

Anexo A: Modelación de vigas en PERFORM 3D

Se muestra un modelamiento de una viga asimétrica VT-06-A con un $f'_c = 21$ Mpa (210 kg-f/cm²), módulo de Poisson $\nu = 0.15$ y modulo elástico $E = 2.13 \text{ E}+08$ Mpa (2.1737E+09 kg-f/cm²) como ejemplo. Primeramente se calculara la relación momento-curvatura Fig. A.2 utilizando los modelos de Park modificado para el concreto (Fig. 4.12) y Mander para el acero (Fig. 4.11) y desarrollado en Mathcad 14. (2007).

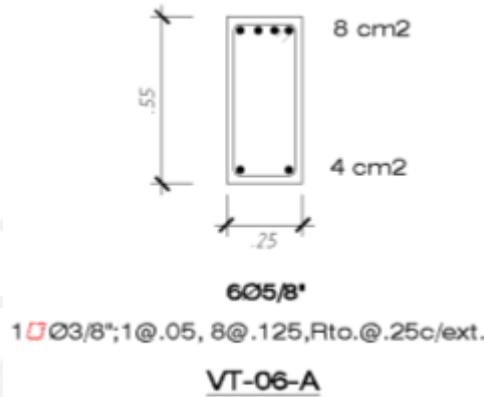


Figura A.1: Geometría de la viga VT-06-A.

Geometría de la viga

$b := 25 \text{ cm}$	$h := 55 \text{ cm}$	$r := 4$	$n := 2$	$i := 1..n$	$A_{s_i} :=$	$x_i :=$
					8	5
					4	50

diametro del estribo

area del estribo

$$ds := 2.54 \cdot \left(\frac{3}{8}\right)$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{ds^2}{4}$$

$$A_v = 0.713$$

separacion de estribos

$$sh := 13 \text{ cm}$$

Ancho de los estribos

$$x1 := b - 2 \cdot r$$

$$y1 := h - 2 \cdot r$$

$$x1 = 17$$

$$y1 = 47$$

$$b2 := x1$$

Materiales:

$$f_c := 210 \text{ kg-f/cm}^2$$

$$E_c := 15000 \cdot \sqrt{f_c} \text{ kg-f/cm}^2$$

$$f_{cu} := 210 \text{ kg-f/cm}^2$$

```

s:= 15      Numero de fibras
b:= 22      Ancho efectivo
FA(kd, ex) :=
  Ps ← 0
  Pq ← 0
  a ← kd / s
  z ← 0
  for i ∈ 1..n
    fsi ← (xi - kd) · ex / kd
    break if |fsi| > .09
    Pdi ← f(fsi)
    Ps ← Ps + Pdi · Asi
  for d ∈ a, a + a..kd
    z ← z + 1
    Pcz ← ex / kd · (kd - d + a / 2)
    Pq ← Pq + a · fc(Pcz) · b
  PQ ← Pq - Ps
    
```

```

q := [
  q1 ← 0
  k ← 0
  z ← 0
  for ex ∈ 0.0001, 0.0002.. ex
    kd1 ← root(FA(kd, ex), kd, 1, 200)
    k ← k + 1
    Ps ← 0
    Pq ← 0
    Ms ← 0
    Mc ← 0
    a ← kd1 / s
    for i ∈ 1..n
      fsi ← (xi - kd1) · ex / kd1
      Pdi ← f(fsi)
      Ms ← Ms + Pdi · Asi · (0.5 · h - xi)
    for d ∈ a, a + a..kd1
      z ← z + 1
      Pcz ← ex / kd1 · (kd1 - d + a / 2)
      Mc ← Mc + a · fc(Pcz) · b · (0.5 · h - d + a / 2)
    q(k) ← ( Ms / (Mc - Ms) )
  ]
  ((q))T
    
```

```

My :=
  S1 ← (q)(1)
  S2 ← (q)(2)
  t1 ← 0
  for p ∈ 1..99
    A2p ← S1p · [xn - 0.0001 · p + (S1p)]
    t1 ← p
    break if |A2p - .002069| ≤ .000312
  A2p otherwise
  μ ← ( S199 / S1t1, S1t1, S2t1 )
  μ
    
```

```

Mu :=
  S1 ← (q)(1)
  S2 ← (q)(2)
  Mu ← ( S199, S299 )
    
```

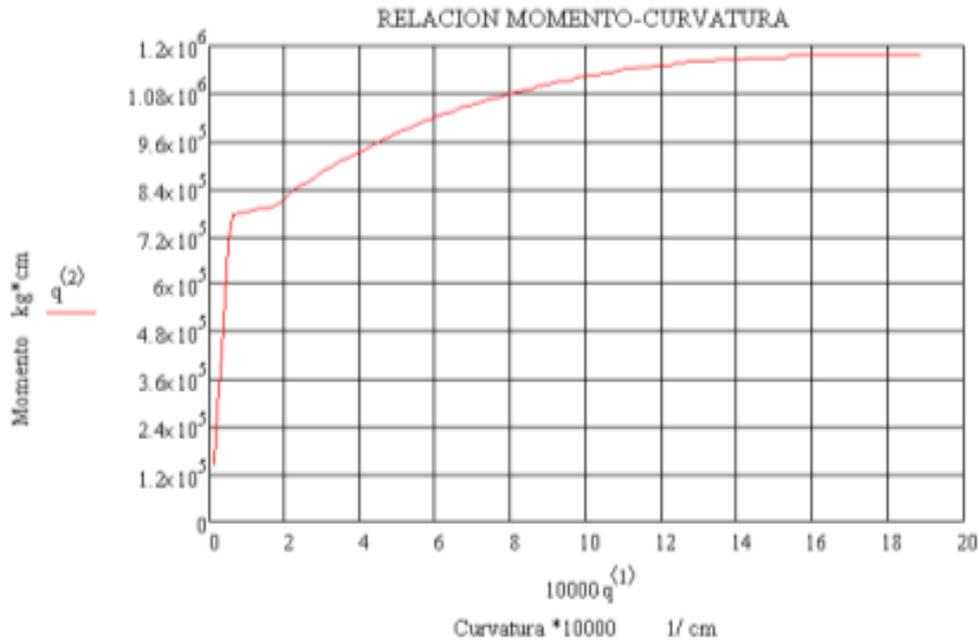


Figura A.2: Diagrama momento-curvatura en sentido positivo para viga VT-06-A.

Cuando son secciones asimétricas se deben hallar dos diagramas momento curvatura, en sentido positivo y negativo. Del diagrama momento-curvatura se hallan los puntos más importantes: M_u , M_y , θ_y y θ_u .

$$M_y = \begin{pmatrix} 39.419 \\ 4.798 \times 10^{-5} \\ 6.997 \times 10^5 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{ductilidad} \\ \text{curvatura (1/cm)} \\ \text{My Fluencia (kg-cm)} \end{matrix} \quad M_u = \begin{pmatrix} 1.891 \times 10^{-3} \\ 1.175 \times 10^6 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{curvatura (1/cm)} \\ \text{Mu Ultimo (kg-cm)} \end{matrix}$$

Se deben tener los principales valores tanto para el momento positivo y negativo, después se convierten las curvaturas a rotaciones multiplicando por $0.5D$, donde “D” es el peralte de la viga Tabla A.1. El valor de D_U se toma como el $0.9 D_X$.

Tabla A.1: Valores de momentos y curvaturas para viga VT-06-A.

Positivo (kg-cm)		Negativo (kg-cm)	
My	7 10 ⁵	My	1.3 10 ⁶
Mu	1.18 10 ⁶	Mu	2.2 10 ⁶
Φy	4.8 10 ⁻⁵	Φy	5.2 10 ⁻⁵
Φu	1.9 10 ⁻³	Φu	1.14 10 ⁻³

Rotaciones	
DX	0.053
DU	0.048

Rotaciones	
DX	0.031
DU	0.028

Posteriormente todos los datos obtenidos en la Tabla A.1 son ingresados como se muestra la Fig. A.3 en el elemento “FEMA beam, Concrete Type”.

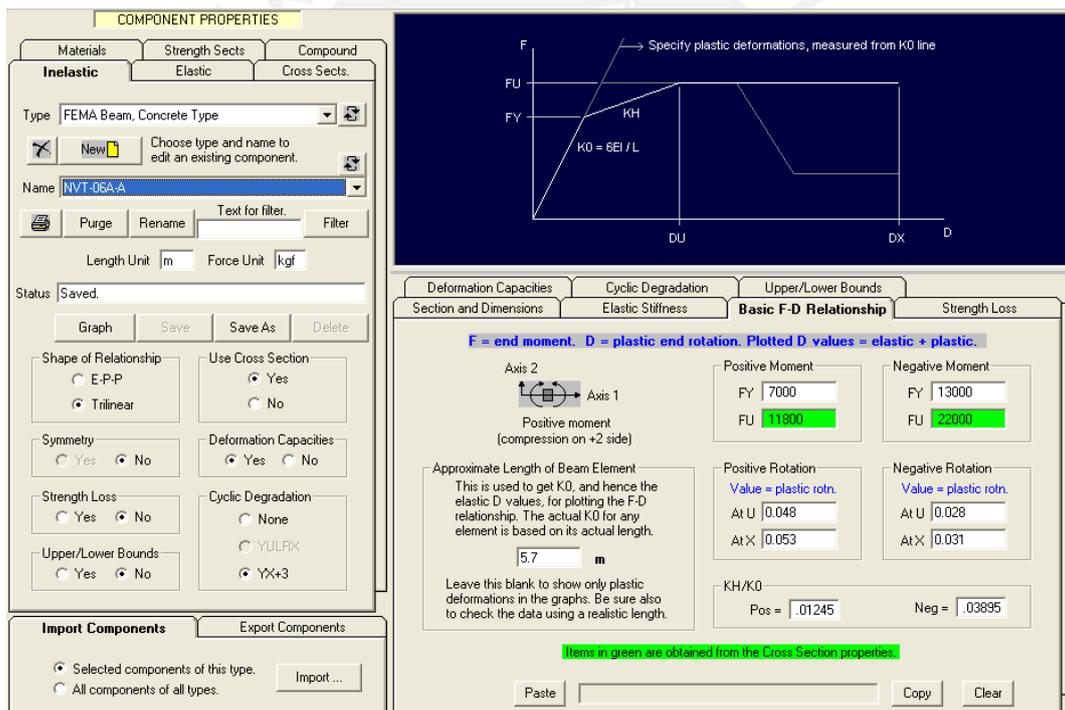


Figura A.3: Viga VT-06-A.en PERFORM 3D con “FEMA beam, Concrete Type”.

Finalmente el elemento viga es modelado mediante componente del tipo “Frame Member Compound Component” que está formado por dos elementos no lineales (“FEMA beam, Concrete Type”) suponiendo que el punto de inflexión está a la mitad de la longitud de la viga Fig. A.3.

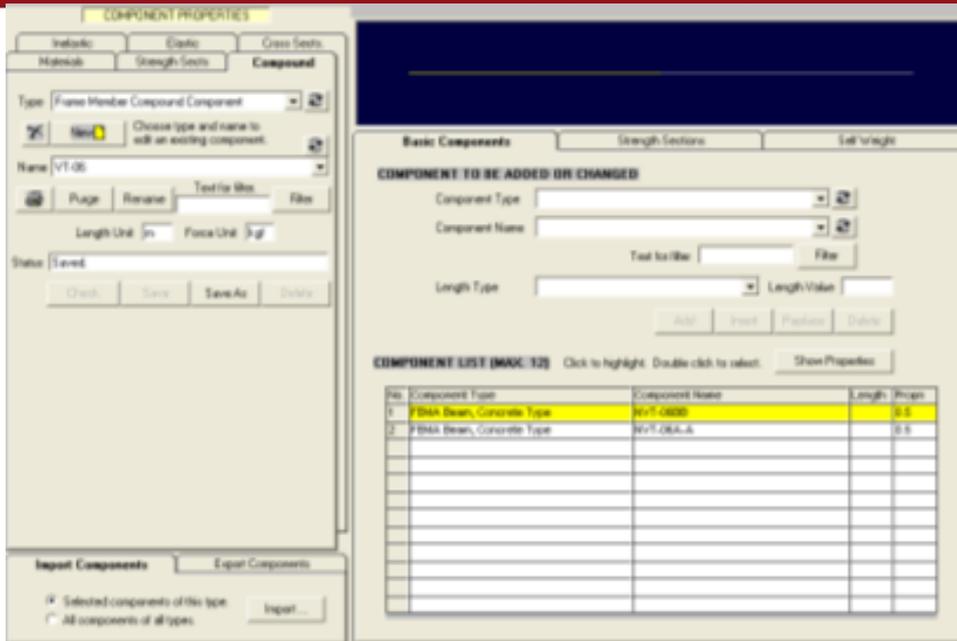
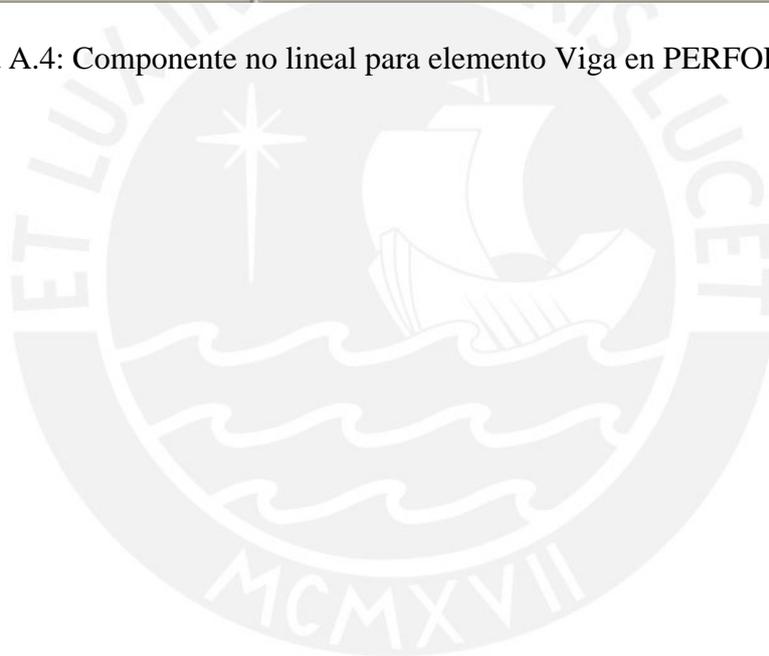


Figura A.4: Componente no lineal para elemento Viga en PERFORM 3D.



Anexo B: Modelación de columnas en PERFORM 3D

Se mostrara el modelamiento de la columna C-02 Fig. B.1, tiene las mismas propiedades físicas que una viga.

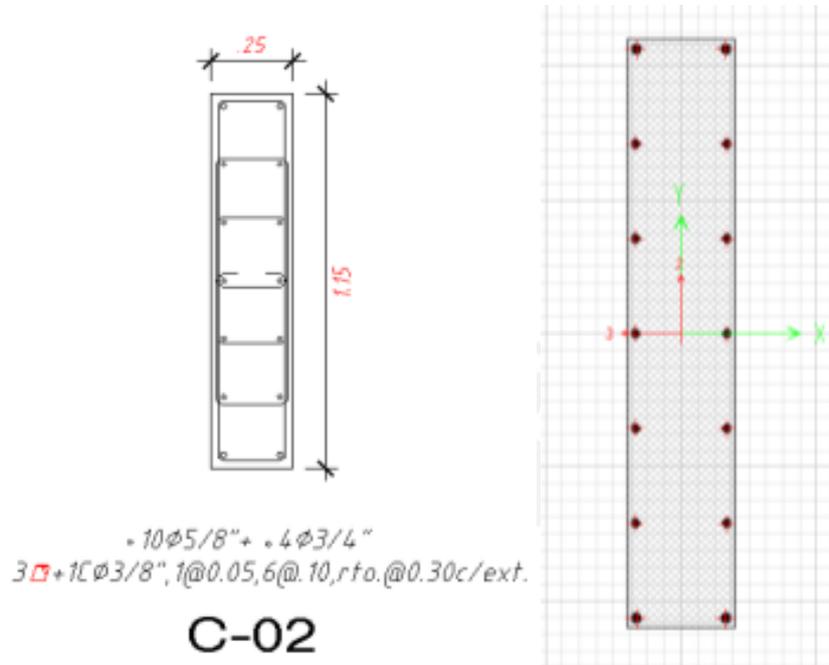


Figura B.1: Características geométricas de columna C-02.

Un dato imprescindible es conocer los puntos principales del diagrama de interacción (Pb, Mb, PT y PC) que fueron obtenidos mediante el programa ETABS, 2010 Fig. B.2.

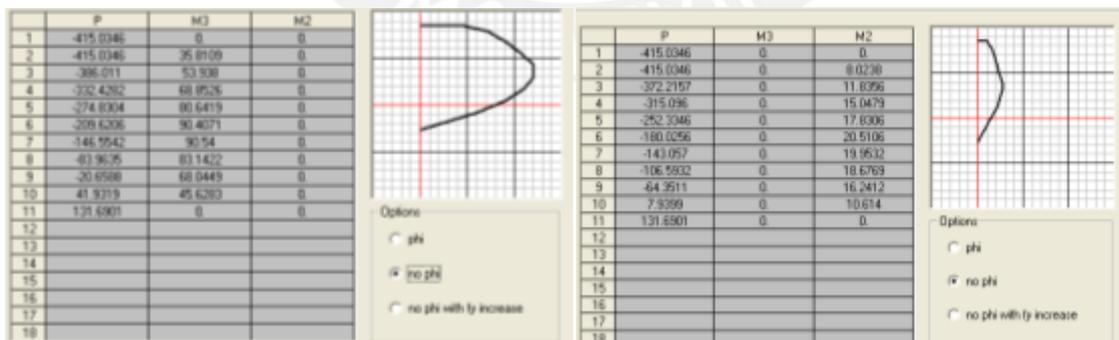


Figura B.2: Diagrama P-M-M para columna C-02 en sus ejes principales

Se define una sección de columna donde se ingresan los puntos principales para el diagrama de interacción Fig. B.3.

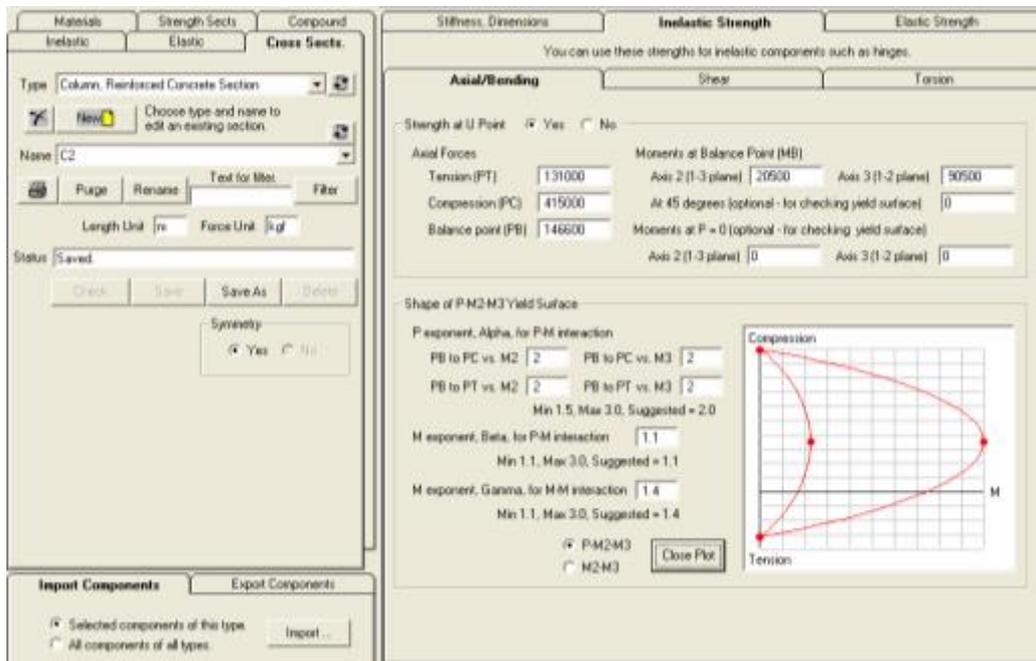


Figura B.3: Diagrama P-M-M para una sección de columna.

Posteriormente se define el elemento no lineal para columnas mostrado en la Fig. B.4 y la componente no lineal Fig. B.5.

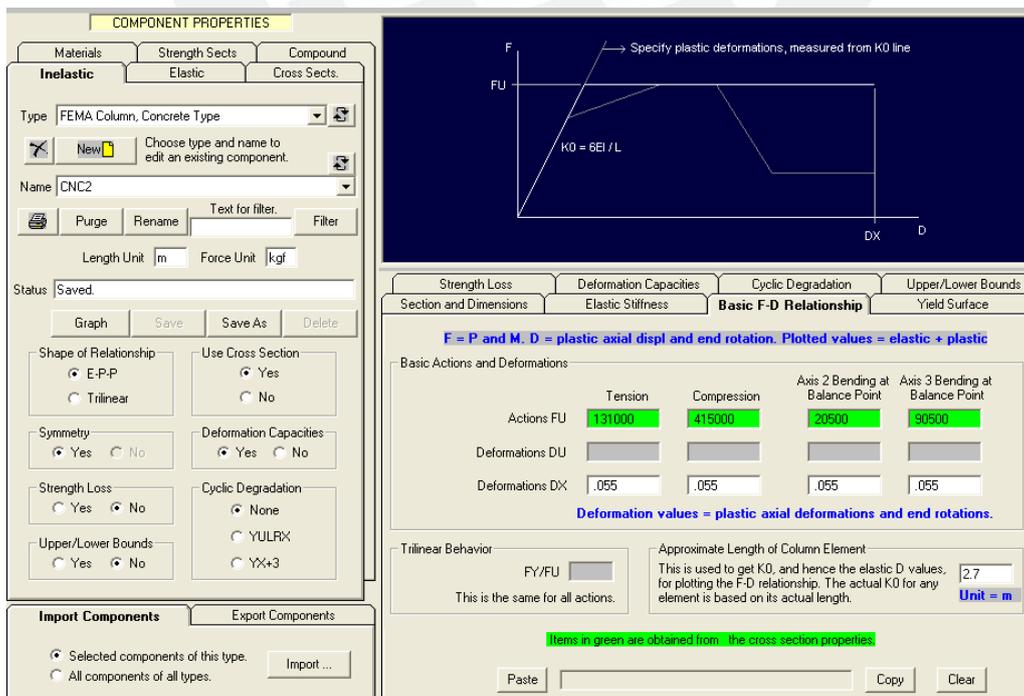


Figura B.4: Modelación de columnas en PERFORM 3D.

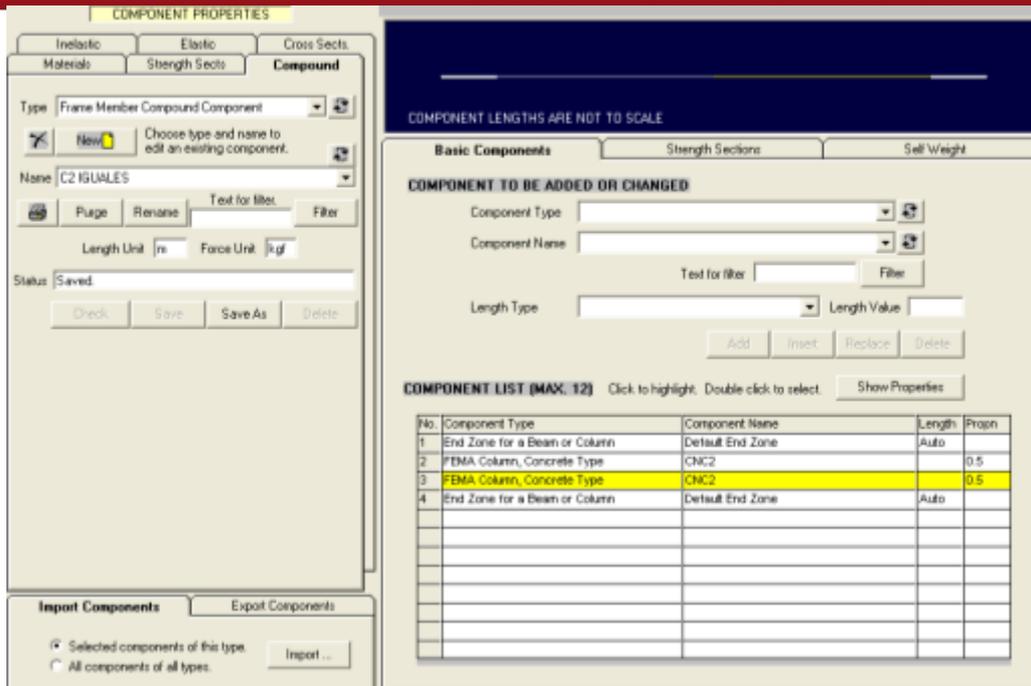


Figura B.5: Componente no lineal para elemento Columna en PERFORM 3D.

Anexo C: Modelación de muros en PERFORM 3D

Se mostrara el modelamiento del muro PL-01, primero se define una sección transversal del tipo “Shear Wall Inelastic Section “luego se debe dividir el muro en un numero de secciones con sus respectivas aéreas, centro de gravedad; área de acero mostrados en la Fig. C.1.

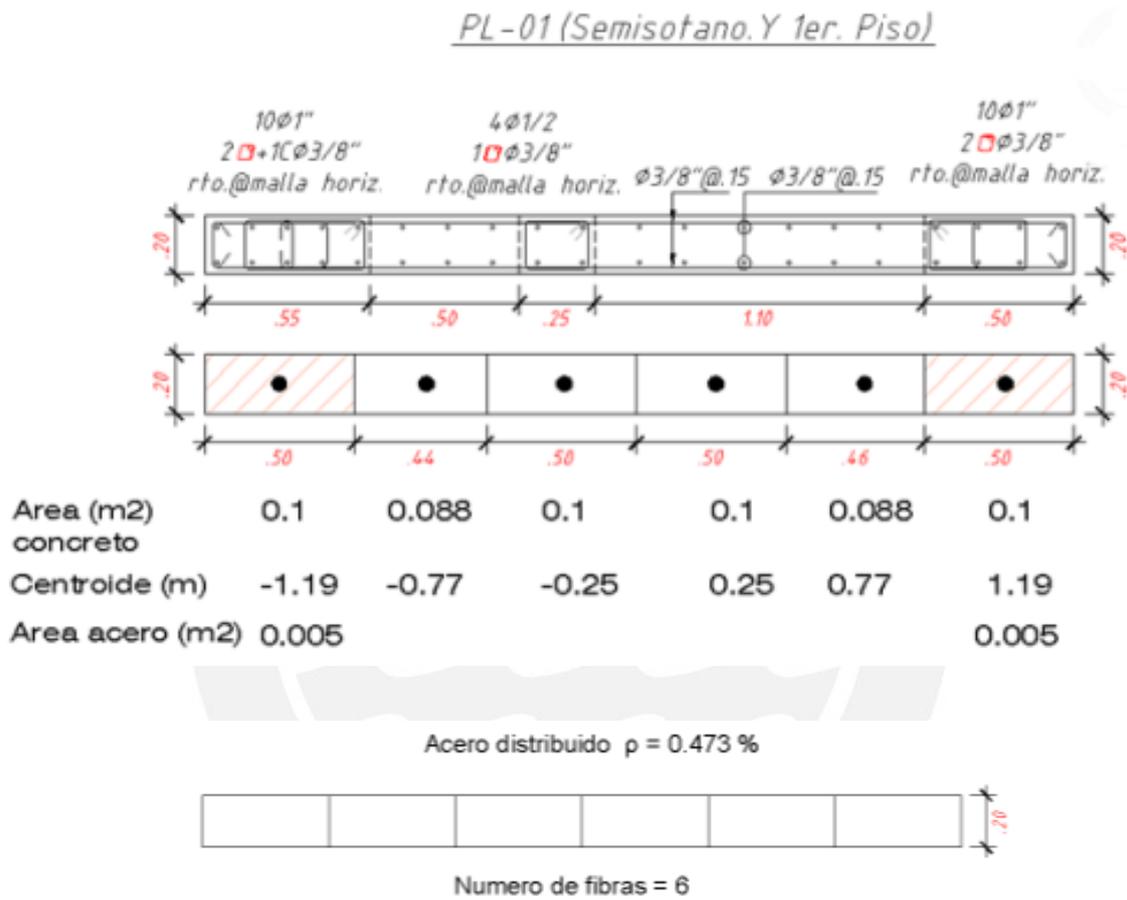


Figura C.1: Modelación y división de fibras en muros.

Los datos obtenidos en la Fig. C.1 son ingresados en elementos “Shear Wall Inelastic Sections” usando la opción “Fixed Size” para el concreto y acero de confinamiento Fig. C.2 y la opción “Auto Size” para el acero distribuido Fig. C.3. En la definición de “Fixed Size” se debe considerar un valor de módulo de elasticidad de $0.25E_c$ en la opción “Out-Of-Plane” porque el muro tiene un comportamiento fuera de su plano (modelo tridimensionalmente).

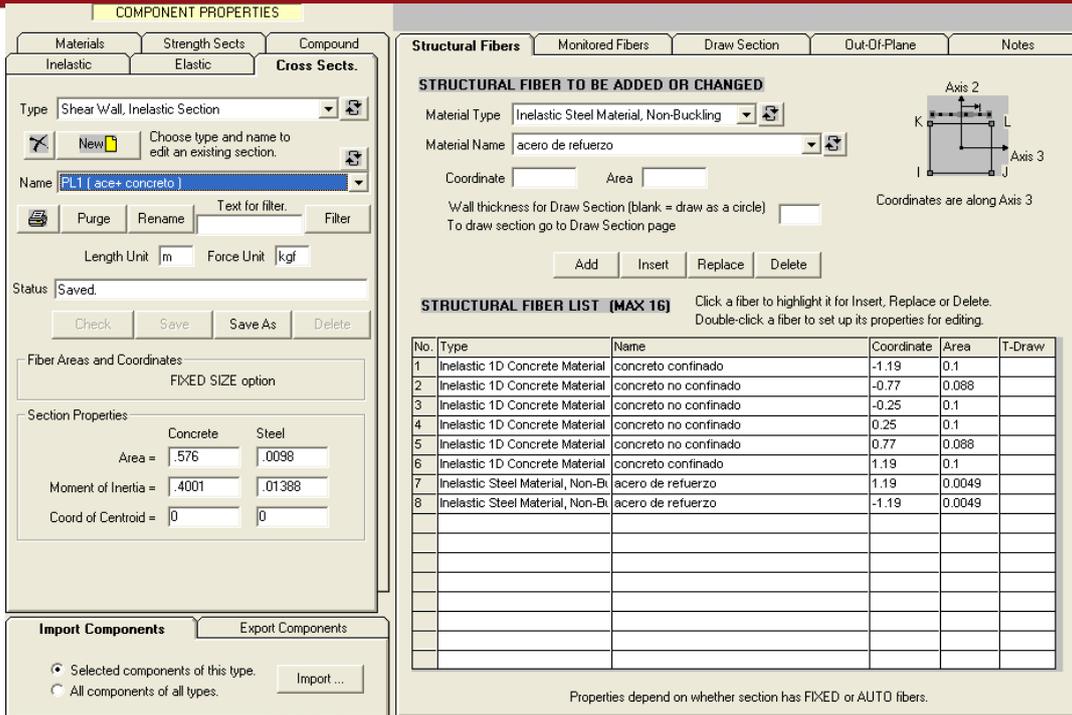


Figura C.2: Modelación con “Fixed Size”.

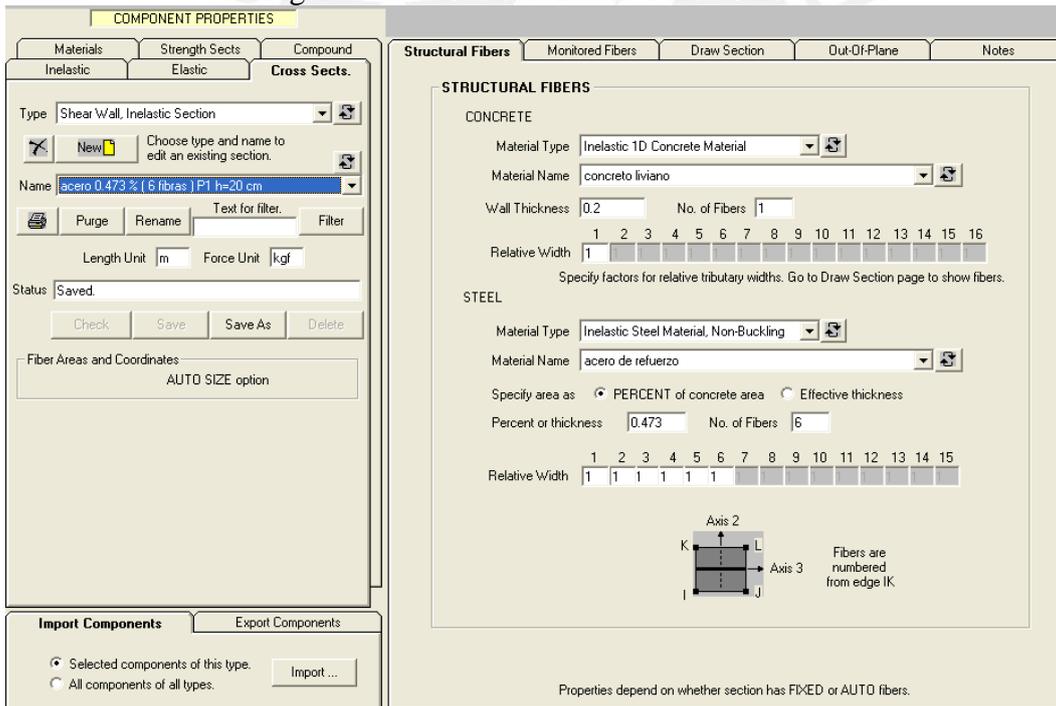


Figura C.3: Modelación con “Auto Size”.

El módulo de elasticidad para $f'_c = 21\text{Mpa}$ (210 kg-f/cm^2) es $E_c = 2173706500\text{ kg-f/m}^2$, el módulo de Poisson $\nu = 0.15$ y el módulo de corte está dada por la siguiente ecuación:

$$G_c = \frac{E_c}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

Donde $G_c = 945089783 \text{ kg-f/m}^2$, para modelar los muros se usa el módulo de corte efectivo (G_e) tomado como $G_e = 0.25G_c$ con un valor igual a $236272446 \text{ kg-f/m}^2$, esto se define como un material del tipo “Elástica Shear Material for Wall” llamado “corte elástico G=4” Fig. C.4.

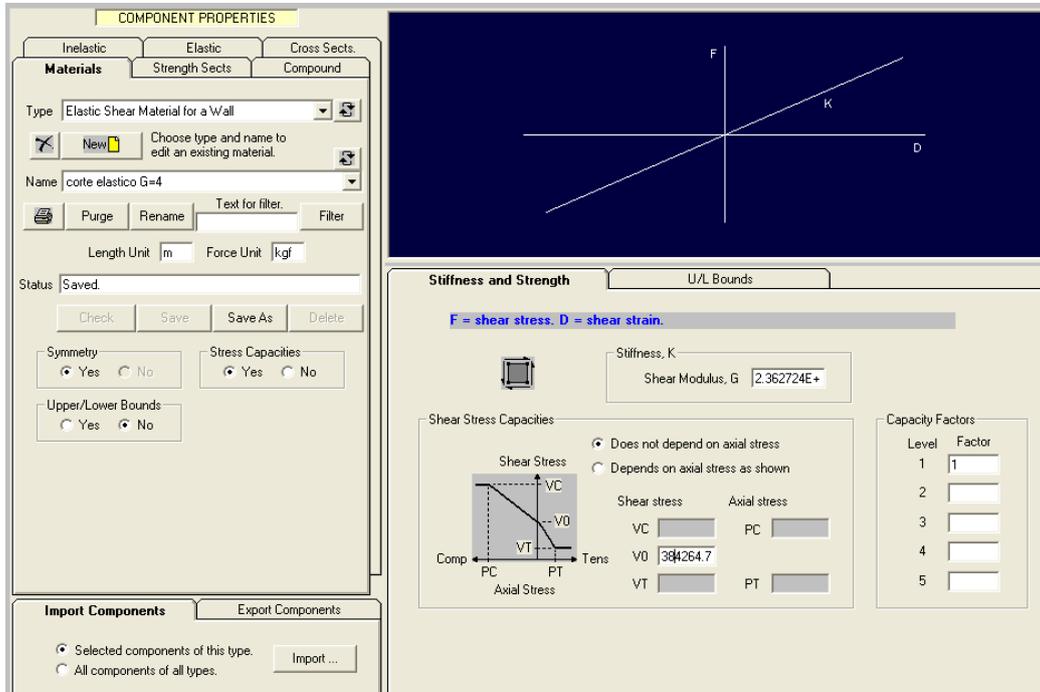


Figura C.4: Corte efectivo G_e .

Posteriormente las fibras se modelan como componentes denominados “Shear Wall Compound Component” donde intervienen las secciones definidas y el corte efectivo (G_e) Figs. C.5 y C.6.

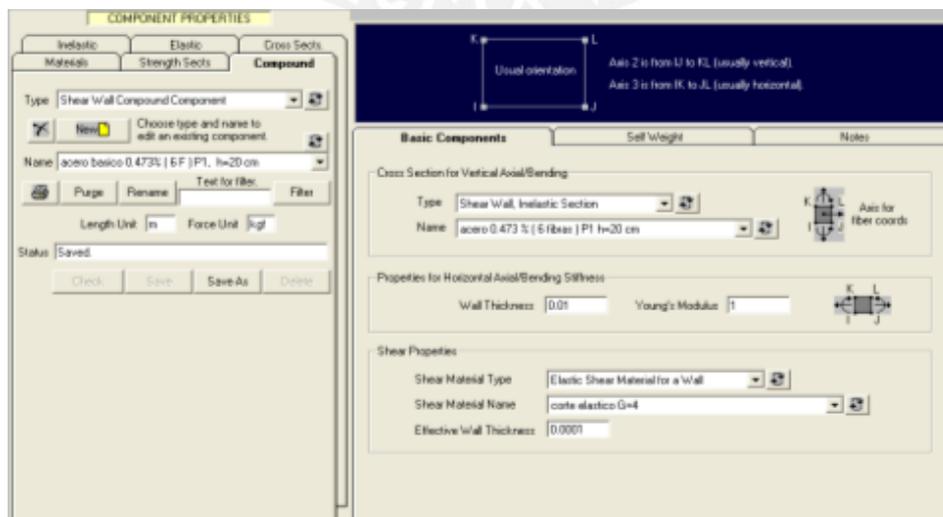


Figura C.5: Componente de muro para acero distribuido “Auto Size”.

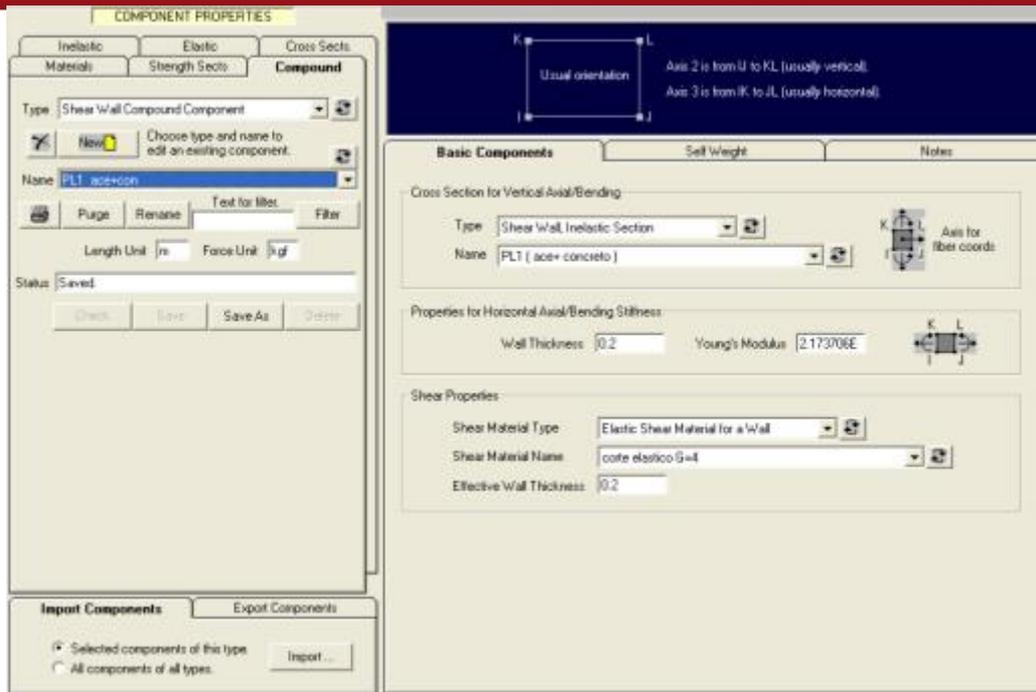


Figura C.6: Componente de muro “Fixed Size”.

Finalmente el muro PL-01 será modelado con los dos componentes (Fig. C.5 y Fig. C.6) que serán ubicados en el mismo lugar (componentes en paralelo) en el programa PERFORM 3D.

Anexo D: Calculo de esfuerzo de corte para muros.

P1		
lw	3.15 m	hw/lw
hw	13.5 m	4.29
α	0.53	
t	20 cm	
L	315 cm	
s	15 cm	
A Φ	0.71 cm ²	
Vs	125244 kg	
Vc	48386.707 kg	
esfuerzo	275604.30 kg/m²	

P4		
lw	5.65 m	hw/lw
hw	13.5 m	2.39
α	0.53	
t	15 cm	
L	565 cm	
s	20 cm	
A Φ	0.5 cm ²	
Vs	118650 kg	
Vc	65091.641 kg	
esfuerzo	216804.30 kg/m²	

P2		
lw	9.1 m	hw/lw
hw	13.5 m	1.5
α	0.795	
t	15 cm	
L	910 cm	
s	25 cm	
A Φ	0.5 cm ²	
Vs	152880 kg	
Vc	157256.798 kg	
esfuerzo	227206.45 kg/m²	

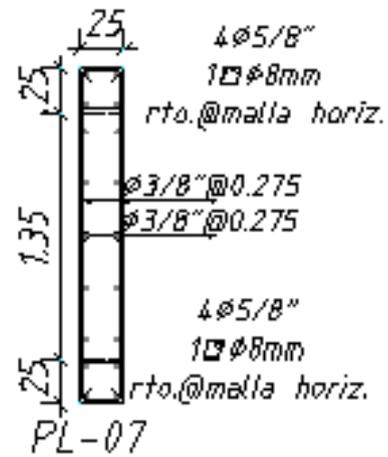
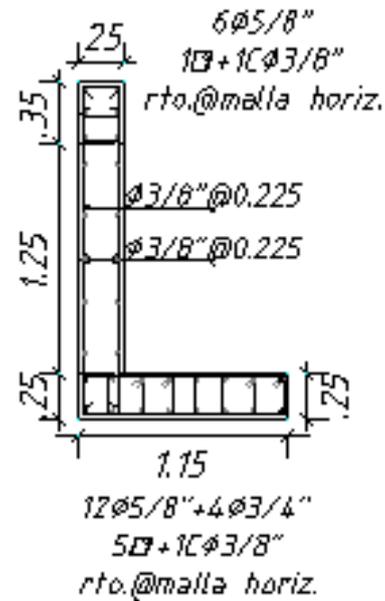
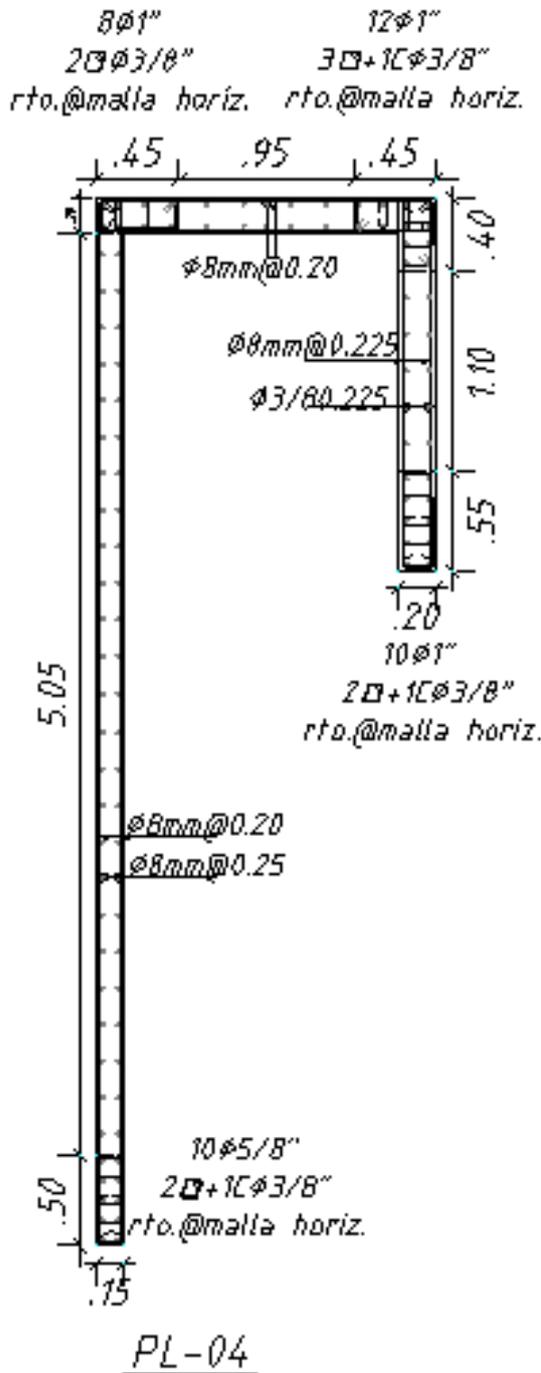
P4b		
lw	1.95 m	hw/lw
hw	13.5 m	6.92
α	0.53	
t	20 cm	
L	195 cm	
s	20 cm	
A Φ	0.71 cm ²	
Vs	57330 kg	
Vc	29953.676 kg	
esfuerzo	223804.30 kg/m²	

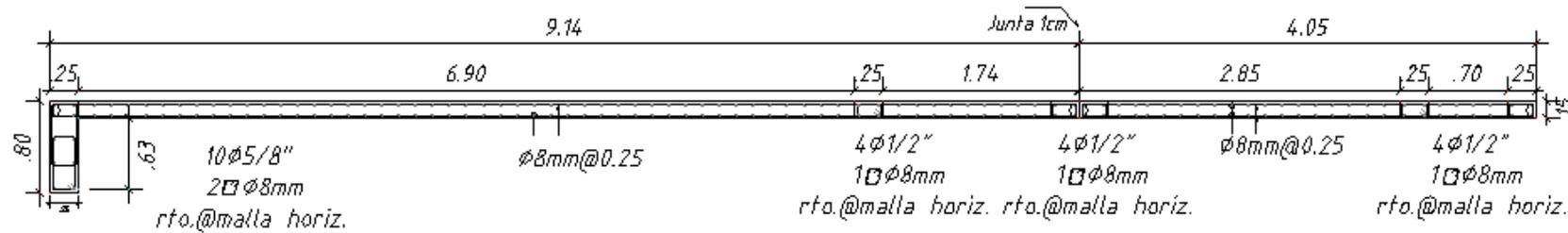
P3		
lw	4.69 m	hw/lw
hw	13.5 m	2.8785
α	0.53	
t	15 cm	
L	469 cm	
s	25 cm	
A Φ	0.5 cm ²	
Vs	78792 kg	
Vc	54031.823 kg	
esfuerzo	188804.30 kg/m²	

P5		
lw	9.1 m	hw/lw
hw	13.5 m	1.5
α	0.795	
t	15 cm	
L	910 cm	
s	25 cm	
A Φ	0.5 cm ²	
Vs	152880 kg	
Vc	157256.798 kg	
esfuerzo	227206.45 kg/m²	

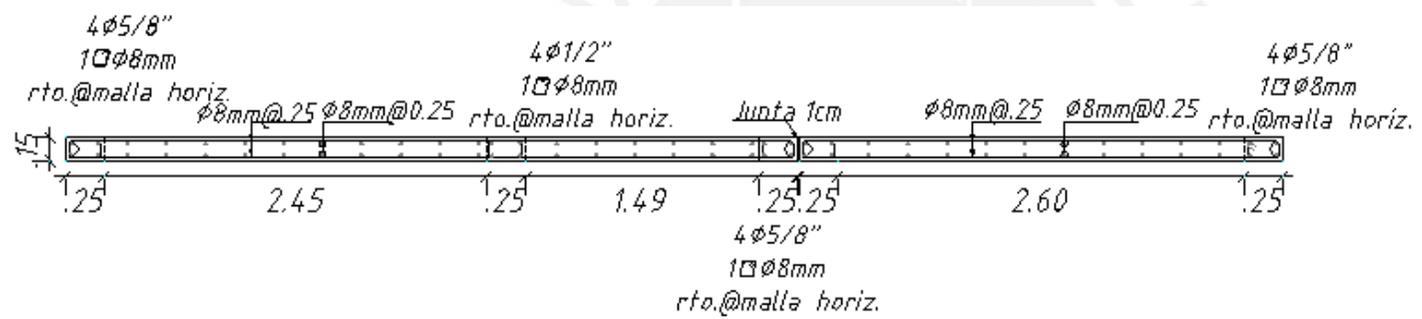
ANEXO E: Planos

Todas las dimensiones están en metros.

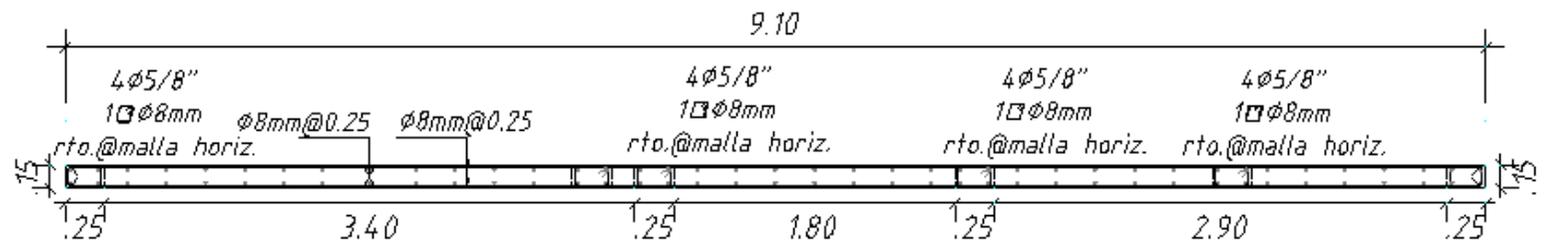




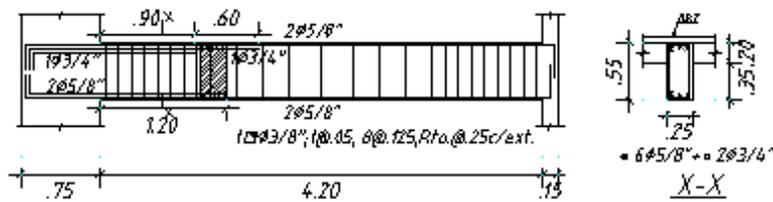
PL-02



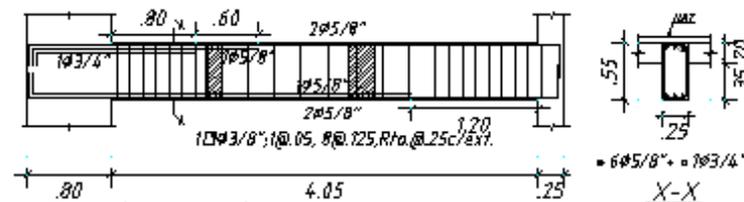
PL-03



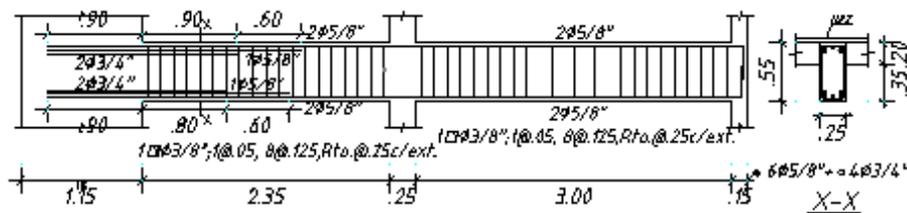
PL-05



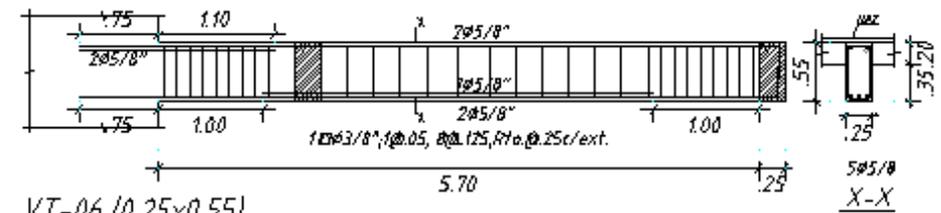
VT-03 (0.25x0.55)



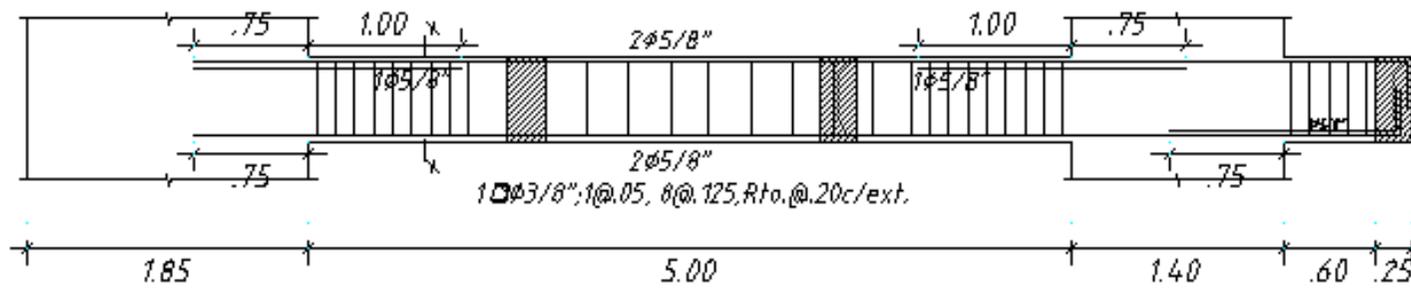
VT-04 (0.25x0.55)



VT-05 (0.25x0.55)



VT-06 (0.25x0.55)



VT-09 (0.25x0.55)

