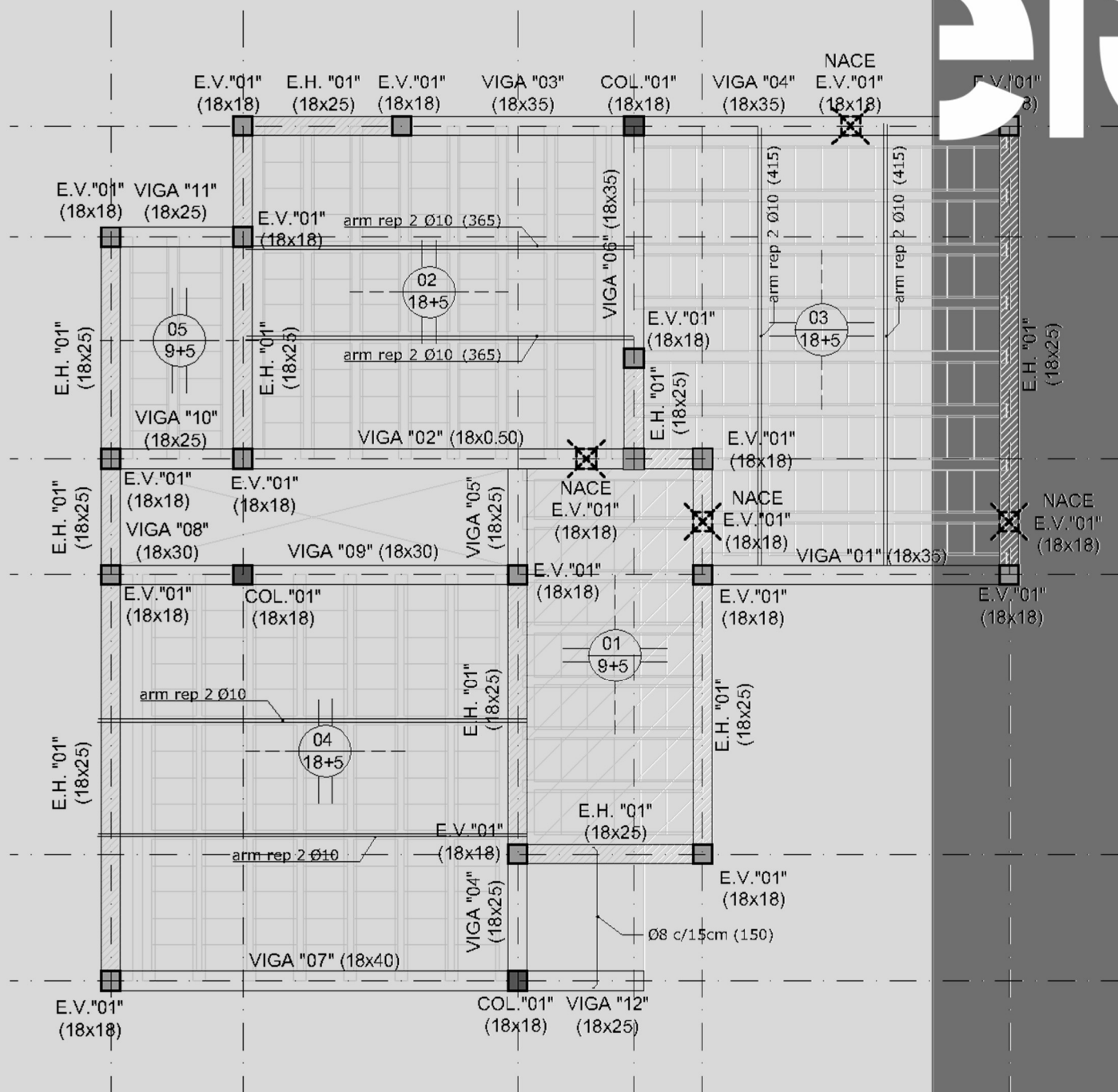




448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

A

VIGA '08'
(18x35)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)

448
est. #5
zona normal/c/20
zona crítica/c/10

E.H. '01'
(18x25)



UNC

Universidad Nacional
de Córdoba



FAUD
Facultad de Arquitectura,
Urbanismo y Diseño

Representación gráfica de estructuras

Representación gráfica de estructuras



Autor

Arq. Eduardo Rodriguez Cimino

Colaboradores

Arq. Eduardo Wuthrich

Arq. Leonel Ghiglione

Cátedra de Estructuras IA – F.A.U.D. – U.N.C. - 2018

Prof. Titular

Arq. Isolda Simonetti

Prof. Adjunto

Arq. Raquel Fabre

Prof. Asistentes

Arq. Eduardo Rodriguez Cimino

Arq. Eduardo Wuthrich

Arq. Gabriela Asis Ferri

Arq. Florencia Marciani

Arq. Anabella Cardellino

Ing. Daniela Gilabert

Arq. Yohana Cicaré

Ilustración de tapa:

Arq. Gabriela Asis Ferri



UNC



faud

Rodriguez Cimino, Eduardo

Representación gráfica de estructuras / Eduardo Rodriguez Cimino ; contribuciones de Eduardo Wuthrich ; Leonel Ghiglione ; Gabriela Asís Ferri. - 1a ed ilustrada. - Córdoba : Editorial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, 2019.

58 p. ; 29 x 21 cm.

ISBN 978-987-4415-47-9

1. Arquitectura. 2. Ingeniería de Estructuras. I. Wuthrich, Eduardo, colab. II. Ghiglione, Leonel, colab. III. Asís Ferri, Gabriela, colab. IV. Título.

CDD 721

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	NORMATIVA	5
2.1	LÍNEAS	5
2.2	MÉTODOS DE PROYECCION	6
2.2.1	Proyección ortogonal directa:.....	9
2.2.2	Proyección ortogonal reflejada:	11
2.3	ESCALAS	13
3	PIEZAS GRAFICAS.....	15
3.1	PLANTAS	15
3.2	VISTAS DE PLANOS VERTICALES.....	17
4	ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	21
4.1	COLUMNAS.....	21
4.2	TABIQUES	23
4.3	MUROS.....	23
4.4	VIGAS	24
4.4.1	REPRESENTACIÓN EN PLANTA Y DESIGNACIÓN.....	24
4.4.2	DETALLES DE ARMADO.....	24
4.5	PLANOS HORIZONTALES SUPERIORES.....	27
4.5.1	LOSAS MACIZAS.....	27
4.5.2	LOSAS NERVURADAS.....	31
4.5.3	LOSAS DE VIGUETAS	32
4.5.4	ENTRAMADOS DE MADERA / ACERO	34
4.6	ZAPATAS	35
4.7	POZOS Y CABEZALES	35
5	EJEMPLO	37
6	BIBLIOGRAFIA.....	51

1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de comunicar y transmitir las características de un proyecto arquitectónico entre los distintos profesionales intervinientes en su desarrollo, y el usuario final ha llevado a la utilización de sistemas de representación gráfica y de documentación técnica comprensibles para todos los actores.

Debido a la ausencia de una norma que unifique los criterios de dibujo y simbología para la representación de estructuras para edificaciones, se han tomado en parte normas de dibujo mecánico y tecnológico, quedando otros aspectos determinados por la práctica y experiencia de cada profesional, que adopta un determinado método y simbología en común acuerdo con los destinatarios de los planos a elaborar.

En este documento, desarrollado por iniciativa de la cátedra de Estructuras IA, y en relación directa con las necesidades planteadas por Estructuras IIA de la FAUD- UNC, se recopilan algunos de los métodos y simbologías establecidos en las normas IRAM y se citan algunos otros que, si bien no lo están, son de uso común y pueden servir de referencia como punto de partida para que cada profesional adopte el más conveniente.

Los elementos abarcados corresponden a los usualmente utilizados en estructuras de hormigón armado, mampostería, y algunos de construcción en seco como entrepisos livianos, todos representados en escalas para planos generales en 1:100 o 1:50, quedando excluidos los detalles constructivos o de uniones que requieren una representación en escalas que permitan un mayor nivel de detalle.

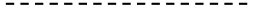
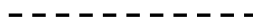
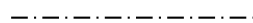
2 NORMATIVA

2.1 LÍNEAS

Las líneas utilizadas en la documentación técnica se caracterizan según su tipo (continua, discontinua, de puntos, etc.), su grosor y su color. Se encuentran normalizadas en la *IRAM 4502-20:2005 - Convenciones básicas para líneas*, de acuerdo con la *ISO 128-20:1996 - Basic convention for lines*.

De las líneas tipificadas, las utilizadas en planos de edificación se recogen en la norma *IRAM 4502-23:2008 - Líneas para dibujo de construcciones*, en conformidad con la *ISO 128-23:1999 - Lines on construction drawings*, donde se describen tipos y se indican sus aplicaciones.

Para la representación de estructuras se utilizan solo algunas de las líneas indicadas en las normas y se resumen a continuación:

Nº	Tipo	Grosor	Representación	Uso principal
01.1	Continua	Fina		Contornos visibles de objetos en vista
01.2		Gruesa		Contornos visibles de objetos en corte, cuando se usa rayado
01.3		Extra-gruesa		Contornos visibles de objetos en corte, cuando no se usa rayado Barras de refuerzo
02.1	Discontinua	Fina		Contornos no visibles
02.2		Gruesa		Contornos no visibles
02.3		Extra-gruesa		Barra de refuerzo en cara no visible
04.1	Raya larga y punto	Fina		Ejes y niveles
04.2		Gruesa		Plano de corte Contorno de partes visibles situadas por delante del plano de corte
04.3		Extra-gruesa		Líneas de referencia arbitraria

La norma además determina la siguiente proporción entre los grosores de líneas:

Fina - 1

Gruesa - 2

Extra-gruesa - 4

Con esta proporción pueden definirse espesores en mm para grupos de líneas a usar según la escala de dibujo. Por ejemplo:

Escala	Línea fina	Línea gruesa	Línea extra-gruesa	Línea para símbolos
1:100	0,13	0,25	0,5	0,18
1:50	0,18	0,35	0,7	0,25
1:10	0,25	0,5	1	0,35

2.2 MÉTODOS DE PROYECCION

Los métodos de proyección son técnicas de dibujo empleadas para representar un objeto tridimensional sobre una superficie. Estas representaciones podrán entregar una vista 2D o 3D del objeto, según la finalidad del plano.

Así podrán elegirse distintas posiciones relativas entre el objeto, el observador y el plano proyectante. Las líneas proyectantes pueden ser paralelas (proyección ortogonal 2D, axonométricas) o convergentes (perspectivas cónicas).

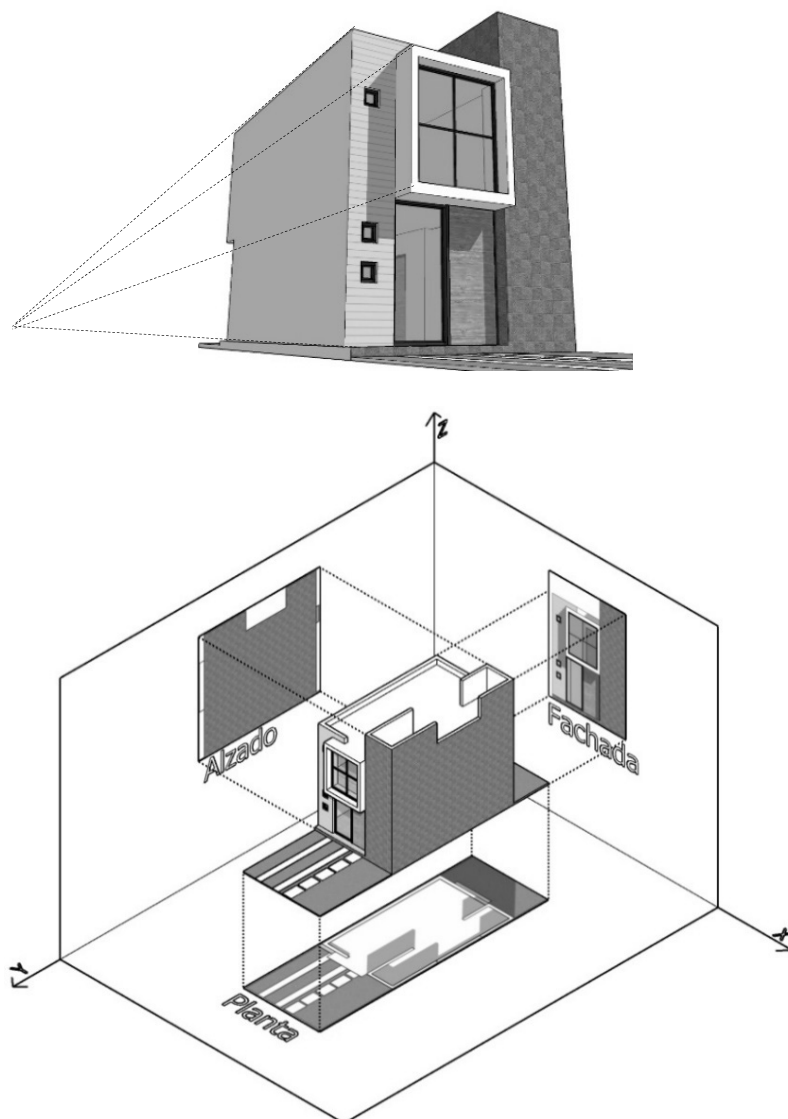


Fig. 1 - Arriba: Proyección cónica – Abajo: Proyección ortogonal

Los métodos de proyección utilizados para representación de edificaciones están indicados en las normas: *IRAM 4501-1:2001 - Métodos de proyección*, e *ISO 128-43:2015 - Projection methods in building drawings*, y pueden resumirse en la siguiente tabla:

Centro de proyección	Posición del plano de proyección respecto a las proyecciones	Características principales del objeto respecto al plano de proyección	Número de planos de proyección	Tipo de vista	Tipo de proyección
Infinito (líneas proyectantes paralelas)	Ortogonal	Paralelo/ortogonal	Uno o más	Bidimensional	Ortogonal
		Oblicuo	Uno	Tridimensional	Axonométrica
	Oblicuo	Paralelo/ortogonal	Uno	Tridimensional	
		Oblicuo	Uno	Tridimensional	
Finito (líneas proyectantes convergentes)	Oblicuo	Oblicuo	Uno	Tridimensional	Cónica

Tabla 1 IRAM 4502-2:2001 - Sistemas de proyecciones

Para los aspectos técnicos de las obras de arquitectura se utiliza principalmente la representación mediante proyecciones ortogonales paralelas. Esta proyección podrá ser directa, en donde se observa la cara del objeto que está frente al observador (por ejemplo, para dibujar plantas de pisos, alzados y secciones) o reflejada, donde se observa la cara del objeto opuesta al observador (de utilidad para dibujar plantas de cielorraso). Particularmente para la representación de estructuras se utilizan ambos métodos de manera indistinta, dependiendo de las preferencias de cada profesional, pero no pueden mezclarse ambos en un mismo plano.

Por ejemplo, se requiere graficar la losa sobre planta baja, de una vivienda perteneciente al fraccionamiento Los Prados, en la ciudad de Guanajuato, México, obra del estudio Maas, y de la cual se transcriben a continuación las plantas de arquitectura (graficadas mediante proyección ortogonal directa).



Fig. 2 – Fraccionamiento Los Prados del estudio Maas – Guanajuato, México. Foto de www.homify.com.ar

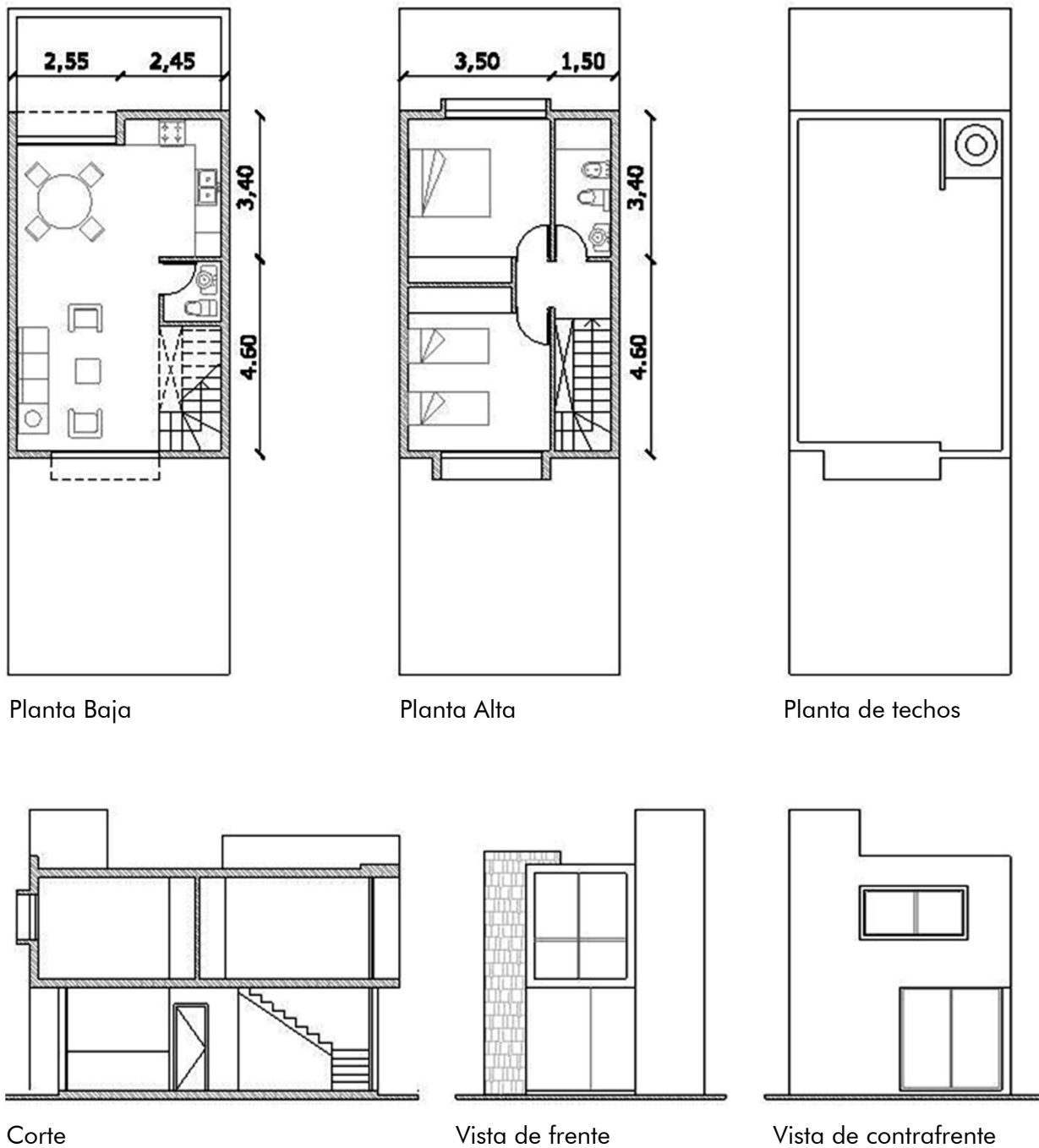


Fig. 3 – Vivienda “Cantabria” del fraccionamiento Los Prados del estudio Maas – Guanajuato, México.

El estudio del diseño estructural de esta vivienda se encuentra en el capítulo “Criterios de diseño del mecanismo estructural” del libro “Estructuras y arquitectura” de las arquitectas Simonetti – Fabre.

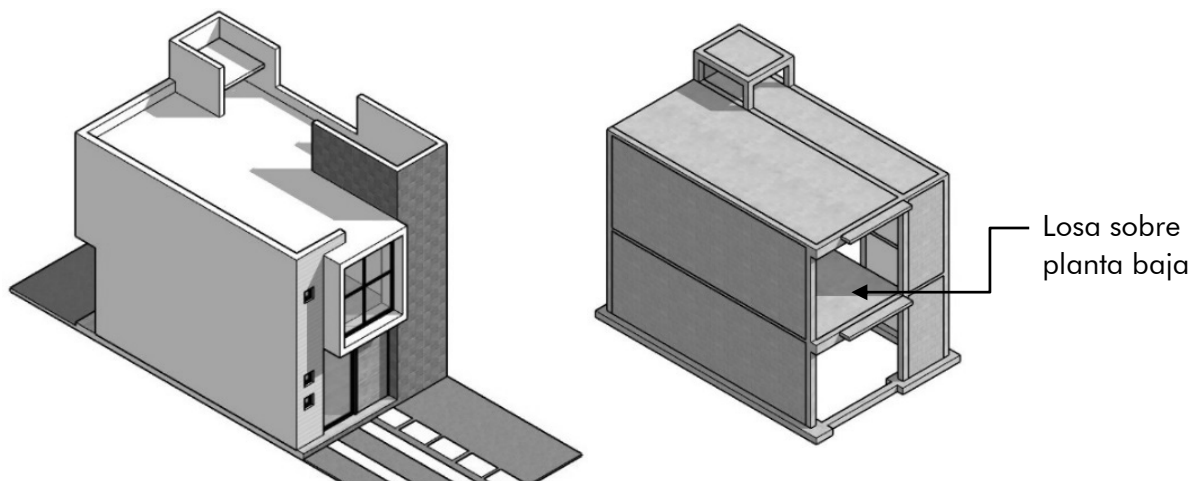


Fig. 4 - Izq: Axonométrica arquitectónica – Der: Axonométrica de la estructura

La planta baja está cubierta por una losa maciza de hormigón armado de 10 cm de espesor que se apoya en muros portantes perimetrales y en un pórtico central de vigas de 20 cm x 30 cm y una columna de 20 cm x 20 cm. Un sector de la losa está ubicado a un nivel 20 cm más bajo, en coincidencia con el fondo de las vigas, para alojar las instalaciones sanitarias del baño de planta alta.

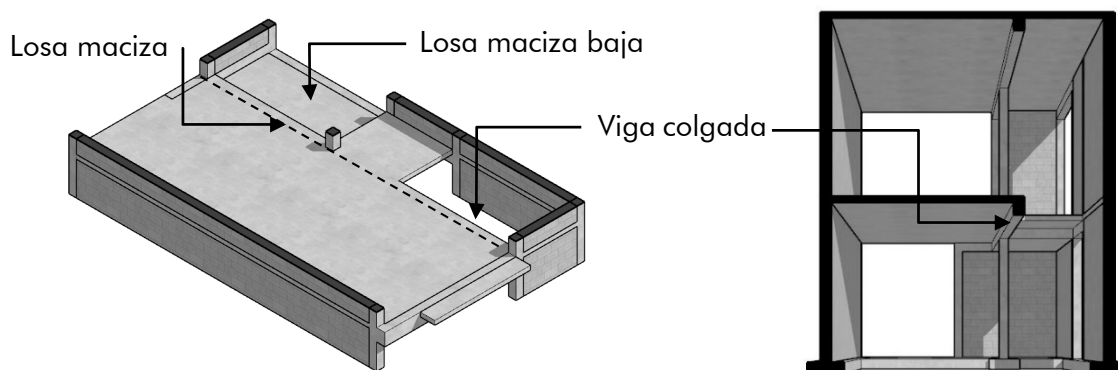


Fig. 5 - Izq: Axonométrica de losa de P.B. – Der: Corte en perspectiva de la estructura

2.2.1 Proyección ortogonal directa:

Consiste en realizar un corte aproximadamente a media altura del nivel por encima del plano horizontal que se requiere representar, posicionar el observador arriba y proyectar sobre un plano los objetos que se ven hacia abajo.

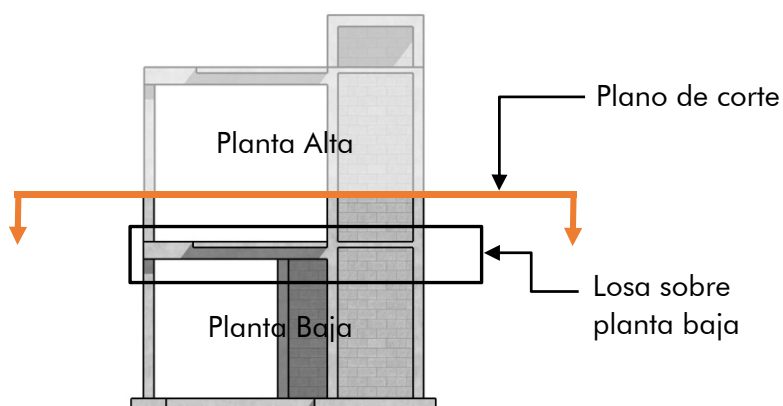


Fig. 6 - Posición del plano de corte

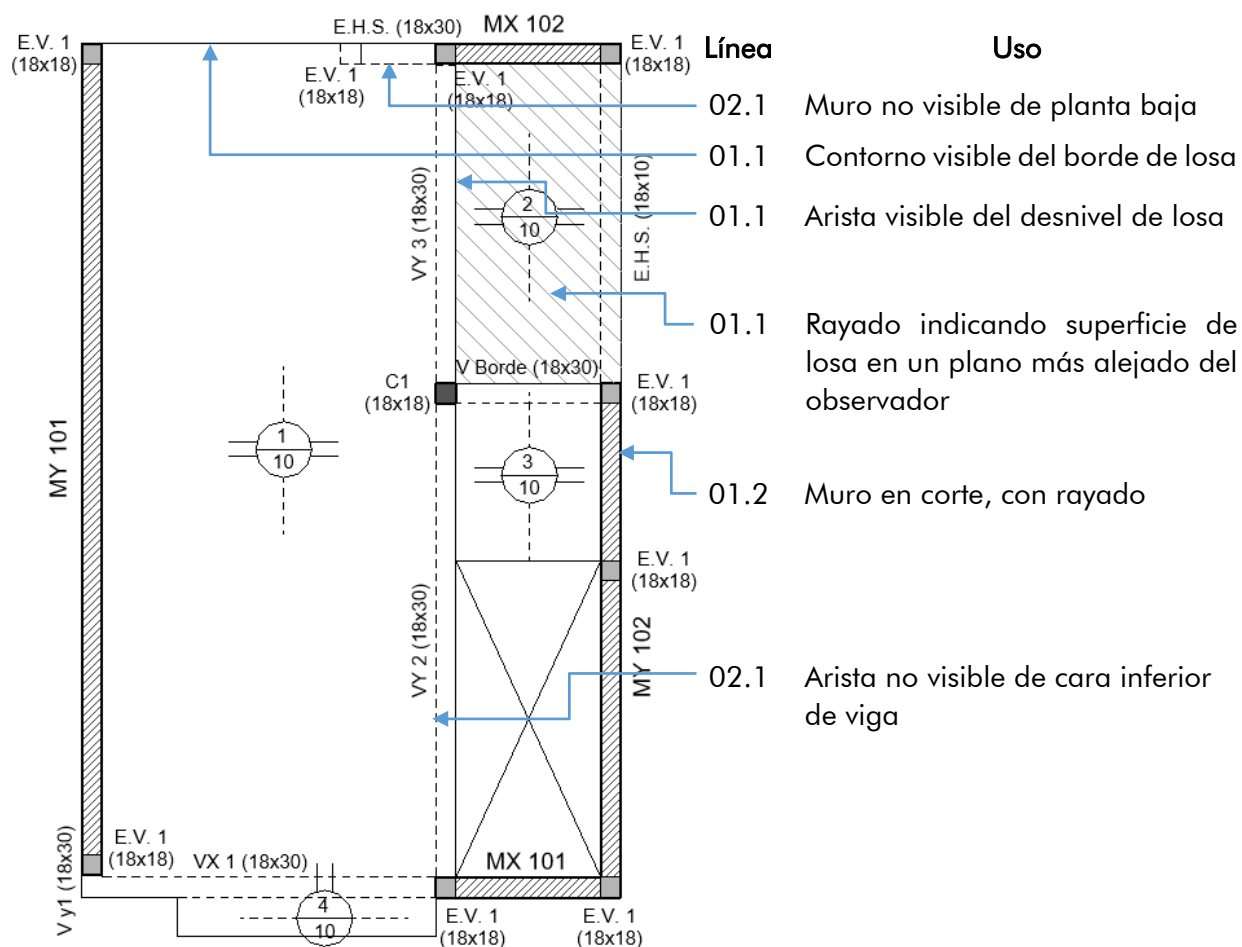
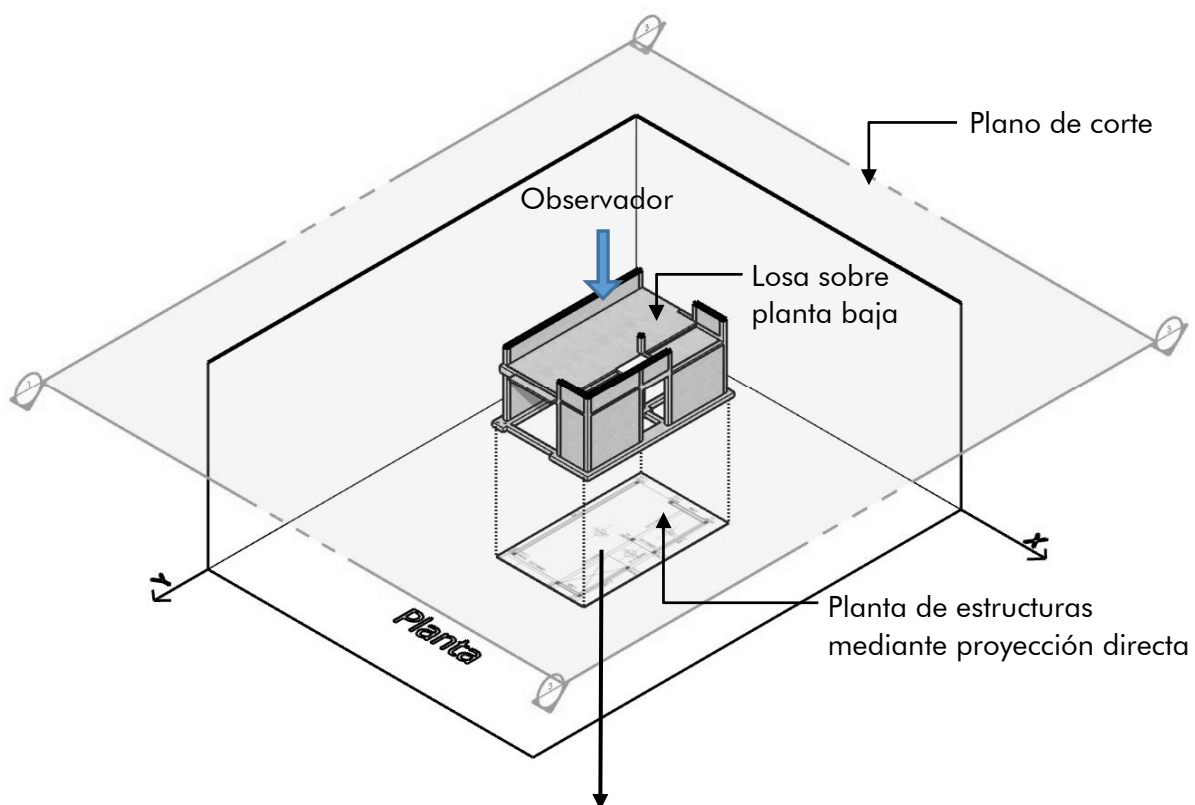


Fig. 7 – Losa sobre planta baja - Método de proyección ortogonal directa

Puede observarse que los elementos verticales (columnas y muros) de la planta alta quedan graficados en líneas de corte (gruesa continua) y sombreados, mientras que los de planta baja quedan ocultos y se grafican en líneas de proyección (fina discontinua). Las aristas de las caras inferiores de vigas, quedan del otro lado del observador, por lo cual también se grafican en líneas de proyección. Por último, los bordes de losa y los bordes exteriores de vigas se indican con línea de vista (fina continua).

2.2.2 Proyección ortogonal reflejada:

Consiste en realizar un corte aproximadamente a media altura del nivel por debajo del plano horizontal que se quiere observar, y representar la imagen que los objetos proyectan sobre un espejo colocado justo debajo del corte.

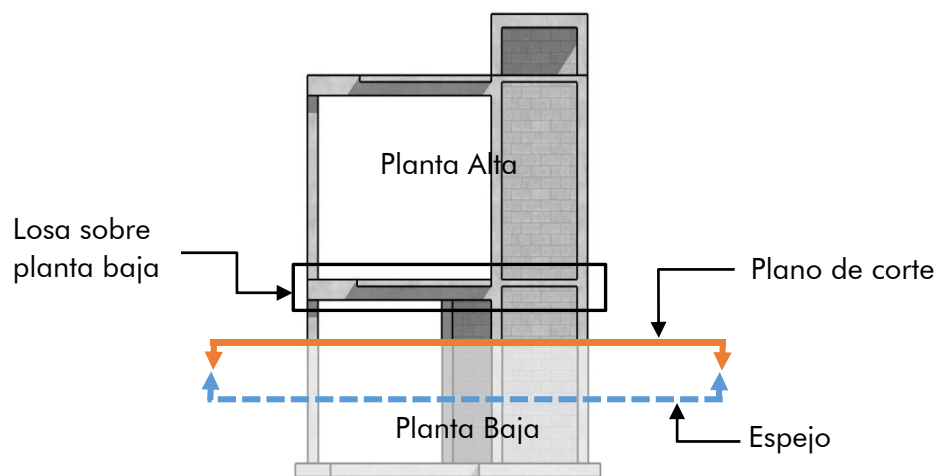


Fig. 8 - Posición del plano de corte

Este método tiene como principal ventaja que la posición del plano de corte es la misma que la utilizada para graficar los planos de arquitectura, existiendo entonces una correspondencia entre ellos, facilitando su numeración y lectura. Por ejemplo, una columna graficada en corte en el plano de losas sobre planta baja, también lo estará en el plano de planta baja de arquitectura. Por el contrario, con el método de proyección directa, en el plano de losas sobre planta baja se ven en línea de corte los elementos que corresponden al plano de primer piso de arquitectura.

Dependiendo de los elementos estructurales que se presenten a dibujar, tales como losas bajas, nervios o casetones de losas, viguetas, ladrillos, vigas de cuelgue o invertidas, columnas o muros discontinuos en distintos niveles, etc. puede resultar conveniente el uso de uno u otro método, pero no es posible que se combinen en un mismo plano características de ambos.

Para el caso del mismo plano del ejemplo anterior, el método se aplicaría de la siguiente forma:

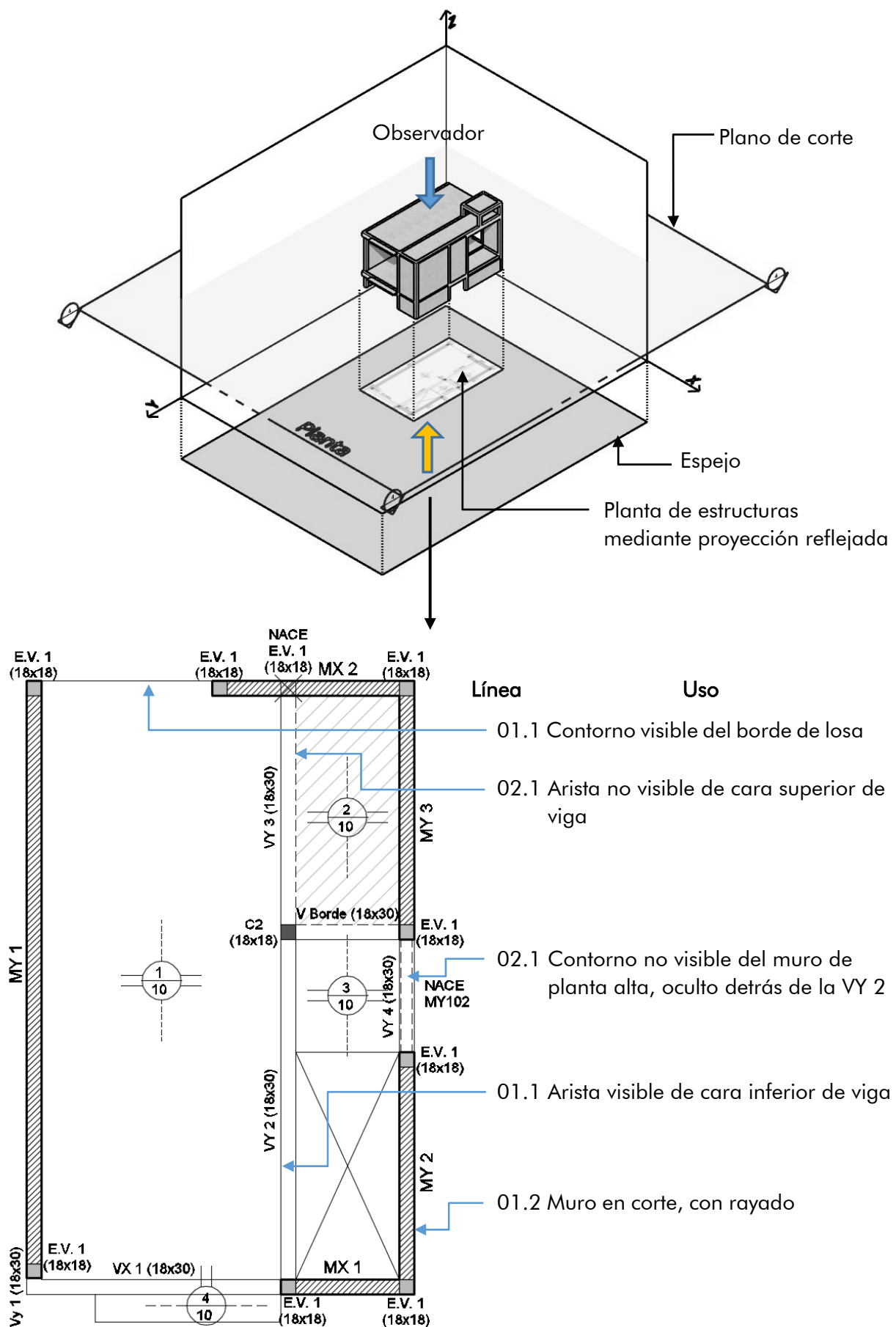


Fig. 9 - Losa sobre planta baja - Método de proyección ortogonal reflejada

Comprobamos que, empleando este método, los elementos verticales seccionados (columnas y muros graficados con línea de corte y sombreado) son ahora los de la propia planta baja, quedando en correspondencia directa con los planos de arquitectura del mismo nivel. Las aristas inferiores de las vigas quedan ahora graficadas en vista (línea fina continua), al igual que los bordes de losa. El muro MY 102, que nace sobre la viga VY 2, se representa con una línea de proyección (fina discontinua) ya que queda oculto detrás de esta viga, pudiendo acompañarse de un texto que indique esta situación.

2.3 ESCALAS

La norma *IRAM 4525:1986 - Representación en planos de construcción de edificios*, indica para planos de estructura, la escala 1:100 y para detalles 1:10 o 1:20, aunque también suele usarse la escala 1:50 para plantas, dependiendo de la complejidad de la estructura.

3 PIEZAS GRAFICAS

3.1 PLANTAS

Conforman la principal documentación en el legajo estructural del proyecto. En ellas se representan todos los elementos estructurales correspondientes a un nivel determinado del edificio. Cada proyecto deberá contar con una planta de fundaciones (en proyección ortogonal directa), y una planta por cada plano horizontal (en proyección ortogonal directa o reflejada), incluyendo la correspondiente al soporte para el tanque de agua y la sala de máquinas si existieran.

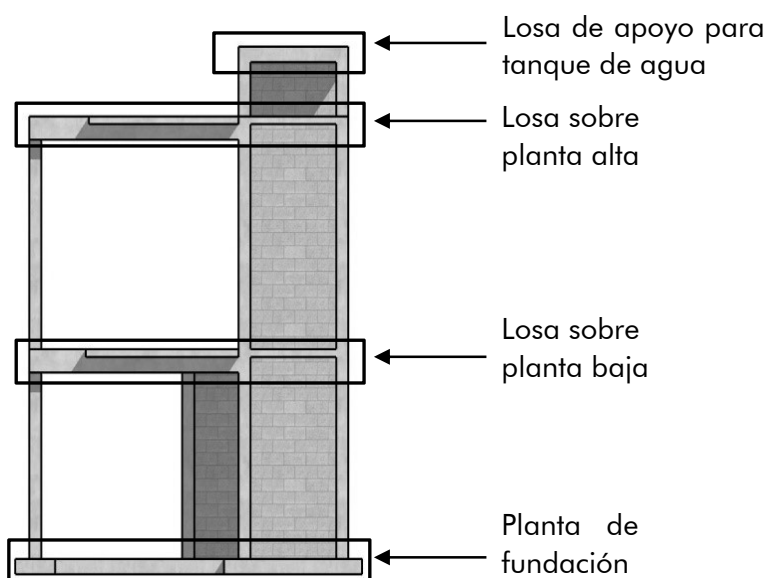


Fig. 10 – Planos de planta necesarios para describir la estructura de la vivienda Los Prados

Los elementos a graficar en las plantas de estructura son sólo aquellos que formen parte del sistema estructural del edificio, tales como losas, vigas, columnas, encadenados, muros resistentes, fundaciones, etc. Esta documentación no incluirá ningún elemento de otra índole, como muros no portantes, tabiques divisorios, carpinterías, revestimientos o terminaciones, cielorrasos, equipamientos, ni instalaciones de ningún tipo.

La norma *IRAM 4525:1986 – Representación en planos de construcción de edificios*, indica el contenido de los diversos planos, entre ellos los de estructuras, y las siguientes recomendaciones:

- Todos los componentes estructurales tendrán su denominación y su numeración será dada a partir de la base de la planta de izquierda a derecha en forma ascendente. A la denominación deben añadirse las medidas transversales del elemento.
- Debajo del dibujo de las plantas se colocará su título con la denominación de la misma y el prefijo "sobre".
- La base de la planta corresponderá a la horizontal del plano, y mantendrá la posición del plano de arquitectura.

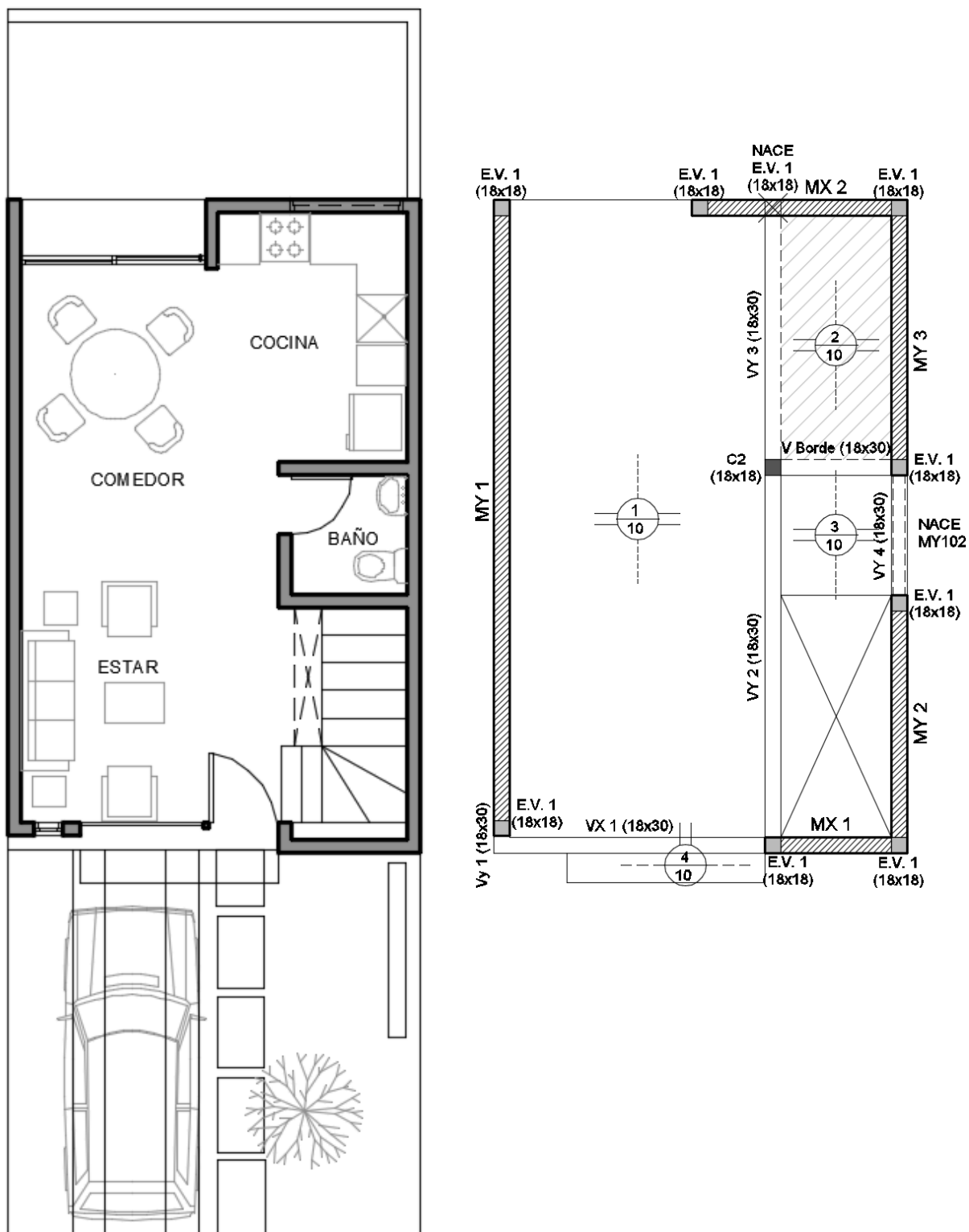


Fig. 11 – Izq.: Planta baja (Arquitectura) - Der.: Losa sobre planta baja (Estructura)

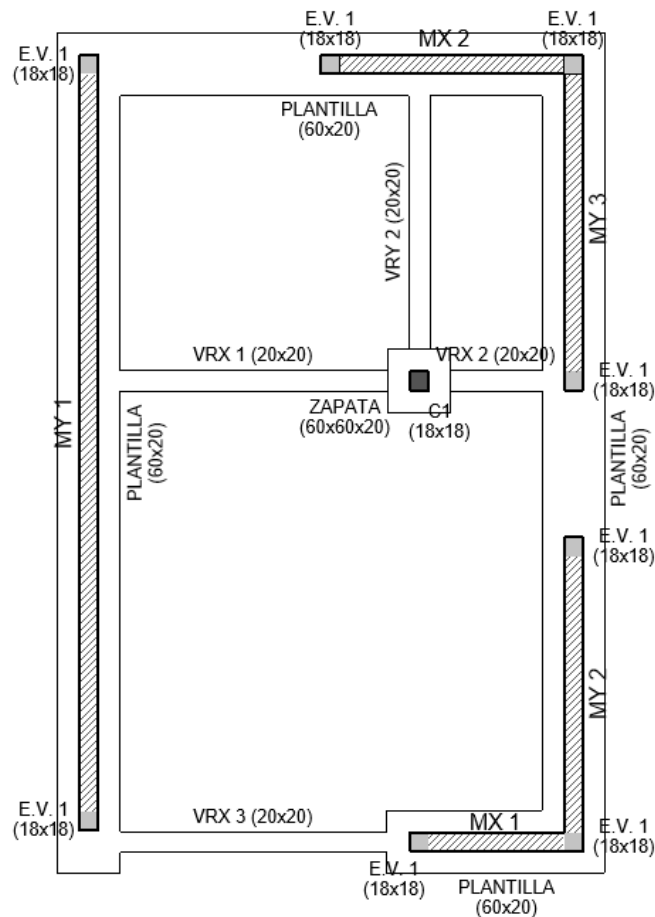


Fig. 12 – Planta de fundaciones (Estructura)

3.2 VISTAS DE PLANOS VERTICALES

Tanto para el análisis, como para el detallado de los elementos estructurales, resulta de interés el dibujo de vistas en alzado. Para ello suele graficarse en una misma vista, todos los elementos que sean coplanares, ya sean planos resistentes verticales (muro, tabique, pórtico o entramado rígido) como cualquier otro elemento estructural que esté vinculado a ellos (como por ejemplo un muro de mampostería perpendicular, que brinde apoyo a un pórtico).

A diferencia de las vistas de arquitectura, una vista estructural no incluye ningún otro elemento que se encuentre más atrás del plano observado, y la posición del observador será siempre desde la parte inferior de la planta para los planos paralelos a la dirección X, y en la derecha de la planta para los planos paralelos dirección Y. (rebatimiento anti-horario)

La vista se completa con algunos niveles de referencia que puedan ser de utilidad, como el nivel de piso terminado, cota de fundación, eje o fondo de losas, etc.

En el caso de la vivienda Los Prados, para dibujar el plano resistente vertical designado PX1, deberá incluirse el muro MX2 y la viga VX2 con su apoyo sobre el MY1, a pesar de que estos dos últimos elementos no forman parte del plano resistente propiamente dicho, al no conformar un pórtico.

La vista debe observarse desde abajo como indica la flecha en planta, y no incluye ningún elemento que esté por detrás del plano observado.

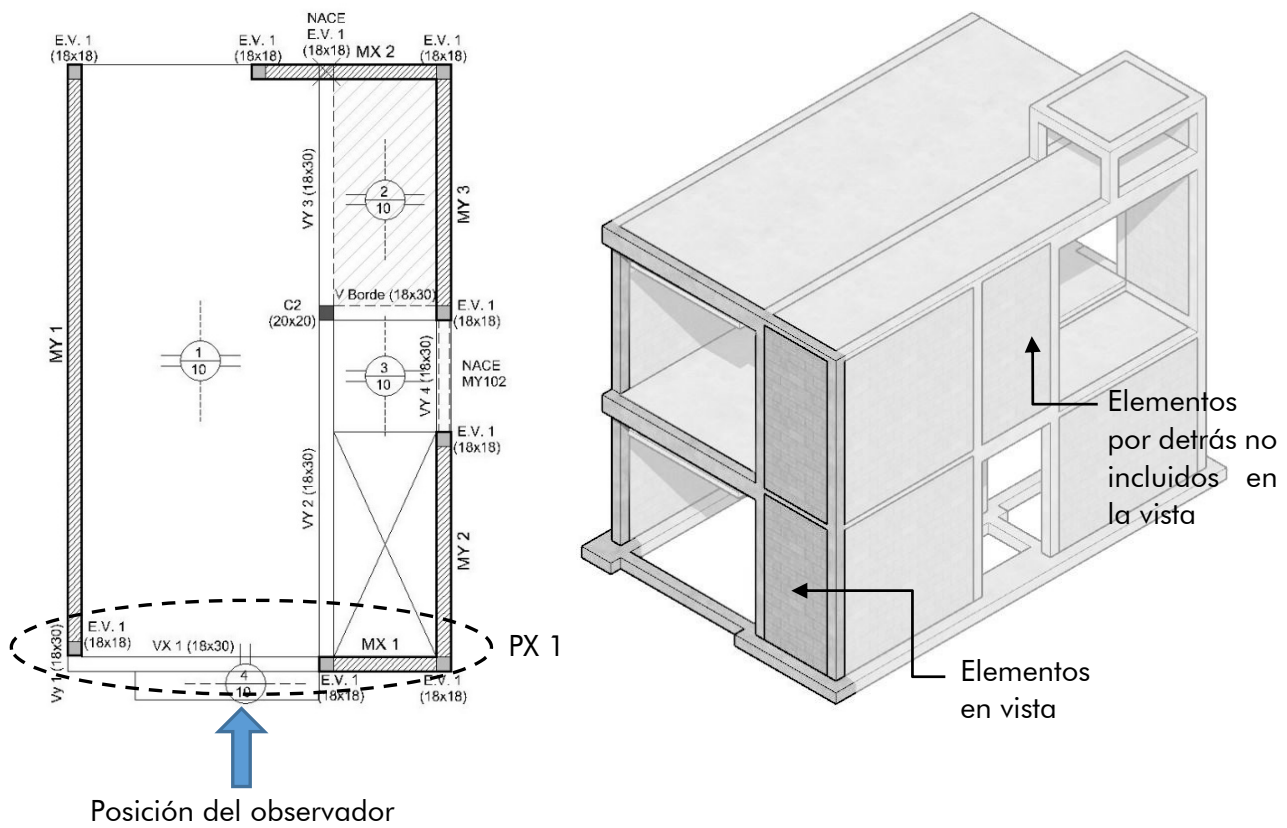


Fig. 13 – Dibujo de planos resistentes verticales

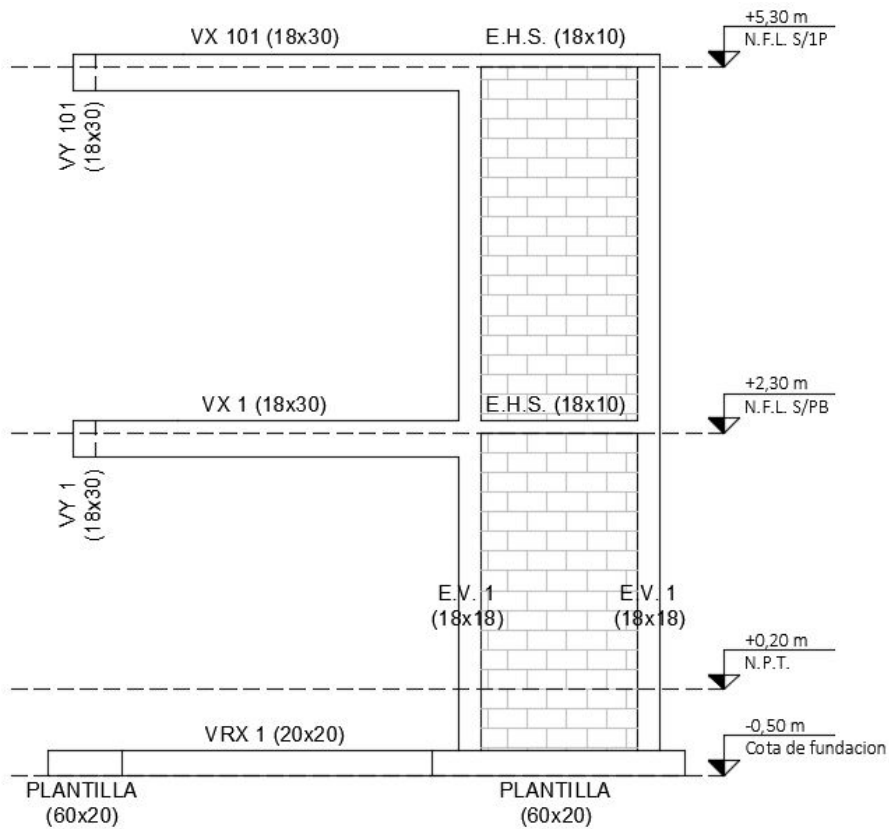


Fig. 14 – Plano PX 1

REPRESENTACION GRAFICA DE ESTRUCTURAS



Fig. 16 – Plano PY1

Para dibujar el plano PY2 no se incluirá ningún elemento que esté en un plano por delante o por detrás del observador:

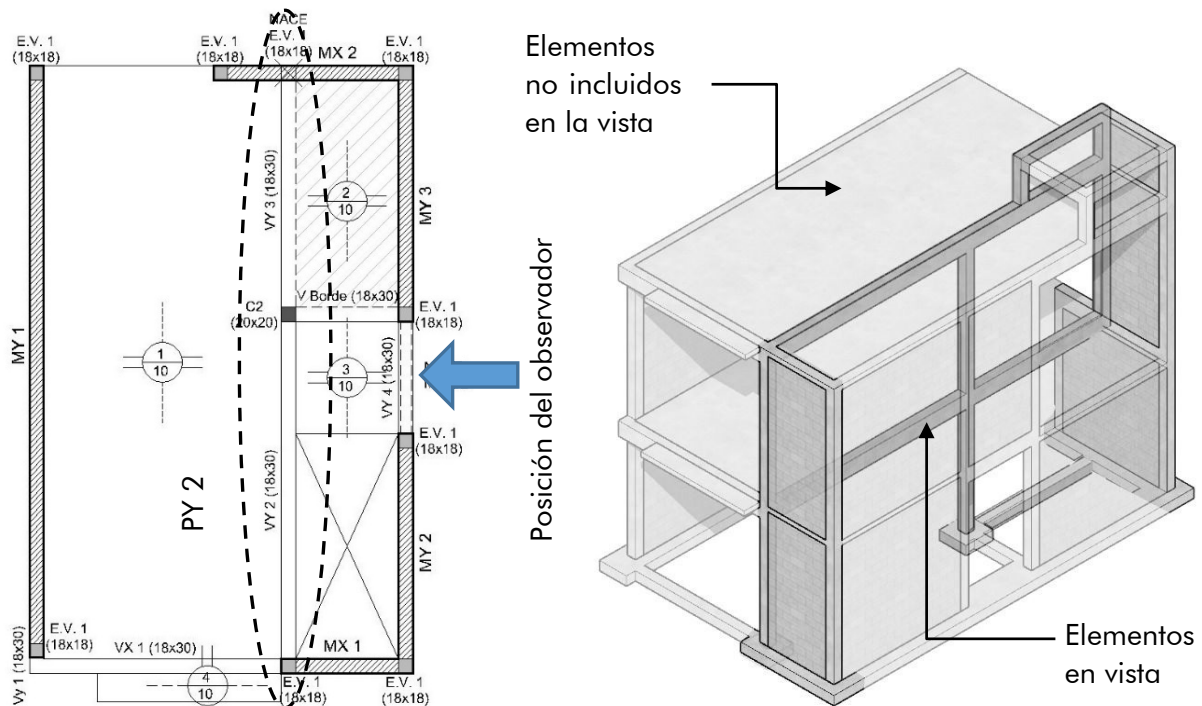


Fig. 17. – Dibujo de planos resistentes verticales

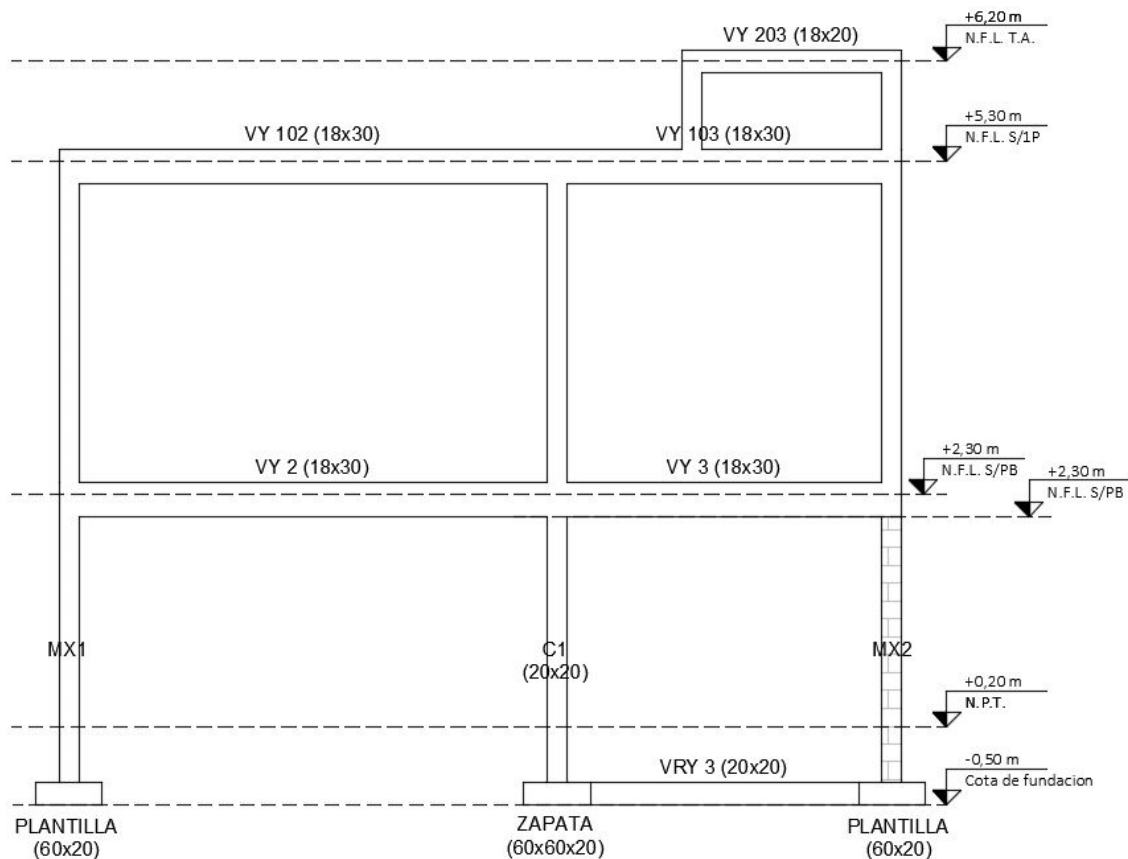


Fig. 18 – Plano PY2

4 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Cada elemento estructural se grafica en el plano con el tipo de línea y grosor que corresponda, según su posición con respecto al plano de corte, y al método de proyección utilizado.

Junto con cada elemento se coloca su designación y sus dimensiones. La designación se compone de un prefijo que indique el tipo de elemento, tal como "C" o "Col." para las columnas, "V" o "Viga" para las vigas, "T" o "Tab." para tabiques, etc. A continuación del prefijo va la numeración, que debe seguir una secuencia lógica en el plano de manera que sea simple su localización, por ejemplo, numerando de forma corrida de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba según la ubicación en la planta de cada elemento. También suele reservarse la numeración del 1 al 99 para planta baja, del 100 al 199 para primer piso, 200 al 299 para el segundo y así sucesivamente. Por último, se indican las dimensiones transversales del elemento colocadas entre paréntesis.

Veremos a continuación, a modo de ejemplo, como designar y graficar cada elemento de una estructura en planta, graficada en proyección ortogonal reflejada.

4.1 COLUMNAS

Las columnas seccionadas por el plano de corte se representan con línea de tipo continua gruesa, y un relleno sólido color gris. Para indicar sus dimensiones, en el caso de perfiles metálicos se coloca el tipo y número de perfil, y para secciones rectangulares primero la dimensión según el eje X y luego en el eje Y.

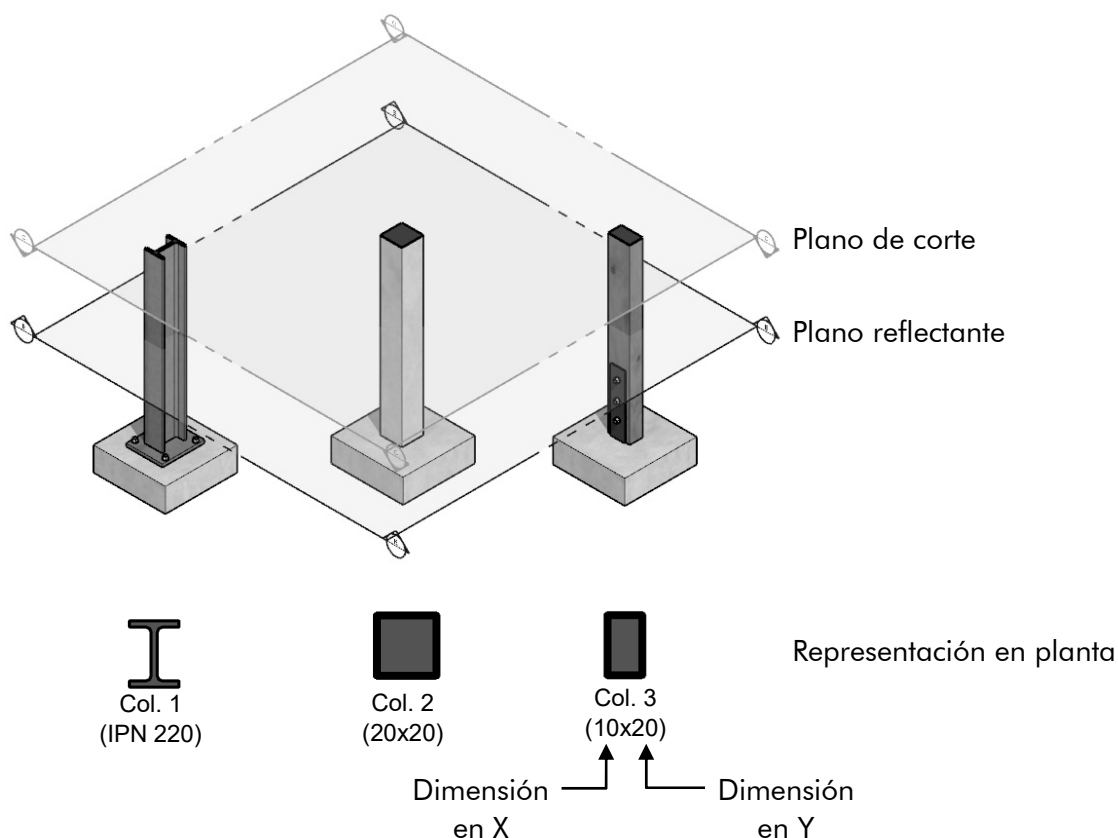


Fig. 19 – Representación en planta de columnas y designaciones

Pueden presentarse columnas que finalizan en el nivel inferior, o arrancan en el nivel superior al que se está observando, en cuyo caso se graficarán con línea discontinua y sin relleno. Por

ejemplo, para representar la losa sobre primer piso de la estructura siguiente donde la columna central va cambiando su posición, el tramo de planta baja queda detrás del plano de corte, el de primer piso en corte y el de tanque de agua oculto detrás de la viga:

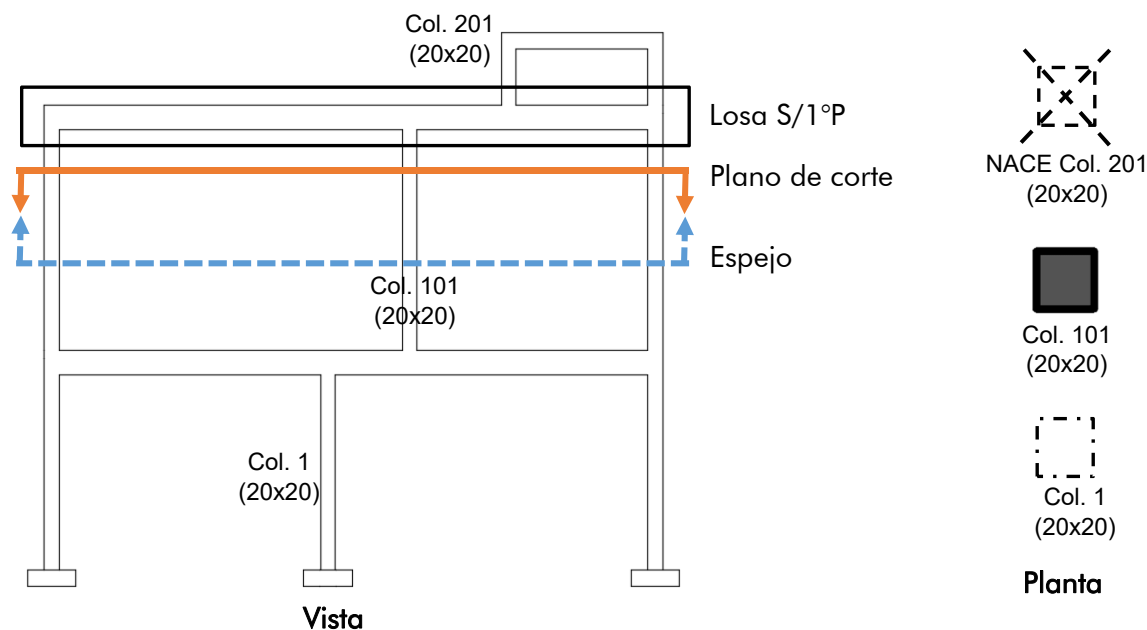


Fig. 20 – Representación en planta de columnas en diferentes niveles

Las columnas en proyección suelen resaltarse con una cruz y se indica la condición “NACE” en la designación.

Para una columna que cambie de sección de un nivel a otro, corresponderá combinar la graficación de la parte seccionada con la parte oculta según corresponda.

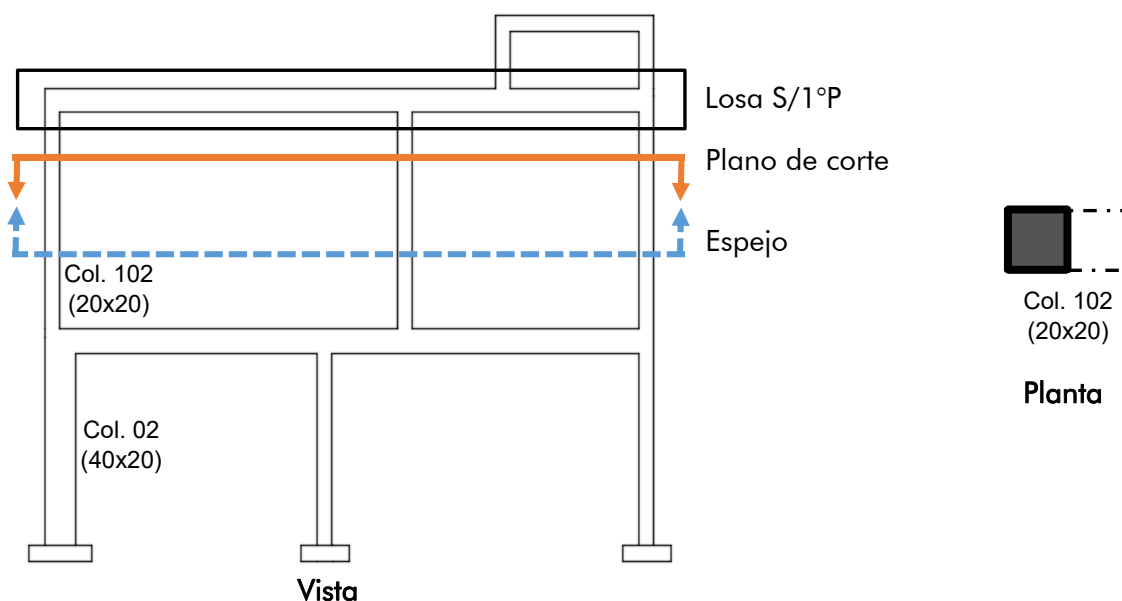


Fig. 21 – Reducción de sección de columna con respecto al nivel inferior

4.2 TABIQUES

Para el caso de tabiques de hormigón armado, vale todo lo indicado para columnas.

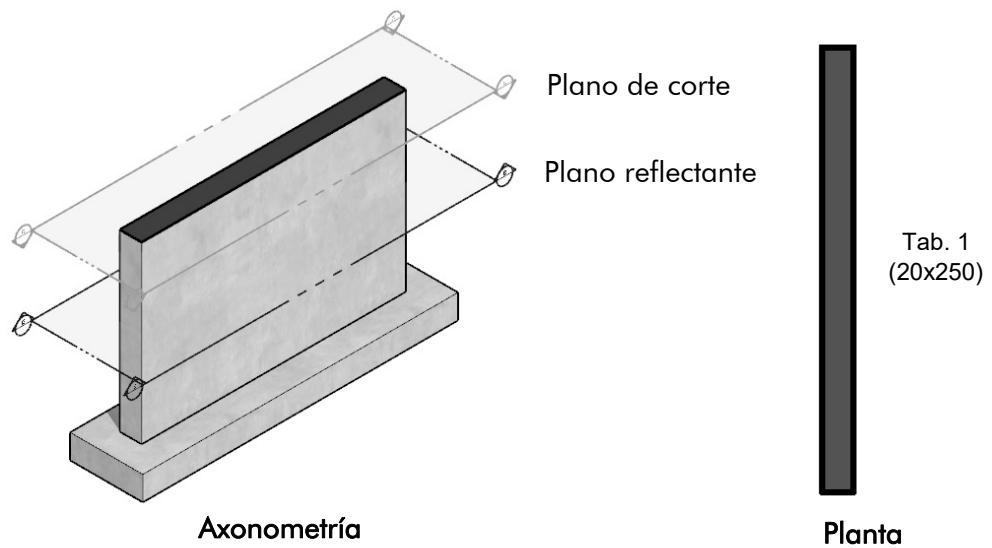


Fig. 22 – Representación en planta de tabiques

4.3 MUROS

Si bien en los muros de mampostería sismorresistente, mampuesto y encadenados forman un único elemento estructural, se debe diferenciar cada componente en el dibujo. Para ello puede utilizarse un sombreado diferente para cada uno, y su designación correspondiente. Si los encadenados verticales a ambos lados son iguales, puede utilizarse la misma designación.

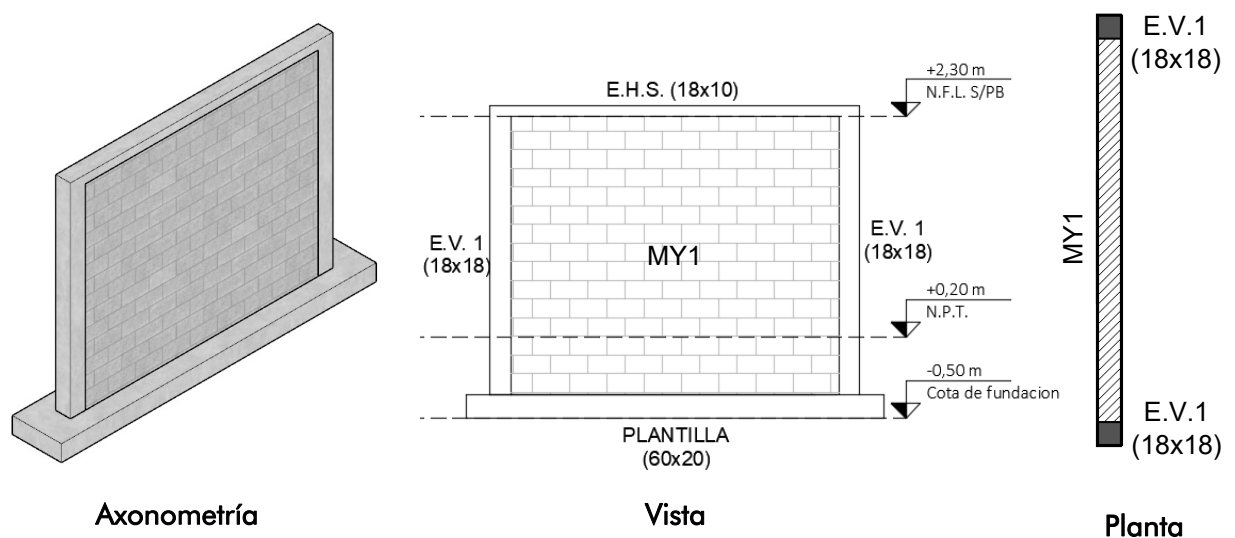


Fig. 23 – Representación en planta de muros sismorresistentes

Con respecto a la continuidad, interrupción, o variación de dimensiones del muro en distintos niveles, vale todo lo indicado para columnas.

4.4 VIGAS

4.4.1 REPRESENTACIÓN EN PLANTA Y DESIGNACIÓN

La representación de las vigas dependerá si se trata de vigas colgadas o invertidas en relación al nivel de la losa. En proyección ortogonal reflejada, para vigas colgadas corresponderá línea continua, dado que las aristas inferiores quedan en vista, y para vigas invertidas corresponderá línea discontinua, dado que no poseen aristas inferiores y las superiores quedan ocultas detrás de la losa.

Suponiendo que, en la losa sobre planta alta de nuestro ejemplo, la viga 102 fuese invertida y la 101 colgada, su representación en planta sería de la siguiente manera:

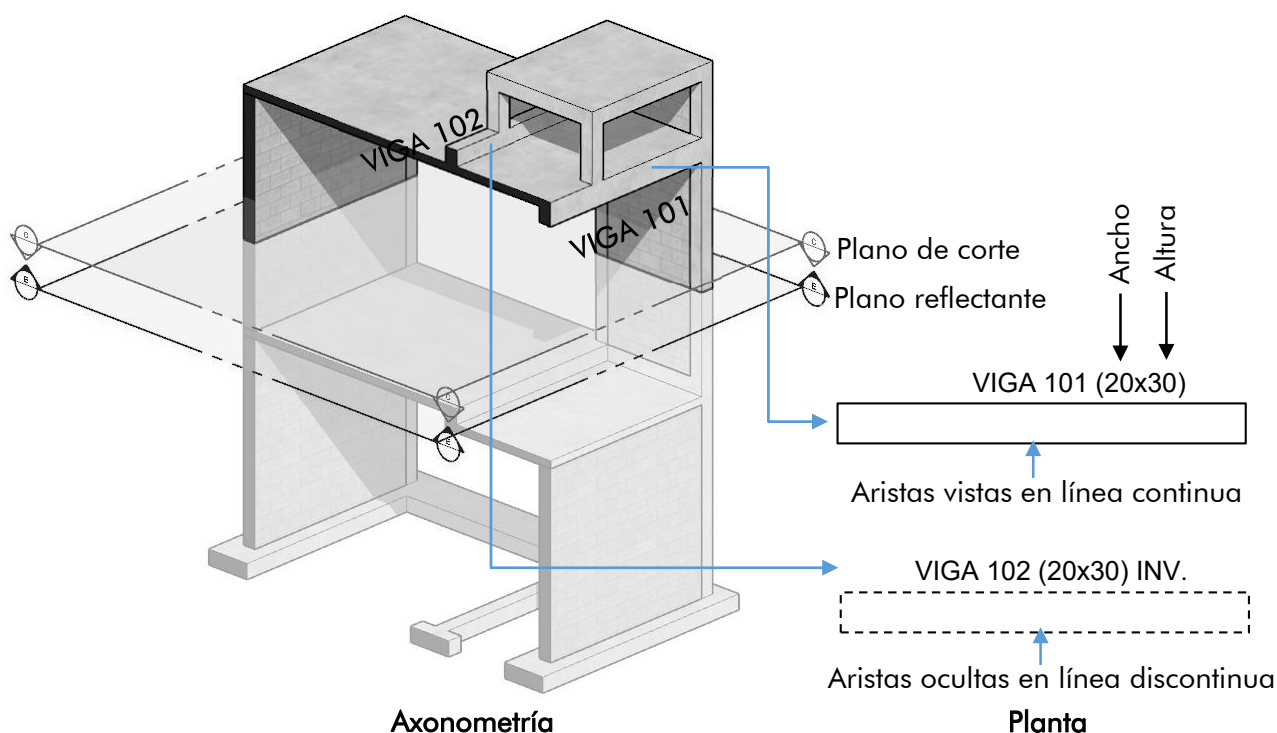


Fig. 24 – Representación en planta de vigas

La condición de invertida de una viga puede indicarse en la designación con la sigla "INV." Las dimensiones de la sección transversal se indican entre paréntesis, primero el ancho y luego el alto.

Si una viga invertida, a su vez coincide con el borde de losa, corresponderá dibujar en línea discontinua la arista oculta y en línea continua el borde de losa.

4.4.2 DETALLES DE ARMADO

El detallado de armaduras de vigas de hormigón armado se realiza sobre una vista frontal de la viga, y tantas secciones transversales como sean necesarias, en escalas 1:50 o 1:25.

La vista puede incluir algunos elementos que indiquen su contexto, como una porción de las columnas o muros sobre los que se apoye, o continúen sobre ella.

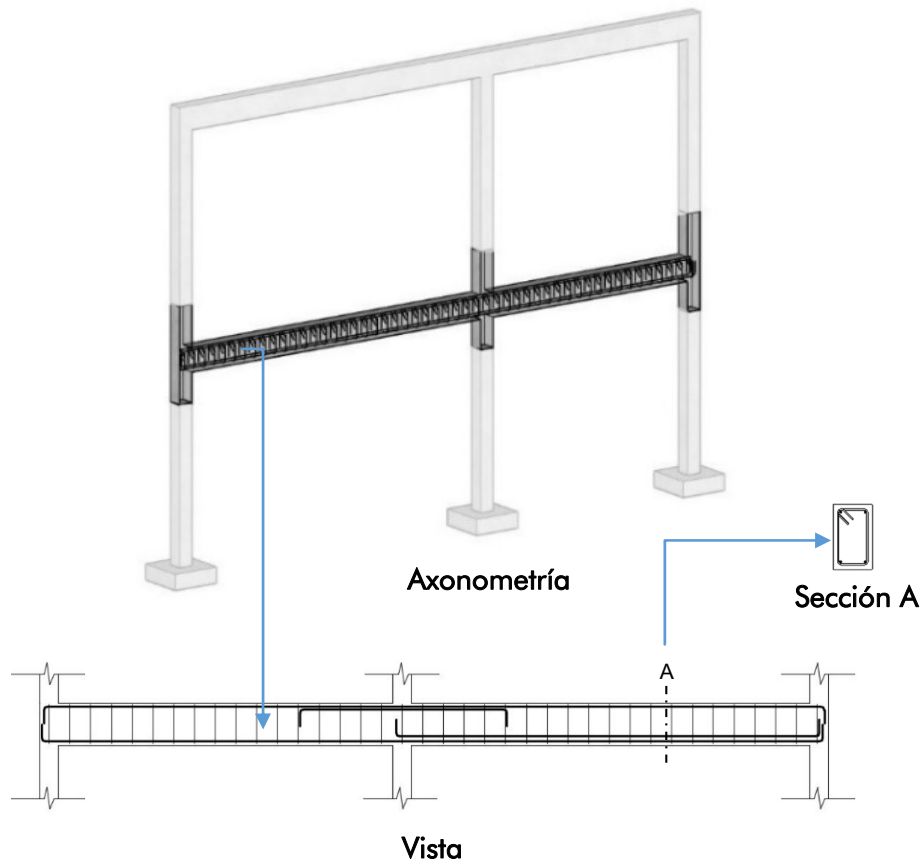


Fig. 25 – Sector a representar en vista para el detallado de armaduras de viga

Para barras de armadura se utiliza línea continua extra gruesa, según lo indicado en la tabla del apartado 2.1. Las barras que sean iguales (en longitud, diámetro y posición) pueden agruparse, dibujando una sola de ellas e indicando la cantidad en la designación, que debe incluir también el diámetro (con la sigla db o el símbolo $\varnothing$) y cualquier otro dato que se considere necesario, como la longitud (usualmente colocada entre paréntesis y en cm) como por ejemplo “2 $\varnothing$ 10 (780)”, indica que la línea graficada representa 2 barras de diámetro 10 y 7,80m de largo, colocadas en la misma posición de la viga, una en cada borde.

Es importante recordar que cada barra se debe designar solo UNA VEZ, sin importar que su longitud abarque varios tramos de viga.

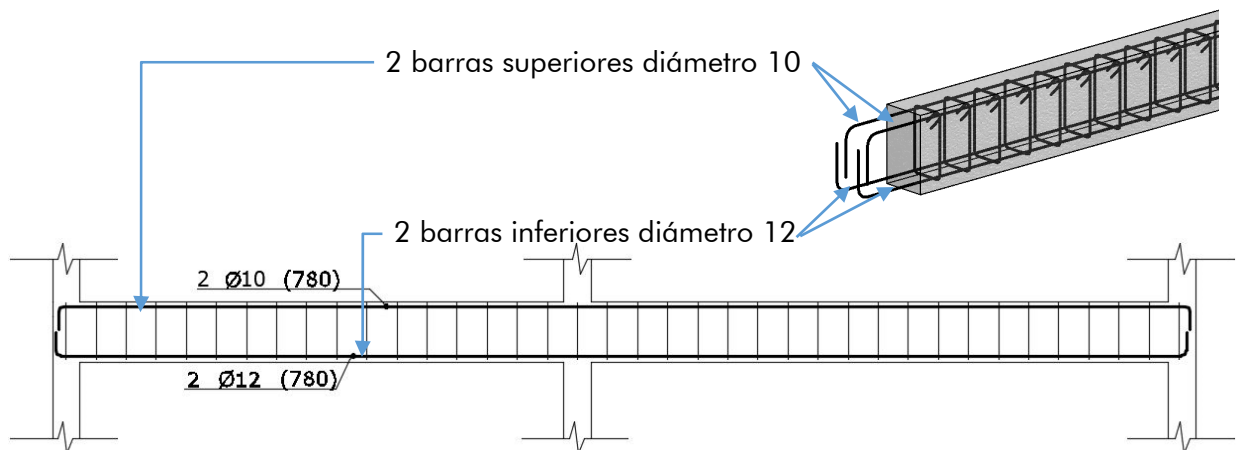


Fig. 26 – Detalle de armaduras de viga

Si la viga a graficar posee armadura suplementaria, esta puede desplazarse ligeramente en la vista de manera de no superponerse con la armadura principal y que ambas queden visibles, sin que esto implique un desplazamiento en la viga real a construir. La posición de las barras suplementarias debe estar completamente acotada.

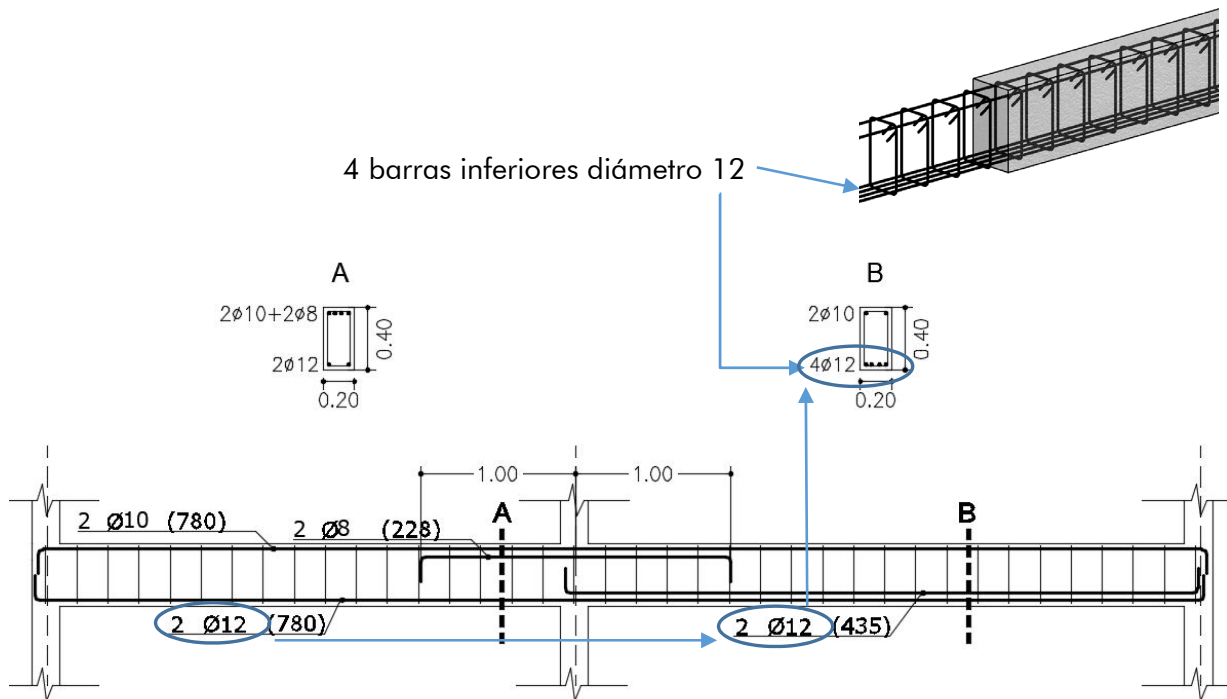


Fig. 27 – Barras suplementarias

Los estribos se acotan por tramo de igual diámetro y separación, indicándolos con el prefijo "Est." Por ejemplo "Est. Ø6 c/15". Opcionalmente también podrán agregarse otros datos, como la cantidad de estribos y el tipo (2 o 4 ramas), por ejemplo "26 Est. Ø6 c/15 - 4 ramas".

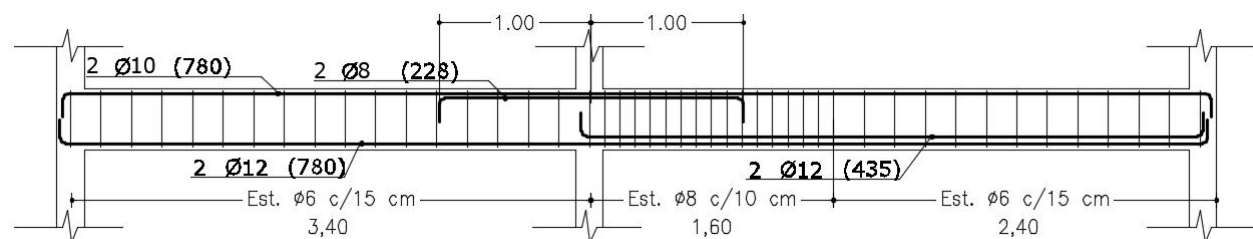


Fig. 28 – Designación de estribos

En vigas que posean un fuerte armado, puede generar confusiones la superposición de barras, por lo que se aconseja en esos casos, dibujar un despiece de la armadura debajo de la vista, separando barra por barra. Por último, también es recomendable designar y acotar todos los elementos que estén graficados en la vista.

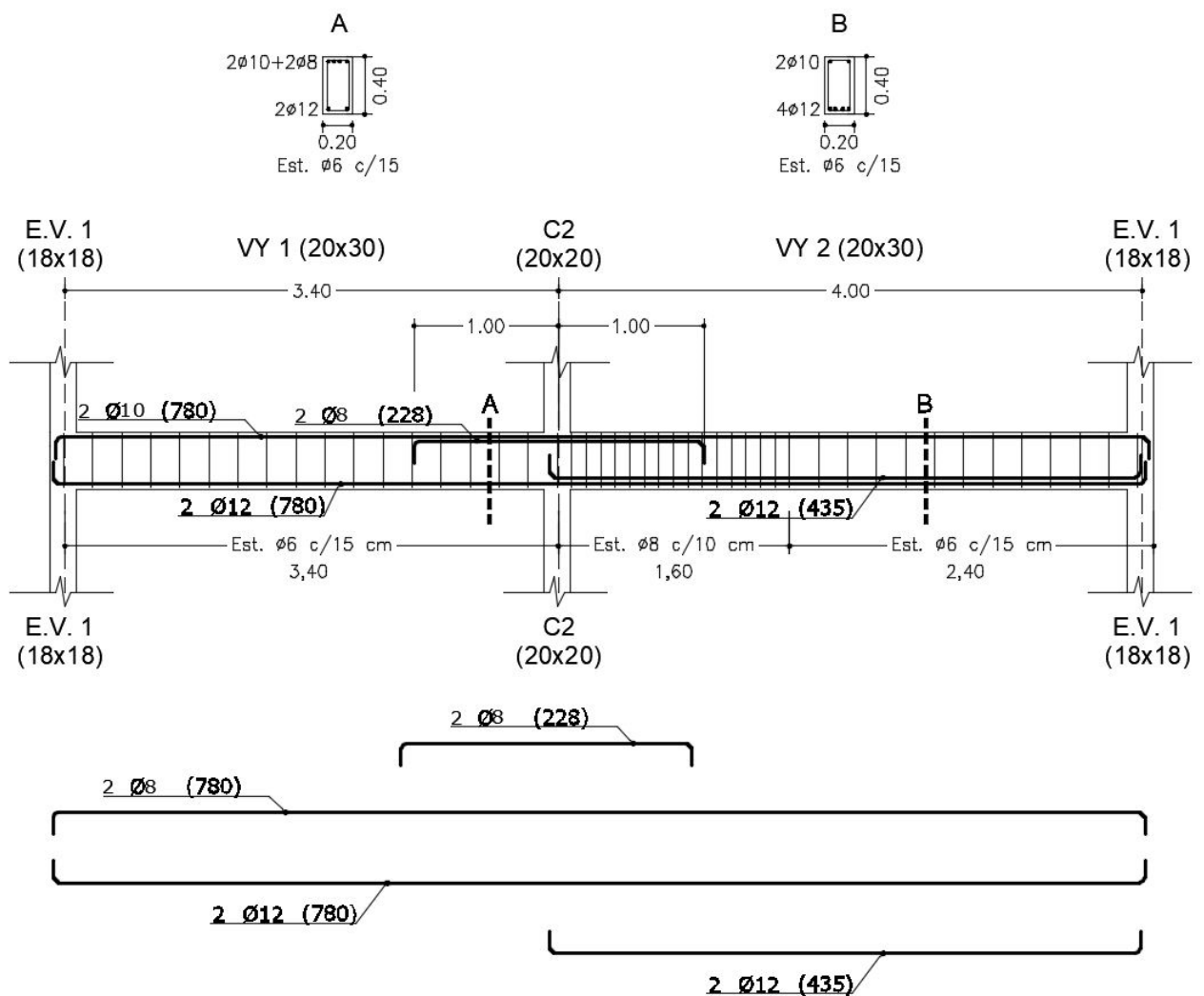


Fig. 29 – Detalle completo de armaduras de viga

4.5 PLANOS HORIZONTALES SUPERIORES

Existe una gran variedad de planos superiores, tanto en hormigón armado como en entramados livianos en metal o acero. Se ejemplifican a continuación algunos de los más usuales.

4.5.1 LOSAS MACIZAS

Las losas macizas poseen una superficie inferior lisa, por lo cual en planta no se grafica ninguna línea más que su contorno. Cuando existan desniveles, como por ejemplo un sector a un nivel más bajo para alojar instalaciones sanitarias, se graficarán las aristas visibles con línea continua, o las aristas ocultas con línea discontinua según corresponda. También suelen resaltarse estos sectores con un rayado suave para su fácil identificación.

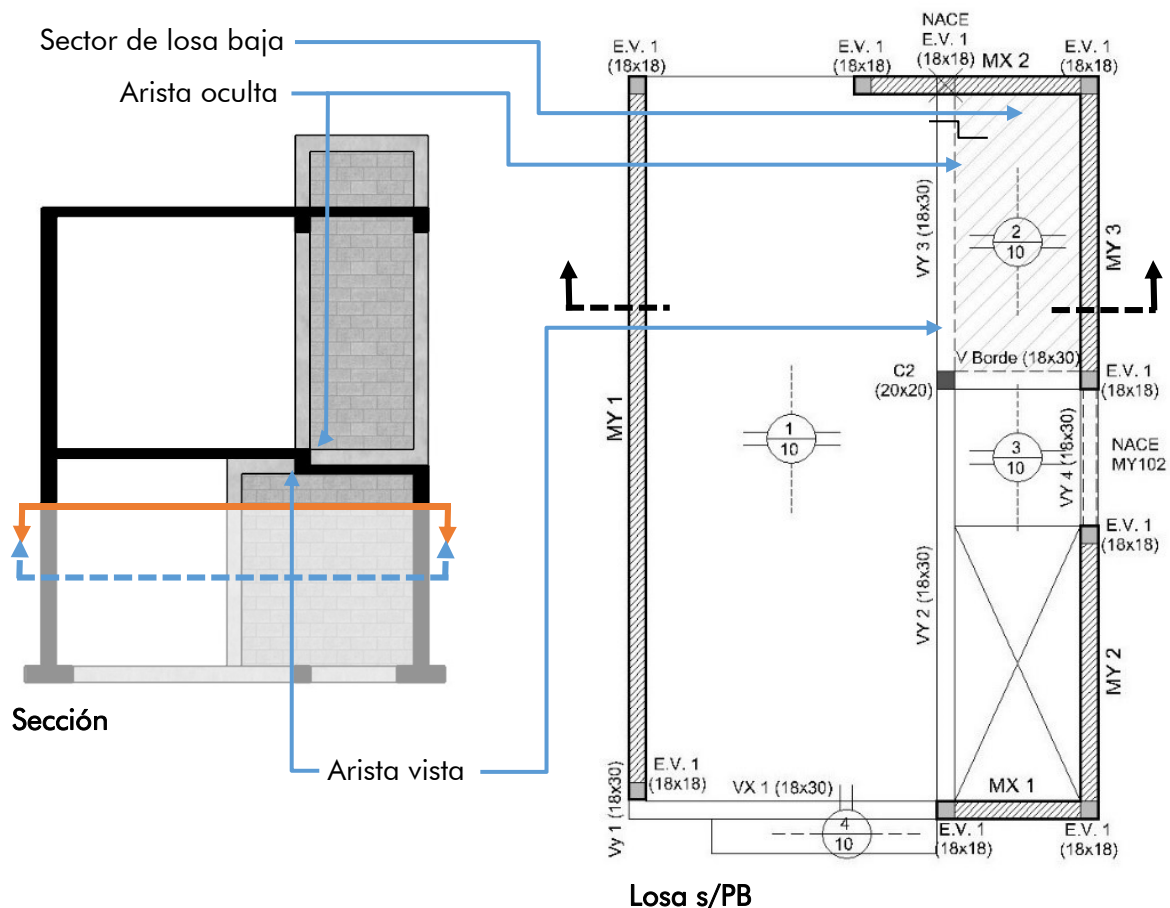


Fig. 30 – Losa baja

Para designar las losas macizas se utiliza un círculo dentro del cual se indica la numeración de la losa y su espesor. Luego se añaden líneas continuas para indicar las direcciones de armado y líneas discontinuas para el armado de repartición:

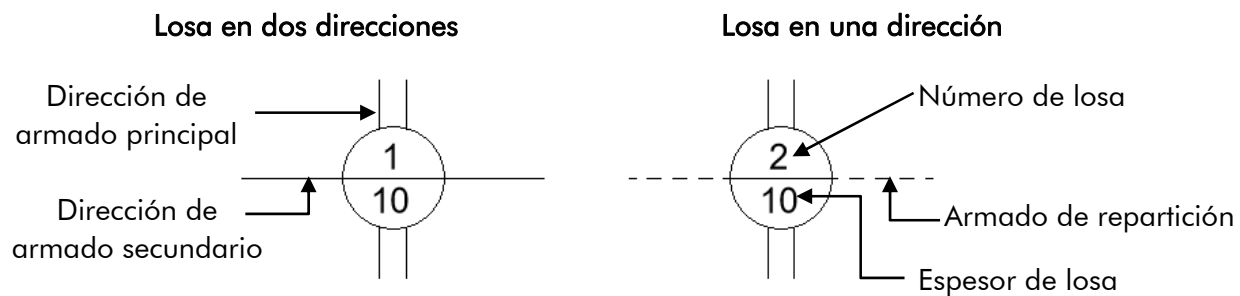


Fig. 31 – Simbología de losas

Para las **losas en voladizo** se coloca una doble línea solo hacia el borde de apoyo:

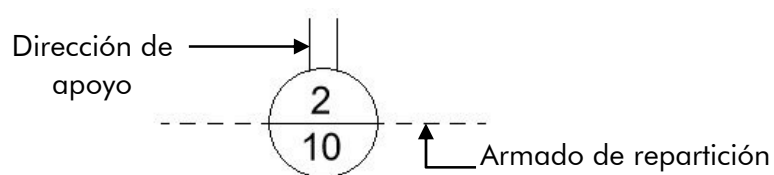


Fig. 32 – Simbología de losas en voladizo

ARMADURAS

Las armaduras de losas macizas se grafican rebatiendo la vista frontal de la barra sobre la planta. El sentido del rebatimiento se indica en la figura 33.

Las barras se grafican con su posición y longitud real que llevarán en obra, por lo cual deben abarcar la longitud total de la losa, respetando recubrimientos, anclajes y empalmes necesarios.

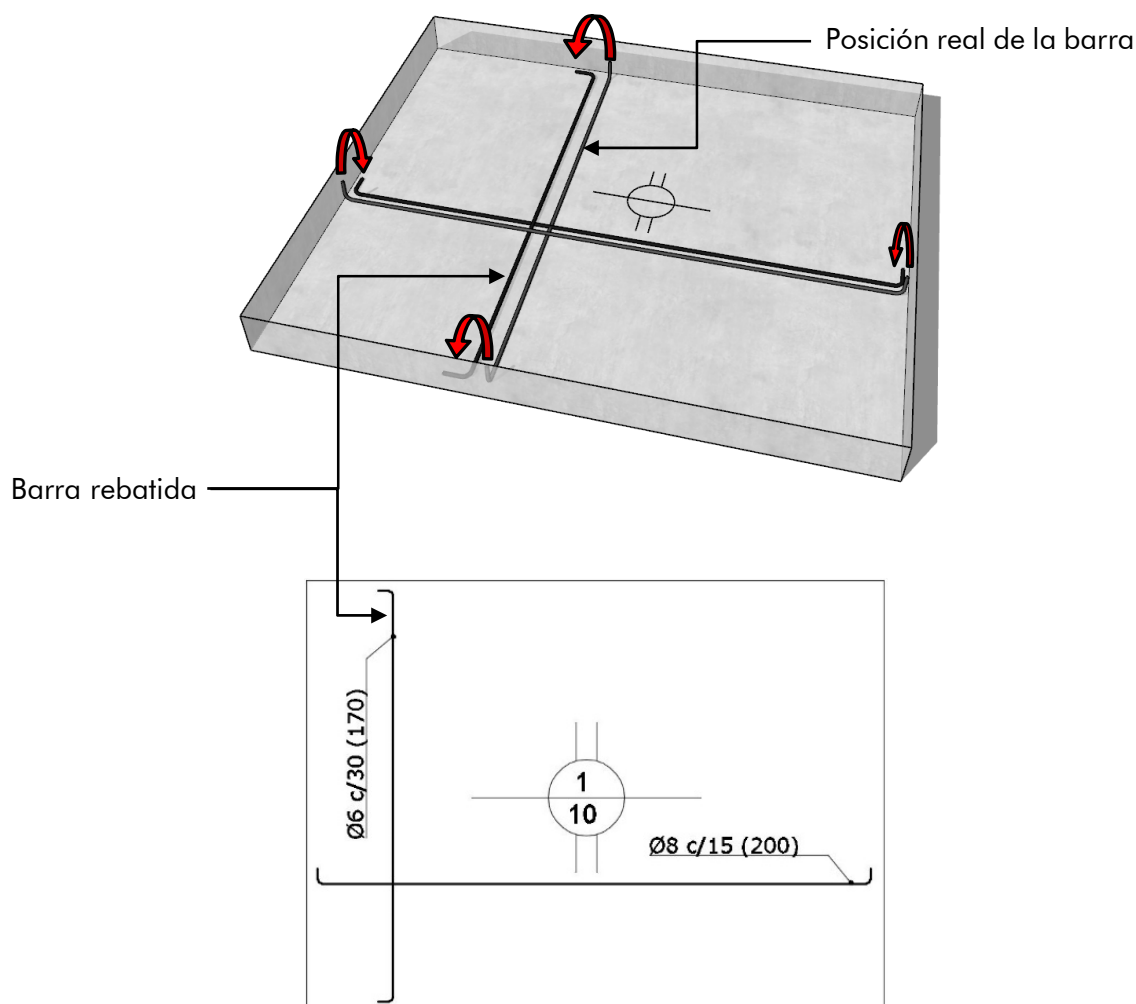


Fig. 33 – Armadura de losas

Al igual que en las vigas, de todas las barras que sean iguales, puede graficarse una sola, indicando su diámetro, separación y el área de losa que ocupan. Puede agregarse también la longitud de la barra entre paréntesis. Ej: "Ø6 c/20 (400)" indica que se coloca una barra diámetro 6 cada 20 cm, de 4m cada una, en el área de la losa que se indique.

Las armaduras que se coloquen en la cara superior se rebaten junto con las inferiores. Las barras graficadas en planta en dirección X con los ganchos hacia arriba, van en la cara inferior de la losa y cuando tengan los ganchos hacia abajo, van en la cara superior de la losa. De igual forma, las barras dibujadas en planta en dirección Y con los ganchos hacia la izquierda, van del lado inferior de la losa, y cuando tengan ganchos del lado derecho, del lado superior. También puede acompañarse la designación de cada grupo de barras con el texto "Arriba" o "Abajo" según corresponda, como aclaración se la posición en la losa.

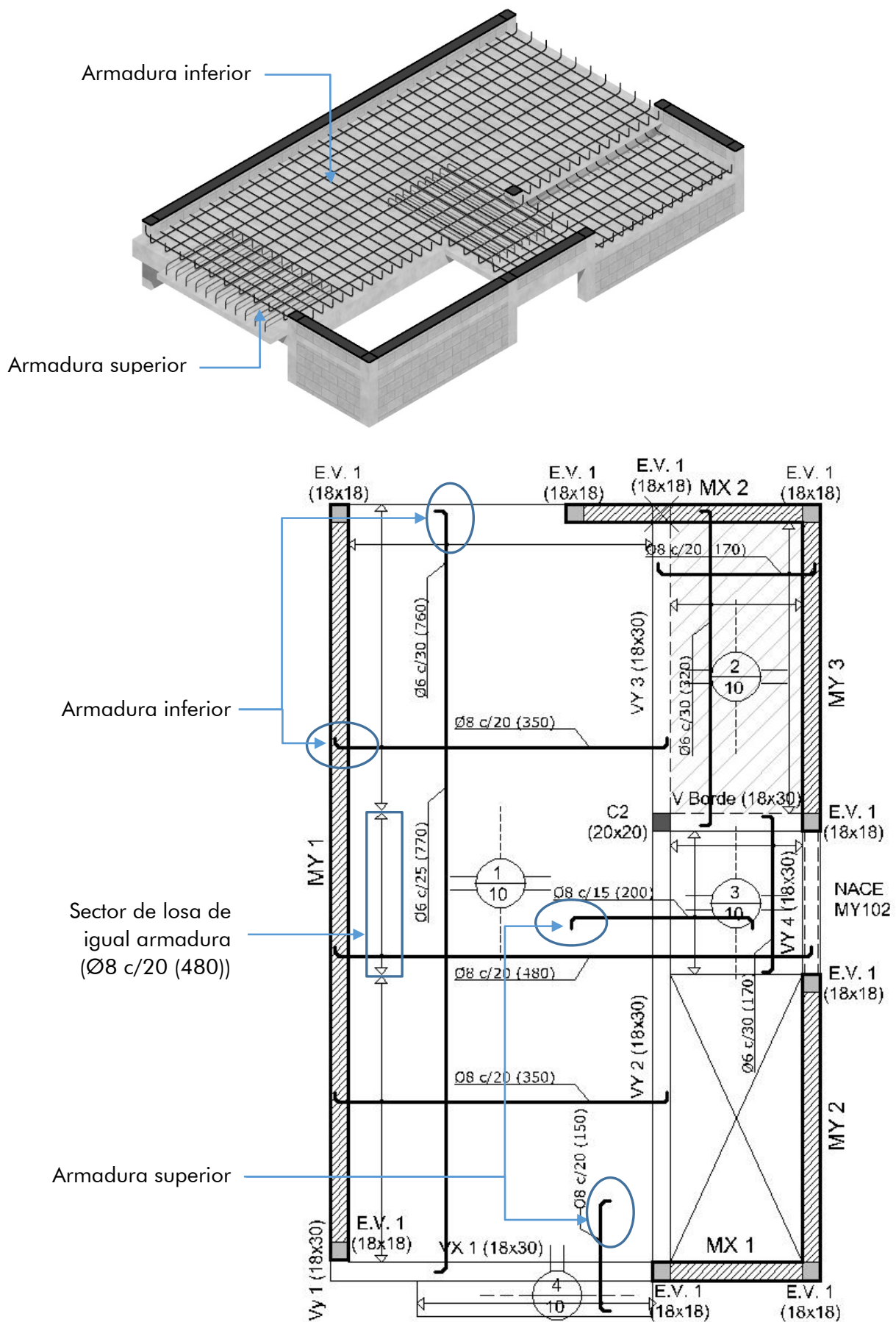


Fig. 34 – Armadura de losas

4.5.2 LOSAS NERVURADAS

A diferencia de las losas macizas, las nervuradas presentan nervios en su cara inferior, cuyas aristas deben dibujarse con línea continua o discontinua, según el método de proyección utilizado. Para designarlas e indicar el sentido de armado se usa la misma simbología del caso anterior.

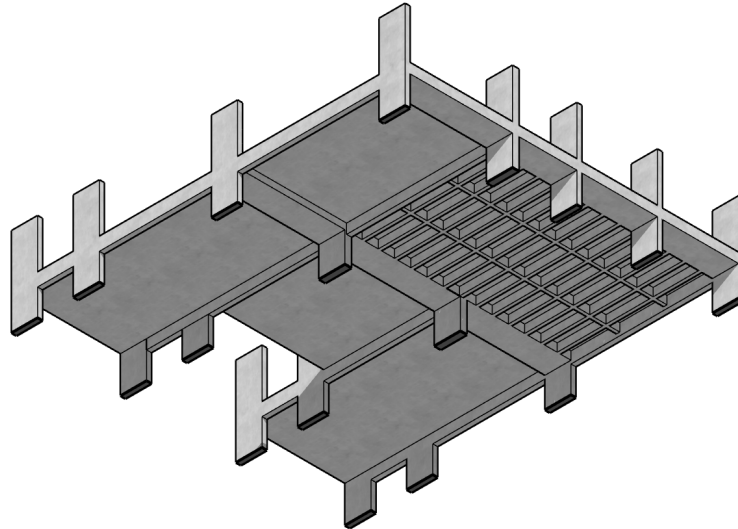


Fig. 35 – Vista axonométrica inferior de estructura con losas macizas y nervuradas

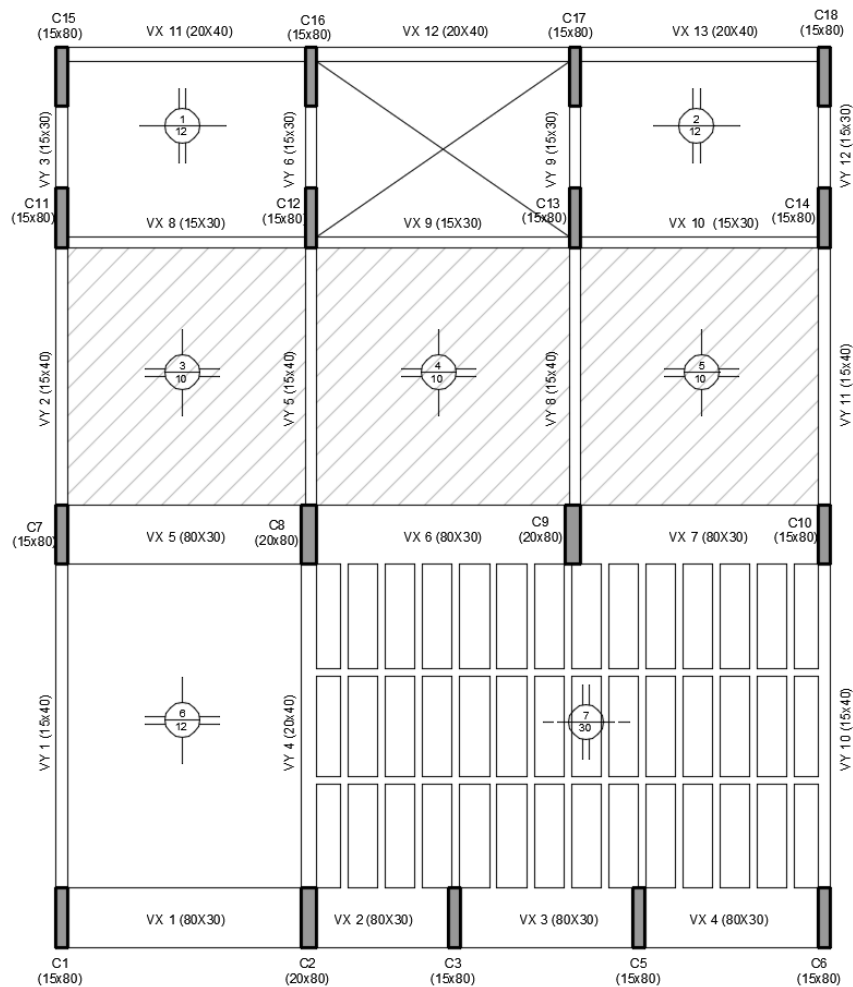


Fig. 36 – Planta de estructuras con losas macizas y nervuradas

ARMADURAS

El dibujo de las barras de acero se realiza rebatiéndolas con el mismo criterio que para losas macizas, solo que en su designación se indica ahora “por nervio” en lugar de la separación. Ej: “2 Ø8 (400) por nervio” indica que en cada nervio se colocan 2 barras de diámetro 8 de 4m de longitud.

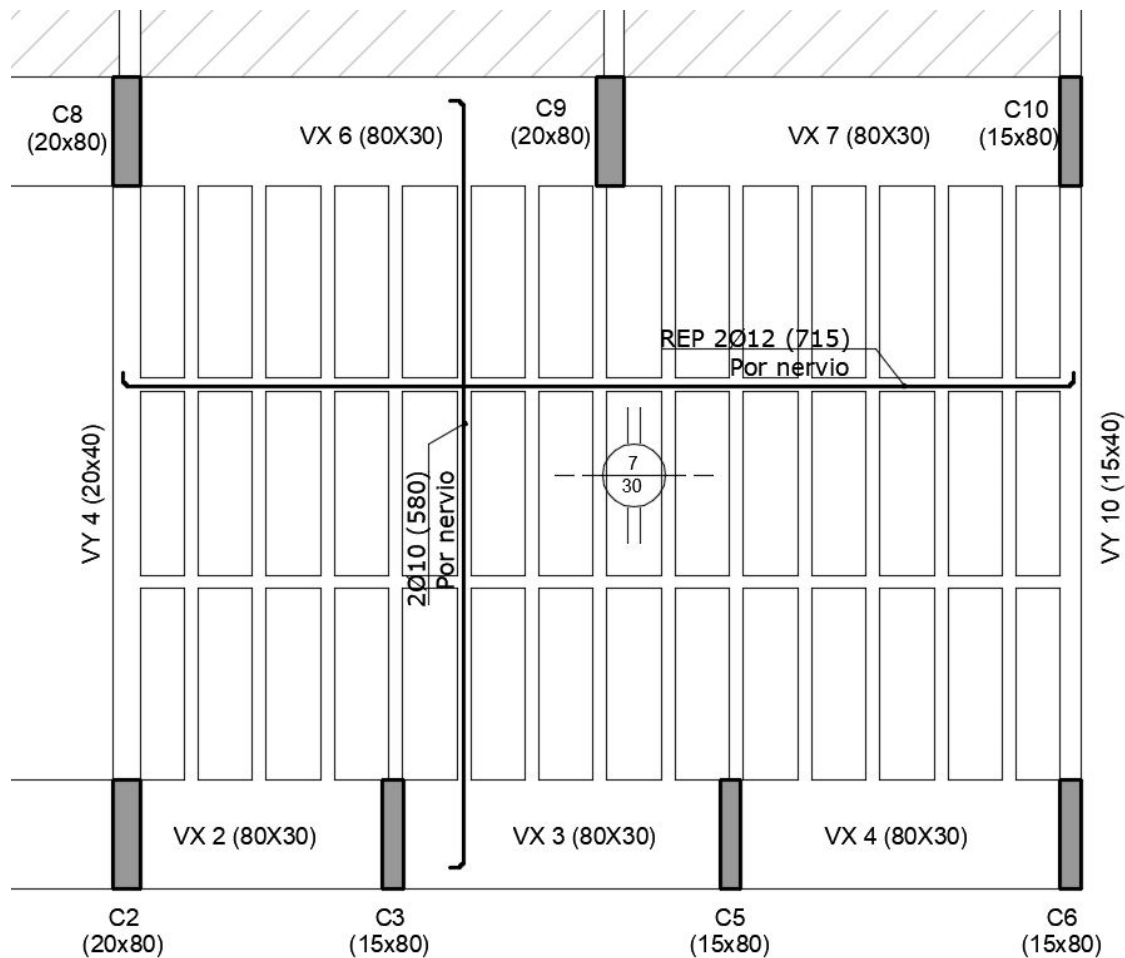


Fig. 37 – Armaduras de losa nervurada

4.5.3 LOSAS DE VIGUETAS

Las losas de viguetas poseen elementos de distinto material tales como la propia vigueta, los ladrillos de aligeramiento y el hormigón. Dependiendo de la escala y el nivel de detalle alcanzado en los planos, pueden dibujarse diferenciados.

Usando el método de proyección reflejada, se dibujan en vista las aristas de la cara inferior de la vigueta y de los ladrillos, que por su menor relevancia pueden ser de un trazo más fino o color más claro de manera de no entorpecer la rápida lectura de la planta.

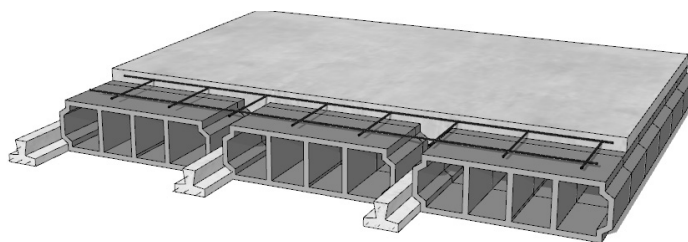


Fig. 38 – Losa de viguetas

REPRESENTACION GRAFICA DE ESTRUCTURAS



Fig. 40 – Losas sobre planta baja con viguetas

4.5.4 ENTRAMADOS DE MADERA / ACERO

En el caso de planos horizontales formados por retículas de madera o acero, se dibujan las vigas que lo componen con un trazo más fino o color más claro para indicar su menor jerarquía en comparación de las vigas principales. No llevan una simbología determinada, sino que se designa individualmente cada viga o cabio, indicando su sección. Puede completarse con un texto que indique el material y espesor de la placa de cerramiento.

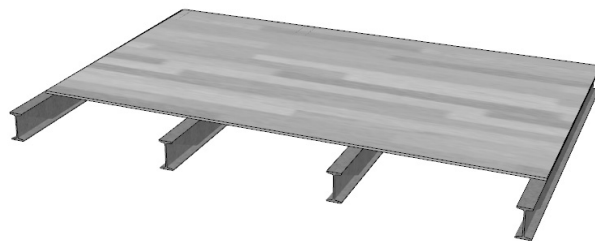


Fig. 41 – Plano horizontal de IPN y entablado

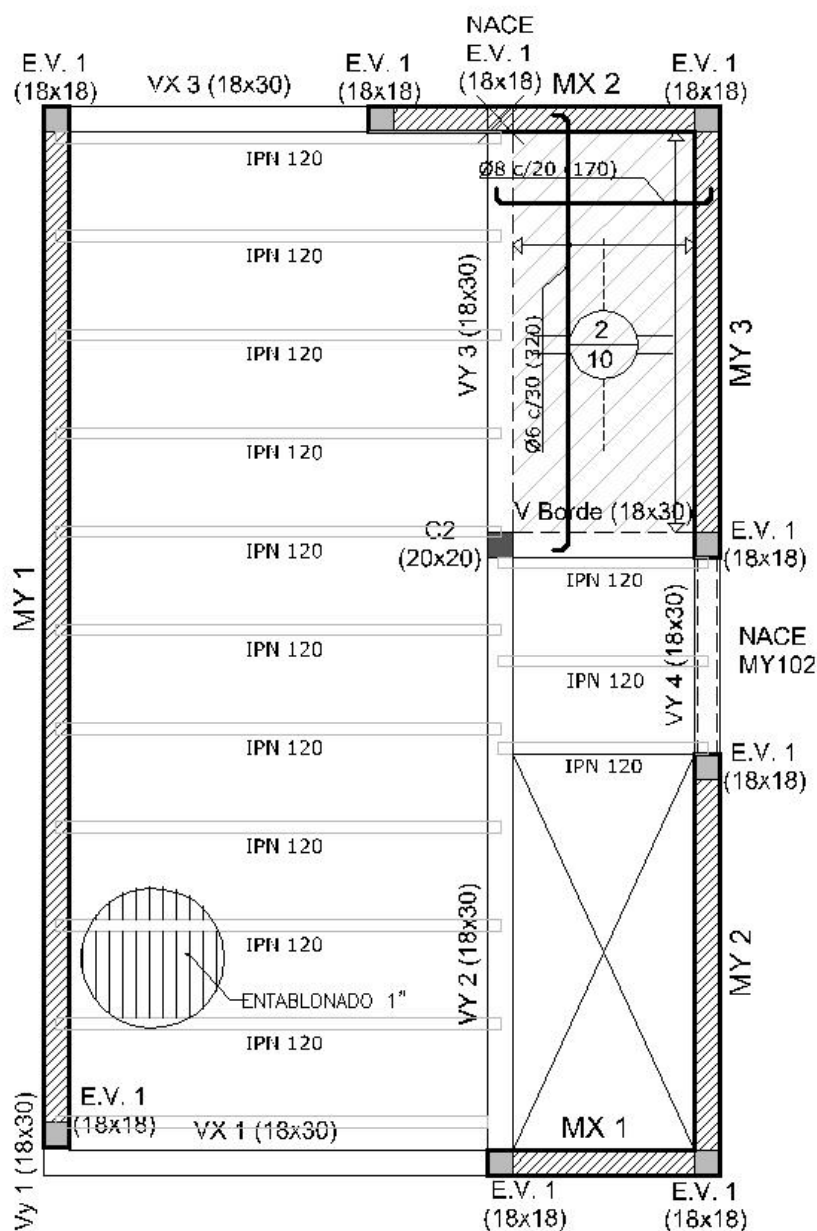


Fig. 42 – Losas sobre planta baja con IPN

4.6 ZAPATAS

Al igual que todos los elementos de fundación, las zapatas se representan solo con el método de proyección directa, correspondiendo el uso de una línea fina continua. La columna, muro o tabique que se apoye sobre ella queda seccionado por el plano de corte, correspondiendo su dibujo en línea gruesa continua y relleno sólido.

La designación de la zapata puede hacerse con la letra "Z", o el texto "Zapata" y entre paréntesis las dimensiones, colocando primero la longitud paralela al eje X, luego al Y, y por último la altura total.

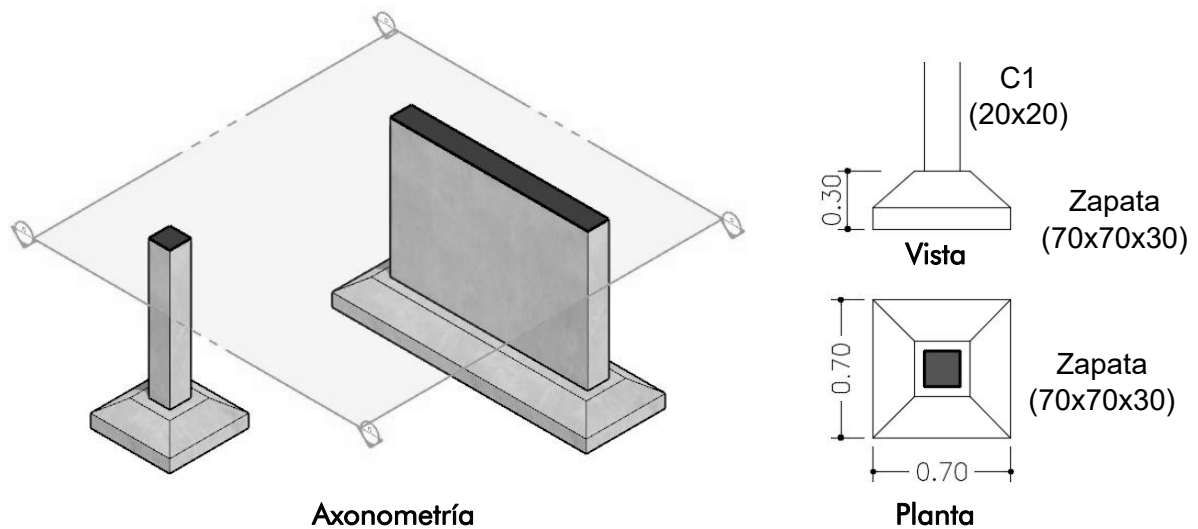


Fig. 43 – Zapatas puntuales y corridas

4.7 POZOS Y CABEZALES

Se utilizan los mismos criterios que para el caso de las zapatas, tanto para el método de proyección como para los tipos de líneas y designaciones. En el caso de existir un cabezal, parte de la geometría de los pozos queda oculta detrás de este, correspondiendo el uso de línea fina discontinua para esos sectores.

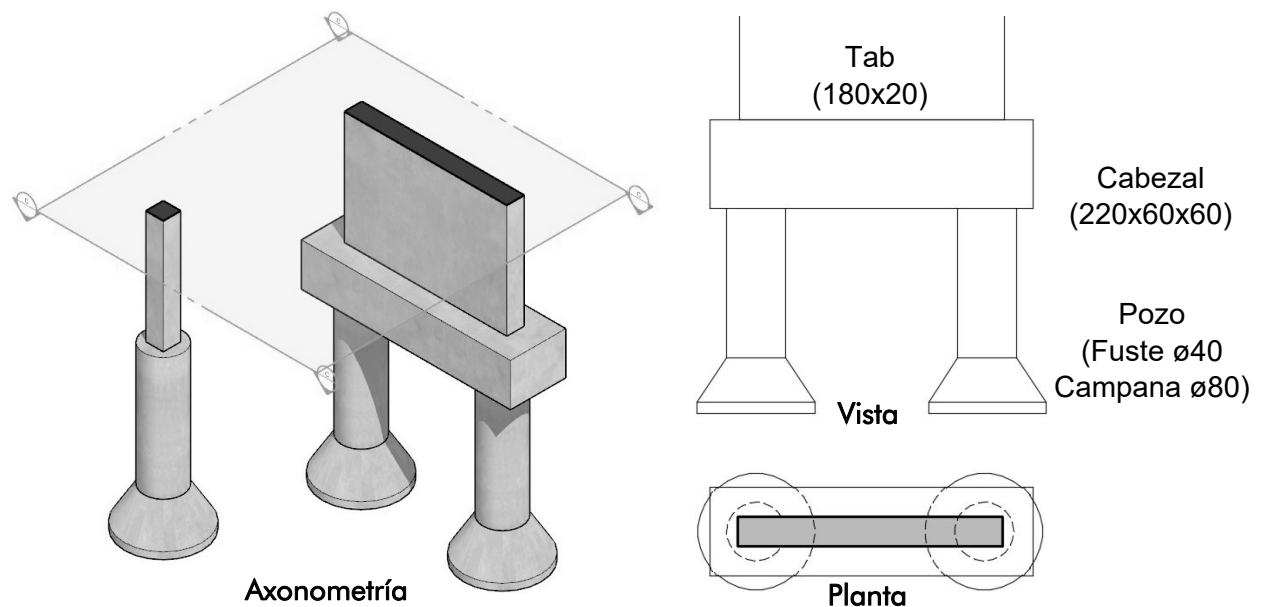
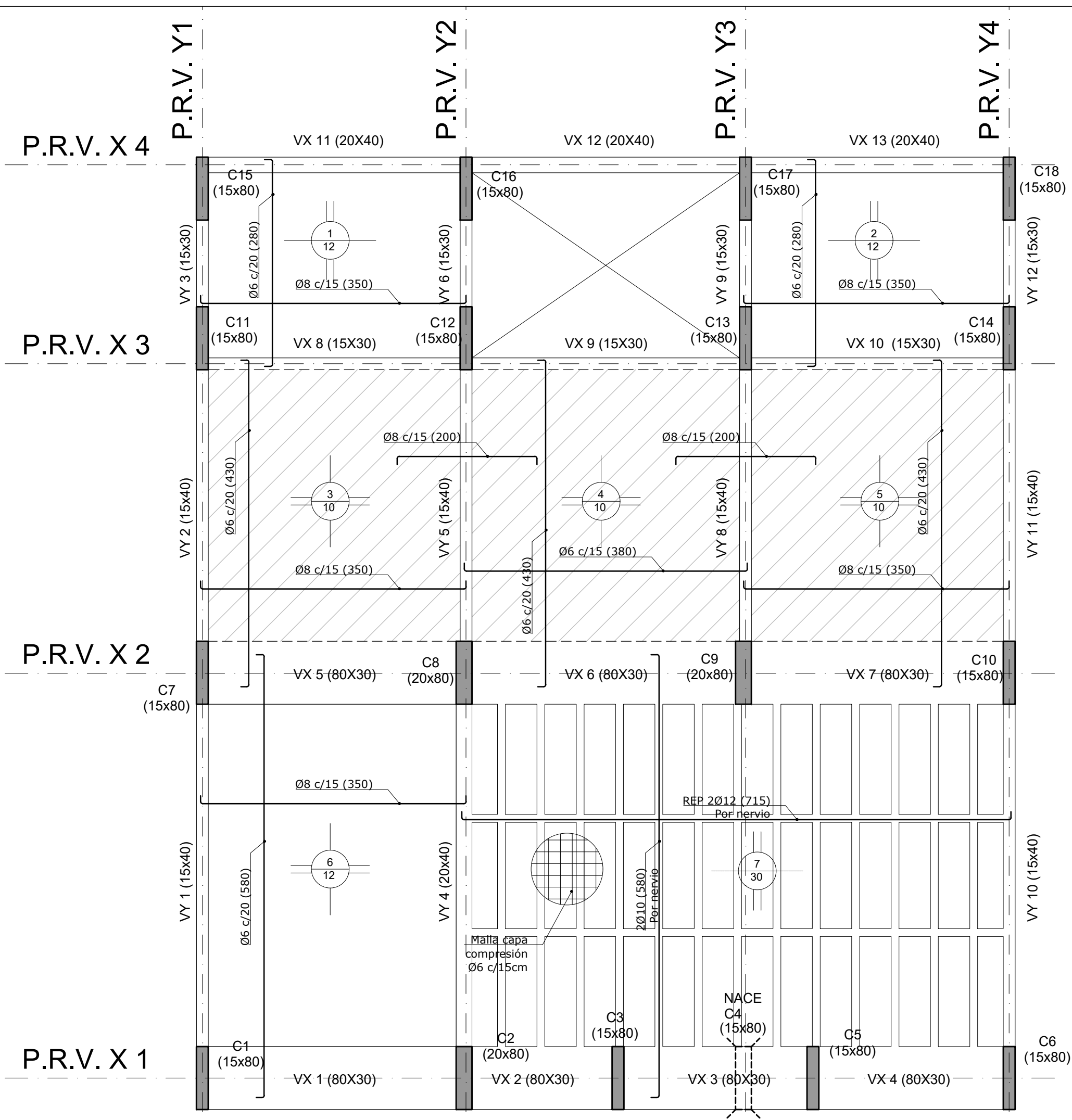


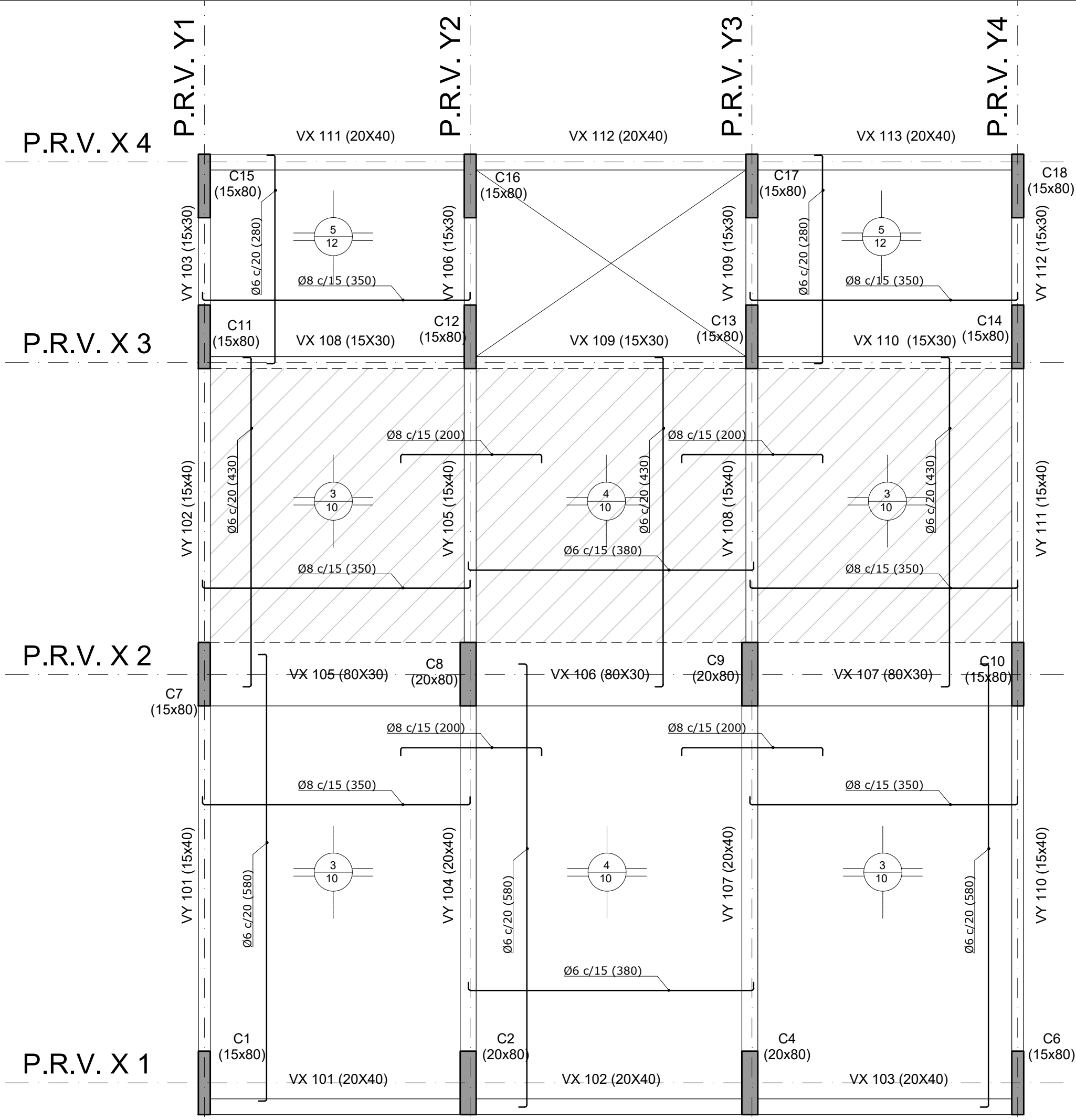
Fig. 44 – Pozos y cabezales

5 EJEMPLOS

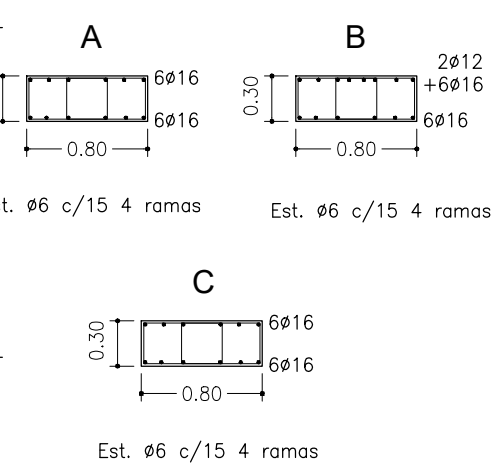
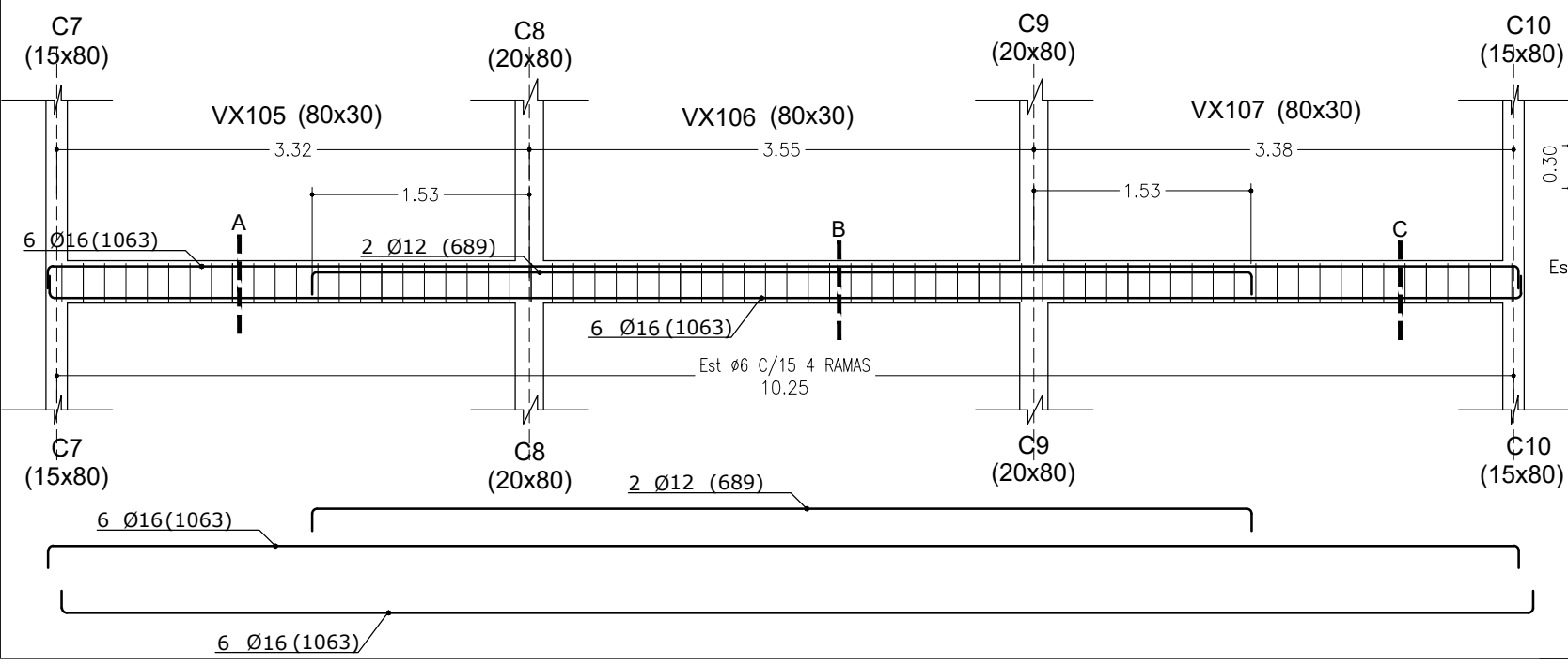
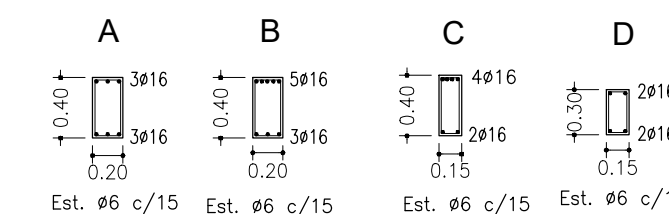
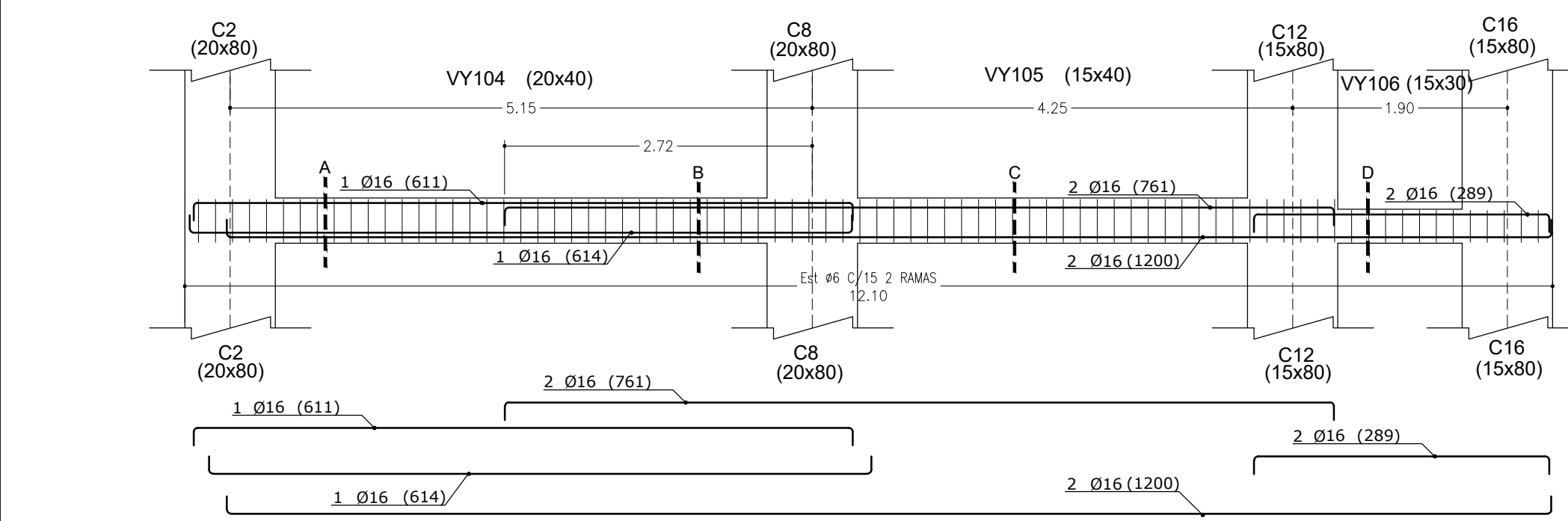
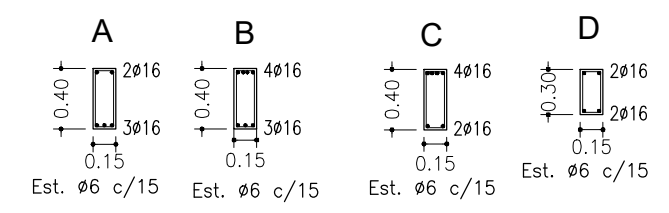
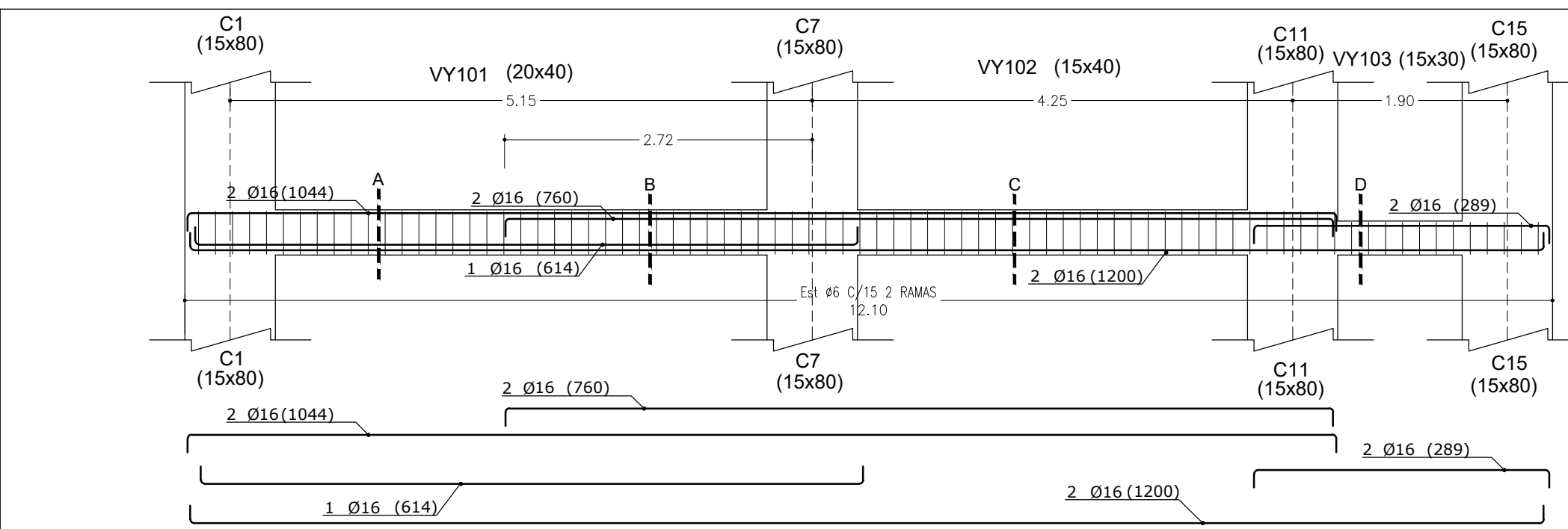
A continuación se anexan, a modo de ejemplo, algunas plantas de estructura y detalles de armado de vigas correspondientes a un edificio de 4 niveles y a una vivienda unifamiliar de dos plantas.



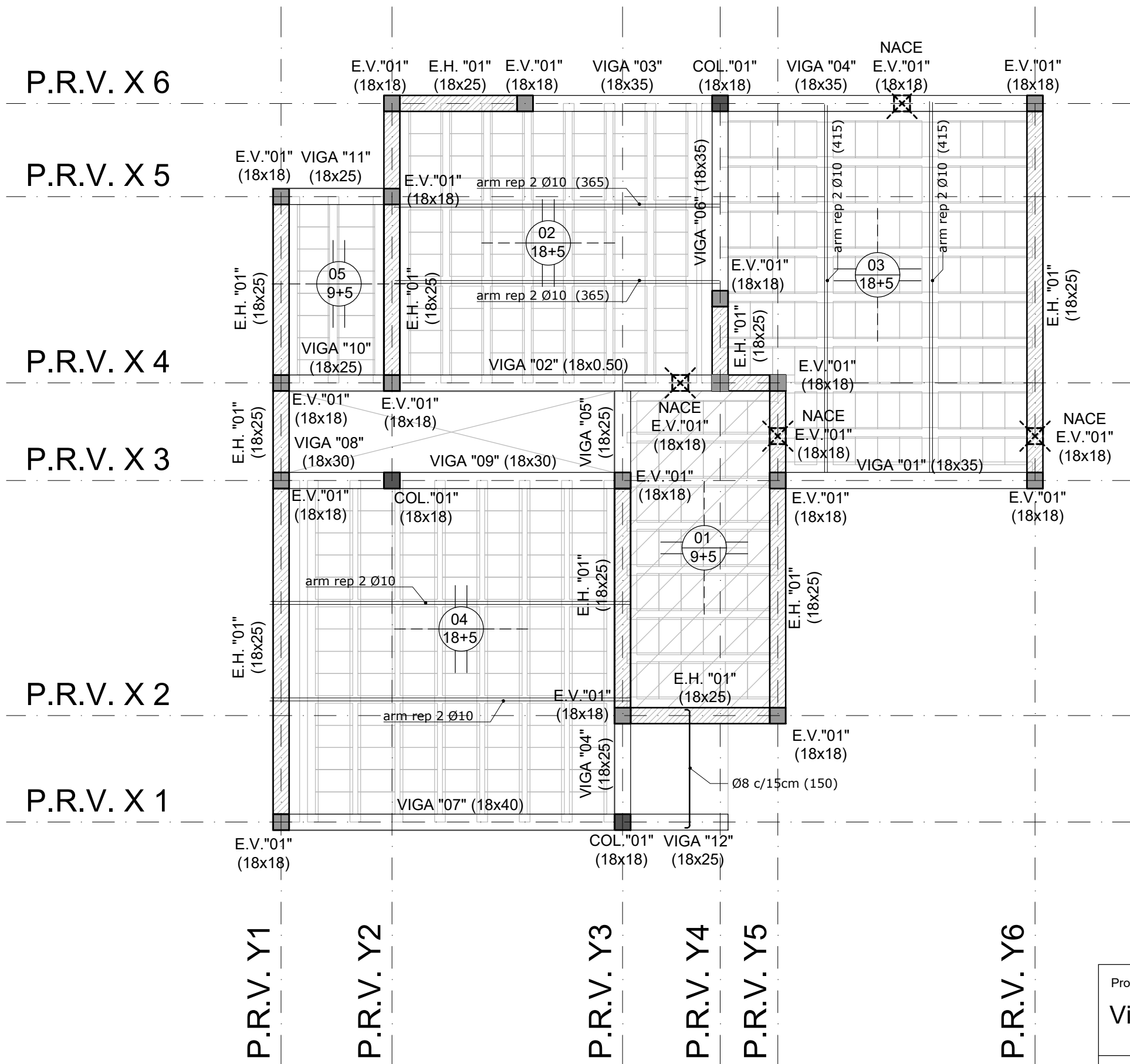
Proyecto		
Edificio Tucumán		
Losas sobre planta baja		
Fecha	30/4/2019	E.01
Número de proyecto	2018-05	
Revision	01	
Unidades de medida	Centímetros	Escala
		1:50



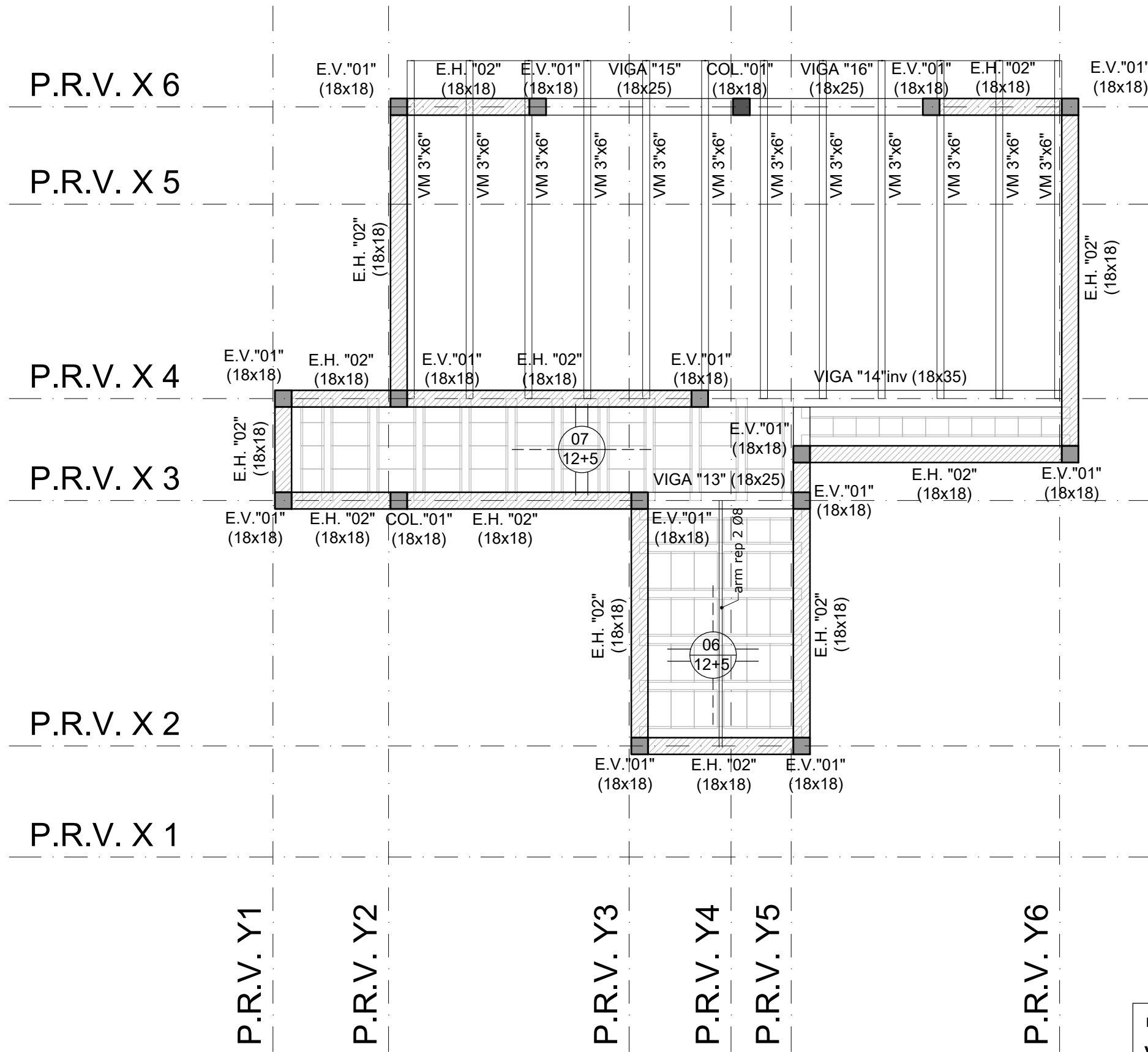
Proyecto		
Edificio Tucumán		
Losas sobre planta alta		
Fecha	30/4/2019	E.02
Número de proyecto	2018-05	
Revision	01	
Unidades de medida	Centímetros	
Escala		1:50



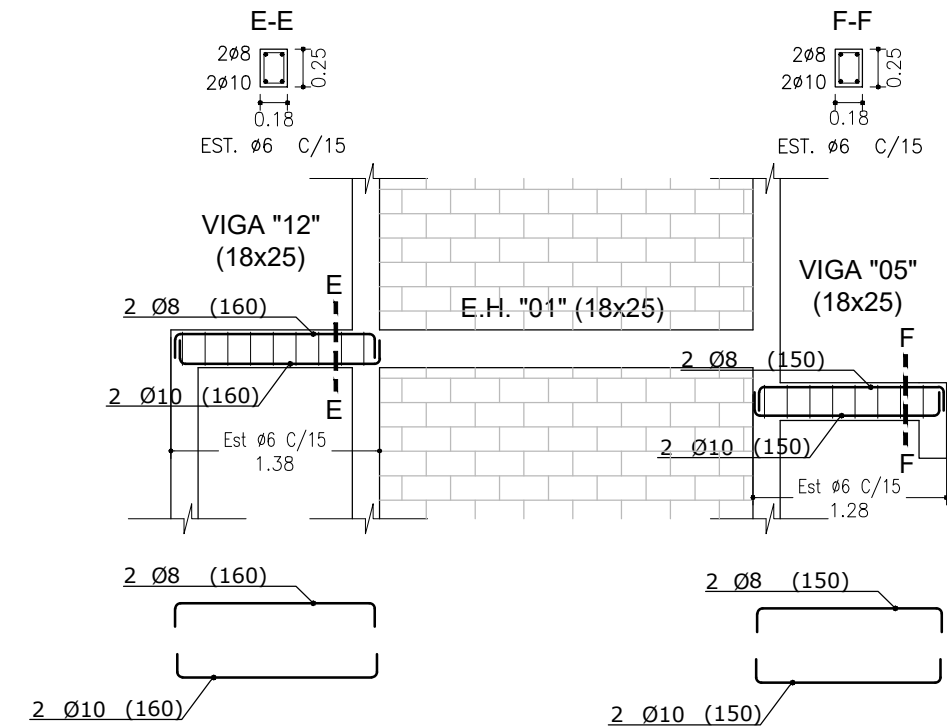
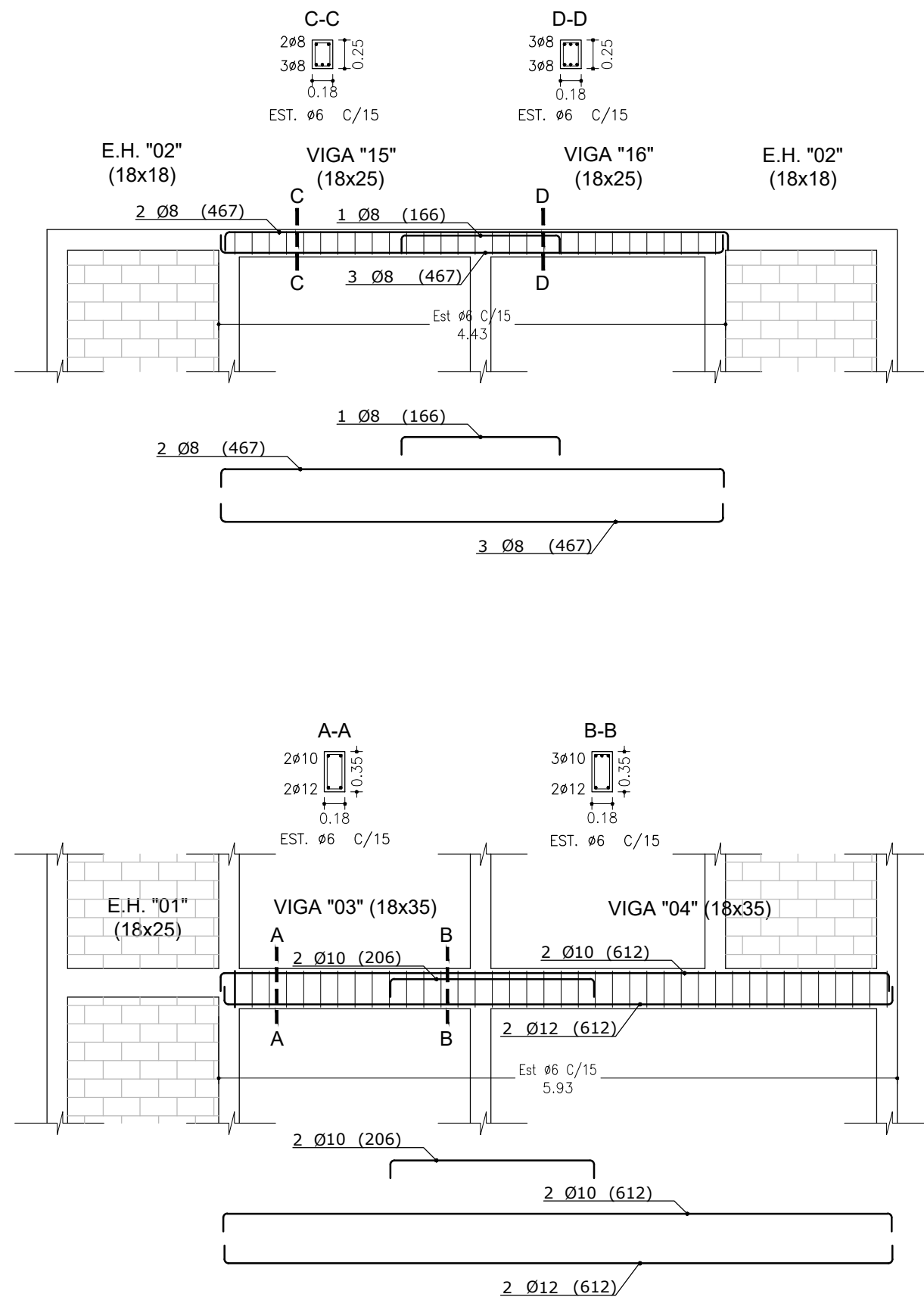
Proyecto		
Edificio Tucumán		
Detalle de vigas		
Fecha	30/4/2019	E.03
Número de proyecto	2018-05	
Revision	01	
Unidades de medida	Centímetros	
Escala		1:50



Proyecto		
Vivienda unifamiliar		
Losas sobre planta baja		
Fecha	30/4/2019	E.01
Número de proyecto	2019-05	
Revision	01	
Unidades de medida	Centímetros	Escala
		1:50



Proyecto		
Vivienda unifamiliar		
Losas sobre planta baja		
Fecha	30/4/2019	E.02
Número de proyecto	2019-05	
Revision	01	
Unidades de medida	Centímetros	Escala
		1:50



Proyecto

Vivienda unifamiliar

Detalle de vigas

Fecha 30/4/2019

Número de proyecto 2019-05

Revision 01

Unidades de medida Centímetros

E.03

Escala 1:50

6 BIBLIOGRAFIA

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1986) *Norma IRAM 4525 - Representación en planos de construcción de edificios*

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1989) *Norma IRAM 4557 - Representación simbólica de las armaduras para hormigón*

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1966) *Norma IRAM 11535 – Elementos de edificios. Definiciones*

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2011) *Manual de normas IRAM de dibujo tecnológico. Edición 32*

Cecilia María Nicasio (2008) *Normas y convenciones en la representación de estructuras. Resumen de trabajos 20º jornadas argentinas de ingeniería estructural. Buenos Aires.*

Fundación Corbis (2014) *Manual de documentación de proyectos.*

Isolda Simonetti – Raquel Fabre (2015) *Estructuras y arquitectura. Ed. Ingreso. Córdoba*

ISBN 978-987-4415-47-9

