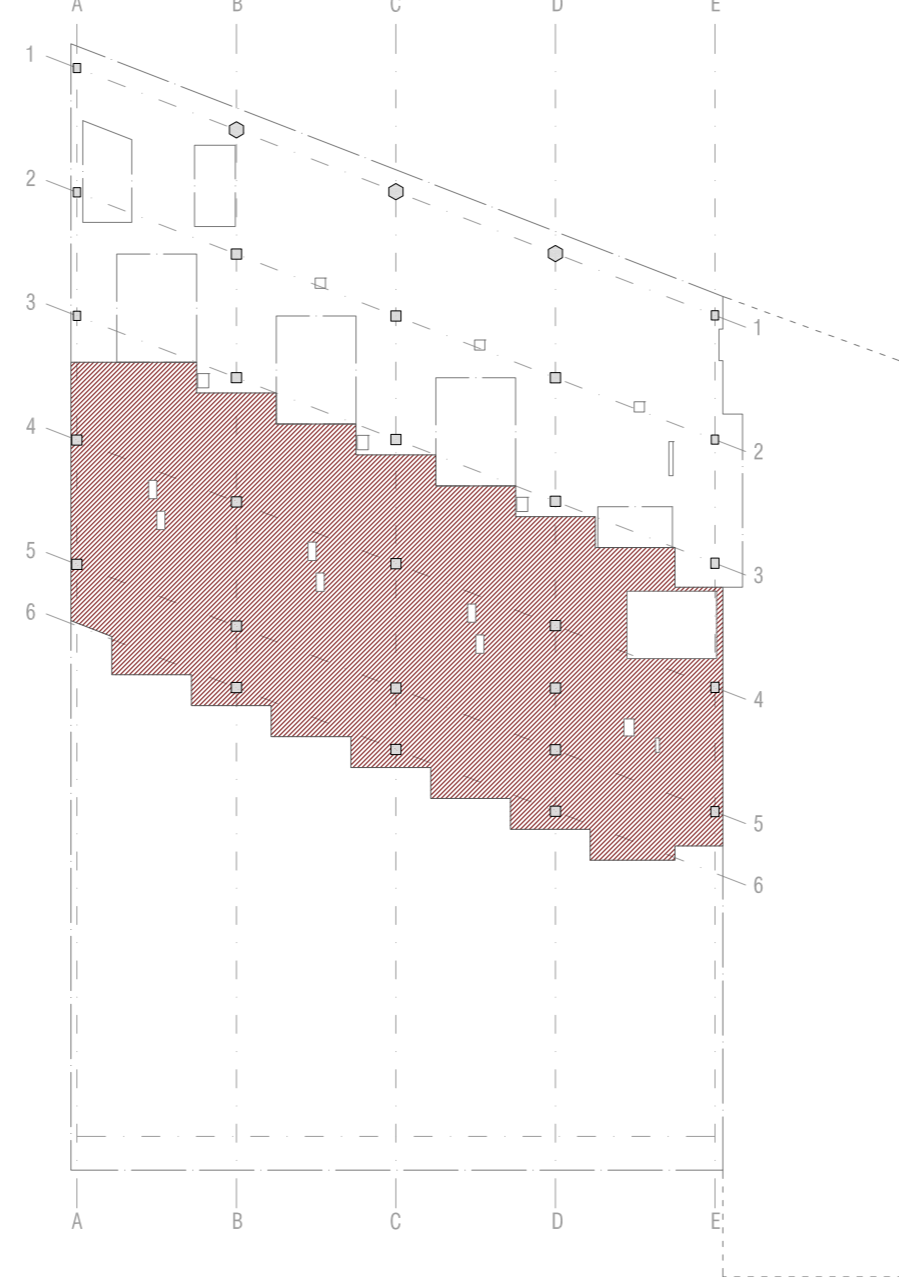
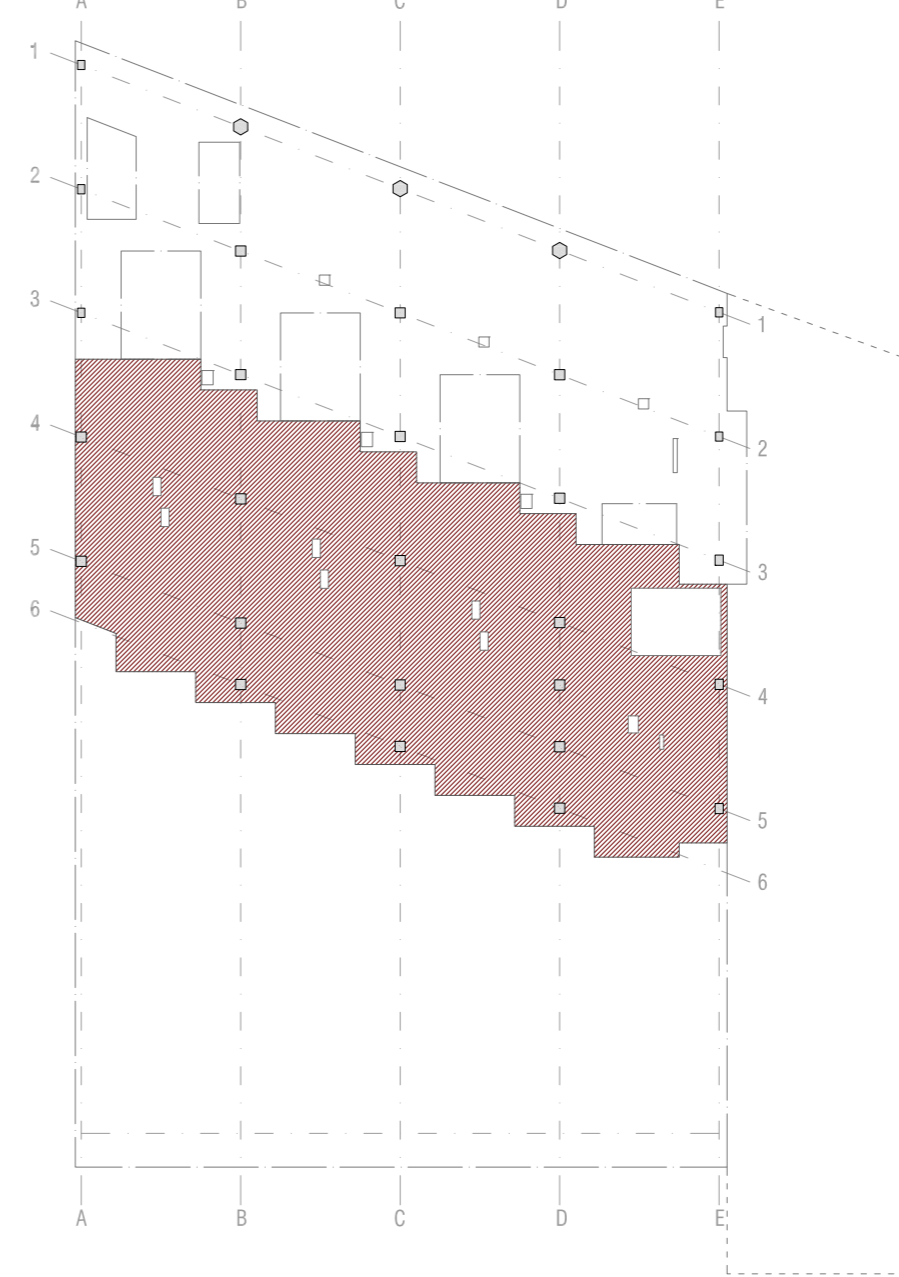


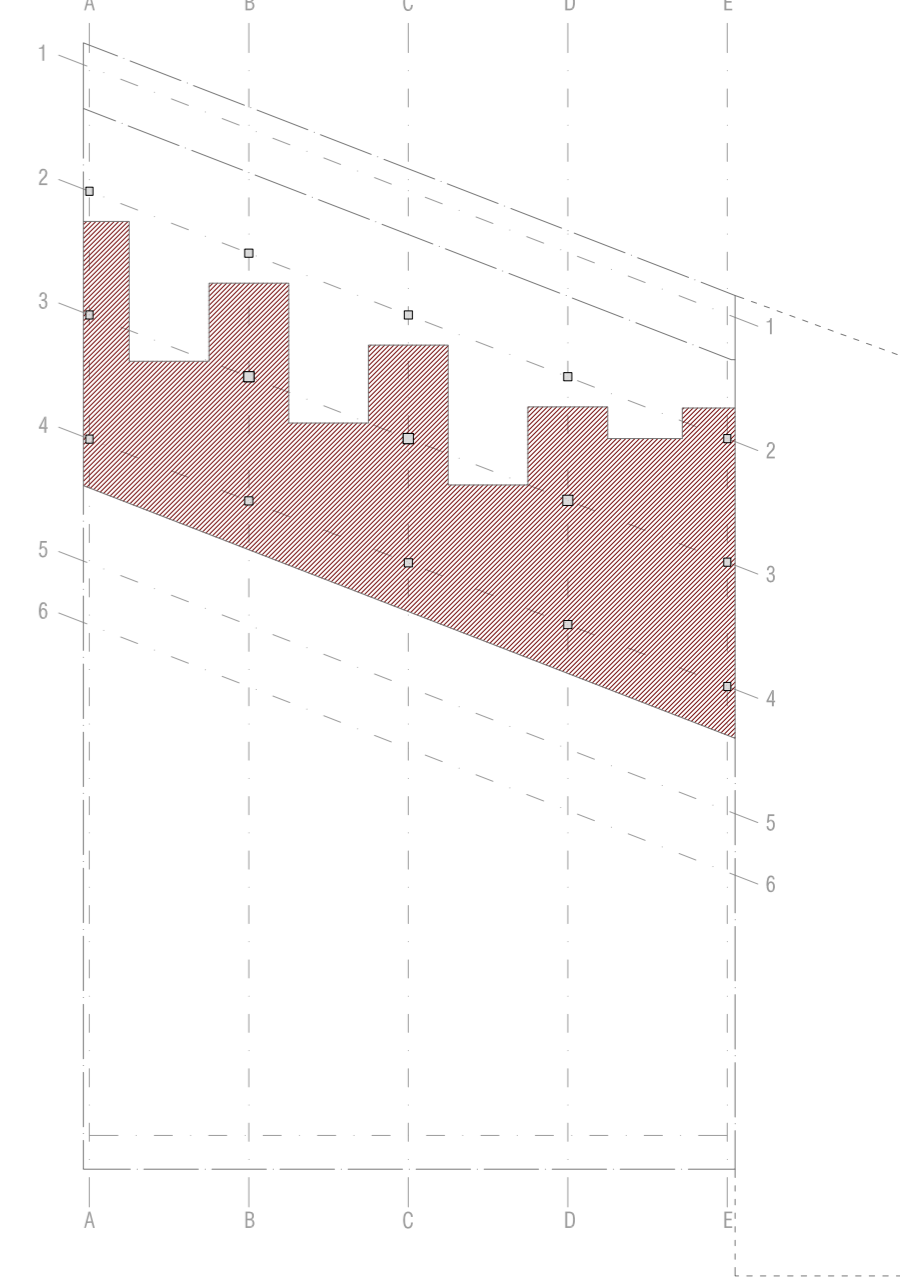
FORJATS PLANTES PRIMERA B I TERCERA B



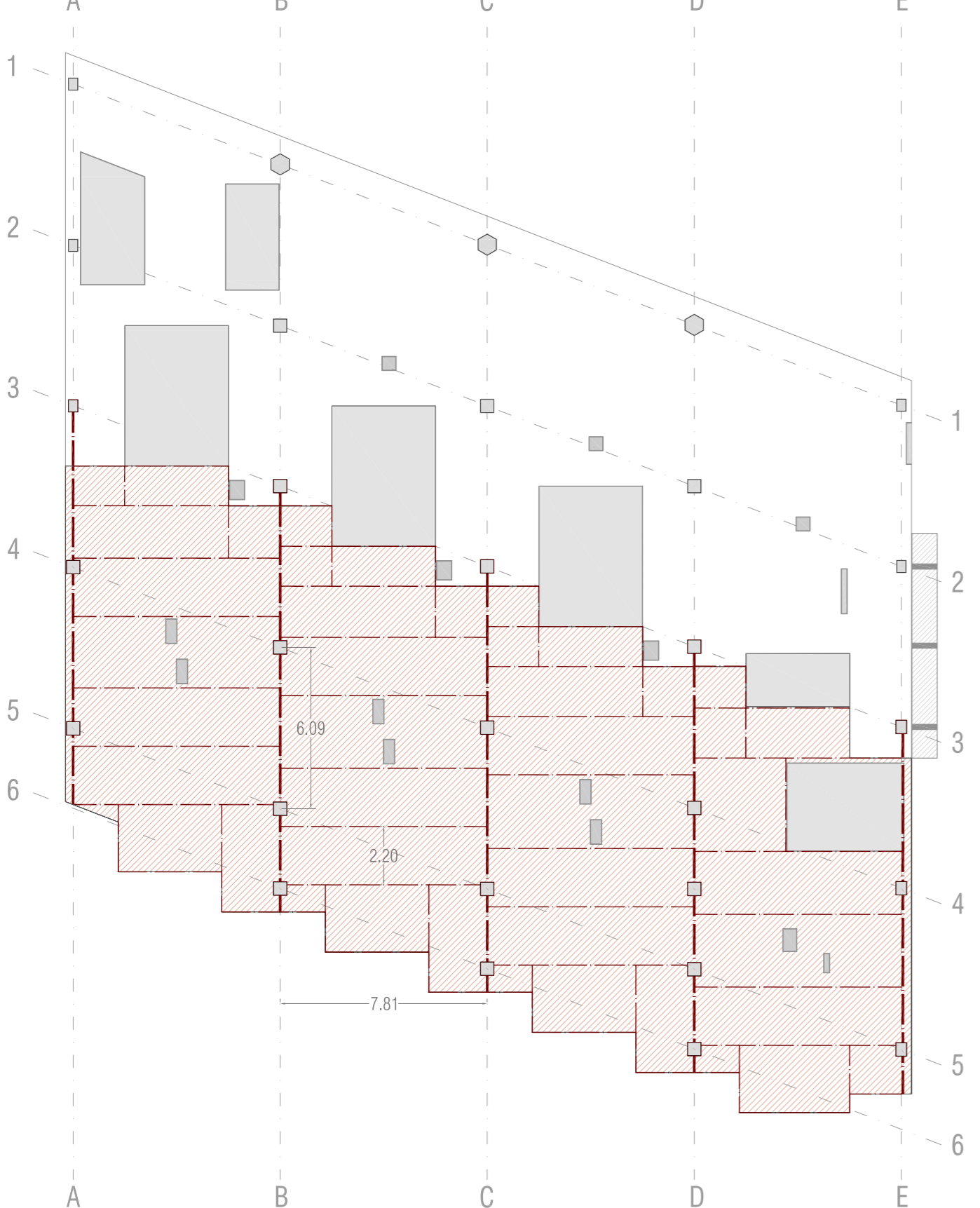
FORJATS PLANTES SEGONA B I QUARTA B



FORJAT PLANTA COBERTA



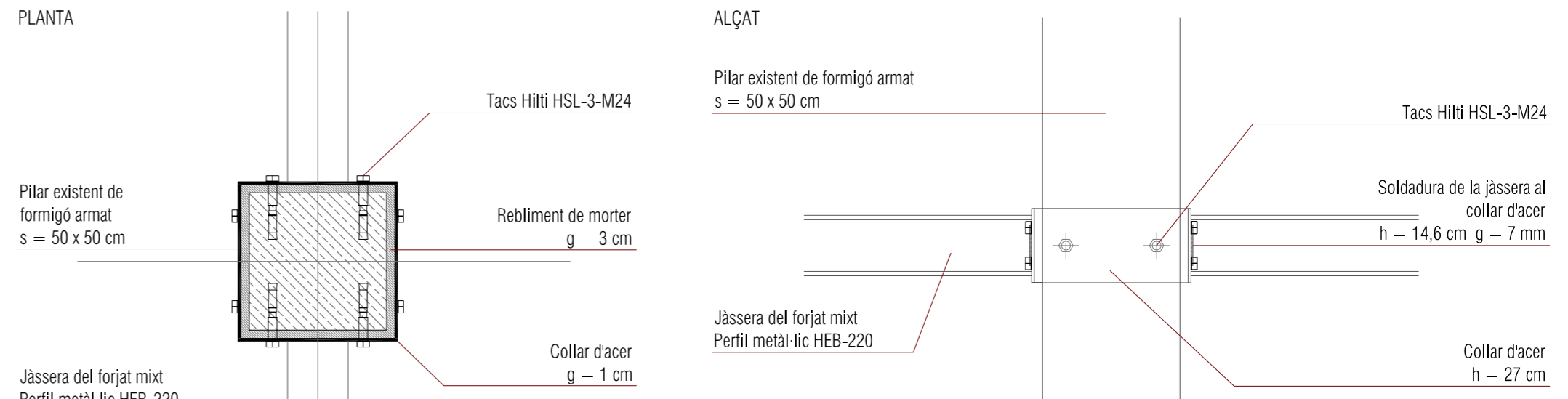
CARACTERÍSTIQUES FORJAT MIXT DE XAPA COL-LABORANT (EXEMPLE DE CÀLCUL = FORJAT PLANTES PRIMERA B I TERCERA B)



FORJAT MIXT DE XAPA COL-LABORANT
 COL-LABORANT DE FORMIGÓ: h = 12 cm
 CAPA DE COMPRESSIÓ: h = 6.5 cm
 XAPA GRECADA D'ACER GALVANITZAT: g = 1.5 mm, h = 5.5 cm
 CONNECTORS: h = 10.5 cm, Ø = 1.2 cm
 JÀSSERES: perfils metàl·lics HEB-220
 BIGUETES: perfils metàl·lics HEB-220
 COLLARS METÀL·LICS: g = 1 cm

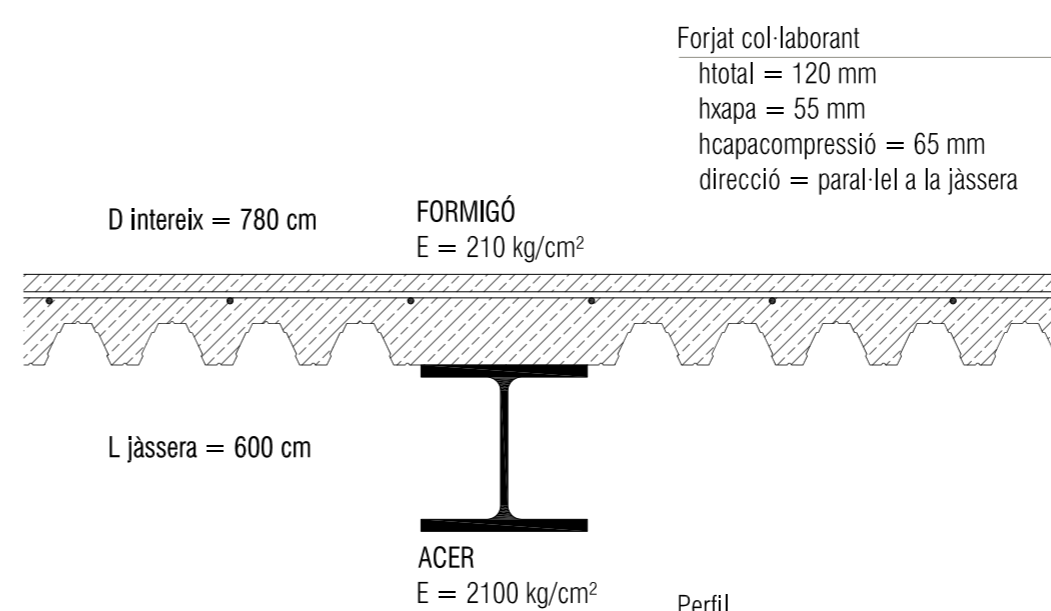
CÀRREGUES PERMANENTS
 CÀRREGUES MORTES = 150 kg/m²
 PES PROPRI = 168 kg/m²
SOBRECÀRREGUES
 US HABITATGE = 200 kg/m²

DETALL UNIÓ DE LA JÀSSERA METÀL·LICA AL PILAR DE FORMIGÓ EXISTENT_E: 1/20



SECCIÓ I CARACTERÍSTIQUES: JÀSSERA I FORJAT COL-LABORANT_E: 1/10

Degut a la modificació de les altures lliures per l'intervenció, és necessari que el cantell total d'aquest forjat sigui igual o inferior a 35 cm, per això s'escull i es comprova un perfil HEB-220.



Forjat col-laborant
 h_{total} = 120 mm
 h_{xapa} = 55 mm
 h_{capa compressió} = 65 mm
 direcció = paral·lel a la jàssera

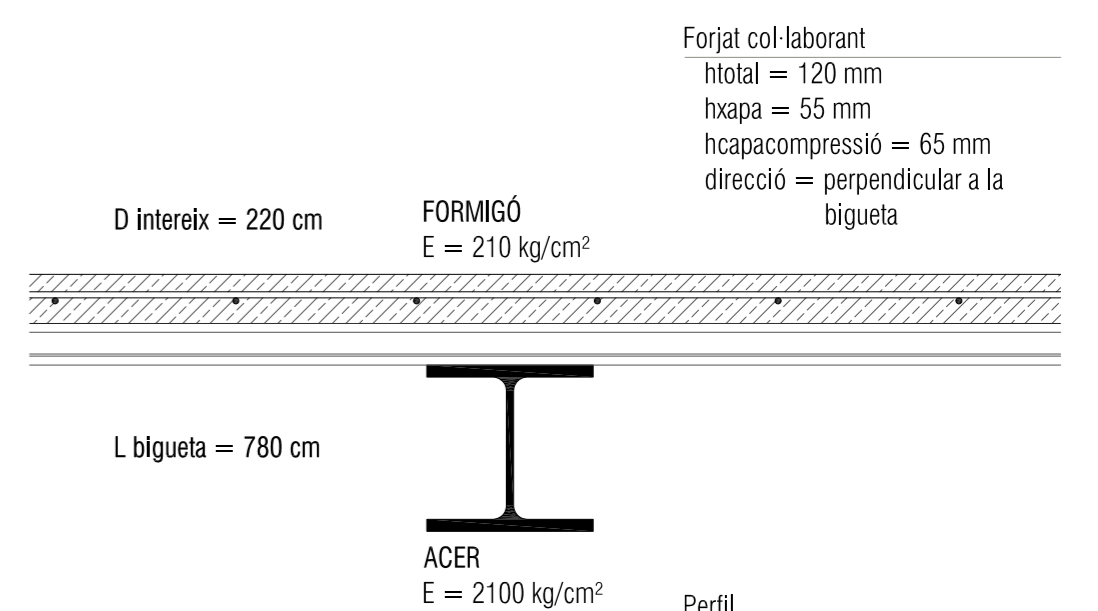
ACER
 E = 2100 kg/cm²

Perfil HEB-220
 A = 91 cm²
 b = 220 mm
 h = 220 mm
 l_x = 8090 cm⁴
 l_y = 2840 cm⁴
 s = 9.5 mm
 t = 16 mm
 r = 18 mm
 W_x = 736 cm³
 W_y = 258 cm³

El perfil HEB-220 treballant de manera independent al forjat col-laborant, no complex. Per tant, haurem de fer-lo treballar solidàriament amb el forjat, com una biga mixta. Per això caldrà fer una homogeneïtzació dels materials i calcular la nova inèrcia de la secció per Steiner.

SECCIÓ I CARACTERÍSTIQUES: BIGUETA I FORJAT COL-LABORANT_E: 1/10

Degut a la modificació de les altures lliures per l'intervenció, és necessari que el cantell total d'aquest forjat sigui igual o inferior a 35 cm, per això s'escull i es comprova un perfil HEB-220.



Forjat col-laborant
 h_{total} = 120 mm
 h_{xapa} = 55 mm
 h_{capa compressió} = 65 mm
 direcció = perpendicular a la bigueta

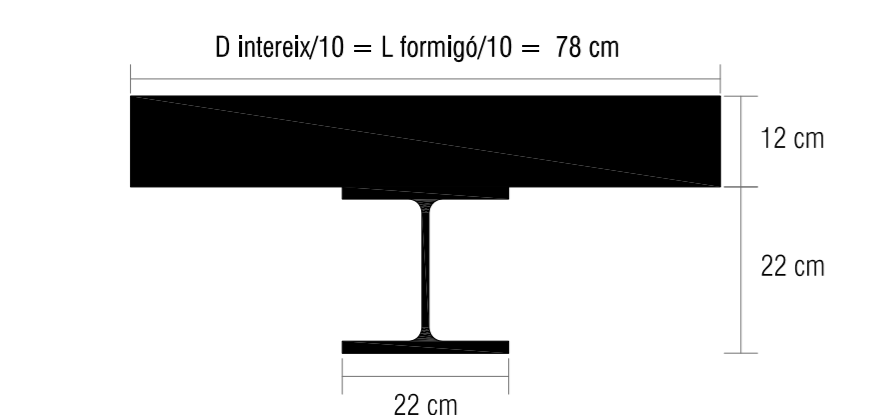
ACER
 E = 2100 kg/cm²

Perfil HEB-220
 A = 91 cm²
 b = 220 mm
 h = 220 mm
 l_x = 8090 cm⁴
 l_y = 2840 cm⁴
 s = 9.5 mm
 t = 16 mm
 r = 18 mm
 W_x = 736 cm³
 W_y = 258 cm³

El perfil HEB-220 treballant de manera independent al forjat col-laborant, no complex. Per tant, haurem de fer-lo treballar solidàriament amb el forjat, com una biga mixta. Per això caldrà fer una homogeneïtzació dels materials i calcular la nova inèrcia de la secció per Steiner.

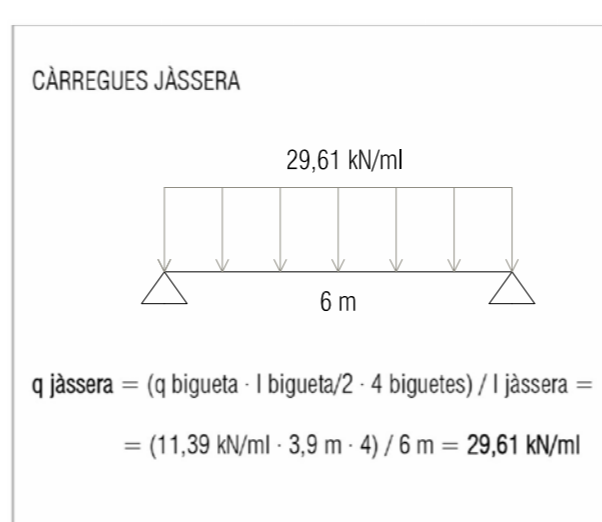
HOMOGENEÏTZACIÓ DELS MATERIALS I TEOREMA D'STEINER: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT_E: 1/10

La reducció de l'àrea de formigó per poder-la assimilar a una peça d'acer ve donada per la relació dels dos mòduls elàstics, doncs la relació entre ells és de 1 a 10, sent el mòdul elàstic de l'acer 10 vegades més gran que el del formigó.



ACER -> A₁ = 91 cm², I₁ = 8090 cm⁴, x₁ = 11 cm
 FORMIGÓ -> A₂ = 936 cm², I₂ = 11232 cm⁴, x₂ = 28 cm
 X_G = (x₁ · A₁ + x₂ · A₂) / A_{total}
 X_G = (11 · 91 + 28 · 936) / (91 + 936) = 27209 / 1027 = 26,50 cm
 d₁ = 15,5 cm d₂ = 1,5 cm
 I_{total} = I₁ + A₁ · d₁² + I₂ + A₂ · d₂²
 = 8090 + (91 · 15,5²) + 11232 + (936 · 1,5²) = 43290,75 cm⁴
 W_x = I_{total} / y_{max} = 43290,75 cm⁴ / 26,50 cm = 1633,61 cm³

COMPROVACIÓ RESISTÈNCIA SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT



CÀRREGUES JÀSSERA
 29,61 kN/ml
 6 m

COMPROVACIÓ PER TENSIÓ JÀSSERA
 M = q l² / 8 = (29,61 · 6²) / 8 = 133,24 kN·m
 M_{ed} / M_{ed} = 1 M_{ed} = W_x · I_{ed}
 (133,24 · 10³ · 1,5) / (W_x · 275 / 1,05) = 1
 W_x = 133,24 · 10³ · 1,5 · 1,05 / 275 = 763101,8 mm³ = 763,10 cm³
 W_x secció mixta = 1633,61 cm³ > 763,10 cm³ -> COMPLEX

COMPROVACIÓ PER TALLANT JÀSSERA
 V_{ed} / V_{ed} ≤ 1 V_{ed} = A · f_v · √(3 / γ_{mo})
 V_{ed} = q l / 2 · 1,5 = (29,61 · 10³ · 6) / 2 · 1,5 = 133245,00 N
 A = 9,5 · 125,33 mm (soldant 2/3 de l'ànima)
 V_{ed} = 9,5 · 125,35 · 275 / √(3 · 1,05) = 180352,88 N
 133245,00 N / 180352,88 N = 0,73 ≤ 1 -> COMPLEX

COMPROVACIÓ PER FLETXA JÀSSERA
 f = 5 · q l⁴ / 384 · E I_{ed} Fletxa màxima = I jàssera / 400 = 600 / 400 = 1,50 cm
 15,00 = 5 · 29,61 · 6000⁴ / 384 · 210000 · I_{ed}
 I_{ed} = 5 · 29,61 · 6000⁴ / 384 · 210000 · 15,00 = 158625000 mm⁴ = 15862,50 cm⁴
 I_x secció mixta = 43290,75 cm⁴ > 15862,50 cm⁴ -> COMPLEX

DIAGRAMA DE MOMENT FLECTOR SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT (ELU)

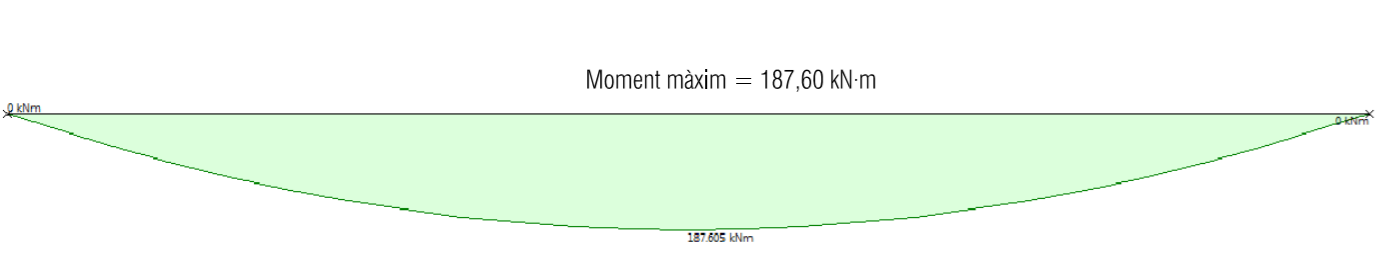


DIAGRAMA DE TALLANT SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT (ELU)

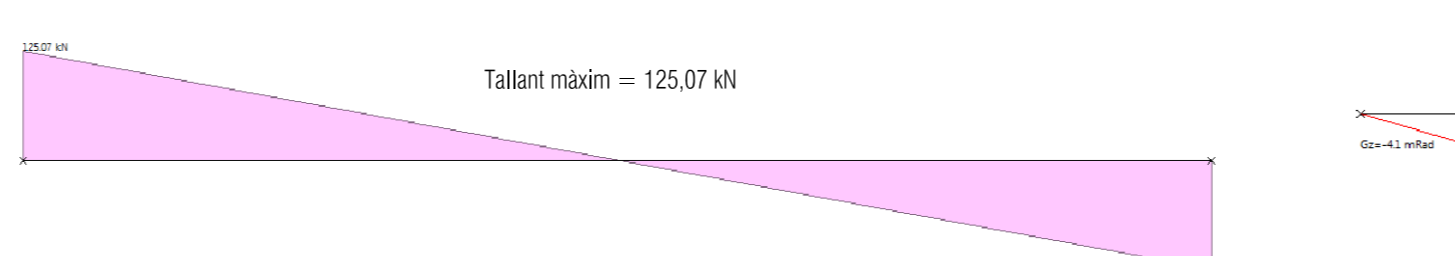
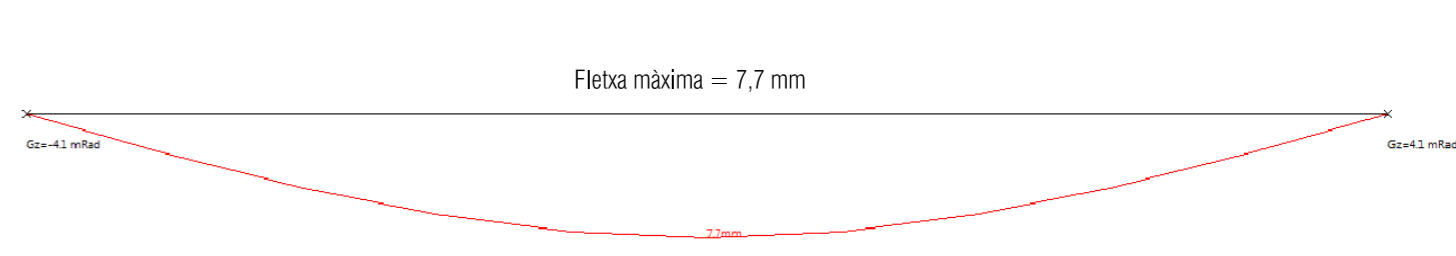
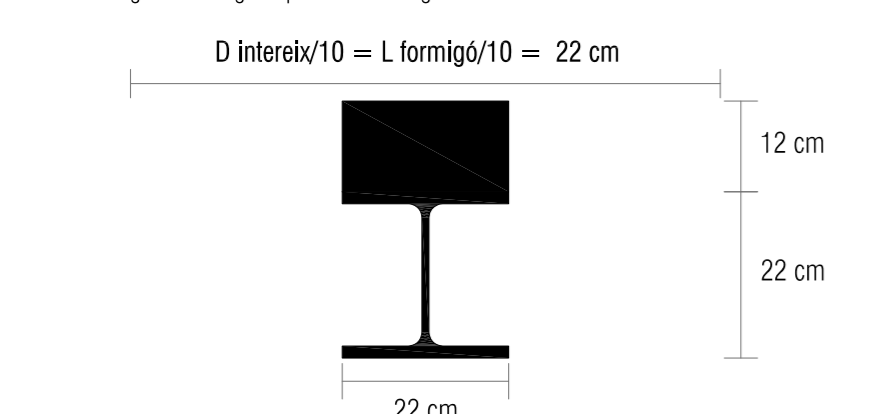


DIAGRAMA DE DEFORMACIÓ SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT (ELS)



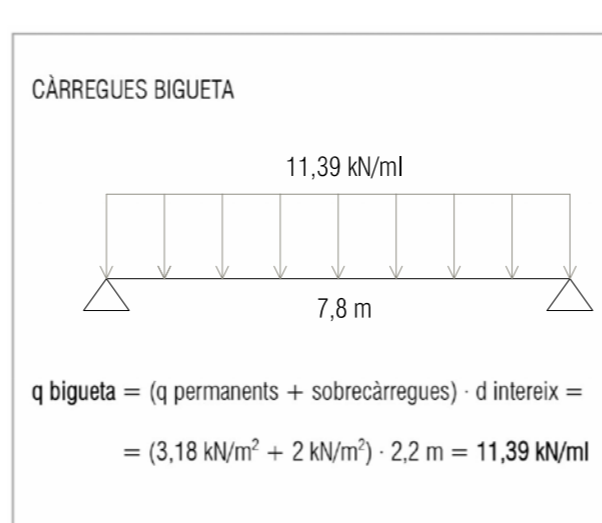
HOMOGENEÏTZACIÓ DELS MATERIALS I TEOREMA D'STEINER: BIGUETA + FORJAT COL-LABORANT_E: 1/10

La reducció de l'àrea de formigó per poder-la assimilar a una peça d'acer ve donada per la relació dels dos mòduls elàstics, doncs la relació entre ells és de 1 a 10, sent el mòdul elàstic de l'acer 10 vegades més gran que el del formigó.



ACER -> A₁ = 91 cm², I₁ = 8090 cm⁴, x₁ = 11 cm
 FORMIGÓ -> A₂ = 264 cm², I₂ = 3168 cm⁴, x₂ = 28 cm
 X_G = (x₁ · A₁ + x₂ · A₂) / A_{total}
 X_G = (11 · 91 + 28 · 264) / (91 + 264) = 6393 / 355 = 18,01 cm
 d₁ = 12,6 cm d₂ = 4,4 cm
 I_{total} = I₁ + A₁ · d₁² + I₂ + A₂ · d₂²
 = 8090 + (91 · 12,6²) + 3168 + (264 · 4,4²) = 30816,20 cm⁴
 W_x = I_{total} / y_{max} = 30816,20 cm⁴ / 23,60 cm = 1305,76 cm³

COMPROVACIÓ RESISTÈNCIA SECCIÓ MIXTA: BIGUETA + FORJAT COL-LABORANT



CÀRREGUES BIGUETA
 11,39 kN/ml
 7,8 m

COMPROVACIÓ PER TENSIÓ BIGUETA
 M = q l² / 8 = (11,39 · 7,8²) / 8 = 86,62 kN·m
 M_{ed} / M_{ed} = 1 M_{ed} = W_x · I_{ed}
 (86,62 · 10³ · 1,5) / (W_x · 275 / 1,05) = 1
 W_x = 86,62 · 10³ · 1,5 · 1,05 / 275 = 496096,36 mm³ = 496,09 cm³
 W_x secció mixta = 1305,76 cm³ > 496,09 cm³ -> COMPLEX

COMPROVACIÓ PER TALLANT BIGUETA
 V_{ed} / V_{ed} ≤ 1 V_{ed} = A · f_v · √(3 / γ_{mo})
 V_{ed} = q l / 2 · 1,5 = (11,39 · 10³ · 7,8) / 2 · 1,5 = 66631,50 N
 A = 9,5 · 125,33 mm (soldant 2/3 de l'ànima)
 V_{ed} = 9,5 · 125,35 · 275 / √(3 · 1,05) = 180352,88 N
 66631,50 N / 180352,88 N = 0,37 ≤ 1 -> COMPLEX

COMPROVACIÓ PER FLETXA BIGUETA
 f = 5 · q l⁴ / 384 · E I_{ed} Fletxa màxima = I jàssera / 400 = 780 / 400 = 1,95 cm
 19,50 = 5 · 11,39 · 7800⁴ / 384 · 210000 · I_{ed}
 I_{ed} = 5 · 11,39 · 7800⁴ / 384 · 210000 · 19,50 = 134056232,10 mm⁴ = 13405,62 cm⁴
 I_x secció mixta = 30816,20 cm⁴ > 13405,62 cm⁴ -> COMPLEX

DIAGRAMA DE MOMENT FLECTOR SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT (ELU)

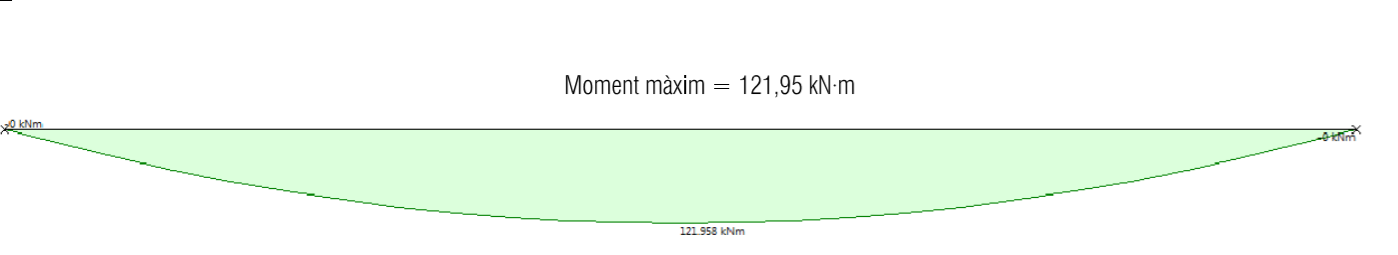


DIAGRAMA DE TALLANT SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT (ELU)

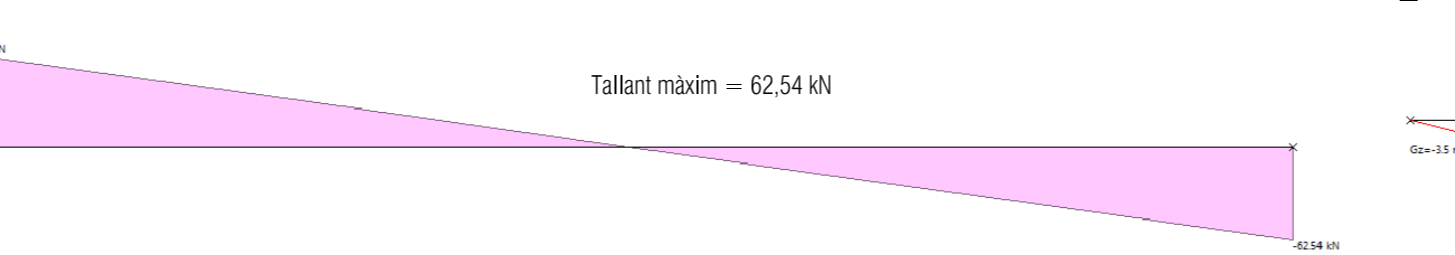
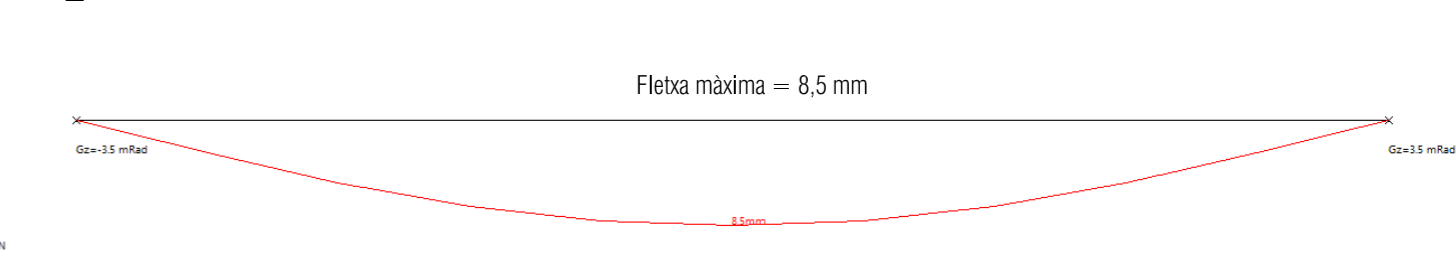
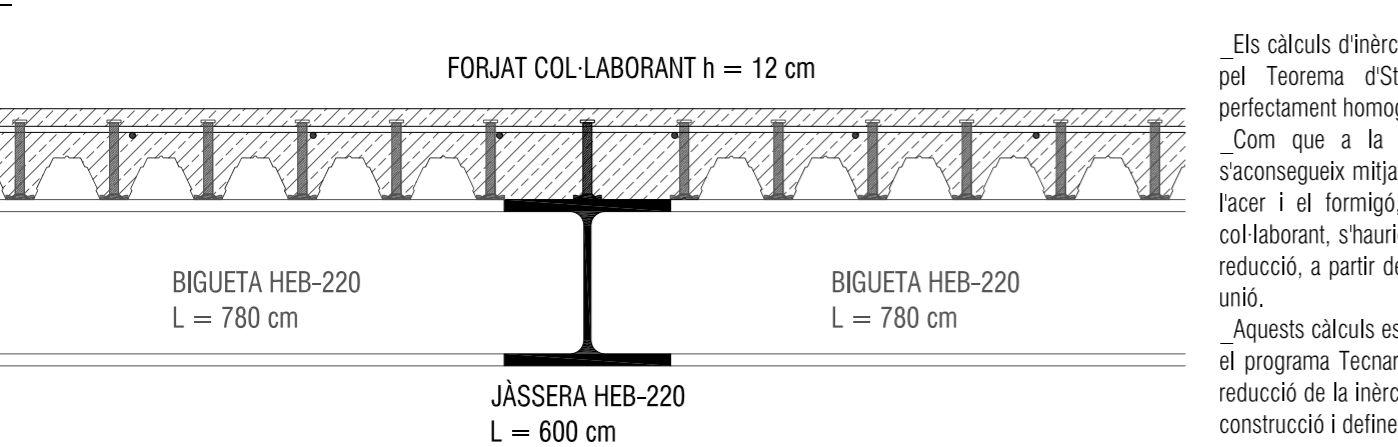


DIAGRAMA DE DEFORMACIÓ SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT (ELS)



APLICACIÓ DE LA RESISTÈNCIA DELS CONNECTORS I CÀLCUL DEL NÚMERO DE CONNECTORS EN LES DUES SECCIÓNS MIXTES



El càlcul d'inèrcia i mòdul resistent de les seccions mixtes obtinguts pel Teorema d'Steiner, serien els corresponents a una secció perfectament homogeneïtzada, d'una sola peça.
 Com que a la realitat això no és possible, i la secció mixta s'aconsegueix mitjançant uns connectors que fan treballar solidàriament l'acer i el formigó, és a dir, els perfils d'acer i la lloseta de xapa col-laborant, s'haurien d'aplicar als resultats d'Steiner uns coeficients de reducció, a partir de la resistència dels connectors i l'eficàcia real de la unió.
 Aquests càlculs es realitzen, tant per la jàssera com per la bigueta, amb el programa Tecnarria Acciaio-Cls 3.2.2.1 (Sotal Nuovi), que calcula la reducció de la inèrcia, comprova els esforços i la fletxa en dues fases de construcció i defineix la distribució i el nombre de connectors.

RESULTATS PRINCIPALS SECCIÓ MIXTA: JÀSSERA + FORJAT COL-LABORANT

Tipus de connector = CTF 12/105
 Altura del connector = 105 mm
 Diàmetre del connector = 12 mm
 Resistència del connector = 30,60 kN
 Coeficient de seguretat connector = 1,25
 Moment d'inèrcia secció homogeneïtzada amb connectors = 24343,4 cm⁴

FASE 1 + 2 SECCIÓ MIXTA (ELU)
 M sol·licitant = 260,8 kN·m
 M resistent = 308,1 kN·m
 Verificació Moment = 0,85
 V sol·licitant = 173,8 kN
 V resistent = 316,0 kN
 Verificació Tallant = 0,55

FASE 1 + 2 SECCIÓ MIXTA (ELS)
 F fase 2 = 6,00 mm
 Verificació fletxa = L / 1000

DISTRIBUCIÓ CONNECTORS
 Sector dret jàssera (L = 150 cm)
 Nº connectors = 21
 Separació = 7,1 cm
 Sector central jàssera (L = 300 cm)
 Nº connectors = 14
 Separació = 23,1 cm
 Sector esquerra jàssera (L = 150 cm)
 Nº connectors = 21
 Separació = 7,1 cm
 Total = 56 connectors

RESULTATS PRINCIPALS SECCIÓ MIXTA: BIGUETA + FORJAT COL-LABORANT

Tipus de connector = CTF 12/105
 Altura del connector = 105 mm
 Diàmetre del connector = 12 mm
 Resistència del connector = 30,60 kN
 Coeficient de seguretat connector = 1,25
 Coeficient reducció 1 conn/nervi = 0,85
 Coeficient reducció 2 conn/nervi = 0,61
 Moment d'inèrcia secció homogeneïtzada amb connectors = 26798,40 cm⁴

FASE 1 + 2 SECCIÓ MIXTA (ELU)
 M sol·licitant = 146,6 kN·m
 M resistent = 305,2 kN·m
 Verificació Moment = 0,48
 V sol·licitant = 75,2 kN
 V resistent = 316,0 kN
 Verificació Tallant = 0,24

FASE 1 + 2 SECCIÓ MIXTA (ELS)
 F fase 2 = 10,03 mm
 Verificació fletxa = L / 777

DISTRIBUCIÓ CONNECTORS
 Sector dret bigueta
 Nº nervis sector = 13
 Nº connectors = 32
 Sector central bigueta
 Nº nervis sector = 26
 Nº connectors = 16
 Sector esquerra bigueta
 Nº nervis sector = 13
 Nº connectors = 32
 Total = 80 connectors