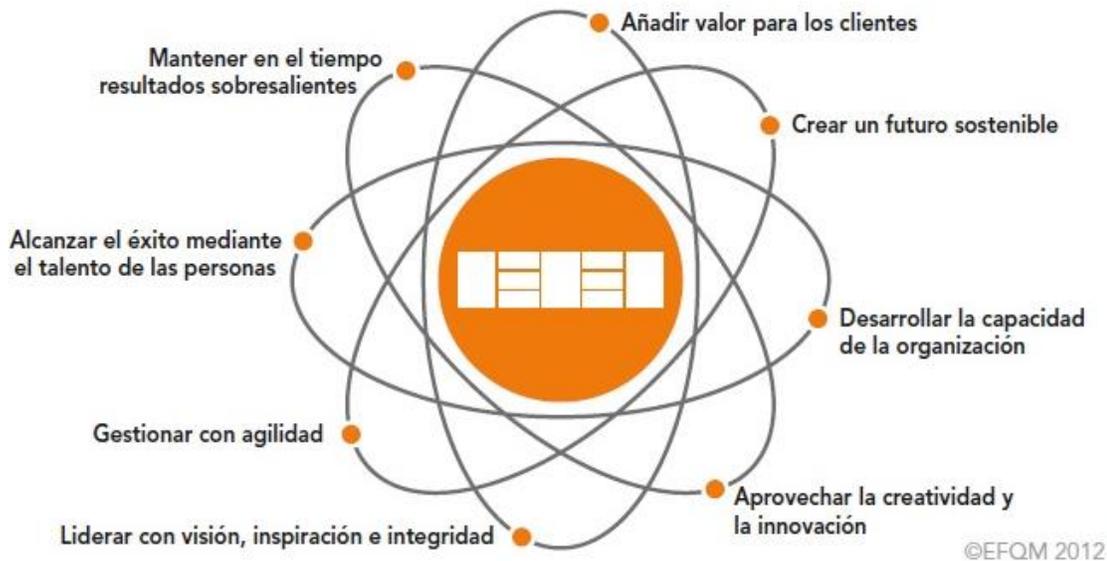
Debido a la etapa inicial en la que se encuentra el taller de fabricación de casas modulares, objeto de este estudio, se trabajará únicamente en algunas de las fases del criterio de agentes facilitadores del modelo EFQM, durante la etapa de análisis que se realizará en este proyecto, y no en el criterio de resultados, puesto el taller no se encuentra aún en etapa de operación (producción en masa). Las fases mencionadas anteriormente, se enlistan a continuación:

- Alianzas y recursos.
- Procesos, productos y servicios.

### 2.1.1 Constitución del modelo EFQM.

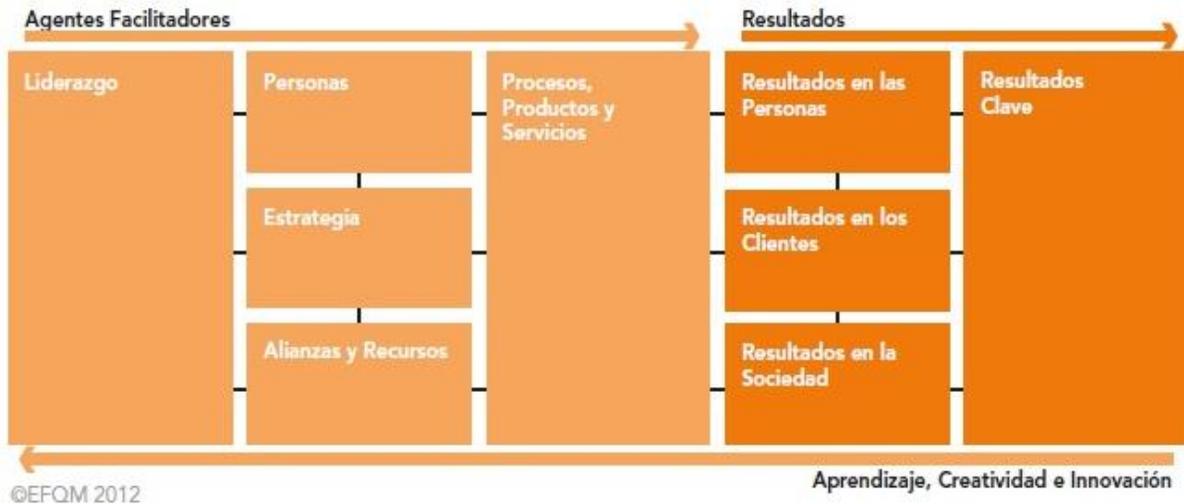
El modelo se constituye de tres componentes medulares con la función de fomentar el éxito sostenido y aportar directrices para los responsables de la gestión empresarial, los cuales se mencionan a continuación:

- Conceptos fundamentales de la excelencia (Figura 6): describen los cimientos esenciales para que cualquier organización alcance una excelencia sostenida y pueden utilizarse como base para describir los atributos de una cultura excelente. Asimismo, constituyen también un lenguaje común para la alta dirección (EFQM, 2012).



**Figura 6.** Conceptos fundamentales de la excelencia (EFQM, 2012).

- Modelo EFQM de excelencia (Figura 7): permite a los directivos/líderes comprender las relaciones causa-efecto que existen entre lo que la organización hace y los resultados que alcanza. Con el apoyo del Esquema Lógico REDER es posible evaluar de manera sólida el grado de excelencia de cualquier organización.



**Figura 7.** Modelo EFQM de Excelencia (EFQM, 2012).

- Esquema lógico REDER (Figura 8): proporciona un enfoque estructurado para analizar el rendimiento de cualquier organización. También sirve de base al sistema de puntuación del Premio EFQM a la Excelencia, así como a otras iniciativas de reconocimiento o evaluación, y puede ayudar a liderar el cambio y gestionar proyectos de mejora.



**Figura 8.** Esquema lógico REDER (EFQM, 2012).

Una vez realizado el esquema lógico REDER, se procede a aplicar la matriz a los criterios de los agentes facilitadores (Figura 9), y a los criterios de los resultados (Figura 10). En estas matrices, cada elemento del esquema REDER se descompone en atributos, a los cuales se les dará una ponderación para cada criterio a evaluar (EFQM, 2012).

Enfoque	Directrices	No se puede demostrar	Limitada capacidad para demostrar	Se puede demostrar	Se puede demostrar plenamente	Se reconoce como modelo de referencia global
Sólidamente fundamentado	Los enfoques tienen una lógica clara, se basan en las necesidades de los grupos de interés relevantes y se fundamentan en procesos.					
Integrado	Los enfoques apoyan la Estrategia y están vinculados a otros enfoques relevantes.					
Despliegue		No se puede demostrar	Limitada capacidad para demostrar	Se puede demostrar	Se puede demostrar plenamente	Se reconoce como modelo de referencia global
Implantado	Los enfoques se han implantado en las áreas relevantes en el momento adecuado.					
Estructurado	La ejecución está estructurada y permite flexibilidad y agilidad organizativa.					
Evaluar, Revisar y Perfeccionar		No se puede demostrar	Limitada capacidad para demostrar	Se puede demostrar	Se puede demostrar plenamente	Se reconoce como modelo de referencia global
Medición	Se miden adecuadamente la eficacia y eficiencia de los enfoques y su despliegue.					
Aprendizaje y Creatividad	Aprendizaje y creatividad se utilizan para generar oportunidades de mejora o innovación.					
Mejora e Innovación	Los resultados de las mediciones, el aprendizaje y la creatividad se utilizan para evaluar, establecer prioridades e implantar mejoras e innovaciones.					
Escala		0%	25%	50%	75%	100%
Valoración Total						

Figura 9. Matriz REDER para los Agentes Facilitadores (EFQM, 2012).

Relevancia y Utilidad	Directrices	No se puede demostrar	Limitada capacidad para demostrar	Se puede demostrar	Se puede demostrar plenamente	Se reconoce como modelo de referencia global
Ámbito y Relevancia	Se ha identificado un conjunto coherente de resultados de los grupos de interés relevantes -incluidos sus resultados clave- que demuestra el rendimiento de la organización en cuanto a su estrategia, objetivos y sus necesidades y expectativas.					
Integridad	Los resultados son oportunos, fiables y precisos.					
Segmentación	Los resultados se segmentan de forma adecuada para aportar un conocimiento en profundidad de la organización.					
Rendimiento		No se puede demostrar	Limitada capacidad para demostrar	Se puede demostrar	Se puede demostrar plenamente	Se reconoce como modelo de referencia global
Tendencias	Tendencias positivas o rendimiento bueno y sostenido en al menos 3 años.					
Objetivos	Para los resultados clave se han establecido objetivos relevantes y se alcanzan de manera continuada, de acuerdo con los objetivos estratégicos.					
Comparaciones	Para los resultados clave se realizan comparaciones externas relevantes y son favorables, de acuerdo con los objetivos estratégicos.					
Confianza	Basándose en las relaciones causa/ efecto establecidas, hay confianza en que los niveles de rendimiento se mantendrán en el futuro.					
Escala		0%	25%	50%	75%	100%
Valoración Total						

Figura 10. Matriz REDER para Resultados (EFQM, 2012).

## 2.2 Industria de la construcción modular.

Las casas prefabricadas son viviendas que se construyen en partes en una fábrica, como grandes piezas de lego que después se ensamblan en el terreno, asentándose sobre una base previamente preparada. Las empresas dedicadas a este tipo de viviendas cuentan con diseños estándar conformados por módulos, y éstos pueden organizarse y distribuirse al gusto de los propietarios. También existe la opción de los diseños personalizados (Dávila, 2016).

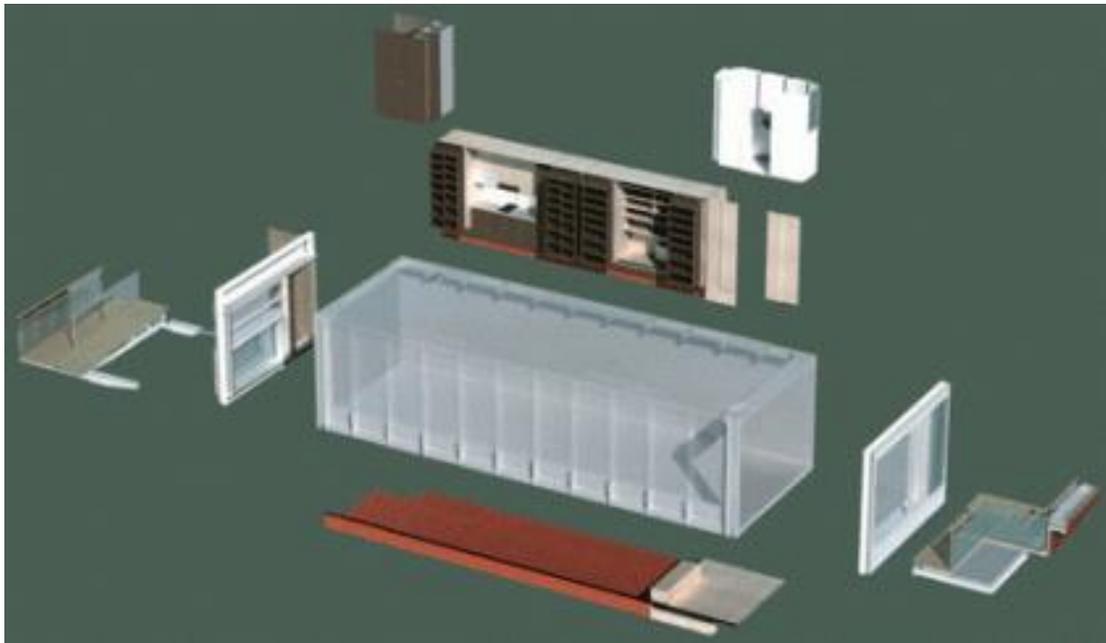
En el entendido de que al hablar de casas prefabricadas y construcción modular se hace referencia a la misma cosa, y esto es, que son construcciones hechas en fábrica, es decir, fuera de sitio, al que posteriormente son transportadas para ser montadas (ensambladas). Para establecer este concepto con mayor claridad, se presentan algunas imágenes que ilustran la construcción modular (Figuras 11, 12 y 13):



**Figura 11.** Ejemplo de transportación a sitio de una edificación de construcción modular (ARQHYS, 2016).



**Figura 12.** Ejemplo de transportación a sitio de una edificación de construcción modular (CasaNatura, s/f).



**Figura 13.** Ejemplo de los componentes de un módulo prefabricado (Cienladrillos, 2007).

Cabe mencionar que el presente estudio está enfocado en la vivienda habitacional, es decir, la metodología para la construcción de casas modulares resultante de este trabajo, contempla sólo la fabricación de módulos prefabricados para edificaciones de vivienda para ser habitada, en particular, la construcción de edificios de departamentos.

### **2.2.1 Calidad en la industria de la construcción modular.**

Como ya se mencionó anteriormente, la construcción modular o construcción de casas prefabricadas, se refiere a la construcción de vivienda en un ambiente de fábrica, es decir, en un ambiente controlado, pues no se hace en el sitio como sucede en la construcción tradicional, además lo lleva a cabo un equipo en fábrica y con múltiples inspecciones de calidad, esto conlleva a tener un mejor manejo del proceso de construcción, con trabajo estandarizado y mayor control de la calidad del producto.

Las características propias de la construcción en interiores implican que la calidad y la seguridad están garantizadas y los materiales de construcción están protegidos de la humedad y el clima durante el proceso de construcción (Sostenibilidad, 2018).

Algunas de las características de calidad que se evalúan en las inspecciones de fábrica del proceso de construcción modular son las que se enlistan a continuación:

- Aspecto de los cordones de soldadura.
- Dimensiones de corte de las piezas de ensamble.
- Colocación de los fijadores (pijas, tornillos y chilillos, entre otros).
- Calidad de las juntas de los muros.
- Calidad de los acabados.
- Funcionamiento de instalaciones eléctricas.

### **2.2.2 Competitividad en la industria de la construcción modular.**

La construcción modular o casa prefabricada, se presenta como una alternativa a la opción de adquisición de vivienda, y ésta tiene algunas ventajas competitivas con relación a la construcción tradicional, como pueden ser las siguientes:

- Diseño: el cliente participa activamente en el diseño de su vivienda; particularmente para este proyecto, el cliente seleccionará los módulos que desee, de un conjunto predeterminado de éstos, así como la fachada (también predeterminadas).
- Materiales empleados: se utilizan materiales industriales que brindan mayor versatilidad a la vivienda, con un aspecto y estructura similar a la de una casa de construcción

tradicional. El hecho de ser construidas en una fábrica, reduce el alto consumo de mano de obra para la colocación del material y además, no depende del clima para su elaboración.

- **Tiempos:** puesto que todos los muros, pisos y techos son prefabricados, es decir, hechos previamente en fábrica, el ensamble en obra de todos los elementos que conforman la vivienda se realiza de manera más rápida y eficiente. Se reduce considerablemente el tiempo de construcción en comparación con la construcción tradicional.
- **Costos:** la reducción en los costos es una de las principales ventajas competitivas de la construcción modular ante la tradicional, pues desde antes de iniciar la construcción, el costo final es conocido y no hay aumento en los presupuestos de construcción, como regularmente sucede con la construcción tradicional), dado que todos los procesos de construcción son previamente planeados y ejecutados en fábrica (Blanco Lozano, 2015).

## Capítulo 3. Metodología

Esta sección del trabajo comprende todos los aspectos relacionados con la metodología que se siguió, para el desarrollo de este proyecto, la cual está basada en el plan de trabajo presentado en la sección de “Propuesta de trabajo” de este mismo estudio (Figura 5). Asimismo, se mencionan en este apartado los métodos, instrumentos y técnicas que fueron empleadas para la recolección, análisis e interpretación de la información.

### 3.1 Descripción de la metodología.

La metodología empleada en este proyecto de investigación, consistió en una serie de fases que van desde el análisis de la industria, hasta la elaboración de la metodología para la construcción de vivienda modular. Con el objeto de plasmar de una manera más visual lo que se ha mencionado anteriormente, se presenta el esquema siguiente (Figura 14):



**Figura 14.** Metodología del proyecto de investigación (creación propia).

- **Análisis de la industria:** De acuerdo a la metodología propuesta para este proyecto, esta primera fase consistió en clarificar las realidades del entorno actual, a partir del análisis de la situación de la industria de la construcción en este país (México), sobre todo, en el estado de

Baja California (B.C.). Gran parte de la información resultante de la investigación acerca de la industria de la construcción, está contenida tanto en los antecedentes, como en el marco teórico de este trabajo (capítulos 1 y 2, respectivamente); dicha información consta de datos acerca de la adquisición de créditos para vivienda, del crecimiento de la industria de la construcción, del modelo EFQM para la excelencia empresarial y de la construcción modular, entre otros temas.

Además, en esta fase se realizó el diseño de los formatos de los instrumentos de recopilación de datos para el proyecto de investigación, como fueron las guías para entrevista y el cuestionario de la encuesta.

- **Investigación preliminar:** esta segunda fase consistió en identificar quiénes son los clientes potenciales que conforman el segmento de mercado al cual va dirigido el producto que ofrece la empresa en la que se aplica este trabajo de investigación (HETAT, S.A. de C.V.). En esta etapa, se aplicó una encuesta a una muestra de la población objetivo (clientes potenciales), con el objetivo de definir los factores críticos para el cliente. La guía de la encuesta se encuentra dentro de los anexos de este documento (ver Anexo 3). Como parte de la investigación preliminar, y antes de obtener los resultados de la encuesta, se elaboró una hipótesis preliminar, con objeto de determinar la preferencia de los clientes potenciales, en cuanto al modelo de casa modular de su preferencia, la cual se muestra a continuación:

- La empresa HETAT S.A. de C.V. requiere del establecimiento de una metodología de trabajo que incorpore procesos estandarizados para la fabricación de casas modulares, para ello, debe definir qué tipo de modelo (prototipo) de casa modular prefiere el cliente, con el fin de atender los requerimientos de éste. La proporción de los clientes potenciales que prefieren el modelo de casa Tipo C, es menor al 25%, por lo tanto, no son lo suficientemente demandas para desarrollar los procesos constructivos para dicho modelo.

En relación a esta hipótesis preliminar, se realizó un cálculo estadístico mediante una prueba de hipótesis, para determinar si ésta sería aceptada o rechazada. Los resultados de esta prueba de hipótesis preliminar fueron los siguientes:

- **H<sub>0</sub>:** El porcentaje de los clientes potenciales que prefieren el prototipo de casa modular Tipo C, es menor al 25%.

- El Nivel de Confianza (NC) establecido para determinar el tamaño de la muestra, para aplicar la encuesta, fue del 95%; el valor de z para este NC es de  $\pm 1.96$ .
- El tamaño de la muestra (n) fue de 330 personas.
- La proporción estimada ( $p_0$ ), según la hipótesis propuesta, es del 25% (0.25).
- Los resultados de la cantidad de personas (sus porcentajes y proporciones) que indicaron como primera prioridad cada una de los prototipos de casa modular, se muestran en la siguiente tabla (Tabla 3):

**Tabla 3.** Datos para prueba de hipótesis (creación propia).

Tipo de Proyecto	Cantidad	Porcentaje	Proporción (p)
A	53	16.06%	0.1606
B	107	32.42%	0.3242
C	170	51.52%	0.5152
Total	<b>330</b>	<b>100.00%</b>	<b>1.0000</b>

- La proporción más alta se presenta en el prototipo de casa Tipo C, con un 51.52%, esto es,  $p = 51.52\%$  (0.5152).
- De acuerdo a los datos anteriores, se calculó la desviación estándar por medio de la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{p(1-p)} \quad (2)$$

- La desviación estándar resultó ser,  $s = 0.4998$ .
- Se realizaron los cálculos de z calculada, por medio de la siguiente fórmula:

$$Z \text{ cal.} = \frac{(p-p_0)}{s/\sqrt{n}} \quad (3)$$

- La Z calculada resultó ser, Z calculada = 9.6379.
- De acuerdo a estos resultados, la hipótesis preliminar se rechaza, pues Z calculada resultó ser mayor que el valor de Z establecido, esto es:
  - $9.6379 > 1.96$ .

○ Lo anterior se interpreta de la siguiente manera: el porcentaje de los clientes potenciales que prefieren el prototipo de casa modular Tipo C, no es menor al 25%, sino que es mayor; de hecho, el porcentaje mayor fue para el prototipo Tipo C, con un 51.52%.

- **Requerimientos del cliente:** esta fase se realizó el análisis de las respuestas obtenidas en la encuesta al nicho de mercado (fase anterior), con el objetivo de identificar cuáles son los módulos críticos de una vivienda, según la opinión de los potenciales clientes, así como definir las etapas de construcción de los módulos, a partir de la información anterior.
- **Análisis del proceso actual:** aquí se realizó una revisión a consciencia del proceso que se emplea en la fabricación de los módulos, con el objetivo de tener un panorama más claro de la situación actual de la empresa; para ello, se empleó el modelo europeo de excelencia empresarial EFQM, el cual consiste en el desarrollo del esquema lógico REDER (resultados, enfoques, despliegue, evaluación y revisión). Como complemento a lo anterior, en esta misma fase se realizan un par de entrevistas: la primera al Director de la empresa, basándose en la guía de entrevista del Anexo 2, y la segunda al soldador, siguiendo la guía del Anexo 4.
- **Identificación de factores de éxito:** una vez completada la fase anterior, se dio inicio a esta fase, en la cual se analizaron los resultados obtenidos de la evaluación de la empresa por medio de la aplicación de los instrumentos del modelo EFQM, así como las respuestas de las entrevistas al Director y personal del taller; de esta manera, se identificaron las áreas de oportunidad y los procesos clave, en los que se emplearon las mejoras.
- **Definición de módulos preferentes:** esta fase consistió en la definición de los métodos de trabajo de los módulos seleccionados como preferentes o críticos, de acuerdo a las necesidades del segmento de mercado.
- **Elaboración de la metodología de construcción:** en esta fase se definieron los procesos y se elaboró el diseño de los formatos de operación y de control, como son, ayudas visuales, hojas de verificación, diagramas de flujo, etc. (los cuales se mencionan en el Capítulo 4). A partir de esto, se desarrolló la metodología de trabajo para la empresa de construcción de vivienda modular, HETAT S.A. de C.V., para la optimización de los recursos de la empresa. Ésta está conformada por todos los procesos de fabricación, necesarios para la construcción de una casa modular.

- **Definición de indicadores y controles:** esta última fase fue un complemento de la metodología de trabajo desarrollada en la etapa anterior, en la que se definieron los indicadores clave del desempeño de la empresa, y los mecanismos de control para identificar los avances en el cumplimiento del Programa de Trabajo, así como las diferencias no deseables para generar las contramedidas necesarias.

### 3.2 Tipo de investigación.

El presente proyecto de investigación es del tipo descriptivo, siguiendo un diseño no experimental, transversal, con un enfoque mixto.

### 3.3 Participantes.

En el presente proyecto de investigación participará el personal que labora en el taller de fabricación de vivienda modular denominado como HETAT S.A. de C.V., estos son el Soldador, el Ingeniero y el Director de la empresa. Este estudio está dirigido al sector industrial de la fabricación de vivienda modular de la ciudad de Ensenada, Baja California (B.C.).

### 3.4 Instrumentos y materiales.

En este trabajo de investigación se realizará la recolección de datos por medio de los instrumentos mencionados a continuación:

**Encuesta al nicho de mercado.** Con la finalidad de conocer los módulos que se consideran críticos para los clientes potenciales de las viviendas modulares, y de identificar cuáles son las necesidades de estos, se aplicó una encuesta al sector de mercado al cual va dirigido el producto. Esta encuesta está basada en un cuestionario con preguntas cerradas (ver Anexo 3).

#### **Entrevistas:**

**Director.** Por medio de una entrevista estructurada, se hará la recolección de la información con el objetivo de recabar información general acerca del surgimiento de la idea de la empresa,

así como datos acerca de la misión y visión de ésta. Esta entrevista se llevará a cabo mediante el uso de una guía o cédula de entrevista, la cual contiene preguntas abiertas (ver Anexo 2).

**Personal del taller.** Se aplicará una entrevista a los empleados de la empresa, que trabajan en el área de manufactura, con el objetivo de recabar información relevante para la elaboración de los diagramas de flujo de proceso y ayudas visuales, entre otros documentos. La entrevista está basada en una guía con preguntas abiertas (ver Anexo 4).

**Esquema lógico REDER.** Se desarrollará el esquema lógico REDER según el Modelo Europeo de Excelencia Empresarial (EFQM) en la empresa, con la participación del Ingeniero y el Director de ésta.

**Ilustraciones.** Se pretende hacer uso de ilustraciones para incluirlas en los distintos documentos resultantes de la metodología de trabajo (formatos de control, ayudas visuales, etc.), producto de este proyecto de investigación.

**Software procesador de texto (Word):** se utilizó Word<sup>®</sup> para elaborar la redacción de la toda información contenida en este proyecto de investigación, así como para el diseño de algunos formatos, como las guías de entrevista, guía de encuesta, etc.

**Software de hojas de cálculo (Excel):** se hizo uso de Excel<sup>®</sup>, para el análisis y elaboración de gráficas y algunos formatos (tablas, formatos de control, diagramas de flujo, etc.).

**Software CAD (SketchUp):** se utilizó un programa tipo CAD (Computer-Aided Design), llamado SketchUp<sup>®</sup>, para realizar algunas de las ilustraciones contenidas en la documentación (formatos de control, ayudas visuales, etc.) elaborada dentro de este proyecto de investigación.

### 3.5 Procedimiento para la recolección de datos.

A continuación, se describe el procedimiento que se siguió para la recolección de los datos de esta investigación, la cual se presenta por instrumento aplicado:

**Encuesta al nicho de mercado:** La encuesta que se aplicó al nicho de mercado potencial, constó de 17 preguntas (nueve preguntas para la obtención de los datos personales de los participantes y las otras ocho dirigidas a captar las preferencias de los clientes potenciales), las cuales están contenidas en la guía de encuesta que aparece en el Anexo 3 de este trabajo de investigación. Los preparativos y la aplicación de la encuesta, se llevaron a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- **Definición del mercado potencial:** la primera tarea fue averiguar cuál es la cifra de la población de la cual se sacaría la muestra, para aplicar la encuesta. Según los datos del censo de población del 2010, en Ensenada hay 466,814 habitantes, además, hay 143,169 viviendas habitadas (INEGI, 2010). De acuerdo a estos datos, se obtuvo un promedio de 3.3 habitantes por vivienda. Se calculó la cifra del mercado potencial, tras dividir el número de habitantes entre el promedio de habitantes por vivienda, obteniendo como resultado 141,458.79 habitantes, que se redondeó a 141,459 personas.
- **Identificación del nicho de mercado:** aquí se investigaron los Niveles Socio Económicos (NSE) para México, los cuales resultaron ser siete diferentes niveles, que van desde el A/B, siendo éste el más alto, hasta el nivel E, el más bajo; los siete niveles son A/B, C+, C, C-, D+, D y E (AMAI, 2018). Después, se seleccionaron los NSE que aplicaban para el producto (casa modular), según las características de cada uno de estos, los cuales fueron C+, C y C-. Una vez establecido lo anterior, se procedió a investigar la proporción que representan estos NSE en el estado de Baja California, dando como resultado los siguientes datos: C+ comprende el 16%, C el 20% y C- el 18% (AMAI, 2018), sumando un 54% de la población estatal.
- **Cálculo del mercado meta:** con los datos anteriores, se calculó el mercado meta, multiplicando la cifra del mercado potencial, por la suma de la proporción de los NSE (el 54%), obteniendo como resultado un mercado meta de 76,388 personas (ya redondeado). Éste dato es también el tamaño de la población (N).
- **Cálculo del tamaño de la muestra:** la muestra se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 p q}{e^2} \quad (4)$$

Donde:

z= valor del nivel de confianza (NC), cuando NC= 95% (0.95), entonces: z= 1.96.

e= precisión =  $\frac{1}{4}$  p q =  $\frac{1}{4}$  (0.25) (0.75) = 0.046875.

p= proporción de éxito = 25%.

$q = 1 - p = 1 - 0.25 = 0.75$  ó 75%.

$\alpha =$  nivel de significancia = 5% (0.05).

Entonces:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.25)(0.75)}{(0.046875)^2} = \frac{0.7203}{0.002197} = 327.82$$

Tenemos entonces que el tamaño de la muestra es de 328 personas (ya redondeado). Para calcular el tamaño de la muestra ajustada ó “n” ajustada, se usó la siguiente fórmula:

$$n \text{ ajustada} = \frac{n}{1 + (n/N)} \quad (5)$$

Entonces:

$$n \text{ ajustada} = \frac{328}{1 + (328/76,388)} = \frac{328}{1.00429} = 326.60 \approx 327$$

- Distribución de la muestra: una vez obtenido el tamaño de la muestra, se procedió a distribuir esa cantidad entre los principales municipios del estado de Baja California (Ensenada, Tijuana, Mexicali y Rosarito), de acuerdo a la distribución que se muestra en la Tabla 4, presentada a continuación:

**Tabla 4.** Distribución del número de encuestas por municipio (creación propia a partir de información de (COPLADE, 2019).

Municipio	Distribución de proporción de población	Personas encuestadas
Ensenada	14.9%	50
Tijuana	49.5%	162
Mexicali	29.4%	96
Otros	6.2%	20
<b>TOTAL</b>	<b>100.0%</b>	<b>328</b>

- Aplicación de la encuesta: esta última actividad consistió en aplicar la encuesta en los principales municipios del estado, según la distribución mostrada en la tabla antes mencionada. Para fines prácticos, la encuesta se aplicó a 330 personas (52 personas en Ensenada), y no a 328 como indicó el tamaño de la muestra calculada. Cabe aclarar, que el apartado “Otros” se refiere al resto de los municipios, en el caso de esta encuesta en

particular, se aplicó sólo a Rosarito, para el número de personas indicado para este apartado (20 personas).

**Entrevistas:** antes que nada, cabe aclarar que, para este punto, ya se había hecho el diseño de los formatos de guía de las entrevistas, como se vio en la metodología en el Capítulo 3. Las entrevistas que se realizaron para este trabajo de investigación, se llevaron a cabo siguiendo el mismo procedimiento, tanto la entrevista al Director, como la que se realizó al Soldador, procedimiento que se describe a continuación. Lo primero fue programar la reunión con la persona a entrevistar (cada uno por separado); una vez que se llevó a cabo la reunión, se procedió a realizar la entrevista, mientras que la captura de las respuestas, se hizo de manera escrita en la hoja de preguntas de la guía de entrevista.

**Esquema Lógico REDER:** para llevar a cabo la elaboración del Esquema Lógico REDER, se siguió un procedimiento similar al de las entrevistas; primero se acordó una reunión con el Director, y una vez reunidos se le informó a éste, el objetivo del ejercicio a realizar, en el que participaron el Ingeniero y el Director, apoyados en las pautas del modelo de excelencia EFQM. Lo que se vio en esta reunión, se anotó de manera manual (escrita) en hojas blancas a manera de borrador, para posteriormente ser transcritas a formato digital por medio de un software procesador de texto (Word®).

### 3.6 Análisis de datos.

En este trabajo de investigación el proceso de análisis de los datos recolectados en las etapas anteriormente descritas, se presenta a continuación:

**Encuesta al nicho de mercado.** La información recabada mediante las encuestas a los potenciales clientes, fue capturada en hojas de cálculo de Excel®, para ser interpretada posteriormente. Se realizaron gráficas de las respuestas de las preguntas que se consideraron más relevantes, con el fin de facilitar el análisis de la información. La información del análisis completo de los resultados de la encuesta, se discute más adelante en el Capítulo 4 (Resultados).

**Entrevista al Director.** Se revisaron las respuestas obtenidas de la entrevista, para usar esa información en la redacción de la misión, visión, valores y política de calidad de la empresa.

**Entrevistas al personal del taller.** El análisis de esta entrevista se realizó de la misma manera que la anterior, con la variante de que la información resultante se usó como apoyo para la elaboración de los procedimientos y las ayudas visuales.

**Esquema lógico REDER.** Por medio de la información plasmada en el esquema lógico REDER, fue posible identificar y definir los indicadores clave del desempeño de la empresa.

**Ilustraciones.** Las imágenes digitales se revisaron visualmente en la computadora, y se eligieron las que se consideraron las más adecuadas para ser usadas en los documentos elaborados (ayudas visuales y formatos de control).

## Capítulo 4. Resultados y Discusión

---

En esta sección se presentan los resultados de la aplicación de los instrumentos de investigación empleados en este proyecto, como la encuesta al nicho de mercado potencial.

Además, se incluye la metodología de trabajo que se desarrolló, objeto de este trabajo de investigación, la cual incluye los procesos de fabricación de casas modulares, los indicadores de desempeño de la empresa y sus mecanismos control, resultantes del análisis de la información obtenida mediante la aplicación de los instrumentos de investigación mencionados anteriormente.

### 4.1 Resultados de encuesta a nicho de mercado potencial.

En esta sección del trabajo, se presentará uno de los resultados más relevante de la encuesta al nicho de mercado, y se trata del tipo de casa modular preferido por los clientes potenciales. En cuanto al resto de las respuestas a las preguntas que se consideraron más relevantes, se incluye un anexo con el análisis de esta información (Anexo 5).

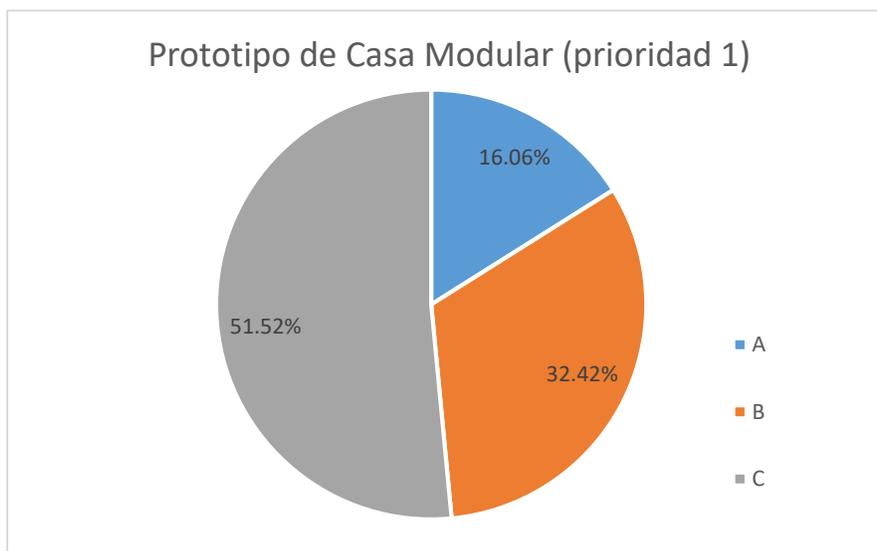
En la encuesta se incluyó una pregunta dirigida a saber qué tipo de casa modular prefería el cliente potencial, en ésta, se propusieron tres prototipos (casa modulares base), las cuales se nombraron como “Tipo A”, “Tipo B” y “Tipo C”, cada uno con características particulares, las cuales se muestran en la siguiente tabla (Tabla 5):

**Tabla 5.** Propuestas de prototipo de casa modular (creación propia).

Tipo A	Tipo B	Tipo C
31 m <sup>2</sup>	62 m <sup>2</sup>	77 m <sup>2</sup>
Recámara (1)	Recámaras (2)	Recámaras (3)
Baño (1)	Baño (1)	Baños (2)
Cocina-comedor	Cocina	Cocina
Recibidor	Comedor	Comedor
Área de lavado	Sala	Sala
	Área de lavado	Área de lavado

Las respuestas que emitieron las personas encuestadas, en relación al tipo de casa prototipo que preferían, fueron las siguientes: poco más de la mitad de las personas encuestadas se decidieron por el modelo propuesto de mayor área como su primera opción a adquirir, esto es, 170 personas (representadas por el 51.5%) prefirieron el Tipo C; 107 personas (32.4%) indicó que prefería el Tipo B,

mientras que 54 personas (16.1%) manifestaron su preferencia por el Tipo A (la casa modular prototipo de menor área). La información anterior, se puede ver plasmada en la siguiente gráfica (Figura 15):



**Figura 15.** Porcentajes de la prioridad 1 de prototipo de casa modular (creación propia).

## 4.2 Esquema lógico REDER.

Con el objetivo de determinar cuáles son los factores de éxito en la gestión de las organizaciones, y sobre todo para identificar las áreas de oportunidad dentro de la empresa dedicada a la fabricación de casas modulares, en la que se enfoca este proyecto de investigación, así como los procesos clave de dicha organización, se desarrolló el Esquema lógico REDER para la empresa, de acuerdo a lo que dicta el modelo de excelencia en la gestión del EFQM. A continuación, se presentan los principales resultados del esquema REDER:

**Resultados.** Los resultados que la empresa quiere obtener para lograr una gestión eficiente de los recursos, se enlistan a continuación:

- Reducción de costos de fabricación.
- Incremento en el margen de utilidad de la empresa.
- Mantener una alta calidad en los productos ofrecidos.
- Obtener un alto nivel de satisfacción del cliente en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de éste.

**Enfoques.** Con base en los resultados deseados, y debido a la situación con el margen de utilidad poco favorable a causa de los costos ocultos generados, que experimentó la empresa en algún momento, y que fue razón principal que dio lugar a este proyecto de investigación, la empresa planteó una serie de enfoques para la obtención de dichos resultados. Estos enfoques consistieron en desarrollar

una metodología de trabajo tal, que permitiera obtener el margen de utilidad que se haya planeado en el presupuesto, a través de la gestión eficiente de los recursos, apoyada en la reducción de costos, por medio de la reducción significativa en los re-trabajos y desperdicios, sin verse impactados los intereses del cliente, en cuanto a la calidad o el precio del producto.

**Despliegue.** Como parte del despliegue o implementación de los enfoques en la organización, se procedió a llevar a cabo un análisis de la situación actual, se realizó una encuesta a los clientes potenciales como parte de un estudio de mercado, y a partir de esto, se desarrollaron los procesos de construcción, comprendidos en la metodología de trabajo resultante de este proyecto de investigación.

**Evaluación y Revisión.** Con respecto a la fase de evaluación y revisión de los enfoques implementados, se plantea el desarrollo de algunos indicadores de desempeño de los procesos. Respecto a estos indicadores, se elaboró una matriz que se presenta más adelante en este trabajo de investigación, en donde se presenta con mayor detalle cómo se va a evaluar cada uno de estos indicadores, cuál es la meta que se requiere alcanzar, cuál es su criterio de evaluación, quién es el responsable de alcanzar esa meta y en qué documentos se apoya, entre otros aspectos. De igual manera, y con la finalidad de dar cumplimiento con la evaluación de los procesos de la organización, se elaboraron los mecanismos de control, los cuales se presentan más adelante en este trabajo.

### 4.3 Procesos constructivos.

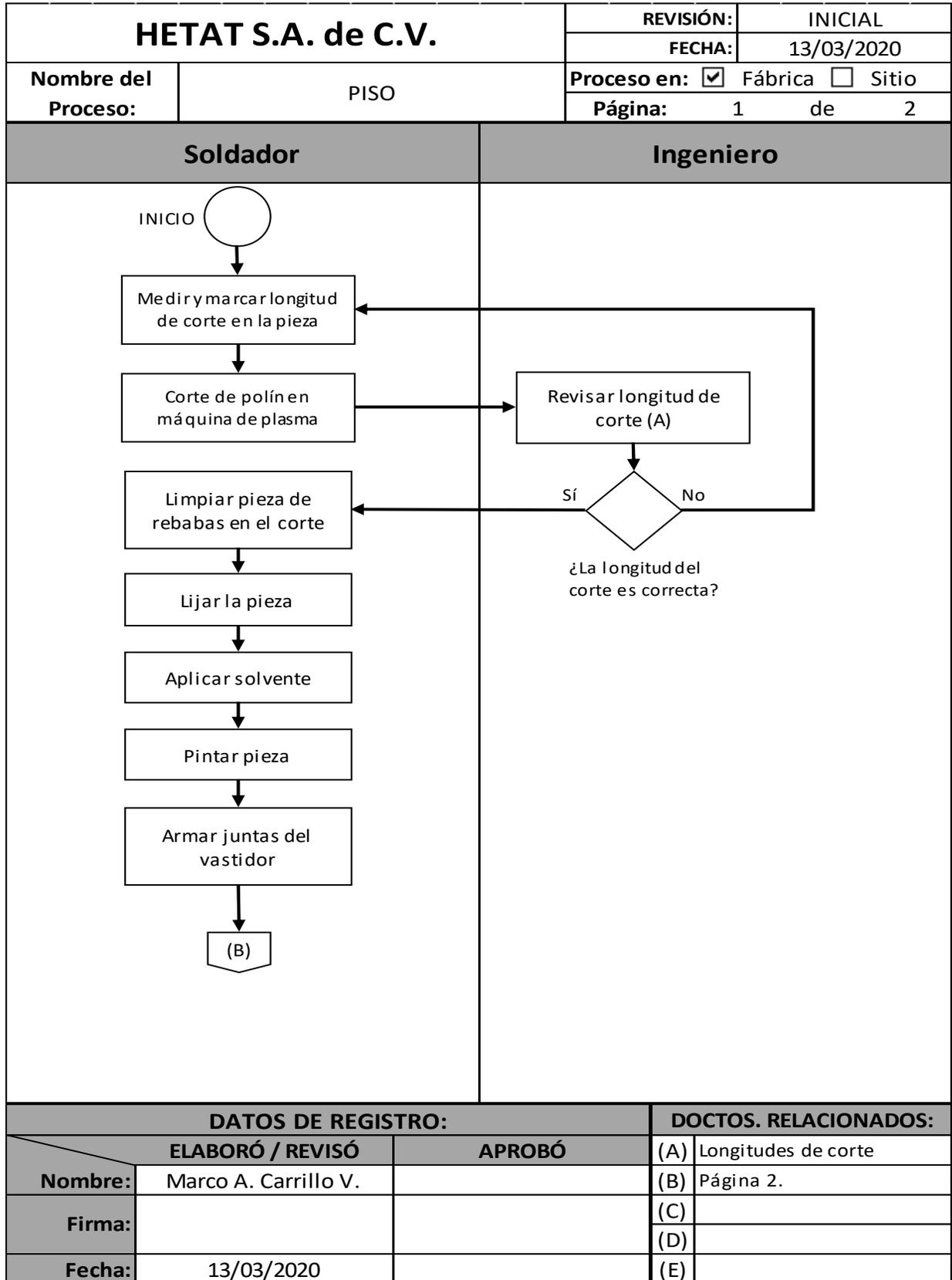
Debido a que la totalidad de los clientes potenciales indicaron la recámara como uno de los módulos críticos en una casa, y de acuerdo a que los tres prototipos de casa propuestos (Tipo A, B, y C) cuentan con por lo menos una de éstas, se optó por desarrollar los procesos de construcción de un módulo de recámara.

A grandes rasgos, en la construcción de los módulos para vivienda, se contemplan tres principales factores o elementos constructivos, los cuales son: piso, muros y cubierta (techo). Para el caso de los procesos de construcción, se definieron diez procesos que engloban las actividades de construcción de un módulo de recámara completo, los cuales se pueden concentrar en dos grandes áreas, como se muestra a continuación:

- En fábrica: piso, muros exteriores, muros interiores, cubierta, acabados interiores y acabados exteriores.
- En sitio: preparación del terreno, cimentación, transportación y montaje del módulo.

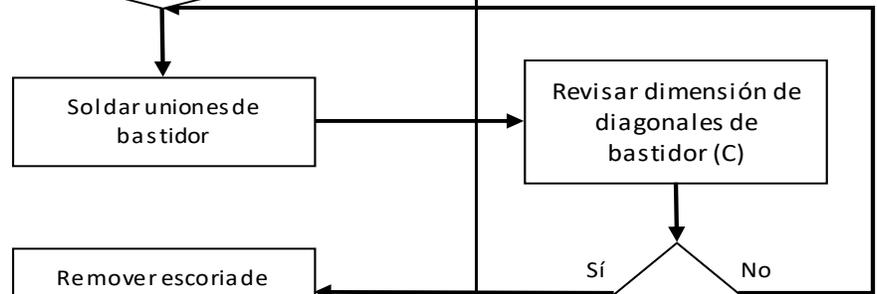
A continuación, se presentan los diagramas de flujo de estos procesos empleando los formatos diseñados para este fin (Anexo 6 y 7).

4.3.1 Procesos en fábrica.



<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	13/03/2020
Nombre del Proceso:	PISO	Proceso en:	<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio
		Página:	2 de 2

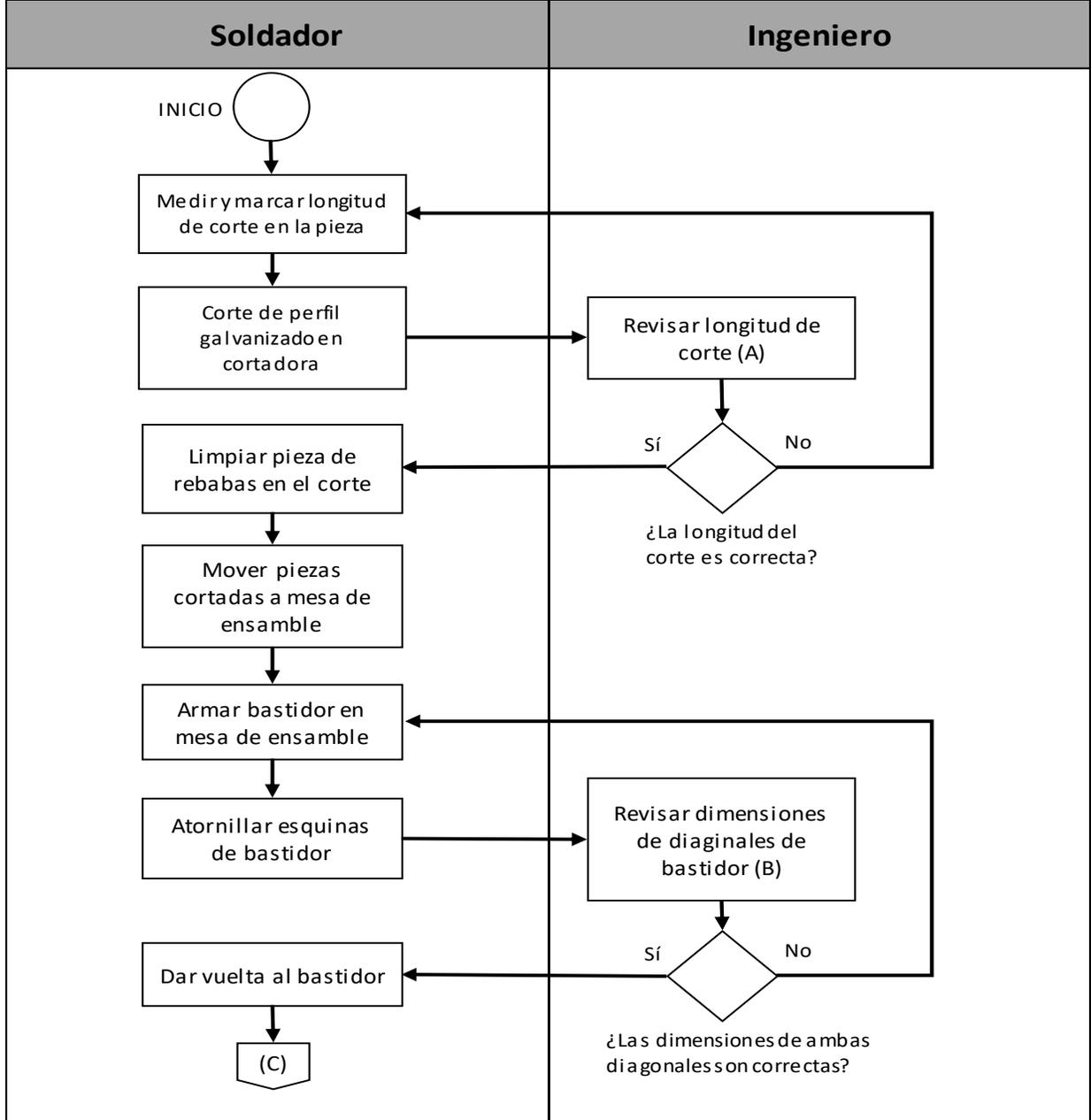
  

Soldador	Ingeniero
<div style="text-align: center;">(B)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Soldar uniones de bastidor</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Remover escoria de soldadura</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Retocar con pintura, en las áreas soldadas</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Colocar hojas de fibrocemento (recubrimiento)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Atornillar hojas de fibrocemento a bastidor</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Pasar bastidor de piso ensamblado al siguiente proceso (D)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Revisar dimensión de diagonales de bastidor (C)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <span>Sí</span> <span>No</span> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	
Nombre:	Marco A. Carrillo V.		(A)
Firma:			(B) Página 1.
Fecha:	13/03/2020		(C) Dim. y Escuadra Bastidor
			(D) Muros Exteriores
			(E)

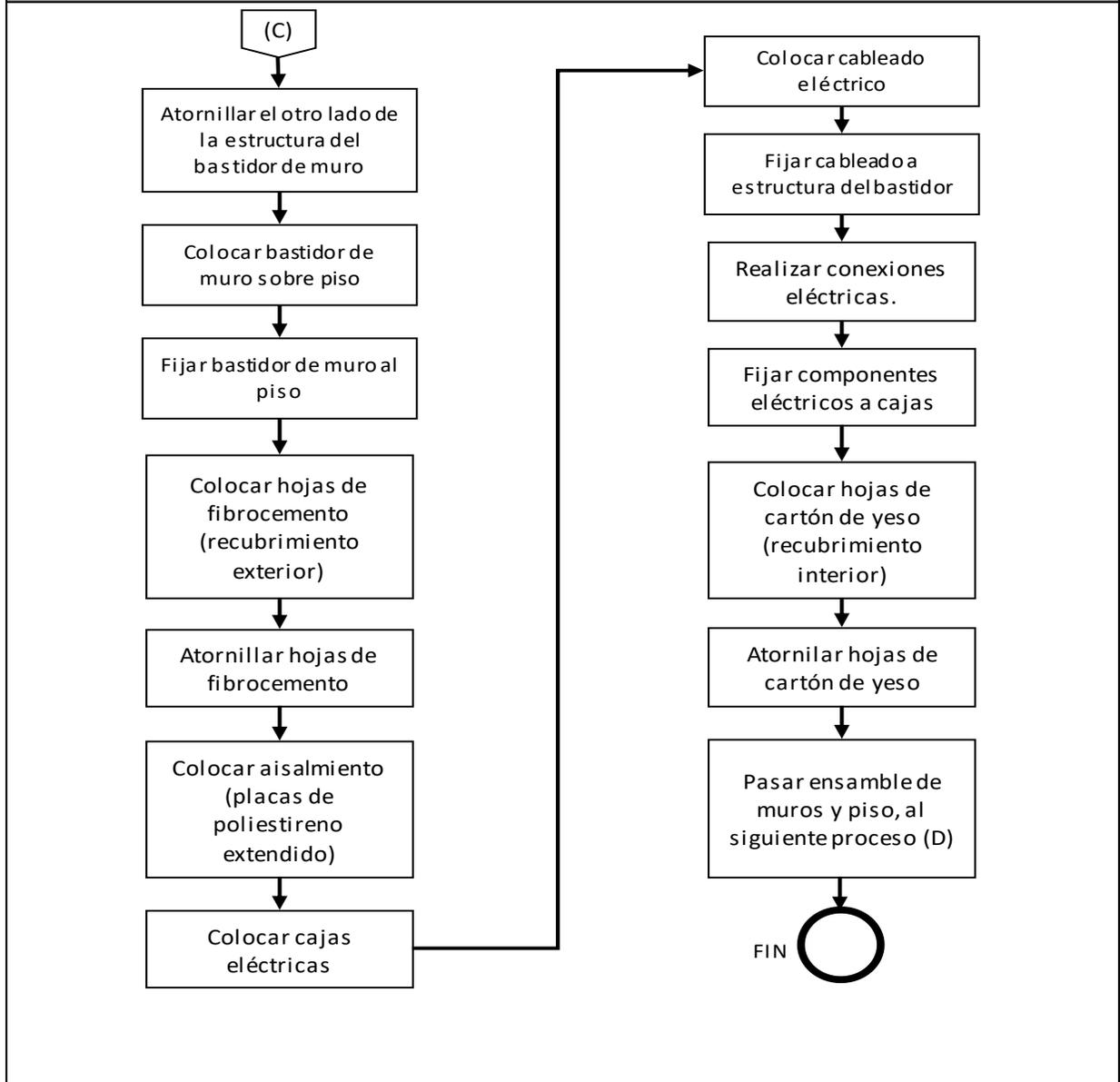
<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	13/03/2020
Nombre del Proceso:	MUROS EXTERIORES	Proceso en:	<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio
		Página:	1 de 2



DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A)	Longitudes de Corte
Nombre: Marco A. Carrillo V.		(B)	Dim. y Escuadra Bastidor
Firma:		(C)	Página 2.
Fecha: 13/03/2020		(D)	
		(E)	

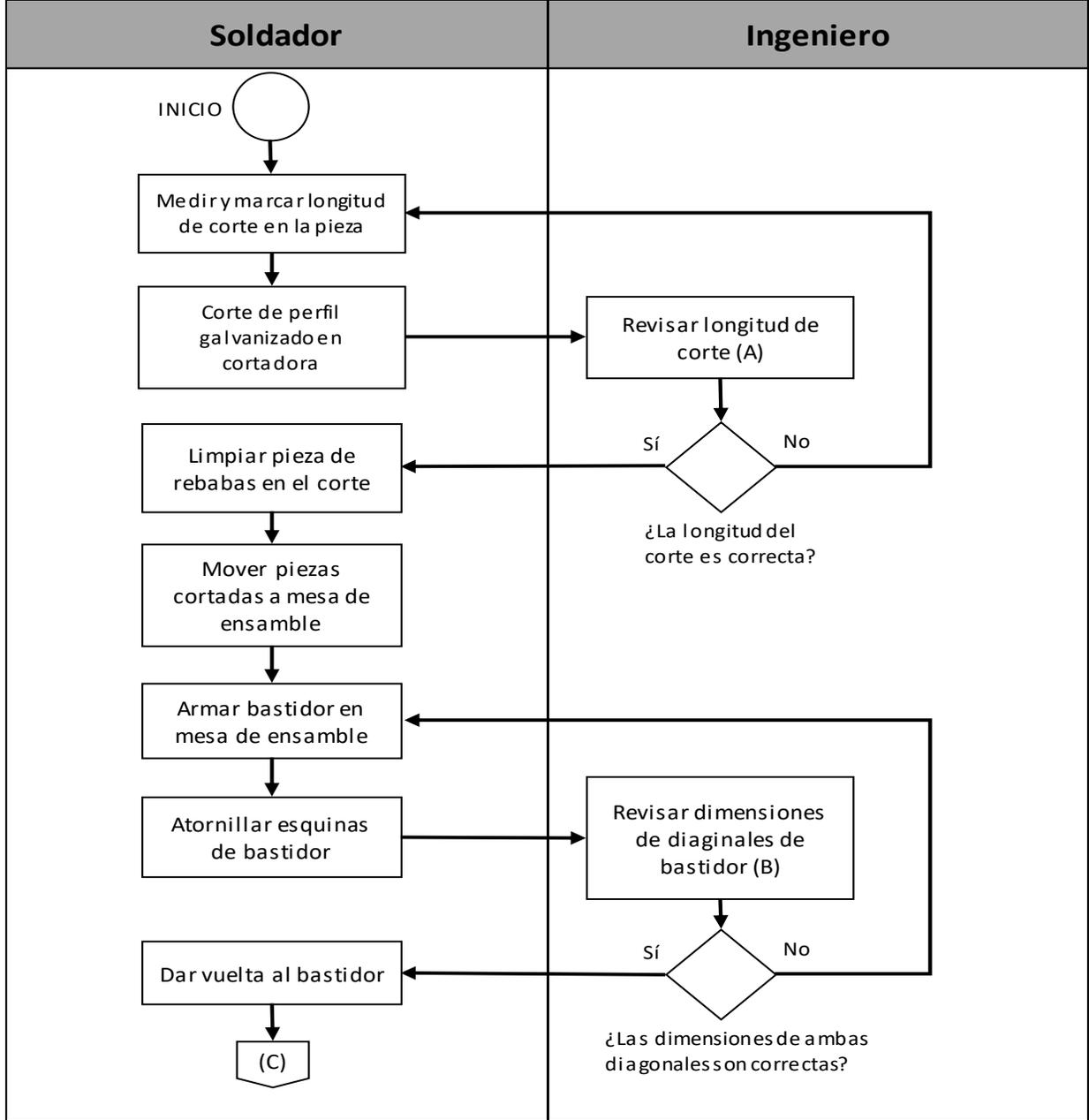
<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	13/03/2020
Nombre del Proceso:	MUROS EXTERIORES	Proceso en:	<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio
		Página:	2 de 2

**Soldador**



DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	
Nombre:	Marco A. Carrillo V.		(A)
Firma:			(B)
Fecha:	13/03/2020		(C) Página 1.
			(D) Muros Interiores
			(E)

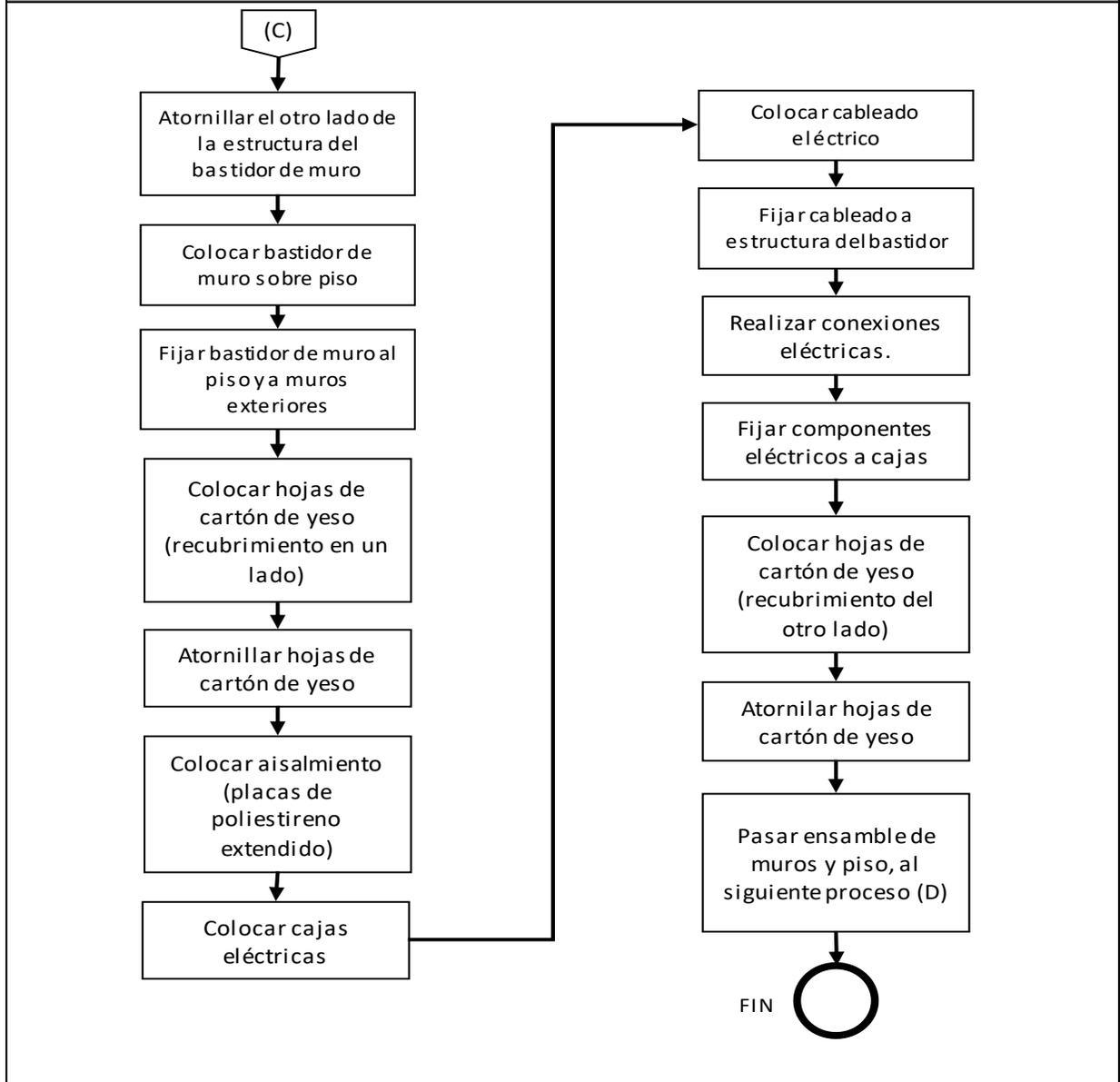
<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	14/03/2020
Nombre del Proceso:	MUROS INTERIORES	Proceso en:	<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio
		Página:	1 de 2



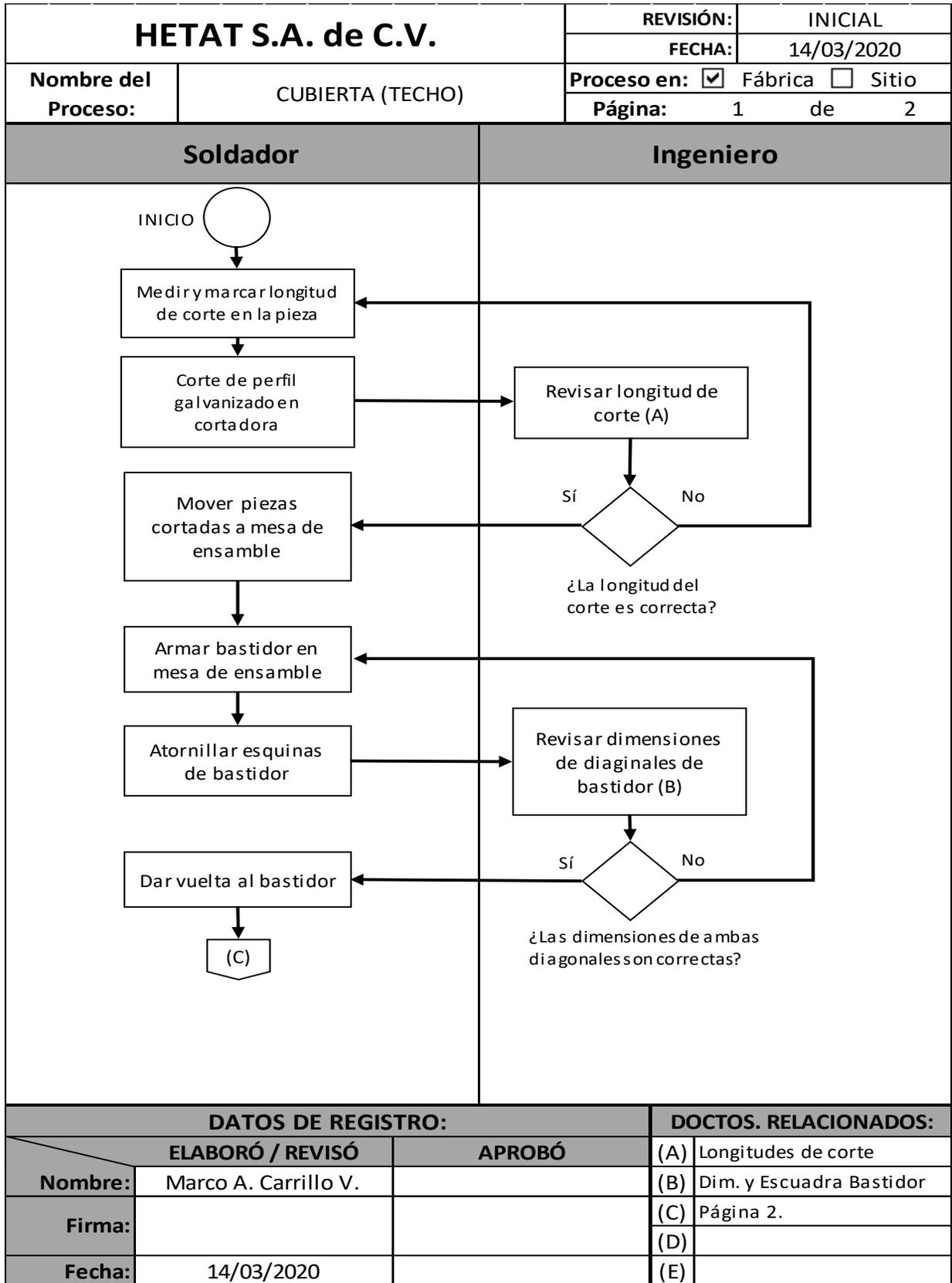
DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A)	Longitudes de Corte
Nombre: Marco A. Carrillo V.		(B)	Dim. y Escuadra Bastidor
Firma:		(C)	Página 2.
Fecha: 14/03/2020		(D)	
		(E)	

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		<b>REVISIÓN:</b>	INICIAL
		<b>FECHA:</b>	14/03/2020
<b>Nombre del Proceso:</b>	MUROS INTERIORES	<b>Proceso en:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio
		<b>Página:</b>	2 de 2

**Soldador**



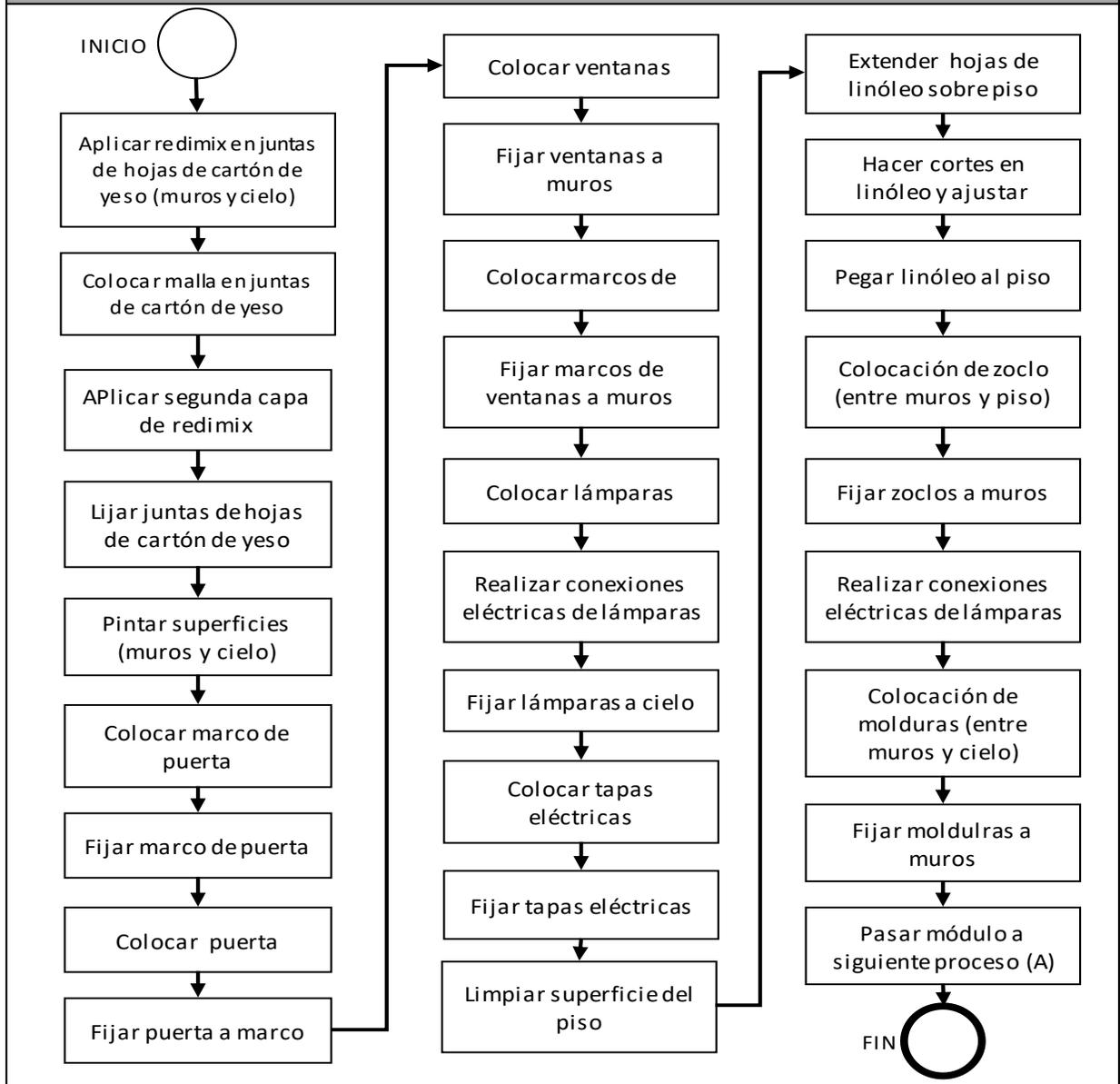
DATOS DE REGISTRO:			DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A)	
<b>Nombre:</b>	Marco A. Carrillo V.		(B)	
<b>Firma:</b>			(C)	Página 1.
<b>Fecha:</b>	14/03/2020		(D)	Cubierta (techo)
			(E)	



HETAT S.A. de C.V.		REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	14/03/2020
Nombre del Proceso:	CUBIERTA (TECHO)	Proceso en: <input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio	
		Página: 2 de 2	
Soldador			
<p>(C)</p> <pre> graph TD     Start((C)) --&gt; A[Atornillar el otro lado de la estructura del bastidor de cubierta]     A --&gt; B[Colocar hojas de cartón de yeso (recubrimiento de cielo)]     B --&gt; C[Atornillar hojas de cartón de yeso]     C --&gt; D[Colocar aislamiento (placas de poliestireno extendido)]     D --&gt; E[Colocar cableado eléctrico]     E --&gt; F[Fijar cableado a estructura del bastidor]     F --&gt; G[Colocar bastidor de cubierta sobre muros]     G --&gt; H[Realizar conexiones eléctricas entre cubierta y muros]     H --&gt; I[Fijar bastidor de cubierta, a los muros]     I --&gt; J[Colocar hojas de lámina metálica (recubrimiento de techo)]     J --&gt; K[Atornillar hojas de lámina metálica]     K --&gt; L[Pasar ensamble de módulo, al siguiente proceso (D)]     L --&gt; End((FIN))   </pre>			
DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A)
Nombre:	Marco A. Carrillo V.		(B)
Firma:			(C) Página 1.
Fecha:	14/03/2020		(D) Acabados Interiores
			(E)

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	14/03/2020
Nombre del Proceso:	ACABADOS INTERIORES	Proceso en:	<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio
		Página:	1 de 1

**Soldador**



DATOS DE REGISTRO:			DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A)	Acabados Exteriores
Nombre:	Marco A. Carrillo V.		(B)	
Firma:			(C)	
			(D)	
Fecha:	14/03/2020		(E)	

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		<b>REVISIÓN:</b>	INICIAL
		<b>FECHA:</b>	14/03/2020
<b>Nombre del Proceso:</b>	ACABADOS EXTERIORES	<b>Proceso en:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio	
		<b>Página:</b>	1 de 1

**Soldador**

INICIO

↓

Aplicar redimix en juntas de hojas de fibrocemento (muros exteriores)

↓

Colocar malla en juntas de fibrocemento

↓

Aplicar segunda capa de redimix

↓

Colocar emplaste sobre muros exteriores

↓

Esparcir emplaste

↓

Dar textura a emplaste de muros

↓

Pintar muros exteriores

↓

Pasar módulo al área de carga (A)

↓

FIN

DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	
<b>Nombre:</b>	Marco A. Carrillo V.		(A) Transportación módulos
<b>Firma:</b>			(B)
<b>Fecha:</b>	14/03/2020		(C)
			(D)
			(E)

4.3.2 Procesos en sitio.

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		<b>REVISIÓN:</b> INICIAL
		<b>FECHA:</b> 14/03/2020
<b>Nombre del Proceso:</b>	PREPARACIÓN DEL TERRENO	<b>Proceso en:</b> <input type="checkbox"/> Fábrica <input checked="" type="checkbox"/> Sitio
		<b>Página:</b> 1 de 1

**Soldador**

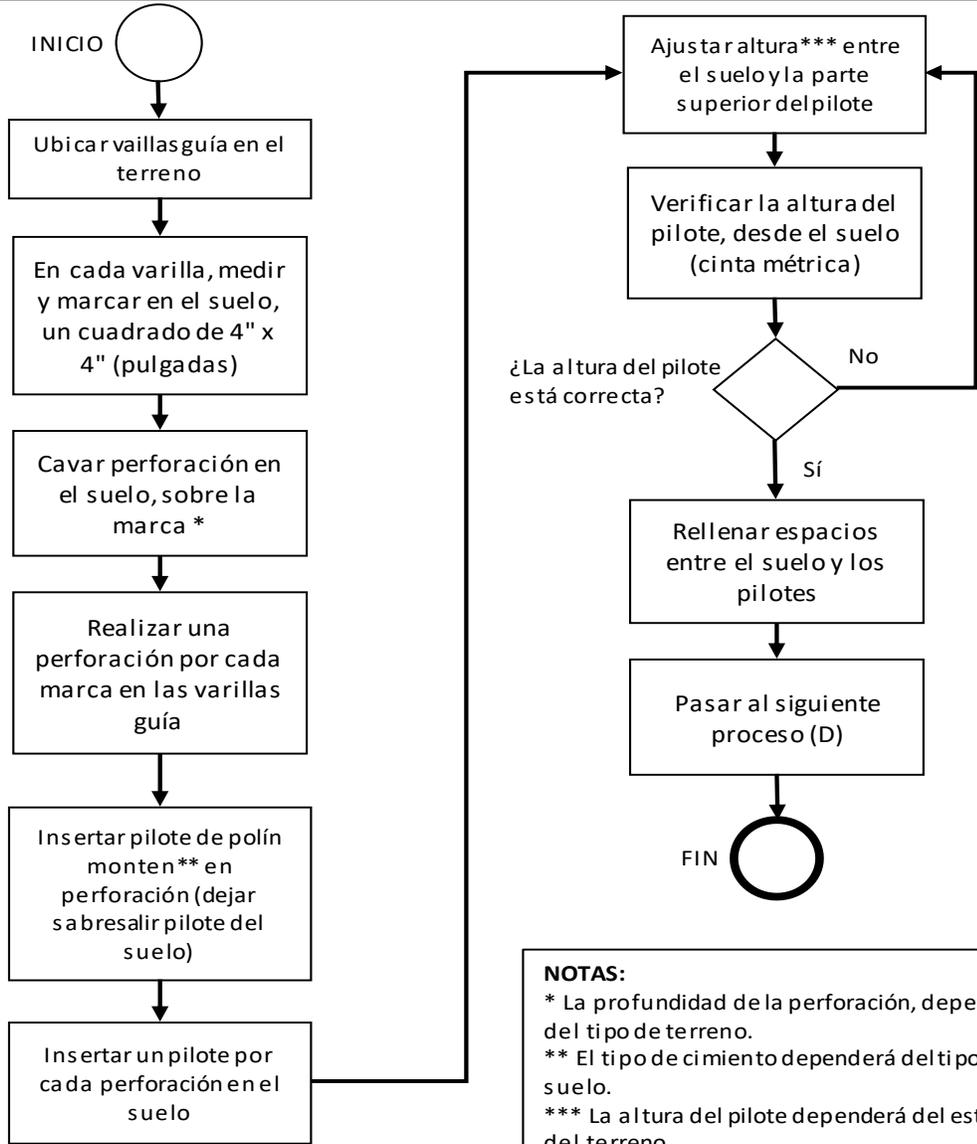
```

graph TD
    INICIO((INICIO)) --> A[Despejar el área de basura y escombros]
    A --> B[Ubicar la orientación que tendrán los módulos en el terreno]
    B --> C[Clavar varilla guía en una de las esquinas]
    C --> D[Medir distancia de separación de cimientos (pilotes) y marcar]
    D --> E[Clavar varillas guías, en ubicaciones marcadas]
    E --> F[Atar un extremos de hilo de albañil a la varilla guía]
    F --> G[Extender hilo de albañil, hasta la próxima varilla guía]
    G --> H[Unir las varillas guía con el hilo de albañil]
    H --> I[Ajustar nivel de la horizontal del hilo de albañil]
    I --> J[Verificar la horizontal con nivel de burbuja (línea de nivel)]
    J --> K{¿El nivel del hilo se encuentra en horizontal?}
    K -- No --> I
    K -- Sí --> L[Pasar al siguiente proceso (D)]
    L --> FIN((FIN))
    
```

DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A) Cimentación
<b>Nombre:</b>	Marco A. Carrillo V.		(B)
<b>Firma:</b>			(C)
<b>Fecha:</b>	14/03/2020		(D)
			(E)

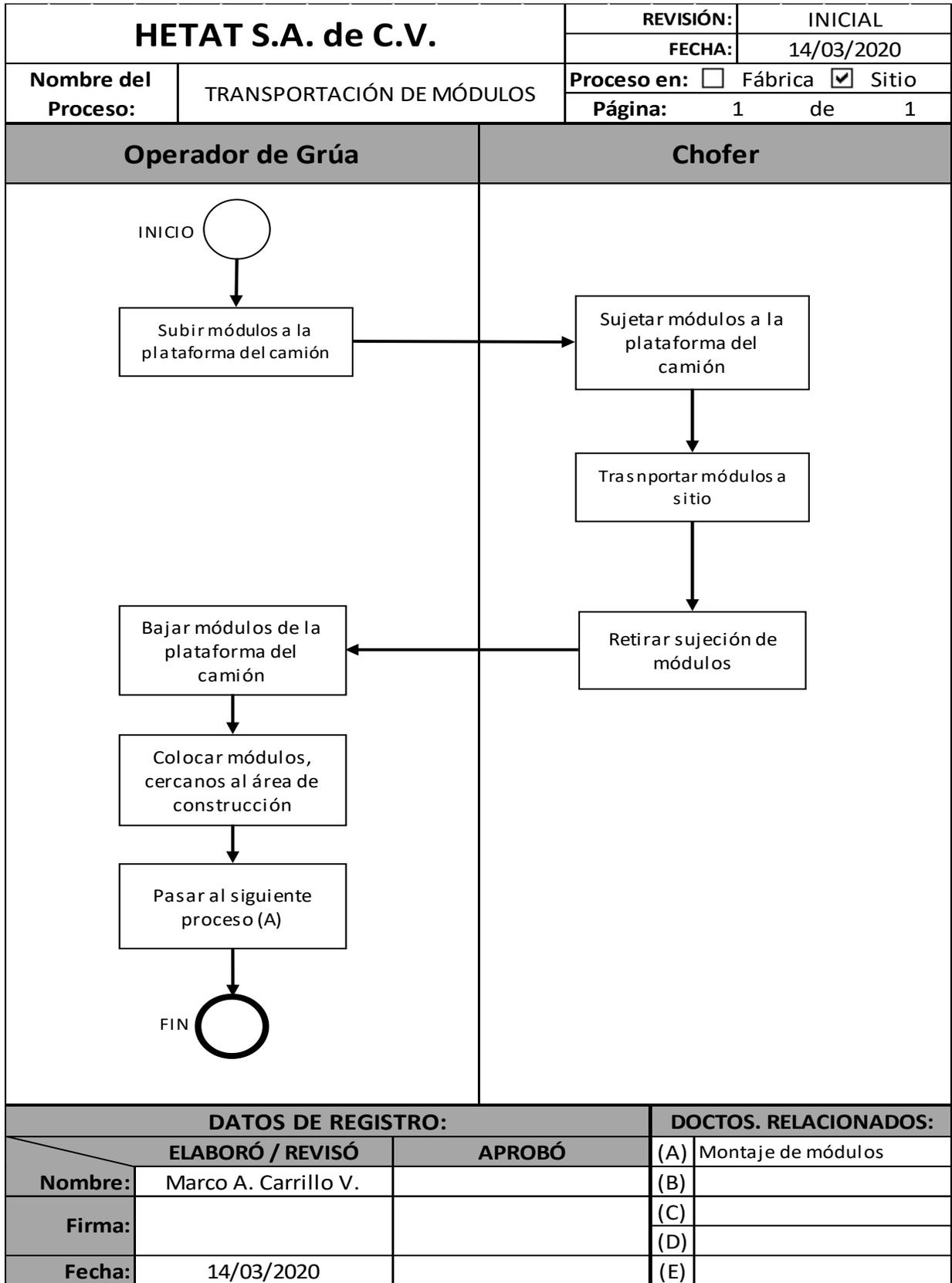
<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		<b>REVISIÓN:</b>	INICIAL
		<b>FECHA:</b>	14/03/2020
<b>Nombre del Proceso:</b>	CIMENTACIÓN	<b>Proceso en:</b>	<input type="checkbox"/> Fábrica <input checked="" type="checkbox"/> Sitio
		<b>Página:</b>	1 de 1

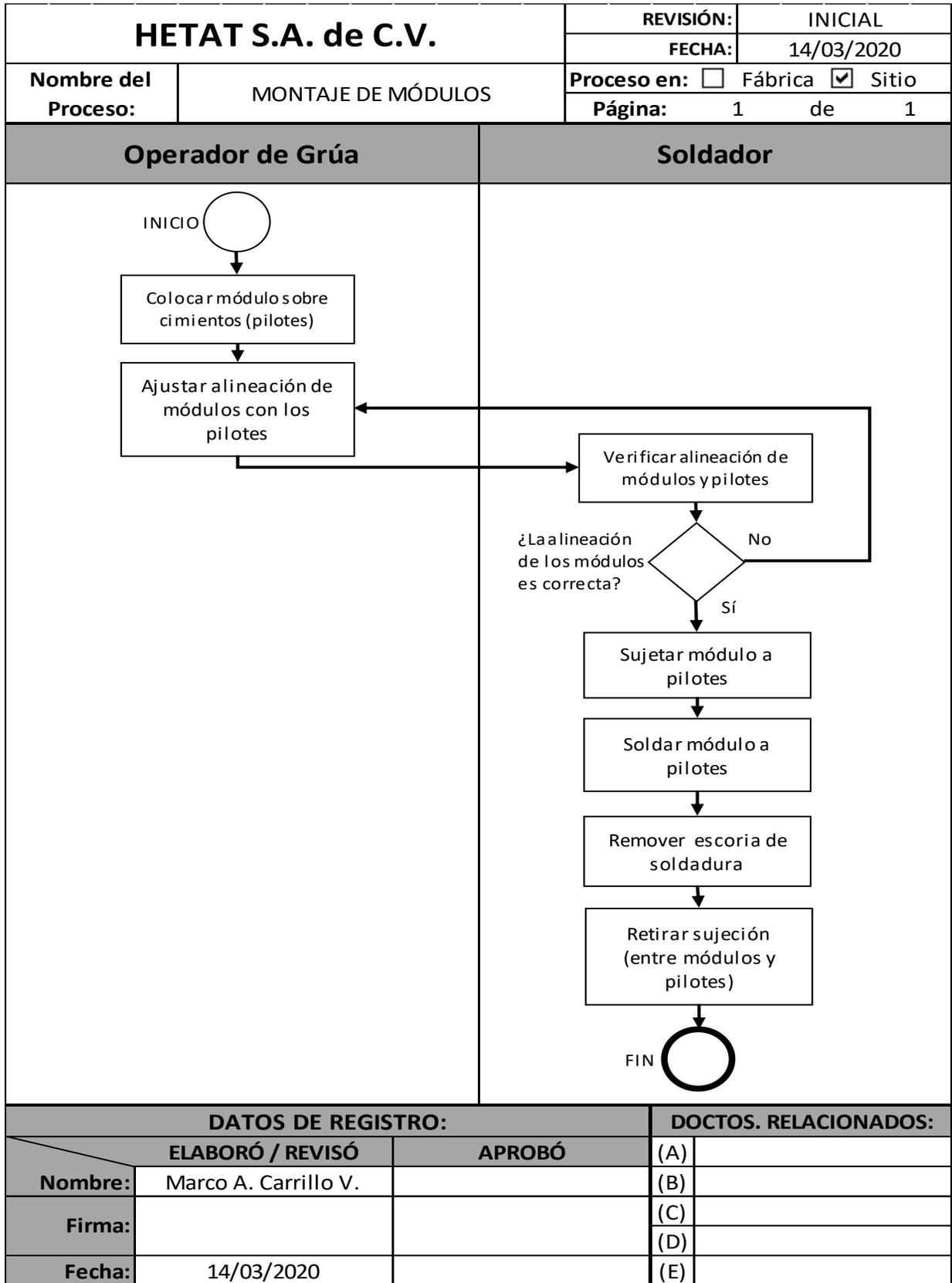
**Soldador**



**NOTAS:**  
 \* La profundidad de la perforación, dependerá del tipo de terreno.  
 \*\* El tipo de cimiento dependerá del tipo de suelo.  
 \*\*\* La altura del pilote dependerá del estado del terreno.

DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A) Cimentación
<b>Nombre:</b>	Marco A. Carrillo V.		(B)
<b>Firma:</b>			(C)
			(D)
<b>Fecha:</b>	14/03/2020		(E)





DATOS DE REGISTRO:		DOCTOS. RELACIONADOS:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	
<b>Nombre:</b>	Marco A. Carrillo V.		(A)
<b>Firma:</b>			(B)
<b>Fecha:</b>	14/03/2020		(C)
			(D)
			(E)

### 4.3.3 Ayudas Visuales.

A continuación, se presentan las ayudas visuales, como apoyo a los procesos, las cuales se presentan en el formato elaborado con este fin (ver Anexo 8).

HETAT S.A. de C.V.		AYUDA VISUAL	
Nombre del Sub-proceso:	CORTE CON PLASMA	REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	16/03/2020
<b>Equipo de Protección Personal</b>	<input checked="" type="checkbox"/>  Goggles	<input type="checkbox"/>  Máscara de soldar	<input checked="" type="checkbox"/>  Botas de seguridad
	<input type="checkbox"/>  Careta	<input type="checkbox"/>  Mascarilla para polvos	<input checked="" type="checkbox"/>  Guantes
	<b>1)</b> Mida con una cinta métrica la longitud a cortar. (A)		<b>7)</b> Coloque la pinza de tierra en la pieza a cortar.
	<b>2)</b> Marque la pieza en la longitud requerida. (B)		<b>8)</b> Presione y jale hacia atrás el gatillo de la antorcha.
	<b>3)</b> Conecte la máquina a la corriente eléctrica y al suministro de aire comprimido (C)		<b>9)</b> Continúe presionando el gatillo de la antorcha hasta completar el corte.
	<b>4)</b> Enchufe el cable de la antorcha, en la parte delantera.		<b>10)</b> Retire las rebabas del corte (D)
	<b>5)</b> Encienda la máquina desde la parte trasera.		
	<b>6)</b> Ajuste los parámetros de corte.		
DATOS DE REGISTRO:		Máquinas y Herramientas:	
	<b>ELABORÓ / REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	(A) Cinta métrica.
<b>Nombre:</b>	Marco A. Carrillo V.		(B) Escuadra.
<b>Firma:</b>			(C) Máquina de plasma.
			(D) Esmeriladora angular.
<b>Fecha:</b>	16/03/2020		(E)

HETAT S.A. de C.V.		AYUDA VISUAL	
Nombre del Sub-proceso:	CORTE CON CORTADORA	REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	16/03/2020
Equipo de Protección Personal	<input type="checkbox"/>  Goggles	<input type="checkbox"/>  Máscara de soldar	<input type="checkbox"/>  Botas de seguridad
	<input checked="" type="checkbox"/>  Careta	<input type="checkbox"/>  Mascarilla para polvos	<input checked="" type="checkbox"/>  Guantes
	<b>1)</b> Mida con una cinta métrica la longitud a cortar. (A)		<b>7)</b> Continúe bajando el disco, hasta que corte la pieza por completo.
	<b>2)</b> Marque la pieza en la longitud requerida. (B)		<b>8)</b> Lime los bordes de la pieza, para eliminar rebabas. (D)
	<b>3)</b> Coloque la pieza a cortar en la máquina. (C)		
	<b>4)</b> Asegure la pieza, girando de la manivela.		
	<b>5)</b> Presione el gatillo, y baje el disco para cortar.		
	<b>6)</b> Mantenga presionado el gatillo, mientras realiza el corte.		
DATOS DE REGISTRO:		Máquinas y Herramientas:	
Nombre:	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A) Cinta métrica.
	Marco A. Carrillo V.		(B) Escuadra.
Firma:			(C) Cortadora de metal.
			(D) Lima.
Fecha:	16/03/2020		(E)

HETAT S.A. de C.V.		AYUDA VISUAL	
Nombre del Sub-proceso:	ENSAMBLE ESTRUCTURA DE PERFIL GALVANIZADO	REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	16/03/2020
Equipo de Protección Personal	<input type="checkbox"/>  Goggles	<input type="checkbox"/>  Máscara de soldar	<input checked="" type="checkbox"/>  Botas de seguridad
	<input type="checkbox"/>  Careta	<input type="checkbox"/>  Mascarilla para polvos	<input checked="" type="checkbox"/>  Guantes
	<b>1)</b> Coloque una punta de desarmador de cruz al taladro eléctrico. (A)		<b>7)</b> Atornille las 4 esquinas del bastidor, luego los postes.
	<b>2)</b> Use tornillos autorroscantes con punta de broca. (B)		<b>8)</b> Retire las sujeciones y de vuelta al bastidor
	<b>3)</b> Coloque las piezas sobre la mesa de trabajo, formando la estructura del bastidor.		<b>9)</b> Revise las diagonales del bastidor, si se requiere, ajústelas.
	<b>4)</b> Coloque los postes del bastidor.		<b>10)</b> Atornille el otro lado del bastidor.
	<b>5)</b> Sujete las piezas a la mesa de ensamble. (C)		
	<b>6)</b> Presione el gatillo, y mantenga derecho el taladro.		
DATOS DE REGISTRO:		Máquinas y Herramientas:	
Nombre:	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A) Taladro eléctrico.
	Marco A. Carrillo V.		(B) Tornillos punta broca.
Firma:			(C) Prensa / sargento.
			(D)
Fecha:	16/03/2020		(E)

HETAT S.A. de C.V.		AYUDA VISUAL	
Nombre del Sub-proceso:	SOLDADURA CON ELECTRODO	REVISIÓN:	INICIAL
		FECHA:	16/03/2020
Equipo de Protección Personal	<input type="checkbox"/>  Goggles	<input checked="" type="checkbox"/>  Máscara de soldar	<input checked="" type="checkbox"/>  Botas de seguridad
	<input type="checkbox"/>  Careta	<input type="checkbox"/>  Mascarilla para polvos	<input checked="" type="checkbox"/>  Guantes
	<b>1)</b> Encienda la máquina de soldar. (A)		<b>7)</b> Remueva la costra de escoria de cordón de soldadura. (C)
	<b>2)</b> Ajuste los parámetros de la máquina.		<b>8)</b> Rebaje los cordones de soldadura, para eliminar rebabas.
	<b>3)</b> Sujete la pinza de tierra, a la pieza a soldar.		
	<b>4)</b> Coloque el electrodo en el portaelectrodo. (B)		
	<b>5)</b> Rose el electrodo en la pieza a soldar para generar la chispa.		
	<b>6)</b> Mueva el electrodo en línea recta, mientras hace movimientos en semicírculo.		
DATOS DE REGISTRO:		Máquinas y Herramientas:	
Nombre:	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A) Máquina de soldar.
	Marco A. Carrillo V.		(B) Electrodo.
Firma:			(C) Piqueta y cepillo alambre
			(D) Esmeriladora angular.
Fecha:	16/03/2020		(E)

#### 4.4 Indicadores.

Tras haber realizado el análisis del entorno actual de la empresa, y de haber detectado las áreas de oportunidad en la organización, se plantearon los indicadores de desempeño de la empresa, con la finalidad de medir, monitorear y dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos de la empresa, plantados en las estrategias de los enfoques de la organización.

Se identificaron seis principales indicadores de desempeño, los cuales son: costos, utilidad, calidad de los procesos, capacitación del personal, cumplimiento y satisfacción del cliente. Se realizó una matriz, en la cual se indica con mayor detalle la manera en que se dará seguimiento a estos indicadores, la cual se encuentra anexada en este proyecto de investigación (ver Anexo 9).

A continuación, se presentan los mecanismos de control que se desarrollaron, para dar seguimiento a los indicadores antes mencionados.

#### 4.5 Controles.

Se determinaron una serie de controles de los procesos de construcción de los módulos, con el objeto de dar seguimiento a los indicadores de desempeño de la empresa. Esta sección está dedicada a presentar estos controles, y los formatos que se elaboraron para el registro de los datos del proceso, para llevar el monitoreo y control de estos. Los controles que se desarrollaron, fueron los siguientes:

**Control de costos:** para realizar el monitoreo de los costos incurridos en la fabricación de las casas modulares, se desarrolló un formato (ver Anexo 10) que contiene tabla en la que se ingresa toda la información referente a los costos y usos de la construcción de un elemento del módulo en particular, estos pueden ser, un muro, un piso, etc.

Es un formato digital, que está hecho en hojas de cálculo (Excel), se creará un libro para cada proyecto, y dentro de éste, una hoja para cada elemento constructivo que componga dicho proyecto. Cabe mencionar, que es muy importante que este control se esté actualizando constantemente de acuerdo a las variaciones en los precios de los materiales en el mercado, para poder elaborar presupuestos de forma correcta y lograr una toma de decisiones acertada.

El formato mencionado consta de los siguientes elementos:

- Proyecto: aquí se ingresa el número clave o código que se le haya dado al proyecto en particular.
- Código: hace referencia al código con el que se identifica un elemento constructivo en particular, y que sirve para diferenciarlo de otros elementos, por ejemplo, el código para cierto muro exterior puede ser ME-1, y uno para cierto muro interior MI-1.

- Espacio para el dibujo: aquí se pone el dibujo del elemento constructivo, indicando sus dimensiones y algunos detalles de construcción.
- Descripción: en este apartado, se coloca el nombre del elemento y una descripción breve del elemento, por ejemplo, “muro exterior con ventana”.
- Artículo: es parte de la tabla de los datos de elemento constructivo, en esta columna se ingresan todos los artículos que componen el elemento constructivo (en el caso de un muro pueden ser el bastidor, el recubrimiento o forro, el aislamiento o insulación y los acabados). Para cada artículo se enlistan los materiales que lo componen (en caso del bastidor de un muro pueden ser poste de perfil galvanizado, tornillería, hojas de fibrocemento, etc.).
- Pres.: se refiere a la presentación de cierto material, tal como se encuentra en el mercado, es decir, tal como lo ofrece el proveedor, por ejemplo, tramo de poste de perfil galvanizado de 10 ft (diez pies).
- Precio: hace referencia al precio del material en su presentación (tal como lo vende el proveedor).
- Uso: los datos de esta columna son numéricos y se refieren al uso de cierto material en la fabricación del elemento constructivo. Este concepto está ligado a la siguiente columna de la tabla que hace referencia a las unidades, por ejemplo, 30 PL (pies lineales) ó 20 piezas, donde el dato numérico sería el uso.
- Unid.: son las unidades en las que se representa el uso de un material, es decir, por pieza, por pie lineal, pie cuadrado, etc.
- PU: es el precio unitario del material.
- Importe: esta columna representa el costo de cierto material para la construcción del elemento, el cual va a depender de su precio unitario y su uso.
- Total: aquí se plasma el costo de fabricación del elemento constructivo, respecto a materiales (materias primas, componentes, insumos, etc.).

**Dimensión y escuadra de bastidores:** es de suma importancia verificar las dimensiones de los bastidores de los elementos constructivos modulares, así como asegurar que estén a escuadra, pues es lo que va a garantizar que, al ser ensamblados entre sí, queden uniformes y alineados correctamente. Se desarrolló un formato para registrar la verificación de las dimensiones de cada bastidor y de la escuadra del mismo (ver Anexo 11).

**Longitudes de corte:** es muy importante controlar las dimensiones de corte del material para asegurar un correcto ensamble de las piezas, y para evitar re-trabajos y desperdicios. Se creó un formato (Anexo

12) para llevar el registro de las longitudes de corte del material, sea éste perfil galvanizado o polín monten.

**Estado de Avance del Proyecto:** con el objetivo de determinar en qué etapa del proceso se encuentra un determinado proyecto para un cliente, y de monitorear el avance del proyecto, se diseñó un formato para llevar el control del avance del proyecto (ver Anexo 13).

**Capacitación del personal:** el hecho de contar con personal que esté correctamente capacitado en sus labores, le garantiza a la empresa poder ofrecer productos de calidad a sus clientes, con un mínimo de desperdicios o re-trabajos. Por esta razón, se ha creado un formato para llevar el registro de un programa o plan semestral de capacitación del personal, en el que se indicarán qué capacitaciones serán programadas para impartir, en qué momento y quién será la persona responsable de llevar a cabo la capacitación (ver Anexo 14), entre otros aspectos. Aunado a esto, se diseñó un formato para llevar el registro de los asistentes a las capacitaciones programadas (ver Anexo 15), a manera de control interno.

**Presupuestos:** con el objeto de agilizar el trámite de la elaboración de un presupuesto para el cliente, y de concentrar la información de los costos totales de un proyecto determinado, se diseñó un formato en el que se capturan los requerimientos del cliente, en cuanto al tipo de proyecto que solicita, y en el cual también, se contemplan los costos directos e indirectos de construcción, y la utilidad de la empresa (ver Anexo 16). Para llenar la parte de los costos de los materiales, se hace referencia al Control de Costos, el cual debe estar actualizado, como se mencionó anteriormente.

**Satisfacción del Cliente:** con la finalidad de conocer la opinión de los clientes acerca del producto, y también de la empresa en sí, y sobre todo de su grado de satisfacción con ambos, se realizó un formato de encuesta dirigida a los clientes que hayan adquirido uno o más, de los productos de la empresa (ver Anexo 17). Es de suma importancia escuchar la voz del cliente, que es precisamente la intención de este formato, captar las opiniones y requerimientos del cliente a modo de retroalimentación, para poder emplear los esfuerzos y recursos en mejorar los procesos relacionados con estas áreas de oportunidad, dando así cumplimiento a los requerimientos del cliente que no quedaron totalmente cubiertos de acorde al enfoque en el cliente.

## 4.6 Simulación.

Una vez que se contó con la metodología de trabajo completa (los procesos, indicadores y controles), se procedió a hacer una simulación de la implementación de dicha metodología. Debido a que la empresa no se encuentra en operaciones actualmente, no fue posible evaluar la implementación de la metodología en un ejercicio real, es decir, en la construcción de un módulo, por ello se recurrió a hacer la simulación de los costos que se incurrirían con la aplicación de los procesos y controles generados, y calculando el margen de utilidad

Dicho lo anterior, se elaboró una tabla con el comparativo entre los costos simulados, contra los costos reales de la fabricación del módulo 7.45 m<sup>2</sup> (10 ft x 8 ft), que se vieron anteriormente en el Capítulo 1. En este caso, se incluye una fila (renglón) en la tabla, que incluye la información de la utilidad bruta, es decir, la utilidad generada antes del pago de impuestos, la cual está expresada tanto en términos monetarios, como en porcentaje. La tabla del comparativo de costos se presenta a continuación (ver Tabla 6):

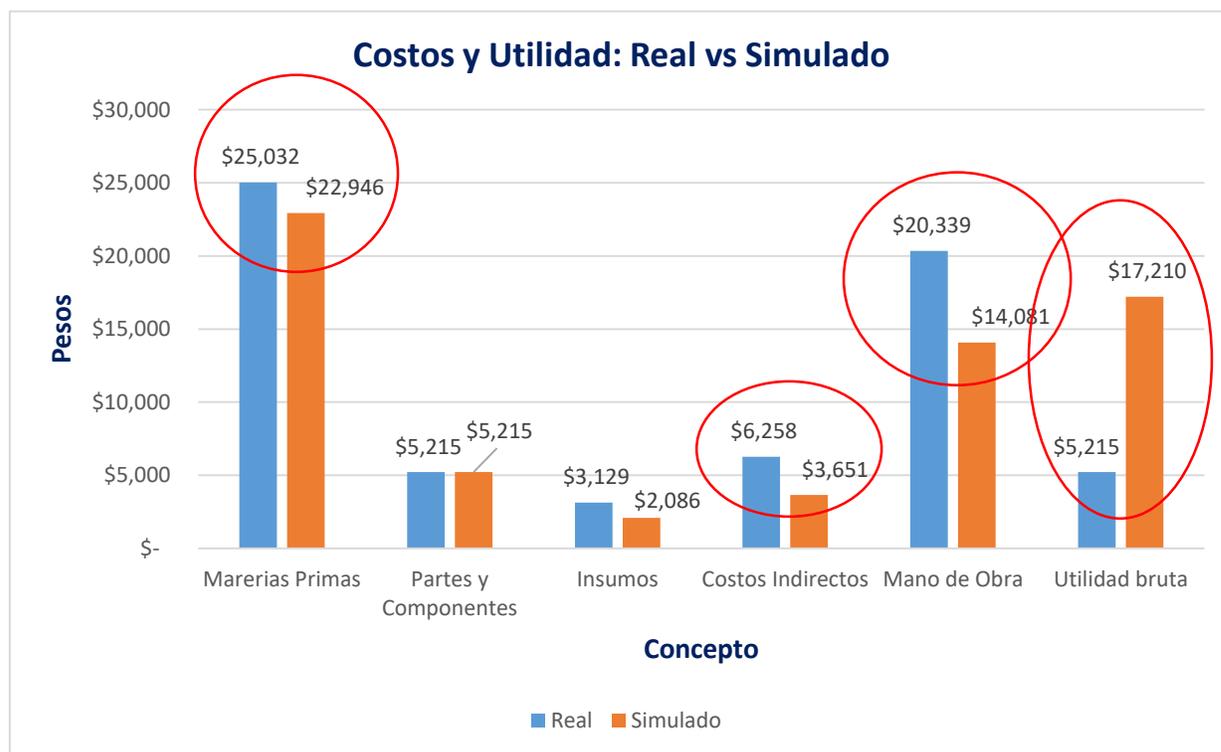
**Tabla 6.** Comparativo de costos y utilidad real contra los simulados, de la fabricación de un módulo de 7.45 m<sup>2</sup> (creación propia).

CONCEPTOS	COSTOS			
	Real	% Real	Simulado	% Simulado
<b>Materias Primas</b>	\$ 25,032.00	38.4%	\$ 22,946.00	35.2%
<b>Partes y Componentes</b>	\$ 5,215.00	8.0%	\$ 5,215.00	8.0%
<b>Insumos</b>	\$ 3,129.00	4.8%	\$ 2,086.00	3.2%
<b>Costos Indirectos</b>	\$ 6,258.00	9.6%	\$ 3,650.50	5.6%
<b>Mano de Obra</b>	\$ 20,338.50	31.2%	\$ 14,080.50	21.6%
<b>Utilidad bruta</b>	\$ 5,215.00	8.0%	\$ 17,209.50	26.4%
<b>PRECIO VENTA</b>	<b>\$ 65,187.50</b>	<b>100.0%</b>	<b>\$ 65,187.50</b>	<b>100.0%</b>

Con base en esta información se elaboró una gráfica con el comparativo entre ambas situaciones, la real y la de la simulación de la implementación de la metodología, dicha gráfica se presenta a continuación. Del mismo modo que se indicó en la gráfica al inicio de este proyecto de investigación, los datos encerados en un círculo rojo, se refiere a los conceptos en los que hubo mayor diferencia entre el costo real y el simulado, así como la diferencia entre la utilidad bruta.

De manera muy similar a la otra gráfica, los conceptos que tuvieron la mayor diferencia entre costo real y el simulado, fueron Mano de Obra, con una reducción en el costo del 9.6% (\$6,258.00

pesos), luego se encuentra el concepto de Costos Indirectos con un 4% de reducción de costos (\$2,607.50 pesos), seguido de Materia Primas con una reducción del 3.2% (\$2,086.00 pesos), y al final se encuentra el concepto de Insumos con una reducción de costos del 1.6% (\$1,043.00 pesos). A continuación, se presenta la gráfica (ver Figura 16):



**Figura 16.** Costos y utilidad real contra los simulados, de la fabricación de un módulo de 7.45 m<sup>2</sup> (creación propia).

De acuerdo a la información presentada anteriormente, el margen de utilidad esperado en la implementación de la metodología de trabajo, en un proyecto de construcción de este tipo, es del 26.4% (una diferencia de \$11,995.00 pesos), lo cual indica que la hipótesis nula que se generó en este trabajo de investigación, es aceptada, puesto que se planteó que la metodología de trabajo le permitiría a la empresa obtener un margen de utilidad de por lo menos el 25%.

## Capítulo 5. Conclusiones

Esta sección de este proyecto de investigación, trata de las conclusiones a las que se llegó, una vez terminado el trabajo. Aquí se presentan los hallazgos más importantes de los resultados de la investigación, y se revisa el cumplimiento de los objetivos y la hipótesis.

Además, en este capítulo se plantea todo lo referente al trabajo futuro, es decir, a las actividades que complementarán el proyecto de investigación, y completar el trabajo que pudo haber quedado pendiente.

### 5.1 Conclusiones.

De acuerdo a los resultados de la simulación de la aplicación de la metodología de trabajo, se comprobó que se puede obtener un margen de utilidad del 25%, o mayor (resultó del 26.4%), con lo que se aprueba la hipótesis planteada en este proyecto de investigación.

A partir del análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de los instrumentos de investigación, fue posible desarrollar la metodología de trabajo para la construcción del módulo de recámara para una vivienda modular, la cual contiene los procesos de construcción, los indicadores de desempeño y los mecanismos de control de estos; lo que dio pie al cumplimiento del objetivo general del presente proyecto de investigación.

Se debe mencionar que lo anterior se llevó a cabo, gracias a la realización de las actividades que dieron cumplimiento a los objetivos específicos, como fueron: establecer el nicho de mercado de los clientes potenciales o mercado meta, a partir del conocimiento y análisis de los datos de la población y niveles socioeconómicos en el estado de B.C.

Por medio de la aplicación de la encuesta al mercado meta, y del análisis de la información que de ésta resultó, fue posible identificar el modelo de casa modular que los clientes potenciales preferían, el cual resultó ser el modelo Tipo C, dando así cumplimiento a uno de los objetivos específicos de esta investigación.

Tras la familiarización con el modelo de excelencia en la gestión del EFQM, a través de la información contenida en éste, y del desarrollo del Esquema lógico REDER para la empresa, se lograron conocer los factores de éxito para las empresas, e identificar las áreas de oportunidad en cuanto a los procesos y los controles necesarios para que la empresa opere de una manera más eficiente. Con esto, se dio lugar al cumplimiento de uno de los objetivos del trabajo de investigación.

A su vez, esto último permitió el cumplimiento del siguiente objetivo específico, que consistía en desarrollar los procesos clave para la construcción de vivienda modular, en específico, del módulo de recámara; procesos tales como la preparación del terreno, la cimentación, fabricación del piso, muros y

cubierta, los acabados, transportación y montaje de los elementos en sitio. Para todos estos procesos se hicieron los procedimientos y su diagrama de flujo correspondiente, contenidos en el formato de procesos desarrollado para este propósito, que aparece en la sección de anexos (Anexo 6 y 7).

Con respecto al cumplimiento de otro de los objetivos específicos de este trabajo, se establecieron indicadores de desempeño de la empresa, como fueron: costos, utilidad, calidad de los procesos, capacitación del personal, cumplimiento y satisfacción del cliente. Además, se desarrollaron los mecanismos de control para evaluar la calidad de los resultados de los procesos de construcción, como fueron: control de costos, presupuesto, encuesta de satisfacción del cliente y controles dimensionales de los procesos, entre otros.

## **5.2 Trabajo futuro.**

A manera de trabajo futuro, y como parte del compromiso adquirido con la empresa HETAT S.A. de C.V., un servidor se dará a la tarea de desarrollar los procesos de construcción y los mecanismos de control, para el resto de los módulos que componen una casa modular; basado en la metodología de trabajo que permitió un incremento en el margen de utilidad de la organización.

Una vez desarrollada la metodología de trabajo que contemple todos los módulos que componen una vivienda modular (de acuerdo a los prototipos propuestos en este proyecto), es decir, los procesos y sus controles para la construcción de una casa modular completa, se pretende implementarla en el siguiente proyecto constructivo que adquiera la empresa; a su vez, se requiere de la evaluación de dicha implementación.

## Literatura citada

---

- Acosta, K. (2012). *La Pirámide de Maslow*. Obtenido 08, 2019, de:  
<https://www.eoi.es/blogs/katherinecarolinaacosta/2012/05/24/la-piramide-de-maslow/>
- Álvarez, L. y Santos, M. (2007). *Gestión de la calidad total de acuerdo con el modelo EFQM: evidencias sobre sus efectivos en el rendimiento empresarial*. *Universia Business Review*, Oviedo, España.
- AMAI (2018). *Niveles Socio Económicos*. Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado. Obtenido 01, 2020, de: <http://nse.amai.org/niveles-socio-economicos/>
- ARQHYS. (2016). *La construcción modular. Usos y características principales*. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido 08, 2019, de [https://www.arqhys.com/construccion\\_modular.html](https://www.arqhys.com/construccion_modular.html).
- Blanco, B. (2015). *La construcción del futuro. Creatividad y diseño*. La Rioja, España: Universidad Internacional de La Rioja.
- Calvo-Mora, A., Leal, A.G. y Roldán, J.L. (2005), "Relationships Between the EFQM Model Criteria: a Study in Spanish Universities, *Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 16, nº 6, pp. 741-770.
- CasaNatura (s/f). *Proceso de construcción de una casa de madera*. Obtenido 08, 2019, de <https://www.casasnatura.com/proceso-construccion-de-una-casa-de-madera/>.
- Chai, T. J., Chow, T. K., Koh, H. B., Ling, P. C. H. y Tan, C. S. (2019). *A Review on Prefab Industrialised Building System Modular Construction in Malaysia: The Perspective of Non-structural Studies*. En: Awang, M. e Isa, M. (eds) *The Advances in Civil Engineering Materials*. ICACE 2018. Notas de lectura de Ingeniería Civil, vol. 19. Springer, Singapur. DOI [https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-981-13-2511-3\\_2](https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-981-13-2511-3_2).
- Cienladrillos (2007). *Nuevo concepto de construcción, Compacthabit la vivienda modular*. Obtenido 08, 2019, de <http://www.cienladrillos.com/2007/04/27-nuevo-concepto-de-construccion-compacthabit-la-vivienda-modular>.
- CMIC, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2018). *Situación y perspectiva de la industria de la construcción en México para 2019*. CEESCO, Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción, Ciudad de México. pp 1 – 7.
- CMIC (2018). *Situación actual y perspectivas de la industria de la construcción en México 2018 - 2019*. CEESCO, Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción, Ciudad de México. pp 1 – 8.
- COPLADE (2019). *Programa Estatal de Población 2015-2019 Actualizado*, Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado, Gobierno del Estado de Baja California, Mexicali, B.C. pp 19.

Coppini, M. (2018). *Modelo Europeo de Excelencia Empresarial (EFQM): Gestión de Calidad Total*.

Geoinnova. <https://geoinnova.org/blog-territorio/modelo-europeo-excelencia-empresarial-efqm/>

Dávila, J. (2016). *¿Casa prefabricadas?, ¡Ya es hora de conocerlas!*. Excelsior.

<https://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/11/23/1129705>

EFQM (2012). Modelo EFQM de Excelencia. EFQM. pp 1-31. <https://www.efqm.org/index.php/efqm-model-2013/>

INEGI (2010). *México en Cifras*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido 02, 2020, de:

<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=02>

Li, N., Pan, Y., Sun, Q. y Zhang, S. (2014). *A Comparative Study of the Direct Costs Between Prefabricated Housing System and the Traditional Construction Technology—A Case Study of Precast Concrete Wall Panel*. 18th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-3-642-44916-1\\_35](https://ebiblio.cetys.mx:4083/10.1007/978-3-642-44916-1_35)

Olalla, B. y Saiz, J. (2013). *Modelo EFQM creación de valor: una aproximación teórica*. Anáhuac Journal. Vol. 13, 1. Pp 31-54.

Propiedades.com (2019). *Valores de casas en venta Ensenada*. Obtenido 09, 2019, de:

<https://propiedades.com/valores/ensenada/casas-venta>

SHCP (2019). *Demanda de financiamiento de vivienda 2019*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Ciudad de México, México. Obtenido 08, 2019, de:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444721/Demanda\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444721/Demanda_2019.pdf)

Sostenibilidad. (2018). *10 ventajas de la construcción modular*. TYS Magazine.

<http://www.tysmagazine.com/10-ventajas-de-la-construccion-modular/>

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Population Prospects 2019: Press Release*. Obtenido 08, 2019, de:

[https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_PressRelease\\_ES.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf)

## Anexo 1.

Indicador	Mayo 2019 (%)	Acumulado Ene. - May. 2019 (%)	Semáforo <sup>2/</sup>
<b>Total Nacional</b>	<b>-10.9%</b>	<b>-5.1%</b>	
Aguascalientes	-32.9%	-3.0%	
Baja California	-11.6%	-8.7%	
Baja California Sur	-5.1%	-18.7%	
Campeche	58.3%	44.7%	
Coahuila	5.7%	5.0%	
Colima	49.7%	75.2%	
Chiapas	-38.3%	-34.0%	
Chihuahua	22.2%	28.4%	
Ciudad de México	-11.8%	-14.5%	
Durango	17.8%	24.0%	
Guanajuato	8.6%	12.4%	
Guerrero	12.4%	4.1%	
Hidalgo	-0.2%	-0.8%	
Jalisco	-27.7%	-11.1%	
Estado de México	-42.9%	-32.1%	
Michoacán	-42.0%	-4.8%	
Morelos	0.7%	34.8%	
Nayarit	-31.7%	3.4%	
Nuevo León	3.7%	6.0%	
Oaxaca	-0.4%	-45.6%	
Puebla	26%	33.1%	
Querétaro	-30.4%	-18.0%	
Quintana Roo	28.9%	24.5%	
San Luis Potosí	-38.1%	-32.6%	
Sinaloa	-42.9%	-21.2%	
Sonora	-23.3%	-12.2%	
Tabasco	-7.0%	-43.0%	
Tamaulipas	-3.6%	22.2%	
Tlaxcala	111.8%	43.0%	
Veracruz	36.7%	38.3%	
Yucatán	-8.2%	-5.8%	
Zacatecas	-52.8%	-48.4%	

Fuente: Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción (CEESCO) con datos del INEGI

-  Crecimiento acumulado superior al 3.0%
-  Crecimiento acumulado positivo hasta 3.0%
-  Variación acumulada anual negativa

<sup>1/</sup> Las variaciones porcentuales a nivel nacional y estatal son derivadas de la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras (ENEC) del INEGI  
<sup>2/</sup> Con relación a la variación % real acumulada del periodo

## Anexo 2.

### Preguntas de Entrevista al Director de la empresa.

1) ¿De dónde surge la idea de la empresa?

---

---

---

2) ¿A qué se dedica la empresa y cuál es su principal objetivo?

---

---

---

3) ¿Por qué incursionar en la construcción modular?

---

---

---

4) ¿Qué enfoque tiene la empresa en cuanto a la calidad de sus productos y sus clientes ?

---

---

---

5) ¿Cuál es la posición de la empresa a mediano plazo, es decir, hacia dónde se dirige?

---

---

---

6) ¿Se promueven valores en la empresa?, ¿Cuáles son estos?

---

---

---

### Anexo 3.

#### Guía de encuesta de nicho de mercado:

**Por favor registre sus datos, o marque la opción que corresponda:**

Edad: \_\_\_\_\_. Sexo: M \_\_\_\_ F \_\_\_\_\_. Ocupación: \_\_\_\_\_. Correo (e-mail): \_\_\_\_\_.

Estado civil: Soltero(a) \_\_\_\_, Casado(a) \_\_\_\_, Divorciado(a) \_\_\_\_, Unión libre \_\_\_\_, Viudo(a) \_\_\_\_. ¿Tiene hijos? Sí \_\_\_\_, No \_\_\_\_\_. ¿Cuántos hijos tiene? \_\_\_\_\_. Sueldo mensual (aproximado): \_\_\_\_\_. Lugar de residencia: \_\_\_\_\_.

#### 1.- ¿Desearía adquirir una casa?

a) Sí \_\_\_\_\_. b) No, ya tengo casa \_\_\_\_\_.

c) Tengo casa, pero sí quisiera otra \_\_\_\_\_.

#### 2.- ¿De cuántas recámaras quisiera su casa?

a) 1 \_\_\_\_\_. b) 2 \_\_\_\_\_. c) 3 \_\_\_\_\_. d) 4 \_\_\_\_\_. e) Más \_\_\_\_\_.

3.-¿Qué tendría que tener, como mínimo, una casa para que se mudara usted a vivir en ella? (marque todas las opciones que apliquen): a) Recámara \_\_\_\_\_. b) Baño \_\_\_\_\_. c) Cocina \_\_\_\_\_.  
d) Sala \_\_\_\_\_. e) Comedor \_\_\_\_\_. f) Otra: \_\_\_\_\_

(especifique).

#### 4.- ¿Conoce usted las viviendas modulares?

a) Sí \_\_\_\_\_. b) No \_\_\_\_\_.

#### 5.- ¿Estaría dispuesto (a) a adquirir una casa modular?

a) Sí \_\_\_\_\_. ¿Por qué? \_\_\_\_\_(especifique).

b) No \_\_\_\_\_. ¿Por qué? \_\_\_\_\_(especifique).

c) No las conozco, quisiera recibir más información \_\_\_\_\_.

#### 6.- ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por su casa modular?

a) entre 700,000 y \$850,000 pesos \_\_\_\_\_.

b) entre \$600,000 y \$700,000 pesos \_\_\_\_\_.

c) entre \$500,000 y \$600,000 pesos \_\_\_\_\_.

d) entre \$350,000 y \$500,000 pesos \_\_\_\_\_.

e) Otra: \_\_\_\_\_(especifique).

7.- Ordene por prioridad (del 1 al 3, en el recuadro), el tipo de casa que quisiera adquirir, ya sea con recurso propio o combinado con algún financiamiento (bancario o de gobierno):

a) • 31 m<sup>2</sup>

• Recámara (1).

• Baño (1).

• Cocina-comedor.

• Recibidor.

• Área lavado.

b) • 62 m<sup>2</sup>

• Recámaras(2).

• Baño (1).

• Cocina.

• Comedor.

• Sala

• Área lavado.

c) • 77 m<sup>2</sup>

• Recámaras(3).

• Baños (2)

• Cocina.

• Comedor.

• Sala.

• Área lavado.




8.- ¿Cuál sería el monto o cantidad que tendría disponible al mes (en pesos), para pagar un financiamiento? \_\_\_\_\_(especifique).

## Anexo 4.

### Preguntas de Entrevista a personal que labora en taller.

1) ¿Qué actividad desempeña en el taller?

---

---

---

2) ¿Cuánto tiempo tiene trabajando aquí?

---

---

---

3) ¿En qué consiste su operación / actividad?

---

---

---

4) ¿Sigue usted alguna secuencia de pasos para realizar su operación?

---

---

---

5) ¿Podría describir esos pasos?

---

---

---

6) ¿Usa usted algún tipo de máquina o de herramienta en su operación?,  
¿Cuáles?

---

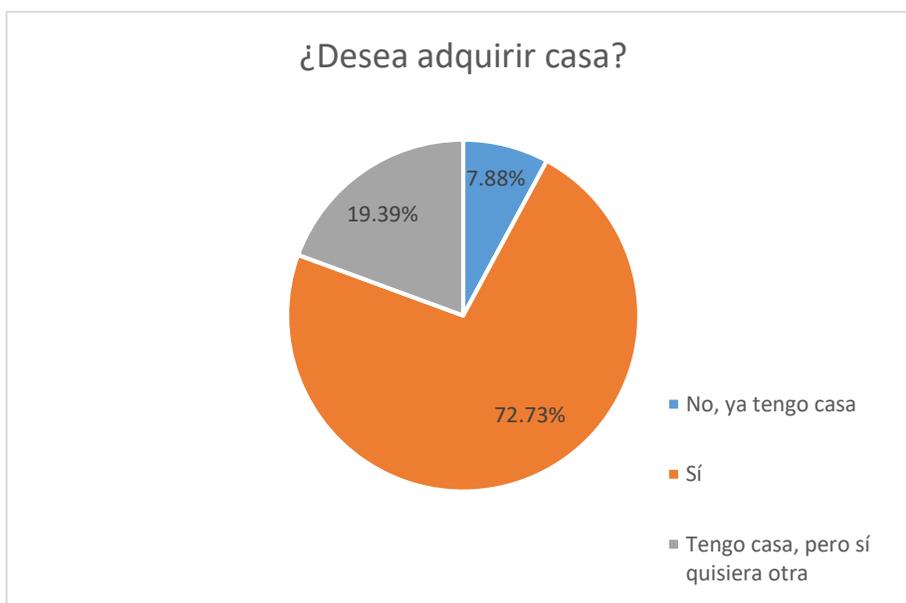
---

---

## Anexo 5.

### Análisis de resultados de la encuesta de nicho de mercado.

De acuerdo a los resultados obtenidos la encuesta del nicho de mercado potencial, la gran mayoría de las personas encuestadas, es decir, 240 personas (que representan el 72.7 % de los encuestados), manifestaron tener interés en adquirir una casa; 64 personas (19.4%) indicaron que ya tenían casa, pero sí estaban interesados en adquirir otra; por último, una minoría de 26 personas (7.9%) indicó que no estaba interesada en adquirir una casa. Esto se muestra en la siguiente gráfica:

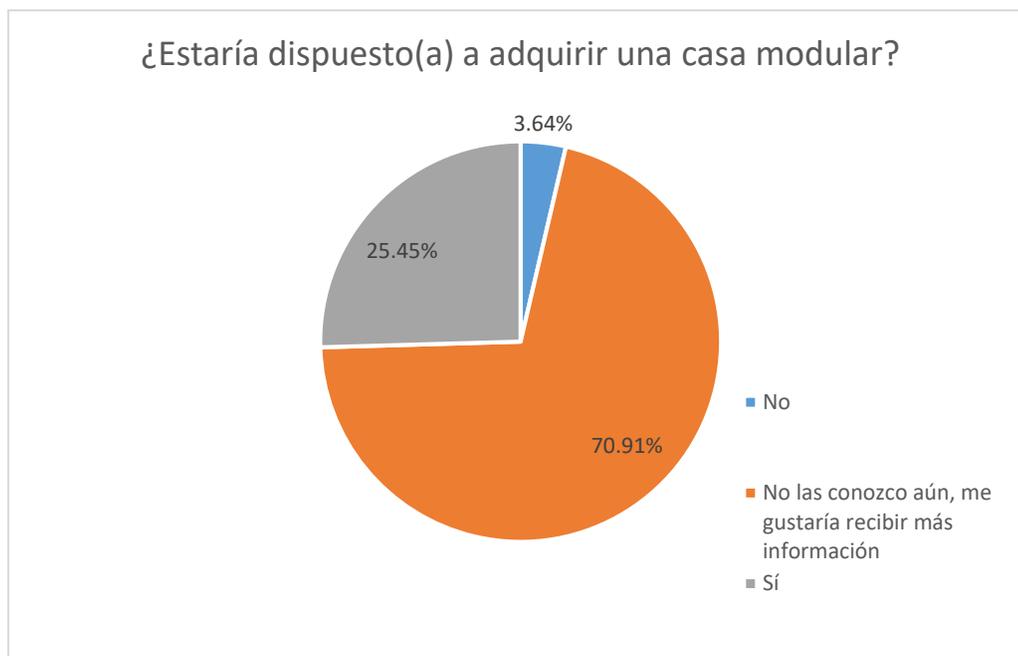


**Figura.** Porcentaje de personas encuestadas que desean adquirir una casa.

Con esta información se puede determinar que, en conjunto, la gran mayoría de las personas encuestadas manifiestan un interés por adquirir una casa, esto es, el 92.1% de las personas (304 personas encuestadas) indicaron tener interés en adquirir una casa, ya sea ésta su primera casa o una casa adicional.

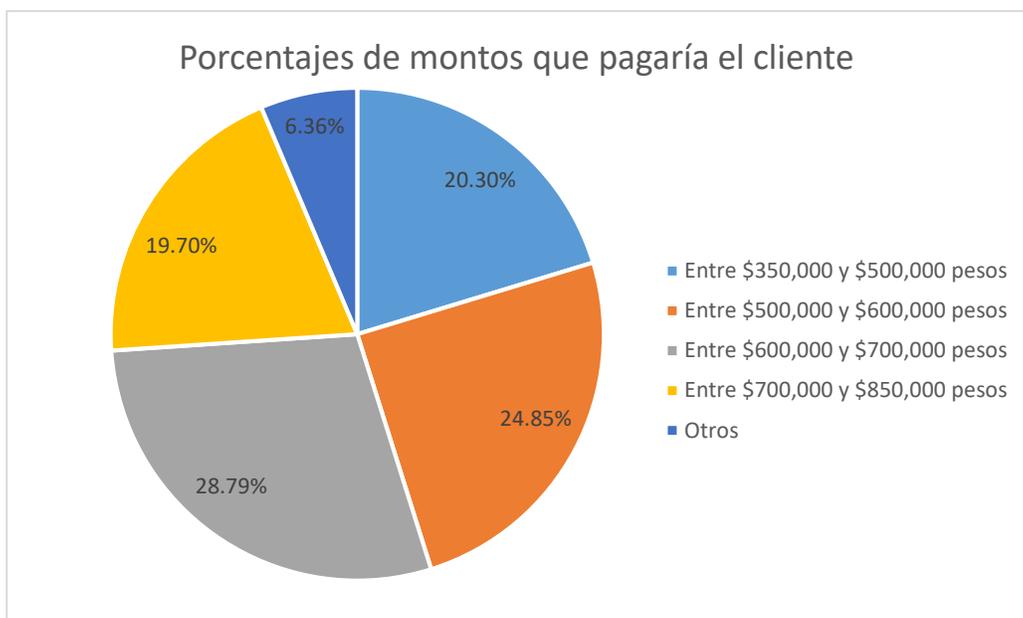
Por otra parte, en relación a la disposición de los encuestados en la adquisición de una casa modular, los resultados fueron los siguientes: casi tres cuartas partes de las personas encuestadas indicaron que no conocen este tipo de vivienda (casas modulares), pero que estarían interesados en recibir mayor información acerca de éstas, estos es, 234 personas (70.9% de los encuestados) no las conocen; mientras que un poco más de una cuarta parte de los participantes en la encuesta, indicó que sí estarían dispuestos a adquirir una vivienda modular, representado por 84 personas encuestadas (25.5%); en cuanto al resto, indicó que no tenían interés en la adquisición de una casa modular, siendo

estos 12 personas (3.6%). A continuación, se presenta una gráfica que plasman la información mencionada anteriormente:



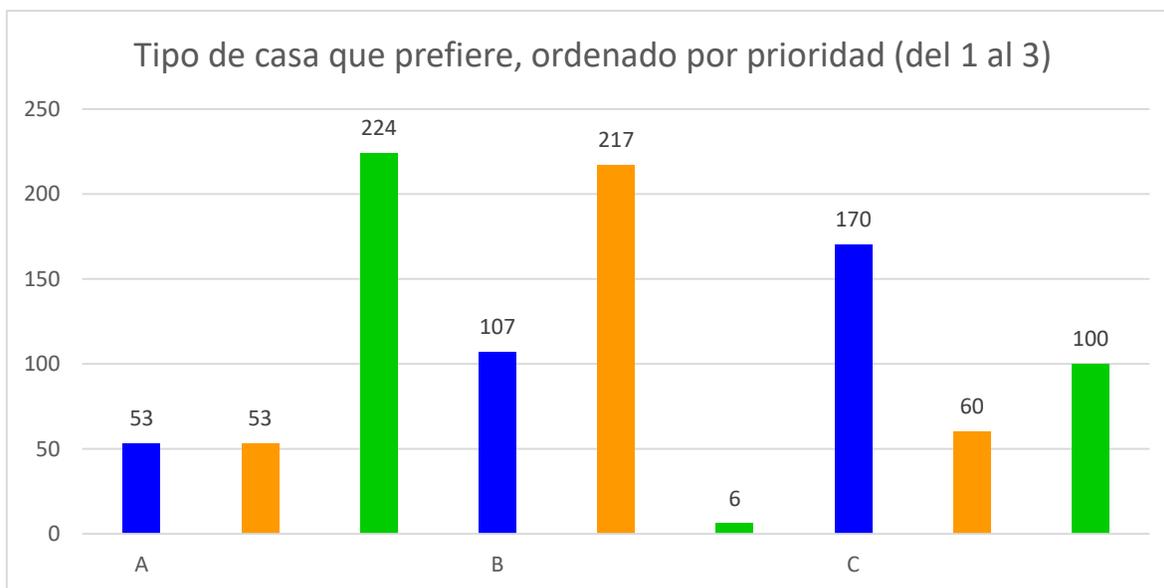
**Figura.** Porcentaje de personas encuestadas que desean adquirir una casa modular.

En relación a los montos que estarían dispuestos a pagar los clientes potenciales, se obtuvieron las siguientes respuestas: 95 personas (representado por el 28.8% de los encuestados) indicaron que estarían dispuestos a pagar montos entre \$600,000 pesos y \$700,000 pesos; 82 personas (24.9% de los encuestados) manifestó que estarían dispuestos a pagar entre \$500,000 y \$600,000 pesos por una casa modular; en cuanto a los rangos de los montos propuestos en la encuesta que se encontraban a los extremos, es decir, el rango más costoso y el más económico, resultaron ser muy similares, con 65 personas (19.7%) dispuestos a pagar entre \$700,000 pesos y \$850,000 pesos, mientras que 67 personas (20.3%) pagarían entre \$350,000 pesos y \$500,000 pesos. Las 21 personas restantes (6.4%), no especificaron un monto porque desconocían el proyecto o ya tenían casa. Se muestra una gráfica a continuación, la cual plasma la información antes mencionada:



**Figura.** Porcentajes de los montos que pagarían los encuestados.

Como complemento a la pregunta sobre qué tipo de casa modular preferían los clientes potenciales, que se mencionó en el Capítulo 4, se presenta esta información. Se les pidió a las personas que indicaran la prioridad, ordenándolas del uno al tres, donde uno sería su primera opción y el tres la última. Las respuestas en cuanto a las otras prioridades, más de la mitad de los encuestados (217 personas, que representan el 65.8%) indicó que la casa Tipo B era su segunda opción; 224 personas (67.9%), opinaron que su última opción sería la casa Tipo A. Enseguida, se presenta una gráfica que indica estos datos:



**Figura.** Prioridad de tipo de casa modular que prefieren los encuestados.

## Anexo 6.

Formato de Diagrama de Flujo de Procesos (ejemplo 1).

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	
		FECHA:	
Nombre del Proceso:		Proceso en: <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio	
		Página:	de
<b>DATOS DE REGISTRO:</b>		<b>DOCTOS. RELACIONADOS:</b>	
	<b>ELABORÓ / REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	(A)
Nombre:			(B)
Firma:			(C)
			(D)
Fecha:			(E)

## Anexo 7.

Formato de Diagrama de Flujo de Procesos (ejemplo 2).

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		REVISIÓN:	
		FECHA:	
Nombre del Proceso:		Proceso en: <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Sitio	
		Página: _____ de _____	
<b>DATOS DE REGISTRO:</b>		<b>DOCTOS. RELACIONADOS:</b>	
	<b>ELABORÓ / REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	(A)
Nombre:			(B)
Firma:			(C)
			(D)
Fecha:			(E)

## Anexo 8.

HETAT S.A. de C.V.		AYUDA VISUAL	
Nombre del Sub-proceso:		REVISIÓN:	
		FECHA:	
Equipo de Protección Personal	<input type="checkbox"/>  Goggles	<input type="checkbox"/>  Máscara de soldar	<input type="checkbox"/>  Botas de seguridad
	<input type="checkbox"/>  Careta	<input type="checkbox"/>  Mascarilla para polvos	<input type="checkbox"/>  Guantes
DATOS DE REGISTRO:		Máquinas y Herramientas:	
	ELABORÓ / REVISÓ	APROBÓ	(A)
Nombre:			(B)
Firma:			(C)
			(D)
Fecha:			(E)

## Anexo 9.

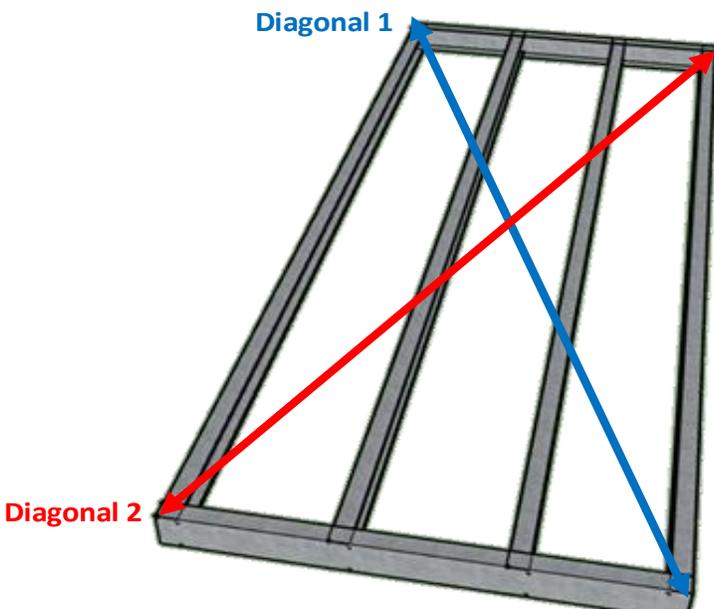
Indicador	Descripción	Criterio	Meta	Medición	Frecuencia	Responsable	Controles
Costos	Monitorear los costos totales que incurren de fabricación del producto.	<70% Excelente	< 100%	$\frac{\text{Costo Real}}{\text{Costo Planeado}} \times 100$	Por proyecto	Director	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de Costos.</li> <li>Presupuesto.</li> </ul>
		70-100% Bueno					
		100-150% Regular					
		150-180% Malo					
		>180% Pésimo					
Utilidad	Medir el rendimiento de la empresa en términos margen de utilidad obtenido.	>100% Excelente	> 100%	$\frac{\% \text{ Utilidad Real}}{\% \text{ Utilidad Plan.}} \times 100$	Por proyecto	Director	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presupuesto.</li> </ul>
		100% Bueno					
		70-99% Regular					
		>70% Malo					
Calidad en los procesos	Garantizar la buena calidad de los procesos de construcción y del producto.	<2% Excelente	< 5%	$\frac{\text{No. Desp.} + \text{No. Ret.}}{\text{Total Producido}} \times 100$	Mensual	Ingeniero	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longitud de corte.</li> <li>Dimensión y escuadra de bastidor.</li> </ul>
		2-5% Bueno					
		5-15% Regular					
		15-25% Malo					
		>25% Pésimo					
Capacitación del personal	Brindar la capacitación adecuada al personal de la empresa, en los procesos de ésta.	>90% Bueno	≥ 95%	$\frac{\text{No. Cap. Impart.}}{\text{No. Cap. Plan.}} \times 100$	Semestral	Ingeniero	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Cap.</li> <li>Lista de asistencia a capacitación.</li> </ul>
		70-90% Regular					
		<70% Malo					
Cumplimiento	Verificar el nivel de cumplimiento de la empresa con el cliente, en términos de tiempo de entrega.	< 100% Bueno	≤ 100%	$\frac{\text{FER}}{\text{FEP}} \times 100$	Por proyecto	Ingeniero	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avance del Proyecto.</li> <li>Presupuesto.</li> </ul>
		100-180% Regular					
		> 180% Malo					
Satisfacción del Cliente	Determinar el nivel de satisfacción del cliente con el producto y servicio, y conocer la impresión de la empresa en el cliente.	5 - Excelente	≥ 4	Encuesta de satisfacción del cliente.	Por proyecto	Ingeniero	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta de satisfacción del cliente.</li> </ul>
		4 - Bueno					
		3 - Regular					
		2 - Malo					
		1 - Pésimo					

## Anexo 10.

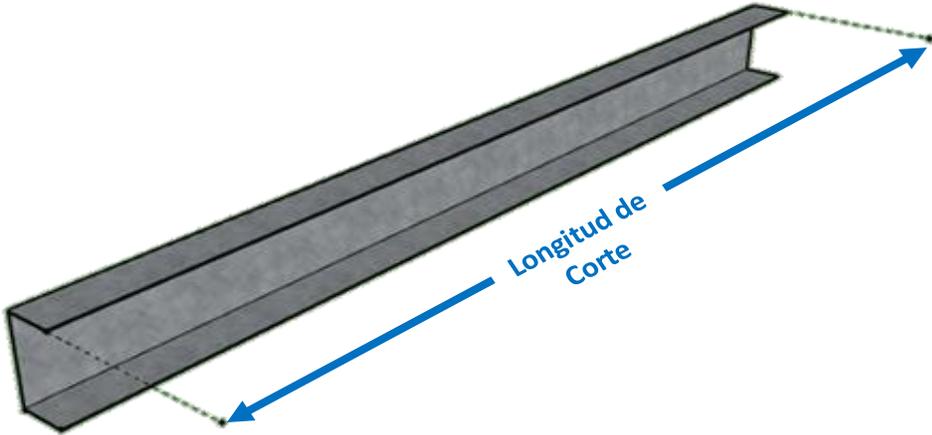
Formato de Control de Costos.

<b>PROYECTO:</b>	No. clave del proyecto	<b>CÓDIGO:</b>	Código elemento			
<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Descripción breve del elemento (e.g. bastidor de piso, muro, etc.).</p>						
Artículo	Pres.	Precio	Uso	Unid.	PU	Importe
<b>Bastidor de Metal</b>						
<i>Lista de materiales del artículo.</i>						
<b>Forros</b>						
<i>Lista de materiales del artículo.</i>						
<b>Insulación</b>						
<i>Lista de materiales del artículo.</i>						
<b>TOTAL</b>						<b>\$0.00</b>

## Anexo 11.

HETAT S.A. de C.V.		Control de Dimensiones y Escuadra de Bastidor.			
Proyecto:		Nombre:			
Fecha:		Hora:			
Código:		Descripción:			
Especificación:					
Diagonal 1 y 2 (cm):		entre	_____	y	_____
					
Registro de datos					
Dimensión (cm)	Muestra				
	1	2	3	4	5
Diagonal 1:					
Diagonal 2:					
Criterio de Aceptación.		Observaciones:			
Aceptado:	<input type="checkbox"/>				
Rechazado:	<input type="checkbox"/>				
Verificó:					
Nombre:					
Firma:					

## Anexo 12.

HETAT S.A. de C.V.		Longitudes de Corte	
Proyecto:		Nombre:	
Fecha:		Hora:	
Código:		Descripción:	
Especificación:			
Longitud de Corte (cm):      entre      _____      y      _____			
			
Registro de Datos		Criterio de Aceptación	
Muestra	Longitud (cm)	Aceptado:	<input type="checkbox"/>
1		Rechazado:	<input type="checkbox"/>
2		Observaciones	
3			
4			
5			
Verificó:			
Nombre:		Firma:	

## Anexo 13.

HETAT S.A. de C.V.		Control de Avances del Proyecto		
Proyecto:		Nombre Proyecto:		
Fecha de Solicitud:		F.E.P.:		F.E.R.:
<b>Registro</b>	Fecha Inicio:		Fecha Fin:	
Elemento Constructivo	Avance			
Piso	Hecho	Pendiente	N/A	Observaciones:
Bastidor de piso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Insulación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Instalación hidráulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Instalación sanitaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Recubrimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Orificios muebles de baño	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muros	Hecho	Pendiente	N/A	Observaciones:
Bastidor de muro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Muro fijado al piso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Recubrimiento Exterior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Insulación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Instalación hidráulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Instalación eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Instalación de gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Recubrimiento Interior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cubierta	Hecho	Pendiente	N/A	Observaciones:
Bastidor de cubierta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Plafón de cielo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Insulación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Instalación eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Conexiones eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cubierta fijada a muros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Recubrimiento Exterior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acabados	Hecho	Pendiente	N/A	Observaciones:
Junteo de muros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Puertas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ventanas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lámparas fijadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tapas eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acabado en pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zoclos y molduras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

F.E.P. = Fecha de Entrega Programada.  
F.E.R. = Fecha de Entrega Real.  
N/A = No Aplica.

## Anexo 14.

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>					<b>Programa de Capacitación</b>						
No.	Título de la Capacitación.	Expositor	Hrs. Prog.	Hrs. Imp.	M1	M2	M3	M4	M5	M6	% Cump.
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
<b>Revisó:</b>		<b>Aprobó:</b>			<i>Hrs. Prog.</i> = horas programadas.						
Nombre:		Nombre:			<i>Hrs. Imp.</i> = horas impartidas.						
Fecha:		Fecha:			<i>% Cump.</i> = Porcentaje de cumplimiento.						

## Anexo 15.

HETAT S.A. de C.V.		Lista de Asistencia a Capacitación.		
Fecha:		Hora de Inicio:		
Lugar:		Hora de terminación:		
Título Capacitación:				
Impartida por:				
No.	Nombre	Puesto	Firma	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

## Anexo 16.

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		<b>Cálculo de Presupuesto</b>	
El cliente es:			
<b>Persona Física:</b> <input type="checkbox"/>			
Nombre:			Tel. (fijo):
Cel:		e-mail:	
<b>Persona Moral:</b> <input type="checkbox"/>			
Empresa:			Contacto:
Cargo:		Tel. (fijo):	Ext:
Cel:		e-mail:	
<b>Fecha Solicitud:</b>		<b>Fecha Envío:</b>	
<b>Terreno:</b> Propio (del cliente): <input type="checkbox"/>		Incluir en presupuesto: <input type="checkbox"/>	
¿Requiere cimentación?:		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Ubicación:			Área Const.:
Número de Recámaras:		Número de Baños:	
<b>Requerimientos Especiales:</b>			
Número de Plantas:      1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Más: _____			
<b>Tipo de Proyecto Sugerido:</b> _____			
<b>COSTOS:</b>	<b>Monto:</b>	<b>Observaciones:</b>	
Materiales:			
Mano de Obra			
Costos Indirectos:			
Cimentación:			
Transportación:			
<b>COSTO TOTAL:</b>			
Margen de Utilidad:			
<b>PRECIO DE VENTA:</b>			
Firma del Cliente: _____			
<b>ELABORÓ:</b>		<b>APROBÓ:</b>	
Nombre: _____		Nombre: _____	
Fecha: _____		Fecha: _____	
Firma: _____		Firma: _____	

## Anexo 17.

<b>HETAT S.A. de C.V.</b>		<b>Encuesta de Satisfacción del Cliente</b>							
<b>Nombre:</b> _____									
<b>Fecha:</b> _____		<b>Empresa:</b> _____ (si aplica)							
<b>Producto Adquirido:</b> _____									
<b>Estimado cliente:</b>									
Nosotros, la empresa HETAT S.A. de C.V. le pedimos de la manera más atenta, nos yude a constestar esta breve encuesta, con la finalidad de conocer su opinión y el grado de satisfacción en relación a la adquisición de uno de nuestros productos. De igual modo, es muy importante para nosotros saber qué impresión hemos logrado en usted, como empresa.									
Por favor indique su grado de satisfacción, calificando de acuerdo al siguiente criterio:									
<b>1. PÉSIMO</b>		<b>2. MALO</b>		<b>3. REGULAR</b>		<b>4. BUENO</b>		<b>5. EXCELENTE</b>	
<b>Preguntas:</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>			
<b>Producto:</b>									
El aspecto del producto me parece:									
Los acabados del producto son:									
El funcionamiento del producto me parece:									
¿Cómo le pareció la calidad del producto en general?									
<b>Servicio:</b>									
La rapidez de entrega del presupuesto fue:									
La atención del personal previo a la compra fue:									
La atención del personal en postventa es:									
¿Cómo le pareció el servicio en general?									
<b>Cumplimiento:</b>									
Respecto a lo acordado, el tiempo de entrega fue:									
El presupuesto respecto al precio de venta, fue:									
El cumplimiento en tiempo y precio me pareció:									
<b>Impresión de la Empresa:</b>									
En términos generales, ¿Qué impresión le ha dado la empresa?									
<b>Comentarios o Sugerencias:</b>									