

Muchos ven en Jorge Belanko una figura paternal, otros un maestro, otros un amigo. No hay duda que en todos esos sentimientos está una referencia. Este libro está dirigido a la amplia gama de personas que en estos años pudieran beneficiar de su generosidad y de su compartir, pero también para aquellas que todavía no lo conocen. En él se refleja el amplio camino recorrido entre pruebas y experimentaciones en la búsqueda de perfeccionar un sistema constructivo.

Creo que su objetivo tiene siempre un alcance mayor expreso en sus propias palabras: "compartir un tesoro que tuve la suerte de encontrar". Pero también el objetivo del libro es ofrecer las herramientas al autoconstructor y, seguramente al profesional, para que de manera simple, eficaz y sustentable pueda acceder/hacer la vivienda.

Marco Aresta



Jorge Belanko

*La casa de Barro. Técnica: quincha en bastidores ensamblados.*

PASO A PASO

# LA CASA DE BARRO

Técnica: quincha en bastidores ensamblados

Jorge Belanko





**Jorge Esteban Belanko.** Nació el 28 de junio de 1950 en la ciudad de Buenos Aires, vivió en Córdoba, Santa Teresita y actualmente en El Bolsón, Río Negro. Hijo de padre húngaro de profesión albañil y de madre criolla (hija de alemán y argentina) trabajadora doméstica. Desde los 12 años trabajó con su padre en obra y estudiaba de noche construcciones, en la Escuela Nacional N°1 de Banfield. Fue siempre maestro por naturaleza, en la obra le decían desde muy chico "el profe". Sigue sus estudios para maestro mayor de obras, hasta que abandona la enseñanza formal para ser autodidacta hasta estos días. En los años '90 descubre la bioconstrucción y se dedica desde ese entonces a construir en armonía con la naturaleza.

Albañil reconocido por la Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional del Comahue y Universidad Nacional San Juan Bosco. Protagonista del documental didáctico "El barro, las manos, la casa". Ha dictado numerosos talleres y conferencias en instituciones públicas y privadas de Argentina, Brasil, Chile, México, Nueva Zelanda y Uruguay.

Belanko, Jorge Esteban

La casa de barro : técnica : quincha en bastidores ensamblados / Jorge Esteban Belanko; Pamela Carolina Natan. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Pamela Carolina Natan, 2019.

154 p. ; 24 x 17 cm.

ISBN 978-987-86-1367-3

1. Construcción. 2. Hábitat. 3. Medio Ambiente. I. Natan, Pamela Carolina. II. Título.

CDD 693.9

#### Ajuste de planos

Verónica Stivanello | mvstivanello@gmail.com

#### Esquemas

Ailín Huará Carassay | ailincarassay@gmail.com

#### Fotografías

Ricardo Tamalet | ricardotamalet@hotmail.com

Andrea Swidzinski

Y fotos tomadas durante los talleres

#### Correcciones

Mara Riestra | ecodinamia@yahoo.com.ar

#### Diseño de tapa e interior

Eric Robinson | robinsonericwilliam@gmail.com

<http://be.net/ericrobinson>

## PASO A PASO

# LA CASA DE BARRO

## Técnica: quincha en bastidores ensamblados

**Jorge Belanko**

Hecho el depósito que indica la ley 11.723

Este libro se terminó de imprimir en Talleres Trama S.A., Buenos Aires, Argentina en agosto de 2019

## PRÓLOGO

Muchos ven en Jorge Belanko una figura paternal, otros un maestro, otros un amigo. No hay duda que en todos esos sentimientos está una referencia. Referencia en términos profesionales pero también humanos. Como tal, este es un libro muy deseado, no solo por Jorge, pero también por todos aquellos que en sí depositan la confianza que transmite un maestro.

Para mi, Jorge es todo eso a la vez, y pude, al mismo tiempo que aprendía de él, acompañar su crecimiento y su transformación a nivel profesional, algo siempre presente en los verdaderos maestros, sofregos de conocimiento.

Este libro está dirigido a la amplia gama de personas que en estos años pudieran beneficiar de su generosidad y de su compartir, pero también para aquellos que todavía no lo conocen. Su trabajo de todos estos años no se puede resumir a un simple libro ni tampoco a una técnica constructiva. Pero lo que este libro trae es probablemente un resumen suyo, personal, del amplio camino recorrido entre pruebas y experimentaciones en la búsqueda de perfeccionar un sistema constructivo.

Su rigor, proveniente de un carácter, a su vez implacable y a su vez generoso, lo lleva en la interminable tarea de perfeccionarse a sí mismo, influenciando a su entorno humano y de obra.

Creo que su objetivo tiene siempre un alcance mayor expreso en sus propias palabras: "compartir un tesoro que tuve la suerte de encontrar". Pero también el objetivo del libro es ofrecer las herramientas al autoconstructor y, seguramente al profesional, para que de manera simple, eficaz y sustentable pueda acceder/hacer la vivienda.

Para que "no quede más cara la sopa que el puchero", Jorge Belanko deja a descubierto, en este libro, una serie de consejos prácticos de obra. Esto hace posible la construcción de una vivienda sin que los abruptos errores nos desmotiven.

Queda expuesta en estas páginas, de manera humanizada, toda la información necesaria, sin filtros, sin patentes, "sin fuentes a nombrar ni letras chicas"; lista para usar y compartir de manera a que todos puedan tener acceso a un derecho fundamental del ser humano: la vivienda propia.

Sumando a la visión pragmática y práctica que Jorge espeja en el texto, yo diría que existe también una dimensión oculta, sutilmente cobijada en las páginas del libro y solamente posible de ser vivenciada. Se trata de que, construir una casa no es solamente edificar un refugio. Construir una casa corresponde a uno de los rituales más antiguos de la humanidad y, como tal, imita y reactualiza un arquetipo, el "inicio primordial". Tener la posibilidad de construir nuestra vivienda significa el establecimiento de una "nueva" etapa en nuestras vidas y de la familia. Entrar en la nueva casa es un "Año Nuevo", un renacimiento del Ser. El ritual de construir una casa simboliza la construcción de un nuevo mundo, un nuevo tiempo y espacio para un nuevo ser humano que se renova.

Por último, este libro se encuadra dentro de las temáticas de la "construcción natural", tal como Jorge lo define, pero también es un libro para poner en el grupo de los libros de albañilería, carpintería, arquitectura, ingeniería y, por que no, de filosofía, de sociología y de antropología dada la ideología que lo atraviesa y lo inunda.

Jorge sabe, y por eso el libro lo expresa, que el arte de construir es múltiple, abarcativa, interdisciplinaria y quizás infinita. Por eso, con la práctica del saber/hacer, Jorge vincula y expresa de manera accesible algo complejo.

Para construir una vivienda digna con materiales naturales, sanos y locales, diría, que no hace falta nada más, que abrir y ensuciar este libro de barro, mientras la voluntad, el esfuerzo y el criterio riguroso de cada uno hace avanzar la obra!

Marco Aresta

El Hoyo, Chubut, 2019

## PALABRAS DE JORGE

Esta guía para la construcción natural está dedicada a quienes gustan del hacer. La idea es contarles, desde mi experiencia, los principales detalles a tener en cuenta al encarar una autoconstrucción, para facilitarles la tarea cuando estén con las manos en la obra. Deseo compartirles lo que he ido descubriendo a lo largo del tiempo. Aprendizajes que he ido adquiriendo a través de mis grandes maestros: mi familia, discípulos e incluso personas que no tienen nada que ver con la construcción natural. También, a través de las diversas situaciones de la obra, haciendo y deshaciendo, probando una y otra vez, sin temor a perder el tiempo. Complementando con material bibliográfico que llegó a mis manos. En fin, la vida misma.

Estoy convencido de que el conocimiento es universal, no es de nadie y es de todos. No nací sabiendo, las circunstancias hicieron que sepa una pequeñísima porción de lo infinito. Naturalmente, me ha servido de base el estar desde niño en obra con mi papá, siendo él albañil desde antes que yo naciera. Así aprendí el oficio, siendo un buen ayudante, luego medio oficial, oficial, capataz. Por eso me considero por sobre todas las cosas un albañil con todas las letras (modestia aparte). Estudiando de noche me dieron un título de constructor, luego seguí estudiando para maestro mayor de obra hasta que, faltando poco para que me entreguen el título, me transformé en autodidacta, con énfasis en la práctica.

En el año 1989, me fui de Buenos Aires con mi familia a El Bolsón, provincia de Río Negro, donde resido actualmente. En aquel entonces había decidido no trabajar más en la construcción; me dediqué a cultivar la tierra, tuve abejas, aves de corral y todo tipo de animales domésticos, vendíamos productos en la feria regional junto a mi esposa, nuestras dos hijas e hijo.

Hasta que, a los 5 años de vivir en el lugar, unos amigos, Daniel Tisato, Adrián Contreras y Edgardo Suárez, me invitaron a Chile. A ellos les agradezco infinitamente que me hayan bancado los pasajes porque, si bien nos sobraban alimentos, era invierno y escaseaba el laburo y el dinero. En Chile anduvimos una semana, visitando lugares donde se investigaba la construcción natural. Esos espacios me facilitaron material didáctico y así me puse a practicar, investigar y a contar a mis vecinos la experiencia.

Me di cuenta de que eso era lo mío, me daba una gran curiosidad experimentar con los materiales que nos ofrece la naturaleza. Sentí que me habían mentido durante mis años de estudio formal -como le habrá pasado a mis profesores y a tanta gente en el mundo- con la publicidad de "todo lo industrializado es siempre lo mejor". Ese engaño me dio mucha fuerza, sentí que podía aportar algo para desmitificar esa creencia.

La construcción natural va mucho más allá del sólo hecho de construir. Tiene que ver con estar más en contacto con la naturaleza, arrimarnos un poco más a la ansiada libertad, la esencia humana, las cosas simples que nos mimetizan con la verdad, la tierra, el sol, la espiritualidad, lo tribal. Asimismo, la construcción natural es la posibilidad de aplacar la gran necesidad de vivienda en el mundo, sin afectar tanto al medio ambiente, fomentando al máximo la autoconstrucción, que es algo propio del ser humano...

Con materiales naturales se pueden hacer desde un palacio hasta el más humilde ranchito, pasando por la cucha del perro, el gallinero, bóvedas y cupulas majestuosas. En este documento abordaremos, además de la autoconstrucción, un tema en particular que me apasiona: la vivienda de interés social. Hace ya algún tiempo que estoy investigando la manera para crear espacios sanos, confortables, térmicos, autoconstruibles, económicos, con características sismorresistentes y, por supuesto, con todas las ventajas de la construcción con tierra cruda. Una vivienda donde a mí me gustaría vivir.

La experiencia de emplear bastidores en diversas obras de Río Negro y Chubut, cerca del océano Atlántico y en plena cordillera de los Andes, me han permitido constatar que esta técnica reúne esos atributos y muchos más. Me atrae pensar que los propios usuarios podrían construir sus propios hogares contando con el acompañamiento estatal en lo que refiere a materiales y capacitación en obra.

En fin, entrego esto:

Como un aporte a la esperanza de muchos de hacer su propia casa.

Para que los municipios tomen este proyecto y con mucho menos, puedan hacer mucho más para las familias de su pueblo.

## ÉXITOS.

## ÍNDICE

La tierra como material de construcción .....	11
Quincha en bastidores ensamblados .....	15
1. Replanteo .....	33
2. Cimientos .....	47
3. Los bastidores .....	63
4. Estructura del techo .....	77
5. Aberturas y envarillado .....	97
6. Instalaciones eléctricas y sanitarias .....	107
7. Aislación térmica y cubierta de chapas .....	113
8. Relleno de bastidores .....	119
9. Revoque grueso .....	125
10. Contrapiso y piso .....	131
11. Terminaciones .....	137
Materiales y herramientas .....	147



# LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

En la historia de la humanidad, la tierra ha sido siempre el material de construcción por excelencia. Aún hoy, un tercio de la población mundial vive en casas de barro.

Entre sus ventajas, podemos destacar:

- Es un material accesible. Al estar naturalmente disponible, su costo está asociado al tiempo que nos lleva excavarla e hidratarla para su uso.
- Su empleo implica un bajo impacto ambiental. Su extracción, preparación y puesta en obra no genera emisiones de dióxido de carbono, responsable del calentamiento global.
- Es inocua. Por ello, puede ser trabajada no sólo con herramientas sino también con las propias manos. Esto abre la posibilidad a la autoconstrucción familiar: desde los niños hasta los ancianos pueden estar presentes y participar de la obra.
- Regula la humedad de los espacios construidos. Esto es debido a su capacidad de absorción y desorción del vapor de agua.
- Conserva temperaturas interiores estables, gracias a la inercia térmica y a la termicidad de los muros de barro.
- Los ambientes presentan una menor electricidad estática<sup>1</sup>.
- Los aspectos anteriores, propician el confort de los habitantes.

1. La electricidad estática se percibe al observar el polvo flotando en un haz de luz entrando por la ventana; en una casa de barro, al haber menor electricidad estática, el polvo que flota se asienta en menos tiempo.

En contraposición, los materiales industrializados son extremadamente dependientes del petróleo, tanto en la etapa de transporte como en sus fases de extracción y transformación; ello genera costos ambientales que son asumidos por la sociedad en su conjunto. Además, gran parte de los materiales industrializados liberan sustancias en la vivienda que, a la corta o a la larga, afectan al bienestar de sus habitantes. De igual forma, los obreros que trabajan en la construcción convencional están expuestos constantemente a tales productos químicos, repercutiendo negativamente en el deterioro de su salud.

Por todos estos motivos, la tierra no sólo es útil para construir, sino que es el material por excelencia que tenemos a disposición para asegurarnos refugio, confort y calidad de vida. Debido a las investigaciones recientes, hoy podemos contar con una construcción natural “moderna”, que puede competir con amplias ventajas en economía y salubridad para sus habitantes, el planeta y la humanidad.

## ¿Qué es la tierra?

La tierra es producto de la erosión de las rocas por acción del agua, temperatura, viento, glaciares, etc. Los diferentes suelos están formados principalmente por cuatro tipos de componentes: arcillas, limo, arena y materia orgánica:

- Arcillas: son las partículas más pequeñas, menores a 0,002 milímetros. Hay una gran variedad, dependiendo de los óxidos y otros componentes que contengan. Funcionan como aglomerantes, es decir, son el “pegote” de la mezcla.
- Limo: es el conjunto de partículas de entre 0,002 milímetros y 0,06 milímetros. Es un árido, es decir, que no aglomera, no pega, sólo da estructura en las mezclas. Es una arena finísima.
- Arena: conformada por partículas de entre 0,06 milímetros y 2 milímetros. También es un árido, por tanto, no aglomera, sino que aporta estructura. Cuanta más arena tiene una mezcla, menos contrae al secar.



La presencia de “terrones” en una pila de tierra da cuenta de la existencia de arcillas, responsables de la aglomeración

- Materia orgánica: proviene de los restos en descomposición de vegetales y animales. Suele estar en las capas superiores del suelo y deberíamos evitar su uso para la construcción ya que es donde está presente el humus necesario para el cultivo de alimentos.

## ¿Cómo sabemos si una tierra sirve para construir?

Es raro que una tierra no sirva para construir, tendría que estar contaminada con algo que sea perjudicial para la salud para no tener algún uso como material de construcción. De hecho, salvo raras excepciones, todo lo que nos brinda la naturaleza sirve para construir un hogar.

Hay numerosas pruebas de laboratorio y de campo que permiten conocer el contenido de arcillas, limo y arena presente; se presentan dos de ellas:

**Prueba 1:** tomamos una pequeña cantidad de tierra, le agregamos agua y fregamos ambas manos entre sí. Luego, intentamos lavarlas. Si se lavan con facilidad, el contenido de arcilla es bajo; si cuesta, el contenido de arcilla es alto.

**Prueba 2:** consiste en morder una pequeña cantidad de tierra. Si tiene arena los granos son inconfundibles. En cambio, si se siente como manteca podemos decir que es una arcilla pura, la cual será más rendidora. Por lo general, es mucho más cara la arcilla que la arena.



Cuán fácil/difícil es lavar el barro de las manos nos indica la menor o mayor presencia de arcillas verán en el capítulo Revoque grueso.



# QUINCHA EN BASTIDORES ENSAMBLADOS

La quincha es una técnica ancestral de construcción natural, conocida también como fajina, bahareque o pared francesa. En términos generales, se trata de una estructura de palos que soportan el techo, y una serie de varas horizontales de madera que los une de ambos lados, formando una jaula. Este envarillado sirve de contención del relleno, que puede ser de tierra con distintas proporciones de fibras vegetales.

Si bien existen otras técnicas de construcción natural como los adobes, la paja encofrada, las balas de paja, los bloques térmicos, el entramado o el cob, entre otros, la quincha nos interesa particularmente por ser una de las más básicas, de fácil y rápido montaje. Por estas razones, es muy utilizada por los autoconstructores ya que no necesita de mucha habilidad ni experiencia para su ejecución.

La quincha en bastidores es una variante que emplea tirantería aserrada de medidas definidas para formar estructuras que se ensamblan sobre un cimiento de hormigón armado. Luego, se colocan listones en diagonal a ambos lados para reforzar el conjunto, soportar el techo y retener el relleno de tierra. Puesto que el triángulo es la única figura indeformable, la triangulación a 45° podría ofrecer un comportamiento sismorresistente. El carácter modular de los bastidores facilita su armado en serie, y se simplifica la colocación de instalaciones y aberturas previo al relleno de las paredes. De esta manera se ahorra mucho tiempo, energía, y no necesita especialistas para su construcción.

Entre las ventajas que encontramos en este sistema se destacan:

- La mayor parte de los materiales empleados poseen un bajo nivel de industrialización y son de fácil acceso.
- Posee todas las ventajas de las construcciones en tierra cruda.
- Se adapta a diversas regiones climáticas ya que la mezcla de relleno de los bastidores puede ajustarse a las necesidades locales:
  - en zonas con temperaturas extremas como Patagonia y noreste argentino, puede rellenarse principalmente con fibra debido a sus propiedades aislantes;
  - en lugares con gran amplitud térmica diaria como el noroeste argentino, puede aprovecharse la inercia térmica que provee un relleno de tierra y piedra.

- Posibilita la autoconstrucción y el trabajo colectivo al ofrecer un método de rápido y fácil montaje. En este sentido, el proyecto ha sido concretado en el marco de capacitaciones de 6 días, destinada a 25 personas, con dos formadores a cargo. En tales eventos se ha materializado desde el replanteo hasta la instancia de revoque grueso; no así los pisos, instalaciones y terminaciones.
- El aspecto anterior evidencia la utilidad de la técnica como respuesta eficaz en casos de emergencia habitacional e incluso ante catástrofes naturales, otorgando una herramienta concreta a instituciones estatales en lo que respecta a desarrollo social, educación y creación de empleo.

En las próximas páginas se presenta un proyecto orientativo; la versatilidad de la técnica permite su adaptación a particularidades climáticas, culturales o de disponibilidad de recursos locales. Así, se puede variar la pendiente de los techos, sustituirse las chapas por techo vivo o por torta de barro.



La técnica de bastidores, empleada para hacer un pequeño dormi con cubierta y piso de "cascalla".

## LECTURA DE PLANOS

Este apartado contiene algunas pautas para facilitar la lectura e interpretación de los planos, que serán de utilidad para acompañar el proceso de construcción. Comenzaremos el análisis del Plano de arquitectura y del Plano de corte A-A' y fachada.

### Plano de arquitectura

El Plano de arquitectura es una vista en planta de la casa que se propone construir, es decir, es como si estuviésemos observando la casa desde arriba, sin el techo. Con él, podemos ver la disposición de los ambientes, sus dimensiones, los accesos, las aberturas, el ancho de muros y la ubicación de muebles. Todas las medidas están dadas en metros.

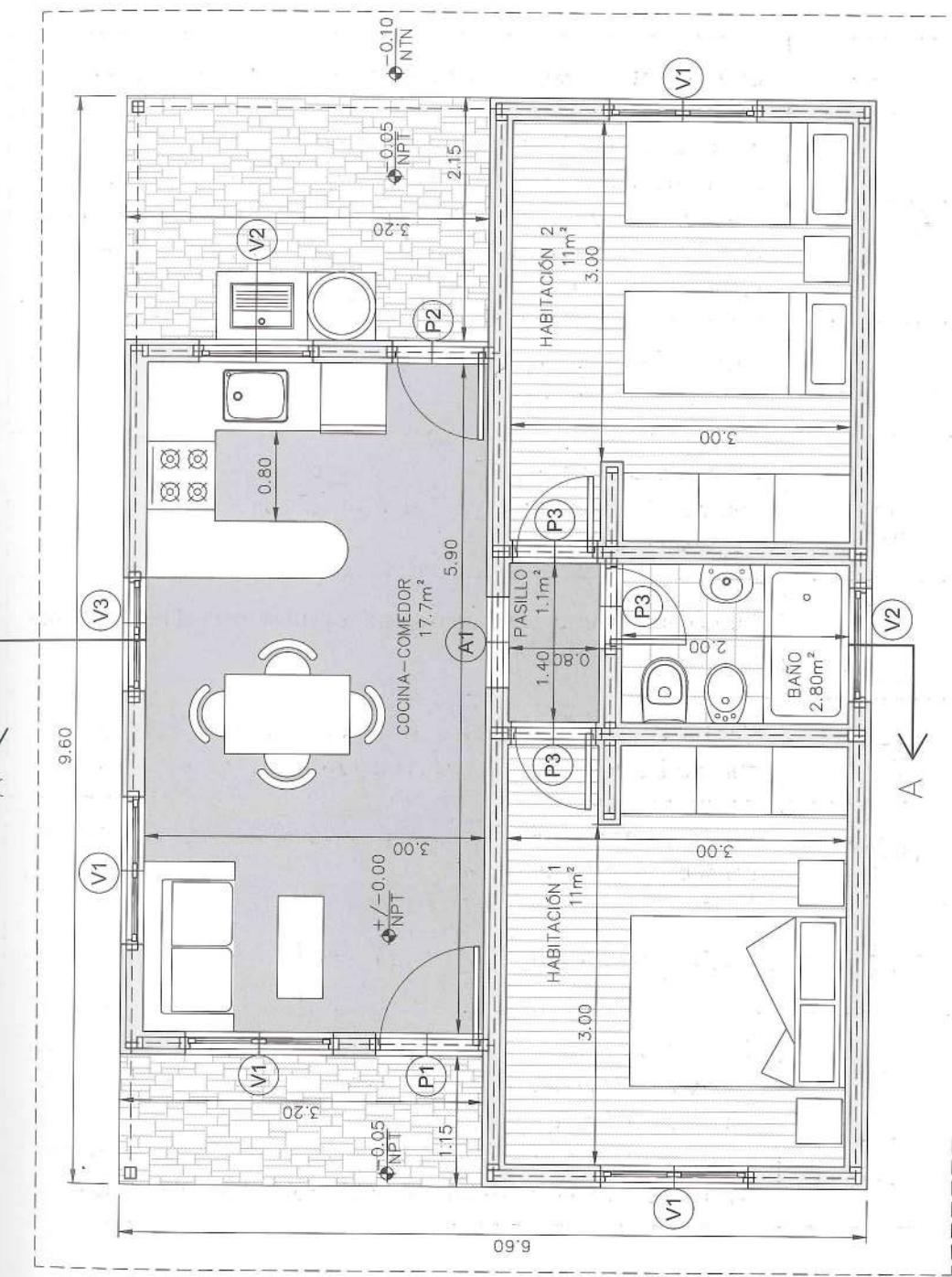
En el proyecto orientativo que se ofrece en esta guía, la construcción consta de:

- 2 habitaciones de 11 m<sup>2</sup> cada una
- un baño de 2,8 m<sup>2</sup>
- una cocina-comedor de 17,7 m<sup>2</sup>
- un pasillo que conecta habitaciones, baño y cocina-comedor
- una entrada techada o porche
- un lavadero techado o galería abierta

“ .....  
La técnica de construcción que se presenta en esta guía es resultado de años de práctica, experimentación e intercambios con colegas, amigos y aprendices de la construcción natural.  
..... ”

En el siguiente recuadro se detallan los diferentes símbolos que aparecen en el Plano de arquitectura para favorecer su interpretación:

	La línea punteada exterior marca el filo de donde termina el techo.
	Ancho de muros. De adentro hacia afuera: la línea punteada indica el eje del muro, la línea continua fina corresponde al filo del bastidor y la línea continua gruesa al filo de muro terminado. La distancia entre líneas finas es el ancho del bastidor, y la distancia entre la línea fina y la gruesa corresponde al espesor de revoques.
	Cotas. La flecha con el número en la parte superior indica la medida que tiene un elemento o espacio.
	Aberturas. En la parte superior, la letra indica el tipo -"V" = ventana y "P" =puerta-. El número tiene su correspondencia con el Plano de aberturas que se verá más adelante.
	Dirección de apertura de puertas; la línea curva traza el recorrido que hace la puerta al abrirse.
	Nivel de piso terminado (npt) de la vivienda. Este es el nivel de piso terminado de referencia, que corresponde al del interior de la vivienda.
	Nivel de piso terminado (npt) de la galería y del porche. Se ubica a 5 cm por debajo del npt de la vivienda.
	Nivel de terreno natural. Está a 10 cm por debajo del npt de la vivienda.
	Corte A A'. Este símbolo a ambos lados del Plano de arquitectura indica la altura en la que se realiza un corte a lo largo de la línea que va desde A a A' para poder "ver por dentro" la vivienda. En el próximo apartado se verá el perfil que se observaría si se estuviera parado justo de frente al lugar indicado por la referencia, con la vista en dirección de las flechas.

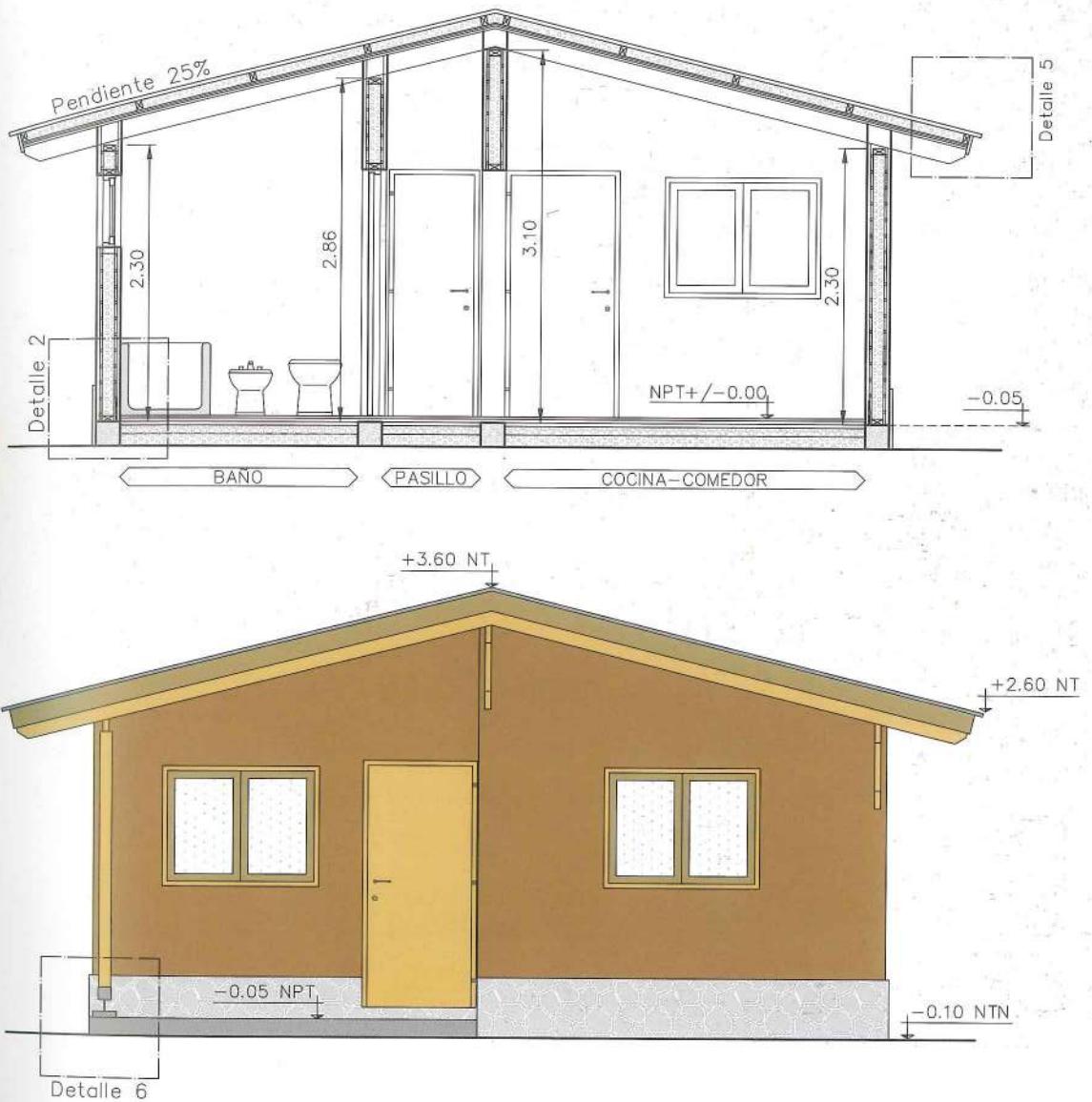




Interior de la casa con revoque fino

## Corte A-A' y Fachada

Este plano vertical – como si estuviésemos parados observando la construcción- otorga detalles constructivos a la altura del corte A-A' del Plano de arquitectura y del frente visible de la casa. Los recuadros de “Detalles” se verán en su correspondiente apartado.



## CONSTRUCCIÓN DE LA CASA DE QUIENCHA EN BASTIDORES ENSAMBLADOS

A continuación, se listan las etapas de construcción de la casa de bastidores. Si bien algunas de las actividades pueden realizarse en simultáneo en el marco de un taller, se propone un orden cronológico en que deberían abordarse si la cantidad de personas a colaborar en la obra es limitada.

- Selección del lugar
- Nivelación del terreno
- Replanteo
- Construcción de las bases y el encadenado
- Armado y montaje de bastidores
- Estructura del techo
- Colocación de aberturas y envarillado de bastidores
- Instalaciones eléctricas y sanitarias
- Aislación térmica del techo y la cubierta de chapas
- Relleno de bastidores
- Revoque grueso
- Contrapiso
- Terminaciones

Esta guía está dedicada a la descripción detallada de las tareas que refieren a la técnica de quinchado en bastidores. Por ello, el paso a paso se realiza a partir de la etapa de Replanteo. Es de destacar que todas las instrucciones son orientativas; por ello las medidas son recomendadas y aproximadas, no obligatorias ni estáticas. El autoconstructor juzgará según sus posibilidades y las oportunidades que plantee el terreno la pertinencia de cada una de ellas.

*Advertencia: las fotografías de esta guía fueron tomadas en el marco de diversos talleres; algunas imágenes pueden no corresponderse con el orden secuencial que se propone en las indicaciones.*





## ANTES DE EMPEZAR CON LA CASA

### Para aprender hay que practicar

No se aprende construcción natural esperando que otro meta mano y se equivoque o acierte en su intento. Es como querer andar en bicicleta: nos pueden explicar la teoría de la aerodinámica, el equilibrio y tantas otras cosas, pero sin práctica, difícilmente lo logremos.

De todos modos, al igual que cuando compramos un electrodoméstico, siempre es bueno leer el manual del usuario antes de comenzar a apretar cualquier botón. Por eso, este libro pretende ser una guía para aquellos deseosos de meter manos a la obra.

“

Les recomiendo comenzar copiando o siguiendo consejos de alguien con experiencia; luego tratar de mejorarlo, ya que TODO es mejorable. Si bien la tendencia es hacerlo al revés, es decir, mejorar lo antes de hacerlo, esto resulta muchas veces en una pérdida de tiempo.

”

### Acopio de materiales

Es importante tener todos los materiales acopiados en la obra antes de comenzar.

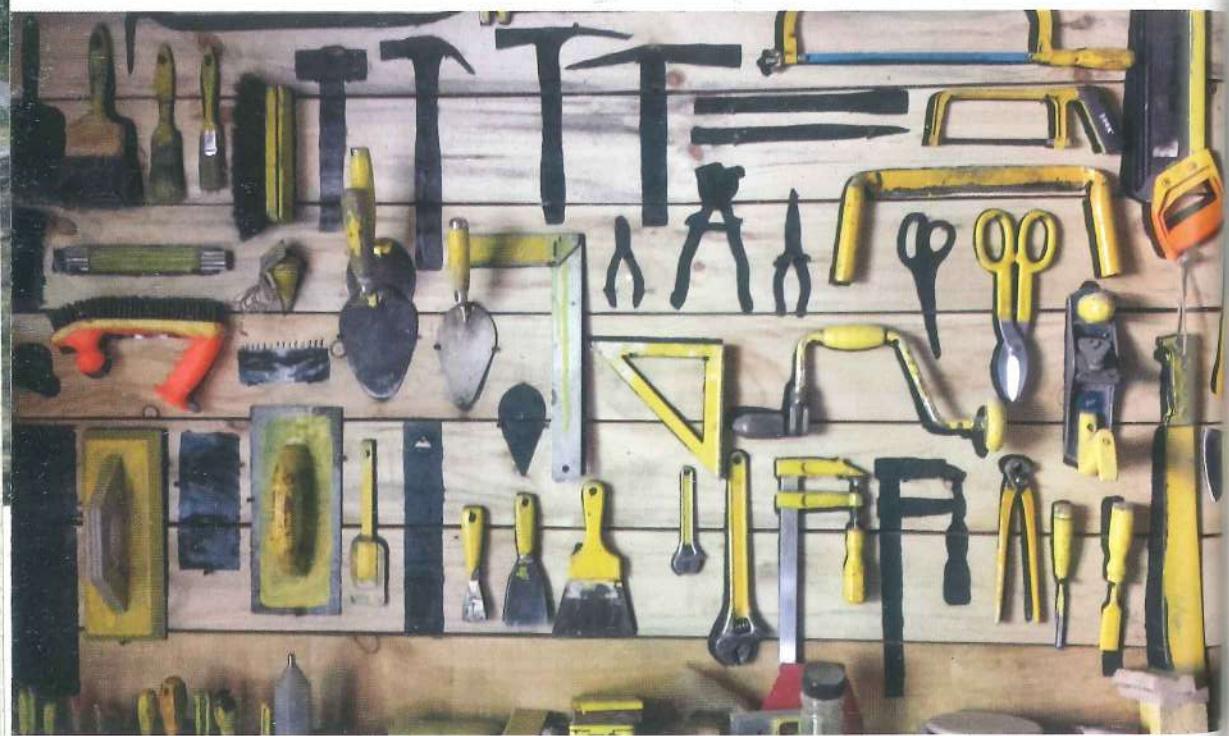
- **Fibra vegetal:** al cortar el pasto o paja, debemos desparramarlo para que se ore, luego la juntamos y armamos una pila separada del suelo. Es preciso que esté bajo techo o bajo un plástico. En este último caso, debemos prever que circule el aire para que el agua de la condensación no la pudra.
- Para acopiar la **tirantería de madera** conviene disponer de un lugar plano, a la sombra y seco; intercalando entre capa y capa listones atravesados para que ventilen. Si es posible, la cubriremos con un plástico o lona.
- Tiempo antes de comenzar la obra, deberían estar listos al menos los **marcos** de todas las aberturas, cosa que generalmente son motivo de atraso.

- La **tierra arcillosa** estando seca es mucho más fácil de hidratar que estando húmeda. Para acelerar el proceso es conveniente molerla y tamizarla antes de colocarla en la cancha para el barro. En el caso de la **arena**, si está húmeda debe considerarse que, al mezclarla con los otros componentes, no se agregue más agua que la necesaria. Por eso, ambas pilas conviene cubrirlas con un plástico.

## Las herramientas

Las herramientas son instrumentos que facilitan muchas de las tareas en la obra y, una vez que sabemos utilizarlas adecuadamente, se gana en rapidez, se ahorra energía y se logran mejores terminaciones.

**“Siempre digo que vale la pena “perder” el tiempo en aprender a manejar las herramientas.”**



Tablero de herramientas

En el anexo de esta guía se presenta un listado con algunas de las herramientas que comúnmente se utilizan en obra. Aquí van algunos consejos generales a tener en cuenta para cuidarlas, alargar su vida útil y evitar accidentes:

- Pintar todas las herramientas con un color bien visible (amarillo, por ejemplo) que resalte en el contexto, hará que sea más fácil encontrarlas en la obra y que no se confundan con las de otros.
- Las herramientas de mano -las más pequeñas- conviene colgarlas en un tablero donde esté dibujada su silueta con un color oscuro -azul o negro. De esta forma, es fácil detectar la falta de alguna de ellas y resulta una mejor alternativa a la de amontonar todo en baldes o en cajas de herramientas, donde siempre se pierde tiempo revolviendo para encontrarlas, hay riesgo de lastimarse, los hilos y las tanzas se pueden enredar y el rozamiento y la posibilidad de oxidación pueden arruinar a las más delicadas.
- Siempre, después de usarlas en el día, conviene lavarlas muy bien y, si es posible, secarlas, sobre todo si no son de acero inoxidable. Da mucho ánimo comenzar la jornada con herramientas limpias.
- Idealmente, todas las herramientas metálicas que no se usen por algún tiempo hay que limpiarlas bien, secarlas y rociarlas con algún lubricante para evitar que se oxiden.

## Preparación del área de trabajo

El terreno tiene que estar debidamente mensurado (es la determinación, medición, ubicación y documentación legal en un plano de los límites de un terreno) y con los mojones (son las estacas que coloca el agrimensor para materializar en un terreno los vértices del lote que figuran en el plano de agrimensura) bien visibles, para evitar inconvenientes futuros con los vecinos en lo que refiere a límites de propiedad. Simultáneamente, se deben realizar los trámites para asegurar los suministros eléctricos y de agua necesarios para llevar adelante la obra.

Algunas otras tareas para realizar:

- **Montaje de un baño de obra:** es importante trabajar cómodo y para ello se debe asegurar un baño de obra.
- **Construcción de un obrador:** es un espacio para guardar las herramientas, algunos materiales, planos de obra, etc.
- **Alambrado perimetral:** permite evitar el ingreso de animales y protege la obra del fácil acceso de extraños a la misma.

## ARMADO DE LA CANCHA PARA EL BARRO

La cancha para el barro es el lugar donde se pondrá a hidratar la tierra arcillosa a utilizar en la construcción. Esta será la materia prima -junto con los áridos y la fibra- para obtener las mezclas de relleno y revoco. Dado que preparar el material es una de las tareas más tediosas, es conveniente tener una cancha bien hecha que nos permita ganar tiempo y energía.



### Paso a paso

1. Una vez seleccionado el lugar donde realizaremos la cancha, clavamos una estaca en su centro, enganchamos un hilo y medimos 1,50 m hasta el extremo. Utilizando la guía del hilo y la punta de un cortafierro, trazamos un círculo de 3 m de diámetro.
2. Con un pico, profundizamos la marca hecha por el cortafierro. A continuación, extraemos la vegetación del interior del perímetro.
3. Haremos una pequeña zanja superficial desde la parte baja del círculo hacia la parte más alta, pasando por el centro. Para que la zanja tenga siempre el mismo nivel de profundidad, vamos tirando un poco de agua. Es importante que la cancha quede bien nivelada para que no se escape el agua ni se acumule el barro en un solo costado.
4. Siguiendo este mismo procedimiento, formamos 8 porciones.
5. Luego, vamos quitando la tierra de cada porción tratando de unir las pequeñas zanjas sin deformar el nivel. Esta tierra la iremos poniendo en los bordes del círculo (así ganaremos profundidad de la fosa).



6. Desplegamos un plástico de 200 micrones de 4x4 m para impermeabilizar el fondo y los laterales. Previamente, extraemos las piedritas superficiales que podrían romperlo.



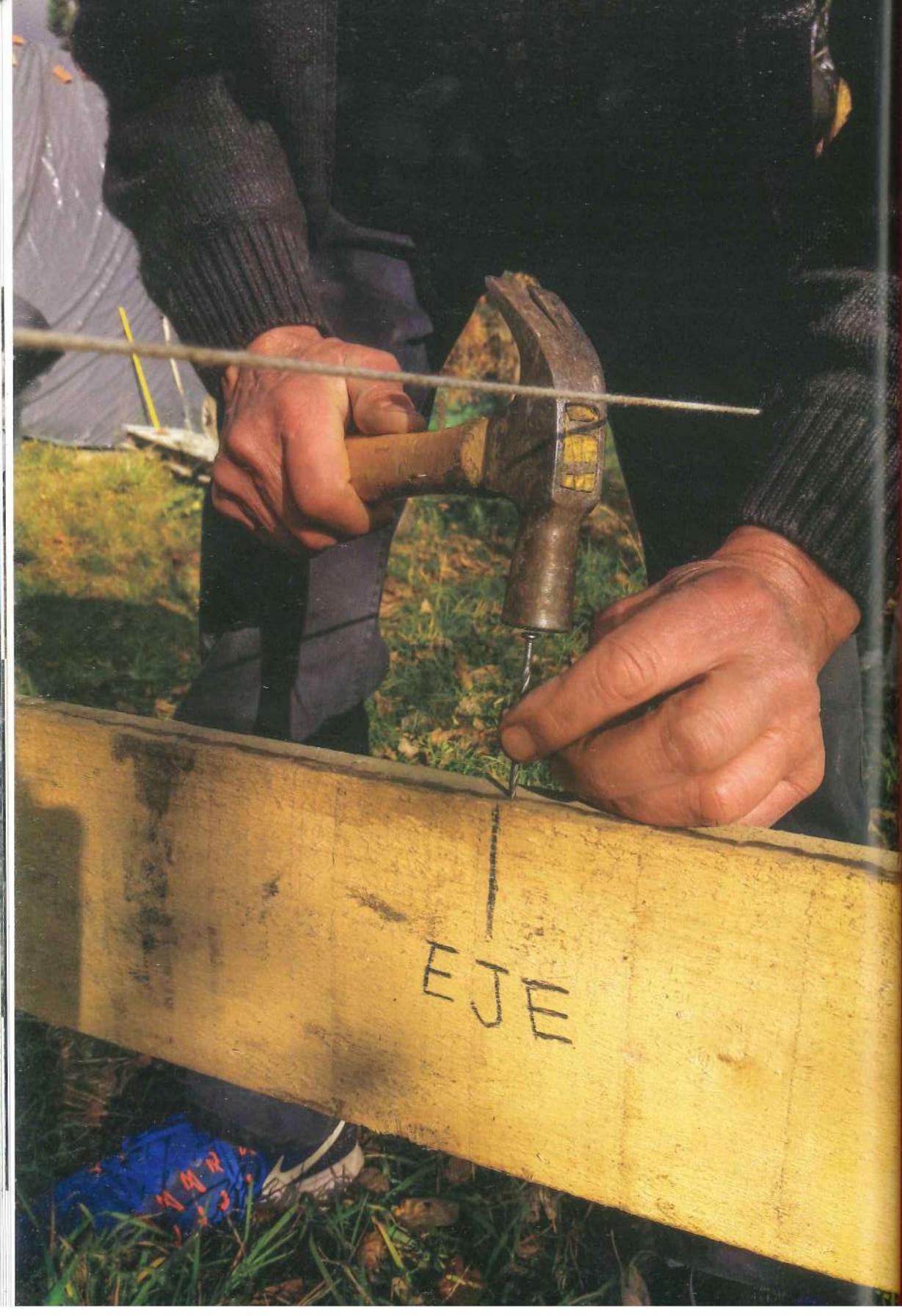
7. Revestimos el fondo y el contorno de la cancha con ladrillos colocados de plano y en hileras rectas, no en círculo. Este piso permitirá extraer el barro de manera cómoda y rápida, sin romper el plástico y evitando el uso de botas; se aprovechará mejor el material y como resultado tendremos un proceso prolífico y limpio. Además, los ladrillos se saturan de agua y mantienen el barro húmedo por más tiempo.



8. Conviene romper los grandes terrones de arcilla antes de colocarla en la cancha. Para no arruinar los bordes al ingresar la carretilla, conviene hacer un puente con un tablón y dos pilares de ladrillos.



9. A continuación, llenamos con agua hasta que ésta aflore entre los terrenos de arcilla. Dejaremos que se hidrate, teniendo la precaución de no pisar antes de que esté totalmente hidratada, ya que de lo contrario se dificulta notablemente la tarea. Para evitar que se evapore el agua y mantener húmeda la arcilla, cubrimos la cancha con otro plástico.
10. Cuando la arcilla esté hidratada, ingresamos a la cancha para pisar el barro.



## 1- REPLANTEO

El replanteo consiste en plasmar en el terreno lo que está dibujado en el plano. Es una etapa delicada ya que requiere de la máxima precisión en la toma de medidas, niveles y escuadrias.

Previo a esto, es importante identificar en el terreno la superficie donde se establecerá la construcción. A continuación, puede que sea necesario limpiar y desmalezar la zona de trabajo. Esto no quiere decir, "erradicar del terreno todo árbol planta y yuyo desconocido del lugar", sino sólo quitar los obstáculos que dificulten la libre circulación de personas y herramientas.

## TRAZADO DE LOS EJES DE REPLANTEO

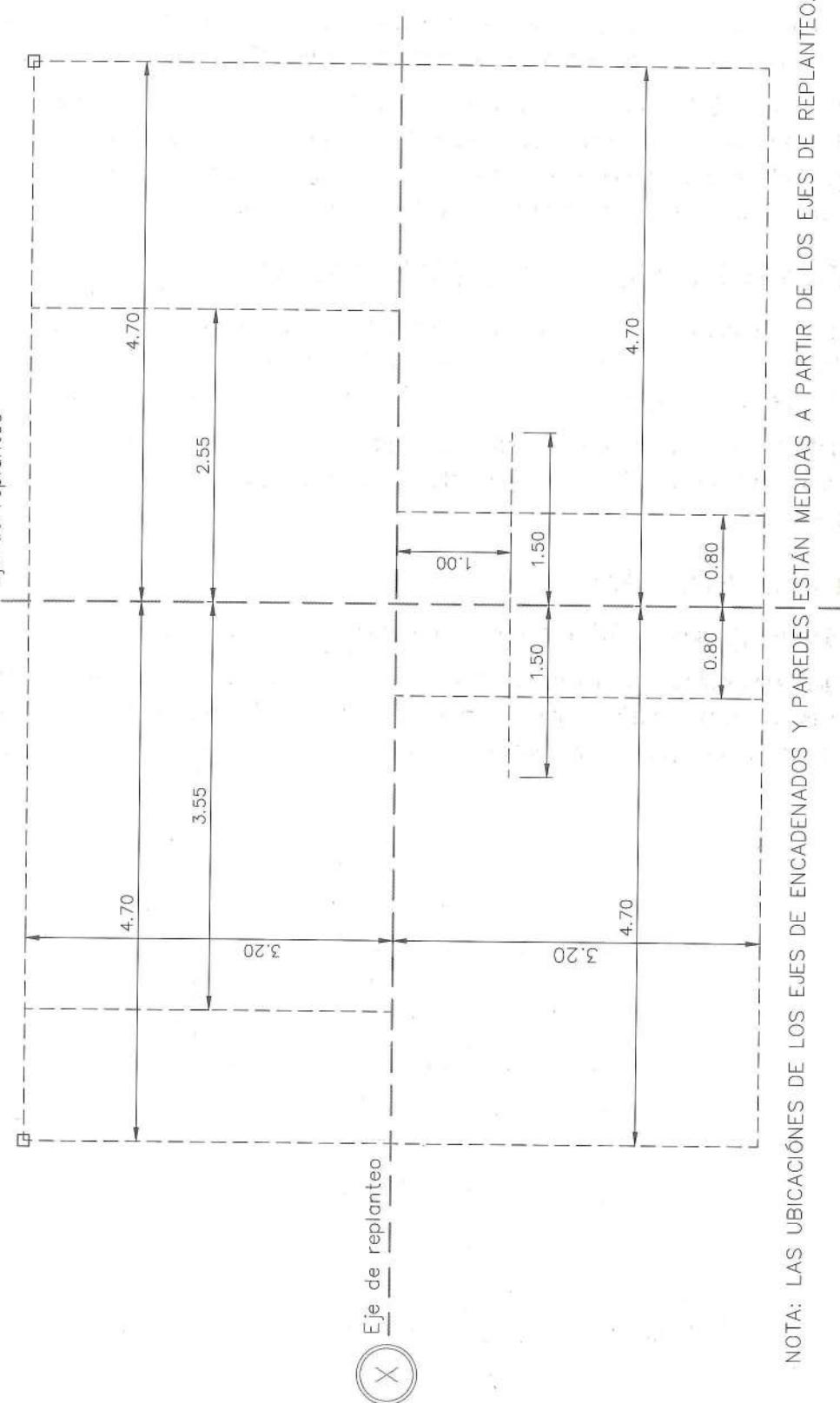
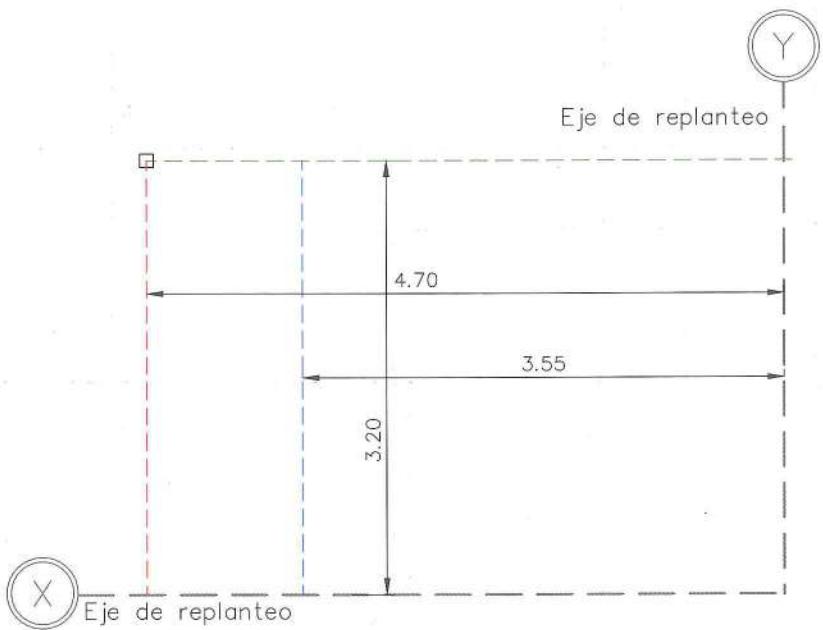
Los ejes de replanteo son perpendiculares entre sí, es decir son líneas que se cruzan. Estos ejes son las dos primeras guías que se trazan en el terreno a partir de una referencia real marcada en el plano. Tal referencia puede ser un mojón, un árbol o una línea municipal, cuya distancia a los ejes sea conocida.

Trabajar con ejes permite que la escuadra que garantiza la perpendicularidad de los mismos, se tome una sola vez. Todas las medidas del plano se toman a partir de dichos ejes a los efectos de evitar la falsa escuadria.

### Lectura del plano

**Ejes de replanteo:** identificados con una línea discontinua gruesa y dos círculos (X e Y).

**Ejes de las paredes:** identificados con líneas discontinuas finas. En la imagen de abajo, la línea azul se encuentra en paralelo y a una distancia de 3,55 m del eje Y de replanteo; la línea roja está a 4,7m de distancia del eje Y; y la línea verde es paralela al eje X de replanteo, y se encuentra a 3,2m de él.



## Paso a paso

1. Si tenemos como referencia real la línea municipal o la línea medianera, tomamos la medida correspondiente al retiro y se clavan las dos primeras jabalinas o estacas.
2. Ubicamos las otras dos jabalinas de manera tal que permitan trazar el segundo eje, perpendicular al primero.
3. Tensamos los hilos entre las jabalinas siguiendo los ejes X e Y a una altura aproximada de 50 cm y en el cruce entre ambos verificamos la escuadría (deben conformar ángulos de  $90^{\circ}$ ).



Una forma sencilla de atar el hilo a la jabalina es rodeándola con tres vueltas y desplazando la primera de las vueltas sobre el extremo libre, como se ve en la imagen



Para facilitar la toma de medidas, se puede emplear un pedacito de hilo que se ata al hilo que hace el eje a modo de marcador, desplazándolo hacia un lado u otro según corresponda hasta lograr la medida buscada.

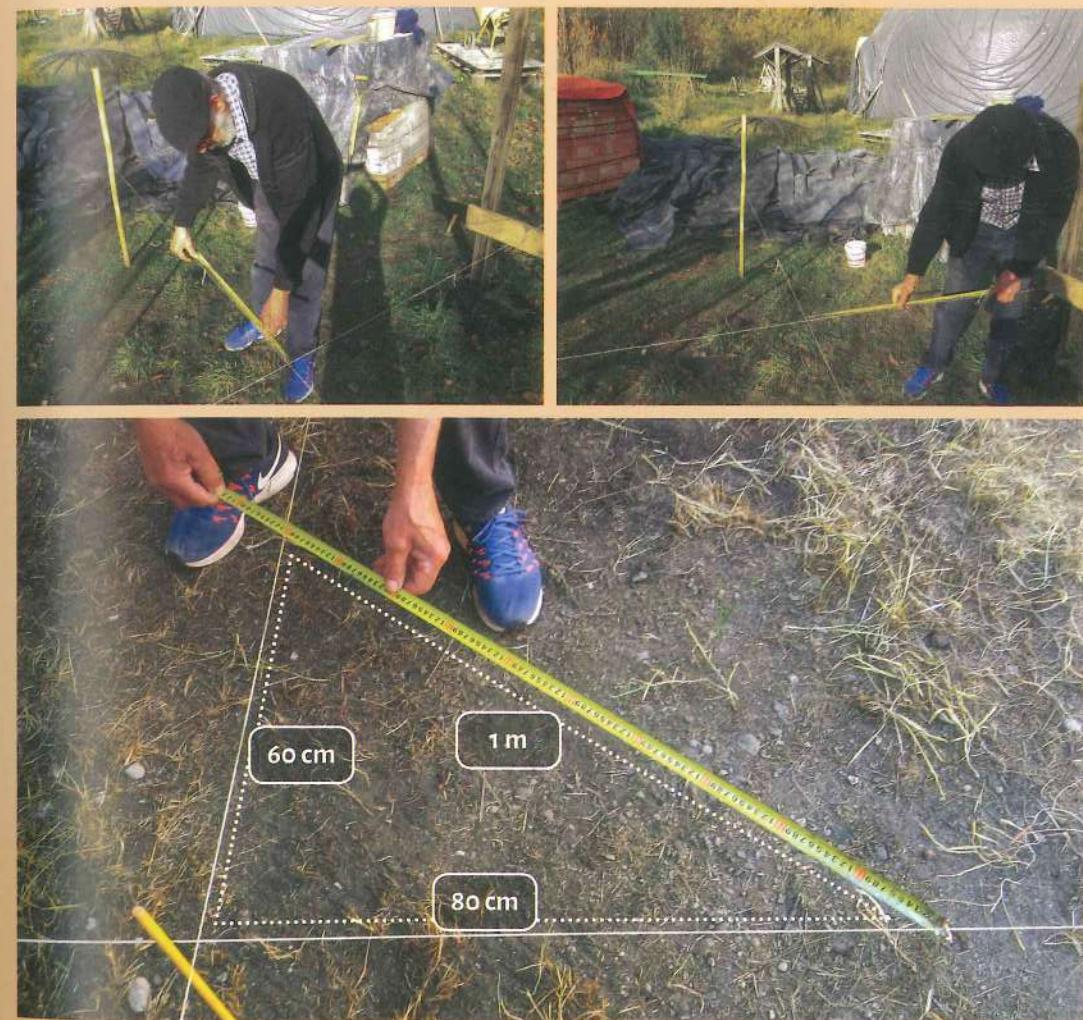
“

Todo proyecto en la vida debemos empezarlo muy bien, como para poder terminarlo regular, porque si lo comenzamos más o menos, podemos terminarlo muy mal.

”

## ¿Cómo verificar la escuadría?

Lo que en obra llamamos “la proporción 3:4:5” se apoya en el Teorema de Pitágoras. En la práctica, para verificar que los dos hilos forman un angulo de  $90^{\circ}$ , podemos medir desde su encuentro 3m sobre el eje X y atamos un hilo marcador A, y 4 m sobre el eje Y y colocar otro hilo marcador B. Luego medimos de A hasta B y verificamos si nos da 5m. Si esto no sucede, debemos modificar los puntos fijos que define el eje X o el Y hasta lograr que se cumpla la proporción. En el ejemplo de la fotografía se emplearon otras medidas, pero nótese que siempre cumplen la relación 3:4:5.



Nótese que en la imagen se cumple la relación 3:4:5 (60cm:80cm:1m)

## MONTAJE DEL CORRAL DE REPLANTEO

El **corral de replanteo** es un conjunto de postes unidos por tablas de cantos derechos -de al menos 2"x4"- que rodean el espacio a construir y donde se marcarán las medidas y niveles. Este corral deberá establecerse a no menos de 1 metro por fuera de la obra, de forma tal que quede un pasillo para desplazarse alrededor de todo el perímetro. Su altura no debe superar los 50 cm para poder ingresar y salir cómodamente por encima de él. Las tablas estarán todas a un mismo nivel, ya que servirán de referencia para las alturas de encadenados.



“ .....  
El corral de replanteo tiene que ser firme. Por  
eso conviene hacerlo bien desde el comienzo.  
¿Cómo? Plantando postes firmes, para evitar  
futuros inconvenientes...  
”

### Paso a paso

1. Midiendo desde los ejes X e Y plantamos postes que no sobresalgan de la tierra más de 70 u 80 cm, uno en cada esquina de lo que va a ser el corral. Por ejemplo, siguiendo el Plano de replanteo, el primer poste iría a 4,2 m del eje X y a 5,7 m del eje Y. Hay que asegurarse de que los postes estén firmes, porque deberán soportar tropezones y nunca falta alguien que apoya una herramienta o se sienta sobre el corral y modifica algún nivel o medida.
2. Elegimos un nivel de referencia aleatorio de una altura aproximada de 50 cm y transferimos con nivel de manguera a todos los postes (ver recuadro “*¿Cómo transferir un nivel con manguera?*”). Es recomendable que este nivel sea central; siempre partimos del mismo punto para reducir las posibilidades de error.
3. Extendemos un hilo de poste a poste y colocamos otros postes en forma alineada a una distancia no mayor a 2,5 m. Estos postes intermedios sostendrán a las tablas que delimitarán el corral.
4. Con base en estos niveles, colocamos las tablas horizontales del corral cuyos cantos deben estar rectos. Las tablas pueden empalmarse hasta completar el largo necesario. Las tablas se fijan en la parte interna del corral, de forma tal que los postes no interfieran en el posterior marcaje de ejes de muros.



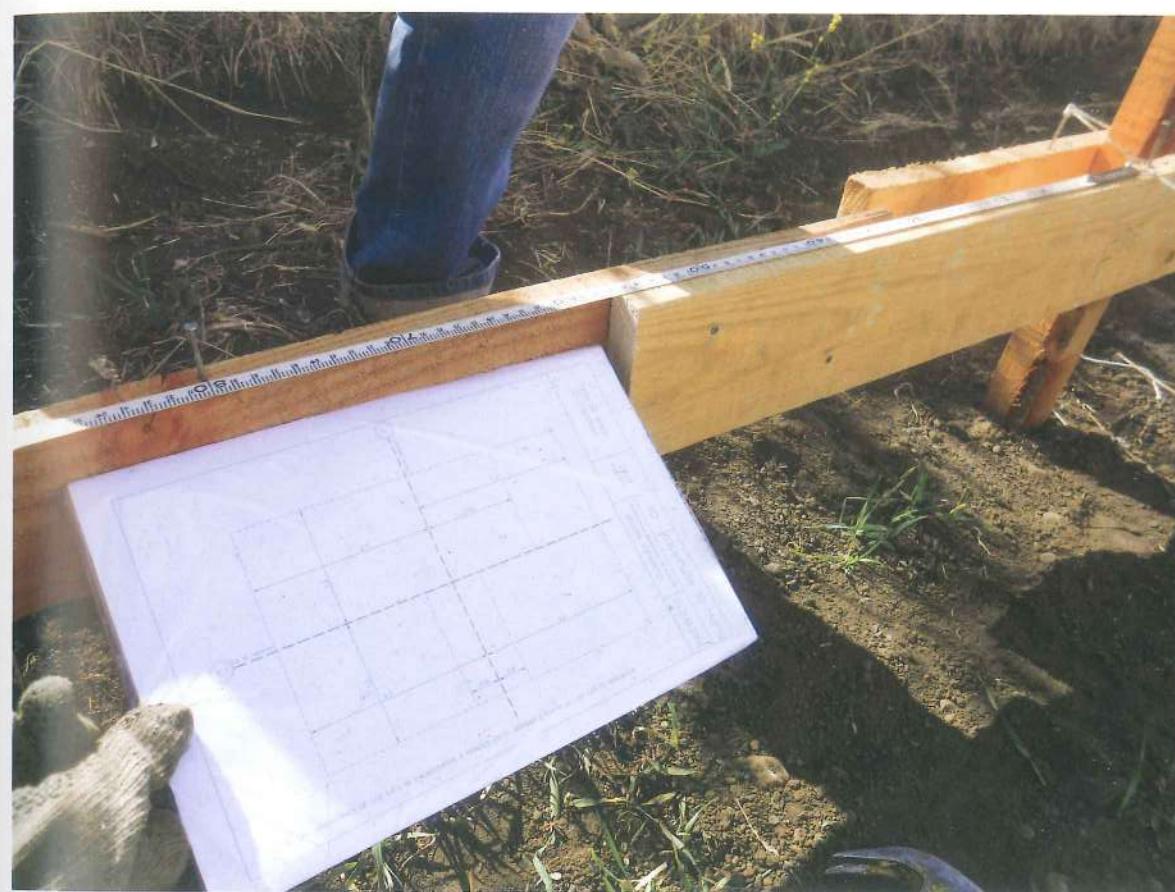
Obsérvese el detalle del empalme y el canto recto de las tablas utilizadas.

Nótese que las tablas están ancladas en la parte interna del poste.

5. Con una plomada proyectamos el hilo que marca los ejes X e Y sobre las tablas del corral, escribimos con lápiz la palabra "EJE" y colocamos un clavo de al menos 2". Hecho esto, extraemos las jabalinas.



6. Extendemos la cinta métrica desde "EJE" y, siguiendo las medidas del plano de replanteo, colocamos tantos clavos como medidas figuren. Haremos lo mismo en las tablas paralelas a éstas. Es importante considerar que las medidas que figuran corresponden a los ejes de las paredes y cimientos.



7. Colocamos los clavos que marcan el ancho de cimientos y paredes (20 cm), esto es, 10 cm hacia cada lado de "EJE".



8. Extendemos hilos o tanzas entre clavos.



### ¿Cómo transferir un nivel con manguera?

1. Llenar la manguera: insertar un extremo de ésta en un balde con agua limpia y hacer una pequeña aspiración en la otra punta. Esto forzará al agua a ingresar a través del tubo por "efecto sifón". Es importante que el extremo succionado esté a la altura del piso para que el agua corra hasta que no salgan más burbujas. Se deja unos 20 cm sin agua en cada extremo de la manguera.

*Verificar que no haya quedado atrapada ninguna burbuja dentro de la manguera ya que de lo contrario los niveles tomados serán falsos. Colocar los dos extremos uno junto al otro, con los extremos libres, como se muestra en la foto. Si ambos niveles coinciden, significa que no ha quedado ninguna burbuja.*

2. Establecer el nivel de referencia: para no acumular error, tomaremos un solo nivel de referencia que será el que traslademos a los otros puntos. Lo marcamos a una altura cómoda, ya que la vista deberá estar al mismo nivel que el borde ("pelo") de agua (así evitaremos el "error de paralaje"). Si se hace muy baja se tendrá que estar cuerpo a tierra. Como se indicó precedentemente, el replanteo se hace a 50 cm.
3. Traslado de nivel: Para llevar la manguera de un lado al otro y evitar el vuelco de agua o el ingreso de aire, taparemos sus extremos con un dedo. Una persona se coloca junto a la marca de referencia con un extremo de la manguera esperando que la otra persona se coloque en el lugar al cual se trasladará el nivel, apoyando el otro extremo de la manguera a una altura aproximada del mismo. A continuación, se destapan ambos extremos y quien está junto a la referencia subirá o bajará la manguera lo necesario hasta hacer coincidir el pelo de agua con la marca.
4. Marcaje: una vez lograda tal coincidencia, avisará a la otra persona para que, sin mover la manguera, haga una pequeña marca a ambos lados de la altura del pelo de agua. Esta marca debe estar del lado interno del corral para poder guiarnos en la colocación de las tablas.

*El fenómeno físico sobre el cual se apoya el funcionamiento de la manguera de nivel es conocido como "principio de vasos comunicantes".*

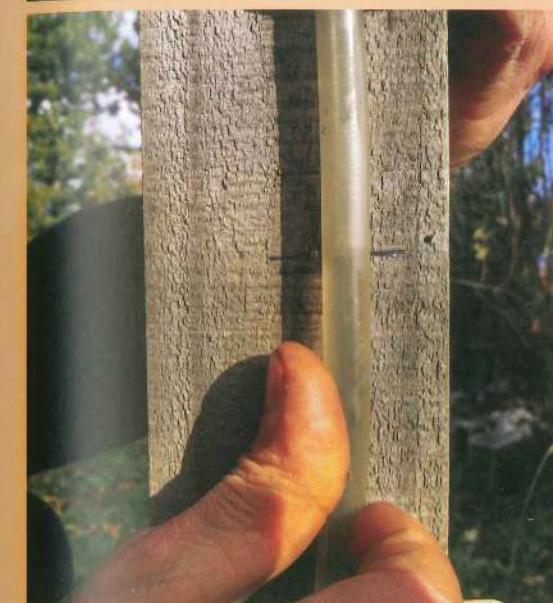
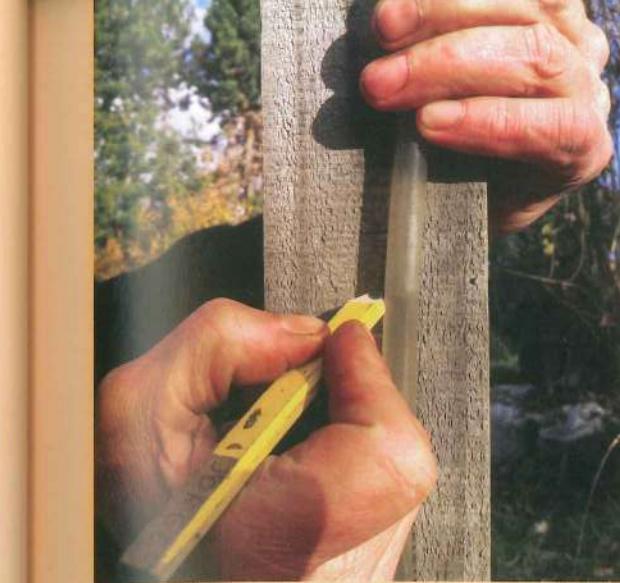
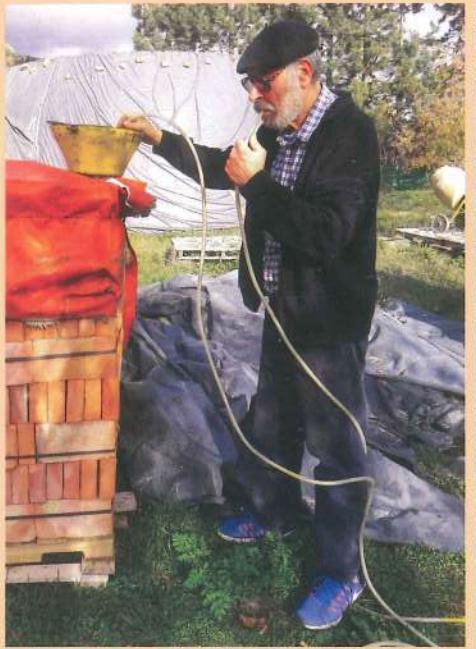
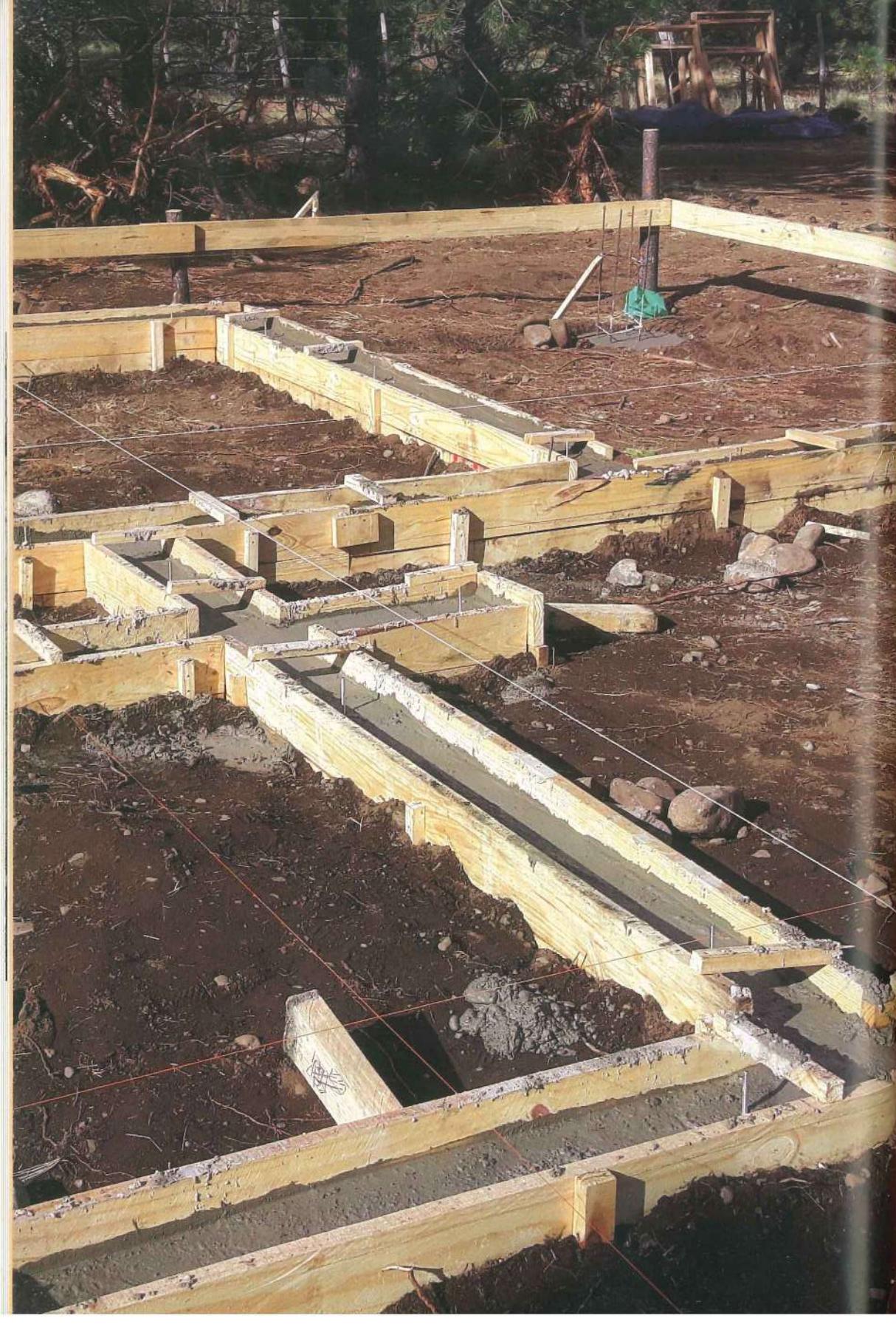


Imagen arriba izquierda: Sucionamos un borde de la manguera. Imagen abajo izquierda: Bajamos el extremo de la manguera para favorecer el ingreso de agua por efecto sifón. Imagen derecha: Coincidencia entre el "pelo de agua" de ambos extremos. Eso significa que ninguna burbuja ha quedado atrapada.

Trasladamos el nivel del pelo de agua a la madera.

La marca debe hacerse a ambos lados de la manguera.

La cruz con una raya horizontal superior es una marca convencional para establecer un nivel.



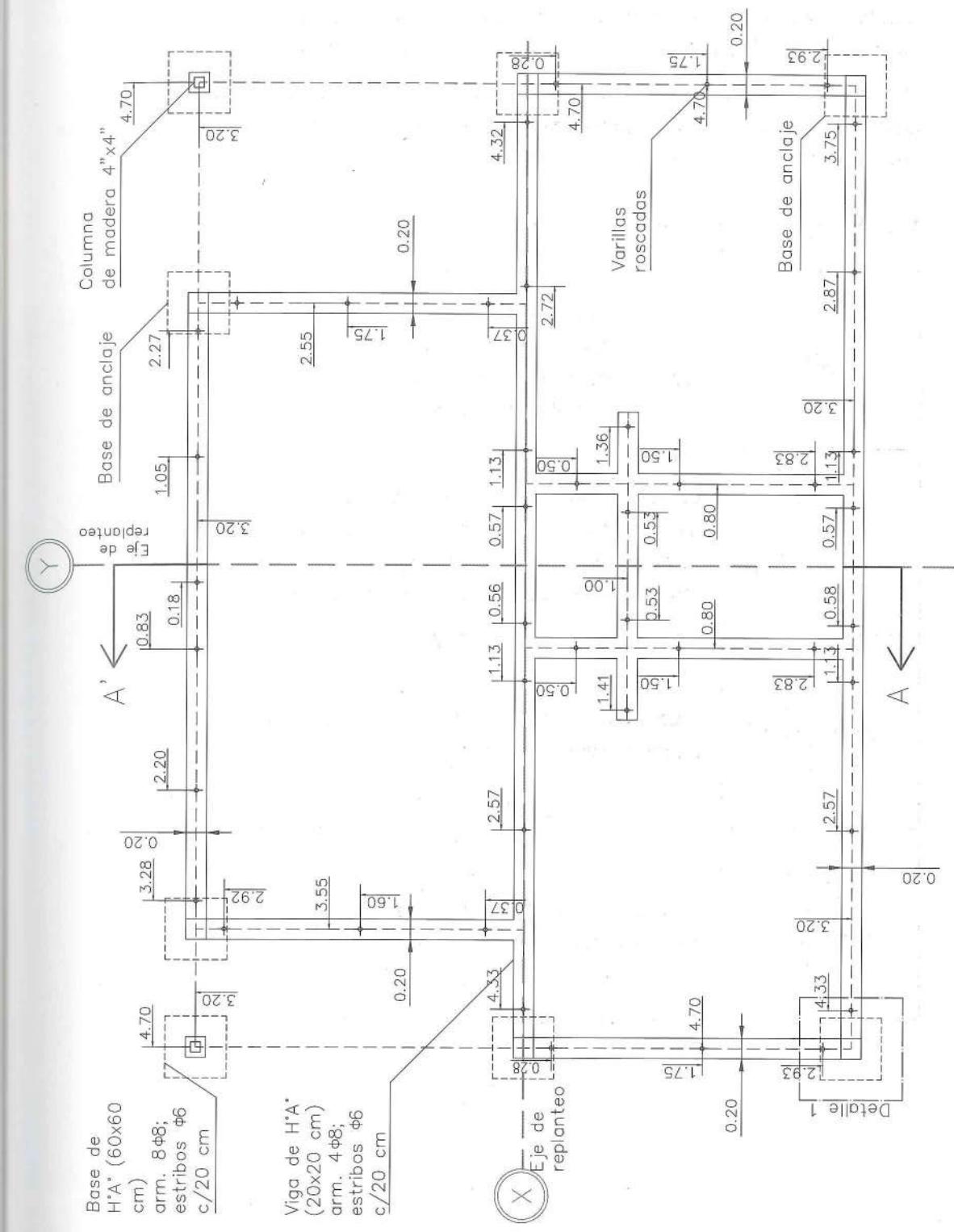
## 2- CIMENTOS

La principal función de los cimientos es soportar el peso total del edificio, es decir, transmiten toda la carga al terreno natural de la forma más pareja posible para evitar hundimientos. El cimiento impide, además, la humedad ascendente desde el suelo hacia las paredes.

La casa de quincha en bastidores ensamblados es una construcción liviana, por ello el encadenado es relativamente sencillo: consiste en una cimentación de hormigón armado que llevará insertas varillas roscadas para el posterior anclaje de los bastidores.

## Lectura del plano

	<b>Bases de hormigón armado (H°A°) de las columnas.</b> El proyecto prevé dos columnas que sostienen vigas para extender el techo en la zona del porche y de la galería abierta. En el apartado Armaduras de hierro figura el detalle constructivo.
	<b>Bases de anclaje.</b> Todas las esquinas exteriores tienen previstas pequeñas bases que sirven para dar un anclaje extra durante el armado de la estructura. De esa forma, se reduce la posibilidad de que una tormenta mueva o arranque los cimientos durante el período de construcción.
	<b>Vigas de H°A°.</b> La cota indica el ancho de 20 cm y la línea punteada representa el eje del cimiento.
	<b>Ubicación de las varillas roscadas.</b> Los valores 2,20 y 3,20 corresponden a las distancias en metros a los ejes Y y X, respectivamente.



## EXCAVACIONES

### Paso a paso

1. Las vigas de encadenado deben apoyar sobre terreno firme. A modo orientativo, excavaremos una zanja de 15 cm de profundidad por 20 cm de ancho. Si el suelo es muy blando, puede ser preciso ensanchar y profundizar la zanja para aumentar la superficie de apoyo. En ese caso, el fondo debe ser apisonado y relleno con ripio compactado.



*Las tanzas nos guían en el trazado de las zanjas.*



*Extracción de la capa superficial del suelo.*

2. En cada esquina, haremos pozos de 60x60 cm y 70 cm de profundidad que alojarán las bases de anclaje.



*En las esquinas cavamos pozos para las bases.*

# ARMADURAS DE HIERRO

## Lectura de planos

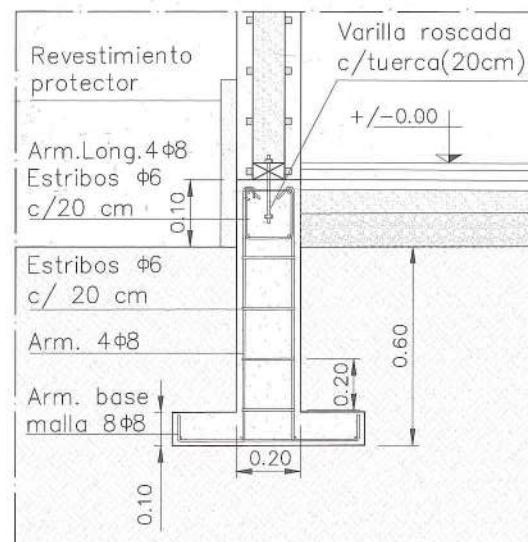
En esta instancia, construiremos las estructuras de hierro para:

- las vigas,
- las 6 bases de anclaje de las vigas, y
- las 2 bases de anclaje de las columnas.

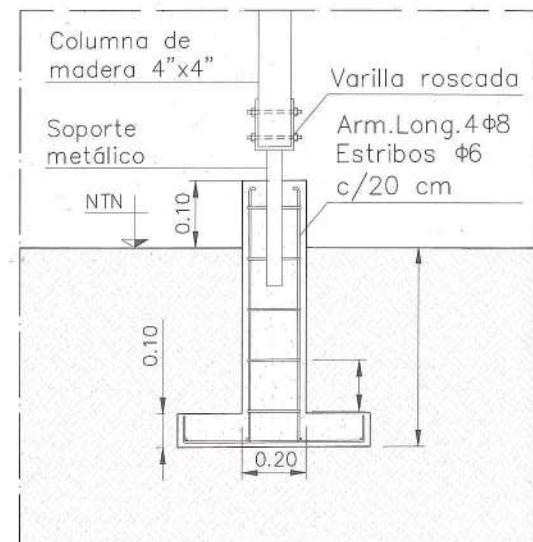
Como puede observarse en el siguiente detalle, las armaduras las realizaremos con hierros de 8 mm y estribos de 6 mm colocados cada 20 cm. La estructura debe estar recubierta totalmente por el hormigón, por eso la haremos de 17 cm de espesor de modo tal que haya una capa de 1,5 cm a cada lado (ancho final: 20 cm). Los estribos serán entonces de un largo aproximado de 76 cm para que al plegarlos obtengamos cuadrados de 17 cm de lado y 4 cm de doblés en el encuentro.

Las bases constan de una malla de 60x60 cm con 4 hierros de 8 mm en un sentido y otros 4 perpendiculares a éstos. A esta malla se inserta, perpendicularmente, un tramo de estructura de hierro de 80 cm de altura (con un doblés en "L" en la parte baja para su anclaje) construido de igual forma que las vigas. En el caso de la base para la columna, lleva inserta un soporte metálico para la sujeción de la columna.

DETALLE 1 BASE DE H'A°



DETALLE 6 BASE GALERÍA



## Paso a paso

1. Cortamos y plegamos los hierros según las medidas detalladas en los planos.
2. Ensamblamos las armaduras con alambre fino, respetando y verificando las medidas indicadas.



## RELLENO DE LAS BASES DE HORMIGÓN

### Paso a paso

1. Hacemos una capa de 3 cm de hormigón y colocamos la malla con el tramo vertical. Seguimos rellenando hasta completar el espesor final de 10 cm.
2. Emplearemos un molde circular de 20 cm de diámetro y 50 cm de altura. Lo insertamos rodeando los hierros verticales y rellenamos: el interior con hormigón y el exterior con la tierra que se extrajo al realizar la excavación. En la medida que se rellena, vamos extrayendo el molde ya que la tierra sirve de contención.



Relleno interior del molde con hormigón



Relleno exterior del molde con tierra

- En el caso de las bases de anclaje, el relleno de hormigón debe llegar hasta el nivel inferior de las vigas.
- En el caso de las bases de las columnas, el relleno de hormigón debe llegar hasta 20 cm por encima del nivel natural del terreno. En este último tramo se inserta el herraje de fijación de las columnas.



Nótese que el molde empleado es un tacho de 10 litros al que se le ha cortado su base.

## ENCADENADO

### Paso a paso

1. Presentamos las armaduras de hierro según indica el Plano de cimientos.



2. Encoframos. El encofrado es al menos de la altura de la viga (20 cm) y puede armarse a partir de dos tablas de 4"x2" unidas por listones de 2"x1" a cada metro. Se colocan de forma paralela a una distancia de 20 cm con listones anclados con clavos a medio clavar para facilitar la extracción al momento de desencofrar.



4. Mojamos bien el encofrado para evitar que el hormigón se pegue a la madera. A medida que vamos rellenando, tomamos la precaución de ir levantando un par de centímetros los hierros para evitar que éstos queden en contacto con la tierra.



3. Preparamos el hormigón: 3 partes de arena gruesa, 3 partes de ripio y 1 parte de cemento Portland.



5. Para asegurarnos que el encadenado quede a nivel, verificamos que la distancia entre el hiloy el ras del hormigón sea siempre la misma. Para ello, podemos servirnos de un listón cortado a esa medida, con el que iremos guiándonos y emparejando con cuchara de albañil o fratacho.



## COLOCACIÓN DE VARILLAS ROSCADAS

Las varillas roscadas sirven para el anclaje posterior de los bastidores. Deben colocarse cuando el hormigón haya fraguado un poco, para que el material tenga la consistencia necesaria para mantenerlas a plomo. Si el montaje de los bastidores se realizará al día siguiente (por ejemplo, si la construcción se hace en el marco de un taller) emplearemos acelerante de fragüe en la mezcla de hormigón para asegurarnos que las varillas estén bien ancladas.

### Paso a paso

1. Cortar varillas de aproximadamente 16,5 cm (las varillas roscadas vienen de 1m por ende, obtendremos 6 tramos). Pondremos una tuerca en uno de sus extremos.



2. Para ubicar adecuadamente las varillas, extendemos los hilos de los ejes y transferimos con plomada los puntos de inserción siguiendo el plano.



3. Insertamos la varilla con la tuerca hacia adentro dejando que sobresalga entre 7 a 10 cm.



## DESENCOFRADO

Al día siguiente de rellenar, podemos extraer los encofrados, desarmarlos, extraer los clavos y limpiar las maderas de la mezcla que pueda haber quedado pegada.



“

Por razones de seguridad te recomiendo colocar botellas plásticas o tramos de caño en los extremos que sobresalen de las varillas para hacerlas visibles y evitar lastimaduras en caso de accidente.

”



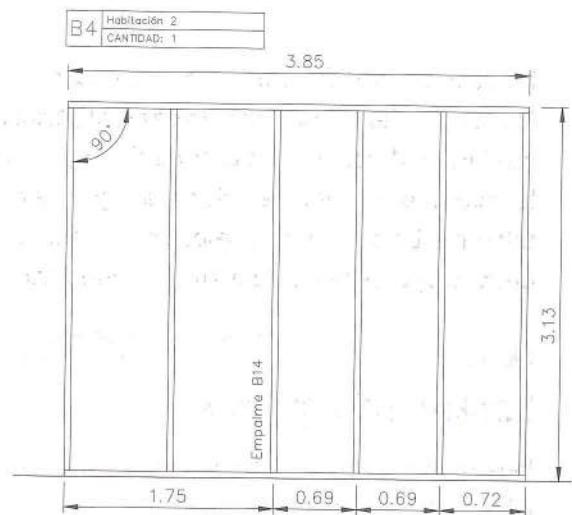
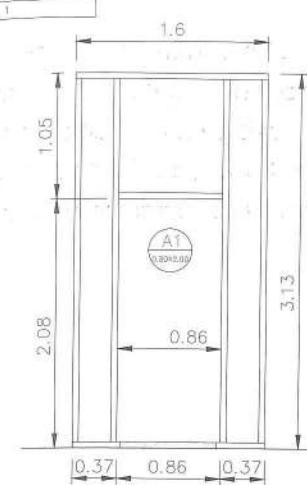
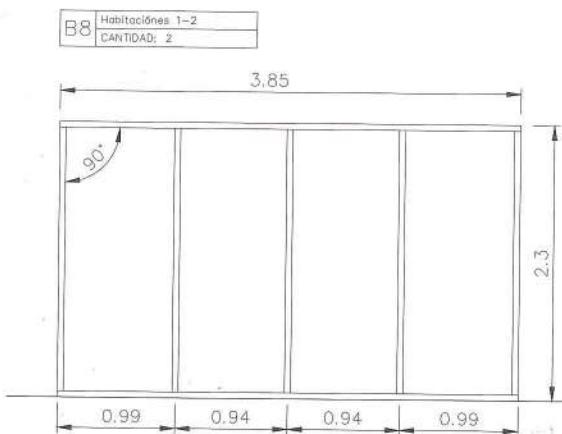
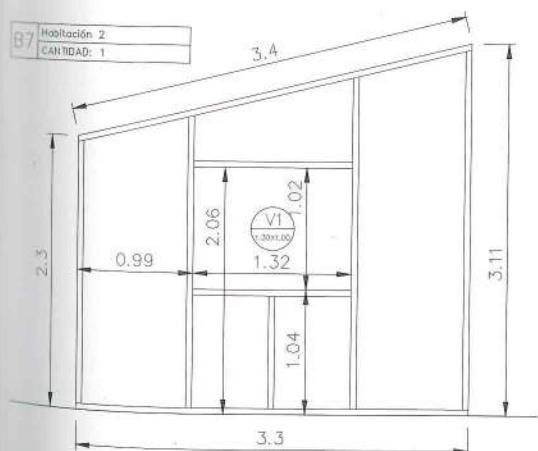
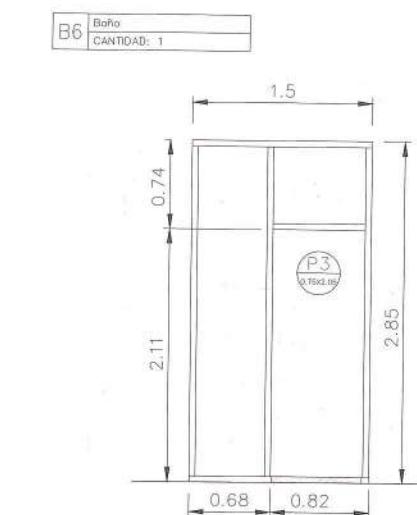
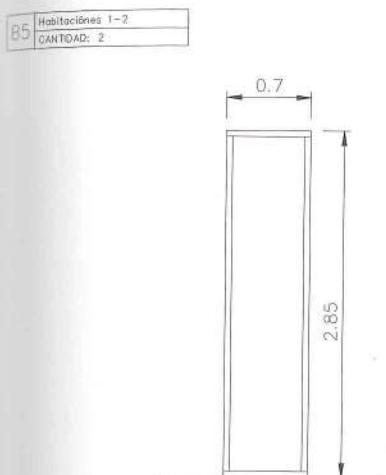
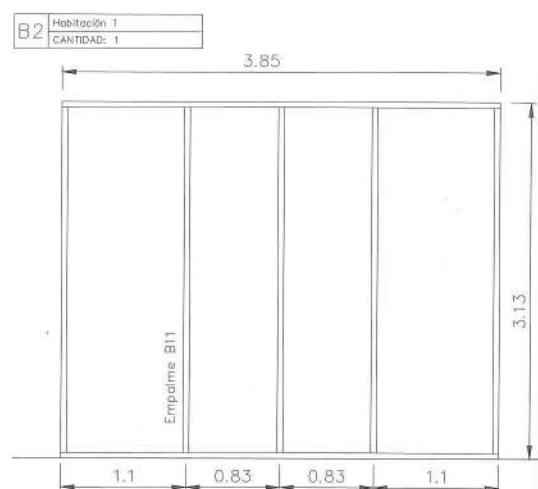
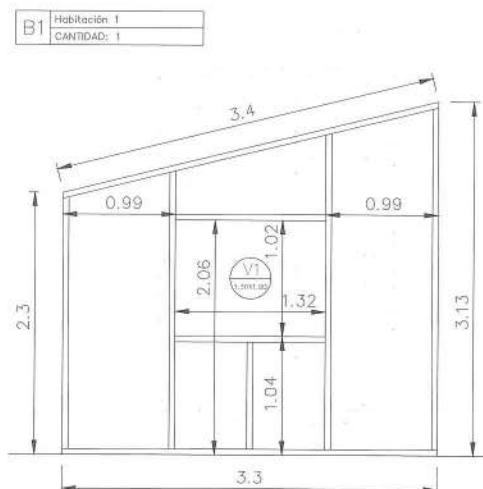
### 3- LOS BASTIDORES

La madera utilizada es la más económica; en la Patagonia sería álamo o pino, seca a medias. No se recomienda usar madera de eucaliptus o saligna, porque son susceptibles a deformarse con facilidad, son más difíciles de clavar y los listones tienden a rajarse cuando se clavan en los extremos. No es necesario tratarla ya que el barro la protegerá. De la cantidad que se detalla en el Listado de materiales, generalmente se compra un 10% de más para compensar los descartes por recortes. La tirantería a emplear es de 2"x4".

## ARMADO DE BASTIDORES

### Lectura del plano

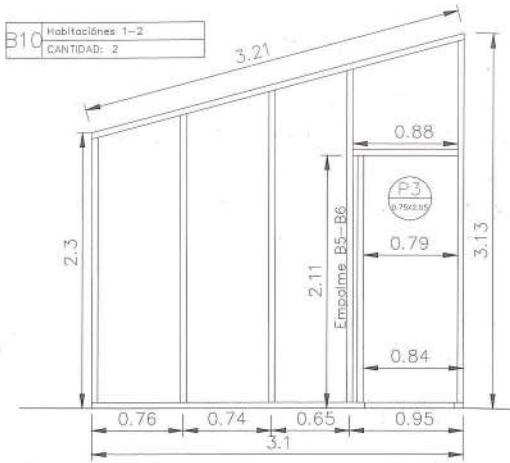
Para realizar esta tarea emplearemos los Planos de bastidores. Respecto a las medidas que allí figuran, es conveniente construirlos 1 cm más angostos para tener un margen de trabajo ante posibles irregularidades de la madera. El espacio previsto para la colocación de aberturas posee 2 cm extra para posibilitar la colocación holgada de puertas y ventanas.



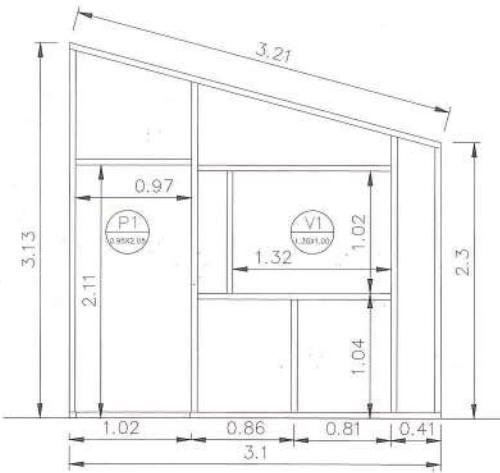
B9 Baño  
CANTIDAD: 1



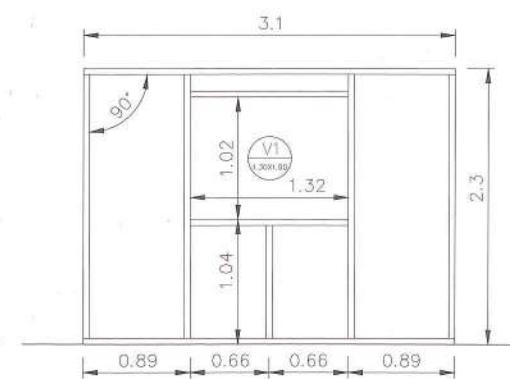
B10 Habitaciones: 1-2  
CANTIDAD: 2



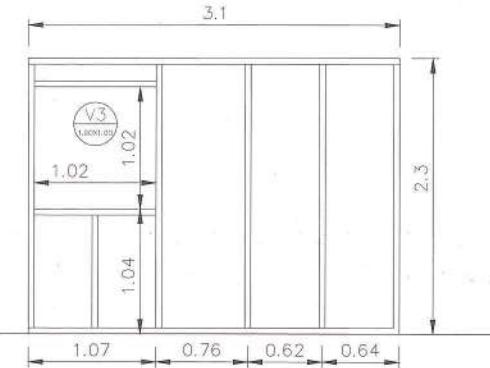
B11 Cocina - comedor  
CANTIDAD: 1



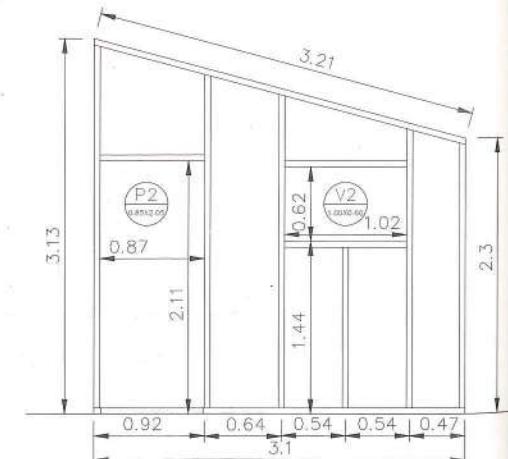
B12 Cocina - comedor  
CANTIDAD: 1



B13 Cocina - comedor  
CANTIDAD: 1

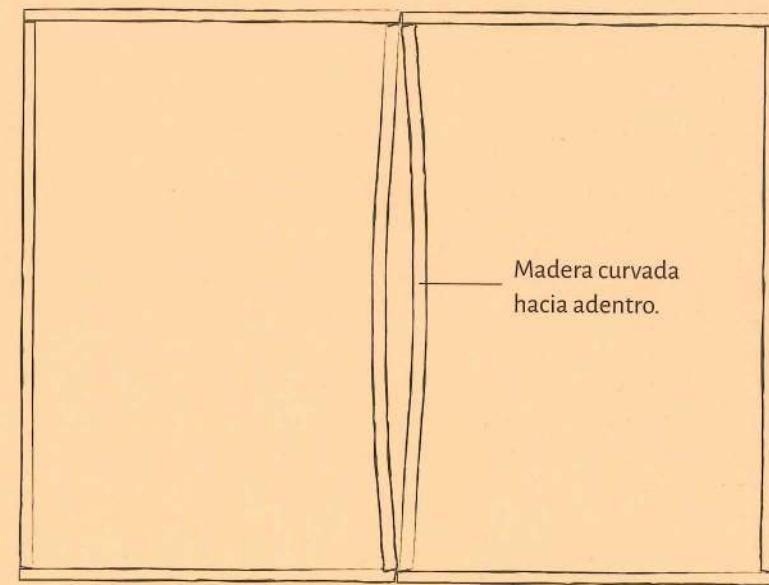


B14 Cocina - comedor  
CANTIDAD: 1

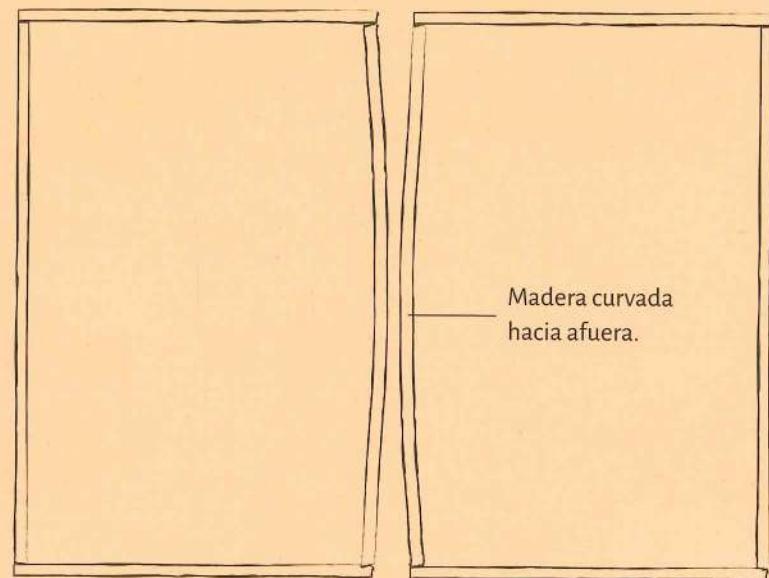


## ¿Cómo trabajar con maderas curvadas?

Si las tablas laterales están curvadas, es preferible que su curvatura quede hacia adentro. Si las maderas deben empalmarse, conviene que sean las verticales y/o las inferiores; en cambio, las maderas superiores deben ser tirantes enteros, sin uniones. Los empalmes deben estar del lado interno del bastidor y tener una superposición hacia cada lado de al menos 35 cm.



Forma correcta: curvatura hacia adentro.



Forma incorrecta: curvatura hacia afuera.

## Paso a paso

1. Sobre una superficie plana, presentamos las maderas siguiendo los planos.
2. Fijamos los encuentros con dos clavos espiralados de 4". Luego, verificamos la escuadria.



3. Hecho esto, colocamos una tabla 2"x4" en diagonal que mantendrá el bastidor en escuadra hasta su montaje y posterior envarillado.



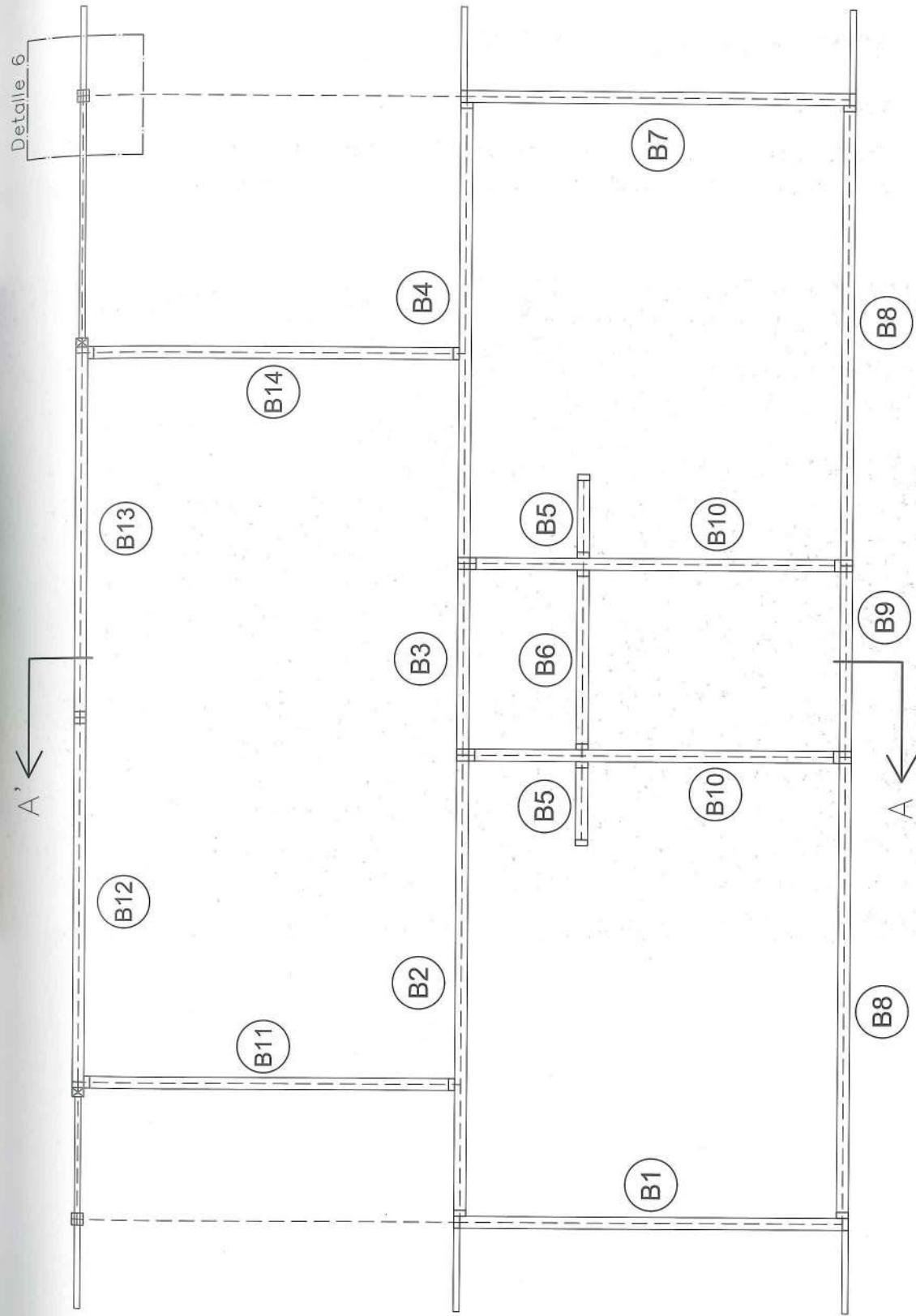
4. No pasaremos a la próxima etapa hasta tanto no haber terminado todos los bastidores. A medida que se van construyendo, los apilaremos sobre una superficie plana para evitar que se tuerzan. Se recomienda marcar el código del bastidor en un sector visible.



## MONTAJE DE BASTIDORES

### Lectura del plano

En esta instancia utilizaremos el Plano de ubicación de los bastidores. El montaje debe iniciarse en una esquina, con dos bastidores que formen un ángulo. Por ejemplo: B1/B8.



## Paso a paso

1. Presentamos el bastidor tumbado en el suelo, para poder marcar en el tirante inferior los lugares por los que pasarán las varillas roscadas.

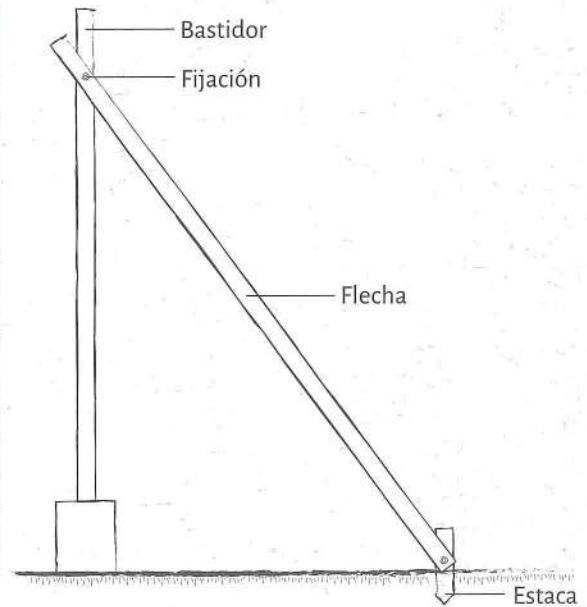


Tener en cuenta el espesor de la varilla roscada para marcar el centro de la perforación, ya que con la escuadra se marca el borde de esta.

2. Las perforaciones las realizaremos con mecha de 10 mm, moviendo el taladro de forma circular para generar una especie de "embudo" que facilite "embocarle" la varilla al montar el bastidor.



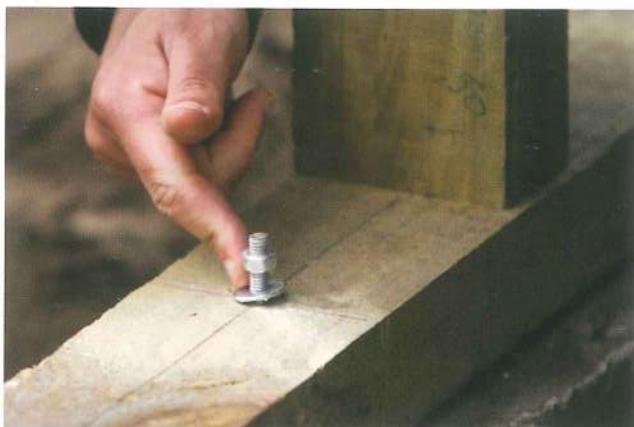
3. En zonas muy húmedas, puede ser preciso incorporar un plástico u otro material hidrófugo entre el encadenado y el bastidor, como medida preventiva para evitar el ascenso de humedad.
4. Colocaremos el primer bastidor. Para mantenerlo vertical ("a plomo"), es preciso flecharlo, es decir, sujetarlo con una tabla en diagonal desde su parte superior hasta una estaca, formando un triángulo rectángulo.



5. Luego, montaremos el segundo bastidor. Lo anclaremos al primero con 3 varillas roscadas: una a 30 cm del filo superior, otra al medio y la última a 50 cm del filo inferior del tirante. Colocar siempre a ambos lados tuercas y arandelas.



6. Continuamos la colocación de los bastidores, hasta completar la totalidad del montaje.



*Es importante destacar, que las tuercas que unen los bastidores a los cimientos deben ajustarse luego de concluir el entablonado del techo.*

“

**Los muros formados por los bastidores B8+B9+B8 y B12+B13 pueden desalinearse en la parte superior, con lo cual conviene verificar este aspecto antes de continuar con la siguiente etapa. Para resolverlo, se puede tirar un hilo de extremo a extremo de la estructura y colocar flechas para alinearlos.**

”



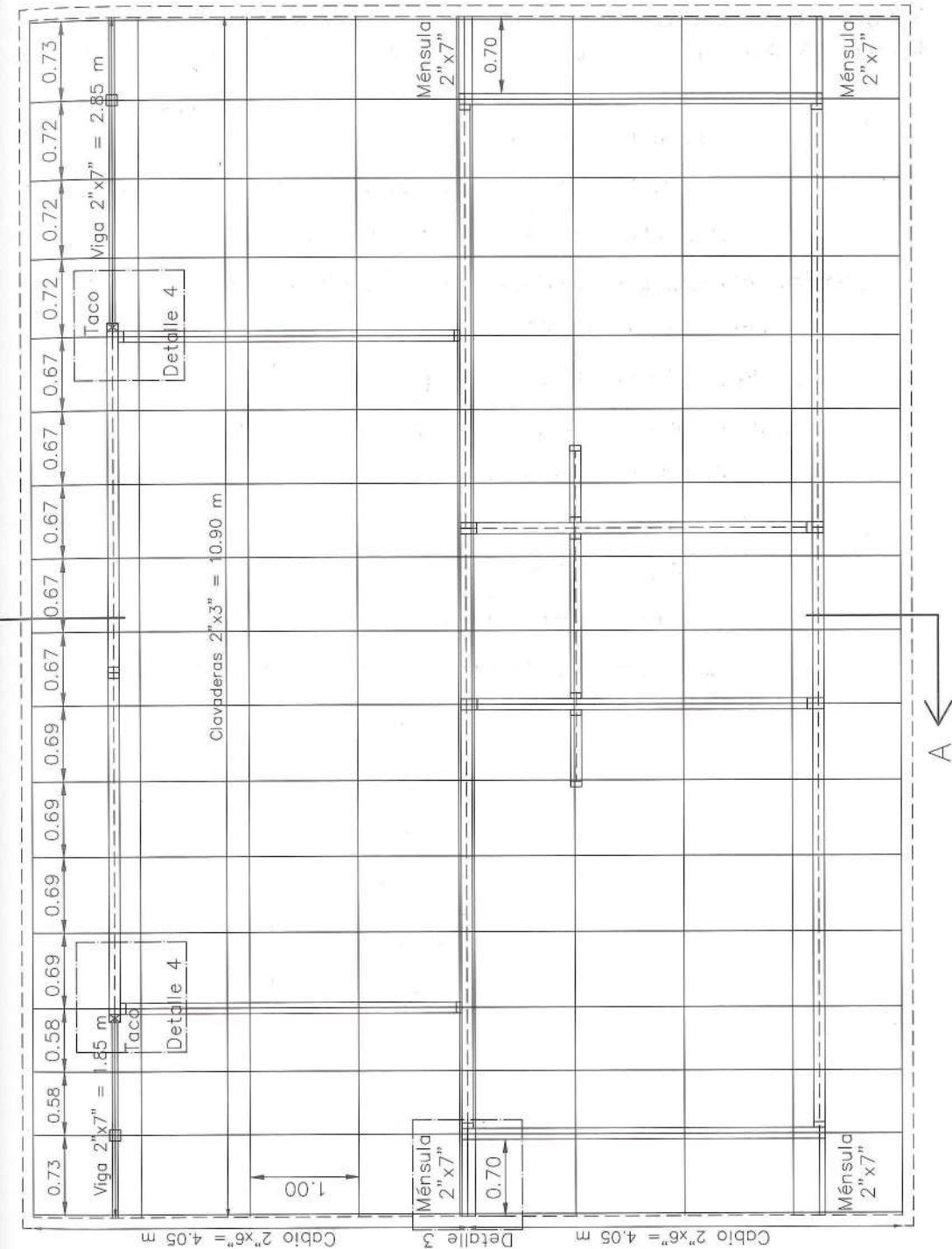
## 4- ESTRUCTURA DEL TECHO

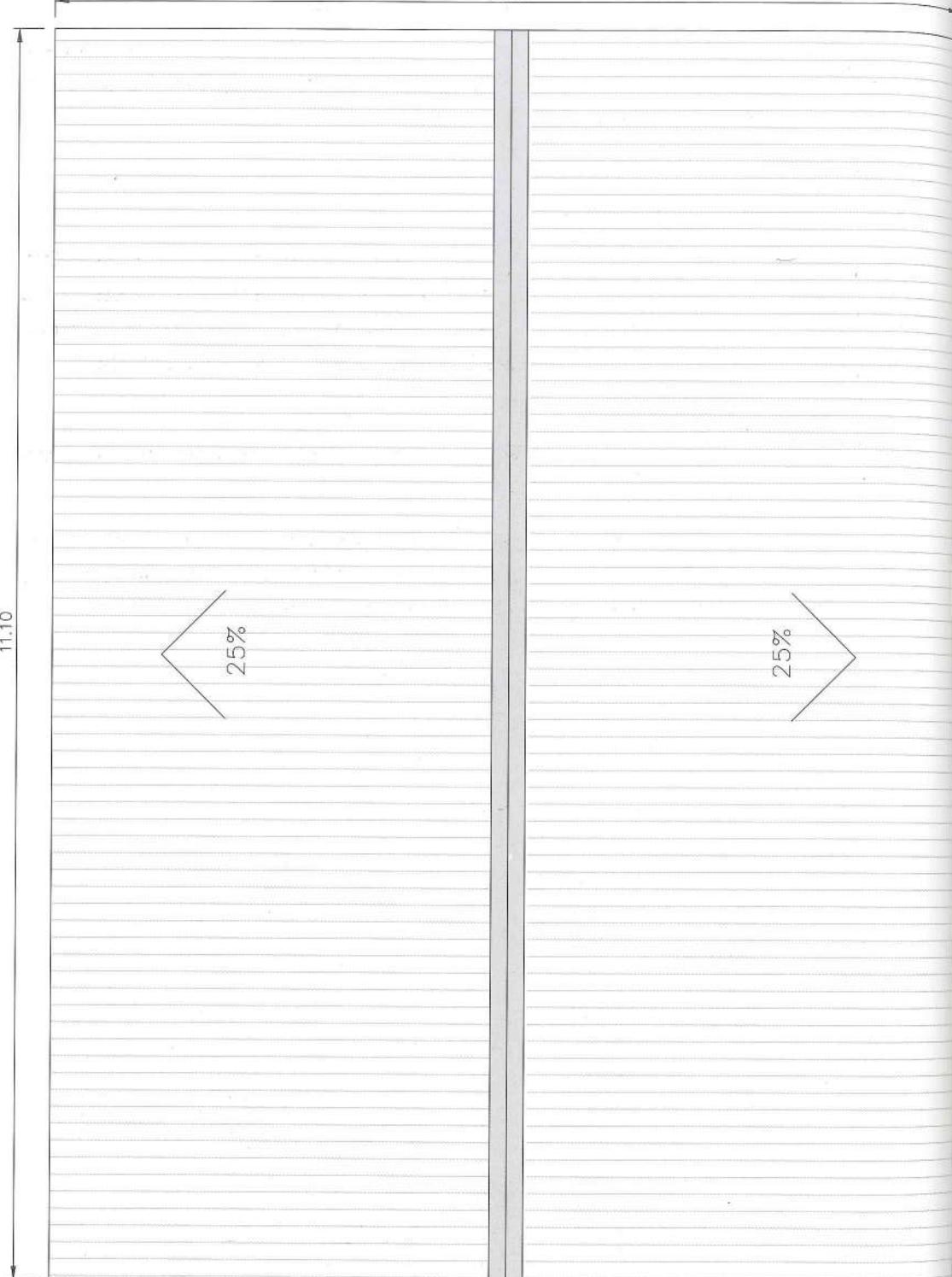
## Lectura de planos

El proyecto que presentamos en esta guía consta de un techo de chapa a dos aguas, con una pendiente de 25%. A continuación, se resumen los principales elementos que figuran en el plano.

### Elemento Función

Ménsula	Prolongación estructural de los bastidores para soportar el alero
Tirante/ cabio	Soporte estructural del techo
Entablulado/machimbre	Cielorraso y soporte de aislantes hidrófugo y térmico
1ra serie de realces	Medida precautoria para drenar el eventual ingreso de agua
Polietileno /plástico	Aislante hidrófugo
2da serie de realces	Sujeción del polietileno
Clavaderas	Sujeción de las chapas
Aserrín	Aislante térmico
Chapa	Cubierta
Cenefa	Terminación en aleros
Cumbreña	Cobertura del encuentro de las dos aguas del techo.





## ARMADO Y MONTAJE DE MÉNSULAS

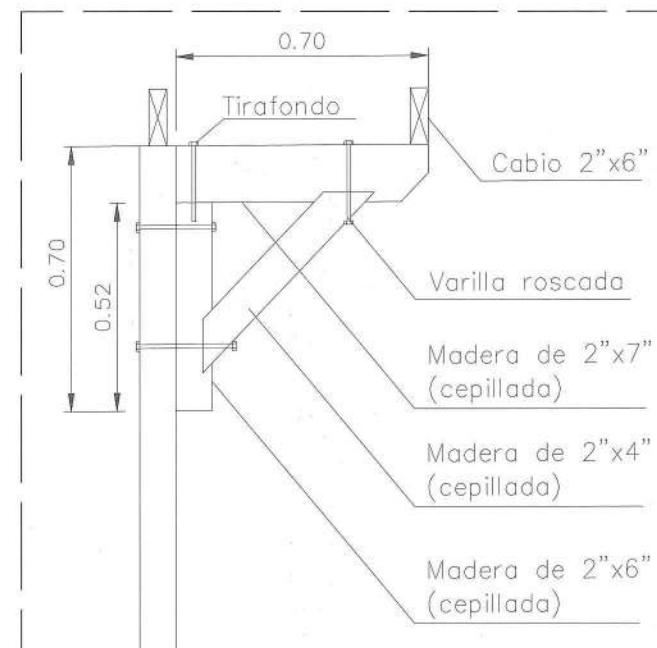
Las ménsulas sirven para prolongar la estructura del techo hacia el frente y parte trasera de la construcción y asegurar así un alero a ambos lados. Precisaremos armar 4 unidades, que serán ancladas posteriormente a los bastidores correspondientes.

### Lectura del plano

En el Plano Detalle Ménsula, podemos observar el perfil de la ménsula que debemos armar. Está sujetada lateralmente al tirante de un bastidor, en la parte superior puede verse el corte de dos cabios (representados por dos rectángulos con una cruz interior). La ménsula se realiza con maderas cepilladas ya que quedará a la vista, y precisaremos para ello los siguientes cortes:

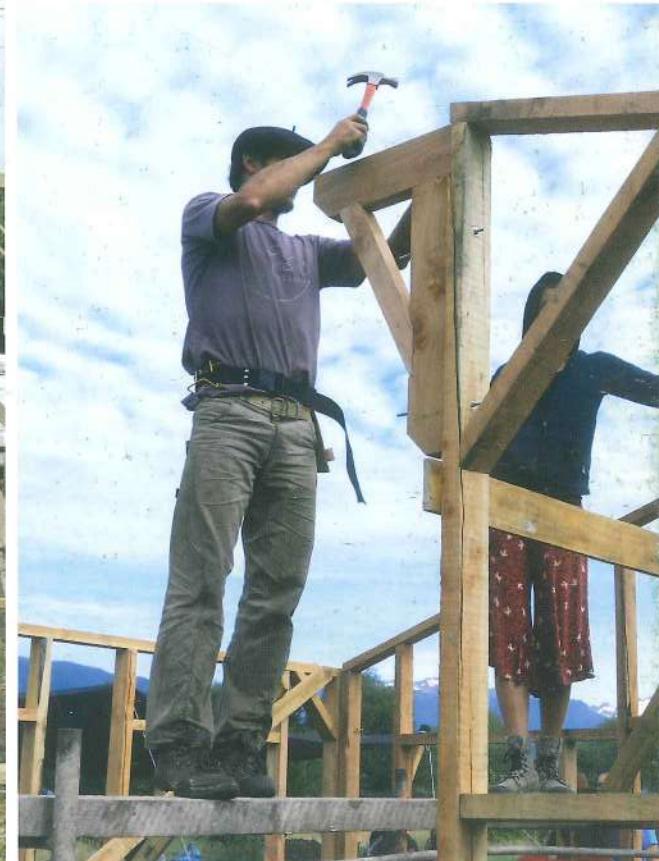
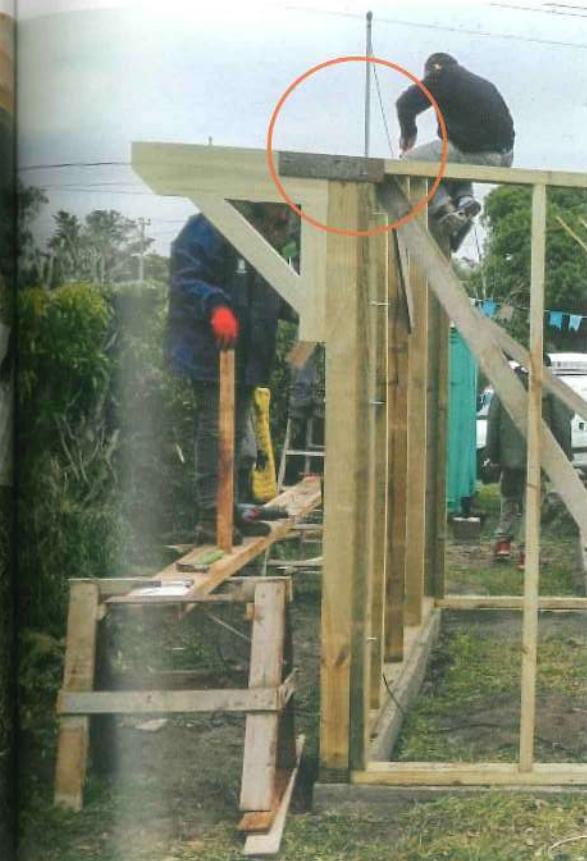
- 1 madera de 2"x7" de 0,70 m, con un rebaje en su extremo
- 1 madera de 2"x6" de 0,55 m, sin rebaje, unida a la anterior por medio de un tirafondo, formando un ángulo recto
- 1 madera de 2"x4", con sus extremos cortados a 45° que se encasta diagonalmente en las dos anteriores para dar firmeza estructural al conjunto. El encastre debe ser de aproximadamente 2 cm de profundidad y está sujeto con varillas roscadas.

DETALLE 3 MÉNSULA



## Paso a paso

1. Cortamos las maderas según las medidas que figuran en el Plano Detalle Ménsula
2. Presentamos las maderas y realizamos las perforaciones necesarias para el ensamble con tirafondos y varillas roscadas. A continuación, ensamblamos.



3. Anclamos las ménsulas con las varillas roscadas según la ubicación que figura en el Plano Estructura del Techo, y que correspondería a la extensión de los bastidores: B2, B4 y los dos B8.

Para evitar el movimiento lateral hasta que sean colocados los cabios, pondremos provisoriamente un listón que mantenga firme la ménsula, como señala el círculo naranja.

## MONTAJE DE COLUMNAS Y VIGAS

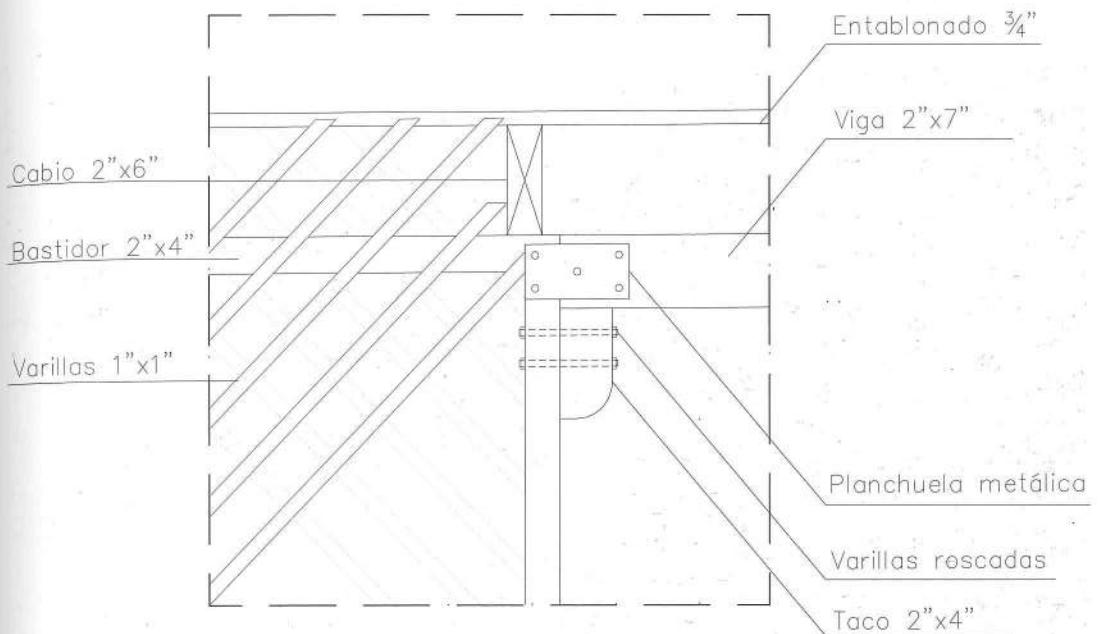
Las dos columnas con sus respectivas vigas sirven para soportar el techo en los dos espacios abiertos, a saber: el porche de entrada y la galería abierta.



## Lectura del plano

Como puede apreciarse en el Plano Detalle Tacos, el encuentro de la viga con el bastidor se da a través del apoyo en un tacho y su anclaje con planchuela metálica. La viga va encastrada en la columna.

DETALLE 4 TACOS



Las medidas de las vigas figuran en el Plano de Estructura de Techo y las de la columna se calculan considerando la base de anclaje y el encastre que tendrá la viga. Recapitulando, precisaremos madera cepillada de las siguientes medidas:

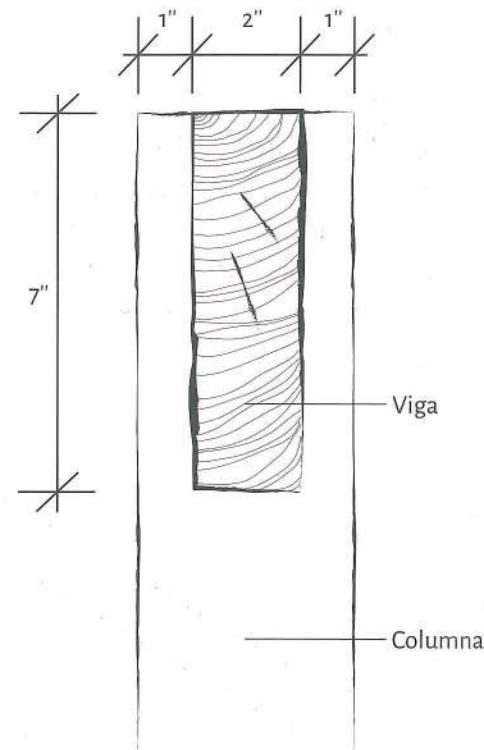
- 2 columnas de madera de 4"x4" de aproximadamente 2,30 m de altura
- 1 viga para el porche: tirante de 2"x7" de 1,85 m
- 1 viga para la galería abierta: tirante de 2"x7" de 2,85 m
- 2 tacos de 2"x4"

## Paso a paso

1. Cortar las maderas según las medidas correspondientes.
2. Insertamos las columnas en los herrajes, flechamos de ambos lados y las sujetamos con tirafondos de 2".
3. Anclamos los tacos a sus respectivos bastidores a través de dos varillas roscadas, como se observa en el Plano Detalle Taco.
4. Apoyamos un extremo de la viga sobre el taco y el otro extremo sobre la columna. Unimos los encuentros con planchuelas metálicas y tirafondos de 2".



Detalle de la inserción de la columna en su base.

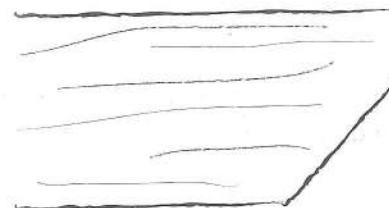


Encastre en el encuentro entre la viga y la columna.

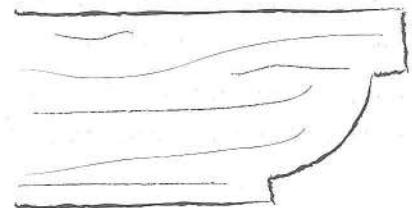
## COLOCACIÓN DE CABIOS

### Paso a paso

1. Realizar el rebaje en el extremo de los cabios. Esto reduce la exposición de la madera al agua.

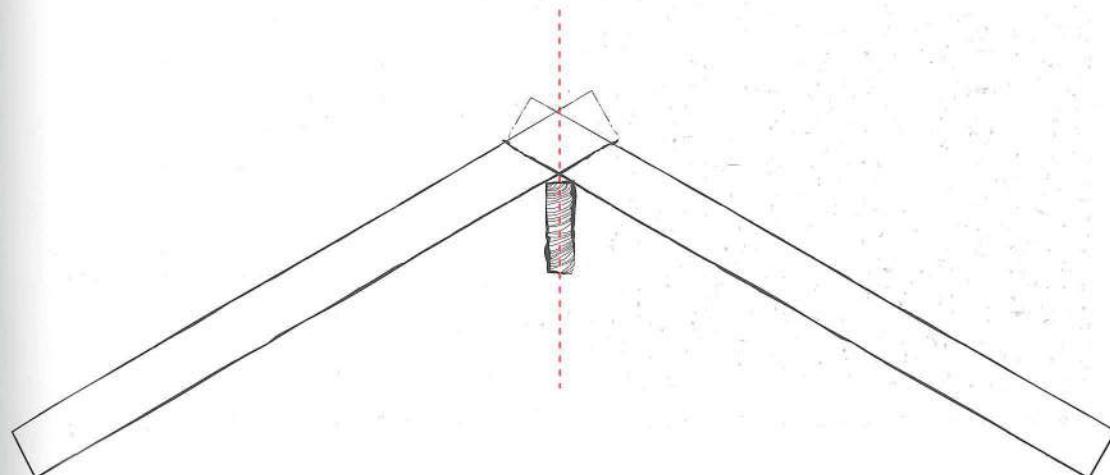


Rebaje simple



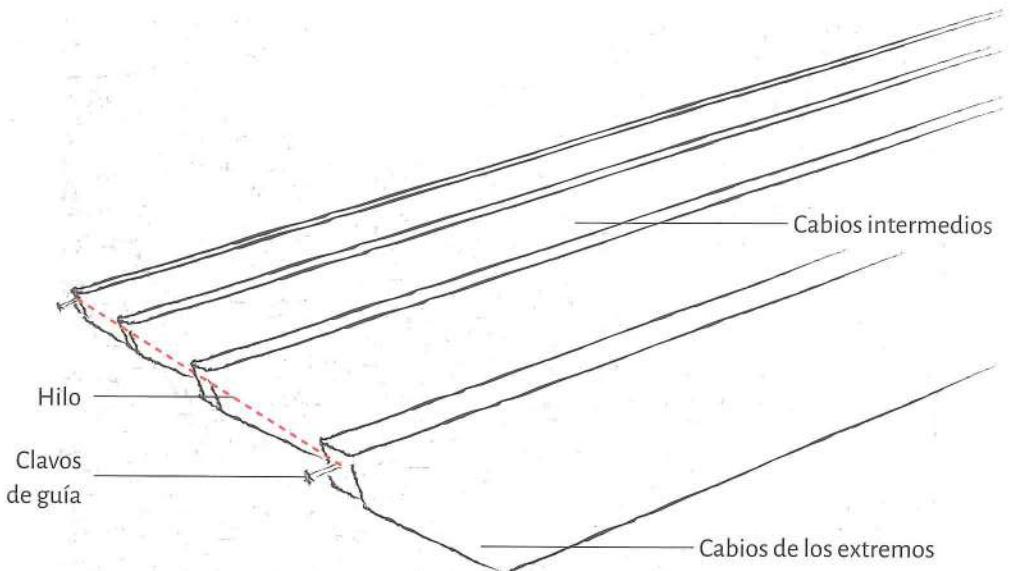
Rebaje pechito de paloma

2. Subimos todos los cabios sobre los bastidores y fijamos los extremos. Éstos son los únicos que necesariamente deben ir enfrentados a la altura de la cumbre. Para ello debe hacerse un corte en diagonal que permita su encuentro y cada uno va a pisar la mitad del tirante del bastidor central. Esta unión puede reforzarse colocando una planchuela con clavitos en la cara que no queda a la vista.



La línea punteada roja indica el corte que debe realizarse para asegurar un encuentro adecuado a nivel de la cumbre.

3. En los cabios de los extremos, fijaremos un clavo para tirar el hilo que servirá de guía para acomodar los cabios intermedios, dejando un margen de aproximadamente 0,5 cm.



4. Fijamos los cabios con clavos de 3" en diagonal desde ambos lados. Para ello, colocamos un pequeño listón a medio clavar, eso fija la madera desde un lado mientras se inserta el primer clavo desde el otro. A continuación, se extrae y se fija el lado opuesto.

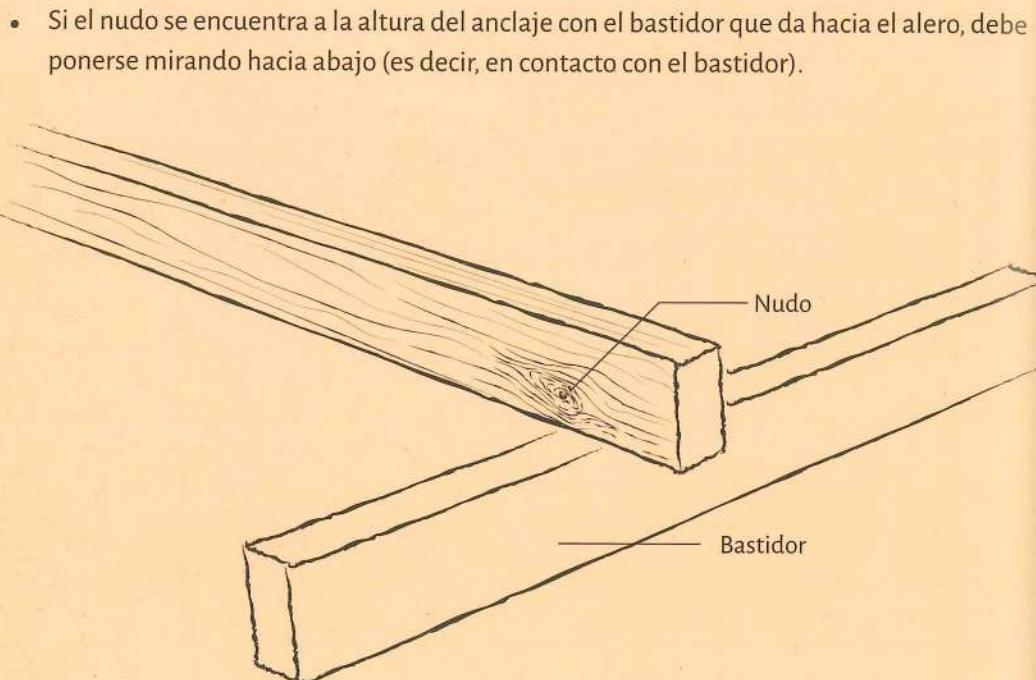


5. Los cabios conviene pintarlos una vez terminado el techo, para evitar que resbalen al momento de la instalación.

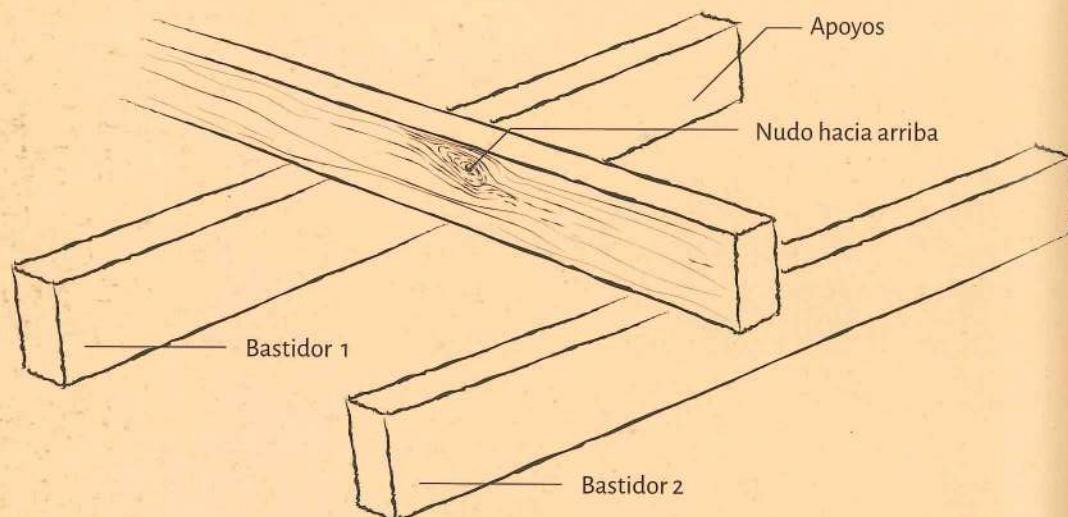
## ¿Cómo colocar los cabios adecuadamente?

Es importante destacar que el cabio trabaja a la tracción en la parte inferior, mientras que en la parte superior trabaja a la compresión entre los puntos de apoyo.

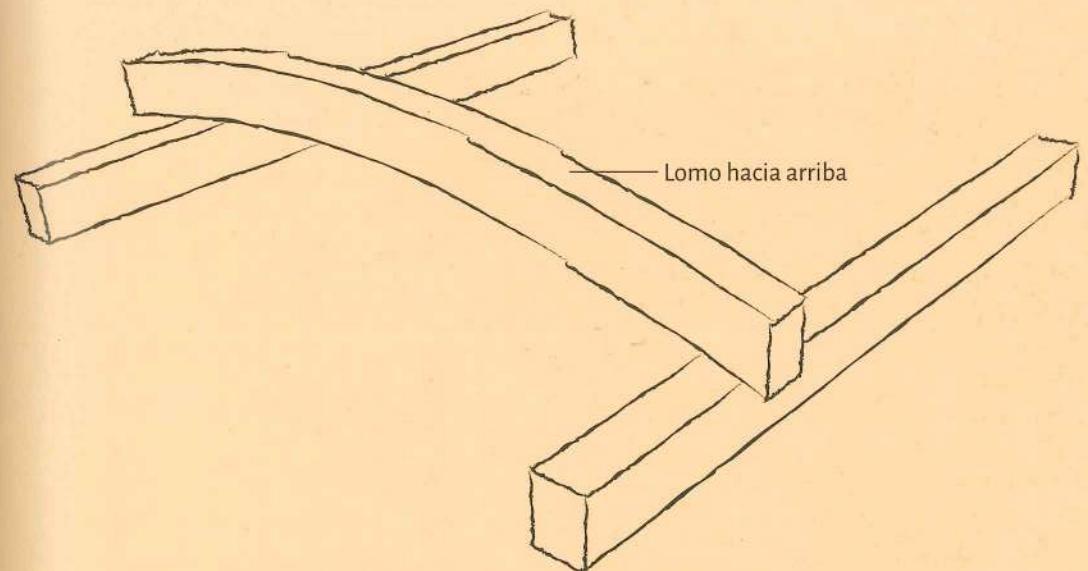
Por ello, si la madera presenta nudos grandes, la forma de colocar el cabio sería la siguiente:



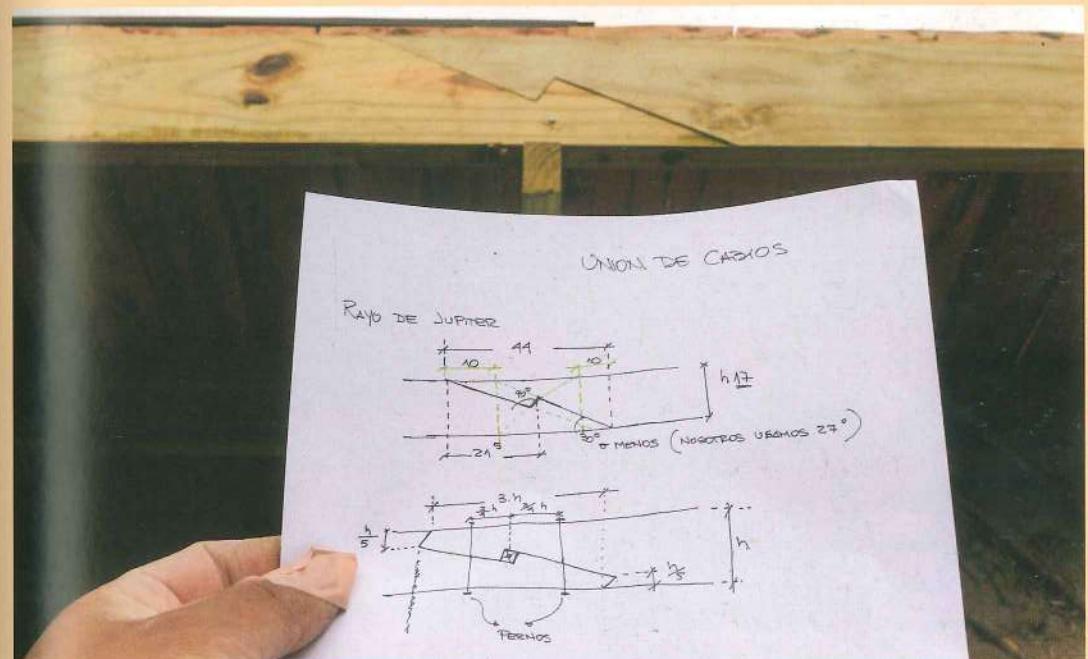
- En cambio, si el nudo se ubica entre los apoyos, debe colocarse mirando hacia arriba.



- Si la madera presenta curvaturas, el lomo debe ir siempre hacia arriba.



- Si bien hay que tratar de evitar el empalme de cabios, en caso de ser necesario se muestra un esquema de cómo hacerlo.



## ENTABLONADO

El entablónado del techo puede ser con machimbre de  $\frac{1}{2}$ " aunque lo ideal sería de  $\frac{3}{4}$ ".

### Paso a paso

1. Pintamos la cara del lado del biselado previo a su colocación. Eso protege la madera, resalta colores y, sobre todo, evita que el barro se pegue. Además, aporta lubricación al momento de realizar los encastres entre tablas.

“

**En mi experiencia, suelo proteger la madera con cera de abeja. Para ello, la cera se ralla, se coloca en un recipiente y se le va agregando nafta para disolverla hasta lograr una consistencia adecuada para su aplicación con pincel. Este preparado suele durar 4 años en maderas expuestas a la intemperie y muchos más en aquellas de interiores.**

”

2. Iniciamos el entablónado, considerando las siguientes recomendaciones:
  - Se inicia colocando el machimbre desde la parte más baja de la pendiente del techo, es decir, desde el alero.
  - La arista hembra debe quedar hacia la parte baja de la pendiente.
  - El biselado va siempre hacia abajo
  - La primera tabla colocada va fijada con dos clavos de 2" sobre cada cabio, las sucesivas pueden ir sujetas con sólo un clavo en cada cabio, ubicado próximo a la arista hembra de modo tal de fijar la unión con el macho de la tabla precedente.
  - Trabajaremos desde un andamio, hasta machimbrar un ancho suficiente como para continuar la tarea subido directamente encima de las tablas ya colocadas.
  - Si es preciso forzar el encastre entre una tabla y la sucesiva, un pedazo de machimbre servirá para distribuir el golpe de martillo.
  - Cuando el machimbre está levemente deformado, existen algunas astucias para “enderrecharlo”, como se ve en la imagen 18. Si la deformación es excesiva y hay que cortarlos, tener en consideración que el corte debe hacerse a la altura del cabio. Idealmente, los encuentros entre tablas no deben hacerse todos en el mismo cabio sino distribuidos

- Cada 10 tablas aproximadamente conviene ir verificando la distancia que resta cubrir con machimbre hasta la cumbre para ir corrigiendo los sectores en que eventualmente se haya desalineado el frente de avance.



3. Una vez machimbrada la mitad del techo pueden sacarse las flechas que daban el plomo a los bastidores y ajustar las tuercas de las varillas roscadas. Si la construcción se realiza en el marco de un taller, un equipo puede comenzar a colocar las aberturas (ver capítulo correspondiente).



- Terminado el entablonado del techo, conviene proteger la parte superior del machimbre para evitar el ataque de insectos xilófagos (plagas de las maderas).



## AISLACIÓN HIDRÓFUGA DEL TECHO

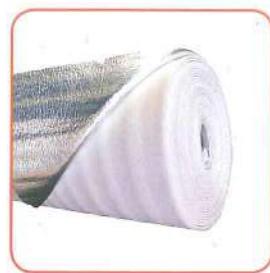
La aislación hidrófuga del techo es una barrera al ingreso de agua. Para esta tarea utilizaremos listones de  $\frac{1}{2}'' \times 1''$  llamados comúnmente "realce" o "bulín de yesero", clavos de  $1\frac{1}{2}$ " y un aislante hidrófugo. Las alternativas disponibles en los comercios incluyen papel embreado, plástico/polietileno de 200 micrones y espuma de polietileno con una cara aluminizada (esta última opción funciona también como aislante térmico).



Papel embreado



Polietileno de 200 micrones



Espuma de polietileno con una cara aluminizada

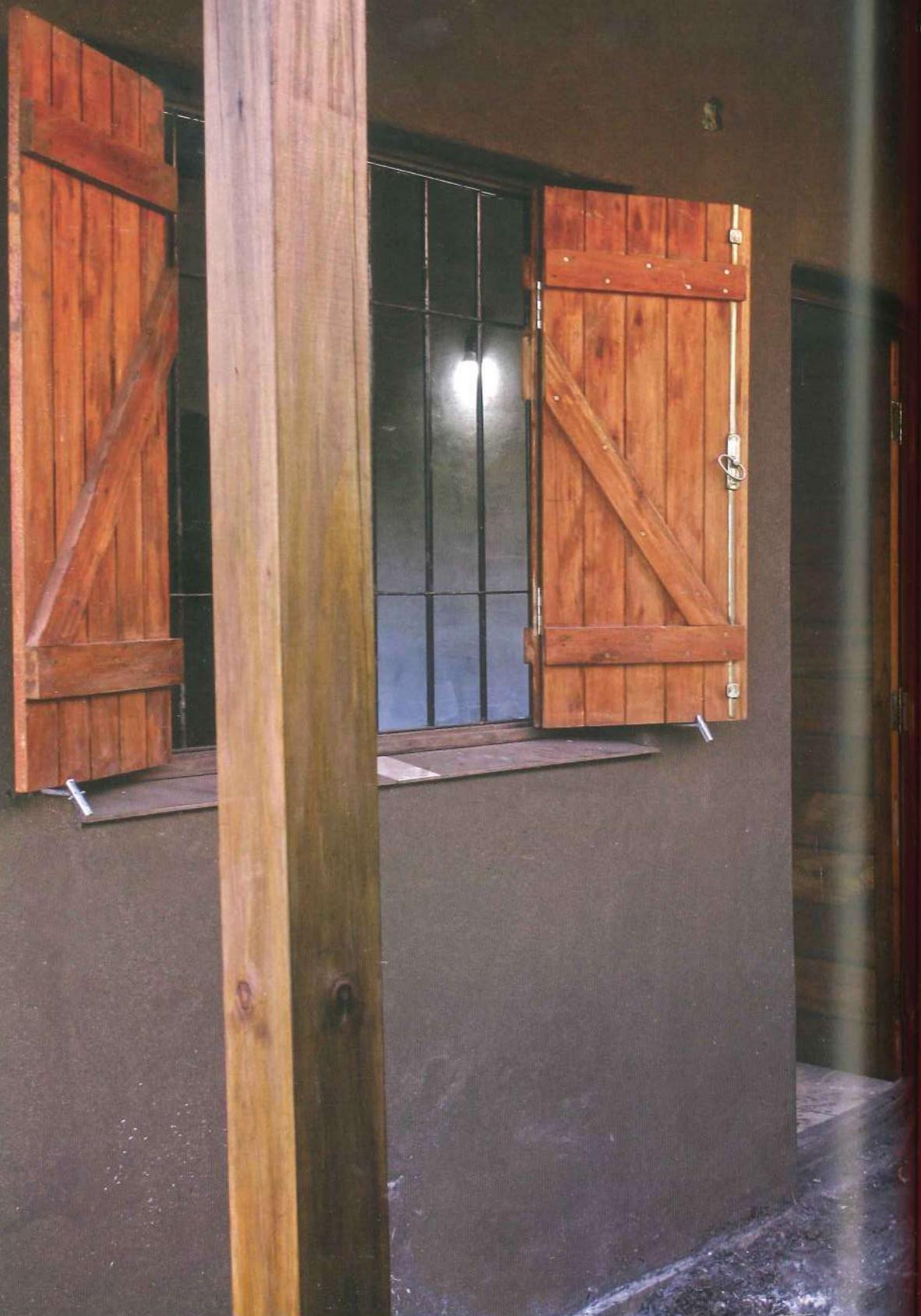
## Paso a paso

- Clavamos una primera serie de realces a lo largo de los cabios. Estos realces permiten elevar el nivel en los sectores donde el aislante hidrófugo será perforado para su sujeción. De esta forma, si por algún desperfecto llegase a ingresar agua en ese sector, ésta correrá a lo largo del aislante hasta desagotar a la altura de la cenega, pero sin penetrar al interior de la vivienda.



- Extendemos el aislante hidrófugo (en la imagen, papel embreado) comenzando por el alero. A medida que lo hacemos, iremos colocando una segunda serie de realces que fijarán el aislante.





## 5- ABERTURAS Y ENVARILLADO

## COLOCACIÓN DE ABERTURAS

### Lectura de planos

A continuación, se presentan la cantidad, la ubicación, la dimensiones y la dirección de apertura de las aberturas necesarias para la casa de quincha en bastidores ensamblados. El código se corresponde con el que figura en el Plano de Arquitectura. Las maderas verticales de un marco se llaman "patas" y la de arriba "cabezal".

V1	Cocina-comedor/Habitaciones CANTIDAD: 4	V2	Cocina/Baño CANTIDAD: 2	V3	Cocina CANTIDAD: 1
P1	Cocina-comedor CANTIDAD: 1 der.	P2	Cocina-galería CANTIDAD: 1 izq.	P3	Habitaciones/Baño CANTIDAD: 1 izq./2 der.

### Paso a paso

1. Previo a la instalación de las aberturas, conviene pintarlas con protector para madera.
2. Presentamos las aberturas, teniendo en cuenta:
  - Las aberturas se colocan con las hojas puestas y listones clavados a medias, formando escuadra en los ángulos para darle firmeza al conjunto.
  - No deben ubicarse a la mitad del espesor de la pared, sino que el marco debe sobresalir 5 cm del borde del bastidor hacia adentro del ambiente. Ese espesor de 5 cm será más adelante ocupado por el revoque hasta quedar al ras del marco, posibilitando la colocación del contramarco y la correcta apertura de las puertas y ventanas. De esta forma queda más prolíjo.



- Aplomamos las aberturas con plomada (no se recomienda el uso de nivel). Hecho esto, se colocan cuñas y contracuñas para acomodarlas y sujetarlas.

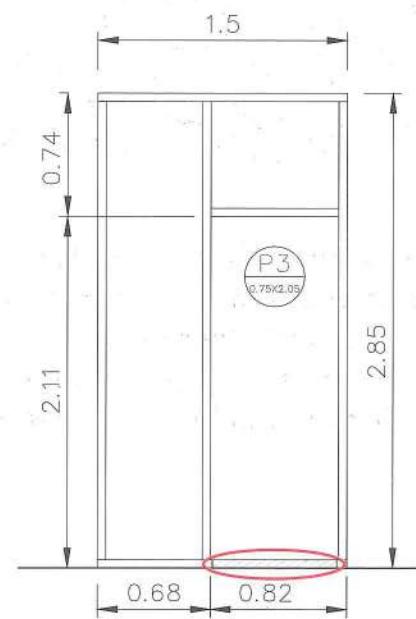


- En el caso de las puertas, para que éstas no rayen el piso y cierren adecuadamente, es preferible que el marco esté apenas 2 mm fuera de plomo hacia el lado de las bisagras y hacia el lado de afuera del ambiente. Además hay que colocar entre la hoja y el marco unas astillas de un par de milímetros y asegurar que no se deforme el conjunto, clavando dos o tres listones agarrando ambas patas del marco y la hoja. Estas astillas luego se quitarán.

3. A continuación, colocaremos 3 tirafondos en las patas de los marcos y 1 en las maderas horizontales. Debe hacerse un fresado previo de las perforaciones para que la cabeza de los tirafondos quede oculta y luego se tapa con masilla.



4. Fijos los marcos, extraemos las hojas de puertas y ventanas, y las acomodamos adecuadamente en un sector protegido del sol y la humedad para que no se deterioren.
5. En el caso de las puertas, debemos cortar el tramo inferior del bastidor ya que el nivel de piso terminado corresponde al filo superior del tirante. En el plano, tal detalle aparece con rayas diagonales (círculo rojo).

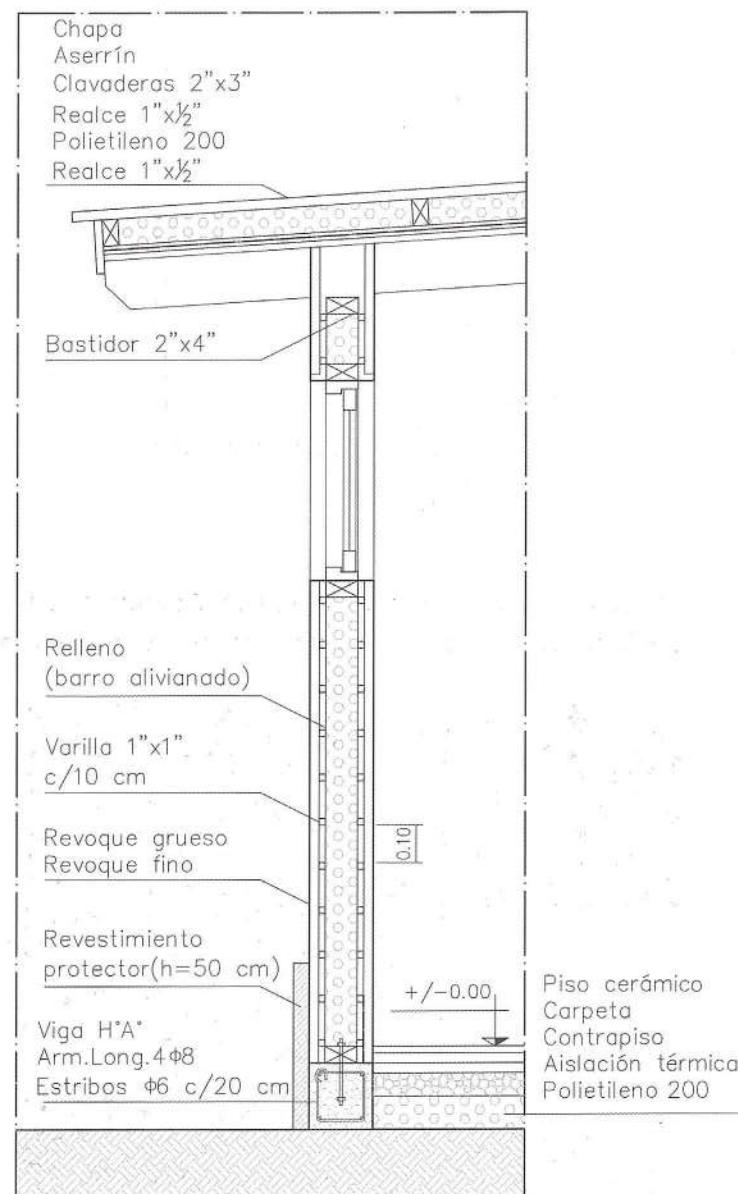


## ENVARILLADO

### Lectura de planos

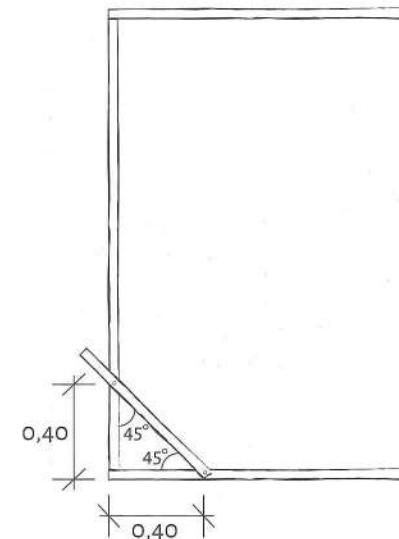
En este proyecto están calculadas paredes de 20 cm de espesor, que pueden engrosarse para adaptarse a las condiciones climáticas locales.

DETALLE 2 PARED

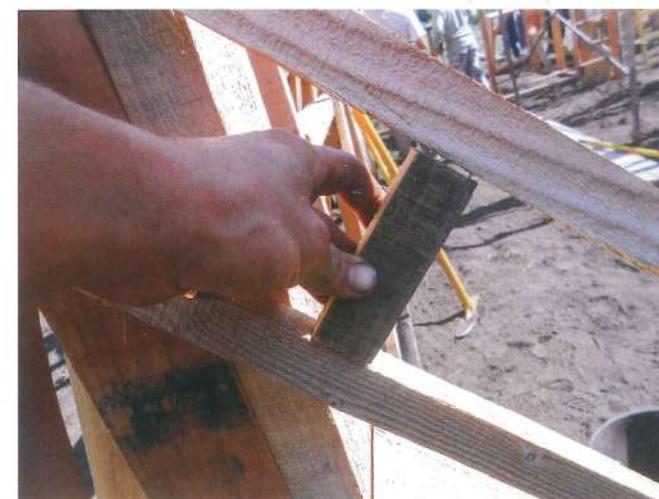


### Paso a paso

1. Las varillas son de 1"x1" y deben ser colocadas a 45°. Para ello, desde una de las esquinas inferiores del bastidor tomamos la misma medida tanto hacia la vertical como hacia la horizontal (en el esquema figura a modo de ejemplo "40 cm"). En el encuentro entre la varilla y el bastidor colocamos clavos de 2".



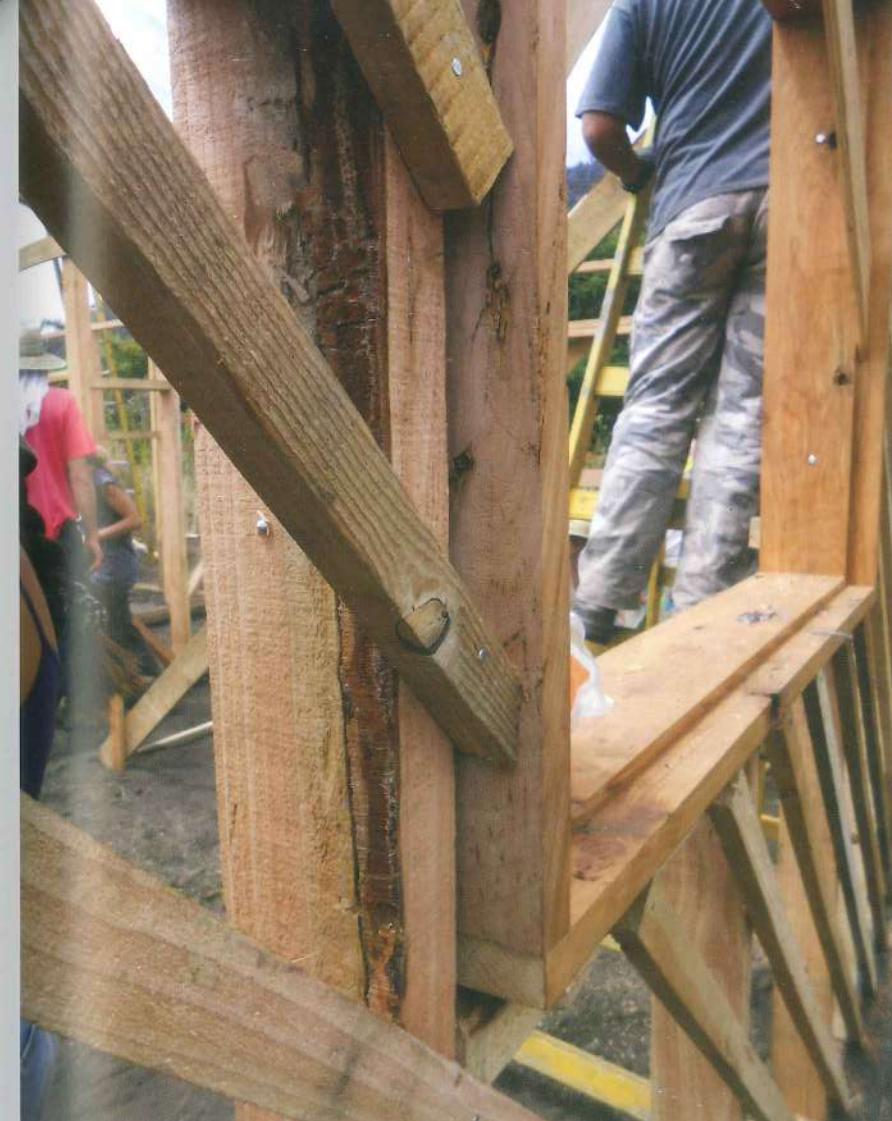
2. La siguiente varilla la colocaremos a 10 cm de la anterior. Para facilitar esta tarea y mantener constante tal medida, podemos cortar un taquito de 10 cm que nos servirá de referencia.



3. En la cara opuesta del bastidor, el envarillado se realizará de forma perpendicular a la primera. Así, se formará un “enrejado” que otorga firmeza a la estructura; cada varilla funcionará como un puntal que distribuye la carga del techo a los cimientos. Antes de envarillar, remitirse a los planos de instalaciones eléctricas y sanitarias para verificar si es preciso pasar algún caño o tubería por el sector (ver apartado *Instalaciones eléctricas y sanitarias*).



104



*Los extremos de las varillas deben tocar el entablonado del techo y si hay aberturas deben llegar hasta el marco de éstas.*

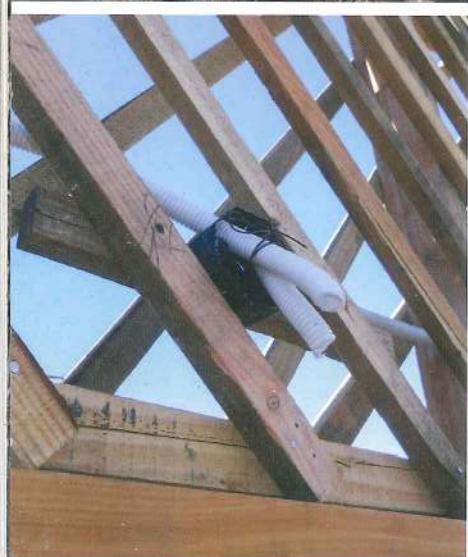
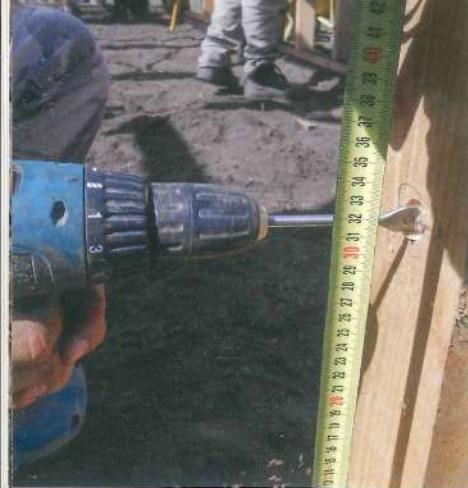


*En las uniones de los bastidores las varillas van con un clavo sujetas en cada tirante que cruzan.*

105



## 6- INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS



Para realizar las instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas se recomienda contar con el asesoramiento de profesionales idóneos. En este capítulo nos limitaremos a ofrecer algunas consignas para tener en cuenta para poder hacer el tendido de caños y tubos, y el anclaje de éstos a la estructura.

Asimismo, se ponen a disposición los siguientes planos: Plano de Instalación Sanitaria y Plano de Instalación Eléctrica. Son propuestas que pueden adaptarse según la conveniencia y necesidad de los futuros habitantes de la construcción. No los abordaremos en detalle ya que es competencia del plomero o electricista su interpretación y materialización.

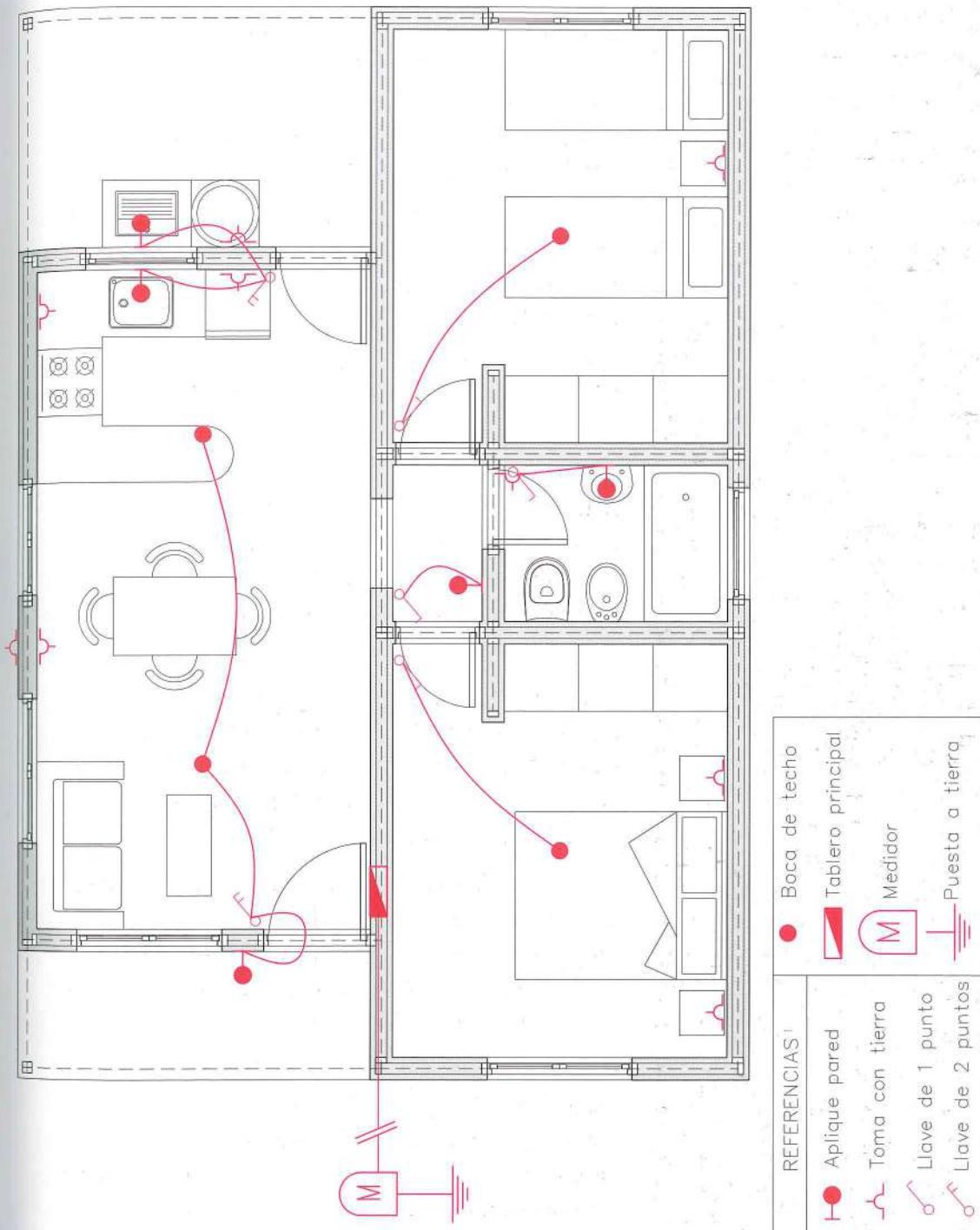
## INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Antes de envarillar ambas caras del bastidor, es necesario perforar los tirantes que sean necesarios para pasar el caño corrugado de la instalación eléctrica. Se recomienda pasar un caño  $\frac{3}{4}$ " para lo cual es preciso un agujero de 1" para trabajar holgadamente.

Una forma de anclar las cajas octogonales y rectangulares es sujetándolas a un listón que, a su vez, se ata a las varillas del bastidor desde la parte interior. La porción que sobresale de la caja será cubierta, a su momento, por el revoque y la terminación quedará justo a ras.

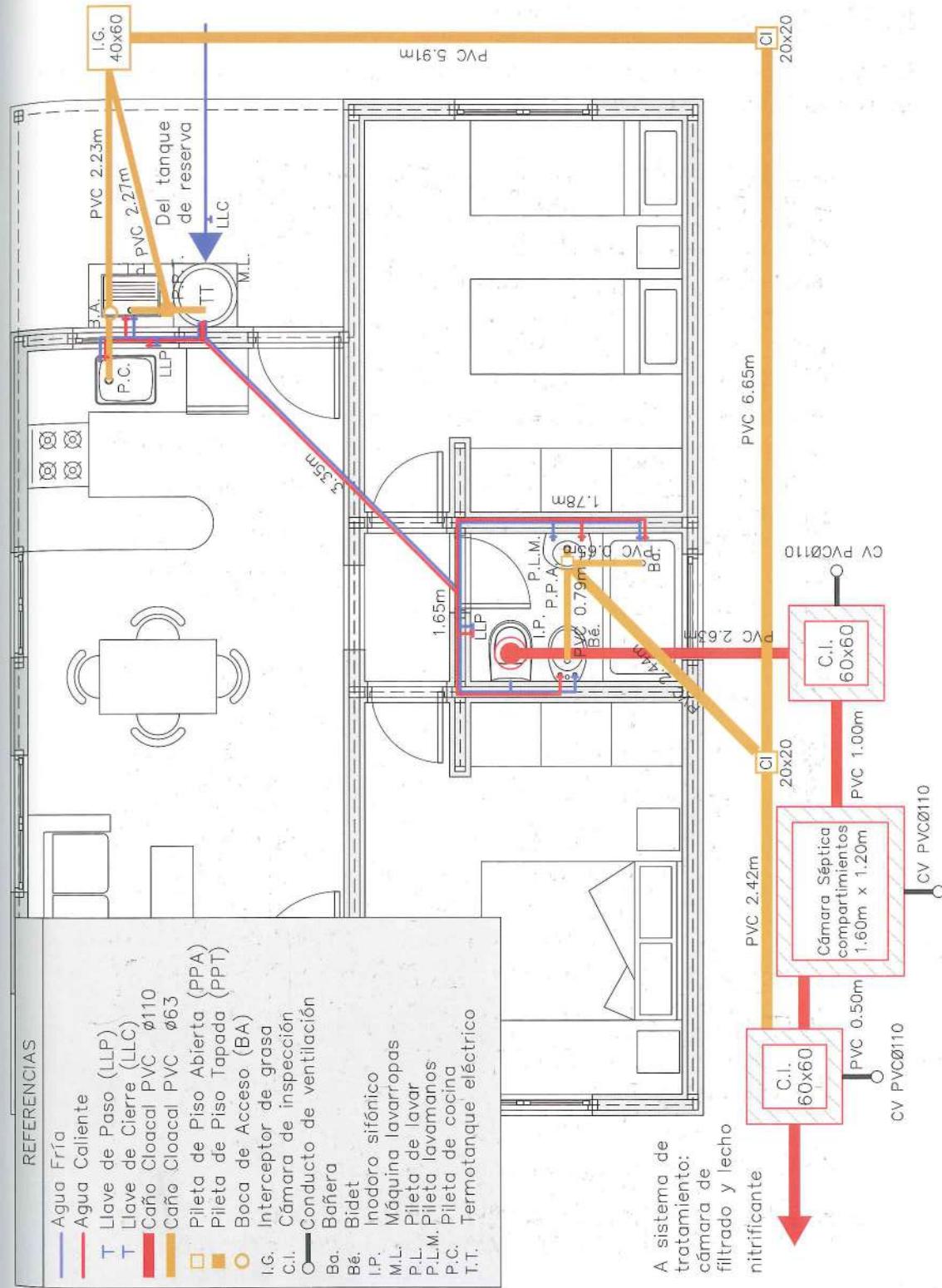
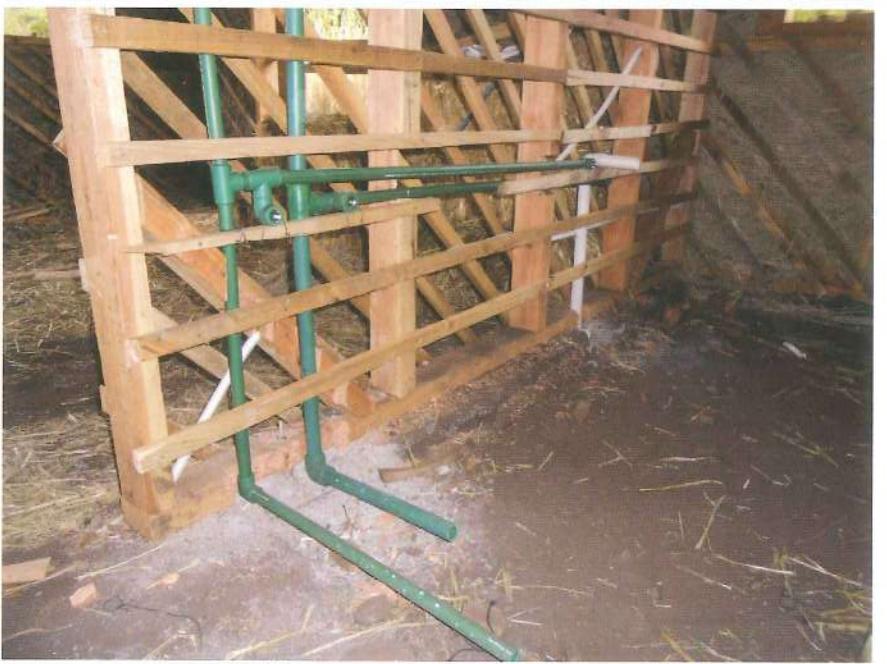
Se recomienda pasar todos los cables o, en todo caso, un alambre fino (como el que se usa para atar tejas) antes de llenar las paredes. De esta forma se evitan complicaciones que pudieran surgir ante curvas pronunciadas o corrimientos durante el llenado de la quincha.

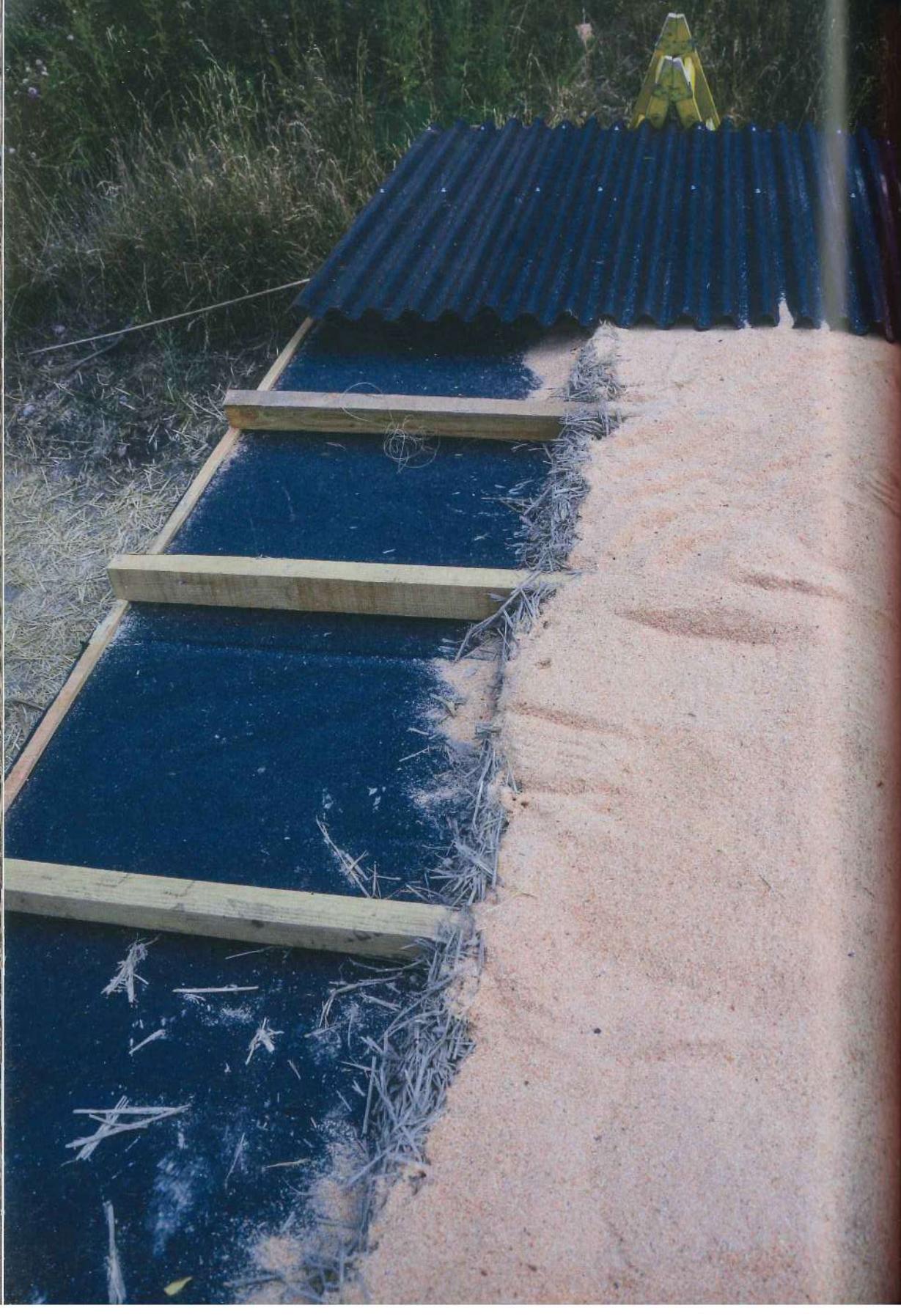
Es aconsejable que el caño no quede suelto en el interior del bastidor, sino que quede sujetado a las varillas atándolos con hilo, precinto o similar (la experiencia demuestra que al hacerlo con alambre se rompen el caño al ajustar, salvo que sean caños semirrígidos).



## INSTALACIÓN SANITARIA

En la parte interior del baño y hasta una altura de aproximadamente 80 cm conviene que el envarillado sea horizontal para facilitar la instalación sanitaria.





## 7- AISLACIÓN TÉRMICA Y CUBIERTA DE CHAPAS

## COLOCACIÓN DE CLAVADERAS

Las clavaderas son listones de 2"x3" que se anclan de forma perpendicular a los cabios y realces. Serán el soporte de sujeción de las chapas. Pondremos un total de 10 clavaderas, 5 hacia cada lado de la cumbre.

### Paso a paso

1. Presentamos la primera clavadera, que es aquella que, en el plano, aparece siguiendo el filo del alero. Este listón servirá a su vez para el anclaje posterior de la ceneta.
2. Sujetamos la clavadera con clavos de 3" que ingresan en diagonal desde los laterales siguiendo el mismo procedimiento que se empleó para los cabios.
3. La segunda clavadera debe ir con un retiro de 10 a 15 cm desde la división de las dos aguas. Así, servirá para el anclaje posterior de la cumbre.
4. A continuación, colocamos las tres clavaderas restantes, de forma equidistante (en las fotografías figuran 7 en lugar de 5 clavaderas, esto se debe a que se emplearon chapas de cartón embreado).



## AISLACIÓN TÉRMICA

Se propone emplear una aislación térmica de aserrín de madera, ya que es una opción eficaz y económica, al estar disponible gratuitamente como residuo de aserradero. En zonas cálidas el autoconstructor deberá informarse sobre la probabilidad de que ciertos insectos aniden en este espacio; en ese caso, tal vez convenga optar por otra alternativa o bien tomar los recaudos necesarios. Algunas experiencias señalan que incorporar un poco de cal y/o de ceniza en la masa de aserrín podría reducir o evitar este inconveniente.

### Paso a paso

1. Como los aleros no precisan de aislación térmica, hacemos una barrera de barro y paja a altura de las paredes exteriores para evitar que el aserrín se deslice.
2. A continuación, llenamos con aserrín y enrasamos, utilizando las clavaderas como guías.

## COLOCACIÓN DE CHAPAS

Las chapas pueden ser de cartón embreado/ fibro-asfálticas o de hierro cincado acanaladas o trapezoidales. Se las sujetan con clavos o tornillos autoperforantes para chapa, los cuales vienen dotados de una arandela de goma que sella la perforación.



Clavos para chapa. Nótese la arandela de goma para sellar y la arandela metálica para protegerla.



Tornillo autoperforante para chapa. Posee una punta mecha para metal y una arandela de goma.



Adaptador para taladro para la aplicación del tornillo autoperforante.

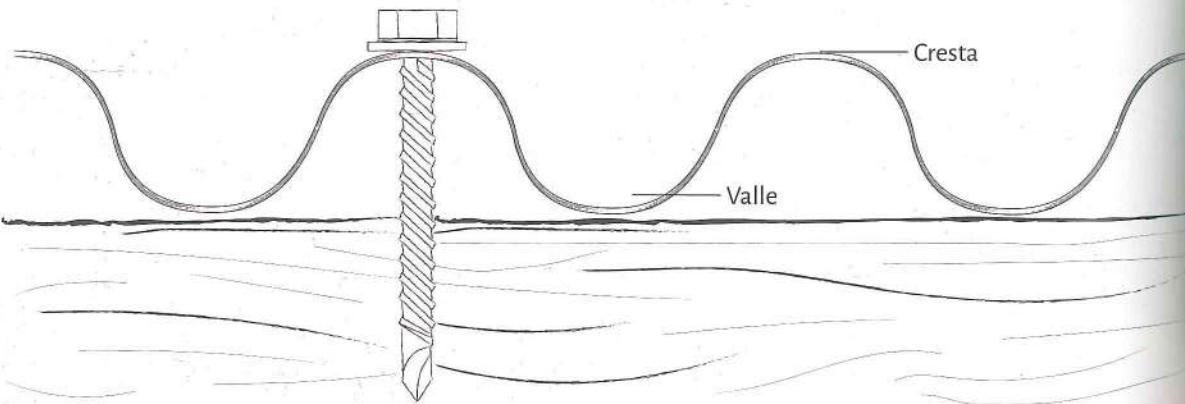
### Paso a paso

1. Presentamos la primera chapa. Debe sobresalir 8 cm hacia adelante y 5 cm hacia los laterales para proteger la ceneta.
2. Anclamos la primera chapa. Para ello, van algunas recomendaciones:
  - Los clavos o tornillos deben insertarse en la cresta de modo tal de evitar el ingreso de agua a través de la perforación. Colocaremos 3 clavos o tornillos por clavadera.

- En el anclaje de las chapas a la clavadera del alero, es preciso colocar un burlete de goma espuma antes de clavar/atornillar para que no entren insectos o pájaros.



- El anclaje de las chapas a la clavadera del alero debe reforzarse ya que es el sector que está más expuesta a los esfuerzos del viento. Para ello, en lugar de sólo 3, pondremos un tornillo o clavo, cresta por medio.
3. Para colocar las siguientes chapas seguimos el mismo procedimiento: presentamos y clavamos/atornillamos. Se recomienda que la superposición entre una chapa y otra sea de una cresta y media o dos y media, con un clavo o tornillo en la cresta más externa.
  4. Una vez colocadas todas las chapas, se colocan las cumbreñas de chapas y se fijan con tornillos o clavos.
  5. La ceneta es una tabla de aproximadamente 20 cm que se coloca en todo el contorno del techo cubriendo desde el cabio hasta la chapa para evitar que aniden insectos y otros animales. Conviene que la parte superior esté recortada tomando la forma de las chapas, queda más prolífico y proteje el burlete. Se la sujetan con tornillos.





## **8- RELLENO DE BASTIDORES**

## Paso a paso

1. En primera instancia, prepararemos la barbotina, que es una tierra arcillosa en estado de crema, de una consistencia similar al yogur bebible. Para ello, utilizaremos la tierra que se encuentra en hidratación en la cancha para el barro y le iremos agregando agua mientras mezclamos. Esto puede hacerse con ayuda de la mezcladora, o bien empleando manos y pies.
2. A continuación, colocamos la paja sobre un plástico o recipiente amplio y agregamos la barbotina como quien sazona una ensalada. Mezclamos hasta que advirtamos que toda la fibra está sucia y embebida de barro pero que, al apretar un manojo, éste no chorrea.
3. Con esta mezcla vamos rellenando los bastidores, compactando levemente con la mano hasta completar todo el bastidor. Prestar atención de no afectar las instalaciones.



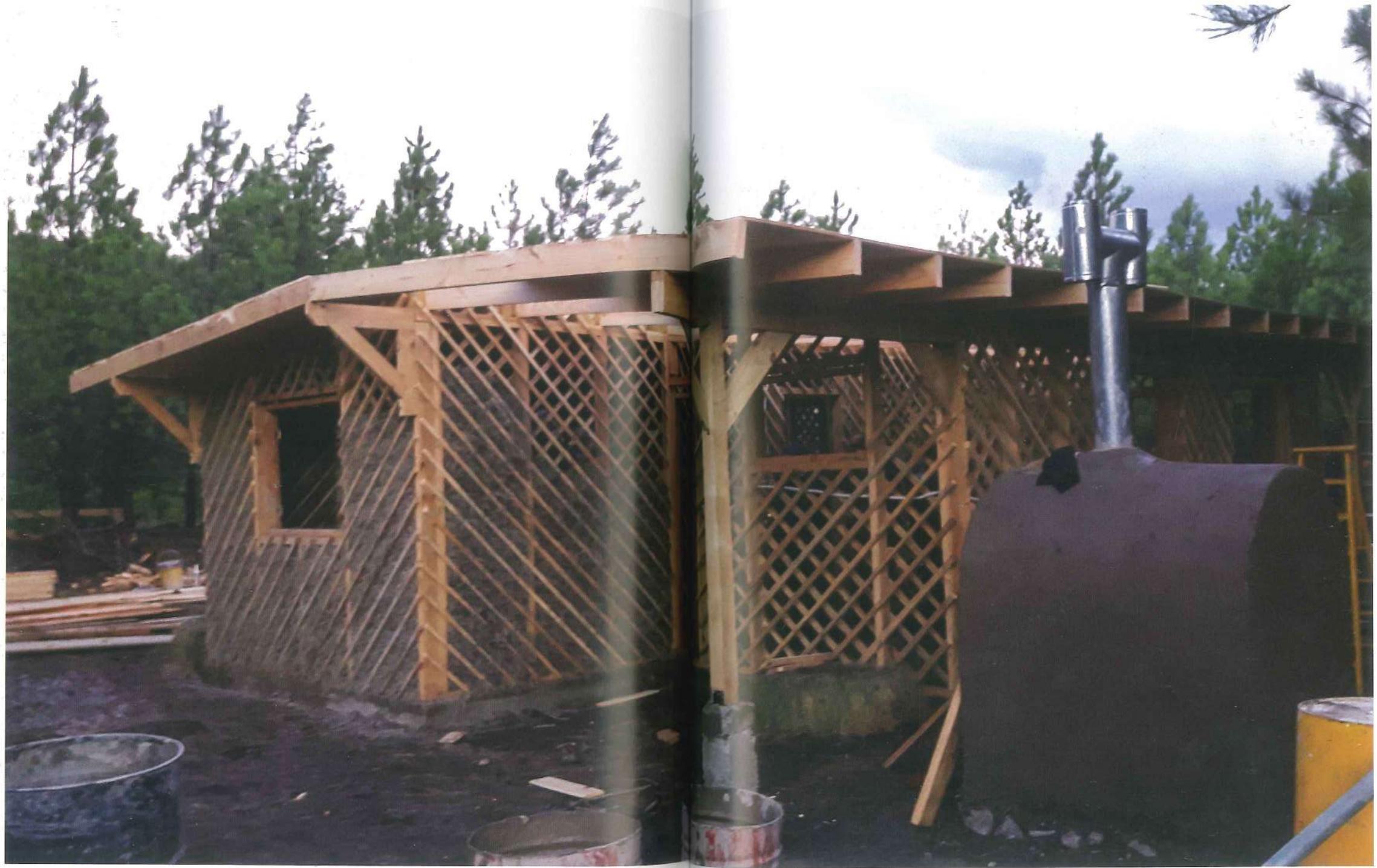
Preparación de la mezcla de relleno manual. Preparación de la mezcla de relleno a máquina.

“

En el sur tenemos experiencia de hacerlo con pinocha, que son las hojas de pino, e incluso me han llegado comentarios de una autoconstructora que llenó sus muros con trapos y ropas viejas embarbotinadas.

”







## 9- REVOQUE GRUESO

## ENCONTRAR LA MEZCLA ADECUADA

El revoque grueso sirve para nivelar y dar la forma definitiva a las paredes y mochetas (rebordes de puertas y ventanas). La mezcla debe tener una composición y consistencia tal que sea fácil su aplicación (es lo que llamamos trabajabilidad del material) y que dé como resultado un revoque resistente. Recordemos que la tierra no es un material estandarizado, como sí lo es el cemento cuya fabricación está regida por códigos internacionales que aseguran que éste no varíe de un lugar a otro. Por este motivo, para definir la mezcla más adecuada es preciso hacer un par de pruebas.

Es preciso destacar que, en el caso de los revoques naturales, su fortaleza depende de:

- **Componentes de la tierra:** proporciones de arenas, arcillas, materia orgánica y otros.
- **Hidratación:** remojar la tierra o arcilla al menos 3 días hará que rinda más y se ponga más plástica.
- **Fermentación:** agregando un 30% de bosta de caballo o vaca lograremos una mayor resistencia de la mezcla. Notaremos que la tierra se oscurece y comienza a tener olor.
- **Amasado:** el tiempo de amasado aumenta la cohesividad de la arcilla. En la obra se suele decir: "a esto le falta aceite de pata" que significa que hay que pisarlo más.
- **Agregado de estabilizantes:** bosta de vaca o caballo, fibras, engrudos, aceites y/o jugos vegetales y animales, etc.
- **Curado:** si el tiempo de secado es relativamente lento le da tiempo a que las pequeñas placas de la arcilla se acomoden por su polaridad.

Tal vez parezca que es complicado y que hay muchas cosas a tener en cuenta, pero el margen con que se cuenta con los materiales naturales es tan amplio que para una técnica puede haber muchas mezclas ideales, así que ¡a no asustarse!

## Paso a paso

1. Para preparar la mezcla, precisaremos:
  - arcilla o tierra arcillosa que aporta cohesión,
  - arena que aporta estructura, y
  - fibra vegetal que entrama. La fibra vegetal hay que picarla para que no sea de más de 5cm de largo, esto podemos hacerlo con ayuda de un machete.
2. Preparamos pequeñas cantidades de mezcla en diferentes baldes, podemos arrancar así:
  - parte de arcilla hidratada
  - parte de arcilla hidratada + 1 parte de arena
  - parte de arcilla hidratada + 2 partes de arena
  - 1 parte de arcilla hidratada + 3 partes de arena
3. Hacemos una hamburguesa de 7 cm de diámetro por 2 cm de espesor con cada una de las mezclas. Dejamos que sequen a la sombra. Una vez secas, las probaremos y seleccionaremos la mejor mezcla en función de los siguientes criterios:
  - **Resistencia.** Tratamos de romperlas. La mejor será la que no se rompa.
  - **Estructura.** Si cuarteó mucho al secar es porque le falta estructura, es decir, precisa más arena. Si la cuarteadura es pequeña, no será un inconveniente ya que el revoque fino la cubrirá.
  - **Cohesividad.** Si se desgrana, le falta cohesividad, es decir, está excedida de arena.



La fibra vegetal o paja conviene cortarla de aproximadamente 5 cm de largo para que no dificulte la aplicación



## APLICACIÓN DE REVOQUES GRUESOS

### Paso a paso

1. Preparamos la mezcla, en función de la proporción que hayamos encontrado más adecuada. Lo haremos utilizando el barro preparado para ese fin.
2. La primera etapa de aplicación de revoque grueso es el "rasado": consiste en aplicar una mezcla de revoque -sobre la superficie previamente humedecida- hasta llegar al ras de las varillas. La superficie debe quedar rústica para que sirva de mordiente a la siguiente capa de revoque. Antes de la próxima etapa debemos esperar a que seque ya que esta primera capa va a tener una pequeña retracción.
3. Luego atornillamos "guías" que son listones verticales que servirán para nivelar la segunda capa de revoque. Conviene colocarlas cada 1,20 m. En los rincones interiores la primera guía va separada a unos 20 cm del encuentro de los paneles para facilitar el pasaje de la regla. Para trabajar el canto de la pared que estamos revocando y evitar que el barro de la esquina se desmorone, la guía la armamos con una regla vertical sobre la pared contigua, sobresaliendo lo necesario para apoyar la regla usada para el rasado. Los marcos de las aberturas serán también guías.
4. Antes de aplicar la nueva capa, debemos humedecer previamente la superficie ya que eso favorecerá la unión entre la mezcla fresca y la primera capa de revoque. Cargamos con la mezcla el paño entre las guías y pasamos una regla de abajo hacia arriba de forma zig-zagueante para ir retirando el material sobrante. La regla debe ser más larga que la distancia entre las guías, por ejemplo, si la distancia entre listones es de 1,20 m conviene que la regla sea de aproximadamente 1,50 m. Una vez que se pasó la regla, notaremos sectores en que falta material. Allí agregaremos mezcla tantas veces como sea necesario. Seguramente no se pueda terminar un paño inmediatamente, por riesgo a que se deslice el barro blando, entonces avanzamos con otro paño y cuando el anterior esté algo más oreado, volvemos a terminar de cargarlo. No debemos preocuparnos por la prolividad ya que la fibra contenida en el barro arrastra un poco el barro. Por eso, es importante que la fibra no tenga más de 5cm de largo y sea lo más flexible posible.

5. A continuación, pasamos la espátula o cuchara de albañilería en ambos lados de la guía para desprender el material; desatornillamos y las retiramos. Con la punta de la cuchara rasparemos los bordes del espacio resultante para que al llenar se entremezclen las fibras con aquellas de la nueva mezcla. Rellenamos el espacio dejado por las guías, pasamos el fratacho en forma circular para emparejar levemente la superficie, y si es necesario agregaremos barro para que no queden lugares con huecos y faltantes de material. Debemos tener en cuenta que el revoque grueso dará la forma definitiva; si quedan lugares donde el revoque fino tiene espesores mayores a 0,5 cm seguramente se cuarteará y se atrasará el secado.
6. En el encuentro del revoque con los marcos de las aberturas, será bueno hacer un rebaje de 3mm bordeando el marco con cucharín o espátula. De esta forma, al momento de aplicar el revoque fino éste quedará al ras del marco y facilitará la colocación prolífica del contramarco (moldura de madera que se coloca para tapar la junta entre el marco y el muro, para darle así una terminación más adecuada) o tapajuntas.





## 10- CONTRAPISO Y PISO

## REALIZACIÓN DEL PISO

Antes de comenzar esta tarea es preciso tener en cuenta todos los espesores que va a llevar el piso:

- Terreno nivelado
- Aislación hidrófuga: plástico
- 7 a 10 cm de aislación térmica (sólo en zonas frías)
- 5 cm de contrapiso
- 2 cm de carpeta
- 1 cm de revestimiento cerámico

### Paso a paso

1. Nivelación: en función de los espesores mencionados, rellenamos o excavamos el terreno hasta llegar al nivel por debajo del filo superior del encadenado.
2. Aislación hidrófuga: si es necesario esparcimos una capa de arena y luego extendemos un polietileno de 200 micrones que servirá como aislación hidrófuga. La arena es para evitar perforaciones. En los bordes, el plástico llega hasta cubrir la parte superior de la viga.
3. Si corresponde, colocamos las placas térmicas de paja y arcilla.
4. Colocamos guías niveladas para el contrapiso.
5. Preparamos la mezcla. Es posible hacerla de barro con ripio y arena, pero tardará al menos 15 días en verano para poder ser transitado. Otra opción es prepararla con la siguiente proporción 1 cal: 1 cemento: 6 ripio: 6 arena.
6. Cargamos el material entre las guías y vamos rasando de forma zigzagueante con una regla que apoya entre ellas.
7. Dejaremos fraguar al menos dos días antes de iniciar con la carpeta. Las guías ideales son caños de instalación eléctrica metálicos. Preparamos la mezcla con 6 partes de arena mediana, 1 parte de cal y 1 parte de cemento Portland. Humedecemos el contrapiso si fuera necesario y cargamos el material. Regleamos y vamos retirando las guías en la medida que se avanza.
8. Para emprolijar, preparamos una mezcla de 1 parte de cal: 1 parte de cemento: 4 partes de arena, tamizada fina en seco. Luego, agregamos el agua hasta obtener una textura blanda. Una vez oreada la carpeta, iremos aplicando pequeñas cantidades de esta mezcla mientras vamos frotachando. La superficie debe quedar perfectamente plana, es decir, sin ninguna irregularidad.
9. A los dos días podremos comenzar con el recubrimiento cerámico. Las placas cerámicas conviene colocarlas con una pequeña junta entre ambas, que absorbe dilataciones y contracciones, además de disimular las posibles irregularidades de las medidas de los cerámicos. Las juntas se llenan con pastina, teniendo en cuenta que el biselado debe quedar a la vista.



Los cerámicos se colocan empleando el pegamento correspondiente. Éste se extiende sobre la superficie con una llana dentada especial para cada caso (cerámico más grande, diente más grande).

## ¿Cómo preparar las placas térmicas de paja y arcilla para el piso?

En zonas frías, es conveniente agregar una aislación térmica para evitar pérdidas de calor de la vivienda hacia el suelo. Para ello, podemos hacer placas térmicas de paja, cuya elaboración describiremos a continuación.

### Paso a paso

1. Confeccionamos el molde: un bastidor de 60x60cm y de 7 a 10 cm de espesor. Acondicionaremos un sector para el moldeado. Lo ideal es que tal sector cuente con un emparrillado para favorecer el secado de las placas, sino es posible, se realizan directamente sobre el suelo.
2. Preparamos la mezcla siguiendo el mismo procedimiento descripto para el relleno de bastidores.
3. Humedecemos el molde y lo llenamos progresivamente con la mezcla, apisonando regularmente. Prestar especial atención al relleno de las esquinas.
4. Desmoldamos y dejamos secar.





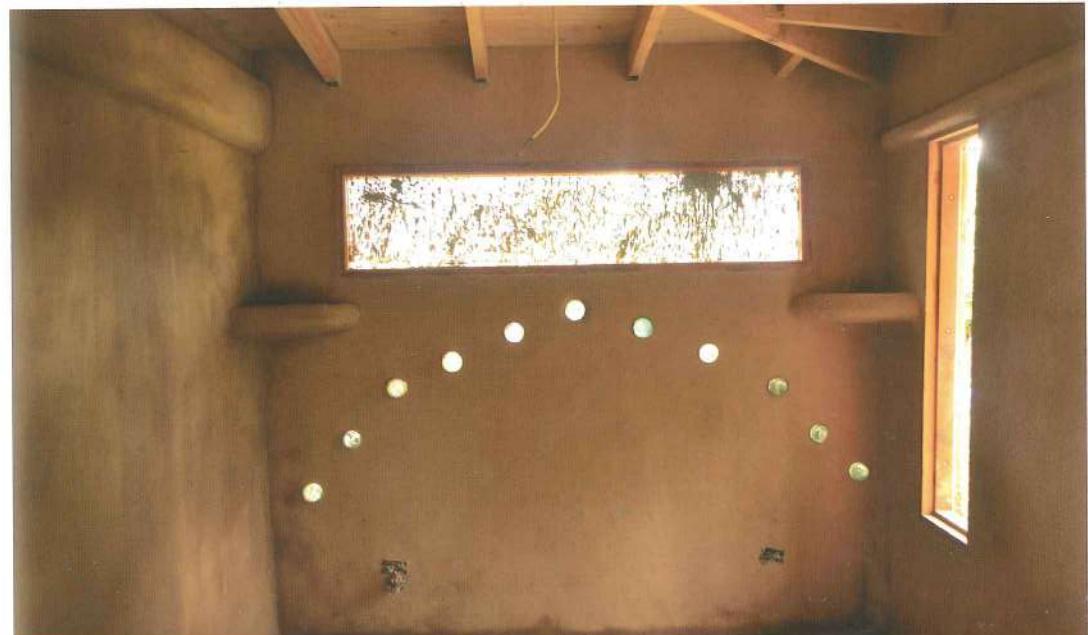
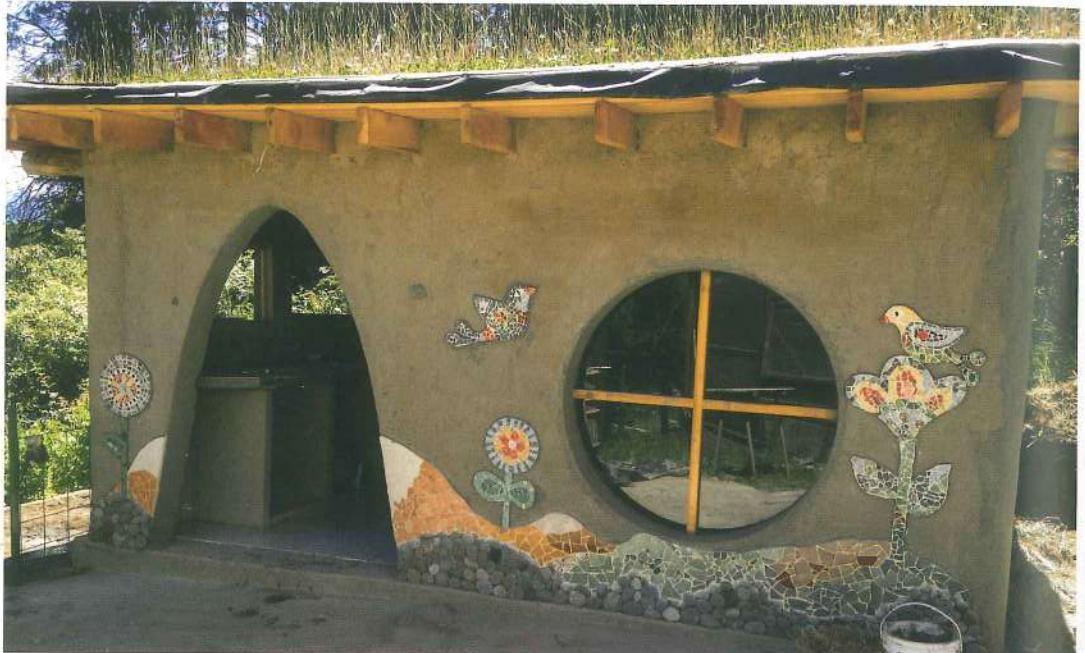
## 11- TERMINACIONES

Las terminaciones son los revestimientos visibles que se aplican sobre las superficies internas y externas de la construcción. Corresponden a la etapa final de la obra y cumplen un rol muy importante:

- garantizan su durabilidad, al protegerla de agentes climáticos como lluvias y granizos, y de los daños por tránsito y rozaduras;
- contribuyen al confort y al bienestar de sus habitantes generando distintas sensaciones de acuerdo con la funcionalidad de cada ambiente.

Las terminaciones incluyen a los revoques finos, molduras, bajo y sobre relieves, pinturas, mosaico, pisos y zócalos, cielorrasos, antepechos y contramarcos, rejas, cenefas, barandas y mobiliario (placares, asientos, estantes, plafones y otros elementos fijos e integrados a la construcción).

En la arquitectura de tierra cruda, la buena ejecución de las terminaciones cobra especial relevancia para romper con el prejuicio que suele desvalorarla y asociarla a una construcción de baja calidad, subestimando la innovación tecnológica que hoy en día nos permite cumplir con las exigencias de salubridad y durabilidad.



## REVOQUE FINO

El revoque fino es una capa de entre 2 y 4 mm de espesor, resistente, que copia las formas del revoque grueso; por ello, es de destacar que no sirve para corregir imperfecciones, llenar huecos, ni hacer molduras. La etapa de revoques finos se inicia una vez completados y secados todos los revoques gruesos.

Para preparar la mezcla, los materiales deben ser previamente tamizados. La adición de engrudo cocido, agua de arroz o bosta fermentada aumenta la resistencia a la abrasión. Arcillas de colores, vermiculitas y pigmentos dan valor estético a la superficie, haciendo innecesaria una fase final de pinturas.

A continuación, se presentan algunas recetas probadas con éxito:

### REVOQUE FINO INTERIOR

#### Receta 1

- 12 partes de arena fina
- 6 partes de arcilla crema
- 2 partes de agua de arroz
- $\frac{1}{4}$  parte de aceite de lino o de cocina usado

#### Receta 2

- 6 partes de arcilla crema
- 6 partes de arena
- 1 parte de engrudo cocido
- 1 parte de bosta de caballo

### REVOQUE FINO EXTERIOR

#### Receta 1

- 8 partes de arena fina
- 4 partes de arcilla fermentada con un 30% de bosta de vaca
- 1 parte de cal-caseína (2 cal apagada: 1 queso fresco)

#### Receta 2

- 12 partes de arena fina
- 6 partes de arcilla fermentada con un 30% de bosta de vaca
- 1/8 parte de emulsión asfáltica

“

Lo más importante es lograr comprender el rol que cumple cada componente. Hecho esto, lo que sigue es como las recetas de la abuela: un poco de esto, un poquito de lo otro y siempre sale bien.

”



## APLICACIÓN DEL REVOQUE FINO

### Paso a paso

1. Preparamos la superficie a revocar. Pasamos un taco de madera o medio ladrillo que permita sacar el material sobresaliente. A continuación, cepillamos la pared para barrer las partículas sueltas.
2. Mojamos la pared de arriba hacia abajo, ya sea con brocha o arrojando agua con una manguera en forma de lluvia.
3. El fino lo haremos en tres etapas:

- Una primera capa que servirá a la vez de imprimación y emparejará la superficie. Cargamos la mezcla sobre el fratacho y aplicamos de abajo hacia arriba, emparejando con movimientos circulares. Esta mezcla debe tener una consistencia blanda.
- Cuando la capa anterior esté oreada, haremos una nueva aplicación de la misma forma, pero esta vez con una mezcla más densa. Vamos emparejando con movimientos circulares con el fratacho y completamos allí donde falte material hasta conseguir una superficie bien plana y pareja.
- Enseguida pasaremos una llana hasta conseguir un acabado más liso y compacto. Pondremos sobre el borde de la llana, una pequeña cantidad de material fino y aplicaremos donde haya alguna irregularidad o la aplicación anterior este muy oreada.



## ZÓCALOS DEL PISO

El zócalo tapa las posibles irregularidades que se producen en el encuentro del cerámico y la pared, la protege durante la limpieza y ofrece una terminación prolja. Suele ser de aproximadamente 7 cm de altura, y puede hacerse recortando las mismas cerámicas del piso, con la parte biselada hacia arriba.





## MATERIALES Y HERRAMIENTAS

## CÓMPUTO DE MATERIALES

Concepto	Cantidad	Unidad	Concepto	Cantidad	Unidad
Tablas de 1"x4" (replanteo y encadenado)	220	m	Tornillos autoperforantes para chapa de 3"	420	u
Listones de 1"x2" (replanteo y encadenado)	25	m	Tornillos de 2" para madera	150	u
Tirantes de 2"x 3" x 1,20 m (replanteo y encadenado)	14	u	Tirafondos de 4" (sujeción de aberturas)	25	u
Tiranería 2"x 4" (bastidores)	285	m	Clavos 2"	15	kg
Listones/varillas 1"x1" (bastidores)	1709	m	Clavos 2,5"	2	kg
Tiranería cepillada 2"x6" (ménsulas)	3	m	Clavos 3"	5	kg
Tiranería cepillada 2"x7" (vigas y ménsulas)	7,5	m	Clavos 4"	5	kg
Columnas cepilladas 4"x4"x 2,20 m (columnas)	2	u	Chapa acanalada o trapezoidal de 4,20 m	22	u
Tirantes cepillados 2"x 6" x 4,15 m (cabios)	34	u	Cumbreras de chapa	11	m
Tiranería en bruto 2"x3" (clavaderas)	110	m	Compriband (goma espuma embreada)	22	m
Tiranería cepillada 1"x 7" (cenefas)	30,5	m	Polietileno de 200 micrones (techo)	90	m2
Entablonado ¾" (machimbre cerrado)	88	m2	Polietileno de 200 micrones (piso)	90	m2
Bulín de yesero/listón de ½"x1" (realces)	138	m	Revestimiento cerámico para pisos y paredes	70	m2
Aserrín/viruta de madera (aislación)	9	m3	Ripio, canto rodado o piedra partida	6,5	m3
Barra de hierro 8 mm	19	u	Arena	11	m3
Barra de hierro 6 mm	23	u	Paja (fibra vegetal)	18	fardos
Alambre de atar fino	2	kg	Cemento Portland	11	bolsas
Varillas roscadas de 8 mm x 1 m	46	u	Arcilla o tierra arcillosa	9	m2
Tueras y arandelas	354	u	Emulsión asfáltica	18	kg

## LAS HERRAMIENTAS

Algunas de las herramientas que comúnmente usamos en obra son:

- Balde de albañilería: tienen forma de cono truncado y una capacidad de 6 a 8 litros.
- Barreta: barra de acero de 3cm de sección por aproximadamente 1,80 m de largo con un extremo en punta y otro aplanado. Se usa cuando se hacen hoyos en tierra muy dura.
- Cinta métrica: la utilizamos para tomar medidas de longitud. Para la albañilería, son cómodas las de 3 a 5 metros.
- Cortafriño, en la jerga “cortafierro”: se trata de una vara de acero de 3 cm de sección y 30 cm de largo aproximadamente, con un extremo aplanado con filo. Se utiliza principalmente para hacer canaletas en paredes.
- Cuchara de albañil: herramienta plana de acero con mango de madera. Se utiliza en la aplicación de los distintos materiales durante la construcción.
- Cucharín: es una pequeña cuchara con el extremo en punta que se emplea principalmente para hacer detalles y llegar a lugares donde no entra la cuchara.
- Escuadra: es un instrumento para verificar ángulos rectos, es decir, aquellos que miden 90°. Se puede autoconstruir con dos listones de madera bien derechos unidos en un extremo y utilizando la proporción 3:4:5.
- Espátula: las empleamos durante la fase de terminaciones, reemplazando las llanas metálicas en detalles tales como esquinas, mochetas y decoraciones.
- Falsa escuadra: es parecida a una escuadra, pero móvil y sirve para copiar ángulos.
- Fratáz o fratacho: es una tabla de madera dura dotada de un asa que se emplea tanto para el revoque grueso como para el revoque fino.
- Fratacho de paño o fieltro: es un fratacho con base de gomaespuma. Sirve para emprolijar la superficie del revoque fino.
- Hachuela para albañilería: semeja a una pequeña hacha que se usa para cortar ladrillos, adobes y sacar sobrantes de materiales duros.
- Hilo de albañilería o tanza: cualquiera de las dos opciones, sirven para establecer guías o niveles.
- Horquilla: se usa generalmente para el manejo de paja, de pasto o alguna fibra vegetal, también para mezclar éstas con barbotina.
- Jabalinas de replanteo: son unos palos de sección circular y de aproximadamente 2 m de altura que se clavan en el terreno para marcar un punto o sujetar los hilos o tanzas.
- Lápiz de carpintero: a diferencia de un lápiz común, posee una mina ancha y más resistente para poder marcar sobre madera, paredes y otros materiales.
- Llana: es una chapa de acero con distintos grados de flexibilidad, que se sujetan con un asa. Sirve como opción para aplicar la capa final del revoque fino, si bien es aconsejable aplicarlo con fratacho, y luego alisar con llana.

- Machete: es como un gran cuchillo que se utiliza para cortar ramas, cañas, fibras, formar cuñas, puntas en estacas, sacar la corteza de los palos, etc.
- Martillo de albañil: tiene un extremo de golpe plano y otro de corte, que sirve para clavar, cortar ladrillos o adobes, excavar canaletas en paredes, cortar sobrantes de materiales secos.
- Martillo de uña o galponero: este martillo, aparte de servir para clavar, tiene un extremo en uña que permite extraer clavos.
- Maza: es un trozo de acero con un mango de madera. Las hay de distintos pesos, desde  $\frac{1}{2}$  kg hasta 5 kg o más. Se usa generalmente para golpear el cortafierro, clavar estacas, o cualquier otra cosa dura.
- Nivel de burbuja: listón de madera, hierro, aluminio o plástico que soporta un tubito de vidrio casi lleno de un líquido, con una burbuja. Sirve para verificar la horizontalidad de superficies pequeñas.
- Nivel de manguera: es un tubo plástico transparente y flexible de 1,5 cm de sección y largo variable, que se emplea para transferir niveles horizontales de un punto a otro.
- Pala: las hay de muchas formas dependiendo su uso, con mango corto y largo. Las palas anchas se usan para mezclar y cargar materiales en baldes y carretillas; las de punta son prácticas para hacer pozos, zanjas y mover el terreno; las de punta corazón para trabajar terrenos duros o pedregosos.
- Pico o picota: arco de acero con un extremo plano y otro en punta, dotado de un mango de madera que se emplea para hacer zanjas o aflojar suelos duros.
- Pisón: es una herramienta pesada que se usa para compactar suelo, fondos de zanjas para cimientos, y en la elevación de paredes de tapial o tierra compactada.
- Plomada: es un cono de hierro macizo (de entre 200 g a 1 kg) con un hilo que sale de su base y está sujeto a una chapita. Se usa para corroborar la verticalidad de revoques, paredes, aberturas y otros elementos que necesiten “estar a plomo”.
- Serrucho: hoja de acero con dientes y mango. Se usa para cortar maderas. Los de dientes más finos son para cortar maderas más delicadas como contramarcos y zócalos.
- Sierra para cortar hierro: se trata de un arco de hierro que sostiene tensa una hoja intercambiable con dientes filosos muy pequeños. Según la cantidad de dientes sirve para cortar hierro macizo o caños metálicos.
- Tamiz: soporte de madera o metal que sostiene una tela metálica o plástica con orificios de distintos tamaños según la granulometría del material a seleccionar.
- Tenaza: sirve para atar y cortar alambre, sacar clavos, y eventualmente enderezar o doblar hierros.
- Uña: es una barra de acero cuyo extremo plano se usa para hacer palanca, desarmar encofrados, andamios, etc.; la uña abierta sirve para sacar clavos grandes y desarmar encofrados o tablas clavadas.

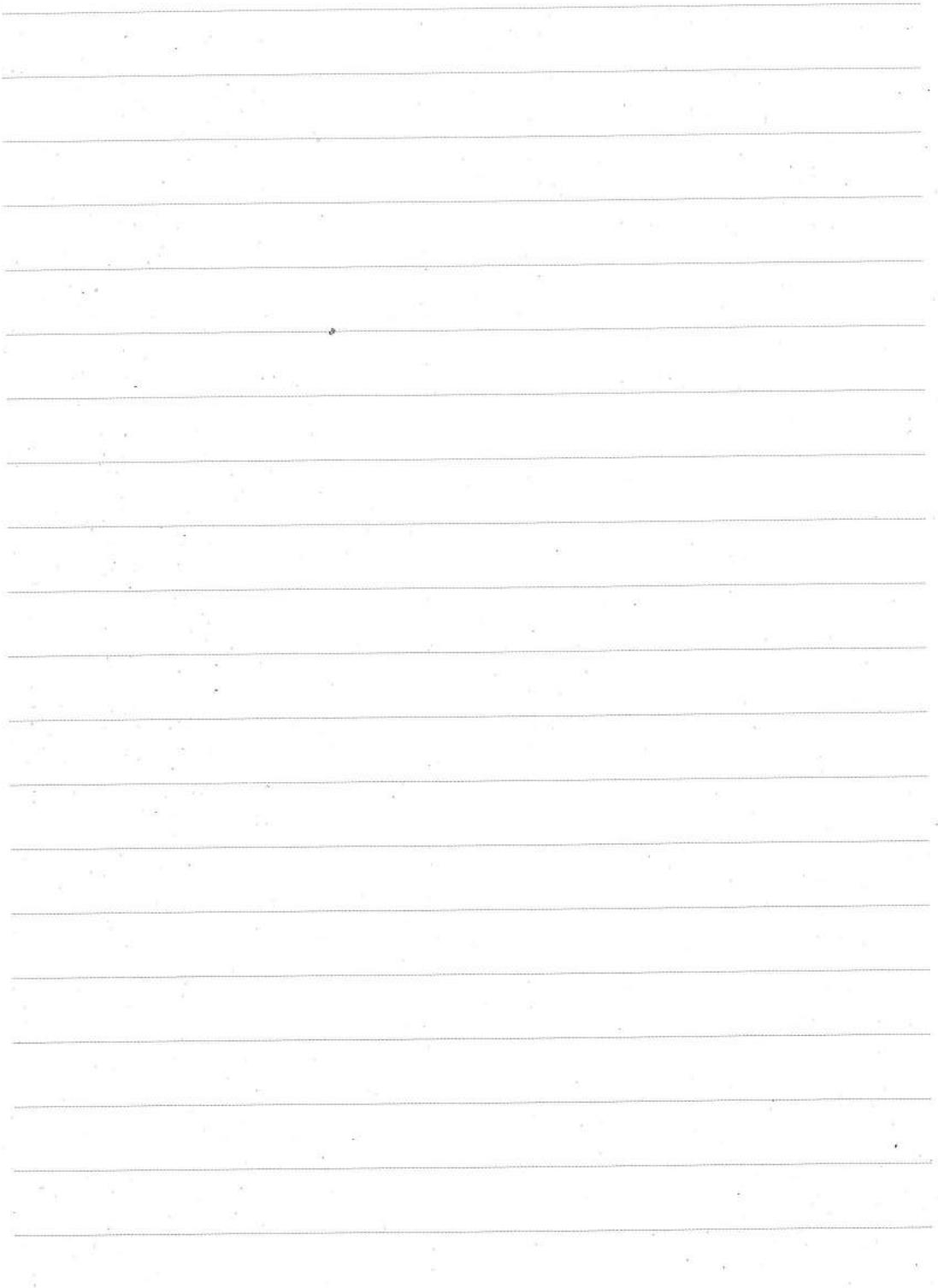
## AGRADECIMIENTOS

Esta obra es el resultado del trabajo conjunto de muchas personas que acompañaron o contribuyeron con su tiempo y su saber para enriquecerla con observaciones, diseño, fotografías y esquemas. Le agradezco a Giulia Scialpi, Yamila Rivas, Máximo Malaurie y Verónica Stivanello por la digitalización de planos. A Ailín Huará Carassay por el dibujo de los esquemas; a Andrea Swidzinski y Ricardo Tamalet por las fotografías; a Mara Riestra por la lectura y edición de texto y a Eric Robinson por el diseño gráfico.

A los colegas de la construcción natural: Conrado Tognetti, Marco Aresta, Pilar Casas, Damián Cárdenas, Giulia Scialpi, Raúl Macedo, Gernot Minke, Gonzalo Castaño, Natacha Hugón, Máximo Malaurie, Demian Iuso, Alicia Saenz, Livio Silva, Johan Van Lengen, Yamila Rivas, Armando Gross, Isabel Donato, a los miembros la cooperativa Tribu de la Tierra, de Mar del Plata, y a tantos otros. Gracias a los participantes de los numerosos talleres cuyas imágenes aparecen ilustrando el proceso constructivo de esta obra.

A mis hijos, Natalia, Germán y Ana; a mi esposa y compañera, Ana María Trigas, anfitriona ejemplar durante los encuentros de redacción.

Y fundamentalmente a Pamela Natan, que con su insistencia, ímpetu, fortaleza y aportes, fue el motor principal para que esta publicación sea posible.



**Pamela Carolina Natan.** Nacida y criada en la ciudad de Buenos Aires, pero demasiado inquieta para quedarse, inicia a los 17 años un viaje que la lleva a descubrir en Francia su vocación por el cuidado del ambiente. A su regreso, se radica en Salta, donde realiza sus estudios formales de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. En 2015 crea el Cepaes, un proyecto itinerante de experimentación y sensibilización en torno a la vivienda sustentable. Tras autoconstruir su casa de barro en formato colectivo, viaja nuevamente a Europa para especializarse en el ámbito de la gestión de residuos. Deseosa de compartir proyectos, reflexiones y experiencias referidas a la permacultura y buenas prácticas ambientales en el hogar, escribe un blog: [www.rondadademates.com](http://www.rondadademates.com). Organiza y dicta talleres en torno a tales temáticas.

Contacto: [infocepaes@gmail.com](mailto:infocepaes@gmail.com)