



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PÁNELES  
DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA  
EN EL ÁREA RURAL**

**Walter Adolfo Tobar Fuentes**  
**Asesorado por el Ing. Hugo Roberto Oliva Merino**

**Guatemala, noviembre de 2009.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PÁNELES  
DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA EN  
EL ÀREA RURAL**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR:**

**WALTER ADOLFO TOBAR FUENTES  
ASESORADO POR EL ING. HUGO ROBERTO OLIVA MERINO  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO INDUSTRIAL  
GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PÁNELES  
DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA EN  
EL ÁREA RURAL,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto del 2006



**Walter Adolfo Tobar Fuentes**

Guatemala, Junio del 2009

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera,  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial,  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Estimado Ingeniero

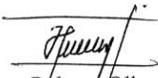
De acuerdo con la disposición de esa dirección he realizado la asesoría del trabajo de graduación:

**PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PANELES DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA EN EL ÁREA RURAL.**

Presentado por el estudiante universitario Walter Adolfo Tobar Fuentes, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

En mi calidad de asesor me permito comunicarle que este documento fue revisado y lo encuentro enteramente satisfactorio, Estimo que constituye un valioso aporte a nuestra sociedad y al país y que llena los requisitos exigidos por la facultad, por ello me permito someterlo a su consideración para su aprobación.

Agradeciendo su atención me suscribo atentamente,

  
Ing. Hugo Roberto Oliva Merino  
Colegiado No. 6905  
Asesor de trabajo de graduación

**HUGO ROBERTO OLIVA MERINO**  
Ingeniero Civil Administrativo  
Colegiado: 3388

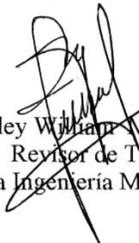
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PANELES DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA EN EL ÁREA RURAL**, sentado por el estudiante universitario **Walter Adolfo Tobar Fuentes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
*Ing. Frisley Mendizabal*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 6905  
Ing. Frisley William Mendizabal Tánchez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2009.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PÁNELES DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA EN EL ÁREA RURAL**, presentado por el estudiante universitario **Walter Adolfo Tebar Fuentes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2009.



/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.485.09

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROCESO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL DE PANELES DE POLIURO-METAL COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA VIVIENDA EN EL ÁREA RURAL**, presentado por el estudiante universitario **Walter Adolfo Tobar Fuentes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2009.

/cc

## **DEDICATORIA A:**

### **DIOS**

Por su infinito amor, por su gracia al concederme conocerlo, por proveerme de salud, y con su divina luz iluminar mi camino para alcanzar este momento.

### **MIS PADRES**

Adolfo Tobar y Ana Raquel de Tobar por estar conmigo en todo momento, por confiar en mí y por ser ejemplo en mi vida, los amo.

### **MI ESPOSA**

Cyntia Aguirre, por tu paciencia, comprensión y por apoyarme siempre.

### **MIS HIJOS**

Walter, Josué, David y Cyntia Karina, por ser mi inspiración en la vida.

### **MIS HERMANOS**

Juan Carlos y Julio Roberto, por compartir siempre conmigo.

### **MIS SUEGROS**

Milton Aguirre y Reyna de Aguirre, a quienes amo con todo mi corazón.

- MIS TÍOS** Josué, Gloria, Oswaldo, Sara, Hilda, Evaristo Carlos, Francisca, Marta, Hernán y Lila.
- MI TÍA** Elsa, por sus cuidados para conmigo de niño.
- MIS CUÑADOS** Francisco, Maribel, Denís, Sabina
- MIS CUÑADOS** Renato y Karina, que el Señor los tiene en su seno, por los años que compartimos juntos.
- MIS SOBRINOS** Sabina Andréa, Juan Carlos, Adolfo, Fernanda, Raquel, María André, María Belén y Marcos.
- MIS CATEDRÁTICOS** Ing. Francisco Gómez, Ing. Sydney Samuels, Inga. María Colmenares, Ing. Roberto Valle, Ing. Ismael Jerez, con cariño.
- MIS AMIGOS** General Carlos Aldana, Ing. Hugo Oliva, Ing. Alfredo Montenegro, Lic. Gerardo Cortés, Joaquín Arango, Antonio Espinoza, Hugo Fuentes.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Por los conocimientos adquiridos y permitirme ser un profesional de tan prestigiosa universidad.

Y a usted. Gracias.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1 DISEÑO DE VIVIENDA PREFABRICADA</b>	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Perfil de la compañía	4
1.3 Producto a desarrollar	5
1.4 Breve historia de la industria de la construcción en el país	5
1.4.1 Situación geográfica	6
1.5 Elaboración de planos	9
1.6 Elaboración del manual de fácil instalación para el usuario	17
1.7 Cuantificación de materiales	22
1.8 Integración de materiales	26
1.9 Análisis estructural	26
<b>2 PROCESO DE PRODUCCIÓN</b>	
2.1 El proceso productivo	29
2.2 Toma de tiempos	30
2.3 Diagrama de operaciones	31
2.4 Balance de líneas	33
2.5 Descripción de las instalaciones	34



2.5.1	Disposición de la planta	34
2.5.2	Recurso de personal	34
2.6	Programa de mantenimiento	39
2.6.1	Inventario de maquinaria	40
2.6.2	El programa de mantenimiento	40
2.6.3	Guía para el mantenimiento preventivo	40
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DEL COSTO</b>	
3.1	Elementos del costo	41
3.2	Márgenes brutos para la empresa	43
3.3	Estados financieros proyección anual de perdidas y ganancias	45
3.4	Determinación de los costos de la vivienda	47
3.5	Comparación con los costos actuales de construcción tradicional	48
3.6	Punto de equilibrio	53
<b>4</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO</b>	
4.1	El plan de mercadeo	57
4.2	Datos estadísticos	58
4.2.1	Patrones de uso	58
4.2.2	Preferencias	59
4.2.3	Hábitos de compra	60
4.3	Definición del producto	63
4.4	Mercado potencial	65
4.5	Promoción y publicidad	67
4.6	Preparación promocional	68
4.7	Promociones de ventas	69



4.8	Distribución desde el lugar de origen hacia el destino	70
4.9	Estrategia de establecimiento de precios	71
<b>5</b>	<b>ESTUDIO FINANCIERO</b>	
5.1	Análisis de seguimiento	73
5.2	Estudio estadístico	79
5.2.1	Complejidad del negocio	79
5.2.2	Principales problemas y resistencias en la aceptación del producto de acuerdo a la investigación realizada	80
	<b>CONCLUSIONES</b>	83
	<b>RECOMENDACIONES</b>	85
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	87
	<b>ANEXOS</b>	89



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Planos constructivos	9
2	Figura del panel de poliuro-metal	18
3	Figura de unión de paneles	19
4.	Figura de cimentación	21
5	Diagrama de Operaciones del Proceso	32
6	Gráfico del punto de equilibrio	55
7	Gráfica de patrones de uso de vivienda	59
8	Gráfica de preferencia de los usuarios	60
9	Gráfica de hábitos de compra	61
10	Gráfica de preferencia de pago	62
11	Fotografías de la vivienda	73

## TABLAS

I	Cuadro de integración de materiales	26
II	Cuadro de análisis estructural	27
III	Balance de líneas	33
IV	Cuadro de costos y gastos	44
V	Estado de Resultados proyectados	45
VI	Balance General de apertura	46
VII	Integración de costos de vivienda de poliuro-metal	48



VIII	Integración de costos de fabricación e instalación con poliuro-metal	49
IX	Integración de costos de vivienda de block	50
X	Integración de costos de fabricación e instalación con block	51
XI	Fórmulas del punto de equilibrio	54



## GLOSARIO

<b>Carga axial</b>	Fuerza aplicada sobre un elemento de manera perpendicular a éste.
<b>Carga muerta</b>	Peso aplicado a una superficie, el cual está compuesto por los elementos de la superficie en si misma y además no varía.
<b>Carga viva</b>	Peso variable aplicado sobre una superficie, compuesto por mobiliario, personas y otros.
<b>Censo</b>	Padrón o lista estadística.
<b>Densidad</b>	Relación entre la masa y el volumen.
<b>Encofrado</b>	Colocación de sostenes o topes de madera o aluminio para retener el concreto colocado en su superficie.
<b>Ingreso pasivo</b>	Ingresos que se reciben sin realizar un mayor esfuerzo, debido a inversiones o herencias que los generan.
<b>In situ</b>	Realizado en el lugar.
<b>Mampostería</b>	Obra realizada con block unido con mortero de arena y cemento, columnas de concreto y hierro armado.
<b>Poliuretano</b>	Resultado de la combinación de Isocianato y Polioli.
<b>Poliuro-metal</b>	Estructura rígida metálica que contiene poliuretano de material de relleno y malla en exteriores. Para la construcción de viviendas.
<b>Segmento</b>	Subgrupo de personas que muestran características similares entre ellos y comparten algunas necesidades y atributos especiales.



## RESUMEN

Dada la carencia de vivienda que sufre nuestro país y la limitante económica de desarrollar proyectos constructivos por los altos costos que estos representan, se ha desarrollado un sistema constructivo totalmente nuevo, basado en una idea inédita de fabricación de paneles de poliuro-metal, los cuales se componen de una estructura metálica que contiene espuma de poliuretano como material de relleno y una malla para el soporte de morteros.

Estos paneles pueden ser fabricados dentro de una planta, bajo un proceso industrial que permite manejar economías de escala, obteniendo costos bajos en la producción, estandarización de operaciones, incremento en la productividad y otros. Dichos paneles presentan características inmejorables como la impermeabilidad, aislamiento de audibilidad, aislamiento térmico, generando condiciones de temperatura de 24°C en el interior de la vivienda bajo condiciones de calor de 40°C en el exterior, y en condiciones de frío de 18°C en el interior de la vivienda comparada con 0°C en el exterior de la misma, además de bajo peso, fácil de transportar, fácil de instalar posibilidad de producción en serie, mínimo tiempo de ejecución, construcción antisísmica y de costo bajo.

La presentación final es de un acabado fino, repellada y con cernido o aplicaciones de textura plástica o colocación de fachaletas, el montaje y el ensamble es sencillo de realizar y no necesita de mano de obra calificada. En caso que se quiera trasladar esta vivienda por cualquier motivo al cabo del tiempo, es posible realizar esta operación desmontando los paneles y trasladándolos al nuevo destino. Si fuera necesario trasladar los paneles a



regiones muy remotas y en caso que en esta no exista energía eléctrica, es posible trasladar los paneles ya con ventanas y puertas instaladas.

Los paneles de poliuro-metal no tiene limitante, ya que pueden adquirir casi cualquier forma de construcción desarrollando curvas, inclinaciones, y demás, su uso no se limita solamente a viviendas ya que pueden ser utilizados en construcciones de garitas de seguridad, bodegas, almacenes, edificios escolares que representan una gran necesidad en el país en este momento, y otros.

El sistema constructivo de paneles de poliuro-metal es además totalmente amigable con el medio ambiente y no presenta impacto ambiental en su construcción pues los metales son materiales reciclables, y los poliuretanos son fabricados bajo estrictos controles de calidad en países desarrollados. Además al no requerir madera para realizar encofrados contribuyen a salvar bosques ofreciendo así una excelente alternativa de construcción, que permite desarrollar proyectos constructivos de vivienda para todos.



# OBJETIVOS

## General

Desarrollar mediante un diseño técnico industrial, un tipo de construcción prefabricada, de bajo costo, que sea fácil de ensamblar y de transportar, que presente una alternativa para cubrir en parte la demanda nacional de viviendas y con ello se reduzca el déficit tanto habitacional como de edificios escolares en Guatemala.

## Específicos:

1. Determinar la posibilidad de fabricación de viviendas de poliuro-metal, mediante un proceso de fabricación en serie, dentro de una planta de producción.
2. Establecer los costos de producción de la vivienda de poliuro-metal propuesta.
3. Realizar una comparación de costos entre el sistema constructivo de poliuro-metal y el sistema tradicional de mampostería.



## INTRODUCCIÓN

La fabricación de casas con muros prefabricados de estructura metálica y poliuretano de ensamble fácil, rápido y de bajo costo, como una alternativa de vivienda en el área rural y para casos de emergencia nacional, es importante debido a que representa un diseño y un proceso nuevo de fácil construcción, el cual permite ser desarrollado en su totalidad en una planta de producción para luego ser transportado hacia el lugar de destino donde será ensamblado por el usuario con herramientas sencillas y básicas, sin necesidad de conocimientos técnicos de construcción.

El diseño propuesto permite bajo costo al prescindir de columnas y cimentaciones de concreto armado, ahorrando esfuerzos en encofrados y desencofrados y en la obtención de formaletas, muchas difíciles de conseguir.

El sistema es totalmente amigable con el medio ambiente ya que el hierro es un material amigable, y como se proyecta no necesita de madera que va en contra de la naturaleza de los bosques.

Una de las bondades de este proyecto es, por ejemplo, en caso de una emergencia o de una catástrofe como la recién ocurrida en Guatemala por el huracán Stan, es mucho más fácil transportar estas viviendas que llevar todo el material necesario para construirla en el lugar por los métodos tradicionales, y por ser de fabricación en planta, se pueden crear líneas de producción eficientes con una alta productividad que permiten bajos costos, mayor calidad en el producto terminado y el eficaz desarrollo del personal involucrado.

# 1 DISEÑO DE VIVIENDA PREFABRICADA

Las viviendas prefabricadas son aquellas que son previamente construidas en forma parcial o total antes de ser instaladas en el destino final de la obra, la propuesta de la vivienda de poliuro-metal, ofrece ser una excelente alternativa para reducir el déficit habitacional del país, ya que puede ser fabricada industrialmente, mediante un proceso productivo en línea dentro de las instalaciones de una planta se puede construir una gran cantidad de viviendas en tiempos cortos y con una alta productividad sin importar las inclemencias del tiempo que afectarían un construcción *in situ*, para luego proceder a transportarla y ensamblarla en el destino final de la obra, permitiendo darle acabados finales como cernidos o blanqueados de primera calidad como si se tratara de una construcción de mampostería. El poco peso de la misma la hace ideal para colocarla sobre segundos niveles y facilita el transporte y su manipulación, por su estructura es antisísmica y por el confinamiento de sus muros es muy confortable ante los cambios de temperatura minimizando además los sonidos a través de éstos, su ensamblaje no requiere más que horas o a lo sumo un día de trabajo, los paneles de poliuro-metal pueden transportarse con ventanas y puertas de una vez instaladas desde la planta, evitando así pérdidas en tiempos de instalación de éstas o reduciendo totalmente el esfuerzo que habría que hacer en regiones del interior donde no cuentan con energía eléctrica. En zonas donde exista un alerta de evacuación por cualquier motivo y/o por cumplir el deseo de sus propietarios, estas viviendas de muro de poliuro-metal permiten ser desmontadas y ser reinstaladas en otro lugar.

Los paneles de poliuro-metal pueden tener múltiples aplicaciones, pueden ser utilizados en escuelas, salones, garitas, viviendas, y otros, así como también en la construcción de losas.

## **1.1 Antecedentes**

Según los datos obtenidos por el último Censo de población realizado en Guatemala en el año 2002, indican que el país tiene 11.2 millones de habitantes de los cuales el 54% vive en el área rural y el 46% en áreas urbanas. Así mismo el 56% son pobres y de ese segmento el 40% se encuentra en situación de extrema pobreza.

Con respecto a la vivienda, el 46.42% de los 2,200,608 hogares guatemaltecos carecen de una vivienda adecuada, por lo que habitan con diferentes privaciones, como falta de servicios básicos o infraestructura entre otros, hacinamiento, deterioro de la vivienda, condiciones de ilegalidad de la propiedad, agregado familiar, pago de alquileres sujetos a alzas sin regulaciones.

Esto es debido a muchos factores como la pobreza, economía informal sin acceso a créditos, poblaciones devastadas a consecuencia de las recientes tormentas que han azotado al país en los últimos años, como el huracán Mitch en el año 1998 o la Tormenta Stan en el año 2004, formación de familia a muy temprana edad sin el soporte económico suficiente para adquirir una vivienda, trayendo como consecuencia el hacinamiento en sus viviendas de origen o en palomares donde alquilan un pequeño cuarto a un precio de cierta manera accesible. También hay poblaciones que no cuentan con edificios para escuelas, Siendo la educación la base para el desarrollo familiar y del país. Según la investigación, el viceministro de vivienda basado en las estadísticas del XII Censo de Población y X de habitación (2002), determinó que el déficit de viviendas afecta a 1, 021,592 hogares.

El déficit habitacional por falta o deficiencia en las viviendas, incluye dos categorías:

1. Déficit cuantitativo que abarca a 410,097 hogares que carecen de vivienda.
2. Déficit cualitativo 611,495 viviendas que necesitan mejorarse.

Algunos estudios y sectores sociales plantean que las cifras anteriores están subestimadas, ya que no incluyen en el déficit cualitativo a las viviendas que carecen de servicios básicos y a las que se construyeron en terrenos no legalizados, por lo que el déficit cualitativo sobrepasa al millón y medio de unidades.

La industria de la construcción tradicional enfrenta diversos inconvenientes como el desperdicio, pérdida, o robo de materiales, manejo de inventarios, necesidad de mano de obra calificada, demasiado peso que obliga a tener estructuras más robustas para mayor número de niveles, suciedad, tiempos muy largos en la ejecución de las obras, entre otros. De ahí surge la necesidad de contar con un tipo de vivienda que exima este tipo de inconvenientes, que presente características prácticas para su ejecución dando participación a la comunidad en el montaje, sin necesidad de requerir mano de obra calificada, que optimice los recursos financieros y naturales, con un diseño modular, progresivo, que mejore la calidad de vida de las familias.

Por eso es necesario un diseño de vivienda que sea fabricado en planta, formado por paneles o tableros de medidas Standard o bajo medida (según planos), que contemplen la instalación de ventanas, puertas, instalaciones eléctricas. Dichos paneles están conformados por marcos de estructura metálica rígida, la cual envuelve por medio de una malla metálica a una placa de poliuretano que quedará como relleno central de la pared, la misma será

luego repellada y cernida como acabado final, se puede utilizar sabieta (cemento, arena, agua, fibra) para el área urbana, y barro con zacate al estilo del bajareque, para el área rural, optimizando así los recursos naturales de la región.

Este tipo de construcción es más versátil que la mayoría de tipos de construcción actualmente conocidos, pues resulta muy práctico instalar los paneles en el lugar destinado para la vivienda, los cuales pueden ser fácilmente acoplados, además en los mismos ya vienen instaladas las ventanas y puertas, así como ductos con cables eléctricos y cajas para los apagadores o tomacorrientes, los paneles contemplan las pendientes necesarias para las caídas de agua, para colocar posteriormente lámina o losa fundida con los mismos tipos de paneles.

La vivienda prefabricada presenta una serie de ventajas con respecto al tipo de construcción tradicional, el diseño que se presenta es una propuesta sencilla, pero eso no implica que se puedan desarrollar diseños más elaborados. La propuesta consiste en la elaboración de paneles de Poliuro-metal, fabricados dentro de una planta, para luego proceder al transporte y montaje en el lugar de destino y darle el acabado final, el cual consiste en aplicación de repellos y cernidos.

## **1.2 Perfil de la compañía:**

Estructuras Metálicas Montecristo, nace en el año 1994 con el propósito de satisfacer parte de la demanda nacional en la fabricación y montaje de estructuras metálicas y herrería, incursionando recientemente en el área de hierro forjado. Se encuentra ubicada sobre la nueva autopista hacia el Atlántico en el Km. 22.5.

Sus instalaciones cuentan con un terreno de 18 mts. de frente por 94 mts. de fondo en el cual existe instalada una bodega de trabajo de 9 mts. de frente por 23 mts. de fondo y 5 mts. de altura, tiene un mezanine para oficinas, 2 líneas telefónicas, parqueo para 8 vehículos. Maquinaria y equipo distribuidos en sus respectivas áreas de corte, armado, soldadura, y pintura.

### **1.3 Producto a desarrollar**

Las casas prefabricadas de poliuro-metal son un concepto nuevo en el mundo, ya que siendo una idea inédita, que consiste en integrar paneles de estructura metálica con poliuretano en su interior sujeto con malla, los mismos pueden ser elaborados en planta en medidas Estándar o según el plano a ejecutar, y transportándolos al lugar de destino en un vehículo adecuado, procediendo luego a su instalación, aplicación de repello, cernido o acabados deseados en la obra de destino como parte final del proceso.

### **1.4 Breve historia de la industria de la construcción en el país**

A partir del año de 1976 y como consecuencia del terremoto que azotó a Guatemala, la industria de la construcción cambió radicalmente, de tal manera que las casas de adobe y teja que era el tipo de construcción que imperaba en ese momento y sobretodo en el interior de la república se vieron devastadas a consecuencia del siniestro. Por lo que cobró fuerza la construcción de mampostería con columnas y vigas de hormigón armado y losas de diferentes tipos, considerando así un tipo de construcción más sólida y resistente a cualquier eventualidad. Actualmente en Guatemala recién empieza a aceptarse el concepto de construcción prefabricada y la utilización de materiales no tradicionales de tecnología importada. Entre los principales tipos de construcción que han alcanzado aceptación se encuentran las casas de

concreto fundidas in situ, que requiere de la movilización de placas de aluminio para realizar el encofrado.

Otra alternativa son las casas de madera tipo canadienses que utilizan diseño y tecnología americana. También dentro de la industria de la construcción nacional han incursionado las casas de planchas de fibrocemento, las cuales han tenido muy poca aceptación. Entre los materiales que ya cuentan con una buena aceptación cabe mencionar el electro panel, que es una armazón de alambre que contiene una plancha de poliestireno la cual se repella para alcanzar la resistencia y acabado deseado.

También existen planchas de concreto fundidas en planta, las cuales se integran para dar forma y volumen de una pared o vivienda. Por lo tanto el Guatemalteco cuenta con variedad de sistemas constructivos por lo que ha empezado a aceptar en su mayoría los diferentes tipos de construcción que la industria nacional e importada le presentan, bastará evaluar las diferentes alternativas de construcción así como ventajas y desventajas de cada una para tomar la decisión que le brinde lo que mejor considere.

#### **1.4.1 Situación geográfica**

Después de los daños ocurridos a causa de la tormenta Stan en Guatemala en Octubre del 2005, La Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, presentó el siguiente informe:

...“Aproximadamente 12,445 viviendas sufrieron daños, en diversos grados de afectación, de acuerdo con las características estructurales y tipo de suelos de las áreas afectadas.

Los daños físicos se han estimado en 111 millones de quetzales. Una parte de dichas viviendas está situada en lugares vulnerables, por lo que no es recomendable su rehabilitación.

Se estima en unas 6,000 viviendas rescatables, a cuyo propósito apunta”...

...”Aproximadamente 5,515 viviendas resultaron destruidas, dejando a la población en condiciones muy precarias. Los daños físicos se han estimado en 250 millones de quetzales. Una parte de dichas viviendas estaba situada en lugares vulnerables, por lo que no es recomendable su reconstrucción en el mismo lugar.

Se estima que unas 4,000 viviendas podrían asentarse en lugares seguros, resultando necesario apoyar a dicha población”...

Razón por la cual se propone iniciar en el año 2006 un proyecto de reconstrucción nacional, con una duración aproximada de 3 años, designando como Organismo nacional encargado al Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Comunicaciones, como ente coordinador, en conjunto con los entes públicos y privados que se les asigne esta tarea. Con actividades como: Selección de sitios, Elaboración de diseños, Selección de la población a apoyar, Elaboración de la estrategia de atención de las obras y beneficiarios según su grado de necesidad.

Fuente: R. Zapata Martí, Punto Focal de Evaluación de Desastres, CEPAL, 7/Nov./2007

Esperando como resultado del proyecto contribuir con la reconstrucción, en forma correcta, de las viviendas que fueron destruidas, especialmente aquellas que están vinculadas a la reactivación de los diferentes sectores productivos del país. Asignando un monto como Inversión total requerida: 260.000,0 (M Q) los cuales serán financiados.

Por lo que un tipo de vivienda armable con las características presentadas por el panel de poliuro-metal es una buena alternativa de construcción.

Inicialmente el desarrollo de este tipo de vivienda se circunscribirá a la comercialización de casas en la ciudad capital, preferentemente dirigido como mercado objetivo a aquellas personas que ya poseen una vivienda pero desean ampliarla o construir una nueva vivienda en el segundo nivel con propósitos de ocuparla por miembros de la familia o darla en alquiler como generación de un ingreso pasivo.

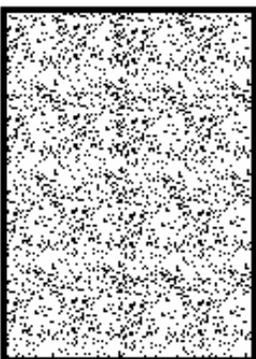
Otro mercado pueden ser garitas de vigilancia, bodegas de almacenamiento, cerramientos de oficinas, salones comunales, locales comerciales, escuelas, entre otros.

Y considerar para un mediano plazo la comercialización en el interior de la república. La misma podría hacerse directamente con los clientes potenciales que pertenezcan al mercado objetivo antes mencionado, ó como el desarrollo de proyectos de vivienda a través de instituciones de tipo gubernamental o de asistencia social, nacionales e internacionales, que pretendan cubrir parte de la demanda nacional en el interior de la república debido a la pobreza o a factores climáticos que han afectado al país.

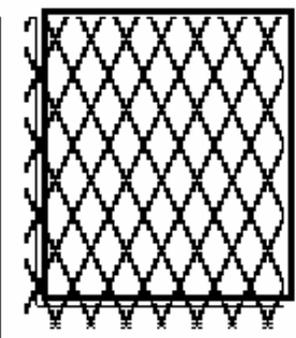
## **1.5 Elaboración de planos**

Se presenta un conjunto de planos que indican la forma como se deben de montar y ensamblar los diferentes paneles para conformar la vivienda, las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación son similares a cualquier otro diseño de construcción, con la ventaja que los ductos eléctricos, pueden ir instalados en los diferentes paneles de poliuro-metal, desde la planta de fabricación.

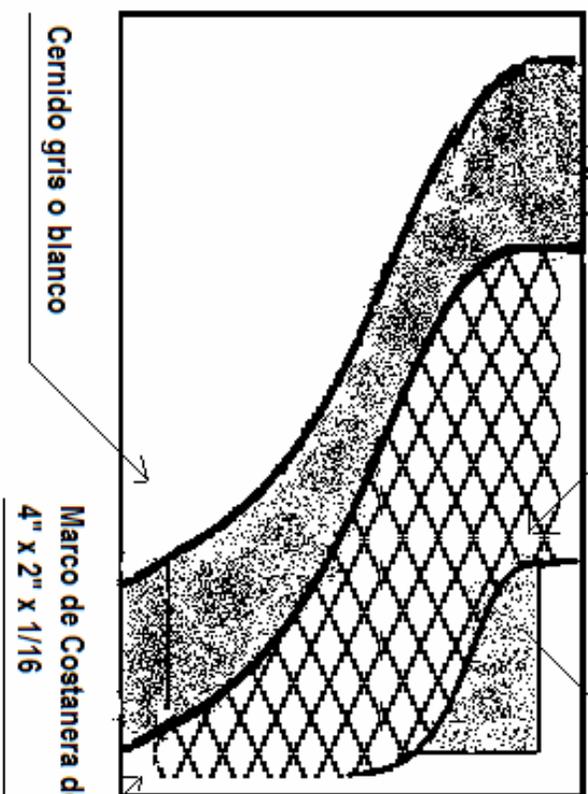
Las instalaciones de agua potable y aguas servidas se deben contemplar y preparar antes de montar la vivienda de la misma manera que cualquier otro sistema constructivo.



**Espuma de Poliuretano**



**Marco Rigido de Costanera Sencilla  
tipo "C" de 4" x 2" x 1/16"  
Malla Galvanizada 2" x 2" cal. 12**



**Repello de Sabieta  
con fibra de vidrio**

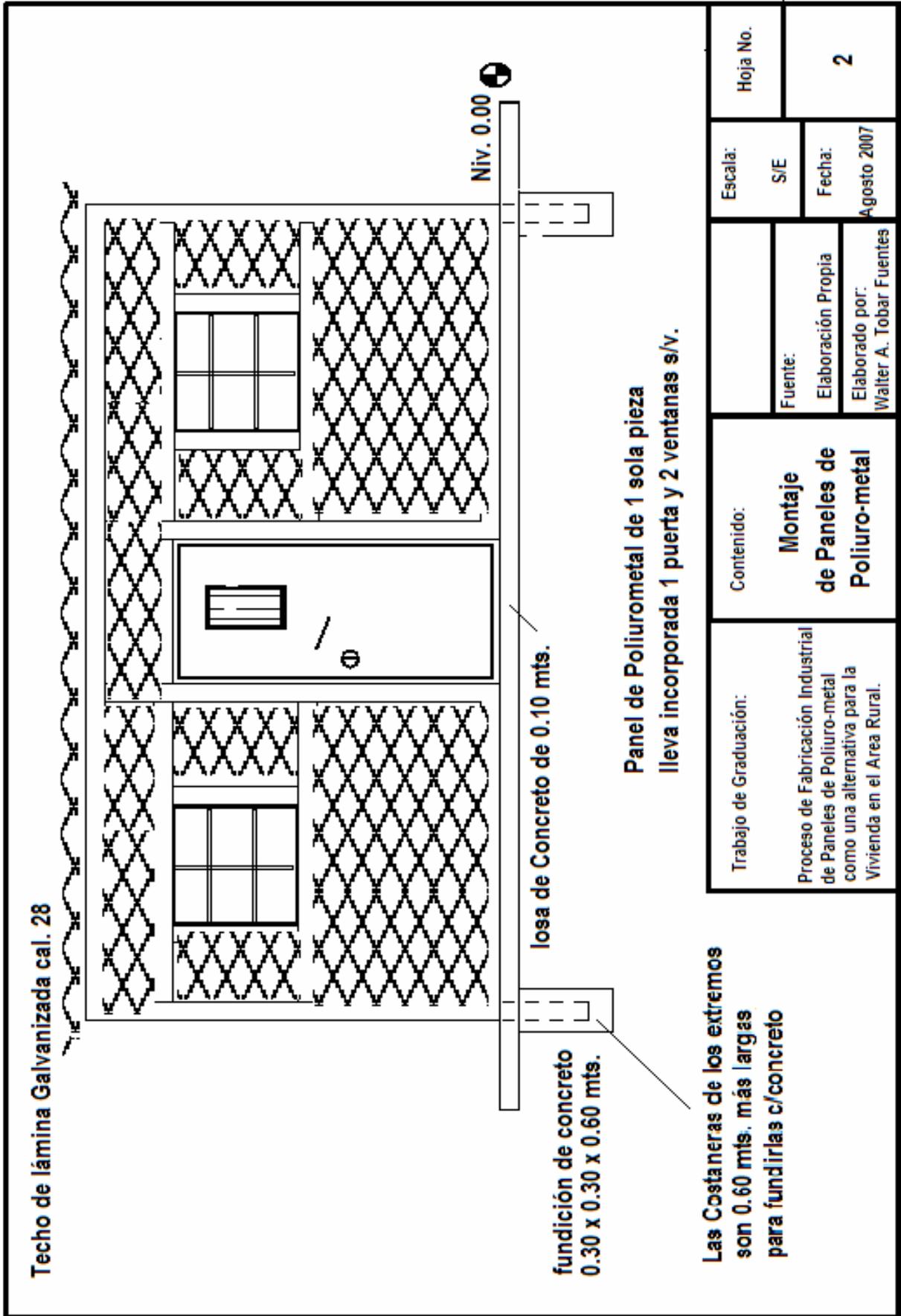
**Malla Galvanizada  
en ambas caras  
cuad. 2" x 2" x 1/16"**

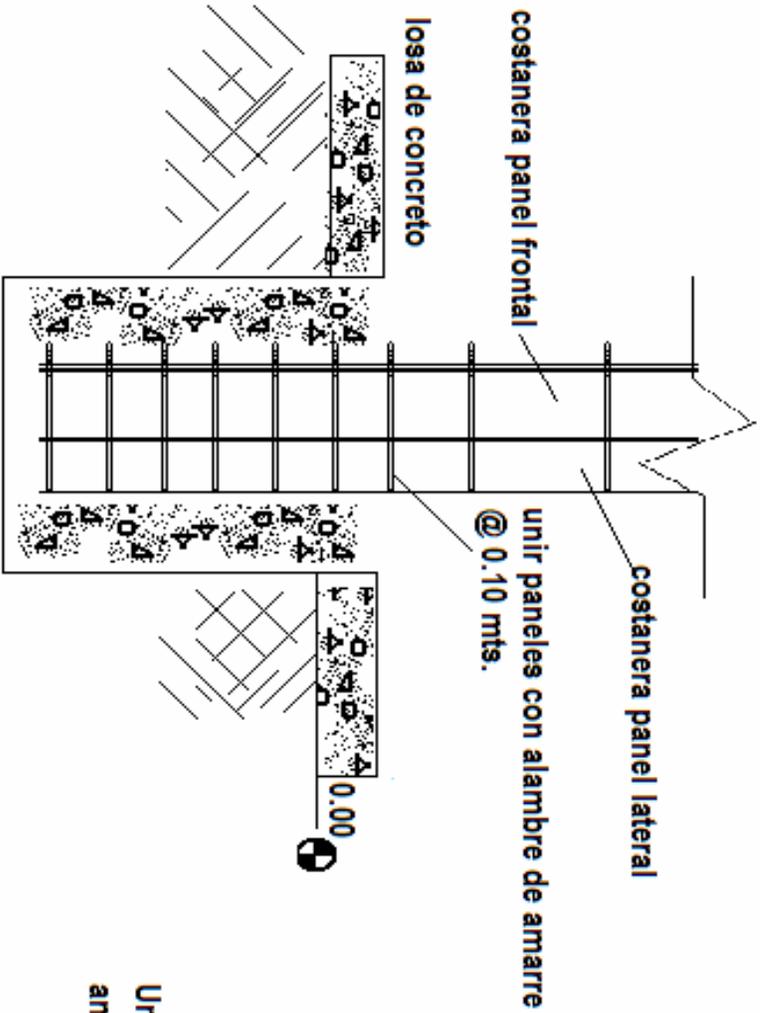
**Relleno de Poliuretano**

**Cernido gris o blanco**

**Marco de Costanera de  
4" x 2" x 1/16**

Trabajo de Graduación:		Contenido:		Escala:		Hoja No.	
Proceso de Fabricación Industrial de Paneles de Poliuretano-metal como una alternativa para la Vivienda en el Area Rural.		<b>Muro de Panel de Poliuretano-metal</b>		Fuente:		S/E	
				Elaboración Propia		Fecha:	
				Walter A. Tobar Fuentes		Agosto 2007	
						1	





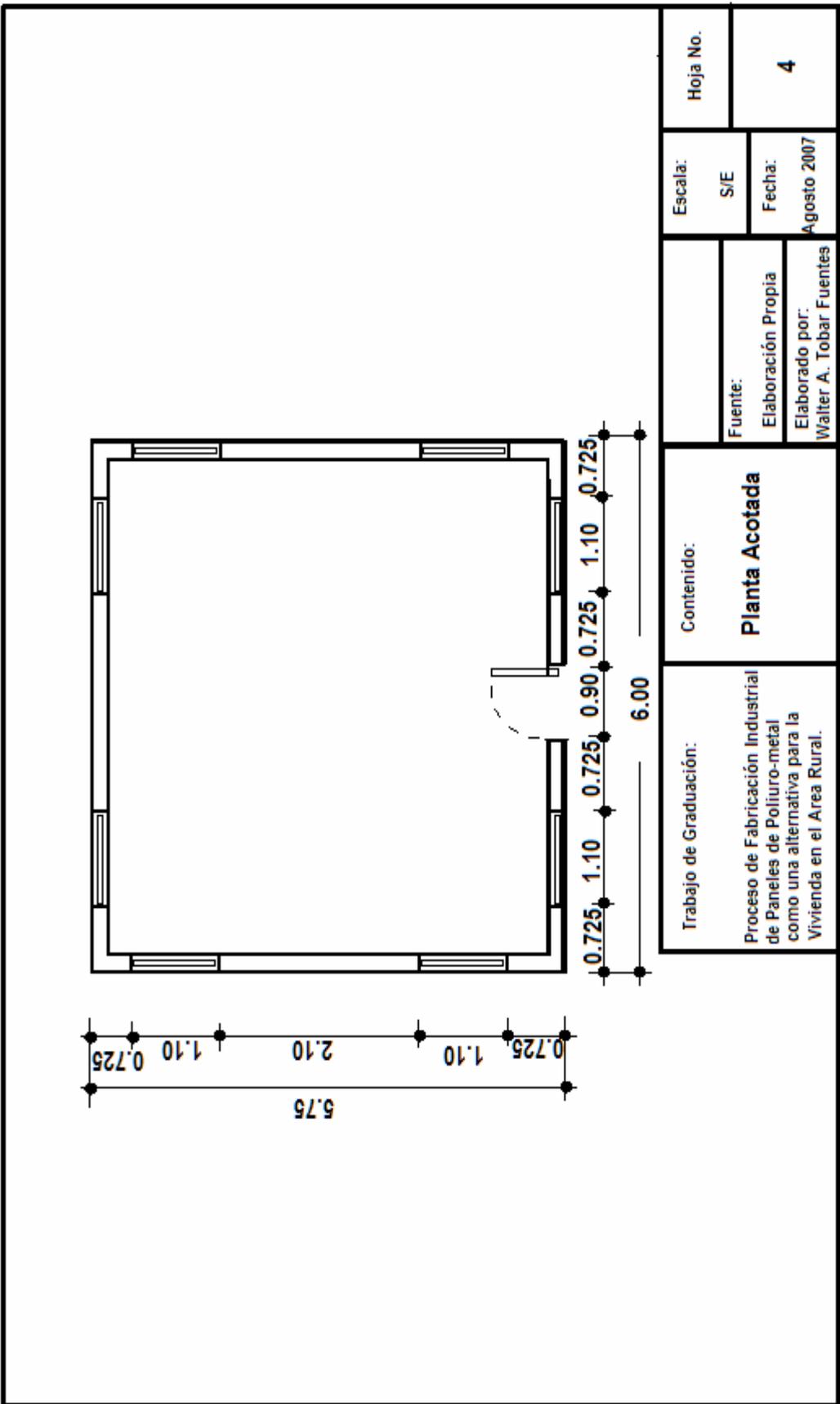
Union de paneles con alambre de amarre @ 0.10 mts.

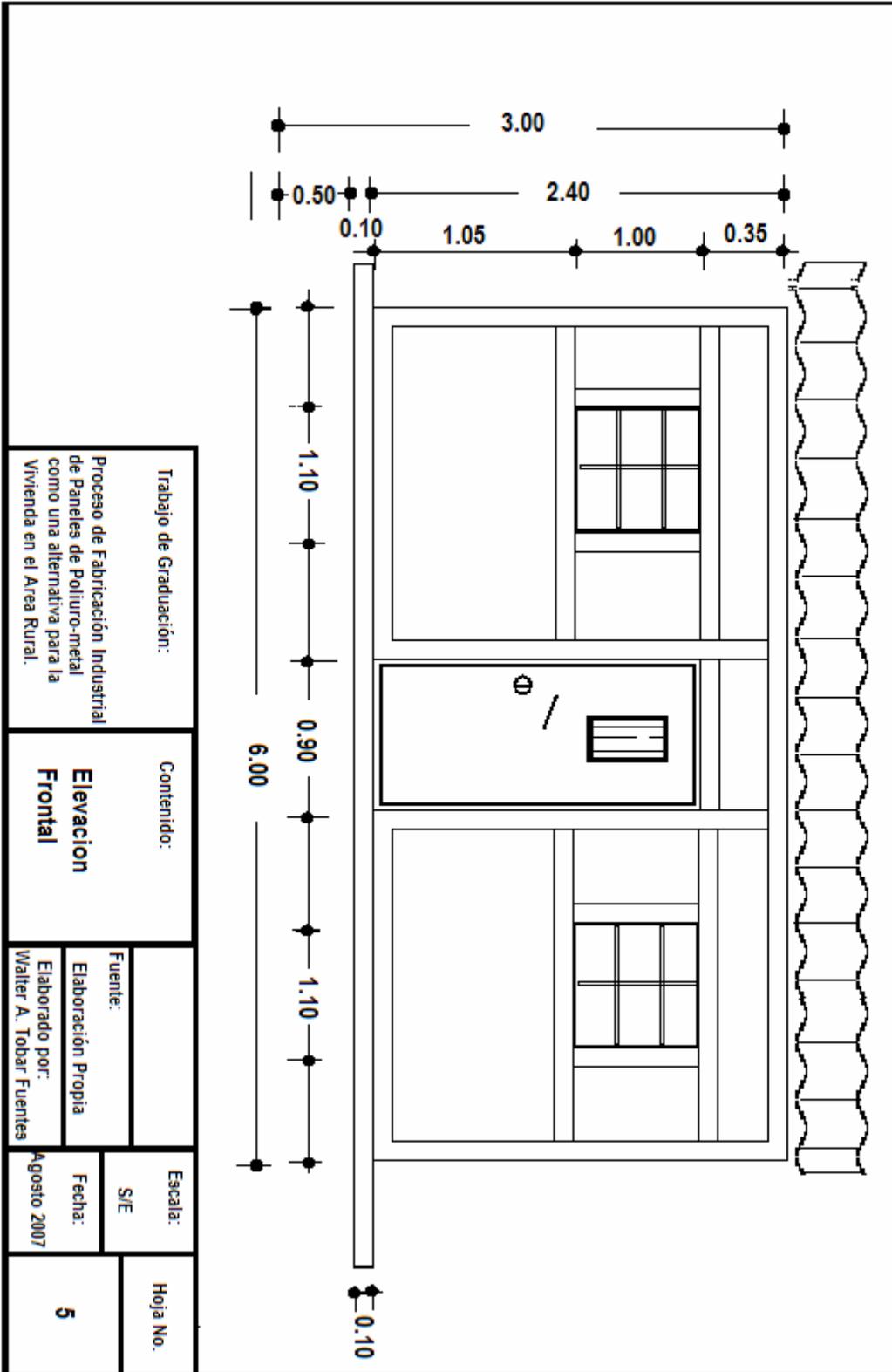


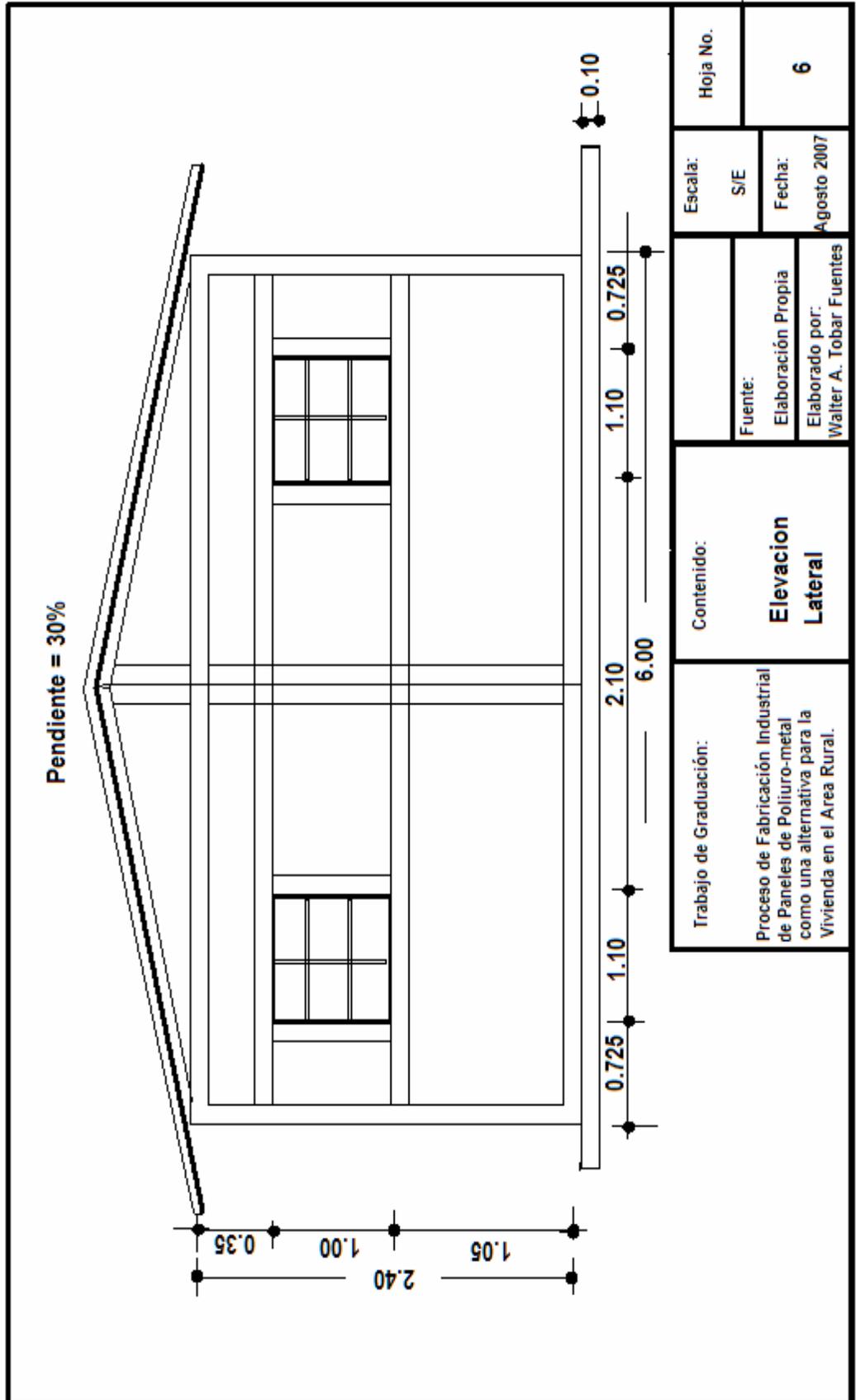
colocar lámina de poliuretano o silicone antes de amarrar

**fundición de concreto**  
**0.30 x 0.30 x 0.60 mts.**

Trabajo de Graduación:		Contenido:		Escala:		Hoja No.	
Proceso de Fabricación Industrial de Paneles de Poliuro-metal como una alternativa para la Vivienda en el Area Rural.		<b>Acoplamiento de los Paneles de Poliuro-metal</b>		S/E		3	
Fuente:		Elaborado por:		Fecha:			
Elaboración Propia		Walter A. Tobar Fuentes		Agosto 2007			







pendiente formada por muros

pendiente 30%

Tendales  
Costaneras de 4" x 2" x 1/16"  
apoyadas en muros

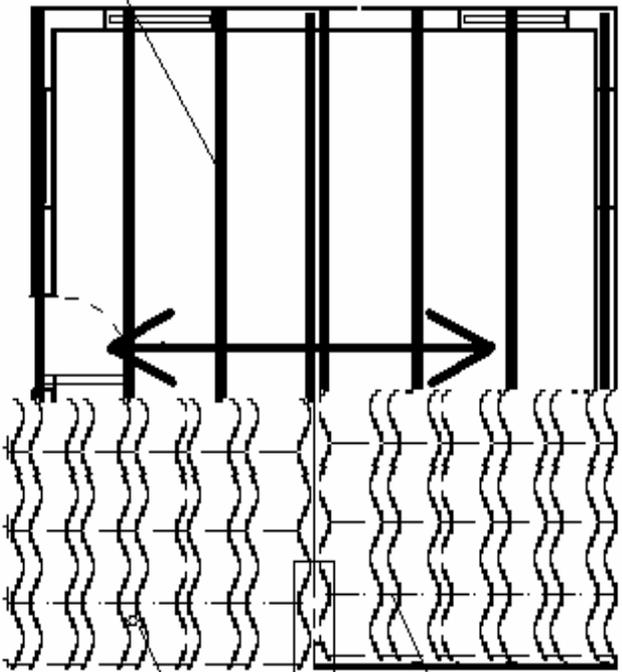


Lámina Galvanizada

caballete cal. 28

Sujeta con poliser

Trabajo de Graduación:		Contenido:	
Proceso de Fabricación Industrial de Paneles de Polifuro-metal como una alternativa para la Vivienda en el Area Rural.		Planta de Techos	
Fuente:		Escala:	
Elaboración Propia		S/E	
Elaborado por: Walter A. Tobar Fuentes		Fecha:	
		Agosto 2007	
		Hoja No.	
		7	

## **1.6 Manual de fácil instalación para el usuario**

Este manual presenta la forma que deben ser instalados los paneles de poliuro-metal que conforman la vivienda, para que la instalación de los mismos se realice de una forma adecuada, y pueda ser realizada por cualquier persona, sin necesidad de tener conocimientos de construcción, o emplear mano de obra calificada. La idea central es que el usuario sea quien instale, ensamble y dé los acabados finales a su propia vivienda, idealmente en el caso que las viviendas tengan un enfoque social, y sean entregadas por parte del gobierno hacia una parte de la población en la que el beneficiario debe colaborar con mano de obra no calificada.

Manual de fácil Instalación para el usuario:

Bienvenido a su casa, esta es una ilusión hecha realidad, gracias a los paneles de poliuro-metal, usted podrá montar y ensamblar su casa de una manera práctica, rápida y económica, solamente siga los pasos siguientes:

Paso 1:

Identifique los paneles de poliuro-metal de la siguiente manera:

4 paneles con ventanas para los lados laterales de su vivienda

2 paneles con ventanas para la parte trasera de su vivienda

1 panel frontal de la vivienda

2 triángulos de paneles de poliuro-metal

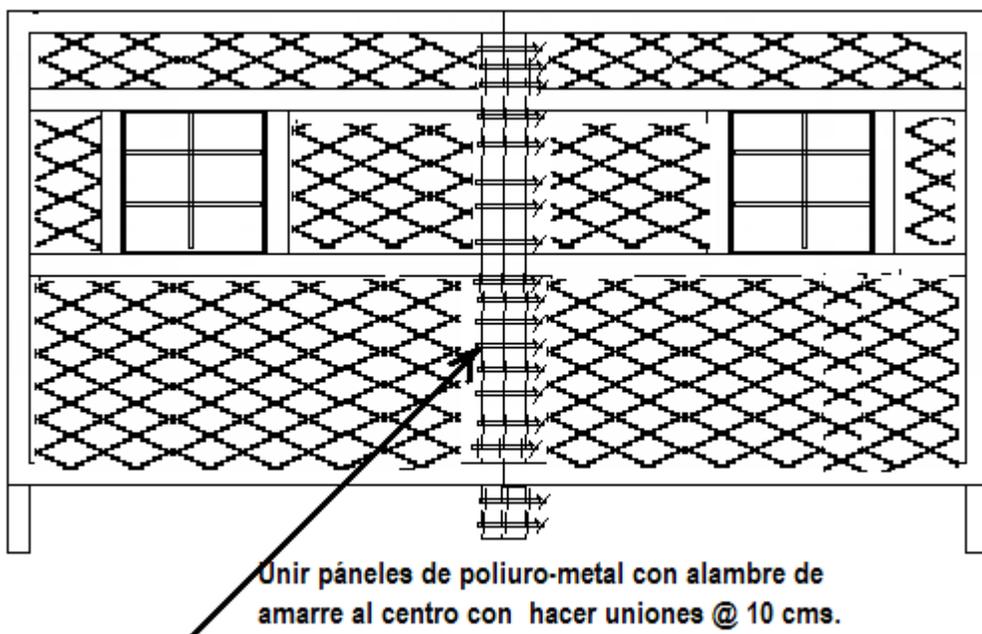
8 costaneras que servirán para el techo

Además se acompañan las láminas para el techo.

Paso 2:

Unir los paneles laterales con alambre de amarre por la parte central de las costaneras, haciendo amarres firmes con tenaza, con una separación de 10 cms. entre cada amarre. Debe dejar una capa de poliuretano o silicone entre las uniones de los paneles antes de amarrar, con el propósito de evitar filtraciones futuras.

Según se muestra en la figura:



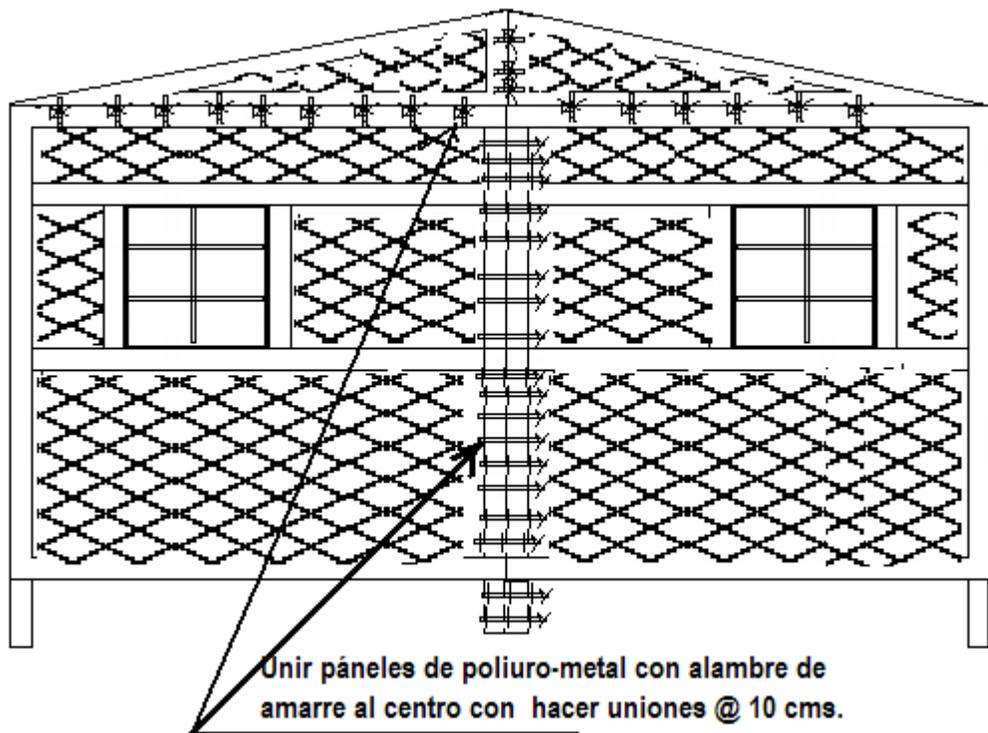
Esta operación la puede realizar con los paneles recostados sobre el suelo, en una parte plana, procurando que queden bien alineados para que quede recta la pared.

Paso 3:

De igual manera una los otros dos paneles laterales correspondientes al lado opuesto de la vivienda. Y también debe unir de esta manera los paneles que corresponden a la parte de atrás de la vivienda.

Paso 4:

En ambos paneles laterales debe colocar los triángulos de poliuro-metal que se acompañan, dejando las partes rectas encontradas y la otra parte del triángulo apoyada sobre la parte superior de los paneles laterales, y una con alambre de amarre de la misma manera que unió los paneles de poliuro-metal, los triángulos son únicamente para los laterales. Así como se muestra en la figura:



Recuerde amarrar fuertemente y cada 10 cms debe ser la separación entre cada amarre.

Paso 5:

Ya esta listo para montar su vivienda, lo que debe hacer a continuación es preparar la superficie del terreno, ésta debe estar plana, y limpia de cualquier

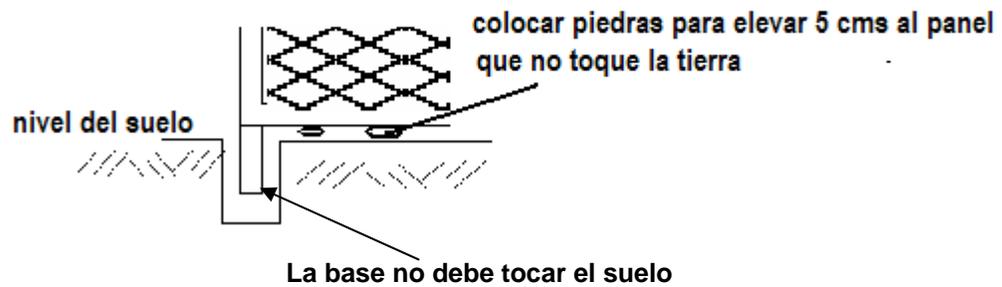
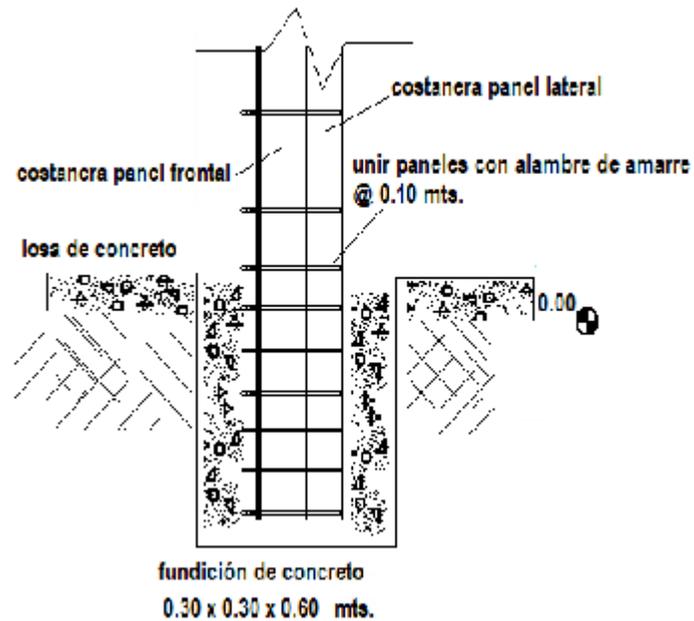
arbusto o piedras, haga el trazo donde considere que usted desea instalar la vivienda, ubicando el ingreso, los laterales y la parte de atrás de su vivienda.

Una vez definido esto, haga agujeros de 30 cms. x 30 cms. de cada lado y 0.60 cms. de profundidad, donde se introducirán las bases de los paneles de poliuro-metal. Son 8 bases en total. Las mismas las puede utilizar para marcar los agujeros colocando los paneles sobre la superficie donde se instalarán, Una vez hechos los agujeros coloque los paneles sobre la superficie del terreno e introduzca las bases dentro de los agujeros, cuide que quede bien nivelados los paneles y plomeados. Amárrelos con alambre de amarre como ya se ha hecho con anterioridad, amarrando también las bases, formando así los 4 muros de la vivienda.

Paso 6:

Apoye el resto de la estructura sobre piedras, a una altura de 5 cms. para que no tenga contacto el metal con la tierra.

Funda con concreto los agujeros donde ha introducido las bases, cuide que las mismas tengan concreto en la parte inferior y en los laterales, que no quede en contacto con el suelo las costaneras, tal como lo muestran las siguientes figuras:



Paso 7:

Ahora proceda a fundir una torta de concreto de 10 cms. de espesor, la misma puede salir de la vivienda 50 cms. en todo el rededor como banquetta, note que toda la estructura quedará fijada 5 cms. dentro de la torta de concreto, esto le permitirá más estabilidad a la vivienda.

Paso 8:

Coloque las costaneras del techo 4 por lado formando las 2 aguas que quedan de acuerdo a los triángulos anteriormente ensamblados, una vez hecho esto, coloque la lámina del techo.

Paso 9:

Ahora proceda a repellar los muros como cualquier pared, con un espesor de 2 cms. de sabieta con fibra para evitar rajaduras, o de barro con zacate.

Paso 10:

Una vez fraguado el repello, aplique un cernido, puede ser gris o blanco, con el diseño que más le guste, coloque vidrios y pinte.

Listo su vivienda ya puede habitarse. Felicitaciones.

## **1.7 Cuantificación de materiales**

Los paneles de poliuro-metal están constituidos por una estructura metálica de soporte de costanera tipo C de 4" x 2" x 1/16" , que forma marcos y soportes intermedios para contener los muros en sí y el techo de la vivienda. Estos materiales están rellenos de espuma de poliuretano que se adhiere a la superficie interior del metal. A estos marcos se les coloca malla galvanizada de cuadro de 2" x 2" calibre 12, soldada en ambas caras del panel, el propósito es obtener la adherencia del mortero de repello, el cual puede ser sabieta con fibra de vidrio, o barro con zacate para el área rural.

Definición de Poliuretano

Conjunto de dos componentes líquidos, polioli e isocionato, que mediante reacción química entre ellos dan lugar a la espuma de poliuretano.

### Proceso de elaboración

El sistema de poliuretano para instalación "*in-situ*" está formado por dos componentes que, mediante reacción química entre ellos, dan lugar a una espuma de poliuretano rígida de celda esencialmente cerrada.

La producción de la espuma de poliuretano tiene lugar "*in-situ*" en el mismo lugar de la obra, empleando máquinas móviles para la dosificación y mezclado de los componentes.

Existen dos tipos de procesos: proyección y colada.

El proceso de proyección:

Consiste en pulverizar, mediante una máquina móvil, la mezcla de dos componentes altamente reactivos sobre la superficie a aislar, donde rápidamente expande y endurece.

El proceso de colada:

Consiste en colar la mezcla líquida de los dos componentes, con una reactividad ajustada para este proceso, en la cavidad a aislar. En poco tiempo la mezcla expande rellena la cavidad y endurece.

Los principales campos de aplicación de la espuma de poliuretano son:

- Aislamiento térmico de superficies en la construcción (suelos, paredes, cubiertas, techos, etc.)
- Aislamiento térmico de instalaciones de climatización y frío.
- Aislamiento de barcos, naves industriales y ganaderas.

Ventajas del Poliuretano:

Son numerosos los factores que influyen en el gran auge que ha alcanzado el poliuretano.

Entre ellos cabe destacar:

- Supresión total de puentes térmicos. El aislamiento no presenta ni juntas ni fisuras. Es un aislamiento continuo.
- Buena adherencia a cualquier sustrato.
- Posibilidad de aislar e impermeabilizar en un único proceso. Esta característica se debe, por una parte, a su estructura de celdas cerradas y estancas al agua y, por otra, a su forma de aplicación en continuo que permita evitar las juntas.
- Rapidez de ejecución y movilidad.

Impermeabilización:

La espuma de poliuretano puede también utilizarse como impermeabilizante del agua de lluvia, utilizando una espuma de poliuretano de densidad igual o superior a 45 Kg. /m<sup>3</sup> y un espesor mínimo de 3 cm.; teniendo en cuenta que el soporte a tratar deberá tener una pendiente mínima del 2% para evitar el estancamiento del agua de lluvia.

Rendimiento:

El rendimiento aproximado luego de pesar y mezclar 1 galón de polioliol y 1 galón de isocianato, es de 1 m<sup>3</sup> de espuma de poliuretano.

La malla galvanizada es recomendable que sea de cuadro de 2" x 2" y calibre 12, que presenta una mayor duración, el propósito de la misma es que contenga al mortero que recubrirá los paneles, la misma debe ir soldada a las costaneras metálicas y tensada.

El mortero que se aplique puede ser sabieta de arena de río, cemento y agua, agregando fibra de vidrio, para evitar el apareamiento de grietas, también se puede utilizar barro con sácate, como el que se utiliza en el bajareque,

sobretudo en el área rural que se encuentra en buena cantidad y los habitantes del lugar saben como manipularlo. El cernido final puede ser de arena blanca o cernido gris de arena de río.

Las puertas y ventanas son de hierro con estilos comunes y tradicionales, utilizando una puerta con chapa y mirilla, embisagrada, y las ventanas del tipo balancín, con angulares y hierro T en su construcción. En ambos casos las mismas irán instaladas en su lugar correspondiente a los paneles de poliuro-metal en el momento de salir de la fabrica, evitando así atrasos en instalación, toma de medidas, tiempo de fabricación y otros, quedando pendiente de instalar únicamente los vidrios, con el propósito de evitar romperlos debido a la manipulación.

El techo es de 2 aguas y está conformado con laminas galvanizadas calibre 28 sujetas a los tendales de costanera tipo c de 4" x 2" x 1/16" con tornillo tipo pollser de 1.1/2" x 1/4". Los tendales irán apoyados directamente sobre los muros, los cuales conforman la pendiente en un 30% para las caídas de agua.

El piso es una losa de concreto de 0.10 mts. de espesor que sirve a su vez como cimentación para la instalación de los paneles de poliuro-metal. Quedando fundida la costanera de la parte inferior de los paneles, formando así una solera de sujeción a la losa de concreto.

## 1.8 Integración de materiales

La integración total de materiales que componen una vivienda de poliuro-metal de 36 metros cuadrados se presenta en la siguiente tabla.

**Producto:** Vivienda de Paneles de Poliuro-metal      **Fecha:** Jul-08  
**Descripción:** Vivienda de 36 m<sup>2</sup>      **calculista:** Walter Tobar

<b>Cantidad</b>	<b>Dimensional</b>	<b>Descripción</b>
		<i>Materia Prima Directa</i>
39	Unidad	Costanera tipo C de 4" x 2" x 1/16"
104	m.l.	Malla galvanizada cal. 14 cuadro de 1.1/2"
8	Unidad	Lámina acanalada galvanizada cal. 28 de 12 pies
6	m3	Espuma de poliuretano
		<i>Materia Prima Indirecta</i>
12	lbs.	Electrodo 3/32 6013 P.C.
2	gls.	Pintura Anticorrosiva
1/2	gls.	Solvente Mineral
40	Unidad	Tornillo Pollser de 1.1/2" x 1/4"
		<i>Mano de Obra</i>
1	Global	Mano de obra directa e indirecta
		<i>Costos de transporte</i>
1	Global	Costos de transporte
		<i>Complementos</i>
1	Unidad	puerta de hierro con chapa
8	Unidad	Ventanas de hierro con vidrio claro de 5 mm.

## 1.9 Análisis estructural

El análisis estructural se presenta para manifestar la resistencia del muro, integrando las cargas que influyen sobre el panel, cargas muertas y cargas vivas, así como la carga axial sobre el muro, determinando después del análisis de flexión la suficiencia de la malla galvanizada superior al refuerzo mínimo requerido y las costaneras absorben el corte de las columnas y la flexión de las soleras.

PROYECTO: Muro de poliuro-metal

ASUNTO: Análisis estructural

Fecha: Julio-2008

<b>INTEGRACION DE CARGAS QUE INFLUYEN SOBRE EL PANEL</b>			
<b>CARGA MUERTA</b>			
Peso de la lámina galvanizada cal 26 =	1 lb/pie2		
Peso de la costanera de 2" x 4" x 1/16" =	0.27157912 lb/pie2		
area de la costanera	0.5 in2		0.00347222 pie2
peso del acero	490 lb/pie3		
peso por pie lineal	1.70138889 lb/pie		
Espaciamiento de costanera	1.91 m		6.2648 pies
Peso del concreto del Muro			
altura	2.4 m		7.872 pies
longitud	6 m		19.68 pies
area			1.291008 pie2
espesor promedio	0.05 m		0.164 pie
volumen			0.21172531 pie3
peso del concreto según codigos			150 lb/pie3
peso de la sabieta			193.65 lbs/pie
COSTANERAS			
area de la costanera	0.5 in2		0.00347222 pie2
peso del acero	490 lb/pie3		
longitud	88.44 pies		
peso de las costaneras			1.70 lbs/pie
<b>TOTAL CARGA MUERTA</b>			<b>1.27157912 lb/pie2</b>
<b>CARGA VIVA</b>			
Carga viva según código para techo			20 lbs/pie2
<b>CARGA TOTAL</b>			
			<b>21.2715791 lb/pie2</b>
<b>CARGA AXIAL SOBRE EL MURO</b>			
Area de Influencia			200.590991 lb/pie
Longitud	6 m		185.5824 pie2
Ancho	5.75 m		19.68 pie
			18.86 pie
Peso del panel			195.35 lbs
Análisis en 1:	1m		3.28 pies
			195.35 lb/pie
<b>CARGA AXIAL TOTAL</b>			<b>395.94 lb/pie</b>
<b>ANALISIS POR FLEXION</b>			
<b>MOMENTO ACTUANTE SOBRE EL MURO MAS CRITICO SIMPLEMENTE APOYADO (M=WL2/8)</b>			
Momento			19,168.74 lbs x pie
W	395.94 lb/pie		
L	19.68 pies		
<b>ACERO NECESARIO PARA EL PANEL ES EL ACERO MINIMO</b>			
As. Mínimo =	200/FY		0.006 in2
FY	36,000.00 lbs/in2		
Refuerzo por temperatura	0.000020 x BT		0.00377856 in2
B	2.4 m	94.464 in	
T	2 in		
<b>Conclusión: La malla galvanizada de 2 pulg. Es mayor que el refuerzo mínimo requerido y las costaneras, absorben el corte de las columnas y la flexion de las soleras.</b>			



## **2 PROCESO DE PRODUCCIÓN**

Con el propósito de establecer una línea de producción eficiente que cumpla con una demanda propuesta de 20 viviendas, se elabora un diagrama de operaciones del proceso que conlleva todas las actividades relacionadas con el proceso constructivo conjuntamente con los tiempos de ejecución de las operaciones y así conocer a través de un balance de líneas, el número de operarios necesarios para cubrir la demanda propuesta y además predeterminedar el costo de Mano de Obra en la fabricación de los paneles de poliuro-metal.

### **2.1 El proceso productivo**

La capacidad de producción es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad de producción de los paneles de poliuro-metal dentro de la planta es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión tales como la adquisición de equipo y maquinaria adicional.

El estudio de tiempos y movimientos se realiza a través de los formularios para ello, con el propósito de estandarizar las operaciones y cronometrar los tiempos incurridos en la ejecución de los paneles de poliuro-metal, y así obtener los tiempos estándar, la eficiencia de la línea, la tasa de producción y

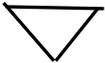
determinar el ritmo de la línea para el cumplimiento de la cantidad de viviendas propuestas.

## **2.2 Toma de tiempos**

Los tiempos son cronometrados y anotados de acuerdo al formato<sup>1</sup>, según la operación que se realice se utiliza un factor de calificación del operario que varía del 0.75 a 1.25 y un nivel de tolerancia del 25%.

## 2.3 Diagrama de operaciones

### RESUMEN

Resumen:	Actividad	tiempo	
	29 operaciones	3937	min.
	3 operaciones combinadas	252	min.
	1 Bodega	---	min.
	<b>Total</b>	<b>4189</b>	<b>min.</b>

Resumen:	Actividad	tiempo	
	Limpieza y pintura	485	min.
	Área de Corte	433	min.
	Área de Soldadura	761	min.
	Área de fundición de poliuretano	840	min.
	Área de Soldadura de malla galvanizada	1500	min.
	Instalacion puertas y ventanas	170	min.
	<b>Total</b>	<b>4189</b>	<b>min.</b>
	Equivalente a	69.8 horas	
		8.73 días	

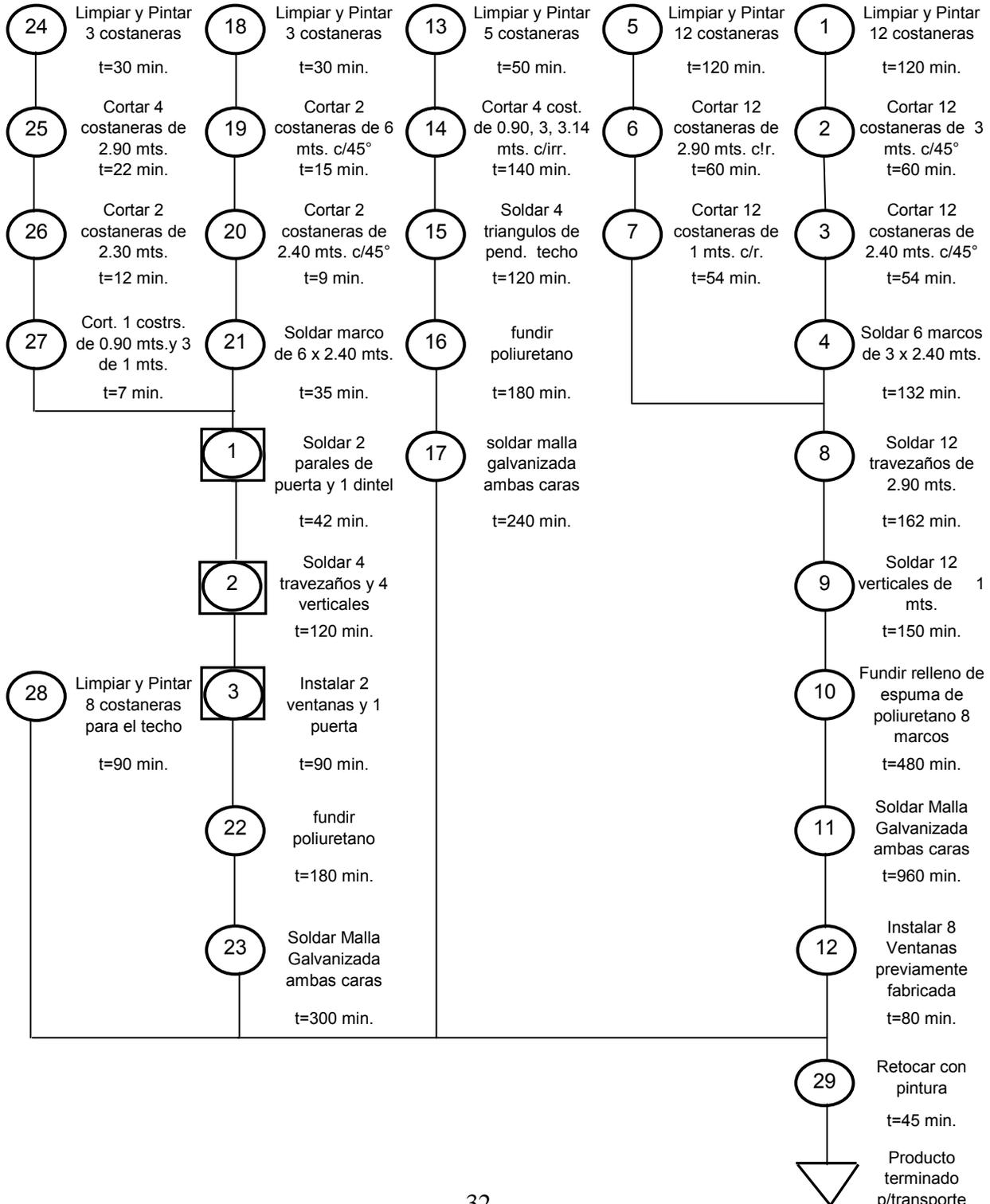
Se establecen 6 áreas de trabajo para la fabricación de los paneles de poliuro-metal, cada área cuenta con equipo y maquinaria necesarios para desarrollar su función.

La distribución de la maquinaria no permite desplazamientos mayores a los 2 metros, por lo cual se han despreciado los tiempos en desplazamientos y el proceso continuo no da lugar a demoras.

### DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

FECHA	Ago-07
METODO	propuesto

DESCRIPCION	Fabricación de Vivienda
ANALISTA	Walter Tobar



## 2.4 Balance de líneas

### BALANCE DE LÍNEAS

Fecha: Agosto 2007

Producción de: 5 viviendas semanales

Analísta:

Walter Tobar

Estación	TE (hrs.)	TE (max)	# op/est.	operario mas lento	
Limpieza y pintura	8.08	25	1.974	2	4.04
Área de Corte	7.22	25	1.762	2	3.61
Área de Soldadura	12.68	25	3.097	3	4.23
Área de fundición de poliuretano	14.00	25	3.418	3	4.67
Área de Soldadura de malla galvanizada	25.00	25	6.104	6	4.17
Instalación puertas y ventanas	2.83	25	0.692	1	2.83
	<u>69.82</u>	<u>150</u>		<u>17</u>	

$$\text{eficiencia} = \frac{69.82}{150} \times 100 = 46.544444$$

Para una demanda de 5 viviendas semanales

Tiempo disponible TD= 44 horas/semana

Tasa de producción TP=  $\frac{5}{44} = 0.1136364$  unid/hora

Número de Operarios por estación

$$N = \frac{0.11363636 \times 69.82}{0.46544444} = 17 \text{ operarios}$$

Ritmo de la línea  $R_{L \times \text{Hora}} = \frac{3}{14} = 0.2142857$  unid/hora

Ritmo de la línea  $R_{L \times \text{dia}} = 1.71428571$  unid/dia

$R_{L \times \text{dia}} >$  Demanda diaria se puede cumplir perfectamente con la demanda.

$$\frac{1.71 \text{ unid} \text{-----} \text{dia}}{5 \text{ unid} \text{-----} \times}$$

$$x = 2.91667 \text{ días}$$

son suficientes:

3 días para cumplir con la producción.

## **2.5 Descripción de las instalaciones**

Para la mejor disposición de la planta donde se fabriquen los paneles de poliuro-metal se cuenta actualmente con una edificación de 2da categoría la cual se debe disponer de la mejor manera para disminuir las distancias y los tiempos por demoras, y a la vez contar con el personal calificado para la administración y ejecución del proceso productivo.

### **2.5.1 Disposición de la planta**

La planta se encuentra construida en un edificio con columnas de concreto armado con zapatas aisladas, muros de mampostería con cimentación corrida, piso de concreto, cubierta de estructura metálica con vigas de costanera encajuelada, y viguetas de costanera simple, con lámina de zinc acanalada cal. 28. Cuenta con un entrepiso de mampostería y losa de concreto armado, utilizado para áreas de oficina, tiene guardianía con servicio sanitario completo independiente, y 2 servicios sanitarios más, uno para el área productiva y otro para la administrativa. Tiene un área para parqueo para 8 vehículos, y jardín exterior. La iluminación es natural pues tiene un mezanine con láminas transparentes que permite una buena iluminación y una excelente circulación de aire. Este tipo de edificación pertenece a los edificios de segunda categoría.

### **2.5.2 Recurso de personal**

Descripción de puestos, funciones, perfiles y organigrama<sup>2</sup>.

Anexo 2

## **Gerente General:**

### Funciones:

Administrar la empresa, debe velar por el buen y total funcionamiento de la misma, proactivo, con buena comunicación y dirección hacia los mandos medios para orientar todas las actividades del personal hacia el fortalecimiento de la empresa y su éxito en las operaciones. Debe estar a la vanguardia en la tecnología y desarrollo de nuevos productos, manejar la situación financiera de la empresa.

### Perfil del puesto:

Profesional Universitario (Ing. Industrial, Administrador de Empresas o Economista, preferentemente con MBA), proactivo, buenas relaciones sociales, preferentemente con experiencia en producción y mercadotecnia.

## **Gerente de Operaciones:**

### Funciones:

Coordinar y programar la producción de acuerdo a las fechas de entrega, estar atento a la disponibilidad de materiales, maquinaria y equipo suficientes para los trabajos a realizar. Buscar mejorar los procesos de producción alcanzando la calidad requerida con una alta productividad. Integrar líneas de producción de acuerdo a los diferentes artículos a producir (tomando tiempos y balanceando líneas).

### Perfil del puesto:

Ingeniero Industrial, dinámico, proactivo, deberá poder trabajar bajo presión, tiene que trabajar en base a resultados, don de mando, debe ser líder.

## **Gerente de Ventas y Mercadeo**

### Funciones:

Promover la venta de los productos que se elaboran, buscar nuevos mercados, establecer políticas de ventas, promover, coordinar y dirigir todas las actividades involucradas en el proceso de ventas. Realizar promociones, publicidad, y todo lo que él considere necesario para promover las ventas.

### Perfil del puesto:

De preferencia profesional en el campo de las ventas y mercadotecnia, extrovertido, don de mando, saber coordinar grupos de vendedores, debe conocer los medios de comunicación para promover los productos, y evaluar la rentabilidad de los mismos, buenas relaciones sociales.

## **Contador:**

### Funciones:

Se encarga de llevar los libros contables, ordenar la facturación y elaborar los formularios de pago para el fisco, realizar físicamente dichos pagos, y velar porque estén al día. Así como la elaboración de los Estados Financieros, Balance General y Estados de Resultados.

### Perfil del puesto:

Perito Contador, Ordenado, debe estar al tanto de las reformas fiscales.

## **Vendedor**

### Funciones:

Visitar a los clientes potenciales, establecer con ellos una relación comercial, orientarlos en sus requerimientos, basándose en catálogos con fotografías proporcionados por la empresa, manejar su cartera de clientes y hacer seguimiento a los mismos para concretar la venta.

### Perfil del puesto:

De preferencia estudiante universitario ya que es la imagen de la empresa ante el cliente, por lo tanto debe ser presentable, con buenas relaciones sociales, dominio del tema, debe orientar al cliente hacia lo que el mismo pretende, debe tener un lenguaje apropiado, y claro,

## **Encargado de Taller**

### Funciones:

Tiene relación directa con los operarios del taller, se encarga de distribuir el trabajo, debe de observar las buenas prácticas de manufactura y la seguridad industrial, debe de inspeccionar la calidad durante el proceso productivo. Pasar lista al personal y asesorar con respecto a los materiales a utilizar para elaborar algún producto, velar por el uso adecuado de los materiales.

### Perfil del puesto:

Pleno conocimiento de los materiales y medidas de los mismos, conocimiento total de cortes, soldadura, fabricación de moldes, matemáticas (como mínimo quebrados). Carácter y don de mando.

## **Bodeguero**

### Funciones:

Es el responsable de llevar los controles del material a través de kardex u otro sistema de control de inventarios, utilizando el método PEPS, debe de entregar el material solicitado por los operarios (utilizando para ello requisiciones, vales o cualquier otro procedimiento previamente autorizado por la gerencia).

### Perfil del puesto:

Debe ser ordenado, conocer los diferentes materiales que se utilizan, responsable, y disciplinado.

## **Guardián**

### Funciones:

Responsable de abrir y cerrar el taller, de sacar y entrar los productos que se exhiban diariamente, así como de mantenerlos limpios, revisar mochilas de los empleados a la hora de retirarse de las instalaciones, llevar un registro de las personas que visitan el taller.

### Perfil del puesto:

Responsable, con carácter y personalidad, honrado, persona de confianza.

## **Herrero y/o soldador**

### Funciones

Responsable de elaborar los diferentes productos solicitados realizando mediciones, cortes, soldaduras, esmerilado y pintura de los diferentes artículos que se fabrican.

### Perfil del puesto:

Conocer los diferentes materiales y sus medidas, destreza manual, experiencia y conocimiento en el ramo, manejo de diferentes máquinas básicas, (mínimo: barreno, soldadora, remachadora, compresor, cizalla, cortadora y dobladoras.) conocimientos matemáticos, (mínimo: quebrados).

## **Ayudante**

### Funciones:

Realiza cortes mínimos, y algunas soldaduras sencillas, elabora colochos, y actividades rutinarias, ayuda y colabora con el herrero para situaciones donde se necesiten más de una persona, para sostener algo.

### Perfil del puesto:

Aprendiz con deseos de superación, atento, disciplinado y educado.

## **2.6 Programa de Mantenimiento**

Para contar con maquinaria en buen estado y obtener la vida útil de la misma en óptimas condiciones se elabora un inventario de maquinaria y se desarrolla un programa de mantenimiento preventivo para las mismas.

### **2.6.1 Inventario de maquinaria <sup>3</sup>**

Es requisito indispensable conocer las diferentes máquinas que se utilizan dentro del taller, así como su funcionamiento y características. Para elaborar un programa de mantenimiento se ha hecho necesario recopilar los manuales existentes, y en algunos casos cuando estos no existen recurrir al fabricante o distribuidor.

### **2.6.2 Programa de mantenimiento <sup>4</sup>**

El mantenimiento preventivo permitirá que la maquinaria logre alcanzar su vida útil propuesta por el fabricante, y ayudará a no incurrir en gastos inesperados por reparaciones correctivas debidas al mal uso o falta de mantenimiento, para ello se ha elaborado una ficha con la descripción de la maquinaria y su programación de mantenimiento.

### **2.6.3 Guía para el mantenimiento preventivo<sup>5</sup>**

El mantenimiento preventivo puede ser realizado fácilmente por el operario que utilice cada máquina según sea el caso, proporcionándole para ello las herramientas necesarias para hacerlo tales como juegos de llave cola y corona, grasa, aceite, liquido aflójalo todo, cojinetes, carbones y repuestos simples. Estos deberán permanecer en bodega y entregarlos de acuerdo a la programación del mantenimiento. Para facilitar las operaciones de mantenimiento preventivo, se elabora una ficha de seguimiento<sup>5</sup> de fácil utilización para los operarios que realicen dicho mantenimiento.

Anexo 3, 4, 5

## 3 ANÁLISIS DEL COSTO

Para determinar el precio de venta de la vivienda de poliuro-metal se realiza una integración de los costos que intervienen en el proceso de fabricación, transporte y montaje de las viviendas así como los gastos de publicidad, gastos de administración y gastos de ventas, para los primeros 3 años de operación y así proyectar los estados financieros y poder estimar las utilidades.

### 3.1 Elementos del costo

#### Costos de transporte

Los costos de transporte oscilan según la empresa que lo provea de la manera siguiente:

Contenedor de 40 a 45 pies: Q. 1,200.00 en el perímetro de la ciudad, tiempo de carga y descarga no mayor de un día.

Camión de 22 pies: Q. 250 a Q 500.00 dentro del perímetro de la ciudad.

Se estima un costo en el transporte por acarreo de los paneles de poliuretano al lugar de destino, realizado con plataforma de Q. 1,200.00 por vivienda.

El costo de transporte refleja únicamente lo que es mover desde la planta de producción al destino final los paneles de poliuro-metal que conformarán la vivienda, además hay que adicionar los costos de transporte de operarios que realizarán el montaje, así como el transporte derivado de la supervisión del proyecto, los cuales sumados no deben de exceder un 7% del valor del proyecto.

### Costos de seguro, impuestos aduanales e impuestos de importación

Los mismos fueron cubiertos en el momento que se adquirió la materia prima, por parte del importador.

### Costos de publicidad

Se estima un costo en manejo de publicidad de Q. 22,000.00 /mensuales, lo que representa un 4% del total de las ventas mensuales.

### Costos Administrativos

Se estiman en Q. 22,250.00, incluyendo rentas y sueldos de administración.

### Costo de ventas y promoción

El costo de promoción y ventas para los tres primeros años será de cinco millones seiscientos cuatro mil quetzales. Q. 5, 604,000.00.

### Requerimiento de recursos financieros

Para iniciar operaciones, se requiere una inversión inicial de Q 260,000.00 para sostener el negocio por un período de un trimestre completo, en el caso que no existieran ventas. Dado que el punto de equilibrio es de Q. 65,000.00 mensuales.

El monto total de ventas mensuales debe ser de Q 382,352.00 para alcanzar el punto de equilibrio, dado que la utilidad esperada neta es del 17%.

### **3.2 Márgenes brutos para la empresa**

El margen bruto de utilidad se establece en un 22% del precio total de las ventas, esperando alcanzar Q 1, 590,00.00 de utilidad bruta en el primer año de operaciones.

Para los tres primeros años de operación se estiman que los costos fijos serán de Q 267,000.00 y los costos de producción y montaje de Q 144,000.00 sumando un total de gastos de administración de Q 411,000.00 por cada año de operaciones, y la suma de los costos variables es de Q 4,824,000.00 para un total de Q 5,604,000.00 anuales.

Las ventas esperadas suman un total de Q 7, 200,000.00 anuales, por lo que se espera una Utilidad Bruta de Q 1,596,000.00 lo que representa un 22% sobre las ventas.

Lo cual se puede apreciar en el siguiente cuadro de costos y gastos en quetzales estimados para los 3 primeros años de operaciones.

ESTRUCTURAS METALICAS MONTECRISTO

COSTOS Y GASTOS EN QUETZALES ESTIMADOS PARA LOS 3 PRIMEROS AÑOS DE OPERACION

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>Costos Fijos</b>													
<b>Administrativos</b>													
Renta	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	72,000.00
Teléfono	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	7,200.00
Utililes de oficina y fotocopias	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	3,000.00
Mantenimiento	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	2,400.00
Computacion y mant.	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	2,400.00
Sueldos	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	180,000.00
<b>Sub-total</b>	<b>22,250.00</b>	<b>267,000.00</b>											
<b>PRODUCCION Y MONTAJE</b>													
Gasolina	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	12,000.00	144,000.00
<b>Sub-total</b>	<b>12,000.00</b>	<b>144,000.00</b>											
<b>Total gastos de administracion</b>	<b>34,250.00</b>	<b>411,000.00</b>											
<b>Promocion y ventas</b>													
publicidad	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	22,000.00	264,000.00
Gasolina	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	48,000.00
Papelera y utililes	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	1,800.00
Teléfono	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	7,200.00
Sueldos	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	48,000.00
<b>Sub-total</b>	<b>30,750.00</b>	<b>369,000.00</b>											
<b>Sub-total</b>	<b>65,000.00</b>	<b>780,000.00</b>											
<b>Variables</b>													
<b>Costos de producto</b>													
Materiales directos e indirectos	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	320,000.00	3,840,000.00
Sueldos de produccion y Montaje	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	64,000.00	768,000.00
Comisiones de ventas	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	216,000.00
<b>Total costos variables</b>	<b>402,000.00</b>	<b>4,824,000.00</b>											
<b>Total gastos y costos</b>	<b>467,000.00</b>	<b>5,604,000.00</b>											
<b>Ventas</b>													
Utilidad Bruta esperada	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	133,000.00	1,596,000.00
(%)	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%

### 3.3 Estados financieros proyección anual de pérdidas y ganancias

De acuerdo con el estado de resultado (pérdidas y ganancias) proyectado para los primeros tres años de operaciones, la utilidad neta después de impuestos esperada es un millón doscientos treinta y seis mil Quetzales con ochenta y ocho centavos Q. 1, 236,000.00 lo cual representa un diez y siete por ciento con respecto a las ventas totales.

MONTECRISTO			
Estado de resultados proyectado			
Del 1 de enero al 31 de diciembre			
Ingresos por ventas			
	Venta de viviendas	7, 200,000.00	
			7, 200,000.00
Costo de Ventas			
	Costo de venta		4, 824,000.00
			<hr/>
	<b>Utilidad Bruta</b>		<b>2, 376,000.00</b>
Gastos			
	Gastos de operación		
	Gastos de administración	267,000.00	
	Gastos de producción	144,000.00	
	Gastos de ventas y promoción	369,000.00	780,000.00
			<hr/>
	<b>Utilidad antes del impuesto</b>		<b>1, 596,000.00</b>
			<hr/> <hr/>

**MONTECRISTO**

**Balance general de apertura**

**(Datos presentados en Q.)**

---

---

<b>Activos</b>		
<b>Activo</b>		
<b>Circulante</b>		
Caja y Bancos		260,000.00
	<b>Total Activos</b>	<b>260,000.00</b>
		<hr/> <hr/>
<b>Pasivos</b>		
<b>Pasivo</b>		
<b>Circulante</b>		
		0.00
	<b>Total Pasivos</b>	<b>0.00</b>
		<hr/> <hr/>
<b>Capital</b>		
<b>Contable</b>		
<b>Aportación</b>		
<b>Socios</b>		<b>260,000.00</b>
	<b>Pasivos mas Capital Contable</b>	<b>260,000.00</b>

---

---

### **3.4 Determinación de los costos de la vivienda**

#### Precio de venta al público

El precio de venta se establece de acuerdo a los costos de producción, los cuales se determinan por la integración de materiales directos e indirectos, adicionando los costos de la mano de obra, la cual se establece a través de un estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción en planta, cargando además un porcentaje correspondiente por los costos fijos preestablecidos, más un margen de utilidad bruta del 22%. De tal manera que el precio de venta de una vivienda de poliuro-metal de 36 m<sup>2</sup> es de Q 29,690.85 y el de una vivienda de block de las mismas dimensiones es de Q 34,127.62 obteniendo así un ahorro sustancial de Q 4,436.77 por vivienda lo cual representa un 13% más bajo del precio de venta de la vivienda de poliuro-metal en comparación con la vivienda de block. De acuerdo a la integración de costos que se presenta en los siguientes cuadros.

**INTEGRACIÓN DE COSTOS DE FABRICACIÓN  
DE VIVIENDA DE PANELES DE POLIURO-METAL**

**Producto:** Vivienda de Paneles de Poliuro-metal

**Fecha:** Jul-08

**Descripción:** Vivienda de 36 m<sup>2</sup>

Walter  
**calculista:** Tobar

Cantidad	Dimensional	Descripción	valor unitario	total
<i>Materia prima directa</i>				
39	unidad	Costanera tipo C de 4" x 2" x 1/16"	165.00	6435.00
104	m.l.	Malla galvanizada cal. 14 cuadro de 1.1/2"	27.00	2808.00
8	unidad	Lámina acanalada galvanizada cal. 28 de 12 pies	132.00	1056.00
6	m3	Espuma de poliuretano	352.00	2112.00
<i>Total de Materia prima directa</i>				12411.00

<i>Materia prima indirecta</i>				
12	lbs.	Electrodo 3/32 6013 P.C.	12.00	144.0
2	gls.	Pintura anticorrosivo	96.00	192.0
1/2	gls.	Solvente mineral	69.00	34.5
40	unidad	Tornillo pollser de 1.1/2" x 1/4"	0.35	14.0
<i>Total de Materia prima indirecta</i>				384.5

<i>Mano de obra</i>				
1	global	Mano de obra directa	994.15	994.15

<i>Costos de transporte</i>				
1	global	Costos de transporte	350.00	350.00

<b>Total fabricación de la vivienda</b>				<b>14139.65</b>
---	--	--	--	-----------------

<i>Complementos</i>				
1	unidad	puerta de hierro con chapa	550.00	550.00
8	unidad	ventanas de hierro con vidrio claro de 5 mm.	350.00	2800.00
<i>Total de complementos</i>				3350.00

<b>Otros costos</b>					
				Costos Administrativos	1483.33
				Costos de publicidad 4% (del costo de fabricación)	565.59
				<b>Total otros costos</b>	<b>2048.92</b>

				<b>Costos Totales</b>	<b>19538.57</b>
				Utilidad Bruta antes de Impuestos 22%	4298.48
				<b>Precio de Venta</b>	<b>23837.05</b>

**INTEGRACIÓN DE COSTOS DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN  
DE VIVIENDA DE PANELES DE POLIURO-METAL**

**Producto:** Vivienda de Paneles de Poliuro-metal

**Fecha:** Jul-08

**Descripción:** Vivienda de 36 m<sup>2</sup>

**calculista:** Walter Tobar

Cantidad	Dimensional	Descripción	valor unitario	total
<i>Materia prima directa</i>				
1	unidad	Precio de Venta de la vivienda	23837.05	23837.05

Losas de concreto de 0.10 mts. x 36 m <sup>2</sup>				
29	unidad	Sacos de cemento	51.00	1479.00
2.5	m <sup>3</sup>	Piedrín	130.00	325.00
3	m <sup>3</sup>	Arena de río	90.00	270.00
		Materiales para fundición de losa		2074.00

<i>Fundición con concreto de pie de paneles</i>				
4	unidad	Sacos de cemento	51.00	204.00
0.28	m <sup>3</sup>	Piedrín	130.00	36.40
0.37	m <sup>3</sup>	Arena de río	90.00	33.30
		Materiales para fundición de pie de paneles		273.70

<i>Montaje</i>				
40	lbs.	Alambre de amarre	6.00	240.0
		Mano de Obra: aporte comunitario	0.00	0.0

Acabados finales				
<i>0.6 m<sup>3</sup> Ensabietado forjado 1: 3 e = 0.005</i>				
9	unidad	Sacos de cemento	51.00	459.00
0.79	m <sup>3</sup>	Arena de río	90.00	71.10
<i>2.4 m<sup>3</sup> Repello mortero grueso 1: 3 e = 0.002</i>				
54	unidad	Bolsas de cal hidratada	36.00	1944.00
3	m <sup>3</sup>	Arena amarilla cernida tamiz 1/4"	75.00	225.00
3	unidad	Sacos de cemento	51.00	153.00
<i>120 m<sup>2</sup> Cernido 1:2</i>				
9	unidad	Bolsas de cal hidratada	36.00	324.00
1	m <sup>3</sup>	Arena blanca	90.00	90.00
Mano de obra: aporte comunitario				

<i>Totales</i>				
		Precio de venta de la vivienda		23837.05
		Losas de concreto		2074.00
		Montaje		513.7
		Acabados finales		3266.10
		Total vivienda instalada con acabados		<b>29690.85</b>

### INTEGRACIÓN DE COSTOS DE MAMPOSTERÍA

**Producto:** Vivienda de Block

**Fecha:** Jul-08

**Descripción:** Vivienda de 36 m<sup>2</sup>

**calculista:** Walter Tobar

Cantidad	Dimensional	Descripción	valor unitario	total
<i>Materia prima directa</i>				
<i>8 Columnas tipo A</i>				
16	unidad	Hierro de 3/8"	40.62	649.85
9	unidad	Hierro de 1/4"	17.33	156.00
15	lbs	Alambre de amarre	6.00	90.00
<i>17 Columnas tipo B</i>				
17	unidad	Hierro de 3/8"	40.62	690.46
6	unidad	Hierro de 1/4"	17.33	104.00
17	lbs	Alambre de amarre	6.00	102.00
<i>3 soleras de 24 mts.</i>				
48	unidad	Hierro de 3/8"	40.62	1949.54
30	unidad	Hierro de 1/4"	17.33	520.00
60	lbs	Alambre de amarre	6.00	360.00
700	unidad	Block de 0.14 x 0.19 x 0.39	2.60	1820.00
40	unidad	Saco de cemento	51.00	2040.00
3.5	m3	Arena de río	90.00	315.00
3	m3	Piedrín	130.00	390.00
8	unidad	Costanera tipo C de 4" x 2" x 1/16"	165.00	1320.00
40	unidad	tornillo pollser	0.35	14.00
8	unidad	Lámina acanalada galvanizada cal. 28 de 12 pies	132.00	1056.00
1	gls.	pintura anticorrosivo	96.00	96.00
1/2	gls.	solvente mineral	69.00	34.50
<i>Materiales indirectos</i>				
30	unidad	Tablas de 9 x 1 pies	72.00	2160.00
20	lbs.	clavo de 3"	6.50	130.00
12	unidad	paral de 2" x 2" x 6 pies	37.00	444.00
Mano de obra				3600.00
Total fabricación de vivienda				18041.35
<i>Complementos</i>				
1	unidad	puerta de hierro con chapa	550.00	550.00
8	unidad	ventanas de hierro con vidrio claro de 5 mm.	350.00	2800.00
<i>Total de complementos</i>				3350.00
<i>Otros costos</i>				
Costos Administrativos				1483.33
Costos de Publicidad 4% (del costo de fabricación)				721.65
Total otros costos				2204.98
Costos Totales				23596.33
Utilidad Bruta antes de Impuestos 22%				5191.19
Precio de Venta				<b>28787.52</b>

## INTEGRACIÓN DE COSTOS DE VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA YA INSTALADA

**Producto:** Vivienda de block  
**Descripción:** Vivienda de 36 m<sup>2</sup>

**Fecha:** Jul-08  
**calculista:** Walter Tobar

Cantidad	Dimensional	Descripción	valor unitario	total
<i>Materia prima directa</i>				
1	Unidad	Precio de Venta de la vivienda	28787.52	28787.52

Losas de concreto de 0.10 mts. x 36 m <sup>2</sup>				
29	Unidad	Sacos de cemento	51.00	1479.00
2.5	m <sup>3</sup>	Piedrín	130.00	325.00
3	m <sup>3</sup>	Arena de río	90.00	270.00
		Materiales para fundición de losa		2074.00

Acabados finales				
<i>0.6 m<sup>3</sup> Ensabietado forjado 1: 3 e = 0.005</i>				
9	Unidad	Sacos de cemento	51.00	459.00
0.79	m <sup>3</sup>	Arena de río	90.00	71.10
<i>2.4 m<sup>3</sup> Repello mortero grueso 1: 3 e = 0.002</i>				
54	Unidad	Bolsas de cal hidratada	36.00	1944.00
3	m <sup>3</sup>	Arena amarilla cernida tamiz 1/4"	75.00	225.00
3	Unidad	Sacos de cemento	51.00	153.00
<i>120 m<sup>2</sup> Cernido 1:2</i>				
9	Unidad	Bolsas de cal hidratada	36.00	324.00
1	m <sup>3</sup>	Arena blanca	90.00	90.00
Mano de obra: aporte comunitario				

<i>Totales</i>				
		Precio de venta de la vivienda		28787.52
		Losas de concreto		2074.00
		Acabados finales		3266.10
		Total vivienda instalada con acabados		<b>34127.62</b>

### **3.5 Comparación de características del sistema constructivo propuesto con otros sistemas constructivos**

En la Guía de Observación<sup>6</sup> se aprecia un cuadro de integración de características que comparan el sistema constructivo propuesto con los sistemas constructivos tradicionales.

Metodología aplicada: por simple observación y consultas a maestros de obras en diferentes zonas de la ciudad capital.

### **3.6 Punto de equilibrio**

Es aquel nivel en el cual los ingresos son iguales a los costos y gastos, sin que generen utilidad, también se puede decir que es el nivel en el cual desaparecen las pérdidas y comienzan las utilidades o viceversa.

Esta herramienta financiera permite determinar el momento en el cual las ventas cubrirán exactamente los costos, expresándose en valores, porcentajes y/o unidades, además muestra la magnitud de las utilidades o pérdidas de la empresa cuando las ventas excedan o caen por debajo de este punto, de tal forma que este viene a ser un punto en referencia a partir del cual un incremento en los volúmenes de venta generará utilidades, pero también un decremento ocasionará pérdidas.

Para determinar el punto de equilibrio se determinan los costos fijos y variables de la empresa, entendiendo por costos variables aquellos que cambian en proporción directa con los volúmenes de producción y ventas, por ejemplo: materias primas, mano de obra a destajo, comisiones, etc.

Por costos fijos, se conocen aquellos que no cambian en proporción directa con las ventas y cuyo importe y recurrencia son prácticamente constantes, como son la renta del local, los salarios, las depreciaciones, amortizaciones, etc. Además se debe conocer el precio de venta de él o los productos que se comercializan, así como el número de unidades vendidas o producidas.

El punto de equilibrio sirve de orientación a la gerencia para:

1. Establecer la meta de producción y ventas.
2. Determinar los costos unitarios a distintos niveles de producción

3. Decidir la capacidad instalada de la planta.
4. Predecir utilidades
5. Medir el grado de eficiencia de la Administración
6. Evaluar la producción
7. Advertir deficiencias de la organización en general.

#### Fórmulas de punto de equilibrio

Descripción	Fórmula
El punto de equilibrio expresado en unidades de venta (pq) es igual a los costos fijos divididos por el ingreso marginal (M).	$Pq = F/M$
El ingreso marginal es igual al precio de venta unitario (P) menos los costos variable unitarios (V)	$M=P-V$
El punto de equilibrio expresado en dinero (Pd) es igual al punto de equilibrio expresado en unidades de ventas multiplicado por el precio de venta unitario.	$Pd=Pq \times P$

Dato:

Costos Fijos: Q65,000.00

Determinación del ingreso marginal

$$M = P - V$$

$$M = \quad Q29,690.85 \quad - \quad Q25,392.37 \quad = \quad Q4,298.48$$

El ingreso marginal es de  $Q4,298.48$

Determinación del punto de equilibrio de las unidades a fabricar

$$Pq = CF / M \quad Q65,000.00 / Q4,298.48 = 15 \text{ unidades}$$

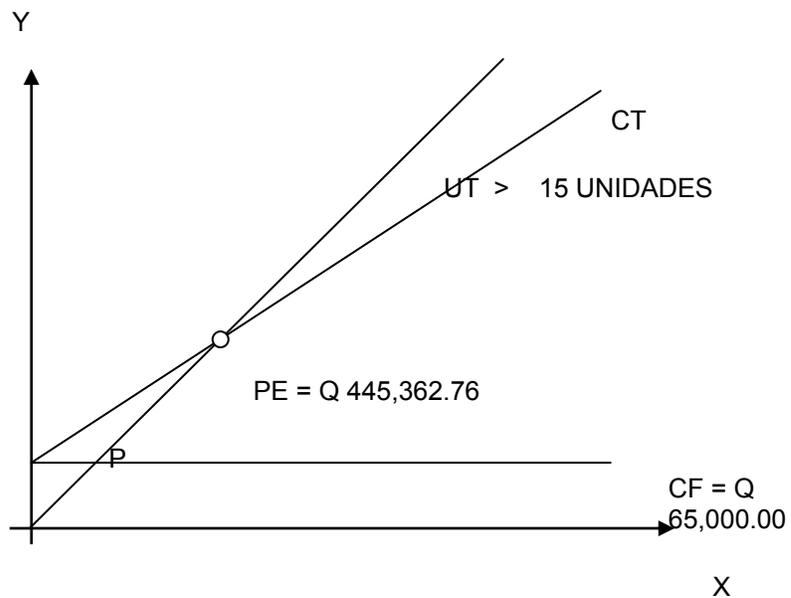
El número de unidades necesarias de fabricar para alcanzar el punto de equilibrio es de: 15 unidades mensuales.

Determinación del monto en quetzales a vender para permanecer en p. e.

$$\text{Monto} = \# \text{ unidades} * P \quad 15 \times Q29,690.85 = Q445,362.76$$

Es necesario mantener una venta mensual de: Q445,362.76

Gráfica del Punto de Equilibrio



Donde:  $CF + CV = CT$ ,  $VTAS - CT = UT/P$  Y  $PE = CT = VTAS$ .



## **4 ESTUDIO DE MERCADO**

El estudio de mercado es la parte fundamental para dar a conocer el producto e incursionar dentro del mercado guatemalteco, buscando la cobertura primeramente de la ciudad capital, dada la facilidad que existe de poder atender inmediatamente al cliente potencial, así como la facilidad de transportar al lugar los paneles de poliuro-metal, y poder cumplir con la supervisión correspondiente.

### **4.1 Plan de mercadeo**

La mezcla de comunicaciones es esencial, pues en estos momentos es imprescindible dar a conocer el producto y posicionar la marca, así como mostrar al mercado objetivo todos los beneficios de este nuevo sistema constructivo, se dispone de un 4% del total de las ventas para la realización de la publicidad, esto equivale a Q. 4,883.85 mensuales al momento de alcanzar el punto de equilibrio, pero para dar a conocer el producto es necesario incrementar este valor a Q 22,000.00 mensuales, que se permite para los primeros 3 años de operaciones. Realizando campañas publicitaria en los distintos medios de comunicación, televisiva, radiofónica, periódicos, vallas publicitarias y otros. El medio que se utilice va a depender de la campaña que se maneje en cada momento, según el mercado objetivo que se quiere alcanzar.

El volumen de ventas esperado es de Q 600,000.00 mensuales, los cuales se alcanzan con la contratación de 20 viviendas para fabricación con un valor de Q. 30,000.00 cada una. Obteniendo así una proyección de ingresos por ventas de viviendas de Q. 7, 200,000.00 anuales, generando una utilidad después de impuestos de Q. 1, 596,000.00 lo que corresponde al 17% de utilidad neta anual alcanzada.

Las forma de pago debe ser variada para ofrecer al cliente la oportunidad de negociar, recordando que debe de prevalecer el lema de “No vendemos casas, vendemos ilusiones” pues una vivienda se constituye en el patrimonio más importante de cualquier persona. Ofreciendo pagos conforme los avances de la obra, créditos bancarios, tarjetas de Crédito, planes de cuotas.

## **4.2 Datos estadísticos**

Estos se determinan en base a los patrones de uso,

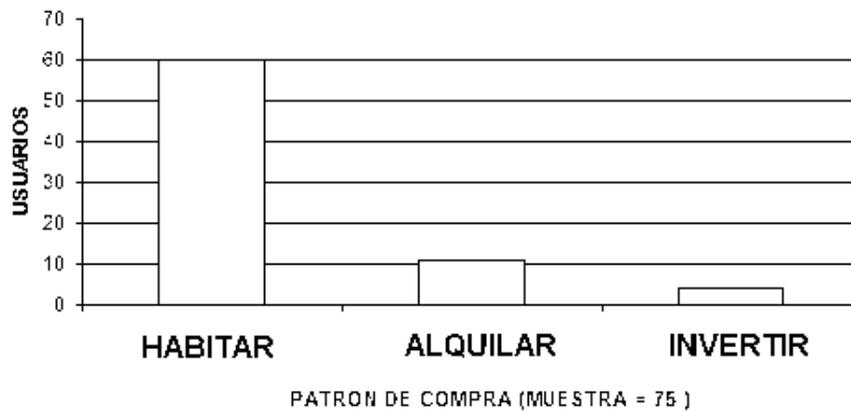
### **4.2.1 Patrones de uso**

De las encuestas realizadas<sup>7</sup> se reflejan los siguientes patrones de uso:

Compra de vivienda para casa de habitación propia:	80%
Compra de vivienda para darla en alquiler:	15%
Compra de vivienda como inversión futura:	5%

Cabe mencionar que del 80% que compran segunda casa con propósito de habitación propia, el 60% es destinado para que sea habitada por los hijos que inician con familia propia.

**Figura 7 Patrones de uso de vivienda**



#### **4.2.2 Preferencias**

De las encuestas<sup>8</sup> obtenidas se determinaron las siguientes preferencias en viviendas:

Tipo de Construcción:

Block:	75%
Fundición de Concreto:	15%
Construcción de Madera:	5%
Otro tipo prefabricado:	5%

Anexo 8

El 100% de los entrevistados coincidieron con lo siguiente:

Espacio mínimo de parqueo para 2 vehículos

Vivienda de 2 niveles

Patio trasero:

3 Dormitorios, cocina, lavandería, sala, comedor.

**Figura 8 Preferencia de los usuarios**



#### 4.2.3 Hábitos de compra

Compra casa construida: 88%

Contrata una empresa constructora: 11%

Compra una casa prefabricada de madera u otra 1%

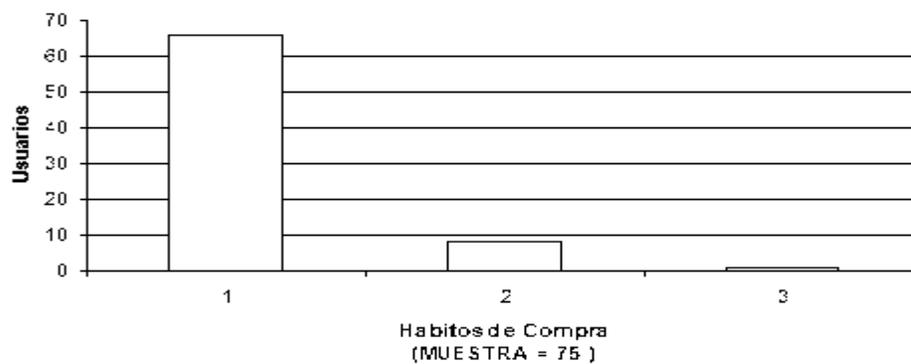
## Hábitos de compra de los consumidores

Metodología a utilizar:

Fuente primaria: muestra de 75 encuestas tomadas a personas que tienen vivienda propia, fueron recabadas en restaurantes de comida rápida en diferentes zonas de la ciudad capital.

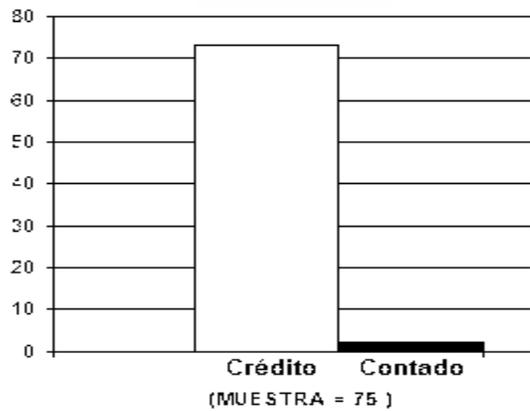
Y entrevista realizada a un foco de 8 miembros para recabar diferentes opiniones.

**Figura 9 Hábitos de compra**



Compra al contado	2%
Compra al crédito	98%

**Figura 10 Preferencias de pago**



## 2. Expectativas de ventas

Cuadro de ventas esperadas durante los primeros 3 años

Ventas	No. unidades	Valor unitario	Total
Mensuales	20	Q. 30,000.00	Q. 600,000.00
Anuales	240	Q. 30,000.00	Q. 7,200,000.00

## 3. Expectativas de ingresos

Expectativa de Ingresos por mes: Q. 600,000.00

Expectativa de Ingresos por año: Q. 7,200,000.00

Ingresos determinados por las ventas totales mensuales y por año.

### 4.3 Definición del producto

El producto

La fabricación de viviendas con paneles de poliuro-metal, es una idea innovadora, que reduce grandemente los costos de construcción, peso, administración, supervisión y ejecución. Fabricando para ello paneles de estructura metálica, con costanera de 4" x 1/16" que permite una capacidad de carga de 10.5 lbs. X pie 2 para una luz de 19 pies por flexión. Rigidizada adecuadamente según el modelo a desarrollar, protegiéndola contra la corrosión con minio rojo y colocando como material de relleno espuma de poliuretano que es una combinación de dos productos polioli e isocionato que al mezclarse, dan como resultado un poliuretano líquido, el cual al contacto con la intemperie, solidifica y expande en un período no mayor de 14 segundos, obteniendo un peso volumétrico de 1,200 gms/m<sup>2</sup> a 1" de espesor, con una densidad de 46 Kg./m<sup>3</sup>, por lo que proporciona una estructura de celda cerrada que lo hace impermeable, además de no contar con compuestos volátiles, evitando así la agresión al medio ambiente, es impermeable y aísla acústica y térmicamente.

Reduce considerablemente los esfuerzos de contracción y dilatación para los muros y techos. Su vida útil en condiciones de intemperie es de 20 a 25 años, en el caso de estar protegido con morteros no está calculado, proporcionando muchos años de vida a la vivienda. Debido a su baja densidad, el poliuretano resulta sumamente ligero; con lo cual no se sobrecargan los sustratos sobre los que se aplica. Además es químicamente inerte e inodoro y tiene gran resistencia al ataque de productos químicos y solventes. Existen dos procesos de aplicación de la espuma de poliuretano, el proceso de proyección consiste en pulverizar, mediante una máquina móvil, la mezcla de los componentes

altamente reactivos sobre la superficie a aislar, donde rápidamente expande y endurece. Y el proceso de colada que consiste en colar la mezcla líquida de los dos componentes, con una reactividad ajustada para este proceso, en la cavidad a aislar. En poco tiempo la mezcla expande rellena de cavidad y endurece. Además se adhiere perfectamente a la estructura metálica. A los paneles se les coloca una malla galvanizada soldada, a ambos lados del relleno de la espuma de poliuretano, para que se adhiera el repello y cernidos finales del muro, lo cual se realizará *in situ*.

Los paneles deben contemplar los espacios de luz para ventanas y puertas, según el diseño a ejecutar.

Las puertas y ventanas se fabrican en la misma planta e instalan directamente en los paneles en los espacios respectivos, soldándolos en las costaneras destinadas para ello, esto ahorrará el transporte, e instalación en el lugar de destino, sobretodo si existieran problemas de energía eléctrica.

- Evaluación del producto como una innovación de acuerdo con la percepción del mercado al que se dirige

#### a) Ventaja relativa

Entre los puntos considerados como ventaja relativa se tienen los siguientes:

- Vivienda con aislamiento térmico
- Vivienda con aislamiento acústico
- Supresión total de puentes térmicos. El aislamiento no presenta ni juntas ni fisuras.
- Poco peso lo que resulta ideal para 2dos. niveles.

- Material de relleno es impermeabilizante
- Rapidez de ejecución y movilidad de los paneles de la vivienda
- No hay necesidad de mano de obra calificada en la instalación.
- Menor costo por metro cuadrado
- Construcción antisísmica
- Minimización de gastos de estadía de ejecutores y supervisores, manejo de inventarios.
- Ventanas y Puertas ya instaladas desde la planta de fabricación.
- En condiciones de frío de 0 °C a -8 °C en el exterior, la temperatura es de 18 °C en el interior de la vivienda.
- En condiciones de calor de 40 °C a 48 °C en el exterior, la temperatura es de 24 °C en el interior de la vivienda.
- La vivienda en sí es transportable, es decir una vez montada en un punto, se puede desmontar para trasladarla a otro punto, esto se podría considerar en caso de tener el deseo de llevarla a otro terreno adquirido, o en caso de una emergencia de evacuación de un área.

#### **4.4 Mercado potencial**

Se determina por el tamaño y el segmento de mercado que se espera cubrir.

##### **4.4.1 Tamaño del mercado**

1.- Ventas estimadas en la industria en la planificación anual

Este dato se determina de acuerdo al número de licencias de construcción emitidos anualmente por la Municipalidad de Guatemala.

## 2.- Ventas estimadas en el área rural en la planificación anual

Tomando en cuenta la capacidad de la planta instalada, la introducción de un producto nuevo al mercado, la competencia y el plan de mercadeo que se planea implementar, se pretende alcanzar un volumen de ventas de:

20 unidades mensuales a un precio promedio de Q 30,000.00 cada una,

Volumen de ventas mensual de Q. 600,000.00

Volumen total de Q 7, 200,000.00 durante los primeros 3 años de ventas.

### **4.4.2 Descripción del mercado donde se venderá el producto**

Descripción del mercado donde se venderá el producto.

Mercado Meta: se enfocará hacia los estratos B, C, y D, ONG's y Gobierno.

#### 1.-Región geográfica

Cobertura en la ciudad capital:

Se cubrirá toda la capital en el caso del cliente particular, que realiza una compra directa. En el inicio no se cubrirán clientes particulares en el interior de la República por el costo de transporte y tiempo que esto ocasiona.

## 2.- Medios de transporte

Dado que las casas son módulos fabricados dentro de una planta, es necesario transportar dichos módulos o paneles que luego serán armados para tener como producto final la vivienda. Para el transporte de los paneles de las viviendas es necesario contar con vehículos apropiados para acarrear los paneles de poliuro-metal, pudiendo ser vehículos propios o contar con un servicio outsourcing. Y carreteras accesibles a las diferentes comunidades dentro de la ciudad capital.

## 3.- Penetración y cobertura de mercado

Se espera cubrir la ciudad capital, incluyendo todas sus zonas y sus municipios.

Por las facilidades de acceso y rutas cortas, además del regular estado de las carreteras dentro del perímetro de la capital, además por el tipo de producto se visita al consumidor final en los casos cuando se le presenta una propuesta y luego en el montaje y supervisión cuando ésta ha sido aceptada.

## **4.5 Promoción y publicidad**

Por ser un producto nuevo, requiere de mucha publicidad para darlo a conocer y mencionar los beneficios de este nuevo sistema, en el caso del cliente particular, dada la ventaja de ser un producto de menor costo en comparación con el tipo de vivienda que se encuentra en el mercado, unido al poco peso y rapidez de ejecución lo convierten en un producto altamente atractivo.

#### **4.5.1 Medios de publicidad utilizados normalmente**

- Anuncios en periódicos de mayor circulación
- Revistas de construcción y venta de viviendas
- Espacios publicitarios en Televisión por medio de alguna compañía de cable
- Mensajes radiales
- Volantes
- Vallas publicitarias

#### **4.6 Preparación promocional**

Publicidad

a.- Objetivos

- 1.- Alcanzar un volumen de ventas mensual de Q 600,000.00 el cual se puede obtener de la venta de 4 casa por un valor de Q. 150,000.00 cada una.
- 2.- Crear confianza en los usuarios de esta nueva tecnología de construcción.
- 3.- Buscar posicionar la marca en el mercado nacional.

b.- Mezcla de medios

Los medios de comunicación a utilizar son:

- 1.- Publicidad televisiva
- 2.- Publicidad radiofónica
- 3.- Publicidad en prensa escrita
- 4.- Publicidad en Vallas

En esta mezcla de medios hay que hacer notar que lo más importante para una persona, materialmente hablando, es su casa, por lo tanto la publicidad debe ir dirigida en este sentido, utilizando como slogan y principio “No vendemos casas, hacemos realidad sus ilusiones”.

#### c.- Costos

Se contempla la disponibilidad de Q. 22,000.00 mensuales que representan un 4% de las ventas del mes, para cubrir los gastos de publicidad. Los mismos se deben prorratear dentro de la mezcla de medios a utilizar.

### **4.7 Promociones de ventas**

#### a. Objetivos

Las promociones de ventas que se realicen tienen como objetivo fundamental, dar a conocer el producto. Ya que aún no es conocido en el mercado, y es necesario ir posicionando la marca, así como dar a conocer las bondades de este producto.

#### b. Premios

Una de las estrategias de introducción sería dar las ventanas y puertas de hierro como premio por la compra de la casa. Ya que el impacto de dicha promoción repercutiría únicamente como el valor del costo, ya que son fabricadas en la misma planta.

#### c. Costos

El costo de ofrecer estos premios, son de Q. 780.00 que es el costo de fabricación de la puerta y Q. 250.00/ m<sup>2</sup> de fabricación de la ventanearía.

#### d. Otros métodos promocionales

Otro forma de promocionar el producto es realizando un descuento no mayor del 10% antes de impuestos, pero únicamente en la etapa de introducción.

### **4.8 Distribución desde el lugar de origen hasta el de destino**

#### Transporte:

El transporte de los paneles de poliuretano desde la planta de fabricación hacia el lugar de destino, se realizará por medio de contenedores, o camiones de estaca, según sea la necesidad, enmarcada por el tamaño de la vivienda. Este servicio será proporcionado por una empresa outsourcing, estableciendo un precio por kilómetro recorrido.

#### Regulaciones en el mercado

El producto que sea transportado hacia su destino final debe llevar marcas preestablecidas de acuerdo al plano constructivo, y será acompañado de un manual estándar de montaje de los prefabricados. El cual debe ser de fácil lectura y comprensión para cualquier usuario.

## Uso de contenedores y camiones

Esto estará determinado por el tamaño de la vivienda o por el número de viviendas a transportar hacia un mismo sector, tomando las medidas precautorias necesarias para transportar de manera segura los paneles de poliuretano.

### **4.9 Estrategia de establecimiento de precios**

Se iniciará con un precio de introducción en el mercado que ofrezca un descuento aceptable, con el propósito de adquirir posicionamiento dentro del mercado, pudiendo ser el mismo de un máximo del 10% del valor total de la obra antes del impuesto del IVA y el ISR.

#### Método de pago

##### 1.- Por avance de la obra

Dependiendo del tamaño del proyecto y del tipo de cliente se puede establecer un sistema de pagos que sea acorde a los avances de la obra, pidiendo para ello un anticipo para iniciar la construcción de los paneles en la planta, dicho anticipo será del 30% del valor total del proyecto, un primer pago en el momento de iniciar el transporte de los paneles por 30%, el segundo pago de 20% al finalizar el montaje e iniciar los repellos y acabados, y 20% al concluir la obra.

## 2.- Tarjeta de Crédito

Es una forma de pago que permite realizar el cobro inmediatamente ofreciendo al usuario la oportunidad de realizar sus amortizaciones mensuales de acuerdo a cuotas preestablecidas, lo cual resulta ser muy buena alternativa de pago, la que es posible dependiendo del monto autorizado al usuario.

## 3.- Crédito Bancario

Es muy común realizar la venta de casas a través de un banco, el cual establece como garantía hipotecaria el terreno y/o la vivienda en sí.

Dependiendo del tipo y el monto del crédito bancario que se quiera establecer.

## 5 ESTUDIO DE SEGUIMIENTO

El estudio de seguimiento tiene su importancia en conocer el comportamiento de la vivienda de paneles de poliuro-metal construida e instalada y que se encuentre en funcionamiento, es decir habitada, y se puedan establecer parámetros como diferencias de temperaturas en el interior y exterior de la vivienda, así como la reacción al sonido, inclemencias del tiempo, y otros.

### 5.1 Análisis de seguimiento

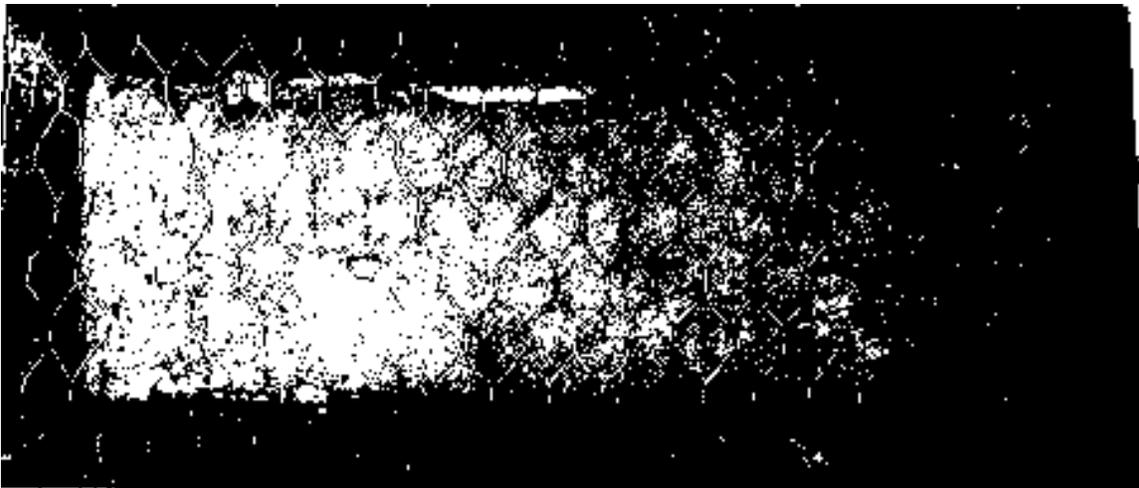
Con el propósito de tener una idea más clara del desarrollo de la vivienda con paneles de poliuro-metal, se realiza un prototipo sin escala, con los materiales propuestos de los planos anteriormente presentados, iniciando con el corte de materiales de costanera, y formando marcos con sus respectivos refuerzos horizontales y verticales según la amplitud del panel desarrollado.



Figura que muestra una vivienda de poliuro-metal .



Estructura metálica que forma un marco completo y se le ha colocado una fundición de poliuretano en su interior, como fondo de relleno para la pared, el mismo es impermeable y se adhiere perfectamente al marco.



Estructura con relleno a la cual se le ha colocado la malla tensada. Este panel se encuentra listo para ser transportado al lugar de destino.

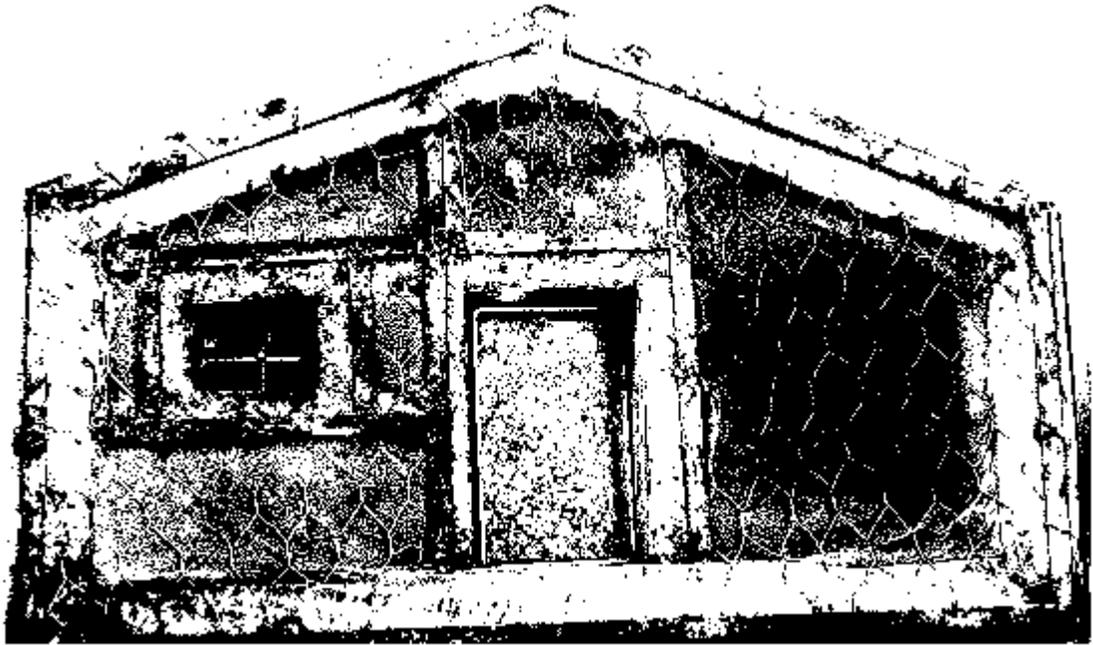
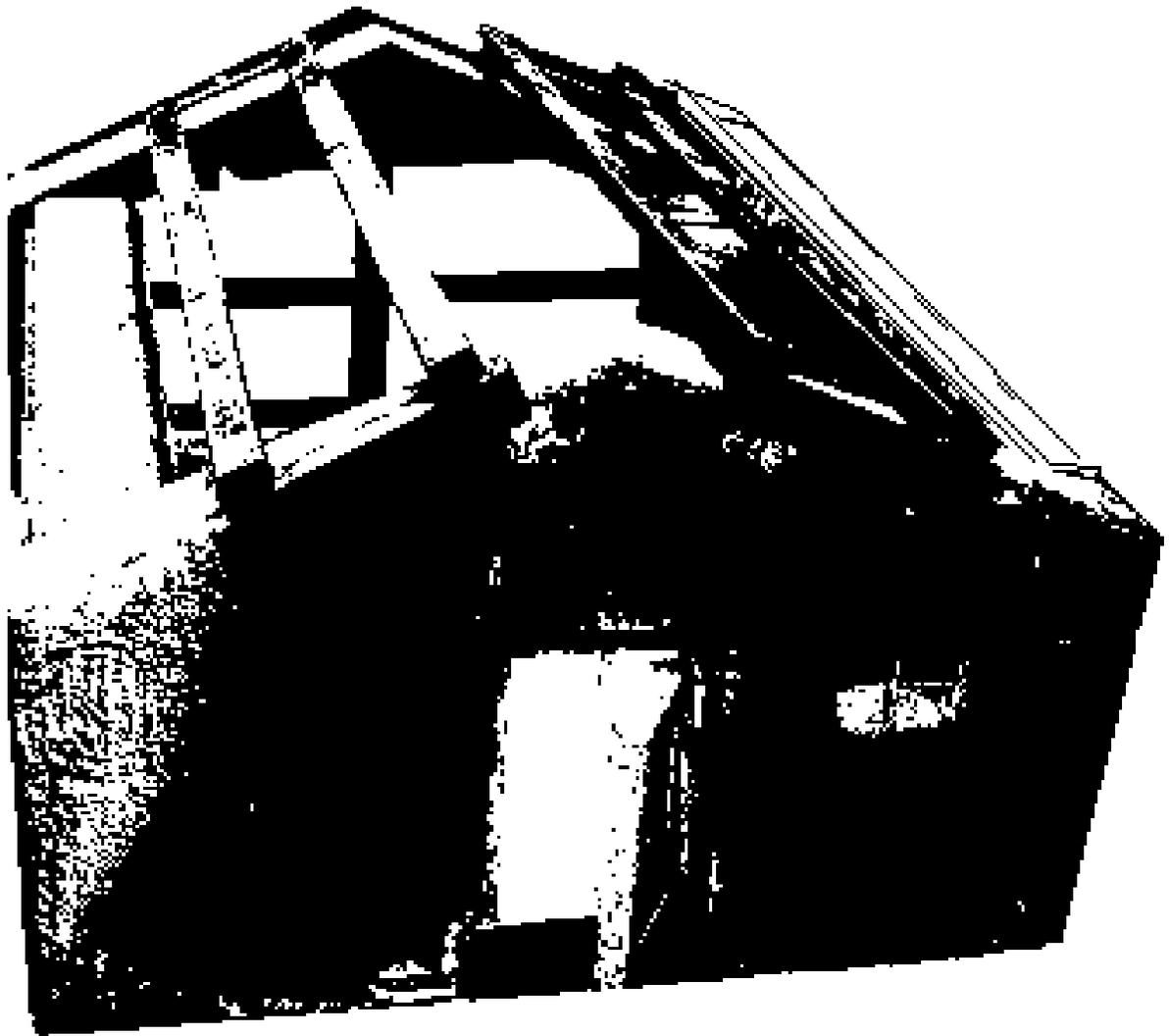
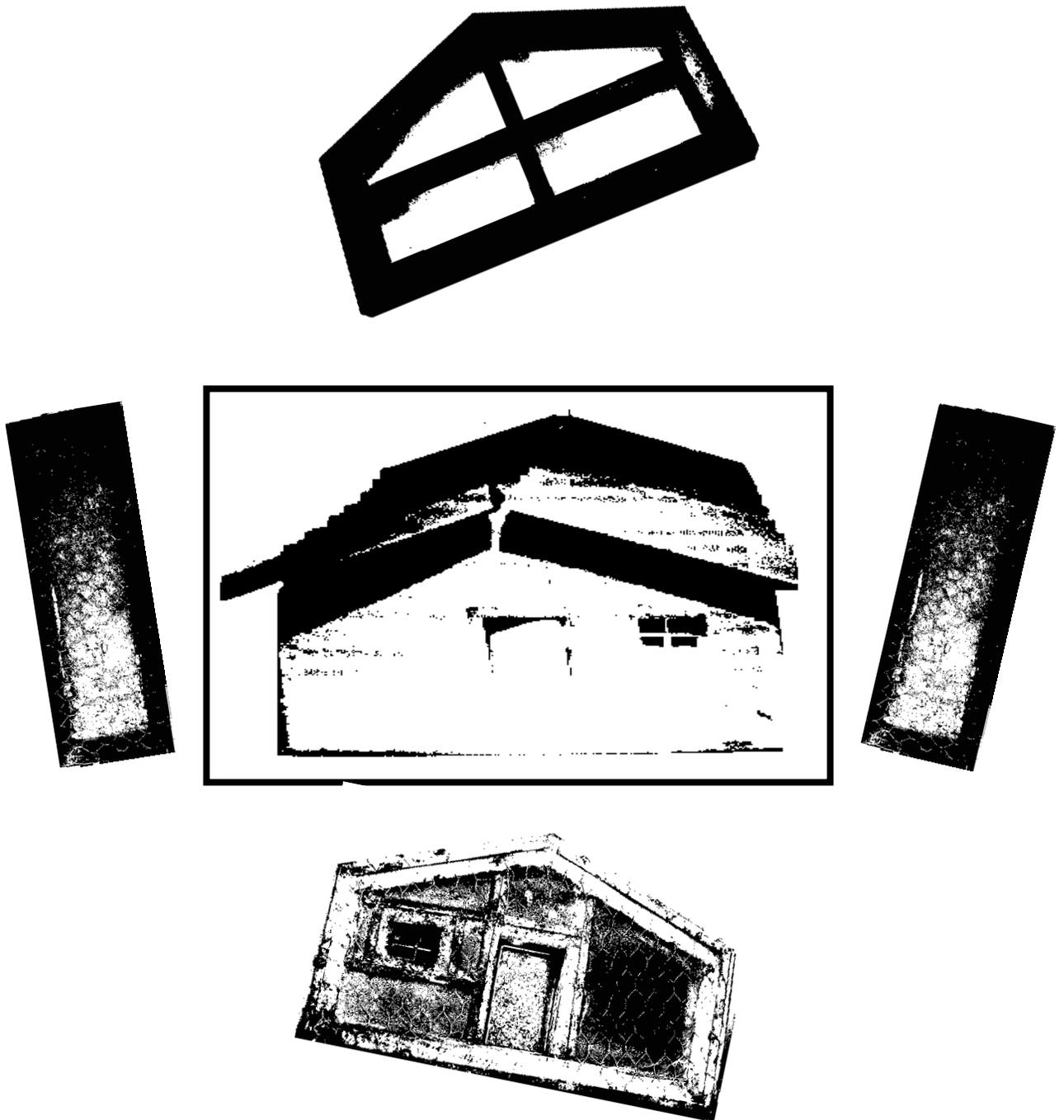


Imagen que muestra el panel frontal con el cual incluye los mojinetes, que dan la pendiente para colocar las costaneras que soportarán las láminas. Como se puede observar las puertas y ventanas ya se encuentran instaladas, lo que resulta práctico en ahorro de tiempo en instalaciones *in situ*, además se solventaría el problema en caso que no existiera energía eléctrica en el lugar que no permitiera la conexión de aparatos eléctricos como barrenos, soldaduras, y otros para efectuar dichas instalaciones.



Vivienda montada y ensamblada, la misma se ha repellado, y colocado las costaneras que soportarán el techo, la puerta y ventanas se habían instalado previamente, desde su fabricación.



Total de paneles que componen la vivienda concluida, la cual se encuentra repellada, y cernida, se le ha colocado laja en la parte inferior del frente para darle un mejor acabado, el techo está finalizado y las puertas y ventanas instaladas.

Este prototipo se ha construido con cuatro paneles conformados por dos paneles laterales, un panel trasero y un panel frontal, el cual se encuentra con la puerta y ventana instaladas, para evitar el transporte y la posterior instalación de las mismas, sobretodo si se incurriera con el problema que no existiera energía eléctrica, como se aprecia, cada panel está compuesto por una estructura metálica rígida, con una fundición de poliuretano en su interior y malla para soportar los repellos, el acabado se ha realizado con cernido vertical y se ha colocado piedra laja decorativa como complemento, las vigas se han colocado sobre los mojinetes de los paneles frontal y trasero, los cuales ya traen incluido un mojinete con una pendiente del 30%, la lámina es de zinc. El paso final consiste en la colocación de vidrios y losa de concreto en el suelo.

## **5.2 Estudio estadístico**

Se ha elaborado un estudio estadístico con el propósito de determinar la complejidad y los principales problemas para desarrollar el proyecto de construcción de viviendas de paneles de poliuro-metal.

### **5.2.1 Complejidad del negocio**

Entre la complejidad del negocio se tienen los siguientes:

- Necesidad de una planta de producción lo suficientemente grande para cubrir la demanda.

Actualmente la planta para la producción de los paneles de poliuro-metal, cuenta con 180 m<sup>2</sup> de piso, con lo que se estima una producción de 25 unidades mensuales, por lo que para incrementar esta producción es necesario ampliar las instalaciones de la planta actual.

- Investigación sobre trámites de licencias

Es necesario complementar el juego de planos correspondiente para la solicitud de la licencia de construcción ante la municipalidad, así como llenar los requisitos solicitados para la autorización de la misma.

- Acceso a créditos

Es importante contactar un banco que facilite la autorización de créditos con tasas que se encuentren dentro de los rangos de tasas de interés bancario.

- Registro de la propiedad intelectual, patentes y marcas.

Por ser una idea inédita y pueda cumplir con las regulaciones legales es necesario registrarla en el registro de la propiedad intelectual, patentando la idea y asignándole una marca que deberá registrarse.

### **5.2.2 Principales problemas y resistencias en la aceptación del producto de acuerdo a la investigación realizada:**

Metodología: Encuestas como fuente primaria<sup>1</sup>

En base a una encuesta realizada a un grupo de 25 personas, padres de familia, con intención de compra o construcción de vivienda de tipo familiar, se determinaron los siguientes problemas en cuanto a la aceptación de las viviendas de paneles de poliuro-metal.

- Incertidumbre en cuanto a la vida útil de las viviendas

Ya que no existe evidencia física alguna en cuanto a la vida útil de una vivienda de este tipo, por tratarse de una innovación, lo que crea cierto grado de desconfianza a la hora de invertir en una propiedad de este tipo.

- Desconfianza en cuanto a la temperatura interior y absorción de ruidos de la vivienda

Por las mismas razones anteriores, aunque la espuma de poliuretano se utiliza como un aislamiento térmico y acústico.

Anexo 1

- Desconocimiento en cuanto al acceso a créditos hipotecarios

Debido a que la mayoría de personas acceden a créditos para adquirir sus viviendas, existe incertidumbre en cuanto al aval de los bancos para otorgar préstamos hipotecarios sobre este tipo de construcción.

- Desconfianza por ser el poliuretano un material inflamable que aunque va forrado con mortero de cemento existen cables eléctricos en el interior que podrían provocar un corto-circuito que se desencadene en un incendio.

La probabilidad que exista un accidente de este tipo es factible, y por ello conviene aislar los ductos eléctricos del poliuretano con mortero, y así eliminar este riesgo, aunque se debe reconocer que dentro de la vivienda se encuentran materiales de poliuretano expuesto, por ejemplo los colchones de las camas, las almohadas, cojines de sillas, sillones, partes interiores del vehículo, y otros.

Una vez entregadas las viviendas se debe proceder a elaborar la estadística correspondiente de seguimiento del comportamiento de las viviendas. La misma debe contemplar los siguientes puntos:

- 1.- mediciones de temperatura en el interior y exterior de la vivienda.
- 2.- revisiones periódicas del comportamiento de los morteros, es decir verificar si existieran grietas.
- 3.- Comportamiento ante condiciones climáticas cambiantes como vientos fuertes, lluvias, tormentas.

4.- Cualquier condición que se pudiera presentar y que no estuviera considerada dentro de las anteriores.

## CONCLUSIONES

1. El sistema constructivo de paneles de poliuro-metal presenta la gran ventaja que puede ser fabricado dentro de una planta de producción, se ha propuesto una vivienda de 6 mts. x 6 mts., 36 m<sup>2</sup> y una altura de de 2.40 mts. En su parte mas baja, con un techo inclinado de dos aguas con el 30% de pendiente, para la cual se han elaborado un juego de planos, un manual de instalación para el usuario y se ha determinado mediante un balance de líneas un tiempo promedio de un día para fabricar 1.71 unidades por una línea de producción de 6 estaciones con un total de 17 operarios.
2. Para la vivienda propuesta se ha determinado la integración de materiales que incurren en la fabricación de la misma, así como otros costos tales como costos de transporte, instalación, costos administrativos, costos de publicidad (4%), y utilidad bruta del 22%, con lo que se obtiene un precio de venta de Q 29,690.85 por vivienda, o sea Q 824.75/m<sup>2</sup>
3. El sistema constructivo tradicional de mampostería refleja un precio de construcción para una vivienda de las mismas dimensiones propuestas de Q 34,127.62, o sea Q 947.99/m<sup>2</sup>, el cual comparado con el valor del precio reflejado del sistema de poliuro-metal, indica un ahorro sustancial de Q 4,436.97 para el nuevo sistema constructivo de poliuro-metal, o sea un ahorro del 13% con el nuevo sistema.



## RECOMENDACIONES

- 1 Los paneles de poliuro-metal son un concepto de construcción nuevo, por lo tanto es necesario realizar planos que contemplen este nuevo sistema constructivo, que cumplan con los requerimientos de los usuarios y optimicen los materiales necesarios en su ejecución.
- 2 Realizar los estudios necesarios de las necesidades habitacionales en el país, para desarrollar un programa de viviendas para todos, a nivel nacional.
- 3 Realizar los estudios de seguimiento necesarios, sobre el comportamiento de los materiales, ante inclemencias del tiempo y medir los coeficientes de termo-estabilidad, anti-sismicidad, transmisión audible y otros.
- 4 Plantear el sistema constructivo propuesto en el desarrollo de otras alternativas constructivas de gran necesidad en el país, como lo son los edificios escolares, como una solución para el programa de edificación de escuelas en la República.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Cámara Guatemalteca de la Construcción 2007
2. Instituto Nacional de Estadística, 2007
3. Registro de la Propiedad Intelectual, 2007
4. <http://www.aislamientossanfelicis.com/poliuretano.htm> (Agosto, 2007)
5. <http://www.lercasa.com/materiales.php> (Septiembre, 2008)
6. <http://www.c.net.gt/fgtoriello/vivienda.html> (Octubre, 2008)
7. <http://es.wikipedia.org/wiki/publicidad> (Marzo, 2007)
8. <http://www.eclac.cl/p> (Enero, 2008)
9. <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/23073/R895%20perfiles%201%20.pdf> (Abril, 2008)
10. Mondy, R Wayne y Noe Robert M. **Administración de recursos humanos.** 9ª ed. México: Pearson Educación, 2005. 560pp.
11. Roger G Shroeder, Roger G. **Administración de operaciones.** 2ª ed. México: Mc. Graw Hill, 2004. 601 pp.
12. Stanton, William y Charles Futrell. **Fundamentos de mercadotecnia.** 8ª ed. México: Mc. Graw Hill, 1991. 732pp.



## **APÉNDICE**

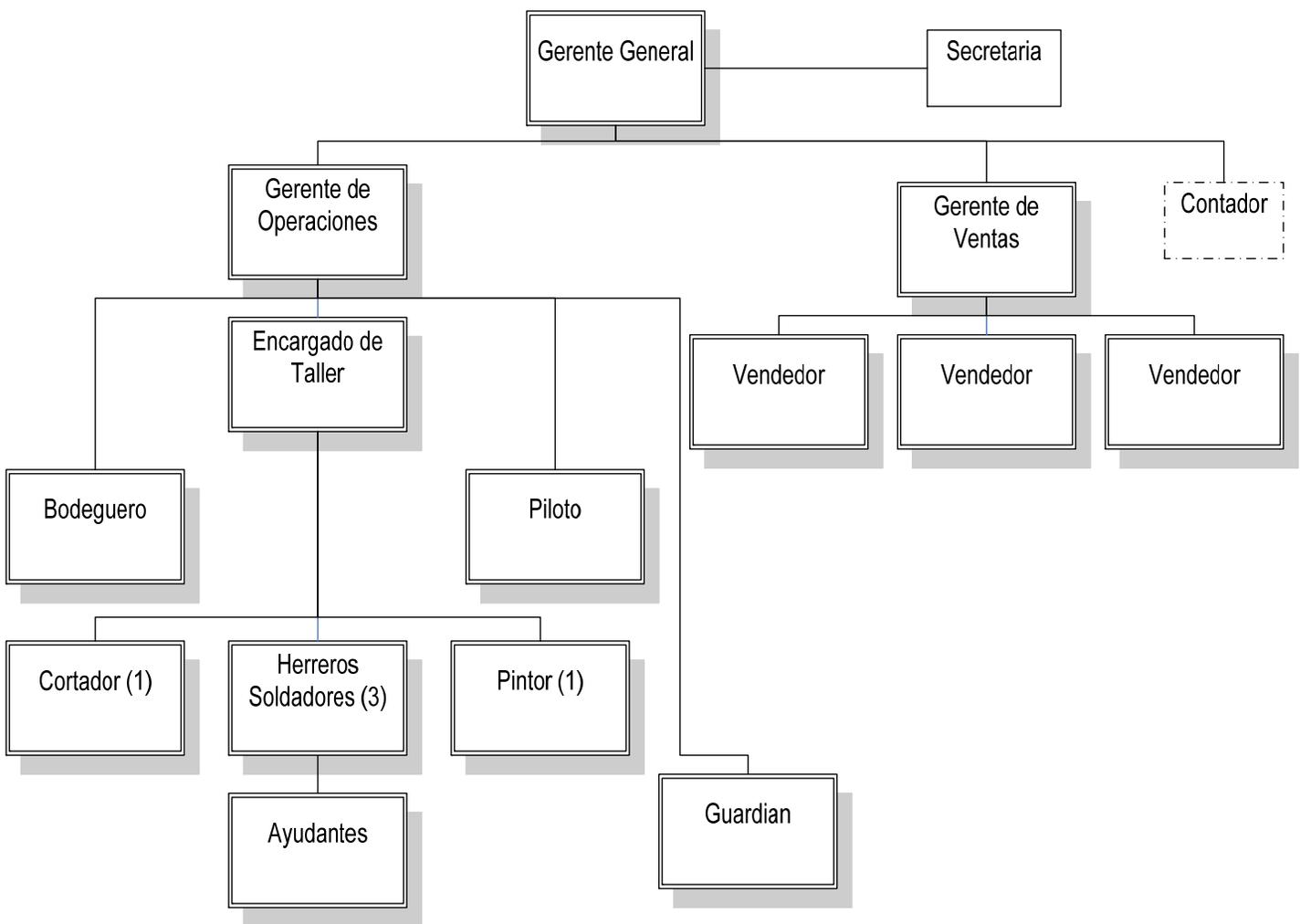


Anexo 1

Formato para cronometrar tiempos de operaciones												
Hoja Num: _____			Fecha: _____			tiempo inicio: _____						
De _____			Analista: _____			tiempo finalizado: _____						
Hojas			Operación		Operación		Operación		Operación		Elementos Ajenos	
Número		Cronometrado		Cronometrado		Cronometrado		Cronometrado		tiempo descripción		
Notas	Línea	tiempo	horario	tiempo	horario	tiempo	horario	tiempo	horario			
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16											
	17											
	18											
	19											
	20											
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28											
	29											
	30											
	31											
	32											
											Habilidad	
											Esfuerzo	
											Condiciones	
											Consistencia	
											tiempo total	

Anexo 2

# ORGANIGRAMA DE MONTECRISTO



Cantidad	Maquinaria	Descripción	Marca	Color	No. Serie	No. Motor	Modelo	Valor
1	compresor	1/2 h.p. 110 v.		gris			2004	1,850.00
1	cizalla	cort. Metal. Cuchilla de 8"		Rojo oxido			1995	4,250.00
1	Dobladora	plámima. 1/16" - 4 pies		verde/amarillo			1997	1,500.00
1	Dobladora	plámima. 1/16" - 10 pies		verde/amarillo			2005	7,400.00
1	Dobladora	p/ tubo desde 1/2" - 2"		Rojo			2004	1,250.00
1	Soldadora	110/220 V. 225 Amp.	Lincoln	Rojo			1998	2,850.00
1	Soldadora	110/220 V. 225 Amp.	Lincoln	Rojo			1999	2,900.00
1	Soldadora	110/220 V. 225 Amp.	Hobart	beige			2001	2,800.00
1	Soldadora	110 V. 175 Amp.	Moderna	Rojo			2003	1,000.00
1	Barrero Pedestal	110 V. Mandril 1/2"		Azul			2002	1,800.00
1	Barrero Pedestal	110 V. Mandril 1/2"		Papaya			2004	2,400.00
1	Barrero	110 V. Mandril 1/2"	Bosh	Azul			2002	1,800.00
1	Barrero	110 V. Mandril 1/2"	American	Gris			2005	185.00
1	Barrero	110 V. Mandril 1/2"	Skill	Negro			2004	200.00
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm	De Walt	Amarillo			2003	2,400.00
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm		verde			2004	2,200.00
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm	Hitachi	Gris			1999	3,125.00
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm		Papaya			2004	2,600.00
1	Cortadora de Disco de 14"	110 V. 9" 3200 rpm	Hitachi	verde			2004	3,200.00
1	Cortadora de Disco de 14"	110 V. 9" 3200 rpm		Naranja/amarillo			1997	800.00
1	Pick-up Toyota 4 x 4	motor 2400 cc	Toyota	Rojo			1986	35,000
1	Pick up Mazda	motor 1600 cc	Mazda	Amarillo			1979	17,000
TOTAL .....								Q. 98,510.00

## Programa de Mantenimiento Preventivo

### por Año

Cantidad	Maqunaria	Descripción	Marca	Color	Limpieza	Drenaje	Lubricación y Engrase	Cambiar carbonos	Costo anual (Q)	Porcentaje %
1	Barreno	110 V. Mandril 1/2"	American	Gris	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	81.08
1	Barreno	110 V. Mandril 1/2"	Skill	Negro	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	75.00
1	Barreno	110 V. Mandril 1/2"	Bosh	Azul	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	8.33
1	Barreno Pedestal	110 V. Mandril 1/2"		Azul	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	8.33
1	Barreno Pedestal	110 V. Mandril 1/2"		Papaya	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	6.25
1	cizalla	cont. Metal. Cuchilla de 8"		Rojo oxido	c/ 2 meses		mensual	c/ 6 meses	15.00	0.35
1	compresor	1/2 h.p. 110 v.		gris	c/2 meses	semanal	mensual	c/ 6 meses	190.00	10.27
1	Cortadora de Disco de 14"	110 V. 9" 3200 rpm	Hitachi	verde	semanal		mensual	c/ 6 meses	280.00	8.75
1	Cortadora de Disco de 14"	110 V. 9" 3200 rpm		Naranja/amarillo	semanal		mensual	c/ 6 meses	280.00	35.00
1	Dobladora	p/lamina. 1/16"- 4 pies		verd/amarillo	c/ 3 meses		c/ 3 meses		15.00	1.00
1	Dobladora	p/lamina. 1/16"- 10 pies		verde/amarillo	c/ 3 meses		c/ 3 meses		15.00	0.20
1	Dobladora	p/tubo desde 1/2" - 2"		Rojo	c/ 3 meses		c/ 3 meses		15.00	1.20
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm	De Walt	Amarillo	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	6.25
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm	Hitachi	verde	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	6.82
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm		Gris	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	4.80
1	Pulidora	110 V. 9" 3200 rpm		Papaya	mensual		mensual	c/ 6 meses	150.00	5.77
1	Soldadora	110/220 V. 225 Amp.	Lincoln	Rojo	c/ 3 meses			c/ 6 meses		0.00
1	Soldadora	110/220 V. 225 Amp.	Lincoln	Rojo	c/ 3 meses					0.00
1	Soldadora	110/220 V. 225 Amp.	Hobart	Rojo	c/ 3 meses					0.00
1	Soldadora	110 V. 175 Amp.	Moderna	Rojo	c/ 3 meses					0.00

Costo Anual Q. 2160.00  
 Porcentaje anual 0.05  
 Costo Mensual Q. 180.00

Mensual: 11ra. Semana de cada mes  
 c/ 2 meses: 11ra. Semana de cada mes par  
 c/ 3 meses: 11ra. Semana de los meses Enero, Abril, Julio, Octubre.

### Procedimiento de las Operaciones a Realizar:

Limpeza:	revisión de cables y espiga, limpieza interna de escorias que puedan lastimar los inductos, limpieza externa de case, utilizando diesel o gasolina, líquido antifolado.
Lubricación:	Revisión y Nivelación de Aceite (compresor). Lubricación de partes móviles, ejes, quijadas, mandriles, etc.
Engrase:	Limpiar y Engrasar partes como cojinetes, ejes, engranajes, cabezas de las pulidoras, ruedas, etc.
Drenar:	Liberar válvula de escape del compresor para eliminar el agua acumulada.
Cambio de Carbones:	Abrir y desmontar carbones gastados o en mal estado y colocar correctamente los nuevos de acuerdo al modelo de cada maquina, y cerrar el compartimiento. (no apretar )

### Conclusiones:

De una valor total de Q. 46,510.00 en maquinaria debemos gastar Q2,160.00 por año en mantenimiento preventivo lo que representa el 5% del valor de la maquinaria.

El mantenimiento preventivo nos representa el 5% del valor total de la maquinaria, lo cual es mínimo comparado con lo que representaría el cambio de una pieza o la pérdida completa de una maquina por falta de este mantenimiento.

Las máquinas de muy bajo costo como el Barreno americano que representa el 8.1% en mantenimiento de su valor, el Skill el 7.5%. Y la cortadora con el 3.5% representan unos porcentajes muy altos de mantenimiento, muy poca vida útil y la no reparación de los mismos debido a que no existen repuestos para estos en el mercado. Por lo tanto conviene hacer una evaluación entre el rendimiento y el valor de dicha maquinaria sumada a su costo de mantenimiento.

El encargado de taller es el responsable por velar que este mantenimiento se realice, para lo cual deberá utilizar una ficha de guía en la que hará las anotaciones respectivas del seguimiento de dicho mantenimiento, sin embargo será el responsable de cada maquinaria el obligado a ejecutarlo.



### Comparación de características entre diferentes sistemas constructivos

PRODUCTO	CONSTRUCCION TRADICIONAL	PANEL ESTRUCTURAL	FUNDICIÓN IN SITU	CASA DE MADERA	VIVIENDA ARMABLE
	(BLOCK HIERRO Y CONCRETO)	(ELECTROMALLA Y POLIESTIRENO)	(CON FORMALETA)	(TIPO AMERICANA)	(POLIURO-METAL)
Antisísmicas	medianamente	Totalmente	Totalmente	Totalmente	totalmente
aislamiento térmico	aceptable	Acceptable	Acceptable	no muy conveniente	muy bueno
aislamiento acústico	aceptable	Malo	Acceptable	Malo	muy bueno
Obra limpia	muy sucia	Muy sucia	muy sucia	Acceptable	aceptable
Conservación medio ambiente	regular	Regular	Bueno	Malo	muy bueno
Menor peso por m2	muy pesado	Acceptable	muy pesado	Acceptable	aceptable
Presentación en acabados	excelente presentación	excelente presentación	buena presentación	excelente presentación	excelente presentación
rapidez en ejecución de obra	mucho tiempo en ejecución	regular tiempo en ejecución	poco tiempo en ejecución	poco tiempo en ejecución	poco tiempo en ejecución
Transportabilidad de la obra final	no es posible	no es posible	no es posible	Facible	facible
Costos	bastante altos	Altos	ligeramente	bastante altos	relativamente
Durabilidad	muy larga	Larga	muy larga	Mediana	larga
Mantenimiento	poco mantenimiento	regular mantenimiento	regular mantenimiento	bastante mantenimiento	poco mantenimiento

Anexo 7

**Encuesta para conocer problemas y resistencia en la aceptación  
de viviendas de poliurometal**

Fecha: \_\_\_\_\_

Encuestador: \_\_\_\_\_

Muestra : propietarios de vivienda

Requisitos de encuestado: propietario de vivienda

Buenos días o Buenas Tardes, me encuentro realizando un estudio sobre las viviendas en este sector, con el propósito de conocer sus impresiones. Las mismas serán de utilidad para el desarrollo de mi tesis universitaria.

Podría usted colaborar conmigo?, serán 5 minutos.

¿Qué tipo de vivienda posee?

Block

Madera

Prefabricado

¿Qué lo inclinó a este sistema constructivo?

Precio

Durabilidad

Confianza

otro \_\_\_\_\_

¿De los siguientes sistemas de construcción, enumere del primero al último según su preferencia?

Block

Madera

Prefabricado

¿Enumere según usted considera de mayor a menor costo?

Block

Madera

Prefabricado

¿compra para vivienda propia o para alquilar?

propia

Alquilar

¿Cómo prefiere adquirir la propiedad?

Contado

Crédito

¿Enumere según considera usted del más inseguro al más seguro?

Block

Madera

Prefabricado

¿Según el orden de importancia para usted, enumere lo siguiente el 1 para lo más importante?

Seguridad

Limpieza

Precio

Durabilidad

Tiempo

¿Si le dieran a conocer una alternativa nueva de construcción estaría dispuesto a utilizarla?

SI

NO

¿Por qué?

- - -  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

si una nueva alternativa le ofreciera los mismos acabados que la construcción de block, con menor tiempo de ejecución, mas limpieza en la obra y a un menor costo, la aceptaría?

SI

NO

¿Por qué? - - -  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Esta por salir al mercado un nuevo sistema de construcción que consiste en .....

Consideraría construir con este nuevo sistema?

SI

NO

¿Por qué? - - -  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Comentarios:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Anexo 8

### HÁBITOS DE COMPRA DE LOS CONSUMIDORES

Buenos días o Buenas Tardes, me encuentro realizando un estudio sobre las viviendas en Este sector, con el propósito de conocer sus impresiones. Las mismas serán de utilidad Para el desarrollo de mi tesis universitaria.

Podría usted colaborar conmigo?, serán 5 minutos.

¿Usted prefiere comprar una casa?

construida  contrata constructora  construye ud. Mismo  compra casa prefabricada

¿El propósito de su compra es para?

habitarla  darla en alquiler  inversión  otro

---

¿Cuál es el tipo de construcción de su preferencia?

Block  Madera  Prefabricado  fundición concreto

¿Cuál considera requiere mas mantenimiento?

Block  Madera  Prefabricado  fundición concreto

¿Enumere según considera usted del mas inseguro al más seguro?

Block  Madera  Prefabricado  fundición concreto

¿Describa cuantas habitaciones debe tener una vivienda para ser cómoda para usted?

---

---

¿Si le dieran a conocer una alternativa nueva de construcción estaría dispuesto a utilizarla?

SI  NO  ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿si una nueva alternativa le ofreciera los mismos acabados que la construcción de block,  
Con menor tiempo de ejecución, mas limpieza en la obra y a un menor costo, la aceptaría?

SI  NO  ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



