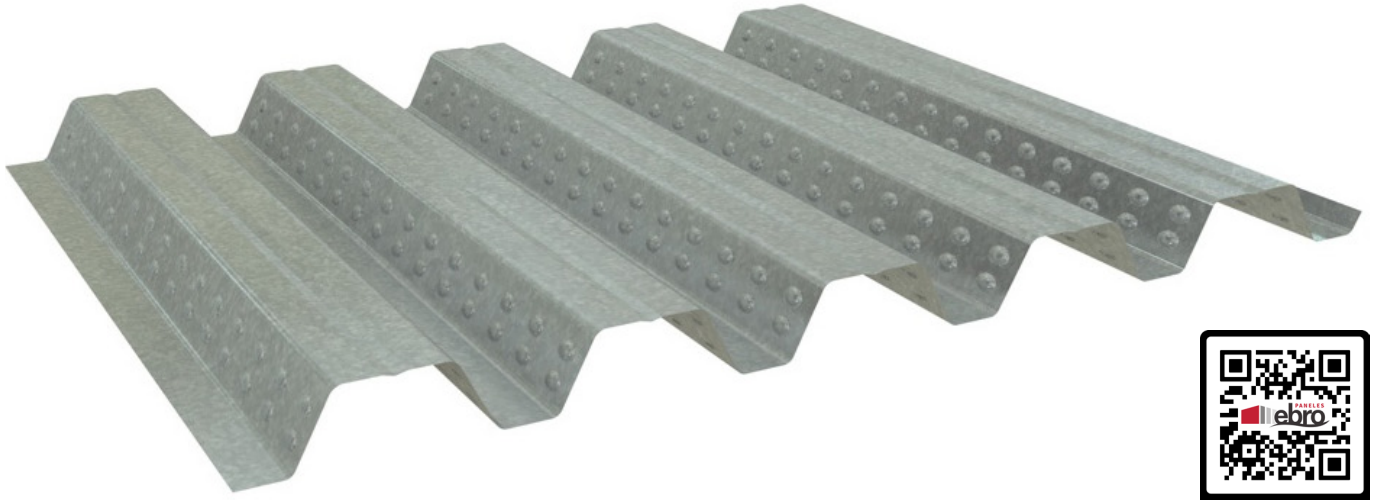
# Chapa
# Colaborante

**El forjado colaborante se encuentra formado por un perfil de chapa grecada de acero (chapa colaborante) sobre el que vertimos el hormigón y un mallazo de reparto con el fin de evitar la fisuración por efectos de retracción y temperatura. Ambos elementos trabajan al unísono y la chapa grecada desempeña la labor de encofrado y armadura de positivos.**



Colaborante

## PROYECTOS CON ESTE PRODUCTO

## MEDIDAS ESTRUCTURALES

- **Longitud:** 10000 mm
- **Espesores:** 0.8, 1 mm y 1.2 mm
- **Altura canto:** 54, 60 y 80 mm

## ACABADOS Y COLORES EN STOCK

**Galvanizado**

## ACABADOS Y COLORES BAJO PEDIDO

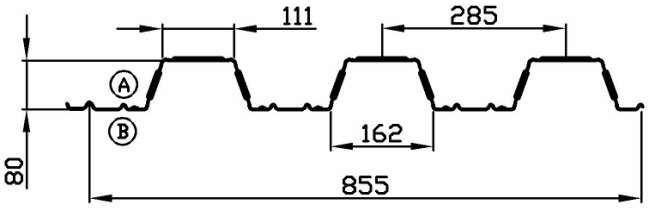
**Blanco Pirineo**
RAL 1006

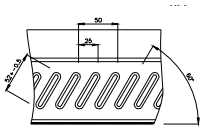
Ficha técnica:

# Colaborante 80

## Características geométricas

Colaborante 80



## Aplicaciones

Forjado colaborante
Encofrado perdido

## Características eficaces de sección

| Espesor neto | Sección de acero | Sección de acero eficaz | Altura centro gravedad | Peso propio | | Momento de Inercia Bruto | Momento de Inercia Eficaz y Modulo Resistente Eficaz (1) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | M + | | M - | |
| t | $A_p$ | $A_{pe}$ | $Y_G$ | $G_a$ | $G_a$ | $I_p$ | $I_{eff}$+ | $W_{eff}$+ | $I_{eff}$- | $W_{eff}$- |
| **0.75** | 1096 | 619 | 36,7 | 8,61 | 0,084 | 1.135.000 | 772.000 | 13.890 | 639.000 | 18.670 |
| **0.80** | 1170 | 660 | 36,7 | 9,18 | 0,090 | 1.211.000 | 816.224 | 15.748 | 684.519 | 21.274 |
| **1.00** | 1462 | 825 | 36,7 | 11,48 | 0,113 | 1.514.000 | 993.124 | 23.159 | 866.501 | 31.652 |
| **1.20** | 1754 | 991 | 36,7 | 13,77 | 0,135 | 1.816.000 | 1.192.892 | 29.739 | 1.047.871 | 41.059 |
| mm | $mm^2/m$ | $mm^2/m$ | mm | $kg/m^2$ | $kN/m^2$ | $mm^4/m$ | $mm^4/m$ | $mm^3/m$ | $mm^4/m$ | $mm^3/m$ |

**(1)** Características eficaces según la normativa europea ENV 1993 parte 1-3 (2005)

## Nomenclatura

- Momento de inercia bruto ..... $I_p$ ($mm^4/m$)
- Momento de inercia eficaz para un momento flector positivo ..... $I_{eff}$ (+) ($mm^4/m$)
- Módulo resistente eficaz para un momento flector positivo ..... $W_{eff}$. mínimo (+) ($mm^3/m$)
- Momento de inercia eficaz para un momento flector negativo ..... $I_{eff}$ (-) ($mm^4/m$)
- Módulo resistente eficaz para un momento flector negativo ..... $W_{eff}$. mínimo (-) ($mm^3/m$)

## Limitaciones de fabricación y accesorios

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Limitaciones de fabricación** | Espesores de perfilado mín. | | 0,75 mm |
| | Espesores de perfilado máx. | | 1,20 mm |
| | Longitud mínima de perfilado | | 2.000 mm |
| | Longitud mínima de corte | | 1.500 mm |
| | Longitud máxima de perfilado | | 16.000 mm |
| **Posibilidades de fabricación** | Perforado | | NO |
| | Embuticiones | | SI |
| | Prelacado | | SI |
| | Grado de curvatura natural | 0.75 mm | 47 Rmín [m] |
| | | 0.8 mm | 49 Rmín [m] |
| | | 1.0 mm | 55 Rmín [m] |
| | | 1.2 mm | 63 Rmín [m] |
| **Accesorios** | Junta estanca nervada | | SI |
| | Remates perrimetrales | | SI |
| | Conectores | | SI |
| **Transporte** | Ocupación max orientativa por camión | | 2.000 $m^2$ |

## Características mecánicas del acero

Material Base Calidad S 320 GD
Límite Elástico $R_e$ > 320 N/mm².
Límite de rotura mínimo $R_m$ > 390 N/mm²
Alargamiento de Rotura $A_{80}$ Min. 17%

## Recubrimientos

Galvanizado (UNE-EN 10.326)
Prelacado (UNE-EN 10.169)
Recubrimientos especiales contra corrosión:
(Plastisol / PVDF / Prisma / Granite HDX / HPS200)

## Colores

Carta de colores estándar de *Paneles Ebro*, otros bajo consulta.

## Normativa

**UNE 10142** - Bandas (chapas y bobinas) de acero bajo en carbono, galvanizadas en continuo por inmersión en caliente para conformado en frío. Condiciones técnicas de suministro.
**UNE-EN 10143** - Chapas y bobinas de acero con revestimiento metálico en contínuo por inmersión en caliente.
**UNE-EN 10326** – Chapas y bandas de acero estructural revestidas en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro
Productos planos de acero, recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados).
**UNE-EN 10169 -Parte 1:** Generalidades (definiciones, materiales, tolerancias, métodos de ensayo).
**EN 10327** - Continuously hot-dip coated strip and sheet of low carbon steels for cold forming. Technical delivery conditions

Todos los datos numéricos reflejados en la ficha técnica, corresponden a cálculos realizados por el departamento de ingeniería de *Paneles Ebro* en colaboración con el **Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería de la E.T.S de Ingeniería Industrial de Barcelona (UPC).**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Ficha técnica:

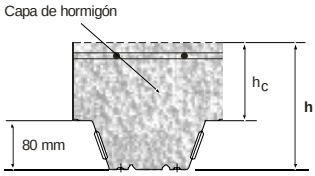
# Colaborante 80

## Características generales de la losa de hormigón

### Hormigón normal

Resistencia característica $f_{ck}$=25 N/mm$^2$ o superior (Eurocódigo 4 / la instrucción EHE)
El hormigón deberá someterse durante su ejecución en obra a un control estadístico de nivel normal.

El espesor $h_c$ del hormigón por encima de los nervios debería superar los 40 mm para asegurar el comportamiento dúctil de la losa y un recubrimiento suficiente para las armaduras. Si la losa actúa en modo mixto con una viga, o se utiliza como diafragma horizontal de estabilización y reparto de cargas, el espesor mínimo para el hormigón por encima de los nervios es $h_c$=50 mm.



**Colaborante 80**

El tamaño nominal del árido depende de la dimensión menor del elemento estructural sobre el que se deberá verter el hormigón, y no debería superar el menor de los valores para **Colaborante 80**:

- 0,40 $h_c$ donde hc es el espesor del hormigón sobre los nervios.
- $b_o$/3, donde $b_o$ es el ancho medio del nervio (AcerCol 80; $b_o$=148. Así, $b_o$/3=49 mm).
- 31,5 mm (tamiz C 31,5).

Estos criterios aseguran que la masa fresca penetre fácilmente entre los nervios.

### Hormigón ligero

En la losa mixta **Colaborante 80** se pueden utilizar hormigón ligero para los requerimientos de peso propio más estrictos como por ejemplo edificios de gran altura o rascacielos. Paneles Ebro dispone de ensayos normalizados para el hormigón ligero y sus correspondientes tablas de sobrecarga de uso.

## Peso propio perfil + hormigón (kg/m2)

| Altura de losa H (mm) | | | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volumen de Hormigón (dm$^3$/m$^2$) | | | 83 | 93 | 103 | 113 | 123 | 133 | 143 | 153 | 163 | 173 | 183 | 193 | 203 | 213 |
| Peso hormigón s/perfil (Kg/m$^2$) | | | 203 | 228 | 252 | 277 | 301 | 326 | 350 | 375 | 399 | 424 | 448 | 473 | 497 | 522 |
| Peso total de losa kg/m$^2$ | Espesor de chapa (mm) | 0.75 | 212 | 236 | 261 | 285 | 310 | 334 | 359 | 383 | 408 | 432 | 457 | 481 | 506 | 530 |
| | | 0.80 | 213 | 237 | 262 | 286 | 311 | 335 | 360 | 384 | 409 | 433 | 458 | 482 | 507 | 531 |
| | | 1.00 | 215 | 239 | 264 | 288 | 313 | 337 | 362 | 386 | 411 | 435 | 460 | 484 | 509 | 533 |
| | | 1.20 | 217 | 242 | 266 | 291 | 315 | 340 | 364 | 389 | 413 | 438 | 462 | 487 | 511 | 536 |

Hormigón normal: 2450 Kg/m$^3$

### Cargas y criterios de flecha

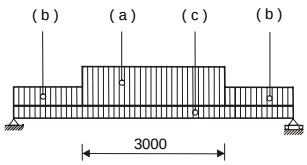
En la fase de vertido la chapa de acero sirve como encofrado, por tanto en las tablas de sobrecarga de uso de **Colaborante 80** se han considerado las cargas siguientes, cumpliendo estrictamente los requisitos de los Eurocódigos 1, 3 y 4:

. Peso propio de la chapa y del hormigón fresco
. Cargas de ejecución y de amontonamiento moderado del hormigón durante el vertido
. Cargas constructivas (operarios y maquinaria necesaria)
. Efecto de embalsamiento debido a la flecha de la chapa
. **Hipótesis de alternancia de cargas para losas de dos o tres tramos**

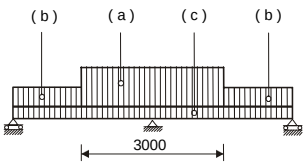
Como flechas admisibles se han aplicado los criterios del Eurocódigo 4:
Flecha < L/180 mm
Si los criterios del proyecto lo precisan se pueden imponer restricciones más severas, por ejemplo L/250

### Normativa del hormigón

EHE -Instrucción de hormigón estructural



Momento en el centro del vano



Momento sobre un apoyo interior

( a ) Concentración de cargas de construcción: 1,5 kN / m²
( b ) Carga constructiva distribuida 0,75 kN / m²
( c ) Peso propio

Ficha técnica:

# Colaborante 80

## Tablas de sobrecarga de uso ($Kp/m^2$)

### ESPESOR 0.8 mm

**1 Tramo** (2 apoyos; vano)

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 1338 | 1501 | 1662 | 1824 | 1985 | 2147 | 2308 | 2470 | 2631 | 2793 | 2954 | 3116 | 3277 | 3439 |
| 2.20 | 1094 | 1226 | 1359 | 1491 | 1623 | 1755 | 1888 | 2020 | 2152 | 2284 | 2417 | 2549 | 2681 | 2813 |
| 2.40 | 906 | 1016 | 1126 | 1235 | 1346 | 1456 | 1565 | 1675 | 1785 | 1894 | 2004 | 2114 | 2223 | 2333 |
| 2.60 | 759 | 851 | 944 | 1036 | 1127 | 1220 | 1312 | 1404 | 1496 | 1588 | 1680 | 1773 | 1864 | 1956 |
| 2.80 | 641 | 720 | 797 | 876 | 953 | 1032 | 1109 | 1187 | 1265 | 1343 | 1421 | 1498 | 1577 | 1654 |
| 3.00 | 545 | 612 | 679 | 745 | 811 | 878 | 944 | 1010 | 1076 | 1144 | 1210 | 1276 | 1343 | 1409 |
| 3.20 | 467 | 523 | 580 | 637 | 694 | 751 | 807 | 864 | 922 | 979 | 1036 | 1092 | 1149 | 1206 |
| 3.40 | 401 | 450 | 498 | 547 | 596 | 645 | 694 | 743 | 792 | 841 | 890 | 939 | 988 | 1037 |
| 3.60 | 345 | 386 | 428 | 471 | 513 | 556 | 597 | 640 | 682 | 724 | 767 | 808 | 851 | 893 |
| 3.80 | 297 | 333 | 369 | 406 | 442 | 479 | 516 | 551 | 588 | 625 | 662 | 698 | 734 | 771 |
| 4.00 | 255 | 286 | 318 | 350 | 381 | 413 | 444 | 476 | 508 | 539 | 571 | 602 | 634 | 666 |
| 4.20 | 219 | 247 | 274 | 302 | 328 | 356 | 383 | 411 | 437 | 465 | 492 | 520 | 546 | 574 |
| 4.40 | 189 | 212 | 235 | 259 | 282 | 306 | 329 | 353 | 376 | 400 | 424 | 448 | 471 | 494 |
| 4.60 | 144 | 181 | 202 | 221 | 242 | 262 | 282 | 303 | 323 | 343 | 363 | 383 | 404 | 424 |
| 4.80 | | 147 | 171 | 189 | 206 | 223 | 241 | 258 | 275 | 293 | 310 | | | |
| 5.00 | | | 145 | 159 | 174 | 189 | 203 | 218 | 232 | | | | | |

**2 Tramos** (3 apoyos; vano – vano)

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 1659 | 1858 | 2058 | 2258 | 2459 | 2659 | 2858 | 3058 | 3258 | 3458 | 3657 | 3858 | 4058 | 4258 |
| 2.20 | 1364 | 1528 | 1693 | 1857 | 2022 | 2187 | 2352 | 2516 | 2681 | 2845 | 3009 | 3174 | 3338 | 3504 |
| 2.40 | 1138 | 1275 | 1413 | 1550 | 1688 | 1825 | 1962 | 2100 | 2238 | 2375 | 2513 | 2649 | 2787 | 2925 |
| 2.60 | 960 | 1076 | 1193 | 1309 | 1425 | 1541 | 1657 | 1774 | 1890 | 2006 | 2122 | 2239 | 2355 | 2471 |
| 2.80 | 819 | 918 | 1017 | 1116 | 1215 | 1314 | 1414 | 1513 | 1612 | 1710 | 1810 | 1909 | 2008 | 2107 |
| 3.00 | 703 | 789 | 874 | 959 | 1045 | 1129 | 1215 | 1301 | 1385 | 1471 | 1557 | 1641 | 1727 | 1812 |
| 3.20 | 609 | 682 | 756 | 830 | 904 | 978 | 1051 | 1125 | 1199 | 1273 | 1347 | 1421 | 1494 | 1569 |
| 3.40 | 529 | 593 | 657 | 722 | 786 | 850 | 914 | 979 | 1044 | 1108 | 1172 | 1236 | 1301 | 1365 |
| 3.60 | 462 | 518 | 574 | 630 | 697 | 743 | 799 | 855 | 911 | 968 | 1024 | 1081 | 1137 | 1193 |
| 3.80 | 405 | 454 | 504 | 552 | 602 | 651 | 700 | 750 | 799 | 849 | 898 | 948 | 997 | 1046 |
| 4.00 | 355 | 399 | 442 | 485 | 529 | 573 | 616 | 660 | 703 | 746 | 790 | 833 | 877 | 920 |
| 4.20 | 313 | 351 | 389 | 427 | 466 | 505 | 542 | 581 | 619 | 657 | 696 | 734 | 773 | 810 |
| 4.40 | 275 | 309 | 343 | 377 | 411 | 444 | 478 | 512 | 546 | 580 | 614 | 647 | 681 | 716 |
| 4.60 | 243 | 272 | 302 | 332 | 362 | 391 | 422 | 452 | 481 | 512 | 541 | 572 | 601 | 631 |
| 4.80 | 213 | 240 | 266 | 293 | 319 | 346 | 372 | 399 | 425 | 452 | 478 | 504 | 530 | 557 |
| 5.00 | 188 | 211 | 234 | 258 | 281 | 304 | 327 | 351 | 374 | 398 | 421 | 444 | 468 | |

**3 Tramos** (4 apoyos; vano – vano – vano)

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 1752 | 1963 | 2174 | 2385 | 2597 | 2808 | 3019 | 3230 | 3442 | 3653 | 3864 | 4075 | 4287 | 4498 |
| 2.20 | 1439 | 1613 | 1787 | 1960 | 2135 | 2308 | 2482 | 2655 | 2829 | 3003 | 3176 | 3551 | 3524 | 3697 |
| 2.40 | 1200 | 1345 | 1489 | 1634 | 1780 | 1925 | 2069 | 2214 | 2359 | 2504 | 2649 | 2794 | 2939 | 3084 |
| 2.60 | 1011 | 1134 | 1256 | 1378 | 1501 | 1623 | 1745 | 1867 | 1990 | 2112 | 2235 | 2358 | 2480 | 2602 |
| 2.80 | 861 | 965 | 1069 | 1174 | 1278 | 1382 | 1486 | 1591 | 1695 | 1799 | 1904 | 2008 | 2112 | 2217 |
| 3.00 | 739 | 829 | 917 | 1007 | 1097 | 1187 | 1276 | 1366 | 1456 | 1545 | 1634 | 1724 | 1813 | 1903 |
| 3.20 | 638 | 716 | 793 | 871 | 948 | 1025 | 1103 | 1180 | 1258 | 1335 | 1413 | 1490 | 1568 | 1644 |
| 3.40 | 554 | 621 | 688 | 755 | 823 | 890 | 957 | 1024 | 1092 | 1159 | 1226 | 1295 | 1362 | 1429 |
| 3.60 | 482 | 541 | 599 | 659 | 718 | 776 | 835 | 894 | 952 | 1011 | 1070 | 1128 | 1188 | 1247 |
| 3.80 | 421 | 473 | 524 | 576 | 627 | 679 | 730 | 782 | 833 | 885 | 937 | 988 | 1040 | 1091 |
| 4.00 | 369 | 414 | 460 | 505 | 549 | 595 | 640 | 686 | 731 | 776 | 822 | 866 | 911 | 957 |
| 4.20 | 324 | 364 | 404 | 443 | 483 | 523 | 563 | 602 | 642 | 682 | 722 | 761 | 801 | 841 |
| 4.40 | 284 | 319 | 354 | 389 | 424 | 460 | 494 | 529 | 565 | 599 | 634 | 670 | 704 | 739 |
| 4.60 | 250 | 280 | 311 | 341 | 373 | 404 | 434 | 465 | 496 | 527 | 558 | 588 | 620 | 650 |
| 4.80 | 218 | 246 | 273 | 300 | 327 | 355 | 381 | 409 | 435 | 463 | 490 | 517 | 544 | 572 |
| 5.00 | 192 | 215 | 239 | 263 | 286 | 311 | 334 | 358 | 382 | 406 | 430 | 454 | 477 | |

### ESPESOR 1.0 mm

**1 Tramo**

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 1654 | 1854 | 2054 | 2254 | 2454 | 2653 | 2853 | 3053 | 3253 | 3454 | 3653 | 3853 | 4053 | 4253 |
| 2.20 | 1355 | 1519 | 1683 | 1847 | 2010 | 2174 | 2338 | 2503 | 2666 | 2830 | 2994 | 3158 | 3321 | 3485 |
| 2.40 | 1125 | 1262 | 1399 | 1534 | 1671 | 1807 | 1944 | 2080 | 2216 | 2353 | 2488 | 2610 | 2745 | 2897 |
| 2.60 | 946 | 1060 | 1175 | 1290 | 1405 | 1519 | 1634 | 1732 | 1845 | 1978 | 2093 | 2207 | 2322 | 2436 |
| 2.80 | 802 | 899 | 997 | 1094 | 1173 | 1290 | 1386 | 1484 | 1581 | 1679 | 1776 | 1874 | 1971 | 2068 |
| 3.00 | 685 | 769 | 852 | 935 | 1018 | 1102 | 1186 | 1269 | 1352 | 1435 | 1519 | 1602 | 1686 | 1770 |
| 3.20 | 588 | 661 | 732 | 804 | 876 | 948 | 1019 | 1092 | 1163 | 1235 | 1307 | 1379 | 1451 | 1522 |
| 3.40 | 509 | 571 | 633 | 695 | 757 | 820 | 882 | 944 | 1006 | 1068 | 1129 | 1192 | 1254 | 1316 |
| 3.60 | 440 | 494 | 548 | 602 | 656 | 710 | 765 | 819 | 873 | 927 | 981 | 1035 | 1089 | 1143 |
| 3.80 | 382 | 429 | 477 | 524 | 571 | 618 | 665 | 713 | 759 | 806 | 853 | 900 | 947 | 995 |
| 4.00 | 332 | 374 | 415 | 456 | 497 | 538 | 579 | 621 | 662 | 702 | 744 | 785 | 826 | 867 |
| 4.20 | 290 | 325 | 362 | 398 | 433 | 469 | 506 | 541 | 577 | 613 | 649 | 685 | 721 | 756 |
| 4.40 | 235 | 283 | 315 | 347 | 378 | 409 | 440 | 472 | 504 | 535 | 566 | 597 | 629 | 661 |
| 4.60 | 171 | 243 | 274 | 302 | 329 | 357 | 383 | 411 | 438 | 466 | 493 | 521 | 548 | 576 |
| 4.80 | 119 | 177 | 238 | 262 | 285 | 310 | 333 | 358 | 381 | 406 | 429 | 454 | 477 | 502 |
| 5.00 | | 122 | 181 | 226 | 248 | 268 | 288 | 310 | 330 | 352 | 372 | 393 | 414 | 434 |

**2 Tramos**

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 2045 | 2291 | 2537 | 2784 | 3031 | 3276 | 3445 | 3613 | 3791 | 3971 | 4153 | 4336 | 4522 | 4708 |
| 2.20 | 1682 | 1886 | 2089 | 2292 | 2494 | 2697 | 2900 | 3104 | 3307 | 3497 | 3652 | 3808 | 3965 | 4123 |
| 2.40 | 1406 | 1575 | 1745 | 1914 | 2085 | 2254 | 2424 | 2593 | 2764 | 2933 | 3103 | 3272 | 3442 | 3612 |
| 2.60 | 1189 | 1332 | 1476 | 1619 | 1762 | 1906 | 2050 | 2194 | 2337 | 2481 | 2625 | 2769 | 2912 | 3056 |
| 2.80 | 1014 | 1138 | 1261 | 1383 | 1507 | 1629 | 1752 | 1875 | 1998 | 2120 | 2244 | 2366 | 2489 | 2612 |
| 3.00 | 874 | 980 | 1086 | 1192 | 1298 | 1404 | 1510 | 1616 | 1722 | 1828 | 1934 | 2040 | 2146 | 2252 |
| 3.20 | 757 | 850 | 942 | 1034 | 1126 | 1218 | 1310 | 1402 | 1494 | 1586 | 1678 | 1771 | 1862 | 1954 |
| 3.40 | 662 | 741 | 822 | 902 | 983 | 1063 | 1144 | 1224 | 1305 | 1385 | 1465 | 1545 | 1626 | 1706 |
| 3.60 | 579 | 650 | 721 | 791 | 862 | 933 | 1003 | 1073 | 1145 | 1215 | 1285 | 1356 | 1427 | 1497 |
| 3.80 | 510 | 572 | 634 | 697 | 759 | 822 | 884 | 946 | 1008 | 1070 | 1133 | 1195 | 1257 | 1319 |
| 4.00 | 451 | 506 | 561 | 616 | 671 | 726 | 781 | 836 | 891 | 946 | 1001 | 1056 | 1111 | 1166 |
| 4.20 | 399 | 448 | 496 | 545 | 594 | 643 | 692 | 741 | 790 | 839 | 887 | 936 | 985 | 1034 |
| 4.40 | 354 | 397 | 440 | 484 | 527 | 571 | 614 | 657 | 701 | 744 | 788 | 832 | 875 | 918 |
| 4.60 | 314 | 353 | 391 | 430 | 469 | 508 | 546 | 585 | 624 | 663 | 701 | 740 | 778 | 817 |
| 4.80 | 278 | 313 | 348 | 382 | 417 | 452 | 486 | 520 | 555 | 589 | 624 | 659 | 693 | 728 |
| 5.00 | 248 | 278 | 309 | 340 | 371 | 402 | 432 | 463 | 494 | 525 | 556 | 586 | 617 | 648 |

**3 Tramos**

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 2161 | 2422 | 2683 | 2943 | 3204 | 3387 | 3572 | 3758 | 3946 | 4136 | 4327 | 4521 | 4716 | 4913 |
| 2.20 | 1778 | 1992 | 2206 | 2421 | 2635 | 2850 | 3064 | 3279 | 3479 | 3641 | 3804 | 3968 | 4134 | 4300 |
| 2.40 | 1483 | 1663 | 1842 | 2020 | 2200 | 2379 | 2559 | 2738 | 2917 | 3096 | 3275 | 3455 | 3634 | 3812 |
| 2.60 | 1253 | 1405 | 1556 | 1707 | 1859 | 2010 | 2162 | 2314 | 2466 | 2617 | 2769 | 2920 | 3071 | 3223 |
| 2.80 | 1069 | 1199 | 1328 | 1458 | 1587 | 1717 | 1846 | 1976 | 2105 | 2234 | 2364 | 2493 | 2604 | 2733 |
| 3.00 | 919 | 1031 | 1143 | 1254 | 1366 | 1477 | 1588 | 1700 | 1793 | 1903 | 2013 | 2123 | 2258 | 2369 |
| 3.20 | 796 | 893 | 990 | 1087 | 1183 | 1260 | 1355 | 1451 | 1570 | 1667 | 1764 | 1860 | 1957 | 2054 |
| 3.40 | 693 | 778 | 862 | 925 | 1007 | 1116 | 1200 | 1284 | 1369 | 1454 | 1538 | 1622 | 1706 | 1791 |
| 3.60 | 607 | 657 | 730 | 829 | 903 | 978 | 1051 | 1125 | 1199 | 1273 | 1348 | 1421 | 1495 | 1570 |
| 3.80 | 508 | 598 | 664 | 729 | 794 | 859 | 925 | 990 | 1055 | 1119 | 1185 | 1250 | 1315 | 1380 |
| 4.00 | 470 | 527 | 585 | 642 | 700 | 757 | 815 | 873 | 931 | 988 | 1046 | 1103 | 1161 | 1218 |
| 4.20 | 415 | 466 | 517 | 568 | 619 | 670 | 721 | 772 | 823 | 874 | 925 | 976 | 1027 | 1077 |
| 4.40 | 367 | 412 | 458 | 503 | 548 | 593 | 638 | 684 | 729 | 774 | 820 | 864 | 909 | 955 |
| 4.60 | 325 | 365 | 406 | 445 | 485 | 526 | 566 | 607 | 646 | 687 | 727 | 767 | 807 | 847 |
| 4.80 | 287 | 323 | 360 | 396 | 431 | 467 | 503 | 538 | 574 | 610 | 645 | 681 | 717 | 752 |
| 5.00 | 255 | 286 | 318 | 351 | 382 | 414 | 445 | 477 | 509 | 541 | 573 | 604 | 636 | 668 |

### ESPESOR 1.2 mm

**1 Tramo**

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 1971 | 2209 | 2448 | 2685 | 2924 | 3161 | 3400 | 3637 | 3876 | 4113 | 4352 | 4589 | 4828 | 5065 |
| 2.20 | 1617 | 1811 | 2007 | 2203 | 2398 | 2593 | 2789 | 2985 | 3179 | 3375 | 3571 | 3767 | 3961 | 4157 |
| 2.40 | 1345 | 1508 | 1671 | 1833 | 1996 | 2159 | 2322 | 2484 | 2647 | 2810 | 2973 | 3136 | 3299 | 3462 |
| 2.60 | 1133 | 1269 | 1407 | 1544 | 1681 | 1819 | 1956 | 2093 | 2230 | 2368 | 2488 | 2625 | 2761 | 2898 |
| 2.80 | 962 | 1080 | 1196 | 1313 | 1430 | 1548 | 1646 | 1761 | 1878 | 1994 | 2109 | 2249 | 2365 | 2482 |
| 3.00 | 825 | 925 | 1025 | 1107 | 1206 | 1305 | 1404 | 1527 | 1628 | 1728 | 1829 | 1929 | 2029 | 2129 |
| 3.20 | 710 | 778 | 862 | 947 | 1058 | 1145 | 1231 | 1318 | 1405 | 1491 | 1579 | 1666 | 1752 | 1839 |
| 3.40 | 593 | 667 | 768 | 843 | 917 | 993 | 1068 | 1144 | 1219 | 1295 | 1370 | 1445 | 1521 | 1596 |
| 3.60 | 536 | 602 | 668 | 734 | 800 | 865 | 932 | 997 | 1063 | 1128 | 1195 | 1261 | 1326 | 1392 |
| 3.80 | 469 | 526 | 584 | 641 | 699 | 757 | 814 | 873 | 930 | 988 | 1045 | 1103 | 1161 | 1218 |
| 4.00 | 410 | 461 | 512 | 563 | 613 | 664 | 715 | 765 | 815 | 866 | 917 | 967 | 1018 | 1069 |
| 4.20 | 352 | 405 | 449 | 493 | 538 | 583 | 627 | 672 | 717 | 761 | 805 | 850 | 895 | 940 |
| 4.40 | 267 | 355 | 394 | 433 | 473 | 513 | 551 | 591 | 630 | 670 | 708 | 748 | 788 | 827 |
| 4.60 | 198 | 275 | 347 | 381 | 416 | 451 | 485 | 520 | 555 | 589 | 624 | 659 | 693 | 728 |
| 4.80 | 142 | 205 | 282 | 334 | 365 | 396 | 426 | 457 | 487 | 518 | 548 | 579 | 610 | 640 |
| 5.00 | | 147 | 210 | 286 | 320 | 348 | 374 | 402 | 428 | 456 | 482 | 510 | 536 | 563 |

**2 Tramos**

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 2195 | 2467 | 2742 | 3018 | 3297 | 3490 | 3643 | 3808 | 3986 | 4164 | 4345 | 4526 | 4709 | 4894 |
| 2.20 | 1955 | 2196 | 2437 | 2681 | 2925 | 3113 | 3244 | 3375 | 3517 | 3669 | 3823 | 3977 | 4131 | 4287 |
| 2.40 | 1673 | 1875 | 2076 | 2279 | 2481 | 2683 | 2885 | 3035 | 3148 | 3271 | 3404 | 3536 | 3670 | 3804 |
| 2.60 | 1416 | 1587 | 1758 | 1930 | 2101 | 2272 | 2443 | 2615 | 2786 | 2953 | 3060 | 3176 | 3293 | 3410 |
| 2.80 | 1211 | 1357 | 1504 | 1650 | 1797 | 1944 | 2091 | 2236 | 2383 | 2530 | 2677 | 2824 | 2970 | 3082 |
| 3.00 | 1044 | 1171 | 1298 | 1424 | 1550 | 1678 | 1804 | 1931 | 2057 | 2185 | 2311 | 2437 | 2564 | 2691 |
| 3.20 | 907 | 1017 | 1127 | 1239 | 1349 | 1459 | 1569 | 1679 | 1789 | 1899 | 2009 | 2120 | 2212 | 2321 |
| 3.40 | 793 | 890 | 987 | 1083 | 1179 | 1276 | 1372 | 1469 | 1566 | 1642 | 1738 | 1855 | 1952 | 2048 |
| 3.60 | 697 | 782 | 867 | 952 | 1037 | 1122 | 1187 | 1270 | 1377 | 1462 | 1547 | 1632 | 1717 | 1802 |
| 3.80 | 616 | 691 | 766 | 841 | 894 | 991 | 1066 | 1142 | 1217 | 1292 | 1367 | 1442 | 1518 | 1592 |
| 4.00 | 545 | 612 | 655 | 745 | 812 | 879 | 946 | 1012 | 1080 | 1146 | 1213 | 1279 | 1346 | 1413 |
| 4.20 | 484 | 544 | 603 | 663 | 723 | 782 | 841 | 900 | 960 | 1019 | 1078 | 1139 | 1198 | 1257 |
| 4.40 | 431 | 484 | 538 | 591 | 644 | 697 | 750 | 803 | 856 | 909 | 962 | 1015 | 1068 | 1121 |
| 4.60 | 385 | 432 | 480 | 528 | 575 | 623 | 670 | 718 | 766 | 812 | 860 | 907 | 955 | 1003 |
| 4.80 | 345 | 386 | 429 | 472 | 515 | 558 | 599 | 642 | 685 | 728 | 770 | 812 | 855 | 898 |
| 5.00 | 308 | 346 | 384 | 422 | 461 | 499 | 537 | 576 | 614 | 652 | 690 | 729 | 767 | 805 |

**3 Tramos**

| Luz (m) \ H (cm) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 2276 | 2561 | 2846 | 3134 | 3422 | 3595 | 3778 | 3962 | 4148 | 4335 | 4525 | 4717 | 4910 | 5106 |
| 2.20 | 2028 | 2278 | 2530 | 2783 | 3038 | 3189 | 3341 | 3499 | 3659 | 3819 | 3981 | 4143 | 4306 | 4471 |
| 2.40 | 1767 | 1981 | 2194 | 2408 | 2621 | 2834 | 2990 | 3127 | 3265 | 3404 | 3543 | 3683 | 3824 | 3965 |
| 2.60 | 1494 | 1675 | 1855 | 2037 | 2227 | 2399 | 2579 | 2759 | 2941 | 3063 | 3186 | 3308 | 3430 | 3554 |
| 2.80 | 1276 | 1431 | 1586 | 1741 | 1895 | 2050 | 2205 | 2359 | 2514 | 2669 | 2824 | 2978 | 3103 | 3211 |
| 3.00 | 1100 | 1233 | 1367 | 1501 | 1634 | 1768 | 1901 | 2035 | 2168 | 2302 | 2435 | 2549 | 2682 | 2814 |
| 3.20 | 955 | 1071 | 1187 | 1303 | 1419 | 1535 | 1651 | 1768 | 1862 | 1978 | 2093 | 2207 | 2322 | 2464 |
| 3.40 | 834 | 936 | 1037 | 1139 | 1240 | 1320 | 1420 | 1520 | 1620 | 1747 | 1849 | 1950 | 2052 | 2154 |
| 3.60 | 732 | 822 | 910 | 977 | 1064 | 1151 | 1267 | 1357 | 1446 | 1535 | 1625 | 1714 | 1803 | 1892 |
| 3.80 | 645 | 700 | 777 | 882 | 960 | 1040 | 1118 | 1197 | 1276 | 1355 | 1433 | 1513 | 1591 | 1670 |
| 4.00 | 544 | 640 | 710 | 780 | 850 | 920 | 990 | 1060 | 1129 | 1200 | 1270 | 1339 | 1410 | 1479 |
| 4.20 | 507 | 569 | 630 | 692 | 754 | 817 | 879 | 941 | 1003 | 1065 | 1127 | 1190 | 1252 | 1314 |
| 4.40 | 450 | 506 | 561 | 617 | 672 | 727 | 783 | 838 | 893 | 949 | 1004 | 1060 | 1115 | 1170 |
| 4.60 | 401 | 451 | 499 | 549 | 598 | 648 | 698 | 747 | 797 | 846 | 896 | 945 | 995 | 1045 |
| 4.80 | 357 | 402 | 445 | 490 | 534 | 579 | 623 | 668 | 712 | 756 | 800 | 844 | 889 | 933 |
| 5.00 | 319 | 359 | 398 | 437 | 477 | 517 | 557 | 596 | 636 | 676 | 716 | 755 | 795 | 834 |

No es necesario apuntalar

Necesario 1 apuntalamiento provisional

Carga inferior a 100 $Kp/m^2$

No cumple los criterios de flecha en fase mixta

Tablas relaizadas con el perfil en posición normal de instalacción.

## La losa mixta Colaborante 80 está dimensionada según criterios recogidos por Eurocódigo 4 EN 1994-1-1

**Coeficientes de seguridad aplicados a la losa mixta Colaborante 80**

Para la elaboración de las tablas se han aplicado los coeficientes de seguridad del Eurocódigo 4:

**Materiales**

Chapa nervada de acero ………………………………………………… $\gamma_a = 1,1$

Hormigón ………………………………………………………………… $\gamma_c = 1,5$

Acero de armadura ……………………………………………………… $\gamma_s = 1,15$

**Cargas**

Peso propio del forjado………………………………………………… $\gamma_g = 1,35$

Sobrecarga de uso………………………………………………………… $\gamma_q = 1,5$

**Coeficiente adicional para el deslizamiento a rasante**

Deslizamiento entre la chapa y el hormigón……………………… $\gamma_{vs} = 1,2$

..

**Verificación del Estado Límite de Servicio**

- **Apuntalamiento**
  Fase constructiva para flechas superiores a L/180 ó 20 mm
- **Limitación de flechas en fase mixta**
  Luz inferior a 3,5 m — flecha < L/350
  Luz superior a 3,5 m — flecha < L/750 + 5 mm
- **Fisuración del hormigón**

  Para la distribución de pequeñas cargas localizadas y el control de la retracción del hormigón, se colocará 20 mm por debajo de la superficie de la losa una malla electrosoldada según el espesor de la losa. Para forjados no apeados durante el vertido del hormigón, la superficie mínima de la sección de la armadura de control de la fisuración será el 0,2 % del área de la sección del hormigón por encima de la chapa nervada y el 0,4 % para forjados apeados.

**LAS TABLAS YA TIENEN INCORPORADOS ESTOS CRITERIOS**

**Secciones críticas o modos de fallo de las losas mixtas**

La carga admisible de la losa mixta Colaborante 80 viene definida por el fallo por rotura provocado por uno de los siguientes modos de colapso representados en tres "secciones críticas":

**Sección crítica I**

Se alcanza el momento flector plástico último $M^+_{pl.Rd}$ en el vano. Generalmente se produce en luces comprendidas entre moderadas a altas con alto grado de interacción entre el acero y el hormigón. Para el caso de vanos resulta determinante $M^-_{pl.Rd}$ en los apoyos.

**Sección crítica II**

La rotura de la losa se produce por el deslizamiento entre la chapa y el hormigón, en esta sección el esfuerzo cortante supera el esfuerzo rasante último $V_{l,Rd}$. Sucediendo a lo largo de la luz de rasante $L_S$. En la mayoría de los casos prácticos este criterio determina la carga admisible de la losa mixta Colaborante 80. El valor de los esfuerzos rasante último $V_{l,Rd}$ se determina en los ensayos normativos de EC-4 por el método semiempírico de valores paramétricos "m y k".

**Sección crítica III**

Se produce el fallo por cortante vertical cerca del apoyo. Esta situación solo es susceptible de presentarse en el caso de losas de canto elevado sobre luces pequeñas y sometidas a cargas elevadas.

**Ensayos y certificación**

Los datos técnicos representados en este catalogo no solo se han analizado desde el punto de vista teórico, sino que han sido contrastados experimentalmente en base a ensayos realizados en el Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales (LERMA) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona ETSEIB – Universidad Politécnica de Cataluña.

El objetivo de los ensayos ha sido investigar y determinar la resistencia al esfuerzo rasante horizontal. Físicamente este modo de fallo corresponde a un deslizamiento relativo entre el perfil Colaborante 80 y el hormigón. Así, se obtienen los parámetros numéricos "m" y "k" que determinan el comportamiento del binomio acero-hormigón.

Los cálculos de los parámetros han sido obtenidos siguiendo el procedimiento descrito por la normativa vigente Eurocódigo 4 (EN 1994 Parte 1.1 Anexo B)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Ficha técnica:

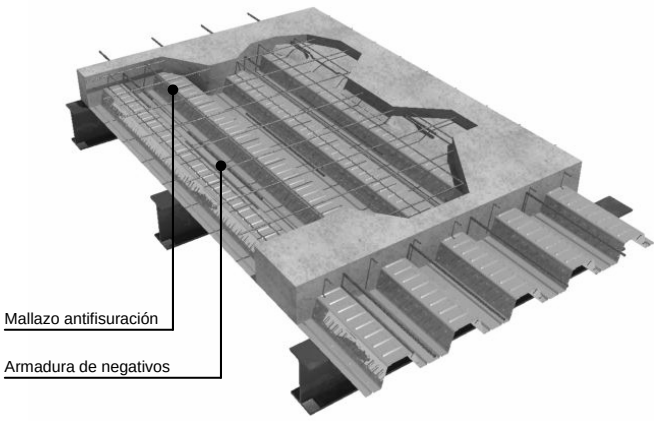
# Colaborante 80

## Armaduras de refuerzo de la losa mixta Colaborante 80

El uso de las armaduras complementarias y sus diferentes secciones, viene definido por las tablas e indicaciones de Paneles Ebro para los diferentes tipos de losa y condiciones. Se propone dos alternativas o métodos diferentes en el armado de la losa mixta **Colaborante 80** :

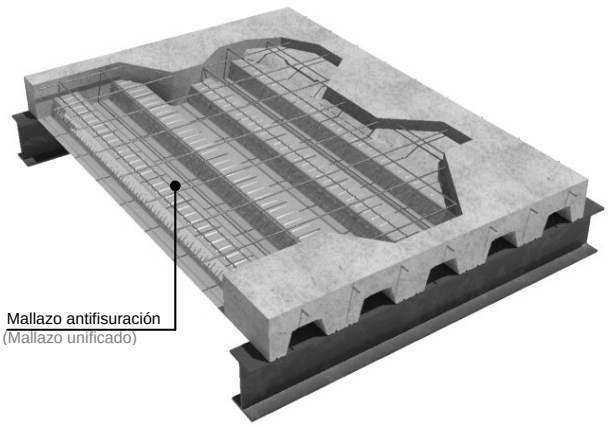
### MÉTODO 1

El mallazo antifisuración se extiende sobre toda la losa y existe un refuerzo adicional de negativos (0,3 L1 + 0,3 L2) sobre los apoyos intermedios. Es el método con el menor coste de armadura respecto al material.



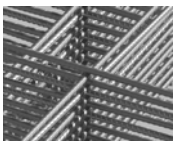

### MÉTODO 2

Solución simplificada con un mallazo unificado que incluye la armadura antifisuración y la armadura de negativos sobre la totalidad de la losa. Es el método recomendado por razones constructivas y de mano de obra.



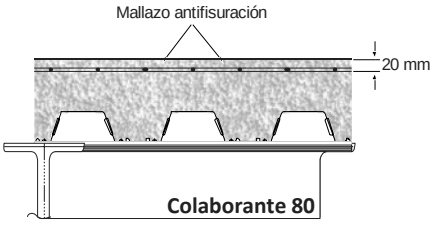

Métodos representados gráficamente en las tablas de armaduras de refuerzo – Selección de armado.

## Características del acero

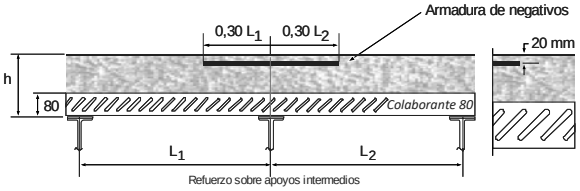


Redondos de alta adherencia
Calidad B 500 SD UNE 36065 EX:1999
Límite elástico característico $f_{sk}$=500 N/mm2
(Eurocódigo 4).

## Tipos de armadura




**1) Armadura de reparto (mallazo antifisuración)**
Están representadas en forma de malla electrosoldada de dimensiones variables en función de los espesores de los forjados (véase tablas). Son imprescindibles para evitar fisuraciones en el hormigón provocadas por la retracción en el secado, adicionalmente consiguen la distribución de pequeñas cargas localizadas. Se colocan repartidas por toda la superficie, 20 mm por debajo de la cara superior de la losa. Actualmente pueden ser sustituidos por hormigones mezclados con fibras de polipropileno o fibras metálicas.




**2) Armaduras sobre apoyos intermedios (armadura de negativos)**
En forjados continuos de dos o más tramos se producen momentos negativos, localizados sobre los apoyos intermedios de las losas mixtas, éstos se deben de absorber mediante el uso de armaduras adicionales en forma de redondos o por mayor sección del mallazo antifisuración. Se ha de reforzar como mínimo una zona igual a 0,3 veces la luz del vano y se deben colocar a 20 mm por debajo de la superficie de losa. (armaduras de negativos.)

(La Ingeniería de Paneles Ebro está a su disposición para estudiar la solución más económica, según sus especificaciones básicas.)

Ficha técnica:

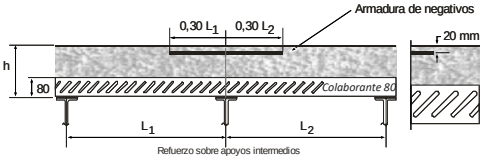
# Colaborante 80

## Tablas de armaduras de refuerzo - Selección de armado: MÉTODO 1

Refuerzo adicional de negativos sobre los apoyos intermedios ($mm^2/m$) y mallazo antifisuración.

## Armadura de negativos apoyos intermedios

**MÉTODO 1:**
Este método consiste en extender un mallazo antifisuración sobre toda la losa y reforzar los apoyos intermedios con redondos de armado que absorban los momentos negativos sobre una longitud ($0,3\ L_1 + 0,3\ L_2$).




## 2 Tramos

3 apoyos

vano — vano

### ESPESOR 0.8 mm

| H (cm) / Luz (m) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 153 | 136 | 118 | 100 | 81 | 62 | 43 | 24 | 5 | | | | | |
| 2.20 | 158 | 140 | 122 | 104 | 86 | 67 | 48 | 29 | 9 | | | | | |
| 2.40 | 163 | 145 | 127 | 109 | 90 | 71 | 52 | 33 | 14 | | | | | |
| 2.60 | 167 | 150 | 132 | 114 | 95 | 76 | 57 | 38 | 19 | | | | | |
| 2.80 | 172 | 155 | 137 | 118 | 100 | 81 | | | | | | | | |
| 3.00 | 177 | 160 | 142 | | | | | | | | | | | |
| 3.20 | 182 | 58 | 20 | | | | | | | | | | | |
| 3.40 | 101 | 64 | 25 | | | | | | | | | | | |
| 3.60 | 106 | 69 | 31 | | | | | | | | | | | |
| 3.80 | 111 | 74 | 36 | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | 117 | 79 | 41 | 2 | | | | | | | | | | |
| 4.20 | 122 | 84 | 46 | 8 | | | | | | | | | | |
| 4.40 | 127 | 90 | 52 | 13 | | | | | | | | | | |
| 4.60 | 133 | 95 | 57 | 19 | | | | | | | | | | |
| 4.80 | | 101 | 63 | 24 | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | 68 | 30 | | | | | | | | | | |

### ESPESOR 1.0 mm

| H (cm) / Luz (m) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 210 | 193 | 175 | 156 | 138 | 119 | 93 | 68 | 44 | 21 | | | | |
| 2.20 | 215 | 198 | 179 | 161 | 142 | 123 | 104 | 85 | 66 | 45 | 22 | | | |
| 2.40 | 220 | 202 | 184 | 166 | 147 | 128 | 109 | 90 | 71 | 51 | 32 | 12 | | |
| 2.60 | 225 | 207 | 189 | 171 | 152 | 133 | 114 | 95 | 75 | 56 | 37 | 17 | | |
| 2.80 | 230 | 212 | 194 | 176 | 157 | 138 | 119 | 100 | 80 | 61 | 41 | 22 | | |
| 3.00 | 235 | 218 | 199 | 181 | 162 | 143 | 124 | 105 | 85 | 66 | 46 | 27 | | |
| 3.20 | 241 | 223 | 205 | 186 | 167 | 148 | 129 | 110 | | | | | | |
| 3.40 | 246 | 228 | 210 | 191 | 172 | 153 | | | | | | | | |
| 3.60 | 251 | 233 | 215 | 196 | 12 | | | | | | | | | |
| 3.80 | 257 | 239 | 94 | 56 | 17 | | | | | | | | | |
| 4.00 | 176 | 138 | 100 | 61 | 22 | | | | | | | | | |
| 4.20 | 182 | 144 | 105 | 47 | 28 | | | | | | | | | |
| 4.40 | 188 | 150 | 111 | 72 | 33 | | | | | | | | | |
| 4.60 | 194 | 155 | 117 | 78 | 39 | | | | | | | | | |
| 4.80 | 200 | 161 | 123 | 84 | 45 | 5 | | | | | | | | |
| 5.00 | | 167 | 128 | 89 | 50 | 11 | | | | | | | | |

### ESPESOR 1.2 mm

| H (cm) / Luz (m) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 234 | 217 | 200 | 182 | 165 | 139 | 110 | 84 | 59 | 35 | 11 | | | |
| 2.20 | 267 | 250 | 232 | 214 | 196 | 171 | 141 | 112 | 85 | 60 | 36 | 12 | | |
| 2.40 | 281 | 263 | 244 | 225 | 206 | 187 | 168 | 142 | 113 | 86 | 61 | 37 | 13 | |
| 2.60 | 286 | 268 | 249 | 230 | 211 | 192 | 173 | 153 | 134 | 114 | 87 | 61 | 37 | 12 |
| 2.80 | 292 | 273 | 254 | 236 | 216 | 197 | 178 | 158 | 139 | 119 | 99 | 80 | 60 | 36 |
| 3.00 | 297 | 280 | 260 | 241 | 222 | 202 | 183 | 163 | 144 | 124 | 104 | 85 | 65 | 45 |
| 3.20 | 303 | 284 | 265 | 246 | 227 | 208 | 188 | 169 | 149 | 129 | 110 | 90 | 70 | 51 |
| 3.40 | 308 | 290 | 271 | 252 | 232 | 213 | 193 | 174 | 154 | 135 | 115 | | | |
| 3.60 | 314 | 295 | 276 | 257 | 238 | 218 | 199 | 180 | | | | | | |
| 3.80 | 320 | 301 | 282 | 263 | 244 | 38 | | | | | | | | |
| 4.00 | 326 | 307 | 289 | 122 | 83 | 43 | 4 | | | | | | | |
| 4.20 | 332 | 207 | 168 | 128 | 89 | 49 | 9 | | | | | | | |
| 4.40 | 252 | 213 | 173 | 134 | 94 | 55 | 15 | | | | | | | |
| 4.60 | 258 | 219 | 179 | 140 | 100 | 60 | 21 | | | | | | | |
| 4.80 | 265 | 225 | 186 | 146 | 106 | 66 | 26 | | | | | | | |
| 5.00 | | 231 | 192 | 152 | 112 | 72 | 32 | | | | | | | |

## 3 Tramos

4 apoyos

vano — vano — vano

| H (cm) / Luz (m) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 112 | 94 | 76 | 58 | 39 | 20 | 1 | | | | | | | |
| 2.20 | 118 | 98 | 80 | 61 | 42 | 24 | 5 | | | | | | | |
| 2.40 | 118 | 101 | 83 | 64 | 46 | 27 | 8 | | | | | | | |
| 2.60 | 122 | 104 | 86 | 68 | 49 | 30 | 11 | | | | | | | |
| 2.80 | 125 | 108 | 90 | 71 | 53 | 34 | 15 | | | | | | | |
| 3.00 | 128 | 111 | 93 | 75 | | | | | | | | | | |
| 3.20 | 132 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 3.40 | 49 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| 3.60 | 53 | 15 | | | | | | | | | | | | |
| 3.80 | 56 | 18 | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | 59 | 22 | | | | | | | | | | | | |
| 4.20 | 63 | 25 | | | | | | | | | | | | |
| 4.40 | 66 | 29 | | | | | | | | | | | | |
| 4.60 | 70 | 32 | | | | | | | | | | | | |
| 4.80 | 73 | 35 | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | 76 | 39 | | | | | | | | | | | | |

| H (cm) / Luz (m) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 158 | 141 | 123 | 104 | 86 | 62 | 38 | 15 | | | | | | |
| 2.20 | 162 | 147 | 129 | 108 | 89 | 70 | 51 | 32 | 12 | | | | | |
| 2.40 | 165 | 148 | 130 | 111 | 93 | 74 | 55 | 36 | 17 | | | | | |
| 2.60 | 169 | 151 | 133 | 115 | 96 | 77 | 58 | 39 | 20 | 1 | | | | |
| 2.80 | 172 | 155 | 137 | 118 | 100 | 81 | 62 | 43 | 23 | 4 | | | | |
| 3.00 | 176 | 158 | 140 | 122 | 103 | 84 | 65 | 46 | 27 | 8 | | | | |
| 3.20 | 179 | 162 | 144 | 125 | 107 | 88 | 69 | 50 | | | | | | |
| 3.40 | 183 | 165 | 147 | 129 | 110 | | | | | | | | | |
| 3.60 | 186 | 169 | 151 | | | | | | | | | | | |
| 3.80 | 190 | 66 | 28 | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | 107 | 70 | 32 | | | | | | | | | | | |
| 4.20 | 111 | 73 | 35 | | | | | | | | | | | |
| 4.40 | 114 | 77 | 39 | | | | | | | | | | | |
| 4.60 | 118 | 80 | 42 | 4 | | | | | | | | | | |
| 4.80 | 121 | 84 | 46 | 7 | | | | | | | | | | |
| 5.00 | 125 | 87 | 49 | 11 | | | | | | | | | | |

| H (cm) / Luz (m) | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 172 | 155 | 138 | 121 | 103 | 77 | 52 | 28 | 4 | | | | | |
| 2.20 | 198 | 181 | 163 | 146 | 128 | 100 | 74 | 49 | 25 | | | | | |
| 2.40 | 214 | 196 | 178 | 160 | 141 | 122 | 97 | 71 | 46 | 22 | | | | |
| 2.60 | 217 | 200 | 182 | 163 | 145 | 126 | 107 | 87 | 68 | 43 | 19 | | | |
| 2.80 | 221 | 203 | 185 | 167 | 148 | 129 | 110 | 91 | 72 | 52 | 33 | 13 | | |
| 3.00 | 225 | 207 | 189 | 170 | 152 | 133 | 114 | 94 | 75 | 56 | 36 | 17 | | |
| 3.20 | 228 | 211 | 193 | 174 | 155 | 136 | 117 | 98 | 79 | 59 | 40 | 20 | | |
| 3.40 | 232 | 214 | 196 | 178 | 159 | 140 | 121 | 102 | 82 | | | | | |
| 3.60 | 236 | 218 | 200 | 181 | 162 | 143 | | | | | | | | |
| 3.80 | 239 | 222 | 203 | 39 | | | | | | | | | | |
| 4.00 | 243 | 119 | 81 | 42 | 4 | | | | | | | | | |
| 4.20 | 161 | 123 | 85 | 46 | 7 | | | | | | | | | |
| 4.40 | 165 | 127 | 88 | 50 | 11 | | | | | | | | | |
| 4.60 | 168 | 130 | 92 | 53 | 15 | | | | | | | | | |
| 4.80 | 172 | 134 | 96 | 57 | 18 | | | | | | | | | |
| 5.00 | 176 | 138 | 99 | 61 | 22 | | | | | | | | | |

No es necesario apuntalar

Necesario 1 apuntalamiento provisional

Carga inferior a 100 $Kp/m^2$

No cumple los criterios de flecha en fase mixta

Única posición de instalación del forjado colaborante

## Mallazos antifisuración

| Secciones mínimas ($mm^2/m$) en las dos direcciones (longitudinal y transversal) | Altura de losa H (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 |
| sin apuntalamiento | 86 | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 | 206 | 226 | 246 | 266 | 286 | 306 | 326 | 346 |
| con apuntalamiento | 172 | 212 | 252 | 292 | 332 | 372 | 412 | 452 | 492 | 532 | 572 | 612 | 652 | 692 |

| Propuesta de mallazo | Altura de losa H (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 |
| sin apuntalamiento | Ø5 200x200 | Ø5 150x150 | Ø5 150x150 | Ø6 150x150 | Ø6 150x150 | Ø6 150x150 | Ø8 200x200 | Ø8 200x200 | Ø8 200x200 | Ø8 150x150 | Ø8 150x150 | Ø8 150x150 | Ø8 150x150 | Ø10 200x200 |
| con apuntalamiento | Ø6 150x150 | Ø8 200x200 | Ø8 150x150 | Ø8 150x150 | Ø8 150x150 | Ø10 200x200 | Ø10 150x150 | Ø10 150x150 | Ø10 150x150 | Ø12 200x200 | Ø12 150x150 | Ø12 15x150 | Ø12 150x150 | Ø12 150x150 |

## La losa mixta Colaborante 80 está dimensionada según criterios recogidos por Eurocódigo 4 EN 1994-1-1

### Coeficientes de seguridad aplicados a la losa mixta Colaborante 80

Para la elaboración de las tablas se han aplicado los coeficientes de seguridad del Eurocódigo 4:

**Materiales**
Chapa nervada de acero ……..... $\gamma_a = 1,1$
Hormigón …… $\gamma_c = 1,5$
Acero de armadura …… $\gamma_s = 1,15$

**Cargas**
Peso propio del forjado…… $\gamma_g = 1,35$
Sobrecarga de uso…… $\gamma_q = 1,5$

**Coeficiente adicional para el deslizamiento a rasante**
Deslizamiento entre la chapa y el hormigón…… $\gamma_{vs} = 1,2$
..

### Verificación del Estado Límite de Servicio

- **Apuntalamiento**
  Fase constructiva para flechas superiores a L/180 ó 20 mm
- **Limitación de flechas en fase mixta**
  Luz inferior a 3,5 m — flecha < L/350
  Luz superior a 3,5 m — flecha < L/750 + 5 mm
- **Fisuración del hormigón**

  Para la distribución de pequeñas cargas localizadas y el control de la retracción del hormigón, se colocará 20 mm por debajo de la superficie de la losa una malla electrosoldada según el espesor de la losa. Para forjados no apeados durante el vertido del hormigón, la superficie mínima de la sección de la armadura de control de la fisuración será el 0,2 % del área de la sección del hormigón por encima de la chapa nervada y el 0,4 % para forjados apeados.

**LAS TABLAS YA TIENEN INCORPORADOS ESTOS CRITERIOS**

### Secciones críticas o modos de fallo de las losas mixtas

La carga admisible de la losa mixta Colaborante 80 viene definida por el fallo por rotura provocado por uno de los siguientes modos de colapso representados en tres "secciones críticas":

**Sección crítica I**
Se alcanza el momento flector plástico último $M^{+}_{pl.Rd}$ en el vano. Generalmente se produce en luces comprendidas entre moderadas a altas con alto grado de interacción entre el acero y el hormigón. Para el caso de vanos resulta determinante $M_{pl.Rd}$ en los apoyos.

**Sección crítica II**
La rotura de la losa se produce por el deslizamiento entre la chapa y el hormigón, en esta sección el esfuerzo cortante supera el esfuerzo rasante último $V_{l,Rd}$. Sucediendo a lo largo de la luz de rasante $L_S$. En la mayoría de los casos prácticos este criterio determina la carga admisible de la losa mixta Colaborante 80. El valor de los esfuerzos rasante último $V_{l,Rd}$ se determina en los ensayos normativos de EC-4 por el método semiempírico de valores paramétricos "m y k".

**Sección crítica III**
Se produce el fallo por cortante vertical cerca del apoyo. Esta situación solo es susceptible de presentarse en el caso de losas de canto elevado sobre luces pequeñas y sometidas a cargas elevadas.

### Ensayos y certificación

Los datos técnicos representados en este catalogo no solo se han analizado desde el punto de vista teórico, sino que han sido contrastados experimentalmente en base a ensayos realizados en el Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales (LERMA) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona ETSEIB – Universidad Politécnica de Cataluña.

El objetivo de los ensayos ha sido investigar y determinar la resistencia al esfuerzo rasante horizontal. Físicamente este modo de fallo corresponde a un deslizamiento relativo entre el perfil Colaborante 80 y el hormigón. Así, se obtienen los parámetros numéricos "m" y "k" que determinan el comportamiento del binomio acero-hormigón.

Los cálculos de los parámetros han sido obtenidos siguiendo el procedimiento descrito por la normativa vigente Eurocódigo 4 (EN 1994 Parte 1.1 Anexo B)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Ficha técnica:

# Colaborante 80

## Tablas de armaduras de refuerzo - Selección de armado: MÉTODO 2

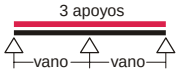
Solución de mallazo único: unifica armadura antifisuración y negativos (Ømm cmXcm)

### 1 Tramo

2 apoyos

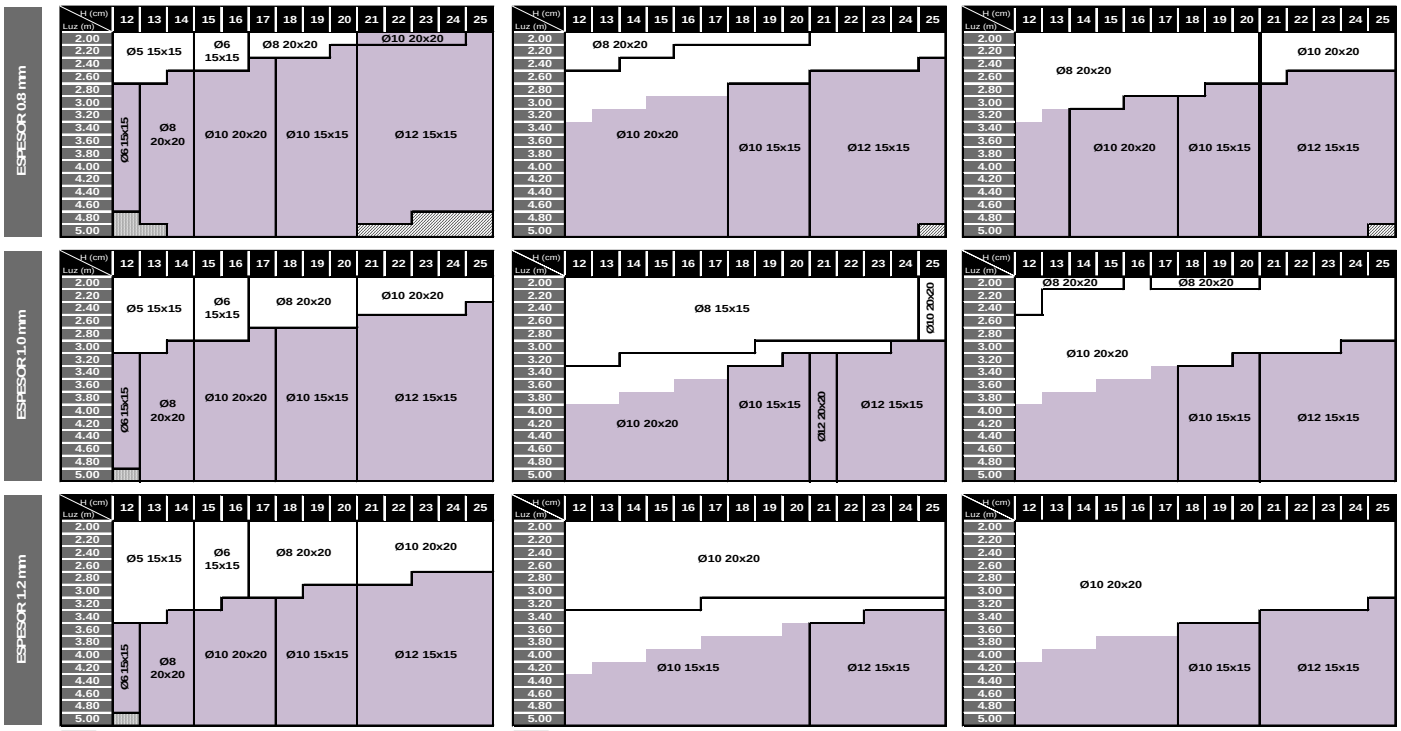
### 2 Tramos

3 apoyos




### 3 Tramos

4 apoyos



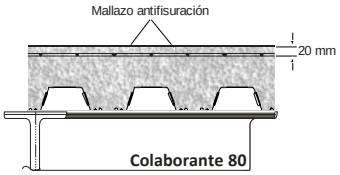

No es necesario apuntalar

Necesario 1 apuntalamiento provisional

Carga inferior a 100 Kp/m²

No cumple los criterios de flecha en fase mixta

Tablas relaizadas con el perfil en posición normal de instalacción.




**MÉTODO 2:**

Este método consiste en la solución simplificada de un mallazo único que por su sección unifique y actue de armadura antifisuración y armadura de negativos sobre la totalidad de la losa.
Es el método recomendado por razones constructivas y de mano de obra.

## La losa mixta Colaborante 80 está dimensionada según criterios recogidos por Eurocódigo 4 EN 1994-1-1

### Coeficientes de seguridad aplicados a la losa mixta Colaborante 80

Para la elaboración de las tablas se han aplicado los coeficientes de seguridad del Eurocódigo 4:

**Materiales**

Chapa nervada de acero ……..... $\gamma_a = 1{,}1$
Hormigón …… $\gamma_c = 1{,}5$
Acero de armadura …….. $\gamma_s = 1{,}15$

**Cargas**

Peso propio del forjado…… $\gamma_g = 1{,}35$
Sobrecarga de uso…….....…… $\gamma_q = 1{,}5$

**Coeficiente adicional para el deslizamiento a rasante**

Deslizamiento entre la chapa y el hormigón…….…… $\gamma_{vs} = 1{,}2$
..

### Verificación del Estado Límite de Servicio

- **Apuntalamiento**
  Fase constructiva para flechas superiores a L/180 ó 20 mm
- **Limitación de flechas en fase mixta**
  Luz inferior a 3,5 m — flecha < L/350
  Luz superior a 3,5 m — flecha < L/750 + 5 mm
- **Fisuración del hormigón**

  Para la distribución de pequeñas cargas localizadas y el control de la retracción del hormigón, se colocará 20 mm por debajo de la superficie de la losa una malla electrosoldada según el espesor de la losa. Para forjados no apeados durante el vertido del hormigón, la superficie mínima de la sección de la armadura de control de la fisuración será el 0,2 % del área de la sección del hormigón por encima de la chapa nervada y el 0,4 % para forjados apeados.

**LAS TABLAS YA TIENEN INCORPORADOS ESTOS CRITERIOS**

### Secciones críticas o modos de fallo de las losas mixtas

La carga admisible de la losa mixta Colaborante 80 viene definida por el fallo por rotura provocado por uno de los siguientes modos de colapso representados en tres "secciones críticas":

**Sección crítica I**
Se alcanza el momento flector plástico último $M^{+}_{pl,Rd}$ en el vano. Generalmente se produce en luces comprendidas entre moderadas a altas con alto grado de interacción entre el acero y el hormigón. Para el caso de vanos resulta determinante $M_{pl,Rd}$ en los apoyos.

**Sección crítica II**
La rotura de la losa se produce por el deslizamiento entre la chapa y el hormigón, en esta sección el esfuerzo cortante supera el esfuerzo rasante último $V_{l,Rd}$. Sucediendo a lo largo de la luz de rasante $L_S$. En la mayoría de los casos prácticos este criterio determina la carga admisible de la losa mixta Colaborante 80. El valor de los esfuerzos rasante último $V_{l,Rd}$ se determina en los ensayos normativos de EC-4 por el método semiempírico de valores paramétricos "m y k".

**Sección crítica III**
Se produce el fallo por cortante vertical cerca del apoyo. Esta situación solo es susceptible de presentarse en el caso de losas de canto elevado sobre luces pequeñas y sometidas a cargas elevadas.

### Ensayos y certificación

Los datos técnicos representados en este catalogo no solo se han analizado desde el punto de vista teórico, sino que han sido contrastados experimentalmente en base a ensayos realizados en el Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales (LERMA) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona ETSEIB – Universidad Politécnica de Cataluña.

El objetivo de los ensayos ha sido investigar y determinar la resistencia al esfuerzo rasante horizontal. Físicamente este modo de fallo corresponde a un deslizamiento relativo entre el perfil Colaborante 80 y el hormigón. Así, se obtienen los parámetros numéricos "m" y "k" que determinan el comportamiento del binomio acero-hormigón.

Los cálculos de los parámetros han sido obtenidos siguiendo el procedimiento descrito por la normativa vigente Eurocódigo 4 (EN 1994 Parte 1.1 Anexo B)

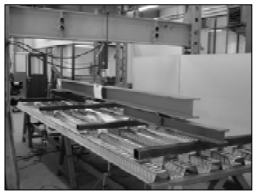
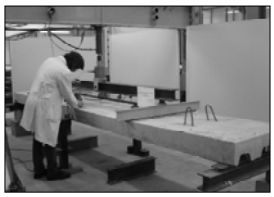
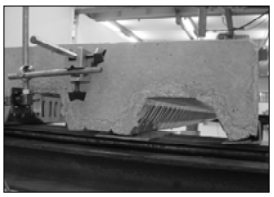
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## Ensayos y certificación

Los datos técnicos representados en este catalogo no solo se han analizado desde el punto de vista teórico, sino que han sido contrastados experimentalmente en base a ensayos realizados en el Laboratorio de Elasticidad y Resistencia de Materiales (LERMA) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona ETSEIB – Universidad Politécnica de Cataluña.

El objetivo de los ensayos ha sido investigar y determinar la resistencia al esfuerzo rasante horizontal. Físicamente este modo de fallo corresponde a un deslizamiento relativo entre el perfil **Colaborante 80** y el hormigón. Así, se obtienen los parámetros numéricos "m" y "k" que determinan el comportamiento del binomio acero-hormigón.

**Los cálculos de los parámetros han sido obtenidos siguiendo el procedimiento descrito por la normativa vigente Eurocódigo 4 (EN 1994 Parte 1.1 Anexo B)**

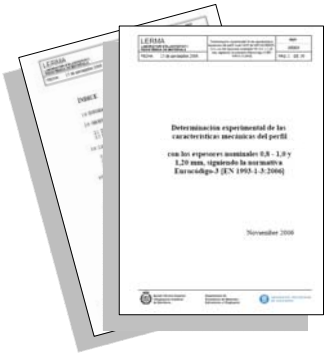
En el caso de las losas de gran luz (4,8 m) se consigue la interacción total entre la chapa metálica y el hormigón. La conexión se mantiene hasta el fallo último de la losa por flexión.

Las losas son sometidas previamente a la exigente carga dinámica de 5000 ciclos, en un rango comprendido entre el 20% y 60% de su carga última a rotura.

También, se han efectuado ensayos correspondientes a la chapa sola. De esta forma, se han obtenido las características resistentes para los espesores de 0.75 mm a 1.2 mm en situación de 1 y 2 vanos. Estos valores, contrastados experimentalmente, sirven para evaluar de forma fiable la capacidad de la chapa en fase constructiva, donde tiene que soportar el peso del hormigón fresco, y la necesidad específica del apuntalamiento temporal de la misma.

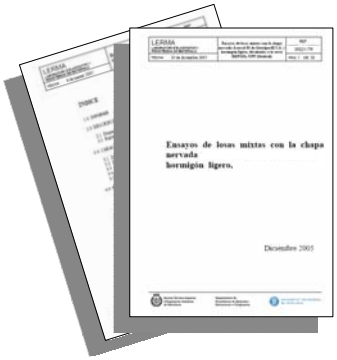
## Informes de ensayos

Informe sobre los ensayos para determinar las características mecánicas del la chapa nervada Colaborante 80




Informe sobre los ensayos de la losa mixta Colaborante 80 con hormigón normal.

Informe sobre los ensayos de la losa mixta Colaborante 80 con hormigón ligero.




## Premios y reconocimientos

La acreditación del forjado **Colaborante 80** como uno de los perfiles mejores en Europa también se ha visto reflejada en la concesión de diferentes premios:

- **Premio internacional a la creatividad 2005: Modalidad industrial**
  Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña (Abril 2005)

- **Premio 6º certamen de Transferencia Tecnológica**
  Premio bianual de la Universidad Politécnica de Cataluña otorgado al equipo de investigación dirigido por el profesor **Frederic Marimón Carvajal**. Mayo 2006

- **Artículo y ponencia en Eurosteel-Maastricht 2005**
  OPTIMISED STEEL SHEET PROFILE FOR COMPOSITE SLABS

  A Design Optimisation Procedure using 3D Non-Linear Finite Elements – M. Ferrer, F. Marimón & F. Roure (UPC)