



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA VERSUS PANELES  
METÁLICOS TIPO SÁNDWICH CON FIJACIÓN OCULTA PARA CERRAMIENTOS EN  
SALONES DE USOS MÚLTIPLES**

**Elvis Estuardo Zepeda Ramírez**

Asesorado por el Ingeniero, Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA VERSUS  
PANELES METÁLICOS TIPO SÁNDWICH CON FIJACIÓN OCULTA PARA  
CERRAMIENTOS EN SALONES DE USOS MÚLTIPLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ELVIS ESTUARDO ZEPEDA RAMÍREZ**

ASESORADO POR EL INGENIERO CIVIL. GUILLERMO FRANCISCO MELINI  
SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Christian De León Rodriguez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO A.i.	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Linares Cruz
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA VERSUS  
PANELES METÁLICOS TIPO SÁNDWICH CON FIJACIÓN OCULTA PARA  
CERRAMIENTOS EN SALONES DE USOS MÚLTIPLES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 28 de abril de 2014.



**Elvis Estuardo Zepeda Ramírez**





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 12 de marzo de 2018

Ingeniero  
 Hugo Leonel Montenegro Franco  
 Director Escuela Ingeniería Civil  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA VERSUS PANELES METÁLICOS TIPO SANDWICH CON FIJACIÓN OCULTA PARA CERRAMIENTOS EN SALONES DE USOS MÚLTIPLES** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Elvis Estuardo Zepeda Ramírez, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
 Asesor y Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 PLANEAMIENTO  
**USAC**

/mrrm.



*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Elvis Estuardo Zepeda Ramírez COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA VERSUS PANELES METÁLICOS TIPO SANDWICH CON FIJACIÓN OCULTA PARA CERRAMIENTOS EN SALONES DE USOS MÚLTIPLES da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, julio 2018

/mmm.







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 Civil, al trabajo de graduación titulado: **COMPARACIÓN DE COSTOS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA VERSUS PANELES METÁLICOS TIPO SANDWICH CON EJACCIÓN OCULTA PARA CERRAMIENTOS EN SALONES DE USOS MÚLTIPLES** presentado por el estudiante universitario: **Elvis Estuardo Zepeda Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, julio de 2018

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, por la bendición de la vida y las oportunidades temporales y espirituales.
<b>Mis padres</b>	Roberto Zepeda y Yolanda Ramírez de Zepeda, su amor será siempre mi inspiración, su ejemplo y sus sacrificios que han hecho toda su vida por mí.
<b>Mi esposa</b>	Sofía Mayarí Ibáñez de Zepeda, mi compañera eterna, por su amor, paciencia e influencia para lograr este éxito.
<b>Mis hijos</b>	Lucía Mayarí, Adriana Sofía y Estuardo Andrés, por ser ángeles y motivación en mi vida.
<b>Mis tíos</b>	Dora Corado, Rodemiro Ramírez, por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Mis suegros</b>	Por ser una importante influencia, apoyo y cariño.
<b>Mis hermanos</b>	Erick Roberto, Amy Gabriela, Monica Cecilia y Lucia Frinné, por su apoyo incondicional, ejemplo, amor e influencia en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme abierto sus puertas y permitirme culminar mi carrera con éxito.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme todo el conocimiento que como profesional necesitare a lo largo de mi desarrollo laboral.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Josué Echeverría, Suret López, por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Ingeniero Ordoñez</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Ingeniero Melini</b>	Por su apoyo incondicional en la asesoría y realización de este trabajo de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. REQUERIMIENTO DE LOS MATERIALES .....	1
1.1. Exigencias o requisitos de habitabilidad .....	2
1.1.1. Exigencias de habitabilidad en general .....	3
1.1.2. Exigencias relativas .....	3
1.1.3. Exigencias colectivas.....	4
1.1.4. Exigencias del medio ambiente .....	8
1.1.5. Condiciones de uso y ocupación de las estructuras (vivienda, edificio, salón de usos múltiples, etc.).....	10
1.2. Exigencias o aprovechamientos económicos .....	12
1.3. Normas y requerimientos.....	13
1.4. Evaluación y selección de los materiales .....	17
1.4.1. De evaluación .....	17
1.4.2. De selección .....	18
1.5. Disponibilidad y procedencia de los materiales de construcción .....	19
2. FUNDAMENTOS DEL COSTO .....	21

2.1.	Diagrama de balance de una obra .....	21
2.1.1.	Balance de calidad-tiempo-costos .....	22
2.1.2.	Balance de especificaciones-cuantificaciones-análisis .....	24
2.1.3.	Balance de material-mano de obra-equipos.....	25
2.2.	Procedimientos para determinar el costo de la mano de obra .....	26
2.2.1.	Prestaciones.....	28
2.2.2.	Salarios .....	30
2.2.3.	Días anuales efectivamente trabajados .....	31
2.2.3.1.	Días anuales pagados.....	32
2.2.3.2.	Aguinaldo y bono 14.....	33
2.2.3.3.	Aumento del seguro .....	34
2.2.3.4.	Despido .....	35
2.2.4.	Cálculo de las horas extras .....	35
2.2.5.	Cálculo aproximado del factor ayudante .....	37
2.2.6.	Resumen de prestaciones y otras cargas .....	38
2.3.	Características de los costos .....	38
2.3.1.	El análisis del costo es aproximado .....	39
2.3.2.	El análisis del costo es específico .....	39
2.3.3.	El análisis del costo es dinámico.....	39
2.3.4.	El análisis del costo puede elaborarse inductiva o deductivamente .....	39
3.	CÁLCULO DEL PRESUPUESTO .....	41
3.1.	Introducción y objetivos específicos del módulo de presupuestos.....	41
3.2.	Presupuesto de inversión.....	42
3.3.	Estructuración de menús y programas.....	43

3.4.	Elaboración de costos .....	44
3.4.1.	Costos indirectos .....	45
3.4.2.	Costos directos .....	46
3.5.	Cuantificación .....	47
3.5.1.	Renglones de trabajo.....	48
3.5.2.	Volumen y costo de materiales.....	48
3.5.3.	Cantidad y costo de mano de obra .....	49
3.6.	Presupuesto de operación y mantenimiento.....	49
4.	ANÁLISIS COMPARATIVO POR MEDIO DE UN EJEMPLO.....	51
4.1.	Caso práctico.....	51
4.2.	Interpretación de resultados y funcionalidad .....	62
4.2.1.	Muros de mampostería .....	63
4.2.2.	Muros de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta .....	64
	CONCLUSIONES .....	67
	RECOMENDACIONES .....	69
	BIBLIOGRAFÍA .....	71
	APÉNDICES .....	75
	ANEXOS .....	77





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Figura 1.Diagrama de balance de una obra .....	21
2.	Figura 2.Diagrama de balance de una obra .....	25
3.	Figura 3.Salón de usos múltiples prefabricado, plano 1 .....	51
4.	Figura 4.Salón de usos múltiples prefabricado, plano 2.....	52
5.	Figura 5.Salón de usos múltiples prefabricado, plano 3.....	53
6.	Figura 6.Salón de usos múltiples prefabricado, plano 4.....	54

### TABLAS

I.	Nomenclatura de días no trabajados por feriados nacionales y/o departamentales .....	31
II.	Días anuales efectivamente trabajados .....	31
III.	Días anuales pagados.....	32
IV.	Días no trabajados por razones justificables, con relación a los 365 días .....	33
V.	Aguinaldo y bono 14.....	33
VI.	Aumento del pago de seguridad social IGSS.....	34
VII.	Datos calculados según tabla IX .....	34
VIII.	Despido .....	35
IX.	Horas extras .....	35
X.	Derecho al séptimo día .....	36
XI.	Tiempo completo.....	36
XII.	Cálculo del salario de un albañil y el de un ayudante .....	37

XIII.	Prestaciones y otras posibles cargas de gastos en una construcción ....	38
XIV.	Catálogo de ítems de trabajo para la construcción de un salón de usos múltiples con mampostería.....	55
XV.	Catálogo de renglones de trabajo para la construcción de un salón de usos múltiples con panel tipo sándwich con fijación oculta.....	59
XVI.	Items para muros de mampostería .....	63
XVII.	Items para muros de panel metálico tipo sándwich con fijación oculta .....	64

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
(l)	Claro permisible en una carga distribuida
"	Pulgadas
Fe	Hierro
Kcal	Kilocaloría
Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
Kg/cm <sup>3</sup>	Kilogramo por centímetro cúbico
m	Metro
MEK	Compuesto químico orgánico de la familia de las cetonas
mm	Milímetro
Pies/cm <sup>2</sup>	Pies por centímetro cuadrado
W	Relación entre masa y longitud (carga distribuida)



## GLOSARIO

<b>Acero perfilado</b>	Producto que se obtiene después de hacer pasar una banda de acero en medio de rodillos que le dan una forma continua de perfil.
<b>Aislante</b>	Un aislante térmico es un material usado en la construcción, caracterizado por su alta resistencia térmica. Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura, impidiendo que el calor traspase los separadores del sistema que interesa con el ambiente que lo rodea.
<b>Lana de roca</b>	La lana de roca perteneciente a la familia de las lanas minerales es un material fabricado a partir de la roca volcánica. Se utiliza principalmente como aislamiento térmico y como protección pasiva contra el fuego en la edificación, debido a su estructura fibrosa multidireccional, que le permite albergar aire relativamente inmóvil en su interior.
<b>Mampostería</b>	Sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de elementos o materiales individuales, dispuestos en hileras que bien podrían ser blocks, ladrillos y/o piedra.

<b>Panel tipo sándwich</b>	Producto industrial compuesto por dos chapas de acero perfilado y prelacado que permiten una resistencia mecánica al conjunto; estas se convierten en una cobertura al exterior del componente que protege un núcleo aislante que puede ser de poliuretano inyectado, poliestireno extruido, poliestireno expandido, lana de roca, etc. Está unido a dos capas de cobertura exterior.
<b>Paramento</b>	Superficie de un muro o cada una de las caras de que constan las piedras o ladrillos.
<b>Perfil</b>	Productos laminados fabricados usualmente para su empleo en estructuras de edificación o de obra civil.
<b>Poliestireno expandido</b>	Material plástico espumado utilizado en la construcción como aislante térmico y ahorrador de energía.
<b>Poliestireno extruido</b>	Espuma rígida resultante de la extrusión del poliestireno en presencia de un gas espumante, usada en la construcción principalmente como aislante térmico.
<b>Poliuretano inyectado</b>	Espuma rígida de poliuretano altamente reticulado espacialmente y sin reacción al fuego, aplicada in situ por proyección, utilizada en la construcción para aislamiento térmico y acústico.

<b>Poliuretano</b>	Resina sintética de baja densidad obtenida por condensación de poliésteres.
<b>Prelacado</b>	Proceso a través del cual un metal es recubierto de alguna pintura o película que posee propiedades protectoras, decorativas y/o específicas de otro tipo.
<b>Proceso constructivo</b>	Serie de acciones relacionados entre sí dentro de una construcción o una secuencia ordenada para lograr un objetivo.





## RESUMEN

Esta investigación realiza un comparativo de costos de dos diferentes tipos de construcción, donde pueden variar el tiempo, calidad y costo, así como la durabilidad y el mantenimiento que necesiten.

Define los lineamientos o características que tiene cada elemento de construcción: disponibilidad, tipo de transporte, tiempo de entrega, tiempo de fabricación, entre otros.

Es una comparación de un sistema tradicional versus un sistema moderno, donde se cumple con las normas y características para cubrir las necesidades y requerimientos para la construcción en Guatemala, el cual ha sido creado para facilitar y optimizar en todo sentido el ramo de la construcción, a su vez una base para el desarrollo del país.

Los elementos que se comparan son utilizados exclusivamente para cerramiento exterior o divisiones internas en donde los diseños de los muros no sean de carga.

Hay que considerar también, que existen otros productos o sistemas que todavía se encuentran en proceso de estudio para determinar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en Guatemala; también, existen otros de los que se hace uso actualmente.

Finalmente, se define el costo comparativo por metro cuadrado de ambos sistemas en mención.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Comparar los costos de construcción de dos diferentes procesos constructivos de cerramientos para salones de usos múltiples de las mismas dimensiones.

### **Específicos**

1. Establecer los requerimientos de los materiales según las especificaciones de construcción de salones de usos múltiples.
2. Establecer los costos de construcción con muros de mampostería.
3. Establecer los costos de construcción con muros de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta.
4. Determinar la disponibilidad, procedencia de los materiales y su transporte requerido.
5. Concluir cuál de los dos métodos representa mayor y/o menor costo al usuario.



## INTRODUCCIÓN

Guatemala se ha caracterizado por ser un país en donde el área de la construcción se ha apegado a procesos tradicionales de mampostería; sin embargo, actualmente, dadas las necesidades que han surgido debido a la modernización, se hace necesario recurrir a procedimientos nuevos que contribuyen a optimizar el uso del tiempo, mejorar la calidad y el costo, así como la durabilidad y el mantenimiento de dichas obras.

Se investigaron los lineamientos o características que tiene cada elemento de construcción: disponibilidad, tipo de transporte, tiempo de entrega, tiempo de fabricación y otros.

Con la presente investigación se realizó una comparación de un sistema constructivo tradicional versus un sistema constructivo moderno; ambos cumplen con las normas y características para cubrir necesidades y requerimientos de construcción en Guatemala.

Los supuestos de la investigación están direccionados para realizar una comparación actual de costos y su correspondiente interpretación; se tomó en cuenta consistencia, durabilidad, propiedades térmicas y acústicas, entre otras.

Por la razón anterior, se planteó el siguiente objetivo general: comparar los costos de construcción de dos diferentes procesos constructivos de cerramientos para salones de usos múltiples de las mismas dimensiones; y específicos: 1) establecer los requerimientos de los materiales según las especificaciones de construcción de salones de usos múltiples; 2) establecer los costos de

construcción con muros de mampostería; 3) establecer los costos de construcción con muros de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta; 4) determinar la disponibilidad, procedencia de los materiales y su transporte requerido; y 5) concluir cuál de los dos métodos representa mayor y/o menor costo al usuario.

El presente trabajo de investigación está formado por cuatro capítulos: se refiere el primero al requerimiento de materiales, exigencias, condiciones de uso y ocupación, evaluación y selección, así como su disponibilidad y procedencia de los mismos; el segundo contempla los fundamentos del costo: calidad, tiempo, mano de obra y sus características; el tercero se relaciona con el cálculo del presupuesto: cuantificación, operación y mantenimiento; el cuarto, a través de un ejemplo, realiza un análisis comparativo.

Para efectos de esta investigación se analizó la doctrina que sustenta diversas especificaciones para la edificación de muros de cerramiento para interiores de salones de usos múltiples; así como, la legislación nacional relacionada con salarios y prestaciones por mano de obra de trabajadores de la construcción. Se utilizó la técnica bibliográfica y documental, deduciendo y sintetizando lo que a criterio fue de relevancia, a través del método deductivo.

## 1. REQUERIMIENTO DE LOS MATERIALES

Los materiales de construcción se refieren a todo aquello que se considera materia prima o producto elaborado empleado en obras de ingeniería civil. Su principal función consiste en desarrollar resistencia, rigidez y durabilidad adecuadas. Estos requerimientos definen en gran parte las propiedades y la naturaleza de los ensayos a efectuar con esos materiales.

También, pueden definirse como “aquellos componentes producidos por la naturaleza o fabricados por el hombre empleados para edificar una vivienda como cemento, acero (en varias formas: barras de refuerzo, pernos, clavos, etc.), arena de río, pedrín, concreto, bloques, ladrillos elaborados de barro cocido; bambú, madera rolliza o aserrada, piedra, láminas de diferentes materiales, y mortero (mezcla de arena, cemento y/o cal) para unir componentes como bloques, ladrillos, piedra, etc.”<sup>1</sup>

En Guatemala, existen especificaciones donde se detalla la calidad de la materia prima y un diseño adecuado para que se cumpla con los requerimientos (los máximos y mínimos de tolerancia) de acuerdo con los diseños de los sistemas de la construcción: requisito habitacional, accesibilidad económica, normas y requerimientos, y disponibilidad y procedencia de los materiales.

Un criterio importante lo constituye el ensayo de laboratorio que contribuye a predecir o garantizar el desempeño deseado de los materiales en condiciones de servicio. No obstante, en la selección de materiales para la construcción, los

---

<sup>1</sup> AGIES. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. <https://www.agies.org> Consulta: 27 de enero de 2018.



problemas de la calidad del material, del diseño y del uso se interrelacionan. Debe advertirse de paso, que, con un buen material, el diseño y los detalles de construcción correctos garantizará que una construcción de un salón de usos múltiples resultará satisfactoria dentro de los límites del uso asignado.

### **1.1. Exigencias o requisitos de habitabilidad**

A lo largo del desarrollo de las sociedades, la humanidad ha estado en búsqueda de las mejores condiciones de vida que le puedan brindar, especialmente seguridad; una de ellas es la vivienda, por lo que se ha empeñado en diseñar habitaciones que en mínimo grado cumplan con los requerimientos de sus necesidades.

En Guatemala, existe una serie de normativas que estipulan las condiciones mínimas de habitabilidad que deben respetarse en el momento de realizar una edificación; entre estas se puede mencionar lo estipulado en el artículo 6 del Decreto Número 9-2012 de la *Ley de la vivienda*, aprobado por el Congreso de la República de Guatemala, del cual se cita: “Derecho a vivienda digna, adecuada y saludable. Los guatemaltecos tienen derecho a una vivienda digna, adecuada y saludable, con seguridad jurídica, disponibilidad de infraestructura, servicios básicos y proximidad a equipamientos comunitarios, lo cual constituye un derecho humano fundamental, sin distinción de etnia, edad, sexo o condición social o económica, siendo del Estado promover y facilitar su ejercicio, con especial protección para la niñez, madres solteras y personas de la tercera edad”<sup>2</sup>. Lo que enfatiza la necesidad de asegurar no solo la oportunidad de contar con un bien que brinde hospitalidad; también, de la urgencia de que presente condiciones que aseguren la integridad física del habitante.

---

<sup>2</sup>Congreso de la República de Guatemala. *Ley de vivienda*. p. 2.

Otra forma de definir los requisitos de habitabilidad son los descritos en las normas de planificación y construcción del Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), institución gubernamental cuyo propósito es facilitar a las familias guatemaltecas la adquisición de una vivienda propia que cuente con los servicios básicos, así como una construcción de calidad: “Se considera como una unidad de vivienda la que cuente como mínimo con un dormitorio, área de estar, baño y cocina. Un dormitorio aislado o desconectado del bloque principal de la edificación no podrá ser considerado como una unidad de vivienda”.<sup>3</sup>

### **1.1.1. Exigencias de habitabilidad en general**

Las exigencias de habitabilidad general están centradas en lograr objetivos de condiciones mínimas de confort en las dos épocas del año; así mismo para evitar la condensación superficial e intersticial en muros y techos en situaciones normales de humedad relativa y temperatura para la zona.

Los factores de exigencia, implican la necesidad de asegurarse de que la edificación cumpla con las condiciones mínimas de iluminación, ventilación y asoleamiento. También se requiere extremar los recaudos para que no se produzca ingreso de humedad desde el exterior a través de muros, techos y aberturas. Y, por último, la generación de una privacidad acústica aceptable entre viviendas o entre estas y los espacios comunes para niveles normales de ruidos aéreos domésticos.

### **1.1.2. Exigencias relativas**

Se relaciona con la comodidad o el bienestar requeridos por el nivel de vida y cultural de la persona: hábitos, tradiciones y educación.

---

<sup>3</sup> FHA. *Normas de planificación y construcción del FHA*. p. 23.

Dicho de otra manera, esto se refiere a la tipología de la vivienda; refiriéndose a la distribución ordenada de los espacios ambientales como dormitorios, cocina, comedor, sala y servicios sanitarios. Para esto se toman en consideración aspectos como las condiciones socioeconómicas, culturales y religiosas, saneamiento y dotación de servicios. Dichos aspectos influyen también, en la selección de los materiales y en el sistema constructivo a emplear.

### **1.1.3. Exigencias colectivas**

Están relacionadas con la comunidad; es decir, toma en cuenta el tipo de suelo, viviendas del lugar, el material que más se usa en el área para satisfacer las necesidades de las personas de una forma bastante equitativa; todo ello determina el tipo de cimentación, tipo de estructura, muros, cerramientos. Todo depende del soporte del suelo y del tipo de viviendas que pueda existir en el área señalada.

Para asegurarse de que lo explicado anteriormente tenga un cumplimiento responsable, Guatemala, como parte de las Naciones Unidas, avala junto con otros 167 países en la Conferencia Mundial para la reducción de desastres, realizada en Japón en el año de 2005, el Plan de Hyogo para lograr una reducción considerable de las pérdidas que ocasionan los desastres, tanto en términos de vidas humanas como en cuanto a los bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y los países.

El Plan de Hyogo ofrece tres objetivos estratégicos para aumentar la resiliencia de desastres naturales y los provocados y cuatro prioridades de acción, entre las que se mencionan aquellas relacionadas con la temática de la construcción:

- Prioridad 1. Velar por que la reducción del riesgo de desastres constituya una prioridad nacional y local con una sólida base institucional de aplicación

Los países que establecen políticas y marcos legislativos e institucionales para la reducción del riesgo de desastres, y que pueden desarrollar y seguir de cerca el progreso a través de indicadores específicos y mensurables, tienen una mayor capacidad de abordar el riesgo y alcanzar un consenso general para participar y cumplir con las medidas de reducción del riesgo de desastres entre todos los sectores de la sociedad.

- Prioridad 2. Identificar, evaluar y seguir de cerca el riesgo de desastres y potenciar la alerta temprana

El punto de partida para reducir el riesgo de desastres y para promover una cultura de resiliencia ante los mismos recae en el conocimiento sobre las amenazas y la vulnerabilidad física, social, económica y ambiental que enfrenta la mayoría de las sociedades; al igual que acerca de otras formas en las que las amenazas y las vulnerabilidades están cambiando a corto y largo plazo, seguidas de acciones emprendidas con base en ese conocimiento.

- Prioridad 3. Utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para establecer una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel

Los desastres pueden reducirse considerablemente si la gente se mantiene bien informada y está motivada para lograr el establecimiento de una cultura de prevención y de resiliencia ante los desastres; lo cual, a su vez, requiere de la recopilación, compilación y diseminación de conocimiento e información relevantes sobre las amenazas, las vulnerabilidades y las capacidades.

#### Prioridad 4. Reducir los factores subyacentes del riesgo

El riesgo de desastres relacionados con las condiciones variables en los ámbitos social, económico y ambiental, al igual que con el uso del suelo y el impacto de las amenazas asociadas con los eventos geológicos, el tiempo, el agua y la variabilidad y el cambio climático se abordan en la planificación y en los programas sectoriales del desarrollo y en las situaciones pos desastres.<sup>4</sup>

Dada la situación anterior, Guatemala nombra a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Conred, el ente rector en este sentido; por lo que la entidad crea una política para la reducción de riesgo a los desastres en Guatemala para garantizar la observancia y el cumplimiento de la prioridad número uno, enunciada anteriormente.

Es importante mencionar que la política está fundamentada en “la preocupación de salvaguardar la vida humana, minimizar los daños a las personas, a los pueblos, a las comunidades y a los asentamientos humanos, que son causados por el impacto recurrente de los diversos desastres a que está expuesto el país, considerando también las grandes pérdidas económicas que ocasiona impidiendo el desarrollo seguro y sostenible e integral de la nación”<sup>5</sup>.

Para que la implementación de la política se realizara con éxito fue necesario involucrar a todos los sectores: público, privado, sociedad civil, cooperación internacional, para que estos se comprometieran con el rol asignado para institucionalizar y fortalecer una cultura de prevención de desastres y de resiliencia.

---

<sup>4</sup> Conferencia mundial para la reducción de desastres. *Marco de Acción de Hyogo*. p. 16.

<sup>5</sup> Conred. *Política nacional para la reducción de riesgo a los desastres en Guatemala*. p.12.

Por otro lado, la ley y el reglamento de Coordinadora nacional para la reducción de desastres, Conred, en el artículo 85. Normas técnicas de construcción establece que: “con base en el artículo 3 de la *Ley de Conred*, literal a), la secretaría ejecutiva y/o el consejo científico solicitará la colaboración de instituciones públicas, instancias gremiales, profesionales, académicas, ciudadanas y del sector privado para la elaboración de propuestas de normas de construcción para la prevención y mitigación de desastres, que serán presentadas al Consejo Nacional para su aprobación; posteriormente se seguirá lo establecido en el Decreto Número 1523 del Congreso de la República, que norma la competencia legal de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR. Dichas normas deberán aplicarse en todas las obras de construcción que se realicen.

Las coordinadoras regionales, departamentales, municipales y locales deberán implementar e impulsar el uso de las normas de construcción para la prevención y mitigación de desastres, que establezca el Consejo Nacional”<sup>6</sup>.

De acuerdo con el contenido del artículo 85, se establece la necesidad imperiosa de velar porque en el campo de la construcción se establezcan normas que velen por el bienestar colectivo para evitar que se provoquen desastres.

Por otro lado, en el artículo 86, normas para la reducción de desastres, se cita lo siguiente “La secretaría ejecutiva y/o el consejo científico solicitará la colaboración de instituciones gremiales, profesionales, académicas, ciudadanas y del sector privado para la elaboración de propuestas sobre normas para la reducción de desastres, que serán presentadas al consejo nacional para su aprobación. Dichas normas deberán contemplar al menos los siguientes aspectos:

---

<sup>6</sup> Conred. *Ley de Conred*. p. 4.

- Salidas de emergencia.
- Rutas de evacuación.
- Protección contra incendios.
- Sistemas de combate de incendios incluyendo extintores, rociadores, tomas de agua, mangueras y alarmas contra incendios.
- Sistemas de iluminación de emergencia.
- Transporte, manejo, almacenamiento y uso de materiales peligrosos y/o explosivos.
- Señalización de salidas de emergencia, rutas de evacuación y equipos de seguridad.
- Número máximo de ocupantes.
- Otros que se consideren necesarios.

Las coordinadoras regionales, departamentales, municipales y locales, dentro del ámbito de su competencia, deberán implementar e impulsar la aplicación de las normas mínimas de seguridad en edificios de uso público”<sup>7</sup>.

Este artículo muestra más específicamente (literal c, d y f) algunos aspectos que se cumplen con el uso de materiales de construcción modernos y de alta calidad.

#### **1.1.4. Exigencias del medio ambiente**

Dada la naturaleza de los materiales, y considerando el listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, Acuerdo Ministerial N° 199-2016, la utilización de panel metálico tipo sándwich no se encuentra tipificado en

---

<sup>7</sup> Conred. *Normas para la reducción de desastres*. p.100.

Guatemala; sin embargo, por separado, las empresas que elaboran materiales utilizando hierro, son clasificadas como de mediano impacto al medio ambiente; por su lado, aquellas que producen resinas son consideradas de bajo impacto. Vale la pena mencionar que la fabricación de los poliuretanos tampoco se encuentra tipificada en el listado.

Por otro lado, *la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*, Decreto 66-68 del Congreso de la República de Guatemala, en el artículo 1 indica lo siguiente: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente”<sup>8</sup>. Como puede observarse en el artículo hace énfasis en la prevención de la contaminación del medio ambiente y el equilibrio ecológico; por su lado, los materiales que se utilizan para realizar cerramientos en salones de usos múltiples, llenan estas características, dado que los constructores deben apegarse al marco legal correspondiente.

En cuanto a la construcción de muros de cerramiento dependerá de las necesidades o condiciones climatológicas y sísmicas. Ya que debido a la zona en donde se encuentra la vivienda, se puede clasificar como tipo de zona epicéntrica y observar la evidencia superficial (terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, etc.), o al contrario, según su ubicación respecto a las fallas geológicas activas; para ello se debe tomar en cuenta la historia, informándose que regiones o sectores han sido zonas epicentrales, o lugares donde se han sentido más fuerte los efectos de los sismos, y cambios drásticos

---

<sup>8</sup> Congreso de la República de Guatemala. *La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. p. 1.



del clima que pudieran afectar los cimientos o bien la estructura o muros de cerramiento los cuales reciben de forma directa sus efectos.

#### **1.1.5. Condiciones de uso y ocupación de las estructuras (vivienda, edificio, salón de usos múltiples, etc.)**

De acuerdo con la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES, “el diseño y construcción de viviendas debe hacerse con el objetivo general de solucionar las necesidades psicofisiológicas de los núcleos familiares o personas individuales, quienes requieren una vivienda funcional que les brinde seguridad, tranquilidad, descanso y comodidad”<sup>9</sup> Explica también que el diseño estructural debe responder a la protección de la vida humana; además de asegurar los servicios más importantes y ayudar a reducir cualquier tipo de daño que el entorno pueda ofrecer.

Las estructuras deben usarse correctamente y en forma congruente con su construcción y distribución. Ya que, según el uso, se diseña, debido a que varían las cargas, las actividades, las concentraciones de las cargas, la distribución de los ambientes, las rutas de evacuación, entre otros.

De acuerdo con los criterios básicos de configuración y orientación estipulados por AGIES, las edificaciones deben tomar en cuenta los lineamientos básicos para que la vivienda o edificaciones menores no sufran daños en su estructura en caso de sismo o viento:

---

<sup>9</sup> AGIES. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. <https://www.agies.org> Consulta: 27 de enero de 2018.

- Simplicidad: se refiere a la distribución equilibrada de los elementos resistentes, tanto en planta como en elevación, sin detrimento de la creatividad artística del arquitecto, diseñador o propietario.
- Simetría: se refiere a que todos los elementos resistentes deben estar distribuidos aproximadamente en forma simétrica respecto a por lo menos dos direcciones ortogonales a lo largo de las cuales los elementos resistentes están orientados.
- Resistencia: significa disponer de elementos con dimensiones y materiales de construcción adecuados para soportar las acciones de las fuerzas a las cuales puede verse expuesta la edificación. Aunque en algunos casos, no se podrá obtener estructuras totalmente resistentes, tal es el caso de los lugares donde la amenaza sísmica es alta. En este caso en particular, aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indiquen las normas, siempre existe la posibilidad de que ocurran sismos aún más fuertes que los que han sido previstos y que deben ser resistidos sin que ocurran colapsos totales o parciales en la edificación, y que no haya pérdidas de vidas ni pérdida total de la propiedad. Es decir, la sismo resistencia será una capacidad que se le proveerá a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan. La estructura deberá poseer muros resistentes a cargas laterales dispuestas en dos direcciones ortogonales. Por lo menos el 80 % de las cargas de gravedad deben ser soportadas por los muros.
- Rigidez: la rigidez está relacionada con la deformación de la edificación ante la acción de las cargas. La estructura debe tener suficiente cantidad de elementos para que la deformación lateral no sea excesiva y que pueda causar daño en paredes o divisiones no estructurales, acabados

arquitectónicos e instalaciones que usualmente son elementos frágiles que no soportan mayores distorsiones. Debe buscarse tener en ambas direcciones elementos más largos, aunque pocos.

- Continuidad: significa que los elementos resistentes verticales y horizontales deben transmitir en forma directa y siguiendo el camino más corto, las cargas que recolectan desde donde se originan hasta la cimentación y por último al suelo. Debe haber continuidad vertical de columnas y muros, lo cual significa que no deben existir columnas o muros que no lleguen a la base. Cuando la vivienda tenga dos niveles es necesario que los muros que cargan el techo continúen en el primer nivel hasta la cimentación. Si los muros del segundo piso no coinciden exactamente con los muros del primer piso, deben volverse tabiques (no cargar el techo), ser de un material lo más liviano posible y deben estar bien adheridos o conectados y no deben interactuar con la estructura principal. Si no están bien conectados se pueden desprender en caso de un sismo.

Como puede observarse, existe una diversidad de normativas relacionadas con la necesidad de asegurar la habitabilidad de cualquier edificación.

## **1.2. Exigencias o aprovechamientos económicos**

Las anteriores exigencias o requerimientos influyen directamente en la parte económica de la construcción; debido a los diferentes tipos de materiales que se necesitan para cumplir con las especificaciones requeridas. Cada concepto depende del factor económico, es decir, del presupuesto que se tiene con el interés de cubrir las necesidades y especificaciones mínimas para proteger y salvaguardar la vida de los que la usan.

El ingeniero Amado Vides Tobar indica que: “será económico, cuando lo sea la solución adoptada consultando un menor costo de ejecución, de explotación y de conservación, no siendo siempre concurrentes estos menores costos, ello obligará a un mejor estudio comparativo de las diversas soluciones o métodos constructivos, ya que la obtención de posibles economías en la explotación y conservación, muchas veces justifican la adopción de un mayor costo de ejecución.”<sup>10</sup>

### **1.3. Normas y requerimientos**

El sector de la construcción es un rubro que necesita estar normado para cumplir con el mandato dado por la Constitución Política de la República de Guatemala, artículo 1 que expresa: “Protección a la persona. El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común”; aunado con el Plan de Hyogo y su interés por la reducción de desastres naturales o provocados.

A partir de ello, en Guatemala se reconocen a otras entidades que se encargan de producir normas específicas relacionadas con el arte de la construcción. Estas surgen después de realizar evaluaciones en laboratorios para determinar el comportamiento o funcionamiento de materiales, productos y métodos de ensayo.

Las normas bajo las cuales se rigen las construcciones en Guatemala están dadas por:

- Asociación guatemalteca de ingeniería estructural y sísmica, AGIES, autorizada por Decreto Ministerial N° 278-96, cuyos fines y objetivos están

---

<sup>10</sup> VIDES TOBAR, Amando *Análisis y control de costos de ingeniería*. p. 41.

relacionados con fomentar el uso de reglamentaciones técnicas de diseño estructural, con el objeto de producir obras de ingeniería civil seguras y económicas. Además de velar por el cumplimiento de reglamentaciones de diseño de edificaciones en todo el territorio nacional.

- Coordinadora guatemalteca de normas, COGUANOR, es el organismo nacional de normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la *ley del sistema nacional de la calidad*, Decreto 78-2005 del Congreso de la República.
- Instituto de fomento de hipotecas aseguradas, FHA, es una institución estatal descentralizada, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creada el 7 de junio del año 1961 mediante el Decreto Número 1448 del Congreso de la República de Guatemala. Su objetivo primordial es facilitar la adquisición de vivienda a las familias guatemaltecas a través de asegurar la inversión en financiamiento a largo plazo que otorgan las entidades financieras.
- Coordinadora nacional para la reducción de desastres, Conred, es una entidad del gobierno de Guatemala creada mediante el Decreto Legislativo N°. 109-96 para prevenir los desastres o reducir su impacto en la sociedad, y para coordinar esfuerzos de rescate, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción de los daños causados por los desastres.

Por otro lado, Guatemala también se apega a estándares internacionales dictados por la Asociación Americana para el Ensayo y Materiales, conocida como ASTM. Es una organización de normas internacionales que desarrolla y

publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

Las normas son creadas por organismos adecuados que tienen la representación de los sectores interesados: productores, consumidores, autoridades gubernamentales, científicos e investigadores. Esto es necesario pues la norma para ser útil debe ser como la ley.

Dadas las anteriores entidades responsables de la normativa, se exige que estas sean adecuadas atendiendo a los siguientes parámetros:

AGIES indica en el capítulo 4 de las *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala* que los materiales deben ser de la calidad requerida para garantizar la adecuada resistencia y capacidad de la edificación para absorber los efectos de las cargas internas y externas para proveer la durabilidad deseada.

FHA indica que su normativa contiene requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de convivencia práctica, para prevenir o evitar riesgos o construcciones defectuosas. En el capítulo siete, en el que se hace referencia a los materiales establece que “Estos deberán ser los apropiados de acuerdo a normas aceptables y prácticas establecidas y en caso de duda sobre su aceptabilidad, la subgerencia de proyectos y viviendas podrá exigir pruebas de laboratorio, a realizarse por cuenta del constructor en un laboratorio aceptado por el FHA. En caso de innovaciones en materiales o equipos, podrán autorizarse siempre que se tenga la documentación sobre ensayos y pruebas de estos, así como amplia información sobre calidad, funcionamiento y todos los datos necesarios para comprobar la bondad de lo propuesto, reservándose el FHA el

derecho de aceptar la información presentada de acuerdo a su procedencia y calificación de la misma.

ASTM está entre los mayores contribuyentes técnicos para normativas estandarizadas y mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias.

Otros criterios que se encuentran implícitos en las normas están relacionados con que responden a necesidades evidentes; se elaboran con la aportación y consenso de los interesados; son de fácil e inmediata aplicación; producen expansión del mercado y mejoran el producto; sintetizan intereses comunes y se revisan tan pronto las circunstancias lo ameritan.

Otro aspecto que es importante mencionar está relacionado con las ventajas del uso de las normas, entre estas se pueden mencionar:

- Mejora la producción: aumenta porque existe un mejor aprovechamiento del equipo y del material.
- Disminuye costos: existe una racionalización del proceso productivo y aumenta el mercado.
- Mejora la calidad: se ejerce un mejor control de la producción y de la competencia.
- Expansión del mercado: baja el precio de los materiales.

## **1.4. Evaluación y selección de los materiales**

A continuación, se muestran los criterios que se tomaron en cuenta en este trabajo de graduación.

### **1.4.1. De evaluación**

Consiste en comparar los requerimientos exigidos con las propiedades y características de los materiales escogidos.

Los requerimientos exigidos se traducen en normas que definen la calidad de los materiales y como complemento aquellos que regulan la producción y fabricación y la determinación de las propiedades del material los cuales están descritos en el NRD3, materiales de construcción y por AGIES en el documento “NSE 4-10, Requisitos prescriptivos para vivienda y edificaciones menores de uno y dos niveles”.

“Algunos requerimientos exigidos para una construcción o sus componentes, pueden expresarse en cifras numéricas o en términos cuantificables (los derivados de exigencias de habitabilidad básica, necesidades fisiológicas humanas y económicas); tal es el caso de los aspectos físicos de la construcción y los costos.

“Las normas actuales aplicables en construcción tienden a subdividirse en normas específicas relativas a procesos, productos o materiales dados y a normas generales de comportamiento o funcionamiento para unas condiciones de servicio sin dedicatoria a un producto, material o proceso dado.”<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> FUENTES HUETTE, Carlos Eduardo. *Materiales de construcción en Guatemala y su aplicación actual*. p. 21.



### 1.4.2. De selección

El material apropiado para una situación dada, será que satisfaga económicamente las condiciones impuestas durante el periodo de vida útil de una estructura. Se debe comparar:

- Características físicas, mecánicas y químicas.
- Térmicos: apariencia y aceptabilidad en obra.
- Lo económico: esto es en función de la ejecución, mantenimiento, reemplazo y demolición.

También, se deberá tomar en cuenta para la selección, las funciones de los materiales, los cuales consisten en: función física, función constructiva, función económica, función plástica y función mecánica. Las cuales llevarán a un uso correcto de los materiales de construcción, los cuales son el resumen de la estructura anteriormente descrita.

- “Función física: los factores que modifican la función física son los siguientes: térmico, hídrico, acústico y óptico.
- Función constructiva: los factores que modifican la función constructiva son: uso adecuado a su laboralidad, las técnicas, los equipos y las herramientas apropiadas, conjugación del material con la forma arquitectónica y las investigaciones, pruebas y ensayos de sus posibilidades.
- Función económica: los factores que modifican la función económica son: facilidad de obtención e industrialización de los materiales, facilidad de transporte, costo de acuerdo con su uso y costo de mantenimiento.

- Función plástica: los factores que modifican la función plástica son los siguientes: forma y dimensiones, textura y color.
- Función mecánica: es la función que realizan los materiales que sometidos a la acción de fuerzas externas y a los efectos de su propio peso, tienen que tener los factores de resistencia necesarios para poder absorber los diferentes esfuerzos a los que estarán sometidos.<sup>12</sup>

### **1.5. Disponibilidad y procedencia de los materiales de construcción**

La facilidad de obtención constituye un factor determinante para la selección de los materiales. Un material de difícil obtención resulta más caro, se obtiene en determinados lugares y generalmente es más escaso. Se debe tratar por todos los medios de seleccionar materiales de fácil obtención cada vez que sea posible. Facilidad de obtención siempre significa fuente de materia prima económica para la industrialización de los productos derivados de ese material.

La facilidad de transporte es otro de los factores que encarecen o abaratan los materiales, por lo que resulta más racional, siempre que se pueda, proceder al empleo de materiales locales.

Por lo que el análisis de materiales nuevos debe estudiarse y tomar en cuenta la disponibilidad, el transporte, el costo de mantenimiento, el costo de repuestos, y el costo por uso. Puede dificultarse por falta de datos suficientes acerca de sus propiedades y características, pero al momento de diseñar y proponer, las propuestas deben ser defendibles. Se puede hacer uso de las normas para obtener detalles de las especificaciones de los materiales, los cuales se obtienen en laboratorios, ya que las normas técnicas y productos de

---

<sup>12</sup> AMADO CRESPO, Fernando. *Introducción a la construcción*. p. 68.

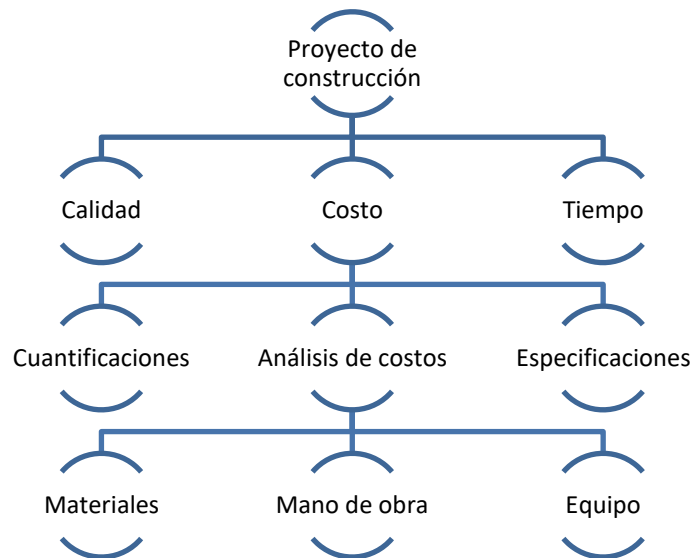
materiales nuevos están basados en una nueva experiencia de los mismos, algunas veces complementada por un periodo de prueba sistematizada o investigación.

## 2. FUNDAMENTOS DEL COSTO

### 2.1. Diagrama de balance de una obra

El diagrama de un balance de un proyecto de construcción consiste en resaltar tres importantes aspectos de la planificación y ejecución: costo, calidad y tiempo. Con esta investigación se puede determinar cuál método es más eficiente, mejor precio y tiempo; para ello se describe de manera específica a continuación:

Figura 1. Diagrama de balance de una obra



Fuente: SUAREZ SALAZAR, Carlos. *Costo y tiempo de edificación*. p. 67.

### **2.1.1. Balance de calidad-tiempo-costo**

Este balance de manera jerárquica hace referencia primeramente en cuanto a la calidad técnica, en la que se puede mencionar que constantemente hay actualizaciones en cuanto a procesos, ensayos y normas que elevan la calidad de los materiales de construcción; también, permiten calificar, proponer y corregir procesos, métodos, funciones de los materiales como la mano de obra; por lo que hoy día, hay pocos diseños que se consideren imposibles para la construcción.

Así mismo, se han generalizado y mejorado especificaciones mínimas que cada obra debe cumplir según su uso, con este se asegura el uso de las efectivas técnicas constructivas para obtener la calidad mínima esperada en las construcciones del país, para brindar un lugar digno y seguro para los habitantes o usuarios. La calidad esperada en un salón de usos múltiples será que soporte la carga muerta que tenga y esté preparada para la carga viva; también, una alta seguridad ante cualquier eventualidad como un terremoto, ya que este edificio tiene el concepto de ser un albergue temporal para los habitantes de dicha comunidad, departamento, etc.

El aspecto tiempo, es importante debido a que se da un período de meses para finalizar las obras, el cual está representado de forma gráfica en los diferentes programas que actualmente se tienen o se manejan como el CPM, Project, GANTT, entre otros; donde se puede observar su ruta crítica; con la que se identifican actividades sin holguras, así mismo, estos programas muestran las actividades que se pueden realizar paralelamente; también, permiten tener una guía para programaciones diarias, semanales y mensuales para cumplir con el tiempo estipulado. Al manejar un tiempo de finalización para un salón de usos múltiples, permitirá tener una excelente obra en pocos meses y que no exista la

posibilidad de que quede inconcluso, sino que pueda ser un edificio al que puedan darle uso.

El costo es importante ya que se refiere a lo económico; se espera que sea una obra valorada con los precios del mercado, que el costo del metro cuadrado sea defendible y demostrable. Para lograr esto es necesario un presupuesto base realizado por un profesional, para tomar un parámetro con respecto al presupuesto el cual permitirá hacer un análisis de franjas al momento de hacer la licitación de dicha obra; tomando en cuenta que el dinero con el que se realizan este tipo de obras es con los impuestos de los pobladores, habitantes de dicho lugar.

“Otro factor de costo está relacionado con su uso; según lo que resulte más práctico, por ejemplo: emplear materiales caros en obras provisionales, no se hace con el propósito de volverlos a emplear en una cantidad de obras que respondan a su inversión. De igual forma, es contraproducente el empleo de materiales de corta duración en obras de carácter permanente.

El costo de mantenimiento es una consecuencia de la selección del material de acuerdo con su uso, puesto que depende del carácter permanente o provisional de la obra. En muchos casos el costo inicial es insignificante, si se le compara con el costo de mantenimiento.”<sup>13</sup>

Mientras mejor se entienda el sistema de contabilidad, tanto a nivel de varios proyectos o a nivel de uno, más eficaz será en la lectura de tendencias y en la toma de decisiones apropiadas.

---

<sup>13</sup> AMADO CRESPO, Fernando. *Introducción a la construcción*. p. 45.

### **2.1.2. Balance de especificaciones-cuantificaciones-análisis**

El costo también requiere de un correcto balance entre sus bases: especificaciones, cuantificaciones y análisis.

Un costo balanceado sería aquel cuyas especificaciones de forma escrita y resolución de dudas definieran, sin lugar a duda, qué es lo que se desea construir; y que dichas especificaciones permitan cuantificar, lo más exactamente posible, los volúmenes de conceptos que se pretenden hacer intervenir, así como sus características detalladas; y finalmente, se puede proceder a analizar el método o proceso constructivo y obtener el costo parcial de cada uno de dichos procesos.

Es muy importante definir las especificaciones de cada proyecto u obra (sin apartarse como mínimo de las especificaciones requeridas por entes que rigen la construcción en nuestro país) como punto de partida; si el presupuesto lo permite, entonces, proporcionar especificaciones tomando en consideración los requerimientos del cliente; ya sea de forma, arquitectura, entre otros. Para que luego de eso permita una cuantificación con un 97 % de exactitud para realizar el análisis de calidad, tiempo y costo. Luego se determina la factibilidad del proyecto.

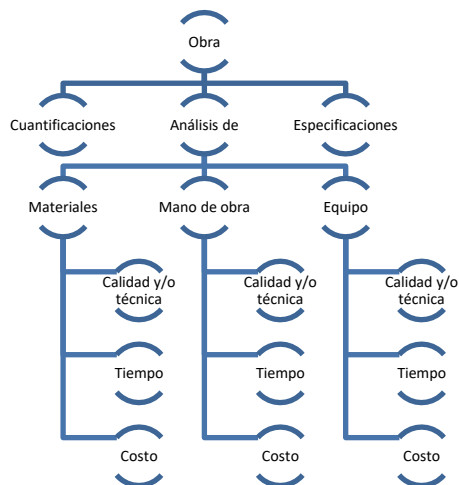
Un proyecto es más factible, económicamente hablado, cuando se construye con materiales nacionales; sin embargo, todo dependerá de lo solicitado por el cliente. Si se utilizan materiales importados debe tomarse en cuenta el precio neto más impuestos y transporte; se puede decir que muchos de estos materiales tienen un precio relativamente favorable además de ser de escaso mantenimiento. También, es importante mencionar que el uso de estos reduce considerablemente los tiempos de ejecución.

### 2.1.3. Balance de material-mano de obra-equipo

Además del balance de calidad, tiempo y costo, los proyectos requieren de un equilibrio en el material, la mano de obra y el equipo a emplearse, para lograr un alto rendimiento y un óptimo aprovechamiento e integrar el diagrama general del balance de una obra.

Para ello son importantes los programas Gantt, Project, CPM, entre otros, en los que se puede coordinar, analizar y programar el uso del equipo; así como los materiales y la mano de obra a utilizar en cada renglón de trabajo; por lo que para tener o lograr un alto rendimiento obteniendo calidad-tiempo-costo, es importante tener este tipo de programación organizacional para evitar el traslape en las actividades constructivas.

Figura 2. Diagrama de balance de una obra



Fuente: MARQUEZ JOCOL, Sergio Vinicio. *Costos de mano de obra en la construcción de edificios respecto del dólar*. p. 53.



La investigación de mercados proporciona al constructor conocimientos válidos sobre cómo obtener los materiales, la mano de obra y el equipo en el lugar, momento y precio adecuados.

Partiendo de ello, para obtener el mejor precio en materiales, mano de obra y equipo, se requiere de un adecuado control en la compra o negociación y su uso óptimo puede marcar la diferencia entre la rentabilidad y la pérdida. En el momento de escoger a los proveedores, trabajadores y subcontratos se debe considerar la garantía que puedan ofrecer. Estos deben de disponer de un buen stock de material, cantidad suficiente de personal y profesionalismo en los subcontratos.

## **2.2. Procedimientos para determinar el costo de la mano de obra**

Para determinar el costo de la mano de obra pueden tomarse en consideración algunas modalidades de trabajo: trabajo por día, por tarea (jornal) o por rendimiento, según lo que convenga aplicar.

- Trabajo por día significa que el trabajo es remunerado con una tasa fija por estar presente en la obra durante una jornada completa de trabajo, la cual es generalmente de ocho horas de labor. La cantidad de trabajo producido depende de la motivación del supervisor, así como de su sentido de responsabilidad.
- Trabajo por rendimiento: a los trabajadores se les asigna una cantidad de trabajo por una tasa de pago acordada. El supervisor mide el trabajo y cuanto más producen y rinden mayor es la remuneración.

- Trabajo por tarea: se refiere a los trabajadores que están sujetos a regulaciones gubernamentales, lo cual significa que no podían ser reenumerados más allá del sueldo establecido por el gobierno por un día de trabajo.

Como salario horario, se fija el que presumiblemente haya de regir durante el período de ejecución de la obra y, así, en las obras de larga duración conviene ser prudente fijar, tanto estos salarios, como los precios de los materiales.

Cuando en una obra sea preciso trabajar de noche o la rapidez de la obra exija trabajar horas extraordinarias y días de asueto, convendrá tener en cuenta el aumento en el salario medio al hacer el análisis de costos de la obra, cuando la obra se encuentra a distancia de la residencia del personal, también es preciso aumentar el salario horario o disminuir el rendimiento para tener en cuenta el tiempo empleado para ir y volver a la obra.

El costo de los encargados se puede fijar en el primer caso de estimación de salario medio; aproximadamente es según la importancia del grupo de trabajo.

En la ejecución de las obras se emplea poco personal altamente calificado, y un gran porcentaje es de obreros, albañiles o ayudantes que normalmente pertenecen al grupo del salario mínimo; por lo tanto, es importante regirse de acuerdo con las leyes las cuales están descritas en el *Código del trabajo*, por ello es importante actualizarse cuando se den cambios por medio de acuerdos gubernativos; normalmente, sucede en los aumentos del salario mínimo.

Los gastos ocasionados por la supervisión superior es mejor incluirlos en la cuenta sueldos del personal dentro de los gastos generales.

En la mayoría de los trabajos por día, están los empleados administrativos y muy poco los obreros, albañiles y ayudantes; los que tienen empleados una empresa constructora, quienes efectúan los trabajos de obra civil, tal es el caso de esta investigación; tomando únicamente a los administrativos con todos los beneficios de la ley y los demás a destajo.

Esta investigación muestra la forma real de cómo se determinan actualmente los costos en cuanto a la mano de obra, comenzando sobre la descripción de los beneficios y el cálculo de la mano de obra por medio de los sueldos de los empleados administrativos y de un maestro de obra, quienes son la base de una constructora.

### **2.2.1. Prestaciones**

“De la consideración del *Código de trabajo* que imperan en la república y disposiciones generales sobre descanso en el trabajo, previsión y bonificaciones, resulta que el salario que efectivamente recibe el obrero es solamente una parte del costo total de la mano de obra. Para obtener este costo habrá que sumar al salario los incrementos que resulten por sábados, domingos, asuetos oficiales, vacaciones, indemnizaciones, etc., que recibe el obrero.

Estos incrementos pueden ser calculados como un porcentaje del salario, con lo cual se facilita el trabajo de analizar precios. Ese porcentaje llamado prestaciones, tiene una importancia realmente grande, según puede verse en los cálculos que se realizan.”<sup>14</sup>

Para que un trabajo se considere, legalmente, debe existir un contrato entre el individuo que ofrecerá sus servicios y capacidades a los fines de la institución

---

<sup>14</sup>VIDES TOBAR, Amado. *Análisis y control de costos de ingeniería*. p. 90.

y la empresa que se beneficiará de dichas capacidades. Este contrato regula las condiciones en las que se llevará adelante el trabajo específico, el plazo por el que dicho contrato estará vigente y las obligaciones de cada una de las partes. El caso más frecuente es que la parte del individuo se comprometa a ofrecer sus servicios que serán remunerados por parte de la empresa en forma mensual. A su vez, el contrato puede detallar otras obligaciones, derechos y beneficios para cada una de las partes. Por ejemplo, la posibilidad de que el empleado obtenga un período de receso o vacaciones anualmente.

Las prestaciones que son aplicadas en todo el territorio de la República de Guatemala son los siguientes:

- Medios días sábados
- Séptimos días
- Asuetos oficiales
- Vacaciones pagadas
- Aguinaldo
- Bono 14
- Indemnización

Hay que considerar, además, el aumento porcentual que produce la cuota patronal, de acuerdo con la reglamentación del Instituto guatemalteco de seguridad social (Igss), misma que viene a ser una carga social directa, de la cual debe hacerse cargo el patrono.

Varios de los términos considerados son estimativos, sin ser arbitrarios y, otros, deben derivarse, necesariamente, de métodos estadísticos y análisis cuando se requiera este método; se considera, por una parte, lo que obliga el *Código de trabajo* en vigor y, por otra, lo que en realidad acontece en Guatemala.

### **2.2.2. Salarios**

Debe ser determinado por parte de los patronos y trabajadores, pero no puede ser menor al salario mínimo; puesto que existe un principio fundamental en la fijación de los salarios; este principio es el de igualdad: a trabajo desempeñado en puesto similar, y condiciones de eficiencia y antigüedad dentro de la misma empresa, también, corresponde iguales salarios; este principio regulado en el artículo 89, segundo párrafo del *Código de trabajo*; así como también en el artículo 102 inciso c) de la *Constitución Política de la República de Guatemala*.

En la República de Guatemala, el *Código de trabajo* considera o clasifica el salario de tres formas: nominal, líquido y efectivo. Salario nominal es la remuneración del trabajador por sus servicios prestados al patrono, sin cargarle ningún descuento; salario líquido es la remuneración del trabajador por sus servicios prestados al patrono, cargándole tanto los descuentos legales como los judiciales, y salario efectivo o actual es igual al salario nominal más las prestaciones legales y voluntarias, otorgadas por el patrono.

Los primeros dos salarios son los que sirven para formular los documentos de pago del trabajador y, el tercer salario, actualmente se usa, única y exclusivamente, para la formulación o integración del presupuesto y el control de costos.

Las prestaciones ordenadas por la legislación laboral vigente en la República de Guatemala obligan a incrementar el salario nominal devengado por un trabajador, con el objeto de integrar el salario actual, según se describe en la siguiente tabla.

Tabla I. **Nomenclatura de días no trabajados por feriados nacionales y/o departamentales**

	<b>Nomenclatura de los descansos</b>	<b>Número de días no trabajados</b>
1	Vacaciones	15
2	Asuetos	11
3	Séptimos días	52
4	Mediodía sábados	26
	Total de días trabajados	104 días

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3. Días anuales efectivamente trabajados**

A continuación, se presenta una tabla con los días efectivos que un obrero deberá trabajar.

Tabla II. **Días anuales efectivamente trabajados**

<b>Cálculo de días laborales</b>	<b>Nº Días</b>	<b>Nº Días</b>
Días del año		365
Domingos	52	
Sábado medio día	26	
Asuetos y vacaciones	26	104
Total		261

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.1. Días anuales pagados

En la tabla III se presentan los días efectivos que se deberán pagar según la ley que rige al trabajador asalariado.

Tabla III. Días anuales pagados

<b>Días anuales pagados</b>	<b>Nº Días</b>	<b>Nº Días</b>
Cálculo de días laborales		365
Domingos	52	
Sábados (mediodía)	26	
Total de días útiles		261
<b>Días útiles no trabajados</b>	<b>Nº Días</b>	
Por vacaciones	15	
Por asuetos y/o feriados	11,5	
Total de días útiles	26,5	

Fuente: elaboración propia.

26,5 posibles días no trabajados por causas justificables, con relación a 365 días por año; pero los días útiles son únicamente 261. Véase que cantidad de días útiles no trabajados corresponde a los días útiles:

$$(26,5 * 261) / 365 = 18,94. \text{ aproxímese a } 19$$

Tabla IV. **Días no trabajados por razones justificables, con relación a los 365 días**

Días útiles		262
Días útiles no trabajados	26	
Inasistencia	5	31
Total de días trabajados		231

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.2. Aguinaldo y bono 14

Se puede calcular como un doceavo del total pagado al obrero en el año, en ambos casos, así:

Tabla V. **Aguinaldo y bono 14**

Horas anuales trabajadas	1 848
Días de asueto oficial	92
Vacaciones pagadas, 15 días *8	120
Total de horas	2 060

Fuente: elaboración propia.

Aguinaldo =  $2060 \text{ horas} / 11,27 = 182,79$  aproximados a 183

Bono 14 =  $2060 \text{ horas} / 11,27 = 182,79$  aproximados a 183

Esto de acuerdo con el Acuerdo gubernativo número 297-2017, publicado el viernes 29 de diciembre de 2017, en el *Diario de Centro América*



### 2.2.3.3. Aumento del seguro

Al aumentar el monto destinado a mano de obra, aumenta en una parte proporcional el pago del Igss, que es una función por parte del patrono. Esa parte proporcional viene dada por la diferencia entre las horas pagadas y las horas trabajadas, es decir:

Tabla VI. **Aumento del pago de seguridad social, Igss**

Horas pagadas excluyendo aguinaldo y bono 14	2 060
Aguinaldo	183
Bono 14	183
Total de horas	2 426

Fuente: elaboración propia.

Se calcula la proporción correspondiente:

$$(2\ 426 - 2\ 060) / 2\ 060 = 366 / 2\ 060 = 0,1777$$

Como la primera cuota del seguro social es del 10,67%, se tiene al final:

$$0,1777 * 0,1067 * 2\ 060 = 39,05$$

Tabla VII. **Datos calculados según tabla IX**

Aproximadas a	38
Acumuladas	2 426
Total de horas	2 464

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.4. Despido

Para determinar correctamente el porcentaje de incidencia de esta carga, se debe tener una completa información estadística sobre la permanencia media de los obreros en el trabajo; las leyes guatemaltecas obligan a pagar un mes de sueldo o salario por cada año de trabajo realizado:

Tabla VIII. **Despido**

30*8	240
Acumuladas	2 518
Total de horas	2 758

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.4. Cálculo de las horas extras

El engorroso cálculo de planillas se puede simplificar utilizando la siguiente fórmula:

Tabla IX. **Horas extras**

$C=(N + 0,1875)K$			
T	Total a pagar	K	Constante del 7° día
O	Salario a pagar	N	Número de días trabajados
E	Salario extraordinario	X	Horas extras trabajadas
S	Salario por día	C	Constante general
$O = N*S$			
El salario ordinario es igual al número de días trabajados, por el salario, por día			
$E = 1,5*S = 0,1875*S$			
El salario extraordinario es una vez y media del monto devengado en el tiempo trabajado en horas extras.			

Fuente: VIDES TOBAR, Amado. *Análisis y control de costos de ingeniería*. p. 90.

El total es igual a la suma de los salarios devengados anteriormente. En el caso de tener derecho al séptimo día, este valor deber incrementarse multiplicando el total por la constante del 7º día:

Tabla X. **Derecho al séptimo día**

Constante	Valor
K (si no tiene derecho a séptimo día (1 a 5 días))	1,00
K (si tiene derecho a séptimo día (=7/6))	1,166667
La constante general "C" = (N + 0,1875 S) K	
El total a pagar T = (O + E) K	
T = S. (N + 0,1875 X) K	

Fuente: VIDES TOBAR, Amado. *Análisis y control de costos de ingeniería*. p. 90.

Si se calculan valores para el factor contenido dentro de la fórmula, se obtienen las tablas I y II que se aplican, según las fórmulas simplificadas, respectivamente:

Tabla XI. **Tiempo completo**

a)	Al trabajador, tiempo completo (6 días) T= SC	
b)	Al trabajador, tiempo incompleto (de 1 a 5 días) T = S (N + C)	
	Para la semana completa con 6 días trabajados: I constante K = 1,166667	Para la semana incompleta con 1 a 5 días trabajados: II Constante K = 1,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5. Cálculo aproximado del factor ayudante

Este factor se establece tomando como referencia, las dos cuadrillas de trabajo más usuales: el salario diario para un albañil y un ayudante; luego, obteniendo un promedio entre los dos resultados.

Tabla XII. Cálculo del salario de un albañil y el de un ayudante

<b>a) 2 albañiles y 1 ayudante</b>	
1 albañil -----	Q 150,00 por día +
1 albañil -----	Q 150,00 por día = Q 300,00 por día
1 ayudante -----	Q. 99,45.00 por día
Entonces: $99,45/300 = 0,33$	
<b>b) 1 albañiles y 1 ayudante</b>	
1 albañil -----	Q 150,00 por día +
1 ayudante -----	Q. 99,45 por día
Entonces: $99,45/150 = 0,66$	

Fuente: elaboración propia.

Tomando el promedio de estos resultados:  $0,33 + 0,66 = 0,495$

El porcentaje de ayudante queda establecido y el valor aproximado en este caso es de:  $0,495 * 100 = 49,5 \%$

Se ha demostrado, también, que el factor de ayudante varía entre 40 % y 50 % y que puede utilizarse confiablemente.

### 2.2.6. Resumen de prestaciones y otras cargas

Dependerá del criterio del estimador de costos, de las prestaciones y de otras cargas que efectúan el costo de mano de obra. Para facilitar esta labor, se han agrupado de la siguiente manera:

Tabla XIII. **Prestaciones y otras posibles cargas de gastos en una construcción**

<b>Prestaciones comúnmente tomadas en cuenta</b>	<b>Porcentaje</b>
Asuetos pagados	5,87 %
Vacaciones pagadas	7,65 %
Aguinaldo	10,27 %
Bono 14	10,27 %
Indemnización por despido	15,31 %
Subtotal	49,37 %
<b>Otras cargas comúnmente tomadas en cuenta:</b>	
Factor ayudante	49,50 %
<b>Otras cargas que deben tomar en cuenta:</b>	
Factor herramienta (deterioro)	0,50 %
Factor traslado de grupo de trabajo	0,50 %
Subtotal	1,00 %
Gran total	99,87 %

Fuente: elaboración propia.

### 2.3. Características de los costos

El análisis de un costo o presupuesto es, en forma general, la evaluación de un proceso determinado. Sus características son las siguientes:

### **2.3.1. El análisis del costo es aproximado**

El no existir dos procesos constructivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario y el basarse en condiciones promedio de consumos, insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no pueda ser matemáticamente exacta.

### **2.3.2. El análisis del costo es específico**

Si cada proceso constructivo se integra con base en sus condiciones particulares de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser generalizado.

### **2.3.3. El análisis del costo es dinámico**

El mejoramiento constante de materiales, equipos, métodos o procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones, perfeccionamiento de sistemas de impuestos, de prestaciones sociales, etc., permite recomendar la necesidad de una actualización constante de los análisis de costos.

### **2.3.4. El análisis del costo puede elaborarse inductiva o deductivamente**

Si la integración de un costo se inicia por sus partes conocidas, si de los hechos se infiere el resultado, se analizará el costo, inductivamente.

Si a través del razonamiento se parte del todo conocido, para llegar a las partes desconocidas, se estará analizando el costo, deductivamente.

El costo esta precedido de costos anteriores y este a su vez es integrante de costos posteriores. En la cadena de procesos que definen la productividad de un país, el costo de un concreto hidráulico, por ejemplo, lo constituyen los costos de los agregados pétreos, el aglutinante, el agua para su hidratación, el equipo para su mezclado, etc. Este agregado, a su vez, se integra de costos de extracción, de costos de explosivos, de costos de equipo, etc. Y el concreto hidráulico puede a su vez, parte del costo de una cimentación, y ésta de una estructura, y ésta de un conjunto de edificios y éste de un plan de viviendas, etc.<sup>15</sup>

Por ello el costo depende del presente y no del pasado ni del futuro, y así como puede bajar o encarecer un proyecto, es importante integrar un presupuesto para obtener un precio justo, donde se logre el objetivo tanto para el cliente como para el constructor.

---

<sup>15</sup> BELTRAN RAZURA, Álvaro. *Costos y presupuestos* <https://www.udocz.com/read/costos-y-presupuestos---ing-alvaro-beltran-razura> Consulta: 16 de enero de 2012.

### **3. CÁLCULO DEL PRESUPUESTO**

#### **3.1. Introducción y objetivos específicos del módulo de presupuestos**

Se concibe al presupuesto como el estudio económico del proyecto; su principal objetivo consiste en determinar por anticipado cada una de las partes que constituyen una obra con especificación detallada de los materiales y los trabajos a realizar.

El presupuesto es el cómputo de los gastos o costos de la obra a ejecutar. Se realiza antes de iniciar la obra de construcción para determinar su viabilidad, magnitud del proyecto y establecer la necesidad de financiamiento.

Son cálculos aproximados ya que no se tiene el valor real; sin embargo, la realidad se establece en el momento de ofertar con contratistas o bien por medio de una licitación.

Para tener mejores resultados con respecto al presupuesto es de vital importancia conocer el diseño de la obra, los planos, las especificaciones, el lugar en donde se realizará (para saber los accesos), la calidad de mano de obra, los profesionales a participar durante la ejecución y tener una visión de las posibles dificultades que podrían aparecer durante el mismo. Una buena forma de obtener un presupuesto puede verse en el costo por metro cuadrado de construcción; puede tomarse como un buen parámetro para tener un presupuesto más aproximado. Así mismo, es importante conocer a detalle el diseño.



Otra forma muy eficaz es conociendo el valor de obras con la misma calidad, con diseños y metros cuadrados semejantes o bien el mismo uso, comparando el costo real del mismo versus con el presupuesto de la obra a ejecutar.

Para tal razón, es indispensable el desglose detallado de los renglones de trabajo para tener una comparación más real y eficaz. El presupuesto detallado o desglosado por renglones es el método más exacto para calcular los costos de un proyecto.

Se entiende por renglones de trabajo a cada actividad o su conjunto de ellas que determinan una etapa dentro del proceso constructivo.

El presupuesto detallado debe contemplar absolutamente todos los renglones de trabajo a ejecutar; así como, los costos directos e indirectos de la obra.

La realización de presupuestos detallados obedece a la necesidad, dentro de la planificación del proyecto, de conocer los costos de ejecución y las cantidades de trabajo y mano de obra necesarios, a fin de programar la inversión, los suministros y la contratación de personal, de racionalizar los recursos y optimizar la productividad.

### **3.2. Presupuesto de inversión**

El presupuesto de la obra depende en gran medida de la vida útil del terreno, de la generación per cápita de ingresos y utilidad del salón de usos múltiples por los pobladores o los habitantes de la comunidad. El presupuesto que se presenta esta elaborado sobre la base de precios unitarios con la finalidad de que, si

cambian los volúmenes, el precio de los materiales o mano de obra y/o equipo se pueda modificar o actualizar en cualquier momento.

### **3.3. Estructuración de menús y programas**

El objetivo final de todo proyecto de ingeniería es satisfacer deseos o necesidades humanas; pueden ser éstas de diversa índole o naturaleza. Lógicamente, la satisfacción de estos conlleva un costo económico que debe ser cubierto para alcanzar el objetivo buscado.

Los beneficios por obtener, una vez que se ha logrado recuperar el capital invertido, pasan a convertirse en utilidades que son percibidas a lo largo de la vida útil del proyecto que se ha realizado. Para la agilización de los presupuestos que indican el valor de las diferentes actividades del proyecto y la pronta recuperación de la inversión y de que se perciba la utilidad deseada, existen programas (software) que se emplean para la optimización de tiempo en lo que se refiere al cálculo de mano de obra, materiales, equipo, herramienta, costo directo del proyecto y precios unitarios dentro de las distintas actividades del proyecto que este conlleve.

En materia de proyectos, se entiende por costo económico al conjunto de recursos y esfuerzos que se invierten para la producción de un bien o servicio. Este conjunto de recursos a invertir varía de un proyecto a otro, pudiendo ser mayor o menor dependiendo del tamaño de cada proyecto. Cabe recordar que el tamaño de un proyecto se mide en relación directa con su producción, por lo que se tiene como requisito básico en la comparación de alternativas, que la producción sea similar entre las opciones que se presentan. La propuesta que implique el menor costo, manteniendo la producción, en definitiva, la mejor opción desde el punto de vista económico.

La etapa de estimación de costos de un proyecto desempeña un papel muy importante, puesto que de la precisión de este cálculo depende de la viabilidad económica de cada opción. De hecho, si se llegasen a sobreestimar los costos tendrá como resultado un posible rechazo de una oportunidad rentable; si, por el contrario, se subestiman, el proyecto podría eventualmente estar condenado al fracaso económico.

A cada proyecto se le asocia un costo de inversión, operación y cierre, así como las ganancias que producirá el proyecto; la relación entre estos son los que en un principio motivarán la decisión de ejecución del proyecto.

Debido a la complejidad del proceso de estimación de costos, es conveniente para facilitar este proceso, clasificar los costos, prestándole especial atención al origen de cada uno y su efecto en el contexto del proyecto.

No existe, por supuesto, una clasificación única de costos, sino que varía dependiendo del tipo de proyecto que se trate y la importancia que revista cada categoría de costo.

### **3.4. Elaboración de costos**

Se entiende por elaboración de costos a todas las actividades que se realizan dentro del proceso de planificación con el objetivo de conocer los costos directos, indirectos e integrados para la elaboración de ante presupuestos, presupuestos, análisis de financiamiento, control de costos, todo lo relativo al proyecto. Esta investigación permitirá conocer cuál propuesta es de menor costo durante la ejecución y mantenimiento; es decir; a corto, mediano y largo plazo; para la toma de decisiones en futuras construcciones de proyectos de salones de usos múltiples.

### 3.4.1. Costos indirectos

Se consideran costos indirectos a todos los gastos de ejecución que no son directamente imputables a unidades de obra concretas, sino al conjunto o partes de ella.

De acuerdo con la *Enciclopedia del encargado de obras*, los costos indirectos sufren una clasificación que se refleja en los siguientes párrafos:

- *Costo de mano de obra indirecta: es el personal que no interviene directamente en la ejecución de una unidad de obra, por lo que se reparte entre el total del costo de edificación. Así, lo será el capataz, el supervisor, el vigilante, el topógrafo, etc.*
- *Costo de medios auxiliares indirectos: es el conjunto de medios humanos, materiales e instalaciones que no intervienen directamente en ninguna unidad de obra, pero que son necesarios para la realización correcta. En este apartado se considera la mano de obra auxiliar como el personal de limpieza, almacenamiento, transporte de materiales, por ejemplo. También, forman parte de estos la maquinaria y útiles auxiliares, por ejemplo, las grúas, el montacargas, un domper, una carretilla, los andamios cuando estos se utilizan para la ejecución de cerramientos o revestimiento de fachadas o para colocar vierteaguas o canales de recogida de aguas.*
- *Costos de gastos generales: entre estos se consideran las construcciones e instalaciones al pie de la obra como los almacenes de herramientas, oficinas y talleres (el coste de su construcción, mantenimiento y traslado); las instalaciones para agua, sanitarios, electricidad alumbrado de la obra y la evacuación de escombros. Aquí también se incluyen el costo del personal técnico y administrativo de la obra (el jefe de la obra, el ayudante del jefe y de todos los administrativos trabajando en la obra). Se incluyen también los costos de seguridad y salud; estos son los que se derivan de las medidas de seguridad de la obra, instalaciones de higiene y bienestar como el comedor, vestuarios y servicios sanitarios, señalización, medicina preventiva, etc.<sup>16</sup>*

---

<sup>16</sup> Enciclopedia del encargado de obra. *Administración técnica de la obra*. p. 80 – 81.

En general, pueden describirse como los costos en los que se requiere de una inversión para poner en marcha el proyecto. Se reconocen como parte de estos costos, aquellos que únicamente se presentan una sola vez, en el transcurso de la vida útil del proyecto.

Estos costos son muy importantes a considerar en el proceso de selección de alternativas. Para reconocer su importancia, basta resaltar que existen numerosos proyectos que podrían eventualmente ser rentables; pero que no pueden llevarse a cabo por la simple razón de que su costo indirecto está por encima del nivel de recurso que se dispone para la realización del proyecto. En estos casos, es preferible buscar otra opción que posea un costo de inversión al alcance de lo que se desee invertir en un proyecto.

#### **3.4.2. Costos directos**

Los costos directos son “todos los gastos de ejecución de materiales, mano de obra, maquinaria e instalaciones que forman parte o intervienen en la ejecución de una concreta unidad de obra”<sup>17</sup>

Son los costos necesarios para que opere y funcione el proyecto durante la ejecución. Regularmente, estos costos varían de acuerdo con el tamaño del proyecto.

Para el cálculo de los costos de directos deben elaborarse listas específicas de todos los factores de insumos, en función de las cantidades requeridas.

Las cantidades de insumos o recursos a emplear se multiplican por su costo unitario correspondiente, determinando así los costos totales.

---

<sup>17</sup> Ídem.

Es importante destacar que los costos directos pueden no ser constantes, dependiendo de las fluctuaciones en los precios ya sea de insumos o de servicios.

Para esta investigación los costos directos pueden marcar la diferencia para optar por una de las dos alternativas, donde los procesos de ejecución varían en tiempo y costo, los cuales serán de mucha importancia para definir el método a recomendar.

### **3.5. Cuantificación**

La cuantificación de materiales y mano de obra de un proyecto es un trabajo extenso, que requiere del conocimiento particular de los sistemas constructivos apropiados para la ejecución del proyecto, del rendimiento de todos y cada uno de los materiales a emplearse en la obra, así como el comportamiento de la mano de obra bajo las condiciones propias de la localización, carácter y monto de la obra.

Por otra parte, se requiere del conocimiento de las medidas comerciales de los productos a emplearse, transporte, etc., lo cual representa un trabajo de recopilación de datos que implica un incremento en el tiempo para la ejecución de cualquier presupuesto; por lo tanto, el empleo de instrumentos técnicos que agilicen el trabajo del constructor redundará en una baja en los costos de operación, aumenta de esta manera la productividad de la empresa o constructor.

### **3.5.1. Renglones de trabajo**

Los renglones de trabajo se refieren a todas las actividades a realizar para la ejecución del proyecto; se obtienen de la planificación o bien de los planos; también, existen subdivisiones de cada una de las actividades fundamentales y las cuales algunas pueden efectuarse de forma simultánea, de acuerdo con los programas Gantt, *Proyect* y CPM donde resumen los renglones críticos durante la ejecución para finalizar el proyecto a tiempo y los mejores costos.

Los renglones pueden ser: trabajos preliminares, instalaciones provisionales, cimentación, muros, estructura, cubierta, instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias, pisos, acabados, ventanas, carpintería, herrería, obras exteriores, trabajo en jardines, limpieza final, etc. En esta investigación, en el capítulo cuatro se describirán los renglones de trabajo para ambos sistemas, analizándolos y obteniendo sus costos para tener recomendaciones válidas y reales.

### **3.5.2. Volumen y costo de materiales**

El análisis costo volumen y costo materiales proporciona una visión panorámica del proceso de planeación. Está constituido sobre la simplificación de los supuestos con respecto al comportamiento de los costos.

También, es un modelo que ayuda a la administración a determinar las acciones que se deben tomar con la finalidad de lograr cierto objetivo, que son las utilidades. Está elaborado para servir como apoyo fundamental de la actividad de planear, es decir, diseñar las acciones a fin de lograr el desarrollo integral de la empresa.

Este modelo ayuda a implantar la última etapa de planeación estratégica, facilita la toma de decisiones y la puesta en práctica de acciones concretas.

### **3.5.3. Cantidad y costo de mano de obra**

La mano de obra comprende los salarios que se pagan a los empleados que trabajan en una producción específica del proyecto al igual que los costos de los materiales directos; estos pueden identificarse de manera directa con una producción específica y se definen como costos directos.

El presupuesto de mano de obra directa cubre las necesidades de mano de obra directa, para producir los tipos y las cantidades de las diferentes fases planificadas en el presupuesto de construcción. El presupuesto de mano de obra directa debe asignarse al responsable de la función de avance del proyecto.

### **3.6. Presupuesto de operación y mantenimiento**

En el presupuesto anual de mantenimiento para costos de muros de mampostería versus paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta para cerramientos en salones de usos múltiple hay una parte del costo que es aproximadamente constante, como la mano de obra habitual o el costo de las reparaciones programadas, pero hay otros costos que son variables y están relacionados con las averías que se produzcan. No todos los años se producen las mismas averías ni de la misma gravedad, por lo que el apartado referente a materiales y a contratistas puede variar sensiblemente de un año a otro.

Por otro lado, al realizar el presupuesto anual de mantenimiento es importante distinguir entre los costos iniciales de implantación, relacionados con



la compra inicial de herramienta, el período de formación del personal, que no se repite, y el costo anual, que se repite un año tras otro con algunas variaciones.

Por último, en el presupuesto hay que tener en cuenta el costo de grandes revisiones u otros gastos cuya periodicidad es mayor que la anual, que no pueden computarse como gastos de un solo año y que hay que repartir entre los ejercicios que corresponda.

Todos estos aspectos tendrán que tomarse en cuenta al elaborar el presupuesto anual; considerando que, si el presupuesto es más elevado de lo que realmente se requiere, se estará afectando a la cuenta de resultados; pero si el presupuesto se queda corto y no aporta suficientes recursos para realizar un mantenimiento correcto no solo proliferarán las averías; además, la vida útil disminuirá.

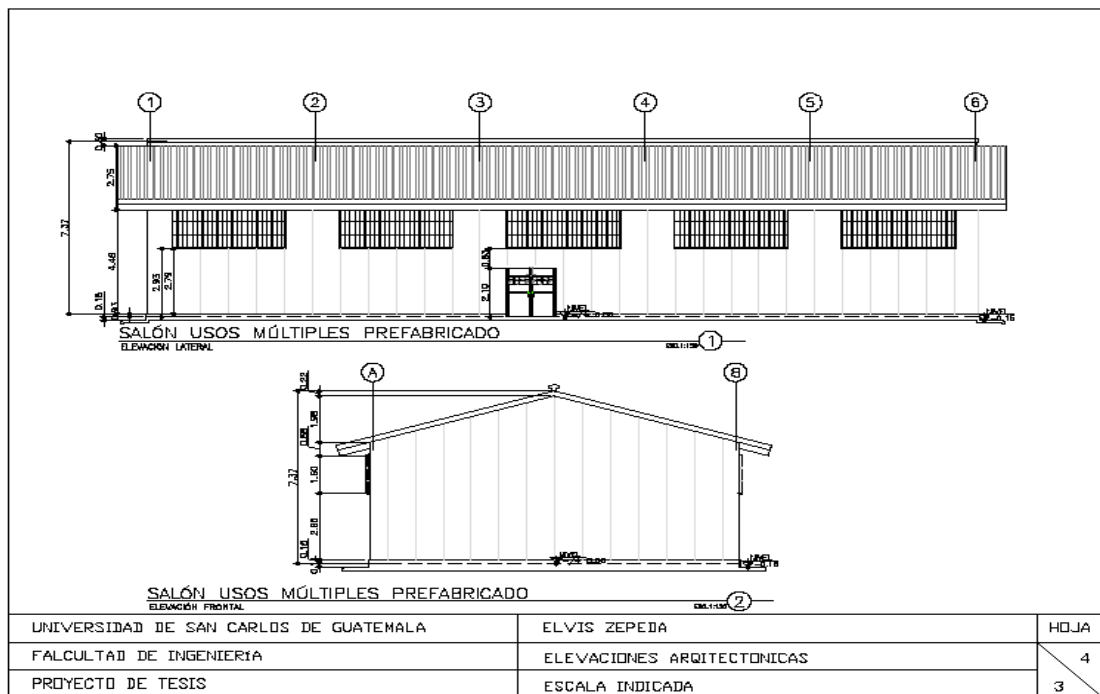
Para el mantenimiento de ambos sistemas es importante disciplinarse con respecto al mantenimiento preventivo y no correctivo; la diferencia entre ambos radica en el costo que requiere uno de estos. Por experiencia se ha determinado que el preventivo resulta más económico, no detiene el uso del inmueble, contrario al correctivo, donde los costos son demasiado altos y requieren de una planificación, de cerrar temporalmente el salón; además, se reduce drásticamente la vida útil de los elementos que conforman el proyecto o bien el salón.

## 4. ANÁLISIS COMPARATIVO POR MEDIO DE UN EJEMPLO

### 4.1. Caso práctico

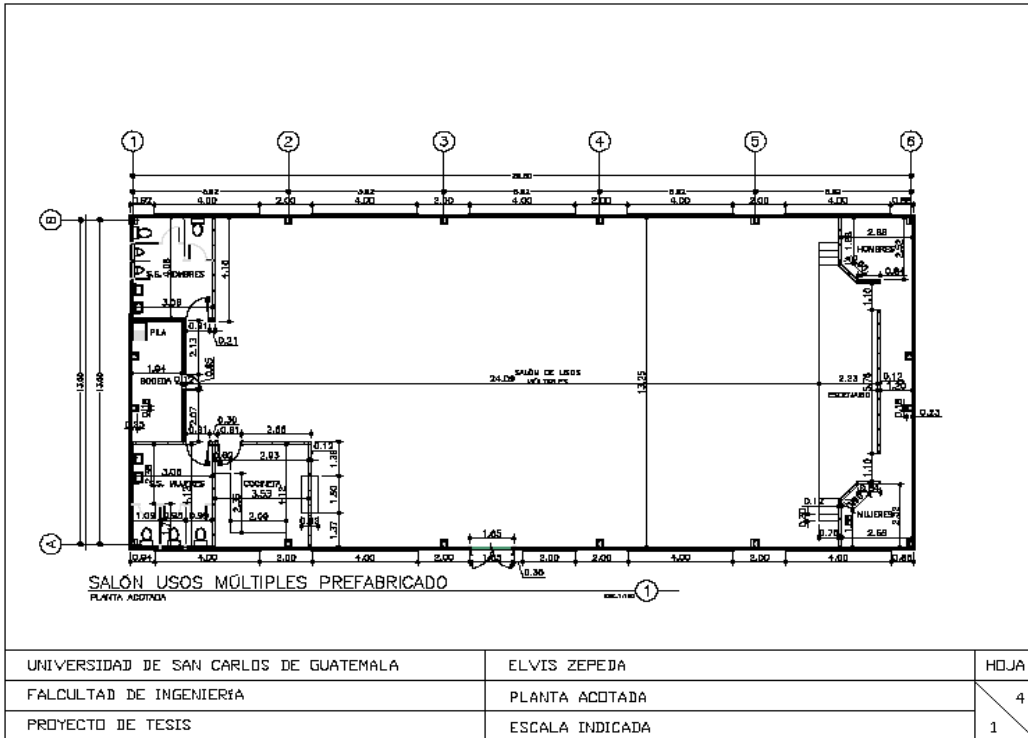
En el caso práctico, se plantea un salón de usos múltiples con las dimensiones de 13 metros de ancho por 30 metros de largo con una altura de 5,50 metros. Debe tomarse en cuenta que los muros de cerramiento, indistinto del material que se use, tienen una cimentación, estructura metálica, cubierta, piso, tabiques y demás ítems iguales para ambos métodos.

Figura 3. Salón de usos múltiples prefabricado, plano 1



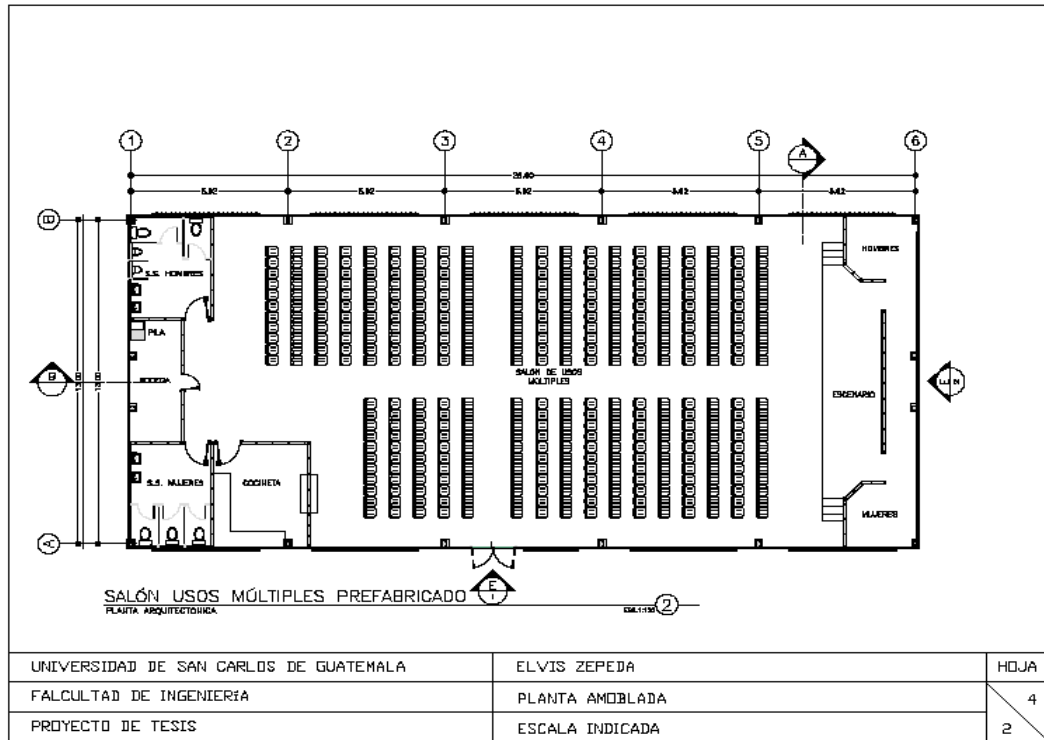
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Salón de usos múltiples prefabricado, plano 2



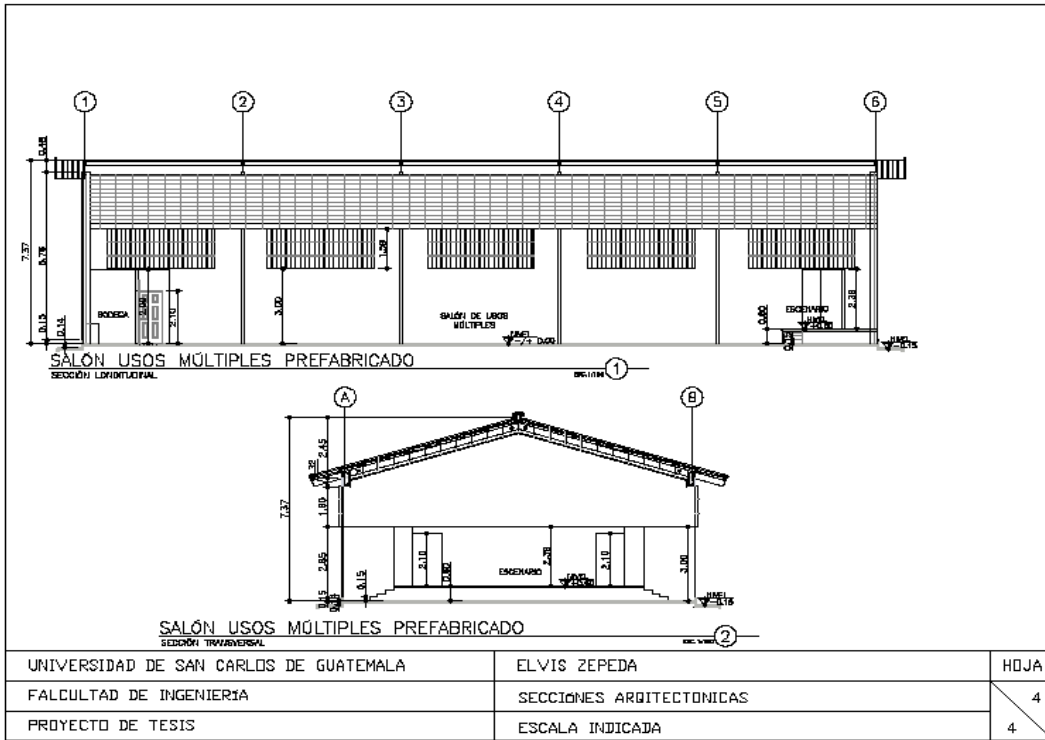
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Salón de usos múltiples prefabricado, plano 3



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Salón de usos múltiples prefabricado, plano 4**



Fuente: elaboración propia.

Para comenzar, se hará un desglose de los ítems referentes al método con muros de cerramiento de mampostería, los cuales requerirán un levantado de block, más soleras intermedias y de corona, pines y acabados, según se muestra a continuación.

Tabla XIV. **Catálogo de ítems de trabajo para la construcción de un salón de usos múltiples con mampostería**

<b>Trabajos en sitio</b>	<b>Unidad</b>
Trazo y replanteo (botambor).	glob
Corte para plataforma.	M <sup>3</sup>
Relleno para conformación de plataforma.	M <sup>3</sup>
Relleno compactado con balastro grueso para estabilización.	M <sup>3</sup>
Relleno compactado material selecto bajo contra piso.	M <sup>3</sup>
Excavación estructural viga tensora y zapatas.	M <sup>3</sup>
Desalojo de material sobrante.	M <sup>3</sup>
Suelo cemento proporción 20:1 con material selecto, para área de contra piso y aceras exteriores al edificio, acera exterior peatonal calle.	M <sup>3</sup>
Suelo cemento proporción 20:1 con material selecto, bajo suelo de cimentación de zapatas.	M <sup>3</sup>
Excavaciones para tuberías AP y AN.	M <sup>3</sup>
Rellenos varios (relleno en zanjas tuberías).	M <sup>3</sup>
Otros (especificar en desglose aparte).	glob
<b>Cimentación</b>	
Zapata tipo Z-1 incluye pedestal y pernos de fijación para columna metálica.	M <sup>2</sup>
Contra piso e= 0,10 m con refuerzo estructomalla 6x6,3/3.	M
Solera de amarre 0,15 x 0,15 m Ref. 4N°3, estribo N°2 @20 cm.	M
Viga de cimentación VC-1, refuerzo 6N°4, estribo N°3 @ 15 cm.	M
Tensor de 0,25 x 0,10 m, Ref. 2N°3 estribos N°2 @ 25 cm.	glob
Otros (especificar en desglose aparte).	
<b>Levantado de muros</b>	
Levantado block tipo <i>strecher</i> 15x20x40 cm perímetro del edificio.	M <sup>2</sup>
Solera intermedia tipo U S-1 (15 x 20 x 40).	M
Solera U tipo sillar, ventanas.	M
Solera concreto dintel de ventana (0,25 X 0,24 cm).	M
Solera de coronamiento (20 x 0,15 cm).	M
Solera final mojinete (0,31 x0,15 cm).	M
Pared de <i>durock</i> , área de sanitarios y lava trapeadores, de piso a cielo caras interiores de cada ambiente.	M <sup>2</sup>
Suministro e instalación de madera de pino curado como refuerzo para fijación de guardasilla, cuadros de arte y refuerzo para mochetas de puertas.	M <sup>2</sup>
Otros (especificar en desglose aparte).	glob

Continuación de la tabla XIV.

<b>Vigas, losas y cubiertas</b>	
Suministro e instalación de estructura metálica principal del edificio, columnas, vigas, póln C, etc., incluye acabado de pintura de estructura vista.	Glob
Suministro e instalación de lámina troquelada esmaltada color blanco calibre. 24.	M <sup>2</sup>
Suministro e instalación de direccionador, calibre 24 esmaltada en blanco.	M
Suministro e instalación de botaguas en base de torre metálica.	M
Otros (especificar en desglose aparte).	glob.
<b>Acabados</b>	
Repello y afinado de paredes interiores de block concreto.	M
Repello y afinado de paredes exteriores de block de concreto.	M <sup>2</sup>
Suministro e instalación de piso cerámico, 0,33 x 0,33, incluye pegamento PSP.	M <sup>2</sup>
Instalación de azulejo de 20 x 30 cm, mombasa beige, servicios sanitarios y lava trapeadores.	M <sup>2</sup>
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Puertas</b>	
Puerta tipo P-1, metálica doble hoja incluye, herrajes, chapa, barre polvo y tope tipo pata de elefante.	Unidad
Puerta tipo P-2 metálica 1 hoja, incluye herrajes, chapa, barre polvo y tope tipo pata de elefante.	Unidad
Muros divisorios de servicios sanitarios, base aluminio + melamina.	glob.
Barre polvos.	Unidad
Topes de puertas tipo pata de elefante.	Unidad
Topes de puertas tipo ojo de venado.	Unidad
Amaestrado de llaves.	Glob
Otros (especificar en desglose aparte). Suministro e instalación de muros divisorios	Glob
<b>Ventanas</b>	
Ventana tipo V-1 (ventana de aluminio color blanco tipo pesado).	Unidad
Ventana tipo V-2 (ventana de aluminio color blanco tipo pesado).	Unidad
Balcones tipo B-1 debe considerarse el anclaje a paredes a construir de bloque.	Unidad
Balcones tipo B-2 debe considerarse el anclaje a paredes a construir de bloque.	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob

Continuación de la tabla XIV.

<b>Instalaciones eléctricas</b>	
Suministro e instalación de lámpara fluorescente 3 x 32 W, T8 de empotrar 2' x 4', balastro electrónico 120 VAC, difusor tipo Lattice.	Unidad
Suministro e instalación de lámpara fluorescente 4x17 W, T5 de empotrar 2'x2', balastro electrónico 120 VAC, difusor tipo Lattice.	Unidad
Interruptor sencillo tipo dado ticino, placa anodizada (completo).	Unidad
Interruptor doble tipo dado ticino, placa anodizada doble (completo).	Unidad
Interruptor sencillo de cambio, tipo dado ticino con placa doble anodizada (completo).	Unidad
Interruptor doble de cambio, tipo dado ticino con placa doble anodizada (completo).	Unidad
Tomacorriente doble 120v.	Unidad
Tablero monofásico (T-G) 120/240 voltios, con braker principal.	Unidad
Acometida eléctrica monofásica para tablero general 120/240 VAC, con 3THHN 4/0 + 1 THHN 3/0 + 1 THHN 2 en ducto 3", incluye braker de mantenimiento.	M
Tablero monofásico para bomba cisterna 120/240 VAC (incluye acometida, desde tablero general en edificio hasta bodega de equipo.)	Unidad
Red de polarizado para tablero eléctrico y pararrayo.	Unidad
Red de tierra del edificio.	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte).	glob
<b>Plomería</b>	
Tubería PVC 1 1/2" de 250 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 1" de 250 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 3/4" de 250 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 1/2" de 315 PSI + accesorios.	M
Pruebas + limpieza.	Unidad
Llave de bola ø 1 1/2".	Unidad
Llave de bola ø 1".	Unidad
Llave de bola ø 3/4".	Unidad
Llave de bola ø 1/2".	Unidad
Caja para válvulas.	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte).	glob



Continuación de la tabla XIV.

<b>Aguas pluviales</b>	
Tubería PVC de 2" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC de 4" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC de 6" de 160 PSI + accesorios.	M
Bajadas de agua pluvial PVC 4" incluye coladera de lámina desplegada, en canaleta de edificio.	Unidad
Caja unión/registro TC-24".	Unidad
Canaleta para aguas lluvias en edificio, concreto refuerzo estructomalla 6 x 6 3/3, según detalle de planos constructivos.	M
Pozo de absorción encamisado, según detalle planos constructivos.	Glob
Canaleta media caña contiguo a muro perimetral.	M
Pruebas + limpieza.	Glob
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Aguas servidas</b>	
Tubería PVC 2" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 4" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 6" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 2" de 60 PSI + accesorios (ventilación).	M
Caja trampa de grasa.	Unidad
Caja de registro.	M
Caja de unión TC 12".	Unidad
Caja unificadora.	Unidad
Fosa séptica prefabricada tipo CIFA.	Unidad
Pozo de absorción encamisado, según detalle de planos constructivos.	Unidad
Conexión aguas negras a colector municipal.	Glob
Prueba + limpieza.	Glob
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Artefactos y accesorios</b>	
Suministro e instalación de inodoro de tanque marca American Standar color blanco, incluye accesorios.	Unidad
Instalación de Urinario de fluxómetro para marca American Standar.	Unidad
Suministro e instalación de lavamanos American Standar de pedestal, color blanco, incluye grifería y accesorios de fijación.	Unidad
Suministro e instalación de dispensador de jabón líquido Kimberly Clark.	Unidad
Suministro e instalación de portarrollos de papel higiénico tipo jumbo roll marca Kimberly Clark.	Unidad
Suministro e instalación de dispensado de papel toalla.	Unidad
Instalación de ganchos en muros divisorios de acero inoxidable S.S.	Unidad
Suministro e instalación de topes muros divisorios de servicios sanitarios.	Unidad

Continuación de tabla XIV.

Suministro e instalación de espejo para baños	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte)	glob

Fuente: elaboración propia.

Es importante, también, desglosar los ítems referentes al método con paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta, los cuales requerirán de un cerramiento por parte de estos paneles.

El detalle desglosado de los renglones de trabajo es de la siguiente manera:

**Tabla XV. Catálogo de renglones de trabajo para la construcción de un salón de usos múltiples con panel tipo sándwich con fijación oculta**

<b>Trabajos en sitio</b>	
Trazo y replanteo (botambor).	sg
Corte para plataforma.	M <sup>3</sup>
Relleno para conformación de plataforma.	M <sup>2</sup>
Relleno compactado con balastro grueso para estabilización.	M <sup>3</sup>
Relleno compactado material selecto bajo contra piso.	M <sup>3</sup>
Excavación estructural viga tensora y zapatas.	M <sup>3</sup>
Desalojo de material sobrante.	M <sup>3</sup>
Suelo cemento proporción 20:1 con material selecto, para área de contra piso y aceras exteriores.	M <sup>3</sup>
Suelo cemento proporción 20:1 con material selecto, bajo suelo de cimentación de zapatas.	M <sup>3</sup>
Excavaciones para tuberías AP y AN.	M <sup>3</sup>
Rellenos varios (relleno en zanjas tuberías).	M <sup>3</sup>
Otros (especificar en desglose aparte).	glob
<b>Cimentación</b>	
Zapata tipo Z-1 incluye pedestal y pernos de fijación para columna metálica.	U
Contra piso e= 0,10 m con refuerzo estructomalla 6 x 6 3/3.	M <sup>2</sup>
Solera de amarre 0,15 x 0,15 m, Ref. 4N°3, estribo N°2 @ 20 cm.	M
Pretil perimetral de 0,075 x 0,23 3N°3, alacrán n°2 @20 cm.	M

Continuación de la tabla XV.

Tensor de 0,25 x 0,10 m, Ref. 2N°3 estribos N°2 @ 25 cm.	M
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Levantado de muros</b>	
Suministro e instalación de paneles prefabricados, deberá considerarse acondicionamiento en corte para medio punto de ventanas, y cortes para ajustes de altura en culatas del edificio, instalación de perfil U, y sello con silicón blanco pintable entre perfil U y panel en la base de pared.	M <sup>2</sup>
Suministro e instalación de botaguas tipo Z.	M <sup>2</sup>
Paredes de durock área de sanitarios y lava trapeadores, de piso a cielo caras interiores de cada ambiente.	M <sup>2</sup>
Suministro e instalación de madera de pino curado como refuerzo para fijación de guardasilla, cuadros de arte y refuerzo para mochetas de puertas.	M <sup>2</sup>
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Vigas, losas y cubiertas</b>	
Suministro e instalación de estructura metálica principal del edificio, columnas, vigas, polín C, etc., incluye acabado de pintura de estructura vista.	Glob
Suministro e instalación de lámina troquelada esmaltada color blanco, calibre 24.	M <sup>2</sup>
Suministro e instalación de direccionador, calibre 24 esmaltada en blanco	M
Suministro e instalación de botaguas en base de torre metálica.	M
Otros (especificar en desglose aparte)	
<b>Acabados</b>	
Suministro e instalación de piso cerámico, 0,33 x 0,33, incluye pegamento PSP.	M <sup>2</sup>
Instalación de azulejo de 20 x 30 cm, mombasa beige, servicios sanitarios y lava trapeadores.	M <sup>2</sup>
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Puertas</b>	
Puerta tipo P-1, metálica doble hoja, incluye, herrajes, chapa, barre polvo y tope tipo pata de elefante.	Unidad
Puerta tipo P-2 metálica 1 hoja, incluye herrajes, chapa, barre polvo y tope tipo pata de elefante.	Unidad
Muros divisorios de servicios sanitarios, base aluminio + melamina.	Glob
Barre polvos.	Unidad
Topes de puertas tipo pata de elefante.	Unidad
Topes de puertas tipo ojo de venado.	Unidad
Amaestrado de llaves.	Glob

Continuación de la tabla XV.

<b>Ventanas</b>	
Ventana tipo V-1 (ventana de aluminio color blanco tipo pesado).	Unidad
Ventana tipo V-2 (ventana de aluminio blanco tipo pesado).	Unidad
Balcones tipo B-1 (en los pernos deber considerarse epóxico estructural para unión de roscas).	Unidad
Balcones tipo B-2 ( en los pernos deber considerarse epóxico estructural para unión de roscas).	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte, incluir desmontaje, limpieza y montaje de ventanas existentes a conservar).	glob
<b>Instalaciones eléctricas</b>	
Suministro e instalación de lámpara fluorescente 3 x 32 W, T8 de empotrar 2'x4', balastro electrónico 120 VAC, difusor tipo <i>Lattice</i> .	Unidad
Suministro e instalación de lámpara fluorescente 4x17 W, T5 de empotrar 2'x2', balastro electrónico 120 VAC, Difusor tipo <i>Lattice</i> .	Unidad
Interruptor sencillo tipo dado ticino, placa anodizada (completo).	Unidad
Interruptor doble tipo dado ticino, placa anodizado doble (completo).	Unidad
Interruptor sencillo de cambio tipo dado ticino, con placa doble anodizada (completo).	Unidad
Interruptor doble de cambio, tipo dado ticino, con placa doble anodizada (completo).	Unidad
Tomacorriente doble 120v.	Unidad
Tablero monofásico (T-G) 120/240 voltios.	Unidad
Acometida eléctrica monofásica para tablero general 120/240 VAC, con 3THHN 4/0 + 1 THHN 3/0 + 1 THHN 2 en ducto 3".	M
Tablero monofásico para bomba cisterna 120/240 VAC (incluye acometida.)	Unidad
Red de polarizado para tablero eléctrico y pararrayo.	Unidad
Red de tierra del edificio.	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte).	glob
<b>Plomería</b>	
Tubería PVC 1 1/2" de 250 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 1" de 250 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 3/4" de 250 PSI + accesorios.	M
Otros (especificar en desglose aparte).	glob
Tubería PVC 1 1/2" de 250 PSI + accesorios.	
<b>Aguas pluviales</b>	
Tubería PVC de 2" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC de 4" de 160 PSI + accesorios.	M

Continuación de la tabla XV.

<b>Aguas servidas</b>	
Tubería PVC 2" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 4" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 6" de 160 PSI + accesorios.	M
Tubería PVC 2" de 60 PSI + accesorios (ventilación).	M
Caja trampa de grasa.	Unidad.
Caja de registro.	M
Caja de unión TC 12".	Unidad
Caja unificadora.	Unidad
Fosa séptica prefabricada tipo CIFA.	
Prueba + limpieza.	Glob
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob
<b>Artefactos y accesorios</b>	
Suministro e instalación de Inodoro de tanque marca American Standar color blanco, incluye accesorios.	Unidad
Instalación de inodoro de fluxómetro para marca American Standar.	Unidad
Suministro e instalación de lavamanos de pedestal American Standar color blanco, incluye grifería y accesorios de fijación.	Unidad
Suministro e Instalación de dispensador de jabón líquido.	Unidad
Suministro e Instalación de portarrollos.	Unidad
Suministro e Instalación de toalleros.	Unidad
Instalación de ganchos en muros divisorios de acero S.S.	Unidad
Suministro e instalación de topes para muros divisorios de servicios sanitarios.	Unidad
Suministro e instalación de espejo para baños.	Unidad
Otros (especificar en desglose aparte).	Glob

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2. Interpretación de resultados y funcionalidad**

En este capítulo se hace la interpretación de los resultados de ambos métodos, lo cual permitirá recomendar para la construcción de futuros salones de usos múltiples; dado que, el estado año con año invierte en los municipios o comunidades que no tienen uno para realizar sus diferentes actividades; sin embargo, actualmente, se maneja el método tradicional de mampostería; por ello,

esta investigación muestra uno diferente que permite la misma funcionalidad pero que puede ser más económico por el tema de ejecución y mantenimiento.

#### 4.2.1. Muros de mampostería

El método de muros de mampostería requiere un presupuesto total de Q. 389 801,83. para su ejecución; también requeriría, de un período de construcción aproximado de 45 días calendario. Los ítems que hacen la diferencia de un método con otro se reflejan en el monto del levantado de los muros y los demás ítems que derivan del mismo, como se muestran en la siguiente gráfica:

Tabla XVI. Ítems para muros de mampostería

Levantado de muros	Metros
Levantado block tipo strecher 15 x 20 x 40 cm perímetro del edificio	M <sup>2</sup>
Solera intermedia tipo U S-1 (15 x 20 x 40)	M
Solera U tipo sillar ventanas	M
Solera concreto dintel de ventana (0,25 x 0,24 cm)	M
Solera de coronamiento (20 x 0,15cms)	M
Solera final mojinete (0,31 x 0,15 cm)	M

Fuente: elaboración propia.

Se describen los trabajos a realizar con el método descrito, donde involucra a más personas: albañiles, ayudantes, supervisión; además, material y tiempo. Sin embargo, es el método tradicional y los materiales son de fácil adquisición, debido a que son nacionales.

Normalmente, el mantenimiento de dichos muros se reduce básicamente al tratamiento de grietas del acabado o del mismo muro, cuando estos se han visto expuestos a algún tipo de actividad sísmica. Otro aspecto por considerar es el deterioro de la pintura la que normalmente, según la calidad que se tenga, podría tener una durabilidad de hasta cinco años.

Una de las ventajas es que es un material resistente, térmico y acústico, de manera que permite aminorar los drásticos cambios de temperatura y la mano de obra para este método es más común.

#### **4.2.2. Muros de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta**

El método de muros de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta requiere un presupuesto total de Q. 279 741,14. quetzales para la ejecución del ítem que requiere el cerramiento; también, requeriría de un periodo aproximado de 25 días calendario. Por esto se describen los ítems que se tomarían en cuenta al momento de utilizar este método con la siguiente tabla:

**Tabla XVII. Ítems para muros de panel metálico tipo sándwich con fijación oculta**

<b>Levantado de muros</b>	<b>Metros</b>
Suministro de instalación de paneles fabricados; se deberá considerar acondicionamiento en corte para medio punto de ventanas y cortes para ajustes de altura en culatas del edificio, instalación de perfil U y sello con silicón blanco pintable entre perfil U y panel en base de pared.	M <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Con este método se utiliza menos personal; la instalación es rápida y este material maneja las características térmicas y acústicas que requieren los reglamentos y normas de construcción en Guatemala.

El mantenimiento por requerir es la limpieza del panel, para lo que no se necesita de un personal calificado; es más, podría ser realizado por personas de la comunidad o personal de la municipalidad, según donde esté ubicado.





## CONCLUSIONES

1. El costo de construcción del cerramiento con mampostería para un salón de usos múltiples con dimensiones de 30 x 13 x 5,575 asciende a Q. 389 801,83. Por otro lado, el costo de construcción del cerramiento utilizando paneles metálicos tipo sándwich en un salón con las mismas dimensiones, asciende a Q.279 741,14. La diferencia de la ejecución de ambos métodos es de Q. 110 060,69 lo cual representa un 28,24 % de diferencia; este es un porcentaje y cantidad significativo para un proyecto del presupuesto presentado.
2. Ambos métodos cumplen con los requerimientos de las normas NRD1, NRD2 y NRD3 vigentes en Guatemala, para construcción de edificaciones de usos múltiples.
3. Los materiales para ambos métodos se encuentran en el país; sin embargo, para áreas alejadas de la ciudad capital o cabeceras departamentales se debe considerar factores adicionales como el transporte, debido a que el material tendría que trasladarse para la ejecución de la obra.
4. El método que representa menos costo es el de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta, debido a la accesible instalación; así como, al fácil mantenimiento.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las municipalidades y a cualquier otra entidad que incluya dentro de sus edificaciones un salón de usos múltiples, de todo el territorio guatemalteco, la utilización de paneles metálicos tipo sándwich dado que representan un ahorro de al menos un 28,24 % en los costos de construcción de cerramientos, en comparación con los contruidos de mampostería.
2. Dado que ambos métodos cumplen con la normativa de construcción vigente para la construcción de salones de usos múltiples en Guatemala; se recomienda que los interesados, especialmente entidades públicas, consideren el factor económico para la toma de decisiones, dado que esto representa ahorro considerable en su mantenimiento.
5. A los constructores que se encuentran en áreas alejadas de la ciudad capital y de las cabeceras departamentales se recomienda que consideren factores adicionales como el transporte; debido a que el material tendría que trasladarse para la ejecución de la obra.
3. A cualquier interesado en la construcción de un salón de usos múltiples se recomienda el uso de paneles metálicos tipo sándwich con fijación oculta, debido a la accesible instalación, fácil manejo de los materiales, optimización de uso de tiempo, así como su fácil mantenimiento.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGIES. *Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. [En línea]. <https://www.agies.org>. [Consulta 27 de enero de 2018].
2. AMADO CRESPO, Fernando. *Introducción a la construcción*. Guatemala: Pueblo y Educación, 1990. 176 p.
3. BELTRAN RAZURA, Álvaro. *Costos y presupuestos*. [En línea]. <https://www.udocz.com/read/costos-y-presupuestos---ing-alvaro-beltran-razura> [Consulta: 16 de enero de 2012].
4. Congreso de la República de Guatemala. *Política Nacional para la Reducción de Riesgo a los Desastres en Guatemala*. Guatemala: Conred, 2011. 65 p.
5. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Conred*. Guatemala: Conred, 1996. 116 p. [En línea]. [www.conred.gob.gt](http://www.conred.gob.gt) [Consulta: 30 de enero de 2018].
6. Congreso de la República de Guatemala. *Normas para la reducción de desastres*. [En línea]. [www.conred.gob.gt](http://www.conred.gob.gt) [Consulta: 30 de enero de 2018].
7. CEAC. *Administración técnica de la obra*. Barcelona, España: CEAC, 2010. 860 p.

8. ESTRADA HURTARTE, Gustavo Adolfo. *Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones*. Tesis de graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, 1990. 280 p.
9. FHA. *Normas de planificación y construcción del FHA*. [En línea]. [www.fha.gob.gt](http://www.fha.gob.gt). [Consulta: 24 de enero de 2018].
10. FUENTES HUETTE, Carlos Eduardo. *Materiales de construcción en Guatemala y su aplicación actual*. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. [En línea]. [biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2606\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2606_C.pdf) [Consulta: 10 de enero de 2018].
11. Intecap. *Manual de cuantificación y presupuesto civil*. Guatemala: Intecap, 1998.160 p.
12. Marco de Acción de Hyogo. *Conferencia mundial sobre la reducción de desastres*. [En línea]. <http://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>. [Consulta: 18 de enero de 2018].
13. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de vivienda*. [En línea]. [www.crg.gob.gt](http://www.crg.gob.gt) [Consulta: 20 de enero de 2018].
14. Congreso de la República de Guatemala. *La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. [En línea]. [www.crg.gob.gt](http://www.crg.gob.gt) [Consulta: 20 de enero de 2018].

15. MARQUEZ JOCOL, Sergio Vinicio. *Costos de mano de obra en la construcción de edificios respecto del dólar*. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 48 p.
16. SUAREZ SALAZAR, Carlos. *Costo y tiempo de edificación*. [En línea]. <https://www.rib-software.es/pdf/.../Costo-y-tiempo-en-edificación-Carlos-Suarez-Salaz>. [Consulta: 10 de enero de 2018].
17. VIDES TOBAR. Amado. *Análisis y control de costos de ingeniería*. Guatemala: Piedra Santa, 1964. 120 p.





## APÉNDICES

### Apéndice 1. Cálculo de costo unitario levantado de mampostería.

<b>Hoja de cálculo-análisis de costos unitarios</b> <b>Proyecto: salón de usos múltiples</b>				
<b>Total de materiales + mano de obra + equipo + indirectos</b>				
<b>Levantado de muros de mampostería</b>				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario en quetzales	Valor en quetzales
Block de 0,15*0,20*0,40 para perímetro del edificio	U	7 672	8,50	65,206,00
Hierro de 3/8" grado 40 legítimo	Varilla	216	26,00	5 609,68
Block tipo U de 0,15*0,20*0,40 para sillar ventanas	U	43	8,50	365,50
Concreto	m <sup>3</sup>	10	950,00	9 500,00
Acabados	Bolsa	764	45	34 380,00
Pintura	Cubeta	12	1 500,00	18 000,00
Total de materiales				133 061,74
<b>Mano de obra</b>				
Levantado de muro	M <sup>2</sup>	480	71,02	34 051,25
Hechura de mezcla	M <sup>3</sup>	10	25,00	250,00
Acabados	M <sup>2</sup>	959	70,00	67 124,40
Aplicación de pintura	M <sup>2</sup>	959	15,00	14 383,80
Total de mano de obra				115 809,45
<b>Equipo</b>				
Concretera	día	45	100,00	4 500,00
Total de equipo.....				.....4 500,00
Total de materiales + mano de obra + equipos				253 371,19
Indirectos				389 801,83
Unidad de la partida				M <sup>2</sup>
Costo unitario total directo				813,00

Fuente: elaboración propia.

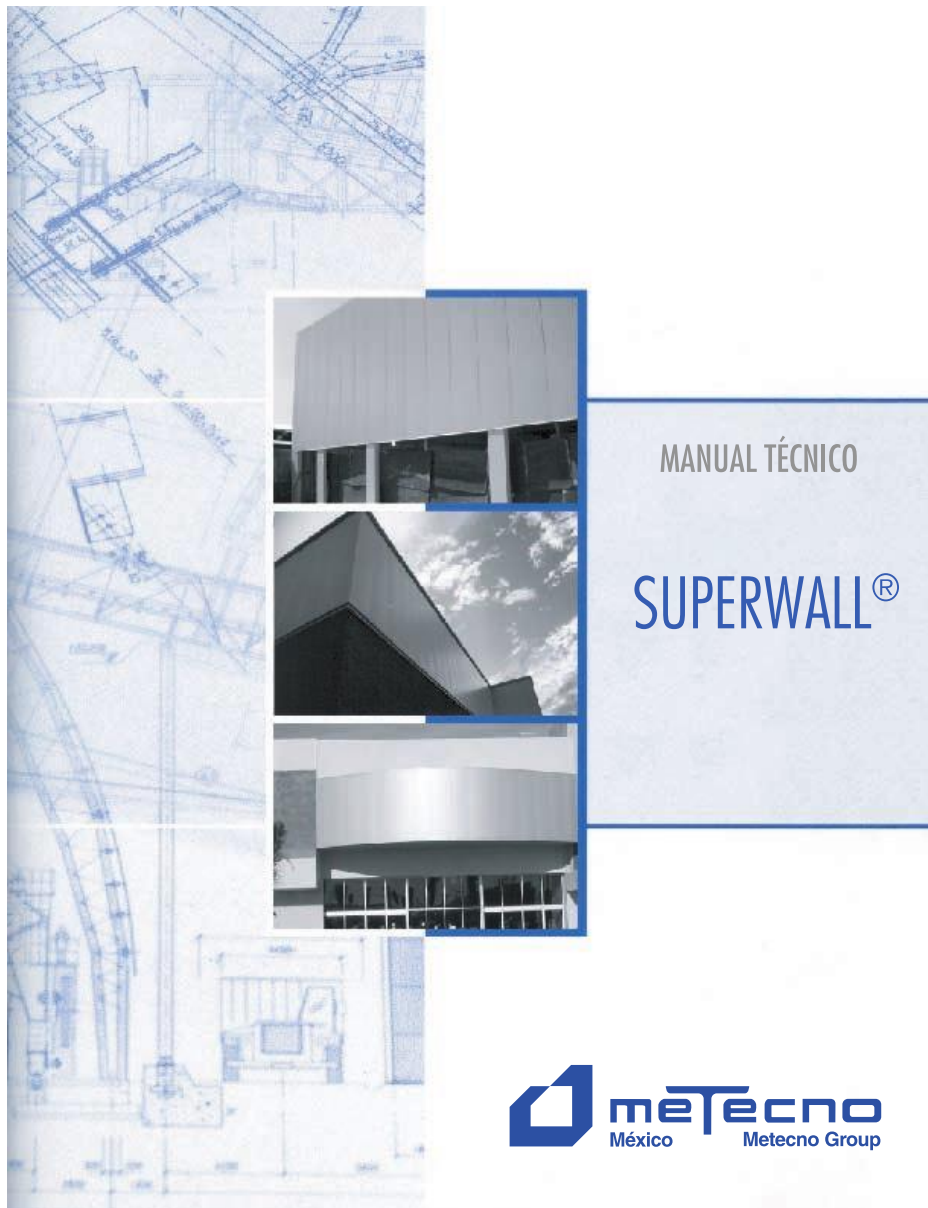
## Apéndice 2. Costo unitario levantado de muros con panel metálico.

Hoja de cálculo-análisis de costos unitarios				
Proyecto: salón de usos múltiples				
Total de materiales + mano de obra + equipo + indirectos				
Levantado de muros con panel metálico tipo sándwich con fijación oculta				
Descripción de materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario en quetzales	Valor en quetzales
Panel prefabricado tipo sándwich con fijación oculta	M <sup>2</sup>	480	360,00	172 605,60
Bota de agua	ml	55	50	2 750,00
Tornillo para afijación	U	7 185	0,25	1 796,25
Elastomérico para juntas	U	50	75	3 750,00
Marco de ventana	U	12	200	2 400,00
Total de materiales				183 301,85
Mano de obra				
Instalación de panel	M <sup>2</sup>	480	75,07	35 993,06
Instalación de bota de agua	ml	241,20	15,00	3 618,00
Instalación d marco de ventana	U	12	40,00	480,00
Total de mano de obra				40 091,06
Herramienta				
Atornilladora	día	20	20,00	4 00,00
Total de equipo.....			... ..400,00	
Total de materiales + mano de obra + herramienta				223 792,91
Indirectos				279 741,14
Unidad de la partida				M <sup>2</sup>
Costo unitario total directo				583,45

Fuente: elaboración propia.

# ANEXOS

## Anexo 1. Manual técnico Superwall.



## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



### Manual técnico

Este manual se ha realizado para ayudarles en la utilización del panel **SUPERWALL®1000/S**. Antes de utilizar el producto les aconsejamos emplear un poco de su tiempo leyendo atentamente este manual, que además les servirá para refrescar sus conocimientos técnicos y también operativos.

El manual está dividido en diferentes partes identificadas por un número, las cuales están subdivididas en capítulos ordenados numéricamente.

Para cualquier información adicional o sugerencia favor de comunicarse:

**Metecno S.A. DE C.V.**

Homero No 418, 5º piso, Col. Polanco, 11560, México, D.F.

Tels: (55) 52.54.45.80, 52.54.47.91, 52.54.50.16 y 52.54.52.27

Fax: 52.54.55.33

E-mail: soporte\_tecnico@metecnomexico.com

## Continuación del anexo 1.



SUPERWALL®

### ÍNDICE

	Pag.
1. GENERALIDADES	3
1.Composición y uso	3
2.Estándares dimensionales	3
3.Características generales	3
4.Luces admisibles, transmisión térmica y peso unitario	5
5.Tolerancias dimensionales	5
6.Comportamiento al fuego	5
7.Fijaciones	6
2. PREVIO A LA COLOCACIÓN DE LOS PANELES	7
1.Preparación para el envío	7
2.Transporte	7
3.Manejo y almacenamiento	8
3. HERRAMIENTAS PARA EL MONTAJE	9
4. INSTRUCCIONES DE MONTAJE	10
1.Preliminares	10
2.Predisposición de los paneles	10
3.Montaje de los paneles verticales	10
4.Montaje de los paneles horizontales	14
5.Montaje de los accesorios	19
5. CORTE DE LOS PANELES	22
6. PARTICULARIDADES CONSTRUCTIVAS	23
7. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES	24
8. MANTENIMIENTO Y RETIRO DE DESECHOS	25
9. INFORMACIÓN SOBRE LA SEGURIDAD	27
10. DETALLES CONSTRUCTIVOS	28

## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 Composición y uso

**SUPERWALL®1000/S** es un panel compuesto, constituido por dos revestimientos en lámina metálica unida entre ellos de una capa de aislante de poliuretano. Es monolítico autoportante, aislante, resistente y ligero.

Los paneles **SUPERWALL® 1000/S** son utilizados como paredes de edificios y vienen sobrepuestos sea en posición vertical que en posición horizontal sobre cualquier tipo de estructura portante.

La configuración geométrica de la junta hace que la cabeza de la fijación, después de las operaciones de montaje, no se vean a la vista. Esta característica otorga a las paredes del edificio un aspecto agradable y elegante.

#### 1.2 Estándares dimensionales

Los paneles son producidos en ancho modular de 1000 mm. (Ver Fig. 1) el largo es en función de las exigencias específicas del proyecto, con la limitación del transporte (Long. Máx. 15.00 mts)

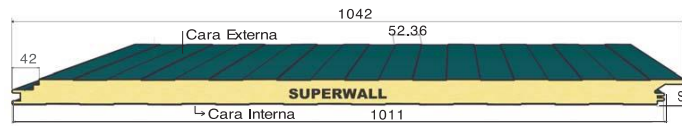


Fig. 1

#### 1.3 Características generales

##### 1.3.1 Lado externo e interno

###### Acero

Láminas de acero al carbono galvanizada por el proceso de inmersión en caliente según Normas ASTM A653 Y A525

Acero: Fe E 280 de la Norma EN 10147 (según ASTM A755 Gr.C)

Espesores nominales: 0,5 y 0,6mm Calibres 26 y 24 respectivamente.

Límite de fluencia: 3200 Kg/cm<sup>2</sup>

Elongación: 33%

Propiedades químicas: Carbono 0,11%, Magnesio 0,44%, Fósforo 0,012% y Aluminio 0,023%.

Galvanizado: El recubrimiento de Zinc es por el proceso de inmersión en caliente para obtener una de galvanizado conforme con la Norma A525.

La lámina es obtenida de la elaboración de rollos de acero prepintado con sistema **Metcolor®** (según la normas UN-EN 10147), en los sistemas de pintado, estándar, súper o PVF2.

## Continuación del anexo 1.



SUPERWALL®

Parámetros	Sistemas de pintado		
	Estándar	Super	PVF2
Descripción	Ciclo a base de poliéster	Ciclo a base de super poliéster y silicón poliéster	Ciclo a base de polivinil de fluoruro (70% Kinar 30% acrílico)
Grado de polimerización (AICC N.23)	≥100 M.E.K	≥100 M.E.K	≥100 M.E.K
Dureza (ECCA T4, ASTM D3363)	≥ F	≥ F	≥ F
Resistencia a la niebla salina (ECCA T4, ASTM B1 T2)	≥ 500 H	≥ 750 H	≥ 500/750 H
Valor de descascamiento (ASTM D659)	4 T	4 T	4 T
Brillo (ECCA T2, ASTM 523)	20 gloss	20 gloss	30 gloss
Variación de color (ECCA T3)	< 7	< 7	< 7

### 1.3.2 El poliuretano

#### Características físicas

Conductividad térmica: 0,018 W/m°C con una tolerancia de +0,002 a una temperatura de 24°C, conforme con la norma ASTM C-518. ≈ 0.125 BTU's x pulgada/ (H pie² °F)

Absorción de agua: 0,03 lbs/pie²

Transmisión de vapor de agua: 2 Perms (promedio), un Perm es una unidad que equivale a un gramo de vapor de agua.

Resistencia de difusión de vapor de agua: Forma una película de protección compacta que dificulta la penetración de vapor de agua.

Resistencia a la intemperie: Resistencia a las influencias atmosféricas. La luz solar y la lluvia producen únicamente una alteración del color de la superficie expuesta, tornándose ésta ligeramente quebradiza.

Resistencia a los productos químicos: Excelente resistencia al agua, agua de mar, vapores de ácidos, a la mayoría de los solventes, hidrocarburos y aceites minerales.

Estabilidad dimensional: -0,9% Vol (máximo) a -28°C  
4,6% Vol (máximo) a 70°C y 97% H.R. ambiente  
2,9% Vol (máximo) a 93°C

Propiedades mecánicas: Densidad 40 Kg/m³ con una tolerancia de ±2

Esfuerzo de compresión: 1.0 a 1.20 Kg/cm²  
Esfuerzo de tensión: 0.8 a 1.01 Kg/cm²  
Esfuerzo de Corte: 0.8 a 1.01 Kg/cm²

Temperaturas de servicio: Mínima -40°C  
Máxima +80°C

Densidad empacada: 40 Kg/m³ con una tolerancia de ±2  
Porcentaje celda cerrada: 90%



## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



### 1.4 Luces admisibles, trasmisión térmica y peso unitario

S	K			R			Peso Panel Kg/m <sup>2</sup>	W					W					
	Kcal	Watt	Btu	m <sup>2</sup> h <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C	Hr pie <sup>2</sup> °F		△					△					
	m <sup>2</sup> h <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C	Hr pie <sup>2</sup> °F	Kcal	Watt	Btu	Cal 26/26	W = Kg/m <sup>2</sup>	60	80	100	120	150	60	80	100	120	150
1 1/2"	0,43	0,50	0,09	2,33	2,00	11,34	10,17	f =	3,40	3,20	3,00	2,80	2,50	3,10	2,90	2,70	2,50	2,20
2"	0,35	0,41	0,07	2,86	2,44	13,85	10,67	f =	3,90	3,65	3,40	3,10	2,75	3,45	3,20	2,95	2,75	2,40

Los valores indicados en las tablas corresponden a el claro (f) permisible con la carga máxima uniformemente distribuida (W). Las longitudes han sido determinadas en ensayos prácticos con coeficiente de seguridad 3 respecto a la carga de ruptura.

Claro/ en metros con flecha f ≤ l/1200 por sobrecarga W uniformemente distribuida.

METECNO S.A. de C.V. presenta este manual como una guía de en el cual no se responsabiliza del uso que se le dé. Se reserva el derecho de modificar la información sin previo aviso.

### 1.5 Tolerancias dimensionales.

- Sobre el espesor ± 2 mm
- Sobre el largo ± 5 mm
- Sobre el paso ± 2 mm
- Sobre la pérdida de la escuadra ± 3 mm

### 1.6 Comportamiento al fuego

La característica prestacional estándar de **reacción al fuego** según D.M. 26/06/84 del panel **SUPERWALL®1000/S** es **Clase 2**.


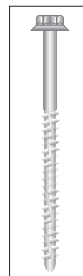
Sobre solicitud los paneles **SUPERWALL®1000/S** pueden ser suministrados con características correspondientes a la **Clase 1 de reacción al fuego**, para la cual se realizan las pruebas ASTM-E84, FM4880, DIM 4102, las cuales han clasificado la espuma **Clase 1 o B1**; Certificado **Factory Mutual System**.



Continuación del anexo 1.

**1.7 Fijaciones**

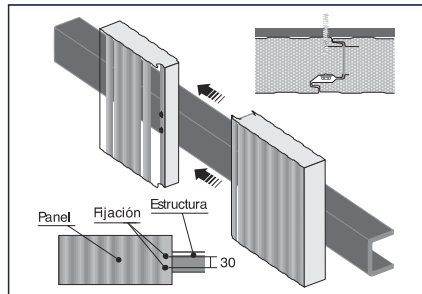
Los paneles **Superwall@1000/S** colocados en sentido vertical u horizontal, prevén el siguiente tipo de fijación:

<p><b>Tornillos autorroscantes:</b> Aplicables después de haber realizado el agujero en el panel y sobre el perfil de hierro (corriente)(Fig.2)</p>  <p style="text-align: right;">Fig. 2</p>	<p><b>Tornillos autoperforantes</b> Aplicables directamente, con el solo empleo del taladro con llave de dados, con la ventaja de no solicitar la predisposición del agujero (esp. máx. de agujero 5 mm.) (Fig. 3).</p>  <p style="text-align: right;">Fig. 3</p>
---	---

La fijación de los paneles **SUPERWALL@1000/S** es tipo "oculta", esto es debido a la conformación particular de las partes terminales del panel que uniéndolos se crea un vano idóneo para alojar la cabeza del tornillo.

Son previstas dos fijaciones por cada polín estructural.

Espesor Panel	Longitud de la fijación
1 1/2"	2"
2"	2 1/2"
2 1/2"	3"



## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



### 2. PREVIO A LA COLOCACIÓN DE LOS PANELES

#### 2.1 Preparación para el envío

Los paneles son suministrados en paquetes. El paquete es apoyado sobre algunos separadores en poliestireno a tal distancia para permitir la inserción de cintas de levante o de los ganchos del montacargas. El número de los paneles por paquete es variable en función del espesor del panel:

Espesor	N° paneles
2 1/2"	12
3"	9
4"	7
5"	6

El peso de los paquetes es variable con relación a la longitud de los paneles. Para el empleo del medio idóneo de carga o de levantamiento se debe verificar en su momento el peso de los paquetes.

Los paneles en el paquete son dispuestos con las ondas dirigidas hacia arriba y separados por hojas de poliestireno.

#### 2.2 Transporte

Para el transporte de los paquetes de paneles, con referencia a un *trailer* con plataforma de 13,50 m, los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) transportados resultan como sigue:

SP	N	Mercancía empaquetada (largo paneles en metros lineales)									
		5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	13.50
1 1/2"	16	960	1152	672	768	864	960	1056	1152	1248	1296
2"	14	840	1008	588	672	756	840	924	1008	1092	1134

Combinando medidas diferentes las cantidades indicadas para *trailer* pueden aumentar.

Se debe tener presente en todo caso que sobre la plataforma se cargan dos paquetes, uno al lado del otro por tres capas en altura, esto en función del espesor del panel.

Continuación del anexo 1.

**2.3 Manejo y almacenamiento**

El manejo y el almacenamiento de los paquetes representan una fase muy delicada durante la cual se pueden provocar daños a los paneles. Por este motivo sobre cada paquete o paca viene aplicado un cartel con una serie de instrucciones, descritas a continuación:

**¡ATENCIÓN!**  
**Seguir escrupulosamente las instrucciones para el manejo y almacenamiento**

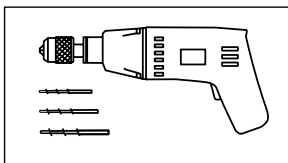
<p>1. Eslingar o colocar bragas a la paca utilizando balancines y correas de nylon, con un ancho de 200 mm mínimo. Interponer entre la paca y las correas, tablas de madera con un ancho de 200 mm mínimo. Las tablas de madera serán de un largo superior al ancho de la paca, de aproximados 2 cm. Se requerirán más bandas dependiendo de la longitud de los paneles.</p>	<p>2. Colocar el paquete sobre una superficie plana y rígida, interponiendo a una distancia máxima de un metro distanciadores de poliestireno o tablas de madera con un espesor de 50 mm y ancho de 200 mm. El almacenamiento deberá tener una leve pendiente, donde se favorezca el flujo de una eventual condensación y así evitar el estancamiento de agua.</p>
<p>3. Almacenar no más de tres pacas superpuestas, interponiendo entre ellas distanciadores o tablas.</p>	<p>4. Depositar las pacas en un lugar cubierto, si no es posible, protegerlas con telas impermeables no transparentes. Asegurar una oportuna ventilación de la mercancía. La eventual película de protección no debe ser expuesta a los rayos solares, y por consiguiente debe ser removida dentro de 4 meses de la fecha de llegada de los paneles.</p>

**NOTA:** El polietileno extensible del cual está constituida la envoltura de los paquetes, no es idóneo cuando se somete a una larga exposición al exterior, dado que los rayos solares modifican su propiedad.

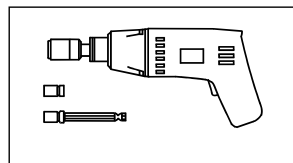
Cuando por exigencias de obra hace falta transportar los paneles singularmente, es oportuno movilizarlos siempre de costado.

## Continuación del anexo 1.

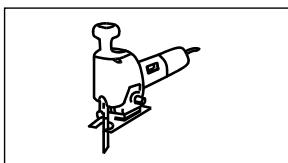
### 3. HERRAMIENTAS PARA EL MONTAJE



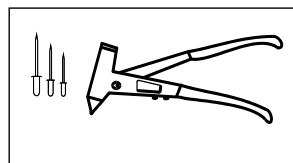
**TALADRO PORTÁTIL**  
Taladro portátil con mandril porta-herramienta máximo 8 mm y sus respectivas brocas.



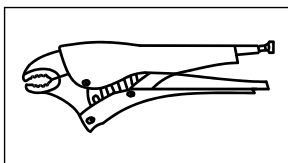
**ATORNILLADOR:**  
Atornillador con inversión de marcha y sus respectivos dados.



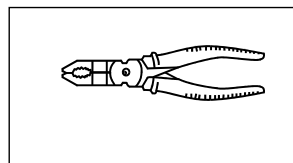
**SIERRA ALTERNATIVA**



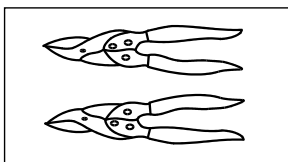
**REMACHADORA:**  
Remachadora para remaches 2,5-5 mm y respectivos remaches.



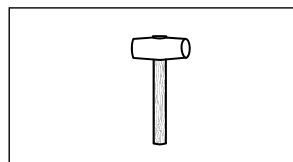
**PINZAS A PRESIÓN (HOMBRE SOLO)**



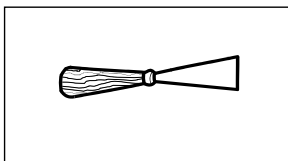
**PINZA UNI VERSAL**



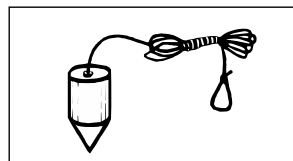
**CIZALLA (izquierda y derecha)**



**MACETA**



**RAQUETA O ESPATULA**



**HI LO O PLOMADA**

## Continuación del anexo 1.

### 4. INSTRUCCIONES DE MONTAJE

#### 4.1 Preliminares

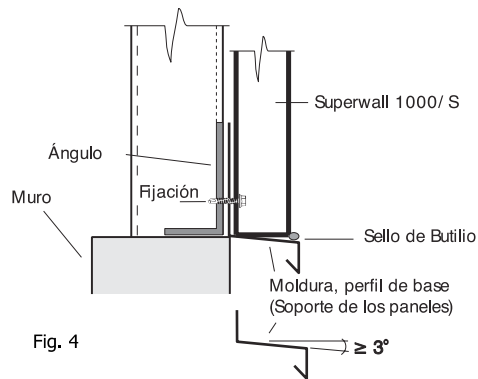
- a) Controlar que el almacenamiento haya sido efectuado según lo indicado al capítulo 2.
- b) Controlar que la estructura sea posicionada según el proyecto y que no presente defectos de planaridad.
- c) Desplazar los paquetes de paneles en proximidad a los puntos de empleo.
- d) Preparar un andamiaje fijo o móvil, según la altura a la cual se tiene que operar, a la distancia de 30/40 cm, del filo externo de la estructura de soporte respetando las normas de seguridad en el trabajo.
- e) Preparar todas las líneas eléctricas de alimentación para el empleo de las herramientas según las normas vigentes.
- g) Preparar los medios de levantamiento de los paneles.

#### 4.2 Predisposición de los paneles

- 4.2.1. Antes del montaje tiene que ser removida la película protectora de polietileno sobre toda la longitud del panel. Verificar atentamente que sobre la superficie no hayan huellas de adhesivo de la película protectora. En el caso que se notara la presencia, eliminarlo utilizando un detergente en solución acuosa.
- 4.2.2. En el caso que la superficie del panel presentará evidentes abolladuras de la lámina, separarlos ya que estos podrán ser utilizados cuando se necesiten medidas más pequeñas.

#### 4.3 Montaje de los paneles verticales

- 4.3.1. Perfil de base, debe ser colocado perfectamente horizontal y tiene que ser de dimensiones adecuadas para sostener el peso del panel por que los estribos de fijación permiten un deslizamiento vertical de los paneles que requieren un adecuado soporte a la base. (Fig. 4)



- 4.3.2. Sobre los diseños constructivos indicar en la vertical el punto de salida del primer panel, teniendo cuidado con la alineación entre ellos. Tal operación puede ser efectuada con hilo a plomada (Fig. 5).

## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



- 4.3.3** Posicionar el primer panel con la plomada, controlar su verticalidad, después de que se ha sostenido provisionalmente a la estructura mediante las pinzas de presión (Fig. 5).
- 4.3.4** Proceder a la fijación aplicando los tornillos en dotación según el esquema ilustrado en el punto 1.7 (Fig.3 y 4).

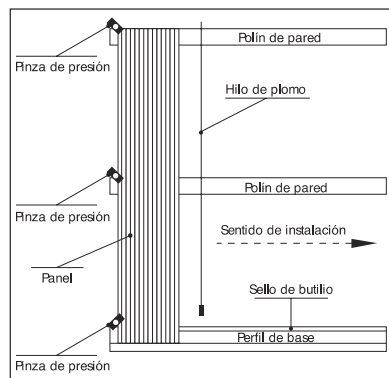


Fig. 5

- 4.3.5** Remover las pinzas de presión y con un hilo de plomo, controlar la verticalidad del panel.
- 4.3.6** Es recomendable interponer entre el perfil de base y los paneles un sello para evitar infiltraciones de aire. (Fig. 6)
- 4.3.7** En el caso en que los paneles sean producidos con una película transparente autoadhesiva, ésta debe que ser removida en tierra antes de la primera instalación.

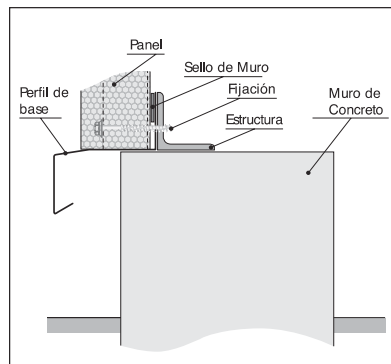


Fig. 6

## Continuación del anexo 1.

- 4.3.8** Antes de montar el 2o panel controlar que los empalmes estén limpios y libres de eventuales rebabas de espuma. Para un correcto y fácil montaje, el 2o panel debe estar al lado del panel ya fijado y debe ser insertado en el empalme con una pequeña inclinación del lado externo.

Verificar la perfecta realización del empalme controlando que las superficies externas de los dos paneles contiguos estén en contacto entre ellos. De modo análogo se continúa con los sucesivos paneles hasta el final de la pared, controlando cada 3 o 4 paneles la verticalidad. (ver fig. 7)

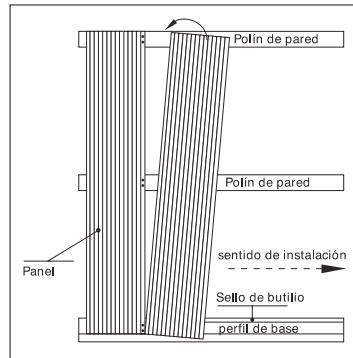


Fig. 7

- 4.3.9** En los casos en que los paneles deban ser levantados a una altura dónde no es posible operar desde tierra, se aconseja el tiro en alto a través de polea o con grúa con el auxilio de un cable provisto de dos soportes que se utilizan, uno en la parte inferior del panel y el otro con detención provista de mango corredizo, que se coloca en la parte superior del panel.

Un anillo de seguridad con mosquetón y una cuerda guía completan el dispositivo de levantamiento (Fig. 8)

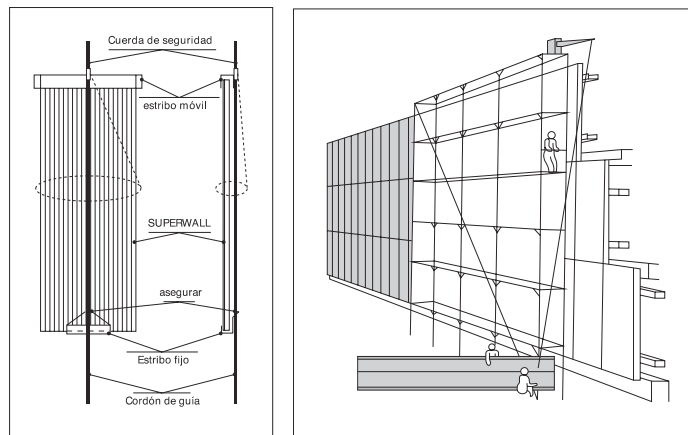


Fig. 8



## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



**4.3.10** En el caso que las fachadas de los edificios tengan una altura superior a la longitud máxima de producción de nuestros paneles (15,00m) (Fig. 9), se tiene que proceder por fases. La altura total del edificio será subdividida en un número de fases de los paneles (Fig. 10 y 11) obteniendo la altura querida por el constructor hasta el cumplimiento de la superficie total.

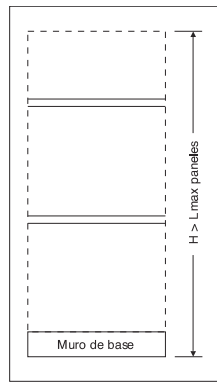


Fig. 9

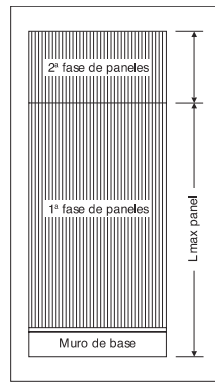


Fig. 10

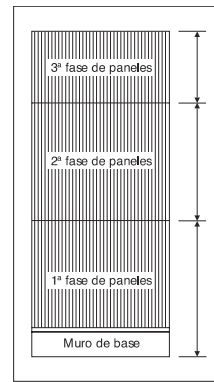


Fig. 11

Entre una fase y otra se tendrá que ejecutar un empalme para permitir la continuidad de la pared. Tales empalmes son constituidos por perfiles, guarniciones y material aislante.

Enseguida son representados algunos ejemplos (Fig. 12 y 13).

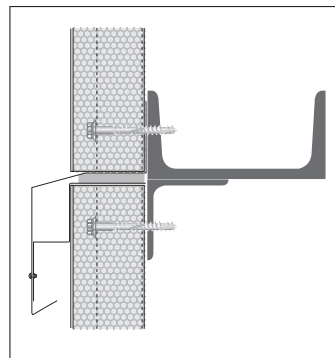


Fig. 12

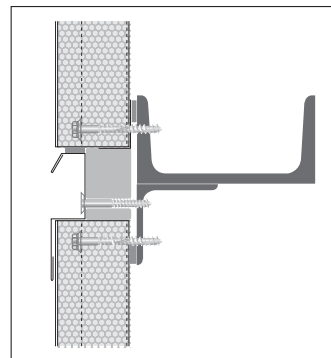


Fig. 13

## Continuación del anexo 1.

### 4.4. Montaje de los paneles horizontales

**4.4.1** El uso del panel colocado en forma horizontal permite eliminar la estructura secundaria de soporte porque los paneles vienen montados directamente sobre las columnas principales; además de la ventaja económica sobre la estructura, ésta solución representa una alternativa arquitectónica a la usual del panel puesto en forma vertical.

**4.4.2** Además de los andamiajes tradicionales, para el montaje de los paneles de pared en forma horizontal, también pueden ser utilizados, con mayor ventaja los andamios automáticos proveídos de plataforma. Esta plataforma puede ser del tipo con columnas que parten de tierra, del tipo semoviente con brazos telescópicos.

**4.4.3** Con el montaje de los paneles puestos en forma horizontal el perfil de base tiene el objetivo principal de alejar el agua que corre a lo largo de la fachada.

Para asegurar una mayor resistencia del conjunto, es necesario aumentar a la base del primer panel el número de soportes de fijación montándolas con un espacio no superior a 1.00 metros (Fig.14) .

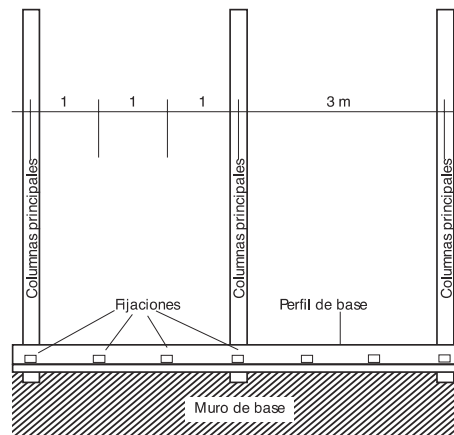


Fig. 14

Sobre el plano de ejecución, se debe localizar el punto de partida del primer panel inferior y proceder al montaje de los paneles y fijarlos, teniendo cuidado con la nivelación. Para esta operación es aconsejable el empleo de un nivel.

Según lo descrito, es muy importante para un buen resultado de la instalación de los paneles, la alineación entre ellos en la siguiente fase.

Se aconseja proceder al montaje a caras verticales (Fig. 15)

## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®

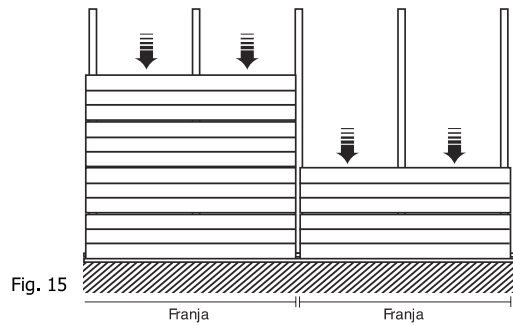


Fig. 15

- 4.4.4** Debe ser removida en tierra antes de la instalación de los paneles la película autoadhesiva que traen, evitando la adhesión.
- 4.4.5** El montaje de la pared comienza insertando el panel sobre el perfil de base, teniendo cuidado de dirigir hacia arriba el lado hembra de la unión. En cuanto sea situado correctamente, el panel tiene que ser bloqueado mediante pinzas a presión. (Fig. 16).

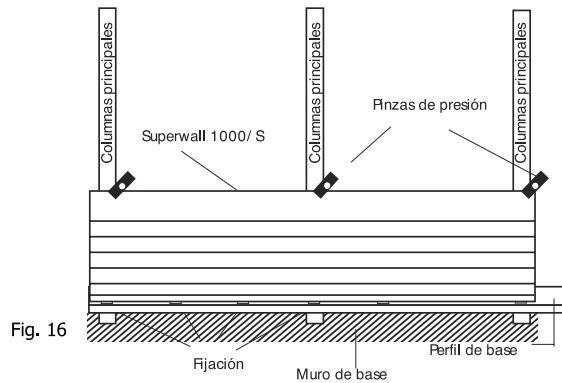
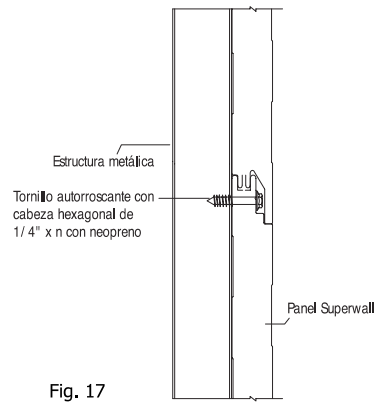


Fig. 16

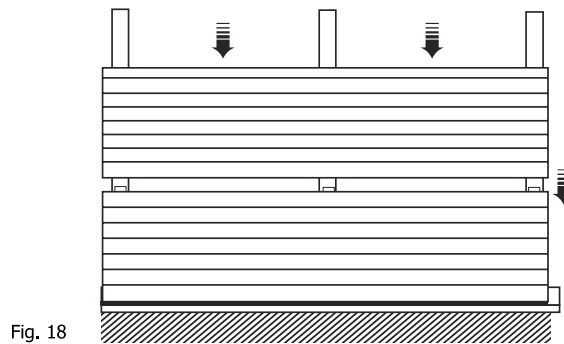
- 4.4.6** Proceder al bloqueo del panel sobre las columnas con el grupo de fijación seleccionado. Durante esta operación se debe poner atención que el panel quede fijado con los tornillos autorroscantes (Fig. 17). Remover las pinzas a presión y controlar la nivelación del panel.

## Continuación del anexo 1.



**4.4.7** Antes de montar el 2o panel controlar que los machimbres estén bien limpios y libres de eventuales rebabas de poliuretano.

**4.4.8** Para un correcto y fácil montaje, el 2o panel tiene que ser instalado por lo alto (Fig. 18) al panel ya fijado, insertándolo en el machihembre con una pequeña inclinación desde el exterior (Fig. 19).



## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®

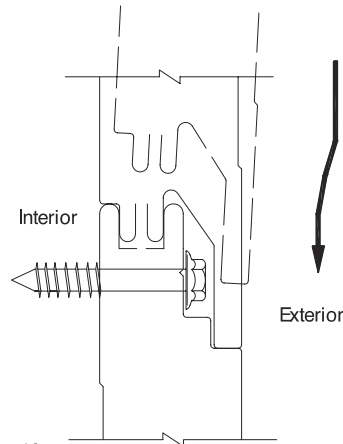
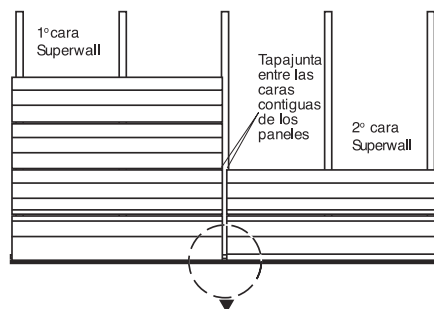


Fig. 19

Revisar la perfecta realización del encaje del machihembra controlando que las superficies externas de los dos paneles contiguos estén en contacto entre ellos.

**4.4.9** Completado el montaje de la primera cara de pared se procede al desplazamiento del andamiaje para el montaje de los paneles de la segunda cara. Es importante controlar que los empalmes entre los paneles de cada una de las caras contiguas estén alineados entre ellos y perfectamente horizontales.

Para permitir la siguiente inserción del tapajuntas entre las caras contiguas de los paneles, es necesario dejar un espacio idóneo. La operación se ejecuta provisionalmente bloqueando contra el borde vertical de la cara del panel un bloque master de espesor mínimo de 15mm, contra el que serán apoyados los paneles de la cara siguiente (Fig. 20)



## Continuación del anexo 1.

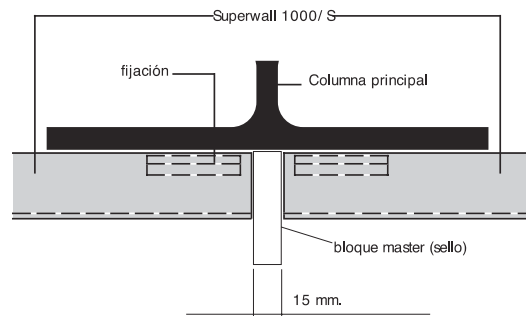


Fig. 20

**4.4.10** Una vez posicionados los paneles de la segunda cara, proceder al montaje del tapajuntas como sigue:

- Tender un cordón continuo de sellador sobre ambos lados del empalme.
- Fijar las dos molduras de soporte separadamente con el auxilio de remaches teniendo la advertencia de dejarlas independientes para permitir la dilatación de los paneles.
- Completar las operaciones aplicando tapajuntas a presión (Fig. 21)

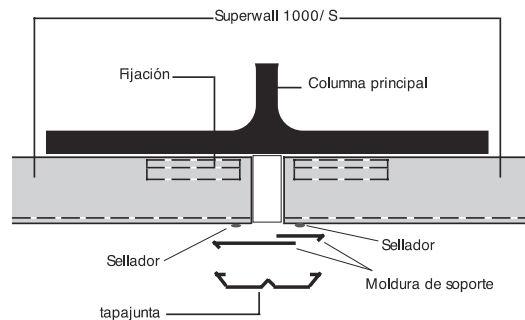


Fig. 21

**4.4.11** En los casos en que los paneles deban ser levantados a una altura dónde no es posible operar desde tierra, se aconseja el tiro mediante una grúa provista de un oportuno balancín y cuerdas o cintas en nylon del tipo análogo al usado para el descargo de los paquetes.

Además es aconsejable guiar y retener el panel con una cuerda para evitar oscilaciones y choques contra el andamiaje o contra la estructura (Fig. 22).

## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



Completado el montaje de la primera cara de pared se procede al desplazamiento del andamiaje para el montaje de los paneles de la segunda cara. Es importante controlar que los empalmes entre los paneles de cada cara contigua sean alineados entre ellos y perfectamente horizontales.

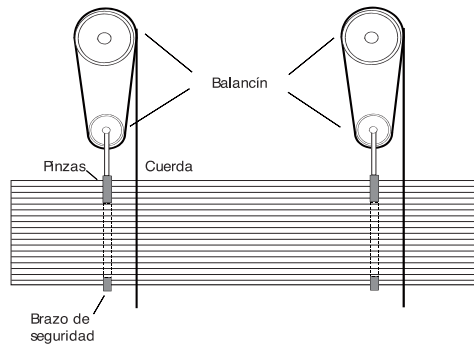


Fig. 22

### 4.5 Montaje de los accesorios

Verifique las cantidades y el estado de accesorios de remate, fijaciones y selladores que va a requerir para el proyecto. Tenga listos, en la medida de lo posible, los paquetes completos en el lugar más cercano al punto de instalación. Ubique todos los materiales a emplear, así como los paneles que deben ser acondicionados antes del montaje (traslapes, cortes longitudinales o transversales) en el área de taller prevista.

Son tres las alternativas para la instalación de los elementos complementarios al sistema de paneles tales como son las ventanas, puertas, equipos, compuertas e instalaciones:

#### 1. Elementos integrales

Los elementos son soportados independientemente por cada panel. La instalación puede efectuarse previamente en el taller o planta. Generalmente se refiere a ventanas y compuertas usualmente de 500 mm de ancho pero que no sobrepasan los 750 mm y que permiten el manejo del panel con el elemento preinstalado. La fijación y la construcción del elemento deben mantener la continuidad de rigidez del panel para dar la condición de elemento integral. (Fig. 23)



Fig. 23

## Continuación del anexo 1.



SUPERWALL®

### 2. Elementos en el sistema autoportante

Los elementos se instalan entre paneles ya fijados. La instalación debe hacerse en el sitio. El ancho de los elementos es semejante al ancho entre uno a dos paneles. El elemento es instalado conjuntamente con la perfilería de unión y terminación configurando una unidad autoportante. Son de gran aplicación para puertas, ventanas de tamaño intermedio y para la instalación de unidades de aire acondicionado independientes de ventana. La fijación se efectúa por medio de tornillos autorroscantes directamente al perfil de remate "U" sencilla al vano aplicando previamente los selladores de butilo o poliuretano.



Fig. 24

Los paneles **Metecno** por sus bondades de bajo peso, aislamiento y excelente rigidez se combinan con los perfiles de remate de borde en "U" para la construcción de puertas, aleros y postigos para ventanas. (Fig.24)

### 3. Elementos soportados

Los elementos de grandes dimensiones y que están sometidos a cargas mecánicas, tales como grandes puertas o ventanales de gran tamaño deben ser soportados directamente por una estructura de suspensión auxiliar independiente de los paneles. La fijación se efectúa directamente a la estructura de soporte mencionada y se unen a los paneles por medio de perfiles de remate de los vanos aplicando previamente los selladores de butilo o poliuretano sujetos con tornillos autorroscantes.

#### Instalación de otros elementos

Es posible integrar redes con cajas y tubos tanto eléctricas como hidrosanitarias al sistema de muros con paneles **Metecno**.

Para instalaciones provisionales o de gran dimensión se pueden instalar todas sus redes sobrepuestas con los accesorios de fijación especificados por los fabricantes.

En el caso de tuberías y accesorios de la red hidrosanitaria que deban ser escondidos por razones de protección y acabado de la construcción pueden ser fijados por el otro lado del muro de la instalación y ocultarlos usando una tapa desmontable para inspección y mantenimiento dejando compuertas para las válvulas de corte o registro.



## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



En muros e inclusive en cubiertas con paneles que tengan espesores superiores a 2 1/2" es posible taladrar el núcleo de poliuretano e incrustar las tuberías, cortar la lámina y remover el núcleo sobrante para colocar las cajas para los aparatos de la instalación eléctrica (tomacorrientes, interruptores y portalámparas). (Fig. 25)

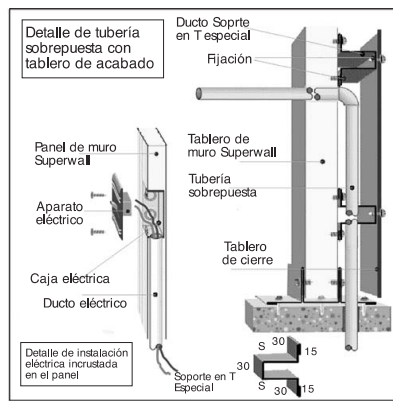


Fig. 25

## Continuación del anexo 1.

### 5. CORTE DE LOS PANELES

**5.1.1** En el caso que se vea la necesidad de cortar los paneles para efectuar recuadros o vanos para atravesar algún elemento se proceder como sigue:

#### *Trazo*

- Determine y proteja la superficie donde se va a realizar el corte y coloque una cinta adhesiva o de enmascarar para proteger de la mejor forma la superficie terminada del panel.
- Trazar sobre la cinta con marcador la línea guía donde se va a ejecutar el corte . (Fig. 26)

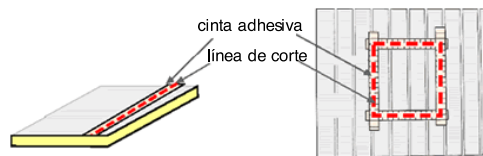


Fig. 26

#### *Corte*

- Verifique que el trazo sea correcto y proceda a cortar el panel con una sierra recíproca o caladora. Si va a hacer un corte de espesor completo asegure que la longitud del corte de la hoja de la sierra sea mayor al espesor del panel. Cuando se corte por una sola cara (requerido en traslapes o en instalaciones especiales) verifique que la hoja de la sierra penetre en el poliuretano hasta la profundidad deseada. Instale en sus herramientas las sierras especificadas para el corte de láminas metálicas. Recuerde no usar sierra de disco para hacer los cortes en los paneles debido a que la fricción quema y daña la pintura del panel. (Fig. 27)

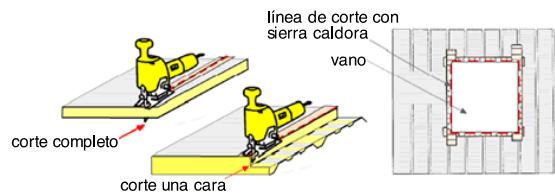


Fig. 27

#### *Acabado del corte*

- Inmediatamente después del corte limpie cuidadosamente las partículas y residuos metálicos que puedan quedar en el borde y/o la superficie del panel, debido a que con el tiempo pueden generar puntos de oxidación dañando la pintura. Utilice la aspiradora tanto en el taller como en las áreas de montaje, garantizando en todo momento que las superficies del panel estén limpias y libres de residuos de corte y partículas metálicas.
- Si es necesario, lime los filos del panel hasta obtener una terminación perfecta. Retire las cintas de la superficie y limpie el panel hasta dejarlo listo para su instalación. Ubíquelo en un punto cercano al sitio de montaje. (Fig. 28)

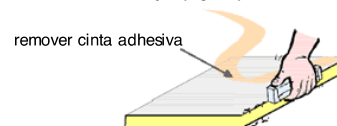


Fig. 28

## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



### 6. PARTICULARIDADES CONSTRUCTIVAS

Son presentadas a continuación en las siguientes tablas

- Esquinero exterior e interior – planta.
- Desplante de base – corte.
- Desplante de base volado – corte.
- Esquinero exterior/interior vivienda – planta.
- Esquinero interior muro divisorio – planta.
- U de dos aletas techo – corte.
- Detalle a canal glamet y superwall – corte.
- Detalle de ventana
- Corte y planta.
- Esquinero exterior
- Planta
- Esquinero exterior e interior
- Planta.
- Desplante de muro u sencilla piso – corte.
- Traslape transversal – corte.

## Continuación del anexo 1.



SUPERWALL®

### 7. DESCRIPCIÓN DE ESPECIFICACIONES

#### 7.1 Superwall®1000/S

Panel metálico aislante-autoportante para paredes con fijación oculta

Compuesto por:

##### Lado interno

Realizado en: láminas planas, en acero protegido según normas UN-EN 10147

Espesor: 0,5-0,6 mm.

Superficie: gofrada o lisa

Dibujo de la cara: Tableado o micro UV.

Barnizado con primer epóxico de espesor no inferior a 5 micrones y sucesivamente revestida con barnizado **Metcolor®** sistema TOP 50, estándar o súper en los colores indicados en el carpeta **Metcolor®** a escoger.

##### Aislamiento térmico

La característica estándar es realizada de poliuretano expandido con una reacción al fuego **Clase 2** según D.M. del 26/06/1984.

Sobre solicitud los paneles **SUPERWALL®1000/S** pueden ser suministrados con características correspondientes a la **Clase 1** de **reacción al fuego**, para lo cual se realizan las pruebas ASTM-E84, FM4880, DIM 4102, las cuales han clasificado la espuma **Clase 1 o B1**; Certificado



##### Factory Mutual System.

Con espesores de 1 1/2", 2" y 2 1/2" (densidad media 38-40 kg/m3),

##### Lado exterior

Realizado en láminas planas de acero protegido según normas UN-EN 10147

Espesores nominales: 0,5-0,6 mm.

Superficie: gofrada o lisa

Dibujo de la Cara: Tableado o Micro UV.

Barnizado con primer epóxico de espesor no inferior a 5 micrones y sucesivamente revestida con barnizado **Metcolor®** sistema estándar, súper y PVF2 en los colores indicados en la carpeta **Metcolor®** a escoger.

Accesorios para la fijación escondida y cuantos haga falta para dar el retablo en obra según las mejores técnicas constructivas.

## Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



### 8. MANTENIMIENTO Y RETIRO DE DESECHOS

#### 8.1 Mantenimiento

Para una buena conservación de los paneles es necesario distinguir dos fases:

**Primera fase:** Es aquella que concierne a la fase de montaje o instalación de los paneles.

**Segunda fase:** Es aquella relativa al uso de la fábrica o empresa sobre la cual los paneles han sido colocados.

##### • Primera fase

- Durante el montaje es necesario que no se dejen sobre las superficies prepintadas o galvanizadas virutas metálicas causados por el taladrado o corte de los paneles. Estos materiales deben ser removidos diariamente de las superficies junto con los clavos, remaches y tornillos.
- Se debe prestar particular atención en los aleros de los tejados o canales, con relación a los cortes y los accesorios de remate donde es fácil el depósito de las virutas metálicas.
- Otros puntos que se deben controlar son los lados internos de los canalones, en los cuales los desperdicios del trabajo se depositan y quedan escondidos.
- Controlar que durante las fases de montaje, no se coloquen cargas centradas sobre la cubierta que puedan provocar deformaciones permanentes o abolladuras.
- A fin de que los operarios no provoquen abolladuras, es necesario que utilicen zapatos livianos con suela de goma.
- En el montaje de las paredes que tienen la fijación a la vista, para evitar que los tornillos provoquen hundimientos sobre las superficies externas de los paneles, es necesario utilizar atornilladores con límite de profundidad.

##### • Segunda fase

Para mantener en el tiempo la funcionalidad de los productos y el aspecto estético de las superficies y para asegurar la durabilidad de la pintura, es necesario programar periódicas inspecciones a los productos realizando, cuando sea necesario, adecuadas intervenciones de mantenimiento. En particular, por lo que concierne a las cubiertas, es necesario realizar una inspección, al menos dos veces al año, preferiblemente en primavera y otoño, limitando el acceso a los techos para las inspecciones exclusivamente durante días de tiempo seco y a personal autorizado que utilice zapatos con suela móbida.

La intervención de mantenimiento será siempre necesaria en presencia de:

- Depósito sobre la cubierta de materiales de cualquier naturaleza (hojas, aglomerados de polvo, etc.), particularmente en los tejados y en las canales, que puedan crear obstáculo al regular flujo del agua llovediza. Como primera y urgente acción, es necesario remover los materiales extraños, prosiguiendo con una limpieza cuidadosa hasta hacer visible la superficie de los productos, esto para controlar que no se hayan presentado daños. Sucesivamente, proceder a un abundante lavado con agua, ayudándose con detergentes neutros no abrasivos. En los casos más difíciles, es posible ayudar la acción de lavado con cepillos muy suaves, controlando siempre con atención el aspecto de la superficie pintada.

## Continuación del anexo 1.



SUPERWALL®

- Depósito sobre la cubierta de sustancias agresivas provenientes de una atmósfera corrosiva. También las exhalaciones gaseosas de las chimeneas representan una fuente peligrosa de corrosión y las superficies limítrofes van por consiguiente inspeccionadas con mayor cuidado. En el caso de que se note inicio de corrosión, es necesario intervenir inmediatamente aplicando el ciclo de protección idóneo. En este caso se deberá consultar el departamento técnico de **Metecno** antes de proceder.
- Abrusiones o rasguños de la pintura provocados durante el montaje o por causas accidentales. Estos deberán ser protegidos de inmediato mediante un retoque.
- Presencia de puntos de óxido. En caso de presencia de óxido es necesario efectuar una limpieza preventiva, removiendo todo el óxido hasta que quede desnudo el metal, después aplicar una mano de imprimante epóxico bi-componente (tipo Salcom PRO 524 producido y distribuido por la Sociedad Salchi), finalmente retocar con pintura **Metcolor®**.
- Pérdida de elasticidad y de la contención del agua de los sellos en las juntas y en las molduras. Se debe verificar las condiciones del sistema de impermeabilización e intervenir en forma adecuada después de haber identificado todos los puntos de filtración.
- Arreglo de las estructuras subyacentes y disminución de la fuerza de tensión de las fijaciones. En este caso proceder al apretamiento de los tornillos.
- Depósito sobre las paredes de sustancias agresivas presentes en la atmósfera industrial. Estas sustancias deben ser retiradas con chorros de agua, cuando se verifique que no es suficiente el agua lluvia. Si los chorros de agua no fueran suficientes para retirar las sustancias depositadas, es necesario recurrir a detergentes suaves y no abrasivos disueltos en agua.
- Depósito de los productos de naturaleza agresiva provenientes de la combustión en cercanía de chimeneas. Se deberá prestar particular atención en la inspección de estas zonas y en el caso que se note un inicio de corrosión, se debe intervenir de inmediato aplicando pinturas especiales idóneas.
- En los aleros del tejado y en las canales, la confluencia de los materiales que el viento o la atmósfera hayan depositado en las cubiertas. Para evitar que se deteriore el soporte metálico o que se obstruya el natural flujo de agua, proceder a un enérgico lavado.

**NOTA:** Se deberá prestar atención en particular a las molduras montadas horizontalmente, donde frecuentemente se acumulan residuos sólidos provenientes de la atmósfera que deben ser siempre retirados.

El mantenimiento de las paredes es análogo al de la cubierta.

Efectuar controles sobre los cortes de la lámina efectuados en el campo para evitar y detener el proceso de corrosión por óxido.

Repetir periódicamente cada 2 a 3 meses estos controles.

### 8.2 Retiro de desechos

En el caso de residuos por trabajos en obra y/o no-utilización, el retiro de los desechos de los paneles tienen que ser confiados únicamente a sociedades autorizadas y realizado según las leyes vigentes del país.

Continuación del anexo 1.

SUPERWALL®



## 9. INFORMACION SOBRE LA SEGURIDAD

Cada cliente y/o instalador tiene que conocer todas las problemáticas relacionadas a la instalación de estas manufacturas, predisponiendo un **plan de seguridad**, para evitar situaciones de peligro.

**PONER ATENCIÓN A LAS NORMAS INHERENTES A LA SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.**

Continuación del anexo 1.

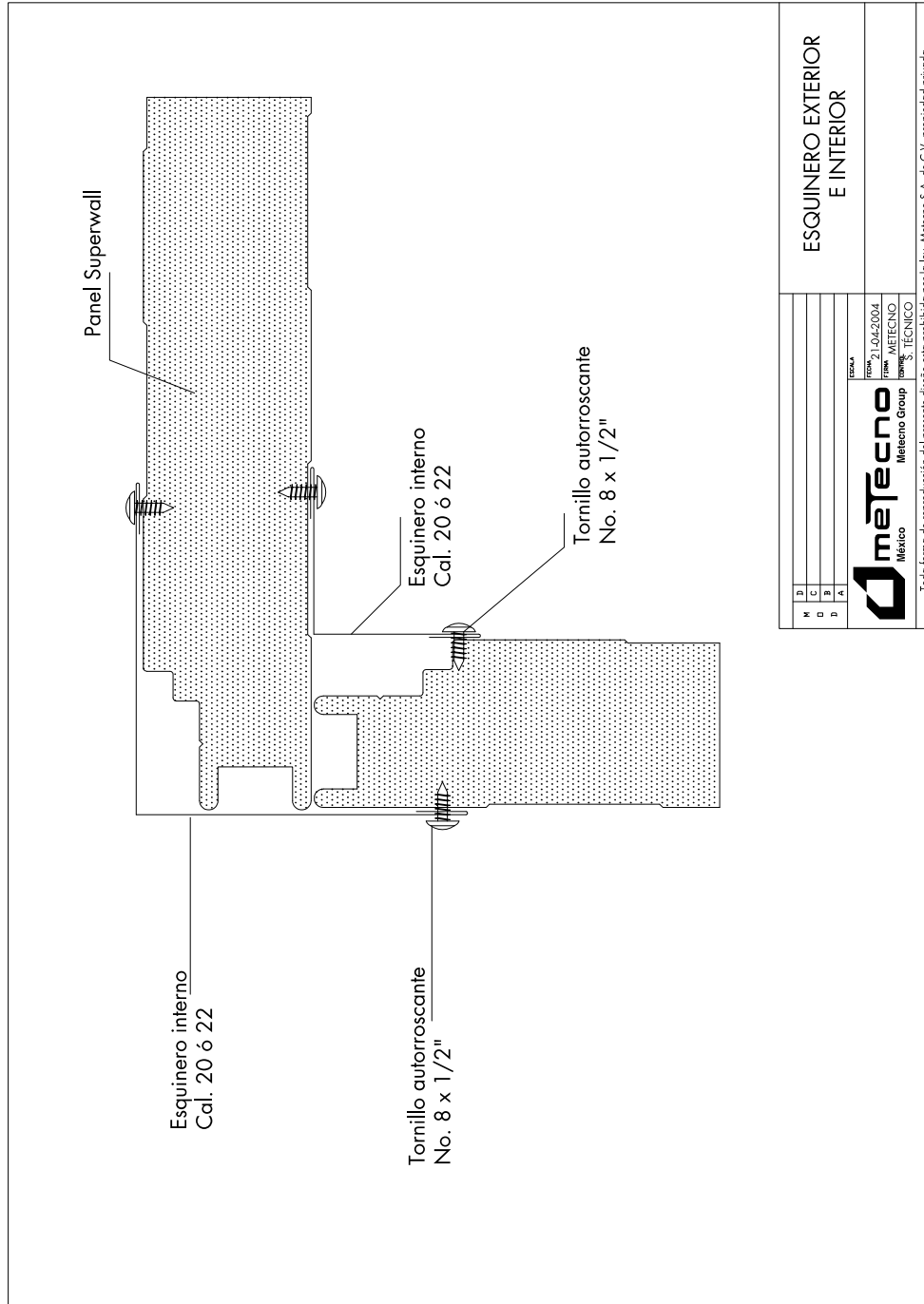


SUPERWALL®

**N° 12 DETALLES**  
(adjuntos al presente manual)

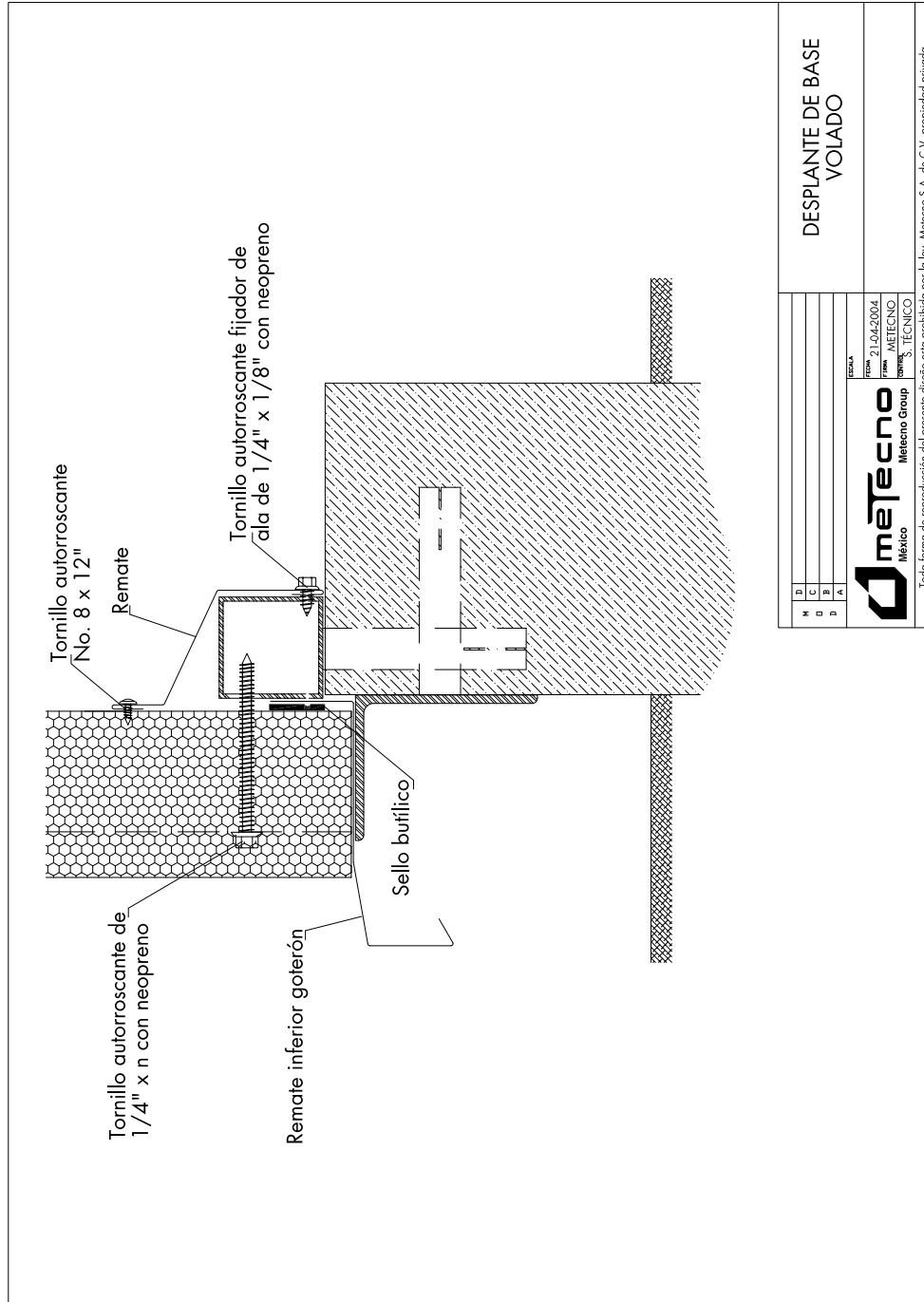



Continuación del anexo 1.



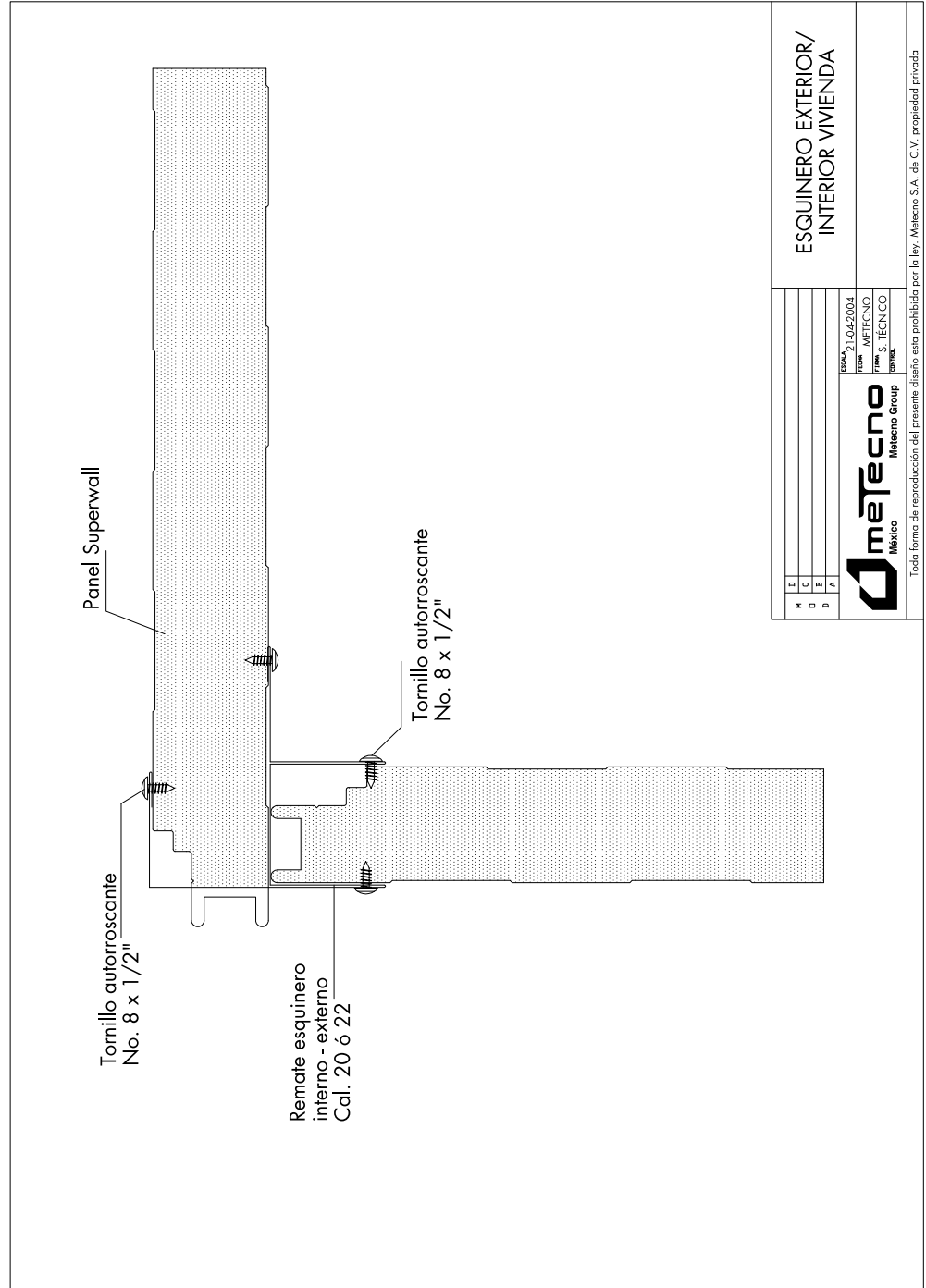


Continuación del anexo 1.



DESPLANTE DE BASE VOLADO	
M	FORMA
D	21-04-2004
C	PROYECTO
B	MECANICO
D	MECANICO
A	MECANICO
	
Todo forma de reproducción del presente diseño esta prohibida por la ley, MeTecno S.A. de C.V. propiedad privada.	

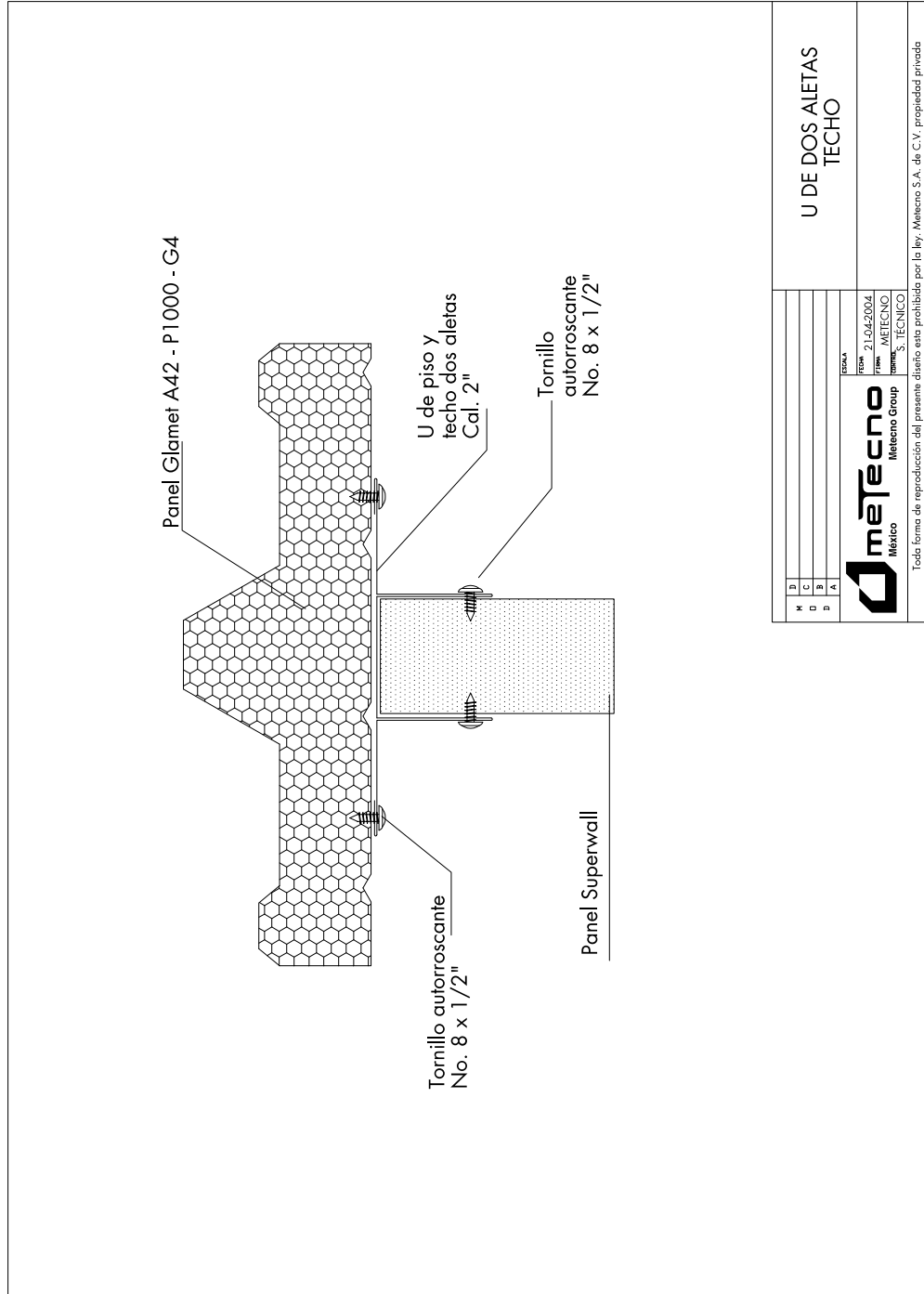
Continuación del anexo 1.



D					
H					
C					
B					
A					
<b>metecno</b> México Metecno Group					
<small>Revisión: 21-04-2004          Por: METECNO          Por: S. TÉCNICO</small>					
<small>Toda forma de reproducción del presente diseño está prohibida por la Ley. Metecno S.A. de C.V. propiedad privada.</small>					
<b>ESQUINERO EXTERIOR/          INTERIOR VIVIENDA</b>					

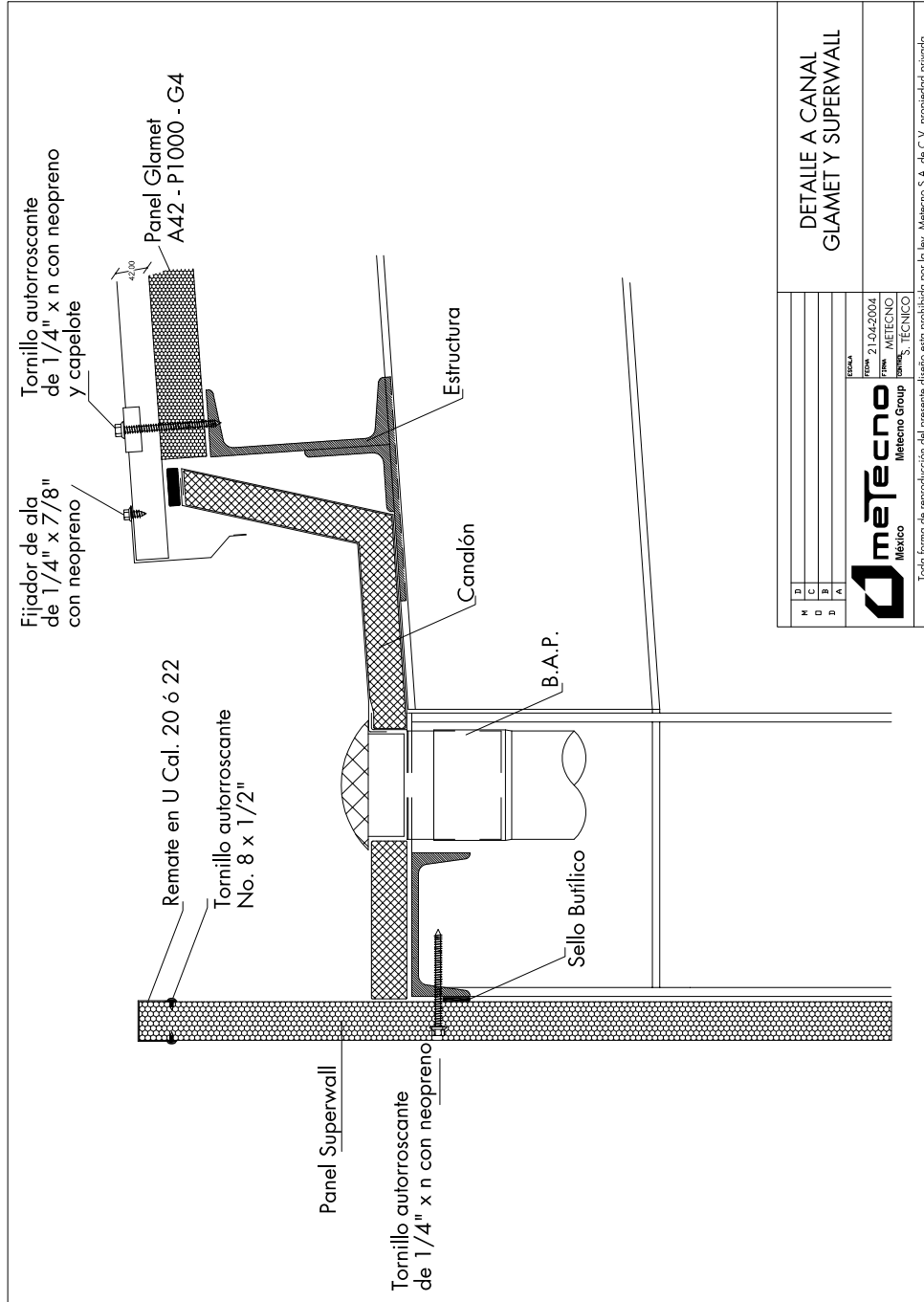


Continuación del anexo 1.



K		D		U		R		A	
<b>meTecnico</b> México Meteoro Group									
ESCALA: FECHA: 21-04-2004 PLANO: METECNO TITULO: S. TECNICO									
U DE DOS ALETAS TECHO									
Toda forma de reproducción del presente diseño está prohibida por la ley. Meteoro S.A. de C.V. propiedad privada									

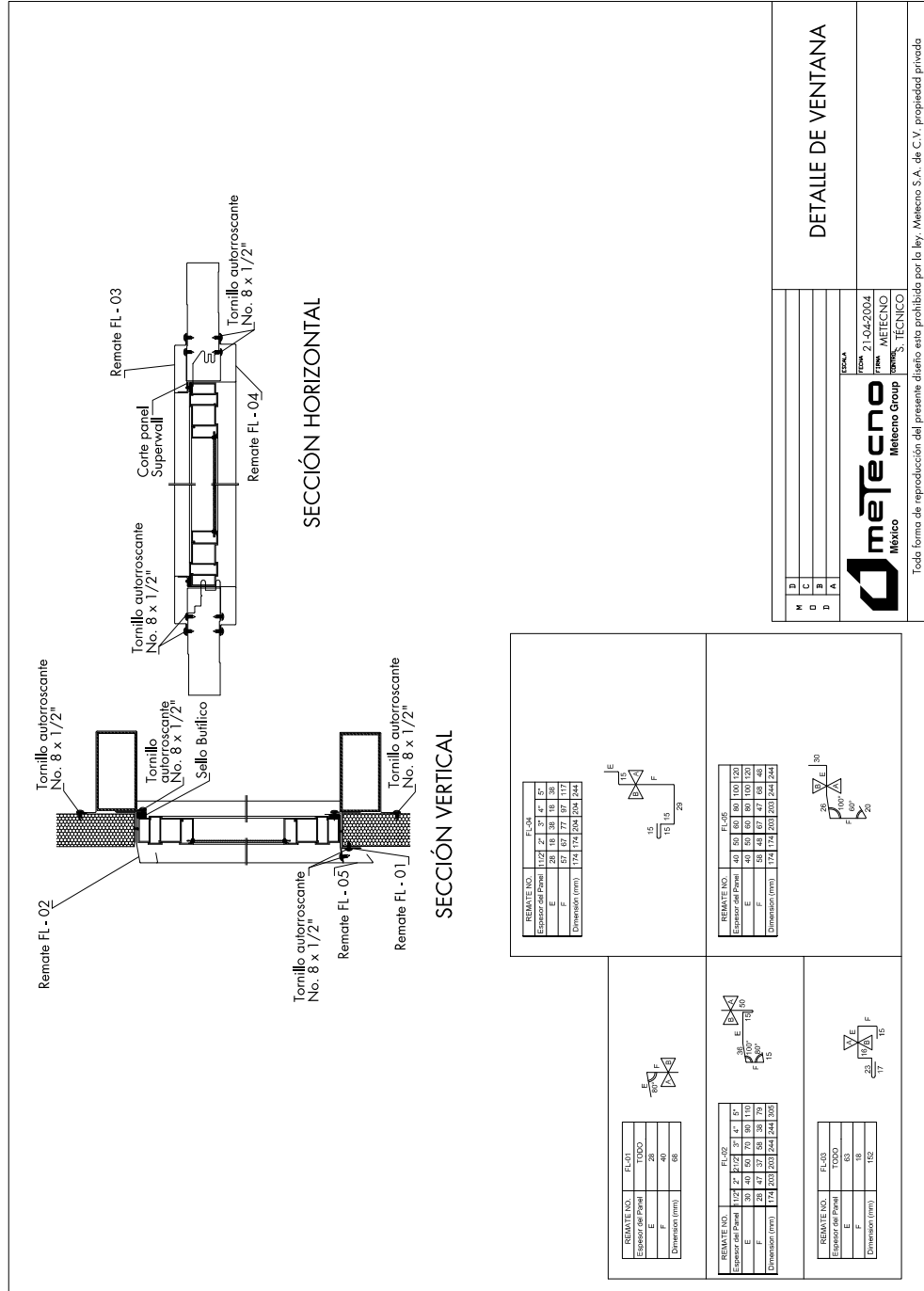
Continuación del anexo 1.



H	D	DETALLE A CANAL	
C	B	GLAMET Y SUPERWALL	
D	A		
		FORMAS 21-04-2004 MEXICO MATECNO GROUP MEXICO S. TECNICO	

Todo forma de reproducción del presente diseño esta prohibida por la ley. Matecno S.A. de C.V. propiedad privada

Continuación del anexo 1.



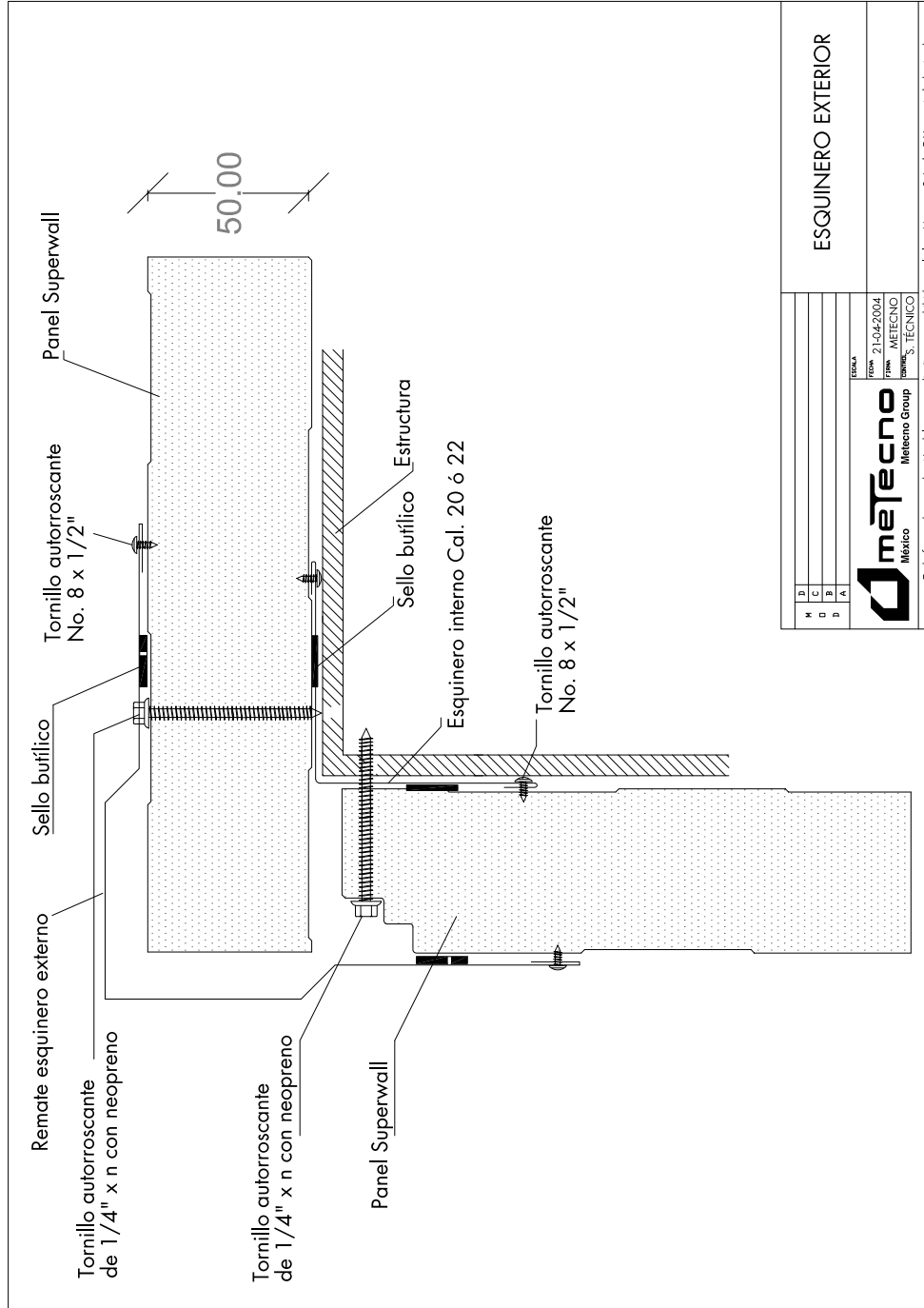
DETALLE DE VENTANA




Todo forma de reproducción del presente diseño está prohibida por la ley. Météctecno S.A. de C.V. propiedad privada

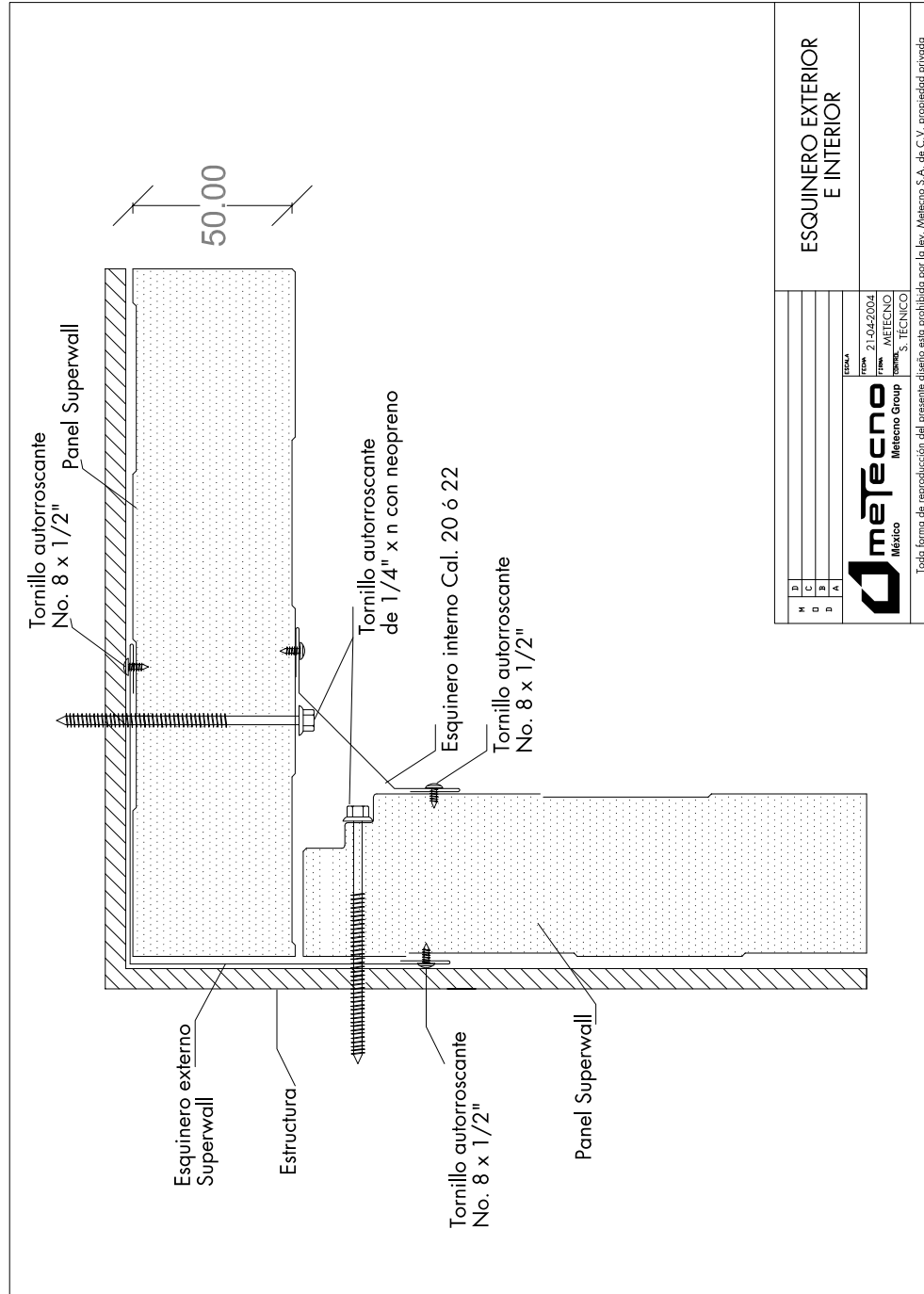



Continuación del anexo 1.



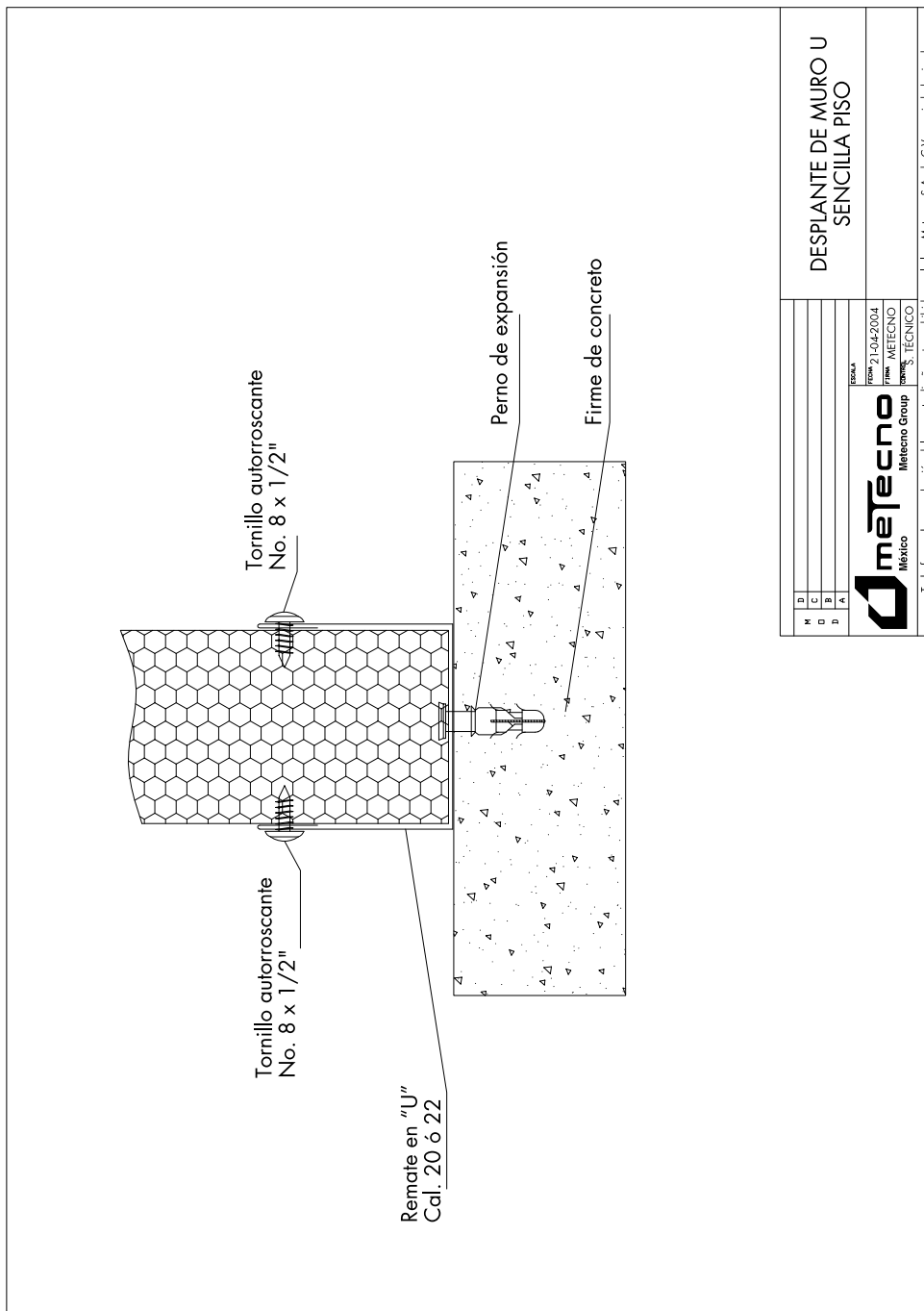
ESQUINERO EXTERIOR			
H	D	ESCALA	
C	B	FECHA: 21-04-2004	
D	A	PROYECTO: METEONO	
		EMPRESA: TECNICO	
		 Meteono Group	
Todo forma de reproducción del presente diseño está prohibida por la ley. Meteono S.A. de C.V. propiedad privada			

Continuación del anexo 1.



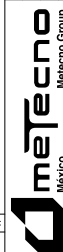
H	D	ESQUINERO EXTERIOR E INTERIOR	
C	C		
B	B		
D	A		
		FORMA	21-10-02/2004
		FRANJA	METECNO
		GRUPO	METECNO GROUP
		TIPO	S. TÉCNICO
			
<small>Toda forma de reproducción del presente diseño está prohibida por la Ley. Metecno S.A. de C.V. propiedad privada.</small>			

Continuación del anexo 1.

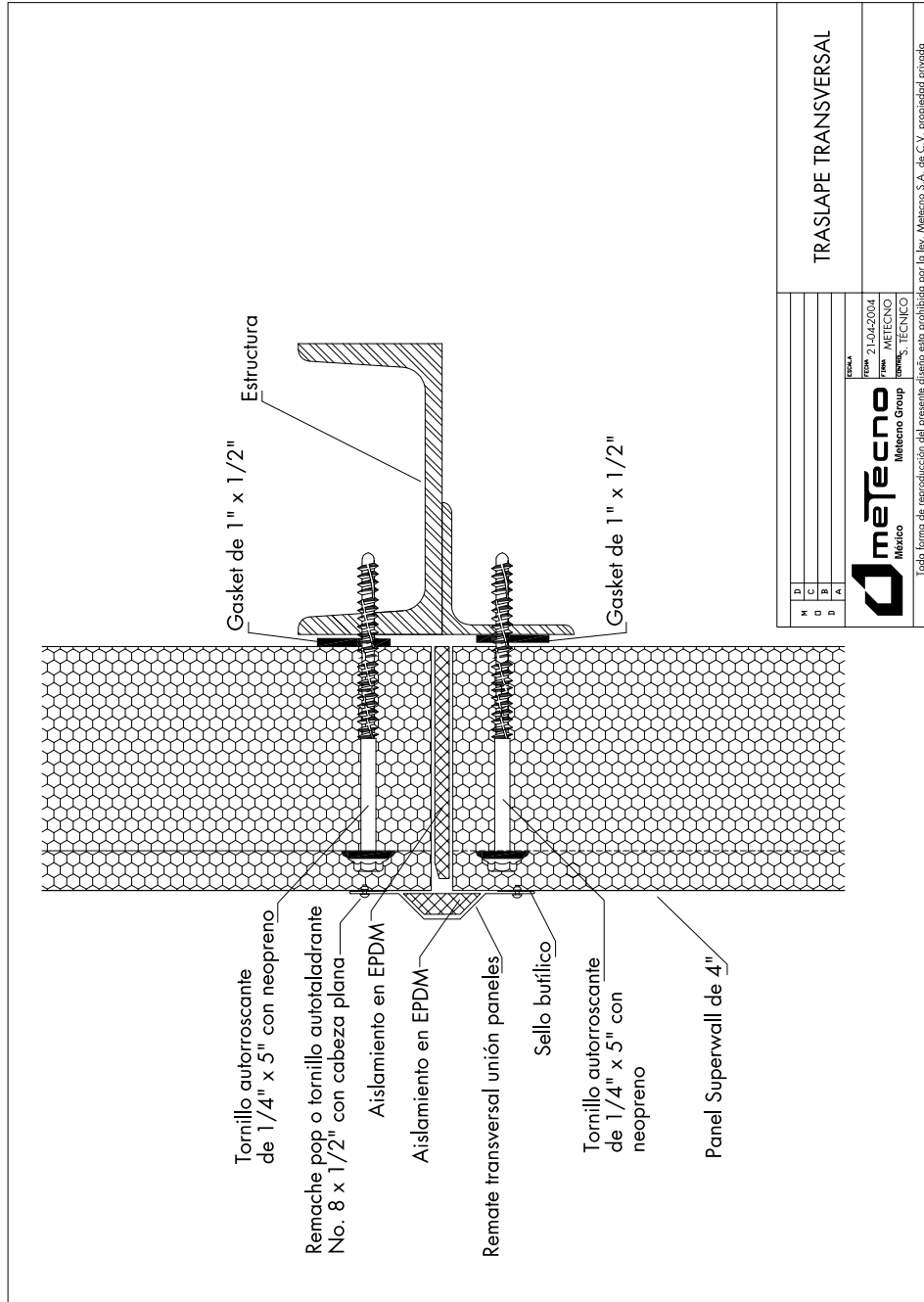


B					
M					
C					
D					
D					
A					
ESCALA					
FORMA 21-04-2004					
FIRME: METECCNO					
Meteccno Group					
MÉXICO					
S. TÉCNICO					
Toda forma de reproducción del presente diseño está prohibida por la ley. Meteccno S.A. de C.V. propiedad privada					

DESPLANTE DE MURO U  
SENCILLA PISO



Continuación del anexo 1.



Fuente: Metecno. *Manual técnico Superwall*. p. 1 – 40.

## Anexo 2. Certificado de garantía



Confirmación de Venta PV No 15228 del 13 de Agosto del 2011.

El material en referencia ha sido utilizado para la realización de:

200.99 m<sup>2</sup> de Panel Superwall 1.5" de espesor de poliuretano  
Color exterior arena RAL 9002 e interior arena RAL 9002.

### CERTIFICADO DE GARANTÍA

Emitido a: LA IGLESIA DE JESUCRISTO S.U.D.  
Domicilio: 2 CALLE 15-65 ZONA 13, GUATEMALA.  
At 'n: Ing. Josue Echeverria

Por 5 años (exposición en el interior de edificaciones) y por 3 años (exposición en el exterior de edificaciones) a partir de la fecha de entrega, garantizamos la prestación de servicios de los laminados Metcolor, realizados con el sistema de pintura POLI ESTER ESTANDAR, a la que se refiere la confirmación de venta arriba indicada.

La garantía se encuentra regulada por las normas reportadas en el siguiente documento.

Querétaro, el 11 de Enero de 2013

Garantía  
en el interior  
**5**  
años

Garantía  
en el exterior  
**3**  
años

## Continuación del anexo 2.



SI STEMA DE PI NTURA - LAMI NADOS METCOLOR

Se encuentran garantizados:

- la pulverización de la pintura según norma ASTM D659: no inferior al número 6 (seis) en los primeros 5 (cinco) años y no inferior al número 4 (cuatro), en los años sucesivos.
- la variación del color no superior a D E = 7 (siete) según norma ECCA-T3 (sistema CIELAB);
- la ausencia del desprendimiento de la pintura del metal.

La Garantía no opera o decae en los siguientes casos:

- exposición en atmósferas corrosivas y/o agresivas, como aquellas contaminadas por vapores orgánicos y/o ácidos;
- exposición o permanencia o utilización que no permitan el normal flujo del agua y que provoquen estancamiento o formación de condensación;
- utilización a menos de 250mts de la costa del mar y por consiguiente en atmósfera fuertemente salina.
- utilización a menos de 500mts de instalaciones de químicos o siderúrgicas;
- acontecimientos excepcionales, tales, a mero título de ejemplo, explosiones, terremotos, maremotos, fenómenos meteorológicos excepcionales;
- exposición a viento de arena;
- falta de atención de las normas de utilización y mantenimiento de Metecno;
- daños causados directa o indirectamente por el utilizador, como por ejemplo: depósitos de virutas, escorias y/o otros materiales oxidantes;
- no presentación de denuncia escrita, con carta certificada, dentro de los 15 días siguientes de la manifestación de los fenómenos cubiertos por la garantía;

La Garantía es absuelta (por decisión de Metecno) como sigue:

- Mediante realización de obras de reparación, por parte de Metecno
- Con la cooperación en los gastos de reparación por un importe no superior a 3 (tres) veces el precio originario del sistema de pintura; el importe de la cooperación gastos, como arriba determinado, será progresivamente reducido proporcionalmente al período de utilización del producto entregado.

La Garantía absuelta por Metecno no será renovada a las partes reparadas.

Metecno no asume responsabilidad en dependencia de reparaciones efectuadas por terceros.

Atención: la garantía no significa ausencia de mantenimiento o ausencia de degradación por el período de duración indicado en la garantía misma.

## Continuación del anexo 2.



### NORMAS DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS PRODUCTOS METECNO

La utilización de los productos Metecno debe estar incluida en los límites indicados por las relativas fichas técnicas y catálogos. Para una buena conservación de los productos, es necesario atenerse a lo siguiente:

#### NORMAS PRELIMINARES

La eficiencia de las superficies depende de la escrupulosa observación de las siguientes precauciones a tomar en la colocación de los productos Metecno:

- seguir las instrucciones de Metecno para el transporte y almacenamiento
- remover la eventual película de protección en los tiempos indicados sobre la misma
- evitar rasguños o magulladuras de la pintura. Para tal fin, el personal de montaje de las cubiertas deberá estar provisto de zapatos con suela de caucho móbida.
- extraer de las superficies cualquier cuerpo extraño; como eventuales virutas metálicas de cualquier naturaleza
- en la elaboración de los productos, evitar totalmente el uso de discos abrasivos. El eventual pintado deberá ser realizado, en correspondencia de los cortes, rasguños o abrasiones, utilizando productos Metecno.
- para limitar la abolladura sobre los paneles de pared que tienen la fijación a la vista, está prescrito el uso de atornilladores dotados con un adecuado limitador de profundidad.

AN [illegible]

[illegible]

#### INSPECCIÓN

A montaje completado, verificar la eficacia del sistema de escurrimiento de las aguas meteóricas.

#### MANTENIMIENTO

Para mantener en el tiempo la funcionalidad de los productos y el aspecto estético de las superficies y para asegurar la durabilidad de la pintura, es necesario programar periódicas inspecciones a los productos, realizando, cuando sea necesario, adecuadas intervenciones de mantenimiento. En particular, por lo que concierne a las cubiertas, es necesario realizar una inspección, al menos dos veces al año, preferiblemente en primavera y otoño, limitando el acceso a los techos, para las inspecciones, exclusivamente durante días de tiempo seco, y a personal autorizado que utilice zapatos con suela móbida.

La intervención de mantenimiento será siempre necesaria en presencia de:

- Depósito sobre la cubierta de materiales de cualquier naturaleza (hojas, aglomerados de polvo, etc.), particularmente en los tejados y en las canales, que puedan crear obstáculo al regular flujo del agua llovediza. Como primera y urgente acción, es necesario remover los materiales extraños, prosiguiendo con una limpieza cuidadosa hasta hacer visible la superficie de los productos, esto para controlar que no se hayan presentado daños. Sucesivamente, proceder a un abundante lavado con agua, ayudándose con detergentes neutros no abrasivos. En los casos más difíciles, es posible ayudar la acción de lavado con cepillos muy suaves, controlando siempre con atención el aspecto de la superficie pintada.
- Depósito sobre la cubierta de sustancias agresivas provenientes de una atmósfera corrosiva. También las exhalaciones gaseosas de las chimeneas representan una fuente peligrosa de corrosión y las superficies limítrofes van por consiguiente inspeccionadas con mayor cuidado. En el caso de que se note inicio de corrosión, es necesario intervenir inmediatamente aplicando el ciclo de protección

## Continuación del anexo 2.

idóneo. En este caso, el utilizador deberá consultar el departamento técnico de Metecno antes de proceder.

- Abrasiones o rasguños de la pintura provocados durante el montaje o por causas accidentales. Estos deberán ser de inmediato protegidos mediante un retoque, utilizando productos Metecno.
- Presencia de puntos de óxido. En caso de presencia de óxido es necesario efectuar una limpieza preventiva, removiendo todo el óxido sino hasta que quede desnudo el metal, después aplicar una mano de imprimante epóxico bi-componente (tipo Salcom PRO 524 producido y distribuido por la Sociedad Salchi), finalmente retocar con pintura Metcolor.
- Pérdida de la elasticidad y de la contención del agua de los sellos en las juntas y en las latonerías verificar las condiciones del sistema de impermeabilización e intervenir en forma adecuada después de haber individuado todos los puntos de filtración del agua.
- Arreglo de las estructuras subyacentes y disminución de la fuerza de tensión de las fijaciones. En este caso proceder al apretamiento de los tornillos. Si la cubierta se encuentra dotada de barreras para detener la nieve, en cada inspección se deberá verificar su perfecto anclaje.



NOTA: Se deberá prestar particular atención a las latonerías montadas horizontalmente, donde frecuentemente, provenientes de la atmósfera, se acumulan residuos sólidos que deben ser siempre retirados.



## Continuación del anexo 2.



### MANTENIMIENTO DE LOS PANELES TIPO METECNO SA DE CV

Para una buena conservación de los paneles es necesario distinguir dos fases:

Primera Fase: Es aquella que concierne a la fase de montaje.

Segunda Fase: Es aquella relativa a la utilización del fabricado sobre el cual los paneles han sido colocados.

#### PRIMERA FASE

Durante el montaje es necesario que no se dejen sobre las superficies prepintadas o galvanizadas virutas metálicas causados por el taladrado o corte de los paneles. Estos materiales deben ser removidos diariamente de las superficies junto con los clavos, remaches y tornillos.

Se debe prestar particular atención en los aleros de los tejados o canales, en relación a los cortes y los accesorios de remate donde es fácil el depósito de las virutas metálicas.

Otros puntos que se deben controlar son los lados internos de los rebosaderos horizontales, en los cuales los desperdicios del trabajo se depositan y quedan escondidos.

Controlar que durante las fases de montaje, no se coloquen cargas centradas sobre la cubierta que puedan provocar deformaciones permanentes o abolladuras.

A fin de que los operarios no provoquen abolladuras, es necesario que utilicen zapatos livianos con suela de goma.

En el montaje de las paredes que tienen la fijación a la vista, para evitar que los tornillos provoquen hundimientos sobre las superficies externas de los paneles, es necesario utilizar atornilladores con límite de profundidad.

#### SEGUNDA FASE

Una vez que el panel haya sido entregado y después de haber controlado que los trabajos de montaje han sido realizados de acuerdo con las prevenciones anteriormente citadas, se deberá programar el mantenimiento.

Las causas de intervención pueden depender de:

1. Depósito sobre las paredes de sustancias agresivas presentes en la atmósfera industrial: Estas sustancias deben ser retiradas con chorros de agua, cuando se verifique que no es suficiente el agua lluvia. Si los chorros de agua no fueran suficientes para retirara las sustancias depositadas, es necesario recurrir a detergentes suaves y no abrasivos disueltos en agua.
2. Depósito de los productos de naturaleza agresiva provenientes de la combustión en cercanía de chimeneas: Se deberá prestar particular atención en la inspección de estas zonas y en el caso que se note un inicio de corrosión, se debe intervenir de inmediato aplicando pinturas especiales idóneas.
3. En los aleros del tejado y en las canales, la confluencia de los materiales que el viento o la atmósfera hayan depositado en las cubiertas: Para evitar que se deteriore el soporte metálico o que se obstruya el natural flujo de agua, proceder a un enérgico lavado.
4. Los rasguños o abrasiones del prepintado provocados por el tránsito de los operarios o por causas accidentales: Deberán ser eliminados con un retoque en la pintura.

## Continuación del anexo 2.

5. Pérdida de las propiedades elásticas y de capacidad del sello en las juntas de los accesorios de remate: Proceder nuevamente al sellado, previa limpieza de la preexistente.
6. Ajuste de las estructuras y de los paneles aflojando los tornillos de fijación: Proceder a un control con la torsión de los tornillos.

El mantenimiento de las paredes es análogo al de la cubierta.  
Se deben efectuar inmediatamente un control particular de limpieza después de la fase de montaje, en correspondencia con los accesorios de remate horizontales para evitar que el depósito de desperdicio ferroso y sucio den inicio a un proceso de corrosión por óxido.

Efectuar controles sobre los cortes de la lámina efectuados en el campo para evitar y detener el proceso de corrosión por óxido.

Repetir periódicamente cada 2 a 3 meses estos controles.

ATENTAMENTE,



Ing. Ángel Guerra  
Gerente de Planta



Arturo Malagón  
Control de Calidad.

## Anexo 3. Documento AGIES DSE 4.1 (2014).

### 4 MAMPOSTERÍA DE BLOCK CON REFUERZO

El tema central en este capítulo del manual es la mampostería de bloques huecos de concreto con refuerzo confinante, llamada simplemente por toda Guatemala "construcción de block", sobreentendiéndose que tiene "mochetos" de refuerzo verticales y "soleras" horizontales. Estos y otros términos locales, útiles y difícilmente reemplazables, están resumidos y explicados en el **Anexo XX**.

#### 4.1 Comentarios sobre otras clases de mampostería

Antes de entrar al tema específico vamos a describir la mampostería de una manera general para tener claro que la mampostería de block no es la única que existe, aunque sí será la única que se abordará en esta edición del manual.

Los elementos básicos para hacer los levantados de mampostería son:

- Las **unidades de mampostería** (blocks, ladrillos, piedras y otros);
- Los **morteros** para pegar las unidades de mampostería entre sí;

En los sitios del mundo donde no hay sismos esto es todo lo que se necesita para hacer levantados de mampostería. En Guatemala hay sismos, algunos muy intensos y es necesario añadir un componente adicional:

- el **refuerzo** para enmarcar los levantados y unirlos entre sí, como veremos en el **Capítulo 5**.

Cualquier elemento que se use para hacer levantados de pared es una "**unidad de mampostería**", aunque fueran botellas viejas de plástico. Sin embargo no todas las posibles unidades de mampostería tienen la capacidad y la calidad necesaria para hacer un levantado que resista el peso de la construcción y además los esfuerzos causados por los sismos de alta intensidad.

Veamos las principales clases de mampostería:

- Blocks de concreto;
- Ladrillos de arcilla;
- Piedra;
- Adobes

El **adobe** no debe utilizarse. Hay sobradas razones para no hacerlo como se indica en el **Anexo 5**.

La **piedra** como mampostería tiene uso limitado en Guatemala. Algunos municipios si la usan extensamente. No se incluye en la presente edición de este manual.

Los **ladrillos de arcilla cocida** son un excelente recurso constructivo. Desafortunadamente la arcilla en Guatemala se halla solamente en ciertas zonas del país. Por eso, y por la relativa facilidad de fabricar block a base de cemento, el uso del ladrillo ha sido desplazado. También la velocidad de construcción es menor; son entre 50 y 60 ladrillos por metro cuadrado de levantado y en block son sólo 12.5. Los ladrillos de barro si están disponibles en el mercado como productos de fabricación artesanal y como productos industriales de arcilla de alta densidad. Actualmente se utilizan solamente si la hermosa textura del levantado de ladrillo va a quedar expuesta..

## Continuación del anexo 3.

Los artículos de barro incluyendo ladrillos, baldosas y tejas están disponibles en el mercado local en su versión artesanal e industrial de alta densidad pero su uso no es generalizado.

Por ello no se han incluido en esta edición del manual de diseño.

### 4.2 La mampostería de block

Actualmente la mampostería de block es la más utilizada en Guatemala. Ya se mencionó que los "blocks", como todos los llamamos en el habla guatemalteca, son bloques huecos de concreto.<sup>3</sup>

#### Datos

##### El tamaño de los bloques

El tamaño en elevación de todas las clases de block es muy uniforme: 39 cm de largo y 19 cm de alto para que con el espesor del mortero de pega module 40 cm por 20 cm o sea 12.5 unidades de block por metro cuadrado de levantado.

##### Los espesores de las paredes de block

Los espesores más comunes son 14 cm y 19 cm. En algunos lugares se produce block de 15 cm. de espesor y en otros se consiguen de 12 cm. También hay block de 9 cm que puede usarse en tabiques sin carga. En este Manual se tratarán los de 19 cm. y 14 cm. que son los más comunes; para los de 15 cm. aplica lo mismo que para 14 cm. Para los de 12 cm no hay ensayos de laboratorio disponibles y no se tratarán en esta edición.

##### Más sobre espesores

A veces es necesario usar paredes de mayor espesor que 19 cm. En esos casos podemos hacer levantados de doble soga, es decir dos levantados pegados separados por un espacio de 1 cm que se llena de mortero.

Las dobles sogas pueden ser:

14cm + 9 cm	=	24 cm	(14 + 1 + 9)
14 cm + 14 cm	=	29 cm	(14 + 1 + 14)
14 cm + 19 cm	=	34 cm	(14 + 1 + 19)
19 cm + 19 cm	=	39 cm	(19 + 1 + 19)

Las dobles sogas casi no se usan en Guatemala pero deberían ser usadas para algunas aplicaciones importantes que estudiaremos al resolver los proyectos contenidos en este manual.

##### El aparejo del levantado de block

Hay dos aparejos básicos para construir una pared: aparejo **escalonado** y aparejo **apilado**. En el **aparejo escalonado** los blocks se desfasan media unidad en hiladas consecutivas formando una sisa vertical entre blocks que es escalonada. En el **aparejo apilado** los blocks se levantan sin desfase de una hilada a otra dejando una sisa vertical continua.

El **aparejo escalonado** permite un mejor engrape entre hiladas consecutivas y es el que hay que **usar en zonas sísmicas**.

<sup>3</sup> Desafortunadamente gran parte del block producido artesanalmente en Guatemala no es realmente de concreto sino hecho con una mezcla de cemento y arenas con alto contenido de pómez; abordaremos este problema.

### Continuación del anexo 3.

#### Block de 2 Celdas

Aunque algunas veces hay blocks sólidos sin agujeros, lo más común es que tenga celdas interiores. Por lo general son dos celdas; hay variantes de 3 o más celdas pequeñas pero aquí sólo trataremos blocks de 2 celdas.

#### Block DT y Block UT

Entre los blocks de dos celdas hay dos variantes principales:

- Block tipo "DT" que tiene un doble tabique al centro;
- Block Tipo "UT" que tiene un solo tabique al centro.



Figura 4-01

**Blocks UT (Un tabique central)  
y Blocks DT (Dos tabiques centrales)**

Prácticamente TODOS  
los blocks artesanales  
fabricados en Guatemala son Tipo DT  
(esto es positivo)

Las industrias mayores fabrican ambos  
tipos DT y UT

La designación DT y UT se está proponiendo en este Manual a falta de un nombre que realmente distinga los dos tipos principales de blocks de dos celdas.

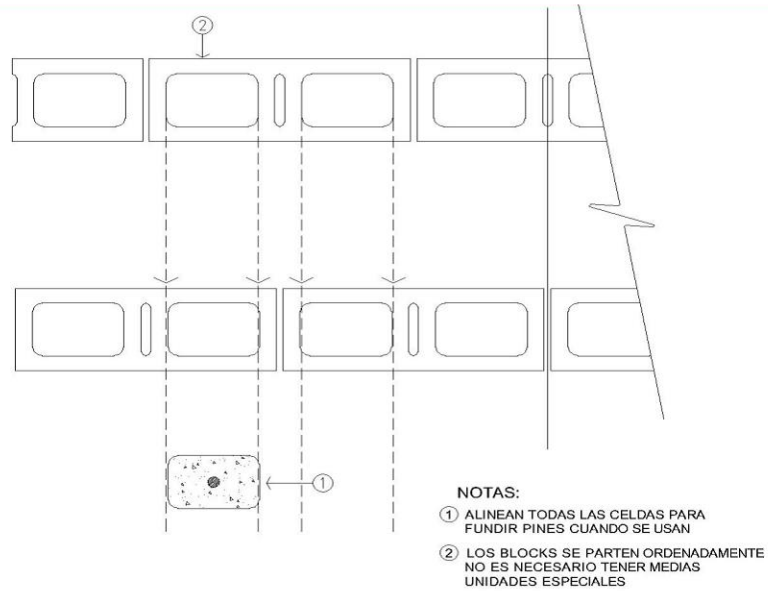
En Guatemala estos dos tipos se designan muchas veces como "Block Fineado" y "Block Tabique". Estos nombres no se usarán en este Manual para no causar confusión con las palabras "pin" y "tabique" que se usan para otras cosas.

Usaremos las iniciales de "Dos Tabiques centrales" y "Un Tabique central" y los llamaremos "block DT" o "Block UT".

La diferencia entre los dos tipos de block es importante. Veamos porqué

El Block "DT" tiene un doble tabique central y una pequeña ranura justo al medio. Al hacer el levantado todas las celdas coinciden; véase la figura 4-02 DT.

Continuación del anexo 3.



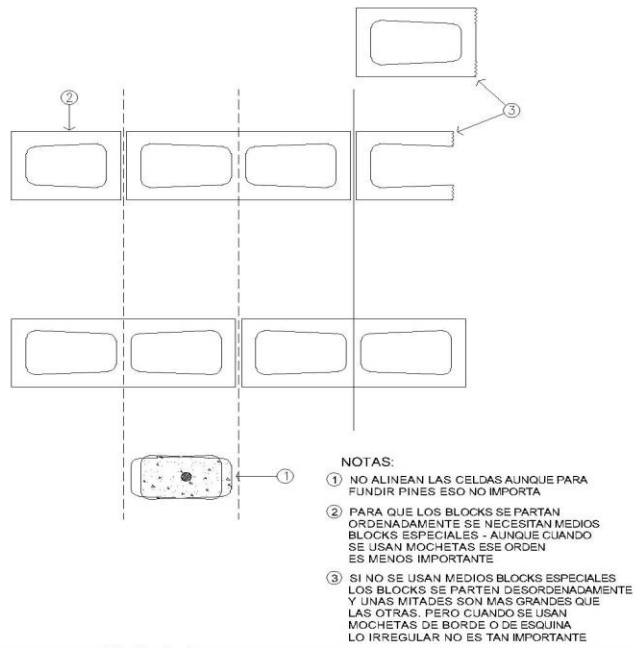
**Figura 4-02 A**  
Hiladas consecutivas de Block DT



**Figura 4-02 B –**  
Bloques DT artesanales de diferentes lugares en el altiplano central de Guatemala



Continuación del anexo 3.



**Figura 4-03**  
**Block Tipo UT**  
En la foto, block UT de 14 cm  
Fabricación industrial  
en Guatemala



## Continuación del anexo 3.

Si ahora examinamos la figura con el Block UT, las celdas de las unidades quedan desalineadas (Figura 4-03 A - nota 1). Cuando se necesitan los medios blocks las dos mitades no salen iguales y también hay más desperdicio a menos que se adquieran medias unidades especiales (Figura 4-03 A nota 2). Una forma de evitar la compra de medias unidades al usar block UT es adquirir una cierta cantidad de blocks DT para obtener las mitades sin problema.

### El Block DT versus el Block UT

Ambas son buenas opciones pero cada una tiene sus ventajas.

Los autores de este Manual favorecemos el Block “DT” que, con su doble tabique, estamos convencidos que se comporta mejor, especialmente con los blocks de resistencias menores. Los blocks de resistencias mayores son de concreto más pesado y allí es donde surgen los partidarios del Block “UT” porque un Block “DT” de resistencia mayor pesa más, es más difícil de colocar y también es un poco más caro.

El Block “UT” bien trabajado funciona. Sin embargo, es más fácil hacer funcionar bien un Block “DT” que un block “UT”, especialmente si usamos el Block “DT” con lecho completo de mortero... Finalmente, tratándose de blocks de menor resistencia, es más confiable el Block “DT”.

### El block DT en Guatemala

En Guatemala el uso del Block “DT” está difundido. En las bloqueras pequeñas que hay por todo el país, el producto es invariablemente Block “DT”. Está disponible en las industrias grandes de block.

Tiene algo que ver con la resistencia de las unidades de block. Las bloqueras producen, en general, block de baja resistencia y si no fuera por la robustez que proporciona el doble tabique central del block “DT”, este sería más difícil de transportar y de hacer llegar entero a su destino.

Entonces pensemos en los beneficios que traería para todo el país si el block “DT” se fabricara más resistente (lo cual no debería ser tan difícil).

### La resistencia y el peso del Block DT

#### El área neta (“área llena”) del block

Hay una propiedad que deben cumplir TODAS las unidades de block cualquiera que sea su resistencia. Queremos que los blocks sean robustos y que tengan suficiente cuerpo para resistir cargas. No queremos “cascaritas de huevo huero” como suele decirse. Por ello las unidades deben tener cierta **área llena** sin que las celdas sean demasiado grandes. Mientras menor el tamaño de la celda y mayor el grueso de los tabiques laterales y centrales de la unidad de block, mayor es el área neta. El nombre correcto de lo que hemos llamado “área llena” en este párrafo es “**área neta**”.

Por norma, el **área neta** de las unidades debe ser mayor que 50% de su “**área bruta**”. El **área bruta** es el largo por el ancho de un bloque; el “**área neta**” (área llena) de la unidad se obtiene restándole el tamaño de las celdas al **área bruta** del block.



### Continuación del anexo 3.

**Si el área neta no llega a 50% del área bruta, el block no sirve porque las celdas serían muy grandes y el grueso de las paredes del block se volvería muy delgado. Las normas también requieren que las paredes laterales de la unidad de block tengan un cierto espesor, no menos de 22 milímetros.**

¿Qué se le debería pedir al proveedor de block? Una certificación de un laboratorio de materiales que indique que los blocks hechos con ese molde cumplen con:

- porcentaje mínimo de área neta;
- con grueso mínimo del tabique lateral de la unidad

El Block "UT" tiene normalmente un poco más de 50% de área llena; en cambio el Block "DT" tiene casi el 60% de área llena, lo cual es bueno; eso se logra gracias al doble tabique central y porque las paredes laterales del block no son tan delgadas.

#### Las clases de block según norma

El término "clase de block" o "clase de bloque hueco de concreto" define no sólo la resistencia de las unidades de block sino otras importantes propiedades.

Para diseñar una edificación de mampostería de block con este manual sólo nos ocuparemos de definir la **clase de block** que se requiere.

Las resistencias con que se deben fabricar los blocks en Guatemala están especificadas en la Norma COGUANOR NTG 41054. Esta norma establece 3 clases de block: A, B y C. Cada clase tiene una cierta resistencia y un límite de absorción de humedad. Todas las clases deben cumplir los mismos requisitos de área neta.

#### Notas importantes de AGIES:

- La norma NTG 41054 solo reconoce bloques Clase A, B, C. Sin embargo en Guatemala las industrias comercializan una cuarta clase de block que tiene el 75% de la resistencia del bloque clase C. Esta clase de bloque, denominado **Clase D** en este manual, ha estado de hecho presente en el mercado formal y ha sido incluido en los cuadros y formulaciones de este manual como referencia, porque existe; en todos los cuadros se ha listado con un color de letra atenuado para dejar claro que la NTG 41054 no lo reconoce; ningún ejemplo ha sido desarrollado con esta clase de block
- La norma NTG 41054 no distingue entre las dos configuraciones de block llamadas aquí **tipo UT** y **tipo DT**; en principio no es necesario que la norma los distinga mientras llenen los requisitos mínimos de área neta. Pero para el diseño y práctica constructiva, AGIES ha considerado que es útil distinguirlos y ambas configuraciones tienen cuadros y formulaciones separadas en este manual.

Continuación del anexo 3.

**Resistencia de las unidades de block según su clase**

Cada clase de block está caracterizada por la resistencia mínima que deben satisfacer las unidades o bloques individuales. Sin embargo para utilizar los métodos de diseño simplificado de este manual no será necesario manejar numéricamente esas resistencias. Los valores numéricos de resistencia han sido pre-calculados al elaborar las tablas de diseño de este manual. Sólo será necesario saber que la Clase A es la más resistente y la Clase D la menos resistente.

**Otras propiedades del block según su clase**

Conforme el block sube de clase no solo mejora su resistencia a las cargas sino también se vuelve más impermeable, da menos molestias de humedad. Esta característica está listada en los Cuadros 5-A y 5-B.

Casi nunca se piensa en las ventajas de la menor permeabilidad. No está demás que el diseñador lo tenga en cuenta al seleccionar la clase de block que especificará.

Según la Norma NTG 41054, los blocks tienen que tener una señal de color para venderlos y distribuirlos. La forma de la señal la dispone el fabricante. Puede ser un punto, un logotipo u otro símbolo pero EL COLOR de la señal debe corresponder a la resistencia. SOLO ESTAN NORMADOS 3 COLORES: AZUL, ROJO, VERDE para las clases A, B y C. La clase D, se señala, por acuerdo entre fabricantes, con color NEGRO.

Cuando un fabricante pone la marca de color en un bloque tiene que poder demostrar con informes de laboratorio que el bloque llena los requisitos especificados por la norma.

A continuación hay dos cuadros con las características de las unidades de block

Continuación del anexo 3.

CUADRO 5-A – UNIDADES DE BLOCK DT CARACTERÍSTICAS SEGÚN SU CLASE						
BLOCK DT	COLOR	RESISTENCIA			PESO aproximado en libras	
		Capacidad de carga	Requisito numérico de resistencia	Protección contra la humedad	espesor 14 cm	espesor 19 cm
					Área neta 53% a 57%	Área neta 52% a 56%
CLASE A	AZUL	Superior	140	Superior	32 a 35	37 a 41
CLASE B	ROJO	Alta	100	Alta	27 a 31	33 a 36
CLASE C	VERDE	Media	66	Media	24 a 27	29 a 33
CLASE "DT"	NEGRAS	Baja	50	Menor	21 a 23	24 a 27

**Anotación:** El "requisito numérico de resistencia" tal como está escrito en los Cuadros 5-A y 5-B es una simplificación. En realidad, este número es la resistencia mínima especificada por la norma expresada en Kilogramos por centímetro cuadrado de área neta de la unidad.

CUADRO 5-B – UNIDADES DE BLOCK UT CARACTERÍSTICAS SEGÚN SU CLASE						
BLOCK UT	COLOR	RESISTENCIA			PESO aproximado en libras	
		Capacidad de carga	Requisito numérico de resistencia	Protección contra la humedad	Espesor 14 cm	Espesor 19 cm
					Área neta 51% a 53%	Área neta 50% a 52%
CLASE A	AZUL	Superior	140	Superior	28 a 30	34 a 37
CLASE B	ROJO	Alta	100	Alta	25 a 27	30 a 33
CLASE C	VERDE	Media	66	Media	21 a 23	25 a 29
CLASE "UT"	NEGRAS	Baja	50	Menor	18 a 20	21 a 24

**Fuente:** norma NTG-41054 y datos del Instituto del Cemento y el Concreto (IICC)

### Continuación del anexo 3.

#### **El block artesanal necesita mejorar calidad**

Quedó demostrado con el sismo del 7 de noviembre de 2012 en el área de San Marcos que una de las principales causas de daños severos en edificaciones de block fue la mala calidad del material con que están hechos los bloques. Muchas personas que habían invertido sus ahorros para construir sus viviendas y comercios vieron sus haberes destruidos solo porque no se sabía cuál era la resistencia del block que compraron. **La amarga verdad se manifiesta después del sismo, al ver el daño y pérdidas incurridas dejando a los dueños sin casa o sin negocio.**

Desafortunadamente, no se puede dar una receta general; las proporciones de cemento y agregados para lograr determinada resistencia varían de lugar a lugar y en un mismo lugar, de cantera a cantera.

Para hacer buena mezcla de cemento con arena y agua se necesita la asistencia de laboratorios de materiales con personal capacitado. Los proveedores de cemento prestan asesoría si se les solicita, pero el fabricante del block también tiene que invertir algo de fondos en probar mezclas haciéndoles ensayos de laboratorio para conocer los resultados.

A decir verdad, en Guatemala no es fácil ensayar proporciones de mezclas y tampoco ensayar los bloques para evaluar su resistencia. Asimismo para el comprador es actualmente casi imposible conocer la resistencia de los blocks que compra. En Guatemala hay una enorme escasez de laboratorios de materiales. Eso se debe en buena parte a que no hay costumbre de usarlos. Es un círculo: Se hacen pocos ensayos porque hay pocos laboratorios y hay pocos laboratorios porque hay pocos usuarios.

**Entretanto, mucho del block producido por fábricas pequeñas no tiene la calidad suficiente y las sorpresas vienen después de ocurridos sismos fuertes.**

#### **Si el block no está certificado no se debe poner ninguna marca**

Tampoco debe estar marcado con un color cualquiera porque podría prestarse a engaño. Al no tener señal de color, el comprador sabrá al comprar que la resistencia del producto es indeterminada y lo usará para hacer tapias, bardas o cualquier uso que no sea una construcción donde haya personas adentro. Las marcas sin respaldo se consideran falsificaciones y engaño al consumidor y se comete una falta grave que podría conllevar multas y la penalización podría llegar al cierre del negocio.

Ésa es precisamente la razón de las normas. No pensemos en que si hay o no multa o cualquier otra penalización. Es un aspecto moral y ético si alguien vende un producto tan importante como un block que esté señalado con una resistencia falsa. El comprador está confiando su vida y sus bienes en el que fabricó el block y este fabricante no tiene derecho de poner en peligro a sus clientes.

