



CONFERENCIA CIMENTACIONES EN EDIFICACIONES

ANTONIO BLANCO BLASCO

- LAS CIMENTACIONES SON ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE TIENEN COMO FUNCIÓN TRANSMITIR LAS CARGAS Y MOMENTOS DE UNA EDIFICACIÓN HACIA EL SUELO, DE TAL MANERA QUE LA PRESIÓN TRANSMITIDA SEA MENOR A LA QUE EL SUELO PUEDA RESISTIR.
- ESTO SIGNIFICA QUE DEBEMOS ENCONTRAR UN ÁREA EN PLANTA PARA TRANSMITIR UNA PRESIÓN ACEPTABLE PARA EL SUELO.

- CUANDO LOS ESTRATOS SUPERFICIALES DEL TERRENOS SON ADECUADOS, LAS CIMENTACIONES RECIBEN EL NOMBRE DE SUPERFICIALES. ESTO SIGNIFICA QUE EL FONDO DE CIMENTACIÓN ESTARÁ A UNA PROFUNDIDAD POR DEBAJO DEL NIVEL DEL PISO, RELATIVAMENTE PEQUEÑA.
- SE SUELE TRABAJAR CON PROFUNDIDADES DE 1, 1.5, 2, 3 m. DEPENDIENDO DEL NIVEL DEL ESTRATO RESISTENTE ELEGIDO.

- CUANDO LOS TERRENOS SUPERFICIALES SON MUY MALOS Y SE REQUIERE UNA PROFUNDIDAD IMPORTANTE, SE USA UNA ZAPATA SUPERFICIAL APOYADA SOBRE COLUMNAS ENTERRADAS, QUE RECIBEN EL NOMBRE DE PILOTES.
- LOS PILOTES PUEDEN SER DE CONCRETO, ACERO O MADERA Y DENTRO DE LOS PRIMEROS PUEDE TENERSE EL CASO DE CONCRETO ARMADO Y CONCRETO PRETENSADO. ESTAS CIMENTACIONES RECIBEN EL NOMBRE DE PROFUNDAS.



POR TANTO SE TIENEN DOS
GRANDES TIPOS DE
CIMENTACIONES

- *CIMENTACIONES SUPERFICIALES*
- *CIMENTACIONES PROFUNDAS*

CIMENTACIONES SUPERFICIALES

- Comúnmente usadas en la mayoría de edificaciones.
 - Zapatas aisladas
 - Zapatas conectadas
 - Zapatas combinadas
 - Cimientos corridos
- Losas o Plateas de cimentación

CIMENTACIONES PROFUNDAS

- Las más comunes son:
 - Zapatas aisladas
 - Zapatas combinadas
 - Zapatas conectadas

- CONOCIDAS LAS CARGAS Y MOMENTOS ACTUANTES EN LA BASE DE LA EDIFICACIÓN Y CONOCIDAS LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO (CAPACIDAD ADMISIBLE Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN) SE PROCEDE A OBTENER EL ÁREA DE LA ZAPATA, DE TAL MANERA QUE LA PRESIÓN QUE SE TRANSMITE SEA MENOR A LA QUE EL SUELO PUEDA RESISTIR

- SI NO HAY MOMENTO (SOLAMENTE CARGA VERTICAL) EL ÁREA DE LA ZAPATA SERÁ:

$$AREA=A=B \times L = \frac{P + P_p}{\sigma}$$

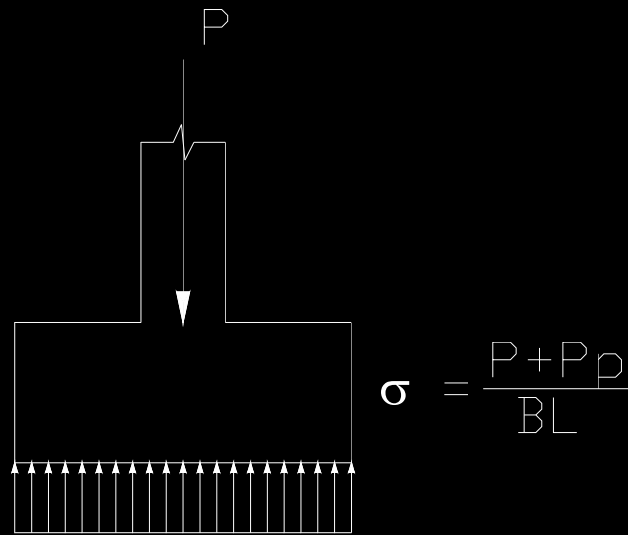
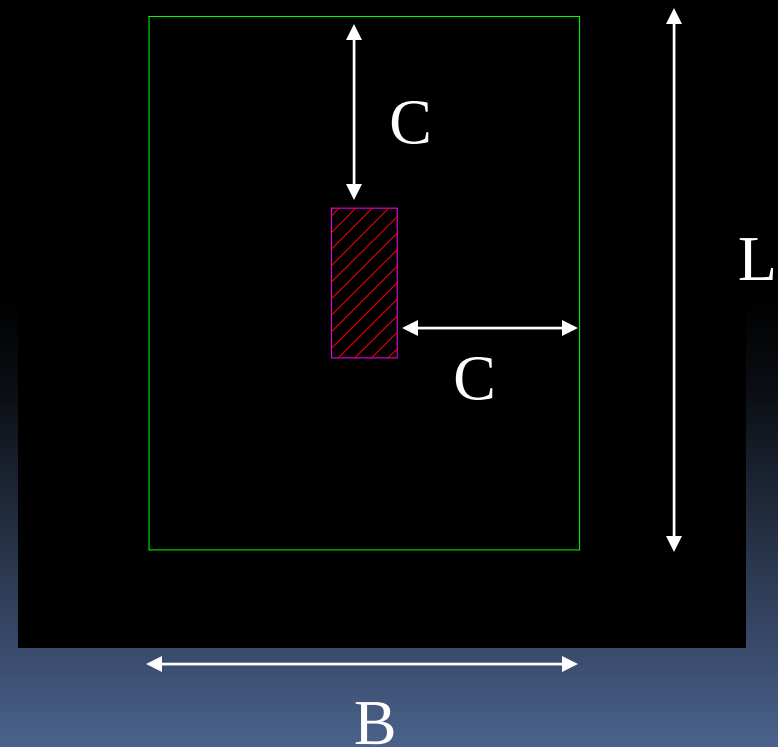
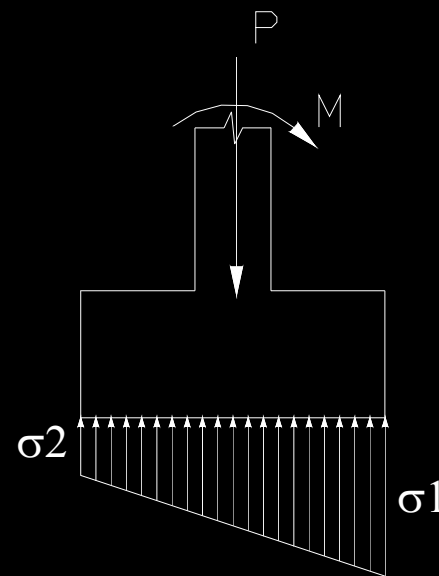


FIG.(1a)

- LA DIFERENCIA DE LOS LADOS L Y B DEBE SER IGUAL A LA DIFERENCIA DE LOS LADOS DE LA COLUMNA, DE TAL MANERA DE OBTENER ASÍ VOLADOS IGUALES EN LAS DOS DIRECCIONES.



- SI HAY CARGA Y MOMENTO ACTUANTES, LAS PRESIONES EN EL TERRENO SERÁN:



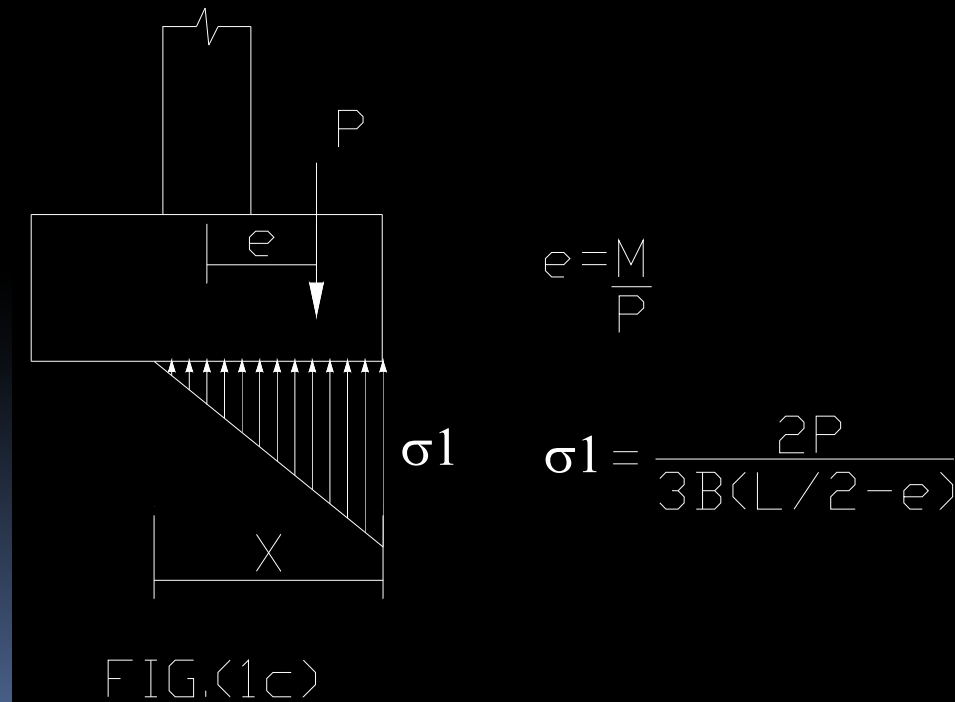
$$\sigma_1 = \frac{P}{A} + \frac{6M}{BL^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{A} - \frac{6M}{BL^2}$$

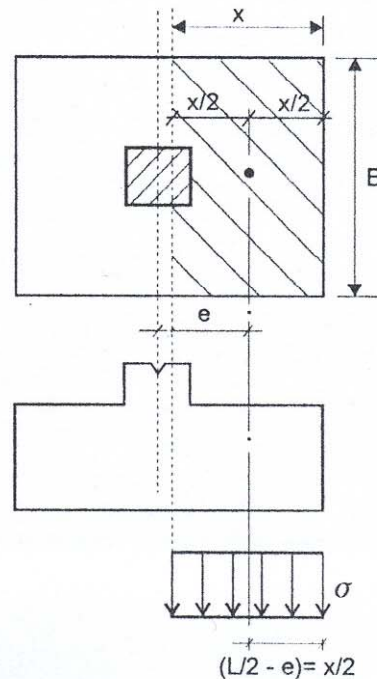
FIG.(1b)

- SI EL MOMENTO ES GRANDE EN RELACIÓN A LA CARGA, SE PUEDEN OBTENER TEÓRICAMENTE TRACCIONES EN σ_2 , LO CUAL FÍSICAMENTE ES IMPOSIBLE, PORQUE NO HAY NADA QUE UNA AL SUELO CON LA ZAPATA.
- EN ESTOS CASOS, LO QUE DEBE HACERSE ES TRABAJAR CON UN DIAGRAMA DE PRESIONES QUE SOLO TENGA COMPRESIONES (DIAGRAMA TRIANGULAR).

- SE UBICA LA RESULTANTE DE LAS CARGAS Y MOMENTO ACTUANTES Y SE HACE COINCIDIR ESTE PUNTO CON EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL TRIÁNGULO, OBTENIÉNDOSE:



- ALGUNOS AUTORES CONSIDERAN QUE SE PUEDE TRABAJAR CON UNA REDISTRIBUCIÓN DE LAS PRESIONES Y ASUMEN UNA DISTRIBUCIÓN RECTANGULAR, HACIENDO COINCIDIR EL CENTRO DEL RECTÁNGULO DE PRESIONES CON EL CENTRO DE LA RESULTANTE.



$$\sigma(B)(x) = P$$

Como P debe coincidir con el centro de gravedad del área cargada se tiene:

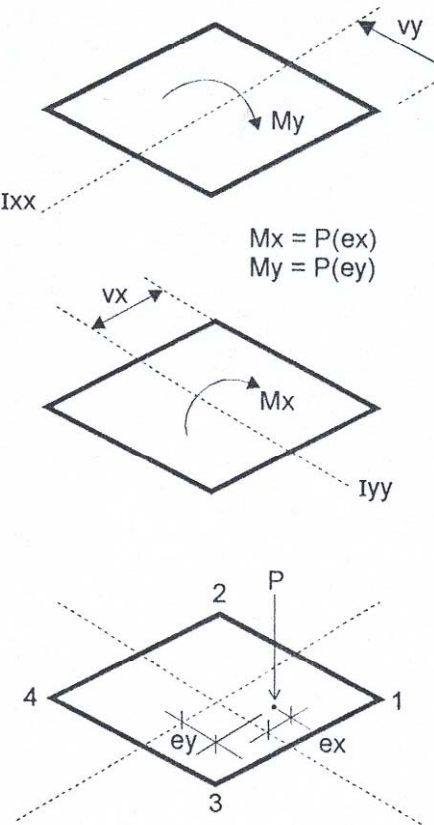
$$x = 2(L/2 - e)$$

de donde:

$$\sigma = \frac{P}{2B(L/2 - e)}$$

- SI EXISTEN MOMENTOS EN LAS DOS DIRECCIONES, ACTUANDO SIMULTÁNEAMENTE, SE OBTIENEN PRESIONES DIFERENTES EN LAS CUATRO ESQUINAS:

- 8 -



$M_x = P(e_x)$
 $M_y = P(e_y)$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M_x V_x}{I_{yy}} \pm \frac{M_y V_y}{I_{xx}}$$

$$\sigma_1 = \frac{P}{A} + \frac{M_x V_x}{I_{yy}} + \frac{M_y V_y}{I_{xx}}$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{A} + \frac{M_x V_x}{I_{yy}} - \frac{M_y V_y}{I_{xx}}$$

$$\sigma_3 = \frac{P}{A} - \frac{M_x V_x}{I_{yy}} + \frac{M_y V_y}{I_{xx}}$$

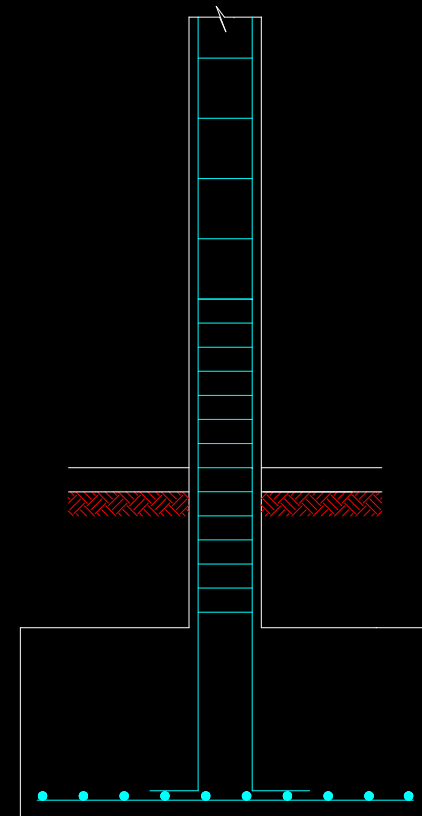
$$\sigma_4 = \frac{P}{A} - \frac{M_x V_x}{I_{yy}} - \frac{M_y V_y}{I_{xx}}$$

- ESTAS EXPRESIONES SON VÁLIDAS SIEMPRE Y CUANDO EN LAS CUATRO ESQUINAS DE LA ZAPATA SE OBTENGA COMPRESIONES.
- SI EN ALGUNA ESQUINA SE OBTUVIERA PRESIÓN NEGATIVA (QUE SIGNIFICARÍA TRACCIONES) SE DEBE REDISTRIBUIR LAS PRESIONES OBTENIENDO UNA LÍNEA DE ESFUERZOS NULOS (EJE NEUTRO).

- UNA VEZ OBTENIDA EL ÁREA Y LOS LADOS DE LA ZAPATA, SE PROCEDE AL DISEÑO EN CONCRETO ARMADO DE LA ZAPATA PROPIAMENTE DICHA.
- ESTO SIGNIFICA OBTENER LA ALTURA DE LA ZAPATA, PARA EVITAR LAS POSIBLES FALLAS POR PUNZONAMIENTO, CORTANTE Y FALTA DE ANCLAJE DE LOS FIERROS DE LA COLUMNA.

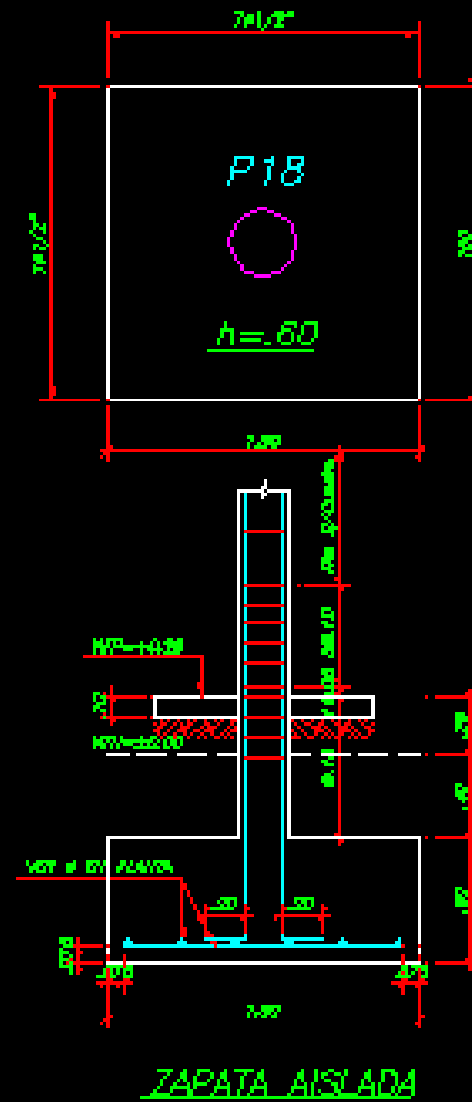
- UNA VEZ OBTENIDO EL PERALTE, SE PROCEDE A DISEÑAR POR FLEXIÓN, LO QUE SIGNIFICA CALCULAR EL FIERRO REQUERIDO.
- COMO EL RECUBRIMIENTO DEL FIERRO ES 7.5 cm, SE TRABAJA CON UN PERALTE EFECTIVO

$$d = H - 10 \text{ cm}$$



DETALLE DE ZAPATA

ZAPATA AISLADA

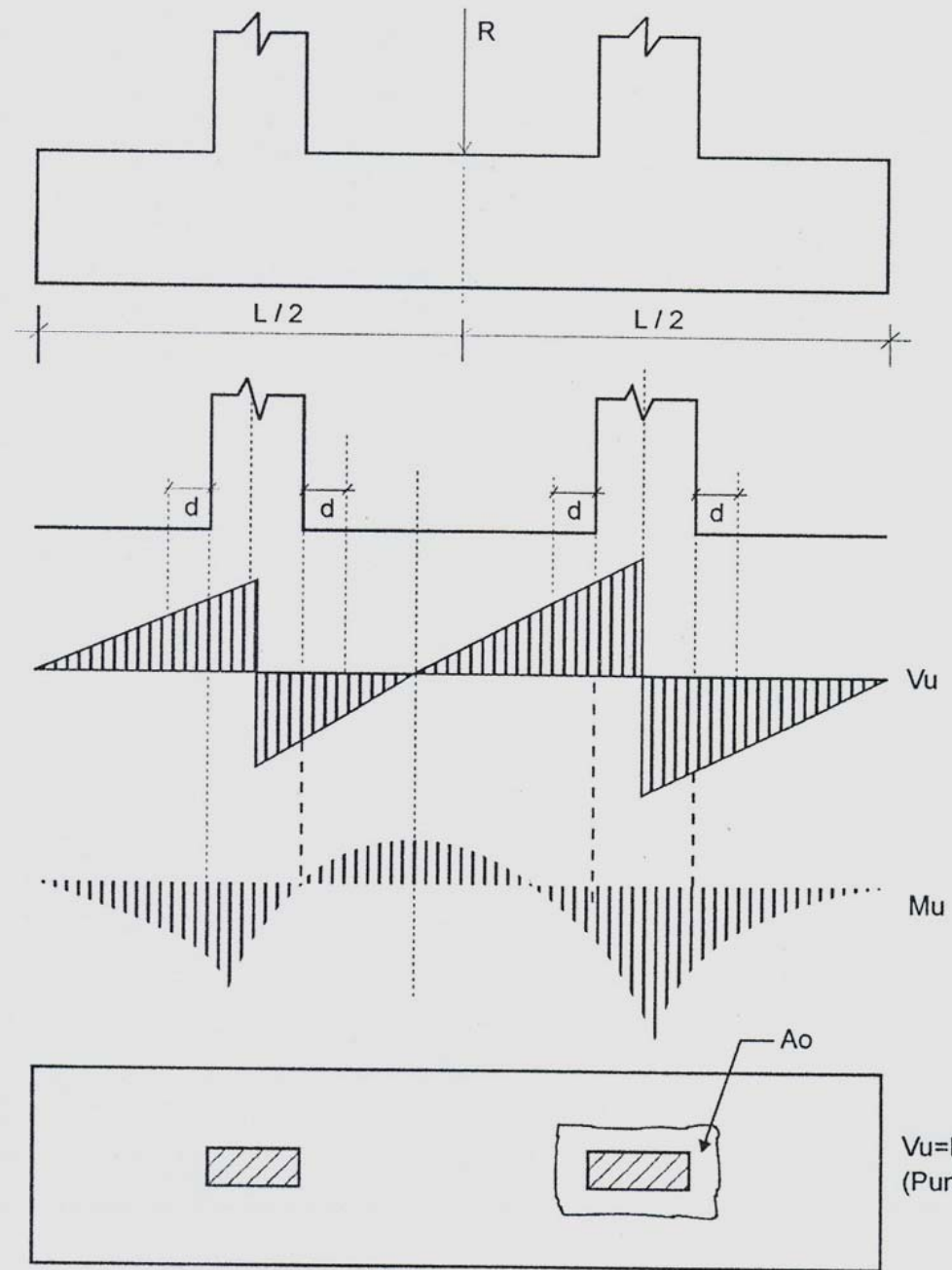


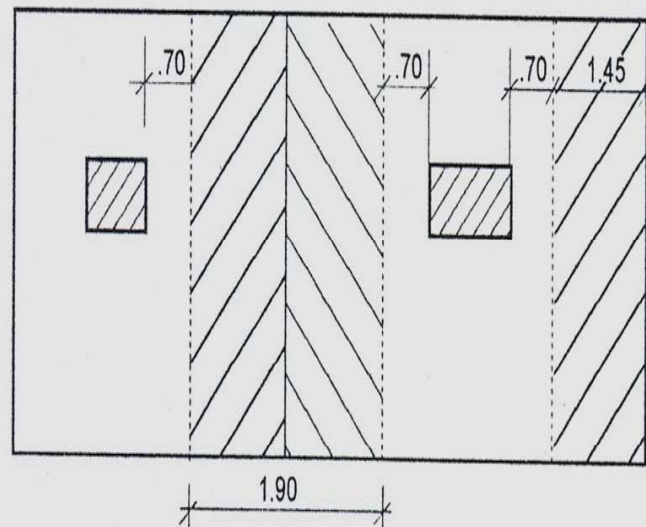
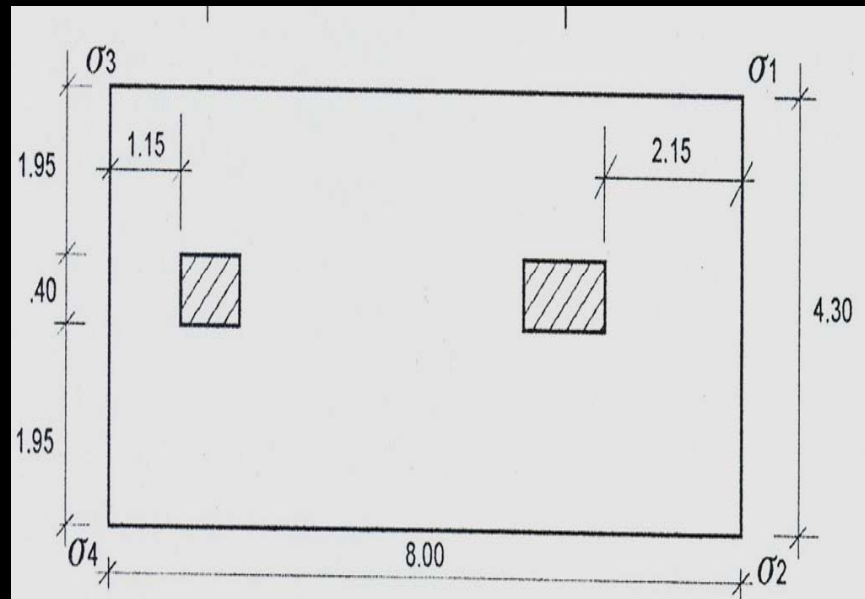
ZAPATAS COMBINADAS

- Cuando dos columnas son cercanas y/o las zapatas aisladas que se quisieron diseñar se superponen, se recurre a considerar una sola zapata para las dos columnas, recibiendo ésta el nombre de “Zapata Combinada”.
- Si se tuvieran mas de dos columnas dispuestas en una dirección y se debe considerar una sola zapata para toda la fila de columnas, también se tendría una zapata combinada.

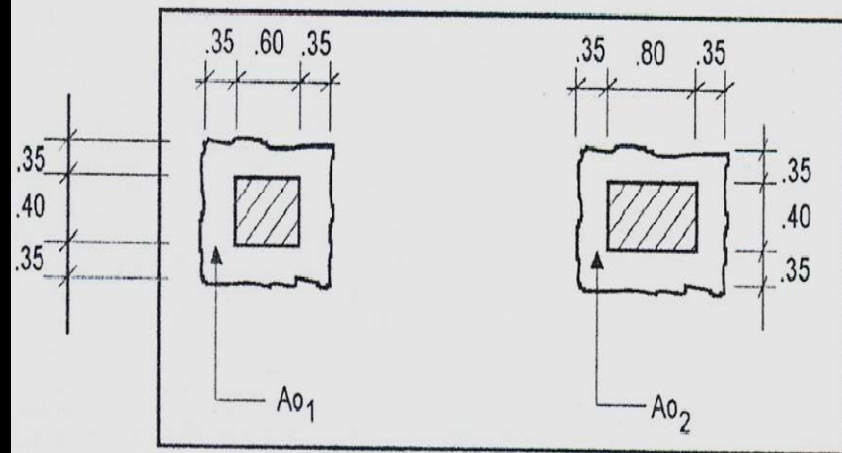
ZAPATAS COMBINADAS

- El comportamiento de la zapata combinada es similar al de una viga apoyada en dos o mas columnas, con dos volados en los extremos y que recibe una presión uniformemente distribuida o variable. La zapata debe ser rígida, para poder considerar que la presión es uniforme o que varía en forma lineal (trapezio o triángulo).

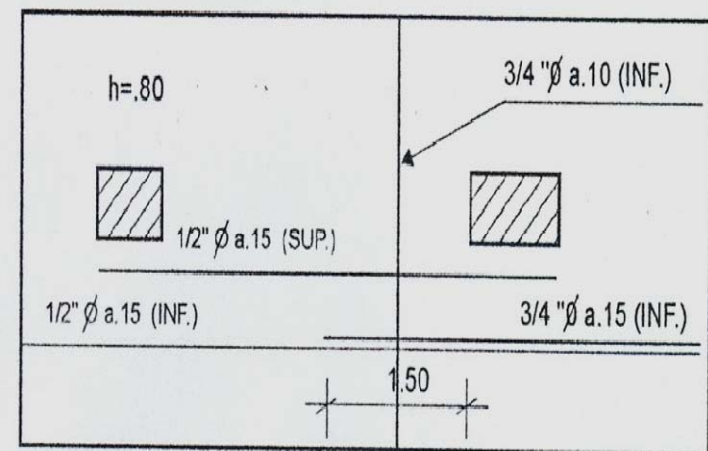




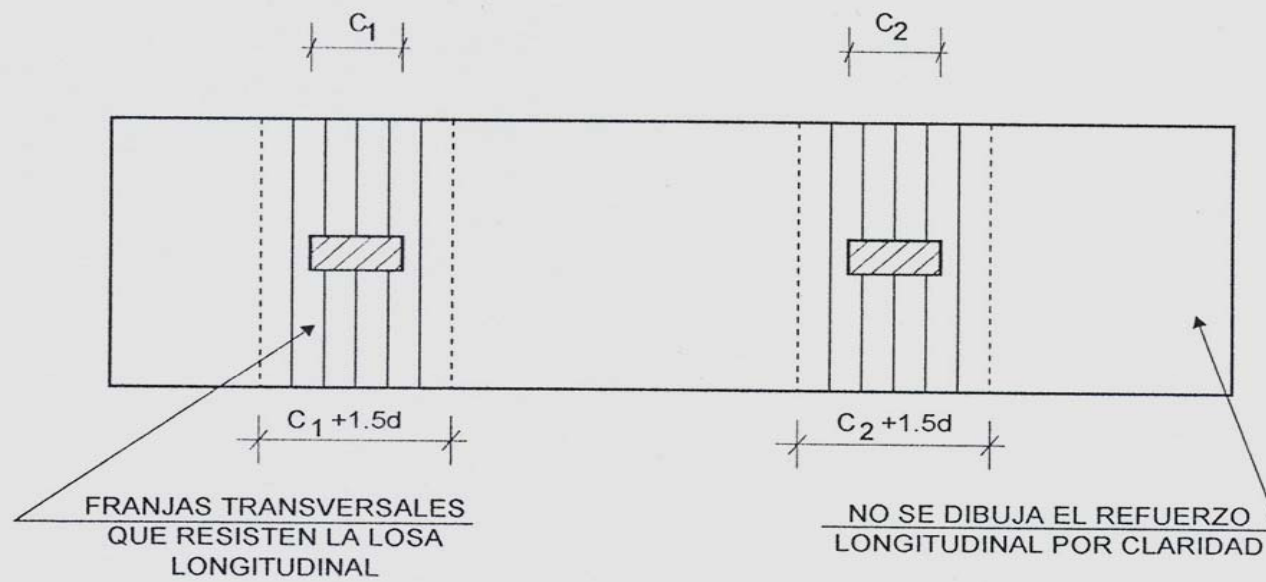
CORTANTE



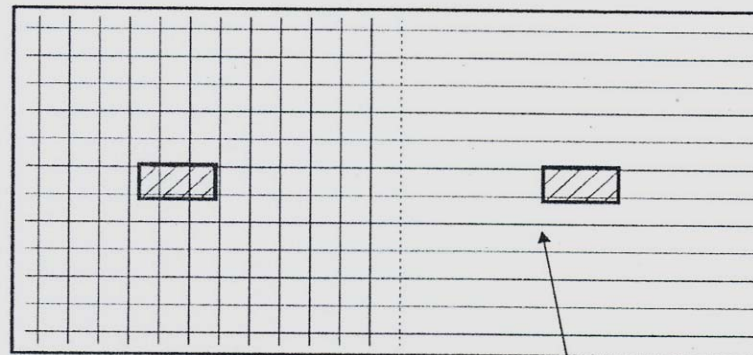
PUNZONAMIENTO



FLEXION



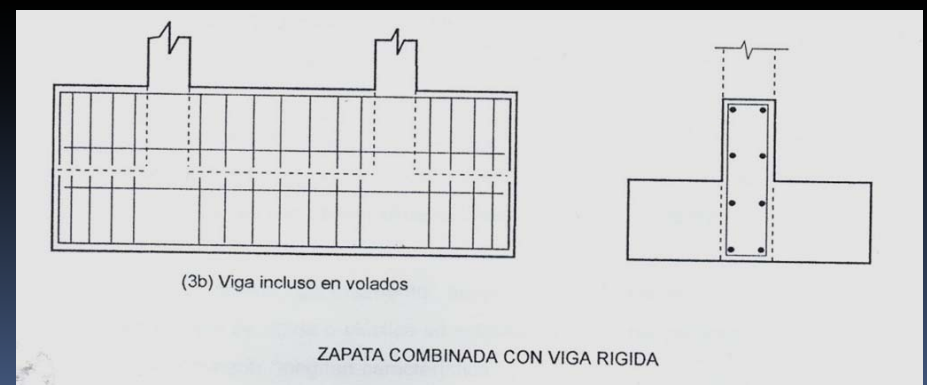
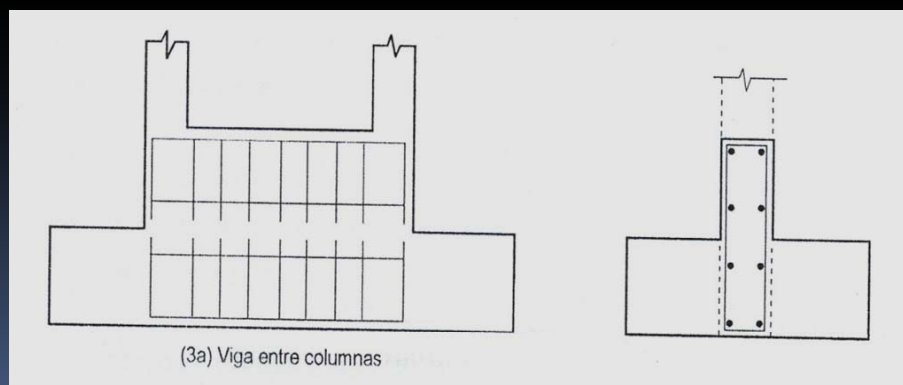
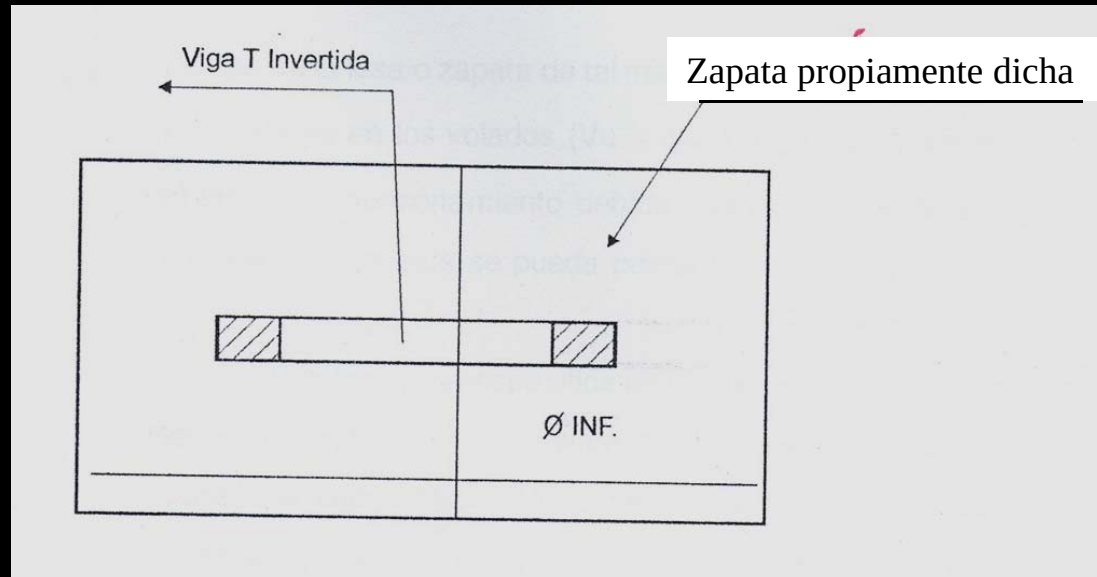
ZAPATA COMBINADA ALARGADA

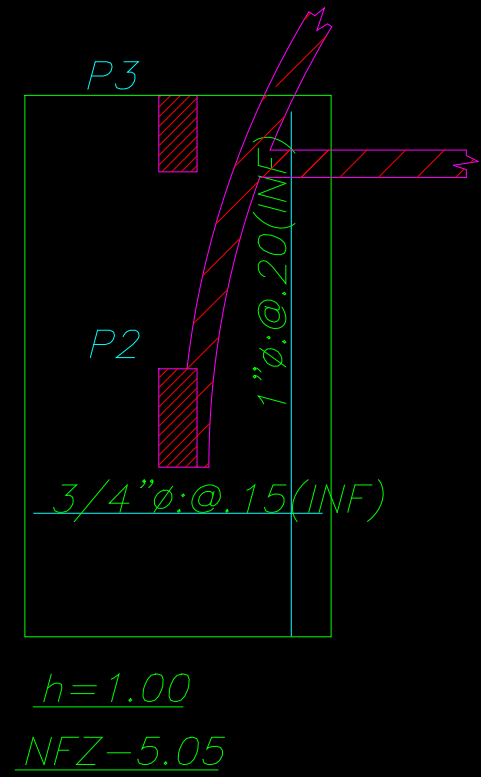
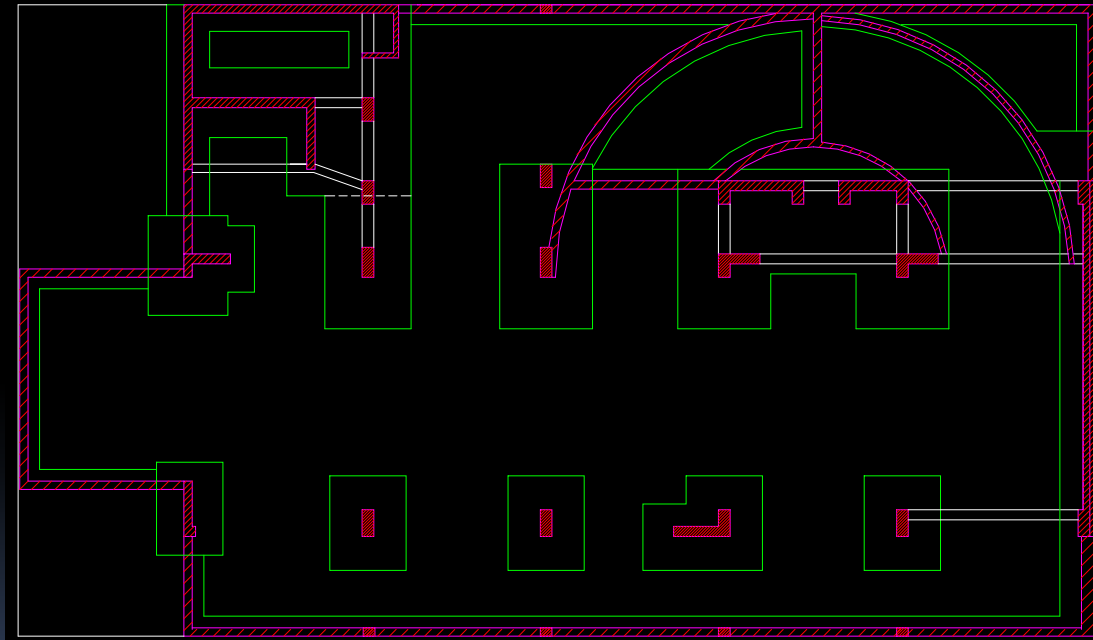


ZAPATA COMBINADA NORMAL

ZAPATAS COMBINADAS CON VIGA RÍGIDA

- Algunos diseñadores usan zapatas combinadas que incluyen una viga rígida uniendo las columnas.
- Esta viga cambia el comportamiento de la zapata, pues ahora se comporta como una losa que se apoya en la viga y vuela hacia los dos lados de la viga.
- En la dirección longitudinal algunos prolongan la viga hasta los volados.





ZAPATAS CONECTADAS

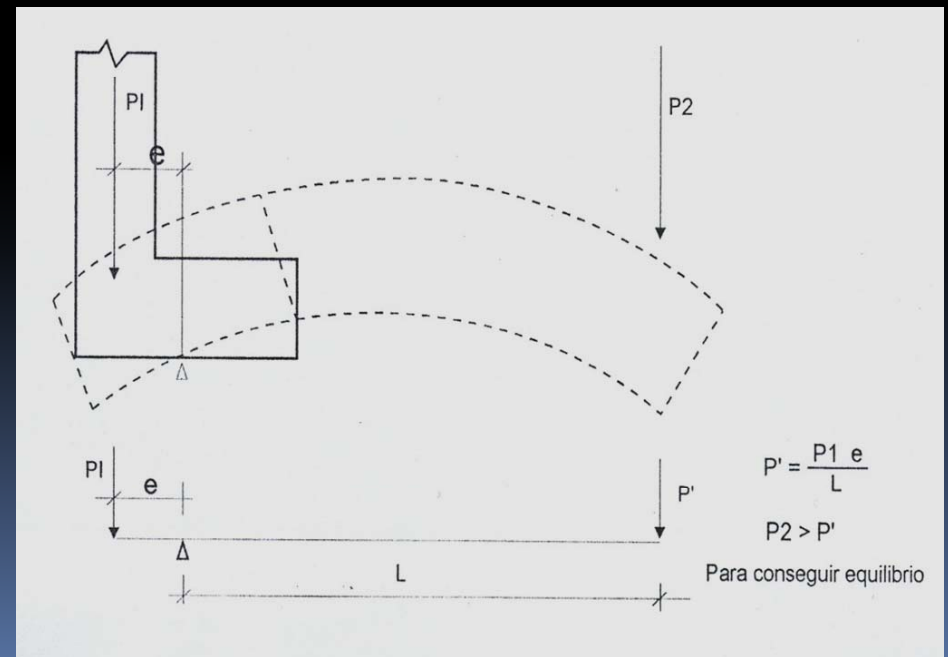
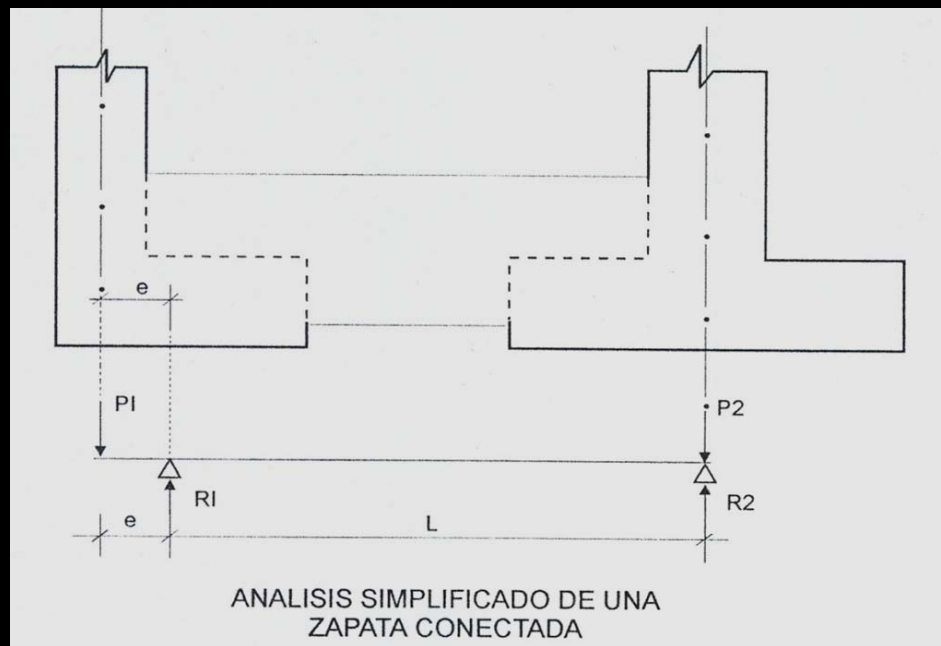
- Cuando una columna está ubicada en un límite de propiedad requiere de una zapata excéntrica; ésta, bajo las hipótesis del análisis clásico, tiene presiones muy elevadas en la zona cercana a la cara externa, producto de la distribución triangular de presiones que se produce al considerar la excentricidad de la carga actuante.
- Con el fin de contrarrestar el efecto de la carga excéntrica se recurre a unir esta zapata con otra interior mediante una viga rígida, recibiendo el conjunto el nombre de ZAPATAS CONECTADAS.

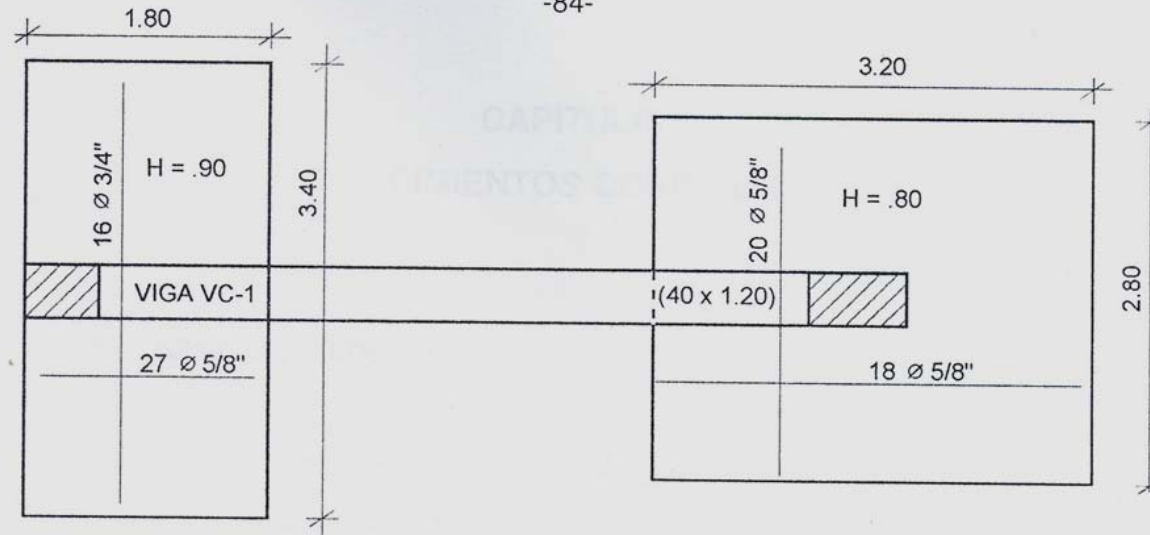
ZAPATAS CONECTADAS

- Otra posible solución al problema es considerar una zapata combinada que una la columna exterior con la interior.
- La función de la viga que conecta la zapata exterior excéntrica y la zapata interior, es tomar el momento resistente en la zapata exterior impidiendo el giro de ésta, de tal modo de poder considerar una distribución uniforme en las presiones del terreno.

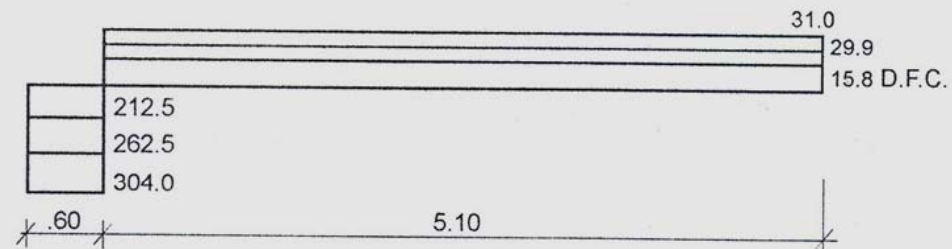
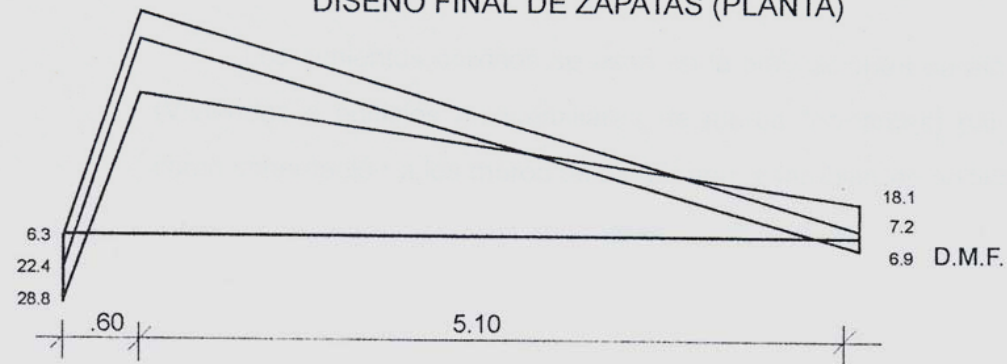
ZAPATAS CONECTADAS

- La viga que conecta la zapata exterior con una interior toma el momento generado por la excentricidad de la carga existente en la zapata exterior.
- De esta forma la zapata exterior transmite al suelo una presión uniforme, producida solamente por la resultante de carga actuante, sin excentricidad.
- El sistema formado por ambas zapatas y la viga, es equivalente al de un “subi-baja”, donde es importante que la columna interior tenga una carga mayor a la que la viga produce en sentido contrario (Al tener que tomar el momento de la zapata exterior), de tal modo que el sistema se mantenga en equilibrio.





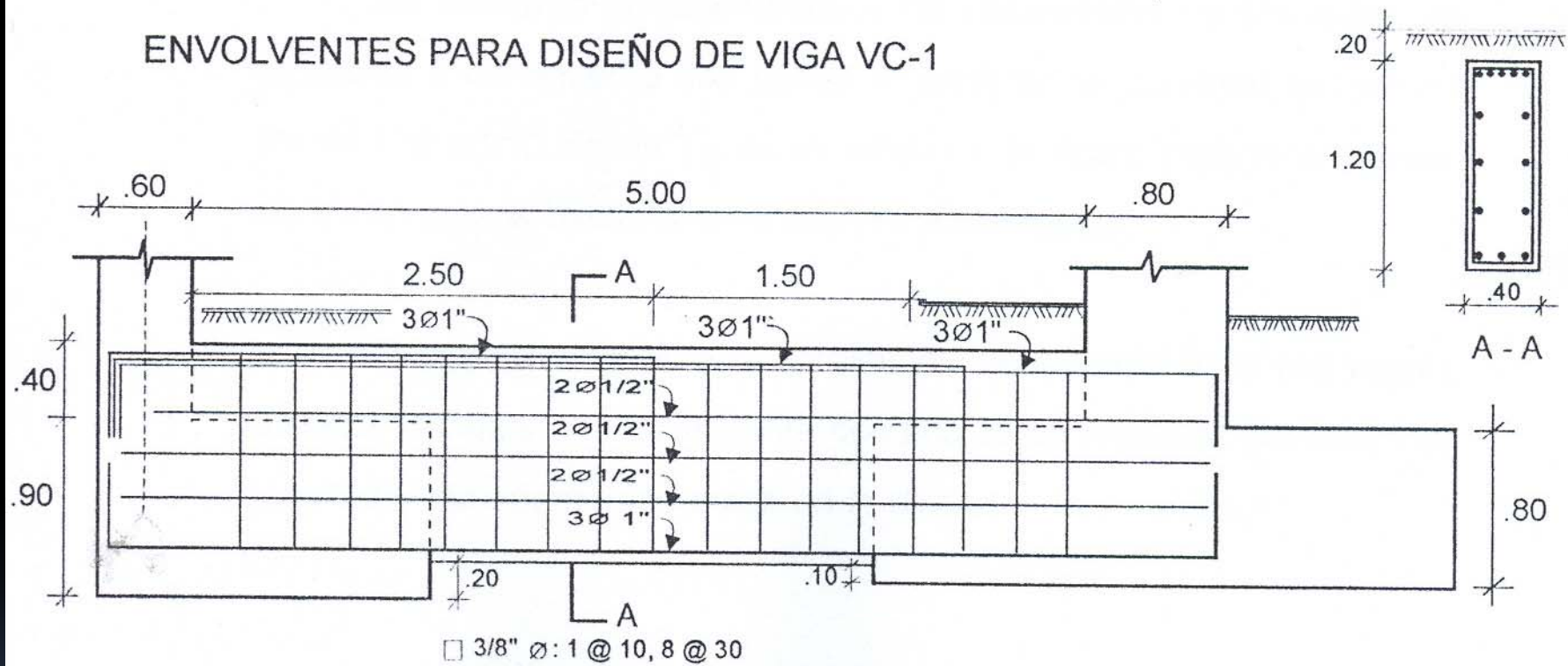
DISEÑO FINAL DE ZAPATAS (PLANTA)



ENVOLVENTES PARA DISEÑO DE VIGA VC-1



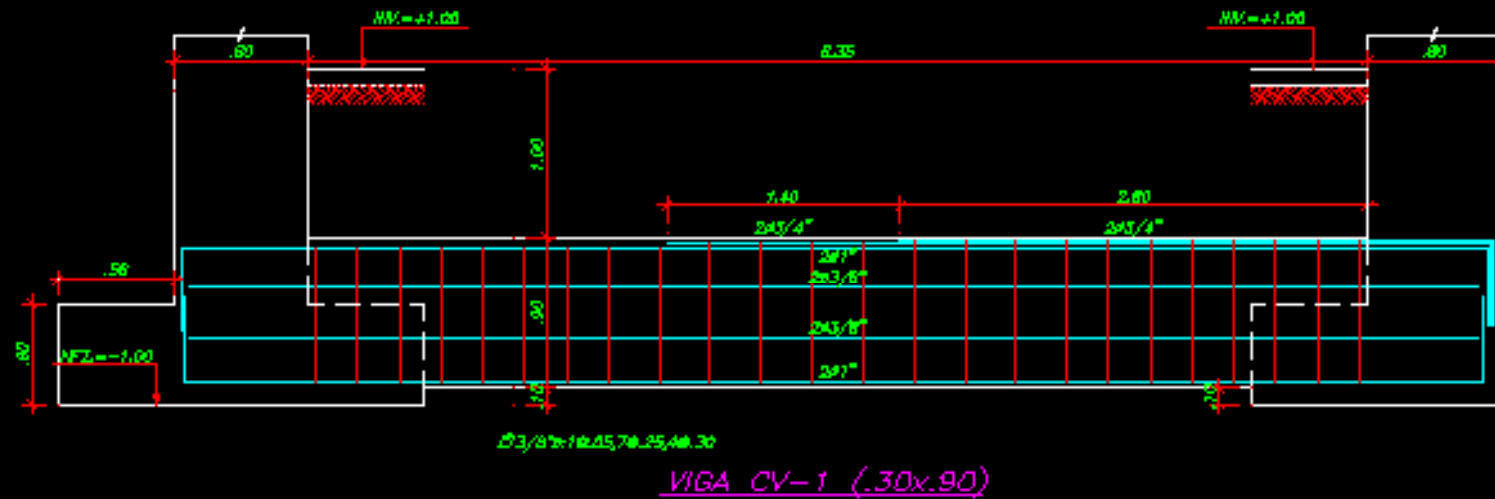
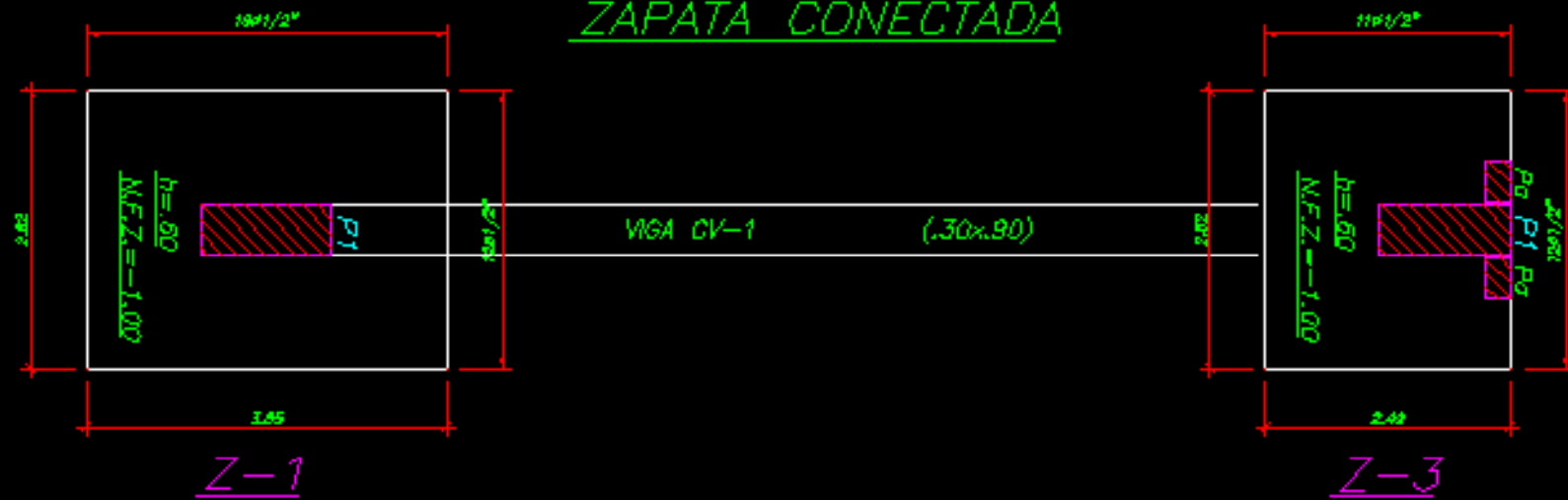
ENVOLVENTES PARA DISEÑO DE VIGA VC-1

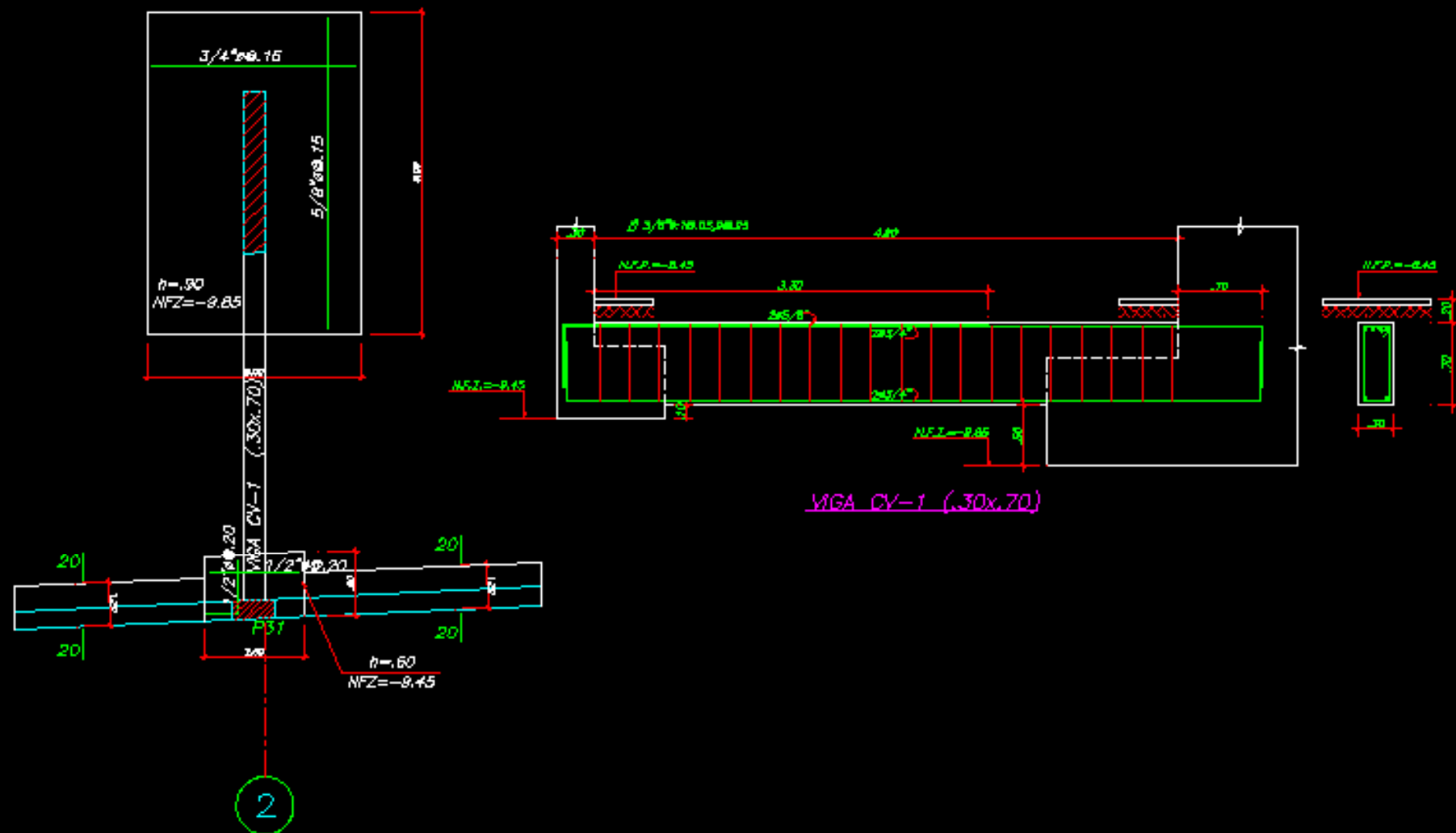


DISEÑO FINAL DE VIGA DE CONEXION VC-1

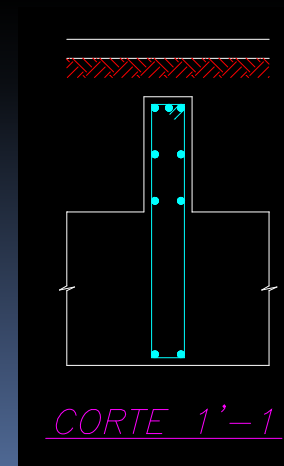
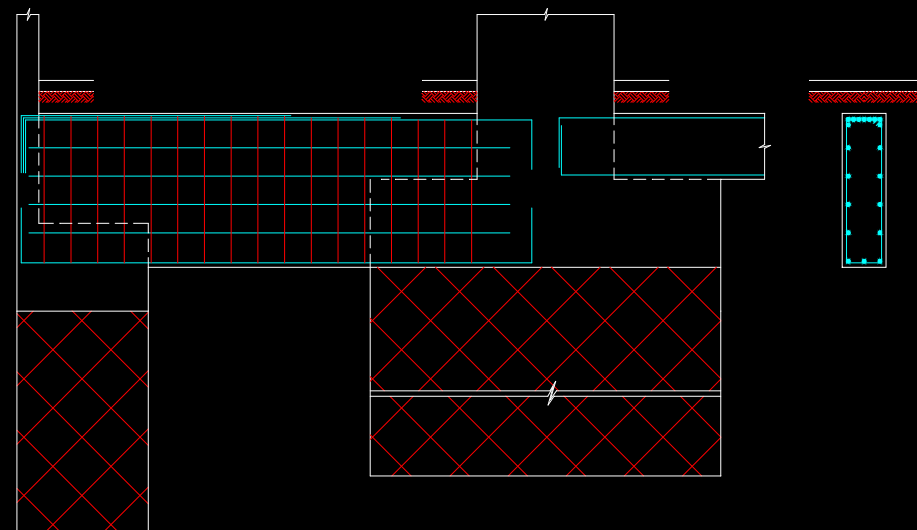
FIGURA 25

ZAPATA CONECTADA





ZAPATA CONECTADA



CIMIENTO CORRIDO

- Se denomina cimiento corrido a la cimentación superficial vaciada en forma continua para recibir un muro, generalmente de albañilería.
- Los cimientos corridos se usan en las edificaciones de albañilería (viviendas o edificios multifamiliares de muros “portantes”) para servir como cimentación a los muros de albañilería, y también en edificaciones de concreto armado para recibir a tabiques de albañilería y/o muros de concreto.

CIMIENTO CORRIDO

- Dado que generalmente tienen un ancho reducido (debido a la pequeña carga transmitida), las necesidades por cortante y/o flexión son mínimas, lo cual motiva que se hagan de un concreto de baja resistencia y sin refuerzo de acero (Concreto Ciclópeo).
- Sin embargo la denominación de cimentación corrida debe ser extensiva a un cimiento que pueda requerir de un concreto estructural (f'_c de 175 o 210 kg/cm²) y un refuerzo de acero importante, según su ancho crezca hasta tener volados considerables.

CIMIENTO CORRIDO

- El dimensionamiento de un cimiento será similar al de una zapata aislada, trabajándose usualmente con una carga repartida por metro de longitud y con momentos nulos en la dirección transversal.
- Dado que el terreno de cimentación generalmente se encuentra a una profundidad de 1m, es usual considerar cimientos de 60 cm de altura, y sobrecimientos de 50 o 40 cm ubicados por encima del cimiento. Los sobrecimientos se continúan 10 o 20 cm sobre el nivel del piso terminado con el fin de proteger al ladrillo del muro del contacto directo con el terreno.

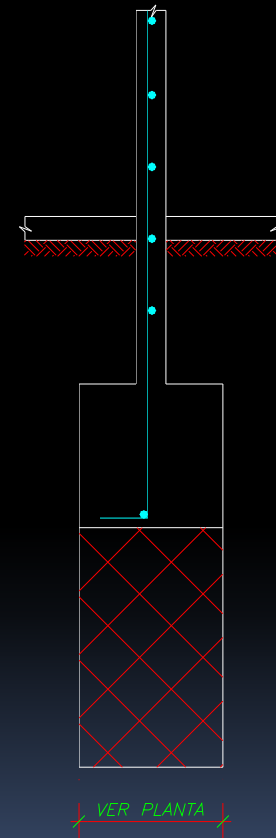
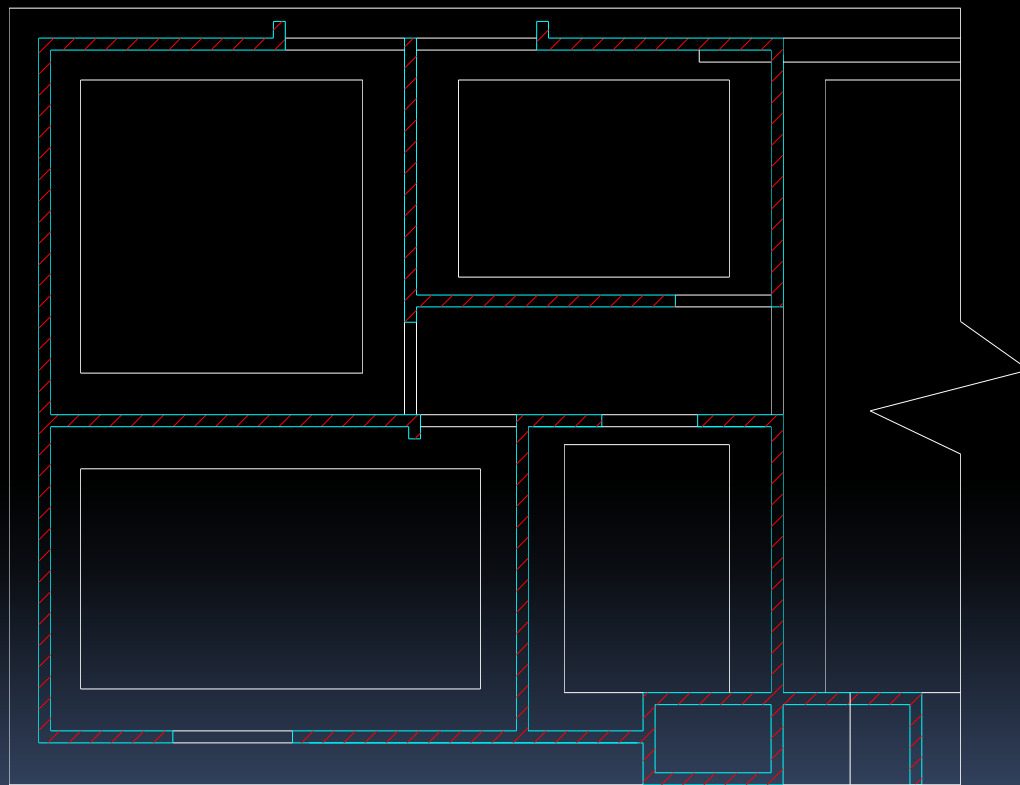
CIMIENTO CORRIDO

- Se pueden tener:
- Cimiento corrido con concreto ciclópeo, cuando los volados son iguales o menores a la mitad de la altura del cimiento.
- Cimiento corrido con concreto simple, cuando los volados tienen esfuerzos de tracción debido a la flexión ocasionados por la presión del suelo, que son menores a los que el concreto simple pueda resistir.
- Cimiento corrido con concreto armado, cuando los volados son importantes y se requiere fierro por flexión (como las zapatas).

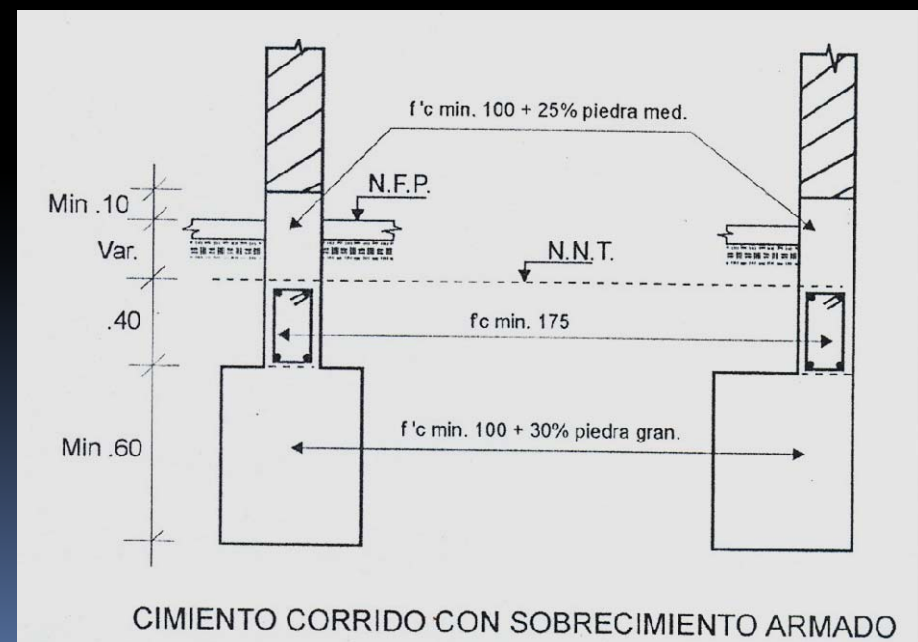
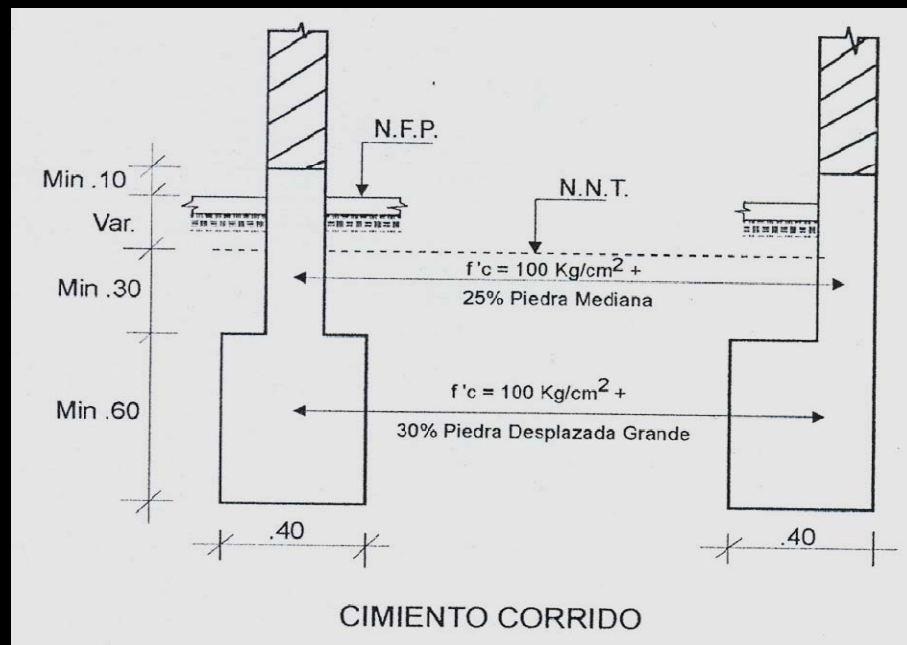
- 
- 
- 
- Los muros de ladrillo o de concreto tienen momentos de sismo que son importantes en su base, en la dirección longitudinal de los muros.
 - Debe verificarse que los cimientos puedan transmitir al suelo presiones menores a las resistentes del suelo, considerando la carga total actuante sobre un muro y el momento de sismo de ese muro.

- 
- 
- 
- Generalmente los anchos del cimiento predimensionados solamente con el efecto de carga vertical, son insuficientes, por lo que se recurre a considerar los cimientos transversales, de tal manera de tener ya no zapatas rectangulares, sino en forma de H o C.

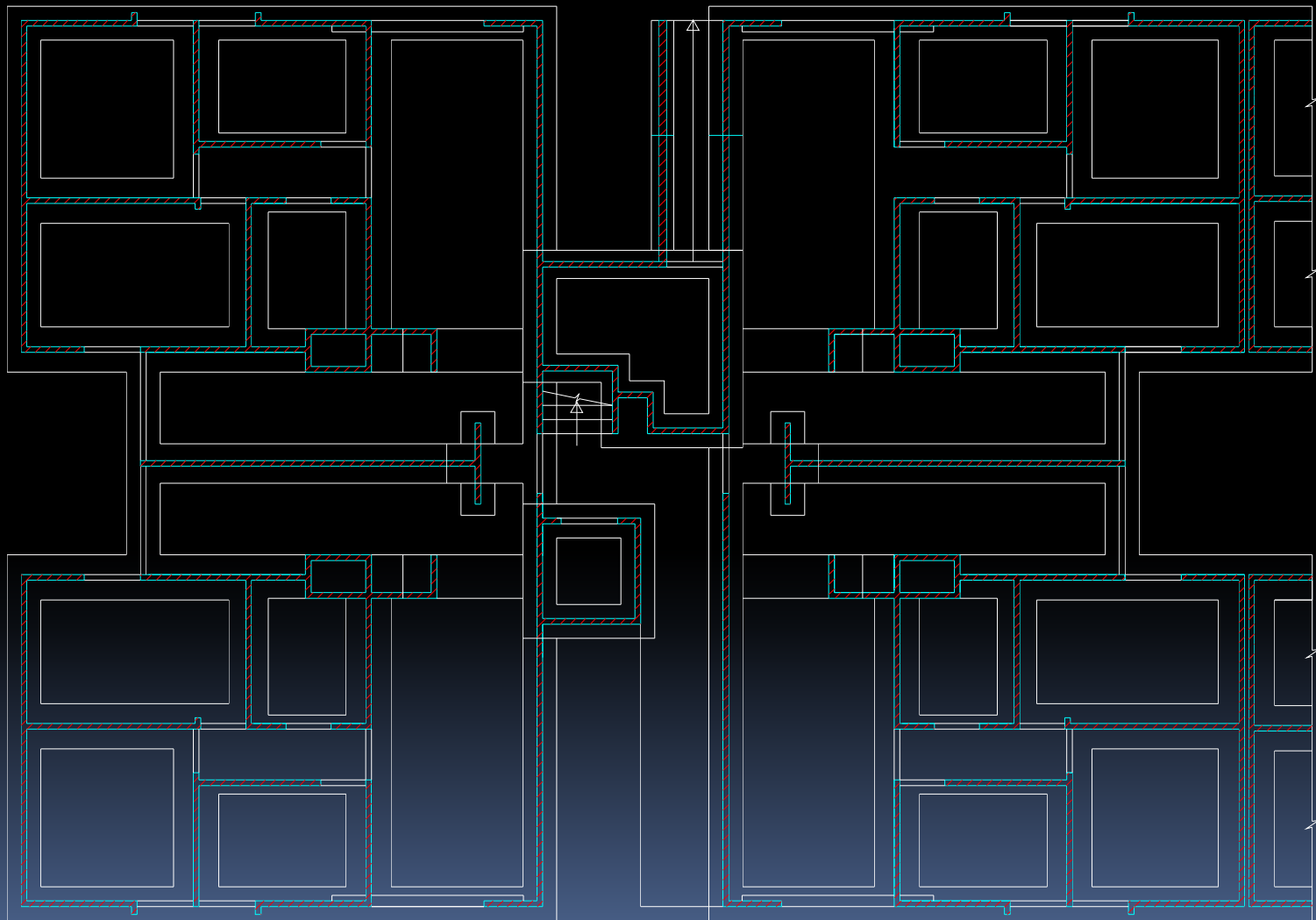
CIMIENTO CORRIDO



CIMIENTO TIPICO

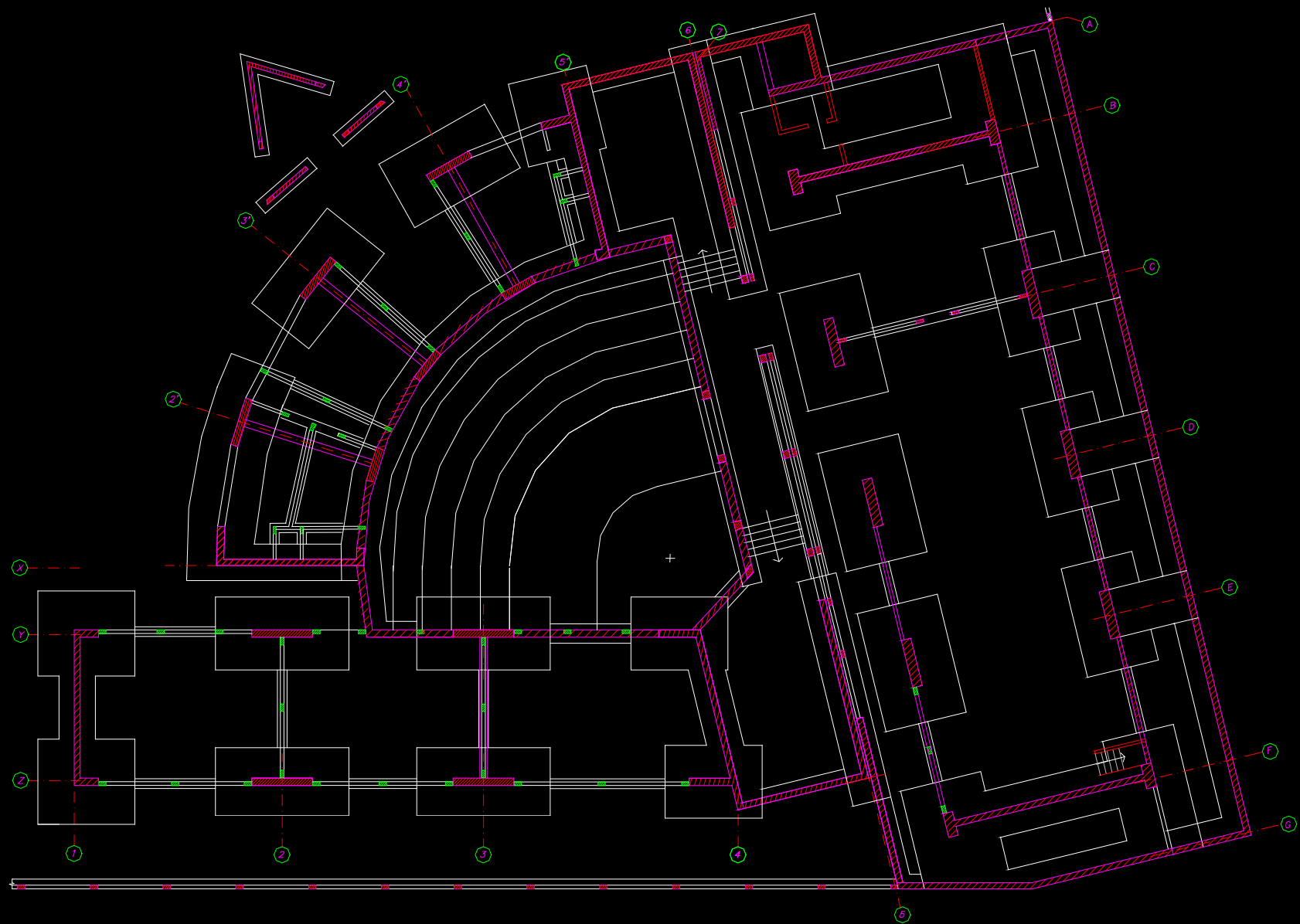


EDIFICIO CRUCETA

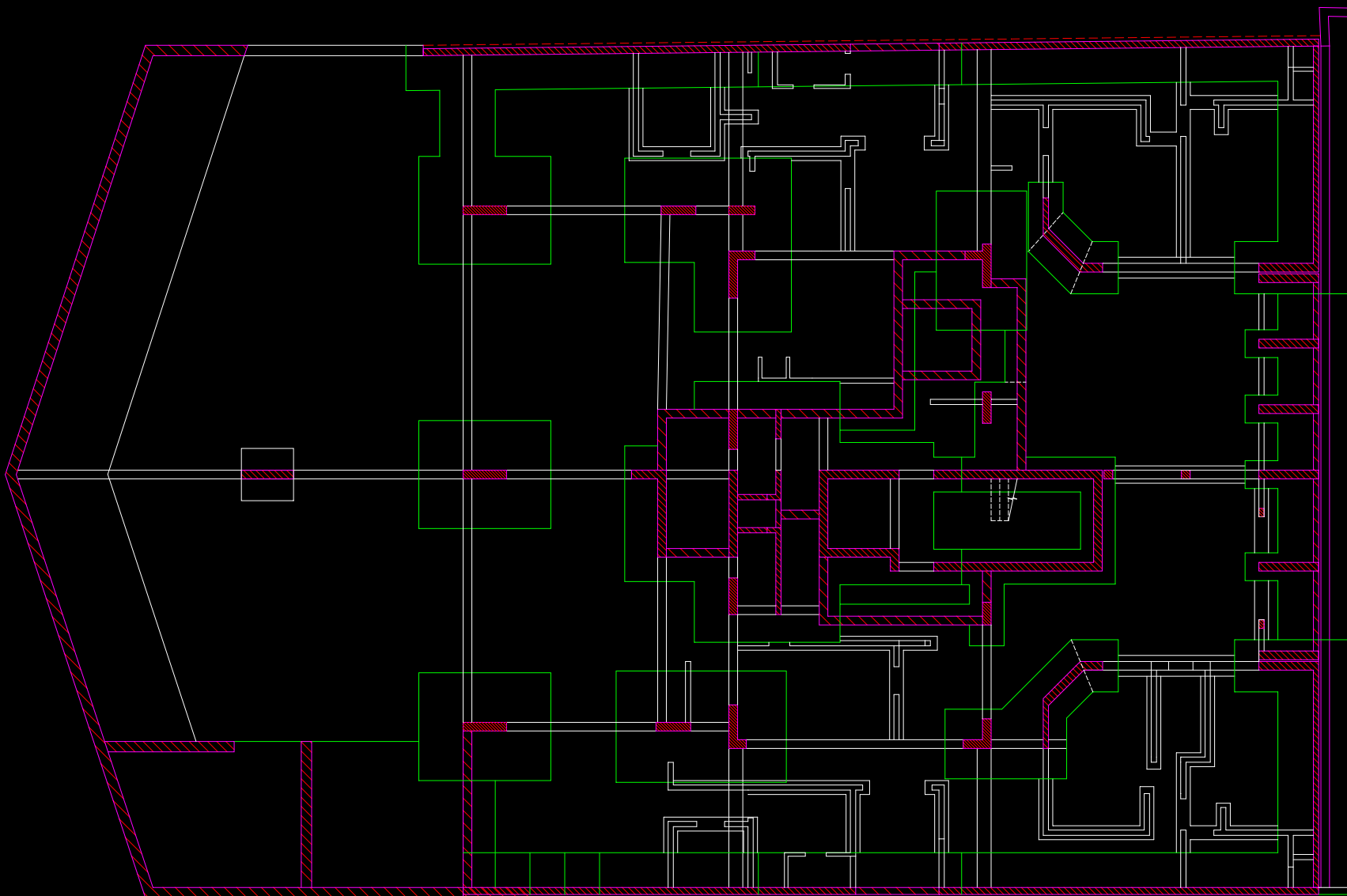


- 
- MOSTRAMOS EN LAS SIGUIENTES LÁMINAS CIMENTACIONES DE DIFERENTES EDIFICIOS, DONDE SE APRECIA DIFERENTES SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN.

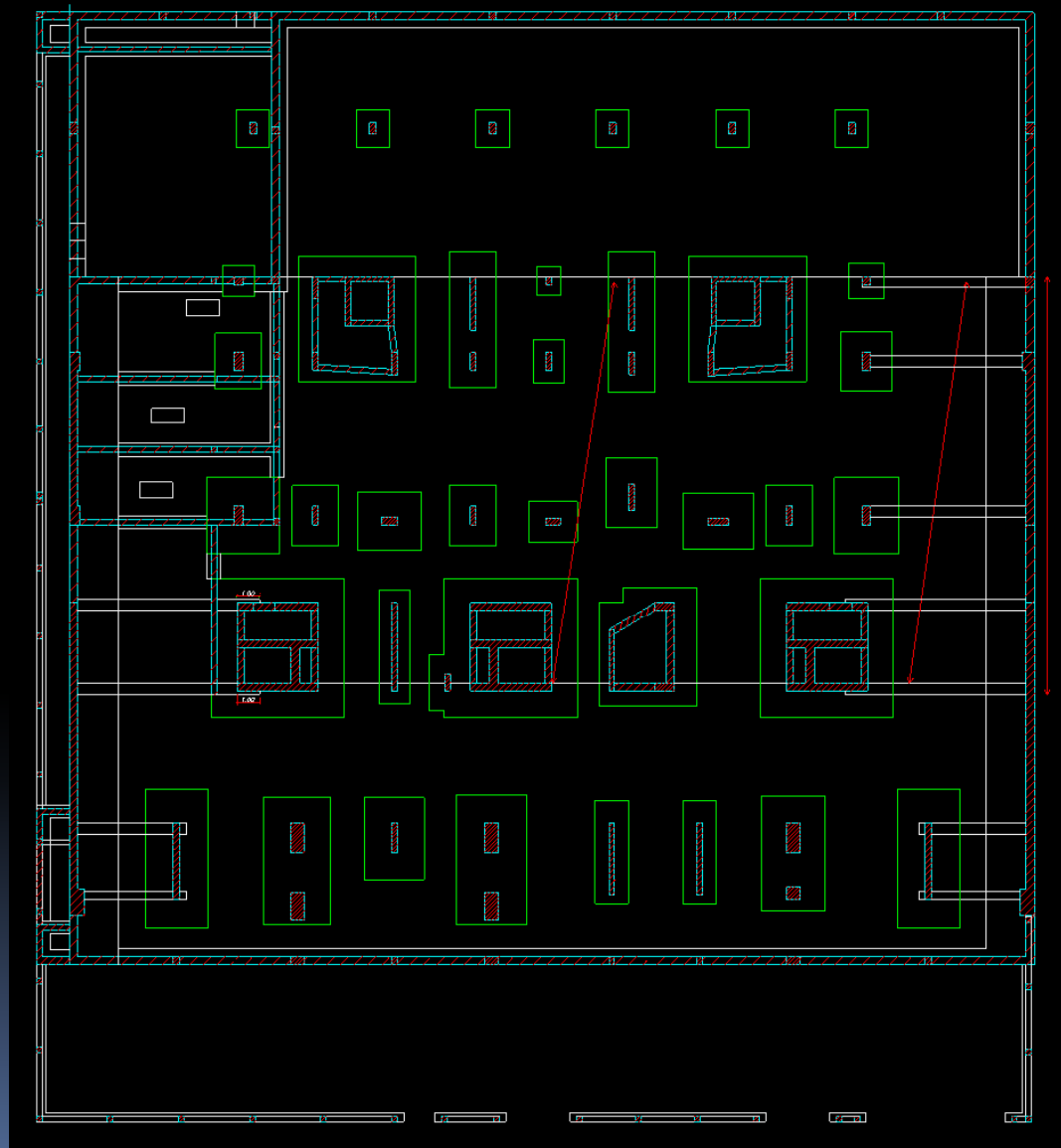
UNIVERSIDAD GARCILAZO



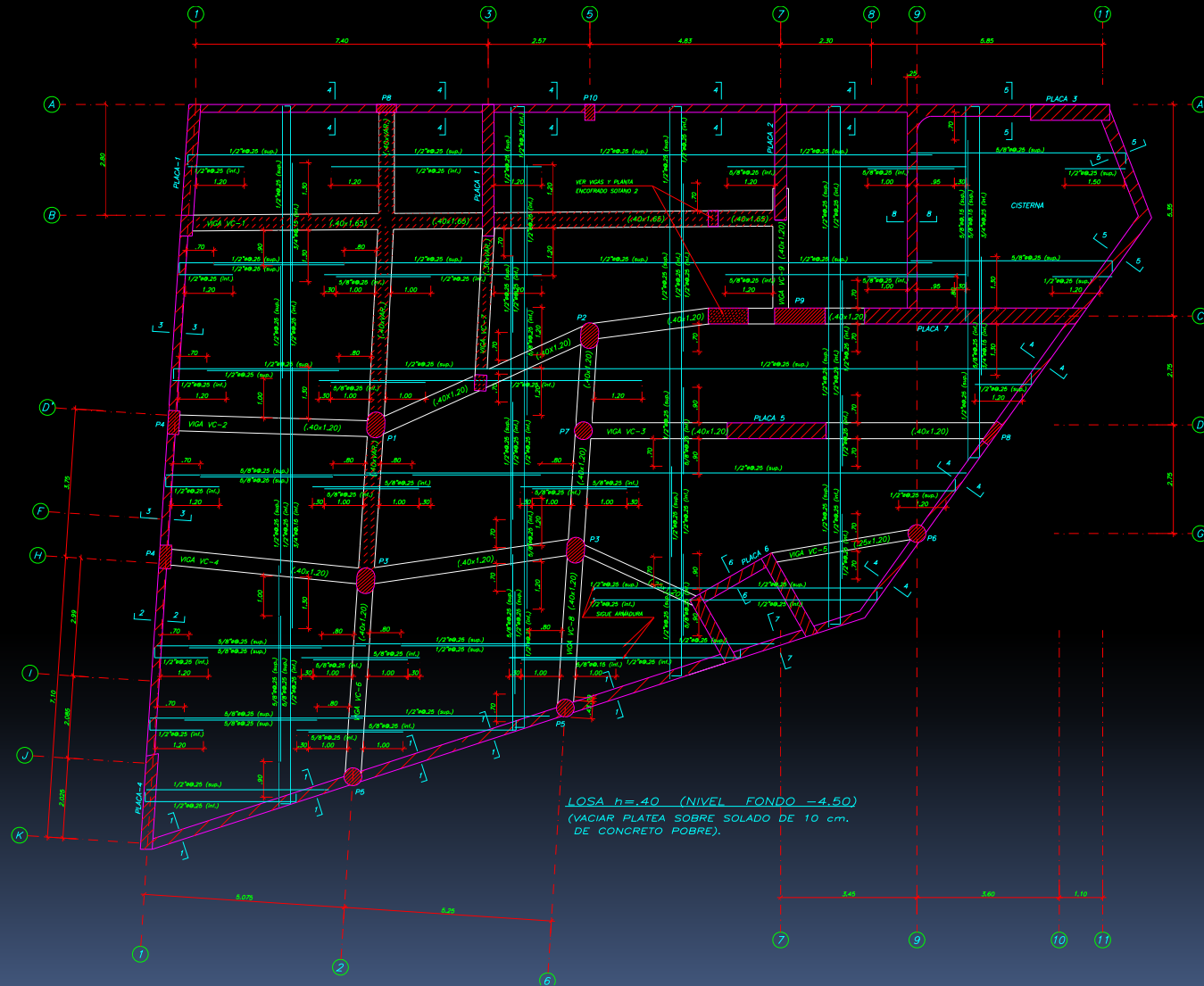
EDIFICIO SAN LORENZO



TORRE CIURLIZZA



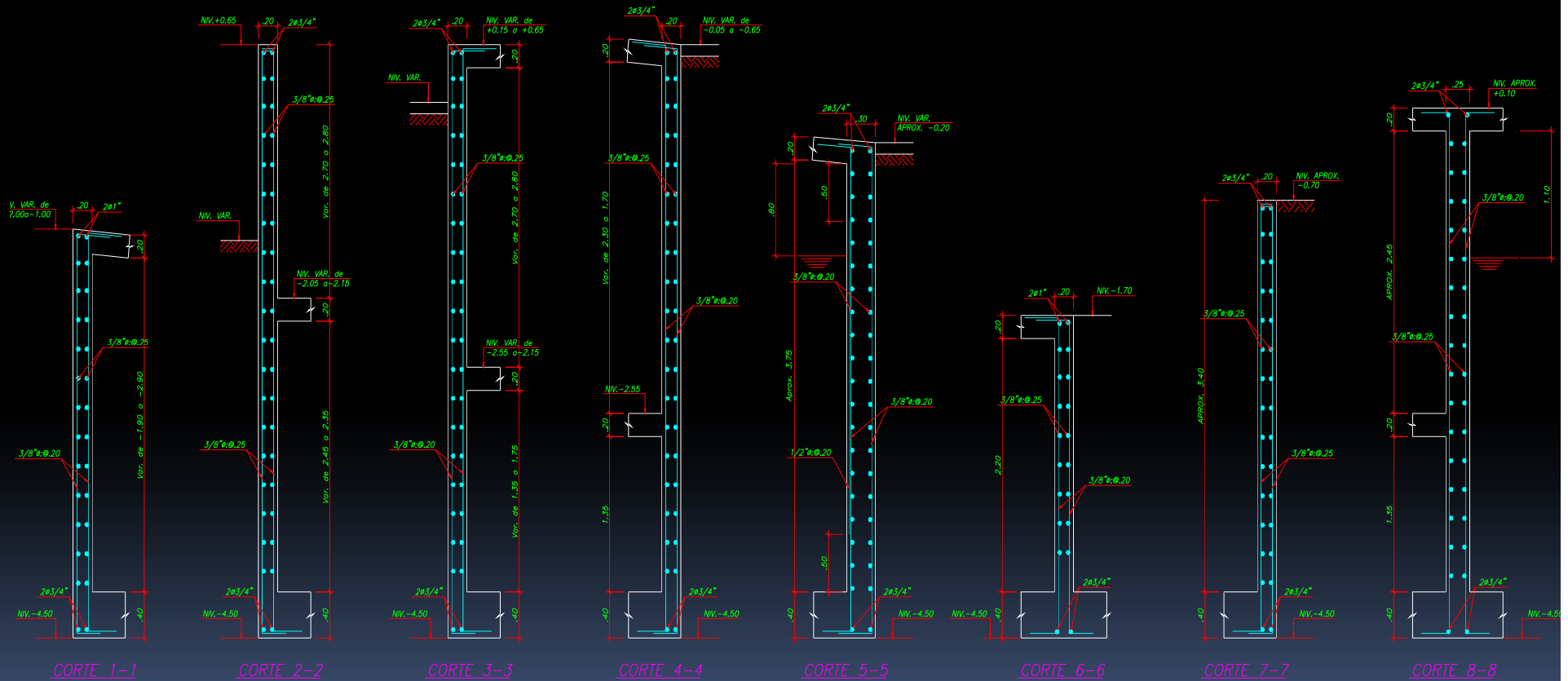
EDIFICIO TENDERINI



C I M E N T A C I O N D E P L A T E A

NOTA.- PARA EL TRAZO VERIFICAR CON PLANO DE ARQUITECTURA.

EDIFICIO TENDERINI-CORTES DE CIMENTACIÓN



EDIFICIO TENDERINI-ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES

$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 $w_t = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$ (VER ESTUDIO DE SUELOS)
 $s/c = \text{INDICADA}$

RECUBRIMIENTOS

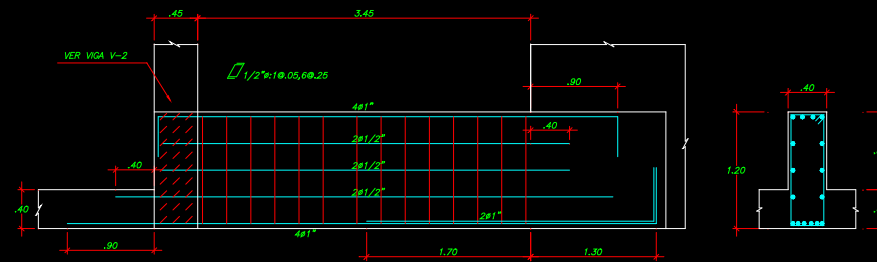
PLATEA DE CIMENTACION	2.5 cm.
VIGAS DE CIMENTACION	4 cm.
PLACAS Y MUROS	3 cm.
COLUMNAS Y VIGAS	4 cm.
ALIGERADO, LOSA y VIGAS CHATAS	2 cm.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION (R.C.C.)

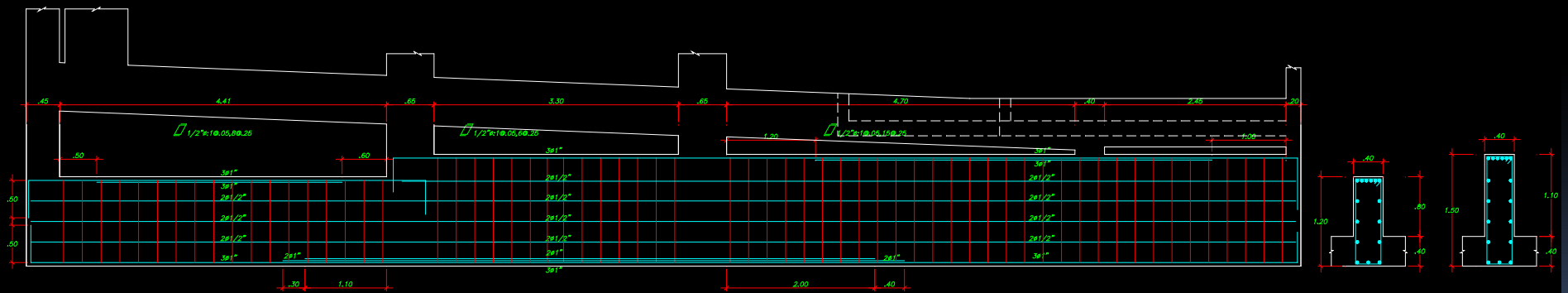
DE ACUERDO AL ESTUDIO DE SUELOS REALIZADO POR LA INGENIERA MAGGIE MARTINELLI CON CIP 26250 SE TIENE:

- 1) TIPO DE CIMENTACION : PLATEA
- 2) ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION:
ESTRATOS INTERCALADOS DE LIMO ARCILLOSO MEDIANAMENTE
COMPACTO A COMPACTO Y ARENA FINA MEDIANAMENTE DENSA
- 3) PRESION ADMISIBLE = 1.0 Kg/cm^2 .
- 4) TIPO DE SUELO SEGUN NORMA SISMORESISTENTE:
TIPO S3 , FACTOR DE SUELO = 1.4 , $T_p = 0.9 \text{ seg.}$
- 5) AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION : NO DETECTADA
- 6) NAPA FREATICA : NO DETECTADA
- 7) VERIFICAR RELLENO EXISTENTE POR DEBAJO DEL NIVEL -4.50 m.
EN LA ZONA DE LOS EJES J 2 -6, PARA PROCEDER A ELIMINARLO
Y RELLENAR CON CONCRETO POBRE PARA VACIAR PLATEA A -4.50 m.

EDIFICIO TENDERINI-DETALLE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

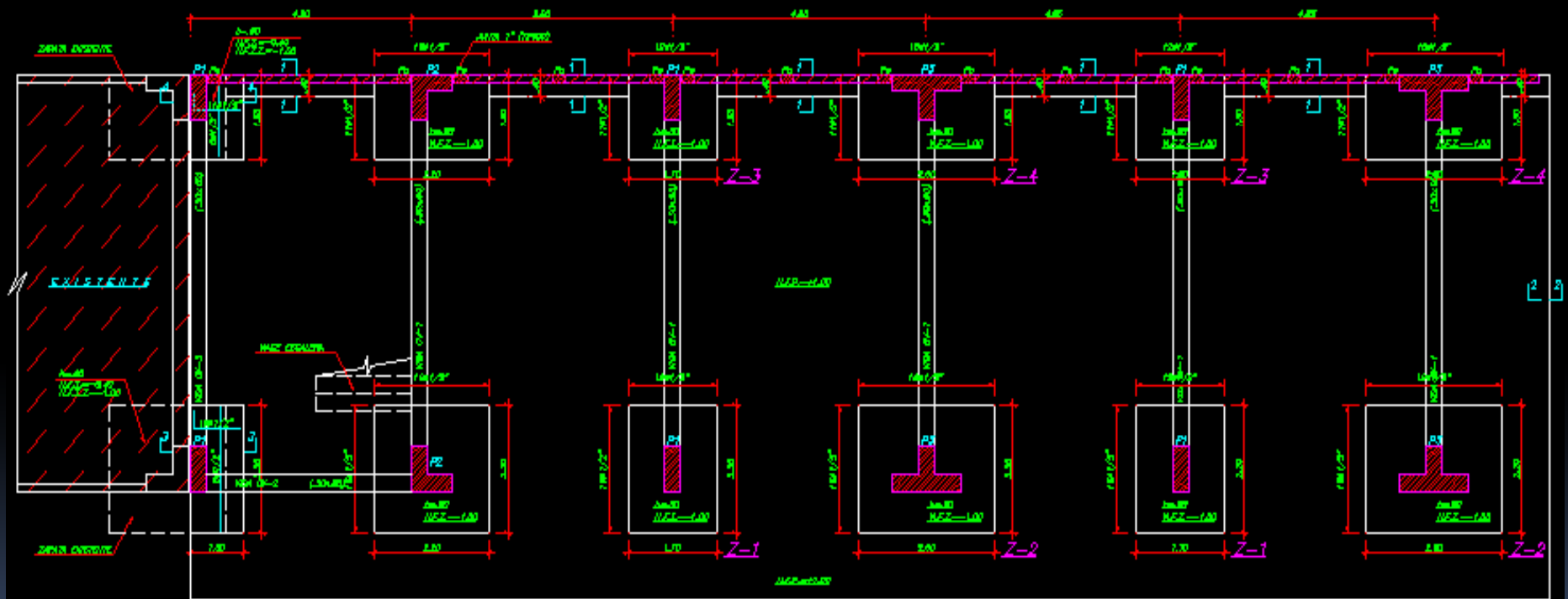


VIGA VC-7 (.40x1.20)

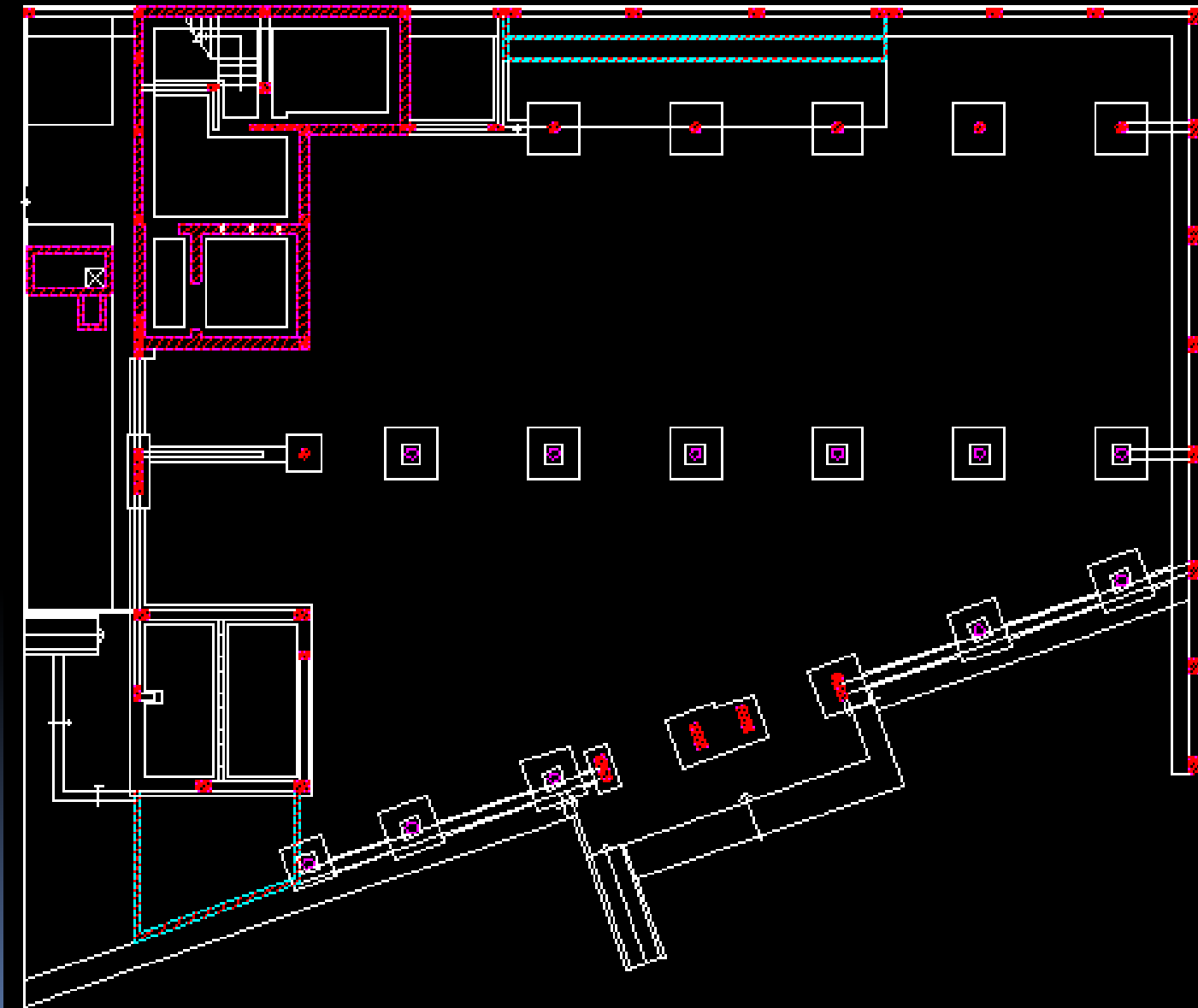


VIGA VC-6 (.40x1.20)

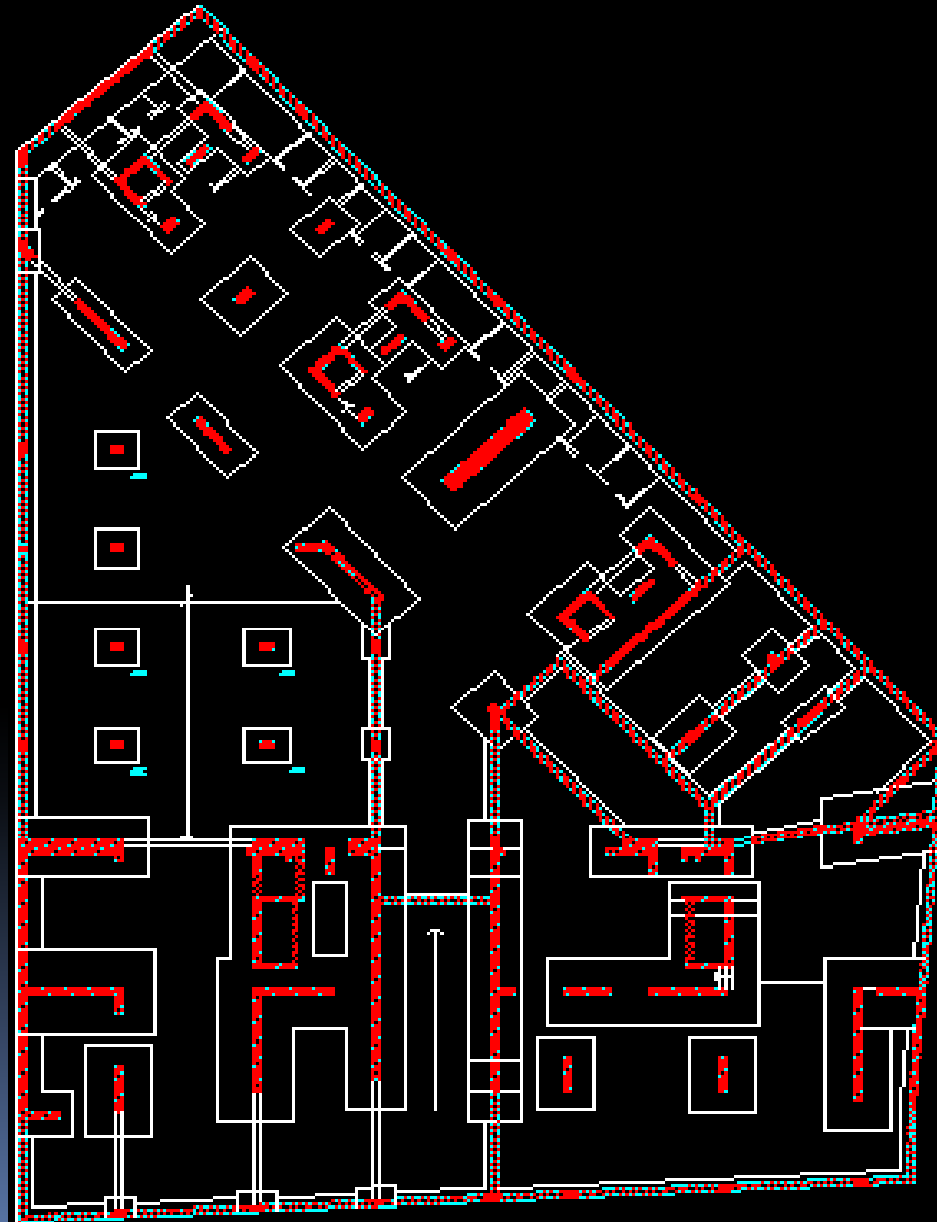
EDIFICIO COLEGIO MARKHAM



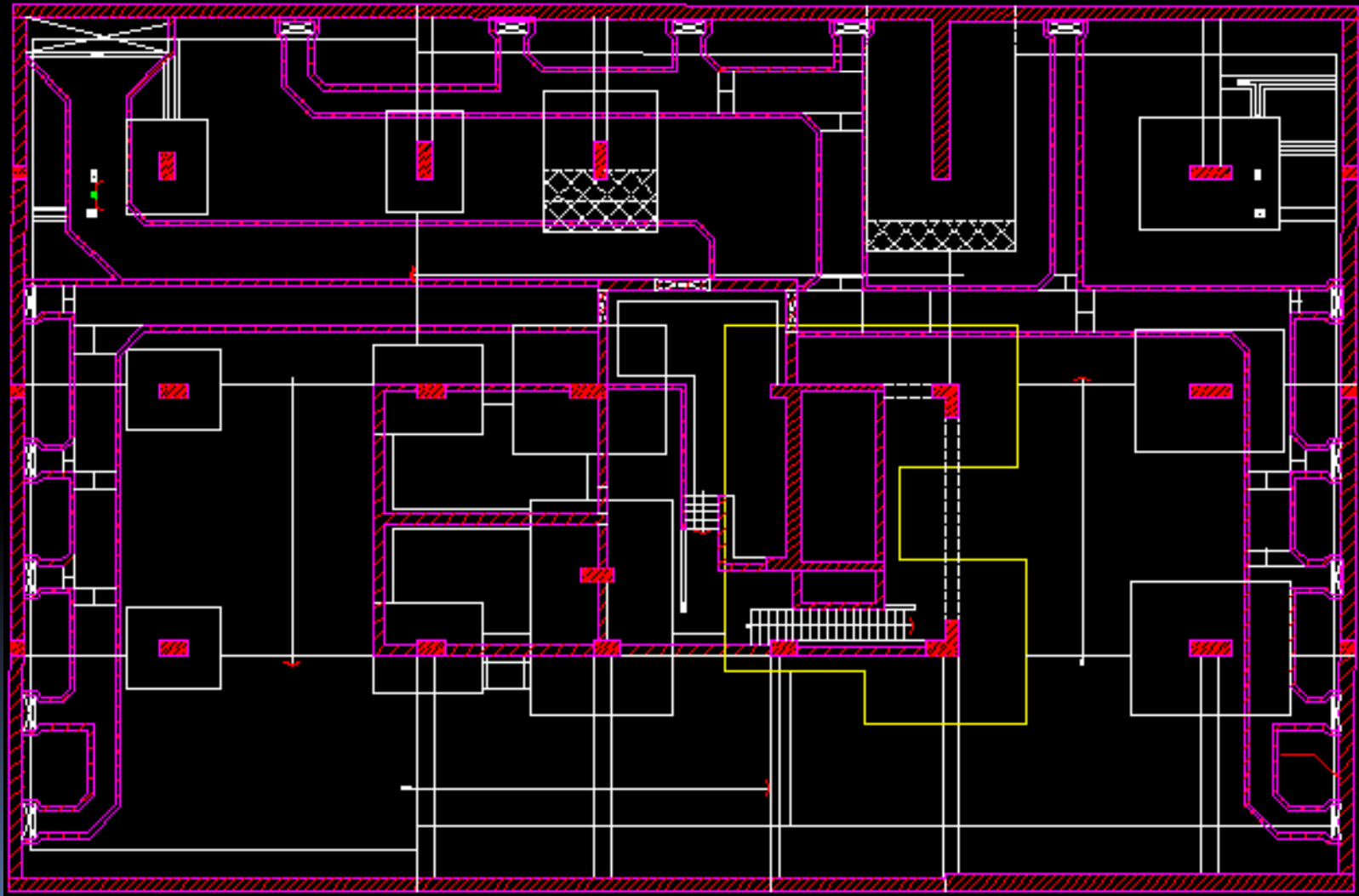
EDIFICIO BANCO DE LA NACIÓN



EDIFICIO BALTA



EDIFICIO MULTIFAMILIAR REYES



AUDITORIO COLEGIO CHAMPAGNAT



FIN