

Búnker Básico Enterrado: Diseño, Excavación y Refuerzo Estructural

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Refugio y Construcción

Etiquetas: Sin etiquetas

Búnker Básico Enterrado: Diseño, Excavación y Refuerzo Estructural

Un búnker enterrado ofrece protección superior contra la mayoría de amenazas superficiales: tormentas severas, tornados, incendios forestales, radiación nuclear de una detonación lejana y, en menor medida, intrusión humana. Sin embargo, construir bajo tierra introduce desafíos de ingeniería que no existen en superficie: presión lateral del terreno sobre las paredes, empuje ascendente del nivel freático, ventilación forzada obligatoria, impermeabilización total y riesgo de colapso estructural. Un búnker mal diseñado puede convertirse en una trampa mortal: inundación, asfixia o hundimiento son los modos de fallo más comunes. Este artículo aborda el diseño de un búnker básico para 2-4 personas con materiales accesibles, enfocado en la seguridad estructural y la habitabilidad mínima para estancias de hasta 14 días.

Estudio del terreno y ubicación

La elección del emplazamiento determina el 70% del éxito o fracaso del búnker. Factores críticos que deben evaluarse antes de excavar el primer metro:

Nivel freático: El agua subterránea es el enemigo número uno. Excavar un pozo de prueba de 2,5 metros y observar durante 48-72 horas si aparece agua. El fondo del búnker debe estar al menos 1 metro por encima del nivel freático máximo (que se alcanza en la estación de lluvias). Si el agua aparece a menos de 2 metros, el emplazamiento es inadecuado o requiere drenaje profesional con bomba permanente.

Tipo de suelo: La arcilla compacta es el mejor terreno para excavar: se mantiene estable sin revestimiento temporal y tiene baja permeabilidad. La arena y la grava son peligrosas: se derrumban fácilmente y requieren entibación inmediata. La roca es ideal estructuralmente pero casi imposible de excavar a mano. Un suelo mixto (arcilla con algo de grava) es el escenario más común y manejable.

Topografía: Ubicar el búnker en una ladera permite una entrada horizontal (tipo mina) que facilita el drenaje natural por gravedad y el acceso sin escalera. La entrada debe estar en la cara que no recibe la escorrentía de lluvia (nunca en la parte baja de la ladera). En terreno llano, la entrada será vertical o con rampa inclinada, lo que complica el drenaje.

Distancia a estructuras: Mantener al menos 5 metros de distancia a cualquier edificio, árbol grande o muro. Las raíces de árboles pueden comprometer la impermeabilización. Las vibraciones de un edificio en derrumbe pueden colapsar un búnker cercano. Además, la zona de excavación necesita espacio para acopiar la tierra extraída (que será considerable: un búnker de 3x4x2,5 m genera 30 m³ de tierra, equivalente a 3-4 camiones pequeños).

Excavación y entibación

La excavación manual es un trabajo físico extremo. Una persona con pala puede excavar entre 1 y 2 m³ de tierra suelta por hora, pero en terreno compacto este rendimiento baja a 0,3-0,5 m³/hora. Para un búnker de 12 m² con 2,5 m de profundidad (30 m³), se necesitan entre 60 y 100 horas de trabajo con 2-3 personas.

Método de excavación seguro: Nunca excavar una fosa vertical con paredes rectas de más de 1,2 metros de profundidad sin entibación. Las paredes se derrumban sin aviso, especialmente en terreno arenoso o tras lluvia. Excavar en escalones de 1 metro de profundidad con taludes temporales de 45 grados hasta poder instalar el revestimiento definitivo.

Entibación temporal: Tablones de madera de 5 cm de grosor colocados verticalmente contra las paredes de la excavación, sujetos por codales horizontales (puntales) que empujan contra la pared opuesta. Los codales deben ser de madera resistente a compresión (roble, pino denso) con cuñas en los extremos para ajuste fino. Instalar la entibación a medida que se excava, nunca después.

Gestión de la tierra extraída: No acumular la tierra en los bordes de la excavación: su peso añade presión lateral a las paredes y aumenta el riesgo de derrumbe. Alejar la tierra al menos 2 metros del borde. Reservar la tierra arcillosa aparte para usarla después como impermeabilización exterior del búnker.

Riesgo de derrumbe: El derrumbe de una excavación es una de las causas de muerte más comunes en obras de construcción. Un metro cúbico de tierra pesa entre 1.500 y 2.000 kg. Una persona enterrada bajo 60 cm de tierra no puede liberarse por sí misma y sufrirá asfixia en minutos. Nunca trabajar solo dentro de la excavación. Siempre tener un observador fuera con medios de rescate (pala, cuerda).

Estructura resistente: techo y paredes

El techo es el elemento más crítico del búnker. Debe soportar el peso de la tierra de cobertura (entre 1.000 y 2.000 kg/m² para 60-100 cm de tierra) más una sobrecarga de uso en superficie (personas caminando, vehículo accidental).

Vigas de techo: Troncos de madera dura (roble, castaño, acacia) de al menos 20-25 cm de diámetro para luces de hasta 3 metros. Descortezados y tratados con fuego superficial o aceite. Separación entre vigas: 40-50 cm. Para luces mayores de 3 metros, añadir un pilar central con zapata de piedra. Alternativa: tubos de acero recuperados, raíles de ferrocarril o vigas IPN si están disponibles.

Entablado del techo: Sobre las vigas, colocar tablones de al menos 5 cm de grosor, preferiblemente machihembrados o con solapes de 3 cm para evitar que la tierra se filtre por las juntas. Alternativamente, medios troncos con la cara plana hacia abajo, calafateados con mortero de arcilla.

Paredes definitivas: Las opciones, de mejor a peor: hormigón armado (si se dispone de cemento), mampostería de piedra con mortero, troncos horizontales apilados tipo cabaña (crib wall), o tablones verticales con contrafuertes cada metro. Las paredes deben resistir la presión lateral del terreno, que a 2 metros de profundidad es de aproximadamente 3.000-6.000 kg/m² dependiendo del tipo de suelo. Los contrafuertes o pilastras cada 1,5-2 metros son obligatorios para paredes de madera.

Impermeabilización: Aplicar sobre el exterior de paredes y techo, antes de rellenar con tierra: lámina de plástico grueso (polietileno de 200 micras mínimo), varias capas de corteza de abedul superpuesta como escamas, o una capa de 10 cm de arcilla pura compactada (que tiene permeabilidad inferior a 10^{-9} m/s). Sellar todas las juntas y penetraciones. Cualquier punto débil en la impermeabilización generará una filtración permanente que empeorará con el tiempo.

Ventilación: el sistema vital

Un búnker sellado sin ventilación es una cámara de la muerte. Una persona en reposo consume 0,5 litros de oxígeno por minuto y exhala 0,4 litros de CO₂. En un búnker de 30 m³ con 4 personas, el nivel de CO₂ alcanzaría el 3% (peligroso) en aproximadamente 6 horas y el 5% (letal) en 10 horas sin renovación de aire.

Ventilación pasiva: Dos tubos de ventilación de al menos 10 cm de diámetro: uno de entrada de aire fresco que descienda hasta cerca del suelo del búnker, y otro de salida de aire viciado que arranque del techo. El tubo de salida debe ser más alto que el de entrada para crear efecto chimenea. Ambos tubos deben tener codos en la superficie para evitar la entrada de agua, rejilla antimoscas y, en el caso del tubo de entrada, una trampa de sedimentos.

Ventilación forzada: Para estancias prolongadas con más de 2 personas, la ventilación pasiva puede ser insuficiente. Un ventilador manual tipo fuelle o manivela, acoplado al tubo de entrada, garantiza un caudal mínimo de 15-20 litros por segundo por persona. Un ventilador de ordenador de 12V alimentado con batería de coche o panel solar pequeño es la solución moderna más práctica.

Filtración NBC básica: Para protección ante contaminación nuclear, biológica o química, el aire de entrada debe pasar por un filtro. Un filtro improvisado con capas de carbón activado (se puede fabricar activando carbón vegetal con vapor a alta temperatura) entre capas de tela retiene partículas y algunos agentes químicos. No sustituye a un filtro NBC profesional, pero reduce significativamente la exposición.

Detector de CO₂: Llevar siempre una vela encendida al búnker como detector primitivo. Si la llama se apaga o se vuelve azul y pequeña, el nivel de oxígeno es peligrosamente bajo. Evacuar inmediatamente y ventilar. Los síntomas iniciales de exceso de CO₂ (dolor de cabeza, somnolencia) son traicioneros porque reducen la capacidad de reacción para evacuar.

Acceso, drenaje y salida de emergencia

Un búnker debe tener siempre al menos dos accesos independientes. Si uno se bloquea por derrumbe, incendio o intrusión, el otro permite la evacuación.

Entrada principal: Rampa o escalera con puerta reforzada. Si es vertical, una escotilla de al menos 70x70 cm con escalera fija de peldaños empotrados en la pared. La puerta debe abrir hacia dentro (para que la presión exterior no la bloquee) y tener junta de estanqueidad y cierre por ambos lados.

Salida de emergencia: Un túnel de al menos 60x60 cm que salga a una distancia mínima de 5 metros de la entrada principal, oculto y con tapa removible desde dentro. Se puede construir con tubos de hormigón

recuperados, troncos ahuecados o simplemente una trinchera cubierta con tablones y tierra.

Sistema de drenaje interior: El suelo del búnker debe tener una pendiente del 1-2% hacia un punto bajo donde se ubique un sumidero o poceta. Desde allí, un tubo de drenaje con pendiente mínima del 2% evacúa el agua por gravedad hacia un punto exterior más bajo. Si esto no es posible (búnker bajo nivel freático), se necesitará una bomba manual o eléctrica de achique permanente.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.