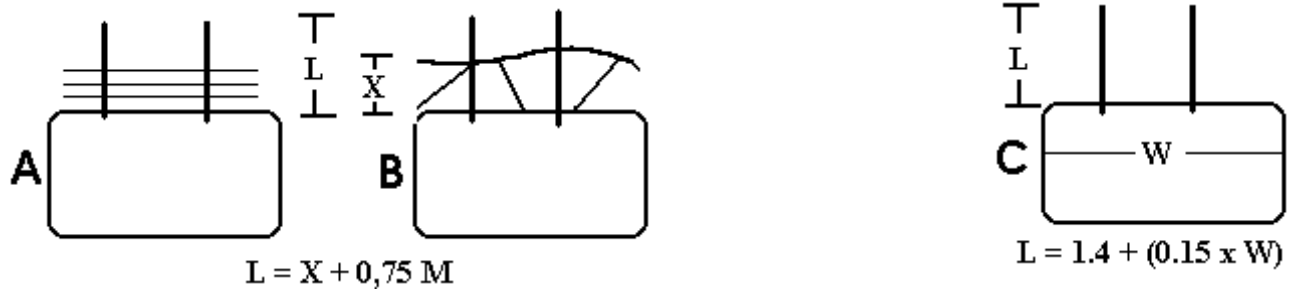


## LONGITUD Y ESPACIAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

La longitud y espaciado (malla) de los elementos de sostenimiento depende de la calidad de la roca, la presencia de fracturas y fallas; y el tiempo de vida útil de la labor.

### Algunos métodos para determinar la longitud de un Perno para Roca;

- A- La profundidad de las capas (X) a soportar, longitud del perno (L) =  $X + 0.75$  m.
- B - Dimensión de los bloques (X) a soportar, longitud del perno (L) =  $X + 0.75$  m.
- C -  $L = 1.4 + (0.15 X W)$  por  $L =$  longitud del perno,  $W =$  Ancho de la apertura en metros.



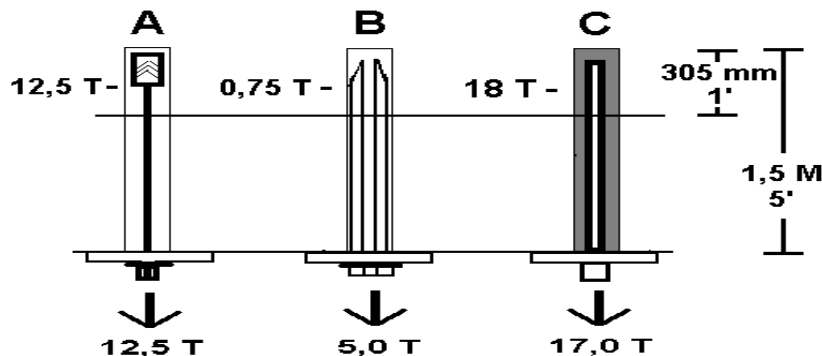
Otras recomendaciones;

Techo  $1/3$  de  $W =$  Longitud perno

Paredes  $1/5$  de Altura = Longitud perno

ref.: Mike Gray

### Resistencia en tracción en la zona anclada de los Elementos de Sostenimiento;



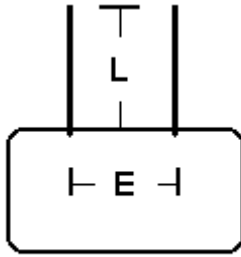
Resistencia en tracción y la capacidad de la zona de anclaje máxima de los sistemas de sostenimiento, medido para una profundidad de 1,5 metros (5') y por 305mm (1') del extremo del perno.

### Comparación de los Elementos de Sostenimiento y la Longitud Mínima Anclado;

Elemento de Sostenimiento	Longitud Mínima Anclado	Resistencia Toneladas Máx.
Pernos con Anclajes de Expansión	305mm (12")	12,5
Perno Barra Construcción 3/4", Cementado	450mm (18")	14,0
Estabilizadores de Fricción 39mm	915mm (36")	3,0
Cable de Acero, Lechada de Cemento	610mm (24")	22,0

## Espaciamiento de los Elementos de Sostenimiento;

$L \setminus E = 1,75$  donde;  $L$  = Longitud del perno,  $E$  = Espaciamiento de los pernos



$$E \setminus L = 1,75$$

Normalmente el espaciamiento de los pernos de sostenimiento instalado sistemáticamente resulta en un mínimo de 1,0 metro y un máximo de 1,5 metros. El espaciamiento entre Elementos de Sostenimiento puede cambiar cuando se combina con otros sistemas; ya sea: shotcrete, malla de alambre, cintas metálicas etc.

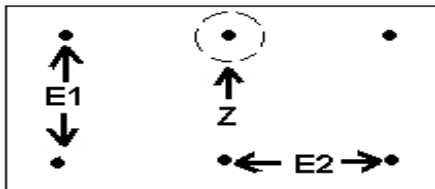
Otras recomendaciones;

$$L \setminus E = 1,2 - 1,5$$

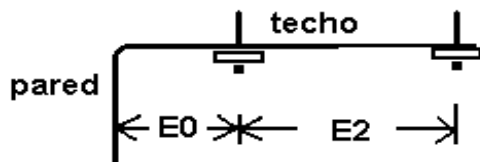
ref. : Z.T. Bienwaski

$$L \setminus E = 1,2 \text{ Roca buena, } L \setminus E = 2 \text{ Roca fracturada}$$

ref. : Lang, Bischoff



El espaciamiento depende del tipo del terreno y la variabilidad de la superficie de la roca. (**E1**) y (**E2**) representa el espaciamiento previsto y (**Z**) es la zona de variabilidad en la colocación de un perno en forma aceptable. El espaciamiento de instalación de pernos se representa por distancias mínimas y máximas.

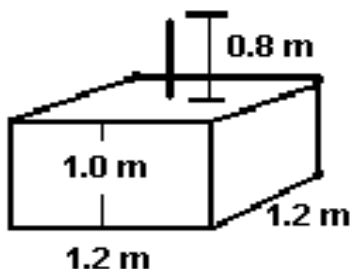


La proximidad de un perno a una pared (caja) o a un pilar, representada por la distancia (**E0**) es normalmente la mitad del espaciamiento previsto (**E2**)

## Resistencia en Tracción de un perno para soportar un bloque:

Por ejemplo,

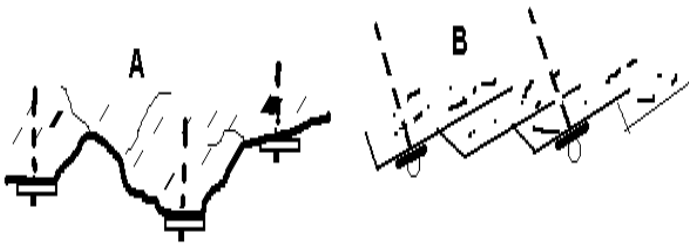
- Bloque de 1 x 1,2 x 1,2 metros,
- Densidad de la roca in situ = 2.4 t/m<sup>3</sup>
- Perno Barra de Construcción 19 mm Longitud del perno = 1.8 m



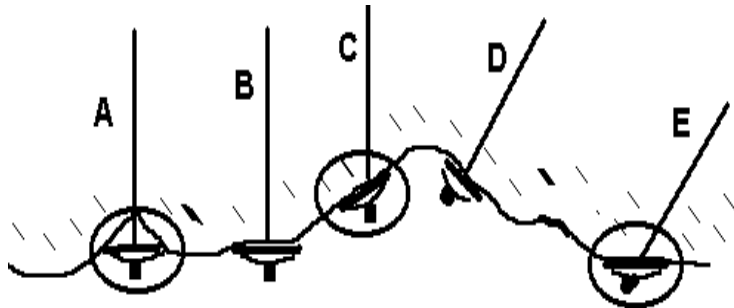
- Volumen del bloque 1 x 2.2 x 1.2 = 1.44 m<sup>3</sup>
- Peso del bloque = 2.4 x 1.44 = 3.5 TN
- Con un factor de seguridad (FS) de 2 = 7 TN
- Con una resistencia de 15 TN FS = 4.3
- Capacidad del perno 19 mm en sección = 18 TN
- Capacidad sección rosca / tuerca 3/4" = 15 TN

La sección roscada de un Perno de Barra de Construcción tiene una resistencia mínima de 15 TN, en sección la barra tiene una resistencia mínima de 17 TN. La longitud del perno de 0,8 metros anclado en roca competente está considerado como la **zona de anclaje** que va a soportar el peso del bloque y debe estar en un rango de 0,75 – 1,00 metro en longitud para tener una resistencia mínima de 15 TN.

**Colocación y Angulo de Instalación;**

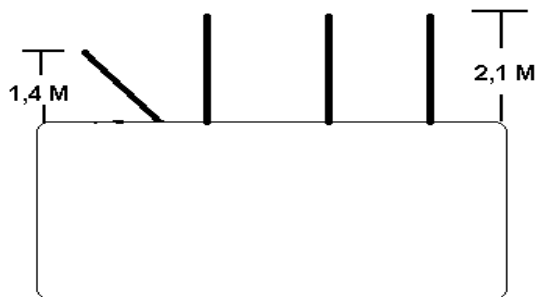


La superficie de la roca es significativa en la planificación del espaciamiento de los pernos, por la existencia de bloques y de las fracturas (A), o la orientación de los estratos (B) requieren una flexibilidad en la colocación de los pernos.



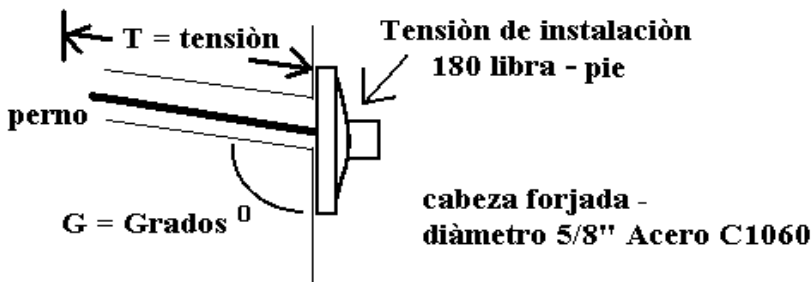
La correcta colocación de la platina de apoyo de un perno para roca mejorará la fortificación del terreno. Los ángulos de un perno con la superficie de la roca deben tener 90 grados o un máximo de inclinación de 10 grados y la platina debe colocarse pegado a la roca, (ejemplos de correcta instalación B, D) (ejemplos no aplicables A, C y E)

**Angulo de la Instalación**



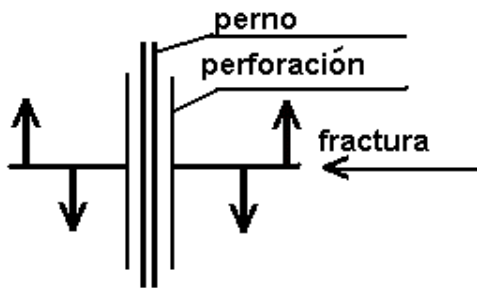
Para asegurar el sostenimiento adecuado de la roca, los elementos deben ser instalados a 90 grados con un máximo de inclinación de + - 10 grados con la superficie de la roca. Como se indica en el dibujo se pierde 0.7 m de la profundidad de un perno de 2.1 m al realizar una instalación a 45 grados.

**Angulo de Instalación y la pérdida de resistencia de un perno**



Angulo de instalación y la resistencia última de un perno para roca. Con una inclinación de 45 grados un perno puede perder 30% de su resistencia

### Resistencia en Tracción



La acción principal de todos los pernos para roca es el de resistir el movimiento o el disloque del terreno. En general en roca dura éste disloque es el resultado de rajaduras por las fallas y fracturas. Estas fracturas y fallas se abren con el tiempo debido a la presión vertical u horizontal por el efecto de la gravedad en los bloques y por el efecto de las variaciones en la temperatura y humedad en la roca masiva.

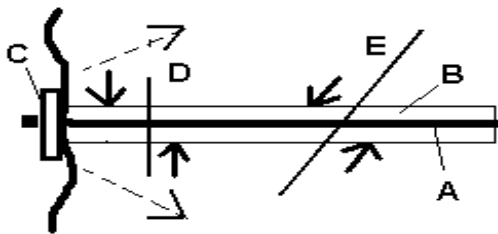
### Sostenimiento de Bloques



Ejemplo de la acción de los pernos para prevenir la formación de la roca suelta.

La colocación de los pernos y la selección de las patinas es de mucha importancia en el sostenimiento de los bloques en terrenos con presencia de fracturas.

### Resistencia al Corte (Cizalla)



La resistencia de un perno en cizalla depende del tipo del perno (A), la lechada utilizada (B) o la ausencia de una lechada. Una aplicación de tensión por el perno (C) adiciona una resistencia en la fricción a través de las fracturas o laminas, (D y E) La resistencia al corte de un perno a 90 grados (D) se calcula normalmente entre el 50 y 80 por ciento de su resistencia en tracción.

### Consolidación de terrenos laminados



El uso de los pernos para roca de forma "laminada" refuerza los estratos, como el ejemplo (A) Los terrenos laminados sostenido con pernos para roca bajo tensión resisten más el disloque o desplazamiento.