

## INDICE DE MATERIAS

1. Prólogo . . . . .	1
2. <sup>1</sup> / <sub>4</sub> Preámbulo . . . . .	3
3. Materiales pulverulentos utilizados . . . . .	5
Cereales . . . . .	5
Arenas . . . . .	5
4. Tensiones-deformaciones debidas al empuje pasivo . . . . .	9
Relación de notaciones . . . . .	9
Aparatos utilizados . . . . .	10
Constitución de los macizos pulverulentos . . . . .	12
5. Ensayos relativos a la superficie de la pantalla . . . . .	15
Ensayos relativos al empuje pasivo resultante de la traslación horizontal de la pantalla . . . . .	16
Ensayos relativos al empuje pasivo resultante de la traslación de la pantalla —ascendente o descendente— según planos inclinados . . . . .	18
Gráficos . . . . .	20
6. Ensayos referentes al empuje pasivo de traslación . . . . .	25
Fases características de deformación de un macizo pulverulento solicitado por empuje pasivo de traslación . . . . .	25
Macizos con superficie libre horizontal . . . . .	28
Macizos con superficie libre inclinada según el ángulo de talud natural superior $+\alpha$ . . . . .	41
Macizos con superficie libre inclinada según el ángulo de talud natural inferior $-\alpha$ . . . . .	46
Conclusión referente a los macizos con superficie libre horizontal o inclinada . . . . .	50
7. Coeficientes de empuje pasivo de rotura . . . . .	55

<b>8. Confirmación mediante los ensayos relativos al empuje pasivo de traslación de los coeficientes de empuje activo relativos a un macizo pulverulento con superficie libre inclinada . . . . .</b>	<b>57</b>
Muro vertical . . . . .	57
Muro inclinado . . . . .	59
Conclusión relativa a los ensayos del capítulo 8.2 . . . . .	69
<b>9. Tensiones-deformaciones relativas a las fases de adaptación y de equilibrio elastoplástico de un macizo pulverulento solicitado por empuje pasivo de traslación . . . . .</b>	<b>71</b>
Exposición . . . . .	71
Caso particular de las arenas del ensayo, además de la arena fina . . . . .	73
<b>10. Efectos de la vibración y de la compactación en las deformaciones de un macizo pulverulento solicitado por empuje pasivo . . . . .</b>	<b>75</b>
Arena fina compactada . . . . .	80
Conclusiones relativas al examen del gráfico XIV . . . . .	82
<b>11. Tensiones-deformaciones de un macizo pulverulento sobre el que actúa una sobrecarga . . . . .</b>	<b>85</b>
Experiencias relativas al empuje pasivo de traslación que actúa sobre un macizo con superficie libre horizontal con una sobrecarga . . . . .	86
Sistema experimental . . . . .	86
Ensayos . . . . .	87
<b>12. Dilatancia de un macizo pulverulento solicitado por empuje pasivo de traslación . . . . .</b>	<b>91</b>
Definición . . . . .	91
Experiencias relativas a la dilatancia de un macizo pulverulento indefinido . . . . .	91
Experiencias relativas a la dilatancia de un macizo pulverulento de sección recta triangular . . . . .	92
Observación . . . . .	94
Mijo . . . . .	94
Arena fina . . . . .	97
<b>13. Estudio de las dimensiones mínimas de los modelos . . . . .</b>	<b>99</b>
Resultado de los ensayos . . . . .	100
Deformaciones de un macizo sometido a empuje pasivo de traslación según su anchura $L$ . . . . .	102
Comentarios complementarios . . . . .	106
Deformaciones de un macizo sometido a empuje pasivo según la altura $h$ . . . . .	107
<b>14. Determinación práctica del parámetro en el laboratorio . . . . .</b>	<b>109</b>

<b>15. Tensiones-deformaciones debidas al empuje pasivo de rotación .</b>	<b>113</b>
Exposición . . . . .	113
Experiencias relativas al empuje pasivo de rotación que afecta a un macizo pulverulento con superficie libre horizontal o inclinada	114
Arena fina . . . . .	124
<b>16. Tensiones-deformaciones debidas al contraempuje pasivo . . . .</b>	<b>125</b>
Exposición . . . . .	125
Ensayos . . . . .	126
Arena fina . . . . .	129
Convergencia de las rectas representativas de las deformaciones de un macizo solicitado por empuje pasivo . . . . .	131
<b>17. Resumen y formulario . . . . .</b>	<b>135</b>
Fase de adaptación de la materia . . . . .	135
Fase de equilibrio elastoplástico del macizo . . . . .	136
Deformaciones de un macizo pulverulento vibrado o de un terreno apisonado o no modificado . . . . .	138
Deformaciones de un macizo compacto . . . . .	139
Deformaciones de un macizo pulverulento coherente . . . . .	140
Fase de equilibrio plástico del macizo . . . . .	141
<b>18. Complemento de cálculo de tablestacas y muros pantalla teniendo en cuenta las tensiones-deformaciones relativas a los empujes pasivos de traslación y de rotación . . . . .</b>	<b>143</b>
Tablestacas . . . . .	143
Muros pantalla . . . . .	162
<b>19. Programa de cálculo electrónico . . . . .</b>	<b>171</b>
<b>20. Determinación del ángulo de rozamiento interno mínimo de un medio pulverulento . . . . .</b>	<b>173</b>
Determinación del ángulo de rozamiento interno $\varphi_0$ de un material pulverulento . . . . .	174
Experiencias . . . . .	175
Asentamiento de los macizos pulverulentos de prueba . . . . .	192
Ángulos de rozamiento interno de la arena fina húmeda de la Garoupe . . . . .	193
Consecuencias prácticas para el cálculo de elementos de contención	200
Comparación de los resultados obtenidos por el método del plato de fricción y con el aparato de compresión triaxial . . . . .	200
Conclusiones . . . . .	202
<b>21. Cálculo de muros pantalla . . . . .</b>	<b>203</b>
Determinación de los momentos flectores que actúan sobre los paneles de un muro pantalla y de las reacciones de apoyo que afectan a los puntales o a los tirantes de anclaje . . . . .	203

Exposición . . . . .	205
Ejemplo de cálculo de un muro pantalla ejecutado por paneles . . . . .	215
<b>22. Formulación teórica de confirmación de las bases esenciales de la definición del equilibrio de un macizo pulverulento sin cohesión retenido por una pantalla . . . . .</b>	<b>221</b>
Desarrollo analítico del valor del ángulo diedro del prisma de rotura de empuje activo y del coeficiente de empuje activo . . . . .	223
Observación de los fenómenos reales de deformación del prisma de empuje activo . . . . .	225
Examen del fenómeno de formación del prisma de empuje activo en el caso de un macizo pulverulento no coherente retenido por una pantalla . . . . .	226
Determinación del valor del ángulo diedro del prisma de empuje activo . . . . .	230
Expresión trigonométrica del valor del ángulo . . . . .	235
Conclusión . . . . .	236
Observaciones . . . . .	236
Corolario. Determinación del valor del coeficiente de empuje activo	237
Determinación teórica del valor del coeficiente de empuje activo . . . . .	238
Conclusión . . . . .	239
Observación . . . . .	241
Confirmación del valor del ángulo $B = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_0}{3} \approx \frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{3}$ resultante de la determinación teórica precedente, del valor del empuje activo máximo . . . . .	241
Justificación teórica del coeficiente de empuje activo de los macizos inclinados . . . . .	243
Consideración previa . . . . .	243
Regla de proporcionalidad . . . . .	244
Aplicación de los conocimientos del equilibrio de un macizo pulverulento de superficie libre horizontal, para confirmar el coeficiente de empuje activo relativo a los macizos de superficie libre inclinada . . . . .	246
Justificación teórica del coeficiente de empuje activo de los macizos sobrecargados . . . . .	254
Caso de los macizos sobrecargados localmente . . . . .	256
<b>23. Conclusión . . . . .</b>	<b>259</b>
Índice bibliográfico . . . . .	261