UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TESIS
IC2002
07

"RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACION DE PLANOS ESTRUCTURALES ASISTIDOS POR COMPUTADORA"

REALIZADO POR

Ojeda, Juan
Rodrigo, Salvador

PROFESOR GUIA

Gutierrez, Arnaldo

FECHA

Noviembre 2002

BIBLIOTECA
Caracas

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

"RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACION DE PLANOS ESTRUCTURALES ASISTIDOS POR COMPUTADORA"

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: DIECINUEVE (19)

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: PATRICIA PEREIRA	Nombre: VINICIO BONALDO	Nombre:

REALIZADO POR	**Ojeda, Juan** **Rodrigo, Salvador**
PROFESOR GUIA	**Gutierrez, Arnaldo**
FECHA	**Noviembre 2002**

INDICE

1.- INTRODUCCION.....3

2.-NORMAS DISPONIBLES.....5

3.-PRACTICA NACIONAL.....8

4.-INCIDENCIA TECNICO ECONOMICA LEGAL.....21

5.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....24

6.-BIBLIOGRAFIA.....26

7.-MANUAL DE DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADORA.....27

1.- Alcance y metodología.....28

2.- Organización del manual.....29

3.- Generalidades.....32

3.1.-Formato e identificación.....32

3.2.-Identificación del plano.....32

3.3.-Creación de archivos.....34

3.4.-Líneas.....34

3.5.-Layers, código de colores.....35

3.6.-Escalas.....37

3.7.-Medidas y acotamientos.....38

3.8.-Textos.....40

3.9.-Configuración del Layout.....41

4.-Plano de ejes y cargas.....43

5.-Planta de fundaciones.....46

5.1.-Fundaciones aisladas.....46

5.2.-Fundaciones con pilotaje.....50

6.-Detalle de fundaciones y columnas.....52

7.-Plano de envigados.....56

8.-Detalles de vigas.....60

9.-Detalles de losas.....65

10.-Detalles de escaleras.....70

8.-TABLAS.....72

9.-ANEXOS.....83

1.- INTRODUCCION

Desde hace varios años los planos han dejado de hacerse manualmente para realizarse con ayuda de la computadora, hasta el punto que hoy en día es raro encontrar una oficina de ingeniería donde todavía se realicen los planos a la antigua usanza.

Es imposible negar la gran cantidad de ventajas que presenta la realización de planos en la computadora, cada día el software es más completo y nos permiten realizar dibujos de mayor calidad a mayor rapidez.

Con la popularización de los programas de dibujo asistido (CAD) por computadora los dibujantes han perfeccionado su técnica de dibujo de manera autodidacta, ya que no existe una normativa o manual que indique las características básicas de un dibujo de ingeniería. Esto ha traído diversidad de problemas de diferentes índoles, entre los que destaca la pérdida de expresión del dibujo con respecto a los realizados manualmente. En el Anexo 1 y Anexo 2 se muestran dos ejemplos de dibujo manual.

La estandarización de estos dibujos permitiría resolver problemas que vienen dados por la diversidad de definiciones dadas por cada una de las personas que realicen los planos, lo cual se traduce en una pérdida de tiempo en el caso

que un plano tenga que ser modificado por una persona distinta al dibujante original.

Entre los objetivos planteados en este Trabajo Especia de Grado tenemos:

- Darle a los planos realizados en computadora la expresión que tenían los planos realizados manualmente.
- Proponer recomendaciones para la elaboración de planos estructurales, con énfasis en edificaciones de concreto y/o acero, que recopile la normativa internacional y la práctica nacional mas aceptada.

En la realización de este Manual será utilizado como base el programa "AUTOCAD 2002". Las referencias a los textos de cuadro y modificaciones de capas ("layers"), textos y cotas, así como aspectos puntuales del programa, se hacen en inglés.

2.- NORMAS DISPONIBLES.

Existen diversas normas disponibles para la elaboración de planos, que datan de la época en que los planos se realizaban de manera manual.

Las normas internacionales ISO y DIN tienen una gran cantidad de publicaciones relacionados con la realización de planos, y cada uno especifica las características de cada parte de un plano y la manera más idónea para llevarla a cabo. Ambas normas pueden diferir en aspectos específicos, pero sus lineamientos generales se rigen por lo mismos patrones, tanto de elaboración como de procedimiento.

En Venezuela también existieron normas para la elaboración de planos, teniendo como máximo exponente el manual elaborado por el Ministerio de Obras Públicas titulado "INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DE PLANOS PARA EDIFICIOS" (1962 Tomo I y 1969 Tomo II). Esta norma es muy completa y explica detalladamente y paso a paso el procedimiento a seguir para elaborar los planos estructurales que son necesarios para llevar a cabo la construcción de un proyecto.

Con el pasar de los años el dibujo manual se ha ido sustituyendo por el dibujo asistido por computadora (CAD), el cual surgió y se estableció de una

manera muy rápida debido a su eficiencia y a las comodidades que el programa ofrece al usuario. Los dibujantes que adoptaron este sistema no tuvieron la oportunidad de guiarse por normas para establecer parámetros que estandaricen el dibujo con sistemas CAD.

En 1990 se publicó la primera norma ISO con respecto al uso del las técnicas de CAD, es la "ISO/TR 10127" (*Computer-aided design (CAD) technique. Use of computers for the preparation of construction drawings*), pero se concentra en comparar las técnicas de CAD con las de la vieja escuela, los beneficios que presenta cada una, y sugiere una serie de pasos para la elaboración de una guía para dibujar con la ayuda del computador.

En los años siguientes la ISO y la DIN publicaron conjuntamente la norma ISO 13567:1997 en las cuales se habla sobre la creación y el nombramiento de las capas ("layers"), pero se concentra en la parte arquitectónica de los planos, y no hace especificaciones para la parte estructural.

En Venezuela muchas empresas privadas tienen un normativo interno para sus dibujos, pero estos en su mayoría se limitan únicamente al recuadro de identificación y el código de colores a utilizar.

En consecuencia tenemos que hoy en día no existe una fórmula común para la realización de planos por medio de las técnicas de CAD, lo que lleva a que se presenten una gran cantidad de problemas que es necesario resolver para que esta técnica pueda competir con la calidad de los planos que se realizaban a la vieja usanza.

3.-PRACTICA NACIONAL.

Para conocer la práctica más común en Venezuela se procedió a encuestar a diferentes usuarios de CAD y dibujantes, los resultados están tabulados en la siguiente tabla 3.1.

Las personas que fueron encuestadas se presentan a continuación con una pequeña descripción acerca de su lugar de trabajo y tiempo que han usado el Autocad:

1.-Emilio Solórzano: Ingeniero y dibujante de CAD de la empresa PSN, dibuja con CAD desde la versión R-10.

2.-Adriana Méndez: Instructora de Autodesk y usa AutoCad desde la versión R-12.

3.-Zulay Cruz de Bustamante: trabaja en el FONEP dibujaba manualmente y usa CAD desde hace 6 años.

4.- Mercedes Muñoz: Ingeniero y dibujante de la empresa CODICA.

5.-Daniel Fernández: Dibujante de MGA y maneja Autocad desde hace 3 años.

6.-Félix Ojeda, Trabaja en la empresa SUMATRA.

Además de los encuestados también colaboró para los resultados el Ingeniero José Manuel Velásquez, quien aún realiza planos manualmente.

3.1-Resultados encuesta

A continuación se presentan los resultados de la encuesta.

Pregunta / Respuesta	1.-¿Sigue usted alguna norma para realizar sus dibujos en Autocad ?¿Cuál o cuales?
Emilio Solórzano	Norma personal, lineamientos, referencias del cliente.
Adriana Méndez	No
Zulay Cruz de Bustamante.	El tipo de norma que utilizo es similar al MOP
Mercedes Muñoz	Usar distintos layers para distintos grosores de impresión.
Daniel Fernández.	No.
Félix Ojeda.	Uso las normas que tenga la empresa para la que este haciendo el proyecto.

Pregunta / Respuesta	2.- ¿Qué debería incluir un manual de dibujo?
Emilio Solórzano	Tablas de conversión, formato de planos, capas mínimas.
Adriana Méndez	Creación de geometrías, edición, aplicación de las mismas.
Zulay Cruz de Bustamante.	Layers, colores, espesores, texturas.
Mercedes Muñoz	Debería incluir un lenguaje claro, un sistema de búsqueda rápido y sencillo.
Daniel Fernández.	Grosores de plumillas, escalas recomendadas para diferentes tipos de dibujo, colores recomendados para cada tipo de línea (cabillas, concreto, etc.), tamaños de letras para diferentes dimensiones.
Félix Ojeda.	Formatos de hojas, diseño de cajetines, espesores de líneas a usar, recomendaciones sobre Nombres de Capas, Un anexo con detalles típicos, por ejemplo de sofito metálico.

Pregunta / Respuesta	3.- ¿Cuales son los problemas de interpretación o modificación de planos provenientes de otro ingeniero o dibujante?
Emilio Solórzano	Código de colores, espesores, escalas, sistemas de capas.
Adriana Méndez	Información contenida en layer, los estilos de cotas y textos.

Zulay Cruz de Bustamante.	Falta de expresión en los planos, números y textos desproporcionados.
Mercedes Muñoz	La mayoría de las veces es la expresión de los ejes estructurales.
Daniel Fernández.	Escalas principalmente, vistas (secciones, cortes).
Félix Ojeda.	Falta de coordinación en cuanto a cortes (el sentido en que se dibuja este), algunos dibujantes aprovechando un plano anterior hacen dibujos a una escala que no corresponde con la del dibujo, diferencias en los grupos de colores.

Pregunta / **Respuesta**	4.-¿Qué tamaño de formato utiliza para la impresión de los planos?
Emilio Solórzano	Formato A1, considero que es el mejor para estructuras
Adriana Méndez	El que se ajuste mejor a la escala de los planos.
Zulay Cruz de Bustamante.	90 cm de alto y el largo según el plano.
Mercedes Muñoz	A1
Daniel Fernández.	Ninguno en especial.
Félix Ojeda.	Normalmente A1, también A0 y algunas veces para comodidad en obra A3.

Pregunta / Respuesta	5.- ¿Qué aspectos incluye en la información contenida en el recuadro de información?
Emilio Solórzano	Nombre plano, escala, fecha, N° de plano, Responsables.
Adriana Méndez	Escala, nombre del proyecto, Fecha, Ingeniero a cargo.
Zulay Cruz de Bustamante.	Nombre del proyecto, ubicación, nombre del propietario, profesionales responsables, nombre del dibujante, escala, N° del plano; norte.
Mercedes Muñoz	El nombre del proyecto, la ubicación, escala, Nombre de los responsables.
Daniel Fernández.	Contratante, Contratista, Nombre del proyecto o contrato, titulo del plano(detalles, planta, cortes), Calculista/s, Revisado por, dibujante, fecha, escala, total de planos, el numero del plano.
Félix Ojeda.	Profesionales involucrados en el proyecto, N° de plano, nombre del plano o titulo, la escala del plano.

Pregunta / Respuesta	6.- ¿Cual es código de colores que utiliza?¿ Es propio?
Emilio Solórzano	Propio y otros.
Adriana Méndez	Ninguno.

Zulay Cruz de Bustamante.	Utilizo uno propio.
Mercedes Muñoz	Utilizo distintos colores para cada Layer.
Daniel Fernández.	Es propio, pero lo hemos cambiado muchas veces, todavía no tenemos uno fijo, hay muchos dibujantes en la oficina y no se ha establecido un criterio común.
Félix Ojeda.	Lo que me indique el cliente y en caso de no indicarme ninguno utilizo uno propio.

Pregunta / **Respuesta**	7.-¿ Como crea los layers?¿Qué nombres y colores utiliza para cada uno?
Emilio Solórzano	Utiliza 5 espesores, los correspondientes a los Leroys 0, 1, 2, 3, 4, y los separo en concreto, acero de refuerzo, textos y acero estructural.
Adriana Méndez	Con prefijos según la información, al azar.
Zulay Cruz de Bustamante.	Si, el código de colores que uso es el siguiente: Azul-0.5, verde-0.3, amarillo-0.25, blanca-0.13.
Mercedes Muñoz	Le doy a cada elemento un layer distinto. Le doy colores contrastantes para poder ubicarme bien en la pantalla mientras dibujo.

Daniel Fernández.	Concreto, cabillas, textos. Trato de crear un layer nuevo para cada tipo de línea.
Félix Ojeda.	De acuerdo al uso que les voy a dar, por ejemplo, columna, vigas, ejes.

Pregunta / **Respuesta**	8.-¿ Cómo distribuye los grosores de línea en el desarrollo del dibujo?
Emilio Solórzano	Lo que más adelante más grueso y lo que este atrás más fino.
Adriana Méndez	Según cortado y en vista.
Zulay Cruz de Bustamante.	Líneas gruesas- cortado (planta y cortes) Línea delgada- elementos a la vista.
Mercedes Muñoz	Le doy grosores distintos a cada elemento.
Daniel Fernández.	Imprimo varias pruebas hasta lograr un producto agradable a la vista donde resalte lo necesario. Asigno grosores a cada color.
Félix Ojeda.	Destaco las líneas más gruesas, para dar cierta sensación de profundidad.

Pregunta / Respuesta	9.-¿ Que estilos o tipos de línea utiliza?
Emilio Solórzano	Continua, hidden, center, dashed, dashdot.
Adriana Méndez	Continua, hiden para proyección y dashdot para los ejes.
Zulay Cruz de Bustamante.	Continua, hiden, dashdot
Mercedes Muñoz	Continued, dashed 2, normalmente.
Daniel Fernández.	Continua, los dos tipos de punteadas y raya punto.
Félix Ojeda.	hiden, Center,

Pregunta / Respuesta	10.- ¿Realiza cada plano de manera independiente?
Emilio Solórzano	Si, en diferentes archivos.
Adriana Méndez	Si, uno por archivo.
Zulay Cruz de Bustamante.	Si, cada plano va en un archivo que contempla una carpeta con el nombre del proyecto.
Mercedes Muñoz	Normalmente todos los planos de un proyecto los realizo en el mismo documento, y después los ordeno según el formato, así me sirven de guía unos con otros.

Daniel Fernández.	Por lo general hago el primero de un proyecto, para el resto grabo el primero con otro nombre para conservar layers y formatos creados.
Félix Ojeda.	Para cada proyecto sigo un patrón.

Pregunta / **Respuesta**	11.- ¿Que escalas utiliza para la presentación de planos de planta y detalles?
Emilio Solórzano	1:100, 1:50, 1:25, 1:20
Adriana Méndez	Según el proyecto
Zulay Cruz de Bustamante.	Para planta utilizo escala 1:50 y para detalles 1:20 y 1:10
Mercedes Muñoz	Para plantas 1:100, 1:75 y para detalles 1:50 y 1:25.
Daniel Fernández.	Siempre utilizo escalas que puedan ser medidas con el escalimetro.
Félix Ojeda.	1:50 y para detalles 1:5, 1:10, 1:12.5,1:20

Pregunta / **Respuesta**	12.- Los formatos de ejes y cotas ¿Los realiza de acuerdo a normas o a su propio criterio?¿ Como los hace o los define?
Emilio Solórzano	Flechas, texto más que líneas, letras de 2mm. Propio o según cliente.

Adriana Méndez	De acuerdo al Proyecto y los defino por estilos de cotas.
Zulay Cruz de Bustamante.	Los formatos de ejes y cotas las uso estilo MOP.
Mercedes Muñoz	Los realizo a mi propio criterio.
Daniel Fernández.	Propio.
Félix Ojeda.	De acuerdo al gusto del cliente.

Pregunta / **Respuesta**	13.-¿ Piensa que se ha perdido expresión de los planos modernos en comparación a los hechos por dibujantes? ¿ A que cree que se debe?
Emilio Solórzano	Si creo. Ver las líneas cuando se ponen en la computadora es muy complicado, no se ve el plano en tamaño real.
Adriana Méndez	Si, se debe al mal manejo de layer y plumillas en CAD.
Zulay Cruz de Bustamante.	Si, se debe a la mala utilización de los grosores de las plumillas, que no siguen el código original de los planos dibujados en mesa.
Mercedes Muñoz	Si, me parece que dibujarlos a mano es mucho más personal, el dibujo se ve mucho mejor.
Daniel Fernández.	Si, bastante. Gran parte a las escalas y plumillas.

Félix Ojeda.	Si , la razón es que la mayoría de los dibujantes desconocen todas la opciones que tiene el programa.

Pregunta / **Respuesta**	14.- ¿Comparando precios y rendimiento; cual considera usted que es la mejor manera de dibujar planos?
Emilio Solórzano	CAD.
Adriana Méndez	En cualquier programa de CAD.
Zulay Cruz de Bustamante.	Los programas como Autocad y Vector 9.5
Mercedes Muñoz	En Autocad, ya que a la hora de hacer cualquier corrección solo se abre el documento y se corrigen directamente sin tener que crear el dibujo de nuevo.
Daniel Fernández.	Autocad. Considero que se hacen más lentos, pero vale la pena tenerlos digital, por modificaciones, impresiones, etc.
Félix Ojeda.	Indudablemente es Autocad, además existen dibujos que pueden ser utilizados para otros proyectos.

Pregunta / **Respuesta**	15.¿ Como se modifican los planos realizados en Autocad? ¿Cual es la manera más práctica de hacerlo?
Emilio Solórzano	Depende de lo que haya que modificar.
Adriana Méndez	Aplicando un archivo de normas .dws de autocad, aunque es poco conocido por ser de la nueva versión.
Zulay Cruz de Bustamante.	Aplicando todas las herramientas o iconos utilizadas en el sistema CAD.
Mercedes Muñoz	Se hace una copia del documento original y se modifica sobre la copia para tener un dibujo garantizado a salvo.
Daniel Fernández.	Hay muchas formas, depende del caso y de la costumbre del dibujante.
Félix Ojeda.	Depende de lo que vayas a modificar.

Pregunta. / **Respuesta.**	16.-Comentario libre
Adriana Méndez	La estandarización se facilita con el uso de plantillas.
Zulay Cruz de Bustamante.	El dibujo de planos en programas de CAD, debe ser utilizado con los criterios anteriores cuando se dibujaba en mesa, tomando en cuanto los grosores de plumillas, texturas, etc.

Daniel Fernández.	Si existieran formatos de grosores, colores y escalas serían de gran utilidad. Sería beneficioso para las compañías.

4.- INCIDENCIA TECNICO ECONOMICA LEGAL

El aspecto económico es quizás uno de los factores más importantes en la elaboración de planos con ayuda del computador.

En la encuesta realizada se observó que el dibujo manual hoy en día es prácticamente inexistente, por lo que un estudio comparativo se hace difícil, pero también demuestra las ventajas que tiene el dibujo asistido por computadora.

En lo económico, el costo de un plano dibujado manualmente está cerca de los 50$ (Cambio calculado a 1440Bs./$), mientras que en Autocad se consiguen entre 30$ hasta 40$ dependiendo de la dificultad del mismo, pero el mayor ahorro no esta ahí, el ahorro se aprecia en el momento en que es necesario la modificación de uno de estos planos, ya que siguiendo los métodos tradicionales habría que elaborar de nuevo el juego completo de planos, trayendo consigo el costo que eso acarrea, mientras que con el uso del Autocad, sólo hay que modificar los detalles necesarios en el archivo y el costo que implica sería mucho menor, ya que estas modificaciones pueden ser hechas por una persona de la misma oficina con conocimientos en Cad, dejando sólo el costo de impresión pendiente.

Si comparamos estos precios para un juego de 10 planos de un proyecto tenemos:

COMPARACION DE COSTOS

Método	Número de Planos	Costo elaboración ($)		Costo de modificación ($)		Costo total.
		Unidad	Total	Unidad	Total	
Manual	10	50	500	50	500	1000
Autocad*	10	42	420	0	0	420
Autocad**	10	42	420	15***	150	570

*En caso de contar con una persona con conocimientos de Cad dentro del equipo de trabajo (Recomendado).
**En caso de tener que recurrir de nuevo a un dibujante especializado.
***Elaboración más impresión.

Como se puede observar, el dibujo asistido por computadora puede llegar a reducir de manera significativa los costos de un proyecto.

Legalmente, el uso de la computadora genera una serie de controversias, sobre todo en la parte estructural, debido a las responsabilidades que pudiera traer consigo una eventual falla de la edificación.

Para evitar posibles consecuencias legales en el caso de una modificación del dibujo de la estructura, es recomendado entregar una copia de los planos

impresos y quedarse con una copia igual firmada y sellada por quien los reciba, para estar cubiertos en caso de alguna eventualidad.

En cuanto a lo que se refiere al plagio de los planos, esto es imposible de evitar, pero igual se recomienda no entregar la copia digital de los planos, solo la impresa.

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

Como principal conclusión es importante decir que es difícil conseguir la expresión que muestran los planos hechos a mano con respecto a los planos digitales, debido a que al dibujar a mano el dibujante observa directamente el producto final, mientras que con el Autocad lo que se observa son líneas de diferentes colores y puede ser necesario imprimir varias veces para observar la expresión, si el dibujante no es experimentado.

La encuesta detectó que no existe un criterio único a la hora de realizar dibujos asistidos por computadora, y que todo esto acarrea ciertos problemas, por lo que la mayoría de las personas coincidió en la necesidad de un normativo que unifique todos los criterios.

El uso del Manual elaborado durante este Trabajo Especial de Grado permite conseguir dibujos CAD con buena expresión y apego las normas, pero la expresión y calidad que se obtiene en los planos dibujados a mano siempre será superior.

Recomendaciones.

Se recomienda que las oficinas de ingeniería, existan personas con conocimientos en Autocad, por el ahorro de dinero y tiempo que esto puede significar en caso de ser necesario modificar los planos de un proyecto sin tener que recurrir a terceros.

Tomando el Manual de este Trabajo Especial de Grado como modelo, se podrían abarcar muchos de los aspectos que no se pudieron incorporar, tales como las instalaciones hidráulicas, sanitarias mecánicas, etc.

Igualmente recomendamos dar continuidad al presente trabajo, recopilando los detalles estructurales correspondientes a los niveles de diseño, exigidos por las correspondientes normas para estructuras de concreto y de acero.

La UCAB, a través de su Facultad de Ingeniería o el CID, debe plantear ante COVENIN, los diferentes organismos de la Administración Pública, la Cámara de la Construcción y el CIV, la necesidad de normalizar las prácticas del dibujo asistido por computadora a través de una guía o Proyecto de Norma que debe ser discutida más ampliamente con los interesados.

Incorporar lo antes posible, el uso del presente Manual como ayuda docente en las materias correspondientes a CAD, Dibujos de proyecto,etc

6.- BIBLIOGRAFIA

- "INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DE PLANOS PARA EDIFICIOS" Tomo I. Ministerio de Obras Públicas (MOP). Caracas 1962.

- "INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DE PLANOS PARA EDIFICIOS" Tomo II. Ministerio de Obras Públicas (MOP). Caracas 1969.

- "DIBUJO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION" Tomo I. Osers, Harry. Caracas 1976.

- Norma "ISO 9431:1990". 1990

- Norma "ISO 3766:1995". 1995

- Norma "ISO 10127:1990". 1990

- "Manual de AutoCad Bidimensional del INSTITUTO DE COMPUTACION GRAFICA **ARTS**"

7.- MANUAL DE DIBUJO

ASISTIDO POR COMPUTADORA

1.- ALCANCE Y METODOLOGIA

ALCANCE

Se espera que la utilización de este manual permita a personas con conocimientos básicos de CAD elaborar adecuadamente, de una manera completa y con la expresión necesaria, los planos inherentes a la parte estructural del proyecto de una edificación.

METODOLOGIA

Este Manual esta basado en la Norma ISO 10127:1990, y se fundamenta en tres pasos primordiales:

- Recolectar información de los dibujantes que emplean la técnica a estudiar
- Adaptar y actualizar las técnicas existentes para la elaboración de planos de forma manual a dibujo asistido por computadora.
- Sugerir una estructura genérica de datos y recomendaciones para la elaboración de planos.

2.- ORGANIZACIÓN DEL MANUAL

Para llevar a cabo el desarrollo de los planos estructurales necesarios en una obra civil, es conveniente hacerlo de una manera lógica, siguiendo pasos que sirvan de guía a través del proceso de la manera más adecuada, es por eso, que este Manual se estructura de la siguiente manera:

1.-Generalidades: se hace referencia a todos los elementos del programa que necesitan ser ajustados previo a la realización del plano, así como los lineamientos generales de dibujo que son necesarios en todos los planos (cotas, formatos, escalas, disposición en el plano ("layout"), etc.).

2.-Planos específicos: en los cuales se especifican los requisitos particulares de cada plano de la estructura, dividido en 7 apartados específicos:

- **Objetivo:** indica que información debemos obtener del plano una vez realizado.
- **Datos:** Informa sobre los datos que son necesarios para poder realizar el plano deseado.

- **Capas** ("Layers"): Indica el nombre y las características de la cantidad mínima de layers que son necesarios para la realización de un determinado plano. De ser necesario se podrán incluir tantos mas como sean necesarios.
- **Escala:** Representa la escala mas adecuada para representar ciertos planos o detalles.
- **Pautas de dibujo:** Recomienda un procedimiento a seguir para la realización del plano.
- **Acotamiento:** Indica las distancias que deben ser acotadas en cada plano y detalles.
- **Datos adicionales:** Informa sobre datos particulares de cada plano que sea necesario y que no se encuentre especificado en los puntos anteriores.

Es importante destacar que cada plano requiere una identificación propia dentro del conjunto de planos del proyecto, además de ayudar a identificar en que plano se encuentra el detalle de algún elemento así como la ubicación mas rápida del mismo. Esta identificación se denomina "Número de plano", compuesta por una letra y un numero.

La letra corresponde a la actividad, es decir, arquitectura (A), instalaciones (I), terreno (T), etc. Los planos que se explican a continuación son los relacionados

a la parte estructural, por lo que estarán identificados con la letra E, seguida del número que le corresponda. Estos números se colocan en orden correlativo ascendente, comenzando desde el numero 1 y hasta donde sea necesario.

3.- GENERALIDADES

A continuación se presentaran algunas bases necesarias para la posterior elaboración de planos siguiendo este manual.

3.1.- Formato e identificación

El tamaño de papel que se recomienda para imprimir los planos es el que corresponde al DIN A1 (841x594 mm.), en caso de ser necesario se puede usar el formato DIN A0 (1189x841 mm.), pero este tamaño presenta inconvenientes en cuanto a su manejabilidad.

El papel deberá llevar un formato, en el cual se indica el área de papel que debe ser recortada, pestaña para archivar y marcas para dobleces. En el **Anexo 3.1** se presenta un formato para un papel de tamaño A1 y con marcas para doblez tamaño carta.

A efectos del dibujo propiamente dicho, existe una herramienta en el programa llamada "LAYOUT", que es donde se configura el espacio de papel y las impresiones en tamaño real, permitiéndonos usar el milímetro como unidad. (Ver **Punto 3.9**)

3.2.- Identificación del plano

Todo plano deberá estar claramente identificado. Para esto se utiliza el llamado "recuadro de identificación", el cual debe incluir como mínimo la información básica que se muestra a continuación:

- Nombre del plano.
- Escala.
- Fecha.
- N° del Plano/Total de planos.
- Profesionales: Ingeniero, dibujante, calculista, revisado por
- Ubicación

Cuando sea requerido por el contratante se usará el recuadro de identificación suministrado por el mismo, o se deberá incluir la información que el mismo solicite.

La información debe estar jerarquizada tanto por tamaño de las letras como por el peso de las líneas con las cuales se dibujen, dándole mayor importancia a los aspectos relacionados directamente con cada plano específico (nombre del plano, escala, etc) y una menor importancia a los puntos que estén relacionados con el proyecto propiamente dicho (Ubicación, Proyectista, etc.).

En el **Anexo 3.2** se muestran dos ejemplos de recuadros de identificación.

3.3.- Creación de Archivos

Se recomienda crear un archivo diferente para cada uno de los planos a realizar, de esta manera se facilita la impresión de los mismos, así como su ubicación en caso de que deban ser modificados o revisados.

3.4.- Líneas

En el plano impreso deben aparecer de color negro y los espesores van a depender de la escala y de la función que esta cumple (los cuales serán especificados a medida que se vaya desarrollando el manual).

Cuando un mismo dibujo se representa en dos escalas diferentes, "Autocad" se encarga de modificar el grosor de las líneas para hacerlas consistentes con la escala, ahorrándole dicho trabajo al dibujante. (Para esto se debe activar la opción "autoscale line weights" en el recuadro de configuración de layouts) (Ver **Punto 3.9**)

La descripción de las líneas con su respectivo nombre en autocad, se presentan a continuación:

Tabla 3.1 DESCRIPCION DE TIPOS DE LINEAS

Tipo de linea	Representación	Aplicación	Autocad 2002	
			Tipo de linea	Descripción
Continua	———	Aristas, contornos visibles, lineas dimensionales, lineas de extensión, líneas de referencia, lineas de sombrado	Continua	Solid line
Lineas de trazos	– – – – – –	Aristas y contornos no visibles, detalles no visibles.	Hidden	Trazo, punto.
De trazo y punto	_._._._._._	Lineas para indicar cortes	Dash Dot	Trazo
Lineas con zigzag	/\/\/\/	Lines de interrupción larga	Zig Zag	ZIGZAG

3.5.- Layers, Código de colores

Hasta la versión de Autocad 2002, el grosor de cada línea estaba determinado por el código de colores que se definía para la impresión del plano, de manera que al realizar el dibujo no se le asignaba un espesor a cada uno de los

layers, sino que se asignaba un color especial a cada uno de los layers, y cada color estaba asociado a un espesor correspondiente.

La nueva versión de Autocad permite definir un grosor a cada layer siendo este el que se obtenga una vez realizada la impresión, independientemente del color que tenga, evitando así los problemas que se podían presentar en el momento de la impresión (mala distribución del peso de las líneas, etc)

Aún existiendo esta posibilidad, se asignará un espesor específico a cada color, se creará de igual manera un código de colores para permitir de esta manera que los planos creados por usuarios de versiones anteriores del programa sean consistentes con los actuales.

Existe una serie de layers que son comunes a todos los planos, que son los utilizados para la elaboración del formato, recuadro de identificación, acotamientos y textos. En la **Tabla 3.2** se especifican los layers utilizados para este propósito y sus características

donde ESTAN

El código de colores propuesto se puede ver en la **Tabla 3.3.**

3.6.-Escalas

Los dibujos se realizarán de manera tal que una unidad de dibujo del programa utilizado represente un metro lineal. A partir de este momento se denominarán las unidades de dibujo con las siglas "ud".

La escala de cada plano o cada parte del plano se determinara en el "layout", permitiendo así un mayor aprovechamiento del espacio del papel. Cuando sea necesario colocar en un plano detalles a dos o más escalas diferentes, estos serán dibujados en el modelo como se explico anteriormente, y se escalarán al realizar el "layout", colocándolos en diferentes "viewports", de manera que proporcionen la escala deseada.

Se debe colocar en el recuadro de identificación, en el espacio destinado para esto, la escala predominante en el plano, o indicar (en caso de que el dibujo sea un plano de detalles) si cada detalle posee su propia escala diferente, y se debe indicar abajo y a la derecha del dibujo preferiblemente.

A continuación se presenta una tabla con las escalas lineales más usadas, según la norma MOP 1969, Tomo I:

Tabla 3.4 ESCALAS MAS COMUNES

CLASE	ARQUITECTURA, CONSTRUCCIONES CIVILES	CONSTRUCCIONES MECANICA	TOPOGRAFIA
NATURAL	1 : 1	1 : 1	
REDUCCION	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 20 1 : 50 1 : 100 1 : 200 1 : 500 1 : 1000	1 : 2,5 1 : 5 1 : 10 1 : 20 1 : 50 1 : 100	1 : 100 1 : 200 1 : 250 1 : 500 1 : 1000 1 : 2000 1 : 5000

3.7.-Medidas y acotamientos

En Venezuela se utiliza el sistema métrico. Todas aquellas medidas inferiores al metro se expresaran en centímetros, y en el caso de las estructuras de acero se utiliza el milímetro.

Los acotamientos de los planos se realizarán en el Layout y no en el modelo, ya que de esta manera es posible conservar las características de los acotamientos (en lo que se refiere al tamaño de sus componentes) realizados independientemente de la escala utilizada.

Los acotamientos se realizarán con la herramienta de de dimensionamiento provista por el programa, pero con ciertas modificaciones en cuanto a su configuración. Para configurar los dimensionamientos partiremos del estilo predeterminado en el programa denominado "Standard" y se le modificarán las propiedades que se presentan a continuación para cada uno de los estilos de cotas.

Cotas para planos de planta, unidades en metros.

Tabla 3.5 ESTILOS DE COTA: COTAS PLANTA

Cota Plantas		
Lines and Arrows	**Primary Units**	**Text**
Dimension Lines	**Linear Dimensions**	**Text Appearence**
Extend Beyond Ticks: 2 **Baseline Sapacing:** 2	**Unit Format:**Decimal **Precision:**0,00	**Text Style:** Standard **Text Height:** 2
Extension Lines	**Measurement scale**	**Text Placement**
Extend Beyond Dim Lines: 2 **Offset From Origin:** 2	**Scale Factor:** 1.00	**Vertical:** Above **Horizontal:** Centered
Arrowheads		**Text Alignement**
1st: Architectural Tick **2nd:** Architectural Tick **Leader:** None **Arroz size:** 2		Aligned with dimension line
Center marks for circles		
Type: None		

Cotas para detalles, unidades en centímetros.

Tabla 3.6 ESTILOS DE COTA: COTAS DETALLES

Cota Detalles		
Lines and Arrows	**Primary Units**	**Text**
Dimension Lines	**Linear Dimensions**	**Text Appearence**
Extend Beyond Ticks: 2 **Baseline Sapacing:** 2	**Unit Format:**Decimal **Precision:**0,00	**Text Style:** Standard **Text Height:** 2
Extension Lines	**Measurement scale**	**Text Placement**
Extend Beyond Dim Lines: 2 **Offset From Origin:** 2	**Scale Factor:** 100.00	**Vertical:** Above **Horizontal:** Centered
Arrowheads		**Text Alignement**
1st: Architectural Tick **2nd:** Architectural Tick **Leader:** None **Arroz size:** 2		Aligned with dimension line
Center marks for circles		
Type: None		

3.8.- Textos

En la **Tabla 3.7** se presentan los diferentes estilos de texto, incluyendo su configuración y uso.

Tabla 3.7 ESTILOS DE TEXTO

Estilo de Texto	Font Name	Height	Width Factor	Uso
Letras1	Romans.shx	5	1	Se utiliza para los textos del recuadro de identificación, su uso se combina con los diferentes Layers de texto para tener diferentes grosores y asi jerarquizar letras del mismo tamaño.
Letras2	Romans.shx	3	1	
Letras3	Romans.shx	2	1	
Identificaciones	Txt.shx	2	1	Se utiliza para la identificación de los componentes del dibujo (vigas de riostra, fundaciones, etc)
Notas	Simplex.shx	1.5	1	Para escribir las notas que sean necesarias en cada plano (resistencia del concreto, del suelo, etc)

3.9.- Configuración del Layout (Presentación preliminar)

El espacio de papel donde vamos a trabajar, denominado Layout, nos presenta una visión del plano en general, además de servir de ayuda para colocar las cotas, tamaños de textos, etc, y que estos tengan el tamaño deseado sin tener que utilizar las antiuas tablas de conversión, además permite colocar detalles a

diferentes escalas en la misma presentación, y que con un solo estilo de cota o textos se puedan dar los detalles de dichos dibujos.

La configuración del espacio papel para el formato DIN A1, tiene las siguientes características: (En la **Tabla IV.3.8** se especifican solo los puntos de la configuración que es necesario modificar)

Tabla 3.8 CONFIGURACION DEL LAYOUT A MODIFICAR.

Layout Name: A1			
Plot Device	Plotter Configuration	**Name**	DWF eplot*
	Plot style table	**Name**	Monochrome
Layout Settings	Paper size and paper units	**Paper Size**	A1
		Units	mm
	Drawing Orientation	Depende del dibujo	
	Plot Area	Layout (Activado)	
	Plot Scale	**Scale**	1:1
		Scale line weights	Activado

* Genérico para cualquier configuración, cuando se requiera un tamaño de papel particular se deben configurar sus propiedades.

4.-Plano de ejes

1.- Objetivos	Establecer la ubicación de los ejes de la construcción con las distancias entre ellos, fundamental para el replanteo de la obra.
2.- Datos	Esquema del conjunto de ejes
3.- Layers	Ver Tabla 4.1
4.- Escala	La escala que se debe adoptar es la misma que en el plano de arquitectura, generalmente 1:50. Cuando las plantas estén distribuidos en más de un plano de arquitectura, se hará uno con escala menor (1:200) el cual debe contener todas las plantas del proyecto.
5.- Pautas de dibujo	- El dibujo del plano de los ejes se tomará de la planta o plantas de la arquitectura correspondientes a la ubicación del edificio proyectado. -En toda intersección de los ejes de columnas y machones se hará un pequeño circulo de aproximadamente 2mm de diámetro (esto se realizará en

Pautas de dibujo (continuación)	el layout para garantizar que el tamaño sea el deseado) y además se deben dibujar todas las juntas de dilatación. Ver Anexo 4.1
6.- Acotamiento:	Se debe acotar todas las distancias entre ejes en ambos sentidos y en caso de existir juntas de dilatación se debe acotar sus dimensiones. Ver Anexo 4.1
7.-Identificación de los ejes	-Las líneas que formen parte de los ejes deben sobrepasar al cruce con los acotamientos en una cantidad de 10 mm aproximadamente. Estos ejes llevarán en su extremo izquierdo (en el caso de los ejes horizontales) y en su extremo inferior (en el caso de los verticales) un circulo de 10mm de diámetro en cuyo interior se escribirán las letras o números que los identifican.. Ver Anexo 4.1 -Cuando la distancia entre ejes dificulte el dibujo de los círculos, se dispondrá su ubicación de la manera que lo muestra el Anexo 4.1 -Los ejes se identificarán con números en el sentido en que haya mayor de ellos y con letras en el otro sentido, partiendo desde la esquina inferior izquierda. Ver Anexo 4.1 -Para realizar una modificación posterior y sea necesaria

7.-**Identificación de los ejes** (Continuación)	la inclusión de uno o más ejes estos se identificaran de la siguiente manera: Cuando el eje que se va introducir este ubicado dentro de ejes identificados con números, este llevara el numero del eje que lo antecede y un índice alfabético, en caso de estar ubicado entre dos ejes identificados con letras, llevará la letra del eje anterior y un índice numérico. -Cuando se tengan todas las plantas de envigado y en caso de ser necesario se rectificarán los ejes en las plantas de arquitectura y se procederá a su respectiva identificación como se indicó anteriormente.
8.- Cargas	Cuando ya se tenga calculada la superestructura se agregarán las cargas respectivas (cargas que actúan por columnas) en toneladas al plano de ejes (letras de 2 mm). Ver Anexo 4.2

5.- **Planta de fundaciones**

5.1.-Fundaciones Aisladas

1.- Objetivos	Ubicación y tipo de las fundaciones, vigas de riostra, columnas y el tipo y características de la base del piso, incluyendo el espesor de la misma.
2.- Datos	- Ubicación de los ejes de construcción. - Conocer el tipo de fundación que corresponde a cada una de las columnas, según lo indicado en el cálculo estructural. - Un croquis o esquema donde se indique la ubicación y características de las vigas de riostra. - Dimensiones, cota superior y espesor de la base de pavimento necesarias.
3.- Layers	Ver **Tabla 5.1**
4.- Escala	La escala mas utilizada para realizar estos planos es 1:50, pero en caso de que el proyecto sea muy grande y se requiera una escala menor se puede adoptar tanto 1:100 como 1:200.

5.- Pautas de dibujo	- Dibujo de los ejes (Ver **Punto 4**) - Sección de cada una de las columnas, después de dibujadas la sección de la columna será sombreada con un "hatch" sólido. - Seguidamente se dibujará el plano de asiento de cada una de las fundaciones aisladas correspondientes a cada columna, o combinadas en caso de que trabaje con dos o mas columnas, ya sea centradas con su respectiva columna o tomando las excentricidades resultantes del cálculo estructural. - Se dibujaran las vigas de riostra (tomando en cuenta la excentricidad) y las pantallas de los muros de sostenimiento o similares, en caso de existir. - No se dibuja la base del pavimento, solo se marca la zona que ocupa con una equis que en el medio tendrá un recuadro donde se colocará su cota superior y su espesor. - Por último y en caso de ser necesario se dibujarán las fundaciones continuas para paredes o tabiques y sus ejes auxiliares en caso de que no coincidan con los ejes de construcción, y luego se dibujará la fundación. (Ver **Anexo 5.1)**

6.- Acotamiento	Se indicarán todas las distancias entre ejes, ya sean parciales o totales. Además se acotarán las excentricidades existentes. Cada fundación y columna estará acotada en su respectivo detalle.
7.-Identificación de las fundaciones	- **Fundaciones aisladas:** se nombrara con la letra "F", seguida de un guión y el nombre de los ejes en los que se encuentra la fundación (si una fundación lleva el nombre F-B3, indica que se encuentra en el corte de los ejes B y 3). En caso de que una fundación soporte dos o mas columnas, segudo del guión se incluirá un paréntesis donde se colocarán los cortes de ejes que contiene, separados por guiones) Ejemplo: F-(B3-B4). Ver **Anexo 5.2** - **Fundaciones continuas:** se nombrarán con las letras "FC", seguidas de un guión y el numero de referencia de la fundación, que se colocaran a medida que sea necesario (FC-1; FC-2; etc) **Ver Anexo 5.3** - **Vigas de riostra:** se nombrarán con las letras "VR", seguida del nombre del eje sobre el cual se encuentra (VR-3, significa la viga de riostra que se encuentra sobre el eje 3). En caso de que estas vigas no se encuentren

7.-**Identificación de las fundaciones** (Continuación)	unificadas a lo largo de todo el eje o presenten cambios, se debe incluir, además, los extremos de dicha viga en función del eje inicial y el eje final, colocados entre paréntesis (VR-3(BD), indica el tramo de la viga de riostra del eje tres, comprendida entre los ejes B y D). Ver **Anexo 5.4**
8.- Otros	- Recuadro de Notas: Es necesario además incluir un recuadro de notas donde se indiquen la resistencia del suelo, la resistencia del acero a la tracción, además de la resistencia del concreto a los veintiocho días y cualquier otro material o requisito constructivo.

5.- Planta de fundaciones

5.2.-Fundaciones con pilotaje

1.- Objetivos	Indicar en la planta la posición de los pilotes y de los cabezales, además de sus características propias.
2.- Datos	Igual que en el **punto 5.1.2**
3.- Layers	Ver **Tabla 5.2**
4.- Escala	Igual que en el **punto 5.1.4**
5.- Pautas de dibujo	- Dibujo de los ejes (Ver **punto 4**) - Dibujar los cabezales de los pilotes, ubicándolos de acuerdo a lo requerido por el cálculo estructural en cada una de las columnas. - Se dibujarán los pilotes en sus lugares correspondientes. Cada pilote debe contener sus ejes referenciales (estos deben ser paralelos a los ejes de construcción) para así poder acotarlos y determinar su ubicación. - Dibujar las vigas de riostra, base del pavimento, y en caso de ser necesario, las fundaciones continuas para paredes o tabiques tal cual como se explico en el punto anterior (**5.1**). Ver **Anexo 5.5**

6.- Acotamiento	En el acotamiento de este plano deben estar señaladas todas las distancias entre ejes y la posición de cada uno de los pilotes, no es necesario colocar las medidas de los cabezales ya que estas están especificadas en los planos de detalles de los mismos.
7.-Identificación de las fundaciones	- Igual que en el punto anterior - No se escribirá la nomenclatura de las columnas ni de los cabezales ya que estos se identifican con respecto a los ejes en los cuales están ubicados.
8.- Otros	Igual que en el **punto 5.1.8**

6- Detalle de fundaciones y columnas

1.- Objetivos	Indicar las dimensiones, características y acero de refuerzo de las fundaciones, columnas, base del pavimento y vigas de riostra
2.- Datos	- Resultados del cálculo estructural - Planos de planta de fundaciones - Norma actualizada donde se indican las longitudes y ganchos para cadaacero de refuerzo.
3.-Layers	Ver **Tabla 6.1**
4.- Escala	- Detalle de fundaciones: escala 1:20 o 1:25, también existen casos en los que se realiza este dibujo de manera adimensional ya que se le asigna una letra a cada medida y se construye una "Tabla de Fundaciones" donde se indica la medida correspondiente a cada letra dependiendo del tipo de fundación. -Detalle de columnas: La escala mas común es 1:10, pero también se utiliza 1:20 o 1:25 para proyectos grandes -Detalle del piso: Análogo a las columnas, dependiendo de las necesidades del proyecto.
5.- Pautas de dibujo	- Para las fundaciones se debe dibujar la planta y una o dos secciones verticales.

5.- Pautas de dibujo (Continuación)	**- Planta:** (Ver **Anexo 6.1**) - Si el detalle es de una fundación particular es necesario indicar los ejes de la o las columnas que contiene, identificándolos con su letra y numero correspondiente. En caso de haber varias fundaciones iguales, es necesario detallar por donde pasa el eje de construcción y el tipo de fundación que se esta detallando. - Dibujar la base de cada fundación con sus escalones, si los hay, el pedestal y la sección de la columna o columnas correspondientes a esa fundación. La sección de la columna debe incluir el acero de refuerzo y puede sombrearse para diferenciarla y realzarla en el dibujo. (Con un "Hatch" utilizando el estilo predefinido en Autocad llamado "AR-CONC") - El dibujo debe incluir las vigas de riostra que llegan a cada pedestal. -Se trabajará de la misma manera si se tratase de fundaciones con pilotes, representado en la planta el pilote y el cabezal correspondiente a cada columna. (Ver **Anexo 6.2**)

5.- Pautas de dibujo (Continuación)	-**Secciones verticales:** (Ver **Anexo 6.1**) - La sección vendrá determinada por uno de los ejes de las columnas, y se debe indicar en el dibujo la base, escalones, el pedestal, la columna, la base del pavimento y el nivel del terreno. (el nivel del terreno, de ser necesario, debe estar sombreado con un "Hatch" de estilo "ANSI31" o con un espesor de 0.1 ud) - Indicar el acero de refuerzo de la base, especificándose el diámetro, cantidad y longitud de las cabillas (Se realizará mediante una cota tipo leader en el estilo de cota "Cotas planta"). - Debe incluir la nomenclatura respectiva que identifique a la fundación que se esta detallando encerrada en un rectángulo, además el dibujo de la sección vertical deberá encontrase ubicado sobre el dibujo de la planta y referido al mismo eje. (Las letras de identificación serán de 4 mm de altura y configuradas con el mismo estilo de texto explicado en el **Punto 3.8**) -En caso de que el proyecto este hecho mediante pilotaje se debe indicar el armado del cabezal y los pilotes, incluyendo las características y ubicación de las cabillas (se hará de la

5.- Pautas de dibujo (Continuación)	misma manera que se explico anteriormente para el acero de refuerzo de la base.) (Ver **Anexo 6.3**) **Columnas:** Las especificaciones de las características de las columnas se harán mediante una "Tabla de columnas", que incluirá las características que requiera el caso, además de los detalles de las mismas, donde se debe indicar la armadura de la columna, indicando las características y la separación de las ligaduras. (Ver **Anexo 6.4**) La sección podrá estar rellenada con un "hatch" de estilo "AR-CONC" **Base del pavimento:** Es necesario incluir en los planos de detalles un ejemplo donde se especifiquen las características de la base del pavimento, que incluya su espesor, acero colocado, y cota superior. (Ver **Anexo 6.5**)
6.-Acotamiento	Se deben dar todas las medidas, tanto parciales como totales de cada uno de los componentes del dibujo. En la sección vertical se deben indicar además los niveles del pedestal y del terreno.

7.-Planos de envigado

1.- Objetivos	Mostrar las plantas con sus envigados, indicando los datos de las losas con todos los refuerzos adicionales, macizados y huecos para instalaciones además de las columnas que soportan un nivel determinado. Es importante recalcar que los planos de envigado representan un corte de la estructura en una determinada planta y que la vista se hará de abajo hacia arriba.
2.- Datos	- Planta de piso - Cálculos estructurales. - Esquema (sin escala) del envigado. - Medidas comerciales de los bloques de relleno (En el caso de losas nervadas). - Resistencia y edad del concreto (usualmente a los 28 días). - Resistencia a tracción del acero de refuerzo.
3.- Layers	Ver **Tabla 7.1**
4.- Escala	La escala a la cual se hará el dibujo debe ser la misma que fue adoptada para el plano de arquitectura. Generalmente 1:50.

5.- Pautas de dibujo -5.1-Elementos de soporte	5.1.a- **Columnas** Se debe respetar las dimensiones de estas y sombreando su interior. Posteriormente debe se identifica con una elipse dentro de la cual debe estar la notación de la columna. Ver **Anexo 7.1** 5.1.b- **Muros y pantallas**. En caso de existir muros de carga, pantallas de los muros de sostenimiento, etc, deben ser dibujados respectando sus proporciones y deberán rellenarse con un Hatch con relleno tipo "AR-CONC" Todo miembro constructivo de soporte (columnas, muros de carga, pantallas de los muros de sostenimiento, etc.) se dibujara con su respectiva excentricidad, cuando exista.
5.2- Vigas	Las vigas se dibujarán siempre con líneas continuas y se dibujaran de acuerdo a su ancho. Estas deben ser identificadas de la siguiente forma: Primero el numero del piso al que pertenece la viga seguida de la letra V seguida de un guión, luego tendrá el nombre del eje dentro del cual la viga se desarrolla y por último entre paréntesis estará expresado los ejes entre los que esta la

Vigas (continuación)	viga. Por ejemplo: 3V-D (3-7) lo que significa que la viga pertenece al tercer piso esta en el eje D y la viga va desde el eje 3 hasta el 7. Ver **Anexo 7.1**
5.3- Losas	-Se debe indicar la posición de cada una de las losas, esto se hará mediante líneas cruzadas de vértice a vértice formando una X. En la intercepción de estas líneas se colocara un recuadro en el cual se escribirá el nombre de la respectiva losa, esto se hará de la siguiente manera: Primero se indicara el número del piso, seguido de una de letra L, a continuación del guión se escribirá el número de la losa. Por ejemplo: 3L-5, que significa losa número 5 del tercer piso. Ver **Anexo 7.1** -Para losas macizas resistentes en una dirección bastará con identificar la losa y los detalles adicionales estarán contenidos en el plano "detalles de losa". Ver **Anexo 7.1** -Las placas macizas resistentes en dos direcciones serán igualmente identificadas pero esta identificación se hará de manera diferente, el recuadro de identificación tendrá además flechas en ambos sentidos. Ver **Anexo 7.2** -Las losas nervadas resistentes en una dirección

Losas (continuación)	requieren ciertas indicaciones, que forman parte del plano de envigado, en estas es necesario indicar las medidas y ubicación de los macizados, así como también la posición de los nervios transversales en caso de existir estos (para luces de 4 a 6 metros, un nervio transversal; para luces mayores pueden existir dos o más nervios transversales). La repartición de los nervios y los espacios para los bloques debe hacerse de tal forma que estos sean números enteros. Los espacios que no sean cubiertos por esta repartición serán repartidos en el macizado que existe en ambos lados de la losa. Ver **Anexo 7.3** -El dibujo de losas reticuladas será similar al de losas nervadas en una dirección diferenciándose únicamente en el macizado, el cual se realizara en ambos direcciones. Ver **Anexo 7.4**
6.- Acotamientos	Tanto las distancias totales y parciales entre ejes, como los anchos de vigas y sus excentricidades se acotaran.

8.-Detalles de Vigas

1.- Objetivo	Mostrar los detalles estructurales de cada viga, dependiendo de su posición dentro de la estructura.
2.- Datos	- Cálculos estructurales. -Envigado.
3.- Layers	Ver **Tabla 8.1**
4.- Escala	Las vistas longitudinales en escala 1:50, y la secciones transversales en escala 1:20 ó 1:25.
5.- Pautas de dibujo 5.1.-Vigas con losas macizas resistentes en una dirección y placas reticulares.	-Las vigas que presenten como acero de refuerzo cabillas rectas sin variación de sus diámetros a lo largo de la viga y no necesite refuerzos adicionales en sus apoyos, se dibujara solo la sección transversal. Las indicaciones acerca de los estribos se harán aparte, indicando su diámetro, medidas parciales y totales, así como la separación entre estos la cual se hará en el Layout. -Por ultimo se indicará la cota inferior y superior de la viga referida al nivel 0.00 del piso acabado de la

5.1 (continuación)	construcción. La identificación de la viga se hará dentro un rectángulo siguiendo las indicaciones para la notación de las vigas dadas en la Sección 7.5.2. Ver **Anexo 8.1** En el caso contrario, cuando el acero de refuerzo este constituido por barras rectas y dobladas, se procederá a realizar ambas vistas (vista longitudinal y vista transversal).
5.1.a- Vista longitudinal	-Se dibujará una sección completa de la viga, incluyendo los apoyos los cuales se dibujaran cortados. -Dentro de esta sección se debe dibujar el acero de refuerzo longitudinal con sus correspondientes estribos. Se dibujara solo una parte de los estribos indicando la separación entre estos, siempre que la separación y el diámetro de los estribos permanezca constante durante toda la sección. En caso contrario estos se dibujaran en todos los lugares donde se presente los cambios de la condiciones. Se debe indicar el diámetro de los estribos y a cada cuanto estarán colocados, se indicará así : EST Ø (diámetro en No.)'' x (longitud total).

5.1.a(continuación)	-Los ejes pertenecientes a los apoyos se prolongaran en la parte superior, rematando estos en un círculo dentro del cual se inscribirá la letra o el número de identificación del eje según sea el caso. Estos círculos se harán de aproximadamente 10 mm de diámetro, estos deben hacerse en el Layout . -Se despiezarán las cabillas comenzando por las capas superiores y finalizando por las inferiores. Se debe indicar todas las distancias parciales entre dobleces. Cada una de la cabillas despiezadas llevara como identificación una letra minúscula dentro de un círculo de 6mms de diámetro y se harán en el Layout. Al lado del círculo se indicará el número de cabillas, el diámetro y la longitud total. Esta identificación se hará de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha. Ver **Anexo 8.2**
5.1.b- Vista transversal	-Por cada viga debe ser dibujado por los menos un corte transversal, pero se dibujaran tantos cortes transversales como cambios de sección exista. Se debe señalar dentro de la vista longitudinal el sitio o sitios correspondientes a cada corte.

5.1.b(continuación)	-En estos se indican las disposiciones de las cabillas cortadas del acero de refuerzo longitudinal, indicando sus respectivos diámetros y cantidades, estas deben ser identificadas con las letras que se asumieron para la vista longitudinal. -Se deben dibujar los estribos aparte indicando sus dimensiones parciales y totales, su diámetro y la separación entre si (hacerlo en el layout). Ver **Anexo 8.1**
5.2 Vigas con losas nervadas resistentes en una o dos direcciones.	-Se seguirán las mismas instrucciones dadas en 5.1, agregándole a los cortes transversales los macizados pertenecientes a las losas con sus respectivos acotamientos.
6.- Acotamiento	Para las vistas longitudinales: Se acotará por debajo de la sección las distancias entre ejes, la distancia de los apoyos entre si, así como los anchos de los mismos. Para el corte transversal: Se acotara todas las dimensiones del corte.
7.-Identificación	-Para las vistas longitudinales: Por debajo de las líneas de

7.-Identificación (continuación)	acotamiento y en la parte izquierda del dibujo se indicará la nomenclatura de la viga como se indico en el aparte 7.5.2, dentro de un rectángulo, el cual tendrá una altura de 10 milímetros (se hará dentro del Layout) y su longitud será determinada por la extensión que ocupe la nomenclatura. -Para el corte transversal: Debajo del corte, se escribirá el nombre del mismo y entre paréntesis el nombre de la viga que representa.
8.- Otros	Cuando una viga tenga más de cuatro tramos y exista simetría con respecto a sus tramos y acero de refuerzo, se dibujara la mitad de la sección longitudinal de la viga, mas la parte necesaria para tener completa la longitud de las cabillas.

9.-Detalles de Losas

1.- Objetivo	Mostrar los detalles estructurales de cada losa, dependiendo de su posición dentro de la estructura.
2.- Datos	-Cálculos estructurales, -Envigado del piso.
3.- Layers	Ver **Tabla 9.1**
4.- Escala	Las vistas longitudinales en escala 1:50, y la secciones transversales en escala 1:20 ó 1:25.
5.- Pautas de dibujo 5.1 Losas macizas resistentes en una dirección	En la vista longitudinal se dibujará un nervio, incluyendo su acero de refuerzo longitudinal y se señalaran algunas cabillas de repartición indicando sus diámetros y equidistancias, esta indicación se hará en la parte superior del nervio. Los ejes pertenecientes a los apoyos se prolongaran en la parte superior, rematando estos en un círculo dentro del cual se inscribirá la letra o el número de identificación del eje según sea el caso. Estos círculos se harán de aproximadamente 10 mm (hacer en el layout). Se indicaran los diámetros y la separación entre las

5.1(continuación)	cabillas que constituyen el acero de refuerzo longitudinal, esta indicación se hará por encima y por debajo de los tramos (Layout). Se despiezaran las cabillas, empezando por las de la o las capas superiores y posteriormente se identificaran con letras minúsculas, se comenzara de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha. Al lado de las letras se indicara el diámetro, longitud total y la separación entre las cabillas del mismo tipo (hacer en el Layout). En el caso de losas con más de 4 tramos y simetría, se dibujará la mitad de estas así como la parte necesaria para que las cabillas aparezcan completas en el despiece. Ver **Anexo 9.1** donde se ilustra lo explicado.
5.2 Placas	Se procederá de igual forma que en las losas resistentes en una dirección, con la única diferencia que en vez de un corte longitudinal se dibujaran tantos cortes como estén indicados en la planta del envigado respectivo. A las letras que indiquen la posición del corte dibujado se le añadirán las letras que representan la nomenclatura de la losa.

5.3 Losas nervadas resistentes en una dirección	5.3.a **Sección longitudinal** Se dibujará la sección longitudinal de uno de sus nervios en la dirección de su refuerzo. Este nervio debe aparecer con sus respectivos apoyos lo cuales no se dibujaran completos. Se indicarán los macizados adyacentes a las vigas así como los nervios transversales (en caso de existir estos). A continuación se debe dibujar el acero de refuerzo longitudinal y el acero de repartición de la losa. Se indicarán los diámetros y la separación entre las cabillas que constituyen el acero de refuerzo longitudinal, esta indicación se hará por encima y por debajo de los tramos. Se despiezaran las cabillas, empezando por las de la o las capas superiores y posteriormente se identificarán con letras minúsculas, se comenzara de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha. Al lado de las letras se indicará el diámetro, longitud total y la separación entre las cabillas del mismo tipo.

5.3 (continuación)	5.3.b **Sección transversal**. Esta se dibujará al lado derecho de la sección longitudinal del nervio, esta abarca dos nervios con el fin de indicar la distancia entre estos así como el espacio para los bloques, las armaduras principales y las de repartición. Se darán todas las medidas de este corte, se especificarán los diámetros y numero de cabillas de acero de refuerzo principal, identificándolas con las mismas letras que le fueron asignadas en la sección longitudinal. En la vista longitudinal, se indicará la posición del corte transversal mediante líneas gruesas identificadas con letras mayúsculas. En el **Anexo 9.2** se ilustra el corte transversal.
5.4 Placas	Se procederá de igual forma que las losas nervadas resistentes en una dirección con la única diferencia que se realizaran tantos cortes como los indicados en la planta del envigado respectivo.

6.- Acotamiento	Para las vistas longitudinales: Se acotará por debajo de la sección las distancias entre ejes, la distancia de los apoyos entre si, así como los anchos de los mismos. En el caso de existir macizados se indicará la medida de estos.
7.-Identificación	Para las vistas longitudinales: Por debajo de las líneas de acotamiento y en la parte izquierda del dibujo se indicará la nomenclatura de la losa como se indicó en el aparte 7.5.3, dentro de un rectángulo, el cual tendrá una altura de 10 milímetros (hacerlo en el Layout) y su longitud será determinada por la extensión que ocupe la nomenclatura.
8.- Otros	Resistencia de los materiales, concreto y acero a tracción.

10.- DETALLE DE ESCALERAS

1.- Objetivos	Conocer las dimensiones, características y detalles estructurales de la escalera.
2.- Datos	- Cálculos estructurales - Los planos de envigado que contengan la escalera a detallar - Las Normas actualizadas donde se especifican las longitudes de gancho, empalmes y longitudes de desarrollo del acero de refuerzo.
3.- Layers	Ver **Tabla 10.1**
4.- Escala	1:20 o 1:25 el detalle de la losa de escalera, y el del escalón a 1:10.
5.- Pautas de dibujo	- El dibujo de cada uno de los tramos y los descansos de la escalera se realizará desde el punto mas bajo de la misma hacia el más alto, es decir se empezará por el tramo de salida, que será el que se encuentre en la planta mas baja del proyecto, y se terminará en la planta mas alta. - En los tramos de escalera exactamente iguales, se dibujará el detalle del tramo mas inferior, indicándose su nomenclatura (ver **punto 7**), y se indicarán los tramos que son iguales a ese.

5.- Pautas de dibujo (Continuación)	- Para el detalle se debe hacer un corte de la losa a detallar, este corte debe ser hecho viendo la escalera desde el lado derecho del tramo en el que uno se encuentre como si estuviera subiendo. - Para cada tramo se debe dibujar la losa de la escalera incluyendo las vigas de apoyo de la misma (No se dibujará el acero de refuerzo de la viga de apoyo, pero se debe indicar la identificación de dicha viga) - Los detalles de las losa se haran de acuerdo con las pautas dadas en el punto IV.8 (Ver **Anexo 10.1**) - Además debe dibujarse el detalle de un escalón, incluyendo sus medidas con exactitud de milímetros de ser necesario. (Ver **Anexo 10.2**) - Los detalles pueden sombrearse con un "hatch" estilo "AR-CONC"
6.- Acotamiento	Se deben acotar todas las medidas de la losa, escalones y descanso, incluyendo las diferencias de altura entre los puntos de la escalera y las dimensiones de las vigas de apoyo.

8.- TABLAS

TABLA 3.3 CODIGO DE COLORES

Color	Grosor (mm)
Rojo	1
Azul	0.50
Amarillo	0.40
Cyan	0.25
Magenta	0.20
Verde	0.15
Blanco	0.09

TABLA 3.2 LAYERS GENERALES

Nombre	Color	Tipo de linea	Grosor	Uso
Formato	Rojo	Continua	1	Dibujo del formato y las líneas de mayor jerarquía del recuadro de identificación
Sello 1	Azul	Continua	0.50	Dibujo de las líneas del recuadro de identificación que tengan de jerarquía intermedia. Para hacer el marco del recuadro de notas.
Sello 2	Cyan	Continua	0.25	Dibujo de las líneas del recuadro de identificación que tengan de menor jerarquía
Auxiliares	Blanco	Continua	0.09	Dibujo de las líneas por donde se recortara el plano y las marcas de doblaje del mismo
Cotas	Blanco	Continua	0.09	Acotamientos del dibujo
Texto 1	Cyan	Continua	0.25	Para la inclusión de textos, sea en la identificación como en notas. Con el Texto 1 obtendríamos letras más gruesas mientras que con el Texto 3 obtendríamos las más finas.
Texto 2	Verde	Continua	0.15	
Texto 3	Blanco	Continua	0.09	

TABLA 4.1 PLANO DE EJES

Nombre	Color	Tipo de línea	Grosor	Uso
Ejes	Cyan	Dashdot	0.25	Dibujo de los ejes
Ejes círculos	Cyan	Continua	0.25	Dibujo de la circunferencia de identificación de los ejes.
Ejes Letras	Amarillo	Continua	0.40	Dibujo de la letra o el numero que identifica a cada eje.
Círculos de Intersección.	Magenta	Continua	0.20	Dibujo de los círculos de intersección de ejes de columnas y machones.

TABLA 5.1 PLANTA DE FUNDACIONES (AISLADAS)

Nombre	Color	Tipo de linea	Grosor	Uso
Ejes	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes
Ejes circulos	Verde	Continua	0.15	Dibujo de la circunferencia de identificación de los ejes.
Ejes Letras	Magenta	Continua	0.20	Dibujo de la letra o el numero que identifica a cada eje.
Ejes auxiliares	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes auxiliares de fundaciones que no coincidan con los ejes principales de construcción.
Columnas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo y el sombreado de la sección de cada columna
Zapatas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de la sección de asiento de las zapatas.
Fundaciones continuas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de las fundaciones continuas.
Fundaciones ID	Verde	Continua	0.15	Para la identificación de las fundaciones, tanto aisladas como continuas.
Vigas riostra ID	Verde	Continua	0.15	Para la identificación de las vigas de riostra
Base pavimento	Verde	Continua	0.15	Para el dibujo de la zona de la base del pavimento así como la escritura de sus características

TABLA 5.2 PLANTA DE FUNDACIONES (PILOTAJE)

Nombre	Color	Tipo de linea	Grosor	Uso
Ejes	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes
Ejes Circulos	Verde	Continua	0.15	Dibujo de la circunferencia de identificación de los ejes.
Ejes Letras	Magenta	Continua	0.20	Dibujo de la letra o el numero que identifica a cada eje.
Ejes auxiliares	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes auxiliares de fundaciones que no coincidan con los ejes principales de construcción.
Columnas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo y el sombreado de la sección de cada columna
Cabezales	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de la sección de los cabezales.
Pilotes	Verde	Dashdot	0.15	Para el dibujo del pilote y sus ejes.
Fundaciones continuas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de las fundaciones continuas.
Fundaciones ID	Verde	Continua	0.15	Para la identificación de las fundaciones continuas.
Vigas riostra ID	Verde	Continua	0.15	Para la identificación de las vigas de riostra
Base pavimento	Verde	Continua	0.15	Para el dibujo de la zona de la base del pavimento así como la escritura de sus características

TABLA 6.1 DETALLE DE FUNDACIONES Y COLUMNAS

Nombre	Color	Tipo de línea	Grosor	Uso
Ejes	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes
Corte	Cyan	Dashdot	0.25	Para el dibujo de la línea por donde se hará el corte para dibujar la sección vertical.
Corte ID	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de la circunferencia y letras donde se colocará la identificación del corte
Concreto	Magenta	Continua	0.20	Para el dibujo de las partes del detalle que estén hechas de concreto. Excepto la vista en planta de la columna.
Conc-Columna planta	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de la sección de la columna en planta, para el dibujo del detalle de la columna.
Acero	Amarillo	Continua	0.40	Para el dibujo de la armadura dentro de la sección, y en despiece.
Sombreados	Blanco	Continua	0.09	Para el dibujo de lo sombreados del terreno o el que sea necesario.

TABLA 7.1 PLANO DE ENVIGADO

Nombre	Color	Tipo de línea	Grosor	Uso
Ejes	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes
Ejes círculos	Verde	Continua	0.15	Dibujo de la circunferencia de identificación de los ejes.
Ejes Letras	Cyan	Continua	0.20	Dibujo de la letra o el numero que identifica a cada eje.
Columnas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo y el sombreado de la sección de cada columna
Vigas	Cyan	Continua	0.25	Para el dibujo de las Vigas.
Losa.	Verde	Continua	0.20	Para el dibujo de la losa y detalles del macizado.
Vigas ID	Verde	Continua	0.15	Para la identificación de las vigas
Losa ID	Verde	Continua	0.15	Para la identificación de la losa.

TABLA 8.1 DETALLE DE VIGAS

Nombre	Color	Tipo de línea	Grosor	Uso
Ejes	Verde	Dashdot	0.15	Dibujo de los ejes
Ejes círculos	Verde	Continua	0.15	Dibujo de la circunferencia de identificación de los ejes.
Ejes Letras	Cyan	Continua	0.25	Dibujo de la letra o el numero que identifica a cada eje.
Concreto.	Magenta	Continua	0.20	Para el dibujo de todos los elementos de concreto.
Acero.	Amarillo	Continua	0.40	Para el dibujo del acero de refuerzo.

TABLA 9.1 DETALLE DE LOSAS

Nombre	Color	Tipo de línea	Grosor	Uso
Ejes	Verde	Dashdot	0.15	Dibujo de los ejes
Ejes círculos	Verde	Continua	0.15	Dibujo de la circunferencia de identificación de los ejes.
Ejes Letras	Cyan	Continua	0.25	Dibujo de la letra o el numero que identifica a cada eje.
Concreto	Magenta	Continua	0.20	Para el dibujo de todos los elementos de concreto
Acero	Amarillo	Continua	0.40	Para el dibujo del acero de refuerzo.
Acero de R.	Amarillo	Continua	0.40	Para el dibujo del acero de repartición.

TABLA 10.1 DETALLE DE ESCALERA

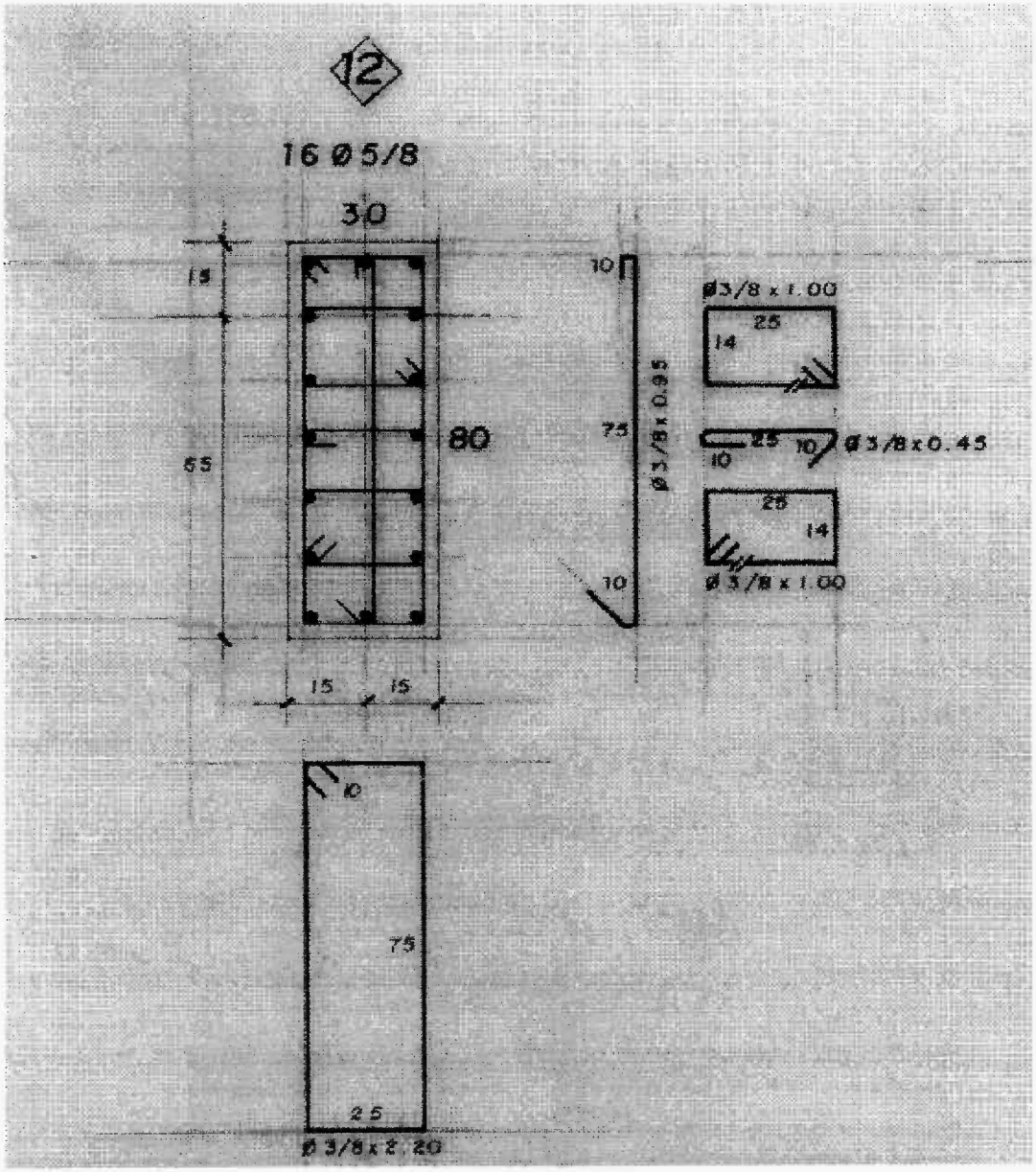
Nombre	Color	Tipo de linea	Grosor	Uso
Ejes	Blanco	Dashdot	0.09	Dibujo de los ejes
Concreto	Magenta	Continua	0.20	Para el dibujo de las partes del detalle que estén hechas de concreto.
Acero	Amarillo	Continua	0.40	Para el dibujo de la armadura dentro de la sección, y en despiece.
Altura	Cyan	Continua	0.25	Para representar las cotas de los descansos de la escalera.
Sombreados	Blanco	Continua	0.09	Para el dibujo de los sombreados que sean necesarios.

9.- ANEXOS

Advertencia: Los siguientes dibujos no contemplan o tienen validez sobre los detalles correspondientes al Nivel de Diseño

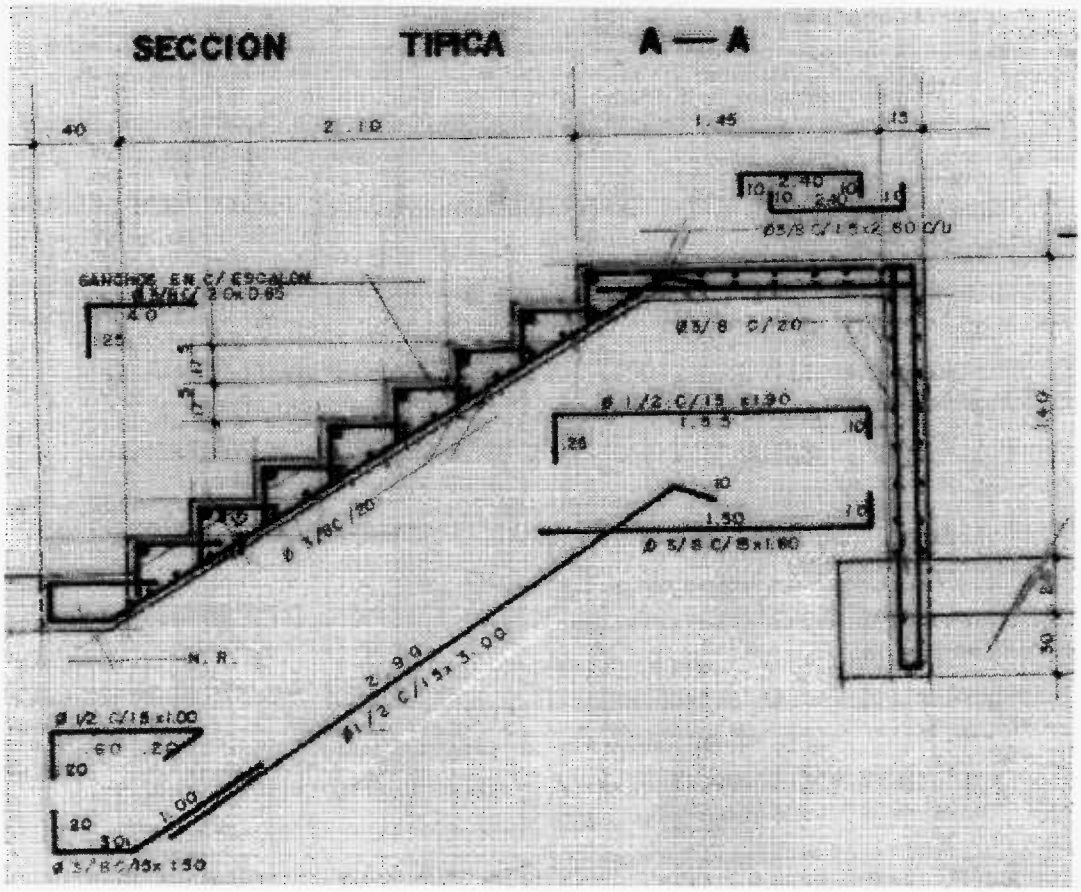
ANEXO 1

Detalle de columna (Dibujo Manual)
Proporcionado por el Ingeniero J.M. Velásquez.

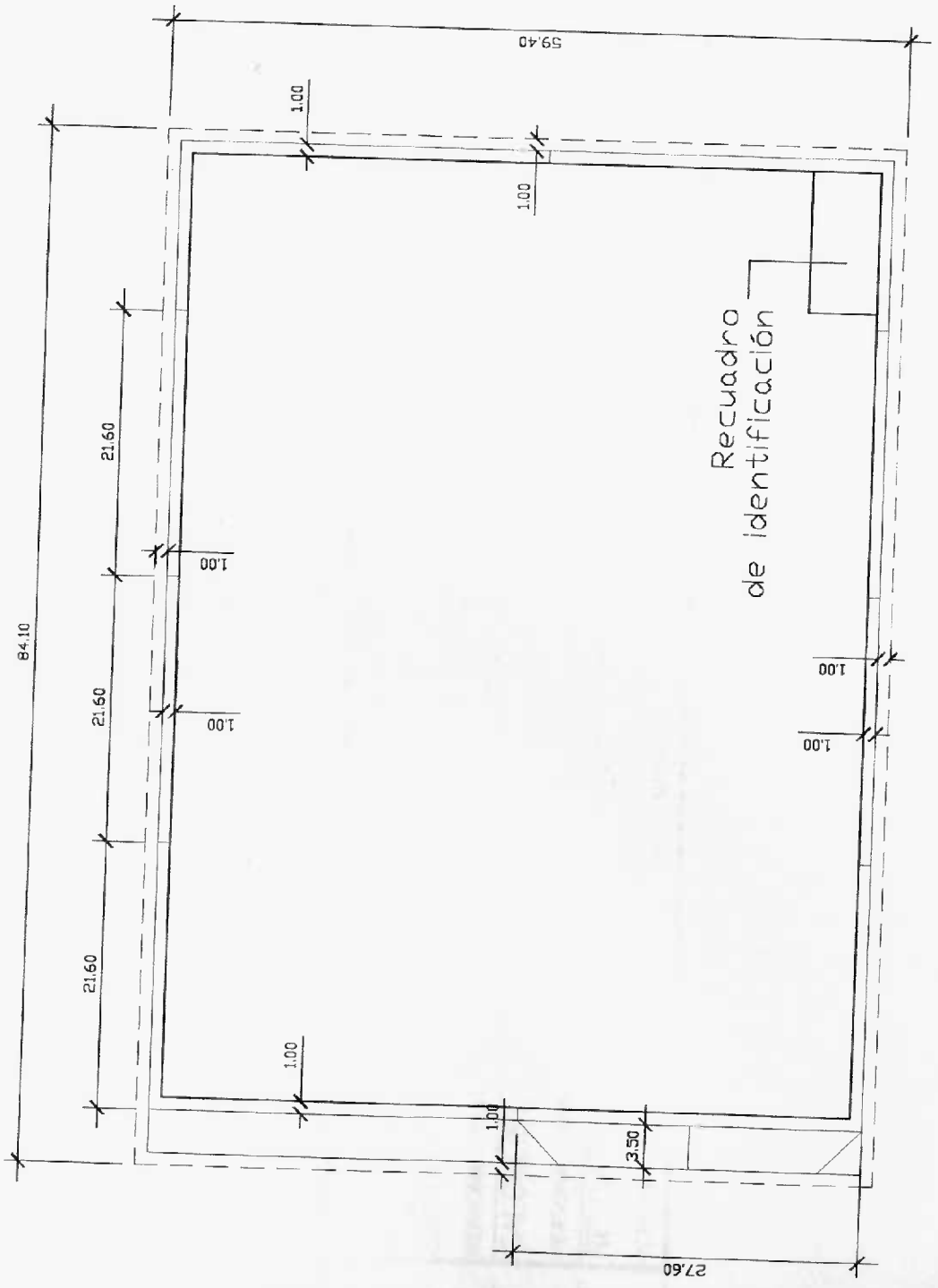


ANEXO 2

Detalle de escalera (Dibujo Manual)
Proporcionado por el Ingeniero J.M. Velásquez.

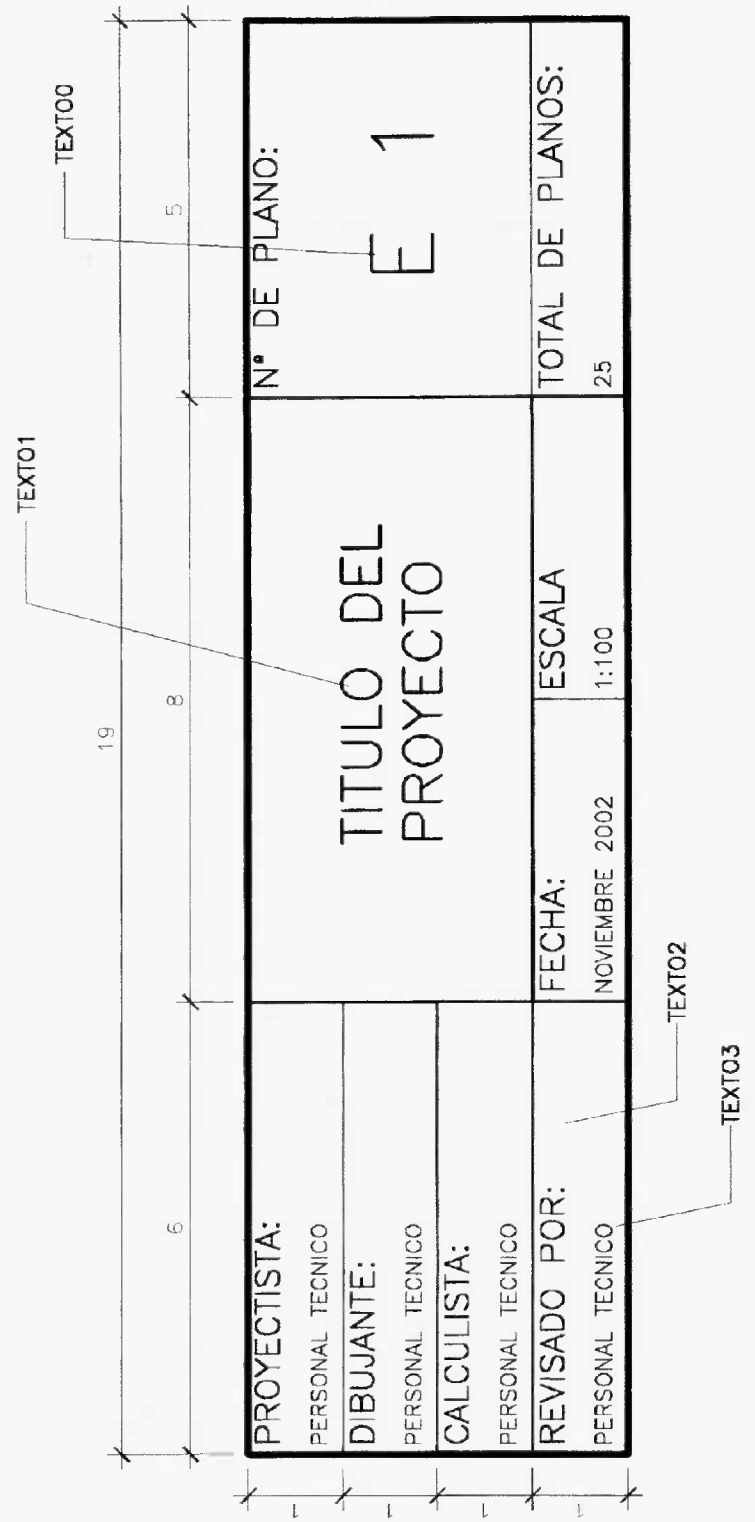


ANEXO 3.1
Formato para papel tamaño A1

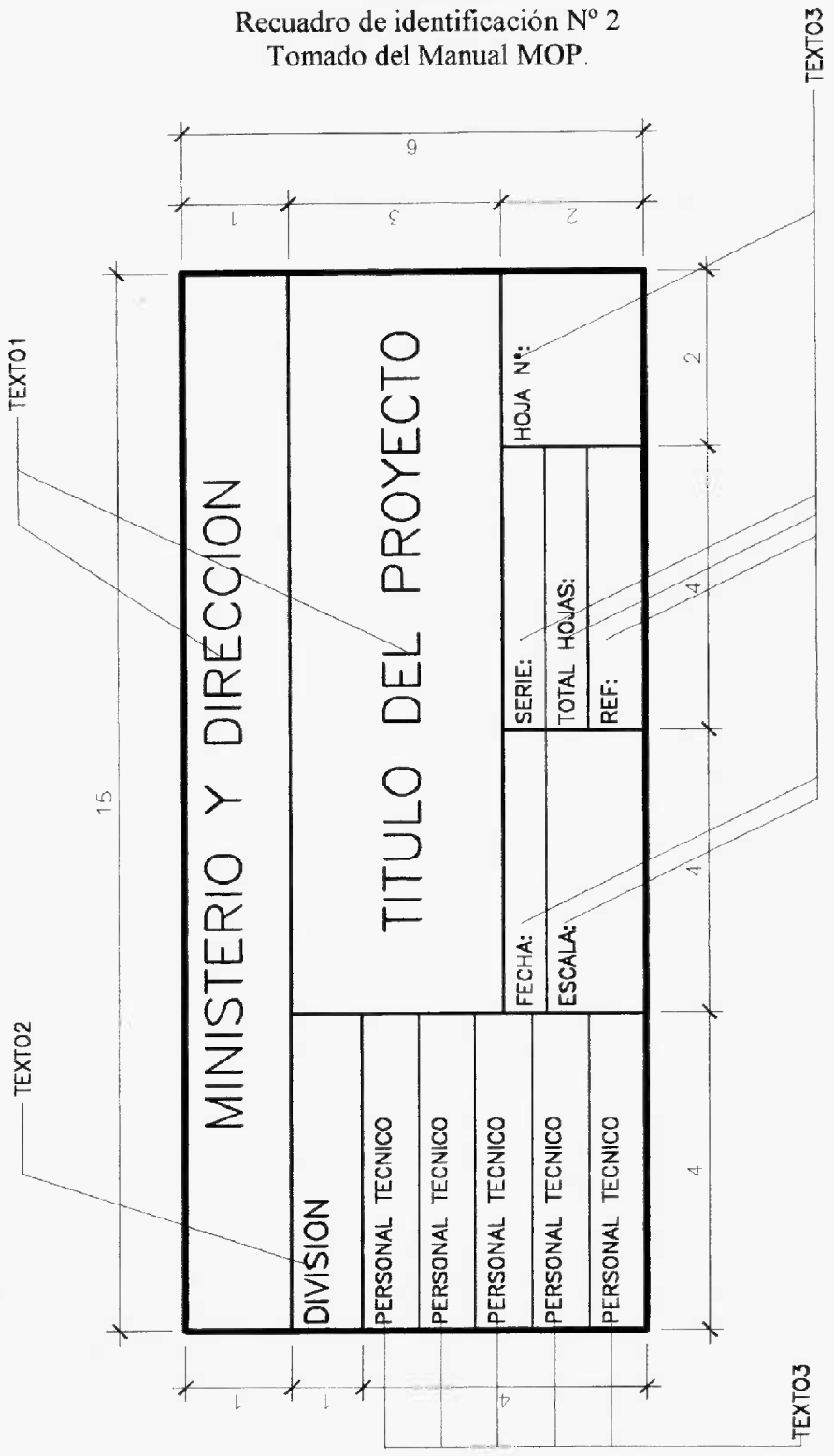


ANEXO 3.2

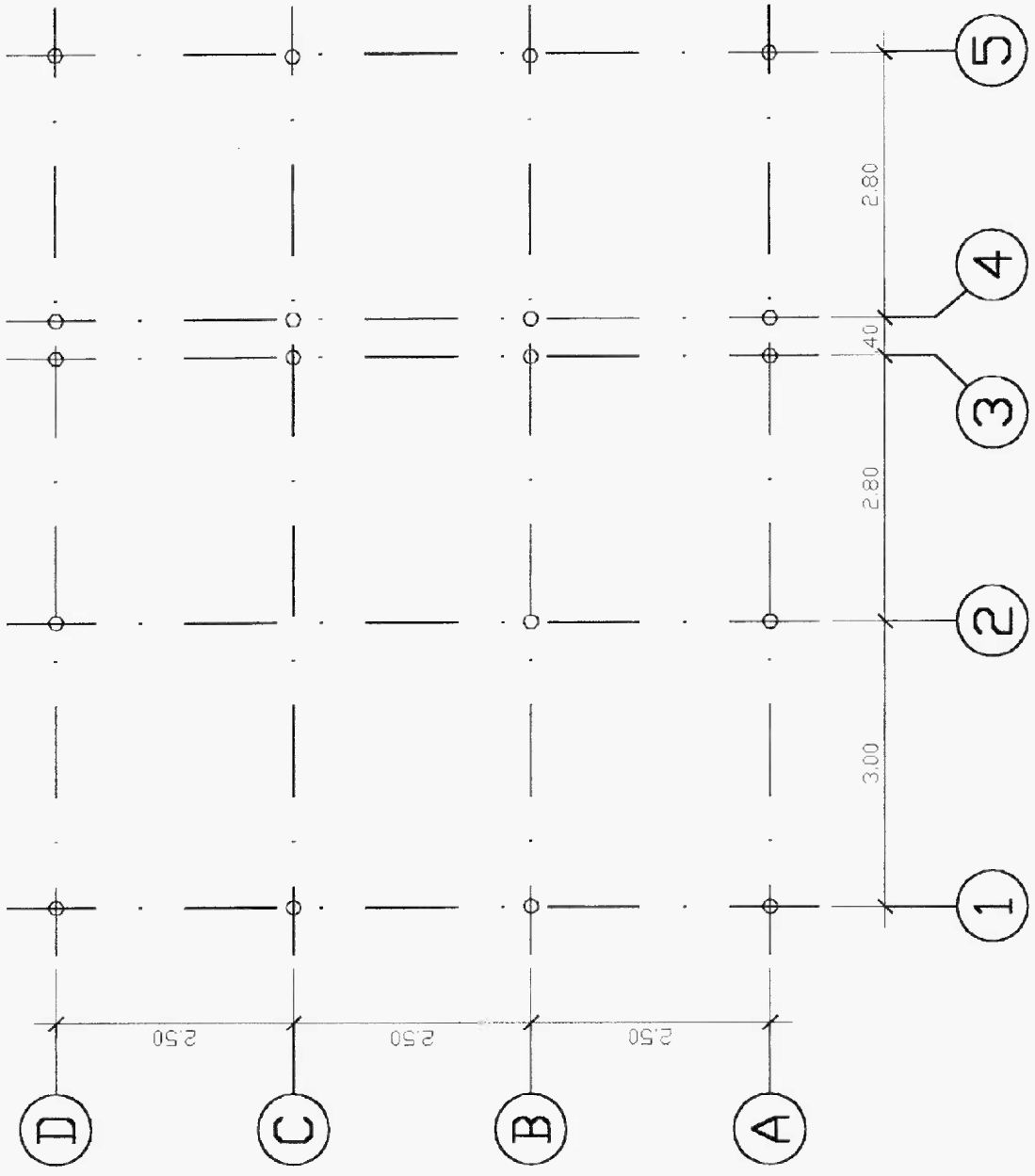
Recuadro de identificación N° 1



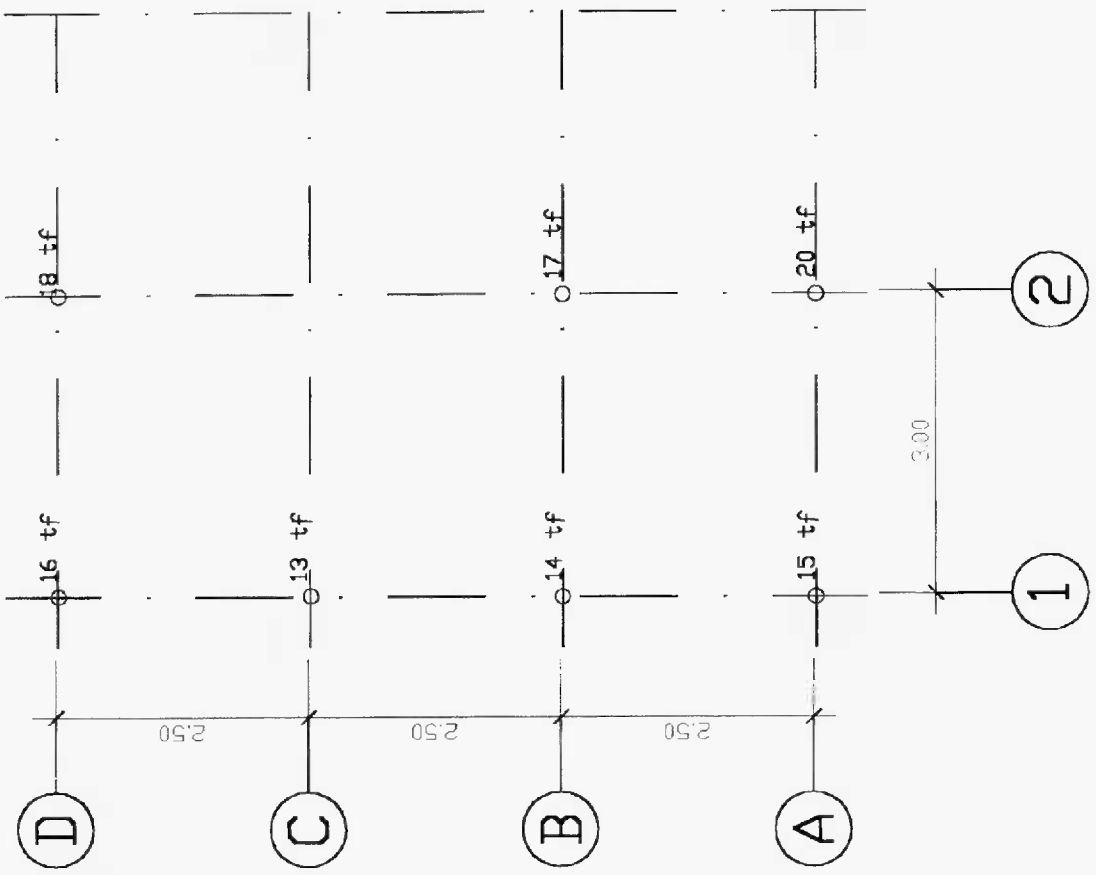
ANEXO 3.2
Recuadro de identificación Nº 2
Tomado del Manual MOP.



Anexo 4.1
Plano de ejes.

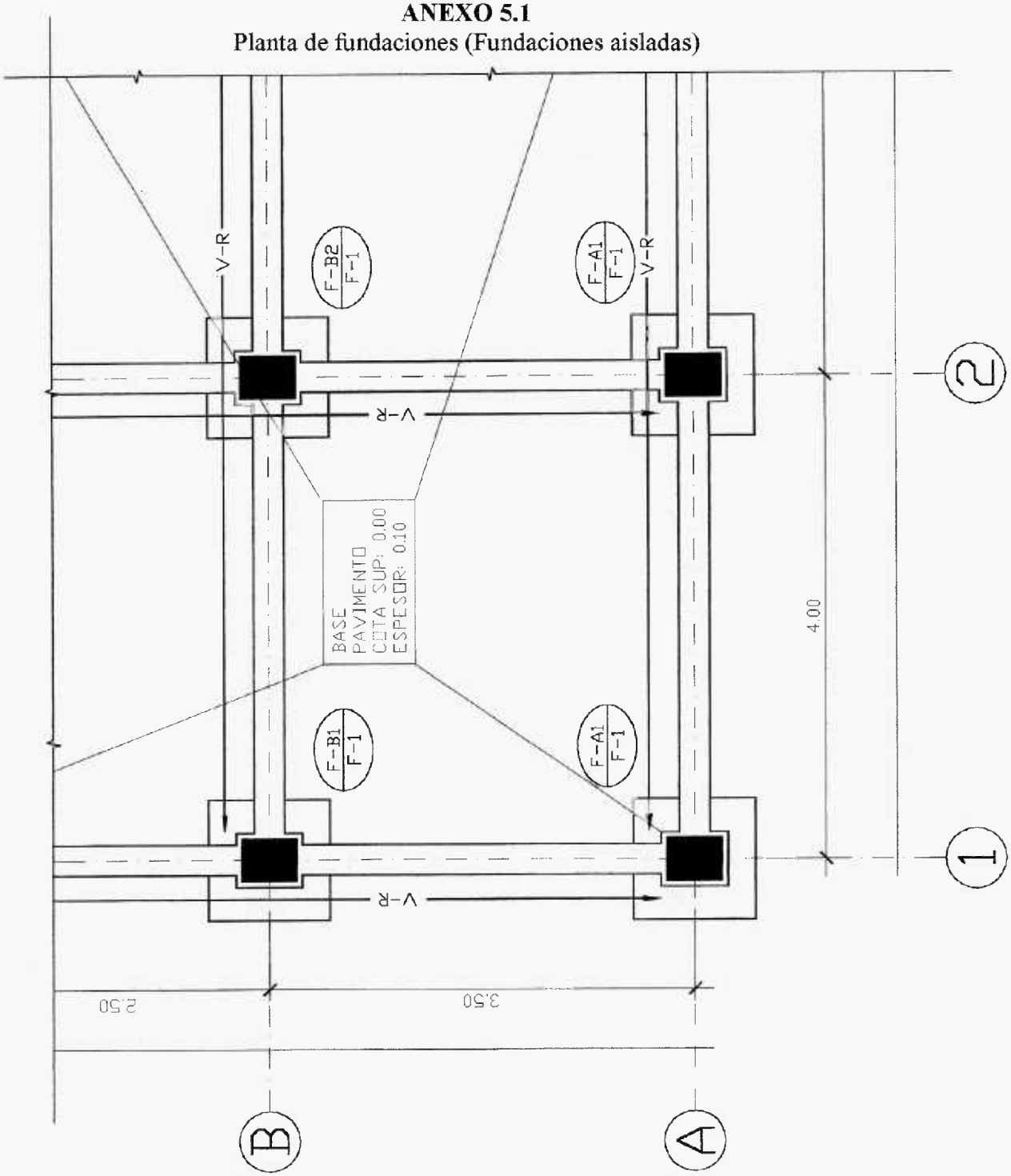


ANEXO 4.2
Plano de ejes y cargas.



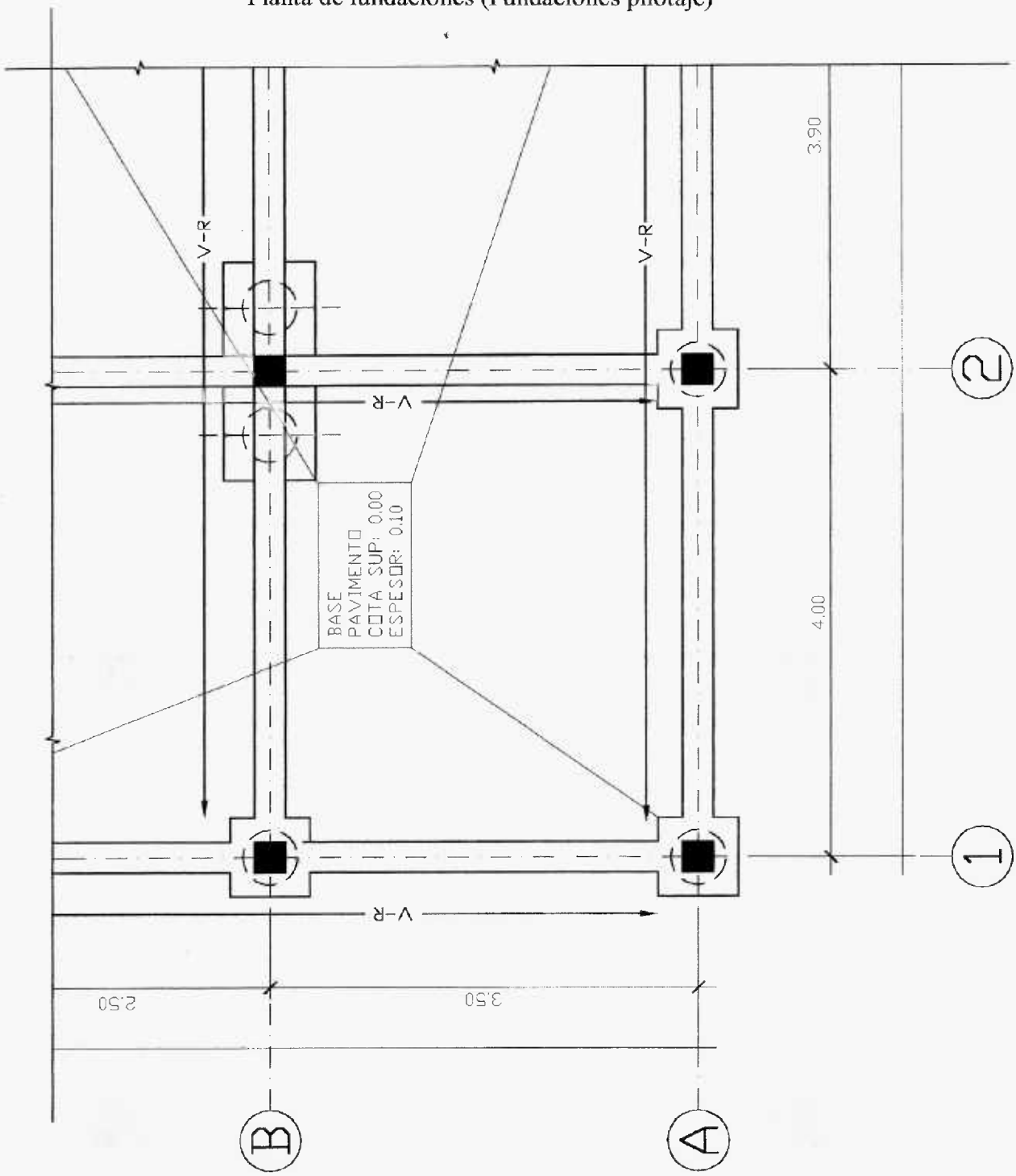
ANEXO 5.1

Planta de fundaciones (Fundaciones aisladas)

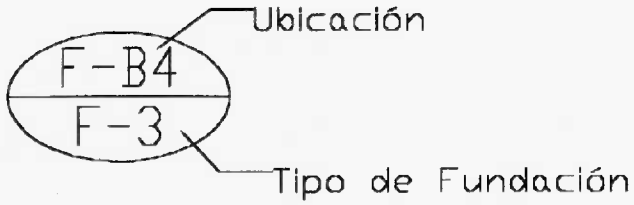


ANEXO 5.2

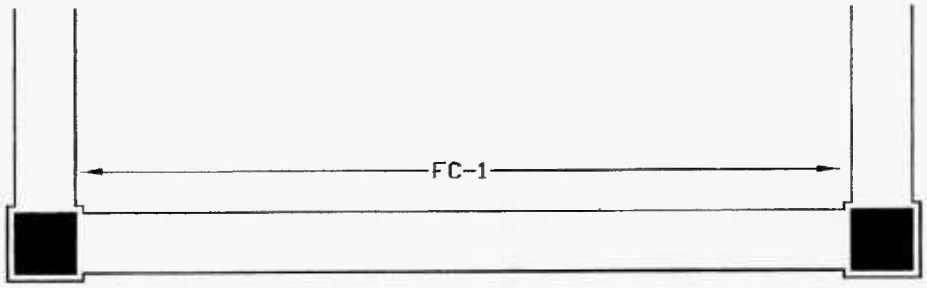
Planta de fundaciones (Fundaciones pilotaje)



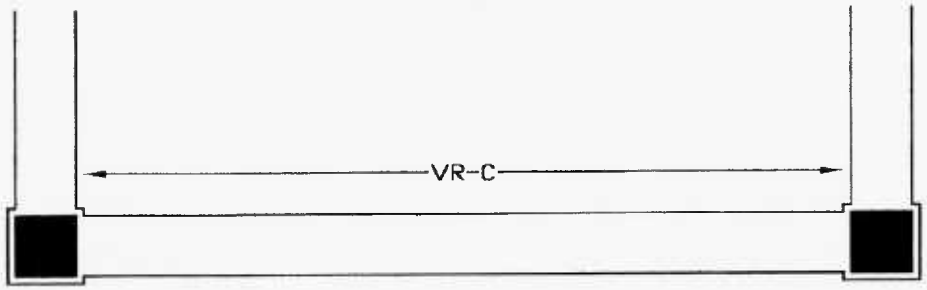
ANEXO 5.3



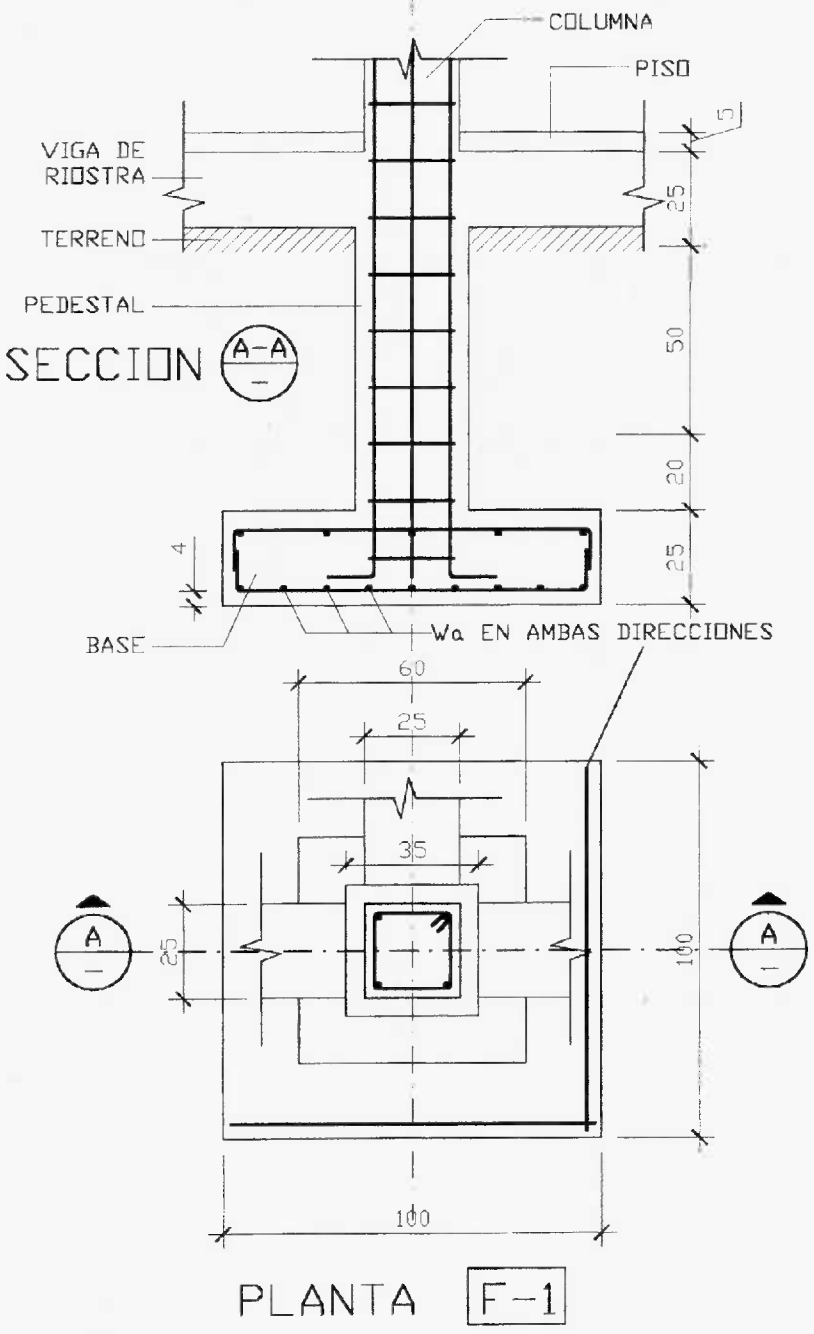
ANEXO 5.4



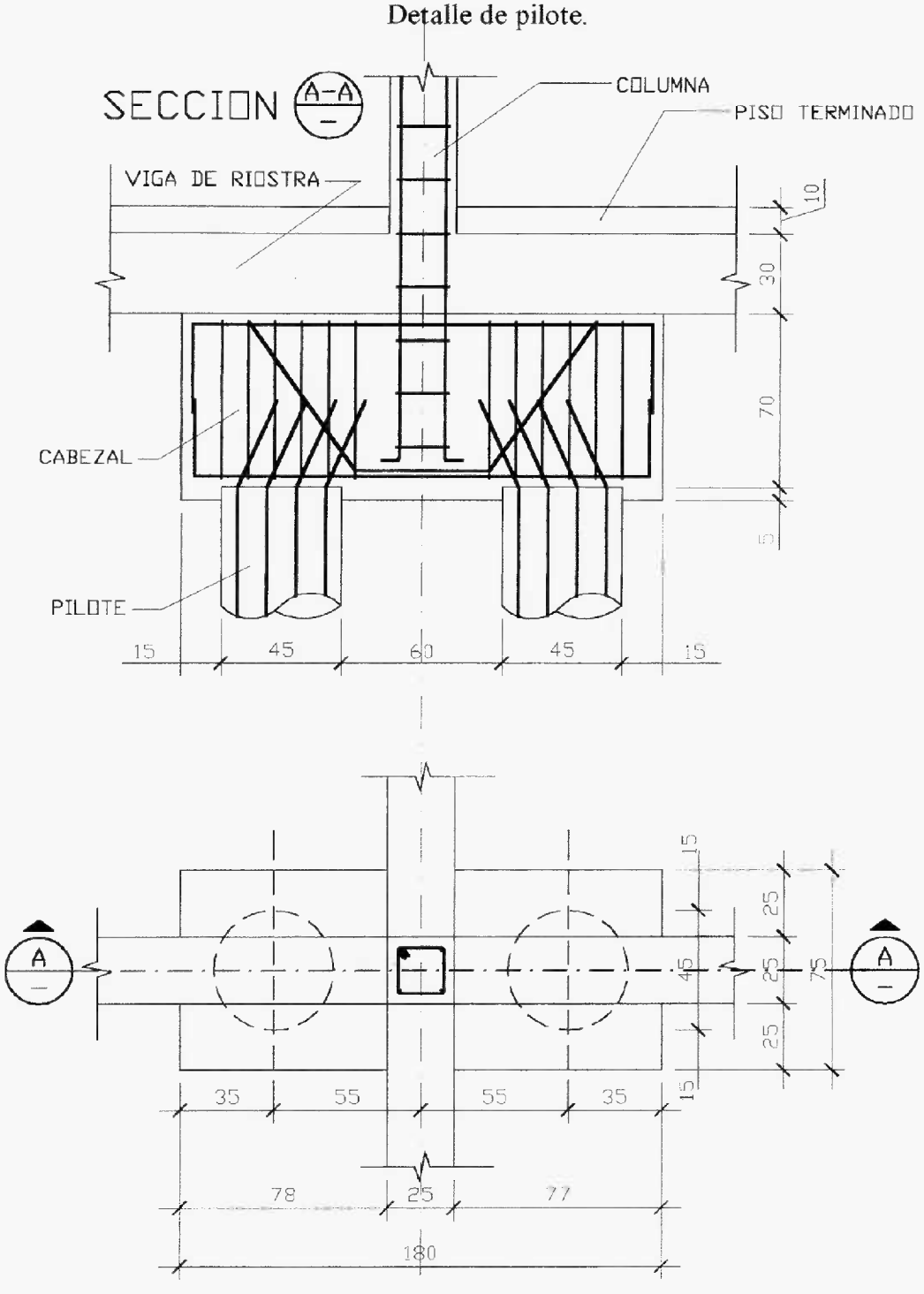
ANEXO 5.5



ANEXO 6.1
Detalle de fundación

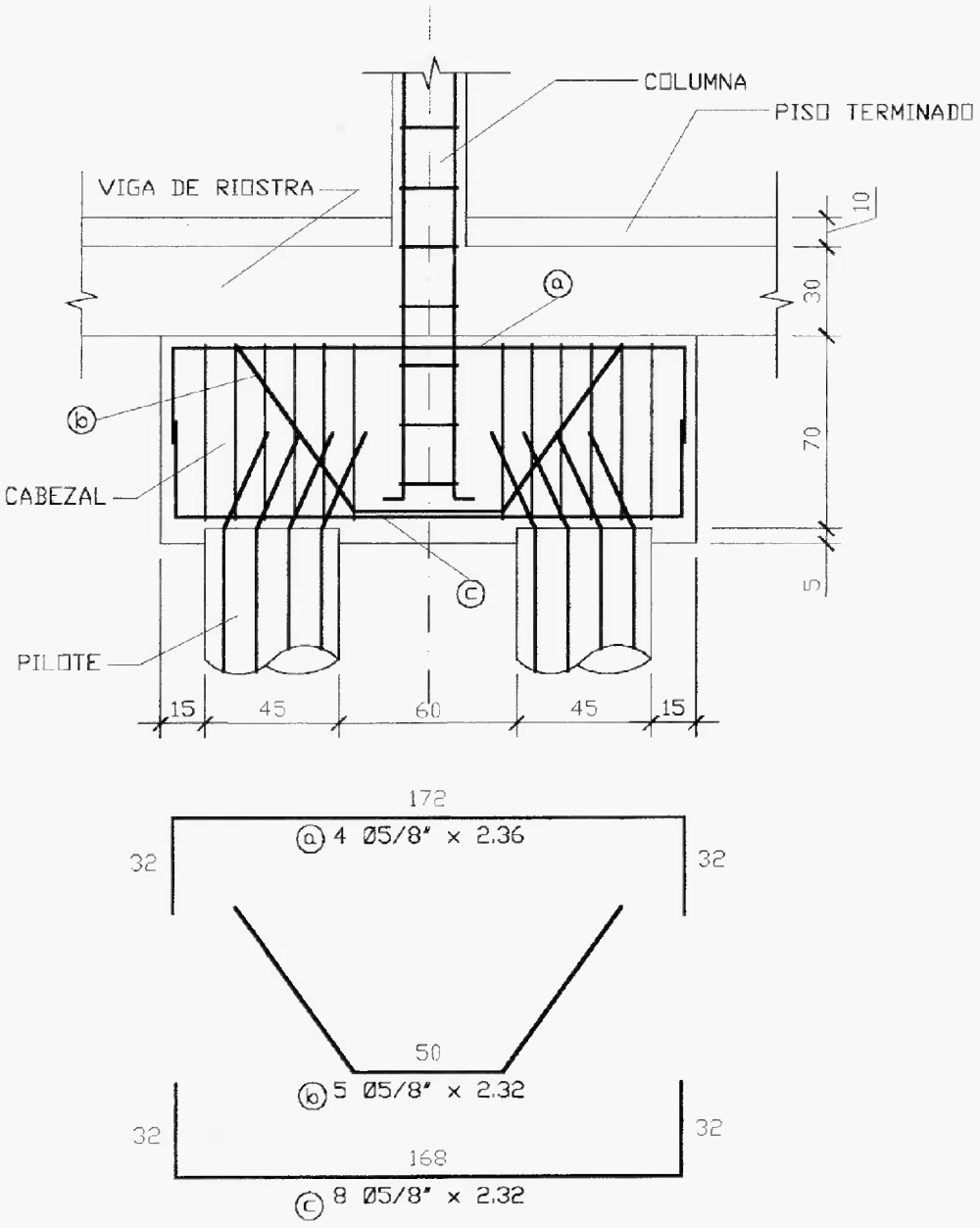


ANEXO 6.2
Detalle de pilote.

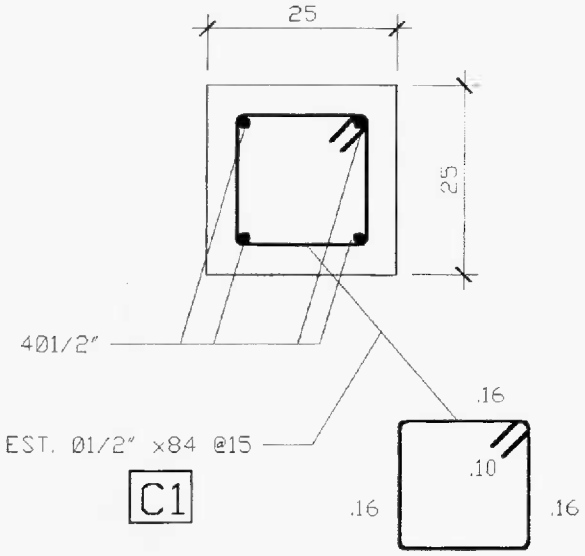


TIPO (1)

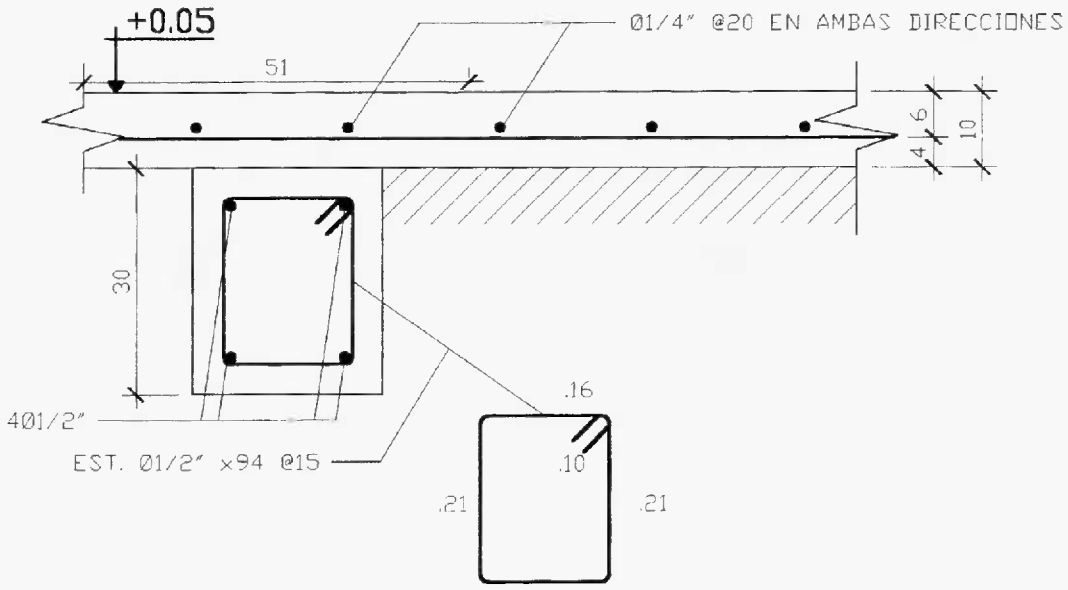
ANEXO 6.3
Detalle de pilote (Acero de refuerzo)



ANEXO 6.4
Detalle de columna.

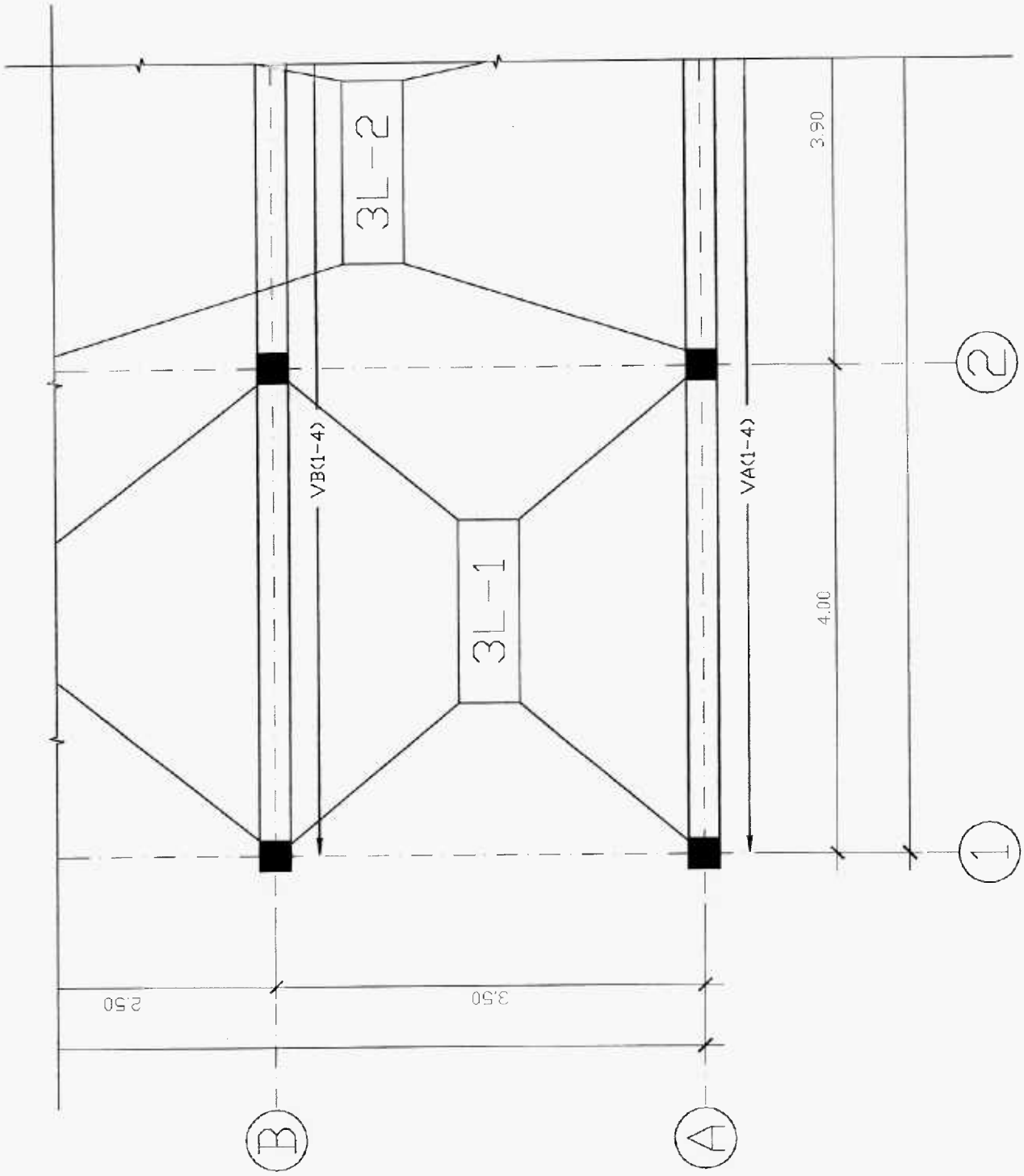


ANEXO 6.5
Detalle de piso.



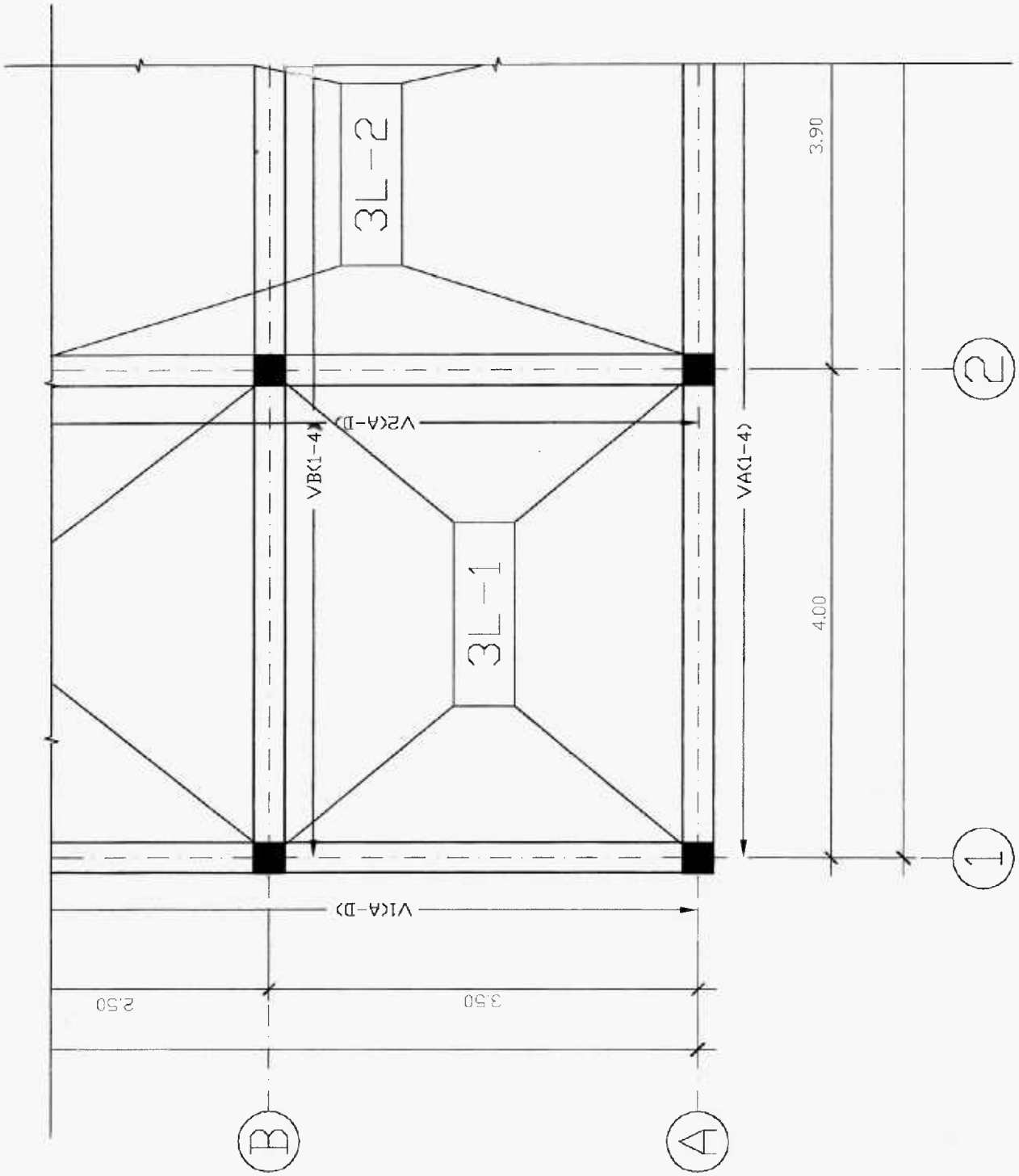
ANEXO 7.1

Planta de envigado con losa maciza con acero de refuerzo en una dirección.



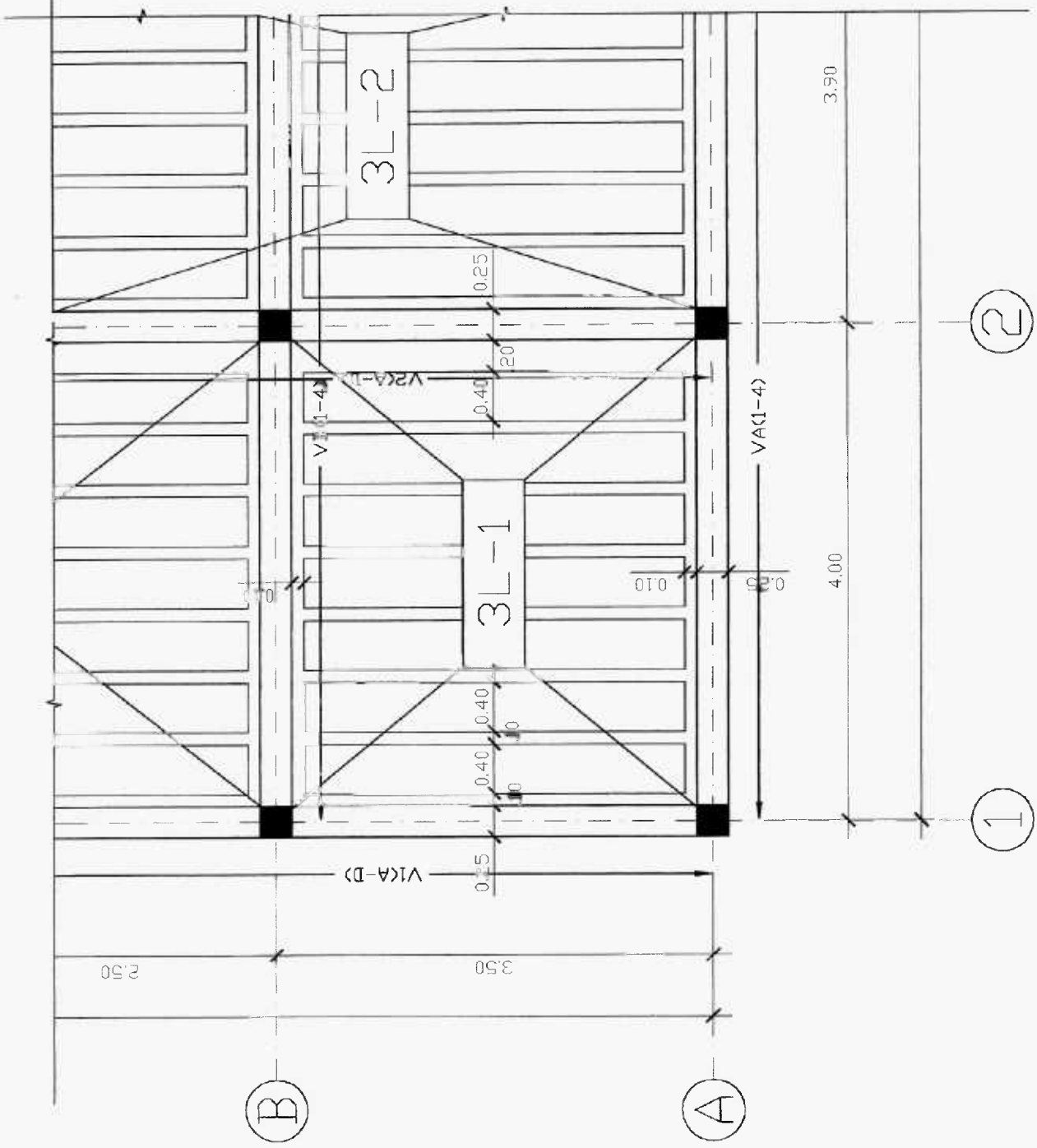
ANEXO 7.2

Planta de envigado para losas macizas con acero de refuerzo en dos direcciones.



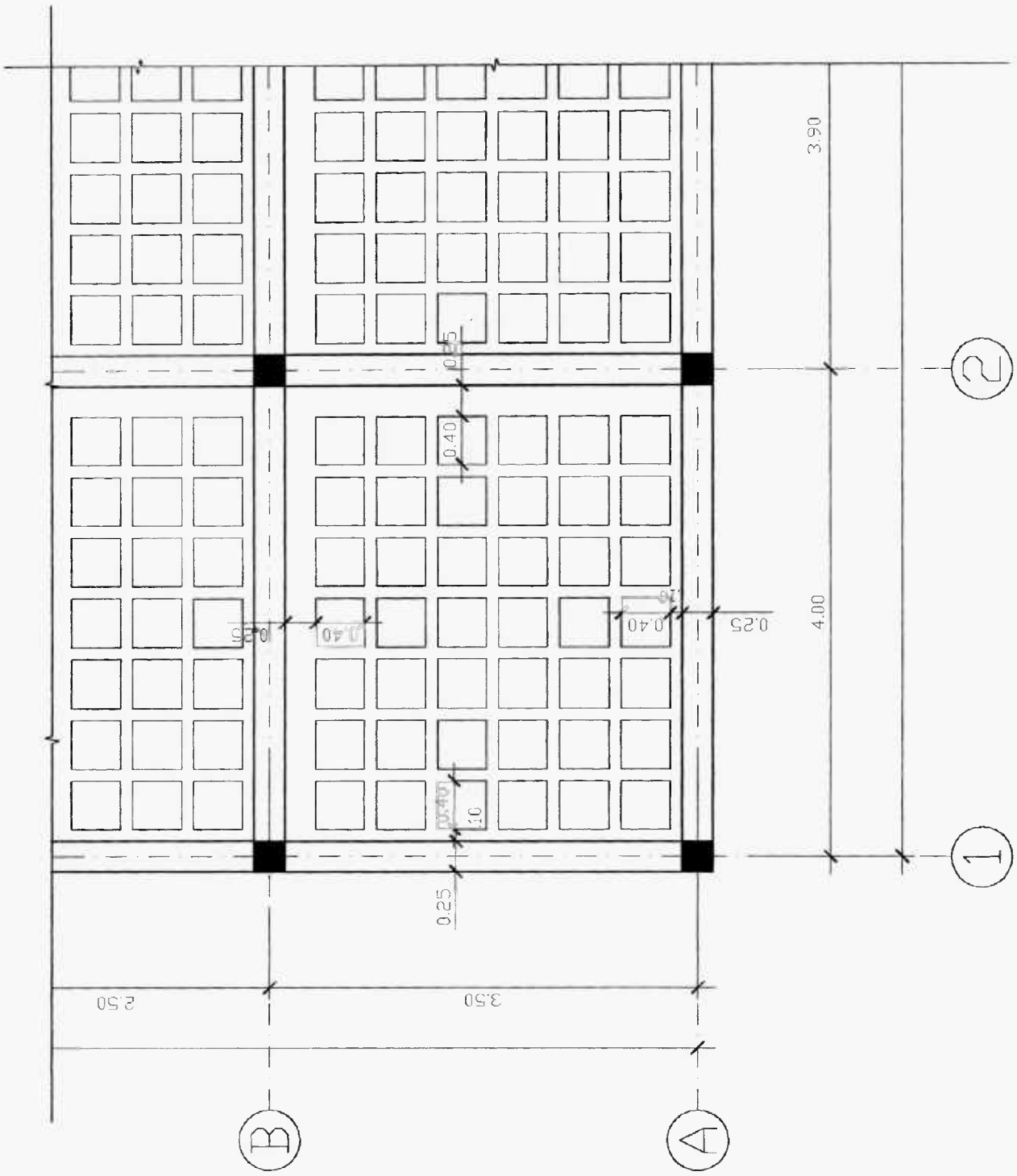
ANEXO 7.3

Planta de envigado con losa nervada en una dirección.



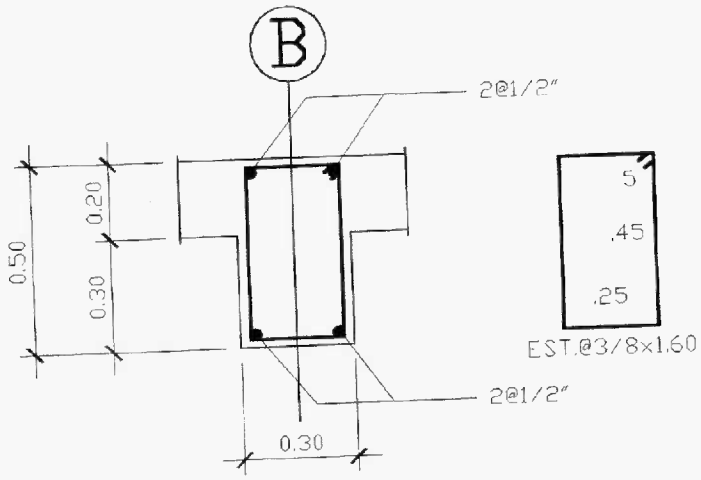
ANEXO 7.4

Planta de envigado con losa reticulada.



ANEXO 8.1

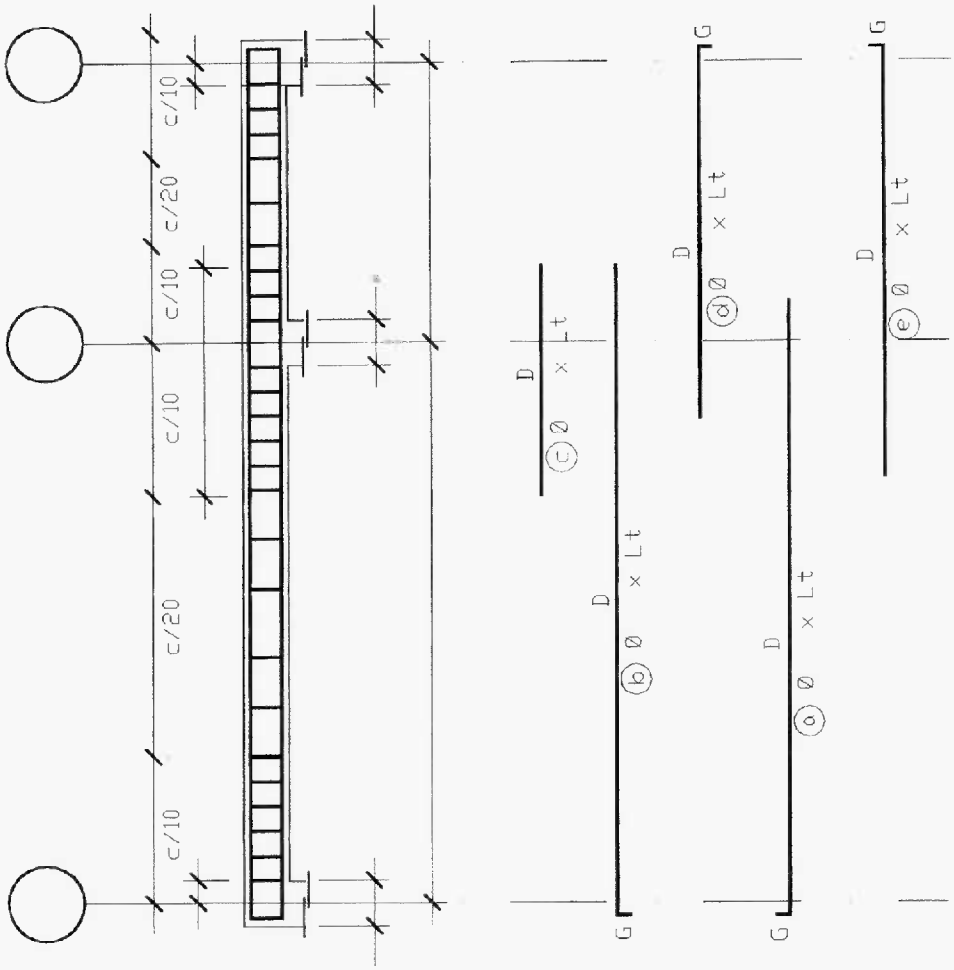
Sección transversal de una viga.



3V-B(1-3)

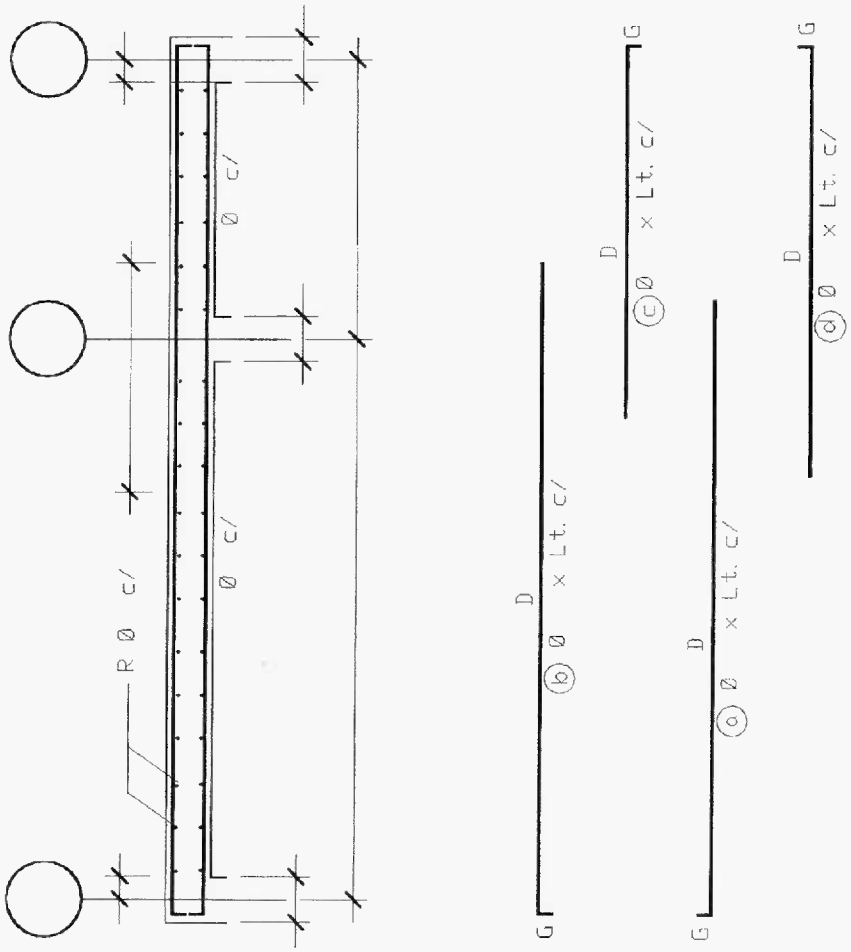
ANEXO 8.2

Sección longitudinal de una viga.



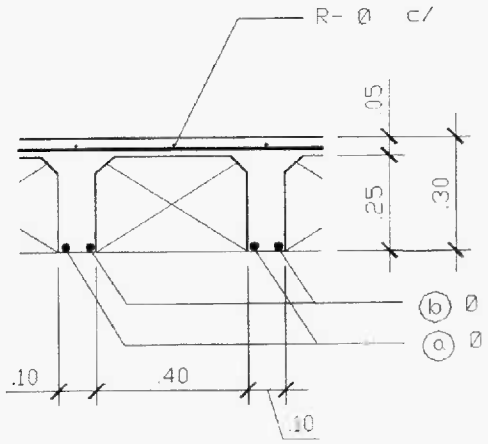
ANEXO 9.1

Sección longitudinal de una losa maciza.

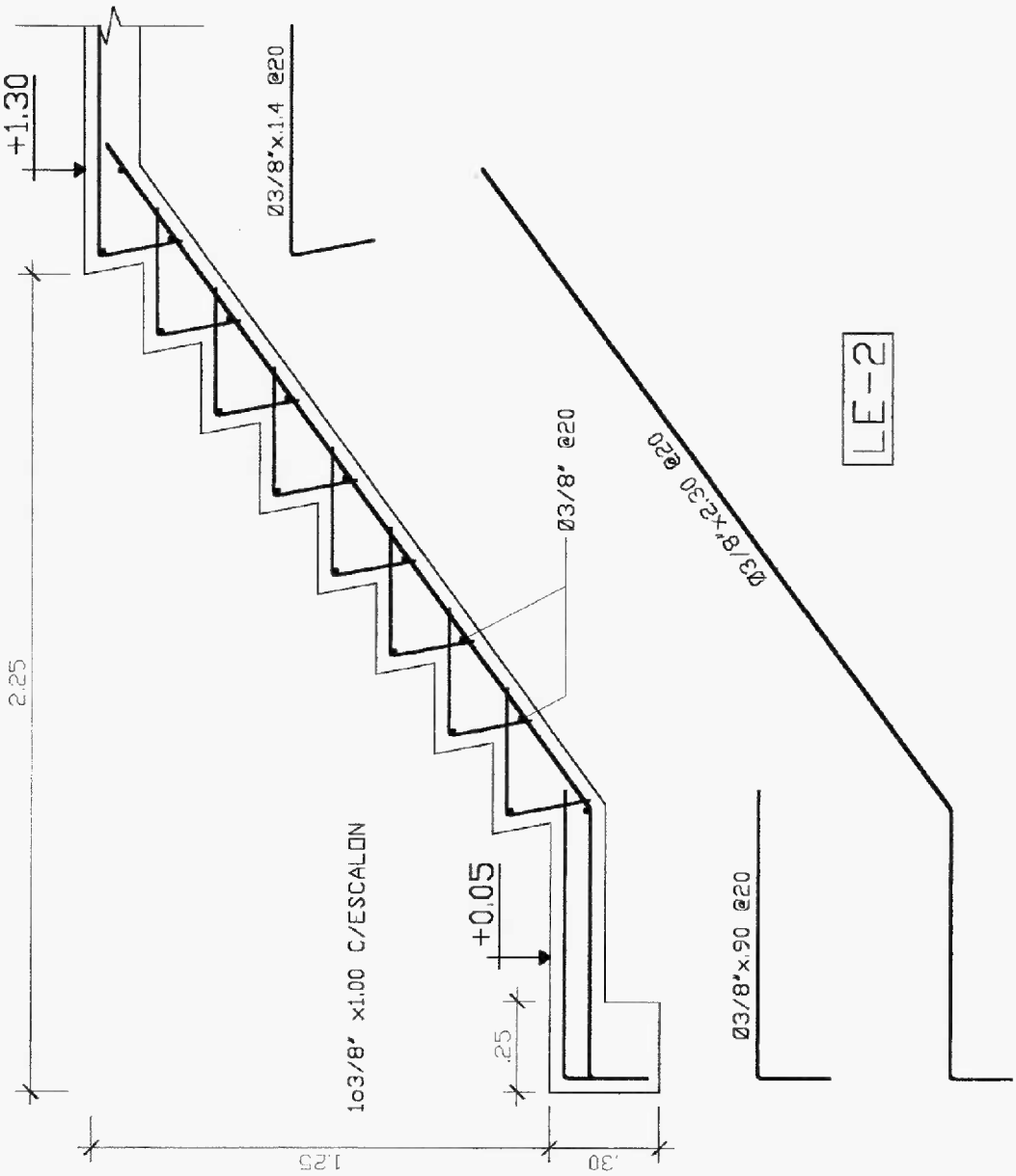


ANEXO 9.2

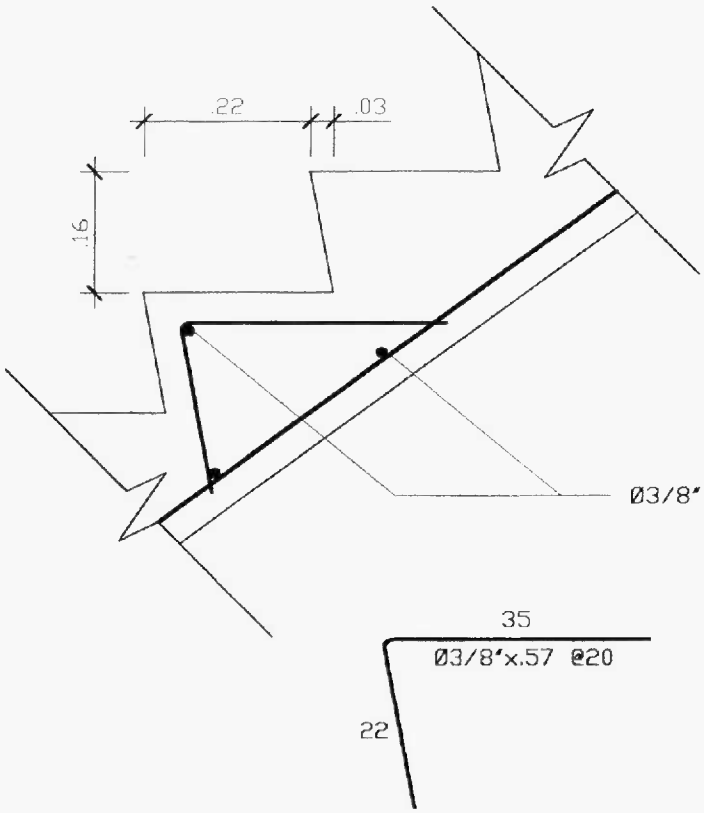
Sección transversal típica de una losa.



ANEXO 10.1
Detalle escalera



ANEXO 10.2
Detalle escalón.



DETALLE
DEL
ESCALON