



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
*ARAGÓN*

**“PROCESO DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO  
DE 3 NIVELES EN ZACATECAS”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

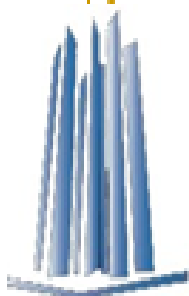
**I N G E N I E R O C I V I L**

P R E S E N T A:

**CARLOS ALBERTO DUENAS LOPEZ**

ASESOR:

**ING. GABRIEL ALVAREZ BAUTISTA**



**MEXICO 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## *AGRADECIMIENTOS*

### *A Dios*

*Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.*

### *A mi esposa:*

*TANIA DENISSE TORRES LÓPEZ*

*Para ti que eres especial. Por ser la persona que siempre está pendiente de mis preocupaciones. Por ser la que conjuntamente al transcurso de mi carrera me ha brindado su amistad y su cariño. Por estar presente en los momentos de alegría y tristeza, que con tus consejos me has hecho reflexionar por lo bueno y lo malo que pueda yo recibir. A ti por ser como eres. Te dedico este agradecimiento con amor, admiración y respeto.*

### *A mis hijos:*

*CARLOS Y AEL Y JACQUELINE DENISSE DUEÑAS TORRES*

*En agradecimiento al apoyo y comprensión que me brindaron en todo momento, estimulando esta fase de mi vida de estudiante y atentando con su conducta el logro de mis aspiraciones. Por el tiempo que a ustedes pertenecía y que altruistamente me concedieron. Con amor para ustedes.*

### *A mis padres:*

*CARLOS DUEÑAS SANCHEZ Y MARJA ELENA LÓPEZ ORTIZ*

*Que privilegio tenerlos como padres, que gran regalo crecer sin olvidar, que agradable compañía, tanto esfuerzo y sacrificio a veces incomprensidos, solo se le entregan a alguien muy querido. Por darme tanto de todo y por darme todo de ustedes. Hoy que mis estudios profesionales han sido concluidos les digo que algo me llena de orgullo está dentro de ustedes. Este triunfo vale la pena compartirlo y con quien mejor que con mis padres, mis amigos de toda la vida. Gracias por compartir y apoyar mi meta: La superación.*

**A mis hermanas:**

*ANA MARIA Y FABIOLA DUEÑAS LÓPEZ*

*A ustedes que creyeron en mí, a ustedes que jamás me retiraron su apoyo y amistad, a ustedes que con su ayuda, me han convencido de que nada es imposible si se desea seguir adelante, mi carrera profesional es un triunfo que deseo compartirles y mi satisfacción un sentimiento que deseo transmitirles con el más sincero agradecimiento. ¡Gracias por creer en mí!*

**A mis cuñados:**

*ANDRÉS EDUARDO PACHECO ANGELES Y JOSUE VELAZCO FLORES*

*Que con su apoyo, comprensión y afecto moral, estuvieron siempre conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, cuando necesite fuerzas y ánimo para poder afrontar el presente y continuar con mis estudios. Por eso les brindo mi gratitud de todo corazón por su apoyo incondicional.*

**¡El mejor equipo es el que se forma en casa!**

*Gracias Facultad de Estudios Superiores Aragón, a cada uno de mis profesores en este gran paso de mi vida, por darme las herramientas para salir a la vida profesional y gracias a toda la Universidad Nacional Autónoma de México por haber sido mi segunda casa y lugar de grandes vivencias.*

*Un agradecimiento especial al Ing. Gabriel Álvarez Bautista por el apoyo, tiempo, atención, dedicación y responsable participación en la culminación de esta tesis.*

*Gracias Ing. Ángel García Tello e Ing. Gilberto Osorio Roque por su colaboración en este proyecto.*

# Índice

Introducción.....	1
<b>Capítulo I. Antecedentes</b>	
Nomenclatura.....	3
Denominación	
Toponimia	
Historia.....	3
Reseña Histórica	
Cronología de Hechos Históricos	
Medio Físico.....	6
Localización	
Extensión	
Orografía	
Hidrografía	
Clima	
Principales Ecosistemas	
Recursos Naturales	
Clasificación y Uso del Suelo	
Perfil Sociodemográfico.....	9
Grupos Étnicos	
Evolución Demográfica	
Religión	
Infraestructura Social y de Comunicaciones.....	10
Educación	
Salud	
Abasto	
Deporte	
Servicios Públicos	
Vivienda	
Medios de Comunicación	
Vías de Comunicación	
Actividad Económica.....	13
Agricultura	
Ganadería	
Industria	
Industria del piteado	
Turismo	
Comercio	
Servicios	
Atractivos Culturales y Turísticos.....	15
Monumentos Históricos	
Museos	
Fiestas, Danzas y Tradiciones	

Música	
Artesanías	
Gastronomía	
Centros Turísticos	
Gobierno.....	18
Principales Localidades	
Autoridades Auxiliares	
Regionalización Política	
Reglamentación Municipal	
Plano Topográfico y Localización.....	19
Plano Eléctrico y Sanitario.....	21
Método de Cálculo de los Lúmenes	
Cálculo de la iluminación de los locales comerciales	
Abastecimiento de Agua Potable.....	23
Dimensionamiento de la Tubería.....	23
Cálculo de los Tinacos.....	30
Cálculo de las Bombas.....	30
Drenaje.....	31

## **Capítulo II. Estudio del Suelo**

Análisis del suelo.....	36
Prueba de Penetración Estándar	

## **Capítulo III. Análisis Estructural**

Cargas Muertas.....	38
Cálculo de carga muerta de los muros.....	40
Cargas Vivas.....	41
Cálculo de los momentos de empotramiento perfecto.....	43
Cálculo de los momentos de inercia.....	44
Cálculo de momentos de inercia relativos.....	44
Cálculo de rigideces relativas.....	44
Cálculo de los factores de giro o coeficiente de repartición.....	45
Cargas accidentales.....	76
Clasificación de los edificios.....	76
Grupo A	
Grupo B	
Grupo C	
Estructuración tipo 1	
Estructuración tipo 2	
Estructuración tipo 3	
Coefficiente para diseño sísmico.....	77
Análisis sísmico.....	77
Cálculo de los momentos de piso.....	79
Cálculo de las estructuras.....	95
Cálculo del acero por flexión en trabes.....	99
Diseño por cortantes en trabes.....	103

Diseño de losas.....	106
Losas perimetrales y losas planas.....	106
Diseño de columnas.....	115
Efecto de esbeltez	
Evaluación aproximada de los efectos de esbeltez (ACI-71).....	116

#### **Capítulo IV. Análisis de Cimentación**

Cálculo de la cimentación.....	135
Diseño de las zapatas.....	137

#### **Capítulo V. Proceso Constructivo**

Sistemas de Construcción.....	152
Dosificación del concreto	

#### **Capítulo VI. Cuantificación y Programa de Obra**

Cantidades de obra, costos y presupuestos.....	159
Financiamiento.....	163
Convocatorias, Convenios y Contratos.....	164

#### **Capítulo VII. Especificaciones y Control de Obra**

Reglamentos y especificaciones.....	169
Supervisión y Control de Calidad.....	171
Conclusiones.....	175
Bibliografía.....	176

# Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo principal mostrar uno de los tantos caminos o métodos para lograr el diseño de un edificio de tres niveles para locales comerciales y departamentos, de una manera ilustrativa.

Para entrar en materia que corresponde a este trabajo, en el capítulo I se presenta la Nomenclatura, Historia, Medio Físico, Perfil Sociodemográfico, Infraestructura Social y de Comunicaciones, Actividad Económica, Atractivos Culturales y Turísticos del Municipio de Tlaltenango de Sánchez Román en el Estado de Zacatecas.

Para el diseño de estos edificios se requiere de amplios criterios de distribución, materia constructiva, diseño estructural, instalaciones generales, etc., que sirven de estímulo al Ingeniero para emprender esta ardua tarea. Se desarrollan 8 locales comerciales en el primer nivel y 8 departamentos distribuidos en dos niveles con 4 departamentos en cada uno de estos, Los cuales estarán provistos de todos los servicios básicos.

Avanzando en el proceso y una vez establecidos y justificados las razones por las cuales se ha decidido llevar a cabo este proyecto, se inicia el proceso de concepción y distribución arquitectónica, la cual está sustentada por el reglamento de construcciones, quien fijará límites, normas y recomendaciones, las cuales no pueden ser ignoradas. Esto obliga al Ingeniero a hacer uso del ingenio para respetar estos reglamentos y dar opciones que no solo solucionen el problema, sino también elevar la calidad del trabajo.

En este caso, en particular, el diseño está basado en satisfacer por no muy escaso margen las exigencias de espacio, distancia, elevación, iluminación y ventilación de manera tal, que resultan satisfactorias al reglamento y por supuesto al futuro usuario.

La investigación del subsuelo tiene como finalidad averiguar el estado natural de un suelo de cimentación antes de la asignación a un predio de un tipo determinado de estructura o de un arreglo de ellas.

Como parte primordial del Estudio de Mecánica de Suelos, además de ejecutar las exploraciones con pozos a cielo abierto, es conveniente tomar en cuenta el sondeo más profundo realizado en el sitio de interés, el cual se resume en el capítulo II.

Los pozos a cielo abierto permiten la inspección directa del suelo en estudio, pero esta misma no se puede llevar a más profundidad por los problemas de control de taludes y filtración del agua freática, por lo que en este caso se requirió efectuar un sondeo de tipo mixto por medio del método de penetración estándar, con el objeto de completar la estratigrafía del subsuelo, obteniendo datos más confiables, que serán de gran ayuda en el cálculo de asentamientos y capacidad de carga.



Una vez establecidas las dimensiones de los locales y la distribución final de los departamentos, se continúa dentro del proceso calculando la resistencia de los elementos que soportarán a la estructura en sí y a sus ocupantes, la cual se resume en el capítulo III.

En la serie de cálculos necesarios se han usado fórmulas y métodos conocidos dentro de la Ingeniería Civil, los cuales brindan confianza, ya que están respaldados por innumerables investigaciones y enriquecidos por una gran experiencia en campo de muchos ingenieros que han visto crecer a la Ingeniería Mexicana y del resto del mundo.

En este trabajo, para el análisis de esfuerzos debidos a fuerzas gravitacionales se utilizó el método propuesto por G. Kant, para el análisis sísmico el método simplificado, para el diseño de los elementos estructurales el criterio plástico, el cálculo del acero por flexión en trabes, el diseño de losas está basado en los trabajos presentados por Westergard y el diseño de columnas por el efecto de esbeltez.

Existen procedimientos para el cálculo de estructuras que resultan ser más complejas, pero el uso de estas dependen del tipo de estructura que se analice; y los ingenieros deben tener el criterio suficiente para saber cómo, cuándo y dónde aplicarlos, es por eso, que se deja la puerta abierta para que el Ingeniero decida si puede y debe aplicarlos.

Para el análisis de la cimentación se utilizó el criterio de Terzaghi, el cual se resume en el capítulo IV.

En el capítulo V se detalla el proceso constructivo así como las dimensiones de los locales y la distribución final de los departamentos, para satisfacer las necesidades primarias de los usuarios.

Un aspecto fundamental en el diseño de un edificio es la economía, el cálculo aproximado del costo de la obra se desarrolla en el capítulo VI. Es imposible dejar atrás el aspecto técnico y tiene que interactuar con el aspecto económico para generar el costo estimado de la obra.

En el capítulo VII se detallan las especificaciones de la obra, las supervisiones y el control de calidad.

Para finalizar esta introducción, es importante recordar a los Ingenieros Civiles que cumplan con su deber social y como tales, tenemos que hacer lo que mejor sabemos: Ingeniería.

# Capítulo I. Antecedentes

## NOMENCLATURA

### Denominación

Tlaltenango de Sánchez Román.

### Toponimia

Las raíces **náhuatl** del origen de Tlaltenango vienen de. *Tlal-tlali*, “tierra”; pa, “en”, o también vocativo de lugar; al igual que ko por “go” (última silaba de la palabra Tlaltenango).

Por otro lado hay quien reconozca a Tlaltenango de *tlatelli* como “tierra”, “muralla”; y *pan* como “en” o “sobre”, “encima de algo”. Otros dicen que *tlalte* es pueblo y *tena* son “pisos”, “mesetas”, “murallas”, “escalones”.

## HISTORIA

### Reseña Histórica

Allá en la historia, a cientos de años en la distancia, hablar de Tlaltenango es hablar de chozas, de cielo azul y transparente de bosques verdes espesos y animales salvajes, de altas montañas, grandes valles y aguas cristalinas en ríos arroyos y manantiales. Hoy día, el verdor de mi pueblo (Tlaltenango) sobresale ante la majestuosa e imponente naturaleza en todas las épocas del año sin importar las estaciones. Es difícil determinar la fecha exacta de la fundación de cualquier pueblo, pero al tener el documento las cifras los datos no tendré la menor duda de expresarlo.

Hay evidencias de que el hombre primitivo llegó a nuestro país aproximadamente hace 24.000 años en busca de animales de casa. Claro, que al valle de Tlaltenango llegarían después sin edificar pueblos o aldeas simplemente como habitantes nómadas, tanto en los valles como las serranías, algunos con el espíritu emprendedor como los actuales y admirando las presencias naturales de cerros valles bosques y aguas, darían por consiguiente, el establecimiento de los primeros grupos.

Gracias a las buenas condiciones climatológicas fundarían indistintamente algunos pueblos entre el que destaca este el nuestro Tlaltenango. Allá por los años 1123 D.C. De esta manera fue que fundaron y dominaron otros pueblos extendiéndose hasta Juchipila y Teocaltiche, otros más fundaron Tepechitlán y el Téul. Hoy día municipios del sur de Zacatecas.

Lo que podemos afirmar es que Tlaltenango y municipios colindantes fueron fundados por el grupo caxcan correspondiente a la indómita caxcana, cuyos primeros asentamientos se encontraban radicados en el ahora municipio de Nochistlan, Zac. Seguir hablando de Tlaltenango es seguir hablando de su historia.

La fundación de Tlaltenango como villa ocurre después de la guerra del Mixton, aunque hay rastros que desde 1530, los españoles ya conocían como una pequeña aldea conformada por cientos de chozas de paja.

Tlaltenango pertenecía a la Intendencia de Nueva Galicia a raíz de su fundación por los españoles, los cuales llegan y se posesionan entre marzo y mayo de 1530, el Lienzo de Tlaxcala en el cuadro 61 describe una batalla de indígenas defendiendo su lugar. Con los españoles también llegaría un grupo de misioneros (franciscanos) que ayudaron pacíficamente después en la conquista, acompañándose del primer encomendero “Toribio de Bolaños” de los datos, referencia y restos, no se sabe quien estiro la cuerda de 50 varas cabales, quien manejaba el estrolabio y el abujon quien el punto de partida, mojoneras, extensiones de fundo, cruces de limites y divisiones etc. Cita del Prof. José. G. Montes en su libro Tlaltenango de Zacatecas. “Al consumarse la conquista los españoles encontraron varios poblados de indígenas caxcanes y, entre ellos Tlaltenango.

El domingo de pascua de 1530 los españoles Gonzalo de Varela y Francisco Flores, fundaron por segunda vez dicha localidad y por su parte el encomendero D. Toribio de Bolaños en 1542 la reconstruyó imponiéndole por nombre”. “Nuestra Señora de la Asunción del Valle de Tlaltenango”.

## Cronología de Hechos Históricos

Año	Acontecimientos
1530	Los españoles conquistadores llegan por primera vez a la zona de Tlaltenango.
1542	El Encomendero D. Toribio de Bolaños le impuso por nombre al lugar Nuestra Señora de la Asunción del Valle de Tlaltenango.
1704	El cacique Calderilla defiende la población contra el ataque de los nayaritas de Nostic.
1811	El Insurgente San Martín se apodera de la población.
1824	Tlaltenango queda como cabecera del Partido del mismo nombre.
1824	Se le da el título de Villa.
1853	El Diputado San Francisco Román protesta contra los abusos del Gobernador González Echeverría.
1858	José Ma. Sánchez Román derrota al reaccionario Máximo González que atacó a la población.
1860	Se le da el título de Ciudad de Sánchez Román.
1861	El General Miguel Auza ocupa la población al frente de los hombres para garantizar la seguridad de sus habitantes.
1873	Se establece la línea telegráfica con Villanueva.
1911	Luis Moya ocupa la ciudad y da garantías a la población.
1955	Se da a la ciudad el nombre de Tlaltenango de Sánchez Román.

# MEDIO FÍSICO

## Localización

Este municipio se encuentra situado a 173 Km. al sur de Zacatecas capital y 155 Km. al norte de **Guadalajara**, Jal.

Localizado estratégicamente a 2 horas y media de Guadalajara, Zacatecas y Aguascalientes.



Nuestro municipio se encuentra situado a  $21^{\circ} 47'$  latitud norte y  $103^{\circ}18' 44''$  longitud oeste del Meridiano de México y a una altura sobre el nivel del mar de 1723 m.

## Extensión

Con una extensión territorial de  $740 \text{ km}^2$ , lo que representa el 0.98% del territorio zacatecano.

Por límites geográficos se tienen los siguientes:

- Al norte **Joaquín Amaro** y **Momax**, Zac.
- Al sur **Tepechitlán**, Zac.
- Al este **Jalpa** y **Huanusco**, Zac.
- Al oeste **Atolinga**, Zac.

## Orografía

Tlaltenango es un municipio con una gran **cadena montañosa**, ubicada a todo el oriente del municipio llamada **Sierra de Morones**, ésta corresponde a una parte de las sierras de Zacatecas, con una distancia aproximada de 20 Km. de larga que va de norte a sur y una anchura aproximada de 18 Km. de oriente a poniente.

En una elevación promedio de 2460 mts. s.n.m. destacándose algunas elevaciones como el **Cerro del Sombrerillo** y Media Luna. Al lado poniente de la población, se encuentra las serranías de **Atolinga** con elevaciones promedio de 2290 mts. s.n.m. en esta parte destacan, a larga distancia el cerro de San Pedrillo. Entre estas elevaciones montañosas en el centro se encuentra un espléndido valle.

## Hidrografía

El municipio tiene en forma regular y normal una precipitación pluvial que alcanza los 750 a 800 mm la cual se considera la mas alta del estado.

Llega a tener lluvias normales en los tiempos de junio, julio, agosto y septiembre y otra temporada de lluvias durante los meses de diciembre y enero las cuales se denominan aguas nieves o **cabañuelas**.

También ha sido favorecido con un río con caudal durante todo el año llamado Rio Tlaltenango, el cual se origina en la Sierra de Cajones, en el vecino municipio del Teul de González Ortega, deslizándose suavemente de sur a norte, pasando por el lado poniente de la cabecera municipal.

En tiempos naturales de lluvias crece el cause del río porque de lo alto de la Sierra de Morones se originan varias corrientes, entre las que destacan el **Jaloco** o **Xalaco** “Agua Bronca” cuyos orígenes de formación se dan en el campanario un remanso al pie de la sierra atravesando de oriente a poniente a la ciudad y es tal la magnitud de agua, que llega a desbordarse inundando con facilidad los barrios bajos de la población.

Otros grandes arroyos con la sierra como lugar de origen riegan el municipio como el Arroyo de San Lucas de la comunidad de Cicacalco “Lugar de Acicatas”.

Otros de las mismas características se encuentran por todo el municipio, como el de los Claveles en el Tapalo, el de la Palma, el de Guadalupe, el de San Francisco, Arroyo Grande y el de Toriles.

Existen otros arroyos que se forman en el poniente del municipio, tales como el Saucito, el de Suistan, el de Encinillas y Chocomeca, el de San Pascual y otros de menor importancia.

Aunados a estos existen otros que se forman en lo alto de la sierra y todos vierten sus aguas de poniente a oriente hacia el Rio Juchipila, perteneciente al cañon del mismo nombre.

Se cuenta además, con aguas semi-termales en la comunidad de los Llamas, teniendo el agua una temperatura que oscila en los 24° C.

Notorio es que todas las comunidades del municipio tengan en su haber **mantos acuíferos** suficientes para dotar a sus moradores del vital líquido lo mismo para el consumo humano, animales y las prácticas agrícolas. En tiempos naturales de lluvias aparecen por doquier manantiales y ojos de agua y por la misma acción de las lluvias se forman dos hermosas cascadas o saltos llamados **Cascada de Villalobos** y la otra en el corazón mismo de la sierra.

## **Clima**

La temperatura que guarda el municipio es en promedio anual de 18° a 22° C. en la parte baja el valle y en las alturas de la sierra alcanza de 14° a 18° c. en la mayoría del año.

En tiempos de invierno la temperatura tiene descensos muy marcados que van en la parte baja de 10° a 14° C. y en las montañas de 6° a 8° C. En la misma estación cuando existen heladas marcadas y notables la temperatura es de 1° a 2° C. y en algunas ocasiones marcan en el termómetro temperaturas bajo cero. Estas diferencias climatológicas son determinantes para que exista un adecuado desarrollo agropecuario.

## **Principales Ecosistemas**

### **Flora**

En el corazón de las montañas destaca sin duda grandes extensiones de terreno con diferentes variedades y especies de coníferas y arbustos, entre ellos existen en forma notoria: pinos (ocote) pino azul, cedros caucarinas, encinos y robles, manzanillas, fresnos, capulín, zapote y otros, como la manzanilla.

En la parte baja se cuenta con huizaches, mezquites eucaliptos, nogales, alamos, alamo chino, cítricos como el limón, naranjo, lima y toronja .y algunos árboles y plantas de hornato como: alamo chino, trueno, ficus, pino (ciprés) manzanita y una variedad de plantas remediales como hierba buena, epazote, ruda, mastuerzo, malvas, albacar y muchas más.

### **Fauna**

En este rubro encontramos varios atractivos de fauna silvestre de diferentes especies que se diversifican por todo el municipio destacándose las siguientes: gato montes, venado, coyote, zorrillo, tlacuache, armadillos, liebres y conejos cerdo silvestre (jabalíes) ardillas víboras de varias especies cascabel flechilla coralillo tortugas, lagartijas, tejones, sin contar con las especies domésticas.

Los terrenos y condiciones son propios para ecosistemas de aves, entre las que destacan: aguilillas, halcones aves de rapiña, millones de golondrinas en su tiempo, gallinas y guajolotes silvestres y gran cantidad de pájaros, como: torcaza huilota carpinteros zenzontles colibríes correcaminos y otras especies menores.

## Recursos Naturales

En el renglón forestal que no ha sido debidamente explotado ya que actualmente, solo se utiliza como combustible para los habitantes de la sierra y mala explotación y tala inmoderada en forma clandestina.

Se encuentran algunos minerales no metálicos, en algunas comunidades entre los que se encuentran. (Talco en Cicacalco, caliche o piedras calizas en los agujajes y dolomita en la Hacienda de Villalobos).

Desde luego en lo referente a mantos acuíferos los hay por todo el municipio, además los mantos friáticos se encuentran casi a flor de tierra, solo se requiere de cuidados rigurosos y aprovechamientos organizados.

## Clasificación y Uso del Suelo

En este renglón ha sido prodigiosa y benigna con nuestro municipio, pues en el se han encontrado suelos diferentes propios para la explotación agropecuario como para la industria del ladrillo.

En las márgenes del río se cuenta con suelos de migajón propios para la agricultura y que además se han utilizado para surtir de materia prima a la industria de las ladrillera, teniendo además suelos arcillosos, los color café propios para el florecimiento de bosques de coníferas. Además suelos colorados y limosos y suelos negros los cuales se encuentran en todo el municipio. Cabe hacerse notar que los suelos gran cantidad se han utilizado en el establecimiento de asentamientos humanos.

# PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

## Grupos Étnicos

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio habitan un total de 205 personas que hablan alguna lengua indígena.

## Evolución Demográfica

Población urbana los tiempos actuales han modificado la conducta de la población caracterizándose de la siguiente forma: El 12% de la población es rural y el 88% de ella es de tipo urbano.

Los motivos de la emigración se deben sin duda a que la sociedad que la realiza busca condiciones propias para mejorar su vida, escuela, salud, trabajo, diversiones, deportes, cultura y diferentes actividades sociales.

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, el municipio cuenta con un total de 21,636 habitantes.



## Religión

Su gran mayoría 97 % de la población se relacionan con la religión católica lo mismo en el medio rural y el resto se divide un 2% en otras religiones como evangelistas y testigos de Jehová.

## INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES

### Educación

El municipio actualmente cuenta con:

Nivel	Planteles Públicos	Planteles Privados
Preescolar	15	1
Primaria	34	1
Secundarias y telesecundarias	21	1
Prepa y/o bachillerato	3	0
Tecnológico nivel superior	1	0

Además existen sistema abierto para secundaria y bachillerato, dependientes del CONAFE y la SEC.

### Salud

El Sistema Nacional de Salud tiene una amplia cobertura con lo cual se brinda servicios de buena calidad a sus habitantes, mediante las siguientes instituciones teniendo en su haber:

Hospital de Salud de Solidaridad tipo B, que atiende en forma gratuita a los habitantes de la región, brindando medicina general y de varias especialidades.

Una clínica del Seguro Social que brinda servicio solo a derecho-habientes de la iniciativa privada y gobierno municipal y estatal.

Clínica del **ISSSTE** que atiende solo derecho-habientes de los trabajadores al servicio del estado (federales).

Centro de Salud dependiente de la **S.S.A** del estado y algunas clínicas rurales en las principales localidades tales como: Cicacalco, Salazares, Teocaltiche, Villareales, Cienega de Villareales, los Cardos, Azucenas y 14 más en otras comunidades. Además se atienden las semanas nacionales de salud y todos los programas federales y estatales.

## Abasto

La ubicación geográfica y los medios de comunicación (carreteras ) que comunican con el centro de abasto mas grande de México, Guadalajara y otro de menor importancia como Aguascalientes y la propia capital Zacatecas , le permite tener mejores precios al consumidor , ya que de estos centros de distribución nacional , se traen productos básicos para el consumo humano tales como abarrotes, lácteos, embutidos calzado , frutas y legumbres textiles ,calzado , artículos de ferretería , materiales de construcción, además de insumos para la producción agropecuaria , maquinaria agrícola automóviles combustibles y carburantes , medicinas , artículos escolares computacionales y todo lo que la población consume y requiere para la subsistencia.

En la cabecera municipal, se cuenta con un mercado de abastos conformado por 12 grandes bodegas y otras mas en construcción, dos mercados municipales un tianguis dominical, varios centros comerciales, farmacias y varios pequeñas tiendas de abarrotes.

## Deporte

Se cuenta para el fomento de las practicas deportivas en la cabecera, con: 1 unidad deportiva completa, con instalaciones tales como auditorio, canchas al aire libre, alberca, chapoteaderos, pista de carreras, pista de patinaje y canchas de frontenis y rebote como además instalaciones de esparcimiento familiar y juegos infantiles . en el centro de la población se cuenta con un auditorio municipal, en el lado sur oriente con campos de béisbol y fútbol ambos con gradas sanitarios y el segundo con alumbrado publico para la practica nocturna del deporte , se cuenta además con 2 campos de fútbol y dos de béisbol al oriente de la población.

También las instituciones educativas todas cuentan con canchas deportivas y muchas con juegos infantiles. La iniciativa privada se ha preocupado por tener cancha de fútbol empastado y una cancha de fútbol. rápido. Para el fomento del deporte existe una comisión del deporte dependiendo del ayuntamiento y la organización de ligas deportivas en sus diferentes deportes y disciplinas, cuya función principal es la organización de torneos y eventos deportivos, en estos se incluye niños, jóvenes adultos y veteranos.

## Servicios Públicos

Son los siguientes:

Servicio	Porcentaje de Cobertura
Agua potable	60
Energía eléctrica	90
Drenaje y alcantarillado	26
Servicio de limpia	4 sólo cabecera y dos más
Seguridad pública	100 en la cabecera municipal y casetas en los barrios.
Pavimentación de calles	90 cabecera y tres comunidades.
Mercados y centrales de abasto	80
Rastro	80

El municipio en su sistema de agua potable con 17 pozos profundos y sistema de manantiales. Además el ayuntamiento se responsabiliza de cuidado de parques y jardines, mantenimiento de edificios públicos y unidades recreativas.

## Vivienda

Es este renglón en Tlaltenango el que en los últimos años ha tenido un lugar preferencial por el aumento poblacional, a principios del siglo solo se edificaban viviendas de adobe y techos de tableta, con marcos de cantera.

Se construyen viviendas con materiales tales como adobón, tabique, tabicón y techos de bóveda y lozas de concreto y unicel las puertas y ventanas de acero y aluminio y sanitarios de cerámica, con vitro-pisos y otros acabados, De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio cuentan con un total de 5,397 viviendas de las cuales 5,142 son particulares.

## Medios de Comunicación

Tlaltenango marcha a la vanguardia en lo referente a este renglón pues se cuenta con un periódico local de publicación quincenal, de la capital llegan dos más y uno de Guadalajara, además se cuenta con dos centros expendedores de revistas. En la cabecera se cuenta con el sistema de cable visión local, con canal privado para la localidad, una estación de radio de a.m. y servicio de SKY.

## Vías de Comunicación

Esta rama principal del desarrollo representa para el pueblo factor de cambio ya que se cuenta con:

- Una carretera a Zacatecas con distancia de 173 Km.
- Una carretera a Guadalajara con distancia de 150 Km.
- Una carretera a Aguascalientes con distancia de 138 Km.
- Más de 55 Km. de caminos rurales.
- Se cuenta además con un campo de aviación.
- En telefonía local residencial se cuenta con 1260 teléfonos en la cabecera y telefonía rural en todas las comunidades.
- En la cabecera se cuenta con 13 casetas locales para telefonía de larga distancia, equipadas con teles y fax.
- Se cuenta también con oficina de telégrafo
- Oficina de correo y servicio de valija, para el medio rural
- 2 terminales de camiones foráneos
- 5 bases de servicio de taxis.

## ACTIVIDAD ECONÓMICA

### Principales Sectores, Productos y Servicios

#### Agricultura

En el aspecto agrícola el municipio representa al momento un desarrollo general adecuado y acorde a la política agrícola del estado, Tlaltenango tiene en su haber los siguientes números en hectáreas:

Total	Riego	Temporal
4,261	1,050	3,211

Con un valor representativo de la siguiente manera en toneladas:

Total	Riego	Temporal
6,509	3,780	2,729

Principales cultivos que se siembran: maíz, frijol. maíz elotero, maíz forrajero, sorgo, sorgo para grano, cebada, avena, trigo, alfalfa, cacahuete y hortalizas.

### Ganadería

En lo referente al sector pecuario es notorio que se le da más importancia a este; el siguiente cuadro así lo demuestra., en lo referente a la producción y al valor:

Especie	Producción	Valor
Bovinos	17462	87310
Porcinos	9361	7020
Ovinos	763	3052
Caprinos	1111	400
Equinos	1231	5540
Aves	18717	280
Coconos	1868	93
Abejas	1069	674
Total		101624

La producción intensiva de la ganadería se ve beneficiada con las siguientes razas de ganado bovino de alto registro destacando las siguientes: Cebú, indubrasil, agnus, santa-gertrudis, limousine, charolaise, suizo, holandés y razas de menor calidad.

### Industria

Este ramo se encarga de la elaboración de ladrillos, cuñas, cuñones, adobón y losetas para piso, se elabora con tierra de migajón que se quema hasta fundirse.

### Industria del piteado

Esta consiste en bordado con pita (fibra natural) en la cual se fabrican: cintos, hebillas, fundas, sillas de montar, llaveros, prendedores, etc.

Existe una planta de alimentos balanceados, propiedad de la Sociedad de Producción Rural S.A., dedicándose a elaborar alimentos balanceados, para aves cerdos y ganado en sus diferentes modalidades como son iniciación engorda y finalizador.

Además una planta mezcladora de fertilizantes con precios moderados a socios y consumidores.

Se cuenta con 13 tortillerías diseminadas por toda la población y 2 fábricas de tortillas de harina.

### Turismo

Sector definitivo para el desarrollo municipal y su población, ya que este representa una derrama económica clara y real, ésta se ve favorecida cuando se realizan festividades, para atender la afluencia turística se cuenta con: 8 hoteles y moteles que va de 1 a 4 estrellas en calidad disponiendo entre todos con 151 habitaciones, además se cuenta con uno más en construcción.

Se tiene además tres casas de asistencia para este mismo fin.

### Comercio

Cuenta con gran cantidad de tiendas de abarrotes, un mercado, tianguis semanal, farmacias, ferreterías, expendio de frutas, implementos agrícolas, muebles, refaccionarias, tiendas de ropa, zapaterías, sombrererías y misceláneas.

### Servicios

Tiene una extensa variedad en servicios, contando con 8 hoteles, cines, preparación de alimentos, instituciones de crédito, agencias de viajes, taxis, fotografía, gasolineras y vulcanizadoras.

### Población Económicamente Activa por Sector

Las actividades económicas del municipio por sector se distribuyen de la siguiente forma, según el censo de 2000:

Sector	Porcentaje de Población
Primario	19.05
Secundario	24.18
Terciario	54.93

## ATRATIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS

### Monumentos Históricos

Es relativamente poca la información de este apartado turístico ya que la población cuenta solamente con: la presidencia, de estilo colonial barroco, iglesias, como la Parroquia y sus pinturas interiores, Colegio Cultura y Restauración y sus murales, el kiosco metálico del jardín principal, del siglo pasado, Panteón de San Francisco, hoy asilo de ancianos, Mausoleo de los Ortega, diseñado por Damaso Muñeton, autor también del diseño de la torre izquierda de la catedral zacatecana. El Parian, los arcos del jardín y algunas casas viejas con arquerías. Se tiene también el mural “Tlaltenapa” en el cubo de las escaleras de la presidencia, su autor “Ismael Guardado”. En el jardín se cuenta con el monumento al cura Hidalgo, edificado con motivo del primer centenario de la Independencia de México.

## Museos

No se cuenta con museos.

## Fiestas, Danzas y Tradiciones

El folklore tlaltenanguense en cuanto a fiestas, danzas tradiciones, etc. entre las que destacan: feria regional, del último domingo del año al primer domingo del año siguiente, con eventos culturales, deportivos, sociales y demás. Propios de estas festividades.

Todas las festividades civiles establecidas en los calendarios escolares.

Celebraciones religiosas entre ellas: fiesta patronal “Virgen de Guadalupe”

Festividad	Fecha
San José	19 de marzo
San Felipe	5 de febrero
Santa Ana	26 de julio
Santa Cruz	3 de mayo
Virgen del Rosario	7 de octubre
Santa Cecilia	22 de noviembre
San Francisco	4 de octubre

Se celebra además la semana mayor con todos sus rituales. Periódicamente se realizan charriadas, rodeos, carreras de caballos. También cada comunidad venera y festeja a sus patronos.

Están organizadas tres danzas autóctonas de chicos y grandes estas son:

- Danza infantil de San Diego
- Danza de la Crucita
- Danza del Barrio Alto.
- También algunas comunidades cuentan con estos grupos folklóricos
- Se cuenta con un grupo de baile regional folklórico

## Música

Como muchos pueblos y ciudades se cuenta con un corrido se titula: Corrido de Tlaltenango, autor .Juan Martínez Rubio. Es predominante el gusto por la música mexicana en la localidad hay 4 mariachis, 2 grupos versátiles, 3 tamborazos y la muy gustada banda municipal. También con el esfuerzo de las instituciones educativas, se cuenta con 2 rondallas, la del Tecnológico y la del Centro Cultural

## Artesanías

Fabricación de metates y molcajetes de piedra china, además se fabrican piedras de molino para las tortillerías. Estas se elaboran en la comunidad de los Ranchitos.

Artesanías de piteado.-se fabrican con esta actividad cintos, hebillas, fundas, sillas de montar, llaveros, prendedores etc., para esta actividad se cuenta con 24 talleres diseminados en el pueblo y comunidades rurales

Huaracherías.- estas se han ido acabando por la comercialización y abaratamiento de los productos (zapatos) y el desuso de este tipo de calzado (huaraches).

Antaño llegaron a existir más de 50 huaracherías con varia gente empleada en ellas, hoy día solo se cuenta como fuente familiar de empleo de 4 de ellas.

## Gastronomía

Quizá la verdadera gastronomía mexicana heredada es la de la elaboración de platillos mexicanos y solo se da en festividades, entre lo que destaca el pipián, pozole, tamales, buñuelos moles, y tejuinos y algunos mas.

## Centros Turísticos

Entre los centros de desarrollo turístico se cuenta con: los atractivos naturales de la población, su topografía, fauna, flora, aunados con los propios de la cabecera, presidencia, iglesias, jardines, parían, colegio, plaza de toros, monumentos, arquerías. Se cuenta con un balneario particular en la comunidad de los Llamas, equipado con todos los atractivos modernos.

El balneario de los “Rafas”, también particular, ubicado en el norte de la población, Arboledas de Teocalctiche, propio para el esparcimiento familiar. En la Sierra de Morones se encuentran varias zonas arboladas, donde se pretende edificar cabañas para el desarrollo de proyectos de ecoturismo.



# GOBIERNO

## Principales Localidades

El municipio tiene en conformación la cabecera municipal llamada: Tlaltenango, se conforma además de 60 comunidades rurales entre las que destacan por su población, importancia y desarrollo las siguientes: hacia el norte de la población.

- Tocratic.
- Guadalupe
- Jesús Maria
- La Era
- Salazares
- Teocaltiche
- Los Guapos
- Contreras
- Las Playas

## Caracterización del Ayuntamiento

Ayuntamiento 2001-2004

Presidente Municipal

1 Síndico

8 Regidores de Mayoría Relativa

5 Regidores de Representación Proporcional.

### Principales Comisiones del Ayuntamiento

Comisión	Responsable
Comisión de Obras Públicas	1er. Regidor
Comisión de Seguridad Pública	Presidente Municipal
Comisión de Desarrollo Económico	2º. Regidor
Comisión de Hacienda	Síndico
Comisión de Cultura y Deporte	3er. Regidor
Comisión de Ecología	4º. Regidor.

## Organización y Estructura de la Administración Pública Municipal



### Autoridades Auxiliares

Se les denomina Delegados Municipales y existe uno por cada una de las comunidades. Se nombran cada 3 años.

### Regionalización Política

Pertenece al XV Distrito Electoral Local y al Distrito V Electoral Federal.

### Reglamentación Municipal

Bando de Policía y Gobierno.  
Reglamento de Mercados.  
Reglamento de Obras Públicas.

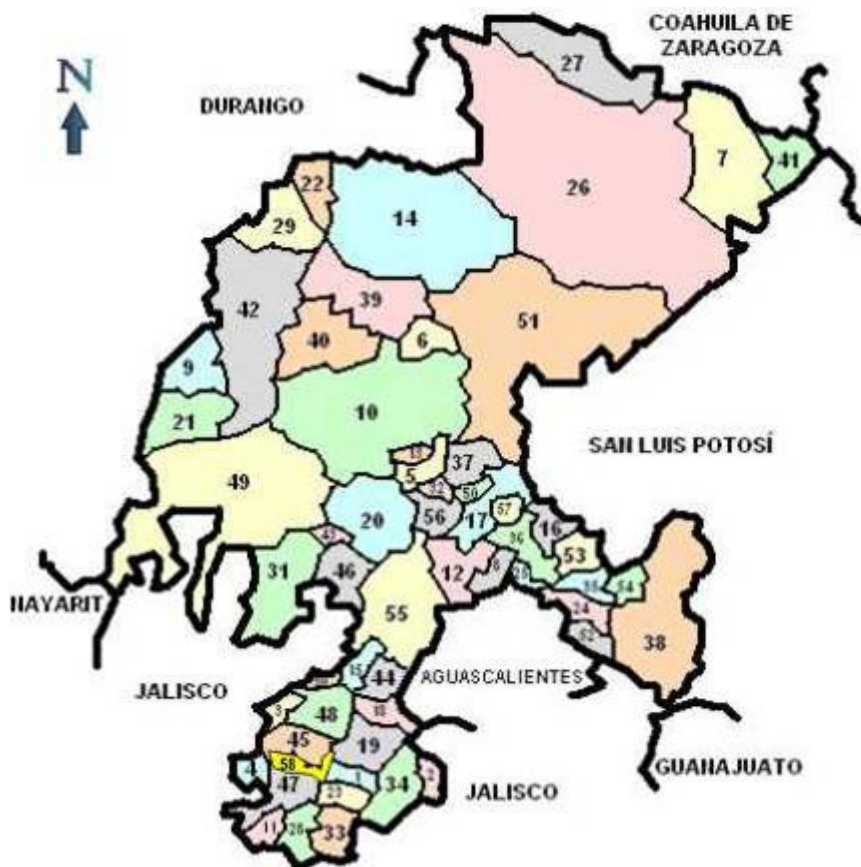
## PLANO TOPOGRAFICO Y LOCALIZACION.

El predio donde se pretende hacer esta construcción tiene la figura de un rectángulo perfecto con un ancho de 35m y 50m de largo.

Dicho predio se encuentra ubicado entre las calles: Por el lado Norte la calle Josefa Ortiz de Domínguez, por el Sur el pasaje Comercial Libertad, al Oriente la calle Nacional y al Poniente la calle Álvaro Obregón.

# MAPA ESTATAL

## DIVISIÓN MUNICIPAL



- 1 Apozol
- 2 Apulco
- 3 Atolinga
- 4 Benito Juárez
- 5 Calera
- 6 Cañitas de Felipe Pescador
- 7 Concepción del Oro
- 8 Cuauhtémoc
- 9 Chalchihuites
- 10 Fresnillo
- 11 Trinidad García de la Cadena
- 12 Genaro Codina
- 13 General Enrique Estrada
- 14 General Francisco R. Murguía
- 15 El Plateado de Joaquín Amaro
- 16 General Pánfilo Ilatera
- 17 Guadalupe
- 18 Huanusco
- 19 Jalpa
- 20 Jerez
- 21 Jiménez del Teul
- 22 Juan Aldama
- 23 Juchipila
- 24 Loreto
- 25 Luis Moya
- 26 Mazapil

- 27 Melchor Ocampo
- 28 Mezquital del Oro
- 29 Miguel Auza
- 30 Momax
- 31 Monte Escobedo
- 32 Morelos
- 33 Moyahua de Estrada
- 34 Hochistlán de Mejía

- 35 Horia de Ángeles
- 36 Ojocaliente
- 37 Pánuco
- 38 Pinos
- 39 Río Grande
- 40 Sain Alto
- 41 El Salvador
- 42 Sombrerete
- 43 Susticacán

- 44 Tabasco
- 45 Tepechitlán
- 46 Tepetongo
- 47 Teul de González Ortega
- 48 Tlaltenango de Sánchez Román
- 49 Valparaíso
- 50 Vetagrande

- 51 Villa de Cos
- 52 Villa García
- 53 Villa González Ortega
- 54 Villa Hidalgo
- 55 Villanueva
- 56 Zacatecas
- 57 Trancoso
- 58 Santa María de la Paz

## PLANO ELECTRICO Y SANITARIO

El diseño de la iluminación se llevó acabo de acuerdo con el “**METODO DE CALCULO DE LOS LUMENES**”.

Este método está basado en la definición de lux, que es igual a un lúmen por metro cuadrado y por lo tanto:

$$\text{Número de lux} = \frac{\text{Lúmenes incidentes sobre una superficie}}{\text{Área en metros cuadrados}}$$

Conociendo la emisión luminosa de cada lámpara (dato suministrado por el fabricante), el número de éstas instalado en la zona y el área de ésta en metros cuadrados, pueden calcularse los lúmenes por metro cuadrado generados inicialmente en una determinada área,. Este valor sin embargo, difiere del número de lux en dicha área, ya que en algunos lúmenes son absorbidos por la luminaria, y también debido a otros factores tales como la suciedad de la luminaria, la disminución gradual de la emisión de luz de las lámparas etc. Estos factores entre otros, se toman en cuenta en la fórmula del método de los lúmenes:

$$\text{Nivel en lux} = \frac{\text{(Lámparas por luminaria)}(\text{Lúmenes por lámpara}) (\text{Coeficiente de utilización}) (\text{Factor de conservación})}{\text{Área por luminaria}}$$

Al emplear el método de los lúmenes han de tenerse en cuenta cinco puntos fundamentales:

- Punto 1.- Determinación del nivel de iluminación requerido.
- Punto 2.- Determinación del coeficiente de utilización.
- Punto 3.- Determinación del factor de conservación o de pérdidas de luz.
- Punto 4.- Cálculo del número de lámparas y luminarias requeridas.

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\text{(Nivel luminoso en lux)}(\text{Superficie})}{\text{(Lúmenes por lámpara)}(\text{Coeficiente de utilización}) (\text{Factor de mantenimiento})}$$

$$\text{Número de luminarias} = \frac{\text{Número de lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}}$$

Punto 5.- Fijación del emplazamiento de las luminarias.

$$\text{Área por luminaria} = \frac{(\text{Lámparas por luminaria})(\text{Lúmenes por lámpara})(\text{Coeficiente de utilización})(\text{Factor de mantenimiento})}{\text{Nivel luminoso en lux}}$$

Cálculo de la iluminación de los locales comerciales.

Utilizaremos lámparas luz de día de 74 watts, de 5120 lúmenes por lámpara. Adoptamos factor de mantenimiento de 0.75; coeficiente de utilización de 0.75. El nivel luminoso requerido es de 500 lux. La superficie de cada local es de 56 metros cuadrados.

$$\text{Número de lámparas} = \frac{(500 \text{ lux}) (56 \text{ m}^2)}{(5120 \text{ L/L}) (0.75) (0.75)} = 9.7$$

Pondremos 10 lámparas (luminarias de una lámpara)

$$\text{Número de luminarias} = \frac{10 \text{ Lámparas}}{1 \text{ lámpara por luminaria}} = 10$$

$$\text{Área por luminaria} = \frac{(1) (5120) (0.75) (0.75)}{500} = 5.76 \text{ m}^2$$

## ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

El agua potable será tomada de la red pública y colocada en dos aljibes para de ahí ser elevada mediante bombas con motor eléctrico a cuatro tinacos para luego ser distribuida por las redes in-ternas del edificio. Cada tinaco abastecerá dos departamentos y dos locales comerciales, y para ello cada tinaco cuenta con cuatro ramales:

El ramal “A” abastece dos locales comerciales.

El ramal “B” abastece los baños de dos departamentos, uno del nivel 3° y otro del nivel 2° (únicamente agua fría).

El ramal “C” abastece el agua fría del patio de servicio y cocina, para los mismos departamentos anteriores.

El ramal “D” abastece de agua caliente, también a los mismos departamentos. El agua será calentada mediante calentadores de gas, situados uno en cada departamento.

Los máximos ritmos de descarga requeridos en galones por minuto en muebles domésticos son:

MUEBLE	GASTO (gal/min)	GASTO (l/min)
Regaderas	5 - 8	18.92 - 30.28
Fregaderos y lavabos	3 - 5	11.36 - 18.92
Tanques de W.C.	2 - 4	7.57 - 15.14

## DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA.

Los diámetros de las tuberías deben ser tales que la presión disponible exceda la resistencia friccional en ellas en la medida justa para proveer el flujo necesario.

El ritmo de descenso de la columna de agua disponible lo da la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Columna disponible}}{\text{Largo total}} \times 100$$

Para determinar los diámetros deben observarse las siguientes reglas:

- 1) Determinarse el tramo en el cual el descenso de columna es menor.
- 2) Cerciórese de que el descenso no está excedido en ninguna parte del tramo.
- 3) Cerciórese de que el descenso de columna no decrece hacia una salida en ningún tramo.
- 4) Cerciórese de que toda la columna disponible se pierde por fricción, en cada tramo, al servir de acuerdo con el ritmo predeterminado.

(La columna se mide desde un nivel arbitrario y la tubería se dimensiona para anular esta columna de agua por fricción, dejando a la columna del tanque la misión de cubrir contingencias tales como la incrustación de tuberías).

A continuación se dan los equivalentes en tubería recta de algunas conexiones o salidas.

Válvula atornillable	10 diams.
Llave	45 “
Codos de 90°	20 “
Tes	60 “

Se da también una tabla que no proporciona los gastos disponibles de acuerdo a la pérdida de carga por cada 100 unidades de tubería recta y el diámetro del tubo.

La gráfica ha sido compilada especialmente para tuberías de otros materiales, los de acero compensan su mayor fricción, pues llevan perceptiblemente diámetros mayores que los nominales.

La tubería será de acero galvanizado.

Se representa el procedimiento de cálculo únicamente del ramal “C”.

<b>Tramo (1) - (10)</b>			
<b>Punto</b>	<b>Conexión</b>	<b>Diámetro en pulgadas</b>	<b>Longitud Equivalente en pies</b>
(1)	Válvula	1.75	1.67
(2)	Codo	1.75	3.33
(3)	Te	1.50	7.50
(4)	Te	1.25	6.25
(6)	Codo	1.25	2.08
(7)	Te	1.00	5.00
(8)	Codo	1.00	1.67
(9)	Codo	1.00	1.67
(10)	Llave	0.50	1.88

Total de longitudes equivalentes =	30.42 pies
Long. de tubería (15.9 mts) =	52.17 "
Longitud total	82.59 pies
Columna disponible (2.3 mts.)	7.55 pies

$$\text{Ritmo de descanso (\% de pérdida)} = \frac{7.55 \text{ pies}}{82.59 \text{ pies}} \times 100 = 9.14$$

Viendo la tabla, se necesita diámetro del 1" para proporcionar gasto de 5 gal/min.

Pondremos  $\varnothing=1"$  en tramo (10) – (7) y pondremos  $\varnothing = 1.25"$  en tramo (7) – (4) para dejar pasar un gasto adicional de 5 gal/min. En el tramo (3) – (4) pondremos  $\varnothing = 1 \frac{1}{2} "$  para dejar pasar los 15 gal/min que se requieren en el punto (4). En el tramo (1) – (3) pondremos  $\varnothing = 1.75 "$  para dejar pasar 30 gal/min.

Tramo (1) - (11)			
Punto	Conexión	Diámetro en pulgadas	Longitud Equivalente en pies
(1)	Válvula	1.75	1.67
(2)	Codo	1.75	3.33
(3)	Te	1.50	7.50
(4)	Te	1.25	6.25
(6)	Codo	1.25	2.08
(7)	Te	0.75	3.75
(11)	Llave	0.50	1.88

Longitud equivalente del punto (1) hasta antes del punto (7) es de 20.83 pies y la longitud de tubería del mismo tramo es de (11.7 mts) 38.39 pies por lo tanto la longitud total es de 59.22 pies por lo tanto la pérdida de carga será de  $59.22 \times .0914 = 5.41$  pies. En el punto (11) carga disponible de (2.30 mts) 7.55 pies por lo tanto los 2.14 pies deberán perderse en el tramo (7) – (11) al proporcionar 5 gal/min.

$$\begin{aligned} \text{Longitud equivalente} &= 5.63 \text{ pies (7)-(11)} \\ \text{Longitud de tubería} &= 4.27 \text{ pies (7)-(11)} \\ \text{Longitud total} &= 9.90 \text{ pies (7)-(11)} \end{aligned}$$

Por lo tanto el ritmo de descenso será de  $\frac{2.44 \text{ pies}}{9.90 \text{ pies}} \times 100 = 24.6$

Viendo la tabla con este ritmo se necesita  $\varnothing=0.75$  "para proporcionar 5 gal/min.



Pondremos  $\varnothing = 75''$  en tramo (7)-(11)

Tramo (1) – (4)

Longitud equivalente	= 15.00 pies
Longitud de tubería	= 21.98 pies
	<hr/>
Longitud total	36.98 pies

Por lo tanto hasta antes del punto (4) la pérdida será de  $36.98 \text{ pies} \times .0914 = 3.38 \text{ pies}$ . En el punto (5) tenemos cota disponible de 2.9 mts. = 9.51 pies. Por lo tanto los 6.13 pies restantes deberán perderse al proporcionar 5 gal/min. En el punto (5).

Tramo (4) – (5)

Longitud equivalente	= 1.88 pies
Longitud de tubería	= 2.30 pies
	<hr/>
Longitud total	4.18 pies

$$\text{Ritmo de descenso} = \frac{6.13 \text{ pies}}{4.18 \text{ pies}} \times 100 = 146.6$$

Pondremos  $\varnothing = \frac{1''}{2}$  en el tramo (4) – (5)

Tramo (1) – (3)

Longitud de tubería	= 17.06 pies
Longitud equivalente	= 5.00 pies
	<hr/>
Longitud total	22.06 pies

Pérdida hasta el punto (3) =  $22.06 \times 0.0914 = 2.02 \text{ pies}$

Tramo (3) – (20)

Longitud de tubería	= 44.95 pies
Longitud equivalente	= 23.13 pies
	<hr/>
Longitud total	68.08 pies
Columna disponible	= 17.39 pies

$$\text{Ritmo de descenso} = \frac{17.39 - 2.02}{68.08} \times 100 = 22.58$$

Pondremos  $\varnothing = 0.75$  " en el tramo (16) – (20) para que circulen 5 gal/min.  
 Pondremos  $\varnothing = 1.0$  " para dejar pasar 10 gal/min. En el tramo (13) – (16).  
 Pondremos  $\varnothing = 1.25$  " en el tramo (3) – (13) para proporcionar 15 gal/min.

Tramo (3) – (16)

Longitud equivalente	= 18.75 pies
Longitud de tubería	<u>= 31.17 pies</u>
Longitud total	49.92 pies

Columna disponible 17.39 pies en (17)

Tramo (16) – (17)

Longitud equivalente	= 1.88 pies
Longitud de tubería	<u>= 4.27 pies</u>
Longitud total	6.15 pies

Ritmo de descarga en tramo (16) – (17) es de:

$$\frac{17.39 - (49.92 \times 0.02258) - 2.02}{6.15} \times 100 = 66.6$$

Para descargar 5 gal/min. En (17) pondremos  $\varnothing = 0.75$  " en el tramo (16) – (17).

Tramo (3) – (13)

Longitud equivalente	= 10.83 pies
Longitud de tubería	<u>= 14.76 pies</u>
Longitud total	25.59 pies

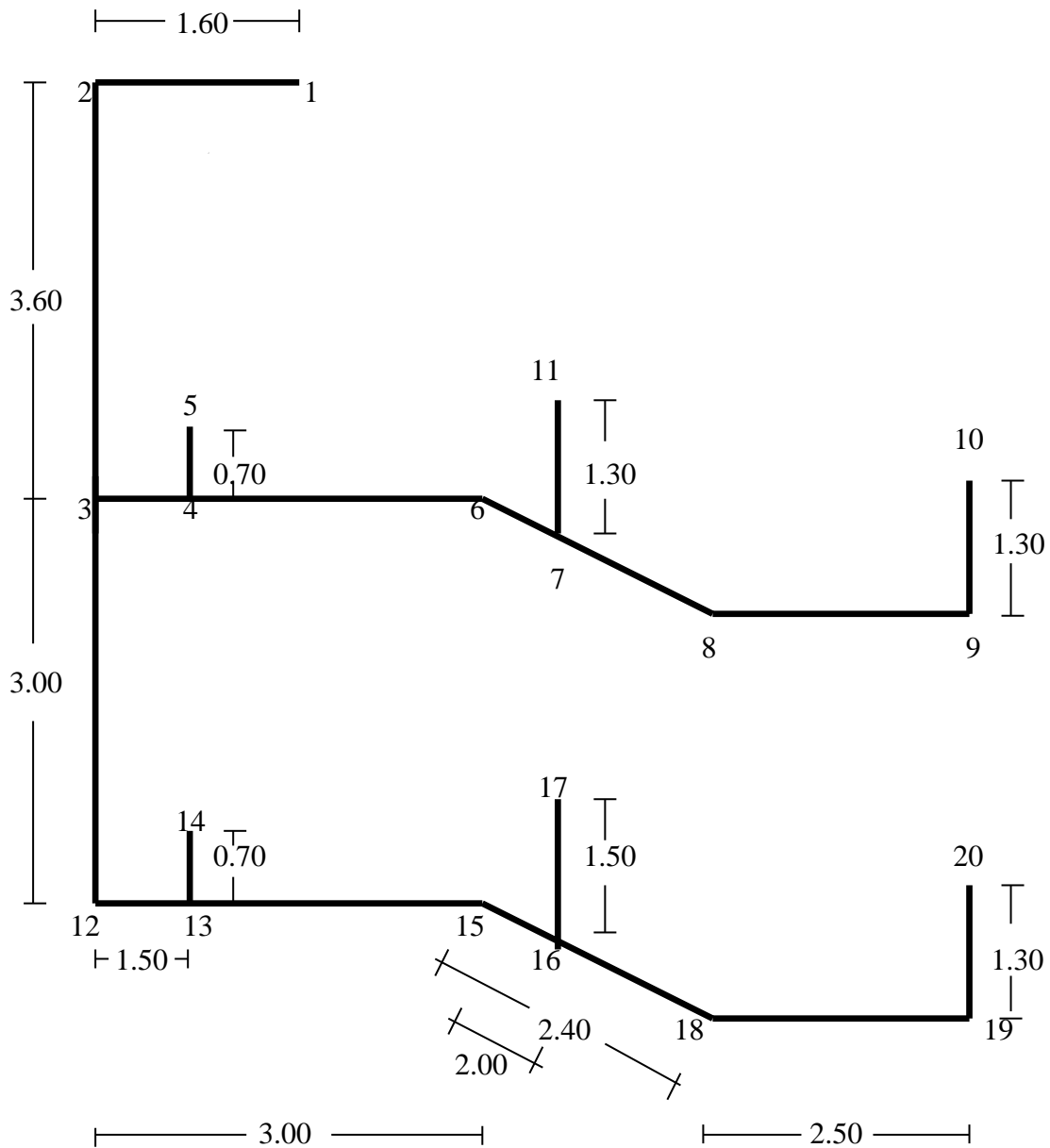
Columna disponible en (14) = 19.36 pies

Tramo (13) – (14)

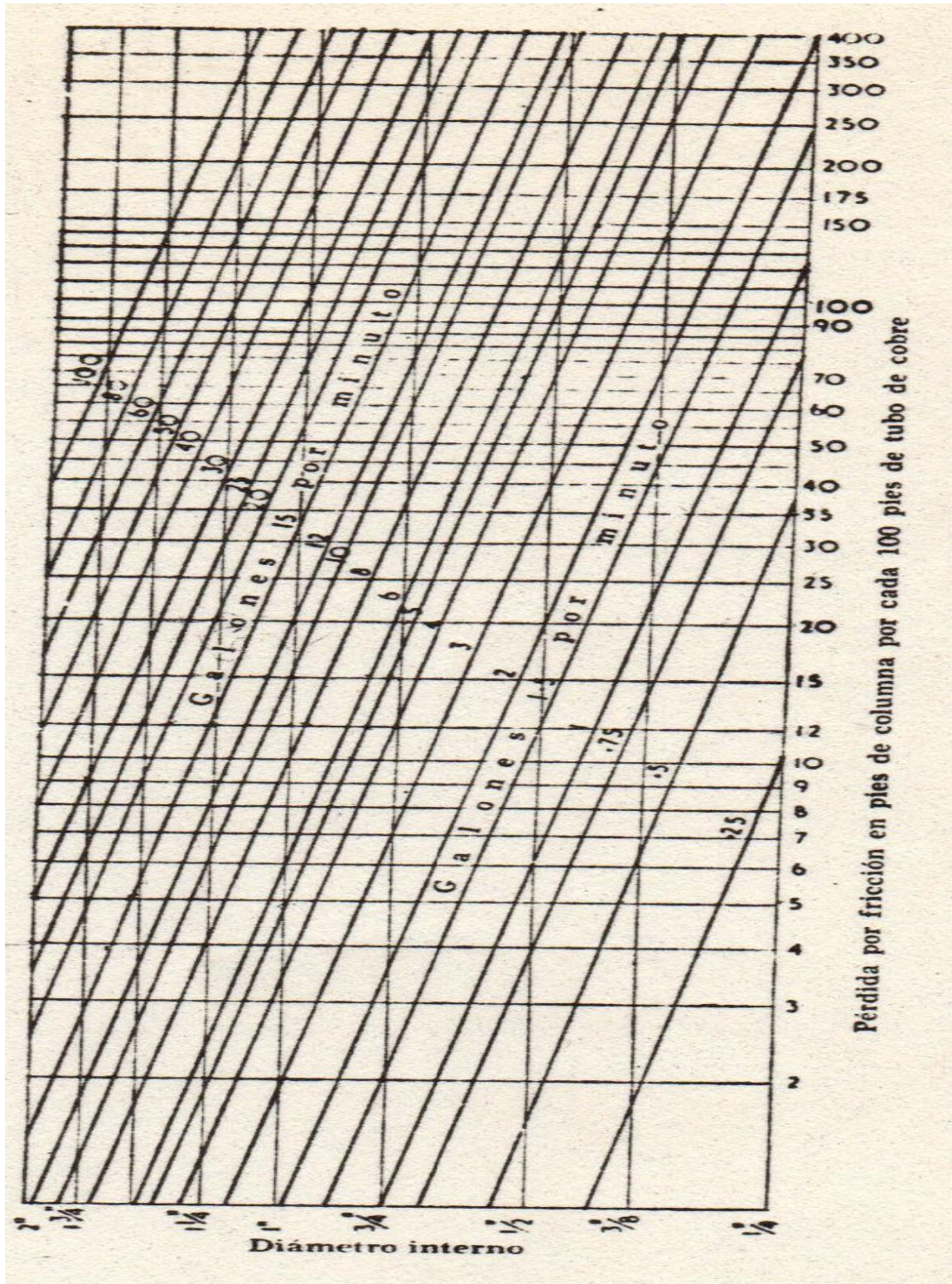
Longitud equivalente	= 1.88 pies
Longitud de tubería	<u>= 2.30 pies</u>
Longitud total	4.18 pies

$$\text{Ritmo de descarga} = \frac{19.36 - (25.59 \times 0.22) - 2.02}{4.18} \times 100 = 276.55$$

Para descargar 5 gal/min. En (14) se requiere que el tramo (13) – (14) tenga  $\varnothing = \frac{1}{2}$ "



**RAMAL "C"**



Gráfica que muestra la descarga en tubos de diferentes diámetros marcada en varios grados de fricción; expresada en términos de descenso de columna en pies por cada 100 pies de tubería recta. (Cooper Development Association)

## CALCULO DE LOS TINACOS.

Considerando que cada persona requiere de 250 Lts por cada día y considerando que cada departamento va a ser habitado por cinco personas, además que cada local comercial requiere el agua equivalente a dos personas. Cada tinaco abastecerá dos departamentos y dos locales comerciales.

La capacidad de los tinacos deberá ser tal que garanticen el gasto de un día más, más un 25% por efectos de sedimentación, por lo tanto dicha capacidad será de:

$$(250 \times 14) + (250 \times 14) (0.25) = 4375 \text{ lts.}$$

Ponemos capacidad de 4500 lts.

La capacidad de aljibe será capaz de almacenar el gasto de 2 días, por lo tanto dicha capacidad será de:

$$4500 \times 4 \times 2 = 36000 \text{ lts.} = 36\text{m}^3$$

## CALCULO DE LAS BOMBAS.

Cada tinaco será dotado de una bomba con motor eléctrico capaz de llenar el tinaco en una hora, el gasto será de:

$$\frac{4500 \text{ Lts.}}{3600 \text{ seg.}} = 1.25 \text{ lts/seg.} = .00125\text{m}^3/\text{seg.}$$

Eligiendo diámetro de 1" (0.0254 m)

$$A = .0005066 \text{ m}^2$$

$$Q = .00125 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.00125}{0.000506} = 2.74 \text{ m/seg.}$$

$$F = 0.034$$

Utilizando la fórmula de Chezy-Darcy para cálculo de pérdidas por fricción:

$$H_F = \frac{L V^2}{D 2g} = \frac{(22) (2.47)^2}{(.0254)2(9.8)} = 9.16 \text{ mts.}$$

Considerando el sistema bomba motor con una eficiencia de 80%, la potencia en H.P. será de:

$$\text{H.P.} = \frac{Q (h + H_f) \times 1000}{76n} = \frac{.00125 \times (12 + 9.16) \times 1000}{76 \times 0.80} = .435$$

Se instalaran bombas de  $\frac{1}{2}$  H.P.

## DRENAJE.

La tubería será de material P V C y se conectará al sistema de drenaje público. Para el dimensionamiento se hará uso de las siguientes tablas.

Para la descarga de los muebles sanitarios es recomendable emplear los diámetros de la siguiente tabla, en la que se indica también las unidades mueble.

Tipo de mueble	Desagüe mínimo en la tubería de descarga	Equivalencia de U.M. ( unidades mueble)
Coladera de piso	40 – 50 mm.	1
Lavabo	40 mm	2
Fregadero doméstico	40 – 50 mm.	2
Regadera doméstica	40 – 50 mm.	2
Excusado de tanque	75 – 100 mm.	4
Lavadero con pileta	40 mm.	1
Vertedero de aseo	75 mm.	3

Los ramales horizontales son las tuberías que unen a los muebles sanitarios con las columnas de bajada. Para seleccionar el diámetro apropiado se utiliza la siguiente tabla.

Diámetro de ramal en mm.	Unidades mueble en una misma planta	Unidad mueble directo
40	2	3
50	6	6
75	16	20 <sup>+</sup>
100	90	160
150	350	620
200	600	1400

<sup>+</sup> Máximo 2 excusados.

Bajantes o columnas son los tubos verticales que recolectan las aguas negras y pluviales de los ramales horizontales, para seleccionar el diámetro adecuado se utiliza la siguiente tabla:

<b>Número máximo de U.M. de descarga</b>					
<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Ramales de mueble con pendiente mínima.</b>	<b>Del pie de bajante al colector</b>			
		<b>½ % Pend.</b>	<b>1 % Pend.</b>	<b>2 % Pend.</b>	<b>4 % Pend.</b>
50	6 <sup>+</sup>			21	26
75	32 <sup>++</sup>		20 <sup>++</sup>	27 <sup>++</sup>	36 <sup>++</sup>
	160		180	216	250
150	600	600	700	840	1000
200	1200	1400	1600	1920	2300
250	1800	2500	2900	3500	4200
300	2800	3900	4600	5600	6700

<sup>+</sup> No se permiten excusados

<sup>++</sup> No se permiten más de 3 excusados.

Los conductores de ventilación tienen por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo. Así como permitir la salida de los gases provocados por la fermentación de materias orgánicas.

<b>Longitud y diámetro de los conductores de ventilación</b>							
<b>Diámetro de la bajada de ventilación</b>	<b>Unidades mueble conectadas</b>	<b>Diámetro de ventilación requerida</b>					
		<b>40 mm.</b>	<b>50 mm.</b>	<b>75 mm.</b>	<b>100 mm.</b>	<b>150 mm.</b>	<b>200 mm.</b>
		<b>Máxima longitud de ventilación mts.</b>					
40 mm.	8	46 m					
50 mm.	12	23 m	61 m				
50 mm.	20	16 m	46 m				
40 mm.	42	9 m	30 m				
75 mm.	10	9 m	30 m	185 m			
75 mm.	30		18 m	152 m			
75 mm.	60		15 m	122 m			
100 mm.	100		11 m	79 m	305 m		
100 mm.	200		9 m	76 m	275 m		
100 mm.	500		6 m	55 m	215 m		
150 mm.	350			16 m	61 m	398 m	
150 mm.	620			9 m	38 m	336 m	
150 mm.	960			7 m	30 m	305 m	
150 mm.	1900			6 m	21 m	215 m	
200 mm.	600				16 m	152 m	398 m
200 mm.	1400				12 m	122 m	366 m
200 mm.	2200				9 m	107 m	336 m
200 mm.	3600				7 m	76 m	244 m
250 mm.	1000					38 m	305 m
250 mm.	2500					30 m	152 m
250 mm.	3800					24 m	107 m
250 mm.	5600					18 m	76 m



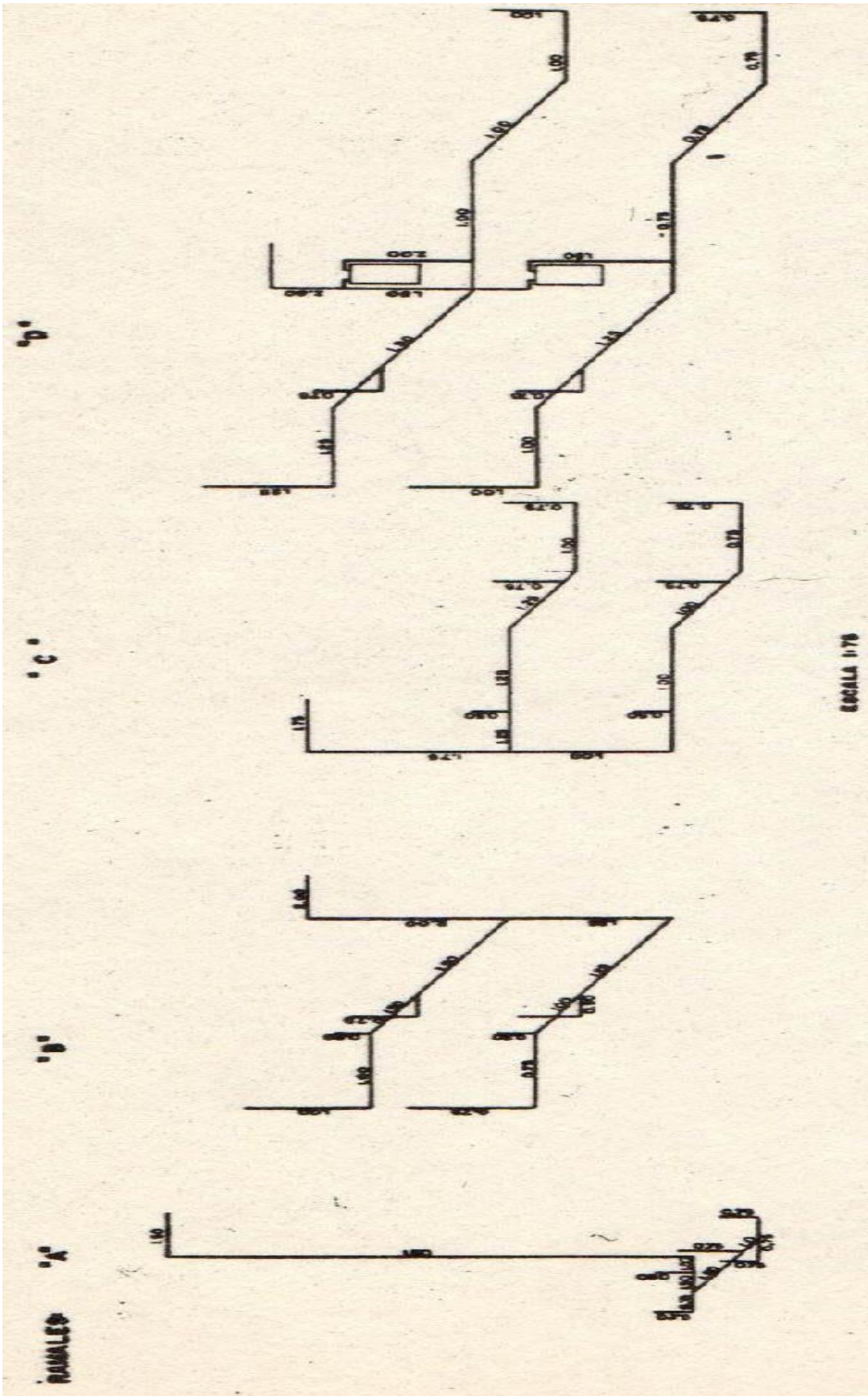
En las siguientes tablas se muestran la capacidad de las bajadas de aguas pluviales, con diferentes precipitaciones, consideradas éstas con un máximo de una hora, así como también la capacidad de las tuberías pluviales horizontales.

<b>Bajadas de aguas pluviales</b>						
<b>Diámetro de columna</b>	<b>Precipitación normal en mm.</b>					
	<b>50 mm.</b>	<b>75 mm.</b>	<b>100 mm.</b>	<b>125 mm.</b>	<b>150 mm.</b>	<b>200 mm.</b>
50	65	50	38	30	25	19
75	170	148	111	89	74	56
100	390	320	240	192	160	120
150		943	707	566	471	354

Nota: La capacidad de las bajadas está considerada a la tercera parte.

<b>Tuberías pluviales horizontales</b>										
<b>Diámetro</b>	<b>Pendiente 1 %</b>					<b>Pendiente 2 %</b>				
	<b>Precipitación en mm.</b>									
	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>150</b>
75	152	101	76	61	51	215	143	107	86	72
100	348	232	174	139	116	490	325	245	196	163
150	1000	660	495	396	330	1400	930	700	560	465
200	2130	1420	1065	850	704	3020	2010	1510	1210	1000

Nota: Nuestra precipitación de diseño será de 150mm.



ESCALA 1:75

## **Capítulo II. Estudio del Suelo**

### **ANÁLISIS DEL SUELO.**

El estudio del suelo se llevó a cabo por medio de una prueba de penetración estándar. Este método lleva implícito un muestreo, que proporciona muestras alteradas respectivamente del suelo.

El equipo necesario para aplicar el procedimiento consta de un muestreador especial (muestreador o penetrómetro estándar).

El penetrómetro es de media caña para facilitar la extracción de la muestra que haya penetrado en su interior, el penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de perforación.

Esta prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martinete de 63.5 kg (140 libras) que cae desde 76 cm. (30 pulgadas), contando el número de golpes necesario para lograr una penetración de 30 cm. (1 pie). El martinete es guiado por la tubería de perforación, el elevado por un cable que pasa por la polea de un trípode.

En cada avance de 60 cm deberá retirarse el penetrómetro, removiendo el suelo de su interior el cual constituye la muestra.

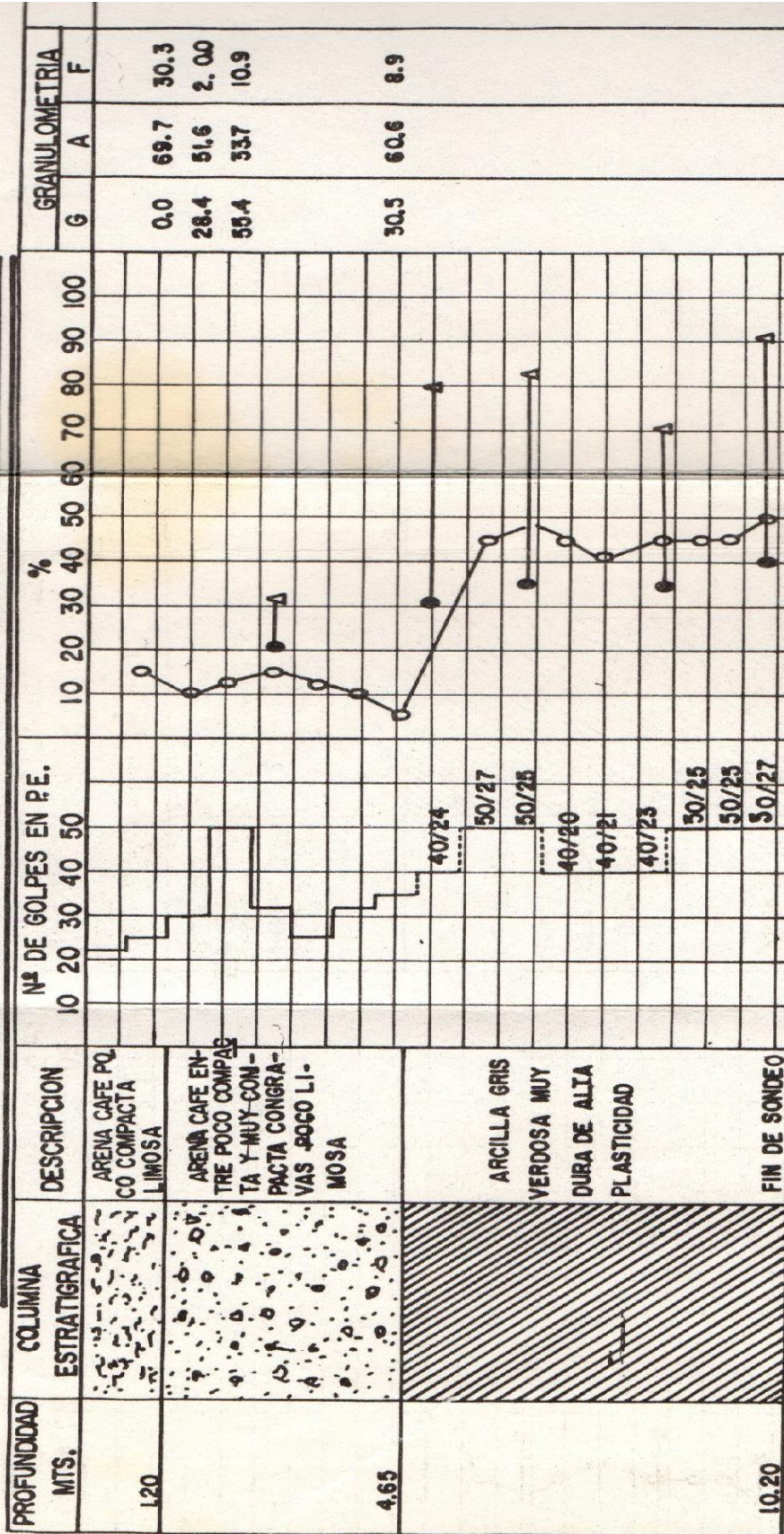
El fondo del pozo deberá ser limpiado cuidadosamente, usando cuchara o porteadora. Una vez limpio el pozo, el muestreador se hace descender hasta tocar el suelo y, seguidamente, a golpes se hace que el penetrómetro entre 15 cm. Al suelo. Desde este momento deberán contarse los golpes necesarios para lograr una penetración de los siguientes 30 cm. A continuación hágase penetrar el muestreador en toda su longitud. Al retirarse el penetrómetro, el suelo que haya entrado en su interior constituye la muestra que puede obtenerse con este procedimiento.

La utilidad del método radica en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos, sobre todo en las arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compacidad el ángulo de fricción interna, el valor de la resistencia a la comprensión simple. En arcillas con el número de golpes necesario en ese suelo para que el penetrómetro estándar logre entrar 30 cm. Especificado.

En la práctica esto se ha logrado en suelos fricciantes para los que existen tablas y gráficas dignas de crédito y aplicables al trabajo práctico. Para pruebas en arcillas, Terzaghi y Peck dan una tabla de correlación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en dicha prueba.

# RESULTADOS DE LABORATORIO: SONDEO PENETRACION ESTANDAR



O = CONTENIDO DE AGUA  
 ● = LIMITE PLASTICO  
 Δ = LIMITE LIQUIDO

## Capítulo III. Análisis Estructural

### Cargas Muertas:

Son las que actúan permanentemente en una construcción y deberán considerarse como tales los pesos de los materiales y de las instalaciones, la reacción del suelo, empujes de tierra e hidrostáticos y subpresión.

Tabla de pesos unitarios		
Material	Peso en ton/ m <sup>3</sup>	
	Mínimo	Máximo
<b>Piedras Naturales</b>		
Areniscas (chilucas y canteras)..... secas	1.75	2.45
Areniscas..... saturadas	2.00	2.50
Basaltos (piedra braza, recinto, laja, etc.)... secos	2.35	2.60
Basaltos..... saturados	2.45	2.65
Granito natural	2.40	3.20
Mármol	2.55	2.60
Pizarras..... secas	2.30	2.80
Pizarras..... saturadas	2.35	2.85
Tepetates (depósitos superficiales duros tales como brechas cohesivas, tovas volcánicas o conglomerados aluviales)..... secos	0.75	1.60
Tepetates..... saturados	1.30	1.95
Tezontles..... secos	0.65	1.25
Tezontles..... saturados	1.15	1.55
<b>Suelos</b>		
Arena cuyos granos son sensiblemente del mismo tamaño..... seca	1.40	1.75
Arena cuyos granos son sensiblemente del mismo tamaño..... saturada	1.85	2.10
Arena bien graduada..... seca	1.55	1.90
Arena bien graduada..... saturada	1.95	2.28
<b>Piedras artificiales y morteros</b>		
Concreto simple con agregados de peso normal	2.00	2.20
Concreto reforzado hasta con 250 kg de acero por m <sup>3</sup>	2.20	2.40
Mortero de cal y arena	1.40	1.50
Mortero de cemento y arena	1.90	2.00
Mortero de yeso	1.20	1.50
Tabique o ladrillo rojo macizo hecho a mano	1.55	1.65
Tabique o ladrillo rojo macizo refractario o prensado	1.55	2.25

<b>Tabla de pesos unitarios</b>		
<b>Material</b>	<b>Peso en ton/ m<sup>3</sup></b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Maderas</b>		
Caoba..... seca	0.56	0.65
Caoba..... saturada	0.70	1.00
Cedro rojo..... seco	0.40	0.55
Cedro rojo..... saturado	0.55	0.70
Oyamel..... seco	0.35	0.40
Oyamel..... saturado	0.60	0.65
Encino..... seco	0.75	0.90
Encino..... saturado	0.80	1.00
Palma real..... seca	0.60	0.70
Palma real..... saturada	1.00	1.10
Pinos (diversas especies, incluyendo ayacahuite, etc.)..... secos	0.45	0.65
Pinos..... saturados	0.80	1.00
<b>Vidrio estructural</b>		
Bloques de vidrio para muros	0.65	1.25
Prismáticos para tragaluces	1.50	<b>2.00</b>
Vidrio plano	2.80	3.10
<b>Material</b>	<b>Peso en Kg/m<sup>2</sup></b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Mosaicos</b>		
Pasta	25	35
Granito o terrazo 20 x 20	35	45
Granito o terrazo 20 x 20	45	55
<b>Azulejo y Losetas</b>		
Azulejo	10	15
Loseta vinílica, asfáltica o de hule hasta de 4mm. De espesor incluyendo pegamento de las losetas	5	10

En el cálculo del peso de los muros y demás elementos de mampostería, así como en revestimientos, debe adicionarse el peso de aplanados y juntas de mortero. En muros de bloque hueco se tomará en cuenta el mortero que pueda entrar en los huecos, salvo que se adopten precauciones para evitar dicha penetración. Se tomarán en cuenta los pesos de las fachadas en el cálculo de cargas muertas.

Cálculo de carga muerta del piso		
Material	Peso unitario	Peso en kg/m <sup>2</sup>
Mosaico	35 kg/m <sup>2</sup>	35
Mortero	2000 kg/m <sup>3</sup>	1 x 1 x 0.02 x 2000 = 40
Hormigón	1400 kg/m <sup>3</sup>	1 x 1 x 0.10 x 1500 = 150
Loza	2400 kg/m <sup>3</sup>	1 x 1 x 0.10 x 2400 = 240
Aplanado de yeso	1500 kg/m <sup>3</sup>	1 x 1 x 0.02 x 1500 = 30
<b>TOTAL</b>		<b>495</b>

### Cálculo de carga muerta de los muros.

Las dimensiones del ladrillo serán de 15 x 30 x 5 cm. Consideramos juntas de 1 cm.  
 Área de ladrillo más mortero = 6 x 31 = 186 cm<sup>2</sup>.

Un metro cuadrado de muro contiene  $\frac{10000}{186} = 53.76$  ladrillos.

Cada m<sup>2</sup> de muro tiene un área de ladrillo de:

$$53.76 \times 5 \times 30 = 8064 \text{ cm}^2 = 0.8064 \text{ m}^2$$

Cada m<sup>2</sup> de muro tiene un área de mortero de:

$$1 - 0.8064 = 0.1936 \text{ m}^2$$

Volumen de ladrillo por m<sup>2</sup> de muro = 0.8064 x 0.15 = 0.12096m<sup>3</sup>

Volumen de mortero por m<sup>2</sup> de muro = 0.1936 x 0.15 = 0.02904 m<sup>3</sup>

Peso de ladrillo = 0.12096 x 2250 = 272.16 kg/m<sup>2</sup>

Peso de mortero = 0.02904 x 1500 = 43.56 “

Peso de aplanado = 0.02000 x 1500 = 30.00 “

---

345.72 kg/m<sup>2</sup>

## Cargas Vivas.

Cargas vivas son las gravitacionales que obran en una estructura y no tienen carácter permanente y no serán menores que las especificadas en la tabla siguiente:

Destino del piso	Limitaciones	Carga viva kg/m <sup>2</sup>
Habitación (casas-habitación, apartamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares) oficinas, despachos y laboratorios.	Área trib. 4 a 5 m <sup>2</sup>	350
	Área trib. 5 a 8 m <sup>2</sup>	300
	Área trib. 8 a 13 m <sup>2</sup>	275
	Área trib. 13 a 23 m <sup>2</sup>	250
	Área trib. 23 a 63 m <sup>2</sup>	200
	Área trib. Mayor que 63 m <sup>2</sup>	150
	Para fuerzas sísmicas	110
	Para hundimientos en arcilla	40
Comunicación de uso público para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público); Estadios y lugares para espectáculos provisto de gradas (desprovistos de bancas o butacas).	Para diseño estructural	500
	Para fuerzas sísmicas	250
	Para hundimientos en arcilla	100
Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares).	Para diseño estructural	400
	Para fuerzas sísmicas	200
	Para hundimientos en arcilla	80
Comercios y fábricas de mercancía de peso medio	Área trib. 4 a 20 m <sup>2</sup>	400
	Área trib. Mayor que 20 m <sup>2</sup>	350
	Para fuerzas sísmicas	250
	Para hundimientos en arcilla	250
Comercios y fábricas de mercancías pesadas.	Área trib. 0 a 20 m <sup>2</sup>	600
	Área trib. Mayor que 20 m <sup>2</sup>	500
	Para fuerzas sísmicas	400
	Para hundimientos en arcilla	400
Azoteas con pendiente no mayor que 5%	Para diseño estructural	100
	Para fuerzas sísmicas	40
	Para hundimientos en arcilla	40
Azoteas con pendiente superior que 5%	Área trib. 4 a 10 m <sup>2</sup>	100
	Área trib. 10 a 63 m <sup>2</sup>	70
	Área trib. Mayor que 63 m <sup>2</sup>	40
Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares).	Para diseño estructural	400
	Para fuerzas sísmicas	200
	Para hundimientos en arcilla	40



Destino del piso	Limitaciones	Carga viva kg/m <sup>2</sup>
Garages y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	Para diseño estructural	150
	Para fuerzas sísmicas	150
	Para hundimientos en arcilla	80
Andamios y cimbra para concreto.	Para diseño estructural	100
	Para fuerzas sísmicas	50
	Para hundimientos en arcilla	50

Para el análisis de esfuerzos debidos a fuerzas gravitacionales se utilizó el método propuesto por G. Kani, y que en resumen consiste en el siguiente:

1.- Se calculan para el tipo supuesto de cargas, los momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las barras  $M_{ik}$  y se anotan encima de las correspondientes barras. Sumando en cada nudo estos momentos de empotramiento, obtenemos los valores de los momentos de sujeción para cada uno de dichos nudos, los cuales anotamos en el centro del círculo de cada nudo.

2.- Obtenemos luego los valores de los coeficientes de repartición o factores de giro, repartiendo el valor  $(-1/2)$  proporcionalmente en cada nudo a los valores de las rigideces  $K$  de las barras que concurren en el  $(K = I/l)$ . Anotamos estos valores en cada nudo frente a la barra correspondiente (dentro de la superficie anular) y comprobamos que su suma en cada nudo sea igual a  $(-1/2)$ .

3.- Las sucesivas influencias del giro de los nudos a los momentos  $M'_{ik}$  las determinamos por interacciones de la operación:

$$\overline{M'_{ik}} = \mu_{ik} (M_i + M'_{ki})$$

Siguiendo de un nudo a otro, hasta obtener la aproximación deseada.

4.- Sumando los momentos de empotramiento en los extremos de las barras  $M_{ik}$  con la influencia de los giros, obtenemos los momentos definitivos de los extremos de cada barra. Así para un extremo de la barra  $i - k$  obtenemos:

$$\overline{M_{ik}} = M_{ik} + 2\overline{M'_{ik}} + M_{ki}$$

Siendo:

$$\overline{M_{ik}} = \text{Momento flector en el extremo } i \text{ de la barra } i-k.$$

$M_{ik}$  = Momento de empotramiento perfecto en el extremo  $i$  producido por las cargas exteriores.

$$\overline{M'_{ik}} = \text{Momento en el extremo } i \text{ debido al giro del mismo.}$$

$$M'_{ki} = \text{Momento en el extremo } i \text{ debido al giro del extremo } k \text{ de la Barra.}$$

Para el caso de una estructura simétrica, y carga también simétrica, es suficiente el cálculo para la mitad de la estructura. Cuando el eje de simetría pasa a lo largo de una columna (o sea el caso de un número par de tramos), se puede sustituir cada una de estas barras, después de calculados los momentos de empotramiento perfecto, por una barra mitad de longitud empotrada en dicho eje de simetría y con un valor del coeficiente de rigidez  $K'$  igual a la mitad de su coeficiente  $k$  correspondiente a la barra primitiva.

Los extremos de las barras en voladizo (o cantilivers) se pueden considerar como una barra cuyo extremo opuesto está en una longitud infinita. El valor del coeficiente de rigidez  $k$  de esta barra es igual a cero y el momento de empotramiento el de una barra cualquiera.

Sólo se muestra el procedimiento de cálculo de uno de los marcos, y de los demás solo se muestran resultados.

Marcos C-C'

### Cálculo de los momentos de empotramiento perfecto.

Trabe a-b; 3 (el número se refiere al nivel de la trabe)

$$M = \pm \frac{wl^2}{12} = \pm \frac{2.091 \times 5.5^2}{12} = 5.2711 \text{ Ton-m.}$$

Trabe b-b' ; 3

$$M = \pm \frac{wl^2}{12} = \pm \frac{1.986 \times 5^2}{12} = 4.1375 \text{ Ton-m.}$$

Trabe a-b; 2

$$M_a = - \frac{4.353 \times 5.5^2}{12} = \frac{2.61 \times 4 \times 1.5^2}{12} = - 11.6459 \text{ Ton-m.}$$

$$M_b = - \frac{4.353 \times 5.5^2}{5.5^2} + \frac{2.61 \times 4^2 \times 1.5^2}{5.5^2} = + 12.7670 \text{ Ton-m}$$

Trabe a-b; 1

Igual a trabe a-b; 2

Trabe b-b'; 1

Igual a trabe b-b'; 2

### Cálculo de los momentos de inercia.

$$\text{Para columnas superiores } I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 30^3}{12} = 67,500 \text{ cm}^4$$

$$\text{Para columnas intermedias} = \frac{35 \times 35^3}{12} = 125,162 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para columnas inferiores} = \frac{40 \times 40^3}{12} = 213,333 \text{ cm}^4$$

$$\text{Para traves} = \frac{20 \times 40^3}{12} = 106,666 \text{ cm}^4$$

### Cálculo de momentos de inercia relativos.

$$\text{Para columnas superiores} = \frac{67,500}{67,500} = 1.000$$

$$\text{Para columnas intermedias} = \frac{125,162}{67,500} = 1.853$$

$$\text{Para columnas inferiores} = \frac{213,333}{67,500} = 3.160$$

$$\text{Para traves} = \frac{106,666}{67,500} = 1.580$$

### Cálculos de rigideces relativas.

$$\text{Para columnas superiores} = \frac{1.000}{300} = 0.333$$

$$\text{Para columnas intermedias} = \frac{1.853}{300} = 0.618$$

$$\text{Para columnas inferiores} = \frac{3.160}{400} = 0.790$$

$$\text{Para traves a-b} = \frac{1,580}{550} = 0.287$$

$$\text{Para traves b-b'} = \frac{1.580}{500} = 0.316$$

### Cálculo de los factores de giro o coeficiente de repartición.

Nudo a-3

$$\mu_{a-b} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.287}{0.287 + 0.333} = -0.231$$

$$\mu_{3-2} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.333}{0.287 + 0.333} = -0.269$$

Nudo b-3

$$\mu_{b-b'} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.158}{0.158 + 0.287 + 0.333} = -0.102$$

$$\mu_{a-b} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.287}{0.158 + 0.287 + 0.333} = -0.184$$

$$\mu_{3-2} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.333}{0.158 + 0.287 + 0.333} = -0.214$$

Nudo 2-a

$$\mu_{a-b} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.287}{0.333 + 0.618 + 0.287} = -0.116$$

$$\mu_{2-3} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.333}{0.333 + 0.618 + 0.287} = -0.134$$

$$\mu_{2-1} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.618}{0.333 + 0.618 + 0.287} = -0.250$$

Nudo 2-b

$$\mu_{b-a} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.287}{0.287 + 0.333 + 0.158 + 0.618} = -0.103$$

$$\mu_{2-3} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.333}{0.287 + 0.333 + 0.158 + 0.618} = -0.119$$

$$\mu_{b-b'} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.158}{0.287 + 0.333 + 0.158 + 0.618} = -0.057$$

$$\mu_{2-1} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.618}{0.287 + 0.333 + 0.158 + 0.618} = -0.221$$

Nudo 1-a

$$\mu_{a-b} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.287}{0.618 + 0.287 + 0.790} = -0.085$$

$$\mu_{1-2} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.618}{0.618 + 0.287 + 0.790} = -0.182$$

$$\mu_{1-0} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.790}{0.618 + 0.287 + 0.790} = -0.233$$

Nudo 1-b

$$\mu_{a-b} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.287}{0.287 + 0.618 + 0.158 + 0.790} = -0.077$$

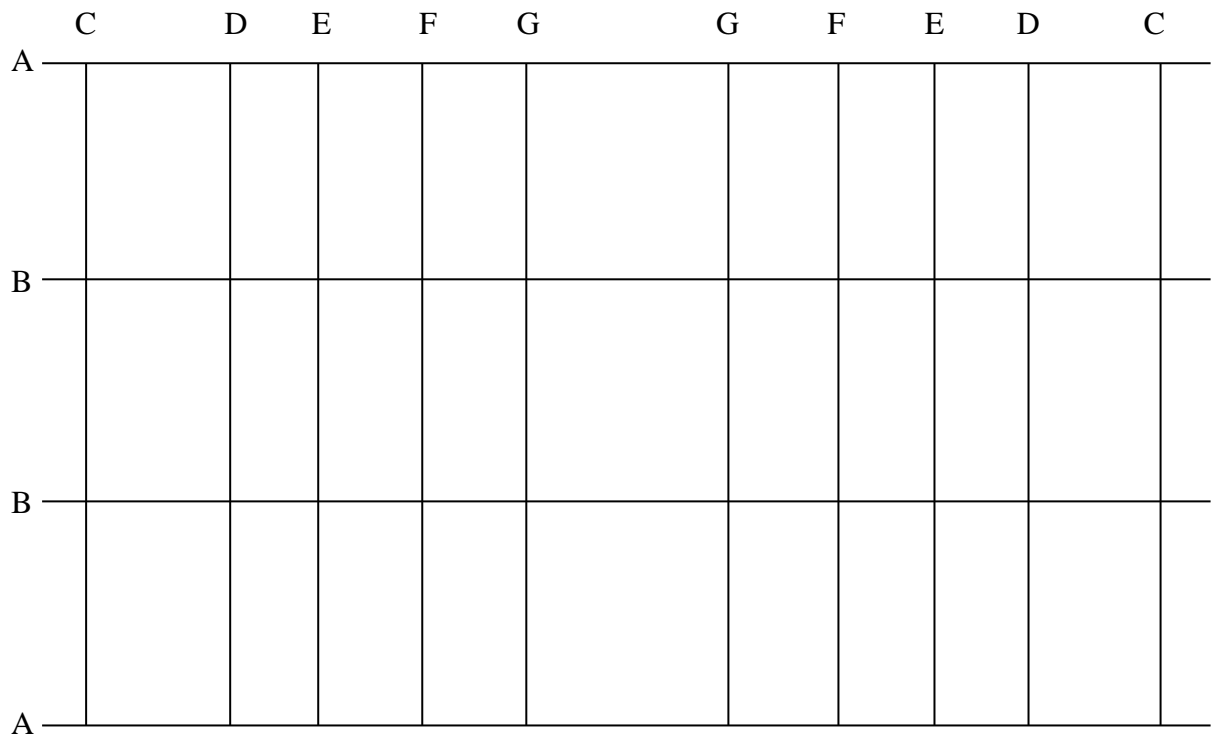
$$\mu_{1-2} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.618}{0.287 + 0.618 + 0.158 + 0.790} = -0.167$$

$$\mu_{b-b'} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.158}{0.287 + 0.618 + 0.158 + 0.790} = -0.043$$

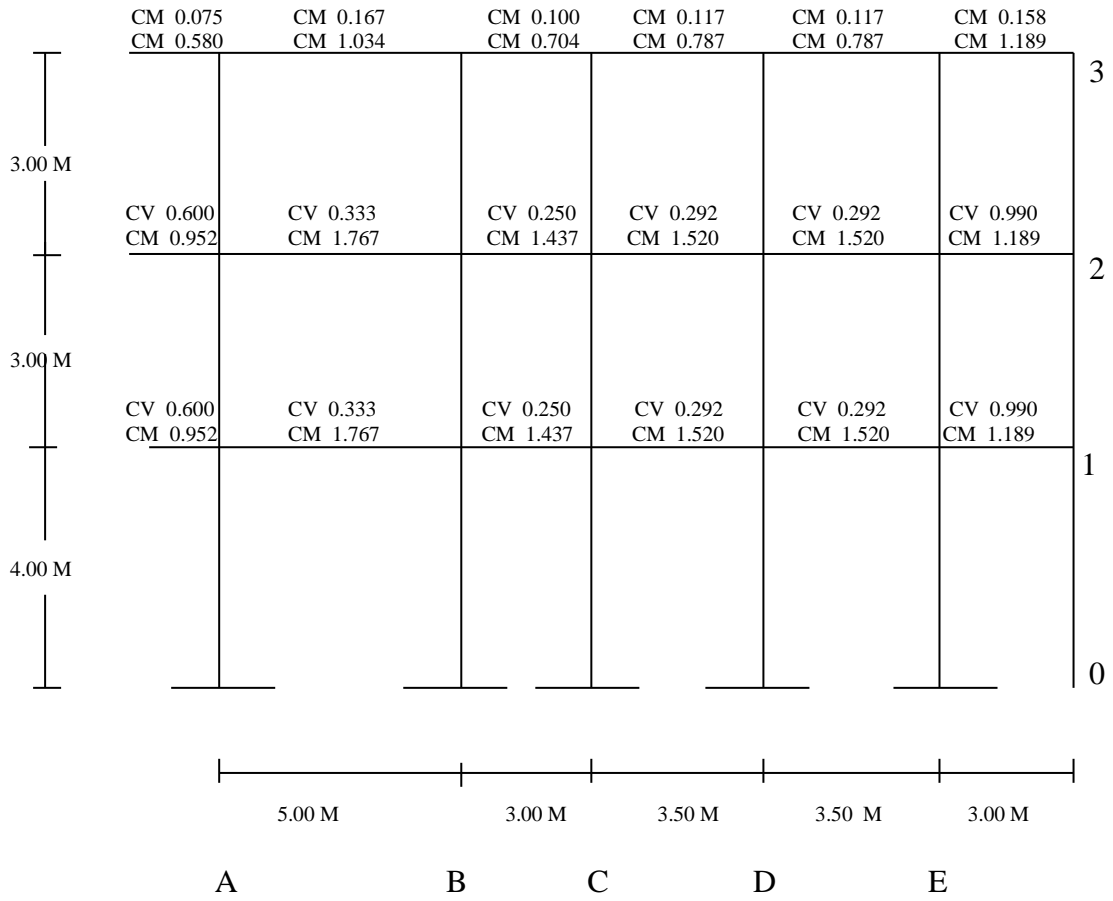
$$\mu_{1-0} = -\frac{1}{2} \times \frac{0.790}{0.287 + 0.618 + 0.158 + 0.790} = -0.213$$

En las interacciones de los marcos sólo se presentan la primera y la última. A continuación se muestran los marcos con sus respectivas cargas, los análisis, diagramas de cuerpo libre, diagramas de cortantes y de momentos.

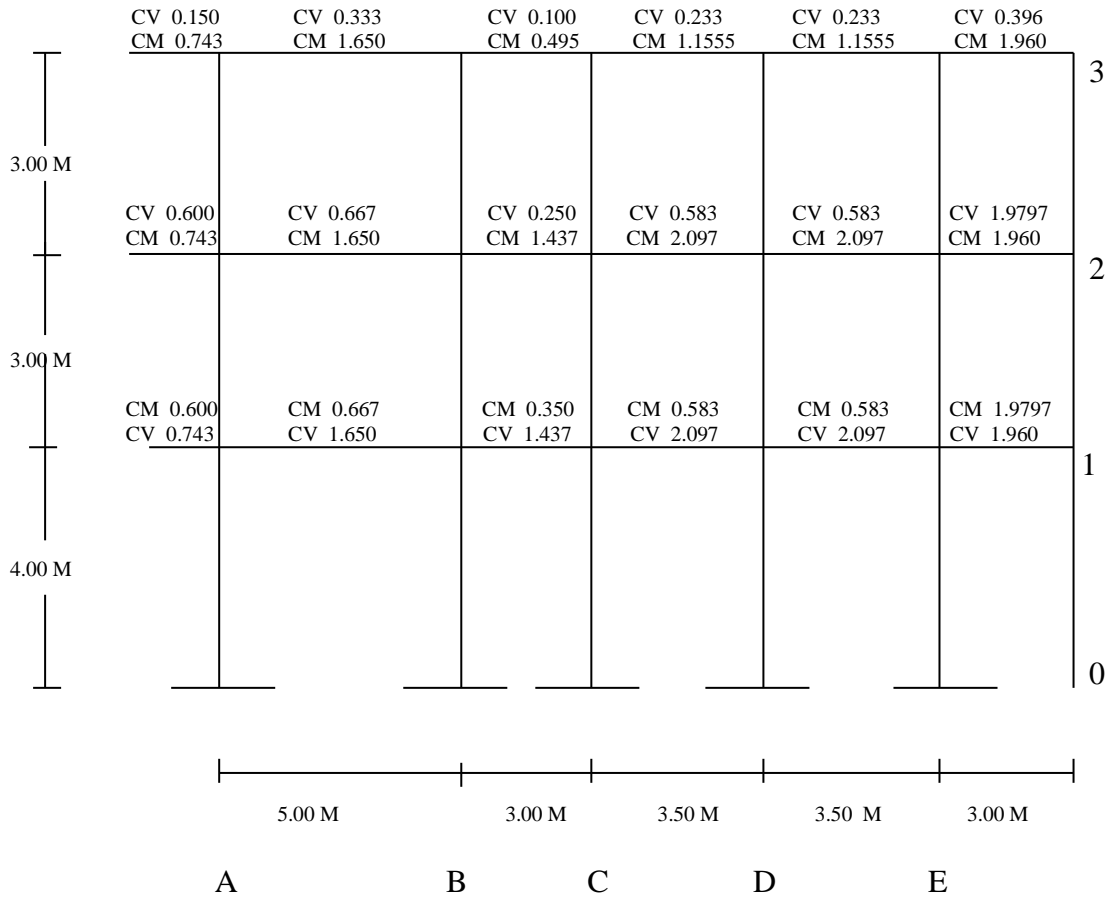
### ESTRUCTURA EN PLANTA



# MARCOS A - A'

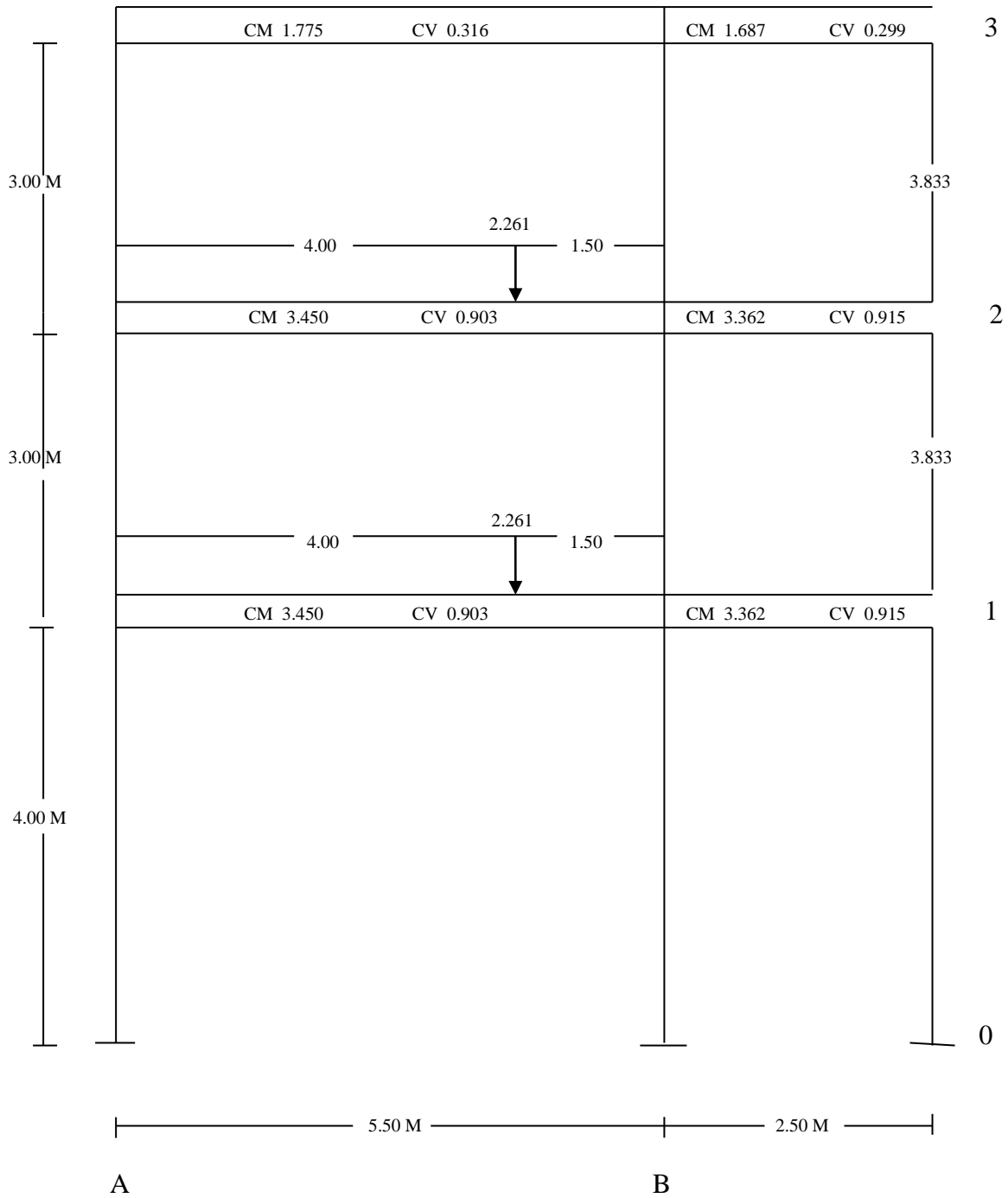


# MARCOS B - B'

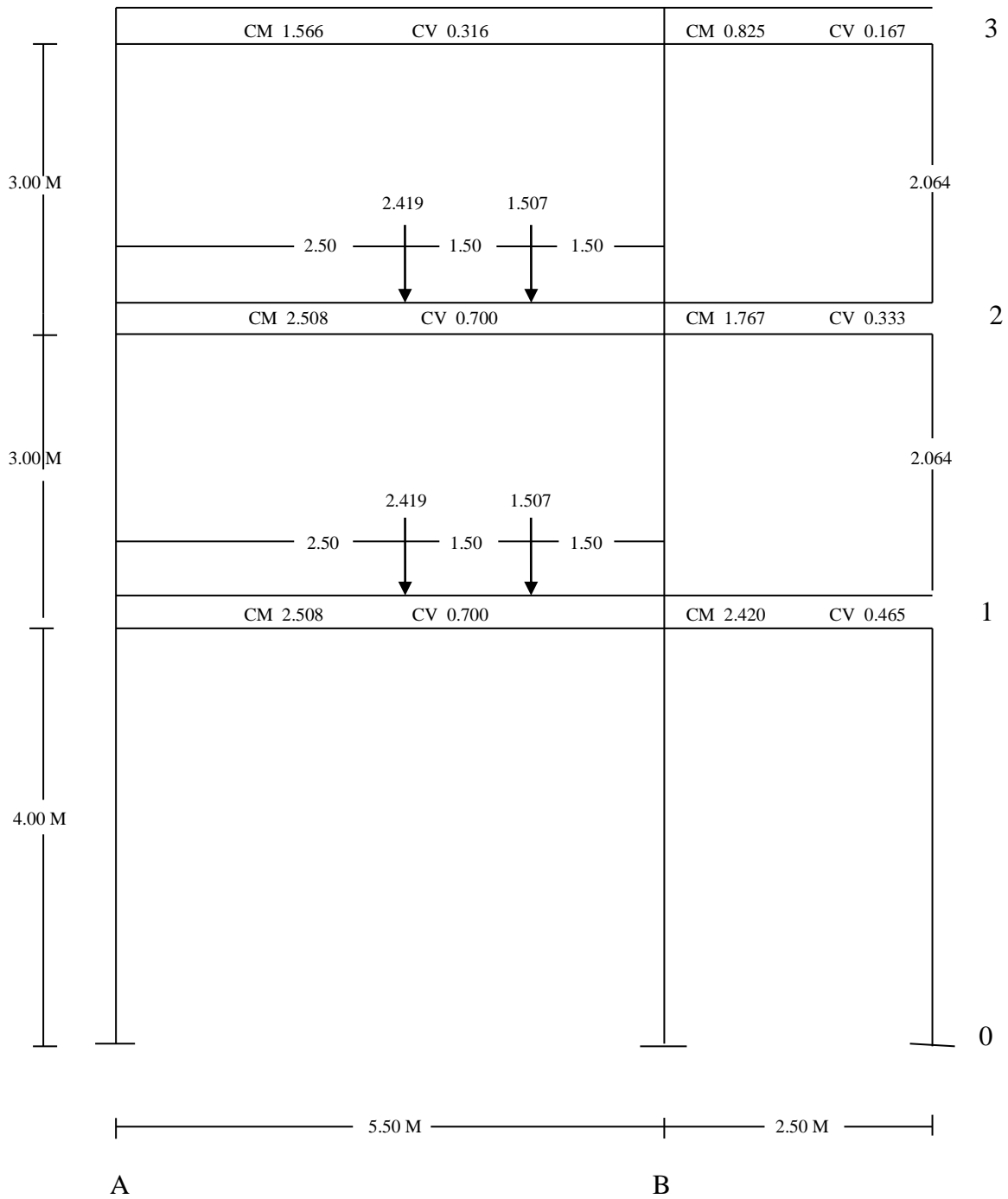




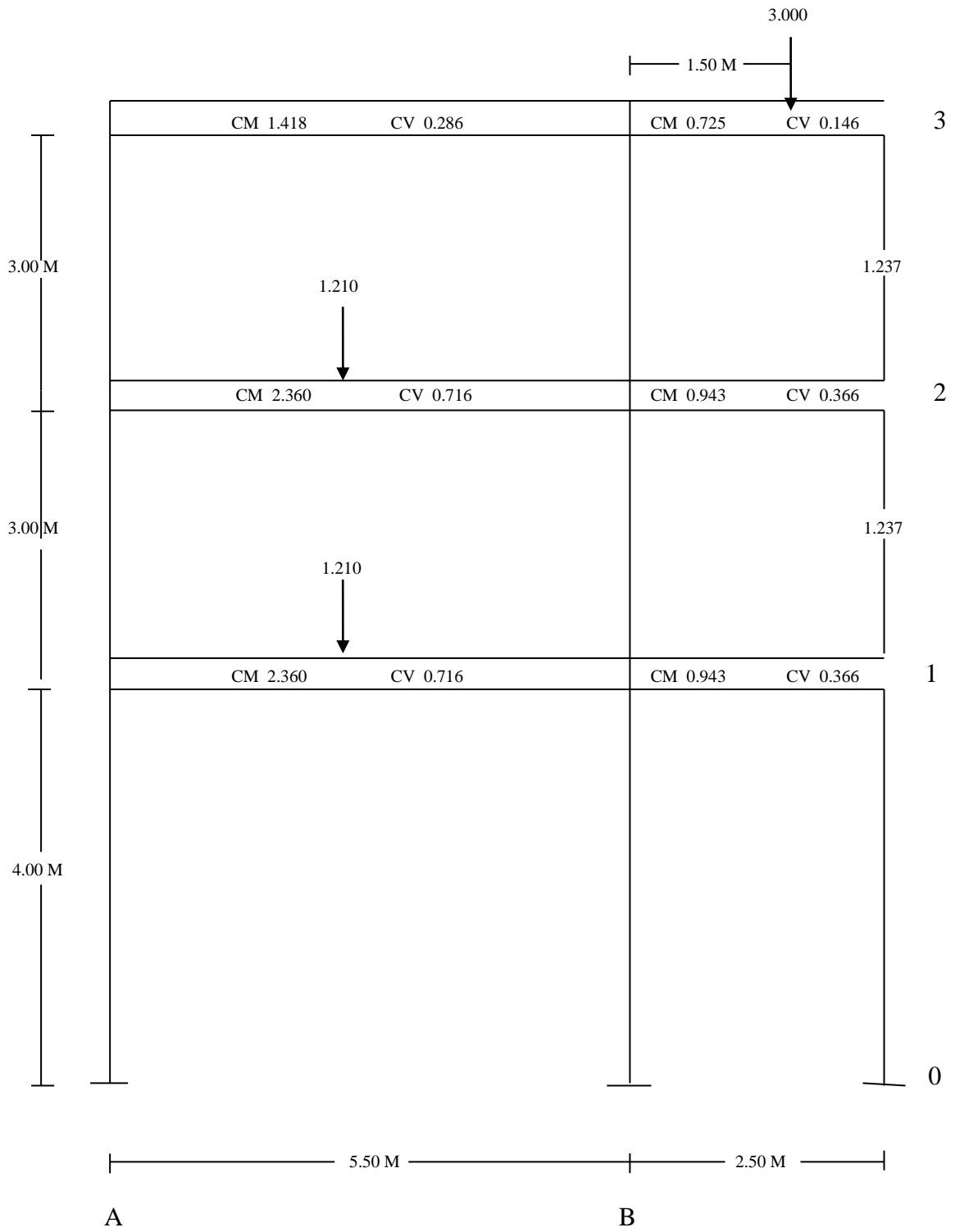
# MARCOS C - C'



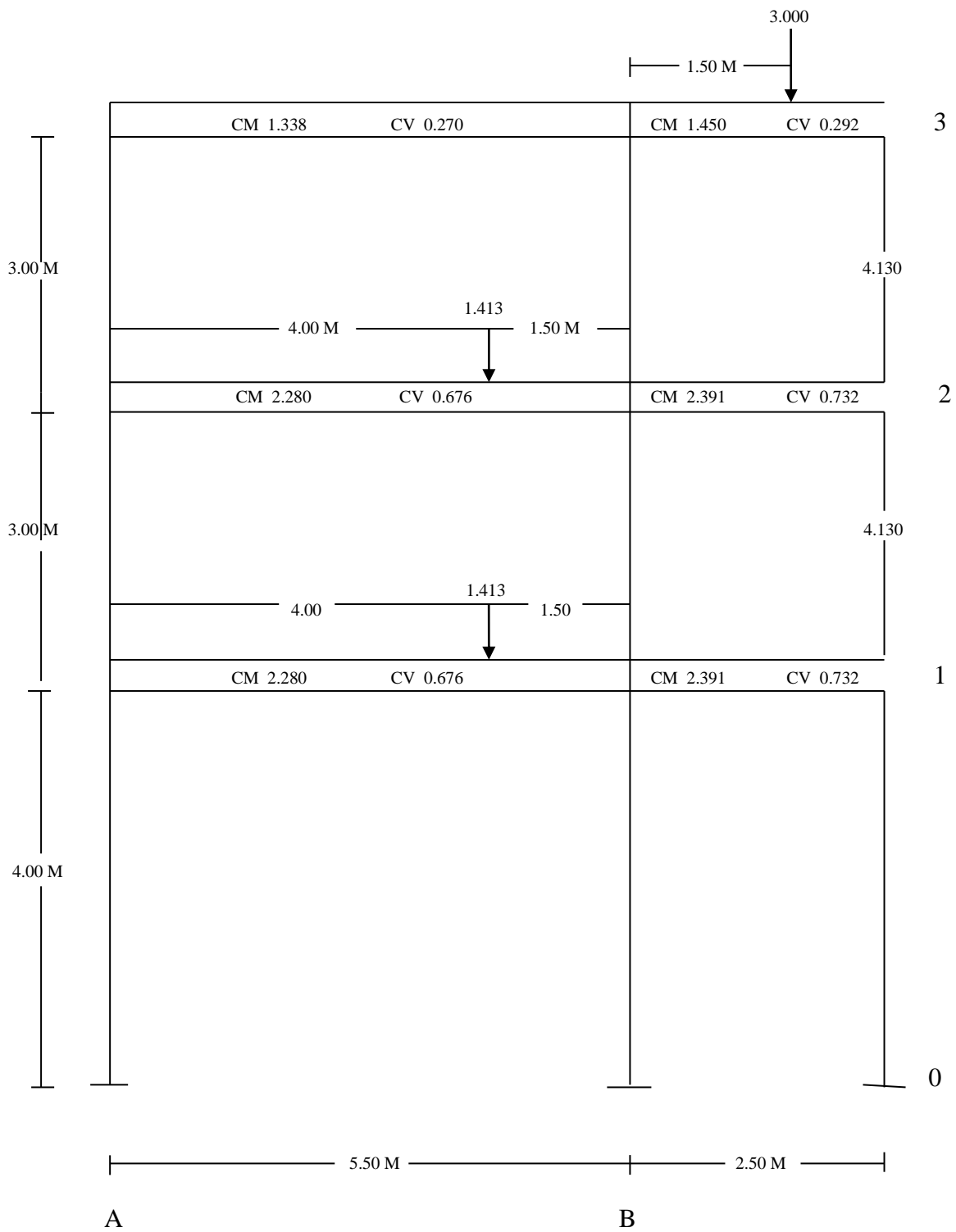
# MARCOS D - D'



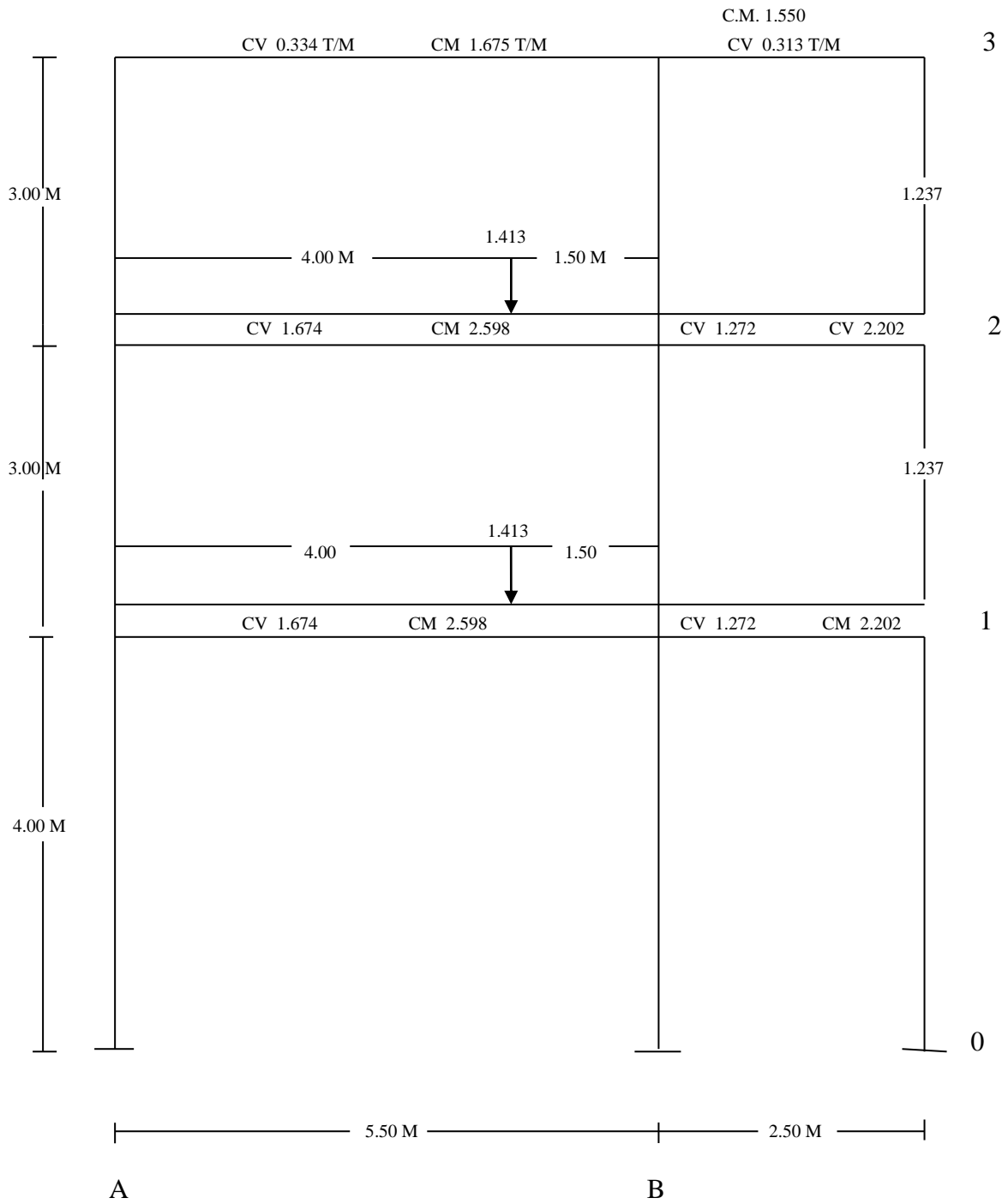
# MARCOS E - E'

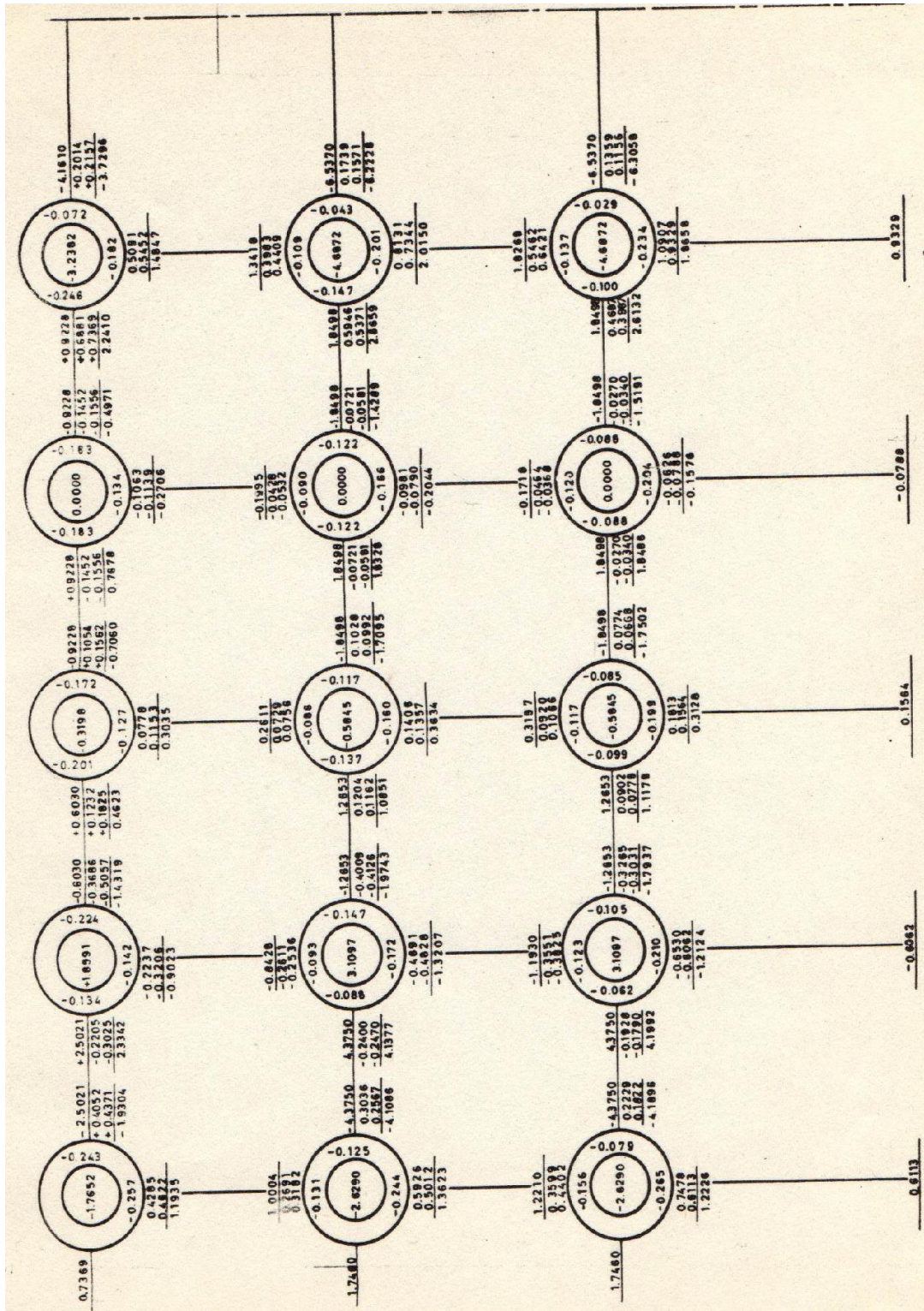


# MARCOS F - F'

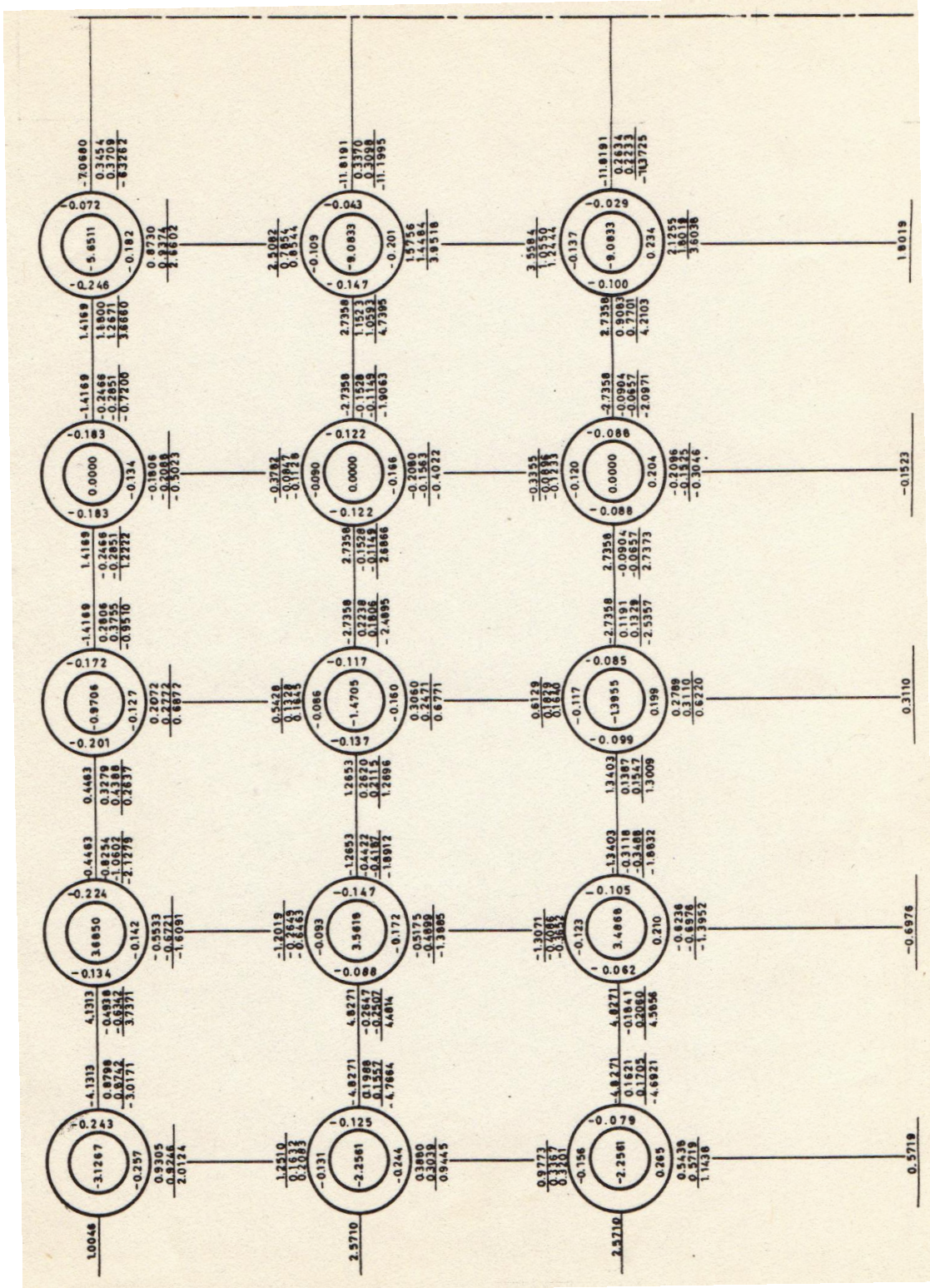


# MARCOS G - G'

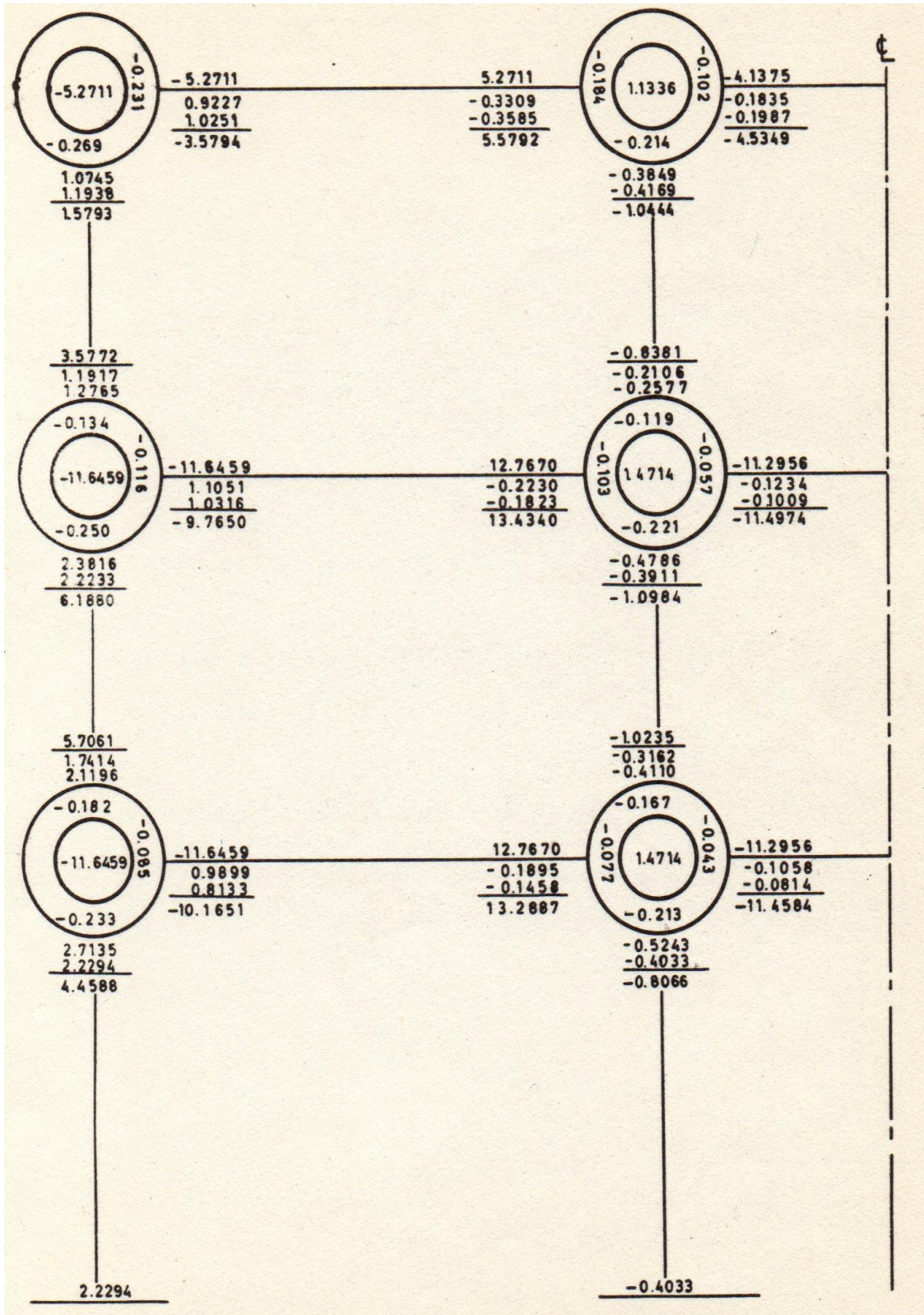




**ANÁLISIS GRAVITACIONAL MARCOS A - A'**

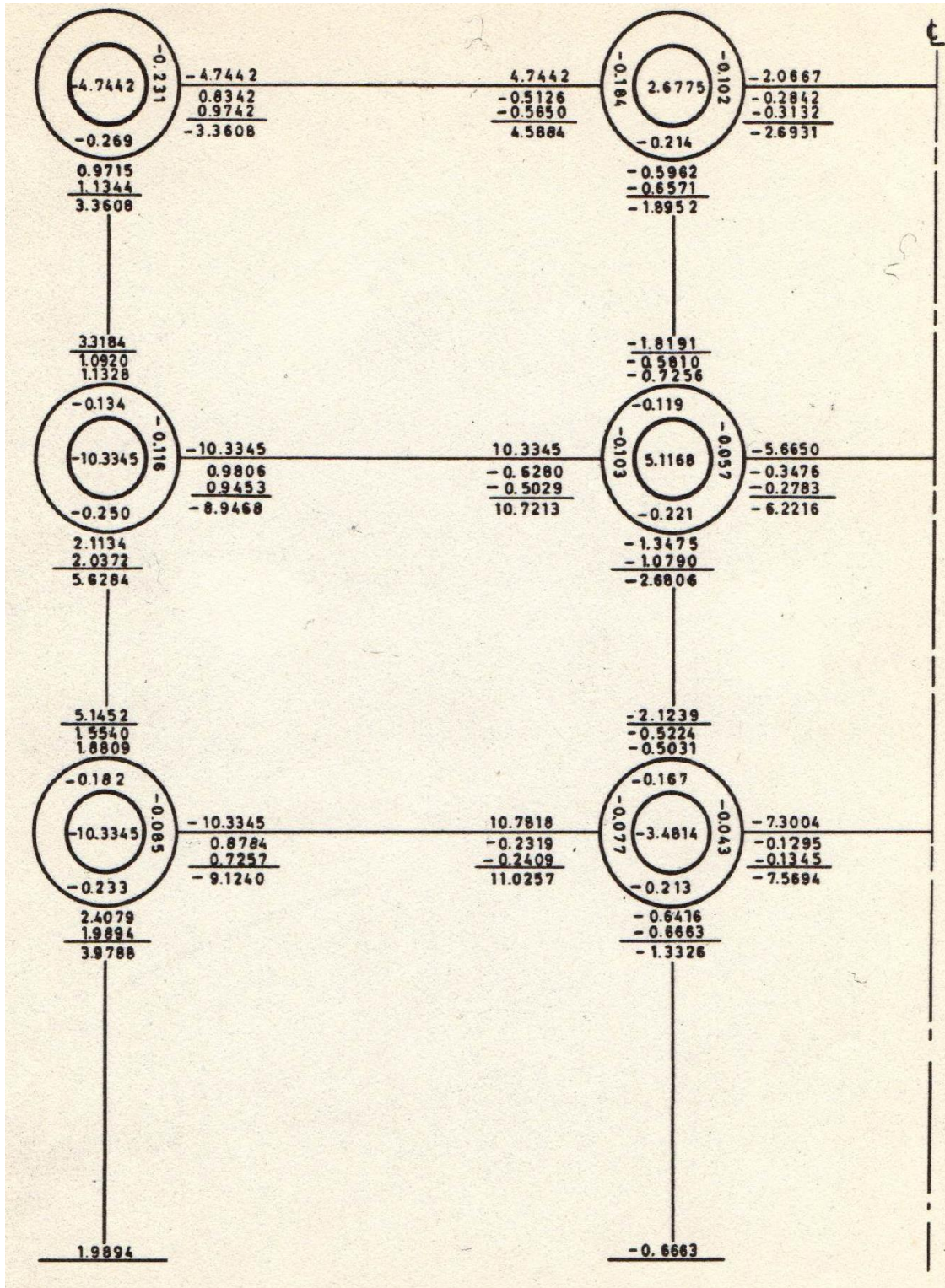


**ANÁLISIS RAVITACIONAL MARCOS B - B'**

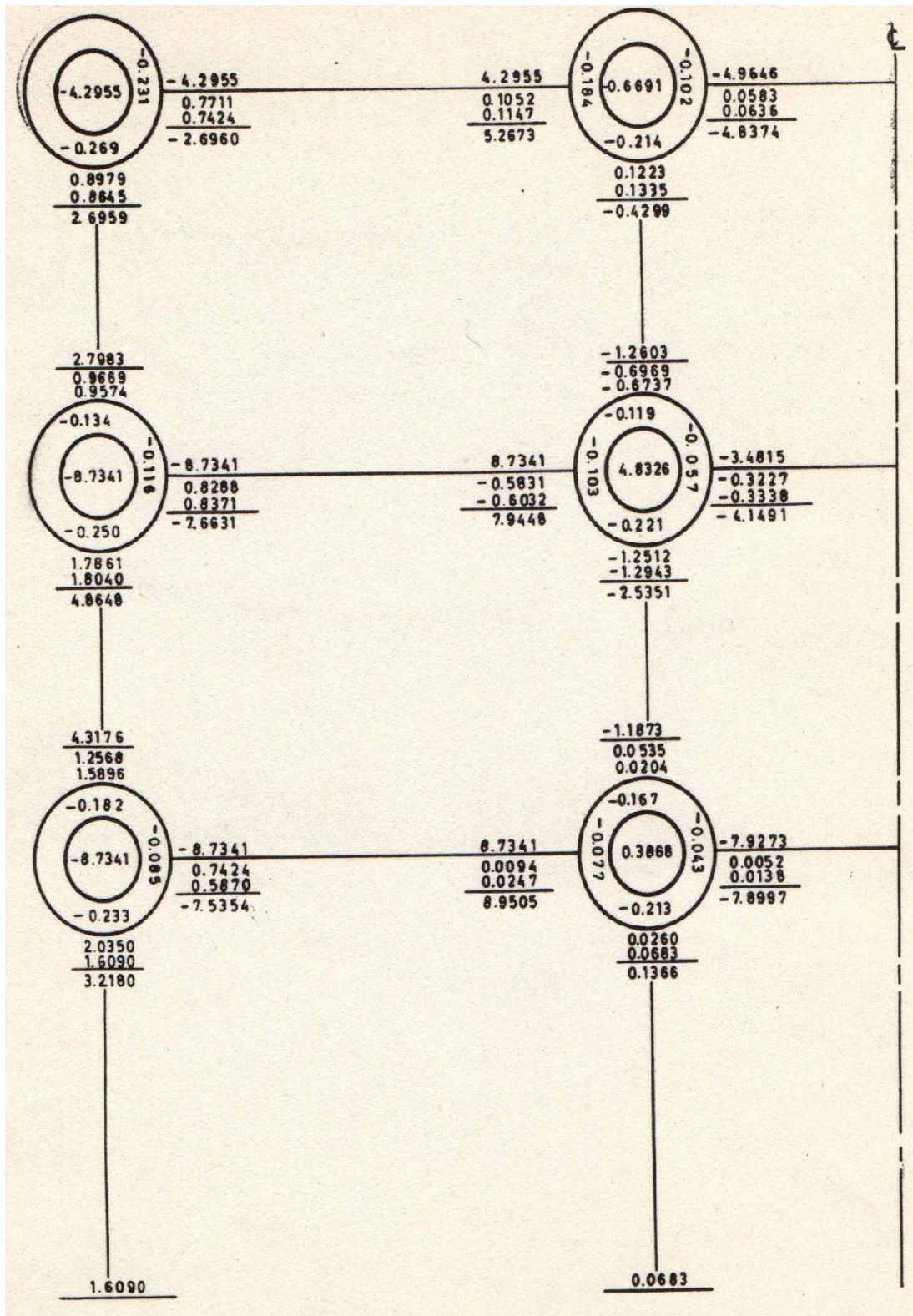


ANÁLISIS GRAVITACIONAL MARCOS C - C'

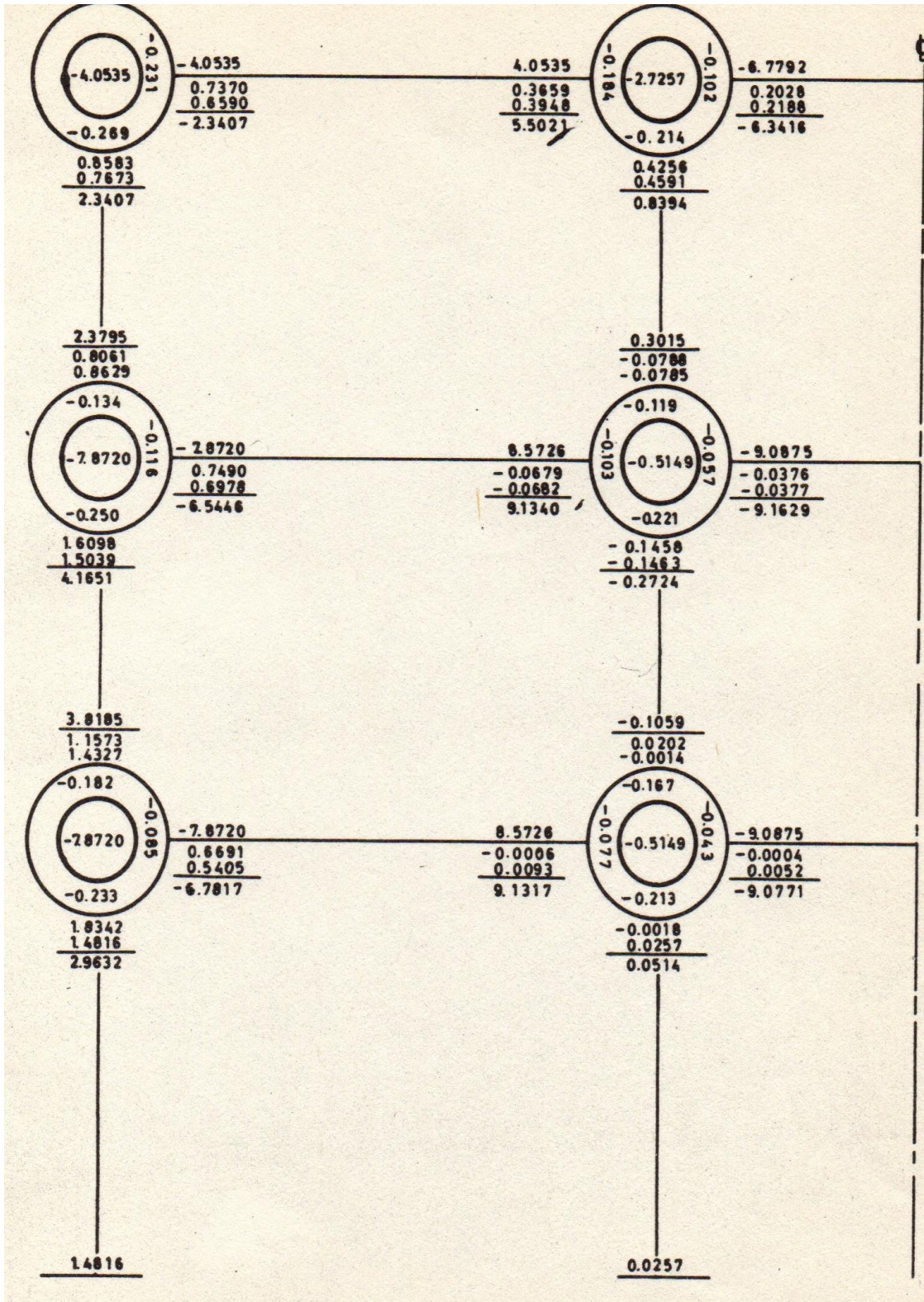




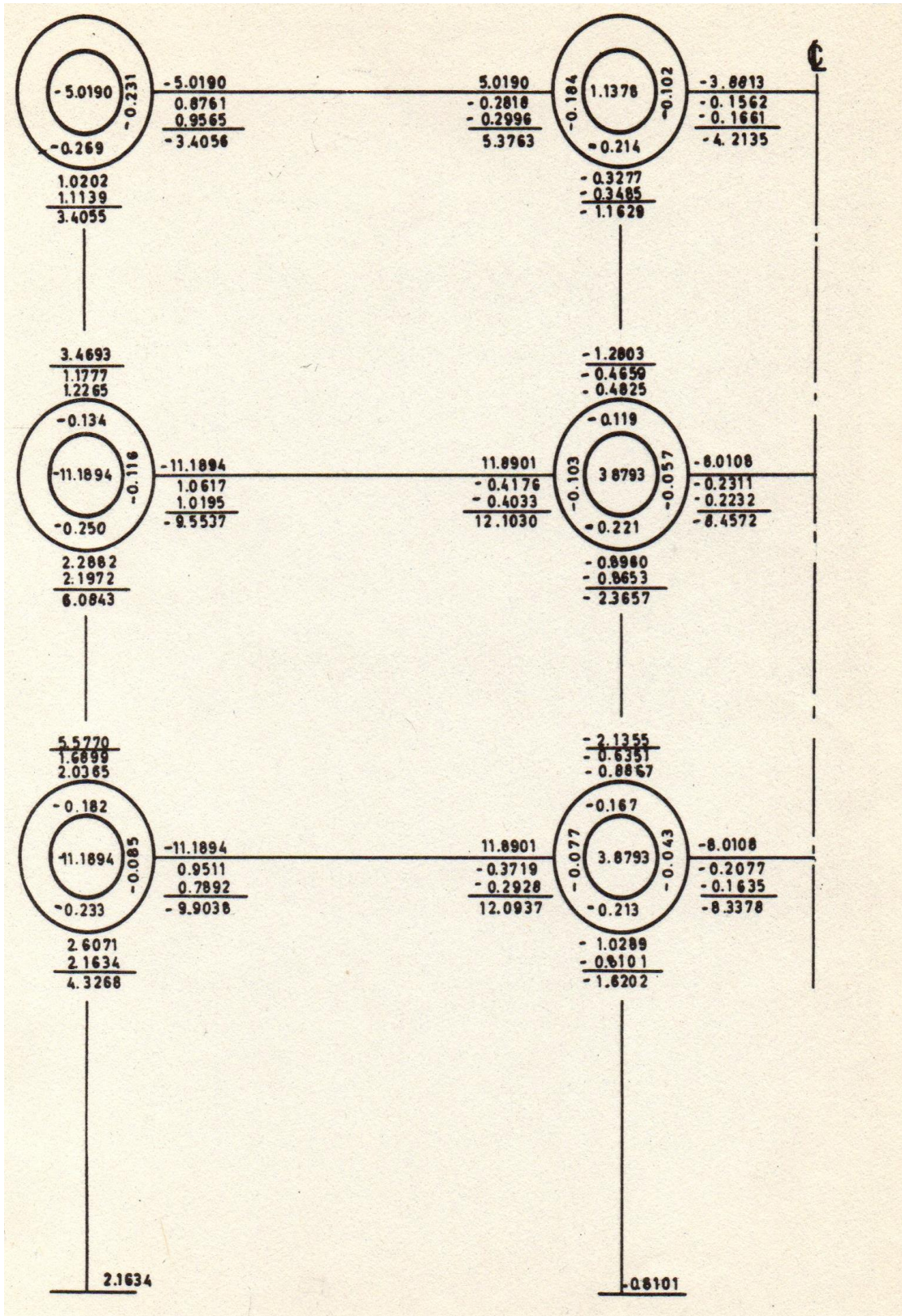
ANÁLISIS GRAVITACIONAL MARCOS D - D'



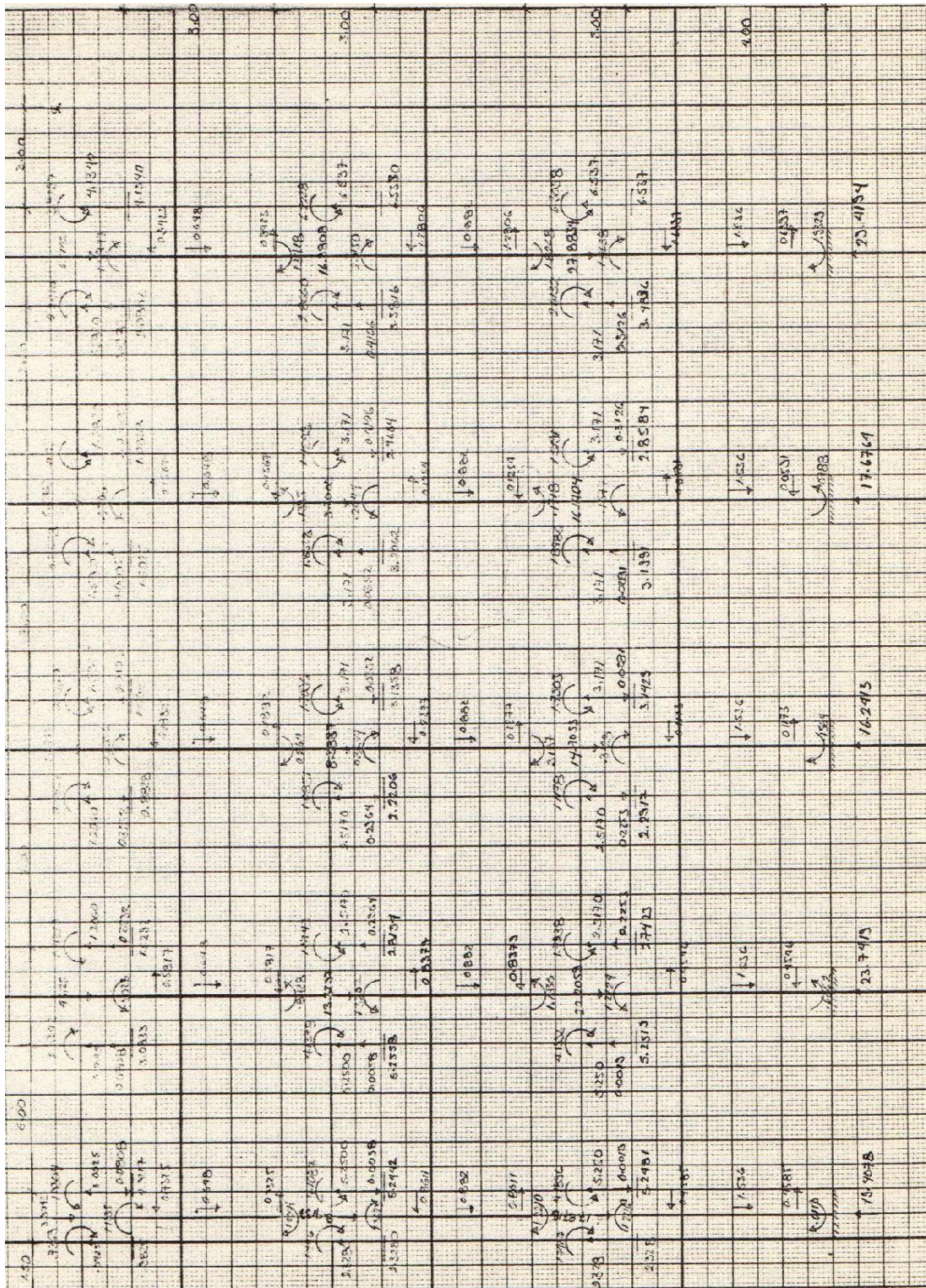
ANÁLISIS GRAVITACIONAL MARCOS E - E'



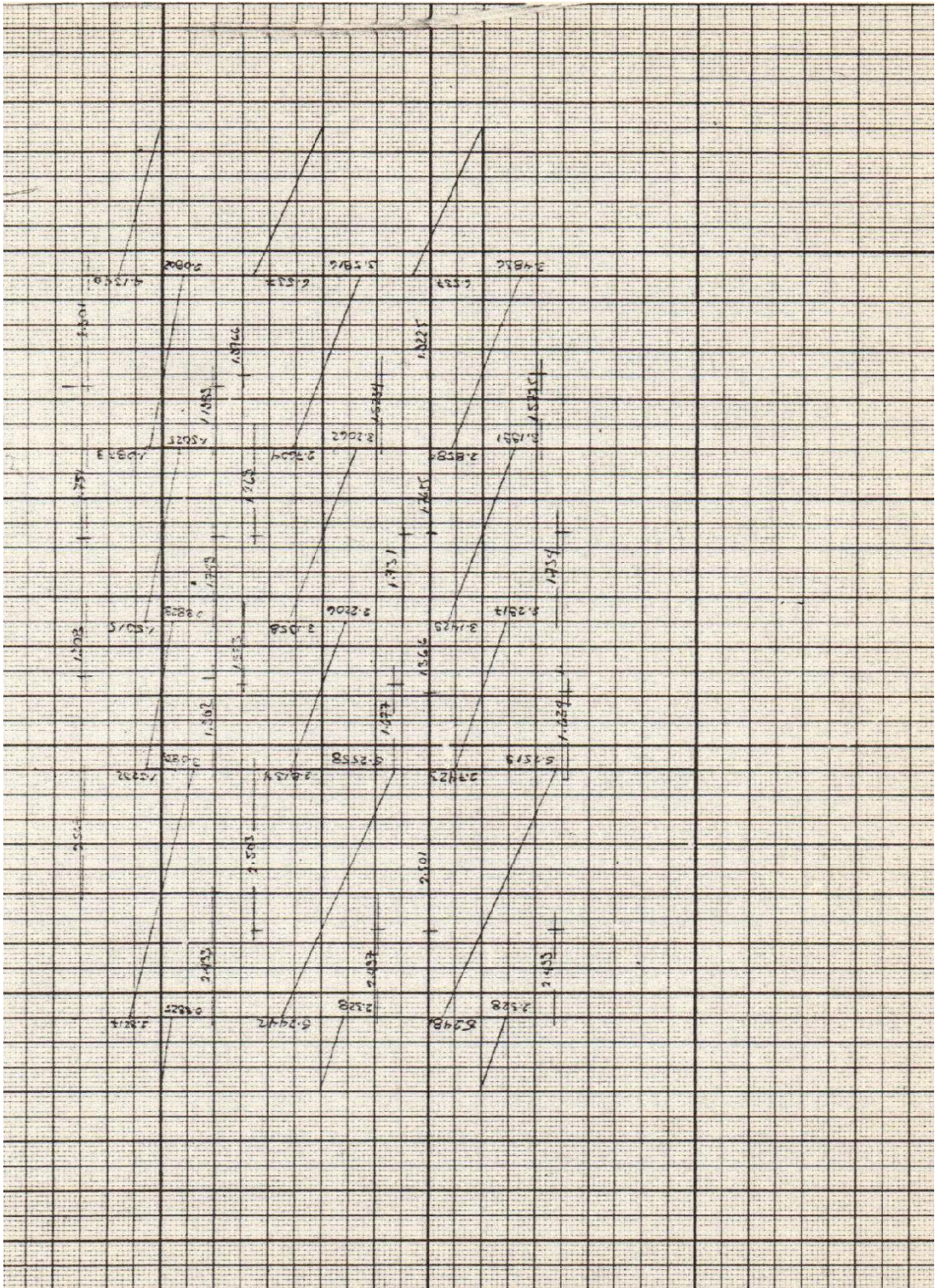
ANÁLISIS GRAVITACIONAL MARCOS F - F'



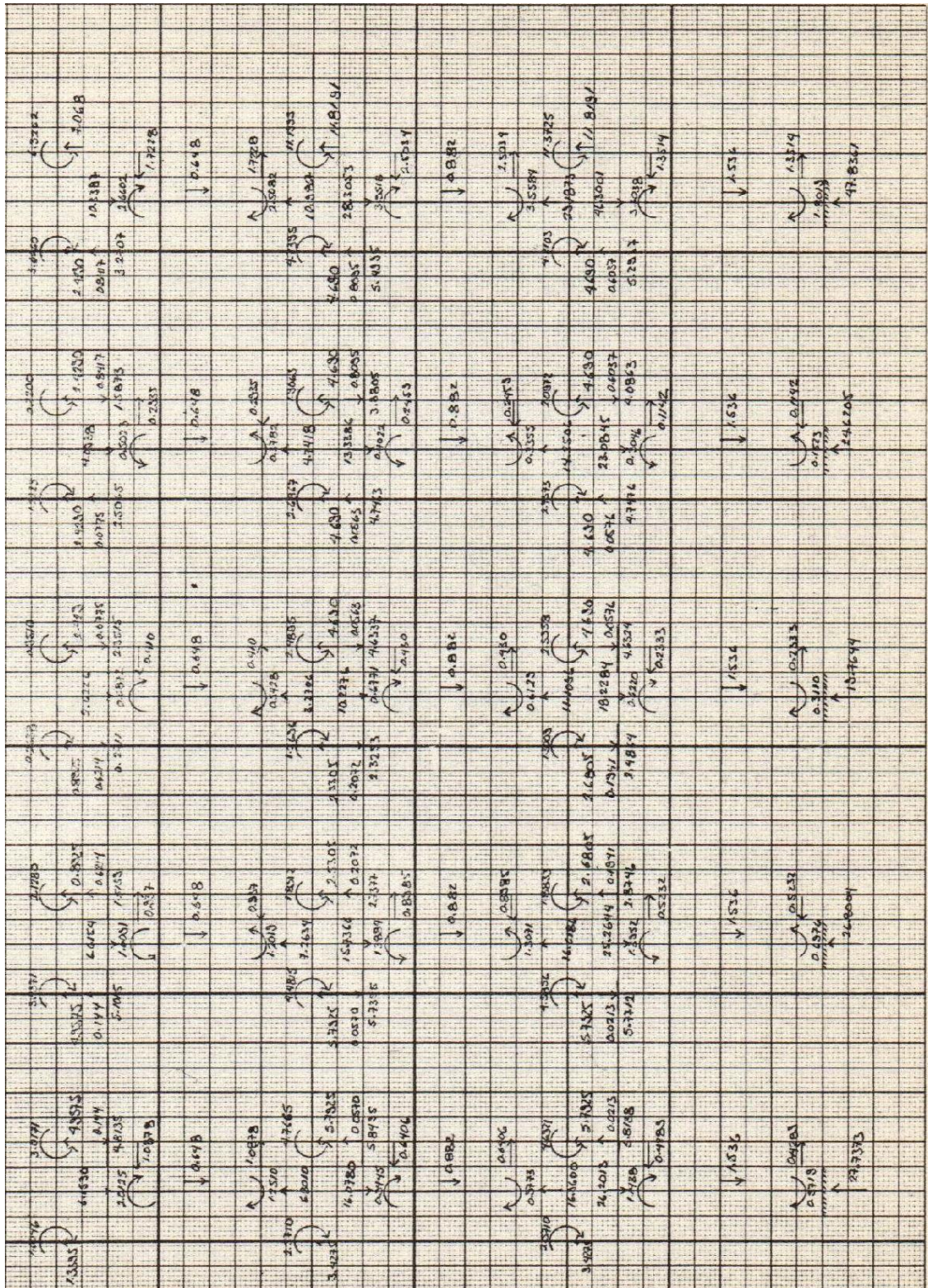
ANÁLISIS GRAVITACIONAL MARCOS G - G'



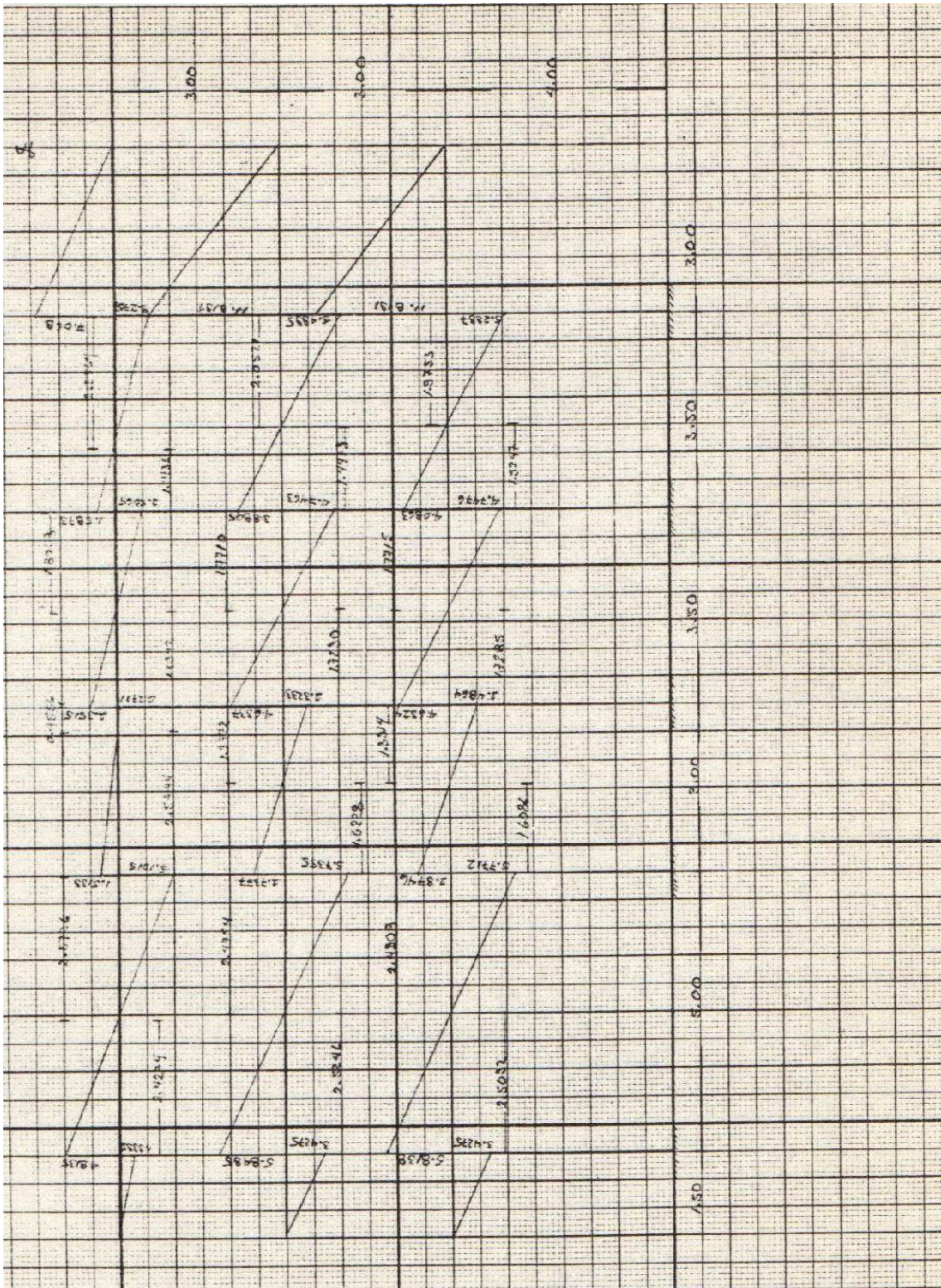
**DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MARCOS A - A'**



**DIAGRAMA DE CORTANTES EN TRABES MARCOS A - A'**

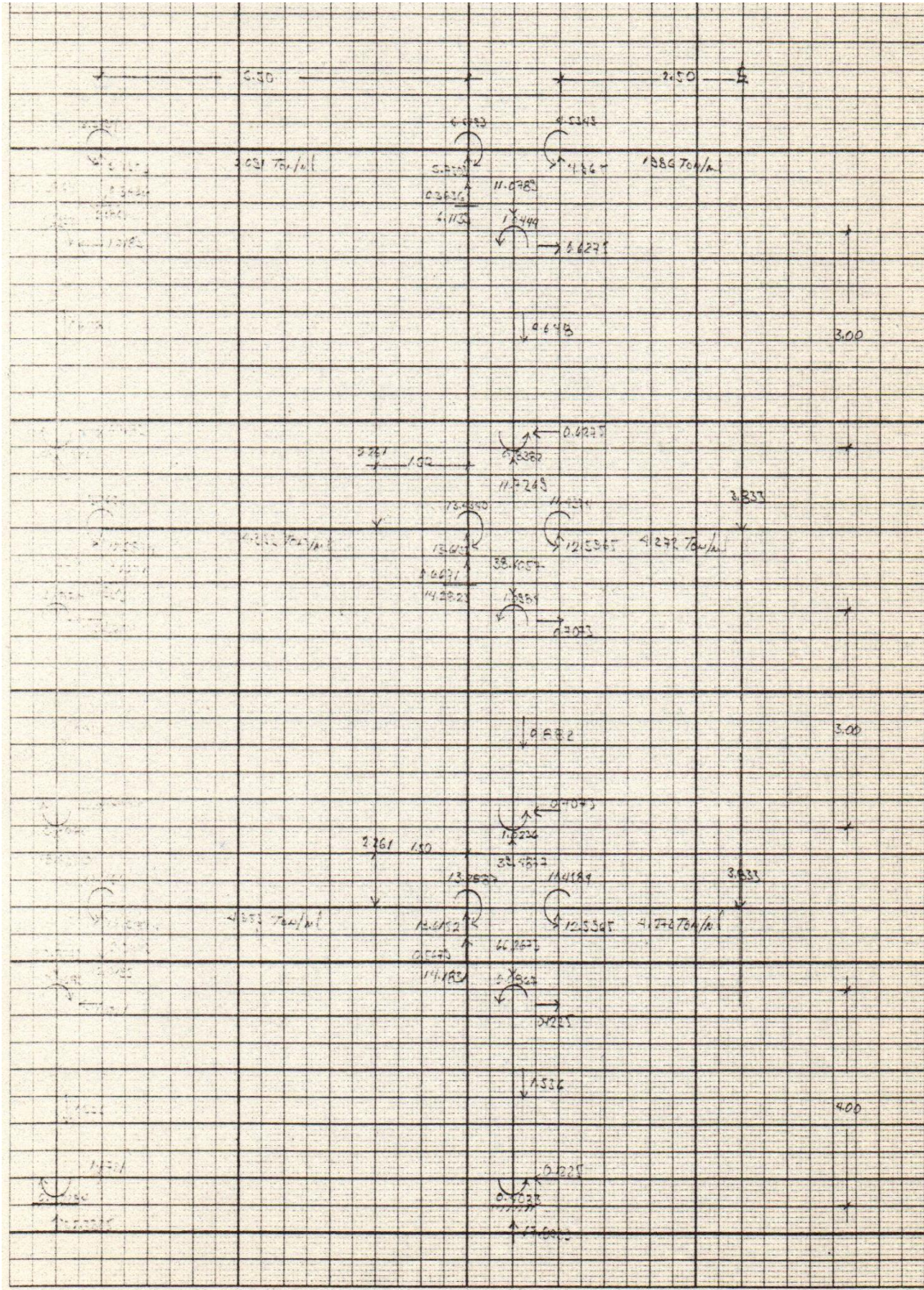


**DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MARCOS B - B'**

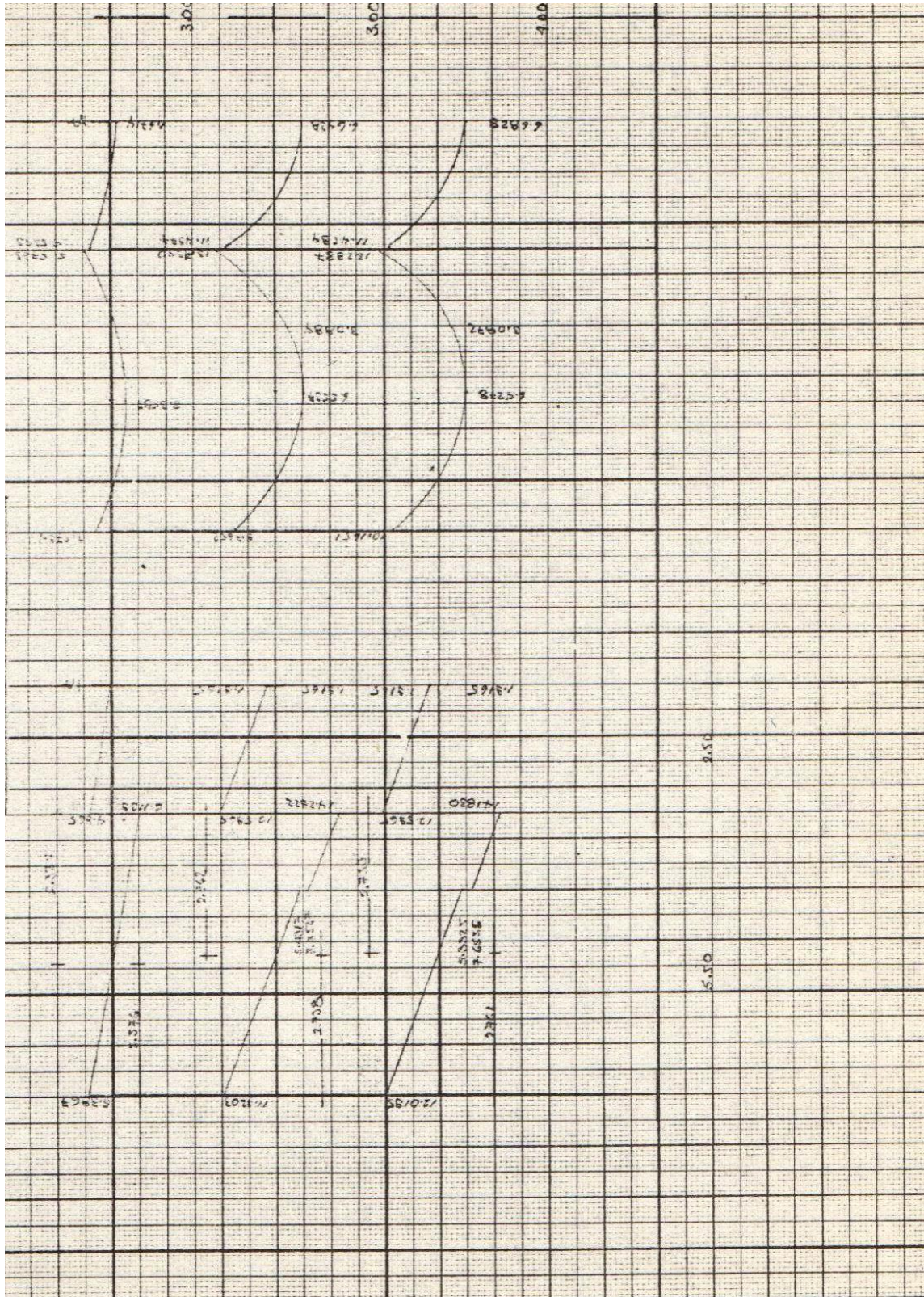


**DIAGRAMA DE CORTANTES EN TRABES MARCOS B - B'**

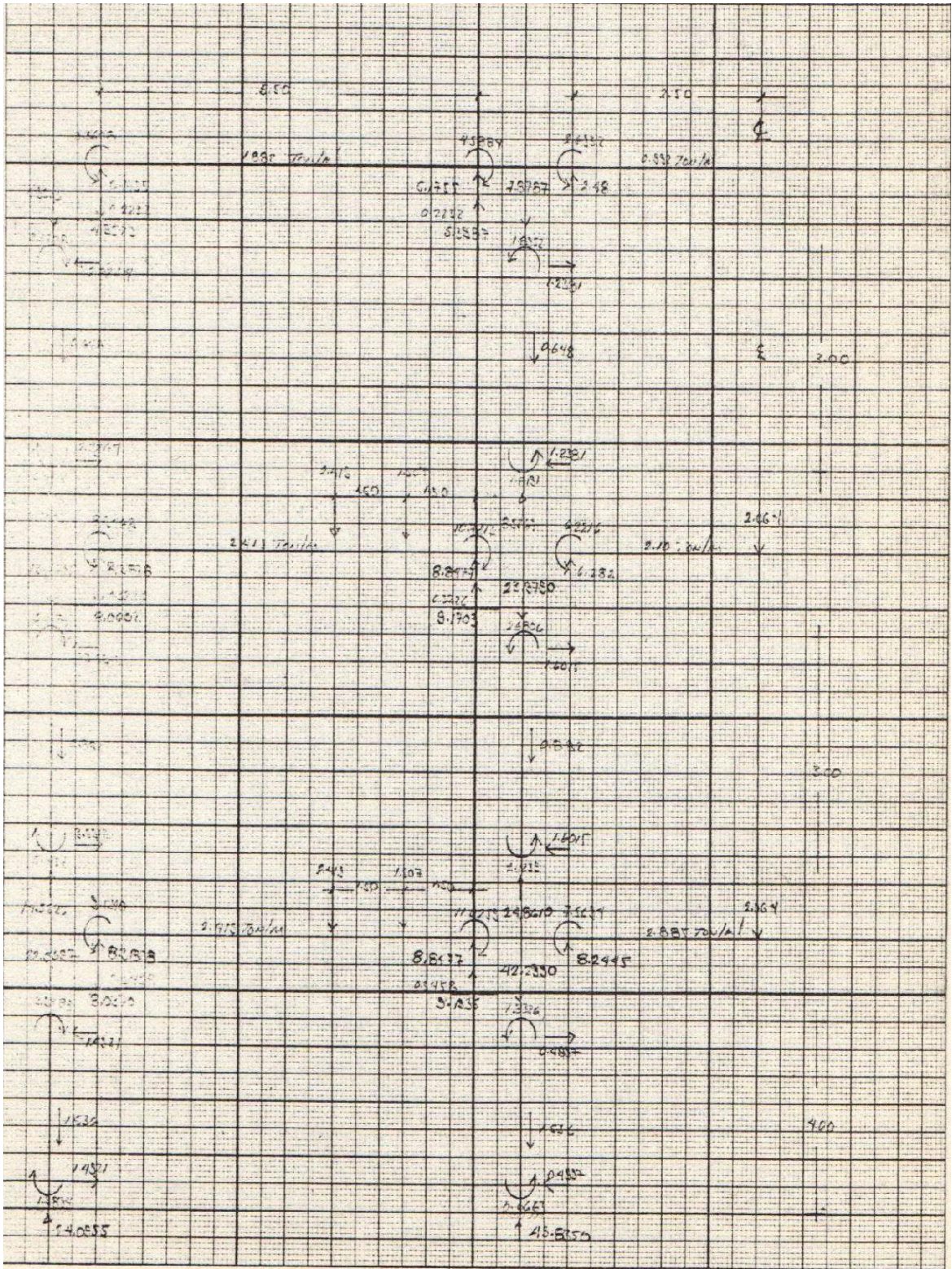




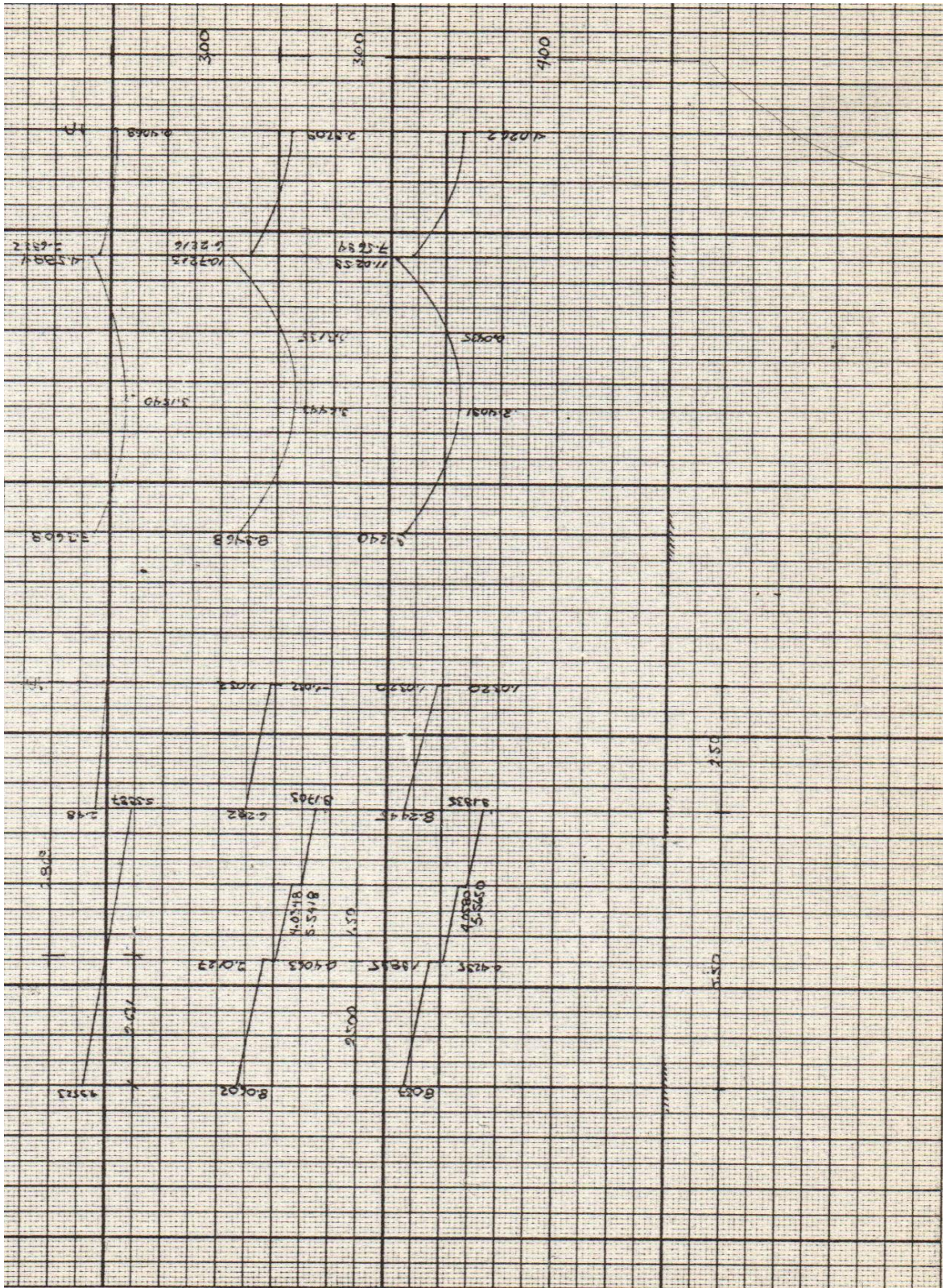
**DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MARCOS C - C'**



**DIAGRAMA DE CORTANTES Y OMENTOS EN TRABES MARCOS C - C'**

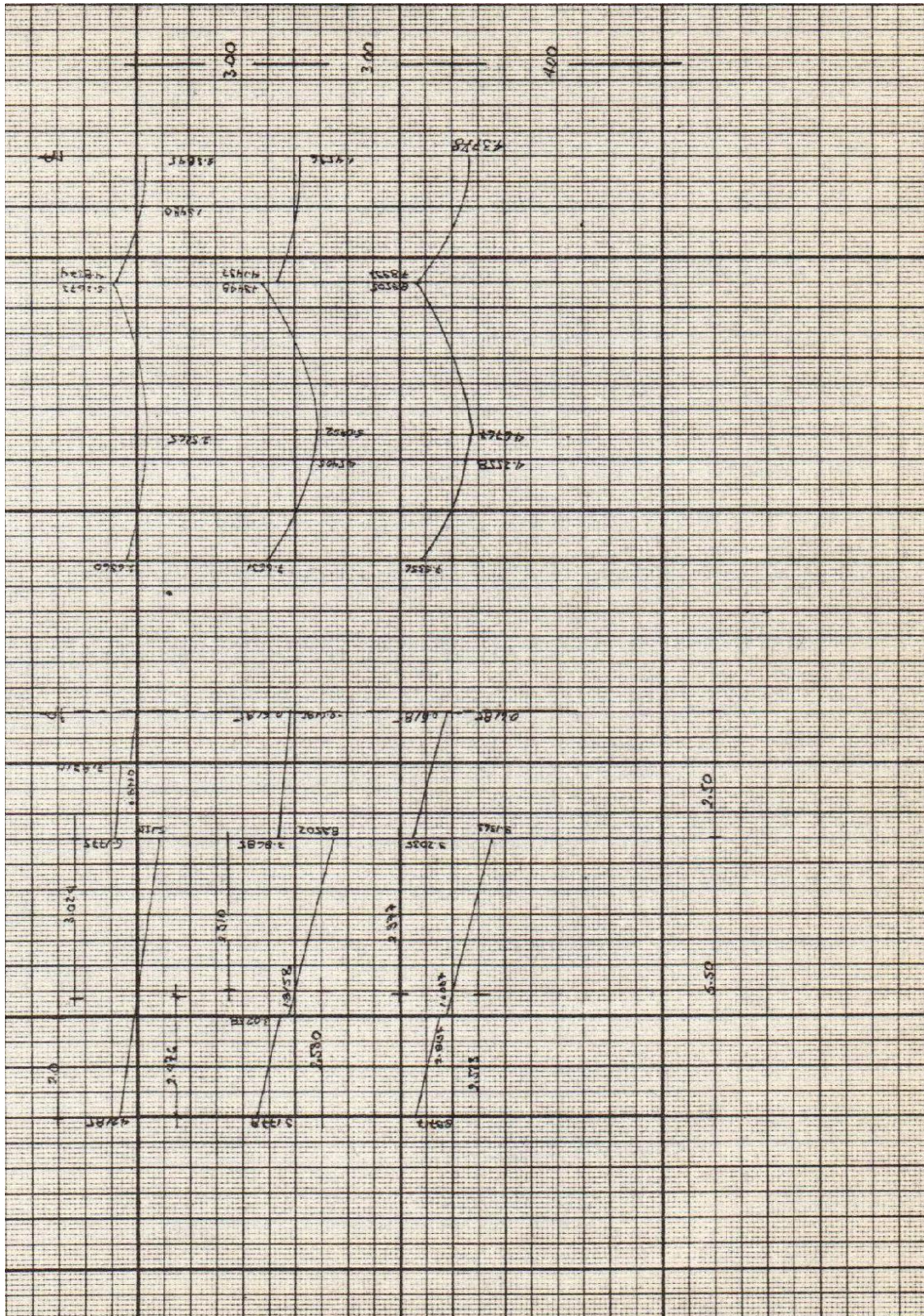


**DIAGRAMA DE CUERPO IBRE MARCOS D - D'**

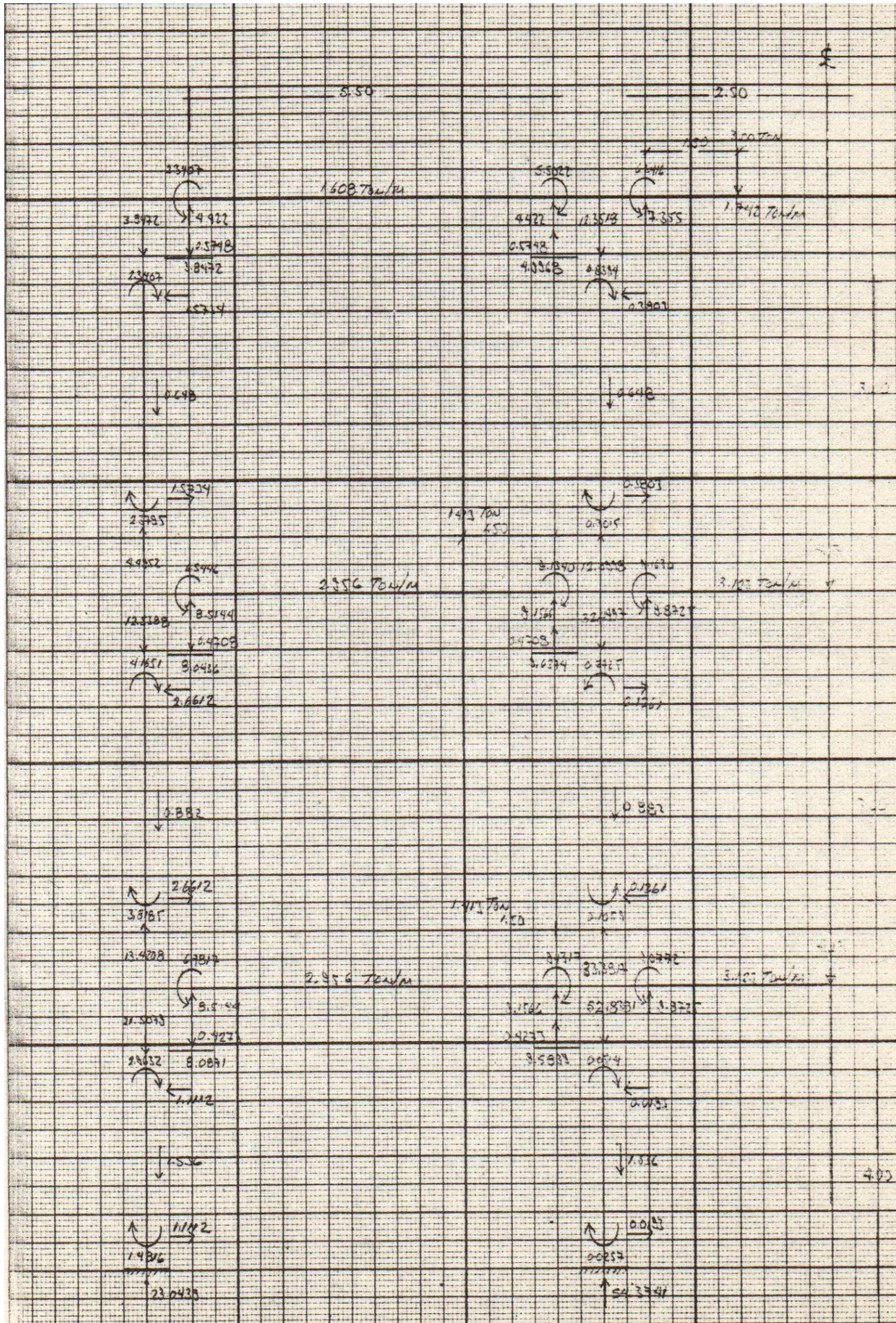


**DIAGRAMA DE CORTANTES Y MOMENTOS EN TRABES MARCOS D - D'**





**DIAGRAMA DE CORTANTES Y MMENTOS EN TRABES MARCOS E - E'**

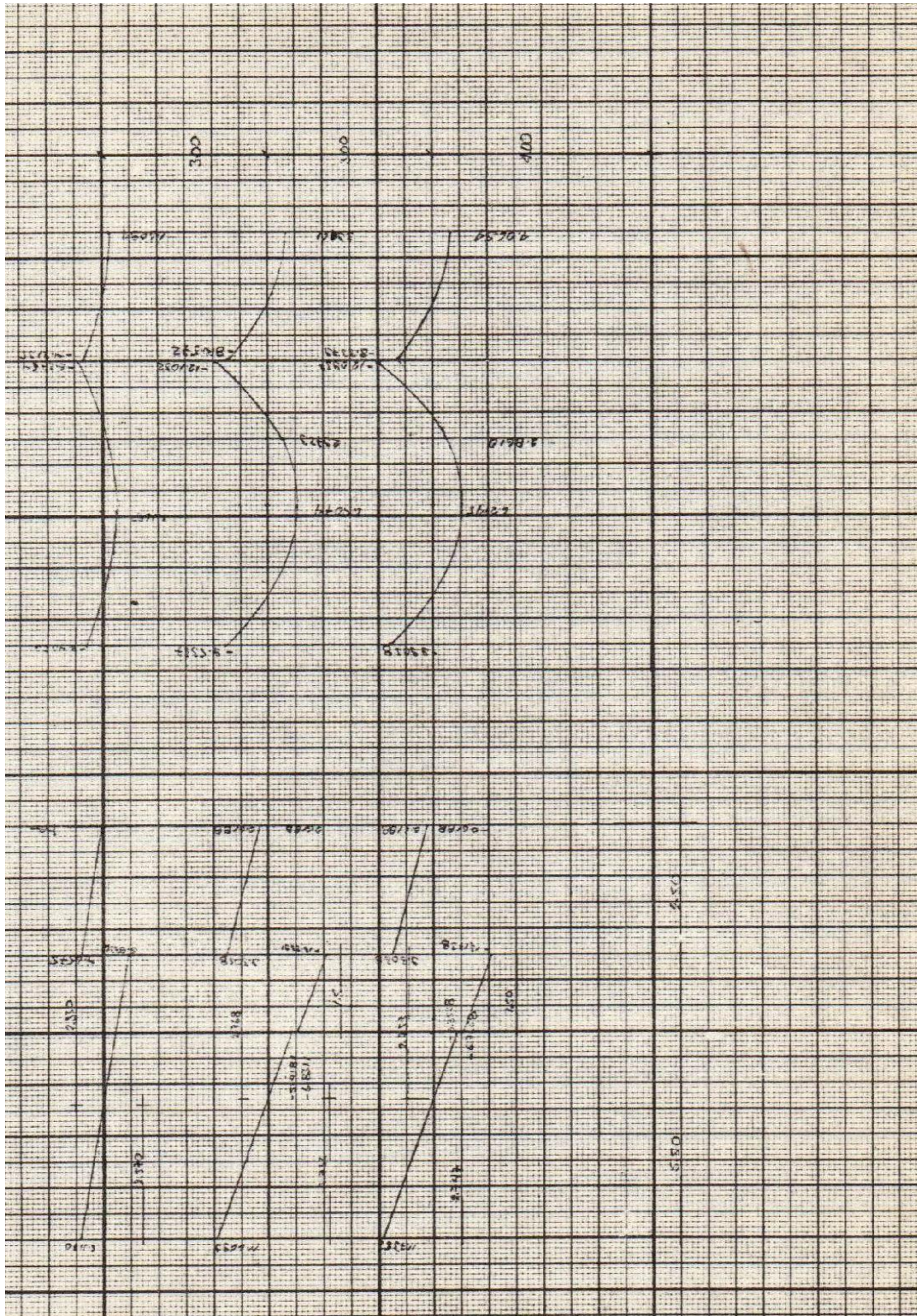


**DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MARCOS F - F'**









**DIAGRAMA DE CORTANTES Y MOMENTOS EN TRABES MARCOS G - G'**

## Cargas accidentales

Consideraremos como cargas accidentales, las causadas por sismos, ya que por experiencia son más importantes que las causadas por vientos.

### Clasificación de los edificios.

Por su destino las construcciones se clasifican en tres grupos:

#### Grupo A

Edificios gubernamentales y de servicios públicos (como plantas de bombeo, centrales eléctricas y telefónicas, estación de bomberos y otros), aquellos cuyo funcionamiento es esencialmente importante a raíz de un temblor (como hospitales); aquellos cuyo contenido es de gran valor (como museos), y aquellos, con área total construida superior a 400 m<sup>2</sup>, donde existe aglomeración de personas (como escuelas, estadios, salas de espectáculos, templos, estaciones terminales y similares)

#### Grupo B

Construcciones para la habitación privada o de uso público donde no existe frecuente aglomeración de personas, (hoteles, viviendas, edificios de departamentos, o despachos, plantas industriales gasolineras, restaurantes) ; edificios, con área total construida no mayor de 400 m<sup>2</sup>, en los que no existe frecuente aglomeración de personas; cercas cuya altura exceda de 2.50m., construcciones para guardar materiales o equipos costosos, y aquellas cuya falla pueda poner en peligro a otras construcciones de este grupo o del grupo A.

#### Grupo C

Construcciones aisladas cuya ejecución no exija la intervención de director responsable de obra y cuya falla por temblor no pueda normalmente causar daños a estructuras de los dos primeros grupos, a seres humanos o a materiales o equipos costosos.

Considerando las características estructurales se hace la siguiente clasificación:

#### Estructuración tipo 1.

Estructuras que posean alineados en la dirección que se analiza, dos o más elementos resistentes a fuerza cortante horizontal y cuyas deformaciones ante la acción de cargas laterales en dicha dirección, sean debidas esencialmente a flexión de los miembros estructurales. Se incluye en esta clase se estructuras para edificios que posean marcos constituidos por trabes (o armaduras o lozas planas) y columnas metálicas o de concreto reforzado, siendo cada marco capaz de resistir en todos los pisos al menos el 50% de la fuerza cortante de diseño que le tocaría se trabajara aislado, sin requerir para ello la colaboración de muros ni contravientos diagonales.

#### Estructuración tipo 2.

Estructuras cuyas deformaciones, ante la acción de cargas laterales en la dirección que se analiza sean debidas esencialmente a esfuerzo cortante o a fuerza axial en los miembros estructurales.

Se considera en esta clase los edificios soportados únicamente por muros y aquellos cuyos marcos son incapaces de resistir por sí mismos en cada piso el 50 % de la fuerza cortante de diseño que les tocaría si trabajaran aisladas. Se exceptúa de esta clasificación aquellas construcciones que se incluyen entre las de estructuración tipo 1.

### Estructuración tipo 3.

Tanques elevados, chimeneas y todas aquellas construcciones que se hallen soportadas por una columna o una hilera de columnas orientada perpendicularmente a la dirección que se analiza, o cuyas columnas no estén ligadas en la cubierta y en los pisos por elementos de suficiente rigidez y resistencia para distribuir las fuerzas horizontales entre las columnas de diversa flexibilidad.

### Coefficiente para diseño sísmico.

Se entiende por coeficiente para diseño sísmico  $C$ , el cociente de la fuerza cortante horizontal  $V$ , en la base del edificio y el peso  $W$ , del mismo sobre dicho nivel.

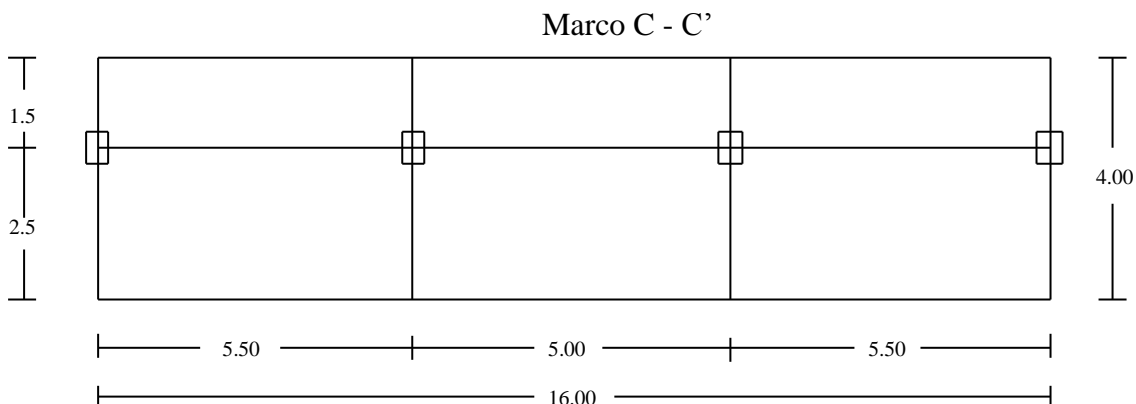
Para el análisis estático de los edificios clasificados según su destino en el grupo B se emplearan como mínimo los siguientes valores del coeficiente  $C$ .

Tipo de estructuración	Zona de alta comprensibilidad	Zona de baja comprensibilidad
1	0.06	0.04
2	0.08	0.08
3	0.15	0.10

Tratándose de las construcciones clasificadas en el grupo A, estos valores se multiplicarán por 1.3 Las clasificaciones en el grupo C no requieren diseño por sismos.

### Análisis Sísmico.

Se utilizó el método simplificado de análisis; se muestra el procedimiento completo de uno de los marcos.



Para tercer nivel

Peso de:

Losa y piso	16 x 4 x 0.495	=	31.6800 Ton.
Carga viva	16 x 4 x 0.100	=	6.4000 "
Trabes	0.20 x 0.40 x 32	=	6.1440 "
Muros	24 x 0.209 x 14.13	=	19.1460 "
Columnas	0.30 x 0.30 x 1.5 x 4	=	1.2960 "

---


$$W^3 = 64.6660 \text{ Ton.}$$

Para segundo nivel.

Losa y pis	16 x 4 x 0.495	=	31.6800 Ton.
Carga viva	16 x 4 x 0.400 + 16 x 2.5 x 0.2	=	17.6000 "
Trabes	0.20 x 0.40 x 32	=	6.1440 "
Muros	0.492 x 30	=	28.2600 "
Columnas	0.30 x 0.30 x 2.4 x 4 x 1.5 + .35 x .35x 4 x 1.5 x 2.4	=	3.0600 "

---


$$W_2 = 86.7440 \text{ Ton.}$$

Para primer nivel.

Losa y piso	16 x 4 x 0.495	=	31.6800 Ton.
Carga viva	16 x 4 x 0.495 + 16 x 2.5 x 0.2	=	17.6000 "
Trabes	0.20 x 0.40 x 2.4 x 32	=	6.1440 "
Muros	0.192 x 30	=	28.2600 "
Columnas	.35 x .35 x 4 x 1.5 x 2.4 + .40x 40 x 4 x 2.4 x 2	=	4.8360 "

---


$$W_1 = 88.5200 \text{ Ton.}$$

Nivel	Entrepiso	W <sub>i</sub> ( Ton)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> h <sub>i</sub>	F <sub>i</sub> (Ton)	V ( Ton)
3		64.6660	10	646.660	3.8596	
	3					3.8596
2		86.7440	7	607.208	3.6242	
	2					7.4838
1		88.5200	4	354.080	2.1134	
	1					9.5972
Sumatorias		239.930		1067.948		

$$F = C W_t \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i}$$

Siendo:

C = Coeficiente sísmico (para nuestro caso 0.04)

W<sub>t</sub> = Peso del marco en cuestión

W<sub>i</sub> = Peso del nivel i

H<sub>i</sub> = Altura del nivel i sobre el desplante.

Los momentos de piso se calculan mediante la siguiente formula:

$$M = \frac{V_i h_r}{3}$$

h<sub>r</sub> = Altura de columna del piso r.

### Cálculo de los momentos de piso

$$M_3 = \frac{3.8596 \times 3}{3} = 3.8596 \text{ Ton-m.}$$

$$M_2 = \frac{7.4838 \times 3}{3} = 7.4838 \text{ Ton-m.}$$

$$M_1 = \frac{9.5972 \times 4}{4} = 12.7936 \text{ Ton-m.}$$

Después de haber calculado los momentos de piso, se colocan a la izquierda del diagrama representativamente de la estructura, y encerrados en un rectángulo.

Los coeficientes de reparto se obtuvieron de la misma forma como se hizo en los análisis gravitacionales, por lo tanto serán iguales y los anotamos en el anillo y frente a cada barra.

Calculamos luego los factores de corrimiento “v”, distribuyendo en cada piso el valor (-3/2) proporcionalmente a las rigideces de las columnas y las anotamos a la izquierda de la columna correspondiente. Para una columna i-k del piso “r” el valor “v” será:

$$V_{ik} = -\frac{3}{2} \cdot \frac{k_{ik}}{\sum k_{ik}}$$

La suma de los factores de corrimiento en cada piso será igual a (- 3/2).

Las influencias del giro  $M'_{ik}$  se obtendrán por iteración sucesiva de la formula:

$$M'_{ik} = \mu M_{ik} [ M_i + \Sigma (M'_{ki} + M''_{ik})]$$

De un nudo a otro nudo.

Las influencias del desplazamiento  $M''_{ik}$  se obtendrán por iteración sucesiva a todos los nudos de la fórmula:

$$M''_{ik} = v_{ik} [ \bar{M}_r + \Sigma ( M'_{ik} + M''_{ki})]$$

Las iteraciones mediante las dos fórmulas anteriores serán sucesivas alternando las dos, empezando por la primera de las dos mencionadas para cada nudo y luego la otra. Hasta que todas las influencias de los giros y desplazamientos lleguen a la exactitud deseada.

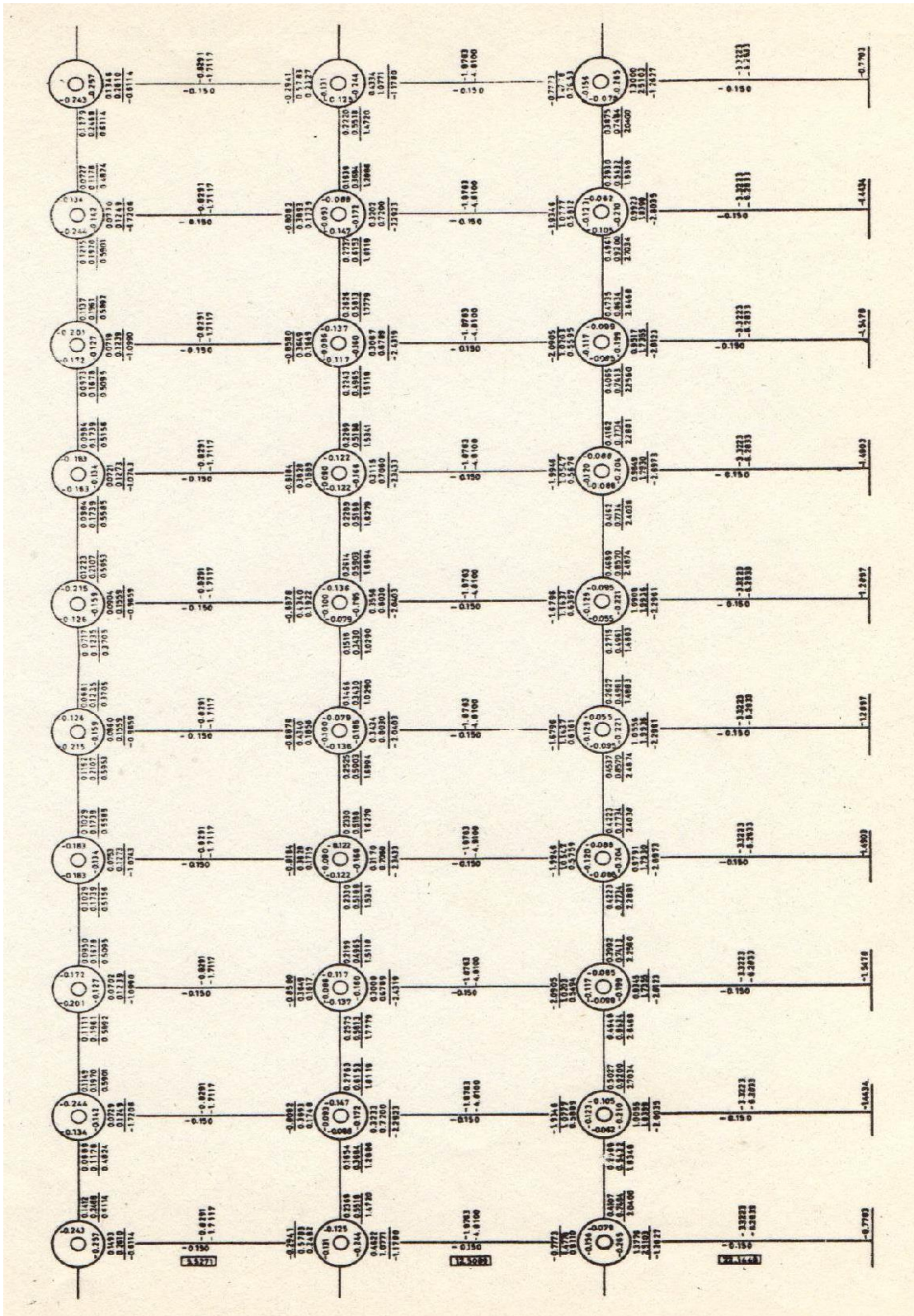
Obtendremos por fin los momentos definitivos en los extremos de las barras, sumando los momentos de empotramiento (que para nuestro caso no existen), las influencias de los giros  $M'_{ik}$  y las influencias del desplazamiento  $M''_{ik}$ . Así por ejemplo, para el extremo de la barra i-k

$$M_{ik} = M_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Siendo:  $M''_{ik}$  = Momento debido al desplazamiento del extremo i de la barra i-k; Las demás literales ya las definimos.

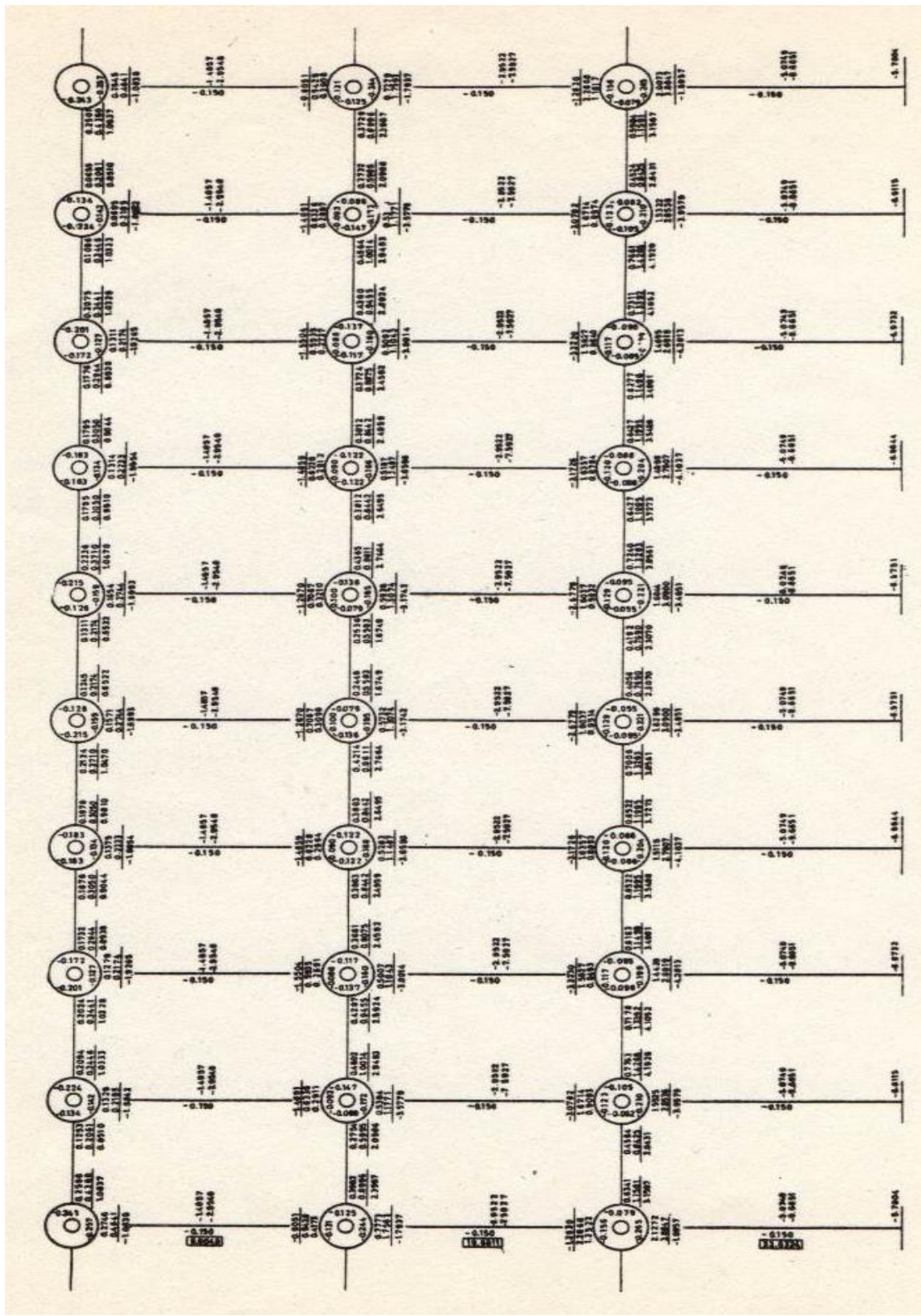
A continuación se muestran los análisis, y de las iteraciones sólo se muestran la primera y la ultima por razones de simplicidad, se muestran también los diagramas de cuerpo libre.

Nota: En los marcos A-A' y B-B' se muestran sólo la mitad de el marco, ya que se repite los mismos esfuerzos, además, considerando que el sismo actúa en un sentido y también en el sentido contrario, los esfuerzos serán iguales pero de sentido contrario cuando el sismo actúe en sentido contrario.

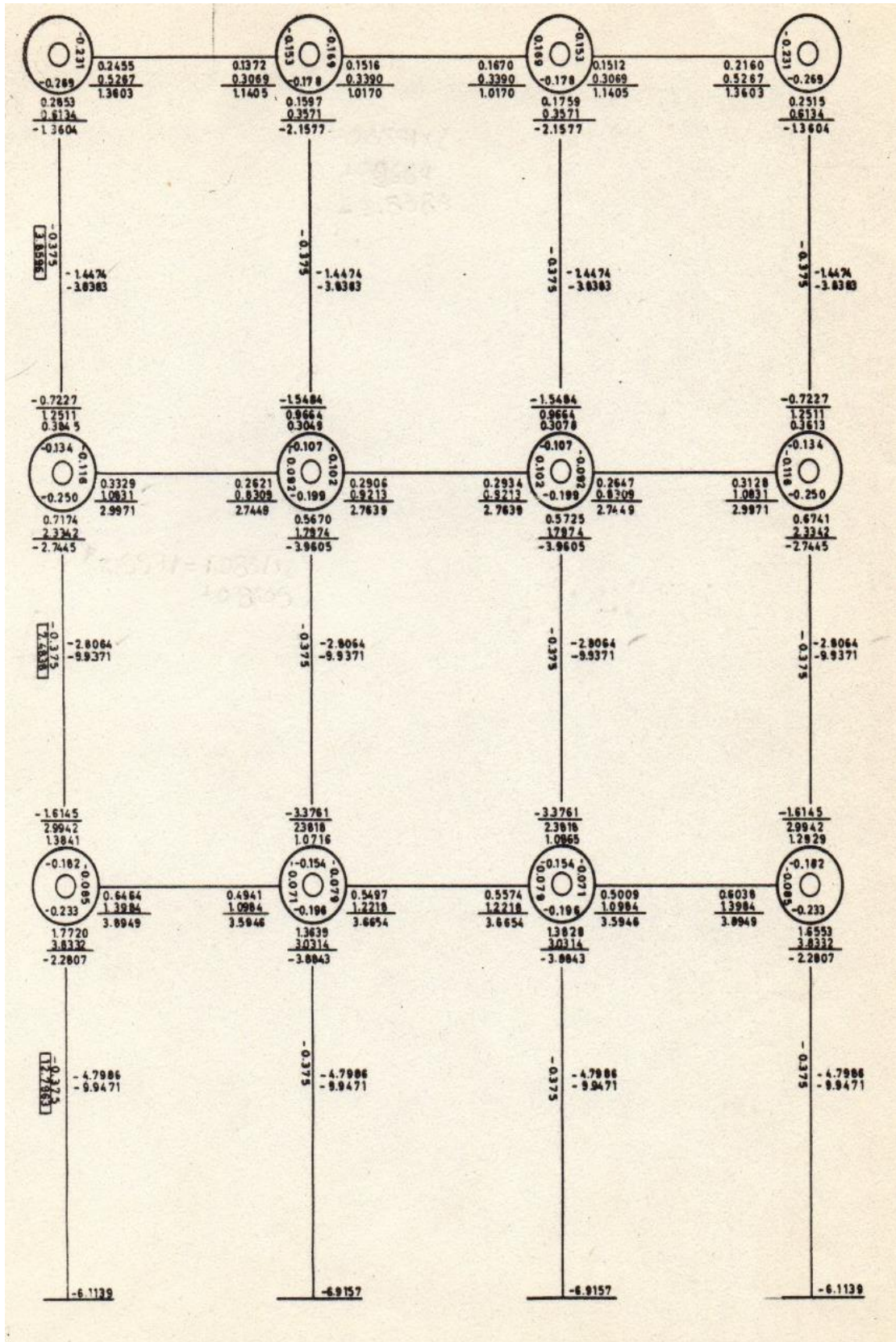


ANÁLISIS SÍMICO ARCOS A - A'

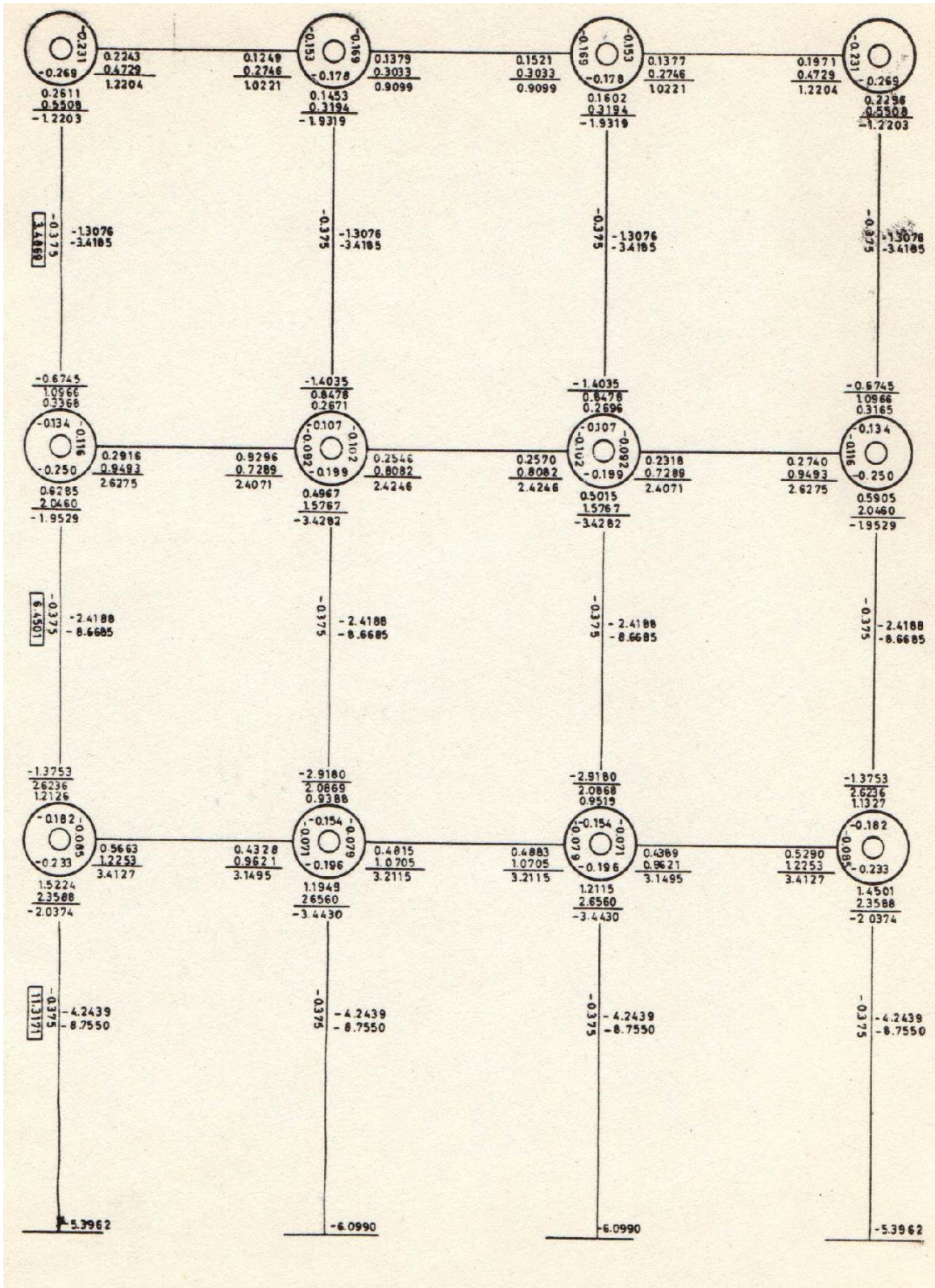




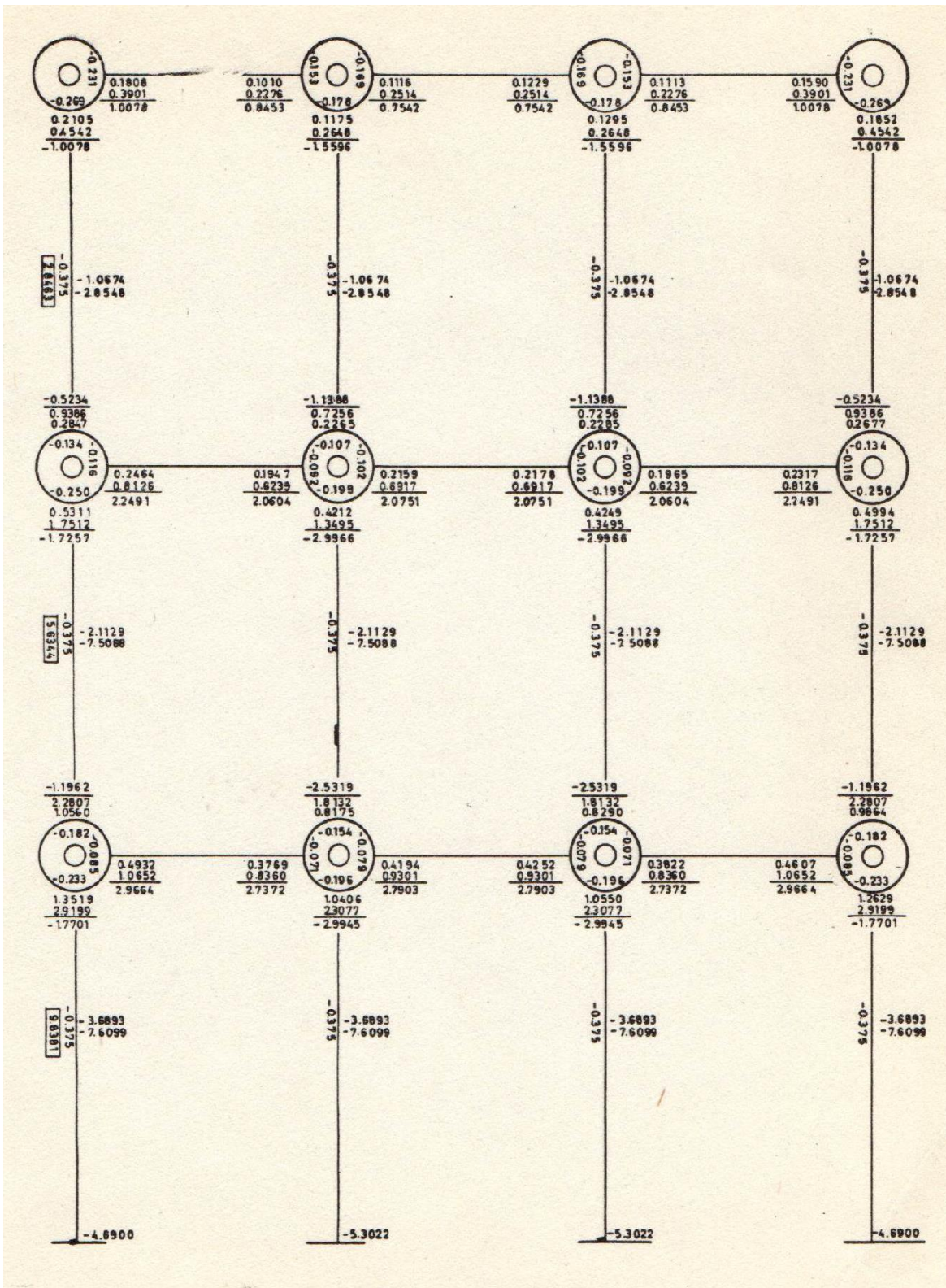
ANÁLISIS SÍMICO MACOS B - B'



**ANÁLISIS SÍMICO MARCOS C - C'**



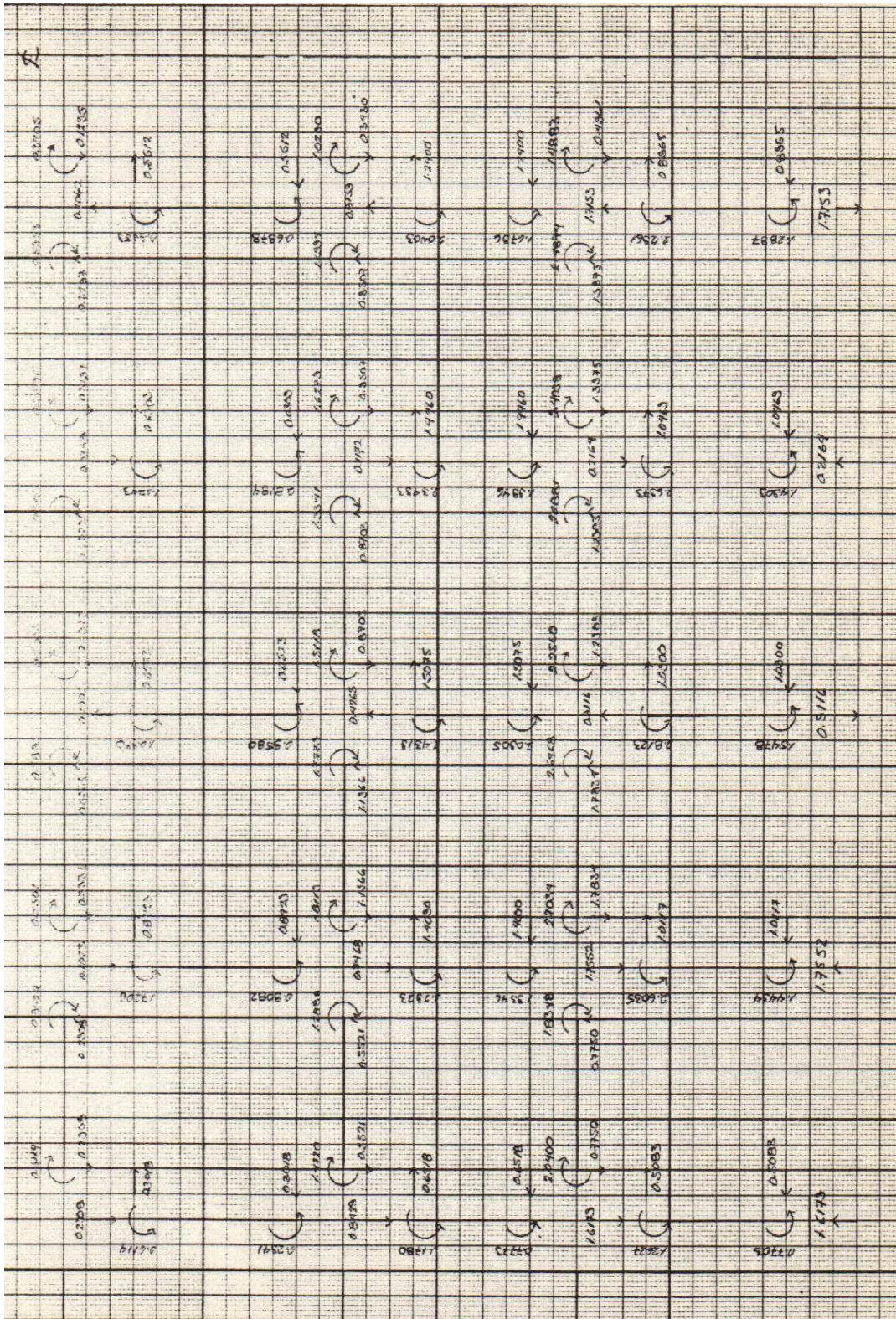
**ANÁLISIS SÍMICO MACOS D - D'**



**ANÁLISIS SÍMICO MACOS E - E'**





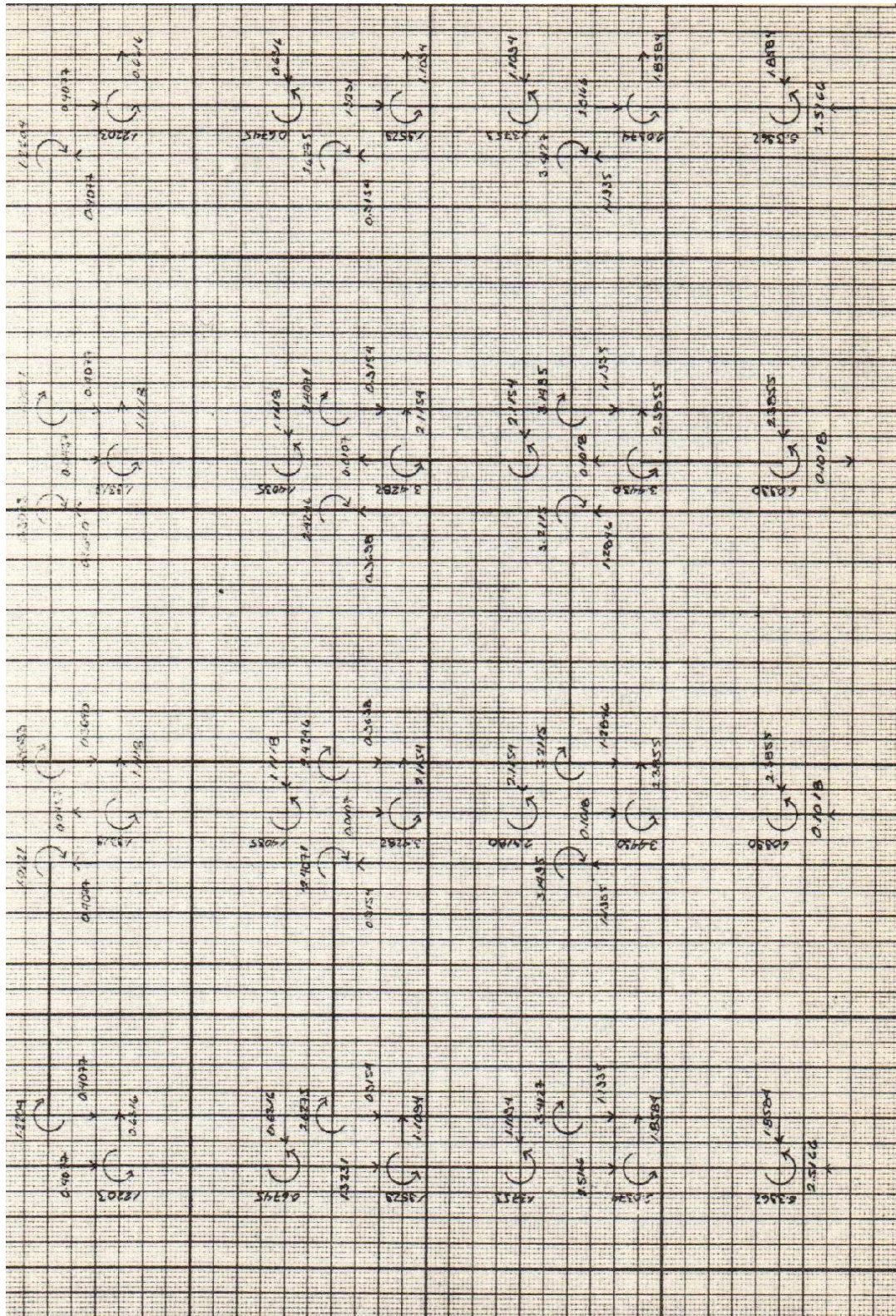


**DIAGRAMA DE CUERPO LIBE MARCOS A - A'**

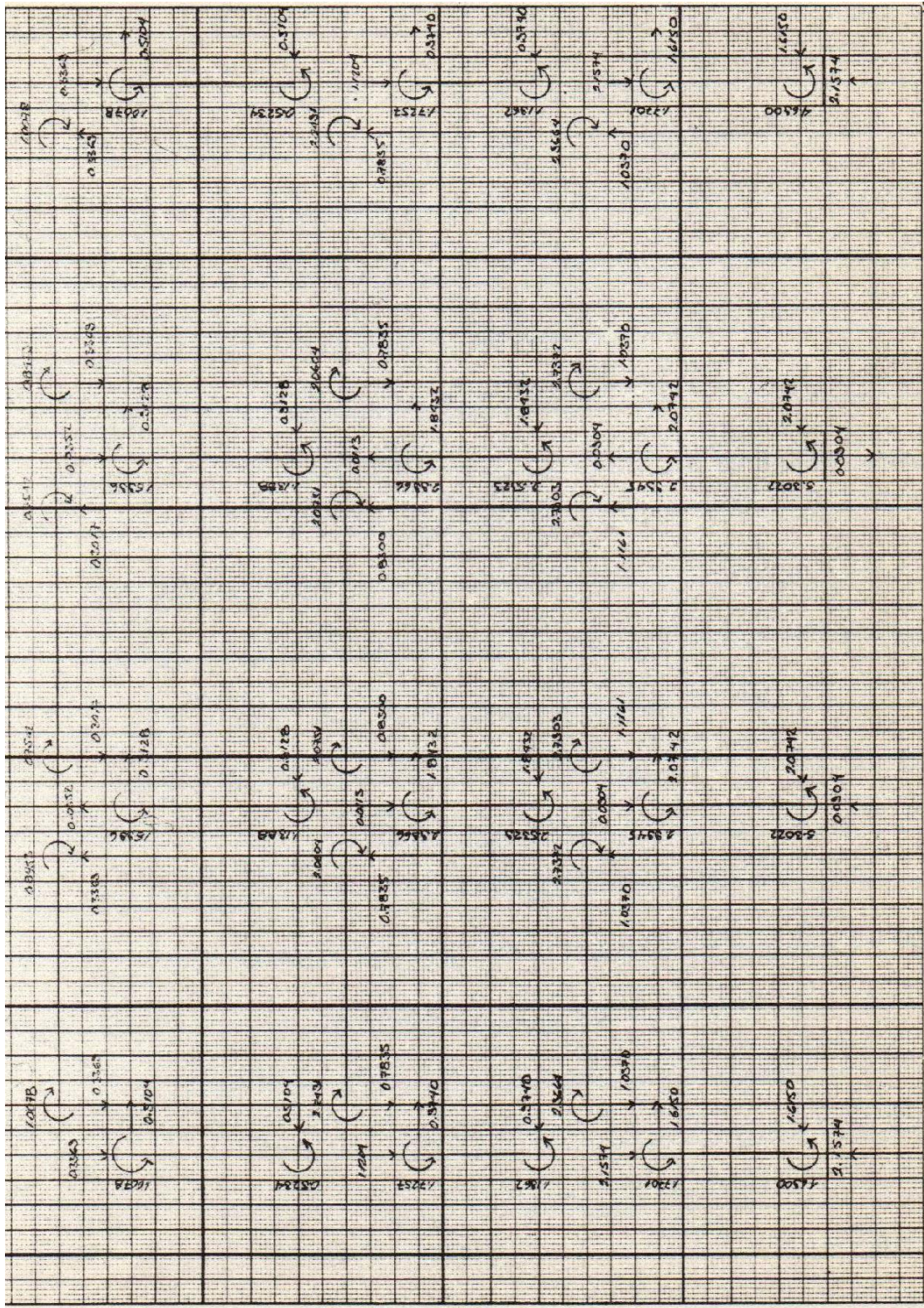




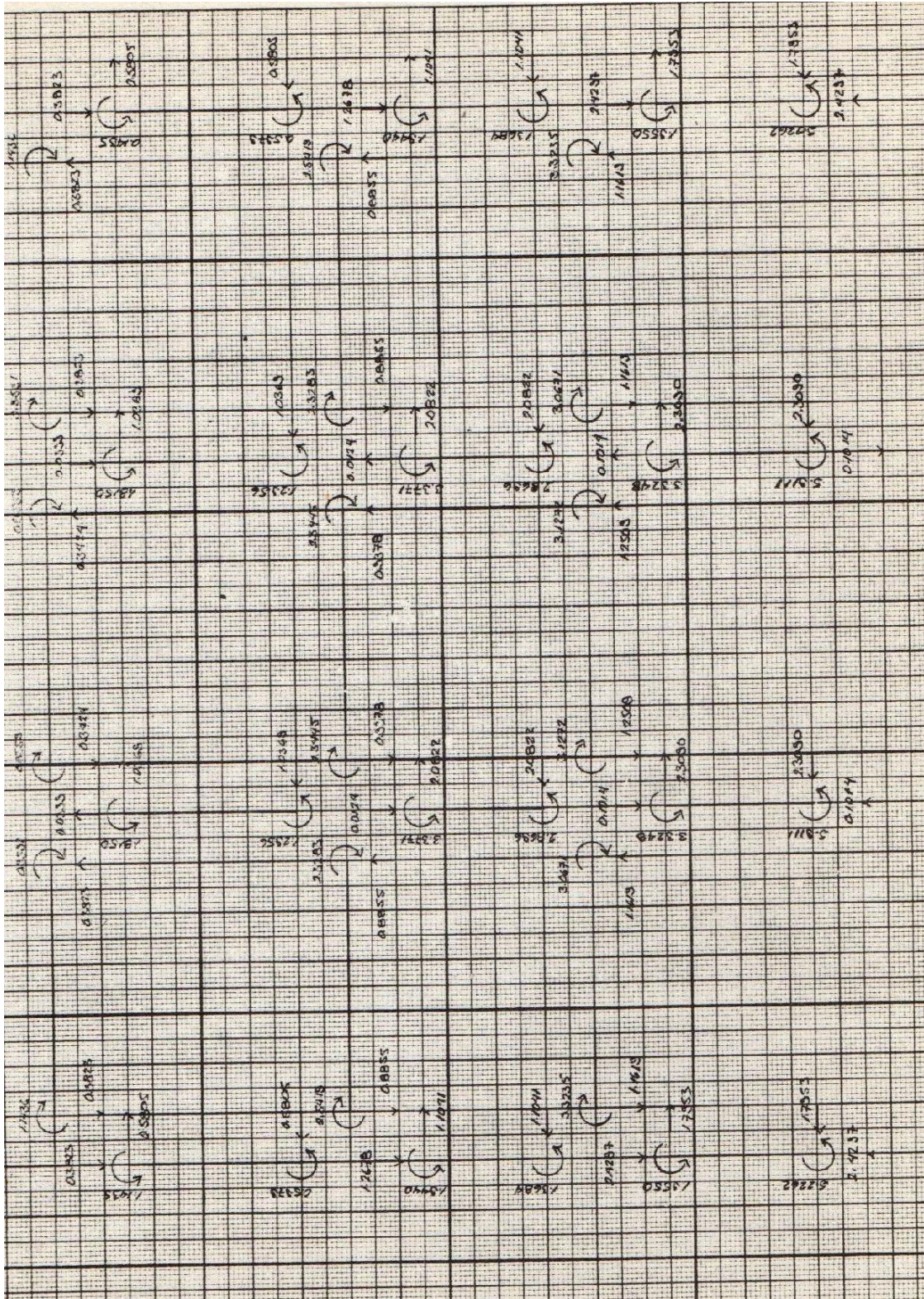








**DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MARCOS F – F'**



**DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MARCOS G - G'**

## Cálculo de las estructuras.

Para el diseño de los elementos estructurales, se utilizó el criterio plástico (diseño de última resistencia). Este diseño se efectúa afectando las cargas de trabajo por un factor de carga que depende de la incertidumbre que se tenga respecto a las cargas y añadiendo un factor reductor de la capacidad de los materiales mediante el cual se intenta tomar en consideración la variación posible en la resistencia, así como la importancia del miembro.

Hipótesis fundamentales del diseño por resistencia.

- 1) Las secciones planas antes de la deformación permanecen planas después de ella, y por lo tanto las deformaciones unitarias son proporcionales a las distancias del eje neutro.
- 2) Se desprecia la capacidad del concreto en tensión.
- 3) Se reconoce la gráfica esfuerzo-deformación del acero.

Se definirá el acero como un material elástico-plástico con límite de fluencia definido por:

$$\xi = \frac{f_y}{E}$$

Siendo E el módulo elástico del acero y será igual a 2'000,000 kg/cm<sup>2</sup> si la deformación es mayor al límite elástico, el esfuerzo se tomará independientemente de la deformación como  $f_y$ .

- 4) La deformación en la fibra mas alejada en compresión será:  $\xi_c = 0.003$ .
- 5) El bloque de la zona de compresión se podrá suponer, triangular, parabólico, rectangular o en cualquier forma que se garantice resultados satisfactorios como los obtenidos en pruebas.

Según el reglamento ACI, los factores de reducción de capacidad de los materiales son:

Flexión del concreto reforzado con o sin tensión axial, y para tensión axial. .... 0.90

Compresión axial o flexocompresión.

a) Elementos con espiral.....	0.75
b) Elementos con estribos.....	0.70
Para elementos sujetos a cortante.....	0.85

### Cálculo de los factores de carga.

Para los factores de carga cuando existen cargas vivas, muertas y sísmicas se utilizó la siguiente formula:

$$u = 0.75 \frac{1.4 D + 1.7 L + 1.87 E}{D + L + E}$$

Siendo: D = Momento por carga muerta.  
L = Momento por carga viva.  
E = Momento por carga sísmica.

Por simplicidad de cálculo se escogieron 10 puntos de los marcos A-A' y B-B', se calcularon los factores y se sacó el promedio.

Trabe a-b, nivel 3 marco A-A'

$$W_t = 1.201 \text{ Ton.} \quad M_t = 1.9304 \text{ Ton-m.} \quad M_{cs} = 0.6114 \text{ Ton-m.}$$
$$W_{cv} = 0.167 \text{ Ton.}$$

$$1.201 \text{ Ton.} \quad \text{-----} \quad 1.9304 \text{ Ton-m.}$$

$$0.167 \text{ Ton.} \quad \text{-----} \quad M_{cv} \quad \text{Por lo tanto } M_{cv} = 0.2684 \text{ Ton-m.}$$

$$M_{cm} = M_t - M_{cv} = 1.9304 \text{ Ton-m.} - 0.2684 \text{ Ton-m.} = 1.6620 \text{ Ton-m.}$$

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 1.6620 + 1.7 \times 0.2684 + 1.87 \times 0.6114}{1.6620 + 0.2684 + 0.6114} = 1.1585$$

Trabe a-b nivel 2 marco A-A' (extremo izquierdo)

$$u = 0.75 \frac{0.75 \quad 1.4 \times 3.457 + 1.7 \times 0.6515 + 1.87 \times 1.4720}{3.4571 + 0.6515 + 1.4720} = 1.1692$$

Trabe b-a nivel 3 marco A-A'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 2.0096 + 1.7 \times 0.3246 + 1.87 \times 0.4824}{2.0096 + 0.3246 + 0.4824} = 1.1363$$

Trabe b-a nivel 2 marco A-A'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 3.4816 + 1.7 \times 0.656 + 1.87 \times 1.2886}{3.4816 + 0.6561 + 1.2886} = 1.1609$$

Trabe d-c nivel 1 marco A-A'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 1.5507 + 1.7 \times 0.2979 + 1.87 \times 2.2881}{1.5507 + 0.2979 + 2.2881} = 1.2612$$

Trabe c-d nivel 1 marco A-A'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 1.4682 + 1.7 \times 0.2820 + 1.87 \times 2.2560}{1.4682 + 0.2820 + 2.2560} = 1.2643$$

Trabe e-e' nivel 1 marco A-A'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 3.4408 + 1.7 \times 2.8650 + 1.87 \times 1.4883}{3.4408 + 2.8650 + 1.4883} = 1.2000$$

Trabe a-b nivel 1 marco B-B'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 34.14 + 1.7 \times 1.3507 + 1.87 \times 3.1587}{3.3414 + 1.3507 + 3.1587} = 1.2309$$

Trabe e-e' nivel 3 marco B-B'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 5.2629 + 1.7 \times 1.0633 + 1.87 \times 0.6522}{5.2629 + 1.0633 + 0.6522} = 1.1172$$

Trabe e-e' nivel 2 marco B-B'

$$u = 0.75 \frac{1.4 \times 5.5717 + 1.7 \times 5.6278 + 1.87 \times 1.6749}{5.5717 + 5.6278 + 1.6749} = 1.1942$$

Promedio = 1.1893

Tomamos  $u = 1.20$



Cuando no existen esfuerzos sísmicos, el factor de carga es diferente y se calcula de la siguiente manera:

$$u = \frac{1.4 D + 1.7 L}{D + L}$$

Tomando los mismos puntos que se tomaron para calcular los factores anteriores, calculamos estos nuevos factores.

$$u = \frac{1.4 \times 1.6620 + 1.7 \times 0.2684}{1.6620 + 0.2684} = 1.4417$$

$$u = \frac{1.4 \times 3.4571 + 1.7 \times 0.6515}{3.4571 + 0.6515} = 1.4476$$

$$u = \frac{1.4 \times 2.0096 + 1.7 \times 0.3246}{2.0096 + 0.3246} = 1.2624$$

$$u = \frac{1.4 \times 3.4816 + 1.7 \times 0.6561}{3.4816 + 0.6561} = 1.4476$$

$$u = \frac{1.4 \times 1.5507 + 1.7 \times 0.2979}{1.5509 + 0.2979} = 1.4483$$

$$u = \frac{1.4 \times 1.4682 + 1.7 \times 0.2820}{1.4682 + 0.2820} = 1.4483$$

$$u = \frac{1.4 \times 3.4408 + 1.7 \times 2.8650}{3.4408 + 2.8650} = 1.5363$$

$$u = \frac{1.4 \times 5.2629 + 1.7 \times 1.0633}{5.2629 + 1.0633} = 1.4504$$

$$u = \frac{1.4 \times 5.5717 + 1.7 \times 5.6278}{5.5717 + 5.6278} = 1.5508$$

$$u = \frac{1.4 \times 3.3414 + 1.7 \times 1.3507}{3.3417 + 1.3507} = 1.4864$$

Promedio = 1.4520

### Cálculo del acero por flexión en trabes.

Debido a que las secciones son pequeñas es necesario colocar acero tanto en el lecho superior como en el lecho inferior (es decir doblemente reforzadas).

Trabes primer nivel marcos F-F'

$$M = 12.1.88 \text{ Ton-m.}$$

$$M_u = - 12.1088 \times 1.20 = - 14.6386 \text{ m.}$$

$$b = 0.20 \text{ m.} \quad d = 0.34 \text{ m.}$$

$$h = 0.40 \text{ m.} \quad d' = 0.60 \text{ m.}$$

$$\rho_b = \frac{B_1 \cdot 0.85 f'c}{F_y} \times \frac{0.003 E_s}{f_y + 0.003 E_s}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times 0.85 \times 175}{2300} \times \frac{0.003 \cdot 2'000,000}{2300 + (0.003 \times 2'000,000)} = 0.0397393$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \rho_{\text{bal}} = 0.75 \times 0.0397393 = 0.0298044$$

$$A_s_{\text{máx}} = 20 \times 34 \times 0.0298044 = 20.26 \text{ cm}^2.$$

El momento máximo que resiste la sección como si fuera simplemente armada se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$M_u = \phi [ b d^2 f'c w (1 - 0.5882 w) ]$$

$$\text{Siendo } w = \frac{\rho f_y}{f'c}$$

$$\text{Para nuestro caso } w = \frac{0.0298044 \times 2300}{175} = 0.3917149$$

Por lo tanto el momento máximo que resiste la sección como si fuera simplemente armada será:

$$M_u = 0.9 [ 20 \times 34^2 \times 175 \times 0.3017 (1 - 0.5882 \times 0.3917) ] = 10.9771 \text{ Ton-m.}$$

$$10.9771 \text{ menor que } 12.1088 \text{ Ton-m.}$$

Es necesario colocar acero en la zona de compresión para que pueda resistir todo el momento solicitado y se calcula de la siguiente forma:

$$A's = \frac{\text{Mu} - \text{Momento que resiste la sección simp. Arm.}}{\phi f_y (d-d')}$$

$$A's = \frac{14.6386 - 10.9771}{0.9 \times 2300 (34-6)} = 6.32 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto el acero en la zona de tensión ( $A_s$ ) es:

$$A_s = 20.26 + 6.32 = 26.58 \text{ cm}^2.$$

Este acero se coloca en la parte superior, ya que en esta zona se encuentra la tensión por tratarse de momento negativo.

El acero en la zona de compresión ( $A's$ ) es de  $6.32 \text{ cm}^2$  y se colocará en la parte inferior, ya que en esta parte se encuentra la compresión por tratarse de momento negativo.

Revisión del acero.

$$a = \frac{(A_s - A's) f_y}{0.85 f' c b} = \frac{(26.58 - 6.32) \times 2300}{0.85 \times 175 \times 20} = 15.67 \text{ cm.}$$

Vemos si fluye el acero.

$$\xi_s = 0.003 \frac{a - \beta_1}{A} = 0.003 \frac{15.67 - 0.85}{15.67}$$

$$\frac{F_y}{E} = \frac{2300}{2'000,000} = 0.0011$$

$\xi_s$  mayor que  $\frac{f_y}{E}$  El acero de compresión si fluye.

$$\xi_s = 0.003 \frac{E}{d-a} = 0.003 \frac{0.85 \times 34 - 15.67}{15.67} = 0.0025$$

$\xi_s$  mayor que  $\frac{f_y}{E}$  El acero de tensión también fluye.

Cuando el acero de compresión y de tensión fluye, el momento último que resiste la sección se calcula con la siguiente fórmula:

$$M_u = \phi \left[ 0.85 f'_c a b \left( d - \frac{a}{2} \right) + A'_s f_y (d - d') \right]$$

$$M_u = 0.90 \left[ 0.85 \times 175 \times 15.67 \times 20 \left( 34 - \frac{15.67}{2} \right) + 6.32 \times 2300 (34 - 6) \right] = 14.6394 \text{ Ton-m.}$$

Cuando el acero de compresión no fluye se utiliza la siguiente fórmula:

$$M_u = \phi \left[ 0.85 f'_c a b \left( d - \frac{a}{2} \right) + a's f_s (d - d') \right]$$

Siendo  $f_s = \xi_s E_s$

Para cada momento se siguió el mismo procedimiento para calcular el acero por flexión. Después de dar la nomenclatura de las literales utilizadas en las fórmulas de la flexión, se da el acero necesario para cada momento de las trabes en cuestión (primer nivel marcos F-F').

$\beta_1$  = Deberá tomarse como 0.85 para resistencias,  $f'_c$ , hasta 280 kg/cm<sup>2</sup>, y se disminuirá 0.05, en forma uniforme, por cada 70 kg/cm<sup>2</sup> de aumento sobre 280 kg/cm<sup>2</sup>.

- $E_s$  = Módulo de elasticidad del acero en kg/cm<sup>2</sup>
- $F_y$  = Resistencia a la fluencia del refuerzo en kg/cm<sup>2</sup>
- $\rho$  =  $\frac{A_s}{bd}$  Porcentaje del acero de refuerzo
- $h$  = Peralte total de la sección.
- $d$  = Peralte efectivo del elemento.
- $d'$  = Recubrimiento del acero en compresión.
- $A_s$  = Área de acero de tensión.
- $A'_s$  = Área de acero de compresión.

Para momento	$A_s$	Barras	$A'_s$	Barras
- 12.1988	25.58	4Ø #9	6.32	2Ø#7
- 10.1052	22.95	4Ø #9	1.98	1Ø#
+ 5.8400	11.46	4Ø#6	0.00	No
+ 4.8000	9.13	4Ø#6	0.00	No

El acero negativo corrido será por lo menos de:

$$0.002 b h = 0.002 \times 20 \times 40 = 1.6 \text{ cm}^2 \quad \text{ó} \quad \frac{A_s (-)}{3} = \frac{25.58 \text{ cm}^2}{3} = 8.53 \text{ cm}^2. \quad 2\emptyset\#9$$

El acero positivo corrido será por lo menos de:

$$\frac{14}{f_y} b d = \frac{14}{2300} \times 20 \times 34 = 4.87 \text{ cm}^2. \quad 2\emptyset\#6 \quad \text{ó}$$

$$\frac{A_s (+)}{4} = \frac{11.46 \text{ cm}^2}{4} = 2.86 \text{ cm}^2$$

Nota: Se toman los mayores.

Para adherencia y anclaje se siguieron las siguientes recomendaciones.

Medidas recomendadas para ganchos en centímetros.					
Número de la varilla	Ganchos 90° a <sup>+</sup>	J	Ganchos 180° a <sup>+</sup>	j	Aprox. h
2	9	10	10	5	9
2.5	11	13	12	6	10
3	14	15	13	8	10
4	19	21	15	10	12
5	23	27	18	13	13
6	27	32	20	15	15
7	32	37	25	18	18
8	37	42	33	25	23
9	42	49	38	29	26
10	47	59	50	39	32
12	58	71	60	50	40

a<sup>+</sup> = Longitud necesaria para poder formar el gancho.

## Diseño por cortantes en trabes.

Deberá colocarse un área de acero mínima por cortante en todo elemento de concreto reforzado, presforzado y no presforzado sujeto a flexión, excepto en:

- a).- Losas y zapatas.
- b).- Construcciones de sistemas nervados de piso de concreto.
- c).- Vigas cuyo peralte total no exceda de 25 cm, dos y media veces el espesor del patín, o la mitad del ancho del alma el que se mayor.
- d).- Donde  $v_u$  sea menor que la mitad de  $v_c$

El acero mínimo por cortante deberá ser de:

$$A_v = \frac{b_w s}{f_y} \text{ siempre y cuando el esfuerzo nominal por torsión no exceda de } 0.4\sqrt{f'c}$$

$B_w$  = Ancho del alma.

$S$  = Separación del refuerzo por cortante.

La separación máxima del refuerzo por cortante será de  $\frac{d}{2}$  pero no mayor que 60 cm.

El esfuerzo cortante nominal  $v_u$  deberá calcularse de acuerdo con:

$$v_u = \frac{V_u}{\phi b_w d}$$

La distancia  $d$  debe considerarse desde la fibra mas alejada en compresión hasta el centroide del acero de refuerzo longitudinal en tensión.

El esfuerzo resistido por el concreto  $v_c$  no debe exceder de  $0.50\sqrt{f'c}$ , a menos que se haga análisis más detallado.

Para elementos sujetos a compresión axial,  $v_c$  se puede calcular con:

$$V_c = 0.5 \left( 1 + 0.007 \frac{N_u}{A_g} \right) \sqrt{f'c} \text{ pero no debe exceder de:}$$

$$0.9 \sqrt{f'c} \sqrt{1 + 0.0285 \frac{N_u}{A_g}}, \frac{N_u}{A_g} \text{ en kg/cm}^2$$

$N_u$  = Carga axial

$A_g$  = Área total de la sección transversal.

Cuando se emplee refuerzo por cortante perpendicular al eje longitudinal, el área requerida del esfuerzo por cortante será no menor que:

$$A_v = \frac{(v_u - v_c) b w s}{F_y}$$

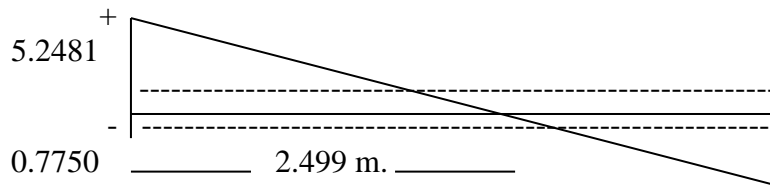
Cuando  $v_u - v_c$  exceda de  $\sqrt{f'c}$  el espaciamiento máximo será  $\frac{d}{4}$

En ningún caso el valor  $(v_u - v_c)$  deberá exceder de:  $2.1 \sqrt{f'c}$

Se considera como sección crítica de diseño por cortante la sección localizada a una distancia  $d$  del paño del apoyo.

Solo se muestra el procedimiento de cálculo de una trabe.

Trabe a - b nivel 1 marco A-A'



$$\text{Cortante total} = 5.2519 + 0.7750 = 6.0269 \text{ Ton.}$$

$$\begin{aligned} 2.501 \text{ Mts.} & \dots\dots\dots 5.2519 \text{ Ton.} \\ 2.151 \text{ " } & \dots\dots\dots 4.5169 \text{ " } \end{aligned}$$

$$\text{Cortante crítico (a la distancia } d \text{ del paño del apoyo)} = 1.2 (4.5169 + 0.7750) = 6.3503 \text{ Ton.}$$

$$v_u = \frac{6.3503 \times 10^3}{.85 \times 20 \times 35} = 10.7279 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_c = 0.5 / 175 = 6.6144 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_u - v_c = 4.1135 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sqrt{f'c} = 13.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$(v_u - v_c) \text{ menor que } \sqrt{f'c} \text{ por lo tanto la separación máxima será de } \frac{d}{2} = 17.5 \text{ cm.}$$

$$A_v = \frac{(10.7279 - 6.6144) \times 20 \times 17}{\dots} = 0.60 \text{ cm}^2$$

Como en los estribos trabajan dos ramas, pondremos estribos no. 2.5 a cada 17 cm. A lo largo de la trabe.

Para encaje de estribos y anillos será necesario una vuelta de 90° o de 135° más una extensión de por lo menos 6 diámetros de la varilla, pero no menos de 65 mm. En el extremo libre.

Ganchos y dobleces en estribos y anillos que no son ganchos estándar:

El diámetro interior del doblez para estribos y anillos no será menor de 40 mm. Para varillas del número 3,50mm. Para el número 4 y 65 mm. Para el número 5.



## Diseño de losas.

Las losas son elementos estructurales planos, que apoyados en muros o trabes y en algunos casos directamente a las columnas, materializan los pisos o cubierta de los edificios.

Justamente en función de la forma de transmisión o de carga, las losas tradicionalmente se han dividido en:

### Losas perimetrales y losas planas.

En nuestro caso utilizamos losas perimetrales o llamadas también en dos direcciones, y con aquellas que transmiten carga a los cuatro lados. Dado que el comportamiento de estas piezas es muy complejo, aún en los casos mas simples, los reglamentos, de acuerdo con investigaciones realizadas, principalmente por Westergaard, Marcus y Di Stacio-Van Buren, proponen una serie de procedimientos para el diseño para losas perimetrales, que aplicados con criterio y buen juicio pueden proporcionar diseños satisfactorios.

La elección del método a seguir, se deja al árbitro de quien diseña, de acuerdo con la facilidad que encuentre en la aplicación de uno u otro.

El A.C.I (1963) acepta el empleo de cualquiera de los tres métodos de diseño que proponen para losas perimetrales y de los cuales hemos elegido el número 2 por considerarlo de más empleo en nuestro medio y por su sencillez de aplicación.

Este método está basado en los trabajos presentados por Westergaard, de las observaciones en los ensayos efectuados en losas perimetrales, así como en resultados de análisis elásticos.

Limitaciones: El método será válido únicamente, en caso de que las losas (aisladas o continuas) sean colocadas monolíticamente con los apoyos, sean muros o trabes.

Notación:

C = Coeficiente de momento para losas en dos direcciones.

m = Relación de claro corto a claro largo.

s = Longitud del claro corto.

w = Carga total uniforme por m<sup>2</sup>

Consideraciones:

1.- La tabla para el cálculo de losas recomienda una serie de coeficientes (C) que serán aplicados a tableros de losas cargadas en su totalidad con carga uniformemente repartida.

En caso de valores intermedios de (m) se podrá interpolar para encontrar los coeficientes de momentos. Para valores de m menores de 0.5 se utilizarán los coeficientes a esta relación.

2.- Las losas se supondrán divididas en franjas de columna y centrales. Si (m) es menor de 0.5 la franja central se tomará con un ancho igual a la diferencia de longitudes entre los claros (L-S) el resto corresponderá a la franja de columnas.

3.- La longitud de los claros de las losas debe tomarse igual a la distancia entre centros de apoyos o bien el claro libre más el doble del espesor de la losa, debiendo aceptarse el que resulte de menor valor.

Coefficiente de momentos: Para llegar a estos coeficientes, se partió de pruebas experimentales, tomando como base el de un momento negativo máximo de  $M = W L^2 / 30 = 0.033 WL^2$  por ancho unitario de losa, para la franja central de losas cuadradas interiores.

Todos los coeficientes de la tabla son para las franjas intermedias o centrales únicamente, en los claros corto y largo y de acuerdo con los valores de (m).

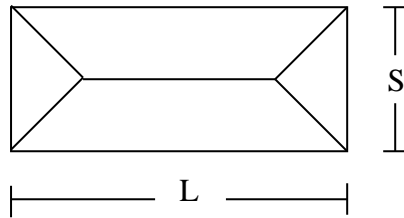
Partiendo del momento base anteriormente mencionado, los coeficientes se modifican para losas rectangulares ó con una ó más orillas discontinuas.

- a).- Si (m) disminuye, el momento flexionante en el claro corto aumenta.
- b).- A uno o más lados discontinuos, se incrementa el momento flexionante en el claro corto.
- c).- Para cualquier valor de (m) el momento para el claro largo es igual al de una losa cuadrada, con lados iguales al claro corto.
- d).- Los momentos negativos en los lados discontinuos, se tomarán como el 50% de la orilla continua.
- e).- Los momentos positivos al centro de la losa, se toma como el 75% del negativo en el lado continuo.
- f).- En las fajas de columnas, los momentos, se tomarán como las 2/3 partes de las correspondientes a las centrales. De los anteriores se deduce, que el acero en la franja de columnas, quedará espaciado 1.5 veces la separación calculada en la franja central correspondiente, si se emplea el mismo diámetro.
- g).- Momentos flexionantes; los momentos flexionantes para las franjas centrales se calcularán empleando la siguiente expresión:

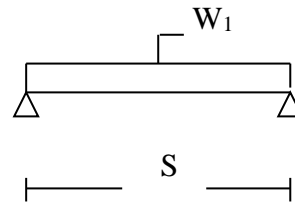
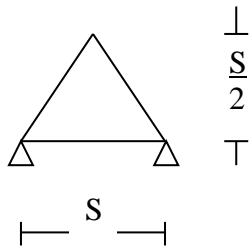
$$M = C W S^2$$

En la que (C) será el coeficiente tomado de las tablas de acuerdo con las características de continuidad de la pieza, del valor (m) y del momento (positivo o negativo) en la zona en que se desea obtener.

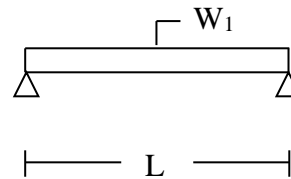
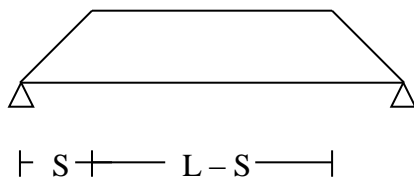
Vigas de apoyo: Las cargas en las vigas o traves de apoyo para un tablero de losa en dos direcciones, puede considerarse como la carga uniformemente repartida dentro del área tributaria del tablero limitado por la intersección de líneas a 45° a partir de las esquinas, con la línea central del tablero paralela al lado mayor.



Con el objeto de facilitar operaciones, estas cargas triangulares y trapezoides se pueden sustituir por otras uniformes equivalentes por unidad de longitud para cada tablero.



$$W_1 = \frac{W S}{3}$$



$$W_1 = \frac{W S}{3} \frac{(3 - m^2)}{2}$$

**COEFICIENTES DE MOMENTOS FLEXIONANTES PARA TABLEROS DE LOSAS  
RECTANGULARES APOYADAS EN CUATRO LADOS Y CONSTRUIDAS  
MONOLITICAMENTE CON LOS APOYOS.**

TODOS LOS COEFICIENTES SON PARA MOMENTOS EN LAS FAJAS INTERMEDIAS.

MOMENTOS	CLARO CORTO = S						Claro largo para todos los valores de m
	Valores de $m = S / L$						
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5 y menos	
<b>CASO 1: Losas interiores</b>							
Momento negativo en:							
Lado continuo -----	0.033	0.040	0.048	0.055	0.063	0.083	0.033
Lado discontinuo -----	-	-	-	-	-	-	-
Momento positivo al centro del claro	0.025	0.030	0.036	0.041	0.047	0.062	0.025
<b>CASO 2: Un lado discontinuo</b>							
Momento negativo en:							
Lado continuo -----	0.041	0.048	0.055	0.062	0.069	0.085	0.041
Lado discontinuo -----	0.021	0.024	0.027	0.031	0.035	0.042	0.021
Momento positivo al centro del claro	0.031	0.036	0.041	0.047	0.052	0.064	0.031
<b>CASO 3: Dos lados discontinuos</b>							
Momento negativo en:							
Lado continuo -----	0.049	0.057	0.064	0.071	0.078	0.090	0.049
Lado discontinuo -----	0.025	0.028	0.032	0.036	0.039	0.045	0.025
Momento positivo al centro del claro	0.037	0.043	0.048	0.054	0.059	0.068	0.037
<b>CASO 4: Tres lados discontinuos</b>							
Momento negativo en:							
Lado continuo -----	0.058	0.066	0.074	0.082	0.090	0.098	0.058
Lado discontinuo -----	0.029	0.033	0.037	0.041	0.045	0.049	0.029
Momento positivo al centro del claro	0.044	0.050	0.056	0.062	0.068	0.074	0.044
<b>CASO 5: Cuatro lados discontinuos</b>							
Momento negativo en:							
Lado continuo -----	-	-	-	-	-	-	-
Lado discontinuo -----	0.033	0.038	0.043	0.047	0.053	0.055	0.033
Momento positivo al centro del claro	0.050	0.057	0.064	0.072	0.080	0.083	0.050

Para el diseño de las losas fueron elaboradas unas tablas y a continuación damos la nomenclatura:

$m$  = Relación de claro corto y claro largo.

$W_m$  = Carga muerta.

$W_v$  = Carga viva.

$W_e$  = Carga equivalente debido a el peso de los muros.

F.C. = Factor de carga.

$W_u$  = Carga última.

$C$  = Coeficiente tomado de las tablas.

$S^2$  = Distancia del lado corto al cuadrado.

$M_u$  =  $C W_u S^2$  = Momento último.

$Q = \frac{M_u}{b d^2 f'c}$  = Valor para utilizar la gráfica de diseño por flexión.

$w$  = Visor sacado de la tabla ( gráfica de diseño por flexión. )

$\rho = w \frac{f'c}{F_y}$  = Porcentaje de acero por flexión.

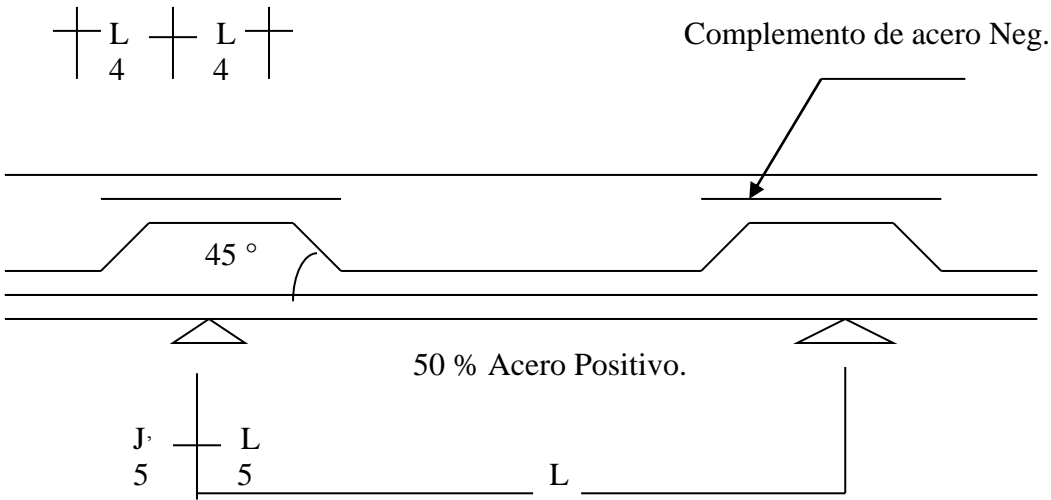
$A_s = \rho b d$  = Acero para una franja de losa de 1 metro.

$S = \text{Separación de varillas de \#3} = \frac{A_b 100}{A_s}$

$A_b$  = Área de la varilla.

$A_s$  = Área de acero necesaria.

Recomendaciones para el acero de refuerzo en losas.



LOSAS DEL PRIMER NIVEL

TABLERO	MOMENTO	LADO	m	W <sub>m</sub>	W <sub>v</sub>	W <sub>e</sub>	F.C.	W <sub>u</sub>	C	S <sup>2</sup>	W <sub>u</sub> S <sup>2</sup>	M <sub>u</sub>	Q	ω	ρ	A	S	
I De esquina dos lados adyacentes discontínuos.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.909	0.500	0.200	0.2647	1.20	1.1576	0.0562	25	23.341	1.6265	0.0929	0.095	0.0072	7.23	10	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0490	"	"	1.4151	0.0310	0.094	0.0071	7.15	10	
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0277	"	"	0.3017	0.0458	0.044	0.0033	3.35	21	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.7235	0.0413	0.042	0.0032	3.20	22	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0424	"	"	1.2271	0.0701	0.074	0.0056	5.61	17	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	1.0708	0.0612	0.065	0.0049	4.95	14	
II De borde un lado corte discontinuo	Negativo en bordes continuos.	Corto	1.000	0.500	0.200	0.291	1.20	1.1892	0.0410	25	21.730	1.2189	0.0697	0.074	0.0056	5.63	17	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	1.2189	0.0697	0.074	0.0056	5.63	17	
	Neg. en bordes discont.	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0210	"	"	0.6243	0.0357	0.046	0.0027	2.74	21	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0110	"	"	0.9216	0.0527	0.052	0.0039	3.76	17	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0110	"	"	0.3216	0.0527	0.052	0.0039	3.76	14	
		Largo	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
III De borde un lado corte discontinuo	Negativo en bordes continuos	Corto	0.540	0.500	0.250	0.726	1.20	1.7592	0.073	9	15.8328	1.2508	0.0715	0.075	0.0057	5.71	22	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.041	"	"	0.6431	0.0371	0.038	0.0029	2.89	25	
	Neg. bord. discontinuo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.021	"	"	0.1125	0.0190	0.020	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.059	"	"	0.9341	0.0534	0.053	0.0040	4.03	14	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.031	"	"	0.4308	0.0280	0.030	0.0023	2.28	14	
		Largo	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
IV Interior. Todos los bordes continuos	Negativo en bordes continuos	Corto	0.600	0.500	0.100	0.000	1.20	0.7200	0.063	9	6.4800	0.4082	0.0273	0.024	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.033	"	"	0.2139	0.0122	0.013	0.0020*	2.00	35	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.047	"	"	0.3046	0.0174	0.018	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.025	"	"	0.1620	0.0093	0.011	0.0020*	2.00	35	
	V De borde un lado corte discontinuo	Negativo en bordes continuos	Corto	0.640	0.500	0.250	0.000	1.20	0.9000	0.066	12	11.0250	0.7277	0.0416	0.042	0.0032	3.20	22
			Largo	"	"	"	"	"	"	0.041	"	"	0.4520	0.0258	0.026	0.0020*	2.00	25
Neg. bord. discontinuo		Corto	"	"	"	"	"	"	0.021	"	"	0.2115	0.0132	0.017	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.050	"	"	0.5513	0.0315	0.032	0.0024	2.43	23	
Positivo		Corto	"	"	"	"	"	"	0.011	"	"	0.1413	0.0135	0.021	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
VI Interior. Todos los bordes continuos	Negativo en bordes continuos	Corto	0.700	0.500	0.250	0.000	1.20	0.9000	0.066	12	11.0250	0.6064	0.0341	0.037	0.0028	2.43	25	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.033	"	"	0.1638	0.0208	0.021	0.0020*	2.00	35	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.041	"	"	0.4520	0.0258	0.026	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.025	"	"	0.2756	0.0157	0.016	0.0020*	2.00	35	
	VII De borde un lado corte discontinuo	Negativo en bordes continuos	Corto	0.640	0.500	0.250	0.000	1.20	0.9000	0.066	12	11.0250	0.7277	0.0416	0.042	0.0032	3.20	22
			Largo	"	"	"	"	"	"	0.041	"	"	0.4520	0.0258	0.026	0.0020*	2.00	25
Neg. borde discontinuo		Corto	"	"	"	"	"	"	0.021	"	"	0.2115	0.0132	0.017	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.050	"	"	0.5513	0.0315	0.032	0.0024	2.43	23	
Positivo		Corto	"	"	"	"	"	"	0.011	"	"	0.1413	0.0135	0.021	0.0020*	2.00	35	
		Largo	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
VIII De borde un lado largo discontinuo.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.700	0.500	0.250	0.273	1.20	1.2276	0.062	12	15.0181	0.9174	0.0513	0.012	0.0024	2.43	23	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.041	"	"	0.6166	0.0352	0.036	0.0027	2.74	26	
	Neg. borde discontinuo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.031	"	"	0.4662	0.0266	0.027	0.0021	2.10	34	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.047	"	"	0.7068	0.0404	0.042	0.0032	3.20	22	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.031	"	"	0.4662	0.0266	0.027	0.0021	2.10	34	
		Largo	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
IX De borde dos lados largos disc.	Neg. bordes continuos	Largo	0.920	0.500	0.500	0.000	1.20	1.2000	0.049	30	36.3000	1.7787	0.1016	0.011	0.0020*	2.00	35	
		Corto	"	"	"	"	"	"	0.027	"	"	0.3801	0.0560	0.057	0.0043	4.34	16	
	Neg. bordes discontinuos	Corto	"	"	"	"	"	"	0.042	"	"	1.5246	0.0871	0.092	0.0070	7.00	10	
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.037	"	"	1.3431	0.0767	0.080	0.0061	6.10	12	

LOSAS DEL SEGUNDO NIVEL

TABLERO	MOMENTO	LADO m	Wm	Wv	We	E.C.	Wu	C	S <sup>2</sup>	Wu S <sup>2</sup>	Mu	Q	ω	P	As	S	
I De borde dos lados adyacentes	Negativo en bordes continuos.	Corto	0.909	0.500	0.200	0.2647	1.20	1.1576	0.0562	25	28.9410	1.6265	0.093	0.100	0.0076	7.61	9
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0490	"	"	1.4181	0.081	0.090	0.0068	6.85	10
	Negativo en bordes discontinuos.	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0277	"	"	0.8017	0.046	0.052	0.0039	3.96	18
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.7235	0.041	0.042	0.0032	3.20	22
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0424	"	"	1.2271	0.070	0.077	0.0059	5.86	12
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	1.0708	0.061	0.065	0.0049	4.95	14
II De borde dos lados discontinuos.	Neg. bordes continuos	Corto	1.000	0.500	0.200	0.2910	1.20	1.1892	0.0490	25	29.7300	1.4568	0.083	0.090	0.0068	6.85	10
	Neg. bordes discontinuos	Largo	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.7433	0.042	0.044	0.0033	3.35	21	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	1.1000	0.063	0.070	0.0053	5.33	13
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	1.1000	0.063	0.070	0.0053	5.33	13
III De borde dos lados cortos discontinuos	Neg. bordes continuos	Corto	0.540	0.500	0.250	0.7160	1.20	1.7592	0.0852	9	15.8328	1.3490	0.077	0.084	0.0064	6.39	11
	Neg. bordes discontinuos	Largo	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.3958	0.023	0.027	0.0021	2.05	35	
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0644	"	"	1.0196	0.058	0.060	0.0046	4.57	16
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	0.5858	0.033	0.035	0.0027	2.66	27
V De borde un lado corto discontinuo.	Negativo en bordes continuos.	Corto	0.640	0.500	0.250	0.0000	1.20	0.9000	0.0662	12	11.0250	0.7299	0.042	0.045	0.0034	3.42	21
	Neg. bordes discontinuos	Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.4520	0.026	0.028	0.0021	2.13	33
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0210	"	"	0.2315	0.013	0.015	0.0020	2.00	35
	Positivo.	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0500	"	"	0.5513	0.032	0.035	0.0027	2.66	27
Largo		"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.3418	0.020	0.020	0.0020	2.13	33	
VI De borde un lado largo discontinuo.	Negativo en bordes continuos.	Corto	0.700	0.500	0.250	0.000	1.20	0.9000	0.0620	12	11.0250	0.6836	0.039	0.040	0.0030	3.04	23
	Neg. bordes discontinuos	Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.4520	0.026	0.027	0.0021	2.05	35
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.3418	0.020	0.020	0.0020	2.00	35
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0470	"	"	0.5182	0.030	0.032	0.0024	2.43	29
Largo		"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.3418	0.020	0.020	0.0020	2.00	35	
VII De borde un lado corto discontinuo.	Negativo en bordes continuos.	Corto	0.640	0.500	0.250	0.000	1.20	0.9000	0.0662	12	11.0250	0.7299	0.042	0.045	0.0034	3.42	21
	Neg. borde discontinuo	Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.4520	0.026	0.027	0.0021	2.05	35
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0334	"	"	0.3682	0.021	0.021	0.0020	2.00	35
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0500	"	"	0.5513	0.032	0.034	0.0026	2.59	27
Largo		"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.3418	0.020	0.020	0.0020	2.00	35	
VIII De borde un lado largo discontinuo.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.700	0.500	0.250	0.273	1.20	1.1844	0.0620	12	14.5089	0.8996	0.051	0.055	0.0042	4.18	17
	Neg. borde discontinuo	Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.5949	0.034	0.035	0.0027	2.66	27
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.4498	0.026	0.027	0.0021	2.05	35
	Positivo.	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0470	"	"	0.6819	0.039	0.040	0.0030	3.04	23
Largo		"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.4498	0.026	0.027	0.0021	2.05	35	
IX De borde dos lados largos discontinuos	Neg. bordes continuos	Largo	0.920	0.500	0.500	0.000	1.20	1.2000	0.0490	30	36.3000	1.7737	0.102	0.150	0.0114	11.41	6
	Neg. bordes discontinuos	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0274	"	"	0.9946	0.057	0.060	0.0046	4.57	15
		Corto	"	"	"	"	"	"	0.0430	"	"	1.5609	0.089	0.099	0.0075	7.53	9
	Positivo.	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	1.3431	0.077	0.084	0.0064	6.39	11
Largo		"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	



LOSAS DEL TERCER NIVEL

TABLERO	MOMENTO	LADO	m'	Wm	Wv	We	F. C.	Wu	C	S <sup>2</sup>	WLS <sup>2</sup>	M <sub>U</sub>	Q	ω	ρ	A <sub>s</sub>	S
I De borde dos lados adyacentes discontinuos	Negativo en bordes continuos	Corto	0.909	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0562	25	18	1.0116	0.0578	0.060	0.0045	4.57	16
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0490	"	"	0.8820	0.0504	0.055	0.0042	4.18	17
	Negativo en bordes discontinuos	Corto	"	"	"	"	"	"	0.277	"	"	0.4986	0.0285	0.030	0.0023	2.28	31
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.4500	0.0257	0.026	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
		Positivo	Corto	"	"	"	"	"	0.0424	"	"	0.7632	0.0436	0.045	0.0034	3.42	21
Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	0.6660	0.0381	0.040	0.0030	3.04	23		
II De borde dos lados paralelos discontinuos	Neg. bordes continuos	Corto	1.000	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0490	25	18	0.8820	0.0504	0.052	0.0039	3.96	18
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.4500	0.0257	0.026	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	0.6660	0.0381	0.040	0.0030	3.04	23
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	0.6660	0.0361	0.040	0.0036	3.04	23
III De borde dos lados cortos discontinuos	Neg. bordes continuos	Corto	0.540	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0852	9	6.48	0.5521	0.0315	0.033	0.0025	2.51	28
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.1620	0.0093	0.010	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0644	"	"	0.4173	0.0238	0.025	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0370	"	"	0.2400	0.0137	0.015	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
V De borde un lado corto discontinuo.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.640	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0662	12.2	8.82	0.5839	0.0334	0.035	0.0026	2.66	27
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.3616	0.0207	0.022	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
	Neg. borde discontinuo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0210	"	"	0.1852	0.0106	0.012	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
		Positivo	Corto	"	"	"	"	"	0.0500	"	"	0.4410	0.0252	0.030	0.0023	2.28	31
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.2734	0.0156	0.020	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
VI De borde un lado largo discontinuo.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.700	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0620	12.2	8.82	0.5468	0.0312	0.032	0.0024	2.41	29
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.3616	0.0207	0.022	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.2734	0.0156	0.018	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0470	"	"	0.4145	0.0237	0.025	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
Largo	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.2734	0.0156	0.020	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35		
VIII Interior todos lados continuos	Negativo en bordes continuos	Corto	0.700	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0550	12.2	8.82	0.4851	0.0277	0.030	0.0023	2.28	31
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0330	"	"	0.2911	0.0166	0.020	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.041	"	"	0.3616	0.0207	0.024	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.025	"	"	0.2205	0.0126	0.015	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
VII De borde un lado corto discontinuos.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.640	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0662	12.2	8.82	0.5839	0.0334	0.025	0.0027	2.66	27
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.3616	0.0207	0.021	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
	Neg. borde discontinuo	Largo	"	"	"	"	"	"	0.0334	"	"	0.2946	0.0168	0.018	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
		Positivo	Corto	"	"	"	"	"	0.0500	"	"	0.4410	0.0252	0.028	0.0021	2.11	33
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.2734	0.0156	0.018	0.0020 <sup>+</sup>	2.00	35
IX De borde un lado largo discontinuo.	Negativo en bordes continuos	Corto	0.920	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0466	30.2	21.8	1.0149	0.0580	0.066	0.0049	4.95	14
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0410	"	"	0.3930	0.0510	0.056	0.0043	4.26	17
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0234	"	"	0.5100	0.0291	0.031	0.0024	2.36	30
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0350	"	"	0.7623	0.0436	0.045	0.0035	3.42	21
Largo	"	"	"	"	"	"	0.0310	"	"	0.6752	0.0386	0.040	0.0030	3.04	23		
I Interior todos los lados continuos	Negativo en bordes continuos	Corto	0.830	0.500	0.100	0.000	1.2	0.720	0.0456	25	18	0.8206	0.0469	0.048	0.0037	3.65	19
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0330	"	"	0.5940	0.0339	0.035	0.0027	2.66	27
	Positivo	Corto	"	"	"	"	"	"	0.0342	"	"	0.6156	0.0352	0.038	0.0029	2.89	25
		Largo	"	"	"	"	"	"	0.0250	"	"	0.4500	0.0257	0.028	0.0020	2.13	33



## Diseño de columnas

### Efecto de esbeltez:

Se entiende por efecto de esbeltez la reducción de resistencia de un elemento sujeto a comprensión, axial o flexocompresión, debida a que la longitud del elemento es grande en comparación con las dimensiones de su sección transversal.

VARIABLES PRINCIPALES DE LOS EFECTOS DE ESBELTEZ.

a).- Rigidez a flexión de las trabes que restringen la columna; Mientras mayor sea esta rigidez a flexión, es mayor el grado de empotramiento o restricción de la columna en sus extremos y, por lo tanto, son menores las deformaciones de la columna y los momentos adicionales.

b).- Rigidez a flexión de la columna; La rigidez a flexión de la propia columna tiene influencia sobre la reducción de resistencia por esbeltez, ya que mientras más rígida sea la columna, son menores sus deformaciones y, por lo tanto, el valor de los momentos adicionales.

La rigidez a flexión de la columna depende principalmente del tamaño de la sección transversal, del módulo de elasticidad del concreto, del porcentaje de refuerzo longitudinal y de la longitud de la columna, suele tomarse en cuenta en los métodos de dimensionamiento mediante el parámetro llamado esbeltez de la columna, que se define como la relación entre la longitud y el radio de giro de la sección transversal.

c).- Relación de excentricidades en los dos extremos de la columna y tipo de curvatura; La relación de excentricidades, o sea, la relación de los dos momentos de los extremos de la columna, influye en la magnitud de las deflexiones y por lo tanto, en los momentos adicionales por esbeltez.

d).- Desplazamiento lateral relativo entre los dos extremos de la columna; Las columnas pueden formar parte de marcos que no tengan posibilidad de sufrir deformaciones laterales por estar contraventados o unidos a otras estructuras muy rígidas, o de marcos cuya resistencia a cargas laterales dependa exclusivamente de la resistencia a flexión de sus miembros, y que por lo tanto puedan sufrir deformaciones laterales.

Cuando los marcos pueden desplazarse lateralmente, los momentos adicionales son mayores que cuando los marcos no pueden hacerlo.

La magnitud del desplazamiento lateral relativo depende de la rigidez a flexión de las columnas y de las vigas de los marcos. Si la rigidez a flexión de las trabes es pequeña, en relación con la rigidez a flexión de las columnas, la rotación de los extremos de las columnas es grande y aumenta, por lo tanto, el desplazamiento lateral relativo.

El desplazamiento lateral también depende del tipo de carga que actúa sobre el marco. Por lo general, es mayor al desplazamiento cuando el marco está sujeto a cargas laterales que cuando está sujeto a cargas verticales.

e).- Duración de la carga; Cuando la carga actúa por un periodo prolongado de tiempo, las deflexiones aumentan por efecto de la contracción y el flujo plástico del concreto. Por lo tanto, aumenta también los momentos adicionales y la reducción de resistencia por efecto de esbeltez.

La duración de la carga es más importante mientras mayor sean las deformaciones.

### Evaluación aproximada de los efectos de esbeltez (ACI-71).

Es un método de momento complementario que está basado en un análisis elástico de elementos esbeltos sujetos a carga axial y flexión, los cuales se denominan frecuentemente vigas columna.

El análisis riguroso de estos elementos se puede efectuar aplicando una ecuación diferencial de 2° orden o un procedimiento numérico de aproximaciones sucesivas. Sin embargo el análisis simplificado indica que el momento máximo en una viga-columna que se deforme en curvatura simple puede calcularse aproximadamente con la ecuación:

$$M_{\text{máx.}} = M_u + \frac{P_u a_o}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \quad (7.1)$$

Donde  $M_u$  y  $a_o$  son el momento y la deformación máxima de primer orden, respectivamente,  $P_u$  es la carga axial máxima,  $P_c$  es la carga crítica de Euler y  $\phi$  el factor de reducción de la capacidad del material = 0.70

En caso de vigas-columna que se deformen en curvatura simple, y que tienen momentos iguales en ambos extremos la Ec. (7.1) puede aproximarse por la Ec.

$$M_{\text{máx}} = \frac{M_u}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \quad (7.2)$$

y para otros casos por la ecuación:

$$M_{\text{máx}} = \frac{C_m M_u}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \quad (7.3)$$

La ecuación (7.3) puede expresarse en la forma:

$$M_{\text{máx}} = \delta M_u$$

Donde “ $\delta$ ” es el factor de amplificación.

Valoración de  $C_m$ :

Para elementos sin desplazamiento lateral relativo y sin carga transversal entre sus apoyos.

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \quad (7.6)$$

Para elementos con posibilidad de desplazamiento lateral relativo o con carga transversal entre sus apoyos.

$$C_m = 1 \quad (7.7)$$

El término  $0.4 \frac{M_1}{M_2}$  es positivo si el elemento se flexiona en curvatura simple y negativo si se flexiona en curvatura doble.

Valoración de  $P_c$

La siguiente ecuación de la carga crítica de pandeo o carga crítica de Euler de elementos de compartimiento lineal:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k l_u)^2} \quad (7.8)$$

Siendo:  $E$  = Módulo de elasticidad del material  
 $I$  = Menor momento de inercia de la sección transversal.  
 $k l_u$  = Longitud efectiva de pandeo.

La ecuación 7.8 no es rigurosamente aplicable a elementos de concreto reforzado, ya que su comportamiento no es lineal, sin embargo puede usarse en forma aproximada, si el valor se calcula con una de las siguientes ecuaciones:

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{5} + E_s I_s}{1 + \beta d} \quad (7.9)$$

$$EI = \frac{Ec I_g}{1 + \beta a} \quad (7.10)$$

Dónde:

- Ec = Módulo de elasticidad del concreto.
- Es = Módulo de elasticidad del acero.
- Ig = Momento de inercia de la sección acero.
- Is = Momento de inercia del refuerzo respecto al eje centroidal de la columna.
- Bd = Relación entre el momento producido por la carga muerta y el momento total.

La longitud efectiva  $k l_u$ , depende del grado de restricción de la columna en sus extremos y de la posibilidad de que exista desplazamiento lateral relativo.

En estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas parcialmente por los sistemas de piso, sin que existan articulaciones o empotramientos perfectos. El grado de restricción depende de la relación de las rigideces de las columnas y el sistema de piso, la cual puede definirse en la siguiente formula:

$$\Psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{piso}}$$

$$K = \text{Rigidez} = \frac{EI}{L}$$

L

$K_{col}$  = se refiere a las columnas que concurren en un nudo de la estructura (en un sentido)

$K_{piso}$  = se refiere a los elementos que forman el sistema de piso y que están contenidos en el plano del marco estructural que se analiza; o sea, que no se incluye en la suma las rigideces de traveses perpendiculares al marco.

El cálculo de la longitud efectiva de pandeo en función del grado de restricción,  $\Psi$ , puede hacerse utilizando los nomogramas que aquí se presentan, en los que  $\Psi_A$  Y  $\Psi_B$  son los valores de  $\Psi$  en los extremos A y B de la columna. Para valores de  $\Psi_A$  Y  $\Psi_B$ , las longitudes efectivas son mayores para columnas de marcos con posibilidad de desplazamiento lateral relativo. Razón por la cual existen dos monogramas.

La longitud efectiva de las columnas de los marcos con desplazamiento lateral relativo tienden a infinito cuando la rigidez del sistema de piso tiende a cero, o sea, cuando las columnas están articuladas. En este caso se tiene una columna inestable. Los nomogramas se desarrollan para columnas de comportamiento lineal, pero pueden utilizarse en forma aproximada para columnas de concreto reforzado.

Una vez calculados los valores de  $C_m$  y de  $P_c$  de la manera descrita, puede determinarse el factor de amplificación,  $d$ , con la ecuación (7.5) y el momento máximo de diseño con la Ec. (7.4).

En marcos no contraventados contra desplazamiento lateral, el valor  $d$  se calculará para todo el piso, suponiendo que todas las columnas están cargadas. En la Ec. (7.3)  $P_u$  y  $P_c$  se deben tomar como la suma de  $\Sigma P_u$   $\Sigma P_c$  para todas las columnas del piso. Cuando se diseñe cada columna de ese piso, se considerará como el valor mayor calculado para todo el piso o para una columna individual, suponiendo que sus extremos están contraventados contra desplazamiento lateral.

Se recomienda que se tomen los efectos de esbeltez en las que el termino  $k l_u/r$  es mayor que  $34-12 M_1 / M_2$  o que 22, según se trate, respectivamente, de marcos sin desplazamiento lateral o con desplazamiento lateral.

El termino  $r$  es el radio de giro de la sección que puede estimarse como 0.30 veces el lado menor para columnas rectangulares, o 0.25 veces el diámetro para columnas circulares cuando el valor de  $k l_u$  es mayor que 100, no se permite el método simplificado descrito.

$r$

Una vez obtenidos los momentos de diseño amplificados, nos auxiliamos de los diagramas de interacción para aplicar la fórmula de Bresler para flexo-compresión biaxial.

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o}$$

$P_r$  = Carga normal máxima que actúa a excentricidades  $e_x$  y  $e_y$ .

$P_x$  = Carga axial máxima a una excentricidad  $e_x$  contenida en un plano de simetría.

$P_y$  = Carga normal máxima a una excentricidad  $e_x$  contenida en un plano de simetría normal al anterior ( $e_x = 0$ )

$P_o$  = Carga axial máxima que puede resistir el elemento ( $e_x = 0$ ) y ( $e_y = 0$ )

Solo se muestra el procedimiento de cálculo de una columnas y de las demás solo se muestra resultados.

El factor  $\beta_d$  se sacó de la siguiente manera:

De los puntos de la estructura donde se calcularon los factores de carga, se sacaron los momentos para calcular el facto  $\beta_d$  y se saco el promedio. Por lo tanto  $\beta_d = 0.5424$

Todos los elementos sujetos a una carga de compresión deberán diseñarse para la excentricidad “e” que corresponda al momento máximo producido por esta condición de carga (flexocompresión) pero no debe ser menor de 2.5 cm, o que 0.05h, para miembros sujetos a compresión de perfiles de acero ahogados o reforzados con espiral, o que 0.10h para miembros sujetos a compresión con anillos, con respecto a su eje principal.

Procedimiento de cálculo de la columna B-D nivel 1

$$P = 25.3644 + 43.8350 + 2.9148 + 0.1018 = 72.1160 \text{ Ton.}$$

$$\begin{array}{ll} M_x = 1.3952 \text{ Ton-m.} & M_{sx} = 3.9579 \\ M_y = 1.3326 \text{ " } & M_{sy} = 3.4430 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} M_x \\ M_y \end{array}} \right\} \text{ Parte superior.}$$

$$\begin{array}{ll} M_x = 1.6976 \text{ Ton-m.} & M_{sx} = 6.8115 \\ M_y = 0.6663 \text{ " } & M_{sy} = 6.0990 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} M_x \\ M_y \end{array}} \right\} \text{ Parte inferior.}$$

Combinaciones de momentos.

Sísmo actuando en sentido x (parte superior).

$$\begin{array}{ll} M_x = 1.3952 \text{ Ton-m.} & M_{sx} = 3.9579 \text{ Ton-m.} \\ M_y = 1.3326 \text{ " } & M_{sy} = 0.0000 \text{ " } \end{array}$$

Sísmo actuando en sentido x (parte inferior).

$$\begin{array}{ll} M_x = 0.6976 \text{ Ton-m.} & M_{sx} = 6.8115 \text{ Ton-m.} \\ M_y = 0.6663 \text{ " } & M_{sy} = 0.0000 \text{ " } \end{array}$$

Sísmo actuando en sentido y (parte superior).

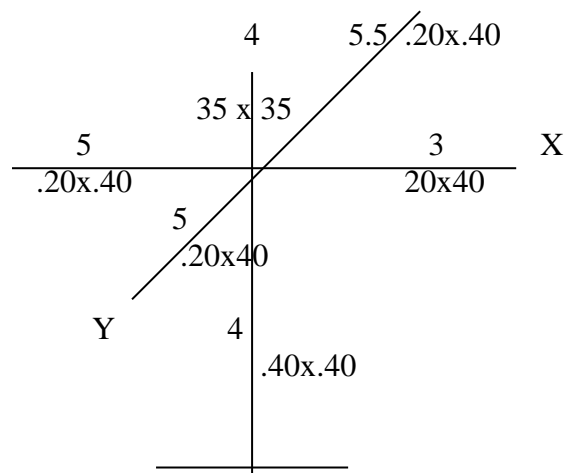
$$\begin{array}{ll} M_x = 1.3952 \text{ Ton-m.} & M_{sx} = 0.0000 \text{ Ton-m} \\ M_y = 1.3326 \text{ " } & M_{sy} = 3.4430 \text{ " } \end{array}$$

Sísmo actuando en sentido y (parte inferior).

$$\begin{array}{ll} M_x = 0.6976 \text{ Ton-m.} & M_{sx} = 0.0000 \text{ Ton-m.} \\ M_y = 0.6663 \text{ " } & M_{sy} = 6.0990 \text{ " } \end{array}$$

Consideramos crítico el momento en la parte inferior cuando el sismo actúa en sentido x.

$$M = 0.6976 + 6.8115 = 7.5091 \text{ Ton-m.}$$



Revisión por esbeltez sentido x.

$$\Psi_A = \frac{\frac{1}{12} \frac{(35 \times 35^3)}{300} + \frac{1}{12} \frac{(40 \times 40^3)}{400}}{\frac{1}{12} \frac{(20 \times 40^3)}{500} + \frac{1}{12} \frac{(20 \times 40^3)}{300}} = \frac{950.1736}{568.8889} = 1.6702$$

$$\Psi_B = 1.000 \text{ (por tratarse de empotramiento)}$$

Vemos nomograma y leemos  $k = 1.40$

$$r = 0.30 \times 40 = 12 \text{ cm.}$$

$$\frac{k \text{ lu}}{r} = \frac{1.40 \times 400}{12} = 47 \text{ mayor que } 22, \text{ requiere corrección.}$$

Por esbeltez, en el sentido x.

Revisión por esbeltez sentido y.

$$\Psi_A = \frac{\frac{1}{12} \frac{(35 \times 35^3)}{300} + \frac{1}{12} \frac{(40 \times 40^3)}{400}}{\frac{1}{12} \frac{(20 \times 40^3)}{500} + \frac{1}{12} \frac{(20 \times 40^3)}{550}} = \frac{950.1736}{407.2727} = 2.3330$$

$$\Psi_B = 1.0000$$

Vemos nomograma y leemos  $k = 1.50$

$$\frac{K \text{ lu}}{r} = \frac{1.50 \times 400}{12} = 50 \text{ mayor que } 22, \text{ requiere corrección por esbeltez en el sentido y.}$$

$$E_c = 15,000 \quad 175 = 198431.3483 \text{ kg/cm}^2.$$

$$I_g = \frac{1}{12} (40 \times 40^3) = 213,333.33 \text{ cm}^4.$$

$$\beta_d = 0.5424$$



$$EI = \frac{198431.3483 \times 213.333.33}{2.5} \left( \frac{1}{1 + 0.5424} \right) = 1.0978221 \times 10^{10}$$

$$P_{cx} = \frac{3.1416^2 \times 1.0978221 \times 10^{10}}{(1.40 \times 400)^2} = 345.5061 \text{ Ton.}$$

$$\Sigma P_u = 1.2 \times 2712.5364 = 3,255.04368 \text{ Ton.}$$

$$\Sigma P_{cx} = 12,962.5912 \text{ Ton.}$$

$$d_x = \frac{1}{\frac{3,255.0438}{1 - \frac{12,962.5912 \times 0.7}{1}}} = 1.56$$

$$P_{cy} = \frac{3.1416^2 \times 1.0978221 \times 10^{10}}{(1.5 \times 400)^2} = 300.9742$$

$$d_y = \frac{1}{\frac{1.2 \times 2712.5364}{1 + \frac{0.7 \times 10805.832}{1}}} = 1.77$$

siendo  $P_{cy} = 10,805.832 \text{ Ton.}$

$$M_{dx} = 1.56 \times 7.5091 = 11.7242 \text{ Ton-m.}$$

$$M_{dy} = 1.77 \times 0.6663 = 1.1794 \text{ Ton-m.}$$

Proponemos porcentaje de acero = 0.038 (12 Ø # 8 = 60.84 cm<sup>2</sup>)

$$w = \frac{0.038 \times 2300}{.85 \times 175} = 0.60$$

$$\text{Excentricidad en } x = \frac{\text{Momento de diseño en } x}{\text{Carga de diseño.}}$$

$$e_x = \frac{11.7142 \text{ Ton-m.}}{72.1160 \text{ Ton.}} = 0.160 \text{ m.}$$

$$e_y = \frac{1.1794 \text{ Ton-m.}}{72.1160 \text{ Ton.}} = 0.016 \text{ m.}$$

$$\frac{e_x}{t} = \frac{0.162}{0.40} = 0.405 \text{ Vemos diagramas y leemos } \alpha = 0.63$$

$$\frac{e_y}{t} = \frac{0.016}{0.40} = 0.040 \text{ Vemos diagramas y leemos } \alpha = 1.26$$

$$P_u = \phi ( 0.85 \times f'c \times b \times t + A_s \times f_y )$$

$$P_u = 0.75 ( 0.85 \times 175 \times 40 \times 40 + 60.84 \times 2300 ) = 264.552 \text{ Ton.}$$

$$P_{ux} = d_x (\phi 0.85 f'c b t)$$

$$P_{ux} = 0.63 ( 0.7 \times 0.85 \times 175 \times 40 \times 40 ) = 104.958 \text{ Ton.}$$

$$P_{uy} = d_y (\phi 0.85 f'c b t)$$

$$P_{uy} = 1.26 ( 0.7 \times 0.85 \times 175 \times 40 \times 40 ) = 209.916 \text{ Ton.}$$

$$P_o = \frac{P_u}{F.C} = \frac{264.552}{1.2} = 220.460 \text{ Ton.}$$

$$P_x = \frac{P_x}{F.C} = \frac{104.958}{1.2} = 87.465 \text{ Ton.}$$

$$P_y = \frac{P_y}{F.C} = \frac{209.916}{1.45} = 144.769 \text{ Ton.}$$

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o}$$

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{87.465} + \frac{1}{144.769} - \frac{1}{220.46} = 0.0138047$$

$$P_r = 72.4391 \text{ Ton. Mayor que } 72.1160 \text{ Ton. (Aceptada)}$$

Diseño por cortante columna B-D nivel 1.

$$V_x = 0.5232 \text{ Ton.}$$

$$V_{sx} = 2.6924 \text{ Ton.}$$

$$V_y = 0.4995 \text{ Ton.}$$

$$V_{sy} = 2.3855 \text{ Ton.}$$

Consideraremos crítico el sentido x  $V_t = 3.2156 \text{ Ton.}$

$$V_c = 0.5 \left(1 + 0.007 \frac{U_n}{A_g}\right) \sqrt{f'c} \quad \text{Pero no mayor que}$$

$$V_c = 0.9 \sqrt{f'c} \sqrt{1 + 0.0285 \frac{N_u}{A_g}}$$

$$V_c = 0.5 \left(1 + 0.07 \frac{72.1160}{1600}\right) \sqrt{175} = 8.70 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_u = \frac{3215.6 \times 1.2}{0.85 \times 40 \times 35} = 3.24 \quad V_u < V_c$$

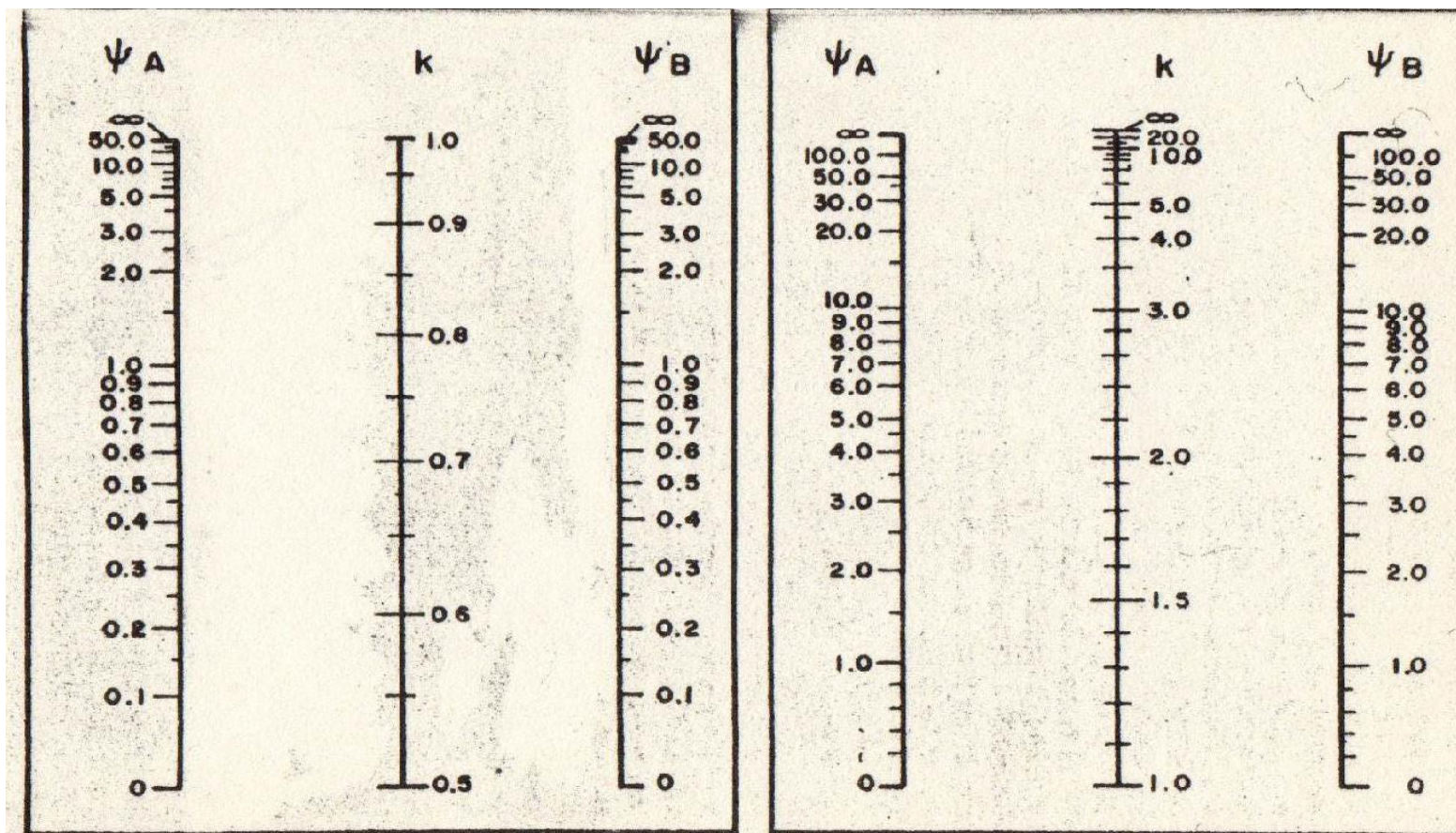
$$A_v \text{ min.} = 3.5 \frac{b_s}{f_y} = 3.5 \frac{40 \times 17}{2300} = 1.03 \text{ cm}^2$$

Pondremos estribos # 3 a cada 40 cm.

Una recomendación común limita la separación de estribos a 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal, 48 veces el diámetro del estribo o la menor dimensión de la columna.

Columna	$A_s$ Longitudinal	Estribos
A - C ; 1	4 # 9 + 8 # 8 = 66.24 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
A - D ; 1	12 # 8 = 60.84 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
A - E ; 1	4 # 9 + 8 # 8 = 66.24 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
A - F ; 1	4 # 9 + 8 # 8 = 66.24 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
A - G ; 1	12 # 9 = 77.04 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
B - C ; 1	4 # 10 + 8 # 9 = 83.12 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
B - D ; 1	12 # 8 = 60.84 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
B - E ; 1	12 # 8 = 60.84 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
B - F ; 1	4 # 9 + 8 # 8 = 66.24 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
B - G ; 1	4 # 12 + 8 # 10 = 109.12 cm <sup>2</sup>	# 3 17 cm
A - C ; 2	4 # 9 + 8 # 8 = 66.24 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - D ; 2	12 # 8 = 60.84 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - E ; 2	4 # 9 + 4 # 8 = 45.96 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - F ; 2	4 # 9 + 4 # 8 = 45.96 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - G ; 2	12 # 9 = 77.04 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
B - C ; 2	12 # 8 = 60.84 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
B - D ; 2	4 # 8 + 8 # 7 = 51.24 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
B - E ; 2	4 # 8 + 8 # 7 = 51.24 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
B - F ; 2	4 # 7 = 15.48 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
B - G ; 2	4 # 10 + 8 # 9 = 83.12 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - C ; 3	12 # 8 = 60.84 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - D ; 3	8 # 8 = 40.56 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - E ; 3	4 # 8 + 4 # 7 = 35.76 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - F ; 3	4 # 9 + = 25.68 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
A - G ; 3	4 # 9 + 4 # 8 = 45.96 cm <sup>2</sup>	# 2.5 15 cm
B - C ; 2	4 # 8 + 4 # 7 = 35.76 cm <sup>2</sup>	# 2.5 12 cm
B - D ; 2	8 # 8 = 40.56 cm <sup>2</sup>	# 2.5 12 cm
B - E ; 2	4 # 8 = 20.28 cm <sup>2</sup>	# 2.5 12 cm
B - F ; 2	4 # 7 = 15.48 cm <sup>2</sup>	# 2.5 12 cm
B - G ; 2	4 # 9 + 4 # 8 = 45.96 cm <sup>2</sup>	# 2.5 12 cm

**FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA**

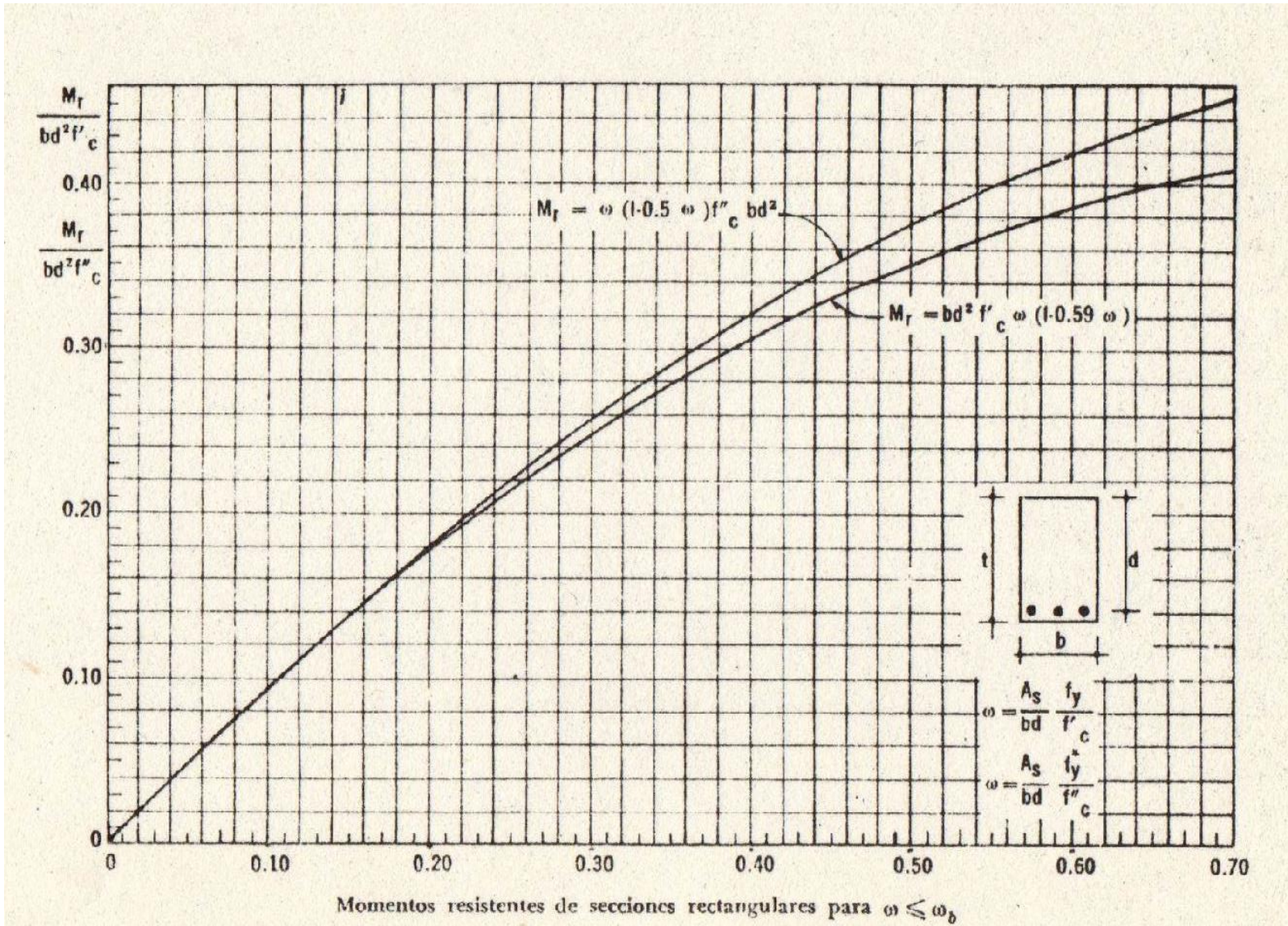


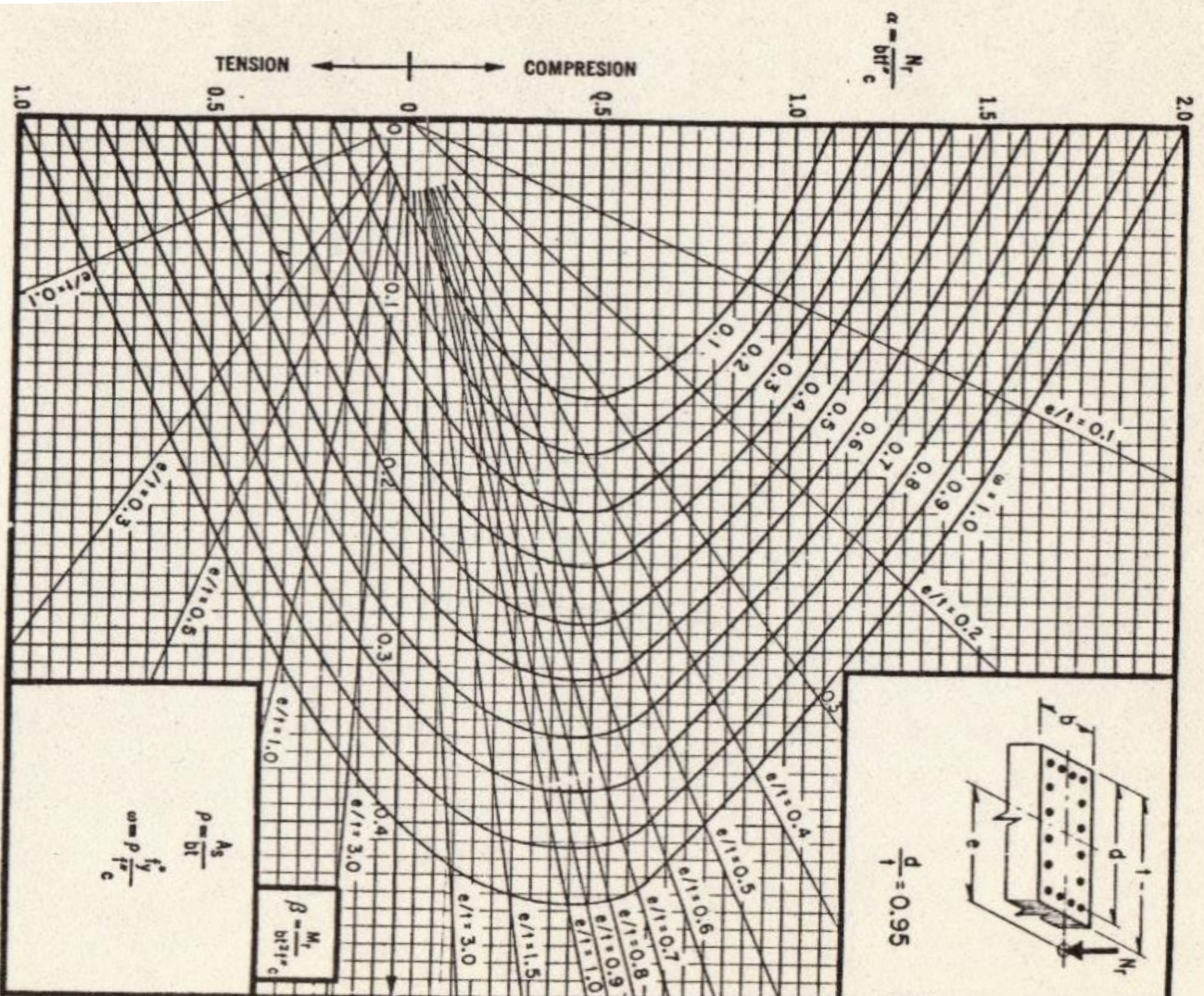
(a)  
marcos contraventeados

(b)  
marcos sin contraventeo

$\psi$  = relación de  $\Sigma(EI/l_c)$  de los miembros en compresión a  $\Sigma(EI/l)$  de miembros en flexión dispuestos en un plano, en el extremo de un miembro en compresión  
 $k$  = factor de longitud efectiva

**GRÁFICA PARA DISEÑO POR FLEXIÓN**





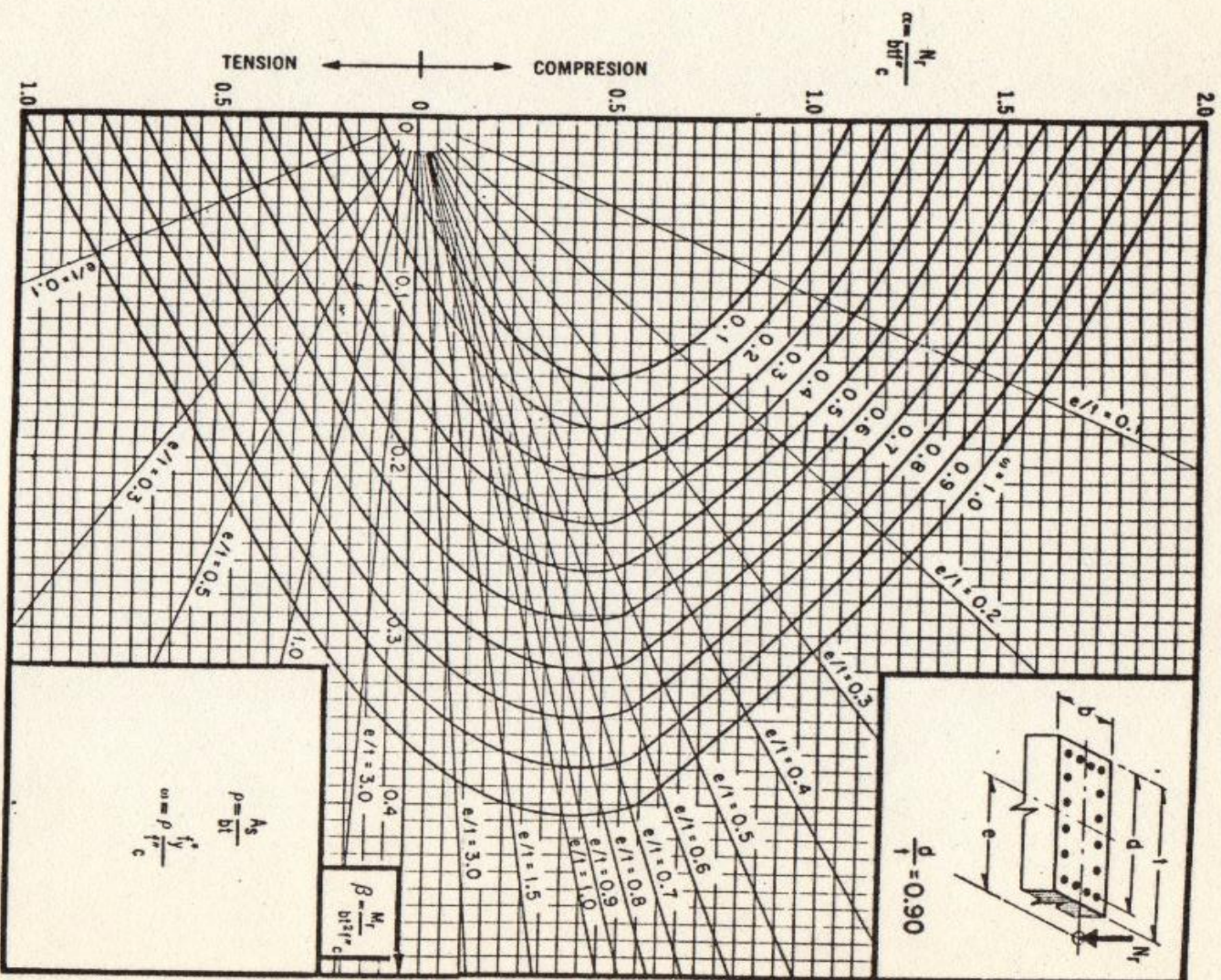
$A_s$  = área total de refuerzo

$f'_c = 0.85 f_c$ , si  $f'_c \leq 280$  kg/cm<sup>2</sup>;  $f'_c = \left( 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \right) f_c$ , si  $f'_c > 280$  kg/cm<sup>2</sup>

$M_r$  = momento flexionante último

$N_r$  = carga axial última

### APÉNDICE B



$A_s$  = área total de refuerzo

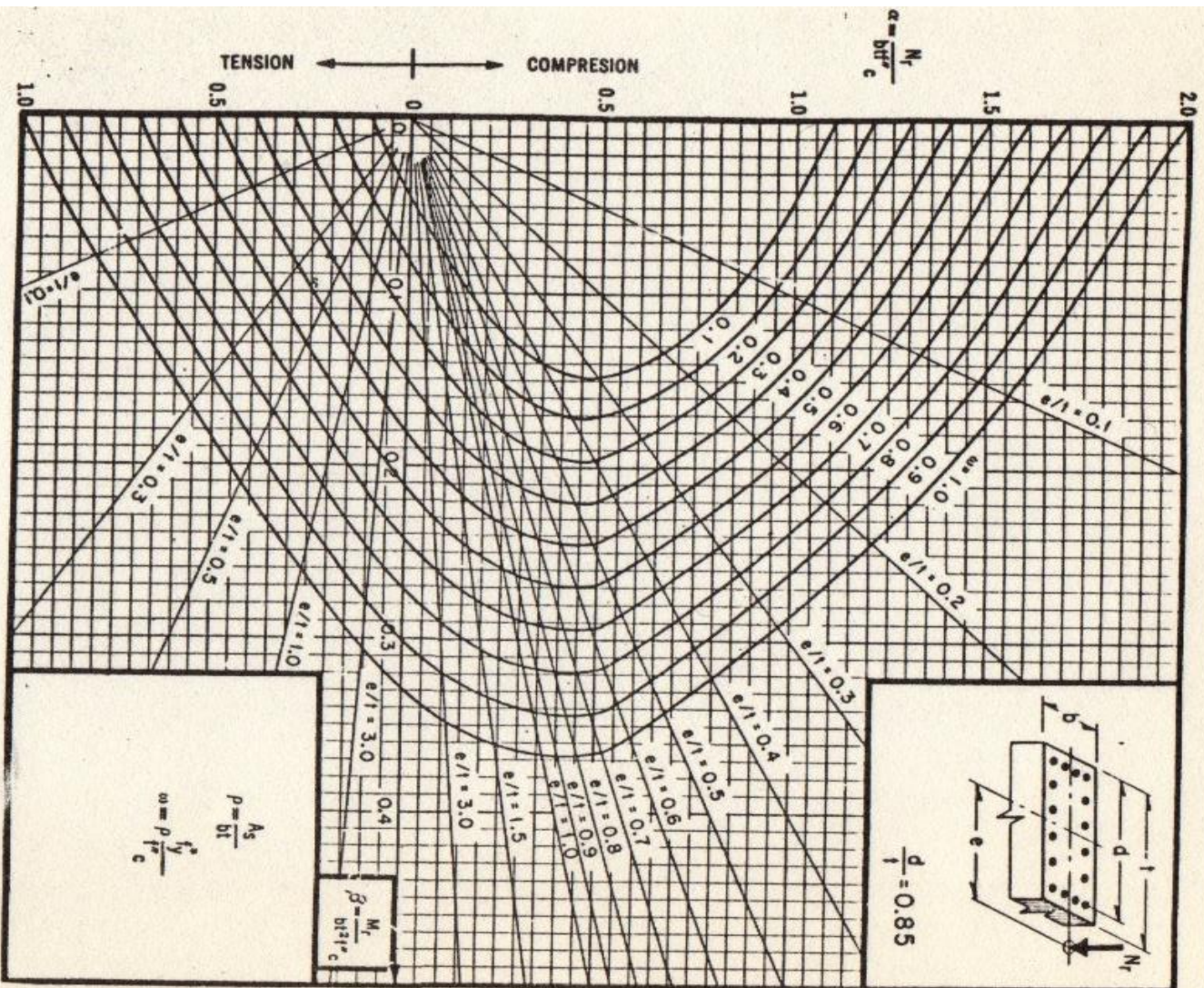
$$f'_c = 0.85 f_c \text{ si } f_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2; f'_c = \left( 1.05 - \frac{f_c}{1400} \right) f_c \text{ si } f_c > 280 \text{ kg/cm}^2$$

$M_r$  = momento flexionante último

$N_r$  = carga axial última

## APÉNDICE B





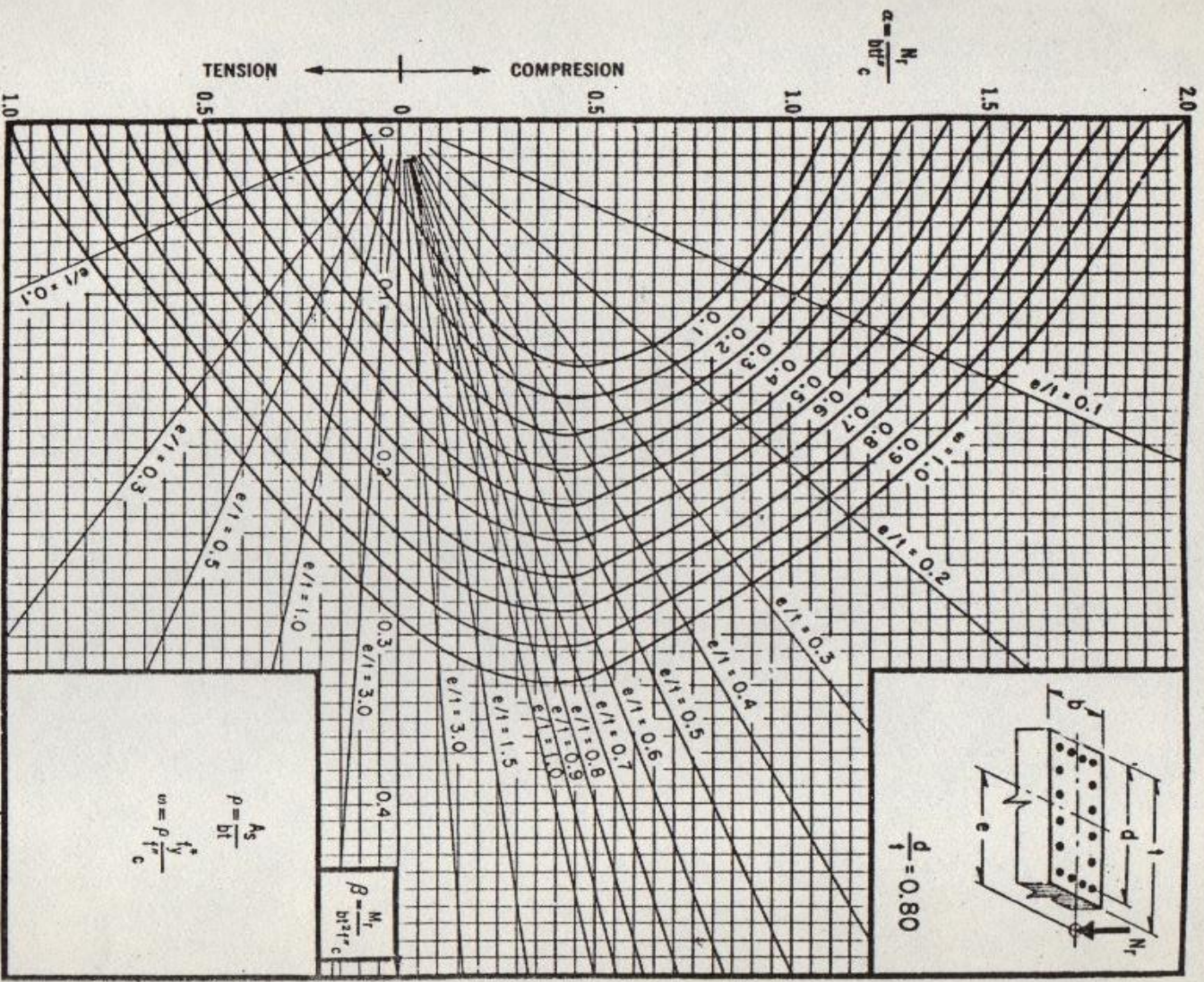
$A_s$  = área total de refuerzo

$$f'_c = 0.85 f'_c \text{ si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2; f'_c = \left( 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \right) f'_c \text{ si } f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2$$

$M_u$  = momento flexionante último

$N_u$  = carga axial última

## APÉNDICE B



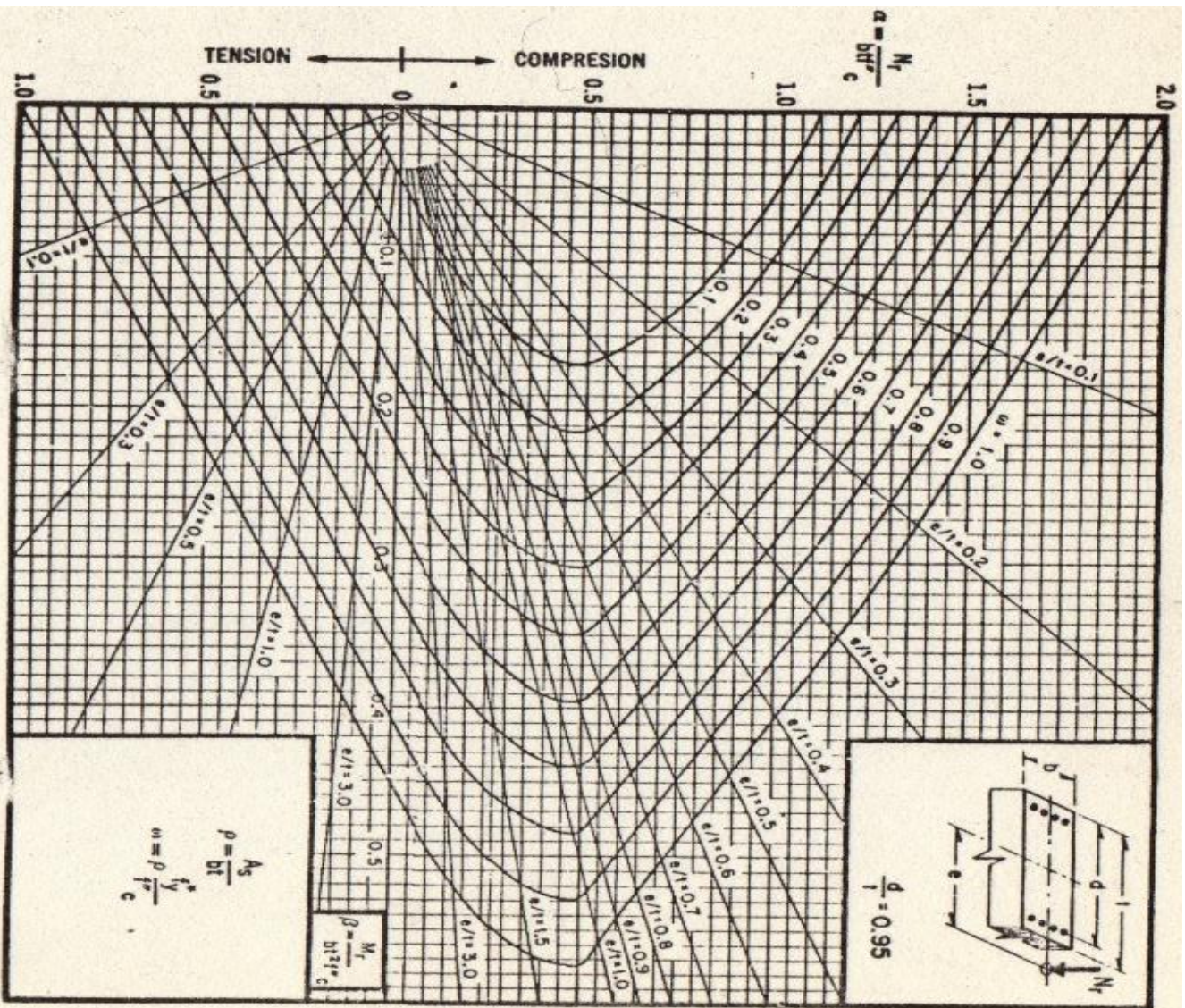
$A_s$  = área total de refuerzo

$$f'_c = 0.85 f'_c \text{ si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2; f'_c = \left( 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \right) f'_c$$

si  $f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2$

$M_r$  = momento flexionante último  
 $N_r$  = carga axial última

## APÉNDICE B



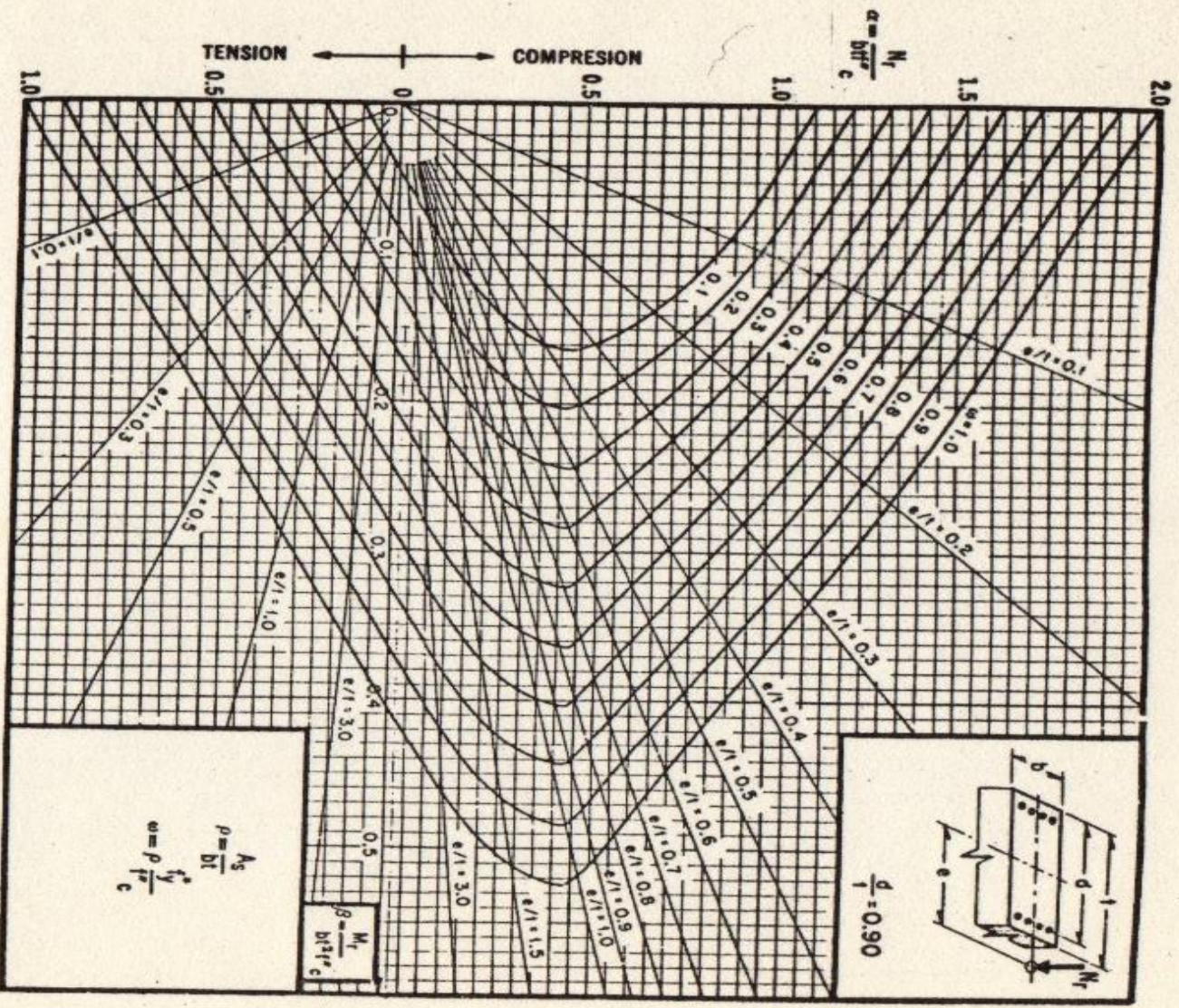
$A_5$  = área total de refuerzo

$$f'_c = 0.85 f_c \text{ si } f_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2; f'_c = \left( 1.05 - \frac{f_c}{1400} \right) f_c \text{ si } f_c > 280 \text{ kg/cm}^2$$

$M_{pc}$  = momento flexionante último

$N_p$  = carga axial última

APÉNDICE B



$A_s$  = área total de refuerzo -

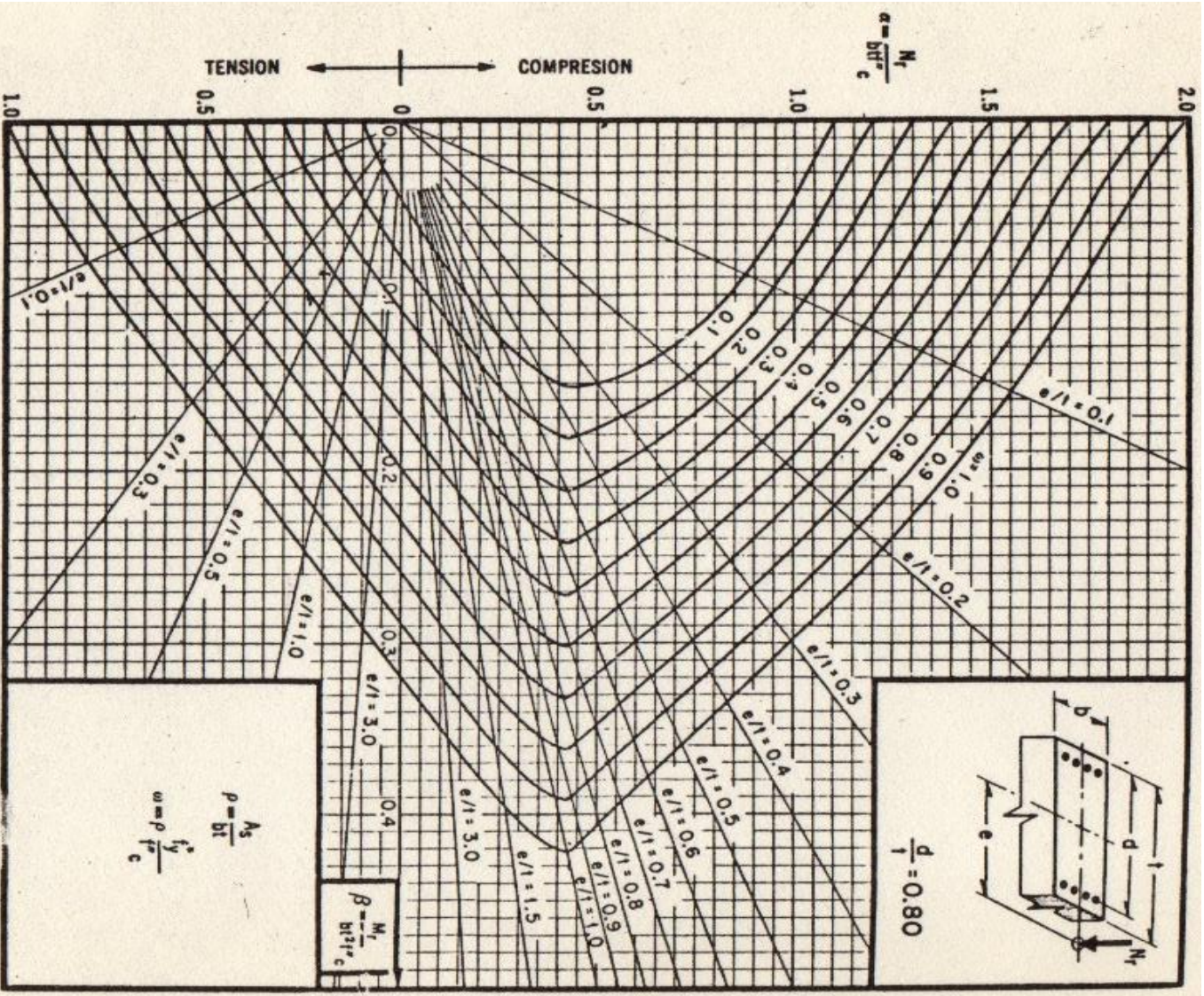
$$f'_c = 0.85 f'_c \text{ si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2; f'_c = \left( 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \right) f'_c,$$

si  $f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2$

$M_r$  = momento flexionante último

$N_r$  = carga axial última

APÉNDICE B



$A_s$  = área total de refuerzo

$$f'_c = 0.85 f'_c \text{ si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2; f'_c = \left( 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \right) f'_c \text{ si } f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2$$

$M_p$  = momento flexionante último

$N_p$  = carga axial última

## APÉNDICE B

## Capítulo IV. Análisis de Cimentación

### CALCULO DE LA CIMENTACIÓN.

Por dicho cálculo tomamos el criterio de Terzaghi, el cubre el caso más general de suelos con cohesión y fricción, y en la actualidad es quizá la teoría más usada especialmente en el caso de cimientos poco profundos.

La expresión cimiento poco profundo se aplica a aquél en que el ancho "B" es igual o mayor que la distancia vertical entre el terreno natural y la base del cimiento (profundidad de desplante  $D_f$ ).

Para la capacidad de carga en zapatas cuadradas Terzaghi propone la siguiente formula:

$$q_c = 1.3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N \gamma$$

dónde:

- $N_c$  = Factor de carga debido a la cohesión.
- $N_q$  = Factor de carga debido a la sobrecarga.
- $N_\gamma$  = Factor de carga debido al peso del suelo.
- $\gamma$  = Peso específico del suelo.
- $B$  = Ancho de la zapata.
- $c$  = Cohesión del suelo.
- $D_f$  = Profundidad de desplante.
- $q_c$  = Capacidad de carga última del terreno, al nivel de desp.

Para nuestro caso  $D_f = 1.60$  mts.

$N^\circ$  de golpes en Penetración Estándar = 25

De la figura A-6 pág. 622 del libro de Mecánica de suelos de Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez Tomo I  $\emptyset = 34$ .

$$\gamma = 1700 \text{ kg/m}^3$$

De la figura VII-8 pág. 253 del libro Mecánica de Suelos de los mismos autores antes mencionados Tomo II.

$$N_c = 55; \quad N_q = 40; \quad N = 38$$

Despreciando la cohesión del terreno, la fórmula queda:

$$q_c = \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N$$

Proponemos  $B = 250$  cm.

$$q_c = 1700 \times 1.2 \times 40 + 0.4 \times 1700 \times 2.5 \times 38 = 146,200 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando un factor de seguridad = 3

$$q = \frac{146.200}{3} = 48,733 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 4.8 \text{ kg/cm}^2$$

Para el diseño de las zapatas utilizamos el criterio elástico. (Diseño por esfuerzos de trabajo)

$$f_c = \text{Esfuerzo de compresión en el concreto} = 0.45 \sqrt{f'c}$$

Según el reglamento A.C.I. (1963) para varillas corrugadas con una resistencia a la fluencia de 4,200 kg/cm<sup>2</sup> o más en tamaños N°. 11 y menores  $f_s = 1700 \text{ kg/cm}^2$ .

Para cualquier otro refuerzo  $f_s = 1400 \text{ kg/cm}^2$

Según el reglamento de D.D.F. tensión o compresión en acero grado estructural  $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$ .

Tensión o compresión en otros aceros  $f_s = 0.5 f_y$

$$E_c = 2'000.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 15,000 f'c = 15,000 \times 175 = 198,341 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2'000.000}{198,431} = 11$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{1}{n} \frac{f_c}{f_s}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{11} \frac{78.75}{1265}} = 0.0406$$

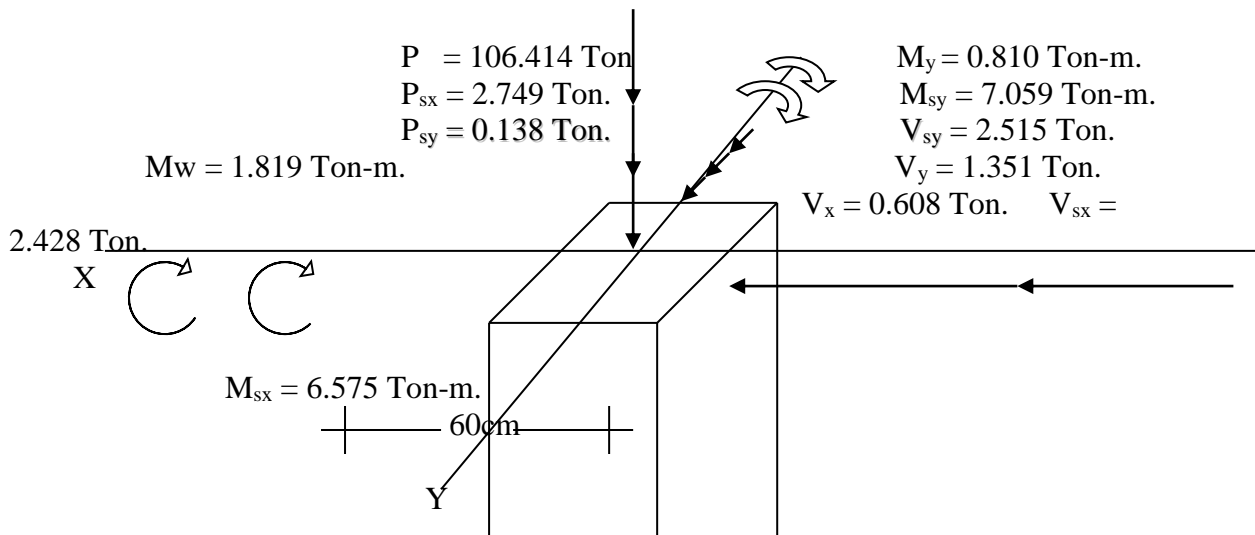
$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.406}{3} = 0.865$$

$$k = \frac{f_c k j}{2} = \frac{78.75 \times 1.406 \times 0.865}{2} = 13.828$$

$$\delta = \frac{1}{k} = \frac{1}{13.828} = 0.269$$

### Diseño de las zapatas.

Consideramos como zapata crítica la que se encuentra bajo la columna B – G (Intersección de marcos B y G).



Sismo actuando en el sentido x.

$$\begin{aligned}
 P &= 47.836 + 58.578 + 2.749 = 109.163 \text{ Ton.} \\
 M_x &= 1.819 + (1.351 \times 1.2) = 3.440 \text{ Ton-m.} \\
 V_x &= 0.680 + 2.428 = 3.036 \\
 M_y &= 0.810 + 7.057 + (.607 + 2.428) \times 1.2 = 11.509 \text{ Ton-m.} \\
 V_y &= 1.351 \text{ Ton-m.}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{P \pm M_x}{A} \pm \frac{M_y}{I_y} \pm \frac{M_x}{I_x}$$

$$= \frac{109.163}{250 \times 250} \pm \frac{3.440 \times 10^5 \times 125}{1 \cdot (250 \times 250)} \pm \frac{11.509 \times 10^5 \times 125}{1 \cdot 250 \times 250^3}$$



$$\text{máx} = 2.321 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{mín} = 1.173 \text{ kg/cm}^2$$

Sismo actuando en el sentido y.

$$P = 106.414 + 0.138 = 106.552 \text{ Ton.}$$

$$M_x = 1.819 + 6.575 + (1.351 + 2.515) \times 1.2 = 13.033 \text{ Ton-m.}$$

$$V_x = 0.608 \text{ Ton.}$$

$$M_y = 0.0810 + (0.608) \times 1.2 = 1.540 \text{ Ton-m.}$$

$$V_y = 1.351 + 2.515 = 3.866 \text{ Ton.}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{P}{A} \pm \frac{M_x}{I_x} Y \pm \frac{M_y}{I_y} X$$

$$\bar{\sigma} = \frac{106.552}{250 \times 250} \pm \frac{13.033 \times 10^5 \times 125}{\frac{1}{12} (250 \times 250^3)} \pm \frac{1.540 \times 10^5 \times 125}{\frac{1}{12} (250 \times 250^3)}$$

$$\bar{\sigma} \text{ máx} = 2.264 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma} \text{ mín} = 1.146 \text{ kg/cm}^2$$

Tomamos  $\bar{\sigma}$  de diseño = 2.264 kg/cm<sup>2</sup> (reacción del suelo).

Peralte por flexión:

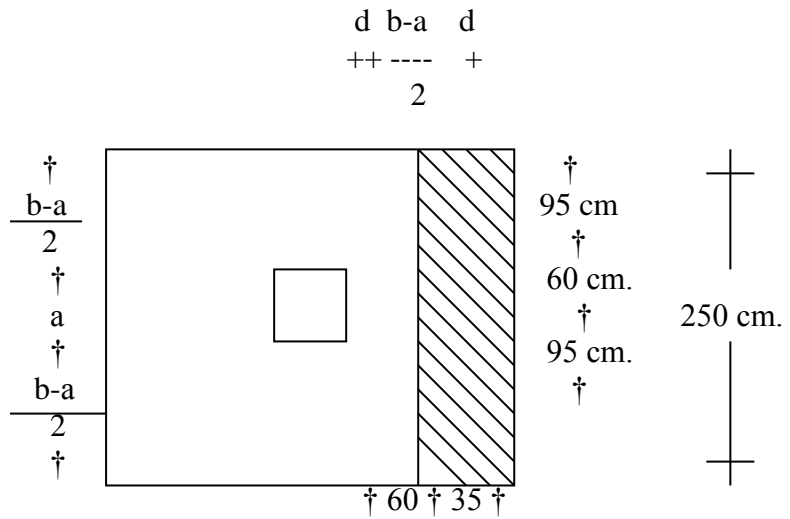
$$d = \frac{\bar{\sigma} (b - a)}{2} \sqrt{\frac{r n}{2}} = \frac{2.269 (250 - 60)}{2} \sqrt{\frac{2.264}{2}} = 27.2 \text{ cm.}$$

Peralte por cortante primera sección:

$$d = \frac{b - a}{k_1} \text{ siendo } k_1 = \frac{0.6 f'c}{r n} + 2$$

$$k_1 = \frac{0.6 \cdot 175}{2.264} + 2 = 5.506$$

$$d = \frac{250 - 60}{5.506} = 34.5 \text{ cm.}$$



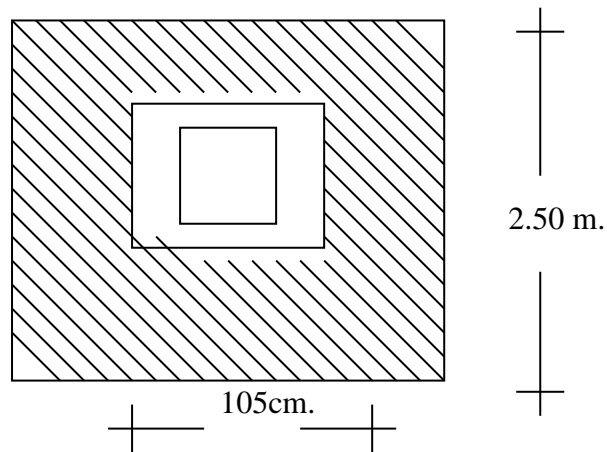
Peralte por cortante segunda sección.

$$d_v = \frac{r n b^2 - (a^2 + 2ad + d^2)}{(a + d) 2 f' c}$$

Suponemos  $d = 45$  cm.

$$d_v = \frac{2.264 (250)^2 - (60^2 + 2 \times 60 \times 45 + 45^2)}{(60 + 45) 2 \cdot 175} = 41.9 \text{ cm} \quad 45 \text{ cm.}$$

$$+ \text{---} a + d \text{---} +$$



Cálculo del momento flexionante y cortante.

$$V = b \frac{(b-a)}{2} r n$$

$$V = 250 \frac{(250-60)}{2} 2.264 = 53,770 \text{ kg.}$$

$$M = V \frac{(b-a)}{4}$$

$$M = 53,770 \frac{(250-60)}{4} = 2'554,075 \text{ k-cm.}$$

Cálculo del acero.

$$A_s = \frac{M}{f_s j d}$$

$$A_s = \frac{2554075}{126 \times 0.865 \times 45} = 52 \text{ cm}^2$$

Ponemos varillas # 6

$$A = 2.87 \text{ cm}^2$$

$$D = 1.91 \text{ cm.}$$

$$P = 5.98 \text{ cm.}$$

$$N^\circ \text{- de varillas} = \frac{A_s}{A} = \frac{52}{2.87} = 18 \text{ varillas.}$$

$$\emptyset = \# 6 @ 14 \text{ cm.}$$

$$\text{Suma de perímetros} = 18 \times 5.98 = 107.64 \text{ cm.}$$

$$U = \frac{2.3 f'c}{D}$$

$$U = \frac{2.3 \cdot 175}{1.91} = 15.93$$

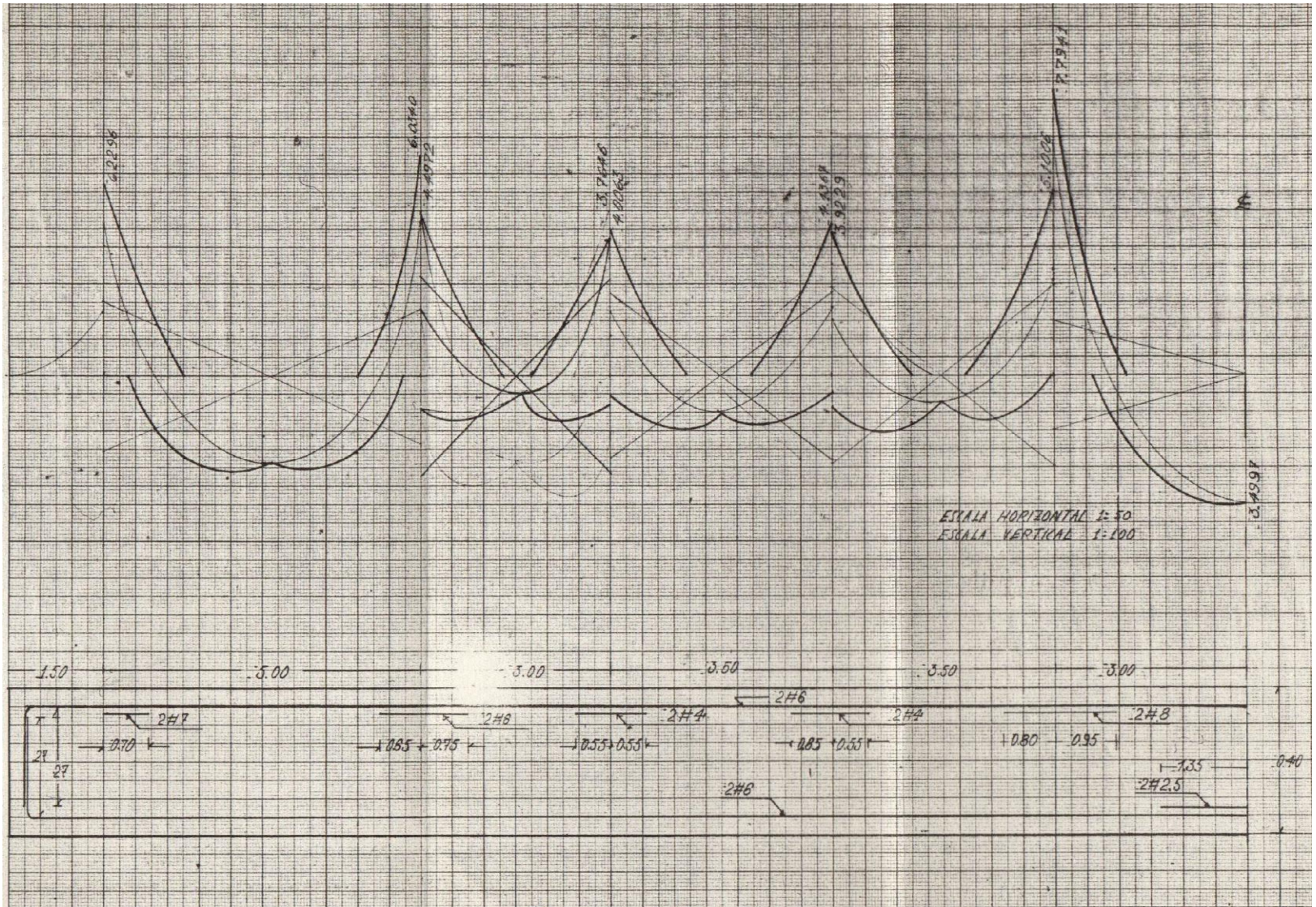
U deberá ser menor o igual que 25 kg/cm<sup>2</sup> en varillas corrugadas.

Y 20 kg/cm<sup>2</sup> si son varillas lisas.

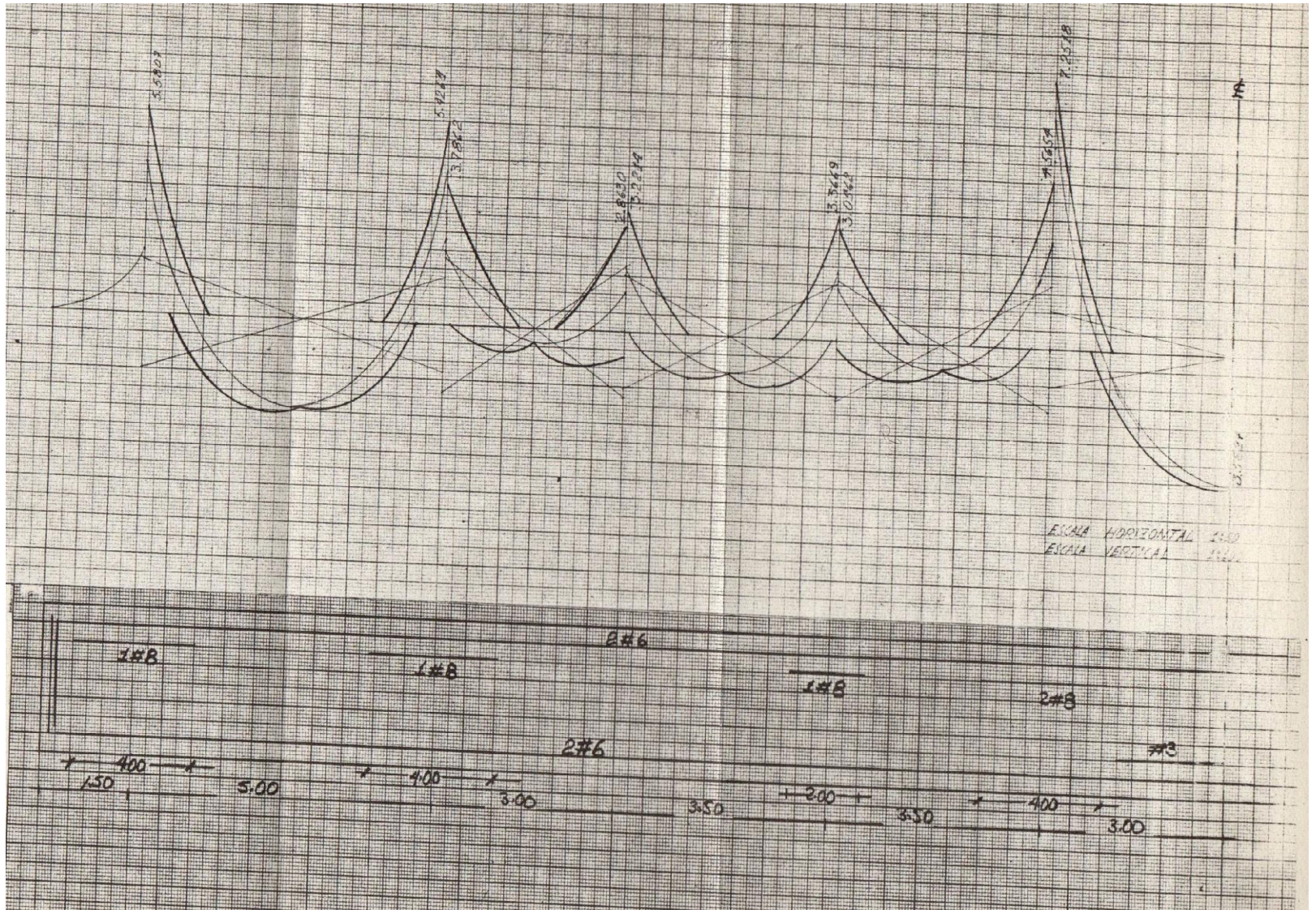
$$o = \frac{V}{U j d} = \frac{53.770}{15.93 \times 0.865 \times 45} = 86.7 \text{ cm} \quad 107.64 \text{ cm.}$$

$$D_{\text{Máx}} = \frac{2U \frac{(b-a)}{2}}{f_s} = \frac{2 \times 15.93 \frac{(250-60)}{2}}{1265} = 2.39 \text{ cm.} \quad 1.91 \text{ cm.}$$

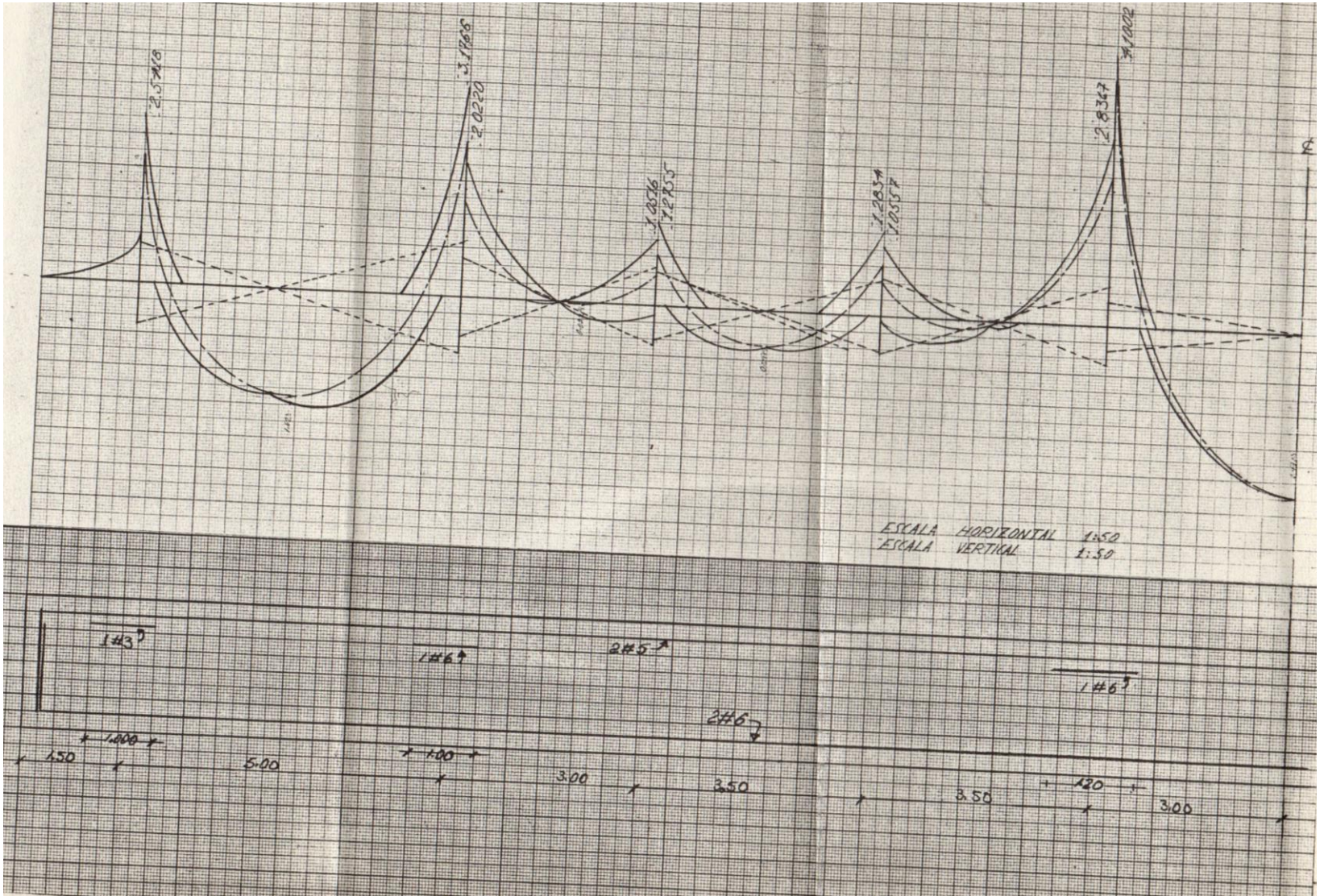
**TRABES 1<sup>er</sup> NIVEL MARCOS A-A'**



TRABES 2<sup>do</sup> NIVEL MARCOS A - A'

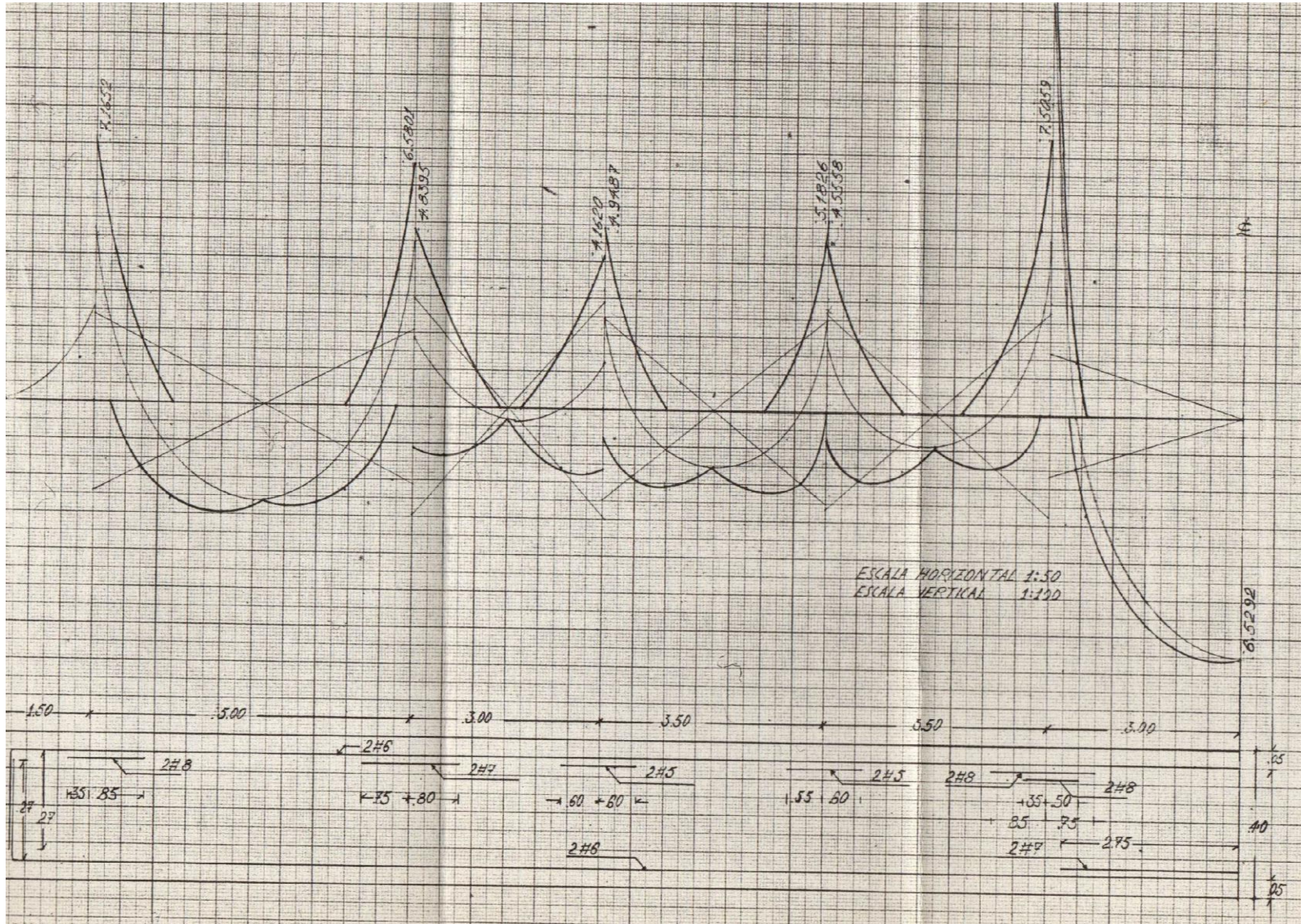


**TRABES 3<sup>er</sup> NIEL MARCOS A - A'**



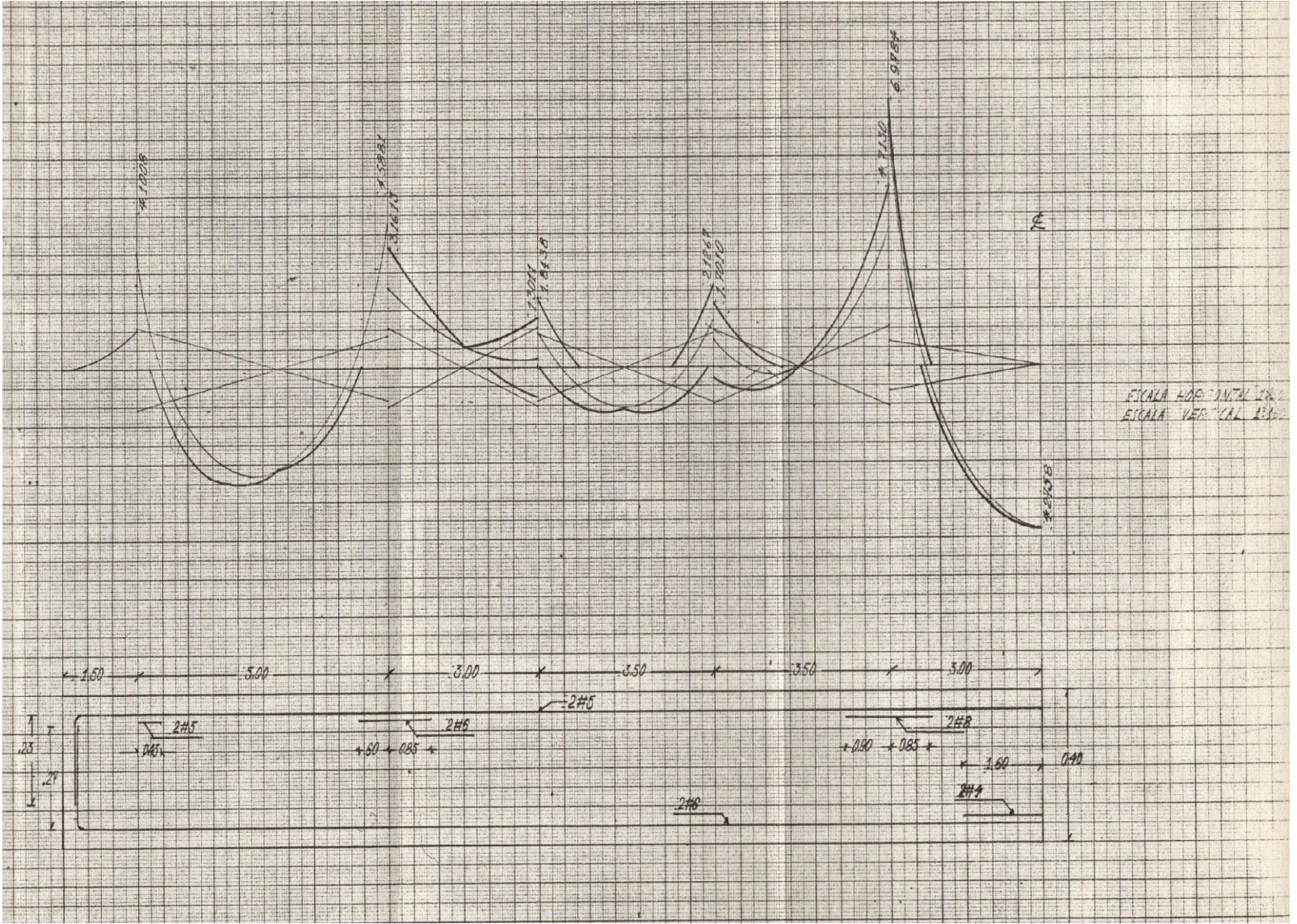


**TRABES 2<sup>da</sup> NIVEL MARCOS B - B'**





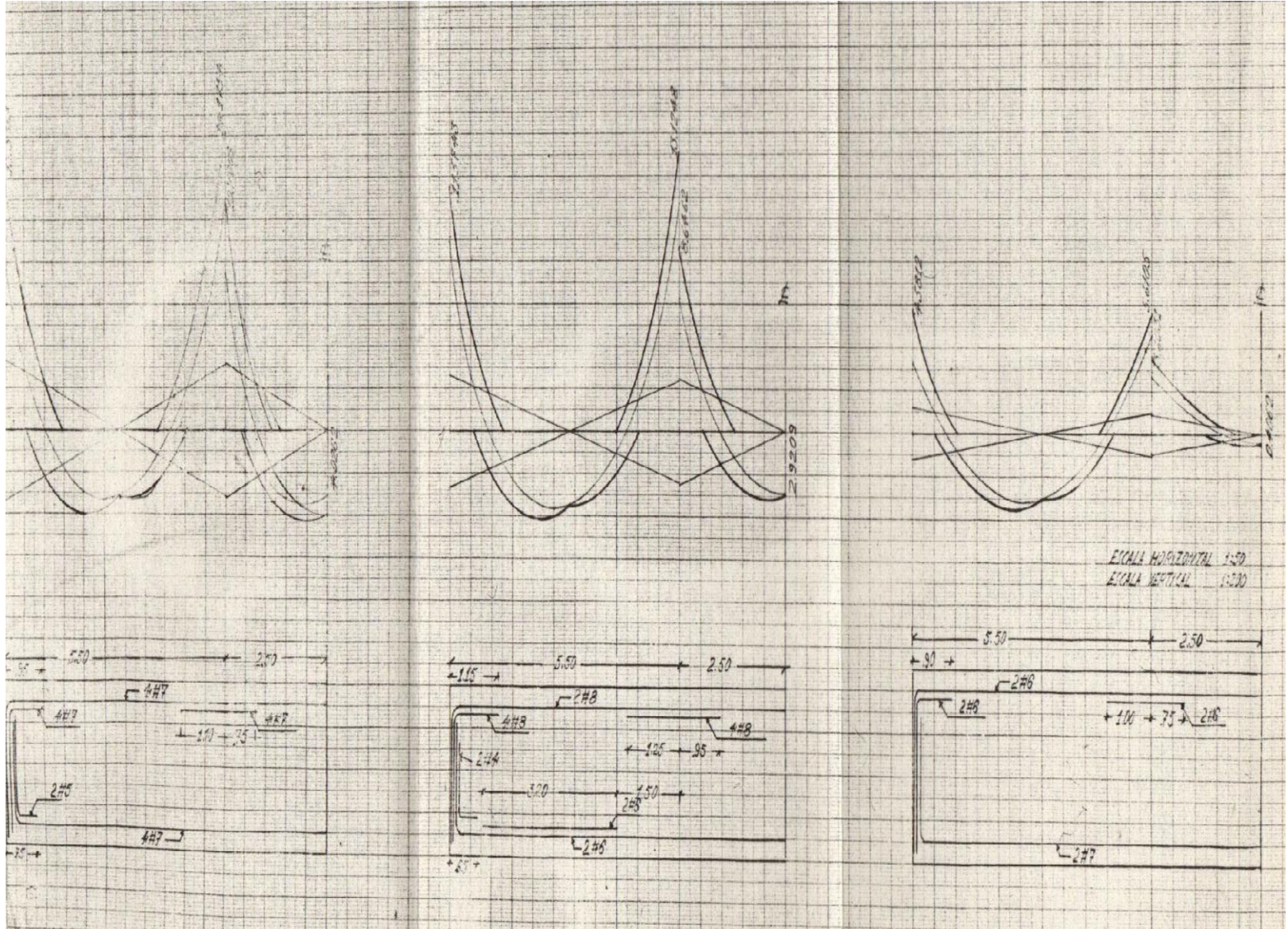
**TRABES 3er NIVL MARCOS B - B'**



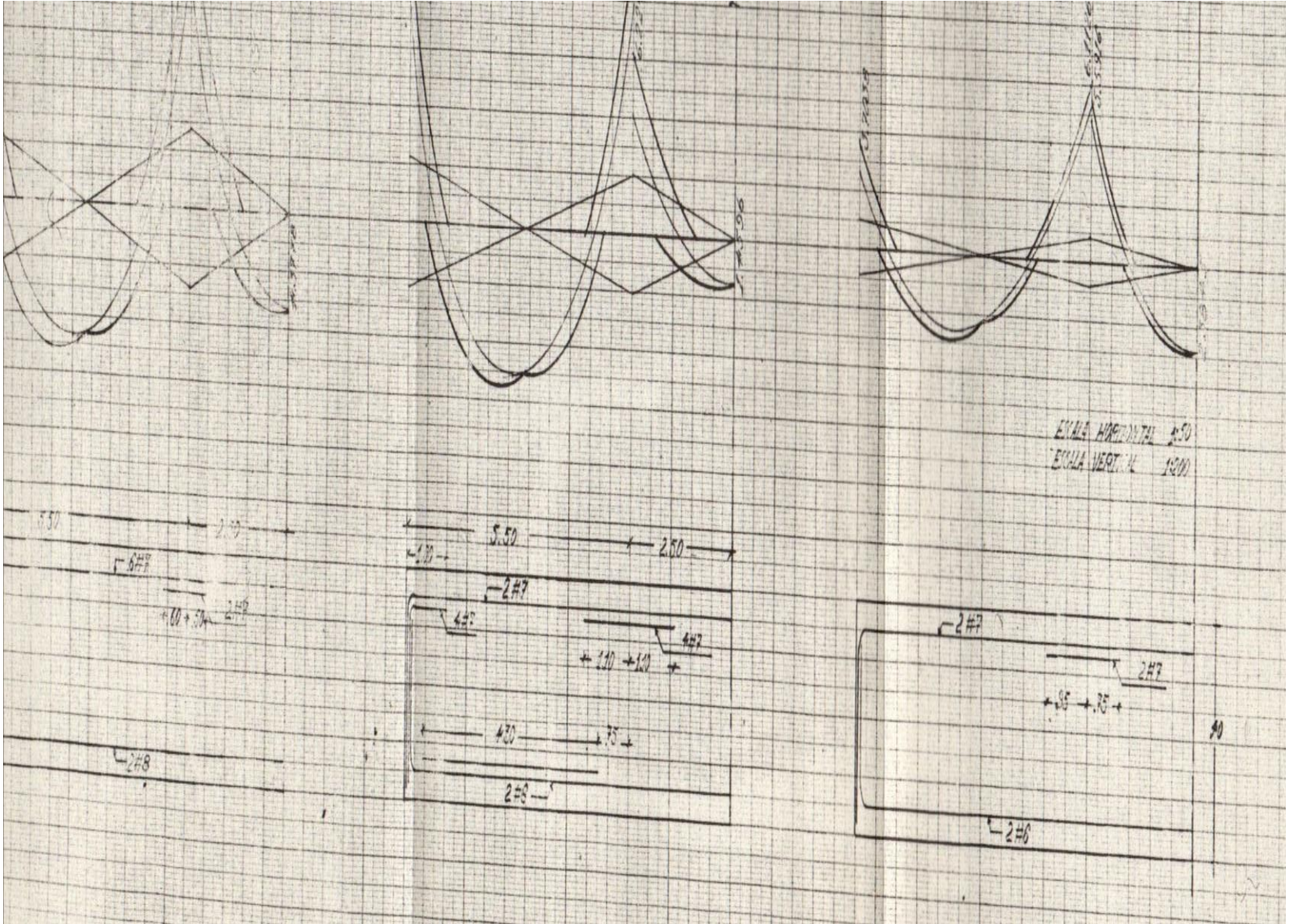
**TRABES 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> NVEL MARCOS C - C'**



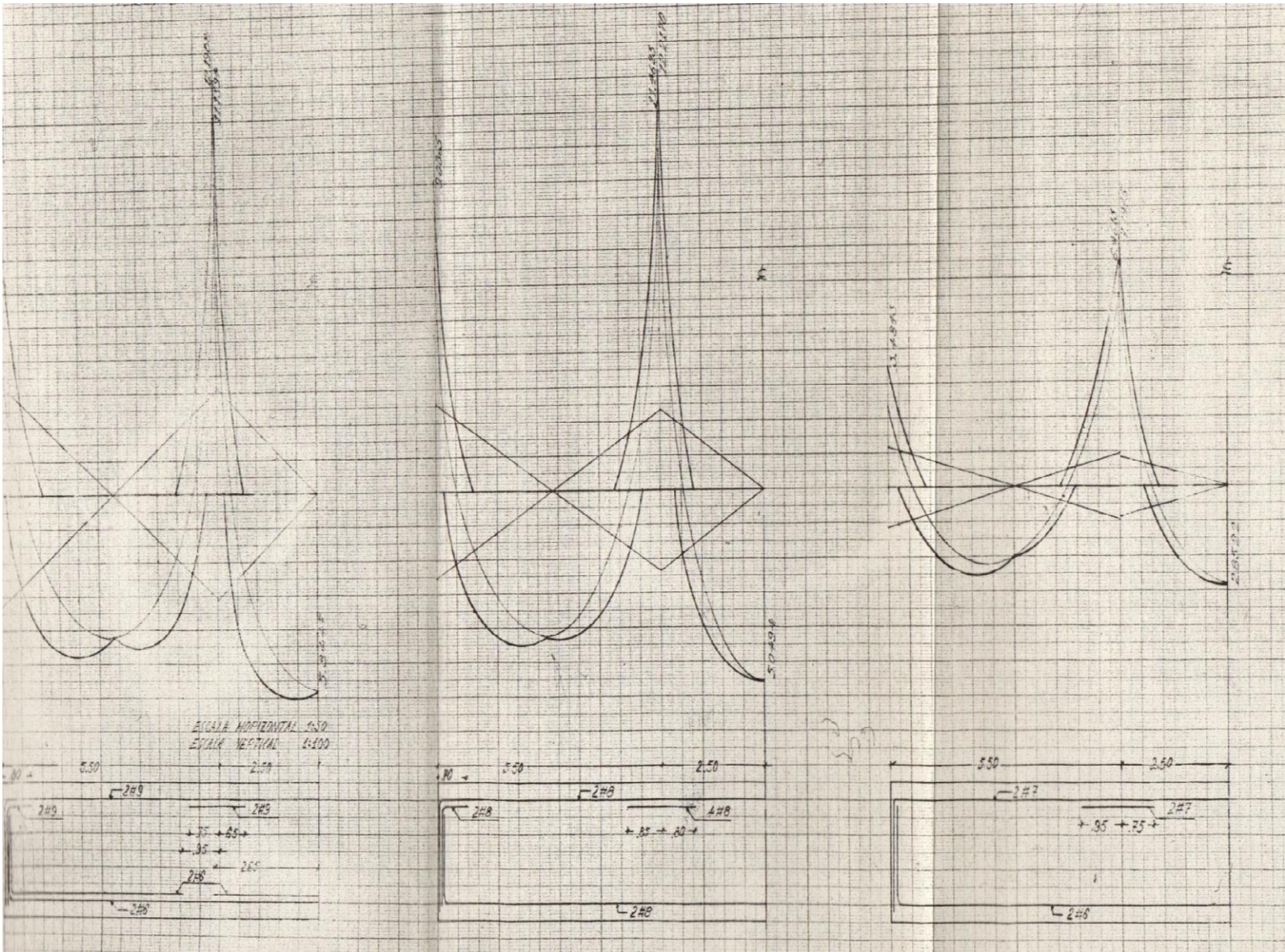
**TRABES 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> NIVEL MARCOS D-D'**



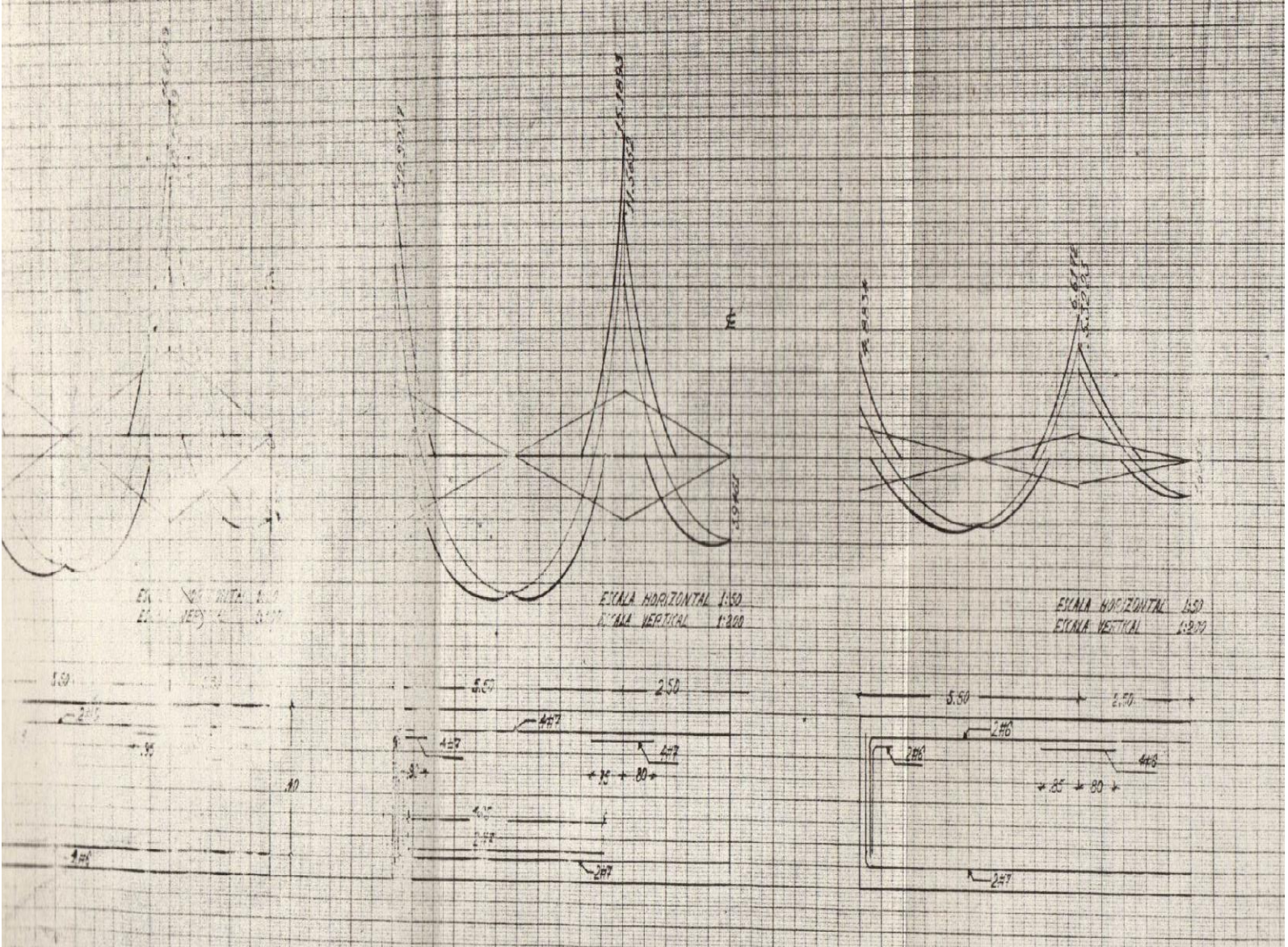
**TRABES 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> NIVEL MARCOSE - E'**



**TRABES 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> v 3<sup>er</sup> NIVEL MARCOS F - F'**



**TRABES 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> Y 3<sup>er</sup> NIVEL MARCOS G - G'**



## Capítulo V. Proceso Constructivo

### SISTEMAS DE CONSTRUCCION.

En la construcción se utilizará cemento tipo I llamado también “Cemento Normal”.  
Se utilizará concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup>, y el refuerzo de grado estructural o acero normal  
Fy = 2300 kg/cm<sup>2</sup>.

Dosificación del concreto.								
f 'c	Tamaño máximo del agregado en pul.	Litros de agua por 50 kg. de cemento.	Consumo por m <sup>3</sup> de concreto.			Proporción volumétrica		
			C	A	G	C	A	G
175	1.5	29	354	467	701	1	2	3
175	2.0	29	331	436	764	1	2	3.5
175	3.0	29	277	549	732	1	3	4

Para columna de consumo por m<sup>3</sup> de concreto:

C = Cemento en kg.

A = Arena en lts.

G = Grava en lts.

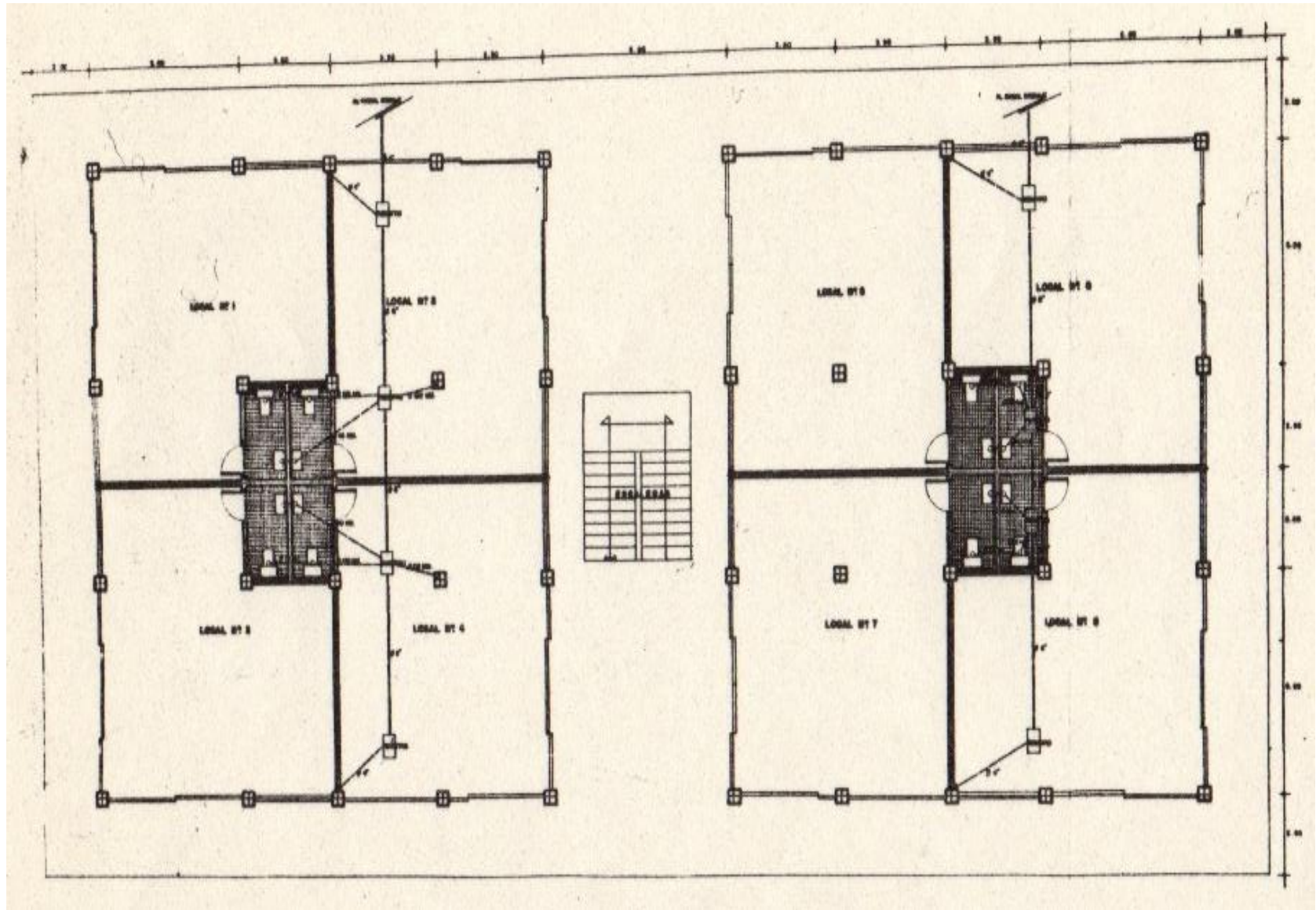
La mezcla deberá hacerse con revolvedoras de tambor, accionadas con motor de gasolina o eléctrico.

El tiempo de mezclado del concreto será de 1.5 minutos si la revolvedora es de 1m<sup>3</sup> de capacidad y aumentando el tiempo de mezclado de 15 a 30 segundos por cada 0.75 m<sup>3</sup> de capacidad, si la capacidad es mayor.

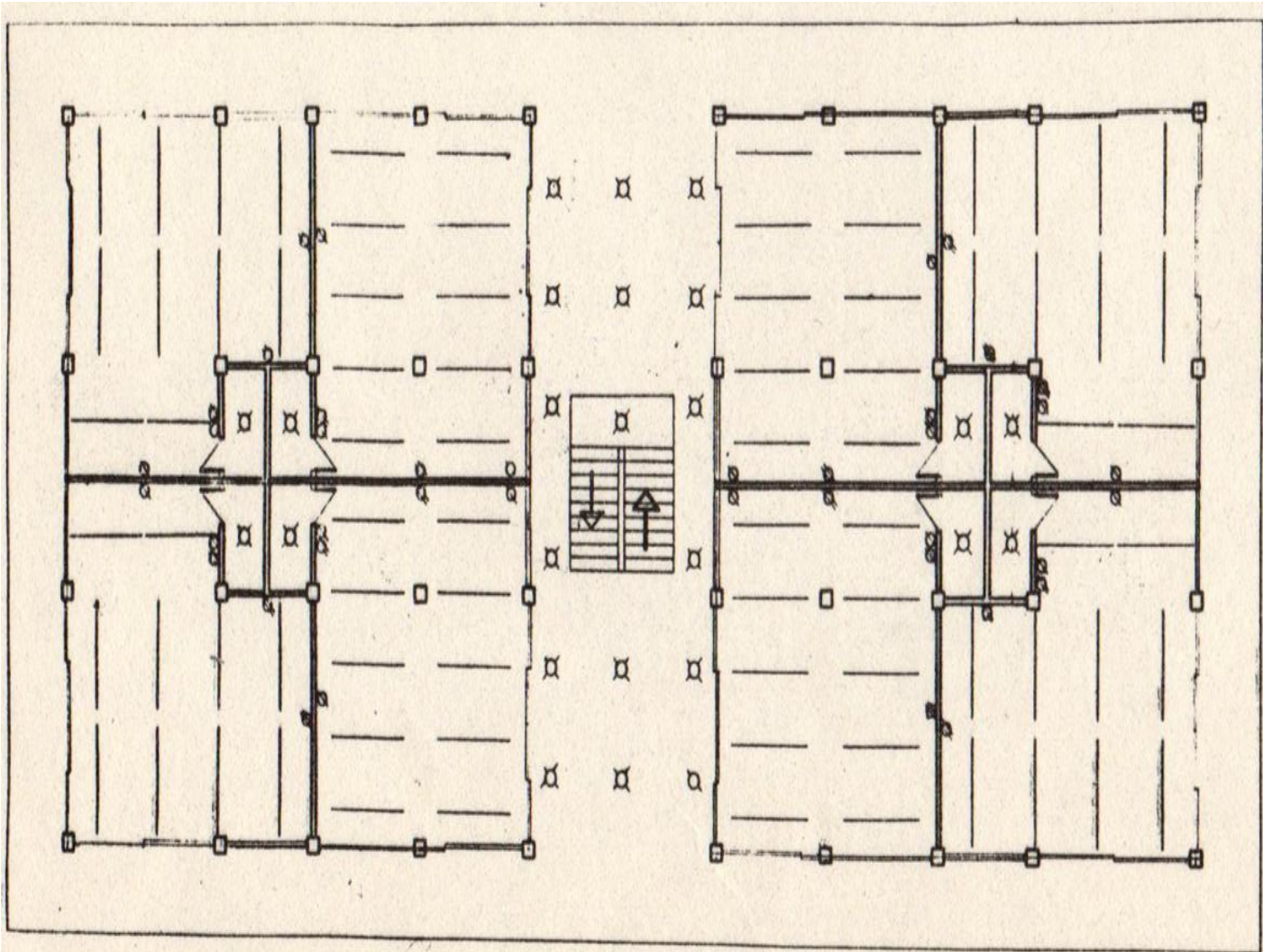
Se utilizará una torre con plataforma para obtener menor tiempo en la colocación del concreto y evitar así pérdidas de plasticidad en el concreto.

La compactación se hará con vibradores internos ya sean eléctricos o de gasolina.

La cimbra será de madera y éstas deberán ser recubiertas de aceite para evitar pérdidas de agua por absorción de la cimbra.



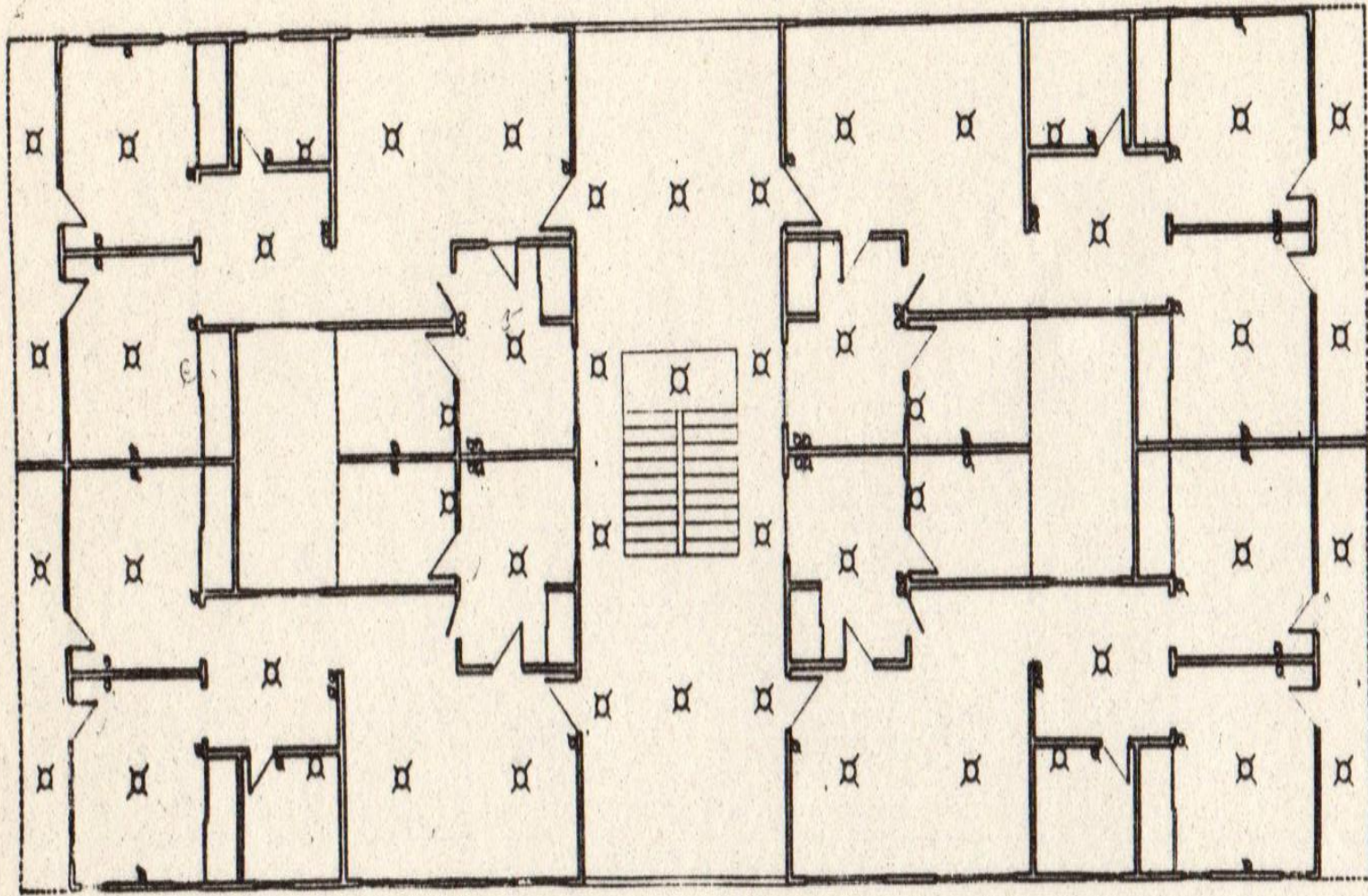




- LAMPARA LUE DE DIA DE 74 W
- PISO
- CONTACTO
- ⊗ APAGADOR

ESCALA 1:75

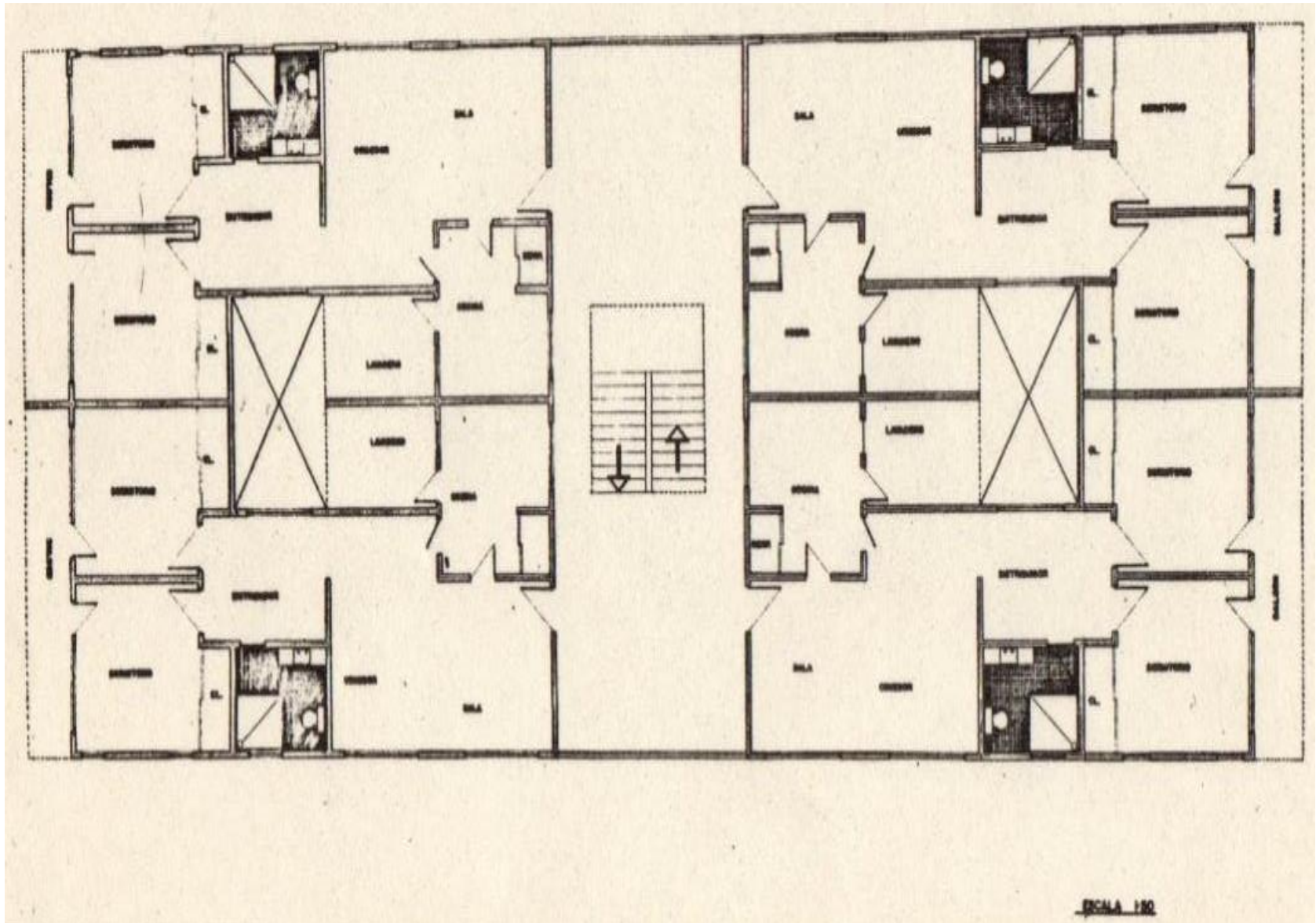


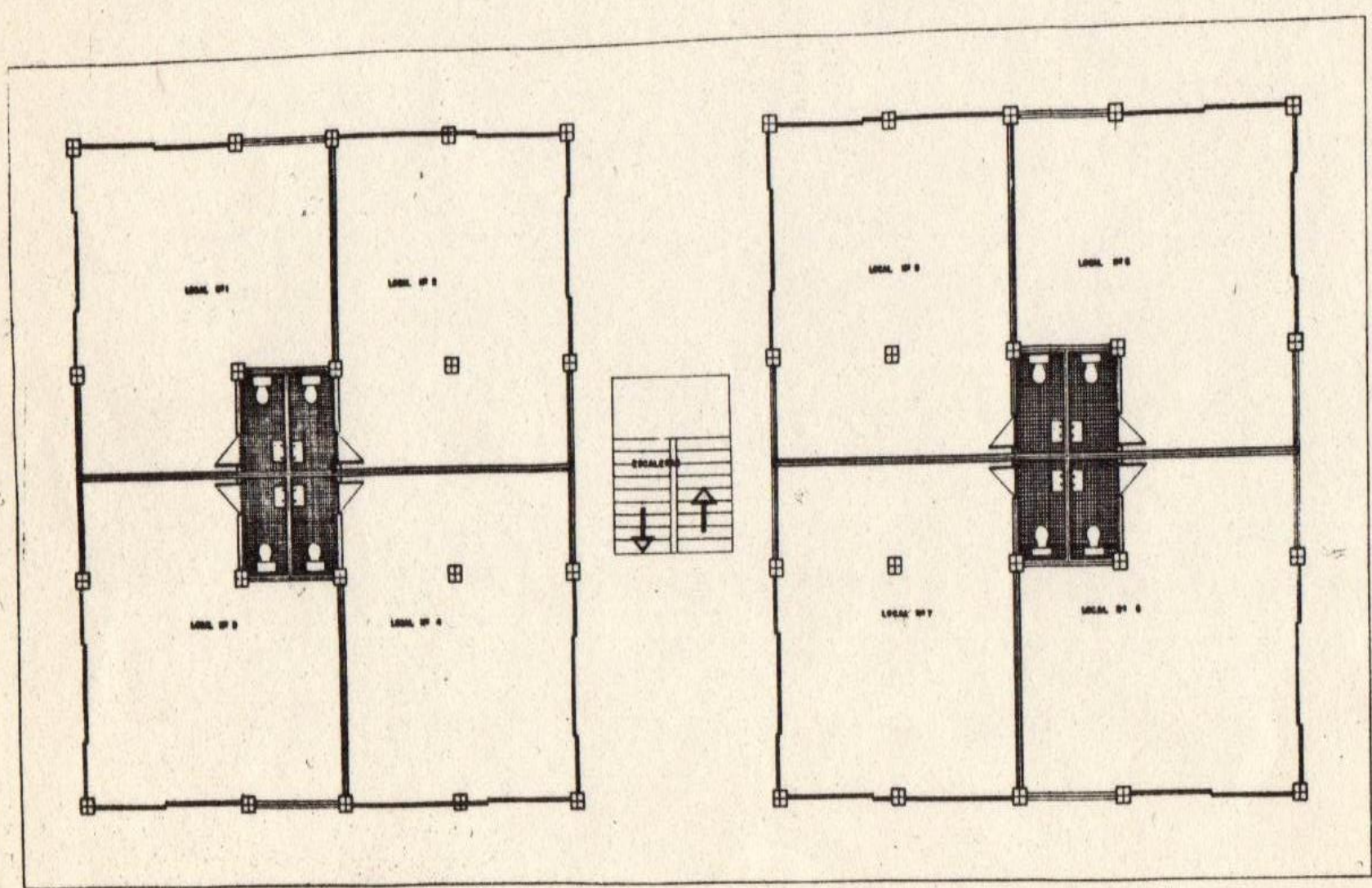


□ PISO  
 □ CONTACTO  
 □ APARADO

ESCALA 1/20

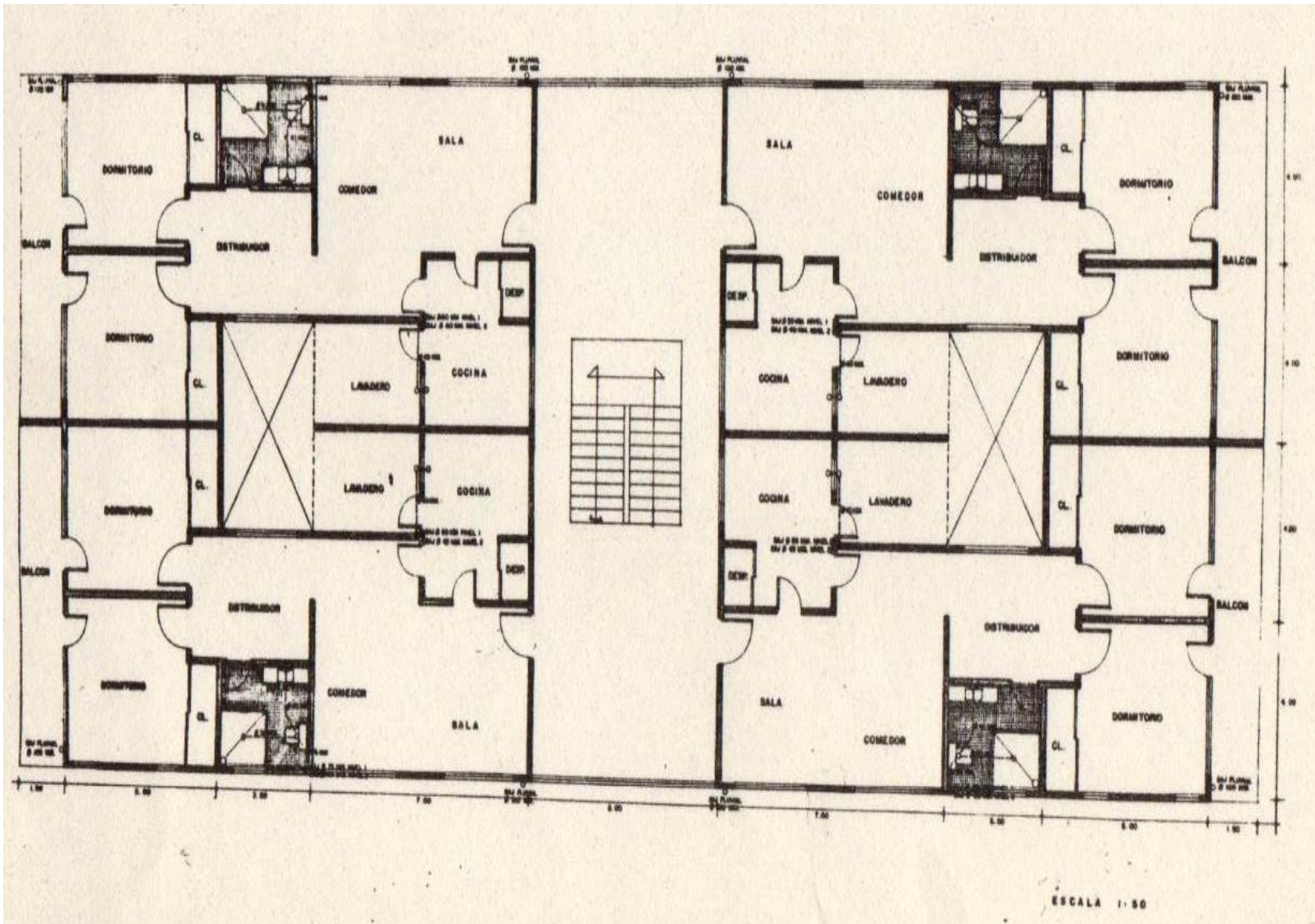






ESCALA 1:50





## Capítulo VI. Cuantificación y programa de Obra

Albañilería				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Preparación y limpia de terreno	Lote	1	\$1,000.00	\$1,000.00
Trazo	Lote	1	\$500.00	\$500.00
Excavación	m <sup>3</sup>	192	\$55.60	\$10,674.43
Cimentación de concreto	m <sup>3</sup>	46	\$1,038.98	\$47,793.08
Cimientos de mampostería.	m <sup>3</sup>	30	\$455.16	\$13,654.80
Rellenos a mano	m <sup>3</sup>	100	\$23.75	\$2,337.00
Muros de tabique	m <sup>2</sup>	1634	\$60.89	\$99,494.26
Castillo	m	255	\$48.69	\$12,415.95
Columnas y pedestreles	m <sup>3</sup>	54	\$2,812.58	\$151,771.32
Trabes	m <sup>3</sup>	97	\$3,418.51	\$331,595.47
Escaleras	ml	13	\$1,675.52	\$21,781.76
Techos de bóveda	m <sup>2</sup>	48	\$200.00	\$8,616.00
Losas de concreto Armado	m <sup>2</sup>	1728	\$350.92	\$606,389.76
Pretilos	ml	136	\$108.59	\$14,768.24
Líneas de albañal	Lote	1	\$25,000.00	\$25,000.00
Algibres	Lote	2	\$5,000.00	\$10,000.00
Pisos de azulejo	m <sup>2</sup>	150	\$209.58	\$31,437.00
Abrir y cerrar ranuras	Lote	1	\$13,910.00	\$13,910.00
Aplanados	m <sup>2</sup>	1882	\$33.60	\$63,235.20
Colocación y Amacizados	Lote	1	\$39,137.28	\$39,137.28
Vibrado del concreto	m <sup>3</sup>	358	\$14.91	\$5,337.78
				\$1'782,135.10

Instalación Hidráulica y Sanitaria				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Bajadas de PVC	Pza.	70	\$1,371.00	\$95,970.00
Coladeras pluviales	Pza.	8	\$182.28	\$1,454.24
Tinacos	Pza.	24	\$305.16	\$7,326.84
Tubería de acero galvanizado y conexiones	ml	85	\$38.50	\$3,272.50
Inodoros	Pza.	16	\$7,000.00	\$112,000.00
Lavabos	Pza.	16	\$600.00	\$9,600.00
Accesorios de baño	Lote	8	\$500.00	\$4,000.00
Calentadores de gas	Pza.	8	\$2,250.00	\$18,000.00
Bombas eléctricas	Pza.	4	\$2,000.00	\$8,000.00
Lavadero con pileta	Pza.	8	\$500.00	\$4,000.00
Fregaderos	Pza.	8	\$2,000.00	\$16,000.00
Albañales	ml	60	\$131.50	\$7,890.00
Instalaciones en general	Lote	1	\$30,000.00	\$30,000.00
				\$349,513.58

<b>Instalación Eléctrica</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Tableros de distribución.	Pza.	6	\$1,000.00	\$6,000.00
Instalación general	Pza.	200	\$250.00	\$50,000.00
Instalación gas neón	Pza.	40	\$350.00	\$14,000.00
				\$70,000.00

<b>Yesería</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Aplanados de yeso	m <sup>2</sup>	1452	\$54.60	\$79,279.20
Tirol en techos	m <sup>2</sup>	2052	\$45.50	\$87,210.00
				\$166,489.20

<b>Carpintería</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Puertas	Pza.	32	\$974.68	\$31,189.76
Closets	Pza.	16	\$2,500.00	\$40,000.00
Muebles de cocina	Lote	8	\$2,000.00	\$16,000.00
				\$87,189.76

<b>Herrería</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Puertas Metálicas	m <sup>2</sup>	38	\$443.40	\$16,849.20
Ventanas	m <sup>2</sup>	220	\$172.80	\$38,016.00
Muebles de cocina	ml	120	\$253.60	\$30,432.00
Puertas corredizas	m <sup>2</sup>	205	\$225.00	\$46,125.00
				\$131,422.20

<b>Cerrajería</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Chapas para puertas de entrada	Pza.	32	\$340.00	\$10,880.00
Chapas para puertas interiores	Pza.	40	\$175.00	\$7,000.00
				\$17,880.00

<b>Vidriería</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Vidrio medio doble	m <sup>2</sup>	161	\$200.00	\$32,200.00
Vidrio de 6.3mm	m <sup>2</sup>	248	\$420.00	\$104,160.00
				\$136,360.00

<b>Pintura</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Pintura vinílica	m <sup>2</sup>	1	\$20000.00	\$20,000.00
Pintura de aceite	Lote	1	\$20000.00	\$20,000.00
				\$40,000.00

<b>Diversos</b>				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. U	Importe
Andamios	Lote	1	\$20000.00	\$20,000.00
Limpieza	Lote	1	\$12000.00	\$12,000.00
				\$32,000.00

Albañilería	\$1'782,135.10
Instalación hidráulica y sanitaria	\$349,513.58
Instalación Eléctrica	\$70,000.00
Yesería	\$166,489.20
Carpintería	\$87,189.76
Herrería	\$131,422.20
Cerrajería	\$17,880.00
Vidriería	\$136,360.00
Pintura	\$40,000.00
Diversos	\$32,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$2'812,989.84</b>





# FINANCIAMIENTO

En muchas ocasiones cuando el propietario de algún predio, no cuenta con los recursos económicos suficientes para llevar a cabo un proyecto o determinada obra, se puede valer o apoyar de un financiamiento, que venga a completar con sus recursos el costo total de la construcción.

Existen varias instituciones dedicadas a proporcionar operaciones de este tipo.

Las normas y requisitos para proporcionar un financiamiento puede variar de una institución a otra, más casi todas se apoyan en las siguientes bases:

- 1) El solicitado tendrá que ser dueño del predio donde se realizará la obra.
- 2) El solicitante proporcionará cinco fuentes de información (referencias).
- 3) Si el solicitante no tiene cuenta en la institución debe proporcionar un aval (misma que se sujetará a estudio).
- 4) Si el solicitante cuenta con propiedades que puedan garantizar el monto del préstamo no será necesario el aval.
- 5) En caso que el solicitante contara con el punto 3 pondría en garantía la propia inversión (hipotecada).

## **Porcentaje del financiamiento según la inversión**

La institución proporcionará el 70% de la inversión si esta no rebasa los \$ 300,000.00 (M.N).

Si la inversión rebasa la anterior cantidad la institución facilitará únicamente el 50% del total.

## **Tipos de intereses**

El tipo de interés para estas operaciones está fijado en la mayoría de las instituciones como el 14% anual sobre saldos insolutos.

## **Plazos**

Los plazos insolutos que se fijen para este tipo de operaciones son de: Cinco, Diez y Quince años según el monto del préstamo y de la solicitud del cliente.

# CONVOCATORIAS, CONVENIOS Y CONTRATOS

Convenio que todo profesional debe celebrar a sus clientes.

---

Ciudad	Estado	Fecha
--------	--------	-------

---

Nombre o razón social del cliente.

En relación con el anteproyecto para la obra que desea(n) llevar a cabo en el predio.

---

Ubicación

Consiste en

---

Género del edificio

---

Características de la obra

Se hace de su conocimiento que el costo del anteproyecto que me (nos) encomienda es de:  
\$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

Dicho proyecto deberá ser entregado a Ud. (s) dentro de un plazo que vencerá el día \_\_\_\_\_

La cantidad mencionada deberá ser cubierta en la siguiente forma: El \_\_\_\_\_ % a la aceptación de este compromiso y el restante \_\_\_\_\_ % al entregarse el trabajo encomendado.

En caso de que en cualquier forma sea utilizado dicho anteproyecto o en caso de que se desee pro-seguir con el proyecto completo y/o a la dirección de la obra, los honorarios correspondientes se liquidarán como mínimo, de acuerdo con los aranceles del Colegio de Ingenieros Civiles y Arq. De Guard. Deduciéndose la cantidad que haya sido entregada en los términos de esta carta.

Atentamente

---

Ing.

Conforme

---

El cliente.

# CONTRATO

De prestación de servicios profesionales por proyecto.

Contrato de prestación de servicios profesionales que celebran de una parte \_\_\_\_\_ y de la otra el Sr. Ing. \_\_\_\_\_ conforme a los siguientes antecedentes y cláusulas.

## Antecedentes.

I.- En beneficio de la brevedad las partes contratantes se designarán en el curso de este documento y sus anexos, con los nombres de Cliente e Ingeniero, respectivamente.

II.- El cliente manifiesta tener su domicilio en: \_\_\_\_\_ y desea que el ingeniero desarrolle el proyecto de: \_\_\_\_\_

III.- El ingeniero manifiesta tener su domicilio en: \_\_\_\_\_

Posee título profesional otorgado por: \_\_\_\_\_ está registrado en la Dirección de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública, con la Cédula profesional \_\_\_\_\_ y es miembro del número del Colegio de Ingenieros Civiles. y Arq. De Guard. Con credencial No. \_\_\_\_\_

IV.- El Ingeniero expresa su conformidad para desarrollar su proyecto mencionado en el antecedente II, otorgando para tal efecto las siguientes:

## Cláusulas

Primera.- El Ingeniero se obliga a prestar al Cliente los servicios profesionales consistentes en la elaboración del proyecto para la obra mencionada en el antecedente II.

Dichos servicios comprenderán los siguientes trabajos:

- a) Estudios preliminares.- Consistentes en el conjunto de investigaciones y trabajos que necesariamente deben efectuarse antes de elaborar el proyecto definitivo de la obra, tales como investigación del programa de la obra, elaboración del anteproyecto, con él los planos necesarios para expresar al cliente el criterio arquitectónico general a seguir, y el estudio económico global, para proporcionar al cliente una idea aproximada del importe de las obras.
- b) Planos detallados.- Que contengan todos los datos técnico-arquitectónicos necesarios para la realización de la obra, no quedando comprendidos dentro de este concepto los cálculos estructurales ni los planos de instalaciones.

- c) Cálculos estructurales.- Que deben consistir en los cálculos de todos los elementos de estructura, tanto de las cimentaciones o infraestructuras, como las de la super estructura expresados en planos constructivos y con la memoria respectiva. Dentro de estos incisos no quedan incluidas las investigaciones de tipo especial que se requieran como datos básicos para la elaboración de los cálculos estructurales, tales como análisis de terreno etc.
- d) Proyecto de instalaciones.- Consiste en la representación en planos de los estudios relativos a las instalaciones necesarias que son:

Instalaciones Eléctricas.  
Instalaciones Hidráulicas.  
Instalaciones de gas,

No quedando dentro de estos servicios los estudios relativos a instalaciones y equipos especiales que serán motivo de convenio por separado.

- e) Especificaciones y Presupuesto.- Consiste en la memoria o memorias relativas a la característica de los materiales, procedimientos constructivos que se usarán en la obra, y la cuantificación y evaluación del costo de la misma.

Segunda.- El Ingeniero realizará los trabajos especificados en la Cláusula Primera con sujeción al siguiente programa:

- a) El Ingeniero concluirá al Cliente los estudios preliminares a que se refiere el inciso A de la Cláusula Primera en el plazo máximo de \_\_\_\_\_ días hábiles contados a partir de la fecha de la firma del presente contrato.
- b) El Ingeniero entregará al Cliente los trabajos mencionados en el inciso B de la Cláusula Primera en un plazo máximo de \_\_\_\_ días hábiles contados a partir de la aceptación por parte del Cliente los Estudios Preliminares.
- c) El Ingeniero entregará al Cliente los trabajos enunciados en el inciso C de la Cláusula Primera en un plazo de \_\_\_\_ días hábiles contados a partir de la aceptación por parte del Cliente, de los Estudios Preliminares.
- d) El Ingeniero concluirá y entregará el resto de los trabajos contratados, o sea los anotados en la Cláusula Primera, inciso E, en un plazo máximo de \_\_\_ días hábiles contados a partir de la fecha en que el Cliente acepte los Estudios Preliminares.

Tercera.- Por los servicios profesionales que el Ingeniero se obliga a prestar al Cliente, éste conviene en pagar el primero la cantidad de \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) dicha cantidad será cubierta en la siguiente forma:

- a) \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Al firmar el presente documento.

- b) \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Al entregarse el Ingeniero al Cliente los Estudios Preliminares que se mencionan en el inciso A de la Cláusula Primera.
- c) \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Al entregar el Ingeniero al Cliente los Planos Detallados de que se trata el inciso B de la Cláusula Primera.
- d) \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Al entregar el Ingeniero al Cliente los Cálculos Estructurales que se mencionan en el inciso C de la Cláusula Primera.
- e) \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
Al entregar el Ingeniero al Cliente el Proyecto de Instalaciones que mencionan en el inciso D de la Cláusula Primera.
- f) El cliente liquidará el saldo al Ingeniero, o sea la cantidad de \$ \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) cuando éste entregue el faltante de los trabajos motivo de este contrato, o sea los trabajos que se mencionan en el inciso E de la Cláusula Primera.

Cuarta.- Será por cuenta del Cliente los gastos que se originen por la realización de estudios o trabajos especiales distintos de los señalados en las Cláusulas anteriores.

Quinta.- Cualquier modificación, ampliación o edición al programa motivo del presente, será objeto de un nuevo precio, reservándose las partes el derecho de aceptarlo o rechazarlo de acuerdo a sus intereses, sin que esto anule el presente contrato.

Sexta.- Las partes convienen que cualquier modificación al presente contrato, así como las órdenes e instrucciones que gire el Cliente al Ingeniero con motivo o en ocasión de los trabajos convenidos, será necesariamente por escrito. El Ingeniero se obliga a acusar recibo de dichas órdenes, instrucciones, acuerdos o modificaciones.

Séptima.- Para el cumplimiento del presente contrato, el Cliente proporcionará al Ingeniero los siguientes elementos:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Octava.- Cuando por cualquier causa fuere necesario suspender total o parcialmente los trabajos encomendados al Ingeniero al amparo del presente documento, el Cliente se obliga a cubrir los honorarios convenidos, de acuerdo con el porcentaje de trabajos efectuados hasta la fecha de suspensión de trabajos. En caso de no llegar a un acuerdo respecto al porcentaje de servicios prestados, el Colegio de Ingenieros Civiles y. Arq. DeGuard. Fungirá como calificador para determinar dicho porcentaje.

Novena.- El Ingeniero tendrá el derecho de autor sobre el Proyecto motivo de este contrato, no pudiendo el Cliente hacer repeticiones el mismo, sin el consentimiento debido, y mediante un arreglo a las regalías que debe percibir el Ingeniero.

Décima.- El cliente se obliga a pagar el costo de copias, heliográficas, fotostáticas, telefonemas de larga distancia, envíos postales que originen el Proyecto motivo del presente contrato, así como viáticos y honorarios por días empleados fuera de la oficina, de acuerdo, como mínimo con lo fijado por los aranceles del Colegio Correspondiente.

Décima Primera.- Para la decisión de cualquier controversia que se suscite sobre aspectos meramente técnicos, las partes convienen en que dichas controversia serán resueltas por la persona que designe la Autoridad Correspondiente.

Décima segunda.- Para todo lo que no haya sido expresamente previsto en este contrato, las partes se sujetan a las disposiciones relativas del Código Civil para el territorio y Distritos Federales.

Décimo tercera.- Para las decisiones de cuestiones que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación del presente contrato, las partes se someten a la jurisdicción de los tribunales del lugar en que se firmó éste, por lo cual renuncian al fuero que pudiera corresponderles por razón de su domicilio tanto actual como futuro.

Décima cuarta.- Todos los impuestos o contribuciones que se causen con motivo del presente contrato, serán por cuenta del Ingeniero.

Décima quinta.- Para todos los efectos derivados de este contrato, el Ingeniero manifiesta que respecto al personal que empleará en la prestación de los servicios materiales del mismo, tiene el carácter de patrón y único titular de los derechos y obligaciones consiguientes.

Décima sexta.- Para los efectos del presente contrato, las partes convienen en manifestar cualquier cambio de domicilio en un plazo máximo de ocho días después de efectuarse dicho cambio.

Décima séptima.- Para los efectos fiscales respectivos, el Ingeniero manifiesta ser causante \_\_\_\_\_ y estar empadronado bajo el número \_\_\_\_\_

Notas:

El presente contrato se extiende por triplicado en \_\_\_\_\_  
A los \_\_\_\_\_ días del mes \_\_\_\_\_ de mil novecientos \_\_\_\_\_, siendo firmado por las partes, quedando el original en poder del cliente, una copia en poder del Ingeniero y una copia en poder el Colegio de Ingenieros. Civiles y Arq. De Guard.

\_\_\_\_\_  
El cliente

\_\_\_\_\_  
El Ingeniero

## **Capítulo VII. Especificaciones y Control de Obra**

### **REGLAMENTOS Y ESPECIFICACIONES.**

#### **Edificios para habitaciones**

A partir el nivel en que se desplanten los pisos de un edificio destinado a habitación, deberán quedar libres las superficies destinadas a patios que sirvan para dar iluminación y ventilación a sus distintas dependencias, sin que dichas superficies puedan ser cubiertas con volados, corredores, pasillos o escaleras.

#### **Piezas habitables y no habitables**

Se consideran como piezas habitables los locales que se destinen a salas, despachos, comedores y dormitorios, y no habitables los destinados a cocinas, cuartos de baño, excusados, lavaderos, cuartos de plancha y circulaciones. El destino de cada local será el que resulte de su ubicación y dimensiones más no el que se quiera fijarle arbitrariamente.

#### **Dimensiones mínimas.**

La dimensión mínima de una pieza habitable será de dos metros setenta centímetros y su altura cuando menos de dos metros treinta centímetros.

#### **Vivienda mínima.**

Sólo se autorizará la construcción de viviendas que tengan como mínimo una pieza habitable, con sus servicios completos de cocina y baño.

#### **Iluminación y ventilación.**

Todas las piezas habitables en todos los pisos deberán tener iluminación y ventilación por medio de vanos que darán directamente a patios o a la vía pública. La superficie total de ven-tanas libres de toda obstrucción será por lo menos de un octavo de la superficie del piso de cada pieza y la superficie libre para ventilación deberá ser cuando menos de un octavo de la superficie de la pieza.

#### **Dimensiones de los patios**

Los patios que sirven para dar iluminación y ventilación a piezas habitables tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

Altura hasta	Dimensión mínima
4.00 m	2.50 m
8.00 m	3.25 m
12.00 m	4.00 m



En caso de alturas mayores la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura total del paramento de los muros.

Para iluminación y ventilación de las piezas no habitables:

Altura hasta	Dimensión mínima
4.00 m	2.00 m
8.00 m	2.25 m
12.00 m	2.50 m

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio deberá ser un quinto de la altura total del parámetro de los muros.

#### Iluminación artificial

A los edificios para habitación deberán proveerse de medios de iluminación artificial que den cuando menos la cantidad de iluminación que se fija en el capítulo correspondiente.

#### Circulaciones generales

Todas las viviendas de un edificio deberán tener salida a pasillos o corredores que conduzcan directamente a las puertas de salida o a las escaleras. El ancho de pasillos o corredores nunca será menor de 1.20 mts. Cuando haya barandales, éstos deberán tener cuando menos 90 cm. De altura.

#### Escaleras

Los edificios tendrán siempre escaleras que comuniquen a todos los niveles, aunque tengan elevadores.

Cada escalera podrá dar servicio a veinte viviendas como máximo, en cada piso. Las escaleras tendrán una anchura mínima de 90cm. En edificios unifamiliares y de 1.20 mts. En multifamiliares y la huella de sus escalones no será menor de 25 cm ni los peraltes mayores de 18 cm. Debiendo construirse con materiales incombustibles y protegerse con barandales con una altura mínima de noventa centímetros.

#### Puertas de entrada

Las puertas a la calle tendrán una anchura mínima de noventa centímetros, y en ningún caso, la anchura de la entrada será menor que la suma de las anchuras de las escaleras que desemboquen en ellas.

#### Ventilación en cocinas y baños

Las cocinas y baños deberán tener directamente luz y ventilación por medio de vanos a la vía pública o a patios al exterior, la superficie de los vanos será cuando menos de un octavo del área de la pieza.

Se pueden permitir cocinas y baños sin la ventilación antes señalada, siempre que el local esté debidamente ventilado por medios mecánicos de extracción.

#### Instalaciones de agua

Todos los edificios destinados a habitaciones estarán provistos de instalaciones de agua que puedan suministrar al día ciento cincuenta litros por cada habitante. Si se instalan tinacos, deberán ser de tal forma que se evite la sedimentación.

#### Servicios sanitarios

Cada una de las viviendas de un edificio deberá tener sus propios servicios de baño, lavabo, excusados y fregadero.

#### Desechos pluviales

Las aguas pluviales que escurran por los techos y terrazas podrán ser conducidos al drenaje o directamente a la calle.

#### Fosas sépticas

Cuando no sea posible utilizar el drenaje municipal, será obligatorio descargar las aguas negras a una fosa séptica.

## **SUPERVICION Y CONTROL DE CALIDAD**

El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la comprensión pro-medio lo suficientemente alta para minimizar la frecuencia de resultados de pruebas de resistencia a la comprensión especificada del concreto,  $f'c$ .

Las pruebas de cilindros de concreto serán a los 28 días.

Las muestras para las pruebas de resistencia deberán tomarse no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada  $120m^3$  o por cada  $450m^2$  de superficie colada.

Las pruebas deberán hacerse de por lo menos, cinco revolturas seleccionadas al azar, o de cada revoltura, si se está usando menos de cinco.

El nivel de resistencia del concreto será considerado satisfactorio si el promedio de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de pruebas de resistencia iguala, o excede la  $f'c$  requerida y ningún resultado individual de la prueba de resistencia es de  $35 kg/cm^2$  por debajo de la  $f'c$  requerida.

Se harán pruebas de especímenes curados bajo las condiciones de campo, a fin de comprobar la adecuación del concreto en la estructura. Tales especímenes deben ser moldeados al mismo tiempo y de la misma muestra que los especímenes de prueba curados en el laboratorio, para la aceptación del concreto. Cuando la resistencia de los cilindros curados en el campo, a la edad de prueba designada para medir  $f'c$  sea menor del 85% de los cilindros compañeros curados en el laboratorio deberán mejorarse los procedimientos de protección y curado del concreto. Cuando la resistencia de los cilindros curados en el laboratorio sean apreciablemente mayores que  $f'c$ , las resistencias de los cilindros en el campo no necesitan exceder de  $f'c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ , aun cuando no se cumpla el criterio del 85%.

Cuando sea necesario hacer juntas de concreto, la superficie debe limpiarse completamente, remover todos los finos y el agua que permanezca encima de ella y cubrirse con una lechada de cemento inmediatamente antes de colocar el concreto nuevo.

En el momento de colocar el concreto, el refuerzo metálico debe de estar libre de lodo, aceite u otros recubrimientos no metálicos, que puedan afectar adversamente el desarrollo de la adherencia.

La separación libre entre varillas paralelas en un capa no será menor que el diámetro nominal de las varillas ni menor de 2.5 cm.

Para que los grupos de varillas paralelas de refuerzo colocadas en paquete actúen con una unidad, cada paquete no deberá tener más de cuatro varillas; este solo se puede utilizar cuando existen estribos o anillos que confinen a dicho paquete en vigas o trabes. En miembros sujetos a flexión, las varillas de un paquete se terminarán en puntos diferentes, con una diferencia de por lo menos 40 diámetros de la varilla. Cuando las limitaciones de espaciamiento y recubrimiento mínimo libre estén restringidas por el tamaño de la varilla, una unidad de varillas en paquete deberá considerarse como una varilla, simple, de un diámetro derivado del área total equivalente.

Las juntas traslapadas de paquetes de varillas deberán basarse en la longitud de traslape requerida por una varilla individual del mismo tamaño que las varillas empalmadas; tales juntas de cada varilla en un paquete no deberán traslaparse ente sí. La longitud del traslape deberá aumentarse en un 20 % para paquetes de tres varillas y un 33 % para paquetes de cuatro varillas.

Clasificación de las juntas traslapadas en tensión:

La longitud mínima del traslape en las juntas traslapadas en tensión será por lo menos la dada a continuación,  $l_d$  es la longitud de desarrollo en tensión para toda la fy.

Junta clase A  $1.0 l_d$

Junta clase B  $1.3 l_d$

Junta clase C  $1.7 l_d$   
 Junta clase D  $2.0 l_d$

Traslapes en tensión de elementos con anillos, cuando sea factible, las juntas deberán distanciarse y hacerse con conexiones totalmente soldadas, o positivas. Si se usan traslapes, éstos deben cumplir con los requisitos de la junta clase D.

Las juntas en tensión de elementos que no tengan anillo o espiral deberán evitarse.

La longitud de desarrollo  $l_d$ , en centímetros, de varilla y alambre corrugado sujetos a tensión deberá calcularse como el producto de la longitud de desarrollo básica a) y el factor o factores de modificación aplicables de b), c) y d), pero  $l_d$  no será menor de 30cm.

a) La longitud básicas de desarrollo deberá ser:

- Para varillas del número 11 o menores .....  $0.06^a_b f_y / \sqrt{f'c}$
- Pero no menor que.....  $0.0057d_b f_y$
- Para varillas del número 14 .....  $0.8 f_y / \sqrt{f'c}$
- Para varilla del número 18 .....  $f_y / \sqrt{f'c}$
- Para alambre corrugado .....  $0.11d_b f_y / \sqrt{f'c}$

b) La longitud básica de desarrollo deberá multiplicarse por el factor o factores, aplicables para :

- Refuerzo del lecho superior <sup>+</sup> ..... 1.4
- Varillas de  $f_y$  mayor que  $4200 \text{ kg/cm}^2$  .....  $2 - \frac{4200}{F_y}$

c) Cuando se use concreto con agregado ligero, las longitudes básicas de desarrollo dadas en a) deberán aplicarse por 1.33 para concreto “totalmente ligero” y por 1.8 para concreto ligero con arena, pudiéndose hacer una interpolación lineal cuando se emplee una situación parcial de arena, o la longitud básica de desarrollo se puede multiplicar por  $1.8\sqrt{f'c} / f_{ct}$  pero no menor que 1.0, cuando  $f_{ct}$  esté especificado, y el concreto dosificado de acuerdo con la sección 4.2 ( ACI ), también deberán aplicarse los factores de b) y d).

d) La longitud básica de desarrollo, modificados por los requisitos adecuados de b) y c), se pueden multiplicar por el factor, o factores, aplicables para:

Refuerzo que se haya desarrollado en lo longitud considerada y espaciado lateralmente por lo menos de 15 mc. Centro a centro y por lo menos 8 cm. De la cara lateral del elemento.....0.8.

Refuerzo en un elemento sujeto a flexión que exceda de lo requerido ..... ( As requerido ) / (As proporcionado).

Varillas confinadas por un espiral que no sea de diámetro mayor que el número 2 ni mayor que 10cm. de paso.....0.75

Nota: + El refuerzo del lecho superior es el esfuerzo horizontal que tiene un espesor de concreto de 30 cm o más debajo de la varilla.

Juntas traslapadas en compresión.

La longitud mínima de una junta traslapada en compresión será la longitud de desarrollo en compresión  $l_d$  pero no debe ser menor que  $0.007 f_y d_b$  para  $f_y$  menor o igual que  $4200 \text{ kg/cm}^2$  ni menor de 30 cm. Cuando la resistencia especificada del concreto sea menor que  $200 \text{ kg/cm}^2$  la longitud de traslape se aumentará en una tercera parte.

La longitud de desarrollo de varillas corrugadas en compresión deberá calcularse como  $0.075 f_y d_b / \sqrt{f'_c}$ , pero no debe ser menor de  $0.0043 f_y d_b$ , ni de 20 cm. Cuando se proporcione un área de varilla mayor que la requerida, la longitud  $l_d$  puede reducirse de acuerdo con la relación del área requerida al área-proporcionada.

Debe proporcionarse un recubrimiento mínimo de concreto, a varillas de refuerzo. Para paquetes de varillas, el recubrimiento mínimo será igual al diámetro equivalente del paquete, pero no mayor de 5 cm., o el mínimo tabulado, el que sea mayor.

Concreto colado en el lugar.

Colado en el terreno y permanente expuesto a el 7 cm.

Expuesto al terreno o al intemperismo:

Varillas del número 6 al número 18.....5 cm.

Varillas del número 5, alambre de 5/8 de pulgada y menores..... 4cm.

No expuesto al intemperismo ni en contacto con el terreno:

Losas, muros y trabes:

Varillas del número 14 y número 18 .....4cm.

Varillas de número 11 y menores.....2cm.

Vigas, trabes, columnas:

Refuerzo principal, anillos, estribos o espirales.....4cm.

## CONCLUSIONES

La elaboración del presente trabajo tiene como finalidad servir de guía en el proceso de concepción y diseño de un edificio de tres niveles para locales comerciales y departamentos, considero y me siento satisfecho de que se ha logrado resolver, un proyecto en el cual, el Ingeniero Civil está involucrado como proyectista.

En el trabajo incorpore fórmulas, criterios, teoría y por supuesto el ejemplo que se presenta al resolver técnicamente un edificio. Todo lleva una metodología, pero es importante remarcar, que cada Ingeniero Civil puede y debe manejar la propia, es por eso, que se debe iniciar ya, la concepción y depuración del sistema que usara en su vida profesional.

Los retos a los que nos enfrentamos, obligan al Ingeniero Civil a actualizarse, tanto técnicamente como en conocer nuevos y mejores materiales que salen a la venta constantemente, evitando con ello caer en un oscuro obsoleto.

La reflexión que me deja el trabajo, es un tema muy delicado: La seguridad estructural, Un Ingeniero Civil nunca debe anteponer la economía a la seguridad, debe dominar sus bajas ambiciones y dar a la sociedad lo mejor que tiene: Ciencia y Lealtad.

Un verdadero Ingeniero no debe anteponer la economía a la seguridad, debe hacer los trabajos lo más económicamente posible una vez superada ésta. Aunque semejantes, lo anterior tiene significados completamente opuestos, pues mientras la primera está dirigida a ambiciones riquezas, la segunda únicamente, en la labor más gratificante que existe: El Trabajo.

La computadora forma parte fundamental de todo el sistema que aquí he establecido, pues como herramienta en la solución de los problemas que se presentaron en este proceso, redujo significativamente los tiempos de trabajo en la serie de cálculos matemáticos.

La experiencia que me deja este trabajo, es la dificultad para abarcar todas las áreas de la Ingeniería, por esta razón, exhorto al Ingeniero Civil a seguir el camino de la superación académica específica, es decir, continuar con sus estudios en niveles superiores, tales como: Especializaciones, Maestrías, Doctorados, Posgrados, Diplomados, pues podemos decir, que debido a los constantes avances técnicos, nunca se terminará de aprender.

Espero que el presente trabajo pueda servir de consulta para estudiantes, profesores y público en general.

# **BIBLIOGRAFIA**

TLALTENANGO DE ZACATECAS.  
Prof. José G. Montes.

MECANICA DE SUELOS TOMOS I y II.  
Eulalio Juárez Badillo.  
Alfonso Rico Rodríguez.

MANUAL DE ALUMBRADO.  
Westinghouse.

PLANEACION E INSTALACIONES SANITARIAS.  
Sydney Webster.

HIDRAULICA.  
Samuel Trueba Coronel.

REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE  
CONCRETO REFORZADO. (ACI 318-71)  
Instituto Mexicano del cemento y del concreto.

ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO.  
Oscar M. González Cuevas.  
Francisco Robles.

CONCRETO REFORZADO.  
R. G. Tremari.