



**MANUAL DE INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA  
DE TECHUMBRES. CASO EMPRESA RYL**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Ruben Esteban Quijano Calderara

Profesor guía:

Francisco Omar Lagos

Mayo 2019

Santiago, Chile

## **Dedicatoria**

Esta memoria está dedicada a mi familia en especial a mi padre quien fuera quien tuvo un sueño de tener su propia empresa y pudo materializarla y logró posicionarla como una de las empresas más dedicadas y con una vasta trayectoria en la construcción de techumbres y hojalatería de calidad.

SOLO USO ACADÉMICO

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a toda mi familia, amigos, compañeros y profesores que me fueron ayudando en este camino un poco largo y a veces con muchas inseguridades de mi parte, pero que siempre estuvieron ahí para apoyarme y darme una palabra de aliento cuando quise rendirme.

SOLO USO ACADÉMICO

## **Resumen**

La construcción de una vivienda, refugio, etc. siempre ha sido un factor fundamental en la vida del ser humano, contar con un lugar donde poder protegerse de las inclemencias del clima ya sea lluvia, nieve, viento, etc. ha sido un factor imperante en el desarrollo de la vida.

Es por esto que podemos ver que desde muchos años atrás y con las antiguas civilizaciones (egipcias, griegas, Romanas, etc.) se comenzó a experimentar en las estructuras de la techumbre su materialidad sus tipos de cerchas, sus tipos de cubiertas, etc. todas estas han ido evolucionando con el transcurso del tiempo.

Pero muchas veces no se le da la importancia que se merece la estructura de la techumbre y es por esto que con el tiempo estas se deterioran rápidamente y comienza un deterioro prolongado de toda la estructura construida en la parte inferior de dicha techumbre.

Es por eso que se busca crear un manual de inspección para esta estructura, el cual se realizará mediante la experiencia de una empresa y que maneja la construcción de techumbre y la hojalatería de esta con mucho profesionalismo.

## Summary

Building a house, refuge, etc. has always been a fundamental factor in the life of the human being, to have a place where to be able to protect itself from the inclement weather of the rain, snow, wind, etc. has been a prevailing factor in the development of the life.

That is why we can see that from many years ago and with the ancient civilizations (Egyptian, Greek, Roman, etc.) began to experiment in the structures of the roof of their materiality their types of trusses, their types of roofs, etc. All these have gone evolving with the course of time.

But many times it is not given the importance that deserves the structure of the roof and that is why over time these deteriorate quickly and begins a prolonged deterioration of the entire structure built at the bottom of that roof.

That is why we are looking to create an inspection manual for this structure, which will be done through the experience of a company and manage the construction of roof and the hojalatería of this with a lot of professionalism.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1    Objetivo general .....	3
2.2    Objetivos específicos.....	3
3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
3.1    Reseña histórica de techumbres y sus cubiertas .....	4
3.2    Construcción en Chile en los 70's.....	11
3.3    Actualmente.....	13
3.4    Las Cerchas .....	16
3.5    Reseña Histórica Empresa RYL.....	18
4. ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN LAS TECHUMBRES Y SU IMPLICANCIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO .....	20
4.1    Principales Problemas en la ejecución de las techumbres.....	20
4.2    Incidencia en el presupuesto inicial en caso de reparación de techumbre. ..	26
5. MANUAL DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA DE TECHUMBRES Y HOJALATERIA .....	29
6. COMPARACIÓN EN LOS COSTOS SI SE IMPLEMENTA ESTE MANUAL	41
7. CONCLUSIÓN.....	42
8. BIBLIOGRAFÍA .....	44

## Índice de Figuras

Figura 1: Ensamble cola de Milano. ....	5
Figura 2: Ensamble de Quijera.....	5
Figura 3: Ensamble de Escopladura o caja y espiga. ....	6
Figura 4: Tumba Beni Hassan Egipto. ....	6
Figura 5. Estructura de par y picadero. ....	7
Figura 6: Stoa griega. ....	8
Figura 7: Doribitorium de Agripa. ....	10
Figura 8: Plancha de Asbesto cemento. ....	12
Figura 9: Gráfico comparativo Metalcom vs Madera. ....	13
Figura 10: Vivienda Realizada En Metalcom. ....	14
Figura 11: Plancha lisa. ....	14
Figura 12: Plancha acanalada.....	15
Figura 13: Plancha Pv4 .....	15
Figura 14: Cercha Tipo Long.....	16
Figura 15: Cercha tipo Howe. ....	17
Figura 16: Cercha tipo Pratt. ....	17
Figura 17. Placa de Osb en mal estado. ....	20
Figura 18: Plancha 5V.....	21
Figura 19 :Placa Carpintera con restos de hormigón. ....	22
Figura 20: Cercha de Metalcom.....	23
Figura 21; Cercha de Metalcom Montada.....	24
Figura 22: Estructura de Cerchas. ....	24
Figura 23: Tornillo Truss o Cabeza de lenteja auto perforante.....	25
Figura 24: Perfil Montante. ....	30
Figura 25: Tornillo Cabeza Hexagonal auto perforante.....	30
Figura 26: Estructura cercha Metalcom. ....	31
Figura 27: Omega Para costaneras.....	31
Figura 28. Placa Carpintera 15 mm.....	32
Figura 29: Fieltro Asfálticos 15 lbs corrugadas. ....	33

Figura 30: Plancha Pv4. ....	33
Figura 31: Plancha 5v.....	34
Figura 32: Plancha Lisa Zinc. ....	34
Figura 33: Esquema plancha 5V. ....	35
Figura 34: Tornillo tapfast punta fina unión goma. ....	36
Figura 35: Tornillo cabeza Hexagonal autoperforante unión goma.....	36
Figura 36: Nervio Plancha 5V.....	36
Figura 37: Plancha lisa Galvanizada. ....	37
Figura 38: Plancha Lisa Zinc Alum. ....	37
Figura 39: Doblado Emballetado. ....	38
Figura 40: Doblado Listonado. ....	38
Figura 41: Detalle Emballetado. ....	38
Figura 42: Detalle Listonado.....	39
Figura 43: Detalle de traslape a lo largo de la plancha Para plancha continua. ....	39
Figura 44: Fijación a Placa Para Techo Emballetado. ....	40
Figura 45: Tornillo Rock on Punta Fina. ....	40

## Índice de Tablas

Tabla 1: Cuadro comparativo Caso 1.....	26
Tabla 2: Cuadro Comparativo Caso 2.....	27
Tabla 3: Comparación costos implementando manual. ....	41



# 1. INTRODUCCIÓN

Desde los orígenes de la construcción en nuestro país, la estructura de techumbres ha sido considerada una de las partidas más importantes de implementar correctamente, ya que esta es la encargada de proteger las viviendas en extensión o edificación en altura, de los agentes externos, principalmente del clima (lluvia, sol, viento, etc.).

Es por esto que en la presente memoria nos enfocaremos principalmente al Metalcom ya que este material se ha vuelto una competencia directa de la madera que era el principal recurso que se utilizaba para realizar dicha estructura y en cómo se debe construir, supervisar y revisar posteriormente esta.

El Metalcom y su respectiva cubierta de hojalatería ha ganado gran espacio en la fabricación de techumbres, sin embargo, no existe mucha información de cómo se debe instalar dicha cubierta y que tipo usar para cada pendiente, pero a su vez es el principal material usado por la empresa RYL, empresa en la cual está centrada esta investigación.

RYL se formó en el año 2104 y ha logrado mantenerse durante el tiempo, siempre tratando de innovar y especializarse en este tipo de proyectos, no solamente techumbres, también en hojalatería ya sea canales, forros, cubiertas, campanas, etc.

Descubriremos cuales son las implicancias de que una estructura de techumbre falle o quede mal desarrollada, el impacto de esta en el presupuesto y si esta afecta en gran medida la puesta en marcha de los proyectos, así podremos establecer cuáles son las fallas más comunes en la estructura y cubierta de esta misma, para poder plantear soluciones concretas y ayudar a la empresa RYL a mejorar aún más su desempeño en el rubro.

Una vez estudiada todas las problemáticas y encontrar las respectivas soluciones, se procederá a realizar un manual de inspección de techumbres y hojalatería para la empresa, para luego realizar una encuesta a algunas constructoras y ver cuál es su

opinión respecto a que un subcontrato cuente con dicho manual para garantizar la correcta ejecución y funcionamiento de la estructura.

Con esto se dará paso a las conclusiones de esta memoria, a su respectiva bibliografía y anexos que ésta disponga.

SOLO USO ACADÉMICO

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Crear un manual de inspección de techumbre y hojalatería para aumentar la vida útil de la techumbre. Enfocado en la empresa RYL.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar una reseña histórica de la techumbre en general, sus principales materialidades, su evolución y aplicación hasta el día de hoy y la Constitución de la empresa RYL.
- Identificar los principales problemas en construcción y control de las techumbres, y evaluar las implicancias que tienen tanto para las empresas como para los proyectos de construcción en conjunto
- Realizar un manual de inspección de hojalatería y techumbre de métodos de ejecución de esta misma, para maximizar las competencias actuales que aplica la empresa RYL.

### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se entenderá por estructura de techumbre a todo tipo de cubierta utilizada para cerrar o resguardar un recinto determinado, en este caso ya sean viviendas en extensión o edificaciones en altura.

#### **3.1 Reseña histórica de techumbres y sus cubiertas**

##### **EGIPTO**

“Egipto se caracteriza y se caracterizaba 4000 años antes de cristo por su falta de masa boscosa, razón por la cual, la madera no se encuentra en sus materiales fundamentales de construcción.” (García López, 2009, p.83).

Ya que la principal especie existente eran las palmeras, las cuales no cuenta con la capacidad de resistencia necesaria para utilizarse en la construcción como otros tipos de árboles.

“La madera de buena calidad era muy escasa en Egipto y apenas unas pocas especies permitían realización de elementos arquitectónicos” (Leclant, 1978, p8-10).

Al no presentar madera de buena calidad los egipcios de veían obligados a exportar madera blanda de oriente medio, sin embargo, este material era de construcción exclusiva para gobernante, cortesanos, aristócratas y sacerdotes, el resto de la población debía conformarse con las maderas locales que muchas veces pintaban para aparentar una mejor calidad.

García López (2009 p83). Afirma “los egipcios dominaban técnicas de ensambles variadas como la cola de milano, la quijera, la escopleadura y realizaban encolados”.

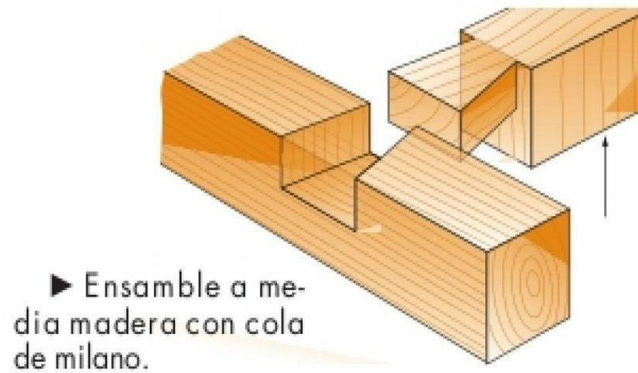


Figura 1: Ensamble cola de Milano.

• **5.3. Ensamblajes de quijera, horquilla o tenaza:**

Los ensamblajes de quijera permiten que una de las piezas coja a la otra por sus dos tablas o cantos, gracias a su forma de horquilla. Sus soluciones más empleadas son:

**1-De quijera simple y recta,** en la que los cortes suelen ser a tercio de madera.

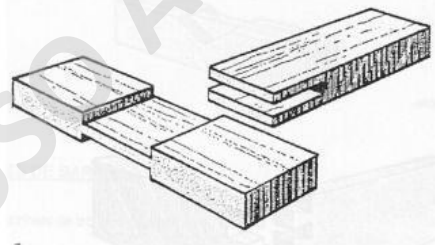


Figura 2: Ensamble de Quijera.

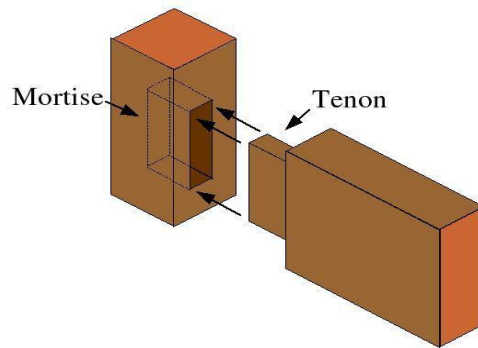


Figura 3: Ensamble de Escopladura o caja y espiga.

Según algunos hallazgos en algunas ruinas de Egipto las pocas soluciones utilizadas para construir eran del tipo adinteladas.

Las cuales se pueden apreciar mejor en la tumba de Beni Hassan (4), esta dispone de 39 tumbas en las que al menos 8 son de los principales señores del orix.

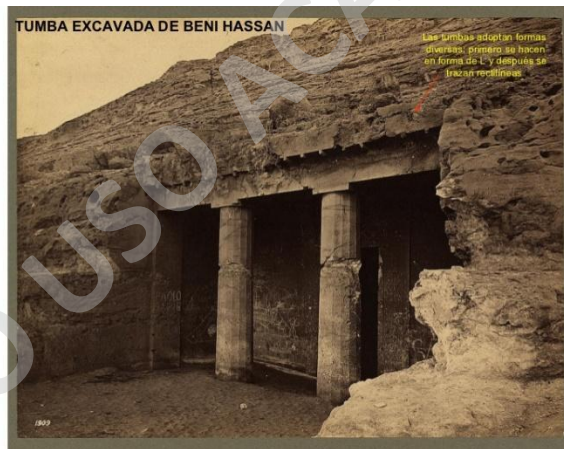


Figura 4: Tumba Beni Hassan Egipto.

## GRECIA

Las cubiertas griegas presentan pendientes mínimas con un ángulo de inclinación de alrededor de los 20°, estas contaban con una terminación o una cubierta específica, las que estaban compuesta por barro y paja u otro tipo de fibras vegetales como la caña.

“A partir del siglo VII A.C. se comenzaron a usar las tejas cerámicas soportadas por correas u órdenes menores. La cubierta era de pares menores apoyados sobre dinteles el equivalente a la anteriormente definida como par y picadero (5)” (García López, 2009, p85).

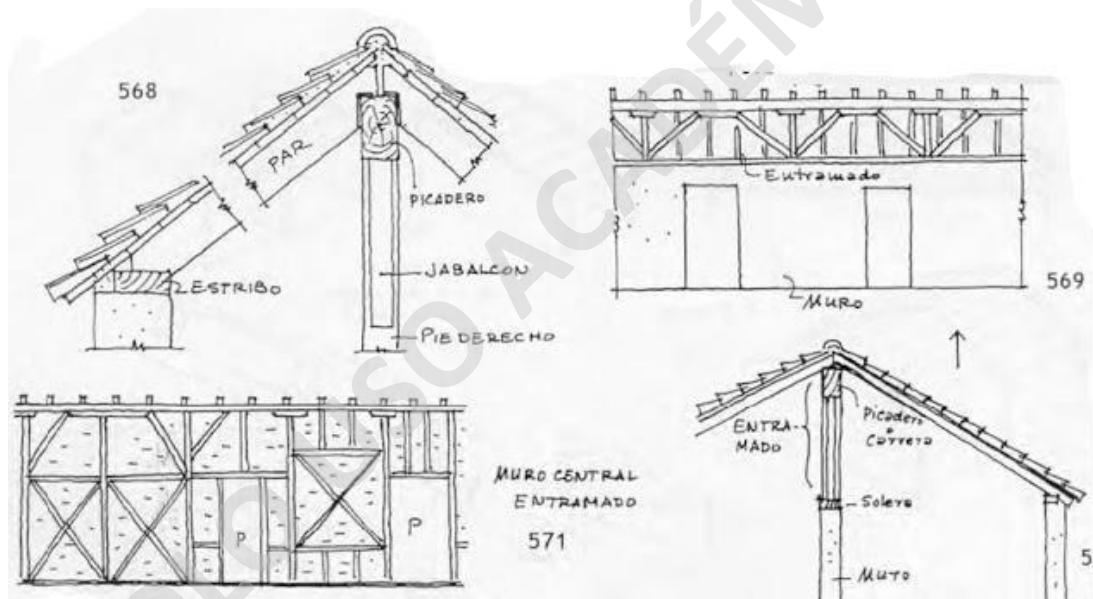


Figura 5. Estructura de par y picadero.

Luego ya en el periodo arcaico las techumbres en Grecia comenzaron a ser construidas a dos aguas, con esto las luces que se lograban salvar eran alrededor de los 12 metros de largo, no podían superar esa cantidad de metros ya que se medía la capacidad de esfuerzo que podía soportar la madera, igualmente esta dimensión nunca se pudo lograr.

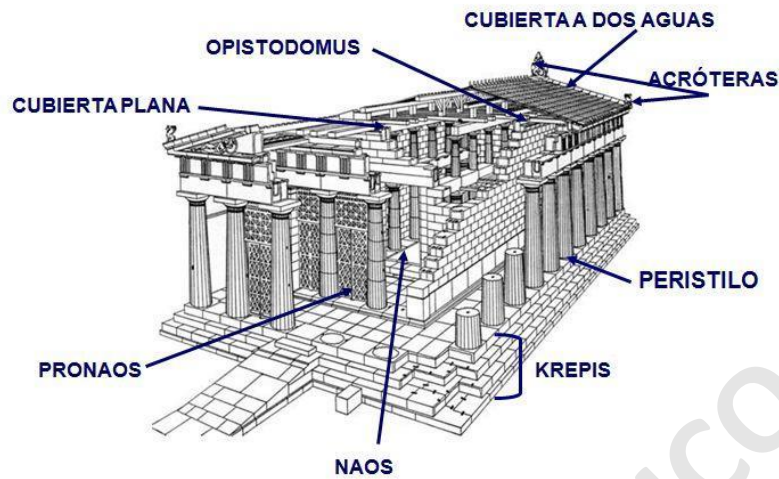


Figura 6: Stoa griega.

“Los dinteles interiores del templo se alojaban en cajas practicadas en el lado interior de la cornisa y todo el entramado de vigas se ocultaba desde abajo, mediante un entablamento de madera o en el caso del Partenón, que se pretendía que aparentase ser completamente de mármol”. (García López, 2009, p86)

Esto hace referencia que ya en los tiempos de la antigua Grecia se utilizaba una especie de cielo falso para ocultar los entramados de las cerchas.

Con esto podemos decir que existió un gran cambio entre los egipcios y los griegos, por un tema de recursos ya que los griegos contaban con más variedad de materiales para poder construir.



## ROMA

Con tantas civilizaciones anteriores a la romana estos ya contaban con una vasta experiencia heredada tanto de los griegos como los egipcios, y también contaban con la modernización de sus herramientas, métodos de trabajos y la evolución de los materiales.

“Las técnicas dominadas no difieren grandemente de las actuales. Se podría afirmar sin cometer un gran error que cualquier carpintero romano podría sin muchas dificultades trabajar en la actualidad” (García López, 2009, p88).

Se puede hablar de las estructuras de techumbre romanas contaban con elementos que hacen referencia a una cercha tradicional ya que contaban con una forma geométrica triangular la cual hacía que estas estructuras pudieran soportar cargas horizontales, pero esto no está totalmente confirmado ya que su apoyo en otras estructuras desmerece el concepto de auto portante. Y al igual que los griegos ya contaban con techumbres a dos aguas que eran cubiertas por tejas.

Estas cerchas eran realizadas en forma triangular ya que los romanos querían salvar grandes luces está el ejemplo claro del doribitorium de Agripa el cual contaba con una luz de nada más y nada menos que 30.5mts de largo, en la cual los tirantes debieron ser de pino de Alepo o pinabete, esta es considerada como el espacio de cubierta jamás construido en Roma.

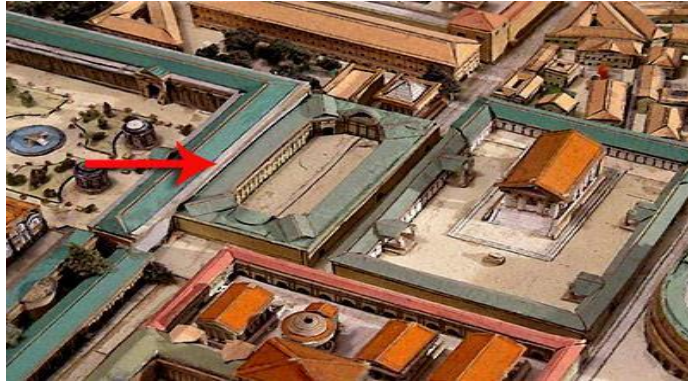


Figura 7: Doribitorium de Agripa.

“La realidad es que las techumbres romanas son poco conocidas, sobre todo debido a que una parte sustancial no ha sobrevivido al tiempo, pero además porque faltan por datar realmente algunas de las que existen, que podrían proporcionar más de un dato inesperado.” (García López, 2009, p 92).

Luego de haber revisado las grandes civilizaciones de la humanidad y su genial manera de utilizar los recursos con lo que contaban y las maravillosas obras que pudieron realizar sin tener grandes modernidades.

Cada una tenía su forma de hacer las cosas, sus materiales, distintas tecnologías correspondientes a la época.

### 3.2 Construcción en Chile en los 70's

En el caso de Chile no ha sido muy distinto como las otras civilizaciones ya que las tecnologías y los materiales han ido cambiando constantemente durante más de 30 años.

En una primera instancia en Chile toda cercha realizada era construida en madera y la gran mayoría con el tipo pino radiata o pino insignis como también se conoce, esta madera es originaria de la costa de California, pero también está presente en gran cantidad en nuestro país, algunas de las características de esta madera son:

- **En términos de durabilidad el pino radiata es conocido como propenso a los agentes externos como las termitas y hongos, por lo cual se dice que no tiene una gran durabilidad, de igual manera esta madera es más útil en climas templados que en los fríos.**
- **el duramen de esta madera no puede ser impregnable, pero su albura puede variar para adquirir dicha impregnabilidad.**
- **Es un material muy sencillo para ser clavado o atornillado y también cortado.**
- **Si se quiere realizar un tratamiento de pintado se recomienda que inicialmente se trate con una tapa poros ya que las pinturas o barnices se adhieren de mejor forma a su textura.**

El material utilizado en la mayoría de las cubiertas de las casas años atrás era de una aleación de asbesto y cemento llamada fibrocemento de la marca pizarreño, sin embargo, en los años 70 un investigador francés descubre que el asbesto contiene un componente cancerígeno que es nocivo para la salud, posteriormente a esto en el año 1986 la organización internacional del trabajo recomienda modificar a raíz de este descubrimiento sus componentes u ocupar algún material alternativo. En lo que respecta a Chile se tardó 15 años más en que se publicará un decreto que limitará el uso de este, ya que se creía que afectaría directamente el valor de las viviendas sociales.

En el año 2001 en el gobierno de Ricardo Lagos se firma el decreto supremo que prohíbe definitivamente “la producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción, que contengan cualquier tipo de asbesto” (decreto supremo 656,2001).



Figura 8: Plancha de Asbesto cemento.

SOLO USO ACADÉMICO

### 3.3 Actualmente

Según lo anteriormente señalado se provoca un quiebre en los materiales utilizados para la construcción de cerchas y cubiertas de techumbres dando paso a otro tipo de materiales con la intención de reemplazar la madera y el pizarreño como lo es el Metalcom y las cubiertas de zinc.

#### METALCOM

El Metalcon es una aleación de varias capas de hierro y zinc, donde su capa más externa denominada eta le confiere su aspecto gris brillante.

Este material proporciona una serie de ventajas para la construcción como lo son:

- **Menos pérdida de material**
- **Limpieza en la obra**
- **Rapidez de construcción**
- **Facilidad de transporte.**

También es considerado antisísmico, incombustible, resistente a la corrosión, indeformable, etc. lo que lo hace un material bastante fuerte para competir con la madera ya que requiere mucho menos mantención que esta.

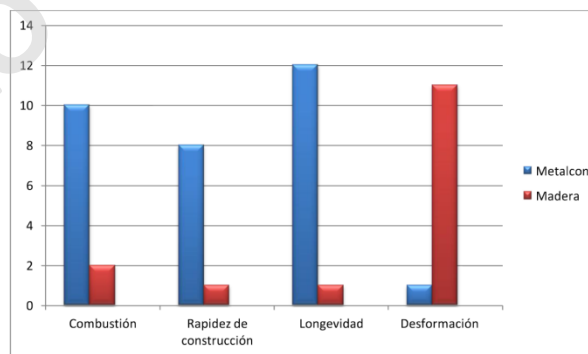


Figura 9: Gráfico comparativo Metalcom vs Madera.



Figura 10: Vivienda Realizada En Metalcom.

### CUBIERTAS DE ACERO GALVANIZADO

La lámina de zinc es una lámina de acero que ha sido sometida a un proceso de inmersión, para que esta quede recubierta completamente con dicho componente con la finalidad de prevenir la corrosión, causada por la exposición del acero a otros metales, oxígeno o al agua, con esto la lámina resiste mejor las fuerzas destructivas que puedan actuar en el acero.

Esta tiene un sin número de aplicaciones en la construcción ya sea para cubiertas de techumbre, canales de aguas lluvias, forros de coronación, casetas de gas, etc.

Esta puede ser en planchas lisas, acanaladas o tipo PV4.

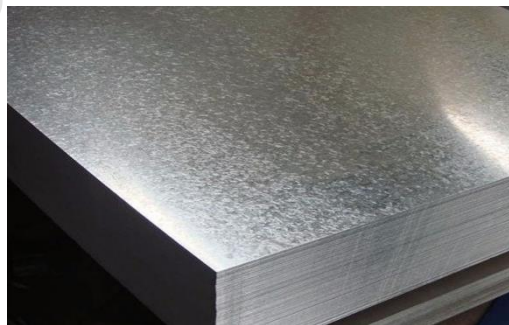


Figura 11: Plancha lisa.



Figura 12: Plancha acanalada.



Figura 13: Plancha Pv4

Alguna de las características de las láminas galvanizadas son:

- **Buena resistencia a la corrosión como se mencionó anteriormente.**
- **Durabilidad, ya que con una buena ejecución en sus diferentes aplicaciones puede durar años (ciudad 60 años aprox).**
- **No requiere mantenimiento**
- **Es muy manejable.**
- **100% reciclable sin límites de ciclo.**

Esta nueva generación de materiales (Metalcon y láminas galvanizadas) da paso a un sin fin de aplicaciones dentro de las cuales las más importantes es la construcción de cerchas y techumbres de distintos tipos.

### 3.4 Las Cerchas

Una cercha es una estructura en forma triangular, que aprovecha dicha geometría para poder transferir uniformemente el peso de la cubierta, poder manejar las tensiones y compresiones cambiantes de la estructura.

Esta utiliza una red de triángulos los cuales transfieren el peso y las tensiones a los puntos de las esquinas de dicha forma y con esto toman ventaja de su estabilidad para poder soportar de manera óptima la estructura.

Con esto se pueden diferenciar en distinto tipos los cuales son:

#### A) CERCHA LONG

Es un diseño en el cual las piezas horizontales tanto de arriba como de abajo están unidas por montantes verticales, todas las piezas están arriostradas a diagonales dobles y asemejan una X encerrada entre elementos cuadrados. Estas uniones se pueden hacer mediante tornillos ya sea en madera o en Metalcom, también se pueden utilizar otros elementos de ensamblaje como cola de milano, caja y espiga, clavadas, etc. pero estos últimos son exclusivos para madera.

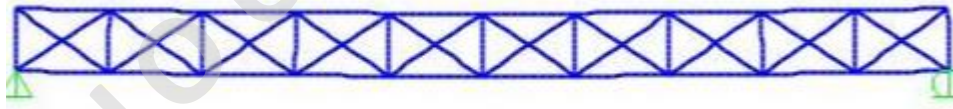


Figura 14: Cercha Tipo Long.



## B) CERCHA HOWE

Este tipo de cerchas utiliza montantes verticales entre las piezas superiores e inferiores, este diseño se utiliza mucho en madera. Los elementos diagonales son los que reciben la fuerza de compresión y las otras piezas verticales reciben las de tracción.

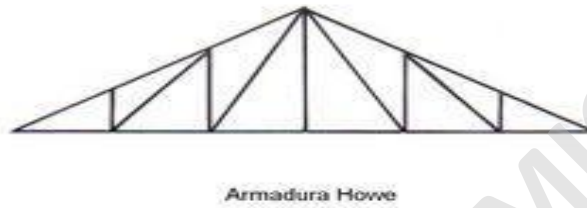


Figura 15: Cercha tipo Howe.

## C) CERCHA PRATT

Esta es una variación de la cercha tipo Howe, pero es realizada en un material más resistente (el acero o Metalcom en este caso). Se diferencia del modelo anterior en que los elementos del interior de las cerchas conforman una letra V. y en este caso los elementos verticales reciben la compresión y los diagonales la tracción.

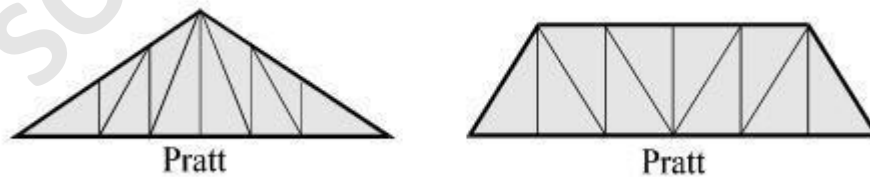


Figura 16: Cercha tipo Pratt.

Cabe destacar que estas son las más conocidas o utilizadas ya que existen otros tipos como, por ejemplo, la cercha de Warren, cercha K la cual es utilizada en puentes principalmente y la cercha tipo Baltimore.

También hay que mencionar que este tipo de cerchas pueden tener tanto una forma triangular como rectangular dando cabida a techos a dos o más aguas, tipo tijera, etc.

Igualmente hay que mencionar que para estos tipos de techumbres en la actualidad existen variados tipos de cubiertas ya sean en planchas de zinc lisas, planchas de zinc tipo pv4, tejas tradicionales, también teja asfáltica, etc. Esto quedará a criterio tanto del mandante como del arquitecto a cargo de la obra.

### **3.5 Reseña Histórica Empresa RYL**

R Y L es una empresa familiar constituida hace cuatro años, sin embargo, tiempo atrás los miembros de la familia solo se dedicaban de manera particular y como maestros a la hojalatería y las techumbres.

Se inició por iniciativa de Luis Quijano Muñoz, quien puso en práctica su conocimiento en hojalatería y construcción, con esto comienza a dejar todo su conocimiento a sus hijos (Luis, Emiliano y Jonás), quienes de muy temprana edad conocieron y aprendieron de este arte trabajando con su padre y a medida que pasaron los años lograron convertirse en maestros.

El primero de los hijos Luis, fue quien logró dar el primer gran paso y compro la primera máquina plegadora, con la cual consiguió no solo seguir haciendo cubiertas y techumbres si no que una infinidad de canales de aguas lluvias, forros, casetas de gas, etc.

Con el transcurrir de los años Luis formaliza su familia de la cual nacen 4 hijos, siendo el mayor de este Rubén, quien seguiría el legado de su abuelo y su padre, aprendió el oficio también de una muy temprana edad. De igual forma este complementa sus conocimientos estudiando otras especialidades de la construcción como es la gasfitería y la soldadura, con esto obtiene su primer empleo en mantenimiento de una universidad. Gracias a su buen desempeño en el trabajo crea una amistad con una persona de jerarquía alta dentro de la universidad, el cual le hace una oferta de empleo la misma que tiempo después le otorgaría más experiencia en el campo de la construcción y en el área de negocios.

Después de un tiempo decide independizarse y crea su propia empresa y le propone a su padre Luis si quiere ser su socio, de esta sociedad nace RYL Hojalatería.

Comenzaron a trabajar juntos y destacándose en la construcción, con esto comenzaron a realizar proyectos con grandes empresarios como los son la familia Yarur y otras constructoras.

Pasado 3 años deciden ampliarse más en el rubro e incursionan en el área de las estructuras metálicas y con esto logran obtener el primer gran proyecto el cual le realizaron a la empresa Ingevec S.A en la obra Copesa 4 ubicada en Diagonal Vicuña Mackenna con Santa Elena en la comuna de Santiago, esto dio paso a adjudicarse más proyectos y así darse a conocer como hojalatería y estructuras metálicas.

Pasado el tiempo se disuelve la sociedad y su nombre se reestructura a R Y E estructuras metálicas y hojalatería, empresa dedicada a entregar calidad y buen servicio a sus clientes

## 4. ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN LAS TECHUMBRES Y SU IMPLICANCIA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

### 4.1 Principales Problemas en la ejecución de las techumbres

#### A) Errores En Las Cubiertas De Hojalatería

Uno de los problemas que podemos observar principalmente en las cubiertas de tipos americanas es la utilización de una placa de osb que no es la correcta (bajo espesor) ya que al no tener el espesor suficiente al momento de aplicar una fuerza significativa encima de esta y las planchas de zinc, estas últimas comienzan a deformarse (hundándose), al hundirse genera que el agua de lluvia se estanque y comience a penetrar por las planchas de zinc deteriorando las placas de osb.



Figura 17. Placa de Osb en mal estado.

Otro error muy común que se comete es utilizar una barrera de vapor muy delgada entre las placas de osb y las planchas de zinc (fieltro asfáltico de 10 lbs), ya que la placa de zinc reacciona químicamente provocando humedad entre la cubierta y el fieltro, y este al ser tan delgado deja que la humedad penetre en él provocando que la placa de osb también se humedezca y comience a deteriorarse.

Cuando se ejecuta una techumbre y no existe la presencia de algún profesional de la construcción que supervise dicha construcción, esta puede no quedar con las pendientes óptimas para el tipo de plancha a utilizar en la cubierta.

Esta problemática ocurre principalmente en las techumbres de tipo mediterráneas cuyas pendientes son mínimas esto se provoca porque se privilegia mucho el modelo arquitectónico de estas casas al construirlas lo cual se desvía la atención de lo más importante que es dejar una pendiente correcta en la techumbre. ya que habitualmente para abaratar costos utilizan un tipo de plancha que es la tipo 5v, que utiliza espesores muy mínimos (0.35 mm), lo que produce a su vez que si no se cuenta con una obra de mano calificada para su manipulación e instalación esta se abolle en diferentes puntos y no cumpla con su objetivo que es evitar el paso de la lluvia, ya que este tipo de planchas al no ser instaladas de un largo continuo, provoca que al momento de haber lluvia acompañada de viento, el agua penetre la cubierta por los traslapes de la plancha causando filtraciones.



Figura 18: Plancha 5V.

Otro punto importante a considerar, es la utilización de fijaciones las cuales no son las adecuadas para la hojalatería, esto queda al descubierto ya que muchas veces la empresa RYL ha encontrado cubiertas las cuales están fijadas con clavos o tornillos que no corresponden, como tornillos punta de broca en la madera la cual no cumple la función de fijar la plancha a la madera, también utilizan un tornillo que se utiliza para adherir la vulcanita el cual no sirve ya que no cuenta con una unión “goma” y sellos no aptos para la hojalatería provocando que con el paso del tiempo la fijaciones se suelten y los sellos se rompen ocasionando filtraciones.

Como consecuencia de todo lo anterior, se afectan otros elementos importantes de la techumbre, como lo son las canales de aguas lluvias, las cuales no se les da la profundidad necesaria para resistir, conducir y expulsar el agua, provocando su rebalse y posterior filtración desde la canal hacia la techumbre.

La empresa RYL también se ha encontrado una infinidad de veces con que en constructoras tanto grandes como pequeñas reutilizan el material, como por ejemplo las mismas placas utilizadas para los moldajes son utilizadas en la cubierta sin tener una limpieza previa, esto provoca que los residuos de hormigón que quedan en estas placas ocasionan corrosión lo cual lleva a un posterior deterioro en la cubierta de hojalatería.



Figura 19 :Placa Carpintera con restos de hormigón.

## B) Errores En Las Cerchas De Metalcom

En el caso de cerchas confeccionadas en Metalcon, para el uso en ciudad deben rodear el 30 o 25% de pendiente, ya que no existe un clima tan extremo de lluvias o nevazones constantes donde sí se necesitan pendientes mayores al 35%, esto no quiere decir que en la ciudad no se puedan realizar techumbres con más pendiente eso siempre quedará a criterio de la arquitectura que se quiera lograr.



Figura 20: Cercha de Metalcom.

Uno de los problemas más habituales en la realización de cerchas de Metalcon, es que con el fin de abaratar los costos no se realiza una estructuración acorde a los diámetros de cerchas, lo que provoca una alteración en la flexibilidad de esta ya que dependiendo de la cubierta que se utilice si no se estructura de buena manera o no se ocupa la cantidad de materiales adecuado esta va a tender a flectarse, provocando la deformación de la cercha.



Figura 21; Cercha de Metalcom Montada.

Otro de los errores es que la mano de obra no es calificada lo que provoca que al momento de estructurar la cercha se instalen los pendones o pies derechos de las cerchas cada 2 a 3 mt, lo que conlleva un grave error ya que esto como máximo debería ir cada 1mt de distancia, por este motivo las diagonales que son las encargadas de transmitir las cargas a través de las cerchas, son ejecutadas con un ángulo de inclinación menor a los  $45^\circ$  no cumpliendo correctamente su función, provocando que la estructura se debilite.

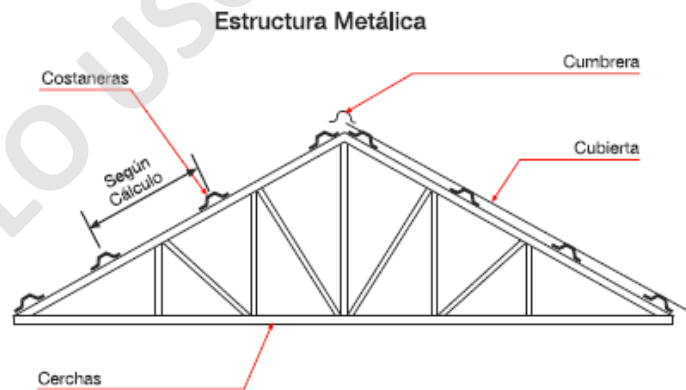


Figura 22: Estructura de Cerchas.



Otro error que se puede identificar es que con el afán de terminar la construcción de las cerchas con una mayor rapidez y menores costos los maestros no utilizan la cantidad de fijaciones correspondiente y también utilizan fijaciones tipo truss (cabeza de lenteja) auto perforante las cuales no son las mejores para dicha estructura.



Figura 23: Tornillo Truss o Cabeza de lenteja auto perforante.

SOLO USO ACADÉMICO

## 4.2 Incidencia en el presupuesto inicial en caso de reparación de techumbre.

A continuación, se presentan dos casos en los cuales analizaremos en qué porcentaje aumenta el presupuesto cuando la ejecución inicial de una techumbre no se hace correctamente.

En el primer caso se verá un presupuesto original de ejecución de techumbres de una empresa la cual llamaremos “Techumbres Ltda.” en la cual no se utilizarán los materiales correctos, lo cual provocará que la cubierta comience a filtrar en un periodo de 3 meses desde su ejecución inicial, donde se observaran daños principalmente en las placas de osb y su respectiva barrera de vapor.

### Cuadro Comparativo caso 1

Tabla 1: Cuadro comparativo Caso 1.

CUADRO COMPARATIVO PRESUPUESTO CUBIERTA EMBALLETADA			
PRESUPUESTO ORIGINALES SIN REPARACION		REPARACION DE CUBIERTA	
TECHUMBRES LTDA	RYL HOJALATERIA	RYL HOJALATERIA	
\$942.123	\$1.299.480	\$1.466.080	
COMPARACION	\$357.357	DIFERENCIA	\$523.957

El primer caso se muestra una diferencia inicial comparando los dos presupuesto desde un inicio de la licitación y podemos ver que el cliente con el afán de ahorrar prefiere la opción número uno solo juzgando por el precio y no la calidad de sus trabajos, es por esto que al momento de desarrollar el trabajo este queda mal ejecutado, ya que la empresa techumbres Ltda. no cuenta con la experiencia ni la mano de obra calificada para este trabajo y también los materiales que esta empresa utiliza no son los mejores ya que como se explicó anteriormente utilizarán planchas pv 5 de 0.35 la que es muy delgada ,en un techo que no tiene buena pendiente y una barrera de vapor muy delgada (10 lbs) es por esto que el cliente tiene que recurrir en una segunda oportunidad una vez que ya falló la cubierta, a la empresa RYL la cual es una empresa que tiene mucho

mas año en el ámbito de las cubiertas y se caracteriza por utilizar los mejores materiales (planchas correspondiente, barrera de vapor, sellos, etc.) y además que da trabajos los cuales son garantizados . Es por esto que el presupuesto se eleva un poco al iniciar ya que la empresa debe desarmar toda la cubierta afectada y volver a armarla de la manera correcta y con los materiales que si le den la duración que corresponda, es por esto que la relación precio - calidad varíe de manera considerable y en este caso si responderá a un trabajo de una mayor duración y de calidad y que a largo plazo será un beneficio.

## Cuadro Comparativo caso 2

Tabla 2: Cuadro Comparativo Caso 2.

CUADRO COMPARTIVO PRESUPUESTO TECHUMBRE Y CUBIERTA			
PRESUPUESTO ORIGINAL SIN REPARACION		REPARACION DE TECHUMBRE Y CUBIERTA	
TECHUMBRES LTDA	RYL HOJALATERIA	RYL HOJALATERIA	
\$2.015.116	\$5.751.950	\$11.349.066	
COMPARACION	\$3.736.834	DIFERENCIA	\$9.333.950

En este segundo caso al igual que el anterior se presenta las propuestas originales de ambas empresa y otra vez se prefiere a la primera opción, la cual ejecuta un mal trabajo nuevamente por no utilizar los materiales y la cantidad de materiales adecuado, un ejemplo de esto es que la cercha solo estará compuesta por montantes de 60 y la estructuración de esta no será la adecuada , también los tipos de fijaciones que se utilizaran no son las correctas, etc., es por esto que en este caso falla la estructura completa (cercha y cubierta). Dejando las cerchas con muy poca pendiente, esta comienza a flectarse por ende la cubierta comienza a acumular agua y posteriormente a filtrar, provocando el deterioro de la estructura completa, es por esto que el presupuesto de reparación es tan elevado ya que se considera el desarme de toda la techumbre, la prolongación del antepecho para mejorar la pendiente de la cercha y la instalación de la nueva cubierta, nuevas canales y nuevos forros de coronación. Y todo esto de ira realizando con montantes y canales de 90 para mejorar la resistencia y con

cada una de sus fijaciones correctamente utilizadas, planchas de zinc nuevas con un espesor mayor y el mejoramiento de la pendiente.

lo que podemos concluir de este capítulo es que los principales errores que se cometen cuando se desarrollan este tipo de partidas como lo son las techumbres el cliente prefiere quedarse con el presupuesto más barato antes que con la calidad, lo cual le va a costar casi el doble cuando este se filtre y tenga que repararlo, en vez de contratar de un principio la empresa RYL que si bien los precios son más altos, pero si entregan un trabajo de calidad y con garantía ya que si llegase a tener algún problema este se le soluciona de forma inmediata y sin costo, también otro error es no utilizar los materiales ni la cantidad de estos que corresponde para que no ocurra ningún tipo de imperfecto.

Cabe mencionar que en esta comparación solo nos enfocaremos principalmente en la incidencia en los costos más que en los plazos ya que para esto se debería recurrir a una investigación más profunda. Y con esto dejamos pie para que otros puedan realizar otra memoria enfocada en ese aspecto. Lo que si podemos mencionar es que si existirá una incidencia en el plazo por una mala ejecución de una techumbre.

## **5. MANUAL DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA DE TECHUMBRES Y HOJALATERIA**

En este capítulo se podrán observar, algunas recomendaciones y precauciones que se deben tener al momento de ejecutar y revisar la estructura de la techumbre, en este caso la fabricación de la cercha de Metalcom y su respectiva cubierta realizada con plancha de hojalata (plancha de zinc alum).

Como primer punto comenzaremos con el Metalcom y la correcta fabricación de las cerchas.

### **A) Tipo de Perfiles a utilizar**

En muchas ocasiones y siempre por un tema monetario se utilizan perfiles que no corresponde para la estructuración de las cerchas o también no se utiliza las cantidades necesarias, según la experiencia de la empresa RYL una cercha bien fabricada debe contar con perfil montante de 90 y un perfil canal de 92 con el que se debe unir el montante para los elementos, tirantes y par de la cercha y para el resto de los elementos de la cercha (montantes, pendolón y diagonales) se debe solo utilizar el perfil montante de 90. Siempre se debe estructurar el par y tirante de la misma forma, ya sea si se quiere con un perfil más pequeño (montante de 60) pero siempre debe ir acompañado de un perfil canal, la diferencia que existirá será las dimensiones del perfil y la capacidad de carga de cada uno.

MONTANTES								
A	40	60	90	90	100	150	150	150
B	38	38	38	38	40	40	40	40
C	8	6	12	12	12	12	12	12
Espesor mm.	0,85	0,86	0,85	1,00	0,85	0,85	1,00	1,60
K/ml.	0,830	0,968	1,210	1,430	1,290	1,610	1,890	3,030



Figura 24: Perfil Montante.

### B) Tipo De Fijaciones

Para las uniones en el Metalcom queden con una buena ejecución y terminación en el caso de las cerchas, se deben utilizar solamente tornillos con cabeza hexagonal auto perforantes en todas las uniones, para fijar las placas de osb o la placa carpintera a las costaneras estas también deben ser fijadas con los mismos tornillos.



Figura 25: Tornillo Cabeza Hexagonal auto perforante.

### C) Pendientes

Las pendientes que se manejan principalmente en la ciudad siempre deben bordear el 30 a 25 de % para que funcione correctamente.

#### D) Estructuración De La Cercha

Como se mencionó anteriormente en el desarrollo de esta tesis los maestros que no cuenta con una experiencia basta en este tipo de cerchas, cometen un error que es dejar las diagonales que van entre montantes con un ángulo de inclinación menor a los  $45^\circ$ . Para que la cercha cumpla con lo que se requiere que es la transmisión de las cargas y soporte de la cubierta, siempre sus diagonales deben tener ese ángulo óptimo de inclinación de ( $45^\circ$ ) es decir si yo tengo una separación de 0.80mt entre montantes y mi montante tiene una altura de 0.60 mt, mi diagonal debe ser de 1.00mt de largo para que cumpla con su ángulo de inclinación.



Figura 26: Estructura cercha Metalcom.

#### E) Distanciamiento De Costaneras

Una vez montada las cerchas estas deben ir unidas por costaneras las cuales serán perfiles Omega, las cuales deben ir cada 40 cm hasta 60 cm como máximo esto va a depender de la placa a utilizar (osb o placa carpintera).

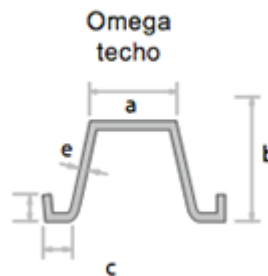


Figura 27: Omega Para costaneras.

### **F) Placas A Utilizar**

Ya una vez montada todas las cerchas y unidas con sus respectivas costaneras se debe proceder con la instalación de placas ya sean de OSB o Placa Carpintera, estas deben ser de un espesor de al menos 15 mm, para que la cubierta trabaje de buena, estas siempre deben estar en buen estado.

Nunca reutilizar placas, por ejemplo, la reutilización de placas carpinteras utilizadas para moldaje ya que estas cuentan con residuos de hormigón y esto provoca un deterioro (oxidación) en la cubierta.



Figura 28. Placa Carpintera 15 mm.

### **G) Barrera De Vapor**

Para proteger la placa de la humedad que la cubierta de hojalatería puede provocar se debe utilizar un fieltro asfáltico de 11 o 15 lbs corrugado que es lo óptimo, en ocasiones se solicitan que estas se combinen y utilizar dos capas de barrera de vapor, estas pueden ir sueltas y la misma cubierta las fija o bien si se quiere se puede utilizar una grapadora para fijar está a la placa.





Figura 29: Filtro Asfálticos 15 lbs corrugadas.

### H) Tipos De Planchas Para Cubierta

Existen varios tipos de plancha de zinc utilizadas para las cubiertas como lo es por ejemplo la PV-4, 5V, se puede utilizar la plancha lisa, esta última se utiliza mayoritariamente para la fabricación de cubiertas de tipo mediterránea.

En este manual nos enfocaremos principalmente en dos y como debe ser su correcta instalación, estas serán las 5v y la plancha lisa de zinc



Figura 30: Plancha Pv4.

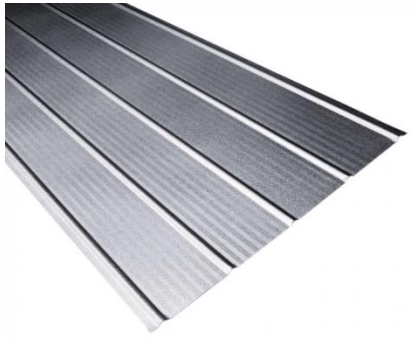


Figura 31: Plancha 5v.

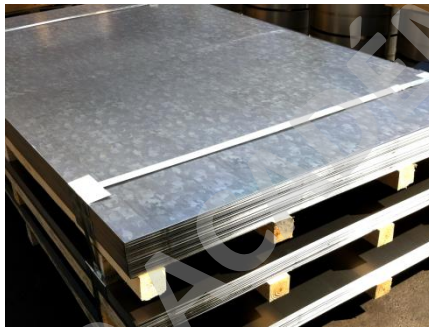


Figura 32: Plancha Lisa Zinc.

### **I) Plancha 5v**

En el caso de utilizar esta plancha, se debe buscar de un espesor mínimo de 0.4mm hacia arriba. Y para que esta no presente problemas se debe contar con una pendiente mínima del 10% siendo el 20% el ideal.

<b>Esquema lineal</b>			
<b>Espesores 6V</b>	0,40	0,50	0,60
<b>Peso (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	3,51	4,49	5,37
<b>Ancho útil</b>	910 mm.		
<b>Largos Estándar</b>	2,0 - 2,5 - 3,0 - 3,5 mts.		
<b>Terminación</b>	Zincalum - Prepintado		
<b>Usos</b>	Cubiertas de viviendas, cobertizos, pequeños galpones, revestimientos laterales y cierres perimetrales.		

Figura 33: Esquema plancha 5V.

### J) Traslapes óptimos para Plancha 5v

Esta plancha se vende solamente en largo máximos comerciales son hasta 3.5 mt y en algunas empresas se pueden encontrar en largos de 6 mt , lo cual en ocasiones se deberá considerar traslapes para alcanzar una mayor superficie, este traslape en el caso de que se realice a lo largo debe ser de al menos 20 cm y cuando se realice a lo ancho se debe utilizar el traslape normal de la plancha que es de 10 cm.

### K) Fijaciones a Utilizar (5v)

Las fijaciones a utilizar en este caso que las cerchas y costaneras son de Metalcon deben ser tornillos auto perforantes cabeza hexagonal con unión goma, en el caso de que está cubierta vaya sobre osb, se debe considerar que los tornillos deben encontrar las costaneras de Metalcom (omegas) ya que si quedan solamente fijadas al osb estas con el tiempo se sueltan, ahora si se utiliza placa carpintera se puede fijar sin necesidad de buscar la costanera, está fijación debe ser con tornillo llamado tapfast.



Figura 34: Tornillo tapfast punta fina unión goma.



Figura 35: Tornillo cabeza Hexagonal autoperforante unión goma.

### **L) Lugar De Fijación (5v)**

La mayor cantidad de las planchas que cuentan con un nervio mínimo se deberían fijar siempre en dicho nervio.

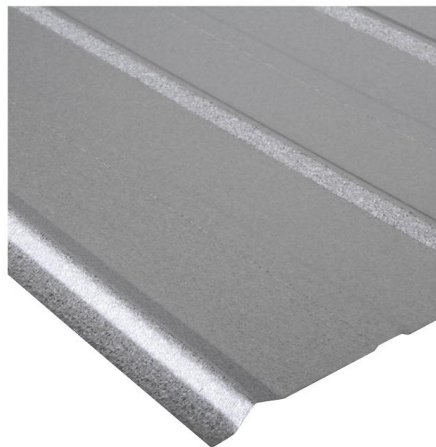


Figura 36: Nervio Plancha 5V.

### **M) Plancha Lisa De Zinc Para Cubierta**

Esta plancha se utiliza principalmente en viviendas de tipo mediterráneas, estas planchas se pueden utilizar en un largo continuo o traslapadas y cuentan con espesores desde 0.4 mm hasta 0.8 mm en galvanizada o zinc alum.



Figura 37: Plancha lisa Galvanizada.

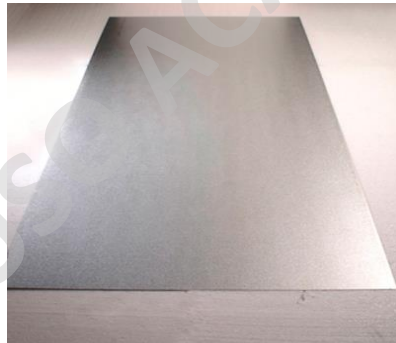


Figura 38: Plancha Lisa Zinc Alum.

### **N) Tipos De Traslapes**

Estas planchas habitualmente se utilizan en largos de 3 mt, por un tema de traslado más cómodo. Sin embargo, estas planchas se pueden plegar o diseñar hasta 9 mt o bien si se quiere hacer de un largo continuo del largo que se requiera la plancha se puede llevar en rollos y se diseñan en terreno manualmente, sin embargo, no queda con la prolijidad de un plegado con máquina.

Existen una cubierta de tipo emballetada y uno listonado con palos de 2x1” esto se realiza para el ancho y para el largo de debe traslapar con un trabajo de hojalatería.

**Doblado Emballetado**



Figura 39: Doblado Emballetado.

**Doblado Listonado**



Figura 40: Doblado Listonado.

**Detalle Emballetado**



Figura 41: Detalle Emballetado.

Detalle Listonado - Madera 2x1"



Figura 42: Detalle Listonado.

Traslape Plancha Continua



Figura 43: Detalle de traslape a lo largo de la plancha Para plancha continua.

### O) Tipos De Fijaciones

En el caso de que la cubierta sea de tipo emballetada se fija a la placa con unas piezas especiales realizadas en la misma lata de la cubierta con tornillos y entre planchas unidas a lo ancho se fija con un perno truss (cabeza de lenteja) punta fina o remachada.

En el caso de la cubierta listonada la plancha se fija al listón de 2x1" en forma horizontal a este con tornillos rock on punta fina y sobre el mismo listón cuando se unen las planchas de fija con tornillo tapfast punta fina unión goma.

**Fijación a Placa (Hojalatería)**

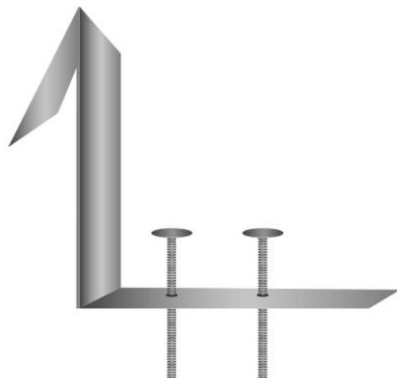


Figura 44: Fijación a Placa Para Techo Embalado.



Figura 45: Tornillo Rock on Punta Fina.

SOLO USO ACADÉMICO



## 6. COMPARACIÓN EN LOS COSTOS SI SE IMPLEMENTA ESTE MANUAL

En este capítulo veremos cómo disminuyen los costos si ambas empresas utilizan el manual de inspección ya presentado en el capítulo anterior y demostrar cuanto realmente se ahorraría tanto el mandante en términos de costos monetarios y las empresas en términos de estabilidad y confiabilidad.

Tabla 3: Comparación costos implementando manual.

Empresa	Valor Presupuesto
Techumbre Ltda.	\$ 9.292.030
RYL Hojalatería	\$ 9.292.030
	<b>AHORRO</b> 3%

En este caso donde la empresa que sería la competencia de RyL y al igual que ellos utilizaran dicho manual ambos cuanta con un valor de obra igual ya que utilizaran los mismos materiales, manos de obra, etc.

Como bien podemos ver solo existirá un ahorro no menor al 3% que sería en este caso sería solo el descuento del desarme el cual es la suma de \$245.000, que en este caso no sería necesario realizar esta partida.

Y en caso de a que alguna de las dos empresas pudiera conseguir una mano de obra igualmente capacitada y con un costo menor puede rebajar aún más este porcentaje y entregar de igual manera un trabajo de calidad.

## 7. CONCLUSIÓN

En esta tesis se logró crear de buena forma el manual de inspección de techumbres y hojalatería para mejorar la vida útil de las techumbres.

Se pudo desarrollar una reseña histórica tanto de la techumbre como también de la empresa. Como por ejemplo que en los tiempos antiguos el hombre comenzó a incurrir en la construcción de elementos de techumbres como lo son las cerchas de distinto tipo de materiales como por ejemplo en Egipto el cual no contaba con una gran malla boscosa y su principal especie existente era las palmeras

Y con esto se da paso a la exportación que estos debían realizar para poder obtener madera de buena calidad y con esto también comenzaron las primeras técnicas de ensamble como lo son ensamble cola de milano, caja y espiga, etc.

Luego pasamos a Grecia los cuales fueron comenzaron a utilizar la mezcla de barro y paja u otra fibra para realizar las cubiertas de sus viviendas, ya después pasado el tiempo comienza a utilizar las tejas cerámicas para sus cubiertas y fueran una de las primeras civilizaciones en realizar techumbre a dos aguas.

Luego tenemos a roma quien fuera el "seguidor" de las tecnologías creadas por los griegos

En los años 70's en Chile se utilizaba el pino radiata como material para las cerchas y como material para cubierta de utilizaban plancha de asbesto-cemento la cual con el tiempo se descubre que el asbesto es nocivo para la salud ya que contiene componentes cancerígenos es por esto que se comienza a implementar un plan de acción para retirar este material y reemplazarlo por otro alternativo.

En el Chile actual las tecnologías avanzaron tanto que ahora se utiliza el Metalcom para cerchas y una gama variada de materiales, pero esta memoria se enfocó principalmente en la hojalatería.

Se logró demostrar a cabalidad cuales eran los principales errores en los que se incurría cuando se ejecutaba una techumbre, Podemos concluir de esta forma que muchos de los errores que se comenten tanto en la construcción de las cerchas de Metalcom como en la instalación de la cubierta, son por un tema de costos ya que siempre se está buscando hacer las cosas bien pero a la gran mayoría de las personas y empresas no les gusta gastar mucho dinero es por esto que se contratan empresas o mano de obra que no cuenta con la vasta experiencia para desarrollar de buena manera la construcción de la techumbre o también muchas veces el uso de materiales que no son los correctos o materiales reciclados como lo son la placas carpinteras que utilizan muchas veces para el moldaje los reutilizan pero estos quedan con residuos de hormigón lo que provoca que con el tiempo si reaccione químicamente con la plancha de zinc y comienza a deteriorarse y con esto se da pie a demostrar la implicancia que tiene en un presupuesto de obra estos errores.

Logramos crea un manual de inspección de techumbres y hojalatería con el cual podemos realizar una techumbre de manera eficiente y eficaz, y como una forma de darle mayor seriedad y maximizar las competencias de la empresa RyL en comparación con sus pares del mismo rubro, la cual ya cuenta con una gran experiencia en la construcción de techumbres.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

- 1. Máster en técnicas y sistemas de edificación universidad politécnica de Madrid. Origen y Evolución de La cercha, autor: Gregorio García López de la Osa**
- 2. <https://10tipos.com/tipos-de-techos/>**
- 3. [http://www.encyclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz\\_id=12075](http://www.encyclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz_id=12075)**
- 4. <https://www.lifeder.com/tipos-de-cerchas/>**
- 5. <https://egiptologia.com/materiales-de-construccion-en-el-antiguo-egipto/>**
- 6. <http://www.theclinic.cl/2012/10/29/asbesto-los-complices-de-un-enemigo-mortal/>**
- 7. <https://www.majofesa.com/tablon-de-madera/madera-de-pino-radiata/>**
- 8. [http://www.registrocdt.cl/fichas%20especificas/listado\\_fichas/fichas/c11/CINTAC\\_metalcon\\_estr/](http://www.registrocdt.cl/fichas%20especificas/listado_fichas/fichas/c11/CINTAC_metalcon_estr/)**
- 9. <https://prezi.com/g0p9pyqj18yz/metalcon-vs-madera/>**
- 10. [http://www.quintametalica.com/datos/metales\\_documentos/archivo18/Ficha%20Zinc.pdf](http://www.quintametalica.com/datos/metales_documentos/archivo18/Ficha%20Zinc.pdf)**
- 11. <http://termiserprotecciones.com/que-es-una-cercha-en-construccion-usos-tipos/>**
- 12. <http://www.smartienda.cl/smart2007/default.asp?contenido=producto.asp&php=1645&producto=59851>**