

11. CUPULAS Y BÓVEDAS DE LATA

COMPONENTES

La idea de construir con materiales reciclados comenzó en 1970 con construcciones hechas con latas de acero. Esto fue antes de que se empezaran a fabricar latas de aluminio. Numerosos edificios de lata se construyeron utilizando diversas técnicas. Al principio, las latas eran utilizadas como paneles de relleno de paredes en estructuras de vigas y columnas. Pronto se descubrió que las mismas paredes de lata podrían ser utilizadas como paredes portantes y esto derivó en la construcción de bóvedas, arcos, cúpulas, etc. Todas las construcciones realizadas con latas fueron satisfactorias, sin embargo, a mediados de los setenta se empezaron a buscar formas de construir aumentando la masa térmica dentro de los edificios con el propósito de estabilizar las temperaturas. Dado que ya se estaba construyendo con latas, teníamos la amplitud mental suficiente para utilizar cubiertas de autos (neumáticos) para la construcción. Una vez que probamos con cubiertas con tierra apisonada con tierra para la estructura y masa térmica, descubrimos que teníamos un método que no podría compararse con latas o cualquier elemento convencional en términos de cantidad de masa térmica que podía ser obtenida por la misma estructura. Esto puso fin a las construcciones realizadas íntegramente con latas. Sin embargo, para paredes secundarias, como armarios, baños o cualquier área de relleno, las técnicas con latas que habíamos desarrollado durante años demostraron ser ideales. Es por eso que en este capítulo presentaremos los métodos utilizados para la construcción con latas con más detalle que lo discutido en el Volumen I. Las cúpulas, bóvedas y arcos pueden utilizarse para crear espacios especiales en diseños de NaveTierra más elaborados. También pueden utilizarse para crear laberintos de espacios por encima del suelo en climas templados o por debajo del nivel del suelo en climas extremos, tanto fríos como cálidos. Las latas son muy versátiles y son una forma sencilla de fabricar prácticamente todo lo que no involucra cubiertas en una NaveTierra. La información que se presenta en este capítulo le ofrecerá una paleta de técnicas para añadir a la estructura básica de cubiertas de su NaveTierra.

PAREDES SECUNDARIAS DE LATA

Esta técnica de construcción está diagramada con una típica red de vigas y columnas (post and beam network) de cemento, acero o madera, como se observa en el diagrama de la página siguiente. Las vigas y columnas constituyen un sistema estructural estándar y puede diseñarse para edificios de cualquier tamaño y altura. En este caso simplemente se rellena con paneles aislados construidos con latas de aluminio. Prácticamente cualquier tipo de envase (latas y/o botellas de acero o aluminio) puede utilizarse en este panel. La relación de cemento/arena es de 1 a 4, dado que los paneles de latas no son estructurales. Debe utilizarse cemento portland común, no de mampostería, y arena para concreto, no de revoque. Remítase a la página 158 del volumen I de NaveTierra, sobre técnicas de colocación de latas.

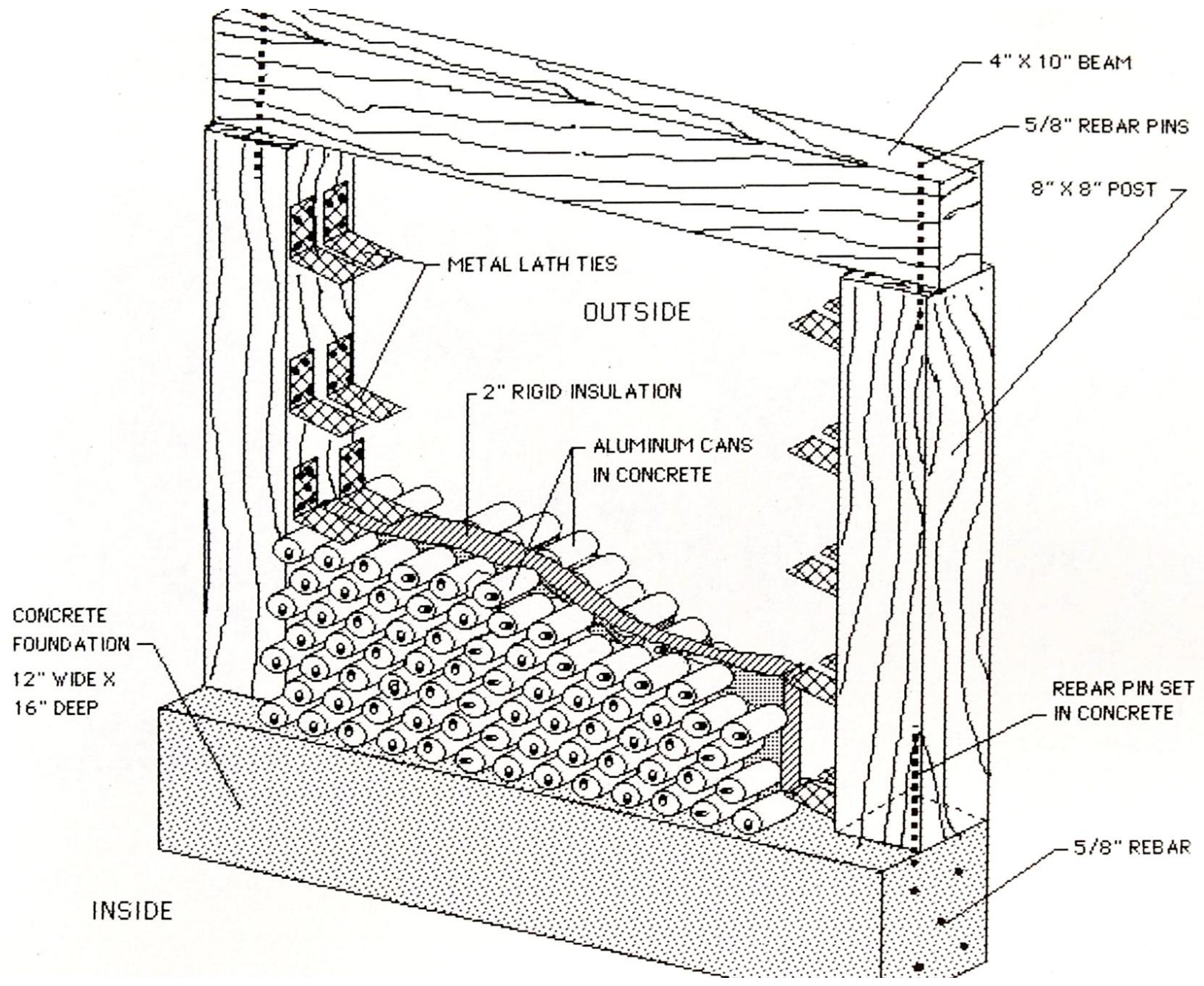
Las cualidades aislantes a la pared son aportadas por paneles de espuma rígida de 10cm (4") de espesor* aportan las (R-30). Los espacios de aire a cada lado del panel mejoran la calidad de la aislación total. El panel de espuma se instala primero entre las columnas. Debería sostenerse mediante clavos de posición vertical a plomo. El trabajo de albañilería a cada lado se realiza contra este panel. Las paredes a ambos lados, interior y exterior, deben vincularse con tiras de metal desplegado pasando a través de la espuma. Se debe permitir el asentamiento del trabajo de albañilería brevemente cada 60-90cm (2'-3') de altura.

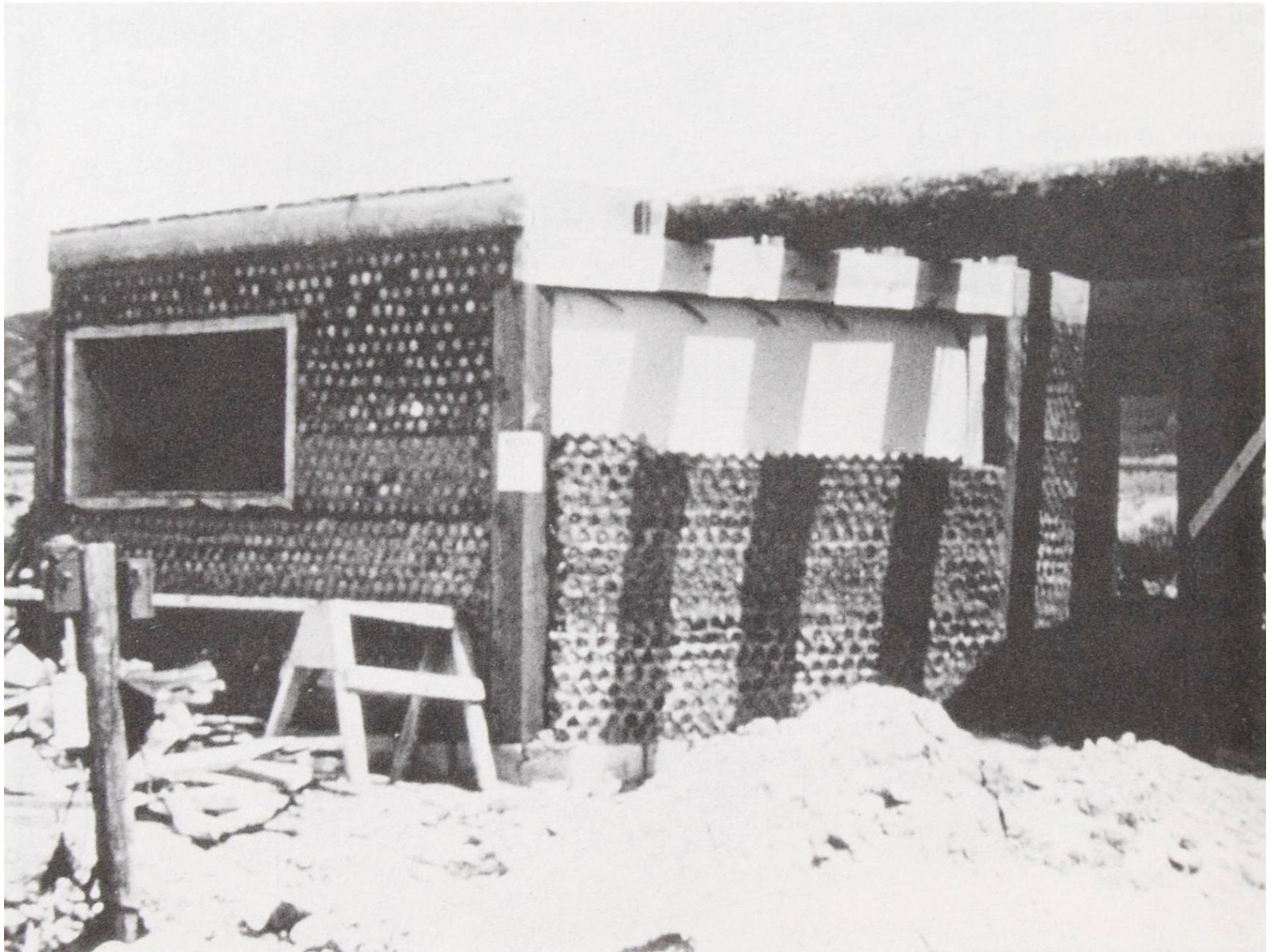
*1 vea Apéndice, Capítulo 11

Esto evitará el abultamiento de los paneles. El tamaño máximo de paneles recomendado es de 3m de alto por 4m de largo (10'x14'). Cualquier tamaño mayor podría sufrir grietas de expansión.

Las paredes a cada lado del panel pueden diseñarse para tapar las columnas o terminar a tope con ellas, dejándolas expuestas.

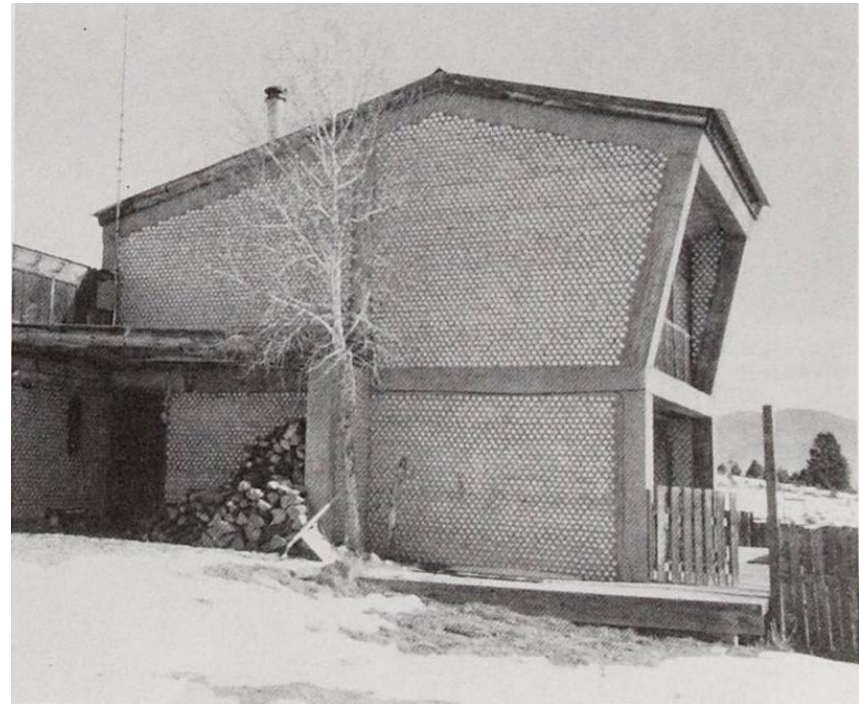
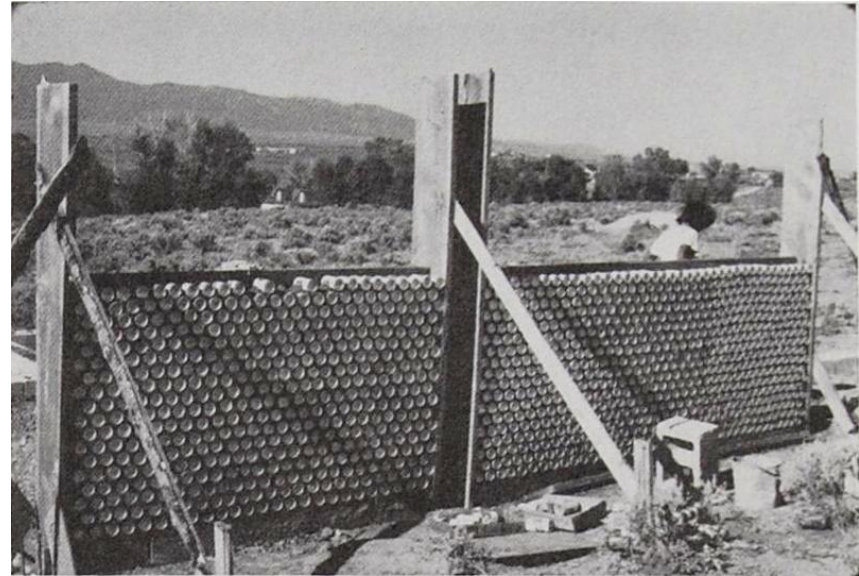
Si la construcción va a ser revocada, los paneles deberían realizarse con las aperturas de las latas hacia afuera, de modo de recibir el revoque. No se necesitan redes de estuco o similares para enyesar las latas, sin embargo, cualquier porción de madera expuesta u otros materiales similares deberían tratarse adecuadamente (envueltas en plástico y cubiertas con malla metálica) antes del revoque. Los paneles no se deben revocar. Hemos desarrollado una técnica a la que llamamos "grooming" (remover el exceso de cemento). Frotamos con cemento las uniones entre las latas luego del trabajo inicial de albañilería. Luego frotamos con cemento las latas o botellas y las lustramos con un trapo. El cemento también se puede remover rociando con una neblina fina de una manguera, esto permite que las latas queden expuestas en una matriz de cemento y luce muy bien si se realiza correctamente. Esta técnica también abre la posibilidad de crear trabajos de mosaico, etc.

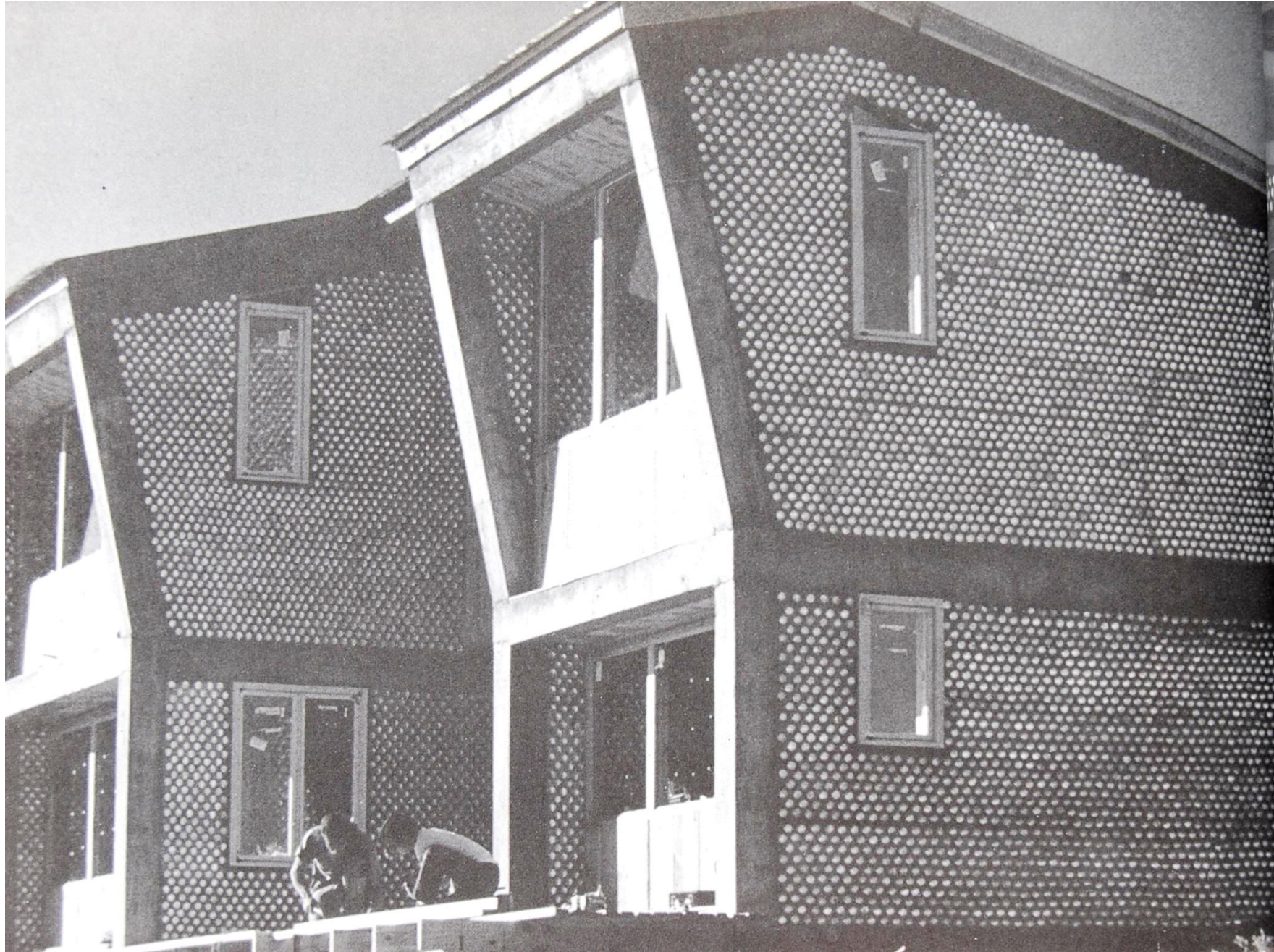


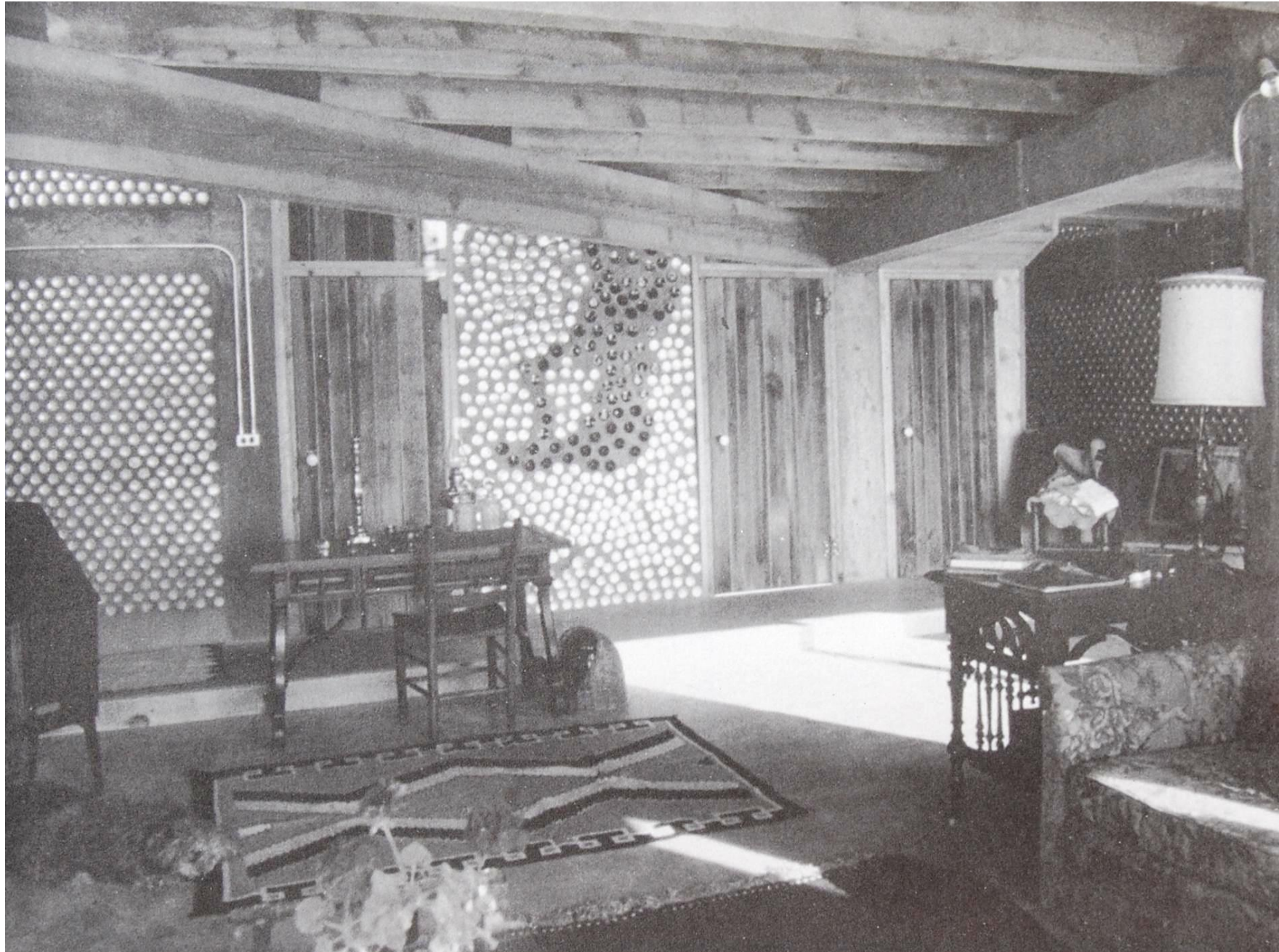


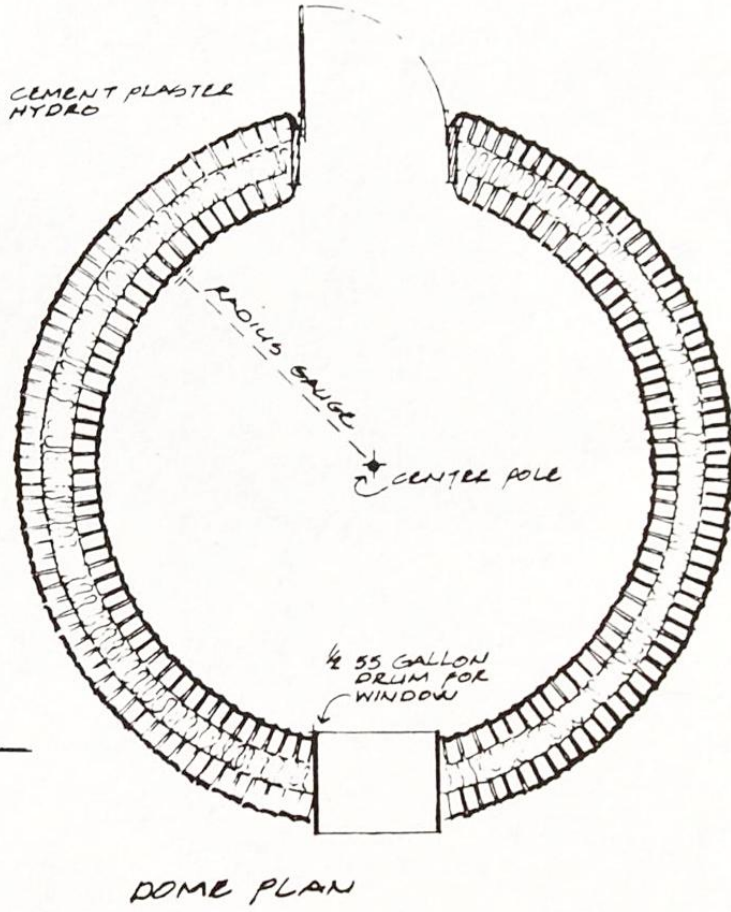
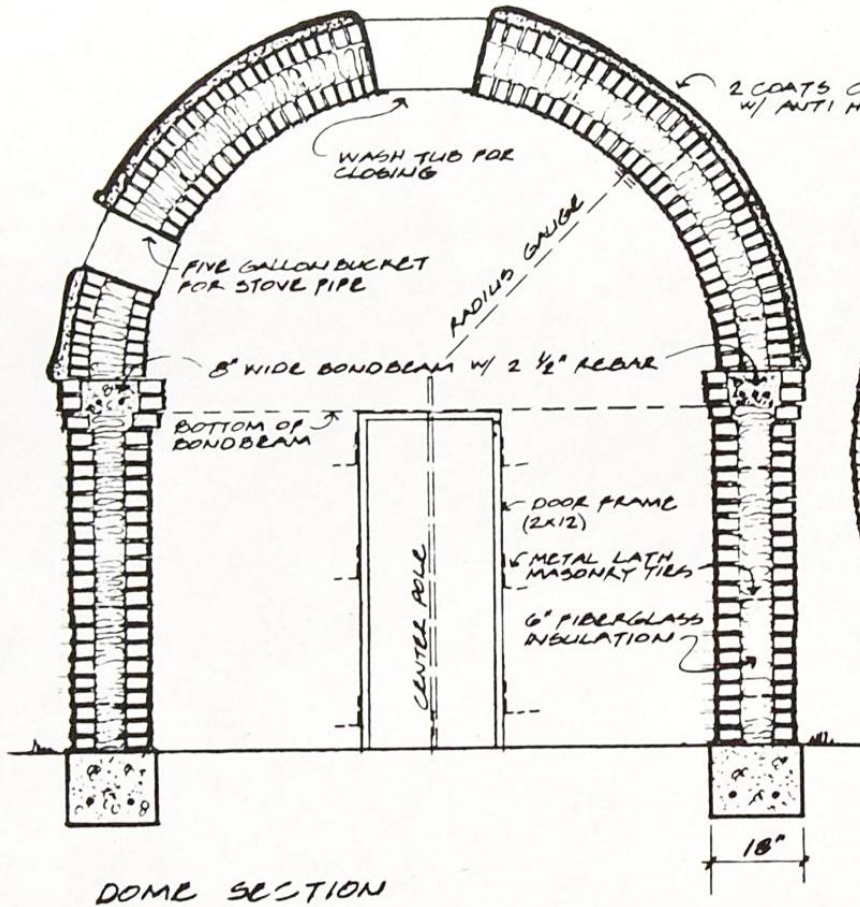
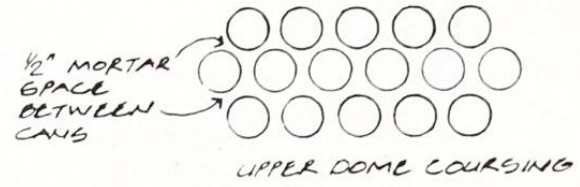
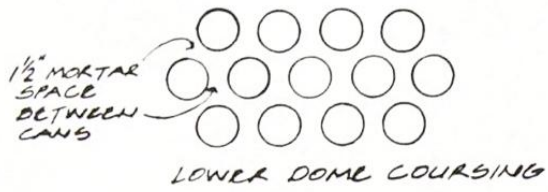
Si los paneles no van a ser revocados, las uniones entre columnas y paneles así como entre vigas y paneles deberían hacerse a prueba de climas. Se aconseja consultar a un arquitecto o contratista, ya que este detalle inicial puede resolverse de varias maneras. Depende del material utilizado para realizar la red de vigas y columnas.

La mezcla usada para la construcción varía con el material utilizado para los paneles. En cualquier caso, la mezcla debe ser firme y no floja, Cuando se presiona una lata sobre la mezcla, el cilindro debe arrugarse para formar un borde marcado. Esto permite que la lata sea colocada con menor presión. La mezcla debe quedar retraída del frente de las latas (NdT: a una corta distancia). Si la mezcla se escurre, significa que se está empleando mucha cantidad o que la misma está muy húmeda. Las latas o botellas nunca deben tocarse entre sí. Los paneles pueden limpiarse, revocarse, pintarse o dejar rugosos. Las latas deben permanecer al menos a unos 2 cm (3/4") entre sí. Este sistema ha pasado códigos de construcción y ha sido aprobado para ser financiado por bancos en todos los lugares donde ha sido utilizado.









DOMOS DE LATAS DE ALUMINIO

Los domos de latas de aluminio han sido contruidos utilizando una técnica de colocación similar a la usada en el sistema de paneles. El dibujo de la página siguiente ilustra el domo más común que es en realidad una semiesfera en la cima de un cilindro. No solo pueden realizarse semiesferas, también se han construido satisfactoriamente elipses, bóvedas y arcos estructurales. Se puede construir una casa completa utilizando una serie de domos conectados por pasillos abovedados.

LA CUPULA DOBLE

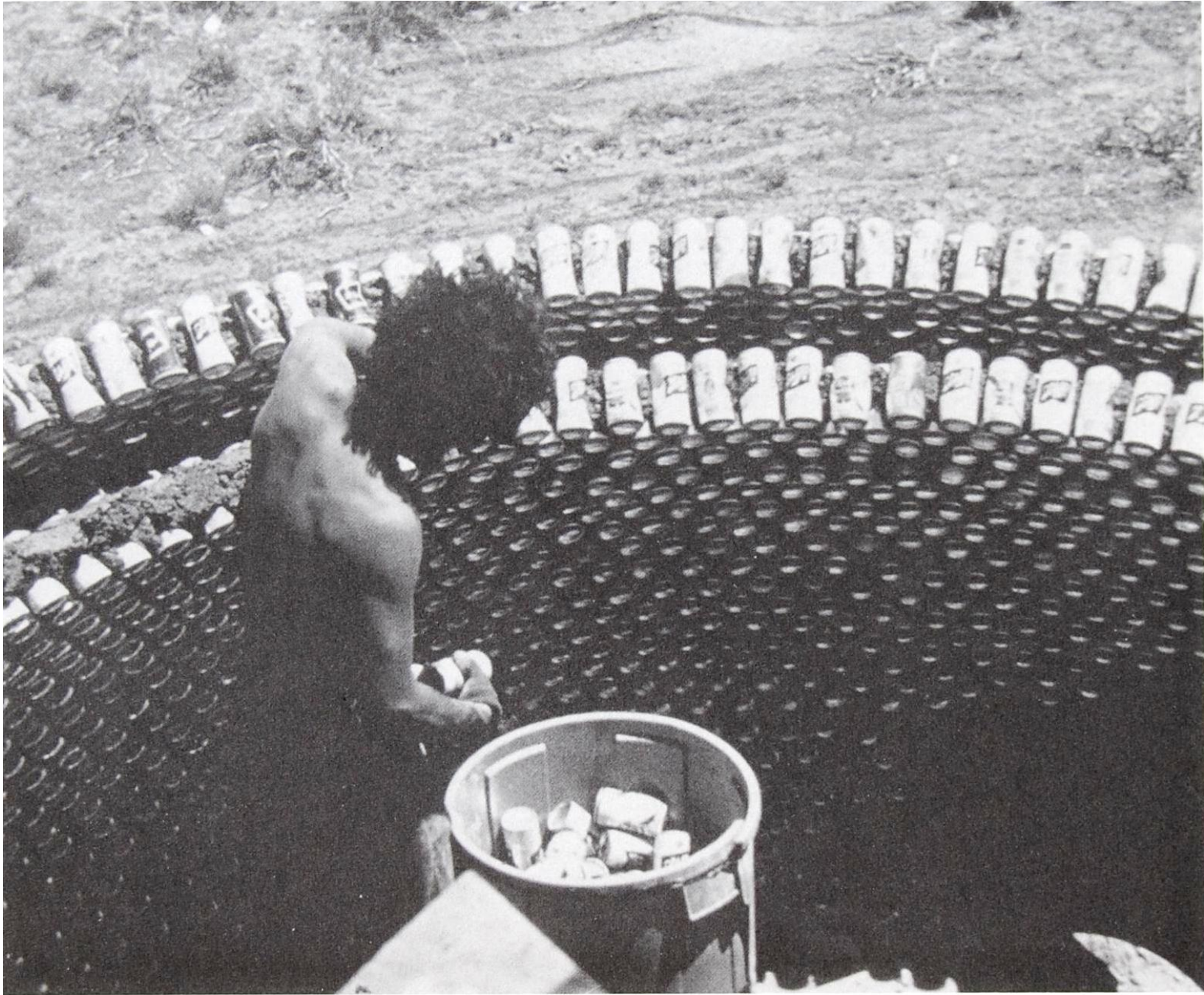
Los cimientos dependen de la ubicación. Debería ir por debajo de la línea de heladas, como en la construcción convencional. Sin embargo, si el domo debe construirse enterrado, por cuestiones de aislación, los cimientos estarían ya por debajo de la superficie y sólo se necesitaría estar a unos 30cm (12") de profundidad con dos barras de refuerzo continuas de 13mm (1/2"). Luego se colocan las latas sobre los cimientos. Esta construcción es estructural, de modo que usa una mezcla 1 parte de cemento y 3 partes de arena, con fibras de ingeniería¹. La cantidad de agua añadida es muy importante. Con demasiada agua se obtiene una mezcla floja. La pared se desplomará apenas comenzada su construcción. Muy poca agua produciría una mezcla muy seca. Las latas tendrán que ser forzadas para encastrar en la mezcla. Encuentra la consistencia correcta que permita mantener la pared firme pero que también puedan introducirse las latas fácilmente en el cemento. (Refiérete a la página 158 de -

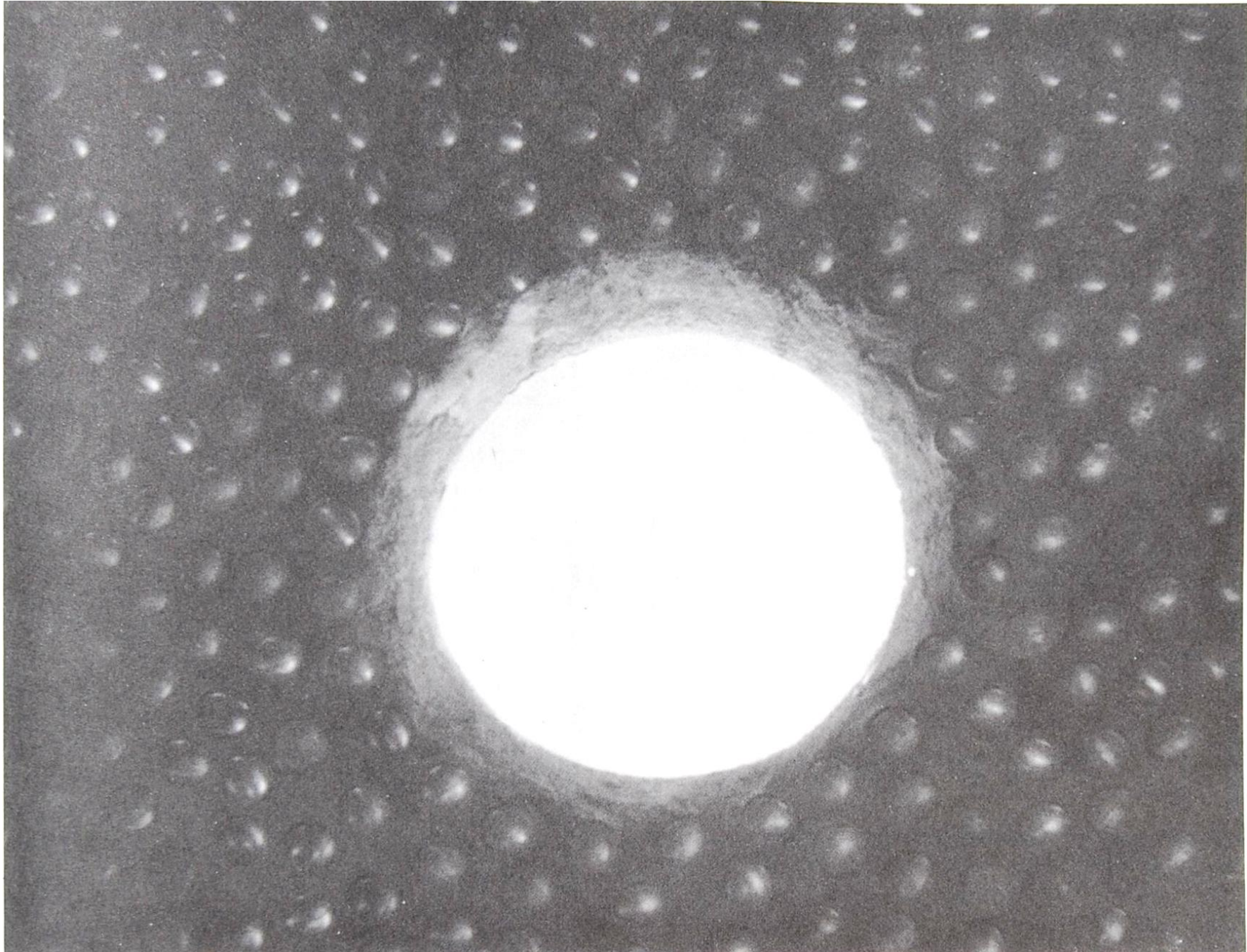
-NaveTierra Volumen I).

Los espacios entre latas pueden variar en el domo. En las hileras o pasadas bajas del domo se necesita mayor cantidad de cemento que aporte mayor fortaleza y masa, mientras que la parte superior necesitan menos cemento para lograr menos peso. Por lo tanto, los espacios entre latas en la zona inferior deben estar a un mínimo de 38mm (1-1/2"), mientras que en la parte superior se debe usar un mínimo de 13mm (1/2").

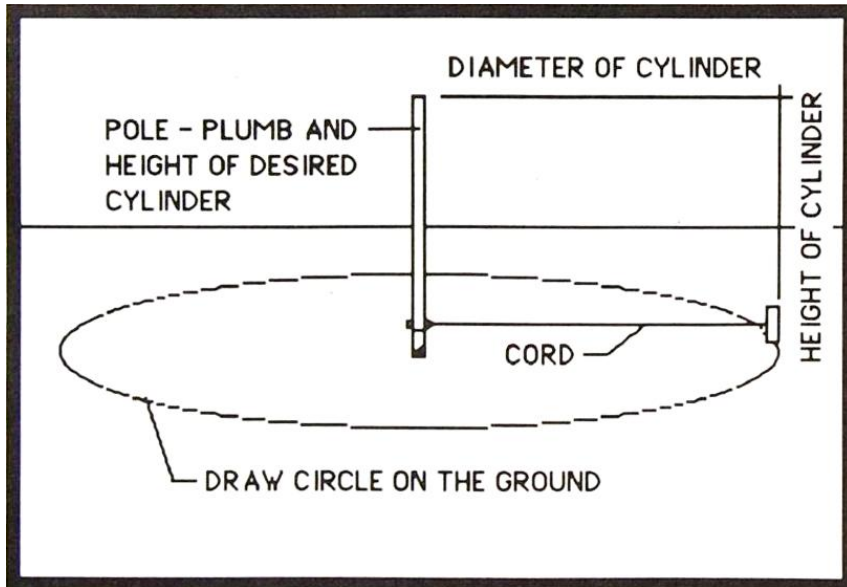
Las hileras de latas pueden apilarse de a 60-90cm (2'-3') de altura cada vez. Se debe permitir que la mezcla fragüe antes de continuar. A medida que el domo se empieza a curvar y las uniones se hacen cada vez más pequeñas (de 38mm disminuyen a 13mm) la pendiente de las latas sólo permitirá preparar 2 o 3 hileras por vez. Cerca del final, las latas se ubicarán prácticamente de manera vertical y solo se podrá armar de a una hilera. Finalmente, cuando esté por completarse el domo, se podrán añadir unas pocas latas cada vez. No es necesario darles formas, ya que las latas de aluminio son tan livianas que la adhesividad de la mezcla podrá sujetarlas incluso en posición vertical. Cerca del final podría ser preferible agregar una palada de cemento de mampostería (masonry cement) a la mezcla habitual para lograr aun más adhesividad y para ayudar a mantener las latas en la posición vertical.

¹ Apéndice capítulo 11.

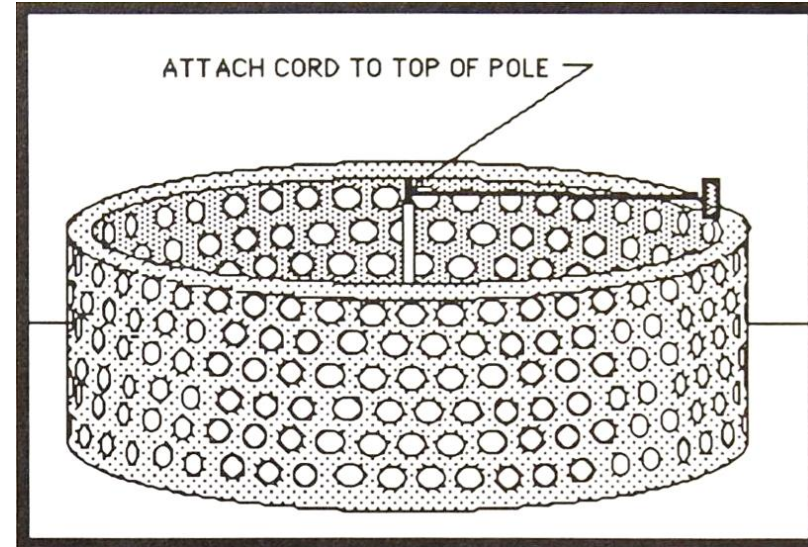




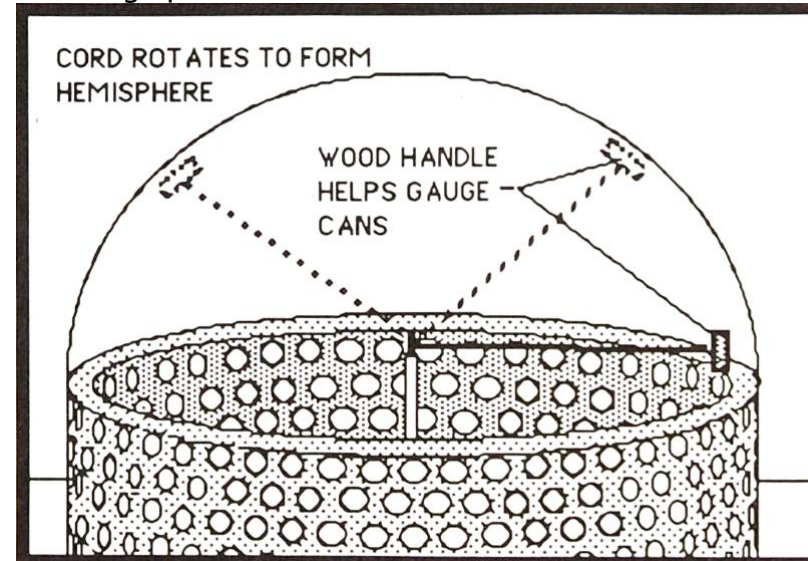
Dado que el domo es solo un círculo en el suelo, puede construirse fácilmente clavando una estaca en el piso con una arandela en la punta y un cordel mediante el cual se realizará la marca con el diámetro deseado. Sugerimos probar con un diámetro pequeño de alrededor de 2,4-3,0 metros (8'-10'). No recomendamos domos de más de 6 metros (20') de diámetro. El domo que se ilustra es simplemente una semiesfera y el radio de la parte cilíndrica puede usarse como medida para el domo que se monta sobre ella. La cuerda que se utilizará para marcar el diámetro debe estar unida a un poste o caño vertical (NdT: a plomo o con nivel de burbuja) de la altura que se desea construir el cilindro. El cilindro es medido rotando la soga alrededor del polo y elevándolo a medida que se avanza en la construcción. Manténlo a nivel horizontal.



Cuando llegas al comienzo de la semiesfera, amarra la soga a la punta del polo y continúa utilizándola en esa posición.



Dado que estamos rotando desde un punto fijo en lugar de un polo, ahora la soga nos servirá para formar la semiesfera. Un pequeño mango de madera en el extremo de la soga podría resultar de utilidad como indicador.



Todo el trabajo debe ser controlado luego de completar cada hilera.

Los accesos a estas estructuras pueden realizarse con marcos de madera comunes (NaveTierra Volumen I, paginas 157 & 166) e integrarlos a la pared a medida que se levanta utilizando lengüetas de metal desplegado para anclar el marco de madera a la construcción de latas. Esto es similar a las lengüetas que vinculan las columnas y vigas con los paneles de latas.

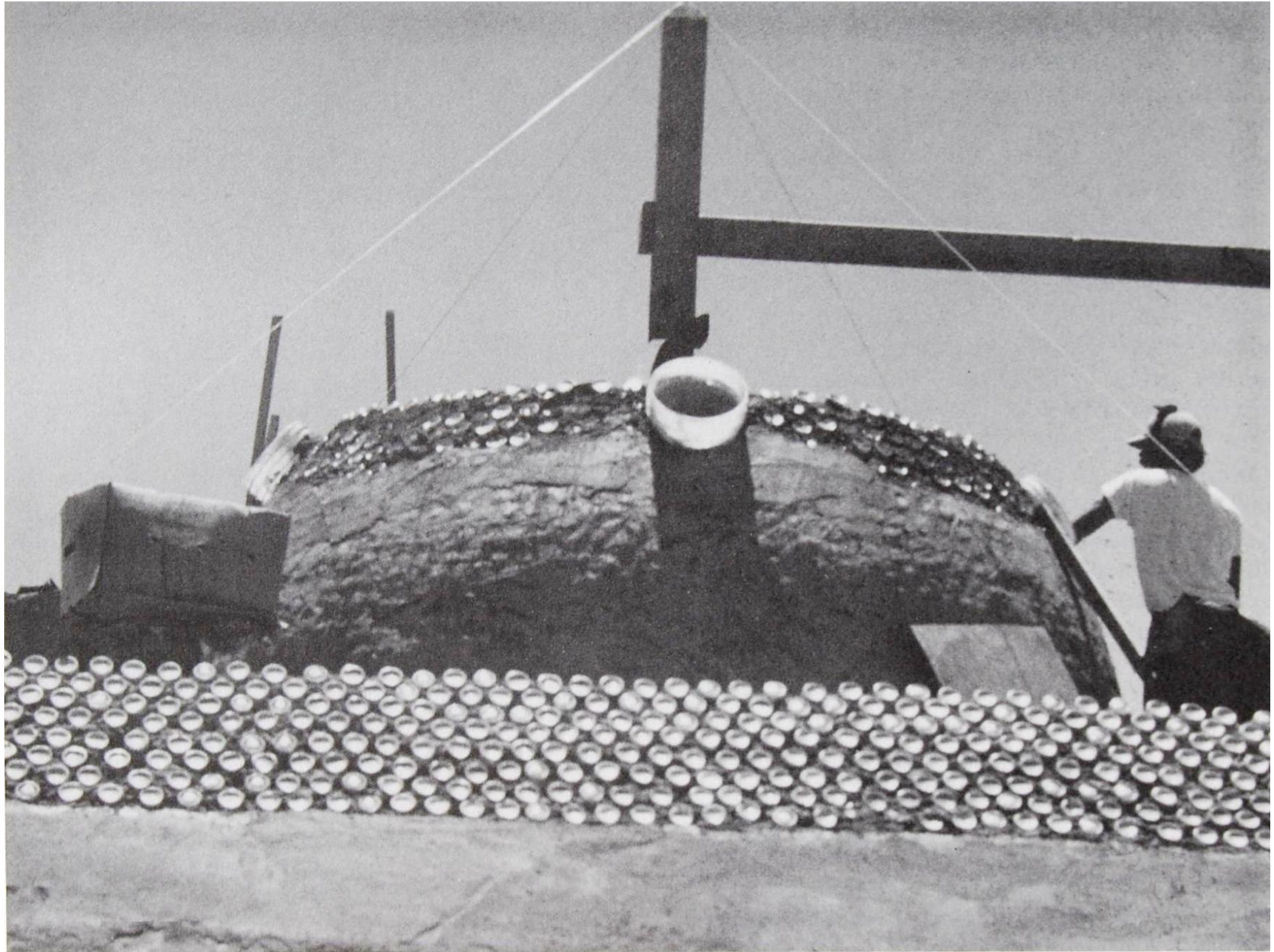
Observa que la sección cilíndrica consta de una doble pared de latas con unos 15cm (6") de aislación de relleno en el medio. Esta doble pared contiene la aislación necesaria y la viga de tracción en el punto de transición entre el cilindro y la semiesfera. Se fabrica ensanchando la pared en la parte superior, colocando dos barras de refuerzo continuas de 13mm (1/2"), solapando unos 45cm (18") en los extremos y luego llenando con una mezcla de 3 partes de cemento, 4 partes de arena y 5 partes de grava. Luego de la construcción de la viga de unión, se construye la semiesfera doble usando la cuerda para delimitar el radio. En domos dobles, ambas paredes se deben levantar de manera simultánea.

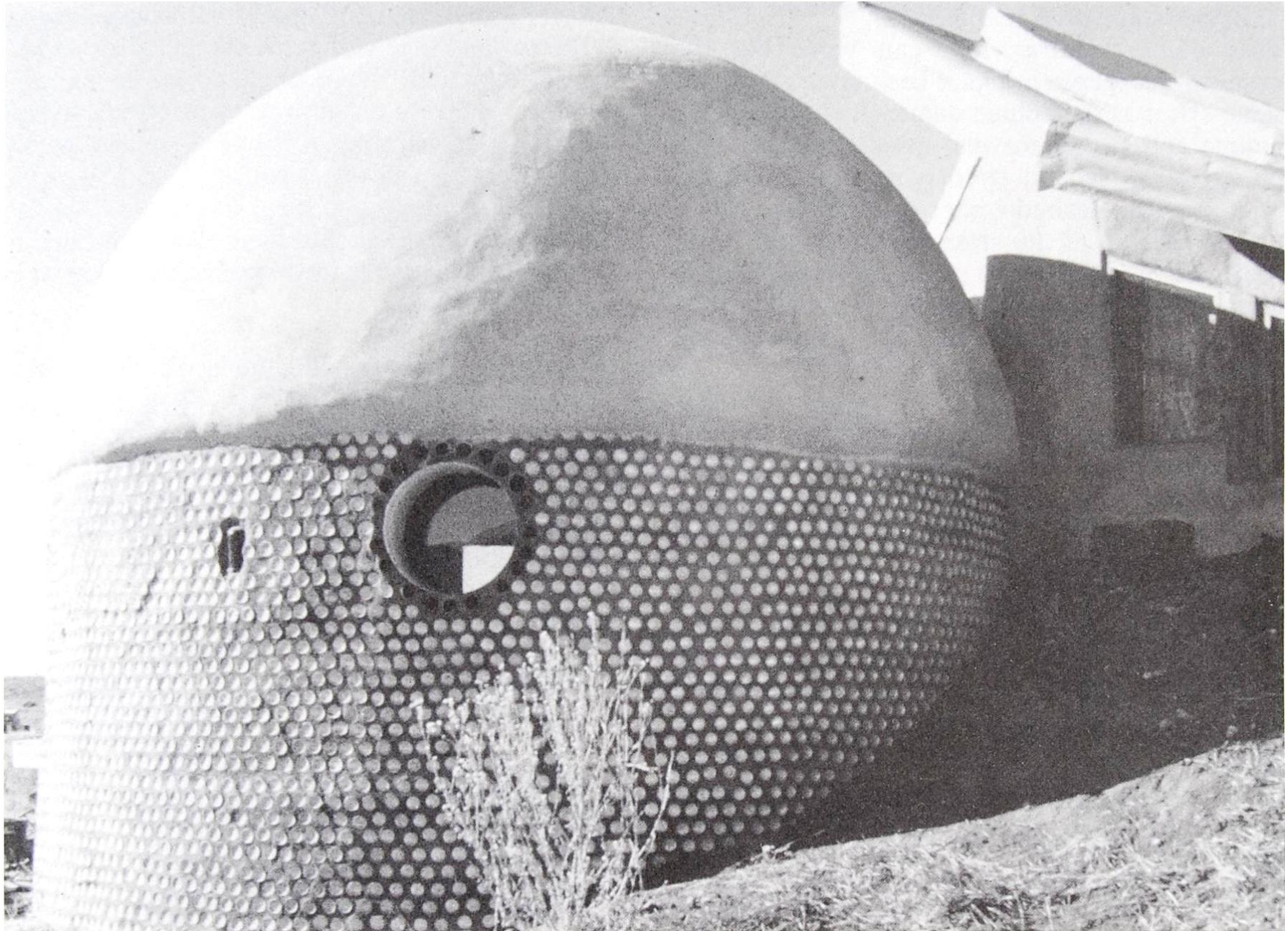
A modo de plantilla para las ventanas, usa barriles de 200litros (40 galones) cortados al medio o baldes de 20 litros (5 galones) como si fueran grandes latas. No los coloques muy juntos. Todas las aberturas deben mantenerse a unos 90cm (3') entre sí. Se pueden fijar marcos de madera artesanales al interior de los barriles o baldes. El domo doble se cierra utilizando una pileta de cocina (washtub) con su base recortada o algo similar hecho de manera artesanal. Esto crea una claraboya si-

-enmasillamos un panel de vidrio hermético triple de seguridad aislante antes de revocar el techo.

Se revoca el domo completo con dos capas de mezcla convencional para revocado, que generalmente lleva 1 parte de cemento y 3 partes de arena para revoque. Esta mezcla se aplica directamente sobre las latas y debe tener algún aditivo hidrófugo agregado en la mezcla.

Los domos construidos con latas son construcciones importantes. Sólo requieren una habilidad para levantar paredes y techos, pero esa destreza debe ser desempeñada **competentemente**. Nunca deben tocarse dos latas en la construcción. El cemento entre las latas constituye la verdadera resistencia a la compresión de la estructura. Por lo tanto debe prepararse con precisión y a conciencia. Las latas de aluminio solo posibilitan la construcción de bajo peso de un domo. Si se realiza de la manera correcta, un domo de latas puede cubrirse con 60-90cm (2'-3') de tierra. Nuevamente, te incentivamos a experimentar con algo inferior a los 3 metros (10') de diámetro antes de intentar un domo más grande.





EL DOMO ENTERRADO SENCILLO

Este domo requiere menos trabajo de latas pero con el costo de excavación se requiere casi el mismo esfuerzo que con el domo doble. Es, sin embargo, una estructura sencilla y única de masa térmica. El domo enterrado es desarrollado clavando una estaca en la tierra en el centro deseado del domo. Pon un clavo en la punta de la estaca y ata una cuerda a él. Haz que el largo de la cuerda sea el radio del círculo plano. Ata una pequeña manija de madera al extremo de la cuerda y esta hará de indicador para el domo entero.

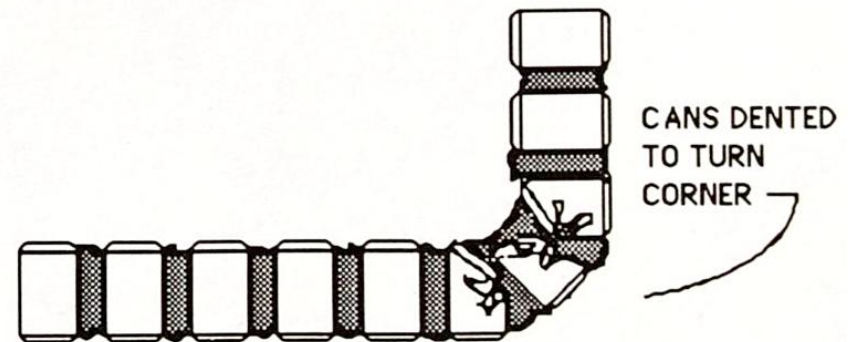
Los cimientos necesitan sólo de 25cm (10") de profundidad y 40cm (16") de ancho, dado que estarán bien por debajo de la línea de congelamiento. Dos barras de acero de construcción de 13mm (1/2") deben correr continuamente por los cimientos. Los cimientos son interrumpidos para permitir una entrada tipo arco de iglú.

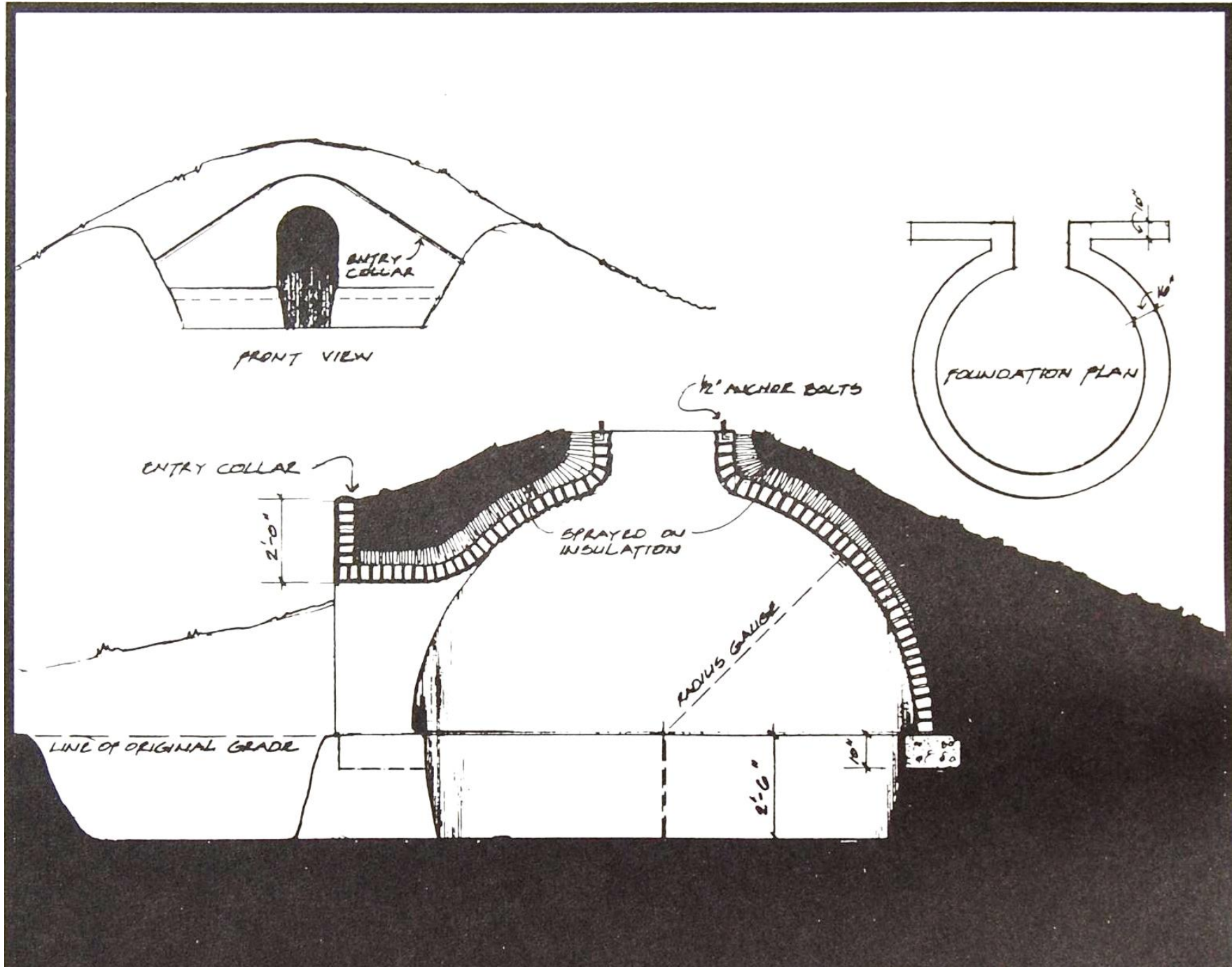
La excavación del suelo (2'-3') debería realizarse antes de empezar a disponer las hileras de latas. La excavación puede ser cortada inicialmente con una retro excavadora pero el recorte fin al debería ser hecho a mano para asegurar que los cimientos no están socavados. Revoca los barrancos de la excavación con dos capas de barro. (NaveTierra Volumen I, Capítulo 9). Aplica una capa con tus manos y deja secar por dos días y luego aplica la segunda capa.

Las latas se fijan con 1 parte de cemento y 3 de arena con espacios de 38mm (1-1/2") entre las latas-

de las hileras inferiores y 13mm (1/2") en las hileras superiores. El indicador de radio guiará el arco del domo en toda dirección. Estos domos sencillos son arremangados en el techo como una polera (turtle neck) para recibir una claraboya. Evita algunas latas en la cima y coloca tornillos de anclaje de 1/2" en un bolsillo de cemento. Esto proveerá anclaje para una placa de madera que reciba una claraboya. Esta placa de madera debería tener una zinguería metálica que se extienda para cubrir la aislación expuesta en la cima del domo.

La entrada iglú y el cuello de tortuga para la claraboya son ambos bastante complicados. Requieren más paciencia que habilidad. Una pasada a la vez, coloca las latas donde van, sin permitir que se toquen. Las latas pueden ser ingletadas en una cuña con un martillo para permitir curvas pronunciadas.









Un marco de puerta puede ser anclado a las paredes de la entrada eliminando latas y reemplazándolas con bulones de anclaje y cemento fresco. El corral alrededor de la entrada iglú retiene la tierra a su alrededor.

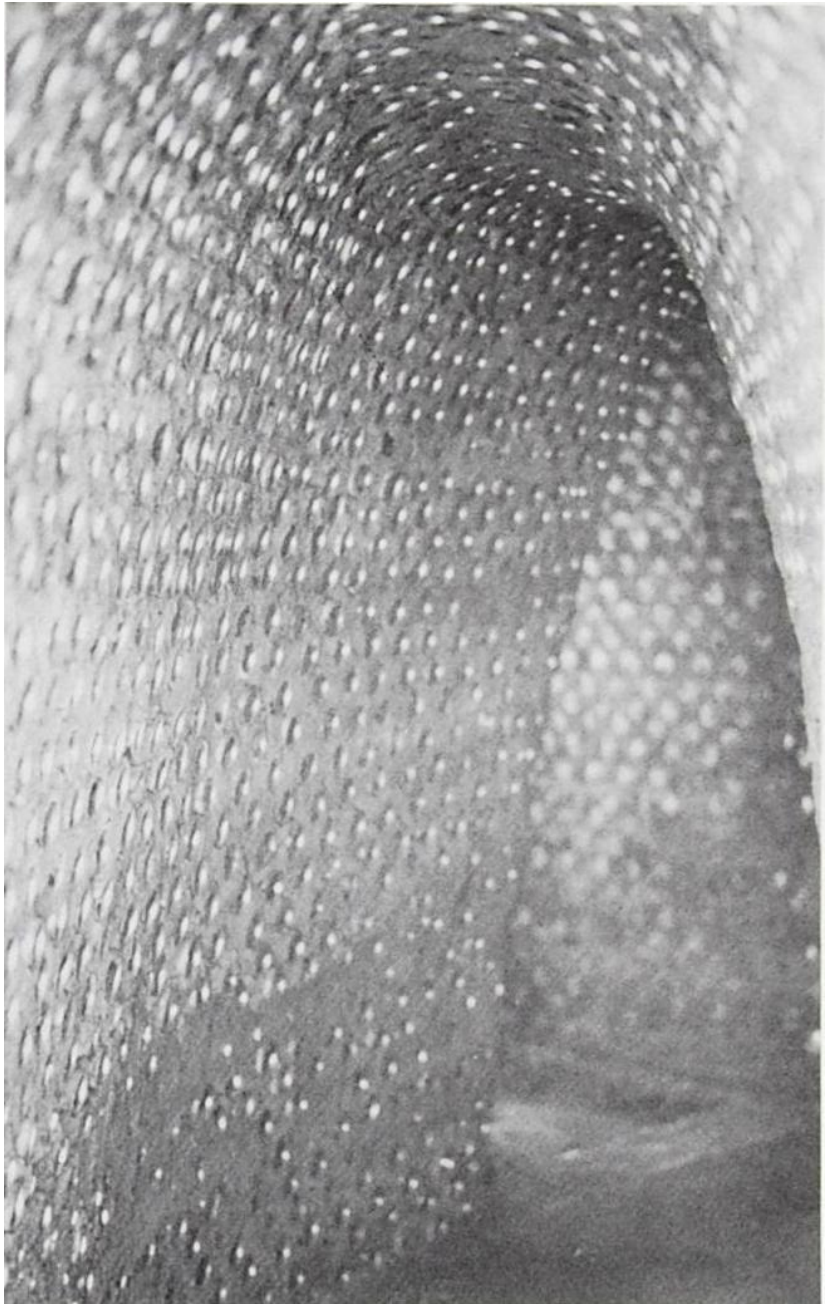
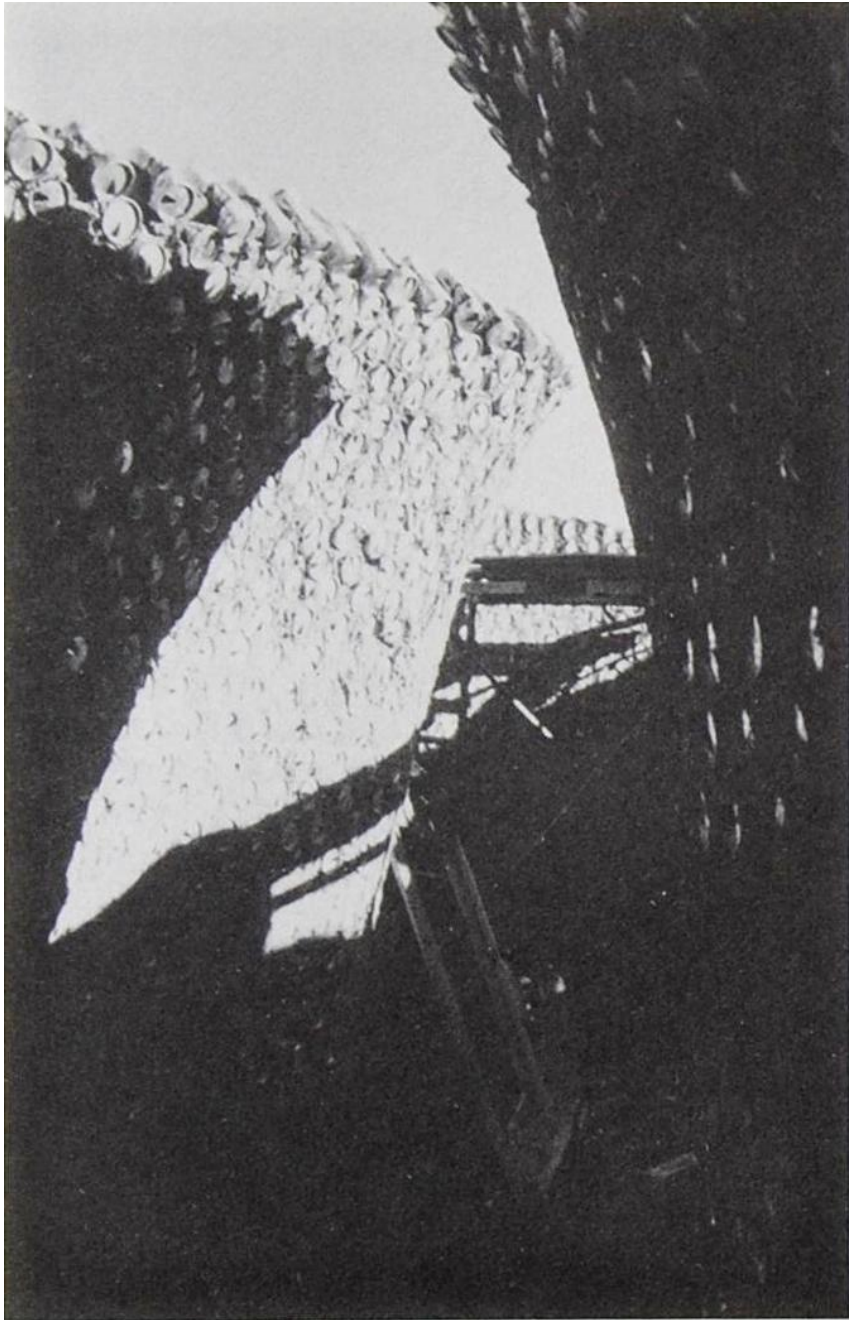
Antes de enterrar, el domo debe ser rociado con algún tipo de aislación. Celulosa o uretano son ambos buenos para este propósito. Espuma de aislación rígida de 25mm (1") también puede ser cortada y ajustada para esto mismo. Aplica una capa gruesa cerca de la cima y hasta la mitad del domo. En este punto el domo es lo suficientemente profundo como para no requerir aislación. Debe notarse que el domo enterrado debería ser satisfactorio sin ninguna aislación en climas templados. Dos capas de revoque con fibras de ingeniería² deben ser aplicadas antes del entierro. La mezcla de revoque debe ser una parte de cemento y 3 partes de arena de revoque. Puede ser aplicado directamente sobre las latas y debería tener un aditivo hidrófugo en la mezcla.

BÓVEDAS

Las bóvedas, arcos y pasillos abovedados siguen con mucho el mismo procedimiento y mezclas de cemento. Recuerda usar fibras de ingeniería en toda mezcla para domo o bóveda. Esto definitivamente hará que la estructura sea más resistente y dure más. Las plantillas son necesarias sólo como una guía o para hacer el trabajo más rápido, por ejemplo más hileras por día. Es importante notar que las formas geométricas o verdaderamente naturales son más resistentes que las orgánicas locas, para esta aplicación. Por ejemplo, las bóvedas siempre deben ser hechas usando una catenaria. Esta es la curva de una cadena si la cuelgas de arriba abajo. Es una forma natural (como un huevo) encontrada en la naturaleza. Las semiesferas tienen un empuje que debe ser contenido, lo que da origen a la viga de tracción descrita en página 217.

Si quieres usar seriamente los métodos descritos en este capítulo para espacios de vivienda, te recomendamos que consultes a un ingeniero o a SSA para un diseño de las formas. Los mismos principios estructurales de diseño que han prevalecido en arcos, domos y bóvedas a través de los años, aplican aquí. La única diferencia es que estamos usando latas para formar concreto, en contraposición de ladrillos entre mortero.

² 3 y 4 en apéndice capítulo 11





APÉNDICE

Siluetas Geométricas, Arcos y Curvas (Geometric Shapes, Arcs and Curves)

Architectural Graphic Standards
por Ramsey y Sleeper
Instituto Americano de Arquitectos.
Publicado por John Wiley and Sons, Inc.

Fibras de Ingeniería

Fibermesh Company
4019 Industry Drive
Chattanooga, TN 37416

Stucco

El Rey
4100 Broadway SE
Albuquerque, NM 87105
(505) 873-1180

Acrílico (Pintura de base de tintas de polímero)

El Rey
4100 Broadway SE
Albuquerque, NM 87105
(505) 873-1180



ECONOMÍA MODERNA

Un hombre viejo y una araña una vez hicieron un trato. El viejo quería una capa y la araña quería viajar. El viejo llevaría a la araña en un viaje con él y la araña le tejería una capa mientras tanto. Ninguno confiaba en el otro demasiado. “si dejas de girar, no más viaje”, decía el viejo. “si dejas de caminar, no más tejido”, decía la araña. El viejo comenzó su viaje y la araña a tejer. Luego de varios senderos y a través de varios arroyos y a través de las ciudades, el viejo llevaba la araña. Todo este tiempo la araña estaba ocupada tejiendo la capa. La araña amaba viajar, por lo que tejía de prisa, temiendo que el viejo dejara de llevarla. El viejo deseaba la capa cada vez más a medida que ésta tomaba forma, asique viajaba y viajaba temiendo que la araña dejara de tejer. Luego de varios kilómetros de viaje, el viejo comenzó a moverse más despacio a medida que la capa se volvía más pesada. Viajaba sin darse cuenta que la capa comenzaba a restringir su movimiento. La araña amaba viajar y convenció al viejo que todavía quedaba mucho por tejer para terminar apropiadamente la capa. Luego de muchos kilómetros más, el viejo apenas podía moverse, pero seguía viajando mientras que la araña, que ya era adicta a viajar, lo seguía convenciendo de la necesidad de una mejor capa. Luego de muchos días más, el viejo apenas podía moverse un centímetro, restringido por la pesada y gruesa capa, cada vez más pesada y confinante. La araña estaba, en este punto, absolutamente temerosa de otro tipo de vida y, pensando que si dejaba de tejer el viejo la bajaría, seguía tejiendo y tejiendo. La capa se volvió tan grueso y pesado que el viejo un día no pudo moverse más. No pudo continuar con su viaje. Se detuvo y rodó por la tierra, asfixiado por su propia capa. La araña estaba varada.

PARTE TRES
FACTORES DE LA NAVETIERRA

