

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

EUGENIO

A LA MEMORIA DE MI PADRE
Y PARA ALEGRIA DE MI MADRE,
ESPOSA E HIJOS.

AURELIO

- ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.
-

AGRADECEMOS A NUESTROS PROFESORES
LAS ENSEÑANZAS IMPARTIDAS .

TESIS DE GRADO
PROMOCION 1966

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

T O M O I

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

I N D I C E T O M O I

| | |
|---------------------------------------|-----|
| INDICE DE PLANOS | 1 |
| INTRODUCCION | 2 |
| CAPITULO I ESTRUCTURACION | 8 |
| CAPITULO II DIMENSIONAMIENTO PREVIO | 12 |
| - Aligerados | 13 |
| - Vigas | 13 |
| - Placas | 21 |
| - Columnas | 21 |
| CAPITULO III METRADO DE CARGAS | 22 |
| - Aligerados | 23 |
| - Vigas | 26 |
| - Columnas (incluye dimensionamiento) | 34 |
| CAPITULO IV DISEÑO DE ALIGERADOS | 37 |
| - Azotea | 38 |
| - Planta típica | 57 |
| - Planta baja | 109 |
| - Sótano | 119 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| | | |
|-------------|---|-----|
| CAPITULO V | ANALISIS SISMICO | 150 |
| | - Fuerza horizontal | 153 |
| | - Distribución de la fuerza horizontal | 159 |
| | - Rigideces relativas | 161 |
| | - Valores "D" en columnas | 168 |
| | - Valores "D" en placas (como cantiliver) | 175 |
| | - Interacción entre muros y marcos | 206 |
| | - Corrección por rotación | 240 |
| | - Puntos de inflexión | 274 |
| | - Cortes y momentos en vigas y columnas | 277 |
| | - Cargas axiales | 286 |
| CAPITULO VI | MOMENTOS POR CARGAS GRAVITACIONALES | 289 |
| | - Metodo de Kani | 290 |
| | - Portico 5 | 295 |
| | - Portico 6 | 296 |
| | - Portico B | 296 |
| | - Cargas porticos 5 , 6 y B | 299 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

INDICE DE PLANOS

| | |
|---|----|
| ELEVACION FRONTAL | 01 |
| ELEVACION LATERAL | 02 |
| PLANTA TIPICA | 03 |
| PLANTA BAJA | 04 |
| SOTANO | 05 |
| CORTE AB | 06 |
| CORTE CD | 07 |
| METRADO DE CARGAS DE LA AZOTEA | 08 |
| METRADO DE CARGAS DEL PISO TIPICO | 09 |
| METRADO DE CARGAS DE LA PLANTA BAJA | 10 |
| METRADO DE CARGAS DEL SOTANO | 11 |
| METRADO DE CARGAS Y DIMENCIONAMIENTO DE COLUMNAS | 12 |
| METRADO DE CARGAS Y DIMENCIONAMIENTO DE COLUMNAS (Cont.) | 13 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS AZOTEA (A ₁ A ₂ A ₃ A ₄ A ₅) | 14 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS P. TIPICO (T ₁ T ₂ T ₃ T ₄) | 15 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS P. TIPICO (T ₅ T ₆ T ₇ T ₈ T ₁₀) | 16 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS P. TIPICO y P. BAJA (T ₁₁ T ₁₂ PB ₁ PB ₂) | 17 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS SOTANO (S ₁ S ₂ S ₃) | 18 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS SOTANO (S ₄ S ₅ S ₆ S ₇ S ₈ S ₉) | 19 |
| ENVOLVENTES ALIGERADOS SOTANO (S ₁₀ S ₁₁ S ₁₃) | 20 |
| ALIGERADOS DE LA AZOTEA y PLANTA TIPICA | 21 |
| ALIGERADOS DE LA PLANTA BAJA y SOTANO | 22 |
| KANI PORTICO 5 (1 2 3 4 5) | 23 |
| KANI PORTICO 6 (1 2) | 24 |
| KANI PORTICO 6 (3 4) | 25 |
| KANI PORTICO 6 (5 6) | 26 |
| KANI PORTICO 6 (7 8) | 27 |
| KANI PORTICO B | 28 |
| ENVOLVENTES DE MOMENTOS PORTICO 5 (parciales y generales) | 29 |
| ENVOLVENTES DE MOMENTOS PORTICO 6 (parciales) | 30 |
| ENVOLVENTES DE MOMENTOS PORTICO 6 (generales) | 31 |
| ENVOLVENTES DE MOMENTOS PORTICO B (parciales) | 32 |
| ENVOLVENTES DE MOMENTOS PORTICO B (generales) | 33 |
| ENVOLVENTES DE CORTE PORTICO 5 (parciales y generales) | 34 |
| ENVOLVENTES DE CORTE PORTICO 6 (parciales) | 35 |
| ENVOLVENTES DE CORTE PORTICO 6 (generales) | 36 |
| ENVOLVENTES DE CORTE PORTICO B (parciales) | 37 |
| ENVOLVENTES DE CORTE PORTICO B (generales) | 38 |
| VIGAS PORTICOS 5 y 6 | 39 |
| CORTES DE VIGAS PORTICOS 5 y 6 | 40 |
| VIGAS PORTICO B | 41 |
| COLUMNAS 5B y 6B | 42 |
| ZAPATAS-MURO-TANQUE-CISTERNA-ESCALERA-ASCENSCR | 43 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION .-

La presente tesis para optar nuestro grado profesional es el diseño antisísmico de un edificio de concreto armado cuyas elevaciones frontal y lateral se encuentran en los planos N^{OS} 01 y 02 respectivamente.

Este edificio esta destinado a vivienda y consta de siete plantas típicas con cuatro departamentos cada una, la planta baja con seis departamentos y sótano en dos niveles destinado a estacionamiento de carros. Las plantas típicas, planta baja y sótano se encuentran en los planos N^{OS} 03, 04 y 05 respectivamente.

Se presentan dos cortes nominados A-B y C-D en los planos N^{OS} 06 y 07 respectivamente.

El proyecto arquitectónico original pertenece al arquitecto J. García Baudouin.

El objetivo al realizar la presente tesis es hacer una presentación clara y esquemática de los temas o acápites del análisis de una estructura de tal manera que sirva como orientación a los estudiantes que se están iniciando en el cálculo de estructuras; así, hemos tratado temas en forma precisa en su cálculo para su mejor visualización de tal manera que el lector pueda efectuar las simplificaciones prácticas de acuerdo a su criterio en el análisis de estructuras.

A sido nuestro propósito el tratar de abarcar la mayor cantidad de temas dentro del análisis de una estructura y de esta manera dar una idea general de las situaciones que se presentan en el análisis de una estructura.

En general el procedimiento de verificaciones o de diseño se ha efectuado de acuerdo al reglamento ACI 318 - 63 que es el usado en nuestro medio. Para el análisis sísmico hemos considerado las Normas Peruanas de Diseño Antisísmico y el método utilizado es el del profesor K. Muto.

En forma suscita trataremos a continuación los temas que se han desarrollado en la presente memoria acompañada de 43 láminas.

1.- Estructuración .-

Donde se expone como se sustenta la estructura y en general los conceptos que se han seguido para las diversas ubicaciones de vigas y columnas, así como también las juntas que han sido necesarias tener en cuenta.

También se expone como van a funcionar diversas partes de la estructura.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

4

2.- Dimensionamiento previo .-

En este capítulo se ha efectuado el dimensionamiento previo del aligerado y de las vigas utilizando fórmulas empíricas tanto para el peralte como para el ancho, teniendo en consideración para esto: Los planos arquitectónicos y las generalizaciones a adoptar para facilitar la labor constructiva.

En este capítulo también se ha incluido el dimensionamiento previo y metrado de placas.

3.- Metrado de cargas .-

En este acápite se han metrado las cargas que recibe el aligerado; a continuación se han metrado las cargas que reciben las vigas en forma detallada considerando todos los elementos incidentes en cada una de las vigas del edificio, esto se ha hecho mediante tablas de fácil comprensión dándonos una idea de la influencia de los diversos elementos incidentes en lo que a carga se refiere.

En el metrado de cargas en las vigas se ha efectuado un análisis de las cargas concentradas debidas a los muros.

El metrado de cargas de columnas y su dimensionamiento previo, se ha realizado mediante tablas de uso práctico y muy fáciles de comprender, permitiéndonos ir metrando y dimensionando las columnas de la parte superior a la inferior. Se ha utilizado correcciones empíricas por momento.

4.- Aligerados .-

Se han diseñado los aligerados de la azotea, planta típica, planta baja y sótano. El cálculo de los momentos se ha efectuado utilizando el método de Cross, método de los coeficientes y método simple, según los casos. Los cortes se han calculado en todos los paños de los diversos niveles graficando las envolventes de cortes y de momentos para luego proceder a diseñar verificando el corte, verificando la sección, verificando el momento máximo, calculando el área de acero por flexión, acero mínimo, comprobación de la deflexión, verificando la adherencia y largo de desarrollo del acero y por último procediendo a la colocación del acero.

5.- Análisis sísmico .-

El análisis sísmico se ha realizado siguiendo las Normas Peruanas de Diseño Antisísmico y utilizando el método Muto.

Se ha procedido a efectuar el cálculo de la fuerza horizontal y su distribución en altura. Luego calculamos las rigideces relativas de columnas, placas y vigas y las presentamos en los res

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

pectivos pórticos para una mejor visualización y facilidad en el cálculo de las "D".

Posteriormente procedimos a calcular los valores "D" en columnas y el valor D en las placas considerandolas como voladizos (varias iteraciones) se presentan las plantas de todos los niveles con los valores "D" hallados y las dimensiones de las vigas y elementos resistentes para que el lector pueda tener una idea de la variación de los valores "D". Luego presentamos la interacción de la placa del ascensor con el marco del eje 5 donde efectuamos cuatro interacciones exponiendo una variante en el método con buenos resultados. con estas interacciones obtuvimos los cortes y momentos en la placa del ascensor y en las vigas y columnas del portico 5.

Luego procedemos a hallar el cálculo de (α) que podemos llamar corrector por rotación, enseguida ubicamos los puntos de inflexión de las columnas y con estos datos procedimos a calcular los cortes y momentos en columnas y vigas de los pórticos 6 y B para luego calcular las cargas axiales en las columnas de los pórticos 5, 6 y B con lo que queda definida la influencia de la fuerza sísmica en dichos pórticos.

En todos los cálculos que han sido necesarios realizar se han efectuado explicaciones teóricas y deducciones de fórmulas, para mejor comprensión del lector.

6.-Momentos por cargas gravitacionales.-

Se ha calculado los momentos en vigas y columnas de los pórticos 5, 6 y B mediante el método de Kani del que se presenta una explicación. Se considera combinaciones de cargas prácticas para el cálculo de los momentos de tal forma que se obtiene los momentos negativos en las vigas y los momentos correspondientes a la máxima carga en columnas con una combinación, con otra combinación se obtiene los momentos positivos en vigas.

Se presentan las cargas muerta y vivas en los pórticos 5, 6 y B para una mejor visualización y se efectua el cálculo de la carga uniformemente distribuida equivalente a la carga real distribuida no uniforme en el tramo C D del pórtico 6.

7.-Momentos, cortes últimos y las envolventes respectivas.-

Con los momentos calculados en el análisis sísmico y los momentos por cargas gravitacionales de los pórticos 5, 6 y B calculamos los momentos últimos en vigas de acuerdo a las combinaciones que recomienda el reglamento ACI 318-63. Estos cálculos se presentan en forma tabulada de manera que se puede apreciar la influencia de la carga muerta, carga viva y sismo en las cargas últimas. Luego se

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

6

procede a graficar las envolventes de momentos de las que hacemos una detallada explicación.

Calculamos los cortes por cargas gravitacionales en las vigas a los que agregamos los cortes por sismo segun los casos de corte último que estemos calculando, posteriormente graficamos las envolventes de cortes de los pórticos 5, 6 y B.

Para el cálculo de los cortes últimos presentamos una tabulación que resulta bastante práctica y ayuda a la visualización del lector, luego en este mismo acápite calculamos los cortes ultimos en las columnas 5B y 6B.

8.-Diseño de vigas .-

Se han diseñado las vigas de los pórticos 5, 6 y B utilizando el método a la rotura, habiendo desarrollado los siguientes items: Verificación del momento máximo, Control de deflexión y su cálculo cuando ha sido necesario (5 V 5 (B - C)), cálculo del acero por flexión por iteración - entrando con las formulas ya desarrolladas para mayor facilidad, acero mínimo por flexión, análisis del corte control del corte máximo, corte que toma el concreto, espaciamiento de estribos, control de adherencia - donde se presentan varios métodos para el control de la adherencia, largo de desarrollo o anclaje y colocación del refuerzo calculado.

En el pórtico B viga PE V B (3 - 5) se presenta un diseño por flexión con acero en compresión

9.-Diseño de columnas .-

Hemos diseñado por el método a la rotura las columnas 5B y 6B por la sollicitación de flexocompresión biaxial. Para la verificación biaxial hemos utilizado la fórmula del profesor Bresler. Se ha considerado varias combinaciones de carga de tal manera de lograr el diseño que corresponda a la sollicitación mas desfavorable ya sea por mayor exentricidad o por mayor carga. Hemos considerado las correcciones por esbeltez que indica el reglamento ACI. Tambien se han diseñado estas columnas por la sollicitación de corte considerando el refuerzo en el alma que sea necesario.

10.-Diseño de zapatas y muros de sostenimiento.-

Presentamos el diseño de la zapata combinada para las columnas 6B y 6 B₁, efectuando los diagramas de momento y corte , las comprobaciones por tracción diagonal, punzonamiento, aplastamiento, adherencia, largo de desarrollo y el cálculo de las áreas de acero y su colocación. Igualmente se ha diseñado la zapata para la columna 4E, que es una zapata aislada.

Exponemos el diseño del muro de sostenimiento que rodea el sótano :

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

consideramos dos tipos de sujeción para calcular los máximos momentos positivos y negativos, con los que diseñamos las áreas de acero correspondientes. Se ha verificado el cortante y se ha diseñado la cimentación.

11.-Diseño del tanque elevado y cisterna.-

Se ha diseñado el tanque elevado y la cisterna con losas armadas en dos sentidos utilizando diversas combinaciones de cargas y apoyos con el fin de obtener los momentos máximos. Hemos verificado el corte, la adherencia y el largo de desarrollo.

12.-Diseño de la escalera.-

La escalera ha sido diseñada considerandola empotrada en las placas de los ejes D y D', de esta manera se han calculado los momentos y cortes correspondientes con lo que ha sido posible obtener las áreas de acero por flexión y efectuar las verificaciones de corte, adherencia, largo de desarrollo y colocar el acero por temperatura. Los descansos son losas de concreto que tambien han sido diseñadas, asi como la viga circular que rodea el descanso y que esta empotrada en las placas de los ejes D y D'; en el diseño de esta viga se ha considerado la torsión.

13.-Diseño de la placa del ascensor.-

La placa del ascensor ha sido diseñada por la sollicitación de flexocompresión en dos sentidos (biaxial); el método utilizado es de tanteos con el fin de ubicar la posición del eje neutro, se han realizado seis tanteos hasta obtener la aproximación deseada; luego se verificó las cargas solicitantes con las cargas resistentes.

14.-Diseño de mezclas.-

Se han diseñado siete diferentes clases de mezclas de acuerdo a la calidad del concreto (f'_c), tamaño de la piedra, condición de la estructura, etc

15.-Apendice.-

Se presenta un apendice en el que se ha realizado dos estudios de vigas sobre vigas resolviendo la hiperestaticidad y por lo tanto encontrando las cargas, momentos flectores y momentos torsores. Para la solución se ha utilizado el cálculo de deflexiones considerando que estas deben ser iguales en un mismo punto. En el segundo sistema de vigas sobre vigas se ha empleado un método iterativo hasta obtener la aproximación deseada.

En todos los cálculos realizadas se presentan exposiciones teóricas con deducciones de formulas para mejor orientación del lector.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

8

C A P I T U L O I

E S T R U C T U R A C I O N

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

ESTRUCTURACION .-

El edificio esta compuesto por siete plantas típicas, planta baja, y sótano en dos niveles. El terreno sobre el que se ha proyectado la estructura tiene una pendiente natural que ha sido aprovechada por el arquitecto, razón por la cual el sótano tiene dos niveles.

El ingreso al sótano es por la parte frontal, por medio de una rampa, igualmente se ha utilizado rampas en los cambios de nivel del sótano. Sobre parte del aligerado del sótano descansa el jardín exterior, el que tiene distintas profundidades debido al desnivel del terreno antes mencionado.

El ingreso al edificio es por las partes laterales por medio de escaleras que llevan del nivel de la acera al nivel de la planta baja.

Este edificio es una estructura aporricada que como su nombre lo indica esta constituida por pórticos. Los pórticos están orientados en dos sentidos y tomamos en general que los pórticos que estan sobre los ejes nominados por números son los pórticos principales, es decir aquellos que por medio de sus vigas soportaran el peso de los aligerados y por ende las cargas que estos soportan; los pórticos que estan sobre los ejes nominados por letras son los pórticos de arriostre que tal como su nombre lo indica son los que arriostren la estructura

Para los techos se ha considerado aligerados armados en un sentido que son los más usados en nuestro medio por resultarnos más económico. Tambien es necesario hacer notar que los paños son rectangulares y en este caso es preferible usar aligerados armados en un sentido, por lo expuesto. El sentido de los aligerados esta dado por la dirección de las viguetas e indica donde se van a apoyar estas; hemos procurado mantener continuidad en la estructura, es decir mantener un mismo sentido del aligerado, este sentido debe ser tal que las luces sean las menores, razón por la que se han tomado los pórticos que estan sobre los ejes nominados por números como pórticos principales.

En el techado de la azotea ha sido necesario colocar vigas no mostradas en los planos arquitectónicos originales siendo necesarias para el techado. Estas vigas se pueden apreciar en las plantas de los aligerados de la azotea, planta típica, planta baja y sótano, estas vigas son: V 3 (C - C') , V C'(3 - 5) , V 4 (C - D) en esta zona se ha conservado la continuidad del aligerado; tambien se ha colocado la viga V C''(6 - 7), tambien llamada V 6 (C + 2.20) - 7 (C + 2.20), en esta zona ha sido preciso cambiar el sentido del aligerado.

En el sótano y en la planta baja ha sido necesario prescindir de la columna que en los planos arquitectónicos originales se encontra-

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

10

ba en el eje 8 entre los ejes D y D', la que ha sido reemplazada por las columnas 8D y 8D' para una mejor estructuración.

También se ha considerado prudente colocar las vigas SVA'(1 - 3) y SVB"(1 - 3) por ser las luces y cargas grandes en estos paños.

En una primera estructuración se consideró en el sótano sobre el eje B columnas que soportaban vigas en dos niveles; un nivel de vigas perteneciente al jardín y el otro al aligerado del sótano tal como indicaban los planos arquitectónicos, de tal manera estas columnas del sótano quedaban divididas en dos, lo que producía una gran rigidización que se hacía evidente en la parte corta de esta división. Al efectuar el análisis sísmico se encontró que en especial la columna 5 B que está conectada por medio de una viga a la placa del ascensor resultaba doblemente rigidizada y por lo tanto tomaba gran parte del corte del sótano, resultando ser un elemento muy crítico; por esta razón tuvimos que efectuar una nueva estructuración separando la zona del jardín de la estructura total y de esta manera evitamos la rigidización excesiva de las columnas del eje B; para esto colocamos columnas que soportarían el peso del jardín las que se situaron en el eje B₁ como se puede ver en el plano NO5. Igual problema se presentaba en la planta baja (columna 6 C) que resultaba dividida por las vigas PB V 6 (B - C) y PB V 6 (C - D) que tienen dos niveles diferentes, para evitar la rigidización de esta columna peraltamos hacia arriba la viga PB V 6 (C - D). También idéntico problema se presentó en las columnas 3B y 3C en el sótano para lo que fue necesario colocar la viga S V 3 (B - C) peraltada de tal manera que el desnivel del sótano no produzca la división de las columnas mencionadas. La viga S V 2'(C - D) se ha colocado para soportar la escalera de ingreso al edificio. Las vigas del pórtico 5 se consideran perfectamente empotradas en la placa del ascensor dada la gran diferencia de rigideces.

La estructura es simétrica en un sentido teniendo como único eje de simetría el eje 8, lo que es importante para el efecto de rotación a aplicar a la estructura fuerzas horizontales.

La estructura tiene dos placas de ascensores simétricas con respecto al eje citado; igualmente tiene cuatro placas que soportan la escalera (ejes D y D'), las que son simétricas dos a dos con respecto al eje 8. Estas placas están orientadas de tal manera que su mayor rigidez está en el sentido de los pórticos secundarios (pórticos nominados por letras) al contrario que la orientación de las columnas cuya mayor rigidez está en el sentido de los ejes principales.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

11

Para el efecto de las fuerzas horizontales tenemos elementos resistentes en dos direcciones . En la dirección de los ejes principales tenemos las columnas , cuya mayor rigidez es en ese sentido y las placas de los ascensores y en la dirección de los ejes secundarios tenemos las columnas, las placas de los ascensores y las placas de las escaleras las que están orientadas en ese sentido.

Las escaleras de comunicación interna se han estructurado de tal manera que funciona empotrada en las placas paralelas que se encuentran sobre los ejes D y D'. Los descansos de estas escaleras son circulares y están sostenidos por una viga circular que bordea al descanso la que está empotrada en los extremos de ambas placas.

El tanque elevado para agua está ubicado en las columnas 7B, 7C, 8B , 8C y estará constituido por losas armadas en dos sentidos; por ser las luces de apoyo considerables será necesario verificar el comportamiento de las paredes como vigas.

La cisterna será ubicada en el sótano, sus paredes coinciden con los ejes 2, 4, E y F. Estas serán losas armadas en dos sentidos, al igual que el fondo y la tapa de esta; es necesario tener presente la sobrecarga de 1000 kg/m² ya que el sótano es lugar para estacionamiento de carros.

Las casetas de máquinas de los ascensores estarán ubicadas en la parte superior de las placas de los ascensores.

La placa del ascensor se considera que funciona como un todo y no en placas separadas como se acostumbra a considerar.

La cimentación será por medio de zapatas aisladas o combinadas según los casos.

Para una mejor visualización de la estructuración deben verse los planos 01, 02, 03, 04, 05, 06 y 07 que corresponden respectivamente a : Elevación frontal, elevación lateral, planta típica, planta baja, planta del sótano, corte AB y corte CD.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

12

C A P I T U L O I I

D I M E N S I O N A M I E N T O P R E V I C

| | |
|--------------|----|
| - Aligerados | 13 |
| - Vigas | 13 |
| - Placas | 21 |
| - Columnas | 21 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

13

DIMENSIONAMIENTO PREVIO

DIMENSIONAMIENTO PREVIO DE ALIGERADOS .-

Espesor o altura total aproximada

$$t = \frac{l'}{25}$$

$$l' = 0.95 L$$

L = Luz mayor en el sentido a techar , tomada entre ejes de pórticos.

Aligerado del PISO TIPICO .-

$$L = 5.35 \text{ m. (Luz entre ejes 2 y 4)}$$

Luego: $t = \frac{0.95 \times 5.35}{25} = 0.204 \text{ m.}$

Por consideraciones prácticas y arquitectónicas aproximamos de 0.204 m. a 0.25 m. el valor de (t) . Además generalizamos éste valor para la AZCTEA y la PLANTA BAJA , a la AZCTEA por tener luces iguales al PISO TIPICO y a la PLANTA BAJA por tener luces similares.

Aligerado del SOTANO .-

$$L = 5.80 \text{ m. (Luz entre ejes C y D).}$$

Luego..... $t = \frac{0.95 \times 5.80}{25} = 0.2204 \text{ m.}$

Considerando que el aligerado del SOTANO tiene una sobrecarga considerable (400 kg / m²) , y que no se altera la arquitectura tomaremos un t = 0.30 m.

DIMENSIONAMIENTO PREVIO DE VIGAS .-

Para el dimensionamiento previo o cálculo previo del peralte (h) y del ancho de la viga (b) , utilizaremos el siguiente criterio práctico

Peralte $h = \frac{L}{11}$ h = Altura total de la viga.
L = Luz entre ejes .

Ancho... $b = \frac{B}{20}$ b = Ancho de la viga.
B = Ancho de influencia de la viga , que en caso de vigas exteriores se incrementará en un 20 % .

Para conservar el módulo resistente de las vigas utilizaremos la siguiente formula :

$$b_0 h_0^2 = b_1 h_1^2$$

ARANA MENDOÇILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

14

Nomenclatura a usar :.....

Tomaremos un ejemplo en la viga del piso típico, que está en el eje 3 y que está limitada por los ejes B' y B.

T V 3 (B' - B) T - Piso ó nivel en que se encuentra la viga en este caso Piso Típico.
V - Viga
3 - Eje en que se encuentra la viga.
(B' - B) - Longitud que abarca la viga ; en este caso desde el eje B' hasta el eje B.

Vigas del PISO TÍPICO .- Analizaremos primeramente las vigas principales y dentro de ellas en primer término, las arquitectónicamente dimensionadas y comprobar si dichas dimensiones son favorables.

T V 3 (B' - B) ; T V 7 (B' - B) .-

$$h_0 = \frac{155}{11} = 14.1$$

$$b_0 = 1.2 \frac{400 / 2}{20} = 12$$

Por arquitectura : $h_1 = 70$

$$h_1 = 70$$

$$b_1 = \frac{b_0 h_0^2}{h_1^2} = \frac{12 \times 14.1^2}{70^2} = 4.8$$

Por arquitectura tomamos : $b_1 = 20$ cm. favorablemente ya que :
 $h_1 = 70$ cm. $20 > 4.8$

T V 4 (C' - D) .- (viga chata)

$$h_0 = \frac{425}{11} = 38.6$$

$$b_0 = 1.2 \frac{135 + 535/2}{20} = 24.12$$

Por arquitectura : $h_1 = 25$

$$h_1 = 25$$

$$b_1 = \frac{24.12 \times 38.6^2}{25^2} = 57.2$$

Teniendo en cuenta que en vigas chatas $b_1 \neq 4 t$

$$b_1 \neq 4 \times 25$$

$$b_1 = 100$$

Por arquitectura tomamos :

$$\begin{array}{l} b_1 = 100 \text{ cm.} \\ h_1 = 25 \text{ cm.} \end{array}$$

T V 6 (D - D') .-

$$h_0 = \frac{240}{11} = 21.8$$

$$b_0 = \frac{535/2 + 300}{20} = 28.2$$

Por arquitectura y seguridad sísmológica tomamos :

$$\begin{array}{l} b_1 = 30 \text{ cm.} \\ h_1 = 45 \text{ cm.} \end{array}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

15

Para las demás vigas los planos de Arquitectura nos dan :

$$\begin{aligned} b &= 40 \text{ cm.} \\ h &= 70 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Tomaremos la más desfavorable de estas, la analizaremos y si las dimensiones de 40 y 70 están bien dadas, podremos uniformizar las demás vigas, que siendo menos exigidas al momento de diseñar la cuantía real de estas sea pequeña, que sería lo mejor e ideal ya que en nuestro medio es menos costoso el concreto que el acero; teniendo así un mejor diseño con la mejor economía.

TV 4 (E - D) .- (viga de mayor longitud y con mayor ancho de influencia)

$$h_0 = \frac{-755}{11} = 68.5 \qquad b_0 = \frac{(535 + 535)/2}{20} = 26.7$$

Por arquitectura $b_1 = 40$

$$h_1 = \sqrt{\frac{26.7 \times 68.5^2}{40}} = 56 \qquad b_1 = 40$$

Luego podremos tomar las dimensiones Arquitectónicas por que $70 > 56$

$$\begin{aligned} b_1 &= 40 \text{ cm.} \\ h_1 &= 70 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Estas dimensiones serán también entonces para las siguientes vigas :

| | | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| <u>TV 2 (D - E)</u> | <u>TV 2 (E - F)</u> | <u>TV 3 (B - C)</u> |
| <u>TV 4 (E - F)</u> | <u>TV 5 (B' - B)</u> | <u>TV 6 (B' - B)</u> |
| <u>TV 6 (B - C)</u> | <u>TV 6 (C - C')</u> | <u>TV 6 [C' - (C+3.80)]</u> |
| <u>TV 6 [(C+3.80) - D]</u> | <u>TV 6 (D' - E)</u> | <u>TV 6 (E - F)</u> |
| <u>TV 7 (B - C)</u> | <u>TV 7 (C - C')</u> | <u>TV 7 (C' - C'')</u> |
| <u>TV 8 (B - C)</u> | <u>TV 8 (C' - C'')</u> . | |

Para el dimensionamiento de las vigas secundarias tomaremos las mismas consideraciones que para las vigas principales, expuesto anteriormente. Así tenemos :

TV E' (3 - 5) .-

$$h_0 = \frac{400}{11} = 36.2 \qquad b_0 = 1.2 \times \frac{145}{20} = 8.62$$

Por Arquitectura tomamos :

$$\begin{aligned} b_1 &= 15 \text{ cm.} \\ h_1 &= 70 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Generalizando a estas dimensiones las dimensiones de las vigas:

TV B' (5 - 6) y TV E' (6 - 7) .

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

17

T V D (2 - 4) .-

$$h_o = \frac{535}{11} = 48.6$$

$$b_o = 1.2 \frac{(755 + 425)/2}{20} = 35.4$$

Por Arquitectura(Placa) $b_1 = 30$ cm.

Tomaremos

| |
|----------------|
| $b_1 = 30$ cm. |
| $h_1 = 70$ cm. |

Generalizamos la viga : T V D (4 - 6) .

T V E (2 - 4) .-

$$h_o = \frac{535}{11} = 48.6$$

$$b_o = \frac{(755 + 360)/2}{20} = 28$$

Tomaremos

| |
|----------------|
| $b_1 = 40$ cm. |
| $h_1 = 70$ cm. |

Generalizamos a la viga : T V E (4 - 6) .

T V F (2 - 4) .- (Viga chata . $b_1 \neq 4$ t) .

$$h_o = \frac{535}{11} = 48.5$$

$$b_o = 1.2 \frac{360/2}{20} = 10.8$$

Por Arquitectura $h_1 = 25$

$$h_1 = 25$$

$$b_1 = \frac{10.8 \times 48.5^2}{25^2} = 40.5$$

Tomaremos :.....

| |
|----------------|
| $b_1 = 50$ cm. |
| $h_1 = 25$ cm. |

Generalizamos a la viga T V F (4 - 6) .

Vigas de la AZOTEA .- Considerando que la sobrecarga para este nivel es menor (125 Kg/m^2) que la considerada en el FISCO TIPICO (200 Kg/m^2) , además la no existencia de tabiquería . Consideraremos $b = 30$ cm. y $h = 60$ cm. para las vigas correspondientes a las de $b = 40$ cm. y $h = 70$ cm. en el Fisco Típico permaneciendo las demás vigas con dimensiones similares a las del Piso Típico .

Vigas de la PLANTA BAJA .- Las vigas de la Planta Baja serán de las mismas dimensiones a sus similares del piso típico , exceptuando las siguientes :

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Vigas de la PLANTA BAJA , que son diferentes a sus correspondientes del PISO TIPOICO .

P.B. V 6 (C - D) .-

$$h_o = \frac{580}{11} = 53$$

$$b_o = \frac{(535 + 800)/2}{20} = 33.4$$

Por Arquitectura $h_1 = 95$

Tomaremos

| | |
|------------|-----|
| $b_1 = 40$ | cm. |
| $h_1 = 95$ | cm. |

De igual manera , por Arquitectura tomaremos estas dimensiones para la viga : V 8 (C - D) .

P.B. 8 (D' - E) .-

$$h_o = \frac{580}{11} = 53$$

$$b_o = \frac{(800 + 800)/2}{20} = 23$$

Por Arquitectura $h_1 = 70$

$$h_1 = 70$$

$$b_1 = \frac{40 \times 53^2}{70^2} = 23$$

Tomaremos.....

| | |
|------------|-----|
| $b_1 = 40$ | cm. |
| $h_1 = 70$ | cm. |

Asimilaremos a estas dimensiones a la viga : P.B. V 8 (C - D')

P.B. D (7' - 8) .-

$$h_o = \frac{480}{11} = 43.6$$

$$b_o = 1.2 \times \frac{240/2}{20} = 7.2$$

Tomaremos.....

| | |
|------------|-----|
| $b_1 = 30$ | cm. |
| $h_1 = 60$ | cm. |

P.B. V E (6 - 8) .-

$$h_o = \frac{800}{11} = 72.8$$

$$b_o = 1.2 \times \frac{530/2}{20} = 15.9$$

Para $h_1 = 70$

$$b_1 = \frac{15.9 \times 72.8^2}{70^2} = 16.2$$

Tomaremos ..

| | |
|------------|-----|
| $b_1 = 30$ | cm. |
| $h_1 = 70$ | cm. |

Vigas del SOTANO .- Las vigas del Sotano serán iguales a las de la PLANTA BAJA (Primer piso) , exceptuando las vigas que damos a continuación ...

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

S V 2' (C - D) .- (Viga chata $b_1 \neq 4 t$, $t = 30$)

$$h_o = \frac{580}{11} = 53$$

$$b_o = \frac{(425 + 365)/2}{20} = 19.9$$

$$h_1 = 30$$

$$b_1 = \frac{19.9 \times 53^2}{30^2} = 62$$

Tomaremos $b_1 = 70 \text{ cm.}$
 $h_1 = 30 \text{ cm.}$

S V 3 (A - B₁) .-

$$h_o = \frac{595}{11} = 54$$

$$b_o = \frac{(625 + 400)/2}{20} = 25.7$$

Tomaremos por Arquitectura $b_1 = 25 \text{ cm.}$
 $h_1 = 90 \text{ cm.}$

S V 3 (B - C) .-

$$h_o = \frac{690}{11} = 63$$

$$b_o = \frac{(625 + 400)/2}{20} = 25.7$$

Tomaremos por Arquitectura..... $b_1 = 25 \text{ cm.}$
 $h_1 = 160 \text{ cm.}$

S V 4 (C - D) .-

$$h_o = \frac{580}{11} = 52.8$$

$$b_o = \frac{(385 + 495)/2}{20} = 22$$

Tomaremos por Arquitectura $b_1 = 40 \text{ cm.}$
 $h_1 = 70 \text{ cm.}$

S V 4 (F - G) .- Asimilarémos las dimensiones de esta viga , a las dimensiones de la viga .. P.B. V 4 (E - F).

S V 5 (A - B₁) .-

$$h_o = \frac{595}{11} = 54$$

$$b_o = \frac{(400 + 400)/2}{20} = 20$$

Tomaremos por Arquitectura $b_1 = 25 \text{ cm.}$
 $h_1 = 90 \text{ cm.}$

Asimilarémos a estas dimensiones las dimensiones de la viga :

S V 6 (A - B₁) .

S V 6 (C - D) .-

$$h_o = \frac{580}{11} = 52.8$$

$$b_o = \frac{(535 + 800)/2}{20} = 33.5$$

Tomaremos $b_1 = 40 \text{ cm.}$
 $h_1 = 70 \text{ cm.}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

21

DIMENSIONAMIENTO PREVIO Y METRADO DE CARGAS DE PLACAS .-

Para una altura hasta de 4.5 m. el espesor de las placas se considera 0.15 m. y por cada 7.50 m. adicionales medidos hacia abajo se debe aumentar el espesor (0.15 m.) en 2.5 cms.

Para nuestro caso :

Las placas tienen una altura total de 23.15 m. correspondiendo a dicha altura según el criterio expuesto, un espesor de 21.25 centímetros; adoptando nosotros un espesor de 25 cms. a lo largo de todos los pisos (Esto para las placas del ascensor)

Para las placas de las escaleras utilizaremos un espesor de 30 centímetros, ya que a estas placas se entregan vigas de 30 cms. de ancho. (b= 30 cms.)

El metrado de cargas de las placas se hizo bajo las mismas consideraciones del metrado de cargas de columnas que se muestra en los planos N^{OS} 12 y 13

A continuación presentamos los pesos propios de las placas, que son utilizados para su correspondiente metrado de cargas.

Peso propio de las placas del ascensor .-

| | | | | |
|----------------------|-------------------------|---|--------|-----|
| Piso típico y sótano | 1.695x 2.80x 2400 | = | 11,390 | kg. |
| Planta baja | 1.695x 3.25x 2400 | = | 13,221 | kg. |

Peso propio de las placas de la escalera .-

| | | | | |
|-------------|----------------------------|---|-------|-----|
| Piso típico | 6.25x .30x 2.80x 2400 | = | 5,342 | kg. |
| Planta baja | 3.85x .30x 3.25x 2400 | = | 9,009 | kg. |
| Sótano | 3.85x .30x 2.80x 2400 | = | 7,762 | kg. |

DIMENSIONAMIENTO PREVIO DE COLUMNAS .-

El dimensionamiento previo de columnas se encuentra en el capítulo correspondiente al metrado de cargas. (Ver página 34)

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

22

C A P I T U L O I I I

M E T R A D O D E C A R G A S

- Aligerados 23
- Vigas 26
- Columnas (incluye dimensionamiento) 34

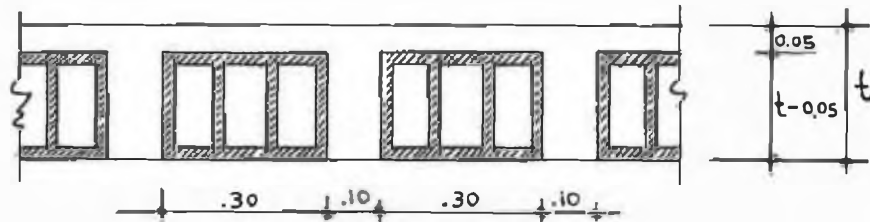
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

METRADO DE CARGAS EN ALIGERADOS .-

Una vez efectuado el dimensionamiento previo de aligerados procedemos al metrado de cargas para lo cual tomamos en consideración :

A) CARGAS PERMANENTES .- Aquellas que inciden todo el tiempo o permanentemente como su nombre lo indica. Estas se presentan como:

1.- Peso del aligerado.-



a) Aligerado de 0.25m. de espesor ($t = 0.25$ m.)

Considerando peso de ladrillo de .20x.30x.30 = 13 kg.

Módulo ó número de ladrillos y viguetas por metro $\frac{1.00}{0.40} = 2.5$

Peso de ladrillos : $2.5 \times \frac{1.00}{0.30} \times 13 = 110$ kg/m²

Peso de viguetas : $2.5 \times 0.20 \times 0.10 \times 2400 = 120$ "

Peso de la losa : $0.05 \times 1.00 \times 1.00 \times 2400 = \frac{120}{350}$ kg/m²

b) Aligerado de 0.30 m. de espesor ($t = 0.30$ m.)

Considerando peso de ladrillo de .25x.30x.30 = 14 kg.

Módulo o N° de ladrillos y viguetas por metro $\frac{1.00}{0.40} = 2.5$

Peso de ladrillos : $2.5 \times \frac{1.00}{0.30} \times 14 = 111$ kg/m²

Peso de viguetas : $2.5 \times 0.25 \times 0.10 \times 2400 = 150$ kg/m²

Peso de la losa : $0.05 \times 1.00 \times 1.00 \times 2400 = \frac{120}{381}$ kg/m²

2.- Piso terminado .- Consideramos como carga de piso terminado a la carga debida a : Falso piso (0.05 m.) , losetas, Kentay, parquet, y los pegamentos respectivos que se requieren para su colocación.

Estas cargas han sido consideradas de la siguiente magnitud:

Azotea 90 kg/m²

Piso típico, planta baja y sótano 100 kg/m².

3.- Falso techo .- Donde los planos indican falso techo, (techo q' cuelga del aligerado) debe considerarse una carga que la hemos fijado en : 50 kg/m²

4.- Tabiqueria repartida .- Se ha calculado el peso de la tabiqueria en los lugares de mayor ubicación de muros, considerando de acuerdo a esto: 100 kg/m². En los lugares de mayor densidad de muros especialmente donde se encuentran los baños : 140 kg/m².

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

24

5.- Peso de la tierra del jardín .- Sobre el aligerado del sótano en las partes indicadas en el plano respectivo, existen jardines y se ha considerado como carga 1800 kg/m^3 . En los cortes se podrá apreciar que la profundidad de estos jardines es variable.

6.- Cargas concentradas en el aligerado .- Los muros y parapetos perpendiculares a las viguetas, que se han considerado de mayor incidencia se toman como cargas concentradas; los pesos considerados son los siguientes :

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Muro de sogá | 200 kg/m^2 |
| Muro de cabeza | 360 kg/m^2 |
| Peso de ventanales | 30 kg/m^2 |

B) SOBRECARGAS .- Aquellas cargas movibles en la estructura, tales como mobiliario, personas, etc. Se han considerado las siguientes sobrecargas.:

| | |
|------------------------|---|
| Aligerado azotea | 125 kg/m^2 |
| " piso típico | 200 " |
| " planta baja | 125 kg/m^2 y 200 kg/m^2 . |
| " sótano | 400 kg/m^2 |
| Pasadizos | 300 kg/m^2 |
| Escaleras | 400 kg/m^2 |

NOTA : Con todos estos datos, para los diversos paños de las diversas plantas, se han medrado las cargas por metro cuadrado; si se tiene en cuenta que se tomará 1m. de ancho tendremos los datos anteriores como la carga expresada por metro lineal.

ALIGERADO DE LA AZOTEA .-

Para el cálculo del aligerado de la azotea (así como para los otros niveles) se ha dividido al aligerado en diversos paños, como se puede ver en la pág. N° 38 .

1.- Carga permanente repartida .-

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Peso del aligerado | 350 kg/m-l |
| Piso terminado | 90 kg/m-l |
| | <u>440 kg/m-l</u> |

Carga última permanente $W_{uD} = 1.5 \times 440 = 660 \text{ kg/m-l}$

2.- Sobrecarga .- 125 kg/m^2

Carga última sobrecarga $W_{uL} = 1.8 \times 125 = 225 \text{ kg/m}$.

- Luego tenemos : $W_u = W_{uD} + W_{uL} = 660 + 225 = 885 \text{ kg/m-l}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

3.- Cargas concentradas .-

En el paño A_1 existe una carga concentrada proveniente del parapeto de la azotea y parapeto colgante de concreto armado, esto se puede apreciar en el corte AB del plano N°06. Esta carga es de la siguiente magnitud:

$$P = 0.15 \times 1.55 \times 2400 = 558 \text{ kg.}$$

$$P_u = 1.5 \times 558 = 837 \text{ kg.}$$

Igualmente en los paños A_2 y A_5 existen cargas concentradas correspondientes a los parapetos de concreto de la azotea, esta carga concentrada tiene la siguiente magnitud:

$$P = 0.15 \times 0.85 \times 2400 = 306 \text{ kg.}$$

$$P_u = 1.5 \times 306 = 459 \text{ kg.}$$

ALIGERADO DEL PISO TIPICO .-

Para el cálculo del aligerado del piso típico, se ha dividido éste en diversos paños tal como se muestra en la pág. N°57 donde se pueden apreciar los muros que inciden perpendicularmente a las viguetas y q' se han considerado como cargas concentradas.

1.- Carga permanente repartida .-

| | |
|----------------------------|-------------|
| Peso del aligerado | 350 kg/m-l |
| Tabiquería repartida | 100 kg/m-l |
| Piso terminado | 100 kg/m-l |
| | 550 kg/m-l. |

$$\text{Carga última repartida permanente } W_{uD} = 1.5 \times 550 = 825 \text{ kg/m.}$$

2.- Sobrecarga .- 200 kg/m².

$$\text{Carga última sobrecarga: } W_{uL} = 1.8 \times 200 = 360 \text{ kg/m-l.}$$

$$\text{- Luego tenemos : } W_u = W_{uD} + W_{uL} = 825 + 360 = 1185 \text{ kg/m-l.}$$

3.- Cargas concentradas .-

a) Los muros de soga (200 kg/m²) nos dan una carga concentrada de : $P = 2.55 \times 200 = 510 \text{ kg.}$

$$P_u = 1.5 \times 510 = 765 \text{ kg.}$$

b) Los parapetos de concreto, con ventana; no dan la siguiente carga concentrada:

$$\text{Parapeto: } 0.15 \times 0.85 \times 2400 = 306 \text{ kg.}$$

$$\text{ventanal: } 1.25 \times 30 = \underline{38} \text{ kg.}$$

$$344 \text{ kg.}$$

$$P_u = 1.5 \times 344 = 516 \text{ kg.}$$

c) Los ventanales inciden como la siguiente carga concentrada:

$$P = 2.55 \times 30 = 77 \text{ kg.} ; P_u = 1.5 \times 77 = 115 \text{ kg.}$$

d) Los parapetos: $P = 0.15 \times 0.85 \times 2400 = 306 ; P_u = 1.5 \times 306 = 459 \text{ kg.}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

ALIGERADO DE LA PLANTA BAJA .-

El aligerado de la planta baja es el mismo que el de los pisos típicos con una adición de cuatro paños que se muestran en la pág. N° 109

1.- Carga permanente repartida .-

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Peso del aligerado | 350 kg/m. |
| Piso terminado | 90 kg/m. |
| Falso techo | 50 kg/m. |
| | <hr/> 490 kg/m. |

Carga última repartida permanente $W_{uD} = 1.5 \times 490 = 735$ kg/m.

2.- Sobrecarga .- 125 kg/m²

Carga última sobrecarga: $W_{uL} = 1.8 \times 125 = 225$ kg/m.

- Luego tenemos : $W_u = W_{uD} + W_{uL} = 735 + 225 = 960$ kg/m.

3.- Cargas concentradas .- No existen cargas concentradas en estos paños adicionales de la planta baja .

ALIGERADO DEL SOTANO .-

Para el cálculo del aligerado del sótano se ha dividido a este en diversos paños, como se puede ver en la pág. N° 119 y el metrado de cargas para dichos paños se encuentra en las págs. N°s 125 y 126

La carga concentrada existente se ha calculado bajo las mismas consideraciones que en las plantas anteriores , así tenemos :

Muro de soga = 20 kg/m²

P = 3.00 x 200 = 600 kg.

$P_u = 1.5 \times 600 = 900$ kg.

METRADO DE CARGAS EN VIGAS

El metrado de cargas en vigas de la AZOTEA, PISOS TIPICOS, PLANTA BAJA, y SOTANO se presenta en los planos N°s 08, 09, 10, 11.

La nomenclatura usada en las vigas se describe en el dimensionamiento previo. Las consideraciones requeridas son las siguientes:

1.- Vigas principales y vigas de arriostre .- Son vigas principales aquellas que reciben las cargas por intermedio del aligerado cuyas viguetas se apoyan en estas vigas. Reciben las cargas de acuerdo a su area de influencia.

Las vigas de arriostre, como su nombre lo indica son aquellas q' arriostren la estructura y por estar en contacto con el aligerado consideraremos que reciben una pequeña carga de éste.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

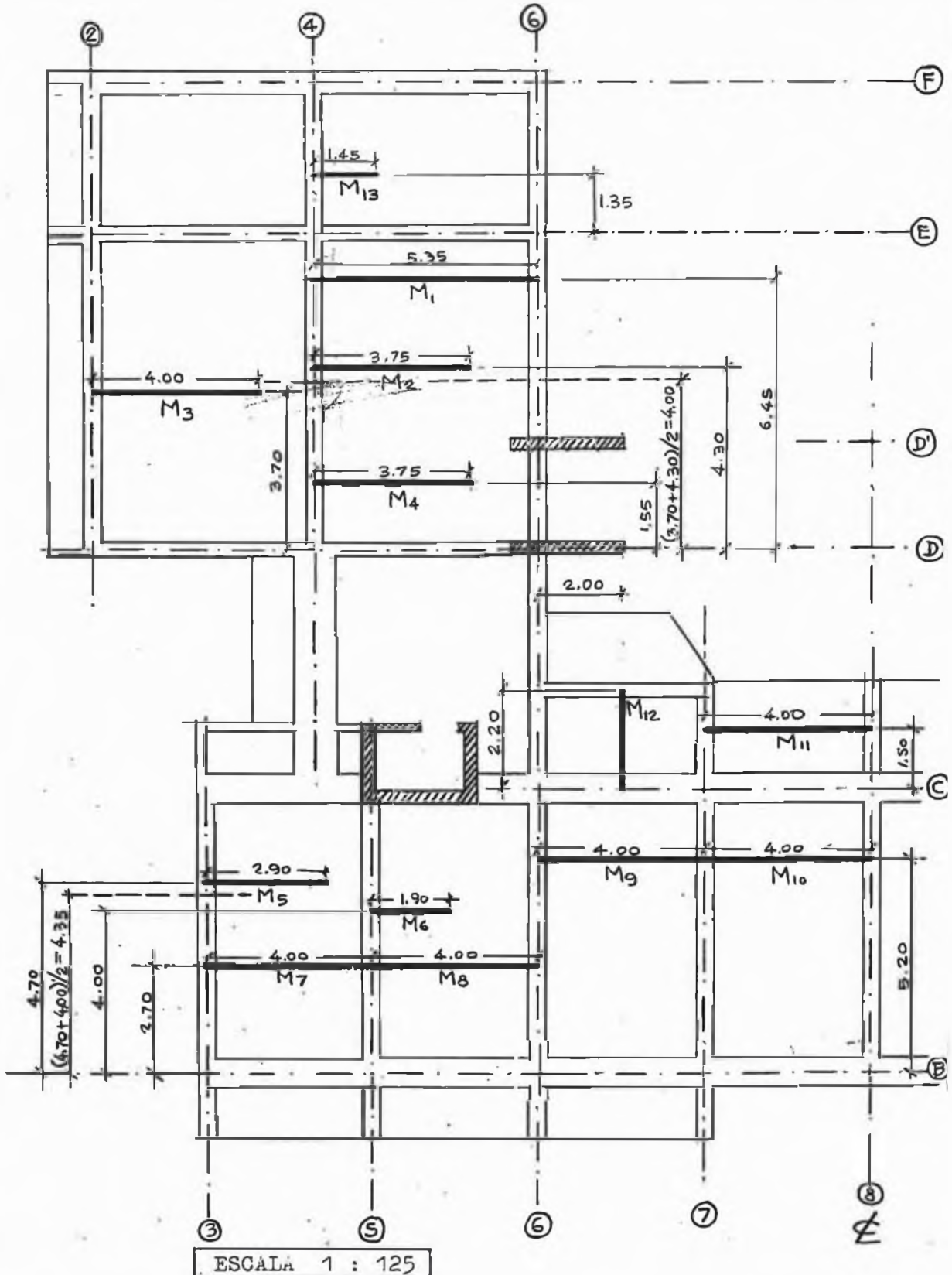
- 2.- Ancho tributario .- Es la longitud del aligerado que es soportado por la viga, es tambien la dimensión que multiplicada por por la longitud de la viga nos dará su area de influencia. Se considera que cada paño es soportado en partes iguales por cada viga principal adyacente. El ancho tributario en las vigas de arriostre se considera 0.50 m. medidos a la cara de la viga.
- 3.- Area de influencia .- El área de influencia que tiene la viga es el ancho tributario por la longitud de la viga; esta área es la que indicará la carga que recibe del aligerado.
- 4.- Hay dos tipos de cargas que reciben las vigas, estas son: Carga permanente y sobrecarga.
- A) Carga permanente .- Aquellas que se encuentran en todo momento en la estructura; puede ser: a)Repartida , b)Concentrada.
- a)Carga repartida .- Aquella q' como su nombre lo indica esté repartida a lo largo de la viga. Estas son :
- Peso propio de la viga . (pp) .- Este se ha calculado considerando que el peso por unidad de volumen del concreto es de 2400 kg/m^3 .
 - Cargas del aligerado .- Que son las que se han metrado anteriormente, las que incluyen: Peso del aligerado, piso terminado, tabiquería repartida, etc. Estas cargas se transmiten a la viga de acuerdo al area de influencia la que multiplicada por la carga permanente del aligerado por m^2 . nos dá la carga total permanente repartida que recibe la viga del aligerado.
 - Muros, parapetos y ventanales .- Son considerados como cargas repartidas aquellos muros, parapetos y ventanales que inciden longitudinalmente sobre las vigas y por lo tanto el peso de estos elementos se reparte alo largo de la viga Los pesos a considerar son :
- | | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Muro de soga | 200 kg/m^2 |
| " de cabeza | 360 kg/m^2 |
| Parapetos..... | (dimensionesx 2400 k/m^3) |
| Ventanales | 30 kg/m^2 |
- b)Cargas concentradas (c) .- Se han considerado como carga concentradas los muros que inciden en forma perpendicular a las vigas principales y por lo tanto en la dirección del aligerado.
- La posición de los muros que tomamos como cargas concentradas en las vigas se encuentran en las páginas siguientes , así como tambien los cálculos de las reacciones de estos muros que son las cargas concentradas en las vigas, que corresponden al piso típico y sótano respectivamente.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

28

CARGAS CONCENTRADAS DEBIDO A MURCS
PISO TIPICO

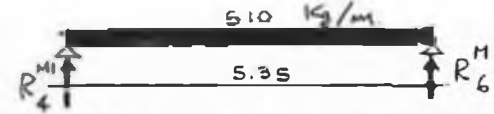
Estas cargas concentradas originadas por los muros colocados en el sentido de las viguetas del aligerado, se analizan a continuación.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

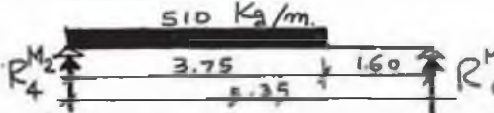
29

M1 .-



$$R_4^{M1} = R_6^{M1} = \frac{510 \times 5.35}{2} = 1362 \text{ Kg.}$$

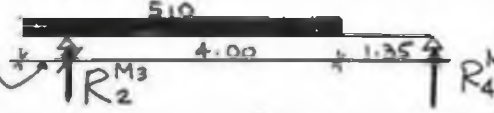
M2 .-



$$R_4^{M2} = \frac{510 \times 3.75 (3.75/2 + 1.60)}{5.35} = 1242 \text{ Kg.}$$

$$R_6^{M2} = 510 \times 3.75 - 1242 = 670 \text{ Kg.}$$

M3 .-



$$R_4^{M3} = \frac{-0.60 \times 510 \times \frac{0.60}{2} + 4.00 \times 510 \times \frac{4.00}{2}}{5.35} = 740 \text{ Kg.}$$

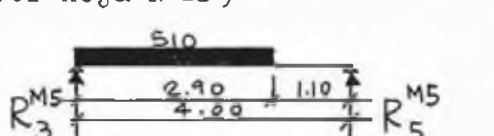
$$R_2^{M3} = 4.60 \times 510 - 740 = 1606 \text{ Kg.}$$

En el eje 4 ,en la parte que corresponde a las reacciones de M2 y M3 ; por que están cerca entre sí, consideraremos que actúa una sola reacción igual a la suma de las dos y ubicada en un punto intermedio (ver hoja N 28), este punto intermedio en este caso será : $(3.70 + 4.30)/2 = 4.00 \text{ m. de D.}$

$$R_4^{M2} + R_4^{M3} = R = 1242 + 740 = 1982 \text{ Kg.}$$

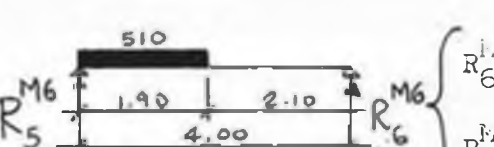
M4 .- Igual que M2 . $R_4^{M2} = R_4^{M4} = 1242 \text{ Kg.}$, $R_6^{M2} = R_6^{M4} = 670 \text{ Kg.}$
(ver hoja N 28)

M5 .-



$$\left\{ \begin{array}{l} R_5^{M5} = \frac{510 \times 2.90 \times \frac{2.90}{2}}{4.00} = 530 \text{ Kg} \\ R_3^{M5} = 510 \times 2.90 - 530 = 950 \text{ Kg} \end{array} \right.$$

M6 .-

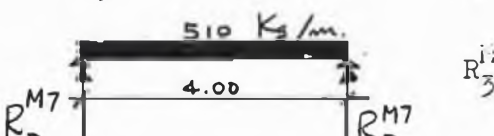


$$\left\{ \begin{array}{l} R_6^{M6} = \frac{510 \times 1.90 \times \frac{1.90}{2}}{4.00} = 230 \text{ Kg.} \\ R_5^{M6} = 510 \times 1.90 - 230 = 740 \text{ Kg.} \end{array} \right.$$

En el eje 5 tomaremos las reacciones de M5 y M6 como una sola carga situada a 4.35 m. de B , y con un valor de 1270

$$R_5^{M5} + R_5^{M6} = R = 530 + 740 = 1270 \text{ Kg.}$$

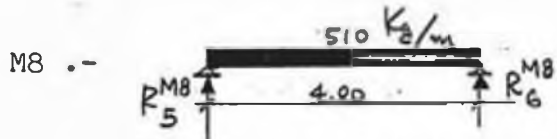
M7 .-



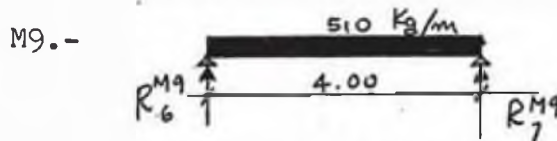
$$R_3^{M7} = R_5^{M7} = \frac{510 \times 4.00}{2} = 1020 \text{ Kg.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

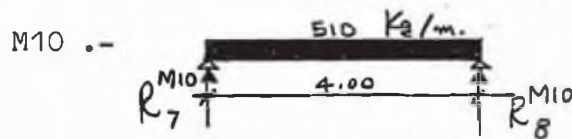
30



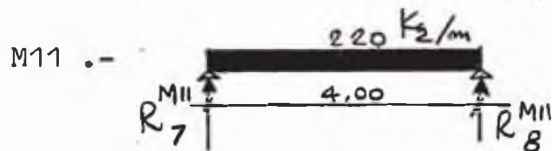
$$R_5^{M8} = R_6^{M8} = \frac{510 \times 4.00}{2} = 1020 \text{ Kg.}$$



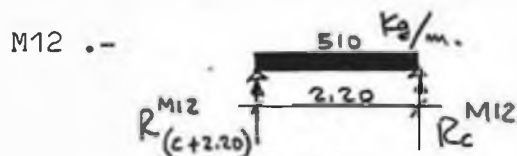
$$R_6^{M9} = R_7^{M9} = \frac{510 \times 4.00}{2} = 1020 \text{ Kg.}$$



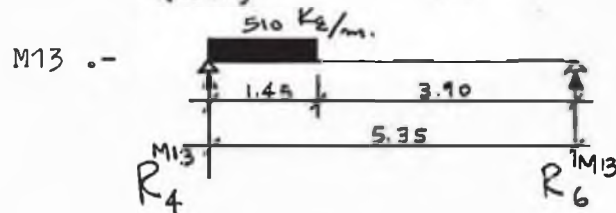
$$R_7^{M10} = R_8^{M10} = \frac{510 \times 4.00}{2} = 1020 \text{ Kg.}$$



$$R_7^{M11} = R_8^{M11} = \frac{440 \times 4.00}{2} = 880 \text{ Kg.}$$



$$R_{(C+2.20)}^{M12} = R_C^{M12} = \frac{510 \times 2.20}{2} = 561 \text{ Kg.}$$



$$R_6^{M13} = \frac{510 \times 1.45 \times 1.45/2}{5.35} = 100 \text{ Kg}$$

$$R_4^{M13} = 510 \times 1.45 - 100 = 640 \text{ Kg.}$$

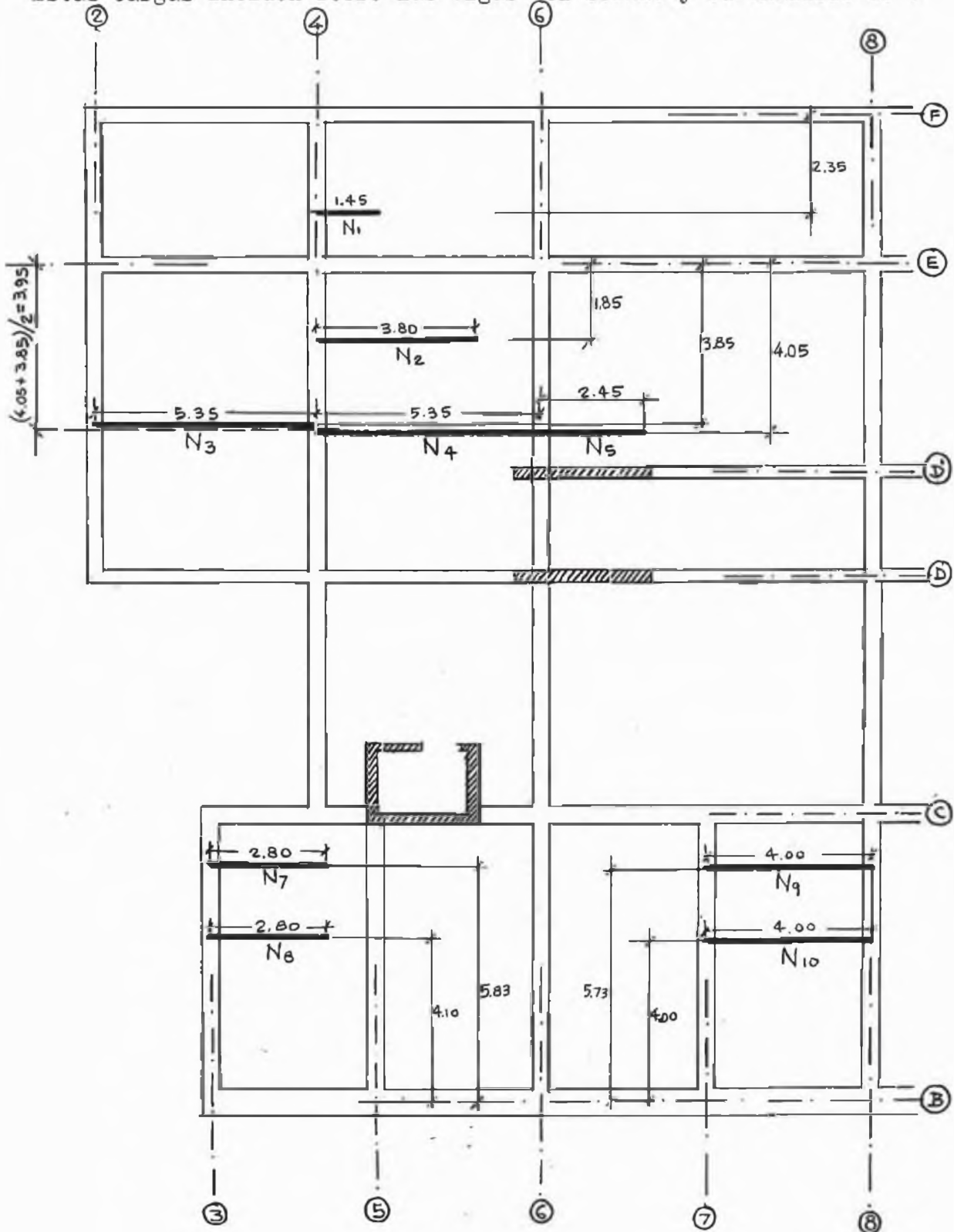
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

31

CARGAS CONCENTRADAS DEBIDO A MURCS

SCTANC

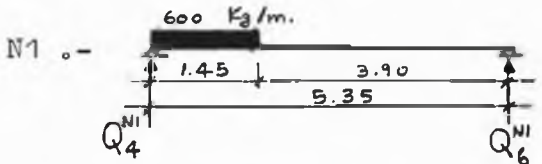
Estas cargas inciden sobre las vigas del SCTANC y su análisis es :



ESCALA 1 : 125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

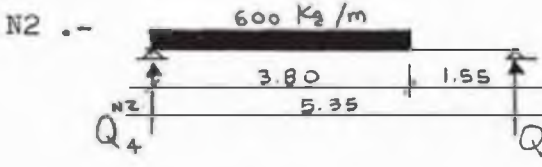
N1 .-



$$Q_6^{N1} = \frac{600 \times 1.45 (1.45/2)}{5.35} = 118 \text{ Kg.}$$

$$Q_4^{N1} = 600 \times 1.45 - 118 = 752 \text{ Kg.}$$

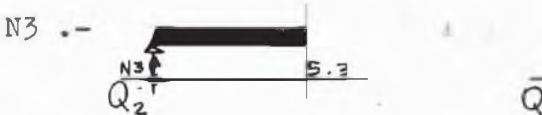
N2 .-



$$Q_6^{N2} = \frac{600 \times 3.80 (3.80/2)}{5.35} = 810 \text{ Kg.}$$

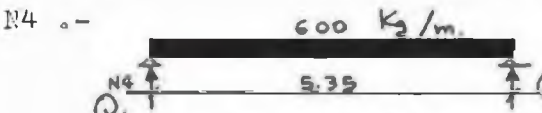
$$Q_4^{N2} = 600 \times 3.80 - 810 = 1470 \text{ Kg.}$$

N3 .-



$$Q_2^{N3} = Q_4^{N3} = \frac{600 \times 5.35}{2} = 1605 \text{ Kg.}$$

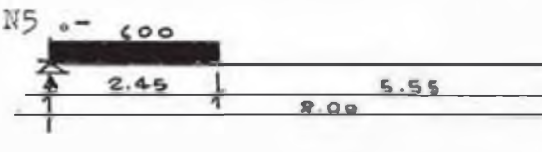
N4 .-



$$Q_4^{N4} = Q_6^{N4} = \frac{600 \times 5.35}{2} = 1605 \text{ Kg.}$$

Las cargas Q_4^{N3} y Q_4^{N4} las sumamos y consideramos que esa carga resultante de : $1605 + 1605 = 3210 \text{ Kg.}$ actúa en un punto a 3.95 m. del eje E .

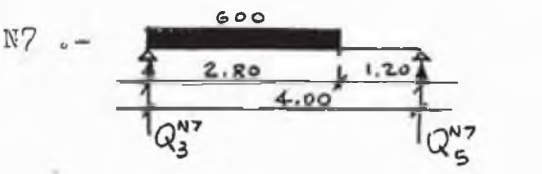
N5 .-



$$Q_8^{N5} = \frac{600 \times 2.45 (2.45/2)}{8.00} = 225 \text{ Kg.}$$

$$Q_6^{N5} = 600 \times 2.45 - 225 = 1045 \text{ Kg.}$$

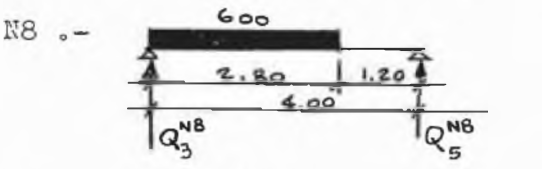
N7 .-



$$Q_5^{N7} = \frac{600 \times 2.80 (2.80/2)}{4.00} = 588 \text{ Kg.}$$

$$Q_3^{N7} = 600 \times 2.80 - 588 = 1092 \text{ Kg.}$$

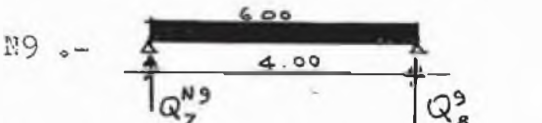
N8 .-



$$Q_5^{N8} = \frac{600 \times 2.80 (2.80/2)}{4.00} = 588 \text{ Kg.}$$

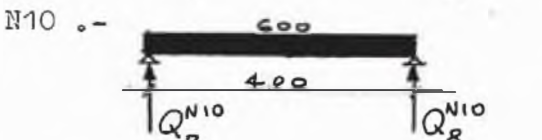
$$Q_3^{N8} = 600 \times 2.80 - 588 = 1092 \text{ Kg.}$$

N9 .-



$$Q_7^{N9} = Q_8^{N9} = \frac{600 \times 4.00}{2} = 1200 \text{ Kg.}$$

N10 .-



$$Q_7^{N10} = Q_8^{N10} = \frac{600 \times 4.00}{2} = 1200 \text{ Kg.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

B) Sobrecarga .- Son las cargas movibles; tales como mobiliario, personas, etc. Se han considerado las siguientes sobrecargas :

| | | |
|-------------------------|-----------|---------------------|
| Azotea | 125 | kg/m ² |
| Piso típico | 200 | kg/m ² |
| Planta baja | 125 y 200 | kg/m ² . |
| Sótano y escaleras | 400 | kg/m ² |
| Pasadizos | 300 | kg/m ² |

Estas sobrecargas expresadas por metro cuadrado al multiplicarlas por el área de influencia de la viga nos dá la incidencia de la sobrecarga en la viga que se está metrando.

Reducción de sobrecargas .- De acuerdo al área de influencia de la viga se calculará la reducción de sobrecarga. Si el área de influencia es mayor a 16 m² (150 ft²) debe aplicarse la reducción de sobrecarga de acuerdo al criterio que indica que por metro cuadrado debe reducirse 0.8 %.

Debe tenerse en cuenta que la máxima reducción permitida será del 60 % o la que indique la siguiente fórmula :

$$R = 100 \frac{L + D}{4.33 L}$$

Donde : R = Reducción.
L = Sobrecarga.
D = Carga permanente.

De estas dos limitaciones se tomará en cuenta la menor.

Cargas obtenidas .- Las cargas metradas, tanto permanente como sobrecarga y la suma de estas estan expresadas por metro de viga en los planos mencionados anteriormente sobre metrado de cargas en vigas.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

34

METRADO DE CARGAS Y DIMENSIONAMIENTO PREVIO DE COLUMNAS .-

El metrado de cargas y dimensionamiento previo de las columnas se encuentra en las tabulaciones que se presentan en los planos N^{OS} 12 y 13 . El procedimiento seguido es el siguiente:

1.-Vigas que inciden en las columnas .- Tomamos en cuenta las vigas que inciden en la columna que se está metrando y que por lo tanto transmiten su carga a esta . Consideramos que la carga de la viga es transmitida a las columnas que le sirven de apoyos según sus respectivas reacciones, las cargas se mantienen divididas en permanente y sobrecarga de acuerdo a las consideraciones explicadas en aligerados y vigas.

2.-Cargas superiores (SUB TOTAL ANTERIOR) .- Las cargas de pisos superiores se van acumulando, ya que se van transmitiendo piso a piso, las cargas que reciben las columnas en los niveles respectivos.

Las columnas 7 B , 7 C , 8 B y 8 C son las columnas que soportan el tanque elevado; tendrán como carga superior, que aparece como SUB TOTAL ANTERIOR (W_D) en el metrado de dichas columnas, la carga correspondiente, cuyo análisis se muestra a continuación.

Peso aproximado del tanque elevado.-

| | | |
|-------------------|--|-------------------|
| Losa inferior | 4.40x7.50x0.15x2400 | 11,900 kg. |
| Paredes laterales | 7.50x1.20x0.15x2400 = 3240 4.10x1.20x0.15x2400 = 1775 | 5,015 kg. |
| Losa superior | 4.40x7.50x0.15x2400 | 11,900 kg. |
| Peso del agua | | 26,000 kg. |
| | | <u>54,815 kg.</u> |

Carga por columna : $54,815 / 4 = 13,700$ kg.

Considerando columnas de 625 cms^2 y de 2.30 m. de altura tenemos la carga que incidirá en cada columna a nivel de la azotea.

$13,700 + (0.0625 \times 2.30 \times 2400) = 13,700 + 345 = 14,045$ Kg.

3.-Peso aproximado de las columnas .- Teniendo en cuenta la carga superior (SUB TOTAL ANTERIOR de W_D y W_L) y las cargas (W_D y W_L) que aportan cada viga que concurre en la columna , encontramos el peso aproximado de la columna que resistirá dichas cargas.

Utilizamos la siguiente fórmula :

$$\text{Peso aproximado} = \left(\frac{W_D + W_L}{50} \right) \times 2400 \times h$$

Donde: $\frac{W_D + W_L}{50}$ es el área aproximada de la columna.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

el área aproximada de la columna que se obtenga por la fórmula anterior tiene que ser mayor o igual al area mínima permitida por el ACI-63 que es de 600 cms^2 ; nosotros consideraremos área mínima de 625 cms^2 ($25 \times 25 \text{ cms}$).

W_D = Carga permanente acumulada.

W_L = Sobrecarga acumulada.

50 = Carga de trabajo del concreto.

2400 = Peso unitario del concreto (kg/m^3).

h = Altura de piso a piso menos el peralte de la mayor viga concurrente .

$h = 2.80 - 0.60 = 2.20$ (Para último piso)

$h = 2.80 - 0.70 = 2.10$ (Para los demás pisos).

Con :

A mín. = 625 cms^2 y las alturas encontramos los pesos aproximados mínimos

Para $h=2.20$ Peso aprox. mín. = $.0625 \times 2.20 \times 2400 = 330 \text{ kg}$.

Para $h=2.10$ Peso aprox mín. = $.0625 \times 2.10 \times 2400 = 315 \text{ kg}$.

4.-Cargas últimas .- Las cargas últimas son las cargas que recibe la columna (En su parte inferior - o sea incluyendo su peso propio) afectadas por coeficientes que según el reglamento ACI-63 son 1.5 para cargas permanentes o muertas y 1.8 para sobrecargas o cargas vivas.

5.-Reducción de sobrecargas .- Para la reducción de sobrecargas en columnas hemos utilizado la siguiente tabla :

| | % de reducción |
|-------------------|----------------|
| Techo | 0 |
| 1º piso siguiente | 0 |
| 2º " " | 10 |
| 3º " " | 20 |
| 4º " " | 30 |
| 5º " " | 40 |
| 6º " " y otros | 50 |

6.- Peso equivalente (P_o) Una vez obtenida la carga última y considerada la reducción de sobrecarga tenemos la carga última acumulada , la que corregimos por momentos teniendo en cuenta que las columnas que toman más momentos son las exteriores, seguidas de las perimetrales y por último las interiores; esto debido al n° de tramos adyacentes q'hacen entre ellos el balance .

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Por tales razones como corrección por momentos tomaremos :

| Columna | K |
|----------------------------|-----|
| Exterior , en esquina..... | 1.7 |
| Exterior , perimetral..... | 1.5 |
| Interiores..... | 1.3 |

Considerando que en pisos bajos (En nuestro caso Planta baja y Sótano) el efecto de los anteriores coeficientes no será necesario ya que en pisos bajos la carga que incide sobre las columnas es grande, tomamos para estos pisos un valor de $K = 1.0$

7.-Sección necesaria .-

Una columna con estribos falla a la carga dada por :

$$P_0 = 0.85 f'_c A_c + f_y A_s$$

Afectando a esta carga por un coeficiente de seguridad tendremos :

$$P_0 = \phi \cdot 0.85 f'_c A_c + f_y A_s \quad \dots \phi = 0.70 \text{ para col. estribada}$$

$$\phi = 0.75 \text{ zunchada}$$

Por tratarse del dimensionamiento previo podemos reemplazar : A_c por A_g ; teniendo además en cuenta que :

$$P_g = \frac{A_s}{A_g} = 0.01 \text{ (cuantía mínima)}$$

obtenemos así :

$$P_0 = \phi \cdot 0.85 \times f'_c \times A_g + f_y \times 0.01 A_g =$$

$$f_y = 2800$$

$$f'_c = 210 \dots P_0 = 0.7 \cdot 0.85 \times 210 \times A_g + 2800 \times 0.01 \times A_g$$

De donde :

$$A_g = \frac{P_0}{0.7 \cdot 0.85 \times 210 + 2800 \times 0.01} = \frac{P_0}{144}$$

De esta manera obtenemos la sección necesaria.

8.-Sección adoptada .- Teniendo en consideración el area necesaria , el ancho de las vigas que se apoyan en la columna, adoptaremos las secciones de las columnas.

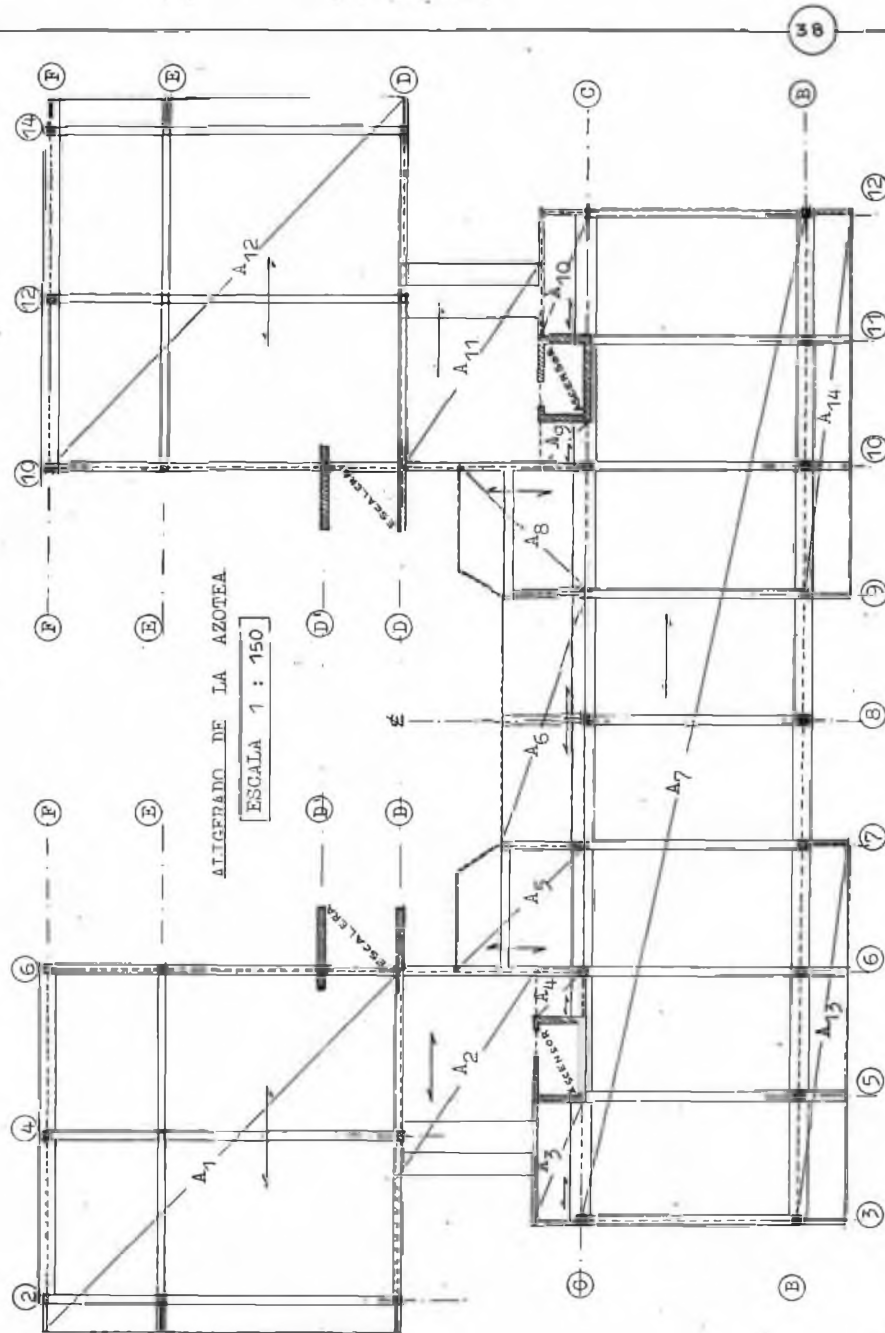
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

C A P I T U L O I V

D I S E Ñ O D E A L I G E R A D O S

| | |
|-----------------|-----|
| - Azotea | 38 |
| - Planta Típica | 57 |
| - Planta Baja | 109 |
| - Sótano | 119 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

39

DISEÑO ALIGERADOS AZOTEA

Tomaremos un concreto de ----- $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
y un acero de ----- $f_y = 2800 \text{ "}$
como el aligerado es de 25 cm. ----- $d = 22 \text{ cm.}$

Areas de acero por flexión .-

Las fórmulas a emplear son las siguientes :

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

Para el primer tanteo tomaremos $a = 0.2 d$, y teniendo en cuenta que : $\phi = 0.90$, $f_y = 2800$, $d = 22 \text{ cm.}$ obtendremos la siguiente relación entre A_s y M_u .

$$A_s = \frac{M_u \times 10^5}{0.90 \times 2800 \left(22 - 0.2 \frac{22}{2} \right)}$$

$$A_s = 2.004 M_u$$

Por otro lado tenemos que para momentos negativos y teniendo en cuenta : ----- $f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$

$$f'_c = 175 \text{ "}$$

$$b' = 10 \text{ cm.} a = \frac{A_s \times 2800}{0.85 \times 175 \times 10}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 f'_c b'}$$

$$a = 1.882 A_s$$

Y para momentos positivos

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

teniendo en cuenta : ----- $f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$

$$f'_c = 175 \text{ "}$$

$$b = 40 \text{ cm.}$$

$$a = \frac{A_s \times 2800}{0.85 \times 175 \times 40}$$

$$a = 0.470 A_s$$

Con estas fórmulas podemos entrar al segundo tanteo .

Acero por temperatura .- Según el reglamento ACI 318-65 , la cuantía del acero por temperatura en aligerados es de 0.0020 .

$$A_{s_t} = 0.0020 \times 5 \times 100 = 1 \text{ cm}^2 \text{ ----- } \phi 1/4" \text{ (9) } 30\text{cms.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Verificación por corte .- Verificamos si el " d " escogido es suficiente para tomar el máximo corte en la AZCOTEA .

El corte que toma el concreto es :

$$v = 1.1 \times 0.53 \times \phi \times \sqrt{f'_c}$$

$$v = 1.1 \times 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{175}$$

$$v = 6.6 \text{ Kg/cm}^2$$

Mientras que el corte unitario que corresponde al máximo corte de la AZCOTEA (2,330 Kg - ver plano N° 14) es :

$$v = \frac{2330}{2.5 b' d} = \frac{2330}{2.5 \times 10 \times 22} = 4.23 \text{ Kg /cm}^2$$

6.6 > 4.23 , cumple por corte y no necesitamos ensanchar las viguetas .

Verificación de sección .- Para verificar si la sección es rectangular o es sección T -----tomamos el máximo momento positivo 2,050 (ver plano N° 14) y suponiendo que :

$$k_u d = t = 5 \text{ cm.}$$

$$a = k_1 k_u d = k_1 t = 0.85 \times 5 = 4.25 \text{ cm.}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$A_s = \frac{2050 \times 10^2}{0.9 \times 2800 \times \left(22 - \frac{4.25}{2} \right)} = 4.6$$

$$\bar{p} = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$\dots\dots\dots \frac{4.6}{100 \times 22} = 0.00209$$

$$\bar{q} = \bar{p} \frac{f_y}{f'_c}$$

$$\dots\dots\dots 0.00209 \frac{2800}{175} = 0.0334$$

$$1.18 \bar{q} \frac{d}{k_1}$$

$$\dots\dots\dots 1.18 \times 0.0334 \times \frac{22}{0.85} = 1.02$$

1.02 < 5 Luego : La sección es rectangular.

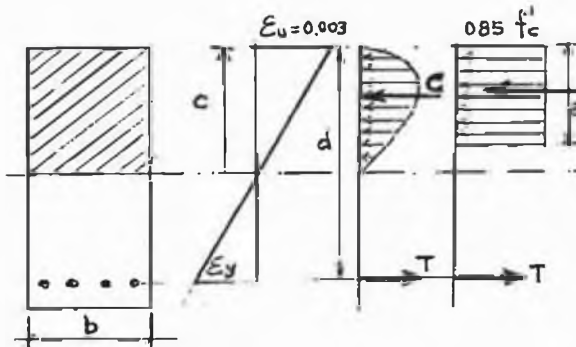
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Verificación del momento máximo .- De acuerdo a las siguientes fórmulas tendremos el momento máximo .

$$(k_1 d)_b = c_b = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y} d \quad \text{Para } f_y = 2800 :$$

$$\epsilon_u = 0.003$$

$$\epsilon_y = 0.00133$$



$$a_b = k_1 c_b \quad k_1 = 0.85$$

$$C_b = 0.85 f'_c a_b b$$

$$M_u'_b = C_b \left(d - \frac{a_b}{2} \right)$$

$$a_{\text{máx}} = 0.75 a_b$$

$$M_u'_{\text{máx}} = 0.292 f'_c b d^2$$

$$M_u_{\text{máx}} = 0.9 M_u'_{\text{máx}} = 0.9 \times 0.292 \times f'_c \times b \times d^2 = 0.262 f'_c b d^2$$

$$M_u_{\text{máx.}} = 0.262 f'_c b d^2 = \dots \dots \dots M_u_{\text{máx}} = 0.262 \times 175 \times 10 \times 22^2 =$$

$$M_u_{\text{máx.}} = 2.219 \text{ T-m./viguet.}$$

El máximo momento negativo que temos en la AZOTEA es 2.250 T-m/m.
el momento máximo por vigueta será :

$$\frac{2.250}{2.5} = 0.900 \text{ T-m/ vigueta}$$

como : $2.219 > 0.900$ nos indica que estamos por debajo del momento máximo.

Acero mínimo .- Según el reglamento la cuantía mínima debe ser la siguiente :

$$p_{\text{mín.}} = \frac{14}{f_y} \dots \dots \dots \frac{14}{2800} = 0.005$$

Csea que el acero mínimo es :

$$A_s_{\text{mín.}} = 0.005 b' d \dots \dots \dots 0.005 \times 10 \times 22 = 1.1$$

$$A_s_{\text{mín.}} = 1.1 \text{ cm}^2 / \text{vigueta}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

El momento que le correspondería a este acero mínimo sería :

| (+) | (-) |
|---|---|
| As = 1.1 | As = 1.1 |
| a = 0.470 x 1.1 | a = 1.882 x 1.1 |
| a = 0.52 | a = 2.07 |
| Mu = 1.1 x 0.9 x 2800 (22 - $\frac{0.52}{2}$) | Mu = 1.1 x 0.9 x 2800 (22 - $\frac{2.07}{2}$) |
| Mu = 0.602 | Mu = 0.595 |

El acero mínimo se tendrá en cuenta tanto para los aceros positivos como para los aceros negativos . En caso de que los aceros sean menores que 1.1 cm²/ vigaleta , incrementaremos en 1/3 el acero calculado (pág. 37 - reglamento ACI).

Tambien tendremos en consideración que cuando los momentos a las caras de un mismo apoyo sean numéricamente próximos, calcularemos el área de acero con el mayor de dichos momentos que se usará para ambos lados.

Comprobación de la flecha .- La cuantía necesaria para comprobar la flecha está dada por la siguiente fórm.

$$p = 0.18 \frac{f'_c}{f_y} \dots\dots\dots 0.18 \frac{175}{2800} = 0.0112$$

El área de acero será :

$$As = 0.0112 \times 22 \times 10 = 2.46 \text{ cm}^2.$$

De las fórmulas anteriormente halladas tenemos :

$$a = 0.470 As \dots\dots\dots 0.470 \times 2.46 = 1.16$$

$$Mu = 2.46 \times 0.9 \times 2800 (22 - \frac{1.16}{2}) = 1.33$$

El máximo momento en el nivel es:

$$Mu = \frac{2.050}{2.5} = 0.820 ; \text{ como: } 0.82 < 1.33 \text{ no será necesario chequear la deflexión.}$$

Comprobación de la adherencia .- Calcularemos el perímetro mínimo necesario en función del corte para tomar el esfuerzo máximo de adherencia .

$$\mu u = \frac{6.4 \sqrt{f'_c}}{D} \qquad f'_c = 175$$

$$\mu u = \frac{6.4 \sqrt{175}}{1.27} = 66.67 > 56 \text{ (pág 74 - ACI)}$$

D = 1.27 -- ϕ 1/2

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

43

$$\Sigma_0 = \frac{V_u \times 10^3}{\phi \mu_u j d}$$

Para : $d = 22$ cm.

$j = 0.88$

$\mu_u = 56$

$\phi = 0.85$

$$\Sigma_0 = \frac{V_u \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.88 \times 22}$$

$$\Sigma_0 = 1.085 V_u$$

Como los corte son pequeños comprobaremos el perímetro necesario para el máximo corte y compararemos con el menor perímetro ; excepto en los paños A_3 y A_4 que tienen fierro de $3/8"$ que será comprobado con su respectivo corte. Por consiguiente el máximo corte en la AZCTEA es : $V_u = 2.52 / 2.5 = 1.01$, el perímetro necesario será :

$$\Sigma_0 = 1.085 \times 1.01 = 1.09 \text{ cm.}$$

El perímetro mínimo existente, excepto en los paños A_3 y A_4 que comprobaremos más abajo , es el que corresponde a $1 \phi 1/2$ y es $\Sigma_0 = 3.970$ cm.

como : $1.09 < 3.970$ C.K.

El corte máximo en los paños A_3 y A_4 es : $V_u = \frac{0.90}{2.5} = 0.36$ y el perímetro necesario es :

$$\Sigma_0 = 1.085 \times 0.36 = 0.39 .$$

El perímetro existente es el que corresponde a 1ϕ de $3/8"$ y es : $\Sigma_0 = 2.992$

como : $0.39 < 2.992$ C.K.

Cálculo del largo de desarrollo .- El largo de desarrollo lo calcula remos mediante la tabla de la pu

blicación especial N° 17 de la ACI -(pág. 114)

$$L_a = \frac{A_s \times f_y}{\mu_u \Sigma_0}$$

a) Para $\phi 3/8$; $f'_c = 175$; $f_y = 2800$; barras inferiores :

$$L_a = 11.5 \approx 12 \text{ cm.}$$

b) Para $\phi 1/2$; $f'_c = 175$; $f_y = 2800$; barras inferiores :

$$L_a = 15.75 \approx 16 \text{ cm.}$$

Envoltentes.- Las envoltentes de momento y corte se encuentran en el plano N° 14

Colocación del acero.- La colocación del acero se puede ver en el plano N° 21

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

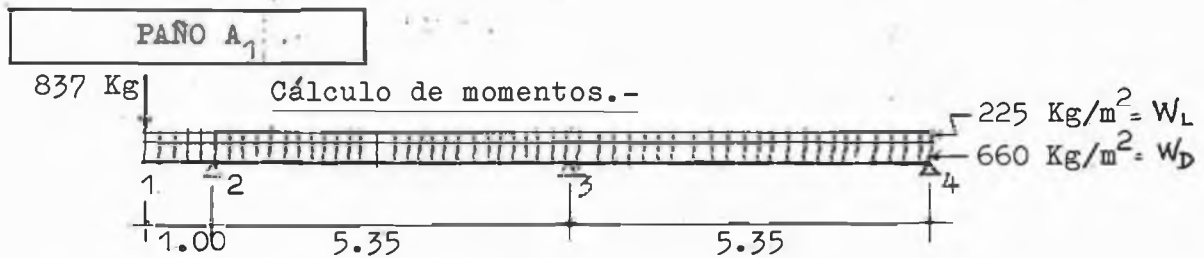
CALCULO DE MOMENTOS - ESFUERZO CORTANTE y DISEÑO

Cálculo de momentos y esfuerzo cortante.-

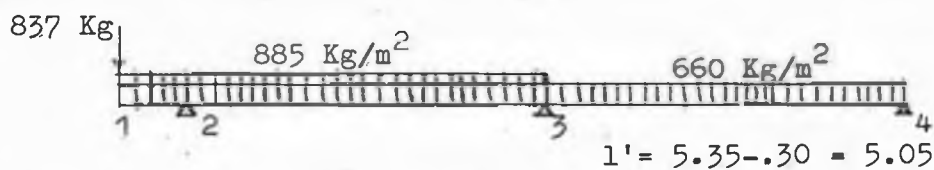
Para efectuar el cálculo de momentos y esfuerzos cortantes en el aligerado de la azotea, se ha dividido en las zonas que indica el gráfico (hoja N°38). Esta división en zonas o paños se ha hecho teniendo en cuenta la estructuración general. Por simetría tenemos $A_1 = A_{12}$; $A_2 = A_{11}$; $A_3 = A_{10}$; $A_4 = A_9$; $A_5 = A_8$; $A_{13} = A_{14}$.

Los métodos empleados para calcular los momentos y esfuerzos cortantes en los diferentes paños serán los siguientes:

- Método de los coeficientes (Reglamento A.C.I. - 63)
 A_6, A_7, A_{13}
- Método Hardy Cross.
 A_1, A_3
- Análisis simple.
 A_2, A_4, A_5



Caso 1 .- (Máximo negativo en 2).



$C_{21} = 1, C_{32} = C_{34} = 0.5, C_{43} = 1.$

$M_{21} = 837 \times 1.00 + \frac{1}{2} \times 885 \times \frac{1.00^2}{2} = 1.279 \text{ T-m}$

$M_{23} = M_{32} = \frac{1}{12} \times 885 \times \frac{5.35^2}{2} = 2.110 \text{ T-m}$

$M_{34} = M_{43} = \frac{1}{12} \times 660 \times \frac{5.35^2}{2} = 1.574 \text{ T-m}$

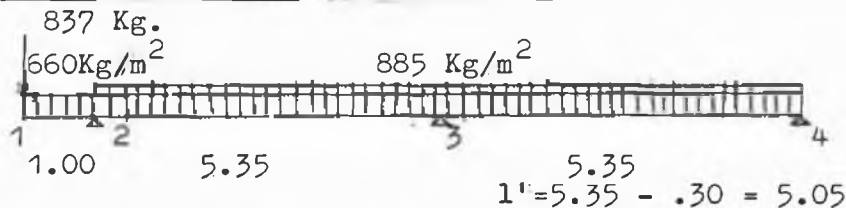
$M_{40} = \frac{1}{24} \times 660 \times 5.05 = 0.701 \text{ T-m.}$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.279 | -2.110 | +2.110 | -1.574 | +1.574 | -0.701 |
| | + .831 | - .268 | - .268 | - .873 | |
| | - .134 | + .415 | - .436 | - .134 | |
| | + .134 | + .010 | + .010 | + .134 | |
| +1.279 | -1.279 | +2.268 | -2.268 | +0.701 | -0.701 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

45

Caso 2 .- (Máximo negativo en 3 y 4).



$$C_{23} = 1.00 ; C_{32} = C_{34} = 0.5 ; C_{43} = 1.00$$

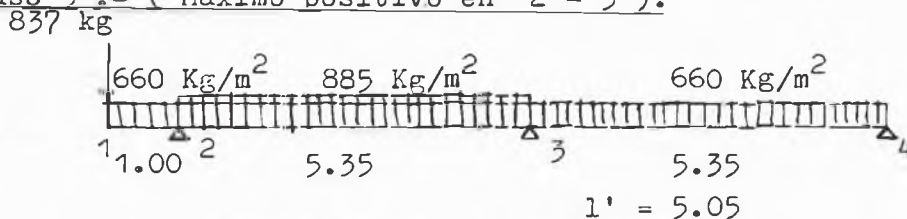
$$M_{21} = 837 \times 1.00 + \frac{1}{2} \times 660 \times 1.00^2 = 1.167 \quad \text{T-m}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{885 \times 5.35^2}{12} = 2.110 \quad \text{T-m}$$

$$M_{34} = M_{43} = \frac{885 \times 5.35^2}{12} = 2.110 \quad \text{T-m} ; M_{40} = \frac{885 \times 5.05^2}{24} = 0.940 \quad \text{T-m}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.167 | -2.110 | +2.110 | -2.110 | +2.110 | -0.940 |
| | + .943 | .000 | .000 | -1.170 | |
| | .000 | + .471 | - .585 | .000 | |
| | .000 | + .057 | + .057 | .000 | |
| +1.167 | -1.167 | +2.638 | -2.638 | +0.940 | -0.940 |

Caso 3 .- (Máximo positivo en 2 - 3).



$$C_{23} = 1.00 ; C_{32} = C_{34} = 0.5 ; C_{43} = 1.00$$

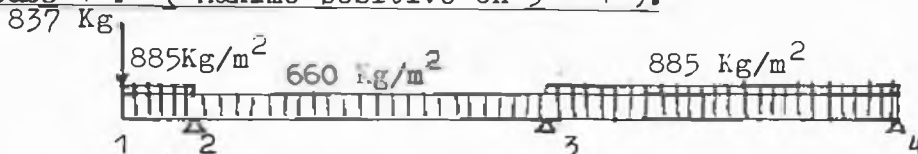
$$M_{21} = 837 \times 1.00 + \frac{1}{2} \times 660 \times 1.00^2 = 1.167 \quad \text{T-m}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{885 \times 5.35^2}{12} = 2.110 \quad \text{T-m}$$

$$M_{34} = M_{43} = \frac{660 \times 5.35^2}{12} = 1.574 \quad \text{T-m} ; M_{40} = \frac{660 \times 5.05^2}{24} = 0.701 \quad \text{T-m}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.167 | -2.110 | +2.110 | -1.574 | +1.574 | -0.701 |
| | + .943 | - .268 | - .268 | - .873 | |
| | - .134 | + .471 | - .436 | - .134 | |
| | + .134 | - .017 | - .017 | + .134 | |
| +1.167 | -1.167 | +2.295 | -2.295 | +0.701 | -0.701 |

Caso 4 .- (Máximo positivo en 3 - 4).



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

46

$$C_{23} = 1.00 \quad ; \quad C_{32} = C_{34} = 0.5 \quad ; \quad C_{43} = 1.00$$

$$M_{21} = 837 \times 1.00 + \frac{885 \times 1.00^2}{2} = 1.279 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{660 \times 5.35^2}{12} = 1.574 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = M_{43} = \frac{885 \times 5.35^2}{12} = 2.110 \text{ T-m.} \quad ; \quad M_{40} = \frac{885 \times 5.05^2}{24} = 0.940 \text{ T-m.}$$

| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| +1.279 | -1.574 | +1.574 | -2.110 | +2.110 | -0.940 |
| | + .295 | + .268 | + .268 | -1.170 | |
| | + .134 | + .147 | - .585 | + .134 | |
| | - .134 | + .219 | + .219 | - .134 | |
| +1.279 | -1.279 | +2.208 | -2.208 | +0.940 | -0.940 |

CALCULO DE LOS MOMENTOS ISOSTATICOS .- $\frac{w l^2}{8}$

$$\frac{885 \times 5.35^2}{8} = 3.166 \text{ T-m.} \quad ; \quad \frac{660 \times 5.35^2}{8} = 2.361 \text{ T-m.}$$

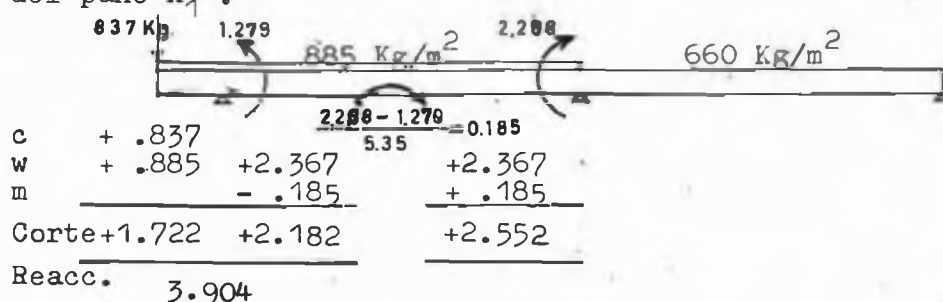
CALCULO DE LOS MOMENTOS Y ESFUERZOS CORTANTES DE DISEÑO .-

Con los momentos máximos negativos obtenidos mediante diferentes combinaciones de cargas y los momentos isostáticos dibujamos la envolvente de momentos correspondiente al paño respectivo, (ver - PLANO N 14).

Con los máximos momentos negativos y las cargas actuantes obtenemos la envolvente de esfuerzo cortante, considerando para cada claro o tramo como un cuerpo libre. De la siguiente manera :

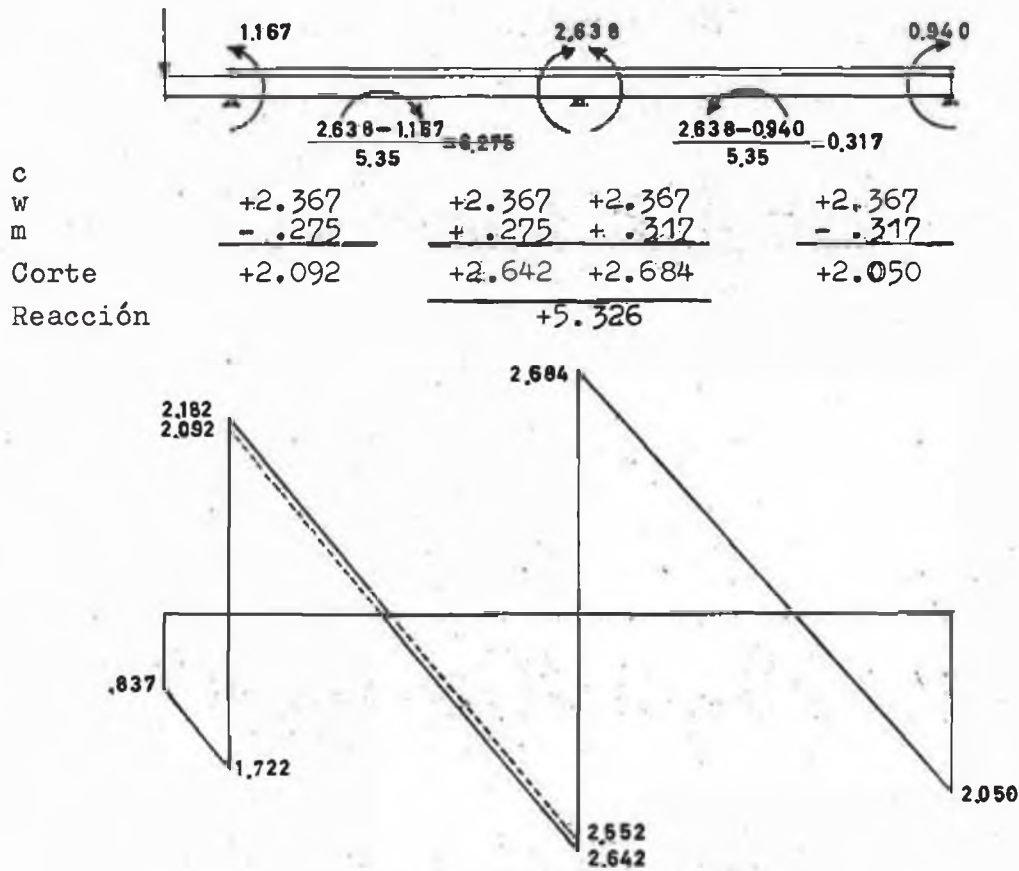
- 1) Hallamos los cortantes de los extremos causados por las cargas solas en cada tramo, concentradas (c) y distribuidas (w).
- 2) Hallamos los cortantes en los extremos causados por los momentos de los extremos (momentos negativos).

Estos cortantes se suman algebraicamente, obteniendo así el cortante neto para cada tramo; la suma algebraica de los cortantes en los extremos de cualquier apoyo, dará la reacción total. A continuación como ejemplo obtendremos la envolvente de esfuerzos cortantes del paño A₁.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

47



De las envolventes de momentos y esfuerzos cortantes tendremos
 — Los momentos (a la cara del apoyo).
 — Los esfuerzos cortantes (a la distancia "d" de la cara del apoyo)
 Estos valores son los utilizados en el diseño del aligerado.

Acero por flexión.-

$M_{2-3}^- = 0.975$ Por vigueta : $\frac{0.975}{2.5} = 0.390$

- 1° tanteo : para $0.2 d = a$
 $A_s = 2.004 \times 0.390 = 0.78 \text{ cm}^2 / \text{vigueta}$
 $a = 1.882 \times 0.78 = 1.47$

- 2° tanteo :
 $A_s = \frac{0.390 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{1.47}{2})} = 0.73 \text{ cm}^2 / \text{vigueta}$

como : $0.73 < 1.1$, luego adoptaremos el acero mínimo.

$A_s = 1.1 \text{ cm}^2 / v. \text{ ----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2$

$M_{2-3}^+ = 1.720$.- Por vigueta : $\frac{1.720}{2.5} = 0.688$

- 1° tanteo : para $0.2d$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

48

- 1° tanteo : para $0.2 d = a$
 $A_s = 2.004 \times 0.688 = 1.38 \text{ cm}^2/\text{v.}$
 $a = 0.470 \times 1.38 = 0.65$

- 2° tanteo :
 $A_s = \frac{0.688 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.65}{2}\right)} = 1.26$

$A_s = 1.26 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$

$\bar{M}_3^- = 2.250 \text{ .-}$ por vigueta : $\frac{2.250}{2.5} = 0.900$

- 1° tanteo : para $a = 0.2 d$
 $A_s = 2.004 \times 0.900 = 1.80 \text{ cm}^2/\text{v.}$
 $a = 1.882 \times 1.80 = 3.39$

- 2° tanteo :
 $A_s = \frac{0.900 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{3.39}{2}\right)} = 1.76$

$A_s = 1.76 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8'' + 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$

$\bar{M}_{3-4}^+ = 1.660 \text{ .-}$ por vigueta : $\frac{1.660}{2.5} = 0.664$

- 1° tanteo : para $a = 0.2 d$
 $A_s = 2.004 \times 0.664 = 1.33 \text{ cm}^2/\text{v.}$
 $a = 0.470 \times 1.33 = 0.62$

- 2° tanteo :
 $A_s = \frac{0.664 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.62}{2}\right)} = 1.21$

$A_s = 1.21 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$

$\bar{M}_4^- = 0.940 \text{ .-}$ por vigueta : $\frac{0.940}{2.5} = 0.376$

- 1° tanteo : para $a = 0.2 d$
 $A_s = 2.004 \times 0.376 = 0.76 \text{ cm}^2/\text{v.}$
 $a = 1.882 \times 0.76 = 1.43$

- 2° tanteo :
 $A_s = \frac{0.376 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.43}{2}\right)} = 0.70$

Como $0.70 < 1.1$ (acero mínimo)

$A_s = 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$

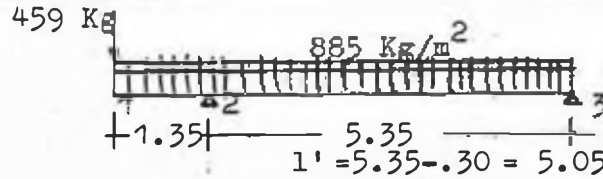
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

49

PAÑO A₂

Cálculo de momentos.-

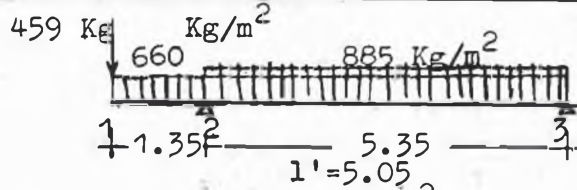
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 2 y en 3).



$$M_2^- = 459 \times 1.35 + \frac{1}{2} \times 885 \times 1.35^2 = 1.526 \text{ T-m.}$$

$$M_3^- = \frac{885 \times 5.05^2}{24} = 0.940 \text{ T-m.}$$

Caso 2 .- (Máximo momento positivo en 2-3).



$$M_2^- = 459 \times 1.35 + \frac{1}{2} \times 660 \times 1.35^2 = 1.221 \text{ T-m.}$$

$$M_3^- = \frac{885 \times 5.05^2}{24} = 0.940 \text{ T-m.}$$

Momento isostático .- $M_{2-3} = \frac{885 \times 5.35^2}{8} = 3.166 \text{ T-m.}$

Acero por flexión.-

$$M_2^- = 0.730 \text{ (Tomamos el izquierdo por ser mayor)} \frac{0.730}{2.5} = 0.292 \text{ T-m/v.}$$

- 1º tanteo : para $a = 0.2 d$
 $A_s = 2.004 \times 0.292 = 0.59 \text{ cm}^2/\text{v.}$
 $a = 1.882 \times 0.59 = 1.10$

- 2º tanteo : $A_s = \frac{0.292 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.10}{2} \right)} = 0.54 \text{ (tomamos } A_s \text{ mín.)}$

$$A_s = 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$$

$M_{2-3}^+ = 2.050$.- por vigueta : $\frac{2.050}{2.5} = 0.820$

- 1 tanteo : para $a = 0.2 d$
 $A_s = 2.004 \times 0.82 = 1.64$; $a = 0.470 \times 1.64 = 0.77$

- 2º tanteo : $A_s = \frac{0.820 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.77}{2} \right)} = 1.51$

$$A_s = 1.51 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 2 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8''$$

$M_3^- = 0.940$.- por vigueta : $\frac{0.940}{2.5} = 0.376$

- " Como es igual a M_4^- del Paño A₁ , el acero será el mismo :

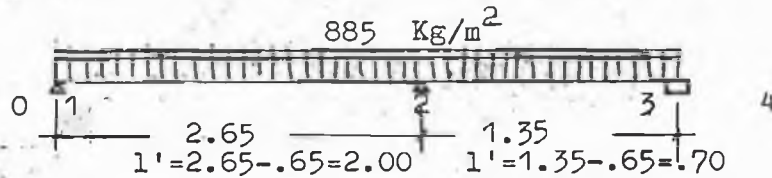
$$A_s = 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2''$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO A₃

Cálculo de momentos.-

Caso 1.- (Máximo momento negativo en : 1, 2, 3.)



$$C_{12} = 1.00 ; C_{32} = 1.00 ; C_{21} = \frac{1/2.65}{1/2.65 + 1/1.35} = 0.44 ; C_{23} = 0.56$$

$$M_{10} = \frac{885 \times 2.00^2}{24} = 0.148 \text{ T-m.}$$

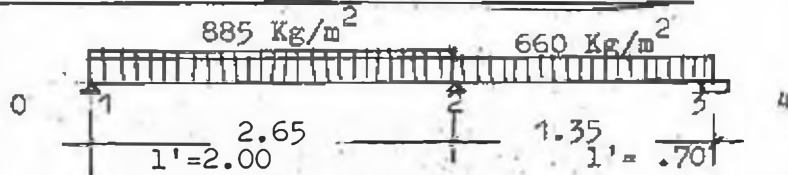
$$M_{12} = M_{21} = \frac{885 \times 2.65^2}{12} = 0.518 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{885 \times 1.35^2}{12} = 0.134 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{885 \times 0.70^2}{16} = 0.027 \text{ T-m.}$$

| | | | | | | |
|---------------|---------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | | .44 | .56 | | 1.00 |
| + .148 | - .518 | | + .518 | - .134 | + .134 | - .027 |
| | + .370 | | - .169 | - .215 | - .107 | |
| | - .084 | | + .185 | - .053 | - .107 | |
| | + .084 | | - .058 | - .074 | + .107 | |
| + .148 | - .148 | | + .476 | - .476 | + .027 | - .027 |

Caso 2.- (Máximo momento positivo en 1 - 2).



$$M_{10} = \frac{885 \times 2.00^2}{24} = 0.148 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{21} = \frac{885 \times 2.65^2}{12} = 0.518 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{660 \times 1.35^2}{12} = 0.100 \text{ T-m.} ; M_{34} = \frac{660 \times 0.70^2}{16} = 0.20 \text{ T-m.}$$

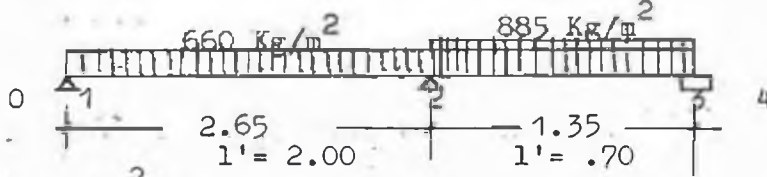
| | | | | | | |
|---------------|---------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | | .44 | .56 | | 1.00 |
| + .148 | - .518 | | + .518 | - .100 | + .100 | - .020 |
| | + .370 | | - .184 | - .234 | - .080 | |
| | - .092 | | + .185 | - .040 | - .117 | |
| | + .092 | | - .064 | - .081 | + .117 | |
| + .148 | - .148 | | + .455 | - .455 | + .020 | - .020 |

Caso 3.-

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

51

Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 2 - 3).



$$M_{10} = \frac{660 \times 2.00^2}{24} = 0.110 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{21} = \frac{660 \times 2.65^2}{12} = 0.386 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{885 \times 1.35^2}{12} = 0.134 \text{ T-m.} ; M_{34} = \frac{885 \times .70^2}{16} = 0.027 \text{ T-m.}$$

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.00 | .44 | .56 | 1.00 |
| + .110 | - .386 | + .386 | - .134 |
| + .276 | - .111 | - .141 | + .134 |
| - .055 | + .138 | - .053 | - .107 |
| + .055 | - .037 | - .048 | + .070 |
| + .110 | - .110 | + .376 | - .376 |
| | | + .027 | - .027 |

Momentos isostáticos .- $\left(\frac{w \times l^2}{8} \right)$

$$M_{1-2} = \frac{885 \times 2.65^2}{8} = 0.777 \text{ T-m.} \quad M_{2-3} = \frac{885 \times 1.35^2}{8} = 0.201 \text{ T-m.}$$

$$M_{1-2} = \frac{660 \times 2.65^2}{8} = 0.579 \text{ T-m.} \quad M_{2-3} = \frac{660 \times 1.35^2}{8} = 0.150 \text{ T-m.}$$

Acero por flexión.-

$$M_1^- = 0.148 \text{ .-} \quad \text{Por vigueta } \frac{0.148}{2.5} = 0.037$$

- 1° tanteo

para $a = 0.2 d$

$$As = 2.004 \times 0.037 = 0.08 \quad ; \quad a = 1.882 \times 0.08 = 0.13$$

- 2° tanteo

$$As = \frac{0.037 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.13}{2} \right)} = 0.07$$

$$As = 0.07 \text{ cm}^2/v. \text{-----}$$

$$M_{1-2}^+ = 0.500 \text{ .-}$$

$$\text{Por vigueta } \frac{0.500}{2.5} = 0.200$$

- 1° tanteo

para $a = 0.2 d$

$$As = 2.004 \times 0.200 = 0.400 \quad ; \quad a = 0.476 \times 0.400 = 0.188$$

- 2° tanteo

$$As = \frac{0.200 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.188}{2} \right)} = 0.36$$

$$As = 0.36 \text{ cm}^2/v. \text{-----}$$

$$M_2^- = 0.130 \text{ .-} \quad \text{Por vigueta: } \frac{0.130}{2.5} = 0.052 \quad ; \quad M_{2-3}^+ = \frac{0.020}{2.5} = 0.008 \text{ T-m/v.}$$

$$M_3^- = 0.027 \text{ .-} \quad \text{For v. } = \frac{0.027}{2.5} = 0.027 \text{ .} \quad \text{Como todos son aceros mínimos}$$

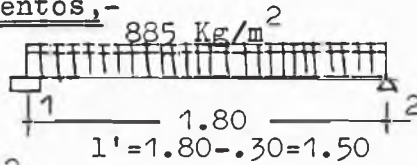
tomaremos $4/3$ de c/u. , en este caso como la diferencia es pequeña tomaremos $4/3$ del mayor : $As = 4/3 \times 0.36 = 0.48 \text{ ----- } 1 \text{ } \varnothing \text{ } 3/8''$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

52

PAÑO A₄ ...

Cálculo de momentos,-



$$M_1^- = \frac{885 \times 1.50^2}{16} = 0.124 \text{ T-m.} ; M_2^- = \frac{885 \times 1.50^2}{24} = 0.083 \text{ T-m.}$$

Momento isostático .- $\left(\frac{W \times L^2}{8} \right)$

$$M_{1-2} = \frac{885 \times 1.80^2}{8} = 0.358 \text{ T-m.}$$

Acero por flexión.-

$$M_1^- = 0.124 \text{ .-}$$

Por vigueta : $\frac{0.124}{2.5} = 0.050$

4/3 As ----- 1 Ø 3/8"

$$M_{1-2}^+ = 0.250 \text{ .-}$$

Por vigueta : $\frac{0.250}{2.5} = 0.100$

1° - tanteo As = 2.004 x 0.100 = 0.200 ; a = 0.470 x 0.200 = 0.094

2° - tanteo As = $\frac{0.100 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.094}{2} \right)} = 0.18$

As = 0.18 -- 4/3 As ----- 1 Ø 3/8"

$$M_2^- = 0.083 \text{ .-}$$

Por vigueta : $\frac{0.083}{2.5} = 0.033$

4/3 As ----- 1 Ø 3/8 Tomamos 4/3

del área de acero máximo , por que al igual que en el caso anterior todas las áreas de acero obtenidas son menores que el acero mínimo que es 1.1 cm²/ vigueta.

$$4/3 \times 0.18 = 0.24 \text{ cm}^2 \text{ ----- 1 Ø 3/8"}$$

(ver pág. 37 reglamento A C I).

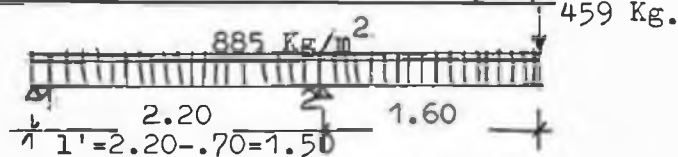
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

53

PAÑO A

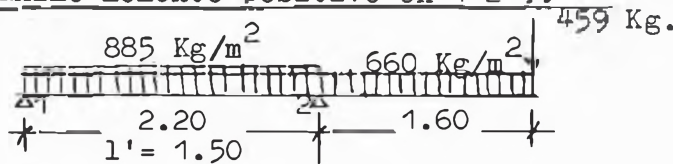
Cálculo de momentos.-

Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1y2).



$$M_1^- = \frac{885 \times 1.50^2}{24} = 0.083 \text{ T-m.} ; M_2^- = 459 \times 1.60 + \frac{885 \times 1.60^2}{2} = 1.866 \text{ T-m.}$$

Caso 2 .- (Máximo momento positivo en 1-2).



$$M_1^- = \frac{885 \times 1.50^2}{24} = 0.083 \text{ T-m.} ; M_2^- = 459 \times 1.60 + \frac{660 \times 1.60^2}{2} = 1.579 \text{ T-m.}$$

Momento isostático .- $(\frac{W \times L^2}{8})$

$$M_{1-2} = \frac{885 \times 2.20^2}{8} = 0.534 \text{ T-m.}$$

Acero por flexión.-

$$M_1^- = 0.083 \text{ .- } 0.083/2.5 = 0.033 ; 0.033 < 0.595 \text{ (As mínimo)}$$

$$M_{1-2}^+ = 0.000 \text{ .-}$$

$$M_2^- = 1.320 \text{ .- Por vigueta : } 1.320/2.5 = 0.528$$

$$1^\circ - \text{ tanteo } A_s = 2.004 \times 0.528 = 1.06 ; a = 1.882 \times 1.06 = 2.00$$

$$2^\circ - \text{ tanteo } A_s = \frac{0.528 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{2.00}{2})} = 1.00$$

$$A_s = 1.00 \text{ ----- As mínimo} = 1.1 \text{ -- } 1 \text{ } \varnothing 1/2''$$

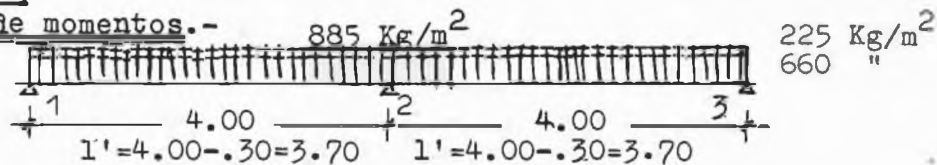
Como no hay momentos positivos , colocaremos a lo largo de todo el paño 1 \varnothing 1/2" (negativo).

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

54

PAÑO A₆

Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = \frac{1}{24} W l'^2 = \frac{885 \times 3.70^2}{24} = 0.505 \text{ T-m.}$$

$$M_2^- = \frac{1}{9} W l'^2 = \frac{885 \times 3.70^2}{9} = 1.346 \text{ T-m.}$$

$$M_3^- = \frac{1}{24} W l'^2 = \frac{885 \times 3.70^2}{24} = 0.505 \text{ T-m.}$$

$$M_{1-2}^+ = \frac{1}{14} W l'^2 = \frac{885 \times 3.70^2}{14} = 0.865 \text{ T-m. ; } M_{2-3}^+ = \frac{885 \times 3.70^2}{14} = 0.865 \text{ T-m.}$$

Acero por flexion.-

$$M_1^- = 0.505 \text{ .- } 0.505/2.5 = 0.202 \quad (0.202 < 0.595)$$

As = 1.1 As mínimo --- 1 Ø 1/2"

$$M_{1-2}^+ = 0.865 \text{ .- } 0.865/2.5 = 0.346 \quad (0.346 < 0.602)$$

As mínimo ----- 1 Ø 1/2"

$$M_2^- = 1.346 \text{ .- } 1.346/2.5 = 0.538$$

1°- tanteo As = 2.004 x 0.538 = 1.08 ; a = 1.882 x 1.08 = 2.03

2°- tanteo As = $\frac{0.538 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{2.03}{2} \right)}$ = 1.02

As mínimo ----- 1 Ø 1/2"

$$M_{2-3}^+ = 0.865 \text{ .- } 0.865/2.5 = 0.346 \quad (0.346 < 0.602)$$

As mínimo ----- 1 Ø 1/2"

$$M_3^- = 0.505 \text{ .- } 0.505/2.5 = 0.202 \quad (0.202 < 0.595)$$

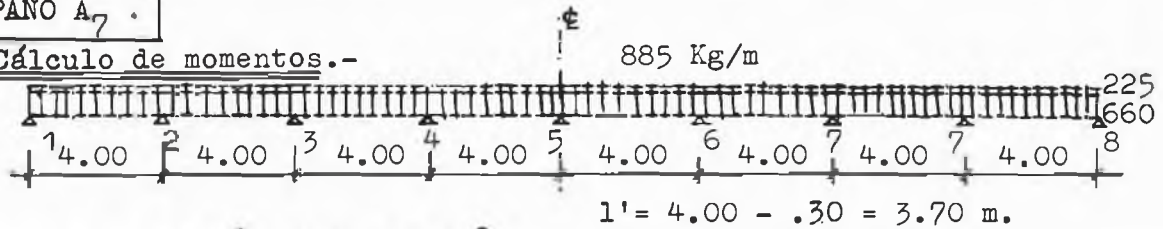
As mínimo ----- 1 Ø 1/2"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

55

PAÑO A₇.

Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = M_9^- = \frac{W l'^2}{24} = \frac{885 \times 3.70^2}{24} = 0.505 \text{ T-m.}$$

$$M_{2\text{ex.}}^- = M_{8\text{ex.}}^- = \frac{W l'^2}{10} = \frac{885 \times 3.70^2}{10} = 1.212 \text{ T-m.}$$

$$M_{2\text{in.}}^- = M_{8\text{in.}}^- = \frac{W l'^2}{11} = \frac{885 \times 3.70^2}{11} = 1.101 \text{ T-m.}$$

$$M_3^- = M_4^- = M_5^- = M_6^- = M_7^- = \frac{W l'^2}{11} = \frac{885 \times 3.70^2}{11} = 1.101 \text{ T-m.}$$

$$M_{1-2}^+ = M_{8-9}^+ = \frac{1}{14} \times 885 \times 3.70^2 = 0.865 \text{ T-m.}$$

$$M_{2-3}^+ = M_{3-4}^+ = M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = M_{6-7}^+ = M_{7-8}^+ = \frac{W l'^2}{16} = \frac{885 \times 3.70^2}{16} = 0.757 \text{ T-m.}$$

Aceros por flexión.-

$$M_1^- = M_9^- = 0.505 \text{ -- Igual que } M_1^- \text{ del PAÑO } A_6.$$

$$A_s = \text{mínimo } 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ -- } 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

$$M_{1-2}^+ = M_{8-9}^+ = 0.865 \quad 0.865/2.5 = 0.346 \quad (0.346 < 0.602)$$

$$A_s = \text{mínimo } 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ -- } 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

$$M_2^- = M_8^- = 1.212 \quad 1.212/2.5 = 0.485$$

$$\text{-- } 1^\circ \text{ tanteo} \quad A_s = 2.004 \times 0.485 = 0.97 \quad ; \quad a = 1.882 \times 0.97 = 1.83$$

$$\text{-- } 2^\circ \text{ tanteo} \quad A_s = \frac{0.485 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.83}{2} \right)} = 0.92 \quad ;$$

$$A_s = \text{mínimo } 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ -- } 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

$$M_{2-3}^+ = M_{3-4}^+ = M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = M_{6-7}^+ = M_{7-8}^+ = 0.757 \quad ; \quad 0.757/2.5 = 0.303$$

$$\text{Como: } 0.303 < 0.602$$

$$A_s = \text{mínimo } 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{ -- } 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

$$M_3^- = M_4^- = M_5^- = M_6^- = M_7^- = 1.101 \quad ; \quad 1.101/2.5 = 0.440$$

$$A_s = 2.004 \times 0.440 = 0.88 \quad ; \quad a = 1.882 \times 0.88 = 1.65$$

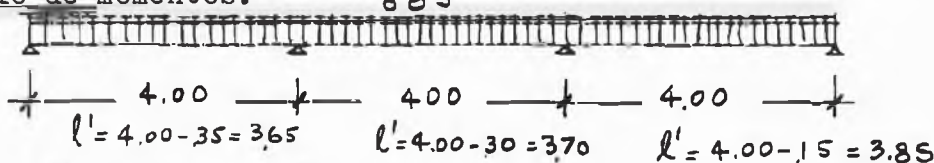
$$A_s = \frac{0.440 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.65}{2} \right)} = 0.83 \text{ ---- } A_s \text{ mni. } 1 \phi \text{ } 1/2''.$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO A₁₃

Cálculo de momentos.-

885



$$M_{1-} = \frac{W l'^2}{24} = \frac{885 \times 3.65^2}{24} = 0.491 \text{ T-m.}$$

$$M_{2ex.} = \frac{W l'^2}{10} = \frac{885 \times 3.675^2}{10} = 1.195 \text{ T-m.}$$

$$M_{2in.} = \frac{W l'^2}{11} =$$

$$M_{3ex.} = \frac{W l'^2}{10} =$$

$$M_{3in.} = \frac{W l'^2}{11} = \frac{885 \times 3.775^2}{11} = 1.147 \text{ T-m.}$$

$$M_{4-} = \frac{W l'^2}{24} = \frac{885 \times 3.85^2}{24} = 0.547 \text{ T-m.}$$

$$M_{1-2}^+ = \frac{W l'^2}{14} = \frac{885 \times 3.65^2}{14} = 0.842 \text{ T-m.}$$

$$M_{2-3}^+ = \frac{W l'^2}{16} = \frac{885 \times 3.70^2}{16} = 0.757 \text{ T-m.}$$

$$M_{3-4}^+ = \frac{W l'^2}{14} = \frac{885 \times 3.85^2}{14} = 0.937 \text{ T-m.}$$

Acero por flexion.-

$M_{1-} = 0.491$.- $0.491/2.5 = 0.196$ ($0.196 < 0.595$)
As = mínimo ----- 1 Ø 1/2"

$M_{1-2}^+ = 0.842$.- $0.842/2.5 = 0.337$ ($0.337 < 0.602$)
As = mínimo ----- 1 Ø 1/2"

$M_{2-} = 1.195$.- $1.195/2.5 = 0.478$ ($0.478 < 0.595$)
As = mínimo ----- 1 Ø 1/2"

$M_{2-3}^+ = 0.757$.- $0.757/2.5 = 0.303$ ($0.303 < 0.602$)
As = mínimo ----- 1 Ø 1/2"

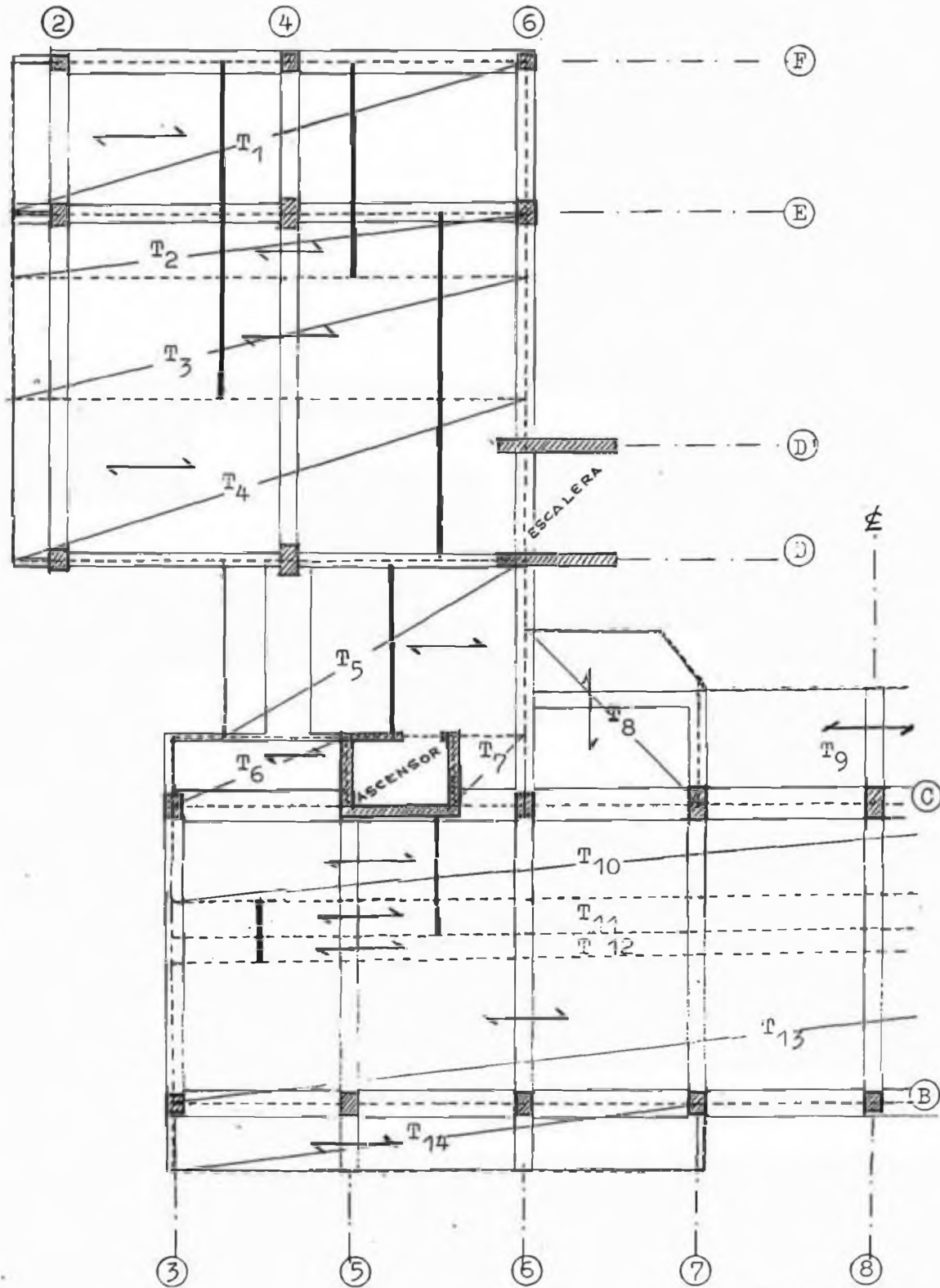
$M_{3-} = 1.261$.- $1.261/2.5 = 0.504$ ($0.504 < 0.595$) - 1 Ø 1/2"

$M_{3-4}^+ = 0.937$.- $0.937/2.5 = 0.375$ 0.602 ----- 1 Ø 1/2"

$M_{4-} = 0.547$.- $0.547/2.5 = 0.219$ ($0.219 < 0.595$) - 1 Ø 1/2"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

ALIGERADO DEL PISO TIPICO .-



ESCALA 1 : 125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

58

DISEÑO ALIGERADOS PISO TIPICO

Tomaremos un concreto de----- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
un acero de ----- $f_y = 2800 \text{ "}$
como el aligerado es de 25 cm.----- $d = 22 \text{ cm.}$

Area de acero.-

Las fórmulas a emplear son las siguientes :

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

Teniendo en cuenta : $\phi = 0.90$, $a = 0.2 d$ (primer tanteo).
obtendremos la siguiente relación entre A_s y M_u .

$$A_s = 2.004 M_u$$

Para el segundo tanteo , tendremos en consideración dos acápites.

Para momentos negativos : -----

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 f'_c b'}$$

$f_y = 2800$
 $f'_c = 210$
 $b' = 10 \text{ cm}$

$$a = 1.569 A_s$$

Para momentos positivos : -----

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 f'_c b}$$

$f_y = 2800$
 $f'_c = 210$
 $b = 40 \text{ cm}$

$$a = 0.392 A_s$$

Verificación por corte .- Verificaremos si el " d " escogido es suficiente para tomar el máximo corte en el aligerado del piso típico.

El corte unitario que toma el concreto es :

$$v = 1.1 \times 0.53 \times \phi \times \sqrt{f'_c}$$

Luego: $v = 1.1 \times 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{210} = 7.2$
 $v = 7.2 \text{ Kg/cm}^2$

El corte que corresponde a este corte unitario será :

$$v = 7.2 \times 2.5 \times 10 \times 22 = 3.960 \text{ T/m.}$$

Este corte (3.960 T/m.) es el máximo que puede soportar nuestras viguetas de $b' = 10 \text{ cm.}$ sin ser ensanchadas.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

59

El corte máximo en el piso típico es 4.090 T. como este corte es mayor que 3.960, necesitaremos ensanche de viguetas a una distancia que la saquemos del plano N° 15. (4.000 - Paño T₂) la longitud de ensanche es:

$$X = 0.53 \text{ m.}$$

El siguiente corte mayor es 3.930 T. Como es menor que 3.960 T. no necesitaremos más ensanches en todo el piso típico.

Verificación de sección .- Para verificar si la sección es rectangular o sección T tomamos el máximo momento positivo del piso típico que es: 3.560 T-m. y suponiendo que $kud = t = 5 \text{ cm.}$

$$a = k_1 kud = k_1 t = 0.85 \times 5 = 4.25$$

$$As = \frac{3560 \times 10^6}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{4.25}{2} \right)} = 7.11$$

$$P = \frac{7.11}{100 \times 22} = 0.00323$$

$$q = P \frac{fy}{fc} = 0.00323 \times \frac{2800}{210} = 0.0431$$

$$1.18 \frac{a}{d} = 1.18 \times 0.0431 \times \frac{22}{0.85} = 1.32$$

Como: $1.32 < 5$ ----- La sección es rectangular.

Verificación del momento máximo .-

De la fórmula:

$$Mu \text{ máx.} = 0.262 \times f'_c \times b \times d^2 \quad (\text{ver alig. ACI 318})$$

$$Mu \text{ máx.} = 0.262 \times 210 \times 10 \times 22^2 = 2.663 \text{ T-m.}$$

El máximo momento que tenemos en el piso típico es: 3.930 T-m. lo que nos da por vigueta:

$$3.930/2.5 = 1.572 \text{ T-m/vigueta.}$$

Como: $2.663 > 1.572$; estamos debajo del momento máx.

Acero Mínimo .- Según el reglamento la cuantía mínima es:

$$p \text{ mín.} = \frac{14}{fy} \quad \text{-----} \quad \frac{14}{2800} = 0.005$$

El acero mínimo será: $As = 0.005 b' d = 0.005 \times 10 \times 22 = 1.1 \text{ cm}^2/\text{v.}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

El momento que corresponderá para este acero mínimo es:

| (+) | (-) |
|---|--|
| $A_s = 1.1 \text{ cm}^2/v.$ | $A_s = 1.1 \text{ cm}^2/v.$ |
| $a = 0.392 \times 1.1 = 0.43$ | $a = 1.569 \times 1.1 = 1.72$ |
| $M_u = 1.1 \times 0.95 \times 2800 \left(22 - \frac{0.43}{2}\right) / 10^5$ | $M_u = 1.1 \times 0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.72}{2}\right) / 10^5$ |
| $M_u = 0.604 \text{ T-m./v.}$ | $M_u = 0.586 \text{ T-m./v.}$ |

Tendremos las mismas consideraciones que en la azotea cuando encontremos acero menor que $1.1 \text{ cm}^2/v.$ Tambien usaremos en los apoyos el mayor de los dos momentos negativos para el cálculo del acero en dicho apoyo.

Comprobación de la flecha .- La cuantía máxima para el efecto de la comprobación de la flecha es :

$$p = 0.18 \frac{f'_c}{f_y} = 0.18 \times \frac{210}{2800} = 0.0135$$

El acero que corresponde a esta cuantía es:

$$A_s = 0.0135 \times 22 \times 10 = 2.97 \text{ cm}^2.$$

De las fórmulas anteriormente halladas tenemos:

$$a = 0.392 \times A_s \quad a = 0.392 \times 2.97$$

$$M_u = 2.97 \times 0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.16}{2}\right) / 10^5$$

$$M_u = 1.60$$

El máximo momento en el nivel es :

$$M_u = \frac{3.560}{2.5} = 1.42 \text{ T-m/v.}; \text{ como : } 1.42 < 1.60 \text{ No será necesario - comprobar la "flecha."}$$

Comprobación de la adherencia .- Calcularemos el perímetro mínimo necesario en función del corte para tomar el esfuerzo máximo de adherencia en las diferentes situaciones.

a) $f'_c = 210 \text{ Kg./cm}^2$; $\phi = 1/2''$; $d = 22 \text{ cm.}$

$$\mu_u = \frac{6.4 \sqrt{f'_c}}{D} = \frac{6.4 \times \sqrt{210}}{1.27} = 73.02 > 56$$

(pág 74 - ACI)

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

61

$$\Sigma_o = \frac{Vu \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.87 \times 22} = 1.097 Vu$$

$$\boxed{\Sigma_o = 1.097 Vu} \quad \phi \ 1/2''$$

b) $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$; $\phi \ 5/8'' = 1.588 \text{ cm.}$; $d = 22 \text{ cm.}$

$$\mu_u = \frac{6.4 \sqrt{f'_c}}{D} \quad \text{-----} \quad u = \frac{6.4 \times \sqrt{210}}{1.588} = 59.52 \quad 56$$

$$\Sigma_o = \frac{Vu \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.87 \times 22} = 1.097 vu$$

$$\boxed{\Sigma_o = 1.097 Vu} \quad \phi \ 5/8''$$

Cálculo del largo de desarrollo para el anclaje .- Lo calcularemos utilizando la tabla de la publicación especial N° 17 de la A C I - pág.114 .

$$\boxed{La = \frac{As \ fy}{\mu_u \ \Sigma_o}}$$

a) $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$; $f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$; $\phi \ 3/8''$ (barras inferiores)

$$\boxed{La = 11.5 \approx 12 \text{ cm.}}$$

b) $f'_c = 210$; $f_y = 2800$; $\phi \ 1/2''$ (barras inferiores)

$$\boxed{La = 15.75 \approx 16 \text{ cm.}}$$

c) $f'_c = 210$; $f_y = 2800$; $\phi \ 5/8''$ (barras inferiores)

$$\boxed{La = 19.5 \approx 20 \text{ cm.}}$$

El reglamento señala que si los largos de desarrollo por anclaje se incrementan en un 25 % , se exonera el chequeo por adherencia

Envolventes.-Con los momentos que se calcularán más adelante mediante el método de Cross y el que llamaremos simple, graficaremos las envolventes de momentos. Ver planos N°s 15, 16 y 17 . Con los cortes que se calcularán como se ha explicado en la azotea, graficaremos las envolventes de corte. Ver planos N°s 15, 16, 17. Lo es necesario graficar envolventes para los momentos y cortes que se calcularán por el método de coeficientes.

Colocación del acero.- Ver plano N° 21 .

Acero por temperatura .- $0.0020 \times 5 \times 100 = 1 \text{ cm}^2$ ---- $\phi \ 1/4''$ @ 30cm.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

62

CALCULOS DE MOMENTOS - ESFUERZO CORTANTE y DISEÑO

Cálculo de momentos y esfuerzo cortante.-

Para efectuar el cálculo de los momentos y esfuerzos cortantes en el aligerado de los pisos típicos, se ha dividido la planta correspondiente en zonas o paños; al igual que para el diseño del aligerado de la azotea, dicha división se ha hecho teniendo en cuenta la estructuración general; como apreciamos en el gráfico (hoja N° 57) en el que por simetría $T_1 = T_{15}$; $T_2 = T_{16}$; $T_3 = T_{17}$; $T_4 = T_{18}$; $T_5 = T_{19}$; $T_6 = T_{20}$; $T_7 = T_{21}$; $T_8 = T_{22}$; $T_{14} = T_{23}$.

Los métodos a emplearse para calcular los momentos y esfuerzos cortantes en los diferentes paños serán los siguientes :

- Método de los coeficientes (Reglamento A.C.I. - 63)

T_9 ; T_{13} ; T_{14}

- Método Hardy Cross.

T_1 ; T_2 ; T_3 ; T_4 ; T_6 ; T_{10} ; T_{11} ; T_{12}

- Método simple.

T_5 ; T_7 ; T_8

En el piso típico tenemos las siguientes cargas :

$$W_D = \text{peso propio} + \text{piso terminado} = pp + pt = 450 + 100 = 550 \text{ Kg/m}^2$$

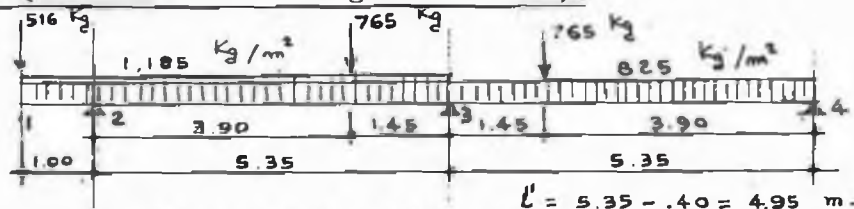
$$W_L = \text{sobrecarga ó carga viva} = s/c = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.5 W_D + 1.8 W_L = 1.5 \times 550 + 1.8 \times 200 = 825 + 360 = 1,185 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uD} = 825 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uL} = 360 \text{ Kg/m}^2$$

PAÑO T_1 Cálculo de momentos.-
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 2).



$$C_{23} = 1.00 , C_{32} = C_{34} = 0.5 , C_{43} = 1.00$$

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONÉ AURELIO A.

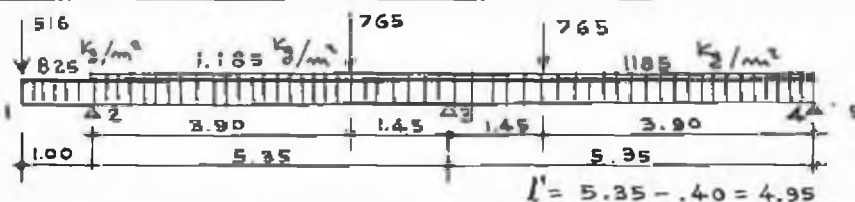
$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} = 2.557 \text{ T-m}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} = 2.187 \text{ T-m}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00 | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.108 | -3.045 | +3.415 | -2.557 | +2.187 | -1.021 |
| | +1.937 | - .429 | - .429 | -1.166 | |
| | - .214 | + .968 | - .583 | - .214 | |
| | + .214 | - .192 | - .192 | + .214 | |
| +1.108 | -1.108 | +3.762 | -3.761 | +1.021 | -1.021 |

Caso 2 .- (Máximo momento negativo en 3 y 4).



$$C_{21} = 0.00, C_{23} = 1.00, C_{32} = C_{34} = 0.5, C_{43} = 1.00$$

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m}$$

$$M_{23} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m}$$

$$M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m}$$

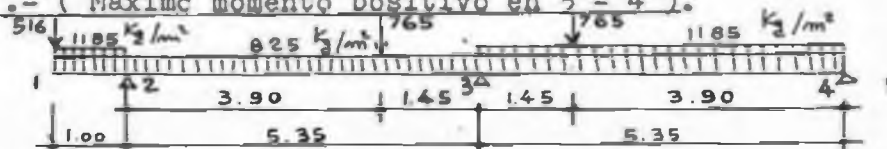
$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m}$$

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4.95^2}{24} = 1.210 \text{ T-m}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0.00 | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| + .928 | -3.045 | +3.415 | -3.415 | +3.045 | -1.210 |
| | +2.117 | 0.000 | 0.000 | -1.835 | |
| | 0.000 | +1.058 | - .917 | 0.000 | |
| | 0.000 | - .070 | - .070 | 0.000 | |
| + .928 | - .928 | +4.403 | -4.402 | +1.210 | -1.210 |

Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 3 - 4).



$$C_{21} = 0.00, C_{23} = 1.00, C_{32} = C_{34} = 0.5, C_{43} = 1.00$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m}$$

$$M_{23} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 2.187 \text{ T-m}$$

$$M_{32} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 2.557 \text{ T-m}$$

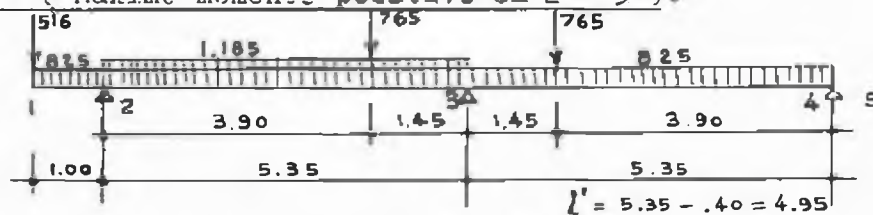
$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m}$$

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4.95^2}{24} = 1.210 \text{ T-m}$$

| | 0.00 | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | +1.108 | -2.187 | +2.557 | -3.415 | +3.045 | -1.210 |
| | | +1.079 | + .429 | + .429 | -1.835 | |
| | | + .214 | + .539 | - .917 | + .214 | |
| | | - .214 | + .189 | + .189 | - .214 | |
| | +1.108 | -1.108 | +3.714 | -3.714 | +1.210 | -1.210 |

Caso 4 .- (Máximo momento positivo en 2 - 3) .



$$C_{21} = 0.000 ; C_{23} = 1.00 ; C_{32} = C_{34} = 0.5 ; C_{45} = 1.00$$

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m}$$

$$M_{23} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m}$$

$$M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m}$$

$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} = 2.557 \text{ T-m}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} = 2.187 \text{ T-m}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m}$$

| | 0.00 | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | + .928 | -3.045 | +3.415 | -2.557 | +2.187 | -1.021 |
| | | +2.117 | - .429 | - .429 | -1.166 | |
| | | - .214 | +1.058 | - .583 | - .214 | |
| | | + .214 | - .237 | - .237 | + .214 | |
| | + .928 | - .928 | +3.807 | -3.806 | +1.021 | -1.021 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

65

Momentos isostáticos .- $\frac{1}{8} w L^2$ ----- P a b/ L T-m.
Carga uniforme .. $\frac{825 \times 5.35^2}{8} = 3.063$; $\frac{1.185 \times 5.35^2}{8} = 3.630$

Carga concentrada $\frac{765 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.809$ T-m.

Acero por flexión.-

$M_2^- = 0.830$.- $0.830/2.5 = 0.332$ T-m./v.

1°- tanteo (0.2 d = a) $A_s = 2.004 \times 0.332 = 0.66$

$a = 1.569 \times 0.66 = 1.04$

2°- tanteo $A_s = \frac{0.332 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{1.04}{2})} = 0.61$

$0.61 < A_s \text{ mín.} \text{----- } A_s = 1.1 \text{ cm}^2/\text{v. (} A_s \text{ mín.)} \text{--- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia .- $V_u = 2.65/2.5 = 1.06$ T.

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.06 = 1.16$ cm.

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.970$ cm

Como : $1.16 < 3.970$ OK.

$M_{2-3}^+ = 1.900$.- $1.900/2.5 = 0.760$ T-m./v.

Area de acero .- $A_s = 2.004 \times 0.760 = 1.52$

$a = 0.392 \times 1.52 = 0.59$

$A_s = \frac{0.760 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{0.59}{2})} = 1.39$

$A_s = 1.39 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{----- } 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$

Adherencia .- $V_u = 2.99/2.5 = 1.19$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.19 = 1.31$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 5.885$ cm

Como : $1.31 < 5.885$ OK.

$M_2^- = 3.610$.- $3.610/2.5 = 1.444$ T-m./v.

Area de acero .- $A_s = 2.004 \times 1.444 = 2.89$

$a = 1.569 \times 2.89 = 4.53$

$A_s = \frac{1.444 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - 4.53/2)} = 2.9$ $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' \\ 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{array} \right.$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

66

Adherencia .-

$$V_u = 4.14/2.5 = 1.65$$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 1.65 = 1.82$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 8.170$

$$1.82 < 8.170 \quad \text{OK.}$$

$$m_{3-4}^+ = 1.750 \quad .-$$

Area de acero .

$$1.750/2.50 = 0.700$$

$$- A_s = 2.004 \times 0.700 = 1.41$$

$$a = 0.392 \times 1.41 = 0.55$$

$$- A_s = \frac{0.700 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.55}{2} \right)} = 1.27$$

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

Adherencia.

$$V_u = 2.90/2.5 = 1.16$$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 1.16 = 1.27$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.970$

$$1.27 < 3.970 \quad \text{OK.}$$

$$m_4^- = 1.210 \quad .-$$

Area de acero .

$$1.210/2.5 = 0.484$$

$$- A_s = 2.004 \times 0.484 = 0.97$$

$$a = 1.569 \times 0.97 = 1.53$$

$$- A_s = \frac{0.484 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.53}{2} \right)} = 0.91$$

$$A_s = 1.1 \text{ As mínimo -----} 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

Adherencia.

$$V_u = 2.55/2.5 = 1.02$$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 1.02 = 1.12$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97$

$$1.12 < 3.97 \quad \text{OK.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

66

Adherencia .-

$$V_u = 4.14/2.5 = 1.65$$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.65 = 1.82$$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 8.170$

$$1.82 < 8.170 \quad \text{OK.}$$

$$m_{3-4}^+ = 1.750 \text{ .-}$$

Area de acero .

$$- A_s = 2.004 \times 0.700 = 1.41$$

$$a = 0.392 \times 1.41 = 0.55$$

$$- A_s = \frac{0.700 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.55}{2} \right)} = 1.27$$

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

Adherencia.

$$V_u = 2.90/2.5 = 1.16$$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.16 = 1.27$$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.970$

$$1.27 < 3.970 \quad \text{OK.}$$

$$m_4^- = 1.210 \text{ .-}$$

Area de acero .

$$- A_s = 2.004 \times 0.484 = 0.97$$

$$a = 1.569 \times 0.97 = 1.53$$

$$- A_s = \frac{0.484 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.53}{2} \right)} = 0.91$$

$$A_s = 1.1 \text{ As mínimo -----} 1 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

Adherencia.

$$V_u = 2.55/2.5 = 1.02$$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.02 = 1.12$$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97$

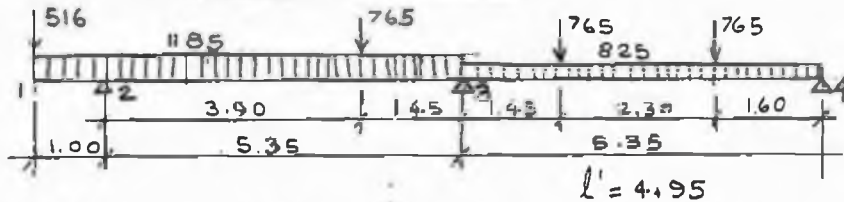
$$1.12 < 3.97 \quad \text{OK.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO T₂

Cálculo de momentos.-

Caso 1.- (Máx. Mto. negativo en 2).



$$C_{21} = 0.00, C_{23} = 1.00, C_{32} = C_{34} = 0.5, C_{43} = 1.00$$

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 390 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m}$$

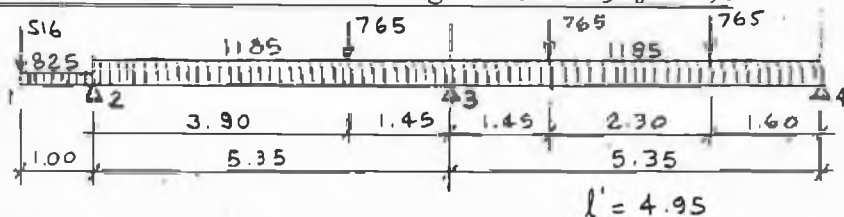
$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 2.813 \text{ T-m}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 2.788 \text{ T-m}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 05 | 05 | 1.00 | |
| +1.108 | -3.045 | +3.415 | -2.813 | +2.788 | -1.021 |
| | +1.937 | -.301 | -.301 | -1.767 | |
| | -.150 | +.968 | -.883 | -.150 | |
| | +.150 | -.042 | -.042 | +.150 | |
| +1.108 | -1.108 | +4.040 | -4.039 | +1.021 | -1.021 |

Caso 2.- (Máximo momento negativo en 3 y 4).



Los coeficientes de distribución son los mismos anteriores.(Caso 1)

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 3.671 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

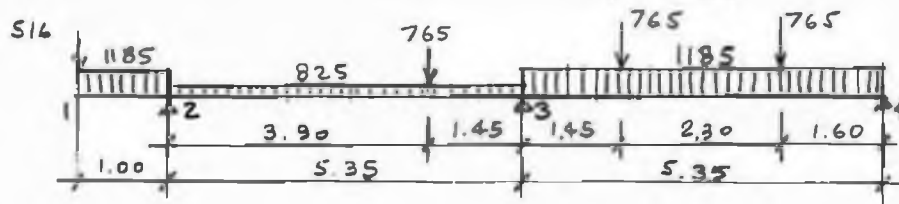
68

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 3.646 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4.95^2}{24} = 1.210 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| + .928 | -3.045 | +3.415 | -3.671 | +3.646 | -1.210 |
| | +2.117 | + .128 | + .128 | -2.436 | |
| | + .064 | +1.058 | -1.218 | + .064 | |
| | - .064 | + .080 | + .080 | - .064 | |
| + .928 | - .928 | +4.681 | -4.681 | +1.210 | -1.210 |

Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 3 - 4).



Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 2.187 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 2.557 \text{ T-m.}$$

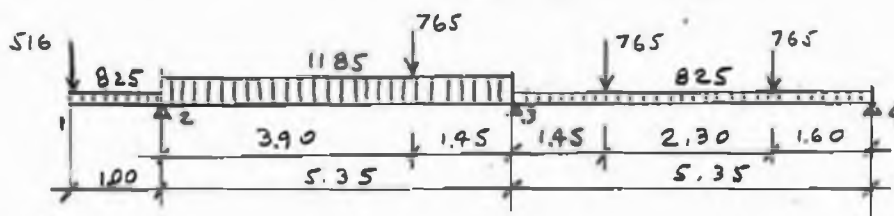
$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 3.671 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 3.646 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4.95^2}{24} = 1.210 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.108 | -2.187 | +2.557 | -3.671 | +3.646 | -1.210 |
| | +1.079 | + .557 | + .557 | -1.436 | |
| | + .278 | + .539 | - .718 | + .278 | |
| | - .278 | + .089 | + .089 | - .278 | |
| +1.108 | -1.108 | +3.742 | -3.743 | +1.210 | -1.210 |

Caso 4 .- (Máximo momento positivo en 2 - 3).



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1.185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1.185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45 \times 3.90^2}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 2.813 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 1.45^2 \times 3.90}{5.35^2} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 2.788 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m.}$$

| | 1.00 | | 0.5 | 0.5 | | 1.00 | |
|---------------|---------------|--|---------------|---------------|--|---------------|---------------|
| + .928 | -3.045 | | +3.415 | -2.813 | | +2.788 | -1.021 |
| | +2.117 | | - .301 | - .301 | | -1.767 | |
| | - .150 | | +1.058 | - .883 | | - .150 | |
| | + .150 | | - .087 | - .087 | | + .150 | |
| + .928 | - .928 | | +4.085 | -4.085 | | +1.021 | -1.021 |

Momentos isostáticos .- $1/8 W L^2$ y $P a b/L$

Carga uniforme $\frac{825 \times 5.35^2}{8} = 3.063$; $\frac{1.185 \times 5.35^2}{8} = 3.630 \text{ T-m.}$

Carga concentrada ..(2 - 3) $\frac{765 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.809$

(3 - 4) $\frac{765 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.809$

$\frac{765 \times 3.75 \times 1.60}{5.35} = 0.858$

Acero por flexión.-

$M_2^- = 0.850$.- $0.850/2.5 = 0.340$; $0.340 < 0.586$

Area de acero . $A_s = 1.1$ (As mín.) ----- 1 \emptyset 1/2"

Adherencia. $V_u = 2.60/2.5 = 1.04$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.04 = 1.14$; perím. existente=3.97

$1.14 < 3.97$ CK.

$M_{2-3}^+ = 1.750$.- $1.750/2.5 = 0.700$; (igual que M_{3-4}^+ de T_1)

Area de acero . $A_s = 1.27 \text{ cm}^2/v.$ ----- 1 \emptyset 1/2"

Adherencia . $V_u = 2.93/2.5 = 1.17$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.17 = 1.28$; Pérím. existente=3.97

$1.28 < 3.97$ CK.

$M_3^- = 3.930$.- $3.930/2.5 = 1.572$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

70

$M_3^- = 3.930$.-

Area de acero .

$3.930/2.5 = 1.572$

- $A_s = 2.004 \times 1.572 = 3.15$

$a = 1.569 \times 3.15 = 4.95$

- $A_s = \frac{1.572 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{4.95}{2})} = 3.20$

$A_s = 3.20 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 + 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8$

Adherencia .

$V_u = 4.35/2.5 = 1.74$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.74 = 1.91$; perim. existente = 8.17

$1.91 < 8.17$ CK.

$M_{3-4}^+ = 2.450$.-

Area de acero .

$2.450/2.5 = 0.980$

- $A_s = 2.004 \times 0.980 = 1.96$

$a = 0.392 \times 1.96 = 0.77$

- $A_s = \frac{0.980 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{0.77}{2})} = 1.80$

$A_s = 1.80 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

Adherencia .

$V_u = 3.31/2.5 = 1.32$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.32 = 1.45$; perim. existente = 4.987

$1.45 < 4.987$ CK.

$M_4^- = 1.210$.-

Area de acero .

$1.210/2.5 = 0.484$

(igual que M_4^- del paño T_1)-----1 \emptyset 1/2"

Adherencia .

$V_u = 3.00/2.5 = 1.20$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.20 = 1.32$; perim. existente = 3.97

$1.32 < 3.97$ Cl.

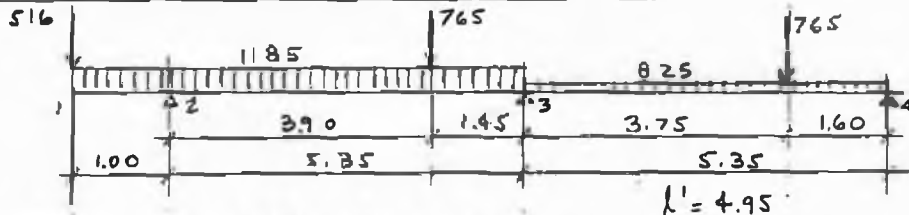
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

71

PAÑO T₃

Cálculo de momentos.-

Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 2)



$$C_{21} = 0.00, C_{23} = 1.00, C_{32} = C_{34} = 0.5, C_{43} = 1.00$$

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1.185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1.185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1.185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m.}$$

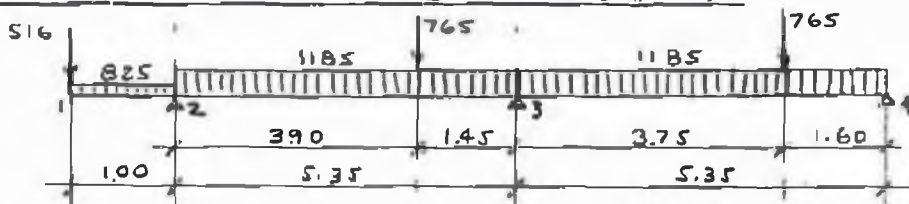
$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 2.224 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 2.569 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.108 | -3.045 | +3.415 | -2.224 | +2.569 | -1.021 |
| | +1.937 | - .595 | - .595 | -1.548 | |
| | - .297 | + .968 | - .774 | - .297 | |
| | + .297 | - .097 | - .097 | + .297 | |
| +1.108 | -1.108 | +3.691 | -3.690 | +1.021 | -1.021 |

Caso 2 .- (Máximo momento negativo en 3 y 4).



Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1.185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1.185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

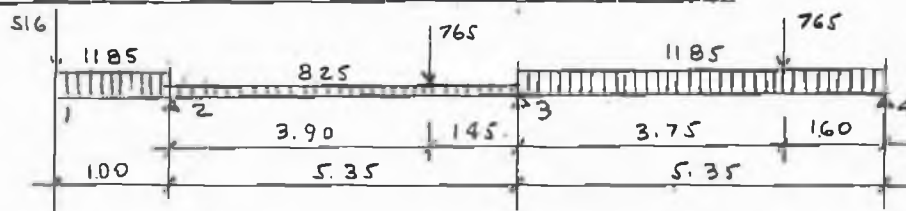
$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 3.082 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 3.427 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4.95^2}{24} = 1.210$$

| | | | | | |
|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| + .928 | -3.045 | +3.415 | -3.082 | +3.427 | -1.210 |
| | +2.117 | -.166 | -.166 | -2.217 | |
| | -.083 | +1.058 | -1.108 | -.083 | |
| | + .083 | + .025 | + .025 | + .083 | |
| + .928 | -.928 | +4.332 | -4.331 | +1.210 | -1.210 |

Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 3 - 4)



Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 2.187 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 2.557 \text{ T-m.}$$

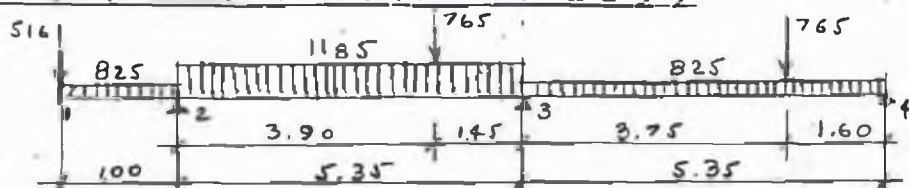
$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 3.082 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 3.427 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4.95^2}{24} = 1.210 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.108 | -2.187 | +2.557 | -3.082 | +3.427 | -1.210 |
| | +1.079 | +.262 | +.262 | -2.217 | |
| | +.131 | +.539 | -1.108 | +.131 | |
| | -.131 | +.284 | +.284 | -.131 | |
| +1.108 | -1.108 | +3.643 | -3.643 | +1.210 | -1.210 |

Caso 4 .- (Máximo momento positivo en 2-3)



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90 \times 1.45^2}{5.35^2} = 3.045 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.90^2 \times 1.45}{5.35^2} = 3.415 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 2.224 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 2.569 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021$$

| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| + .928 | -3.045 | +3.415 | -2.224 | +2.569 | -1.021 |
| | +2.117 | -.595 | -.595 | -1.548 | |
| | -.292 | +1.058 | -.774 | -.292 | |
| | +.292 | -.142 | -.142 | +.292 | |
| + .928 | -.928 | +3.736 | -3.735 | +1.021 | -1.021 |

Momentos isostáticos .- $1/8 W L^2$ y $P a b/L$

Carga uniforme $\frac{825 \times 5.35^2}{8} = 3.063$; $\frac{1,185 \times 5.35^2}{8} = 3.630$ T-m.

Carga concentrada .(2 - 3) $\frac{765 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.809$ T-m.

(3 - 4) $\frac{765 \times 3.75 \times 1.60}{5.35} = 0.858$ T-m.

Acero por flexión.-

$M_2^- = 0.830$ $0.830/2.5=0.332$; $0.332 < 0.586$

Area de acero. $A_s = A_s \text{ m\u00ednimo}$ ----- 1 \emptyset 1/2"

Adherencia. $V_u = 2.65/2.5=1.06$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.06 = 1.16$; per\u00ed.m.exist.=3.97 > 1.16
OK.

$M_{2-3}^+ = 1.810$.- $1.810/2.5 = 0.724$

Area de acero. $A_s = 2.004 \times 0.724 = 1.45$

$a = 0.392 \times 1.45 = 0.57$

$A_s = \frac{0.724 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{0.57}{2})} = 1.32$

$A_s = 1.32 \text{ cm}^2/v$. ----- 2 \emptyset 3/8"

Adherencia . $V_u = 2.81/2.5 = 1.12$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.12 = 1.23$; per\u00ed.m. exis.=5.985 cm.
 $1.23 < 5.985$ OK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

74

$$\underline{M_3^-} = 3.610 \text{ .-}$$

Area de acero .

Adherencia .

$$3.610/2.50 = 1.444 \text{ (igual que } M_3^- \text{ del paño } T_1 \text{)}.$$

$$As = 2.90 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 + 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8$$

$$Vu = 4.13/2.5 = 1.65$$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.65 = 1.81 \text{ ; perím. exis.} = 8.17$$

$$1.81 < 8.17 \quad \text{CK.}$$

$$\underline{M_{3-4}^+} = 2.070 \text{ .-}$$

Area de acero.

Adherencia.

$$2.070/2.5 = 0.828$$

$$-As = 2.004 \times 0.828 = 1.66$$

$$a = 0.392 \times 1.66 = 0.65$$

$$-As = \frac{0.828 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.65}{2} \right)} = 1.52$$

$$As = 1.52 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$Vu = 2.55/2.5 = 1.02$$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.02 = 1.12 \text{ ; perím exist.} = 4.987$$

$$1.12 < 4.987 \quad \text{CK.}$$

$$\underline{M_4^-} = 1.210 \text{ .-}$$

Area de acero.

Adherencia.

$$1.210/2.5 = 0.484 \text{ (Igual que } M_4^- \text{ del paño } T_1 \text{)}$$

$$As = \text{As mínimo} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

$$Vu = 2.87/2.5 = 1.15$$

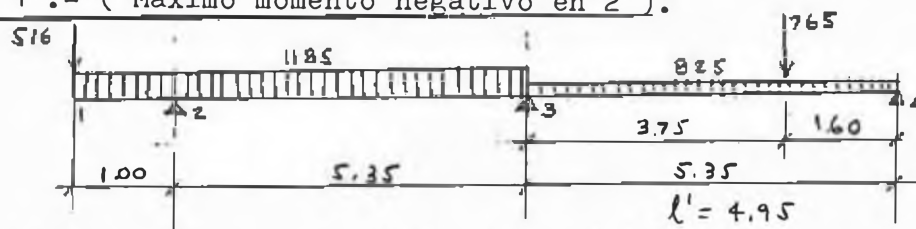
$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.15 = 1.26 \text{ ; perím. existente} = 3.97$$

$$1.26 < 3.97 \text{ cm} \quad \text{CK.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

75

PAÑO T₄ Cálculo de momentos.-
Caso 1.- (Máximo momento negativo en 2).



$$C_{21} = 0.00, C_{23} = 1.00, C_{32} = C_{34} = 0.5, C_{43} = 1.00$$

Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 1.108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} = 2.826 \text{ T-m.}$$

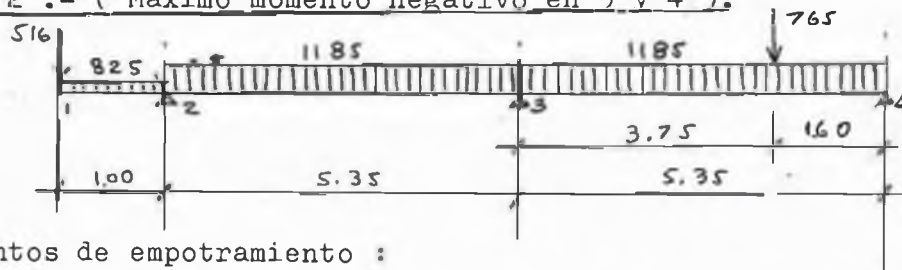
$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 2.224 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 2.569 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
| +1.108 | -2.826 | +2.826 | -2.224 | +2.569 | -1.021 |
| | +1.718 | - .301 | - .301 | -1.548 | |
| | - .150 | + .859 | - .774 | - .150 | |
| | + .150 | - .042 | - .042 | + .150 | |
| +1.108 | -1.108 | +3.342 | -3.341 | +1.021 | -1.021 |

Caso 2.- (Máximo momento negativo en 3 y 4).



Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{825 \times 1.00^2}{2} + 516 \times 1.00 = 0.928 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} = 2.826 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 3.082 \text{ T-m.}$$

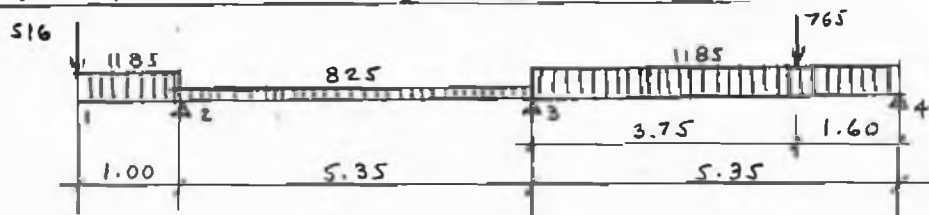
$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 3.427 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4,95^2}{24} = 1,210 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1,00 | 0,5 | 0,5 | 1,00 | |
| + .928 | -2,826 | +2,826 | -3,082 | +3,427 | -1,210 |
| | +1,898 | + .128 | + .128 | -2,217 | |
| | + .064 | + .949 | -1,108 | + .064 | |
| | - .064 | + .079 | + .079 | - .064 | |
| + .928 | - .928 | +3,982 | -3,983 | +1,210 | -1,210 |

Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 3 - 4).



Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{1,185 \times 1,00^2}{2} + 516 \times 1,00 = 1,108 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{825 \times 5,35^2}{12} = 1,968 \text{ T-m.}$$

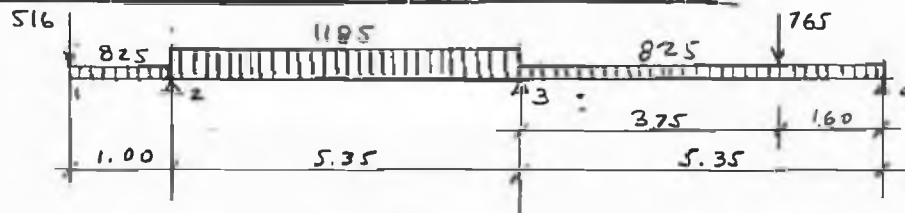
$$M_{34} = \frac{1,185 \times 5,35^2}{12} + \frac{765 \times 3,75 \times 1,60^2}{5,35^2} = 3,082 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{1,185 \times 5,35^2}{12} + \frac{765 \times 3,75^2 \times 1,60}{5,35^2} = 3,427 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{1,185 \times 4,95^2}{24} = 1,210 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1,00 | 0,5 | 0,5 | 1,00 | |
| +1,108 | -1,968 | +1,968 | -3,082 | +3,427 | -1,210 |
| | + .860 | + .557 | + .557 | -2,217 | |
| | + .278 | + .430 | -1,108 | + .278 | |
| | - .278 | + .339 | + .339 | - .278 | |
| +1,108 | -1,108 | +3,294 | -3,294 | +1,210 | -1,210 |

Caso 4 .- (Máximo momento positivo en 2 - 3).



Momentos de empotramiento :

$$M_{21} = \frac{825 \times 1,00^2}{2} + 516 \times 1,00 = 0,928 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{1,185 \times 5,35^2}{12} = 2,826 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$M_{34} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75 \times 1.60^2}{5.35^2} = 2.224 \text{ T-m.}$$

$$M_{43} = \frac{825 \times 5.35^2}{12} + \frac{765 \times 3.75^2 \times 1.60}{5.35^2} = 2.569 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = \frac{825 \times 4.95^2}{24} = 1.021 \text{ T-m.}$$

| | 1.00 | 0.5 | 0.5 | 1.00 | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| + .928 | -2.826 | +2.826 | -2.224 | +2.569 | -1.021 |
| | +1.898 | - .301 | - .301 | -1.548 | |
| | - .150 | + .949 | - .774 | - .150 | |
| | + .150 | - .087 | - .087 | + .150 | |
| + .928 | - .928 | +3.387 | -3.386 | +1.021 | -1.021 |

Momentos isostáticos .- $1/8 W L^2$, $P a b / L$

Carga uniforme $\frac{825 \times 5.35^2}{8} = 3.063 \text{ T-m.}$; $\frac{1,185 \times 5.35^2}{8} = 3.630 \text{ T-m.}$

Carga concentrada .(3-4) $\frac{765 \times 3.75 \times 1.60}{5.35} = 0.858 \text{ T-m.}$

Acero por flexión.-

$M_2^- = 0.840$.- $0.840/2.5 = 0.336$ (Igual a M_2^- del paño T_2).

Area de acero. $As = As \text{ mínima } \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia. $Vu = 2.52/2.5 = 1.01$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.01 = 1.10$; perím. exist. = 3.97

$1.10 < 3.97$ OK.

$M_{2-3}^+ = 1.590$.- $1.590/2.5 = 0.636$

Area de acero . $- As = 2.004 \times 0.636 = 1.27$
 $a = 0.392 \times 1.27 = 0.50$
 $- As = \frac{0.636 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{0.50}{2})} = 1.16$

$As = 1.16 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $2.20/2.5 = 0.88$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.88 = 0.96$; perím. exis. = 3.92

$0.96 < 3.92$ OK.

$M_3^- = 3.400$.- $3.400/2.5 = 1.360$

Area de acero . $- As = 2.004 \times 1.360 = 2.73$
 $a = 1.569 \times 2.73 = 4.28$

$- As = \frac{1.360 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{4.28}{2})} = 2.72$ $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2+ \\ 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{array} \right.$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

78

Adherencia . $V_u = 5.70/2.5 = 1.48$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 1.48 = 1.62$; perím. exist. = 8.17cm.
 $1.62 < 8.17$ OK.

$M_{3-4}^+ = 2.200$.- $2.200/2.5 = 0.880$
 Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.880 = 1.78$
 $a = 0.392 \times 1.78 = 0.70$
 $-A_s = \frac{0.880 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{0.70}{2})} = 1.61$
 $A_s = 1.61 \text{ cm}^2/v.$ ----- 1 \emptyset 5/8"

Adherencia . $V_u = 2.62/2.5 = 1.05$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 1.17 = 1.28$; perím. exist. = 4.987
 $1.28 < 4.987$ OK.

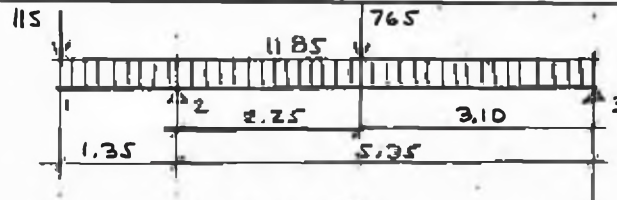
$M_4^- = 1.210$.- $1.210/2.5 = 0.484$ (Igual que M_4^- , paño T_1).
 Area de acero . $A_s = A_s \text{ mínimo}$ ----- 1 \emptyset 1/2"

Adherencia . $V_u = 2.93/2.5 = 1.17$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 1.17 = 1.28$;
 El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97$
 $1.28 < 3.97$ OK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

79

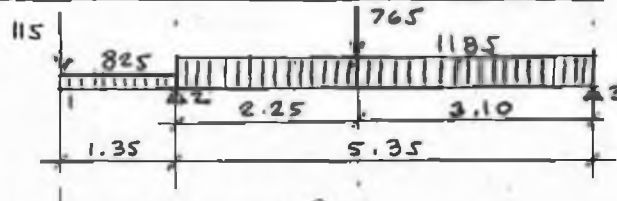
PAÑO T₅ Cálculo de momentos.-
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 2 y 3)



$$M_2^- = 115 \times 1.35 + \frac{1.185 \times 1.35^2}{2} = 1.235 \text{ T-m.}$$

$$M_3^- = \frac{1.185 \times 4.95^2}{24} = 1.210 \text{ T-m.}$$

Caso 2 .- (Máximo momento positivo en 2-3)



$$M_2^- = 115 \times 1.35 + \frac{825 \times 1.35^2}{2} = 0.906 \text{ T-m.}$$

$$M_3^- = \frac{1.185 \times 4.95}{24} = 1.210 \text{ T-m.}$$

Momentos isostáticos .- $\frac{1}{8} W L^2$, $P a b / L$

$$\text{Carga uniforme} \dots \frac{1.185 \times 5.35^2}{8} = 3.630 \text{ T-m.}$$

$$\text{Carga concentrada} \cdot (2-3) \frac{765 \times 2.25 \times 3.10}{5.35} = 0.997 \text{ T-m.}$$

Acero por flexión.-

$$M_2^- = 0.550 \text{ .- } 0.550/2.5 = 0.220 ; 0.220 < 0.586 \text{ (As mínimo) .}$$

Area de acero . $A_s = A_s \text{ mínimo} \text{ ----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

$$\text{Adherencia} \cdot V_u = 3.04/2.5 = 1.22$$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 1.22 = 1.33 ; \text{ perím. exist.} = 3.97 > 1.33 \text{ OK.}$$

$$M_{2-3}^+ = 3.560 \text{ .- } 3.560/2.5 = 1.424$$

$$\text{Area de acero} \cdot -A_s = 2.004 \times 1.424 = 3.85 ; a = 0.392 \times 2.85 = 1.11$$

$$-A_s = \frac{1.424 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.11}{2} \right)} = 2.63 \text{ -- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 + 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$\text{Adherencia} \cdot V_u = 3.04/2.5 = 1.22 ; \Sigma_0 = 1.097 \times 1.22 = 1.33$$

$$\text{El perímetro existente es : } \Sigma_0 = 8.17 \text{ cm} > 1.33 \text{ CK.}$$

$$M_4^- = 1.210 \text{ .- } 1.210/2.5 = 0.484 \text{ (Igual que } M_4^- \text{ del paño } T_1 \text{) .}$$

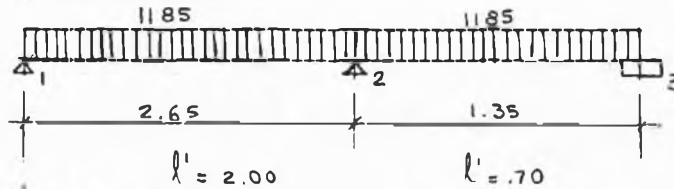
Area de acero.- $A_s = A_s \text{ mínimo} \text{ ----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

80

PAÑO T₆ Cálculo de momentos.-

Caso 1.- (Máximo momento negativo en 1, 2 y 3)



$$C_{12} = 1.00, C_{21} = 0.44, C_{23} = 0.56, C_{32} = 1.00$$

Momentos de empotramiento :

$$M_{01} = \frac{1,185 \times 2.00^2}{24} = 0.198 \text{ T-m.}$$

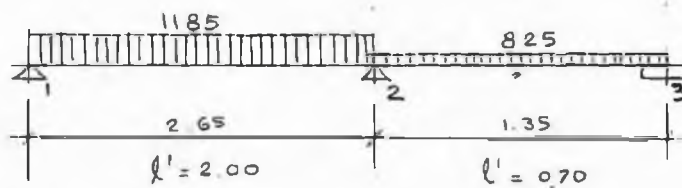
$$M_{12} = M_{21} = \frac{1,185 \times 2.65^2}{12} = 0.693 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{1,185 \times 1.35^2}{12} = 0.180 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{1,185 \times 0.70^2}{16} = 0.036 \text{ T-m.}$$

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | 1.00 | .44 | .56 | 1.00 | |
| + .198 | - .693 | + .693 | - .180 | + .180 | -.036 |
| | + .495 | - .226 | - .287 | - .144 | |
| | - .113 | + .247 | - .072 | - .143 | |
| | + .113 | - .077 | - .098 | + .143 | |
| + .198 | - .198 | + .637 | - .637 | + .036 | -.036 |

Caso 2.- (Máximo momento positivo en 1 - 2)



Momentos de empotramiento .-

$$M_{01} = \frac{1,185 \times 2.00^2}{24} = 0.198 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{21} = \frac{1,185 \times 2.65^2}{12} = 0.693 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{825 \times 1.35^2}{12} = 0.125 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = \frac{825 \times 0.70^2}{16} = 0.025 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

82

| | |
|------------------------|---|
| $M_{1-2}^+ = 0.680$.- | $0.680/2.5 = 0.272$; $0.202 < 0.604$ (as mín.) |
| Area de acero . | $A_s = 0.50 \text{ cm}^2/v, \text{---} (.50 \times 4/3) \text{---} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$ |
| Adherencia . | $V_u = 1.23/2.5 = 0.49$ |
| | $\Sigma_o = 1.097 \times 0.49 = 0.54$; perím. exist. = 2.992 |
| | $0.54 < 2.992$ CK. |
| $M_2^- = 0.160$.- | $0.160/2.5 = 0.064 < 0.079$ (M_1^-) |
| Area de acero . | $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$ |
| Adherencia . | $V_u = 1.15/2.5 = 0.46$ |
| | $\Sigma_o = 1.097 \times 0.46 = 0.50$; perím. exist. = 2.992 |
| | $0.50 < 2.992$ CK. |
| $M_{2-3}^+ = 0.030$.- | $0.030 / 2.5 = 0.012 < 0.272$ (M_{1-2}^+) |
| Area de acero . | $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$ |
| Adherencia . | $V_u = 0.65/2.5 = 0.26$ |
| | $\Sigma_o = 1.097 \times 0.26 = 0.28$; perím. exist. = 2.992 |
| | $0.28 < 2.992$ CK. |
| $M_3^- = 0.036$.- | $0.036 / 2.5 = 0.014 < 0.079$ (M_1^-) |
| Area de acero . | $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$ |
| Adherencia . | $V_u = 0.18 / 2.5 = 0.07$ |
| | $\Sigma_o = 1.097 \times 0.07 = 0.07$; perím. exist. = 2.992 |
| | $0.07 < 2.992$ CK. |

En este caso hemos tomado los $4/3$ del acero máximo necesario lo que nos dá $1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$ para todos los negativos y positivos.
(Pág. 37 - Reglamento A C I) .

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO T₇

Cálculo de momentos.

Momentos de empotramiento .- $l' = 1.40$ Momento isostático .- $l = 1.80$

$M_1^- = \frac{1185 \times 1.40^2}{16} = 0.145 \text{ T-m.}$ $M_{12} = \frac{1185 \times 1.80^2}{8} = 0.480 \text{ T-m}$

$M_2^- = \frac{1185 \times 1.40^2}{24} = 0.097 \text{ T-m.}$

Acero por flexion.-

$M_1^- = 0.145$.- $0.145 / 2.5 = 0.058$; $0.058 < 0.586$
 Area de acero . $A_s < A_s \text{ mínimo (Igual T}_6) \text{ 1 } \emptyset \text{ 3/8"}$

Adherencia . $V_u = 0.85 / 2.5 = 0.34$
 $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.34 = 0.37$; perím. exist. = 2.992
 $0.37 < 2.992$ CK.

$M_{1-2}^+ = 0.350$.- $0.350 / 2.5 = 0.140$; $0.140 < 0.604$
 Area de acero . $A_s < A_s \text{ mínimo } \text{-----} \text{ 1 } \emptyset \text{ 3/8"}$

Adherencia . $V_u = 0.85 / 2.5 = 0.34$
 $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.34 = 0.37$; perím. exist. = 2.992
 $0.37 < 2.992$ Ch.

$M_2^- = 0.097$.- $0.097 / 2.5 = 0.039$; $0.039 < 0.586$
 Area de acero . $A_s < A_s \text{ mínimo } \text{-----} \text{ 1 } \emptyset \text{ 3/8"}$

Adherencia . $V_u = 0.85 / 2.5 = 0.34$ (igual a M_{1-2}^+).

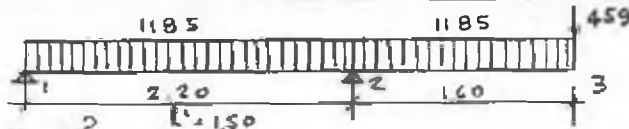
En este caso así como en el anterior (Paño T₆) . Hemos tomado las 4/3 del acero necesario máximo , lo que nos dá 1 Ø 3/8" tanto para los negativos como para los positivos.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO T₆

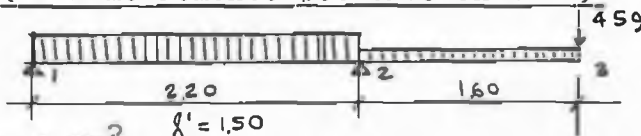
Cálculo de momentos.-

Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1 y 2)



$$M_1^- = \frac{1185 \times 1.50^2}{24} = 0.111 \quad , \quad M_2^- = 459 \times 1.60 + \frac{1185 \times 1.60^2}{2} = 2.251$$

Caso 2 .- (Máximo momento positivo en 1-2)



$$M_1^- = \frac{1185 \times 1.50^2}{24} = 0.111 \quad , \quad M_2^- = 459 \times 1.60 + \frac{825 \times 1.60^2}{2} = 1.790$$

Momento isostático $M_{12} = \frac{1185 \times 2.20^2}{8} = 0.717 \text{ T-m.}$

Acero por flexión.-

$M_1^- = 0.111$.- $0.111 / 2.5 = 0.044$, $0.044 < 0.586$ (As mín.) .

Area de acero . $A_s = A_s \text{ mínimo } \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 0.08 / 2.5 = 0.03$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.03 = 0.04$; perím. existente = 3.97
 $0.04 < 3.97$ CK.

$M_{1-2}^+ = 0.0000$.-

$M_2^- = 1.530$.- $1.530 / 2.5 = 0.612$

Area de acero . - $A_s = 2.004 \times 0.612 = 1.23$

$a = 1.569 \times 1.23 = 1.93$

- $A_s = \frac{0.612 \times 10^3}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.93}{2} \right)} = 1.16$

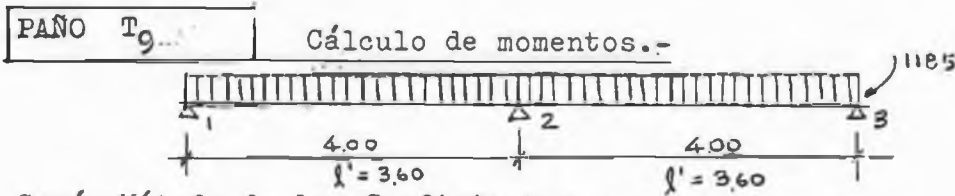
$A_s = 1.16 \text{ cm}^2/v.$ ----- $1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 1.95 / 2.5 = 0.78$

$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.78 = 0.85$; perím. exist. = 3.97
 $0.85 < 3.97$ CK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

85



Según Método de los Coeficientes .-

$$M_1^- = \frac{1}{24} w l'^2 = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640, \quad M_2^- = \frac{1}{9} w l'^2 = \frac{1185 \times 3.60^2}{9} = 1.706$$

$$M_3^- = \frac{1}{24} w l'^2 = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640, \quad M_{12}^+ = \frac{1}{14} w l'^2 = \frac{1185 \times 3.60^2}{14} = 1.097$$

$$M_{23}^+ = \frac{1}{14} w l'^2 = \frac{1185 \times 3.60^2}{14} = 1.097 \quad \text{T-m.}$$

Acero por flexión.-

$M_1^- = 0.640$.- $0.640 / 2.5 = 0.256$; $0.256 < 0.586$ (As mínimo)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2"$

Adherencia . $V_u = 2.13 / 2.5 = 0.85$, $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.85 = 0.94$
 Perím. existente = 3.97 ; $0.94 < 3.97$ CK.

$M_{12}^+ = 1.097$.- $1.097 / 2.5 = 0.439$; $0.439 < 0.604$ (As mínimo)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2"$

Adherencia . $V_u = 2.45 / 2.5 = 0.98$, $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.98 = 1.07$
 perím. existente = 3.97 ; $1.07 < 3.97$ CK.

$M_2^- = 1.706$.- $1.706 / 2.5 = 0.682$
 Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.682 = 1.37$
 $a = 1.569 \times 1.37 = 2.15$
 $-A_s = \frac{0.682 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{2.15}{2})} = 1.29$
 $A_s = 1.29 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2"$

Adherencia . $V_u = 2.45 / 2.5 =$ (Igual a la adherencia anterior

$M_{23}^+ = 1.097$.- $1.097 / 2.5 = 0.439$; $0.439 < 0.604$ (As mín.)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2"$

Adherencia . (Igual a la adherencia anterior)

$M_3^- = 0.640$.- $0.640 / 2.5 = 0.256$; $0.256 < 0.586$ (As mín.)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2"$

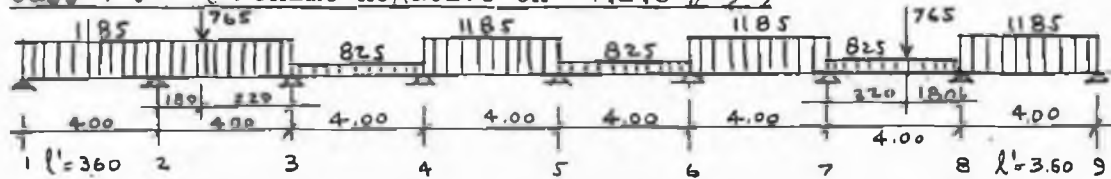
Adherencia . $V_u = 2.13 / 2.5 = 0.85$, $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.85 = 0.94$
 Perím. existente = 3.97 ; $0.94 < 3.97$ CK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO T₁₀

Cálculo de momentos.-

Caso 1 .- (Máximo negativo en 1,2,8 y 9)



Como las luces son iguales , los coeficientes de distribución son - iguales a 0.50 ; salvo en los extremos que valen 1.00

Momentos de empotramiento .-

$$M_{12} = M_{21} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = M_{89} = M_{98} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1.100 \text{ T-m.}$$

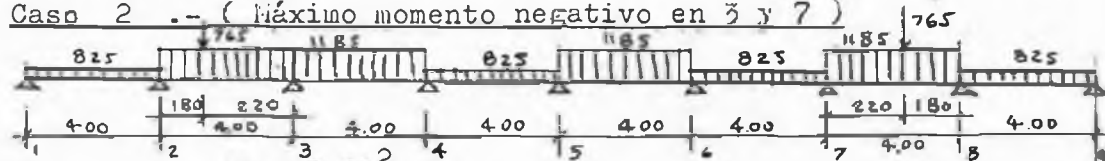
$$M_{23} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.997 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.921 \text{ T-m.}$$

$$M_{78} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.441 \text{ T-m.}$$

$$M_{87} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.517 \text{ T-m.}$$

Caso 2 .- (Máximo momento negativo en 3 y 7)



$$M_{01} = M_{9-10} = \frac{825 \times 3.60^2}{24} = 0.446 \text{ T m.}$$

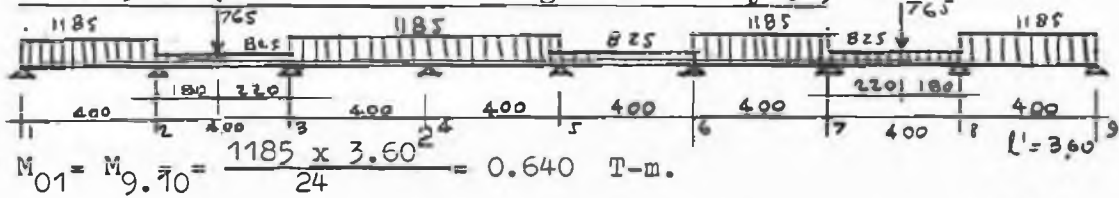
$$M_{12} = M_{21} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = M_{89} = M_{98} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1.100 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580$$

$$M_{23} = M_{87} = \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} + \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.997 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = M_{78} = \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} + \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.921 \text{ T-m.}$$

Caso 3 .- (Máximo momento negativo en 4 y 6)



$$M_{01} = M_{9.10} = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640 \text{ T-m.}$$

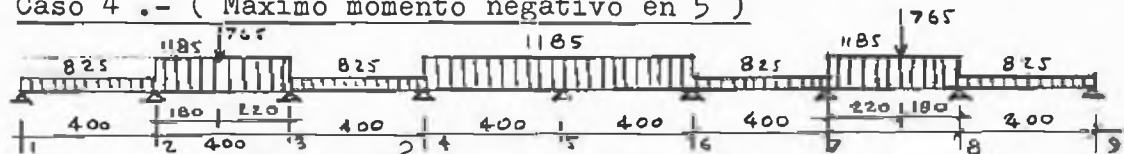
$$M_{12} = M_{21} = M_{34} = M_{43} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = M_{89} = M_{98} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580$$

$$M_{56} = M_{65} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1.100 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{87} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.517 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = M_{78} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.441 \text{ T-m.}$$

Caso 4 .- (Máximo momento negativo en 5)



$$M_{01} = M_{9.10} = \frac{825 \times 3.60^2}{24} = 0.446 \text{ T-m.}$$

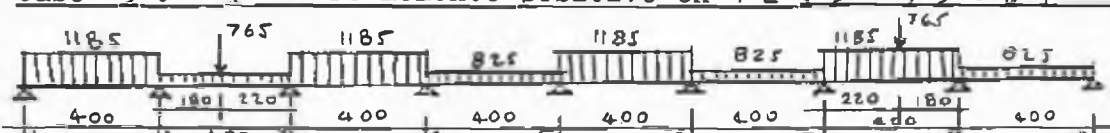
$$M_{12} = M_{21} = M_{34} = M_{43} = M_{67} = M_{76} = M_{89} = M_{98} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1.100 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{56} = M_{65} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{87} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.997 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = M_{78} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.921 \text{ T-m.}$$

Caso 5 .- (Máximo momento positivo en 1-2 , 3-4 , 5-6 y 7-8 .)



$$M_{01} = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640 \quad M_{9.10} = \frac{825 \times 3.60^2}{24} = 0.446 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{21} = M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = M_{89} = M_{98} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1.100 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.517 \text{ T-m.}$$

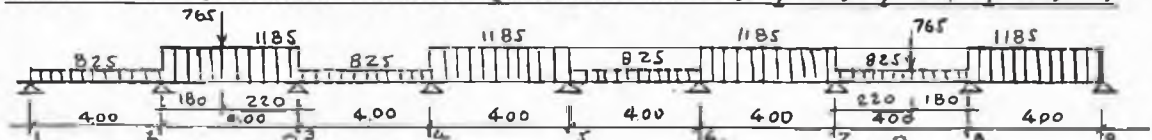
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$M_{32} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.441 \text{ T-m.}$$

$$M_{78} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.20 \times 1.80^2}{4.00^2} = 1.921 \text{ T-m.}$$

$$M_{87} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.20^2 \times 1.80}{4.00^2} = 1.997 \text{ T-m.}$$

Caso 6 .- (Máximo momento positivo en 2-3 , 4-5 , 6-7 , 8-9 .)



$$M_{01} = \frac{825 \times 3.60^2}{24} = 0.446 \quad ; \quad M_{9.10} = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{21} = M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1.100 \text{ T-m.}$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = M_{89} = M_{98} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.997 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.921 \text{ T-m.}$$

$$M_{78} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.20 \times 1.80^2}{4.00^2} = 1.441 \text{ T-m.}$$

$$M_{87} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.20^2 \times 1.80}{4.00^2} = 1.517 \text{ T-m.}$$

Momentos isostáticos .-

Tramos : 1-2 , 3-4 , 4-5 , 5-6 , 6-7 y 8-9 .

$$\frac{825 \times 4.00^2}{8} = 1.650 \quad ; \quad \frac{1185 \times 4.00^2}{8} = 2.370 \text{ T-m.}$$

Tramos : 2-3 y 7-8 .

$$\frac{825 \times 4.00^2}{8} = 1.650 \quad \frac{1185 \times 4.00^2}{8} = 2.370 \text{ T-m.}$$

$$\frac{765 \times 1.80 \times 2.20}{4.00} = 0.757 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

91

- $M_1^- = M_9^- = 0.640$.- $0.640 / 2.5 = 0.256$; $0.256 < 0.586$ (As-mín)
 Area de acero . $A_s =$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia . $1.75 / 2.5 = 0.700$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.70 = 0.77$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97$
 $0.77 < 3.97$ CK.
- $M_{1-2}^+ = 1.210$.- $1.210 / 2.5 = 0.484$; $0.484 < 0.604$ (As mínimo)
 Area de acero . $A_s =$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia . $V_u = 1.76 / 2.5 = 0.70$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.70 = 0.77$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 0.77$ CK.
- $M_2^- = M_8^- = 1.615$.- $1.615 / 2.5 = 0.646$
 Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.646 = 1.29$; $a = 1.569 \times 1.29 = 2.03$
 $-A_s = \frac{0.646 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{2.03}{2})} = 1.23$
 $A_s = 1.23 \text{ cm}^2/v.$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia - $2.73 / 2.5 = 1.09 = V_u$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 1.09 = 1.19$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 1.19$ CK.
- $M_{2-3}^+ = M_{7-8}^+ = 1.470$.- $1.470 / 2.5 = 0.588$; $0.588 < 0.604$ (As mín)
 Area de acero . $A_s =$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia - $2.14 / 2.5 = 0.86 = V_u$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.86 = 0.94$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 0.94$ CK.
- $M_3^- = M_7^- = 1.200$.- $1.200 / 2.5 = 0.480$; $0.480 < 0.586$ (As mín.)
 Area de acero . $A_s =$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia . $V_u = 2.50 / 2.5 = 1.00$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 1.00 = 1.097$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 1.097$ CK.
- $M_{3-4}^+ = M_{6-7}^+ = 1.000$.- $1.000 / 2.5 = 0.400$; $0.400 < 0.604$ (As mín.)
 Area de acero . $A_s =$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia . $V_u = 1.63 / 2.5 = 0.65$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.65 = 0.72$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 0.72$ CK.
- $M_4^- = M_6^- = 1.250$.- $1.250 / 2.5 = 0.500$; $0.500 < 0.586$ (As mín.)
 Area de acero . $A_s =$ ----- 1 \emptyset 1/2"
 Adherencia . $V_u = 2.24 / 2.5 = 0.89$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.89 = 0.98$
 El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 0.98$ CK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$\frac{M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = 1.080}{\text{Area de acero .}} \quad 1.080/2.5 = 0.432 \quad ; \quad 0.432 < 0.604 \text{ (As mín.)}$$

$$\text{As} = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

$$\text{Adherencia .} \quad V_u = 1.72/2.5 = 0.69 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.69 = 0.76$$

$$\text{El perímtero existente es } \Sigma_o = 3.97 > 0.76 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_5^- = 1.300}{\text{Area de acero .}} \quad 1.300 / 2.5 = 0.520 \quad ; \quad 0.520 < 0.586 \text{ (As mín.)}$$

$$\text{As} = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

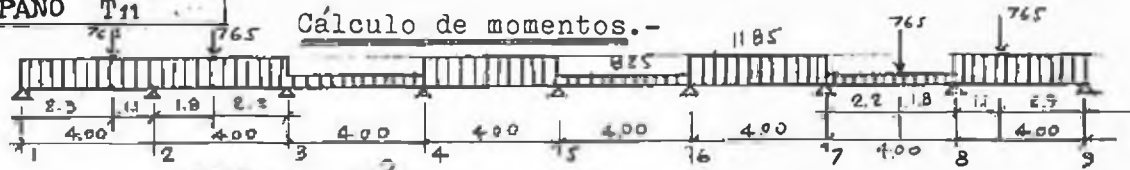
$$\text{Adherencia .} \quad V_u = 2.28 / 2.5 = 0.91 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.91 = 1.00$$

$$\text{El perímtero existente es } \Sigma_o = 3.97 > 1.00 \quad \text{OK.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO T11

Cálculo de momentos.-



$$M_{01} = M_{910} = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640 \text{ T-m.}$$

Caso 1.- (Máx. Momento -
en 1, 2, 8 y 9)

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} = 1.580 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} = 1100 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{98} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.90 \times 1.10^2}{4.00^2} = 1.748 \text{ T-m.}$$

$$M_{21} = M_{89} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.90^2 \times 1.10}{4.00^2} = 2.022 \text{ T-m.}$$

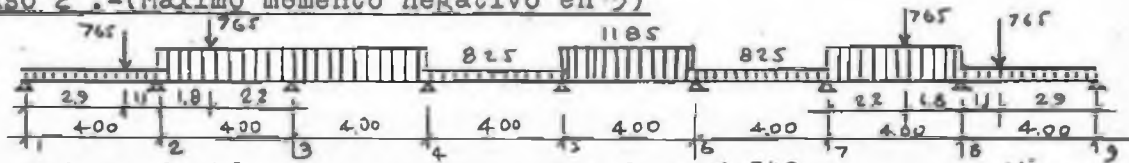
$$M_{23} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80 \times 2.20^2}{4.00^2} = 1.997 \text{ T-m.}$$

$$M_{32} = \frac{1185 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 1.80^2 \times 2.20}{4.00^2} = 1.921 \text{ T-m.}$$

$$M_{78} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.20 \times 1.80^2}{4.00^2} = 1.441 \text{ T-m.}$$

$$M_{87} = \frac{825 \times 4.00^2}{12} + \frac{765 \times 2.20^2 \times 1.80}{4.00^2} = 1.517 \text{ T-m.}$$

Caso 2.- (Máximo momento negativo en 3)



$$M_{01} = M_{910} = 0.446$$

$$M_{21} = M_{89} = 1.542$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = 1.580$$

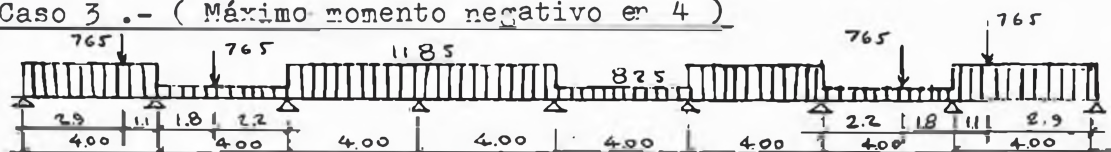
$$M_{23} = M_{87} = 1.997$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.100$$

$$M_{32} = M_{78} = 1.921 \text{ T-m.}$$

$$M_{12} = M_{98} = 1.268$$

Caso 3.- (Máximo momento negativo en 4)



$$M_{01} = M_{910} = 0.640$$

$$M_{12} = M_{98} = 1.748$$

$$M_{32} = M_{78} = 1.441$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.580$$

$$M_{21} = M_{89} = 2.022$$

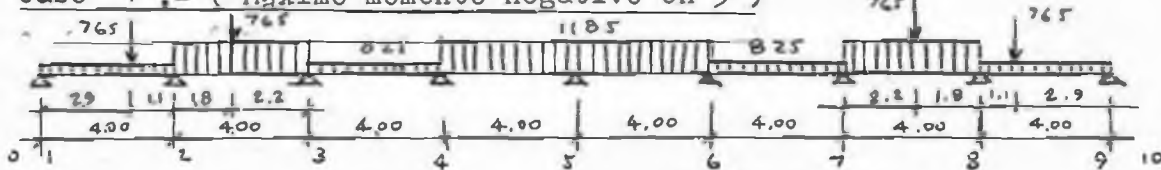
$$M_{56} = M_{65} = 1.100$$

$$M_{23} = M_{87} = 1.517 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

94

Caso 4 .- (Máximo momento negativo en 5)



$$M_{01} = M_{910} = 0.446$$

$$M_{21} = M_{89} = 1.542 \quad l' = 3.60$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{67} = M_{76} = 1.100$$

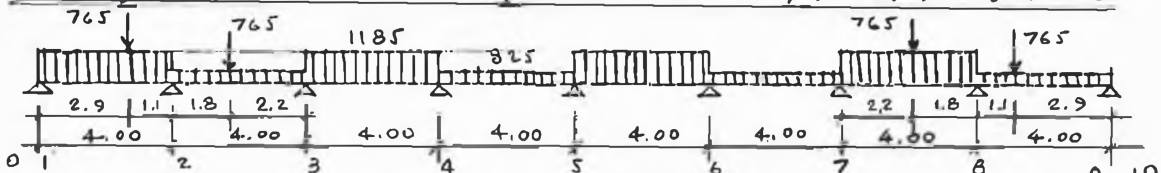
$$M_{23} = M_{87} = 1.997$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{56} = M_{65} = 1.580$$

$$M_{32} = M_{78} = 1.921 \quad T-m.$$

$$M_{12} = M_{98} = 1.268$$

Caso 5 .- (Máximo momento positivo en 1-2 , 3-4 , 5-6 y 7-8)



$$M_{01} = 0.640 \quad T-m.$$

$$M_{89} = 1.542$$

$$M_{910} = 0.446$$

$$M_{98} = 1.268 \quad l' = 3.60$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = 1.580$$

$$M_{23} = 1.517$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.100$$

$$M_{32} = 1.441$$

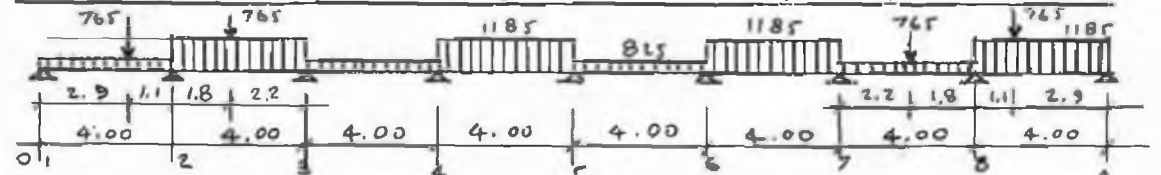
$$M_{12} = 1.748$$

$$M_{78} = 1.921$$

$$M_{21} = 2.022$$

$$M_{87} = 1.997$$

Caso 6 .- (Máximo momento positivo en 2-3 , 4-5 , 6-7 y 8-9)



$$M_{01} = 0.446$$

$$M_{89} = 2.022$$

$$M_{910} = 0.640$$

$$M_{98} = 1.748 \quad l' = 3.60$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = 1.100$$

$$M_{23} = 1.997$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.580$$

$$M_{32} = 1.921$$

$$M_{12} = 1.268$$

$$M_{78} = 1.441$$

$$M_{21} = 1.542$$

$$M_{87} = 1.517 \quad T-m.$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

97

Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramos : 3-4 , 4-5 , 5-6 , 6-7 .

$$\frac{825 \times 4.00^2}{8} = 1.650 \quad ; \quad \frac{1185 \times 4.00^2}{8} = 2.370$$

Tramos : 1-2 , 2-3 , 7-8 , 8-9 .

$$\frac{825 \times 4.00^2}{8} = 1.650 \text{ (w)} \quad ; \quad \frac{765 \times 1.80 \times 2.20}{4.00} = 0.757 \text{ (c)}$$

$$\frac{1185 \times 4.00^2}{8} = 2.370 \text{ (w)} \quad ; \quad \frac{765 \times 1.10 \times 2.90}{4.00} = 0.610 \text{ (c)}$$

Acerc por flexión.-

$$M_1^- = M_9^- = 0.640 \text{ .- } 0.640 / 2.5 = 0.256 \quad ; \quad 0.256 < 0.586 \text{ (As mín.)}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 1.90 / 2.5 = 0.76 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.76 = 0.83$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97 > 0.83 \text{ OK.}$

$$M_{1-2}^+ = M_{8-9}^+ = 1.475 \text{ .- } 1.475 / 2.5 = 0.590 \quad ; \quad 0.590 < 0.604 \text{ (As mín.)}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.51 / 2.5 = 1.00 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 1.00 = 1.097$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97 > 1.097 \text{ OK.}$

$$M_2^- = M_8^- = 1.790 \text{ .- } 1.790 / 2.5 = 0.716$$

Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.716 = 1.44 \quad ; \quad a = 1.569 \times 1.44 = 2.25$

$$-A_s = \frac{0.716 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{2.25}{2} \right)} = 1.37$$

$A_s = 1.37 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$

Adherencia . $V_u = 3.12 / 2.5 = 1.25 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 1.25 = 1.37$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 5.935 > 1.37 \text{ OK.}$

$$M_{2-3}^+ = M_{7-8}^+ = 1.375 \text{ .- } 1.375 / 2.5 = 0.550 \quad ; \quad 0.550 < 0.586 \text{ (As mín.)}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.12 / 2.5 = 0.85 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.85 = 0.93$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97 > 0.93 \text{ OK.}$

$$M_3^- = M_7^- = 1.350 \text{ .- } 1.350 / 2.5 = 0.540 \quad ; \quad 0.540 < 0.586 \text{ (As mín.)}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $2.40 / 2.5 = 0.96 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.96 = 1.05 < \Sigma_o = 3.97 \text{ OK.}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$\frac{M_{3-4}^+ = M_{6-7}^+ = 1.025}{\text{Area de acero .}} \quad \text{.-} \quad 1.025/2.5 = 0.410 \quad ; \quad 0.410 < 0.604 (\text{As m\u00edn.})$$

$$\text{Area de acero .} \quad A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2''$$

$$\text{Adherencia .} \quad V_u = 1.67/2.5 = 0.67 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.67 = 0.73$$

$$\text{El per\u00edmetro existente es } \Sigma_o = 3.97 > 0.73 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_4^- = M_6^- = 1.250}{\text{Area de acero .}} \quad \text{.-} \quad 1.250 / 2.5 = 0.500 \quad ; \quad 0.500 < 0.586 (\text{As m\u00edn.})$$

$$\text{Area de acero .} \quad A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2''$$

$$\text{Adherencia .} \quad V_u = 2.24 / 2.5 = 0.89 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.89 = 0.98$$

$$\text{El per\u00edmetro existente es } \Sigma_o = 3.97 > 0.98 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = 1.040}{\text{Area de acero .}} \quad \text{.-} \quad 1.040/2.5 = 0.416 \quad ; \quad 0.416 < 0.604 (\text{As m\u00edn.})$$

$$\text{Area de acero .} \quad A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2''$$

$$\text{Adherencia .} \quad V_u = 1.69/2.5 = 0.68 \quad ; \quad \Sigma_o = 1.097 \times 0.68 = 0.74$$

$$\text{El per\u00edmetro existente es } \Sigma_o = 3.97 > 0.74 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_5^- = 1.300}{\text{Area de acero .}} \quad \text{.-} \quad 1.300/2.5 = 0.520 \quad ; \quad 0.520 < 0.586 (\text{As m\u00edn.})$$

$$\text{Area de acero .} \quad A_s = \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2''$$

$$\text{Adherencia .} \quad V_u = 2.24/2.5 = 0.89$$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.89 = 0.98$$

$$\text{El per\u00edmetro existente es } \Sigma_o = 3.97 \text{ cms.}$$

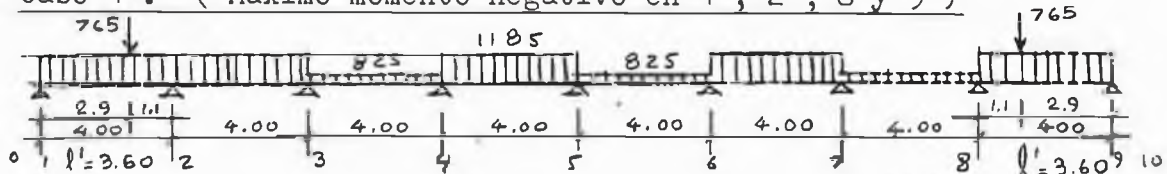
$$3.97 > 0.98 \quad \text{OK.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PARC T₁₂

Cálculo de momentos.-

Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1 , 2 , 8 y 9)



$$M_{01} = M_{9.10} = 0.640$$

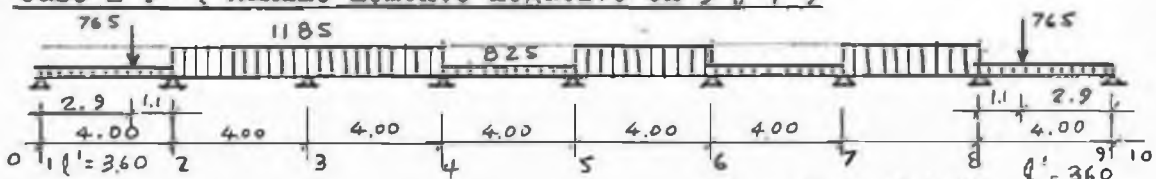
$$M_{12} = M_{98} = 1.748$$

$$M_{23} = M_{32} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.580$$

$$M_{21} = M_{89} = 2.022 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = M_{78} = M_{87} = 1.100$$

Caso 2 .- (Máximo momento negativo en 3 y 7)



$$M_{01} = M_{9.10} = 0.446$$

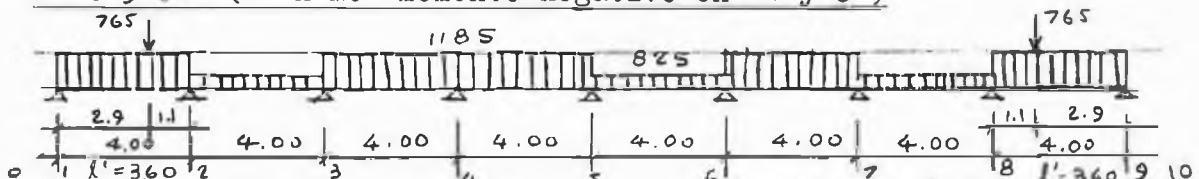
$$M_{12} = M_{98} = 1.268$$

$$M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.100$$

$$M_{21} = M_{89} = 1.542 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = M_{78} = M_{87} = 1.580 \text{ T-m.}$$

Caso 3 .- (Máximo momento negativo en 4 y 6)



$$M_{01} = M_{9.10} = 0.640$$

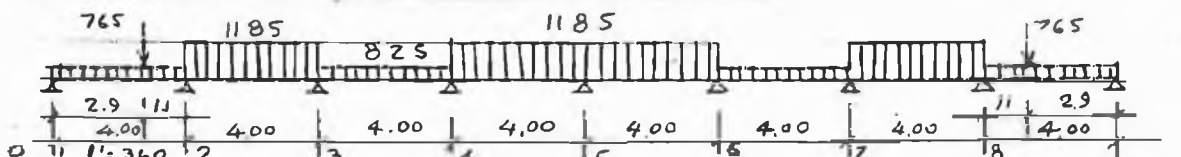
$$M_{12} = M_{98} = 1.748$$

$$M_{23} = M_{32} = M_{56} = M_{65} = M_{78} = M_{87} = 1.100$$

$$M_{21} = M_{89} = 2.022 \text{ T-m.}$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.580$$

Caso 4 .- (Máximo momento negativo en 5)



$$M_{01} = M_{9.10} = 0.446$$

$$M_{12} = M_{98} = 1.268$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{67} = M_{76} = 1.100$$

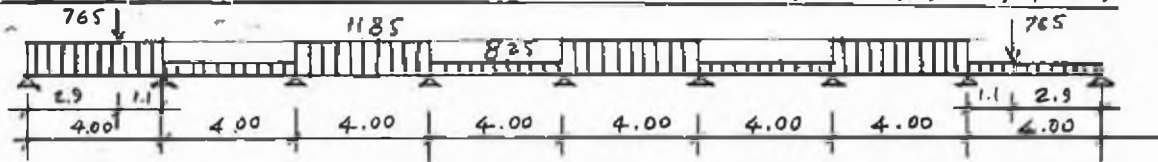
$$M_{21} = M_{89} = 1.542$$

$$M_{23} = M_{32} = M_{45} = M_{54} = M_{56} = M_{65} = M_{78} = M_{87} = 1.580 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

100

Caso 5 .- (Máximo momento positivo en 1-2 , 3-4 , 5-6 , 7-8)



$$M_{01} = 0.640$$

$$M_{12} = 1.748$$

$$M_{010} = 0.446$$

$$M_{21} = 2.022$$

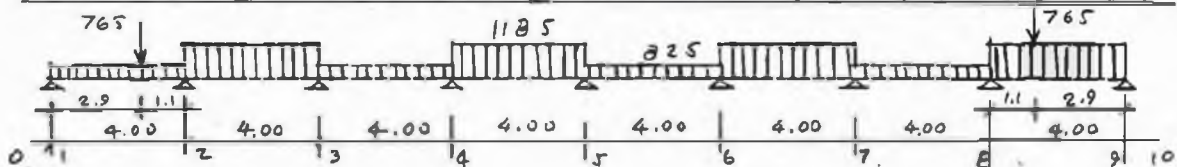
$$M_{23} = M_{32} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.100$$

$$M_{89} = 1.542$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = M_{78} = M_{87} = 1.580$$

$$M_{98} = 1.268 \text{ T-m.}$$

Caso 6 .- (Máximo momento positivo en 2-3 , 4-5 , 6-7 y 8-9)



$$M_{01} = 0.446$$

$$M_{12} = 1.268$$

$$M_{9,10} = 0.640$$

$$M_{21} = 1.542$$

$$M_{23} = M_{32} = M_{45} = M_{54} = M_{67} = M_{76} = 1.580$$

$$M_{89} = 2.022$$

$$M_{34} = M_{43} = M_{56} = M_{65} = M_{78} = M_{87} = 1.100$$

$$M_{98} = 1.748 \text{ T-m.}$$

Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramos : 2-3 , 3-4 , 4-5 , 5-6 , 6-7 , 7-8 .

$$\frac{825 \times 4.00^2}{8} = 1.650 \text{ (w)}$$

$$; \frac{1185 \times 4.00^2}{8} = 2.370 \text{ (w)}$$

Tramos 1-2 , 8-9 .

$$\frac{825 \times 4.00^2}{8} = 1.650 \text{ (w)}$$

$$; \frac{765 \times 1.10 \times 2.90}{4.00} = 0.610 \text{ (c)}$$

$$\frac{1185 \times 4.00^2}{8} = 2.370 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| Caso 1 .. | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 100 | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 100 |
| + .640 | +2022 | +1518 | +1100 | +1100 | +1518 | +1100 | +1518 | +1100 | +1748 |
| +1108 | +221 | +240 | +240 | +240 | +240 | +240 | +240 | +240 | +1108 |
| +110 | +554 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 |
| + .110 | +217 | +005 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 |
| + .108 | +055 | +002 | +108 | +060 | +060 | +060 | +060 | +060 | +168 |
| + .108 | +025 | +026 | +024 | +031 | +030 | +030 | +030 | +030 | +168 |
| + .013 | +054 | +012 | +013 | +015 | +015 | +015 | +015 | +015 | +084 |
| + .013 | +033 | +001 | +001 | +001 | +001 | +001 | +001 | +001 | +030 |
| + .016 | +006 | +000 | +016 | +000 | +007 | +007 | +011 | +011 | +035 |
| + .016 | +003 | +003 | +003 | +003 | +007 | +007 | +009 | +009 | +035 |
| + .640 | +2191 | +2190 | +1113 | | | | | | |
| Caso 2 .. | | | | | | | | | |
| 100 | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 100 |
| + .446 | +1542 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +126 |
| + .822 | +013 | +019 | +000 | +000 | +240 | +240 | +240 | +240 | +126 |
| + .009 | +41 | +000 | +000 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +126 |
| + .009 | +205 | +055 | +055 | +060 | +120 | +120 | +120 | +120 | +126 |
| + .102 | +0 | +027 | +102 | +030 | +027 | +060 | +060 | +060 | +126 |
| + .102 | +011 | +011 | +066 | +066 | +045 | +045 | +046 | +046 | +126 |
| + .005 | +051 | +033 | +005 | +021 | +023 | +023 | +023 | +023 | +126 |
| + .005 | +042 | +042 | +013 | +013 | +027 | +027 | +027 | +027 | +126 |
| + .021 | +003 | +006 | +021 | +013 | +006 | +011 | +008 | +008 | +126 |
| + .021 | +004 | +004 | +017 | +017 | +008 | +008 | +009 | +009 | +126 |
| | +1759 | +1759 | +1612 | +1612 | +1267 | +1266 | | | |
| Caso 3 .. | | | | | | | | | |
| 100 | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 05 of | 100 |
| + .640 | +2021 | +1100 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +1580 | +1748 |
| +1108 | +461 | +240 | +240 | +240 | +240 | +240 | +240 | +240 | +1108 |
| +230 | +554 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +120 | +230 |
| +168 | +337 | +337 | +115 | +115 | +060 | +060 | +060 | +060 | +168 |
| +168 | +115 | +057 | +168 | +000 | +057 | +030 | +087 | +087 | +168 |
| +168 | +086 | +086 | +084 | +013 | +013 | +030 | +058 | +058 | +168 |
| +043 | +084 | +042 | +043 | +006 | +042 | +015 | +057 | +057 | +050 |
| +043 | +063 | +063 | +024 | +024 | +011 | +011 | +036 | +036 | +050 |
| +031 | +021 | +012 | +031 | +006 | +018 | +018 | +005 | +005 | +035 |
| +031 | +016 | +016 | +018 | +018 | +006 | +006 | +005 | +005 | +035 |
| +031 | +016 | +016 | +1781 | +1780 | +1221 | +1220 | | | |
| | +1113 | +1110 | | | | | | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

103

$$\underline{M_1^- = M_9^- = 0.640} \text{ .- } 0.640/2.5 = 0.256 ; 0.256 < 0.586(\text{As m\u00edn.})$$

Area de acero . $As = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $Vu = 1.95/2.5 = 0.78 ; \Sigma_0 = 1.097 \times 0.78 = 0.86$

El per\u00edmetro existente $\Sigma_0 = 3.97 > 0.86$ OK.

$$\underline{M_{1-2}^+ = M_{8-9}^+ = 1.580} \text{ .- } 1.580/2.5 = 0.632 ;$$

Area de acero . $-As = 2.004 \times 0.632 = 1.26$

$$a = 0.392 \times 1.26 = 0.49$$

$$-As = \frac{0.632 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{0.49}{2})} = 1.15$$

$As = 1.15 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $Vu = 2.540/2.5 = 1.020 ; \Sigma_0 = 1.097 \times 1.02 = 1.12$

El per\u00edmetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 1.12$ OK.

$$\underline{M_2^- = M_8^- = 1.690} \text{ .- } 1.690/2.5 = 0.676$$

Area de acero . $-As = 2.004 \times 0.676 = 1.35$

$$a = 1.569 \times 1.35 = 2.12$$

$$-As = \frac{0.676 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{2.12}{2})} = 1.27$$

$As = 1.27 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $Vu = 3.05/2.5 = 1.22 ; \Sigma_0 = 1.097 \times 1.22 = 1.34$

El per\u00edmetro existente es $\Sigma_0 = 3.97$

$3.97 > 1.34$ OK.

$$\underline{M_{2-3}^+ = M_{7-8}^+ = 0.860} \text{ .- } 0.860/2.5 = 0.344 ; 0.344 < 0.604(\text{As m\u00edn.})$$

Area de acero . $As = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $Vu = 1.55/2.5 = 0.62$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.62 = 0.68$$

El per\u00edmetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 \text{ cms.}$

$3.97 > 0.68$ OK.

$$\underline{M_3^- = M_7^- = 1.180} \text{ .- } 1.180/2.5 = 0.472 ; 0.472 < 0.586(\text{As m\u00edn.})$$

Area de acero . $As = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $Vu = 2.20/2.5 = 0.88 ; \Sigma_0 = 1.097 \times 0.88 = 0.96$

El per\u00edmetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 > 0.96$ OK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

104

$$\frac{M_{3-4}^+ = M_{6-7}^+ = 1.100.-}{\text{Area de acero .}} \quad 1.100/2.5 = 0.440 \quad ; \quad 0.440 < 0.604(\text{As mín})$$

$$\text{As} = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

Adherencia . $V_u = 1.73/2.5 = 0.69$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.69 = 0.76$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97 \text{ cms.}$

$$3.97 > 0.76 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_4^- = M_6^- = 1.300}{\text{Area de acero .}} \quad 1.300/2.5 = 0.520 \quad ; \quad 0.520 < 0.586(\text{As mín})$$

$$\text{As} = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

Adherencia . $V_u = 2.30/2.5 = 0.92$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.92 = 1.01$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97$

$$3.97 > 1.01 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = 1.040}{\text{Area de acero .}} \quad 1.040/2.5 = 0.416 \quad ; \quad 0.416 < 0.604(\text{As mín.})$$

$$\text{As} = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

Adherencia . $V_u = 1.66/2.5 = 0.66$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.66 = 0.73$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97 \text{ cms.}$

$$3.97 > 0.73 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{M_5^- = 1.250}{\text{Area de acero .}} \quad 1.250/2.5 = 0.500 \quad ; \quad 0.500 < 0.586(\text{As mín})$$

$$\text{As} = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

Adherencia . $V_u = 2.24/2.5 = 0.89$

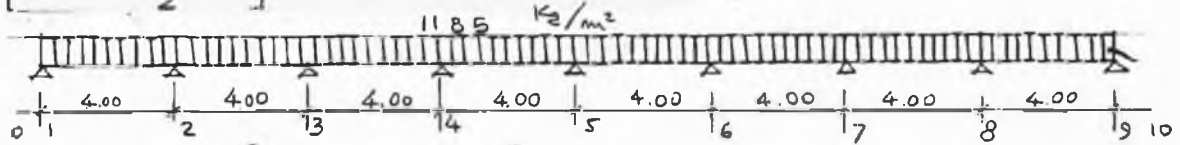
$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.89 = 0.98$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97 \text{ cms.}$

$$3.97 > 0.98 \quad \text{OK.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAIC T₁₂ Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = M_9^- = \frac{w \cdot l^2}{24} = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640$$

$$M_{2 \text{ ex.}}^- = M_{8 \text{ ex.}}^- = \frac{w \cdot l^2}{10} = \frac{1185 \times 3.60^2}{10} = 1.536$$

$$M_{2 \text{ int.}}^- = M_{8 \text{ int.}}^- = \frac{w \cdot l^2}{11} = \frac{1185 \times 3.60^2}{11} = 1.396$$

$$M_3^- = M_4^- = M_5^- = M_6^- = M_7^- = \frac{w \cdot l^2}{11} = \frac{1185 \times 3.60^2}{11} = 1.396$$

$$M_{1-2}^+ = M_{8-9}^+ = \frac{w \cdot l^2}{14} = \frac{1185 \times 3.60^2}{14} = 1.097$$

$$M_{2-3}^+ = M_{3-4}^+ = M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = M_{6-7}^+ = M_{7-8}^+ = \frac{w \cdot l^2}{16} = \frac{1185 \times 3.60^2}{16} = 0.960 \text{ T-m.}$$

Acero por flexion.-

$$M_1^- = M_9^- = 0.640 \quad \therefore \quad 0.640/2.5 = 0.256 \quad ; \quad 0.256 < 0.586 \text{ (As mín.)}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.13/2.5 = 0.85$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.85 = 0.94$$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 \text{ cms.}$

$$3.97 > 0.94 \quad \text{OK.}$$

$$M_{1-2}^+ = M_{8-9}^+ = 1.097 \quad \therefore \quad 1.097/2.5 = 0.439 \quad ; \quad 0.439 < 0.604 \text{ (As mín.)}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.45/2.5 = 0.98$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.98 = 1.07$$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97$

$$3.97 > 1.07 \quad \text{OK.}$$

$$M_2^- = M_8^- = 1.536 \quad \therefore \quad 1.536/2.5 = 0.614$$

Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.614 = 1.23$

$$a = 1.569 \times 1.23 = 1.93$$

$$-A_s = \frac{0.614 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.93}{2}\right)} = 1.16$$

$$A_s = 1.16 \text{ cm}^2/v. \quad \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

106

Adherencia . $V_u = 2.45/2.5 = 0.98$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.98 = 1.07$
El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97$
 $3.97 > 1.07$ OK.

$$\frac{M_{2-3}^+ = M_{7-8}^+ = M_{3-4}^+ = M_{6-7}^+ = M_{4-5}^+ = M_{5-6}^+ = 0.960 \text{ .- } 0.960/2.5 = .384}{0.384 < 0.604 \text{ (As mínimo)}}$$

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.45/2.5 = 0.98$; $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.98 = 1.07$
El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 \text{ cms.}$
 $3.97 > 1.07$ OK.

$$\frac{M_{3-4}^- = M_{4-5}^- = M_{5-6}^- = M_{6-7}^- = 1.369 \text{ .-}}{0.558 < 0.586 \text{ (As mínimo)}} \quad 1.369/2.5 = 0.558$$

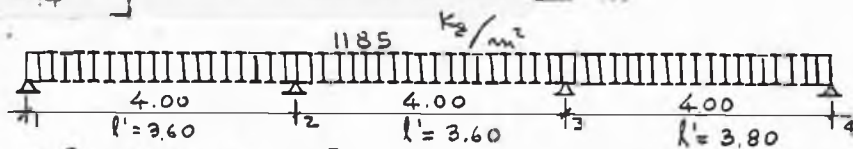
Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.13/2.5 = 0.85$
 $\Sigma_0 = 1.097 \times 0.85 = 0.94$
El perímetro existente es $\Sigma_0 = 3.97 \text{ cms.}$
 $3.97 > 0.94$ OK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

187

PAÑO T₁₄ Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = \frac{w \cdot l'^2}{24} = \frac{1185 \times 3.60^2}{24} = 0.640 \quad \text{T-m.}$$

$$M_2^- \text{ ext} = \frac{w \cdot l'^2}{10} = \frac{1185 \times 3.60^2}{10} = 1.536 \quad "$$

$$M_2^- \text{ int} = \frac{w \cdot l'^2}{11} = \frac{1185 \times 3.60^2}{11} = 1.396 \quad "$$

$$M_3^- \text{ ext} = \frac{w \cdot l'^2}{10} = \frac{1185 \times 3.70^2}{10} = 1.622 \quad "$$

$$M_3^- \text{ int} = \frac{w \cdot l'^2}{11} = \frac{1185 \times 3.70^2}{11} = 1.475 \quad "$$

$$M_4^- = \frac{w \cdot l'^2}{24} = \frac{1185 \times 3.80^2}{24} = 0.713 \quad "$$

$$M_{12}^+ = \frac{w \cdot l'^2}{14} = \frac{1185 \times 3.60^2}{14} = 1.097 \quad "$$

$$M_{23}^+ = \frac{w \cdot l'^2}{16} = \frac{1185 \times 3.60^2}{16} = 0.960 \quad "$$

$$M_{34}^+ = \frac{w \cdot l'^2}{14} = \frac{1185 \times 3.80^2}{14} = 1.222 \quad "$$

Acero por flexión.-

$M_1^- = 0.640$.- $0.640/2.5 = 0.256$; $0.256 < 0.586$ (As mínimo)

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.13/2.5 = 0.85$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.85 = 0.94$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97$

$$3.97 > 0.94 \quad \text{OK.}$$

$M_{1-2}^+ = 1.097$.- $1.097/2.5 = 0.439$; $0.439 < 0.604$ (As mínima)

Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.45/2.5 = 0.98$

$$\Sigma_o = 1.097 \times 0.98 = 1.07$$

El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97$

$$3.97 > 1.07 \quad \text{OK.}$$

$M_2^- = 1.536$.- $1.536/2.5 = 0.614$ (igual que M_2^- del T₁₃)

Area de acero . $A_s = 1.16 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Adherencia . $V_u = 2.45/2.5 = 0.98$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.98 = 1.07$
 El perimetro existente es $\Sigma_o = 3.97$ cms.
 $3.97 > 1.07$ OK.

$M_{2-3}^+ = 0.960$.- $0.960/2.5 = 0.384$; $0.384 < 0.604$ (As mínima.)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$
 Adherencia . (Igual que la adherencia anterior)

$M_3^- = 1.622$.- $1.622/2.5 = 0.649$
 Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.649 = 1.30$
 $a = 1.569 \times 1.30 = 2.03$
 $-A_s = \frac{0.649 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (22 - \frac{2.03}{2})} = 1.23$
 $A_s = 1.23 \text{ cm}^2/v.$ ----- $1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.13/2.5 = 0.85$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.85 = 0.94$
 El perimetro existente es 3.97 cms.
 $3.97 > 0.94$ OK.

$M_{3-4}^+ = 1.222$.- $1.222/2.5 = 0.590$; $0.590 < 0.604$ (As mínima)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$
 Adherencia . $V_u =$ (Igual a la adherencia anterior)

$M_4^- = 0.713$.- $0.713/2.5 = 0.285$; $0.285 < 0.586$ (As mínima).
 Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$
 Adherencia . $V_u =$ (Igual a la adherencia de M_{3-4}^+)

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

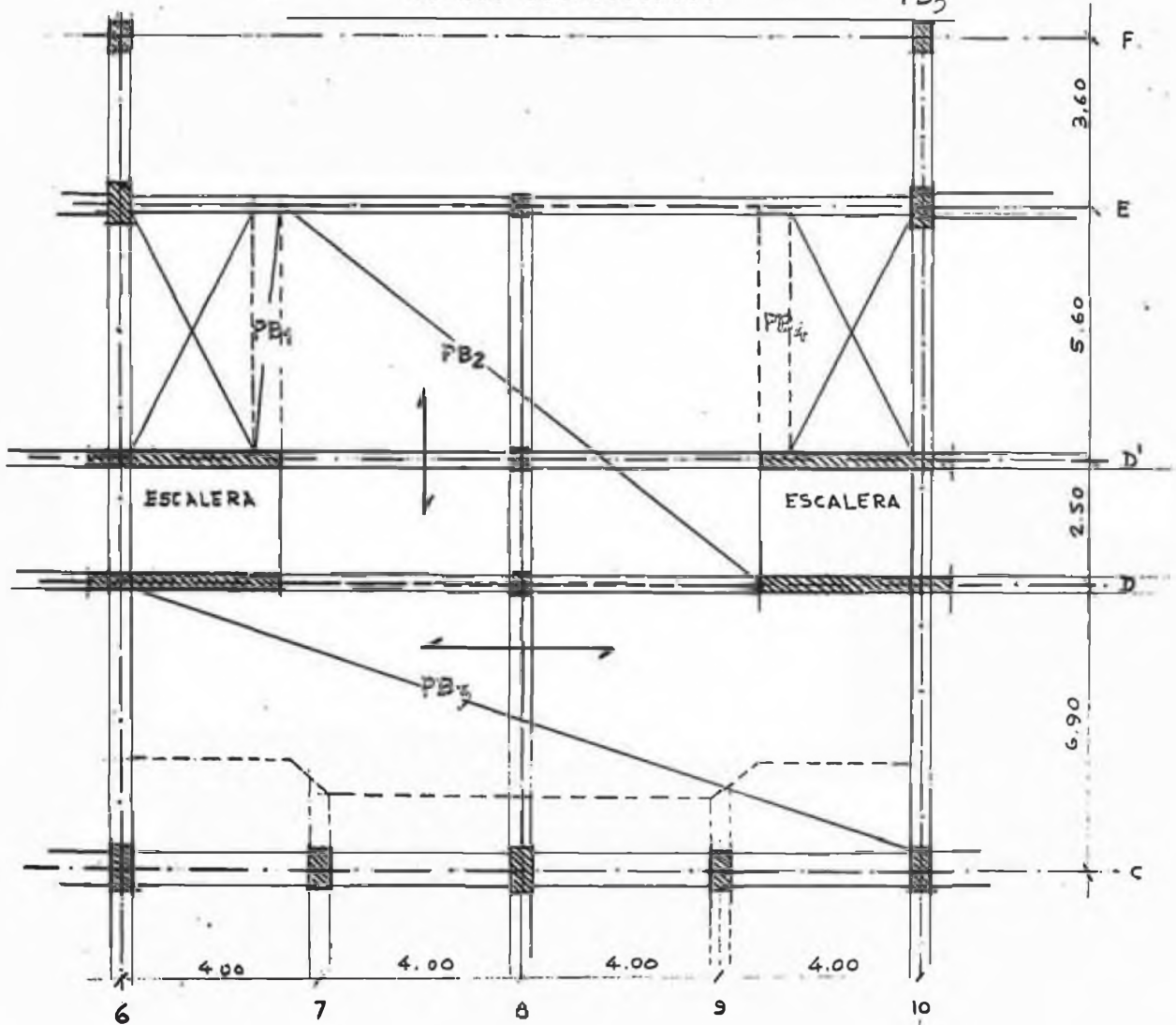
109

ALIGERADO DE LA PLANTA BAJA

El aligerado de la planta b. es igual al aligerado del piso TIPICO a. lo que se debe agregar los siguientes paños : PB_1 , PB_2 , PB_3 y PB_4

Debemos hacer notar que los paños PB_1 y PB_4 son iguales por simetría . Para solucionar estos paños extras que tiene el primer piso utilizaremos los siguientes métodos :

- Método simple PB_1
- " Cross PB_2
- " de los coeficientes PB_3



NOTA : Estos paños estarán excentos de cargas como : Repartida por tabiquería , concentradas por muros ó parapetos.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

110

DISEÑO ALIGERADOS PLANTA BAJA

Area de acero.-

Tomaremos el mismo tipo de concreto y fierro que en los pisos típicos , por lo tanto las fórmulas a usar en el diseño serán las mismas.

Verificación del corte .- el corte máximo de estos aligerados es de 3.984 Ton./ m -l , que corresponde al paño PB₃ ; teniendo por corte unitario :

$$v = \frac{3.984}{2.5 \times 10 \times 22} = 7.2$$

Siendo para el concreto.....

$$v_c = 1.1 \times 0.53 \times \phi \times \sqrt{f'_c}$$

$$v_c = 1.1 \times 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{210} = 7.2$$

Como $v = v_c$. No necesitaremos ensanche de viguetas.

Verificación de sección .- Tomamos las mismas consideraciones que en el piso típico .

$$a = k_1 \text{ kud} = k_1 t = 0.85 \times 5 = 4.25$$

$$\text{Máx. momento (+)} = 3.961 \quad A_s = \frac{3.961}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{4.25}{2} \right)} = 7.91$$

$$p = \frac{7.91}{100 \times 22} = 0.00359$$

$$q = 0.00359 \times \frac{2800}{210} = 0.0478$$

$$1.18 q \frac{d}{k_1} = 1.18 \times 0.0478 \times \frac{22}{0.85} = 1.46$$

Como $1.46 < 5$, la sección será rectangular .

Verificación del momento máximo .- El máximo momento es 5.545 T-m/m lo que dá por vigueta :

$$6.161 / 2.5 = 2.464 \text{ T-m/vigueta}$$

Como $K_u \text{ máx.} = 2.663$; $2.663 > 2.464$ indicandonos esto que estamos debajo del momento máximo.

Acero mínimo .- Tomamos las mismas consideraciones que en el piso típico.

ARANA MENDOÇILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Comprobación de la flecha .- La cuantía máxima para el efecto de la comprobación de la deflexión es:

$$p = 0.18 \frac{f'_c}{f_y} = 0.18 \frac{210}{2800} = 0.0135$$

El area de acero correspondiente será :

$$A_s = 0.0135 \times 22 \times 10 = 2.97 \text{ cm}^2$$

De fórmula s halladas anteriormente

$$a = 0.392 \times 2.97 = 1.16$$

El momento correspondiente es :

$$M_u = 2.97 \times 0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{1.16}{2}\right) / 10^5 =$$

$$M_u = 1.60$$

El momento máximo en el nivel es : $M_u = \frac{3.561}{2.5} = 1.58$

Como : $1.58 < 1.60$ No será necesario comprobar la flecha

Comprobación de la adherencia . Cálculo del perímetro mínimo necesario en función del corte para tomar el esfuerzo máximo de adherencia en las diferentes situaciones.

a) $f'_c = 210$, $\emptyset 1/2''$, $d = 22 \text{ cm.}$

$$\mu_u = \frac{6.4 \sqrt{210}}{1.27} = 73.00 > 50$$

$$\Sigma_o = \frac{V_u \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.87 \times 22} = 1.097 V_u$$

$$\Sigma_o = 1.097 V_u$$

b) $f'_c = 210$, $\emptyset 5/8''$, $d = 22 \text{ cms.}$

$$\mu_u = \frac{6.4 \times \sqrt{210}}{1.588} = 59.52 > 56$$

$$\Sigma_o = \frac{V_u \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.87 \times 22} = 1.097 V_u$$

$$\Sigma_o = 1.097 V_u$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

112

c) $f'_c = 210$, $\phi 3/4"$, $d = 22$ cms.

$$\mu_u = \frac{3.4 \cdot 210}{1.095} = 48.68 < 56$$

$$\Sigma_o = \frac{V_u \times 10^3}{0.85 \times 48.68 \times 0.87 \times 22} = 1.262 V_u$$

$$\Sigma_o = 1.262 V_u$$

Cálculo del largo de desarrollo .- Lo calculamos mediante la tabla de la publicación especial N° 17 del ACI

$$L_d = \frac{1.3 f_y}{\mu_u \Sigma_o}$$

Para $f'_c = 210$ kg/cm² ; $f_y = 2800$ kg/cm² ; y los siguientes ϕ .

a) - $\phi 3/8"$.- $L_d = 11.5 \approx 12$ cms.

b) $\phi 1/2"$.- $L_d = 15.75 \approx 16$ cms.

c) $\phi 5/8"$.- $L_d = 19.5 \approx 20$ cms.

d) $\phi 3/4"$.- $L_d = 26.75 \approx 27$ cms.

El reglamento señala que si estos largos de desarrollo por anclaje se incrementan en un 25 % se exonera el chequeo por adherencia . En el caso de la presente tesis hemos efectuado el chequeo por adherencia .

Envoltentes.- Con los momentos que se calcularán mas adelante mediante el metodo de Cross y el que llamaremos simple, graficaremos las envoltentes de momentos. Ver plano N° 17 . Con los cortes que se calcularán como se ha explicado en la azotea, graficaremos las envoltentes de corte. Ver plano N° 17 . No es necesario graficar envoltentes para los momentos y cortes que se calcularán por el metodo de los coeficientes.

Colocacion del acero.- La colocacion del acero se ha efectuado según el inciso 803 del reglamento ACI 318-63. Ver plano N° 22 .

Acero por temperatura .- Según el reglamento ACI 318-63 , la cuantia del acero por temperatura en aligerados es 0.0020.

$$A_{s_t} = 0.0020 \times 5 \times 100 = 1 \text{ cms}^2 \text{ ----- } \phi 1/4" \approx 30 \text{ cms.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

CARGAS A CONSIDERAR , - Tal como se puede apreciar en el capítulo correspondiente al metrado de cargas - acápite : PLANTA BAJA , se tienen las siguientes cargas :

1.-Carga permanente repartida uniformemente .-

| | |
|--------------------------|-------------|
| Feso del aligerado | 350 kg/m-l. |
| Piso terminado..... | 90 kg/m-l. |
| Falso techo | 50 kg/m-l. |
| | 490 kg/m-l. |

Carga última permanente : $W_{uD} = 1.5 \times 490 = 735 \text{ kg/m.}$

2.-Sobrecarga .- $125 \text{ kg/m}^2.$

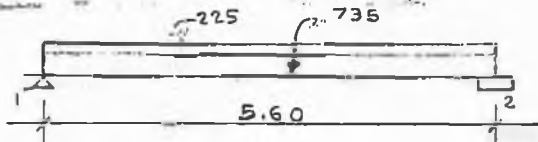
Carga última de sobrecarga: $W_{uL} = 1.8 \times 125 = 225 \text{ kg/m.}$

Por lo tanto tenemos:

$$W_u = W_{uD} + W_{uL} = 735 + 225 = 960 \text{ kg/m.}$$

PAÑO PE

Cálculo de momentos.



$$l' = 5.30$$

$$M_1^- = \frac{1}{24} w l'^2 = \frac{960 \times 5.30^2}{24} = 1.124 \text{ T-m.}$$

$$M_2^- = \frac{1}{16} w l'^2 = \frac{960 \times 5.30^2}{16} = 1.685 \text{ T-m.}$$

Cálculo del momento isostático :

$$M_{12} = \frac{w l^2}{8} = \frac{960 \times 5.60^2}{8} = 3.763 \text{ T-m.}$$

Acero p orflexión.-

$$M_1^- = 1.124 \text{ , - } 1.124/2.5 = 0.450 \text{ ; } 0.450 < 0.586 \text{ (as mín.)}$$

Área de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

114

Adherencia . $V_u = 2.44/2.5 = 0.98$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.98 = 1.07$
 El perimetro existente es $\Sigma_o = 3.97$
 $3.97 > 1.07$ CK.

$M_{1-2}^+ = 2.410$.- $2.410/2.5 = 0.946$
 Area de acero . $A_s = 2.004 \times 0.946 = 1.94$
 $a = 0.392 \times 1.94 = 0.76$

$$-A_s = \frac{0.946 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.76}{2}\right)} = 1.78$$

$$A_s = 1.78 \text{ cm}^2/v. \text{ ----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

Adherencia . $V_u = 2.41/2.5 = 0.96$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.96 = 1.06$
 El perimetro existente es $\Sigma_o = 4.987$
 $4.987 > 1.06$ CK.

$M_2^- = 1.685$.- $1.685/2.5 = 0.674$
 Area de acero . $-A_s = 2.004 \times 0.674 = 1.35$
 $a = 1.569 \times 1.35 = 2.12$

$$-A_s = \frac{0.674 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{2.12}{2}\right)} = 1.28$$

$$A_s = 1.28 \text{ cm}^2/v \text{ ----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

Adherencia . $V_u = 1.29/2.5 = 0.52$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.52 = 0.56$
 El perimetro existente es $\Sigma_o = 3.97$ cms.
 $3.97 > 0.56$ CK.

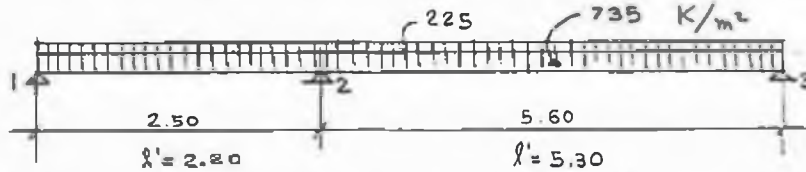
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

115

PAÑO PB₂

Calculo de momentos.-

Caso 1.- (Máximo momento negativo en 1 , 2 y 3)



$$C_{12} = 1.00 ; C_{32} = 1.00 ; C_{21} = 0.69 ; C_{23} = 0.31$$

Momentos de empotramiento :

$$M_{01} = \frac{960 \times 2.20^2}{24} = 0.194$$

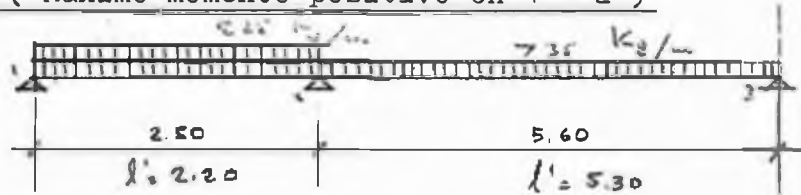
$$M_{23} = M_{32} = \frac{960 \times 5.60^2}{12} = 2.509$$

$$M_{12} = M_{21} = \frac{960 \times 2.50^2}{12} = 0.500$$

$$M_{34} = \frac{960 \times 5.30^2}{24} = 1.124 \text{ T-m.}$$

| | 1.00 | .69 | .31 | | 1.00 | |
|--------|---------------|--------------|---------------|--|---------------|---------------|
| + .194 | -.500 | + .500 | -2.509 | | +2.509 | -1.124 |
| | +.306 | +1.386 | + .623 | | -1.385 | |
| | +.693 | + .153 | -.692 | | + .316 | |
| | -.693 | + .372 | + .167 | | - .316 | |
| | +.186 | - .346 | - .158 | | + .083 | |
| | -.186 | + .348 | + .156 | | - .083 | |
| | +.174 | - .093 | - .041 | | + .078 | |
| | -.174 | + .092 | | | - .078 | |
| | + .194 | -.194 | +2.412 | | +1.124 | -1.124 |

Caso 2.- (Máximo momento positivo en 1 - 2)



Momentos de empotramiento .-

$$M_{01} = \frac{960 \times 2.20^2}{24} = 0.194 \text{ T-m.}$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{735 \times 5.60^2}{12} = 1.921$$

$$M_{12} = M_{21} = \frac{960 \times 2.50^2}{12} = 0.500$$

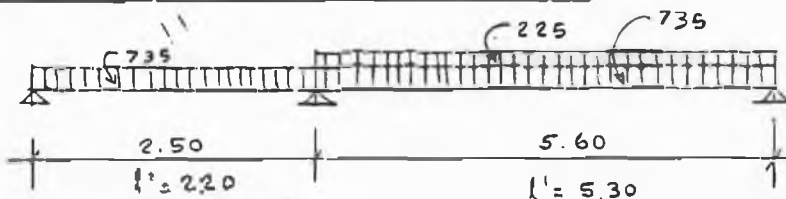
$$M_{34} = \frac{735 \times 5.30^2}{24} = 0.860 \text{ T-m.}$$

| | 1.00 | .69 | .31 | | 1.00 | |
|--------|---------------|--------------|---------------|--|---------------|--------------|
| + .194 | -.500 | + .500 | -1.921 | | +1.921 | -0.860 |
| | +.306 | + .980 | + .441 | | -1.084 | |
| | +.490 | + .153 | - .530 | | + .220 | |
| | -.490 | + .260 | + .117 | | - .220 | |
| | +.130 | - .245 | - .110 | | + .058 | |
| | -.130 | + .245 | + .110 | | - .058 | |
| | + .194 | -.194 | +1.893 | | + .860 | -.860 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

116

Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 2-3)



Momentos de empotramiento .-

$$M_{01} = \frac{735 \times 2.20^2}{24} = 0.148$$

$$M_{23} = M_{32} = \frac{960 \times 5.60^2}{12} = 2.509$$

$$M_{12} = M_{21} = \frac{735 \times 2.50^2}{12} = 0.383$$

$$M_{34} = \frac{960 \times 5.30^2}{24} = 1.124 \text{ T-m.}$$

| | | | | | | | |
|---------------|---------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|--|
| | 1.00 | | .69 | .31 | | 1.00 | |
| + .148 | - .383 | + .383 | - 2.509 | | + 2.509 | - 1.124 | |
| | + .235 | + 1.467 | + .659 | | + 1.385 | | |
| | + .735 | + .117 | - .092 | | + .329 | | |
| | - .733 | + .397 | + .178 | | - .329 | | |
| | + .198 | - .366 | - .164 | | + .089 | | |
| | - .198 | + .366 | - .164 | | - .089 | | |
| + .148 | - .148 | + 2.364 | - 2.364 | | + 1.124 | - 1.124 | |

Momentos isostáticos .-

Tramo 1 - 2 $\frac{735 \times 2.50^2}{8} = 0.575$; $\frac{960 \times 2.50^2}{8} = 0.750$

Tramo 2 - 3 $\frac{735 \times 5.60^2}{8} = 2.882$; $\frac{960 \times 5.60^2}{8} = 3.779 \text{ T-m.}$

Acero por flexión.-

$M_1 = 0.194$.- $0.194/2.5 = 0.078$; $0.078 < 0.586$ (As mínima)

Area de acero : $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

NOTA : asimilamos al A_s de $M_2 = 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

Adherencia . $V_u = 0.17/2.5 = 0.07$

$$\Sigma_0 = 1.097 \times 0.07 = 0.07$$

El perímetro existente es $\Sigma_0 = 4.987 \text{ cms.}$

$$4.987 > 0.07 \quad \text{OK.}$$

$M_{1-2}^+ = 0.000$.-

$M_2^- = 2.150$.- $2.150/2.5 = 0.860$

Area de acero . $A_s = 2.004 \times 0.860 = 1.72$

$$a = 1.569 \times 1.72 = 2.70$$

$$A_s = \frac{0.860 \times 10^5}{0.9 \times 1000 \left(22 - \frac{2.70}{2} \right)} = 1.65$$

$A_s = 1.65 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

(117)

Adherencia .- $V_u = 2.76/2.5 = 1.10$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 1.10 = 1.21$
 El perímetro existente es $\Sigma_o = 4.987$ cms.
 $4.987 > 1.21$ OK.

$M_{2-3}^+ = 2.100$.- $2.100/2.5 = 0.840$
 Areas de acero . $A_s = 2.004 \times 0.840 = 1.68$
 $a = 0.392 \times 1.68 = 0.66$
 $A_s = \frac{0.840 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(22 - \frac{0.66}{2} \right)} = 1.54$
 $A_s = 1.54 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

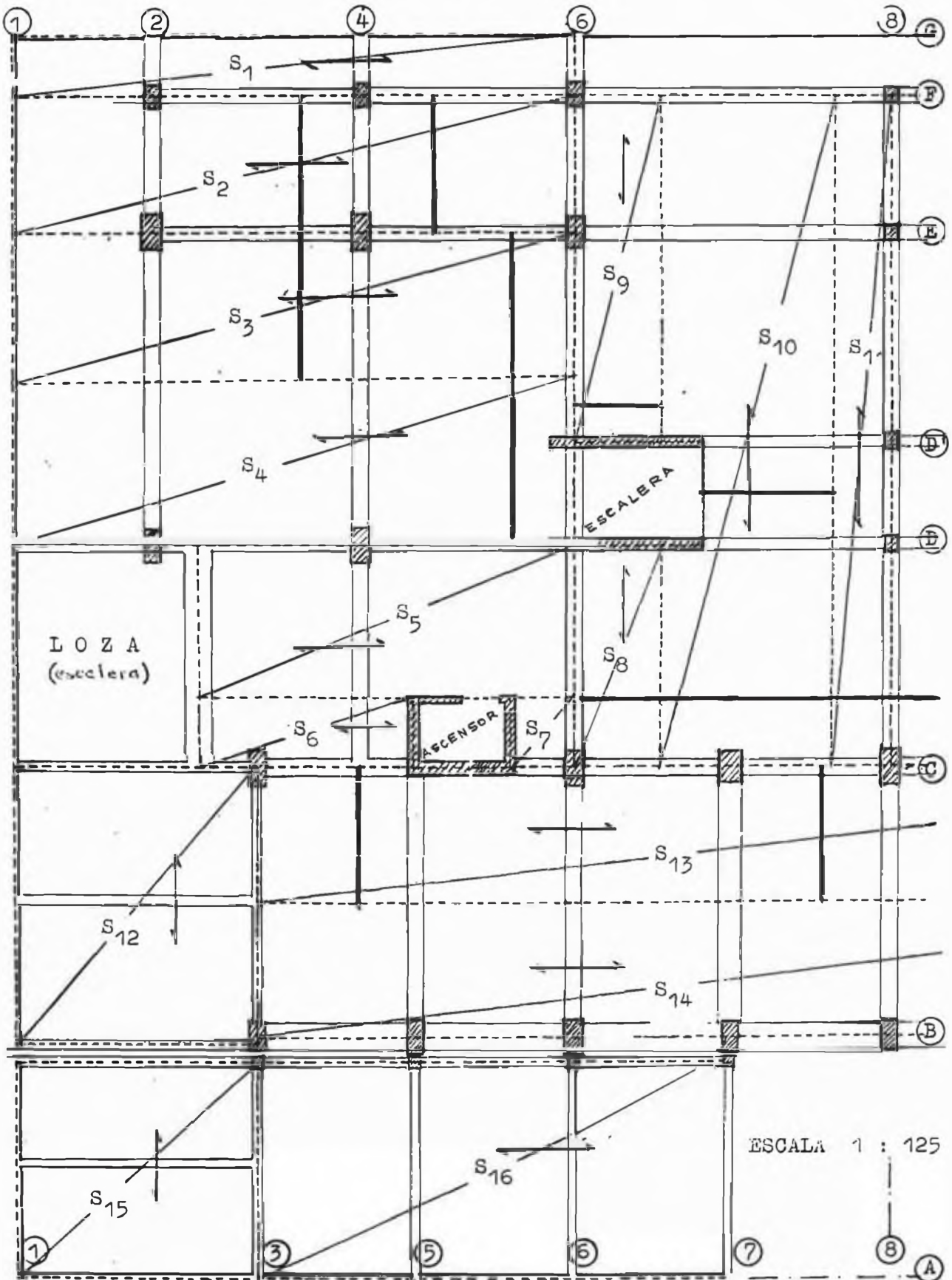
Adherencia . $V_u = 2.00/2.5 = 0.80$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.80 = 0.88$
 El perímetro existente es $\Sigma_o = 4.987$ cms.
 $4.987 > 0.88$ OK.

$M_3^- = 1.124$.- $1.124/2.5 = 0.450$; $0.450 < 0.586$ (A_s mín.)
 Area de acero . $A_s = \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

Adherencia . $V_u = 2.30/2.5 = 0.92$
 $\Sigma_o = 1.097 \times 0.92 = 1.01$
 El perímetro existente es $\Sigma_o = 3.97$ cms.
 $3.97 > 1.01$ OK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

ALIGERADO DEL SOTANO .-



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

DISEÑO ALIGERADOS SOTANO

Utilizaremos un concreto de: $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 2800 \text{ "}$

Areas de acero.-

Como el aligerado adoptado es de 30 cms. tendremos : $d = 27$
por lo tanto las fórmulas a emplear serán las siguientes :

-Para el primer tanteo $a = 0.2 d$

$$A_s = \frac{M_u \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{0.2 \times 27}{2} \right)} = 1.633 \text{ mu}$$

$$A_s = 1.633 \text{ Mu}$$

-Por otro lado tenemos que el valor de a en función de A_s es

Para momentos negativos : -----

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 f'_c b}$$

$f_y = 2800$
 $f'_c = 210$
 $b' = 10 \text{ cms}$

$$a = 1.569 A_s$$

Para momentos positivos : -----

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 f'_c b}$$

$f_y = 2800$
 $f'_c = 210$
 $b = 40 \text{ cms.}$

$$a = 0.392 A_s$$

Verificación por corte .- Verificaremos si el " d " escogido es suficiente para tomar el máximo corte en el aligerado del sótano.

El corte unitario que toma el concreto es :

$$v = 1.1 \times 0.53 \times \phi \times \sqrt{f'_c}$$

$$v = 1.1 \times 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{210} = 7.2$$

$$v = 7.2 \text{ Kg/cm}^2$$

El máximo corte que se podrá tomar por metro es:

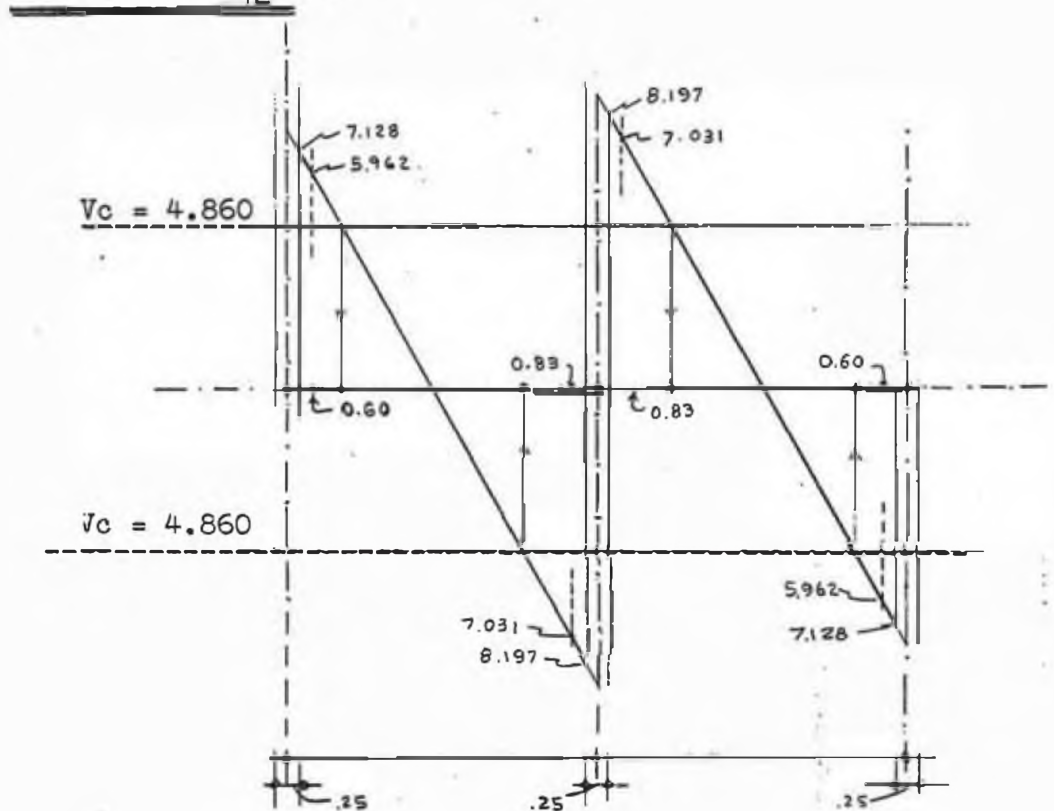
$$V_{\text{max}} = 7.2 \times 2.5 \times 10 \times 27 = 4.860 \text{ T / m.}$$

Ensanche por corte.-

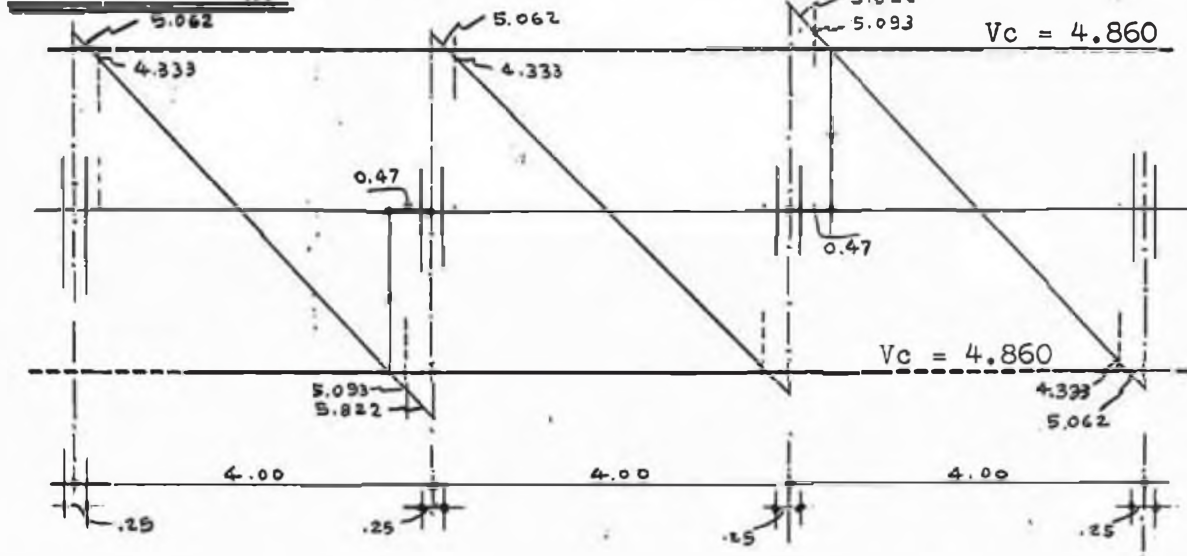
Cuando el corte máximo premisible para que se produzca rotura por tracción diagonal es menor que el corte crítico (a la distancia "d" del apoyo), es necesario efectuar el ensanche correspondiente. En los paños S_{12} y S_{16} se tiene que el corte crítico es mayor que corte máximo hallado mas arriba, por lo tanto procedemos a calcular el ensanche necesario mediante los diagramas que se muestran en la página siguiente.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.

P A Ñ O S_{12} .-



P A Ñ O S_{15} .-



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

122

Paño S₁₂ .- 7.031 > 4.860

La longitud de ensanche la sacamos de el diagrama de la hoja anterior ----- X = 0.83 m.

Cálculo de el nuevo ancho .

$$v = 7.2 \times 2.5 \times 27 \times m = 7.031$$

$$m = \frac{7.031}{7.2 \times 2.5 \times 27} = 14.4 \approx 15 \text{ cm.}$$

Paño S₁₂ .- 5.962 > 4.860

la longitud de ensanche la sacamos de el diagrama de la hoja anterior ----- X = 0.60 m.

Cálculo del nuevo ancho .

$$v = 7.2 \times 2.5 \times 27 \times m = 5.962$$

$$m = \frac{5.962}{7.2 \times 2.5 \times 27} = 12.2 \approx 15 \text{ cm.}$$

Paño S₁₆ .- 5.093 > 4.860

La longitud de ensanche la sacamos de el diagrama correspondiente de la hoja anterior ----- X = 0.47 m.

Cálculo del nuevo ancho .

$$v = 7.2 \times 2.5 \times 27 \times m = 5.093$$

$$m = \frac{5.093}{7.2 \times 2.5 \times 27} = 10.47 \approx 15 \text{ cm.}$$

Verificación de la sección .- En el SOTANO el máximo momento positivo es 4.960 T-m/m.-1. suponiendo que :

$$kud = t = 5 \text{ cms.}$$

$$a = k_1 kud = k_1 t = 0.85 \times 5 = 4.25$$

$$As = \frac{4.960 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{4.25}{2})} = 7.91$$

$$p = 7.91 / 100 \times 27 = 0.00283$$

$$q = 0.00283 \times \frac{2800}{210} = 0.0377$$

$$1.18 q \frac{d}{k_1} = 1.18 \times 0.0377 \times \frac{27}{0.85} = 1.41 \text{ cms.}$$

Como 1.41 < 5 cms. ----- La sección es rectangular.

Verificación del momento máximo .- Para un aligerado de 30 cms. el momento máximo que puede tomar es :

$$Mu \text{ máx.} = C.262 f'_c b d^2$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$Mu \text{ máx.} = 0.262 \times 210 \times 10 \times 27^2 = 4.011 \text{ T-m./v.}$$

El máximo momento (-) ,que tenemos por metro de aligerado en el sótano es : 4.704 ; por vigueta será --- 4.704/2.5=1.881 como ----- 1.881 < 4.011 T-m/v.

Estamos debajo del momento máximo.

Acero mínimo .- Según el reglamento la cuantía mínima es :

$$p \text{ mín.} = 14 / f_y \text{ ----- } 14 / 2800 = 0.005$$

El acero mínimo será :

$$As = 0.005 b' d \text{ ----- } 0.005 \times 10 \times 27 = 1.35$$

El momento que corresponderá para este acero será :

| (+) | (-) |
|---|---|
| $As = 1.35 \text{ cm}^2/\text{v.}$ $a = 0.392 \times 1.35 = 0.53$ $Mu = 1.35 \times 0.9 \times 2800 (27 - 0.53/2) / 10^5$ $Mu = 0.910 \text{ T-m./v.}$ | $As = 1.35 \text{ cm}^2/\text{v.}$ $a = 1.569 \times 1.35 = 2.12$ $Mu = 1.35 \times 0.9 \times 2800 (27 - \frac{2.12}{2}) / 10^5$ $Mu = 0.882 \text{ T-m./v.}$ |

Tendremos las mismas consideraciones que en los piscos anteriores . Es decir : Si en un paño cualquiera tenemos areas de acero menores que la mínima (1.35 cm²/v.) tanto para positivo como para negativo , tomaremos el area 1/3 mayor que la requerida. (pág 37 - ACI).

Al encontrar el area de acero en los apoyos lo haremos con el mayor de los momentos negativos en dicho apoyo.

Comprobación de la deflexión (flecha) .- La cuantía máxima para el efecto de la comprobación de la flecha es :

$$p = 0.18 f'_c / f_y \text{ ----- } 0.18 \times 210 / 2800 = 0.0135$$

El acero que corresponde a esta cuantía es :

$$As = 0.0135 \times 27 \times 10 = 3.64 \text{ cm}^2$$

De fórmulas halladas anteriormente tenemos :

$$a = 0.392 \times As \text{ ----- } a = 0.392 \times 3.64 = 1.43$$

$$Mu = 3.64 \times 0.9 \times 2800 (27 - \frac{1.43}{2})$$

$$Mu = 2.41$$

$$\text{El máximo momento en el sótano es : ----- } M = \frac{4.96}{2.5} = 1.98$$

Como : 1.98 < 2.41 no será necesario comprobar "flecha."

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

126

Comprobación de la adherencia .- Calcularemos el perímetro mínimo necesario en función del corte para tomar el esfuerzo máximo de adherencia en las diferentes situaciones.

a) $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; $\emptyset 1/2''$; $d = 27 \text{ cms.}$

$$\mu_u = \frac{6.4 \sqrt{f'_c}}{D} \quad \text{-----} \quad \mu_u = \frac{6.4 \sqrt{210}}{1.27} = 73.02 \quad \text{56 (Pág 74-ACI)}$$

$$\Sigma_o = \frac{V_u \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.87 \times 27} = 0.894 V_u$$

$$\Sigma_o = 0.894 V_u$$

b) $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; $\emptyset 5/8''$; $d = 27 \text{ cms.}$

$$\mu_u = \frac{6.4 \times \sqrt{210}}{1.588} = 59.52 \quad \text{56}$$

$$\Sigma_o = \frac{V_u \times 10^3}{0.85 \times 56 \times 0.87 \times 27} = 0.894 V_u$$

$$\Sigma_o = 0.894 V_u$$

Cálculo del largo de desarrollo .- Así como en los niveles anteriores el largo de desarrollo lo calcularemos utilizando la tabla de la publicación especial N° 17 del ACI pág. 114 .

a) $\emptyset 3/8''$; $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; $f_y = 2800 \text{ kg./cm}^2$ (barra inf.)

$$L_a = 11.5 \approx 12 \text{ cms.}$$

b) $\emptyset 1/2''$; $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$ (barra inf.)

$$L_a = 15.75 \approx 16 \text{ cms.}$$

c) $\emptyset 5/8''$; $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$; $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$ (barra inf.)

$$L_a = 19.5 \approx 20 \text{ cms.}$$

El reglamento señala que si los largos de desarrollo por anclaje se incrementa en un 25 % , se exonera el chequeo por adherencia.

El chequeo debe hacerse como está en el piso típico , en el sótano : Escogiendo el máximo corte ----- 8.19 (Paño $S_{12} - M_{1-2}^+$) y el mínimo perímetro existente $\Sigma_o = 2.992 \text{ cms.}$ (Paño S_7). Vemos que : $V_u = 8.19/2.5 = 3.27$; $\Sigma_o = 0.894 \times 3.27 = 2.923 < 2.992$ OK.

Luego no será necesario cheque por adherencia por que en el caso más desfavorable cumple OK.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

(115)

CALCULO DE MOMENTOS - ESFUERZO CORTANTE y DISEÑO

Igualmente que con el aligerado de la AZOBEA, PISO TÍPICO y PRIMER PISO; dividimos la planta correspondiente al SOTANO en paños, tal como se puede apreciar en el gráfico (hoja N 119). Considerando siempre que el eje 8 es eje de simetría .

Cálculo de momentos.-

Los métodos a emplearse para calcular los momentos son:

- Método de los coeficientes (Reglamento A.C.I. - 63)

S_{12} ; S_{14} ; S_{15} ; S_{16} .

- Método Hardy Cross

S_1 ; S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_9 ; S_{10} ; S_{11} ; S_{13} .

- Método Simple

S_7 ; S_8 .

Metrado de cargas.-

En los aligerados del SOTANO tenemos las siguientes cargas :

Para : S_1 (2-6) .-

W_D = peso propio + piso terminado = pp + pt = 380 + 100 = 480 Kg/m²

W_L = sobrecarga = 400 Kg/m²

W_u = 1.5 x 480 + 1.8 x 400 = 720 + 720 = 1.440 T/m²

W_{uD} = 720 Kg/m²

W_{uL} = 720 "

Para : S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8 ; S_{10} (C - E) ; S_{11} (C - E) ; S_{13} ; S_{14}

S_2 (2 - 6) ; S_3 (2 - 6) ; S_4 (2 - 6) y S_9 (2 - 6) .

W_D = peso propio + piso terminado + Tabiquería repartida =

= pp + pt + tr = 380 + 100 + 100 = 580 Kg/m²

W_L = sobrecarga = 400 Kg/m²

W_u = 1.5 x 580 + 1.8 x 400 = 870 + 720 = 1.590 T/m²

W_{uD} = 870 Kg/m²

W_{uL} = 720 "

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Para S_1 (1 - 2) ; S_2 (1 - 2) ; S_3 (1 - 2) ; S_4 (1 - 2) ;
 S_9 (E - F) ; S_{10} (E - F) ; S_{11} (E - F) .

$$W_D = \text{peso propio} + \text{piso terminado} + \text{jardín} = pp + pt + \text{jardín} =$$
$$= 380 + 100 + (1800 \times .40) = 1200 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_L = \text{sobrecarga} = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.5 \times 1200 + 1.8 \times 200 = 1800 + 360 = 2160 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uD} = 1,800 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uL} = 360 \text{ "}$$

Para S_{15} ; S_{16} .

$$W_D = \text{peso propio} + \text{piso terminado} + \text{jardín} = pp + pt + \text{jardín} =$$
$$= 380 + 100 + (1,800 \times .60) = 1,560 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_L = \text{sobrecarga} = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.5 \times 1,560 + 1.8 \times 200 = 2340 + 360 = 2,700 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uD} = 2340 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uL} = 360 \text{ "}$$

Para S_{12} .

$$W_D = \text{peso propio} + \text{piso terminado} + \text{jardín} = pp + pt + \text{jardín} =$$
$$= 380 + 100 + (1,800 \times 1.20) = 2640 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_L = \text{sobrecarga} = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_u = 1.5 \times 2640 + 1.8 \times 200 = 3960 + 360 = 4320 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uD} = 3960 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{uL} = 360 \text{ "}$$

Acero por temperatura .- $A_s_t = 0.0020 \times 5 \times 100 = 1 \text{ cm}^2$ -- $\#1/4$ @ 30

Envoltentes .- Con los momentos que se calcularán mas adelante mediante el metodo de Cross y el que llamaremos simple, graficaremos las envoltentes de momentos. Ver planos N^{OS} 18,19,20. Con los cortes que se calcularán como se ha explicado en la azotea, graficaremos las envoltentes de corte. Ver planos N^{OS} 18,19,20. No es necesario graficar envoltentes para los momentos y cortes que se calcularán por el metodo de los coeficientes.

Colocacion del acero .- La colocacion del acero se ha efectuado según el inciso 803 del reglamento ACI 318-63. Ver plano N^o 22 .

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$\underline{M_2^-} = 2.600 \quad .- \quad 2.600/2.5 = 1.040$$

Area de acero .

$$-As = 1.633 \times 1.040 = 1.70$$

$$a = 1.569 \times 1.70 = 2.66$$

$$-As = \frac{1.040 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{2.66}{2})} = 1.61$$

$$As = 1.61 \text{ cm}^2/v. \text{ ----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$\underline{M_{2-3}^+} = 2.090 \quad .- \quad 2.090/2.5 = 0.836$$

$$; \quad 0.836 < 0.910 \text{ (As mínimo)}$$

Area de acero .

$$As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

$$\underline{M_3^-} = 3.300 \quad .- \quad 3.300/2.5 = 1.320$$

Area de acero .

$$-As = 1.633 \times 1.320 = 2.15$$

$$a = 1.569 \times 2.15 = 3.38$$

$$-As = \frac{1.320 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{3.38}{2})} = 2.07$$

$$As = 2.07 \text{ cm}^2/v. \text{ -----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

$$\underline{M_{3-4}^+} = 2.945 \quad .- \quad 2.945/2.5 = 1.178$$

Area de acero .

$$-As = 1.633 \times 1.178 = 1.93$$

$$a = 0.392 \times 1.93 = 0.76$$

$$-As = \frac{1.178 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.76}{2})} = 1.76$$

$$As = 1.76 \text{ cm}^2/v. \text{ -----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$\underline{M_4^-} = 1.470 \quad .- \quad 1.470/2.5 = 0.588$$

Area de acero .

$$; \quad 0.588 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

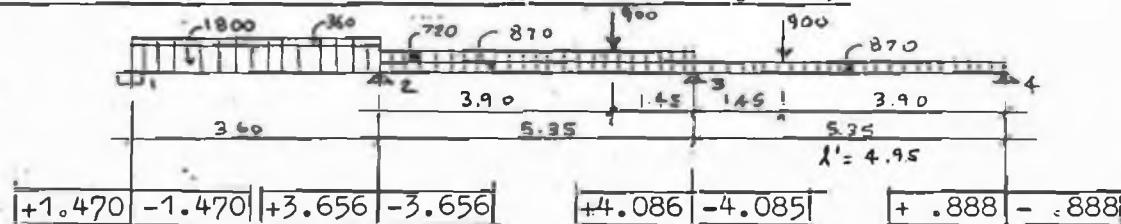
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

125

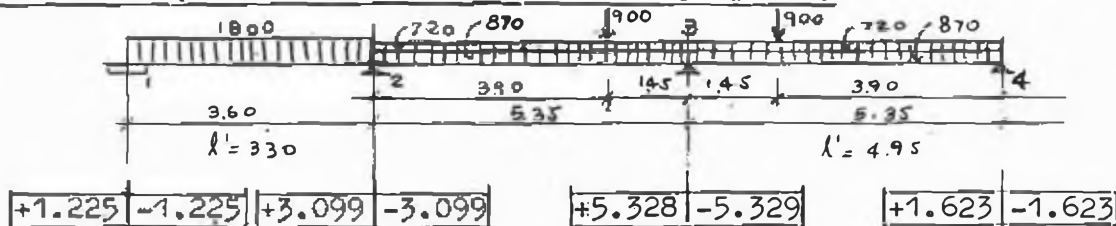
PAÑO S₂

Cálculo de momentos.-

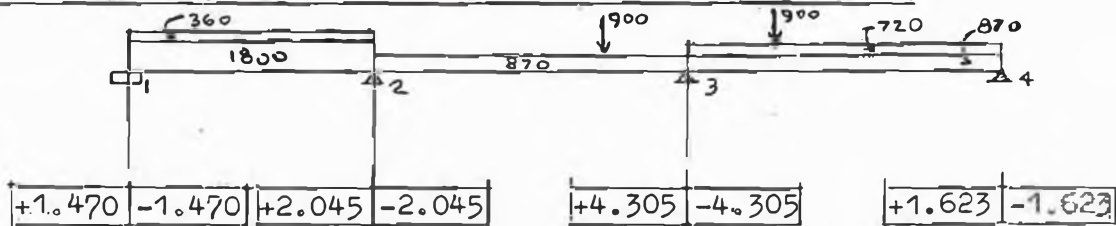
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1 y 2) .



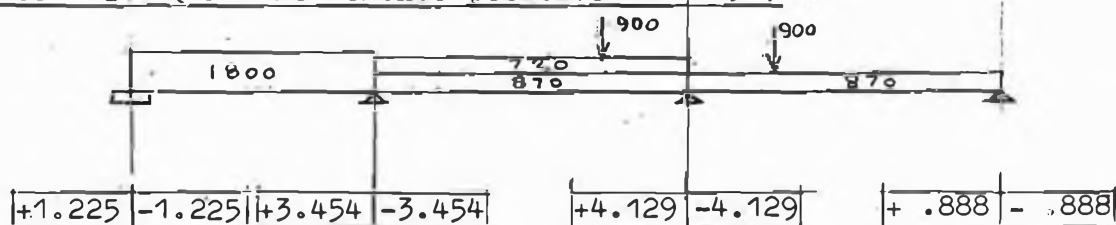
Caso 2 .- (Máximo momento negativo en 3 y 4) .



Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 1-2 y 3-4)



Caso 4 .- (Máximo momento positivo en 2-3) .



Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramo 1-2 $\frac{1800 \times 3.60^2}{8} = 2.916$; $\frac{2160 \times 3.60^2}{8} = 3.500$

Tramo 2-3 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$

$\frac{900 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.951$ T-m.

Tramo 3-4 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$

$\frac{900 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.951$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



$$\underline{M_1^-} = 1.470 \text{ .-} \quad 1.470/2.5 = 0.588 \quad ; \quad 0.588 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

Area de acero . $As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$

$$\underline{M_{1-2}^+} = 1.790 \text{ .-} \quad 1.790/2.5 = 0.716 \quad ; \quad 0.716 < 0.910 \text{ (As mínimo)}$$

Area de acero . $As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$

$$\underline{M_2^-} = 2.830 \text{ .-} \quad 2.830/2.5 = 1.132$$

Area de acero . $-As = 1.633 \times 1.132 = 1.85$
 $a = 1.569 \times 1.85 = 2.89$
 $-As = \frac{1.132 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{2.89}{2})} = 1.76$
 $As = 1.76 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

$$\underline{M_{2-3}^+} = 2.590 \text{ .-} \quad 2.590/2.5 = 1.036$$

Area de acero . $-As = 1.633 \times 1.036 = 1.69$
 $a = 0.392 \times 1.69 = 0.66$
 $-As = \frac{1.036 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.66}{2})} = 1.54$
 $As = 1.54 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

$$\underline{M_3^-} = 4.250 \text{ .-} \quad 4.250/2.5 = 1.700$$

Area de acero . $-As = 1.633 \times 1.700 = 2.78$
 $a = 1.569 \times 2.78 = 4.35$
 $-As = \frac{1.700 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{4.35}{2})} = 2.72$
 $As = 2.72 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' + 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$

$$\underline{M_{3-4}^+} = 3.440 \text{ .-} \quad 3.440/2.5 = 1.376$$

Area de acero . $-As = 1.633 \times 1.376 = 2.25$
 $a = 0.392 \times 2.25 = 0.88$
 $-As = \frac{1.376 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.88}{2})} = 2.06$
 $As = 2.06 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$

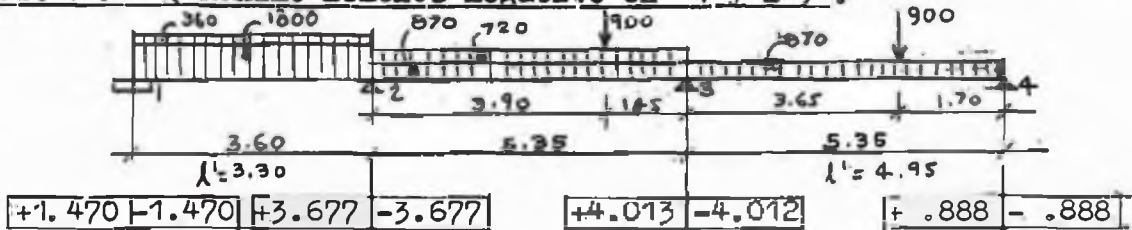
$$\underline{M_4^-} = 1.623 \text{ .-} \quad 1.623/2.5 = 0.649 \quad ; \quad 0.649 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

Area de acero . $As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$

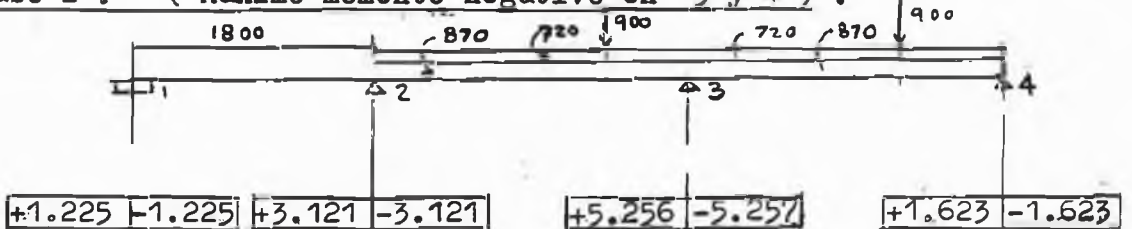
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO S₃ Cálculo de momentos.-

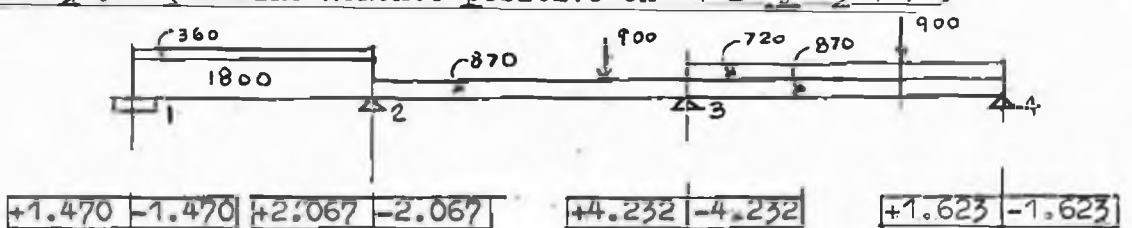
Caso 1.- (Máximo momento negativo en 1 y 2) .



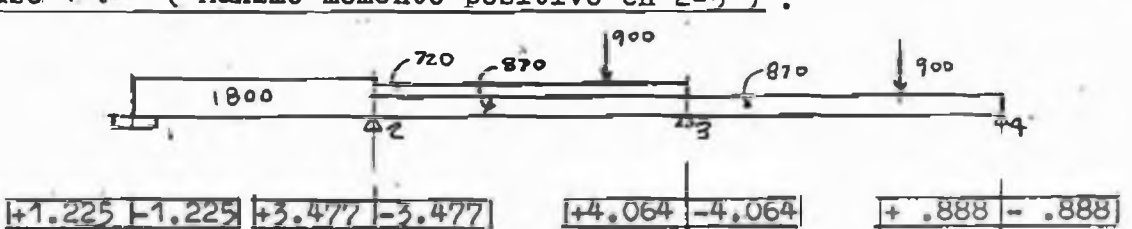
Caso 2.- (Máximo momento negativo en 3 y 4) .



Caso 3.- (Máximo momento positivo en 1-2 y 3-4) .



Caso 4.- (Máximo momento positivo en 2-3) .



Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramo 1-2 $\frac{1800 \times 3.60^2}{8} = 2.916$; $\frac{2160 \times 3.60^2}{8} = 3.500$

Tramo 2-3 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$

$\frac{900 \times 3.90 \times 1.45}{5.35} = 0.951$

Tramo 3-4 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$

$\frac{900 \times 3.65 \times 1.70}{5.35} = 1.044$ T-m.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

152

$$\begin{aligned} \underline{M_1^-} &= 1.470 \text{ .-} & 1.470/2.5 &= 0.588 \quad ; \quad 0.588 < 0.882 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_{1-2}^+} &= 1.765 \text{ .-} & 1.765/2.5 &= 0.706 \quad ; \quad 0.706 < 0.910 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_2^-} &= 2.850 \text{ .-} & 2.850/2.5 &= 1.140 \\ \text{Area de acero .} & & -\text{As} &= 1.633 \times 1.140 = 1.86 \\ & & a &= 1.569 \times 1.86 = 2.92 \\ & & -\text{As} &= \frac{1.140 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{2.92}{2})} = 1.77 \\ & & \text{As} &= 1.77 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_{2-3}^+} &= 2.590 \text{ .-} & 2.590/2.5 &= 1.036 \text{ (Igual a } M_{2-3}^+ \text{ del paño } S_2 \text{.)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= 1.54 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_2^-} &= 4.150 \text{ .-} & 4.150/2.5 &= 1.660 \\ \text{Area de acero .} & & -\text{As} &= 1.633 \times 1.660 = 2.71 \\ & & a &= 1.569 \times 2.71 = 4.25 \\ & & -\text{As} &= \frac{1.660 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{4.25}{2})} = 2.65 \\ & & \text{As} &= 2.65 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' + 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_{3-4}^+} &= 3.700 \text{ .-} & 3.700/2.5 &= 1.480 \\ \text{Area de acero .} & & -\text{As} &= 1.633 \times 1.480 = 2.42 \\ & & a &= 0.392 \times 2.42 = 0.94 \\ & & -\text{As} &= \frac{1.480 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.94}{2})} = 2.22 \\ & & \text{As} &= 2.22 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' \end{aligned}$$

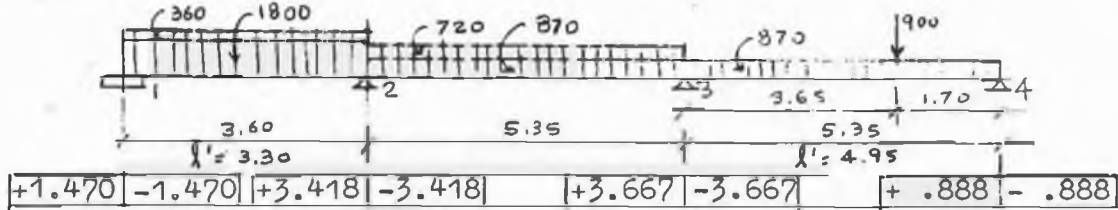
$$\begin{aligned} \underline{M_4^-} &= 1.623 \text{ .-} & 1.623/2.5 &= 0.649 \quad ; \quad 0.649 < 0.882 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

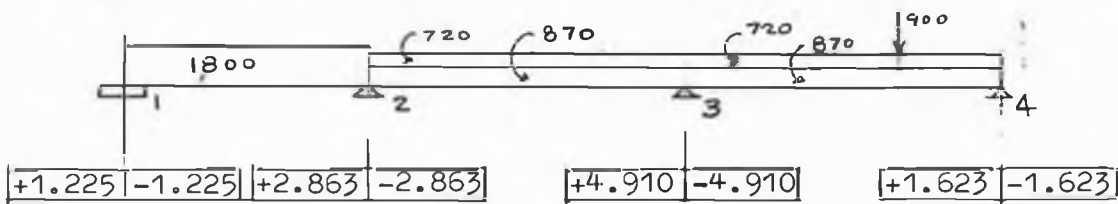
PAÑO S₄

Calculo de momentos.-

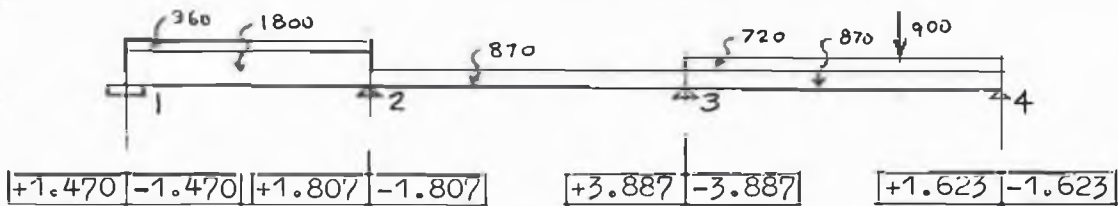
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1 y 2) .



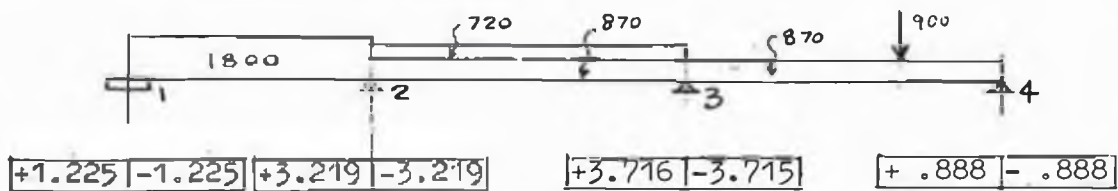
Caso 2 .- (Máximo moemnto negativo en 3 y 4) .



Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 1-2 y 3-4) .



Caso 4 .- (Máximo momento positivo en 2-3) .



Cálculo de los momentos isostáticos .-

(w) Tramo 1-2 $\frac{1800 \times 3.60^2}{8} = 2.916$; $\frac{2160 \times 3.60^2}{8} = 3.500$

(w) Tramo 2-3 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$

(w) Tramo 3-4 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$

(c) $\frac{900 \times 3.65 \times 1.70}{5.35} = 1.044$ T-m.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

154

$$\begin{aligned} \underline{M_1^-} &= 1.470 \text{ .-} & 1.470/2.5 &= 0.588 \quad ; \quad 0.588 < 0.882 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_{1-2}^+} &= 1.880 \text{ .-} & 1.880/2.5 &= 0.752 \quad ; \quad 0.752 < 0.910 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_2^-} &= 2.610 \text{ .-} & 2.610/2.5 &= 1.044 \\ \text{Area de acero .} & & -\text{As} &= 1.633 \times 1.044 = 1.70 \\ & & a &= 1.569 \times 1.70 = 2.66 \\ & & -\text{As} &= \frac{1.044 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{2.66}{2}\right)} = 1.61 \\ & & \text{As} &= 1.61 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_{2-3}^+} &= 2.240 \text{ .-} & 2.240/2.5 &= 0.896 \quad ; \quad 0.896 < 0.910 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_3^-} &= 4.040 \text{ .-} & 4.040/2.5 &= 1.616 \\ \text{Area de acero .} & & -\text{As} &= 1.633 \times 1.616 = 2.63 \\ & & a &= 1.569 \times 2.63 = 4.14 \\ & & -\text{As} &= \frac{1.616 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{4.14}{2}\right)} = 2.57 \\ & & \text{As} &= 2.57 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' + 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{M_{3-4}^+} &= 3.840 \text{ .-} & 3.840/2.5 &= 1.536 \\ \text{Area de acero .} & & -\text{As} &= 1.633 \times 1.536 = 2.50 \\ & & a &= 0.392 \times 2.50 = 0.98 \\ & & -\text{As} &= \frac{1.536 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{0.98}{2}\right)} = 2.30 \\ & & \text{As} &= 2.30 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' \end{aligned}$$

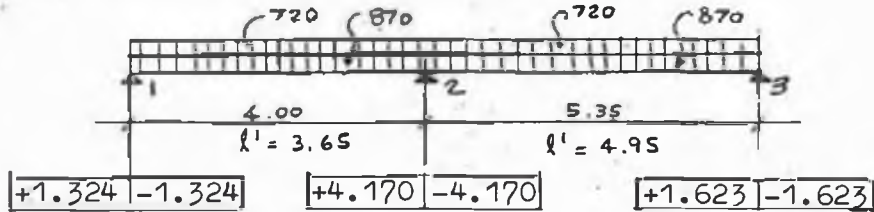
$$\begin{aligned} \underline{M_4^-} &= 1.623 \text{ .-} & 1.623/2.5 &= 0.649 \quad ; \quad 0.649 < 0.882 \text{ (As mínimo)} \\ \text{Area de acero .} & & \text{As} &= \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8'' \end{aligned}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

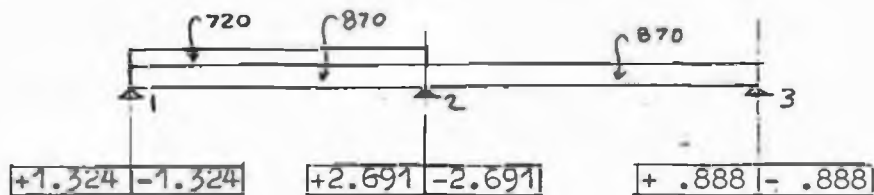
PAÑO S₅

Cálculo de momentos.-

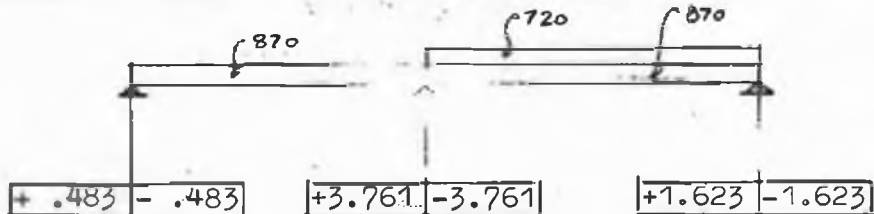
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1 , 2 y 3) .



Caso 2 .- (Máximo momento positivo en 1-2) .



Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 2-3) .



Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramo 1-2 $\frac{870 \times 4.00^2}{8} = 1.740$; $\frac{1590 \times 4.00^2}{8} = 3.180$

Tramo 2-3 $\frac{870 \times 5.35^2}{8} = 3.113$; $\frac{1590 \times 5.35^2}{8} = 5.688$
T-m.

$M_1^- = 0.883$.- $0.883/2.5 = 0.353$; $0.353 < 0.882$ (As mínimo)

Area de acero . As = ----- 2 \emptyset 3/8"

$M_{1-2}^+ = 1.260$.- $1.260/2.5 = 0.504$; $0.504 < 0.910$ --- 2 \emptyset 3/8"

$M_2^- = 3.420$.- $3.420/2.5 = 1.368$ As = 2.15 --- 2 \emptyset 1/2"

$M_{2-3}^+ = 3.040$.- $3.040/2.5 = 1.216$ As = 1.81 --- 1 \emptyset 5/8"

$M_3^- = 1.623$.- $1.623/2.5 = 0.649$; $0.649 < 0.882$ (As mínimo)

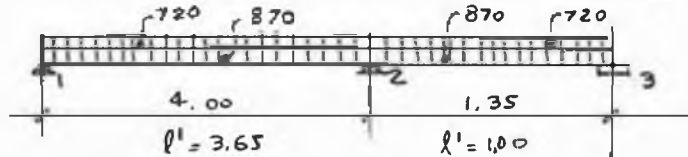
As = ----- 2 \emptyset 3/8"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO S₆

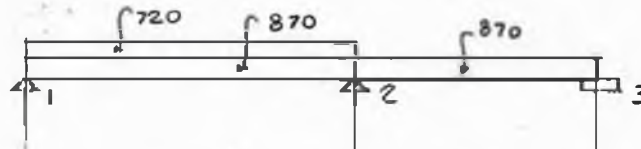
Cálculo de momentos.-

Caso 1.- (Máximo momento negativo en 1, 2 y 3)



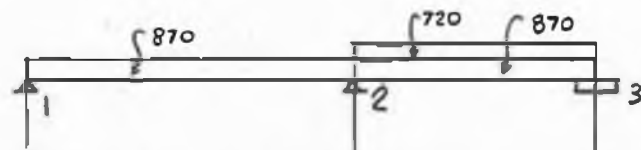
$+ .883 \quad - .883 \quad +2.131 \quad -2.131 \quad + .099 \quad - .099$

Caso 2.- (Máximo momento positivo en 1-2) .



$+ .883 \quad - .883 \quad +2.096 \quad -2.096 \quad + .054 \quad - .054$

Caso 3.- (Máximo momento positivo en 2-3) .



$+ .483 \quad - .483 \quad +1.201 \quad -1.201 \quad + .099 \quad - .099$

Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramo 1-2 $\frac{870 \times 4.00^2}{8} = 1.740$; $\frac{1590 \times 4.00^2}{8} = 3.180 \text{ T-m}$

Tramo 2-3 $\frac{870 \times 1.35^2}{8} = 0.198$; $\frac{1590 \times 1.35^2}{8} = 0.461 \text{ ''}$

$M_1^- = 0.883$.- $0.883/2.5 = 0.353$; $0.353 < 0.882$ (As mínimo)
As = ----- 2 \emptyset 3/8"

$M_{1-2}^+ = 1.790$.- $1.790/2.5 = 0.716$; $0.716 < 0.910$ (As mínimo)
As = ----- 2 \emptyset 3/8"

$M_2^- = 1.600$.- $1.600/2.5 = 0.640$; $0.640 < 0.882$ (As mínimo)
As = ----- 2 \emptyset 3/8"

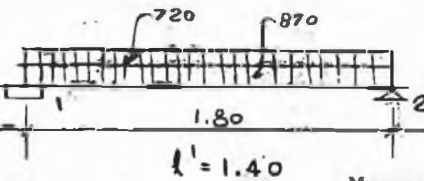
$M_{2-3}^+ = 0.000$.-

$M_3^- = 0.099$.- $0.099/2.5 = 0.040$; $0.040 < 0.882$ (As mínimo)
As = ----- 2 \emptyset 3/8"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

137

PAÑO S₇



Cálculo de momentos

Momentos negativos .-

$$M_1^- = \frac{1590 \times 1.40^2}{16} = 0.195 \text{ T-m.}$$

$$M_2^- = \frac{1590 \times 1.40^2}{24} = 0.130 \text{ "}$$

Momentos isostáticos .-

$$M = \frac{1590 \times 1.80^2}{8} = 0.608 \text{ T-m.}$$

Area de acero.-

$$M_1^- = 0.195 \text{ .-} \quad 0.195/2.5 = 0.078$$

$$-As = 1.633 \times 0.078 = 0.12$$

$$a = 1.569 \times 0.12 = 0.18$$

$$-As = \frac{0.078 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{0.18}{2}\right)} = 0.15$$

$$As = 0.15 \text{ cm}^2/v. \text{----- (ver al final)}$$

$$M_{1-2}^+ = 0.450 \text{ .-} \quad 0.450/2.5 = 0.180$$

$$-As = 1.633 \times 0.180 = 0.29$$

$$a = 0.392 \times 0.29 = 0.11$$

$$-As = \frac{0.180 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{0.11}{2}\right)} = 0.26$$

$$As = 0.26 \text{ cm}^2/v. \text{----- (ver al final)}$$

$$M_2^- = 0.130 \text{ .-} \quad 0.130/2.5 = 0.052$$

$0.052 < 0.078 (M_1^-)$ C sea que el fierro adoptado para M_1^- , lo adoptaremos para M_2^- .

Por necesitar fierro menor que el mínimo para lo negativo y lo positivo, aplicaremos lo que dice el reglamento en la pág. 37. Aumentando en 1/3 el área de acero en todos los puntos analizados.

Nosotros como en el caso de niveles anteriores escogeremos la mayor área encontrada en el análisis, la aumentaremos en 1/3 y generalizaremos este fierro.

- La mayor As es : $0.26 \text{ cm}^2/v.$

$$0.26 \times 4/3 = 0.35$$

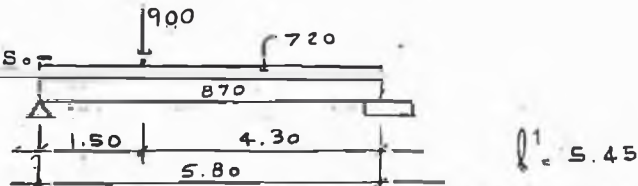
$$As = 0.35 \text{ cm}^2/v. \text{----- } 1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

138

PAÑO S₈

Cálculo de momentos.



Momentos negativos .-

Momentos isostáticos .-

$$M_1^- = \frac{1590 \times 5.45^2}{24} = 1.968 \text{ T-m.}$$

$$M = \frac{1590 \times 5.80^2}{8} = 6.686 \text{ T-m.}$$

$$M_2^- = \frac{1590 \times 5.45^2}{16} = 2.952 \text{ "}$$

$$M = \frac{900 \times 1.50 \times 4.30}{5.80} = 1.001 \text{ T-m.}$$

Acero por flexión.-

$$M_1^- = 1.968 \text{ .- } 1.968/2.5 = 0.787 \text{ ; } 0.787 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$\text{Area de acero . } A_s = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset 3/8''$$

$$M_{1-2}^+ = 4.960 \text{ .- } 4.960/2.5 = 1.984$$

$$\text{Area de acero . } -A_s = 1.633 \times 1.984 = 3.24$$

$$a = 0.392 \times 3.24 = 1.26$$

$$-A_s = \frac{1.984 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{1.26}{2})} = 2.99$$

$$A_s = 2.99 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset 1/2'' + 1 \text{ } \emptyset 5/8''$$

$$M_2^- = 2.952 \text{ .- } 2.952/2.5 = 1.181$$

$$\text{Area de acero .- } -A_s = 1.633 \times 1.181 = 1.93$$

$$a = 1.569 \times 1.93 = 3.02$$

$$-A_s = \frac{1.181 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{3.02}{2})} = 1.84$$

$$A_s = 1.84 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset 5/8''$$

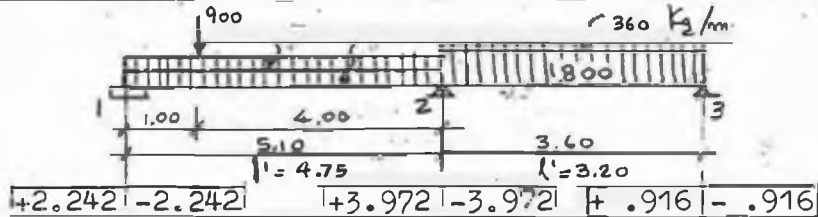
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

133

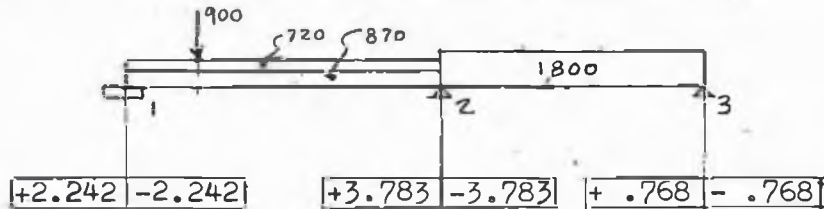
PAÑO S₉

Cálculo de momentos.-

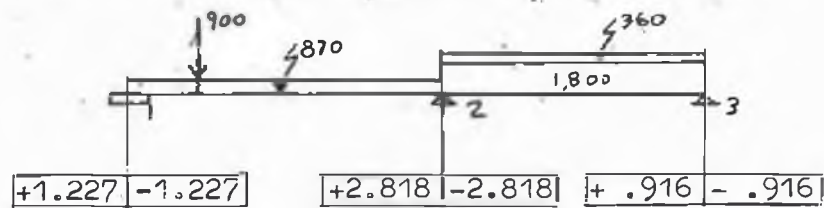
Caso 1 .- (Máximo momento negativo en 1 , 2 y 3) .



Caso 2 .- (Máximo momento positivo en 1-2) .



Caso 3 .- (Máximo momento positivo en 2-3) .



Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramo 1-2 $\frac{870 \times 5.10^2}{8} = 2.829$; $\frac{1590 \times 5.10^2}{8} = 5.169$ T-m.

$\frac{900 \times 1.10 \times 4.00}{5.10} = 0.776$

Tramo 2-3 $\frac{1800 \times 3.60^2}{8} = 2.916$; $\frac{2160 \times 3.60^2}{8} = 3.500$ T-m.

Acero por flexion.-

$M_1^- = 2.242$.- $2.242/2.5 = 0.897$; $A_s = 1.38$ ---2 \emptyset 3/8"

$M_{1-2}^+ = 2.780$.- $2.780/2.5 = 1.112$; $A_s = 1.65$ ---1 \emptyset 5/8"

$M_2^- = 3.100$.- $3.100/2.5 = 1.240$; $A_s = 1.94$ ---1 \emptyset 5/8"

$M_{2-3}^+ = 1.700$.- $1.700/2.5 = 0.680$; $0.680 < 0.910$ (As mínimo)
 $A_s =$ -----2 \emptyset 3/8"

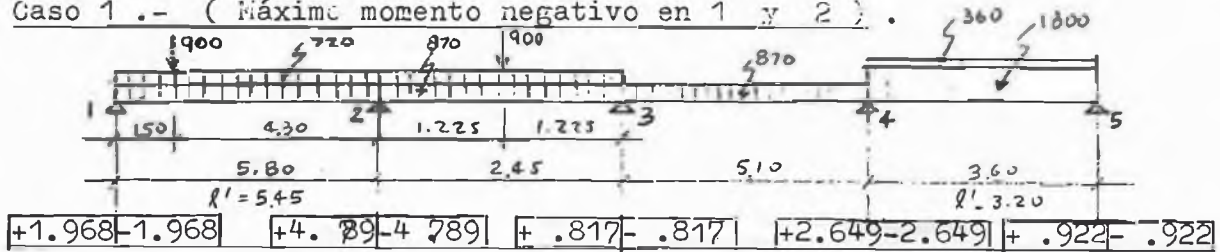
$M_3^- = 0.916$.- $0.916/2.5 = 0.366$; $0.366 < 0.882$ (As mínimo)
 $A_s =$ -----2 \emptyset 3/8"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

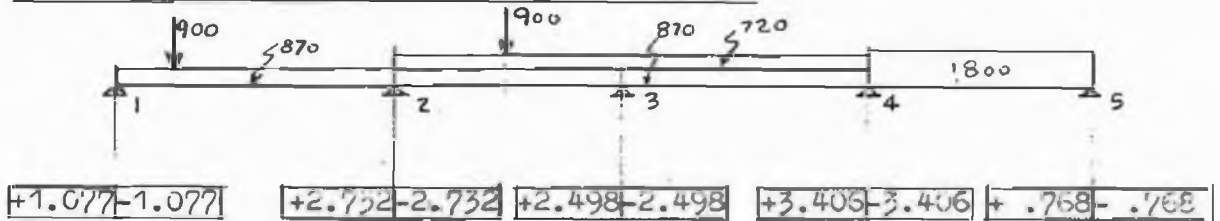
PAÑO S₁₀

Cálculo de momentos.-

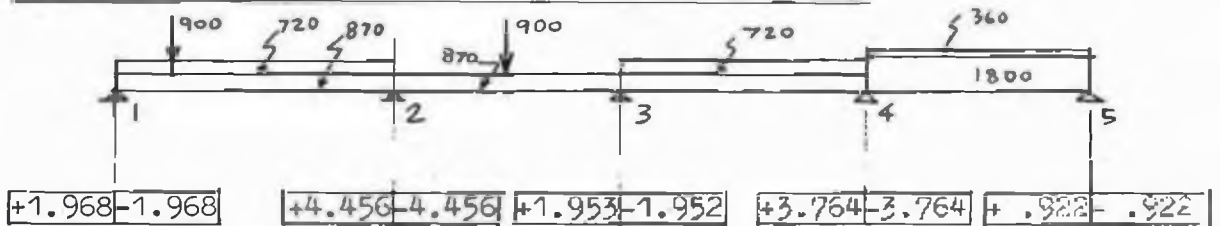
Caso 1.- (Máximo momento negativo en 1 y 2).



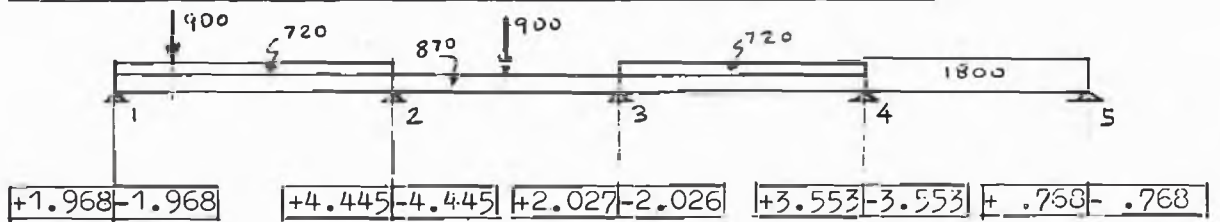
Caso 2.- (Máximo momento negativo en 3).



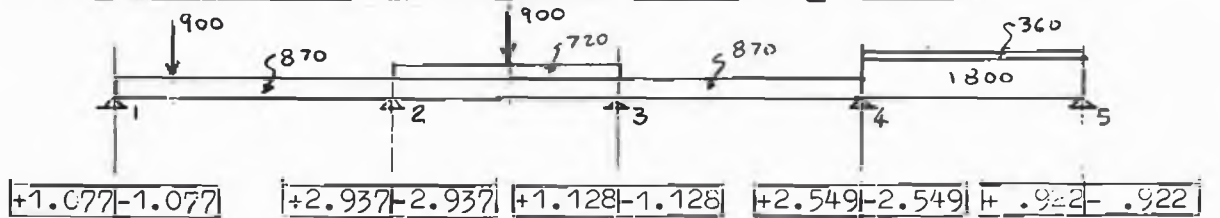
Caso 3.- (Máximo momento negativo en 4 y 5).



Caso 4.- (Máximo momento positivo en 1-2 y 3-4).



Caso 5.- (Máximo momento positivo en 2-3 y 4-5).



Calculo de los momentos isostáticos .-

Tramo 1-2 ... $\frac{870 \times 5.80^2}{8} = 3.658$; $\frac{1590 \times 5.80^2}{8} = 6.686$; $\frac{900 \times 1.50 \times 4.30}{5.80} = 1.001$

Tramo 2-3 ... $\frac{870 \times 2.45^2}{8} = 0.653$; $\frac{1590 \times 2.45^2}{8} = 1.060$; $\frac{900 \times 2.45}{4.00} = 0.551$

Tramo 3-4 ... $\frac{870 \times 5.10^2}{8} = 2.829$; $\frac{1590 \times 5.10^2}{8} = 5.169$

Tramo 4-5 ... $\frac{1800 \times 3.60^2}{8} = 2.916$; $\frac{2160 \times 3.60^2}{8} = 3.500$ T.L.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

141

$$\underline{M_1^-} = 1.968 \text{ .-} \quad 1.968/2.5 = 0.787 \quad ; \quad 0.787 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

$$\underline{M_{1-2}^+} = 4.360 \text{ .-}$$

$$4.360/2.5 = 1.744$$

$$-As = 1.633 \times 1.744 = 2.84$$

$$a = 0.392 \times 2.84 = 1.78$$

$$-As = \frac{1.744 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{1.78}{2})} = 2.65 \text{-----} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''+ \\ 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{array} \right.$$

$$\underline{M_2^-} = 4.230 \text{ .-}$$

$$4.230/2.5 = 1.692$$

$$-As = 1.633 \times 1.692 = 2.76$$

$$a = 1.569 \times 2.76 = 4.32$$

$$-As = \frac{1.692 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{4.32}{2})} = 2.70 \text{-----} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''+ \\ 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{2-3}^+} = 0.000 \text{ .-}$$

$$\underline{M_3^-} = 2.190 \text{ .-}$$

$$2.190/2.5 = 0.876 \quad ; \quad 0.876 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = 1.35 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} \text{Asimilamos a } M_2^- \text{ (ver plano N22)}^2$$

$$\underline{M_{3-4}^+} = 2.460 \text{ .-}$$

$$2.460/2.5 = 0.984$$

$$-As = 1.633 \times 0.984 = 1.61$$

$$a = 0.392 \times 1.61 = 0.63$$

$$-As = \frac{0.984 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.63}{2})} = 1.46$$

$$As = 1.46 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$\underline{M_4^-} = 2.930 \text{ .-}$$

$$2.930/2.5 = 1.172$$

$$-As = 1.633 \times 1.172 = 1.92$$

$$a = 1.569 \times 1.92 = 3.01$$

$$-As = \frac{1.172 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{3.01}{2})} = 1.82$$

$$As = 1.82 \text{ cm}^2/\text{v.} \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$\underline{M_{4-5}^+} = 1.870 \text{ .-}$$

$$1.870/2.5 = 0.748 \quad ; \quad 0.748 < 0.910 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

$$\underline{M_5^-} = 0.922 \text{ .-}$$

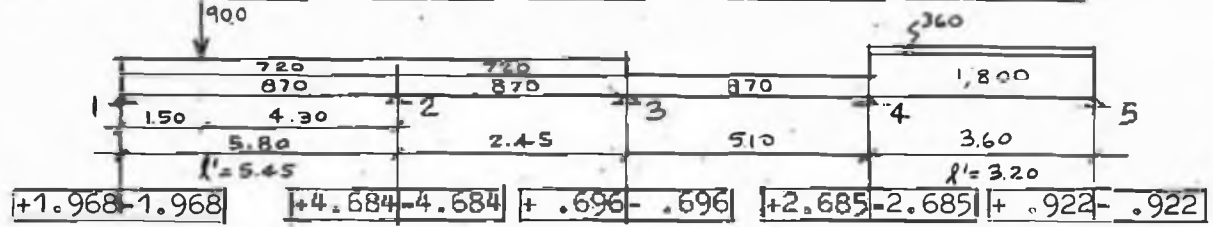
$$0.922/2.5 = 0.369 \quad ; \quad 0.369 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

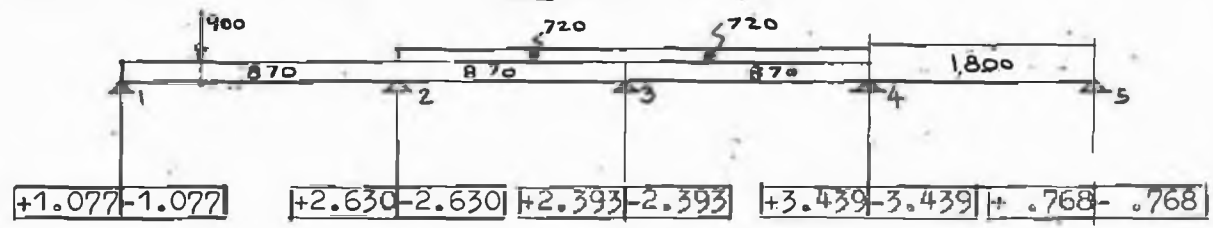
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO S₁₁ Cálculo de momentos.-

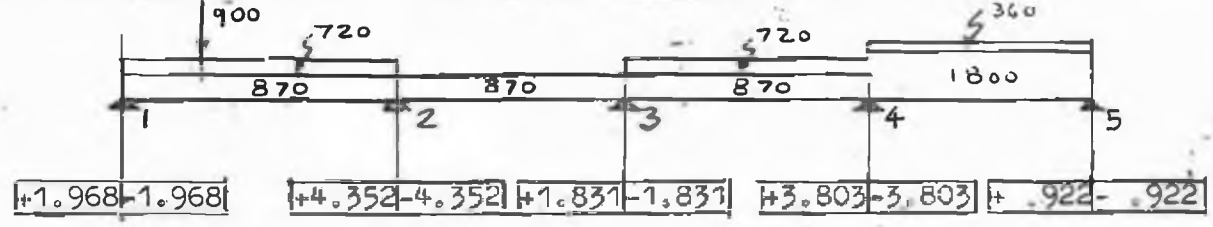
Caso 1.- (Máximo momento negativo en 1 y 2)



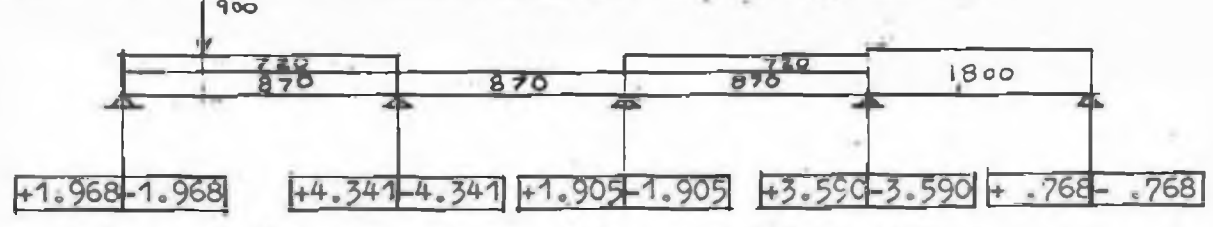
Caso 2.- (Máximo momento negativo en 3)



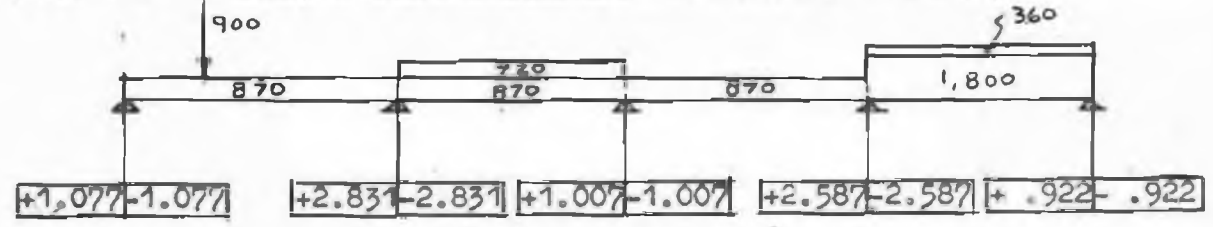
Caso 3.- (Máximo momento negativo en 4 y 5)



Caso 4.- (Máximo momento positivo en 1-2 y 3-4)



Caso 5.- (Máximo momento positivo en 2-3 y 4-5)



Cálculo de los momentos isostáticos.-

Tramo 1-2 ... $\frac{870 \times 5.80^2}{8} = 3.658$; $\frac{1590 \times 5.30^2}{8} = 6.686$; $\frac{900 \times 1.50 \times 4.30}{5.80} = 1.001$
 Tramo 2-3 ... $\frac{870 \times 5.10^2}{8} = 0.653$; $\frac{1590 \times 2.45^2}{8} = 1.060$
 Tramo 3-4 ... $\frac{870 \times 5.10^2}{8} = 2.829$; $\frac{1590 \times 5.10^2}{8} = 5.169$
 Tramo 4-5 ... $\frac{1800 \times 3.60^2}{8} = 2.916$; $\frac{2160 \times 3.60^2}{8} = 3.500$ T-m.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

143

$$\underline{M_1^-} = 1.968 \quad .- \quad 1.968/2.5 = 0.787 \quad ; \quad 0.787 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \quad \emptyset \quad 3/8''$$

$$\underline{M_{1-2}^+} = 4.390 \quad .- \quad 4.390/2.5 = 1.756$$

$$-As = 1.633 \times 1.756 = 2.87 \quad ; \quad a = 0.392 \times 2.87 = 1.12$$

$$-As = \frac{1.756 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{1.12}{2}\right)} = 2.63$$

$$As = 2.63 \text{ cm}^2/v. \text{-----} \left\{ \begin{array}{l} 1 \quad \emptyset \quad 1/2'' + \\ 1 \quad \emptyset \quad 5/8'' \end{array} \right.$$

$$\underline{M_2^-} = 4.160 \quad .- \quad 4.160/2.5 = 1.664$$

$$-As = 1.633 \times 1.664 = 2.72 \quad ; \quad a = 1.569 \times 2.72 = 4.27$$

$$-As = \frac{1.664 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{4.27}{2}\right)} = 2.66$$

$$As = 2.66 \text{ cm}^2/v. \text{-----} \left\{ \begin{array}{l} 1 \quad \emptyset \quad 1/2'' + \\ 1 \quad \emptyset \quad 5/8'' \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{2-3}^+} = 0.000 \quad .-$$

$$\underline{M_3^-} = 2.140 \quad .- \quad 2.140/2.5 = 0.856 \quad ; \quad 0.856 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{---} \text{ (Asimilamos al } M_2^- \text{ . } 1 \quad \emptyset \quad 1/2'' + 1 \quad \emptyset \quad 5/8'')$$

(ver plano N 22)

$$\underline{M_{3-4}^+} = 2.500 \quad .- \quad 2.500/2.5 = 1.000$$

$$-As = 1.633 \times 1.00 = 1.633 \quad ; \quad a = 0.392 \times 1.73 = 0.64$$

$$-As = \frac{1.000 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{0.64}{2}\right)} = 1.49$$

$$As = 1.49 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \quad \emptyset \quad 5/8''$$

$$\underline{M_4^-} = 2.960 \quad .- \quad 2.960/2.5 = 1.184$$

$$-As = 1.633 \times 1.184 = 1.94 \quad ; \quad a = 1.569 \times 1.94 = 3.04$$

$$-As = \frac{1.184 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{3.04}{2}\right)} = 1.84$$

$$As = 1.84 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \quad \emptyset \quad 5/8''$$

$$\underline{M_{4-5}^+} = 1.830 \quad .- \quad 1.830/2.5 = 0.732 \quad ; \quad 0.732 < 0.910 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \quad \emptyset \quad 3/8''$$

$$\underline{M_5^-} = 0.922 \quad .- \quad 0.922/2.5 = 0.369 \quad ; \quad 0.369 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

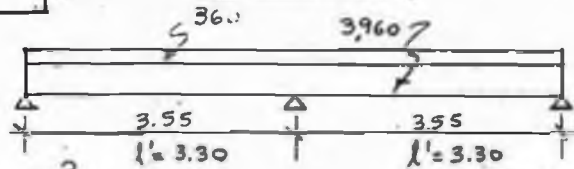
$$As = \text{-----} 2 \quad \emptyset \quad 3/8''$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

144

PAÑO S₁₂

Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = \frac{4320 \times 3.30^2}{24} = 1.960 \quad ; \quad M_2^- = \frac{4320 \times 3.30^2}{10} = 4.704 \quad \text{T-m.}$$

$$M_3^- = \frac{4320 \times 3.30^2}{24} = 1.960 \quad ; \quad M_{12}^+ = M_{23}^+ = \frac{4320 \times 3.30^2}{14} = 3.360 \quad \text{T-m.}$$

Acero por flexion.-

$$M_1^- = M_3^- = 1.960 \quad \therefore \quad 1.960/2.5 = 0.784 \quad ; \quad 0.784 \quad 0.882 \quad (\text{As mínimo})$$

$$As = \text{-----} \quad 2 \quad \emptyset \quad 3/8''$$

$$M_{1-2}^+ = M_{2-3}^+ = 3.360 \quad \therefore \quad 3.360/2.5 = 1.344$$

$$-As = 1.633 \times 1.344 = 2.19$$

$$a = 0.392 \times 2.19 = 0.86$$

$$-As = \frac{1.344 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{0.86}{2}\right)} = 2.01$$

$$As = 2.01 \quad \text{cm}^2/\text{v.} \text{-----} \quad 2 \quad \emptyset \quad 1/2''$$

$$M_2^- = 4.704 \quad \therefore \quad 4.704/2.5 = 1.881$$

$$-As = 1.633 \times 1.881 = 3.07$$

$$a = 1.569 \times 3.07 = 4.82$$

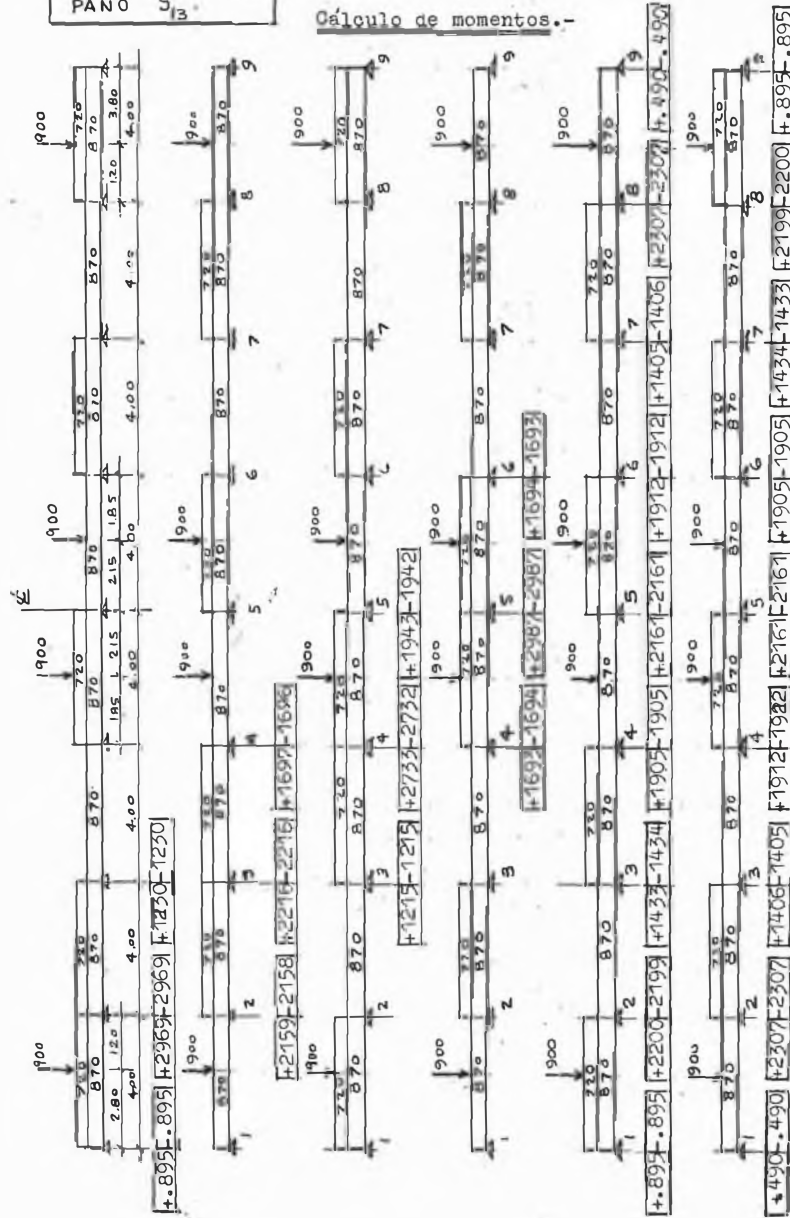
$$-As = \frac{1.881 \times 10^5}{0.9 \times 2800 \left(27 - \frac{4.82}{2}\right)} = 3.04$$

$$As = 3.04 \quad \text{cm}^2/\text{v.} \text{-----} \quad 1 \quad \emptyset \quad 1/2'' + \\ 1 \quad \emptyset \quad 5/8''$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PANO 3

Calculo de momentos.-



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Cálculo de los momentos isostáticos .-

Tramos 1-2 y 8-9 .. $\frac{870 \times 4.00^2}{8} = 1.740$; $\frac{1590 \times 4.00^2}{8} = 3.180$

$\frac{900 \times 2.80 \times 1.20}{4.00} = 0.756$ T-m.

Tramo 2-3 ; 3-4 ; 6-7 ; 7-8 ... $\frac{870 \times 4.00^2}{8} = 1.740$; $\frac{1590 \times 4.00^2}{8} = 3.180$

Tramos 4-5 ; 5-6 $\frac{870 \times 4.00^2}{8} = 1.740$; $\frac{1590 \times 4.00^2}{8} = 3.180$ T-m.

$\frac{900 \times 1.85 \times 2.15}{4.00} = 0.895$ T-m.

Acero por flexión.-

$M_1^- = 0.895$.- $0.895/2.5 = 0.358$; $0.358 < 0.882$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_{1-2}^+ = 2.200$.- $2.200/2.5 = 0.880$; $0.880 < 0.910$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_2^- = 2.260$.- $2.260/2.5 = 0.904$

-As = $1.633 \times 0.904 = 1.47$; $a = 1.569 \times 1.47 = 2.31$

-As = $\frac{0.904 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{2.31}{2})} = 1.39$

As = $1.39 \text{ cm}^2/v$.----- 2 Ø 3/8"

$M_{2-3}^+ = 1.360$.- $1.360/2.5 = 0.544$; $0.544 < 0.910$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_3^- = 1.640$.- $1.640/2.5 = 0.656$; $0.656 < 0.882$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_{3-4}^+ = 1.540$.- $1.540/2.5 = 0.616$; $0.616 < 0.910$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_4^- = 2.040$.- $2.040/2.5 = 0.816$; $0.816 < 0.882$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_{4-5}^+ = 2.030$.- $2.030/2.5 = 0.812$; $0.812 < 0.910$ (As mínimo)

As = ----- 2 Ø 3/8"

$M_5^- = 2.210$.- $2.210/2.5 = 0.884$; $0.884 \approx 0.882$ (As mínimo)

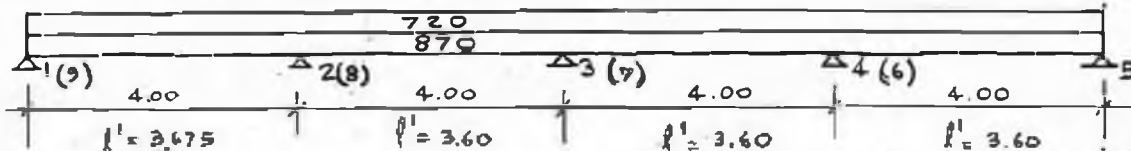
As = ----- 2 Ø 3/8"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

147

PAÑO S₁₄

Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = M_9^- = \frac{1590 \times 3.675^2}{24} = 0.895 \text{ T-m.}$$

$$M_{2 \text{ ext}}^- = M_{8 \text{ ext}}^- = \frac{1590 \times \left(\frac{3.60 + 3.675}{2} \right)^2}{10} = 2.104 \text{ T-m.}$$

$$M_{2 \text{ int}}^- = M_{8 \text{ int}}^- = \frac{1590 \times \left(\frac{3.60 + 3.675}{2} \right)^2}{11} = 1.913 \text{ "}$$

$$M_3^- = M_4^- = M_5^- = M_6^- = M_7^- = \frac{1590 \times 3.60^2}{11} = 1.873 \text{ "}$$

$$M_{12}^+ = M_{89}^+ = \frac{1590 \times 3.675^2}{14} = 1.534 \text{ "}$$

$$M_{23}^+ = M_{34}^+ = M_{45}^+ = M_{56}^+ = M_{67}^+ = M_{78}^+ = \frac{1590 \times 3.60^2}{16} = 1.288 \text{ T-m.}$$

Acerc por flexión.-

$$M_1^- = 0.895 \quad \dots \quad 0.895/2.5 = 0.358 \quad ; \quad 0.358 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

$$M_{1-2}^+ = 1.534 \quad \dots \quad 1.534/2.5 = 0.614 \quad ; \quad 0.614 < 0.910 \text{ (As mínimo)}$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

$$M_2^- = 2.104 \quad \dots \quad 2.104/2.5 = 0.842 \quad ; \quad 0.842 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

$$M_{2-3}^+ = M_{3-4}^+ = M_{4-5}^+ = 1.288 \quad \dots \quad 1.288/2.5 = 0.515 \quad ; \quad 0.515 < 0.910 \text{ (As mín)}$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

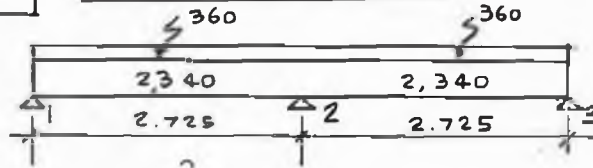
$$M_3^- = M_4^- = M_5^- = 1.873 \quad \dots \quad 1.873/2.5 = 0.749 \quad ; \quad 0.749 < 0.882 \text{ (As mín)}$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

PAÑO S.
15

Cálculo de momentos.-



$l' = 2.475$

$$M_{1-} = M_{3-} = \frac{2700 \times 2.475^2}{24} = 0.689 \quad \text{T-m.}$$

$$M_{2-} = \frac{2700 \times 2.475^2}{10} = 1.654 \quad \text{"}$$

$$M_{12+} = M_{23+} = \frac{2700 \times 2.725^2}{14} = 1.181 \quad \text{"}$$

Acero por flexión.-

$$\underline{M_{1-} = M_{3-} = 0.689} \quad \text{.-} \quad 0.689/2.5 = 0.276 ; 0.276 < 0.882 (\text{As mínimo})$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

$$\underline{M_{12+} = M_{23+} = 1.181} \quad \text{.-} \quad 1.181/2.5 = 0.472 ; 0.472 < 0.910 (\text{As mínimo})$$

As = ----- 2 Ø 3/8"

$$\underline{M_{2-} = 1.654} \quad \text{.-} \quad 1.654/2.5 = 0.661 ; 0.661 < 0.882 (\text{As mínimo})$$

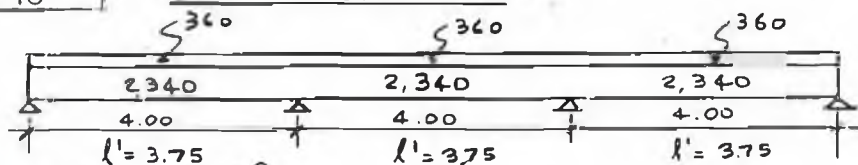
As = ----- 2 Ø 3/8"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

149

PAÑO S₁₆

Cálculo de momentos.-



$$M_1^- = M_4^- = \frac{2700 \times 3.75^2}{24} = 1.582 \text{ T-m.}$$

$$M_2^- \text{ ext} = M_3^- \text{ ext} = \frac{2700 \times 3.75^2}{10} = 3.797 \text{ T-m.}$$

$$M_2^- \text{ int} = M_3^- \text{ int} = \frac{2700 \times 3.75^2}{11} = 3.452 \text{ "}$$

$$M_{12}^+ = M_{34}^+ = \frac{2700 \times 3.75^2}{14} = 2.712 \text{ "}$$

$$M_{23}^+ = \frac{2700 \times 3.75^2}{16} = 2.373 \text{ "}$$

Acerc por flexion.-

$$M_1^- = M_4^- = 1.582 \quad \therefore \quad 1.582/2.5 = 0.633 \quad ; \quad 0.633 < 0.882 \text{ (As mínimo)}$$

$$As = \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

$$M_{1-2}^+ = M_{3-4}^+ = 2.712 \quad \therefore \quad 2.712 / 2.5 = 1.085$$

$$-As = 1.633 \times 1.085 = 1.78 \quad ; \quad a = 0.392 \times 1.78 = 0.70$$

$$-As = \frac{1.085 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.70}{2})} = 1.61$$

$$As = 1.61 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 1 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''$$

$$M_2^- = M_3^- = 3.797 \quad \therefore \quad 3.797/2.5 = 1.519$$

$$-As = 1.633 \times 1.519 = 2.48$$

$$a = 1.569 \times 2.48 = 3.89$$

$$-As = \frac{1.519 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{3.89}{2})} = 2.41$$

$$As = 2.41 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''$$

$$M_{2-3}^+ = 2.373 \quad \therefore \quad 2.373/2.5 = 0.949$$

$$-As = 1.633 \times 0.949 = 1.55$$

$$a = 0.392 \times 1.55 = 0.60$$

$$-As = \frac{0.949 \times 10^5}{0.9 \times 2800 (27 - \frac{0.60}{2})} = 1.41$$

$$As = 1.41 \text{ cm}^2/v. \text{-----} 2 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8''$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

150

C A P I T U L O V

A N A L I S I S S I S M I C O

| | |
|--|-----|
| - Fuerza horizontal | 153 |
| - Distribución de la fuerza horizontal | 159 |
| - Rigideces relativas | 161 |
| - Valores " D " en columnas | 168 |
| - Valores " D " en placas(como cantiliver) | 175 |
| - Interacción entre muros y marcos | 206 |
| - Corrección por rotación | 240 |
| - Puntos de inflexión | 274 |
| - Corte y momentos en vigas y columnas | 277 |
| - Cargas axiales | 286 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

151

ANALISIS SISMICO.

Introducción .-

Siendo importante tener en cuenta cierto grado de seguridad a la ocurrencia de movimientos sísmicos, a los cuales nos hallamos sometidos por pertenecer nuestro territorio a la zona sísmicamente más activa de la tierra (El círculo Circum-Pacífico), vemos la necesidad de diseñar las estructuras de manera que cuenten a parte de funcionalidad, economía, etc. con un grado de seguridad para soportar el embate sísmológico.

Existen varios métodos para diseñar una estructura de tal manera que pueda resistir la fuerza sísmica. El método escogido en la presente tesis es el más usado en nuestro medio y es el método de Muto.

Método de MUTO .-

Una vez determinadas las fuerzas laterales mediante el uso de los reglamentos vigentes ("Normas peruanas de diseño antisísmico"). Se distribuyen en cada piso entre los elementos resistentes (columnas, placas, etc.) para luego proceder a determinar los demás factores como son: Momentos, cargas axiales, etc. en todos los miembros que forman la estructura.

El método de Muto determina aproximadamente las rigideces de los elementos resistentes y sus puntos de inflexión.

Para el desarrollo de este método se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1 - El análisis de los esfuerzos de los elementos resistentes así como la distribución del corte será hecho de acuerdo a la teoría elástica.
- 2 - Se asume que las estructuras de los pisos no sufren deformación en la dirección horizontal; de esta suposición se concluye que todos los elementos resistentes en cualquier piso tienen el mismo desplazamiento horizontal relativo.
- 3 - Se asume que la fuerza sísmica actúa en el nivel de cada piso.
- 4 - En el análisis sólo se considera la componente horizontal de la fuerza sísmica. Pero debe tenerse en cuenta la componente vertical a manera de chequeo para grandes cantiliver.
- 5 - Se asume que la fuerza horizontal actúa separadamente en la di-

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

152

rección longitudinal y transversal. Esta descomposición obedece a que se hace coincidir la dirección de estas fuerzas con la dirección de los elementos resistentes a empujes laterales y por lo tanto se supone que en todos los niveles existen dos sistemas ortogonales de elementos resistentes que trabajan independientemente.

- 6 - La distribución de corte y el análisis de esfuerzos de los elementos resistentes será hecho de acuerdo con la teoría elástica. Para porciones de la estructura donde la acumulación de esfuerzos es muy grande, tal como en los límites de una pared o placa unida a un marco, los esfuerzos pueden ser disminuidos debido a la deformación plástica localizada.

Para el efecto del análisis sísmico hemos seguido el siguiente procedimiento según los pasos que a continuación exponemos.

- 1 - Cálculo de la fuerza horizontal.
- 2 - Distribución en altura de la fuerza horizontal.
- 3 - Cálculo de las rigideces relativas de los elementos estructurales.
- 4 - Cálculo de los valores D en marcos (columnas)
- 5 - Cálculo de los valores D en placas.
- 6 - Interacción entre muros y marcos.
- 7 - Corrección por rotación.
- 8 - Puntos de inflexión.
- 9 - Cálculo del corte y momentos por sismo en columnas y vigas.
- 10- Cálculo de las cargas axiales.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

153

CALCULO DE LA FUERZA HORIZONTAL CORTANTE DE DISEÑO (H) .-

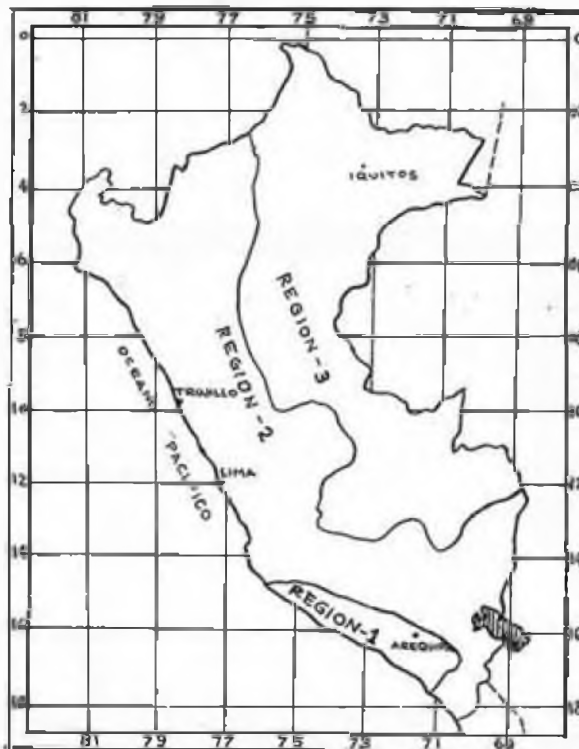
Esta fuerza (H) , es la mínima fuerza horizontal que se tendrá en cuenta para diseñar un edificio, se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula :

$$H = U K C P$$

Donde :

U .- Es el coeficiente sísmico de acuerdo a la regionalización sísmica y el uso de la edificación .

-De acuerdo a la regionalización nuestra estructura encontrándose en Lima , pertenece a la región (2) . Dato obtenido del mapa de regionalización sísmica del Perú .



-De acuerdo al uso de la edificación . Encontramos que nuestra estructura pertenece al tipo (B - Edificio de departamentos), como puede comprobarse a continuación en que damos detalladamente los tipos a considerar.

A .- Viviendas populares hasta de dos pisos.

B .- Construcciones comunes , Como : Edificios de oficinas, Edificios de departamentos , casas residenciales , etc.

C .- Edificios públicos .- Considerados como tales a los edificios donde se produce gran aglomeración de personas : Teatros , Cines, estadios, coliseos, colegios, centrales eléctricas, centrales telefónicas, asistencias públicas, hospitales, sanatorios, etc.

D .- Construcciones especiales .- Desde el punto de vista sísmico, aquellas que al fallar parcial ó totalmente, presentan un peligro adicional ejm. Hornos, calderas, grandes depósitos inflamables. El coeficiente sísmico no será nunca menor al coeficiente que corresponde a un edificio público.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

154

Con los datos obtenidos : Región (2) y tipo (B) , entramos a la siguiente tabla encontrando así el valor de $U = 0.8$

| COEFICIENTE SISMICO "U" DE ACUERDO A LA REGIONALIZACION SISMICA Y EL USO DE LA EDIFICACION | | | | |
|--|---|--|-----|-----|
| | | REGIONES | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Tipo de construcción | A | Viviendas populares hasta de dos pisos, que tienen sus recomendaciones especiales. | | |
| | B | 1 | 0.8 | 0.4 |
| | C | 1.2 | 1.0 | 0.6 |
| | D | Consideraciones de las construcciones especiales | | |

K .- Factor de modificación, en el que se tiene en cuenta la respuesta de una estructura a una excitación sísmica de acuerdo a su grado de amortiguamiento, flexibilidad, ductibilidad y capacitación de absorción de energía.

De los siguientes tipos de estructuraciones obtenemos el valor de K - correspondiente.

Tipo P .- ($K = 1.3$) Para edificios con estructuras "tipo cajón" en las que los pórticos no son diseñados para resistir toda la carga vertical que es tomada en parte por paredes sísmicas y elementos de arriostre.

Tipo Q .- ($K = 1.0$) Se usa este valor de K , para edificios con pórticos para soportar la fuerza vertical (cargas) , y por paredes u otro elemento de arriostre que tome la fuerza horizontal diseñándose en algunos casos los pórticos de manera que tomen un cierto porcentaje de la fuerza horizontal.

Tipo R .- ($K = 0.80$) Se toma este valor para edificios cuyos pórticos se diseñan para resistir por lo menos el 25% del corte en la base del edificio, siendo tomado el resto del cortante por los demás elementos resistentes, haciéndose la distribución de acuerdo a sus rigideces relativas.

Tipo S .- ($K = 0.67$) Se toma este valor para edificios en los cuales la fuerza horizontal es resistida unicamente por los pórticos. Debe preverse que los porticos no queden encerrados o delimitados por elementos rígidos que impidan que el pórtico tome fuerza horizontal desde el principio

Tomaremos pues el valor de K correspondiente a estructuraciones Tipo Q , o sea $K = 1.00$

C .- Este coeficiente determina el porcentaje de la carga permanente y de la sobrecarga, que debe tomarse como cortante . En la base éste coeficiente está expresado por la siguiente fórmula

$$C = \frac{0.05}{\sqrt{T}}$$

donde :

T= Período de vibración fundamental , éste período se seleccionará teniendo en cuenta las características particulares de las estructuras que a continuación se detallan.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

155

$T = 0.09 h / \sqrt{D}$ donde : D= dimensión del edificio en la dirección horizontal considerada.

h= Altura total del edificio respecto al nivel del terreno, (en metros).

Este valor de T , se usa para edificios donde los elementos resistentes a la fuerza lateral están formados unicamente por pórticos y placas de hormigón armado de la caja de ascensores, sin paredes exteriores ni interiores o construidas en tal forma que no rigidicen la estructura.

$T = 0.07 h / \sqrt{D}$ Para edificios donde los elementos resistentes a las fuerzas laterales están formados por pórticos y placas de hormigón armado, grandes ventanales y pocos muros de relleno .

$T = 0.05 h / \sqrt{D}$ Para edificios con gran cantidad de placas de concreto armado en la dirección que se está estudiando, gran cantidad de muros divisorios y ventanales pequeños.

O sea que el valor de T apropiado para nuestro caso será :

$$T = 0.09 h / \sqrt{D} \quad \text{Luego :}$$

$$C = \frac{0.05}{\sqrt[3]{T}} = \frac{0.05 D^{1/6}}{\sqrt[3]{0.09 h}}$$

Considerando el eje (X) en el sentido perpendicular a los pórticos principales de nuestra estructura tenemos :

$$D_x = 37.40 \text{ m.}$$

$$D_y = 23.85 \text{ m.} \quad \text{y} \quad h = 25.65 \text{ m.}$$

P .- Peso del edificio a considerar.- Es la carga permanente total del edificio más un porcentaje de la sobrecarga , se determina así :

-En depósitos . 80 % del peso total que es posible almacenar.

-En edificios públicos . Donde se produzca gran aglomeración de personas, se tomará el 50 % de la sobrecarga.

-En construcciones comunes . Como edificios de oficinas, edificios de departamentos, residencias , etc. se tomará el 25 % de la sobrecarga

Nuestro caso , edificio de departamentos: Tomaremos la carga permanente en su totalidad más el 25 % de la carga viva , como se detalla en la siguiente hoja.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

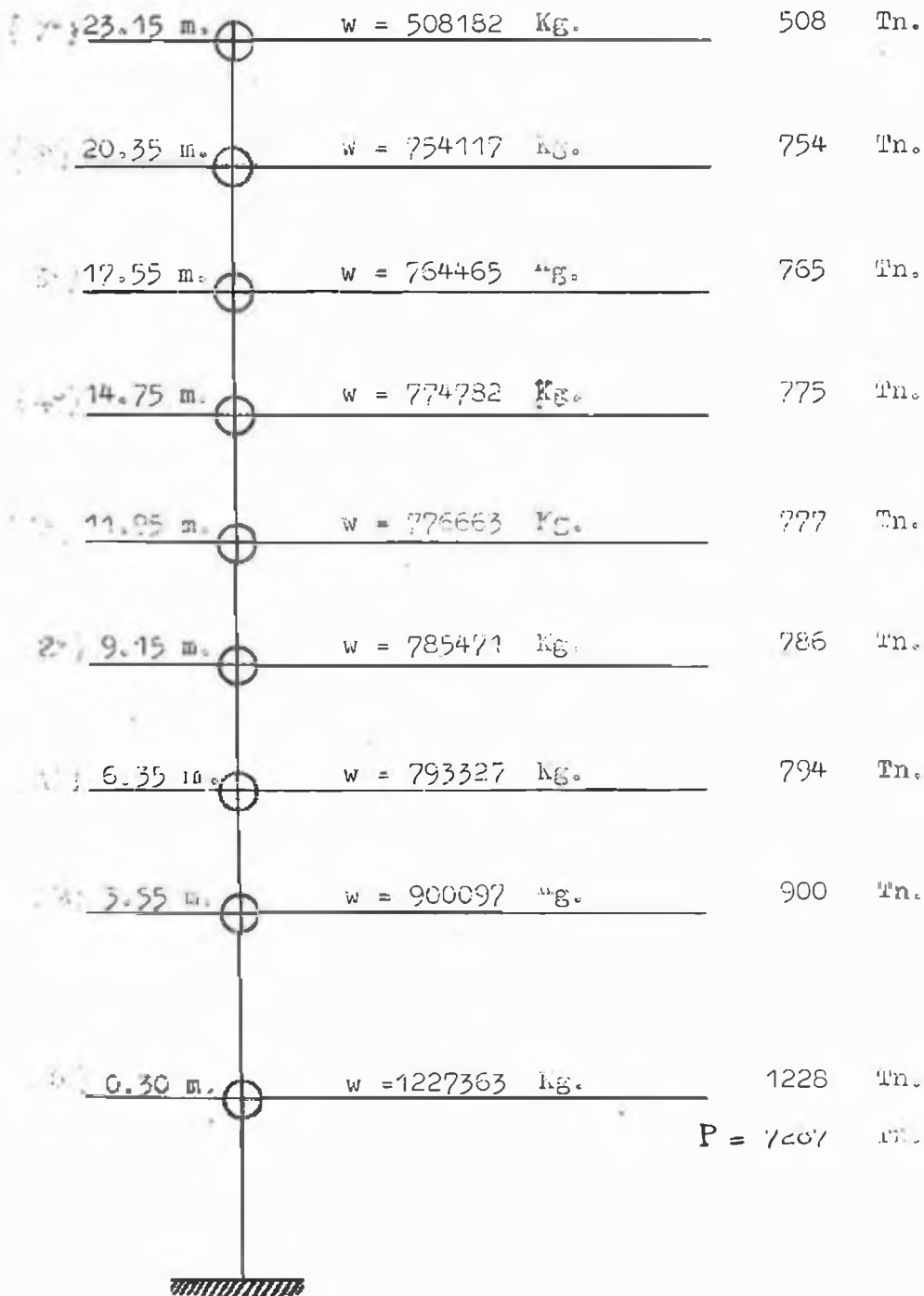
| Nivel. | Elementos | Parcial | SubTotal | Total |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------|--------|
| 23.15 (7°) | Aligerado + pt.. | 2 x 282 x 440..... | 248160 | |
| | Vigas .30 x .60 | 2x 100.7 x .30x .60x 2400 | 86918 | |
| | Vigas .20 x .70 | 2x 7.1 x .20 x .70 x 2400 | 4771 | |
| | " 1.00 x .25 | 2x 5.8 x 1.00x .25 x 2400 | 6960 | |
| | " .30 x .45 | 2x 2.2 x .30 x .45 x 2400 | 1426 | |
| | " .15 x .70 | 2x 11 x .15 x .70 x 2400 | 5544 | |
| | " .60 x .25 | 2x 16 x .60 x .25 x 2400 | 11520 | |
| | " .70 x .25 | 2x 17.3 x .70x .25 x 2400 | 14532 | |
| | " .50 x .25 | 2x 10.7 x .50 x .25x 2400 | 6420 | |
| | Columnas .30x.30 | 32 x .30 x .30x1.40x 2400 | 9677 | |
| | Parapeto .15x.85 | 2x 77x .15x .85x 2400.... | 47124 | |
| | Ascensor..... | 2x 1.695 x 1.40 x 2400... | 11390 | |
| | Placa escalera.. | 4x 2.65x .30 x 3.60 x2400 | 27715 | |
| | Escalera..... | 4 x 2350 | 9400 | |
| S/C reducida.... | 2x 314 x 125 x 0.25 | 19625 | 508182 | |
| 20.35 (6°) | Aligerado + pt.. | 2 x 282 x 450 | 253800 | |
| | Vigas .40 x .70 | 2x 90 x .40 x .70 x 2400 | 120960 | |
| | " .40 x .45 | 2x2.20 x .40 x .45 x 2400 | 1900 | |
| | " .20 x .70 | 2x 7.10 x .20 x .70 x 2400 | 4771 | |
| | " .15 x .70 | 2x 11 x .15 x .70 x 2400 | 5544 | |
| | " .60 x .25 | 2x 16 x .60 x .25 x 2400 | 11520 | |
| | " .70 x .25 | 2 x 17.3 x .70 x .25x2400 | 14532 | |
| | " 1.00 x .25 | 2 x 5.8 x 1.00 x .25x2400 | 6960 | |
| | " .50 x .25 | 2 x 10.7 x .50x .25 x2400 | 6420 | |
| | " .30 x .70 | 2 x 10.7 x .30x .70 x2400 | 10785 | |
| | Tabiquería soga. | 2 x 136 x 2.55 x 200..... | 138720 | |
| | " Cabeza. | 2 x 23 x 2.55 x 360..... | 42228 | |
| | Parapeto..... | 2 x 6.50 x .15 x1.10x2400 | | |
| | Ascensor..... | 2x 1.695 x 2.80 x 2400... | 30556 | |
| Placa escalera.. | 4x 2.65 x .30 x 2.80x2400 | 22780 | | |
| Escalera..... | 4 x 2350 | 21379 | | |
| Columnas .30x .30 | 32 x .30 x .30 x1.4x 2400 | 9677 | | |
| " .30x .30 | 29 x .30 x .30 x1.4x 2400 | 8769 | | |
| " .40x .50 | 3 x .40 x .50 x1.40x2400 | 2016 | | |
| S/O reducida.... | 2 x 314 x 200 x 0.25..... | 31400 | 702255 | |
| 17.55 (5°) | Valor repetido - en pisos típicos | | 702255 | |
| | Columnas .30x.30 | 33 x .30 x .30 x1.4x 2400 | 8769 | |
| | " .40x.50 | 24 x .40 x .50 x1.4x 2400 | 16128 | |
| | " .40x.40 | 7 x .40 x .40 x 1.4x 2400 | 5913 | |
| | S/O reducida.... | 2 x 314 x 200 x 0.25..... | 31400 | 764465 |
| 14.75 (4°) | Valor repetido - en pisos típicos | | 702255 | |
| | Columnas .40x.50 | 37 x .40 x .50 x1.4 x 2400 | 24864 | |
| | " .40x .40 | 18 x .40 x .40 x1.4 x 2400 | 9677 | |
| | " .40x .35 | 4 x .40 x .35 x1.4 x 2400 | 1882 | |
| | " .40x .70 | 5 x .40 x .70 x1.4 x 2400 | 4704 | |
| | S/O reducida.... | 2 x 314 x 200 x 0.25..... | 31400 | 774782 |
| 11.95 (3°) | Valor repetido - en pisos típicos | | 702255 | |
| | Columnas .40 x .35 | 4 x .40x .35x 1.4 x 2400. | 1882 | |
| | " .40 x .40 | 18x .40x .40x 1.4 x 2400 | 9677 | |
| | " .40 x .50 | 30x .40x .50x 1.4 x 2400 | 20160 | |
| | " .40 x .70 | 12x .40x .70x 1.4 x 2400 | 11289 | |
| | S/C reducida.... | 2 x 314 x 200 x 0.25..... | 31400 | 776663 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| Nivel | Elementos | Parcial | SubTotal | Total |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|-------|
| 9.15 (2°) | Valor repetido - en pisos típicos | | 702255 | |
| | Columnas .40x .35 | 4 x .40 x .35x 1.4 x 2400 | 1882 | |
| | " .40x .40 | 7 x .40x .40x 1.40 x 2400 | 3763 | |
| | " .40x .50 | 14 x .40x .50 x 1.4x 2400 | 9212 | |
| | " .40x .60 | 11 x .40x .60 x 1.4x 2400 | 8871 | |
| | " .40x .70 | 21 x .40x .70 x 1.4x 2400 | 19756 | |
| | " .40x .80 | 4 x .40 x .80 x 1.4x 2400 | 4300 | |
| | " .50x .80 | 3 x .50 x .80 x 1.4x 2400 | 4032 | |
| S/C reducida.... | 2 x 314 x 200 x 0.25 | 31400 | <u>785471</u> | |
| 6.35 (1°) | Valor repetido - en pisos típicos | | 702255 | |
| | Columnas .40x .60 | 22 x .40x .60x 1.4x 2400 | 17741 | |
| | " .40x .70 | 28 x .40x .70x 1.4x 2400 | 26341 | |
| | " .40x .80 | 8 x .40 x .80x 1.4x 2400 | 7526 | |
| | " .50x .80 | 6 x .50 x .80x 1.4x 2400 | 8064 | |
| S/C reducida.... | 2 x 314 x 200 x 0.25..... | 31400 | <u>793327</u> | |
| 3.55 (P.B) | Aligerado + pt.. | 2 x 350 x 450 | 315000 | |
| | Vigas .40 x .70 | 157 x .40 x .70 x 2400... | 105504 | |
| | " .20 x .70 | 17.3 x .20 x .70 x 2400.. | 5812 | |
| | " 1.00 x .25 | 11.6 x 1.00 x .25 x 2400.. | 6960 | |
| | " .40 x .95 | 13.5 x .40 x .95 x 2400.. | 12312 | |
| | " .45 x .40 | 4.4 x .45 x .40 x 2400..... | 1900 | |
| | " .15 x .70 | 16 x .15 x .70 x 2400 ... | 4032 | |
| | " .60 x .25 | 32 x .60 x .25 x 2400 ... | 11520 | |
| | " .70 x .25 | 34.6 x .70 x .25 x 2400.. | 14532 | |
| | " .30 x .70 | 47 x .30 x .70 x 2400 ... | 23688 | |
| | " .30 x .60 | 9.6 x .30 x .60 x 2400 .. | 4147 | |
| | " .50 x .25 | 21.5 x .50 x .25 x 2400 . | 6420 | |
| | Tabiquería sogá. | 2 x 136 x 2.55 x 200 | 138720 | |
| | " cabeza. | 2 x 23 x 2.55 x 360 | 42228 | |
| | Parapeto..... | 2 x 41.50 x .15x.85x 2400 | | |
| | | 2 x 6.5x .15x 1.10 x 2400 | 30556 | |
| | Ascensor..... | 11390 + 13221 | 24611 | |
| | Placa escalera.. | 2x5342 + 2x 9009 | 28702 | |
| | Escalera | 4 x 1880 | 7520 | |
| | Columnas .40x.60 | 11 x .40x .60x 1.4x 2400 | | |
| | 6 x .40 x .60x 1.60x 2400 | 14390 | | |
| " .40x.70 | 14 x .40x .70x 1.4x 2400 | 13171 | | |
| " .40x.80 | 4 x .40x .80x 1.4x 2400 | | | |
| " .50x.80 | 9 x .40x .80x 1.60 x 2400 | 15360 | | |
| " .50x.90 | 3 x .50x .80x 1.40 x 2400 | 4032 | | |
| " .50x.90 | 15x .50x .90x 1.40 x 2400 | 25920 | | |
| " .60x.80 | 2 x .60x .80x 1.60 x 2400 | 3840 | | |
| " .25x.25 | 3 x .25x .25x 1.60 x 2400 | 720 | | |
| S/C reducida.... | 2 x 385 x 200 x 0.25 | 38500 | <u>900097</u> | |
| 0.30 m (S.) | Aligerado + pt.. | 2 x 593 x 480 | 569280 | |
| | Vigas .50 x .70 | 13.8 x .50x .70 x 2400 .. | 11590 | |
| | " .40 x .70 | 246 x .40 x .70 x 2400 .. | 165446 | |
| | " .70 x .30 | 22 x .70 x .30 x 2400 ... | 11088 | |
| | " .25 x 1.60 | 25.8 x .25 x 1.60 x 2400.. | 24768 | |
| | " .45 x .40 | 2.45 x .45 x .40 x 2400.. | 10584 | |
| | " .30 x .70 | 23.5 x .30 x .70 x 2400.. | 11844 | |
| | Tabiquería sogá. | 270 x 2.55 x 200 | 137700 | |
| | Ascensor | 11390 + 13221 | 24611 | |
| | Placa escalera.. | 2 x 9009 + 2 x 7762 | 33542 | |
| Escalera | 4 x 1880 | 7520 | | |
| (Continúa a la sgt.) | | | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| Nivel | Elementos | Parcial | SubTotal | Total |
|---------|------------------|--------------------------|----------|-------|
| 0.30 m. | Columnas .40x.80 | 9 x .40x .80x 1.60x 2400 | 20736 | |
| | | 9 x .40x .80x 1.40x 2400 | | |
| | Columnas .50x.90 | 15x .50x .90x 1.40x 2400 | 48600 | |
| | | 15x .50x .90x 1.60x 2400 | | |
| | Columnas .40x.60 | 6 x .40x .60x 1.40x 2400 | 10368 | |
| | | 6 x .40x .60x 1.60x 2400 | | |
| | Columnas .60x.80 | 2 x .60x .80x 1.40x 2400 | 7200 | |
| | | 2 x .60x .80x 1.60x 2400 | | |
| | Columnas .30x.40 | 4 x .30x .40x 1.40x 2400 | 1612 | |
| | S/C reducida.... | 2 x 653 x 400 x 0.25 ... | 130600 | |



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Con :

$$U = 0.8$$

$$K = 1.00$$

$$C = \frac{0.05}{\sqrt[3]{T}} = \frac{0.05 D^{1/6}}{\sqrt[3]{0.09 h}}$$

$$C_x = \frac{0.05 \times 23.85^{1/6}}{\sqrt[3]{0.09 \times 25.65}}$$

$$C_y = \frac{0.05 \times 37.40^{1/6}}{\sqrt[3]{0.09 \times 25.65}}$$

$$P = 7287 \text{ Ton.}$$

Obtenemos los cortantes totales según los sentidos x , y .

$$H = U K C P$$

$$H_x = 0.8 \times 1.00 \times \frac{0.05 \times 23.85^{1/6}}{\sqrt[3]{0.09 \times 25.65}} \times 7287 = 377.4 \text{ T.}$$

$$H_y = 0.8 \times 1.00 \times \frac{0.05 \times 37.40^{1/6}}{\sqrt[3]{0.09 \times 25.65}} \times 7287 = 406.5 \text{ T.}$$

Teniendo la fuerza cortante total en la base tendremos que distribuirla a lo largo del edificio.

DISTRIBUCION EN ALTURA DE LA FUERZA HORIZONTAL .- La cortante total se distribuirá a lo largo del edificio, según la siguiente fórmula :

$$F_i x = H_x \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i}$$

$$F_i y = H_y \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i}$$

Donde :

$F_i x$, $F_i y$ = Fuerza horizontal en el nivel "i" , correspondiente al sentido(x) y al sentido (y) respectivamente.

H_x , H_y = Fuerza horizontal total según los sentidos (x) y (y) respectivamente.

W_i = Peso del piso considerado "i".

h_i = altura del nivel "i" respecto a la base.

Los resultados se presentan en la siguiente hoja (tabla . . .) , teniendo en cuenta que se considerará el peso que está encima, tomándolo como una carga gravitacional, afectada por un coeficiente igual a 0.15. Aproximadamente tenemos :

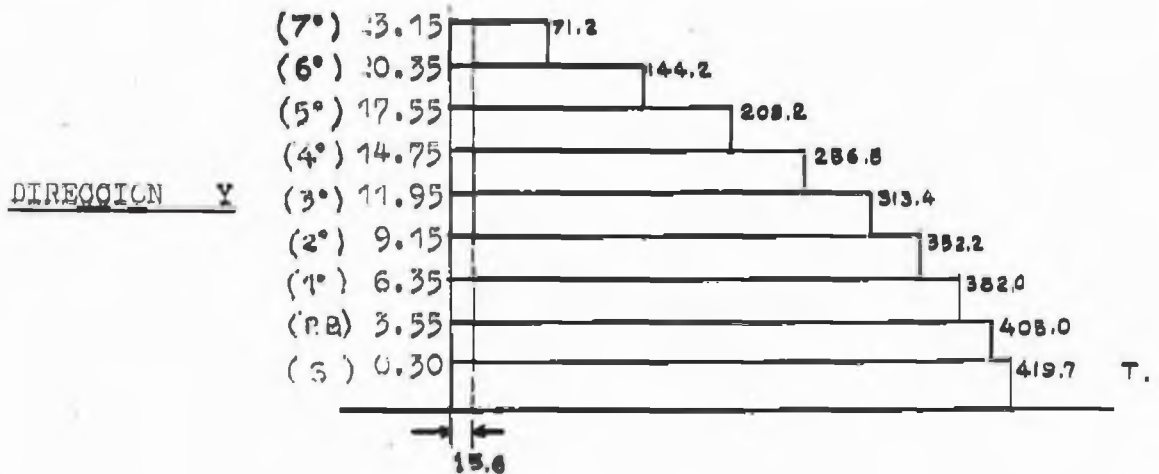
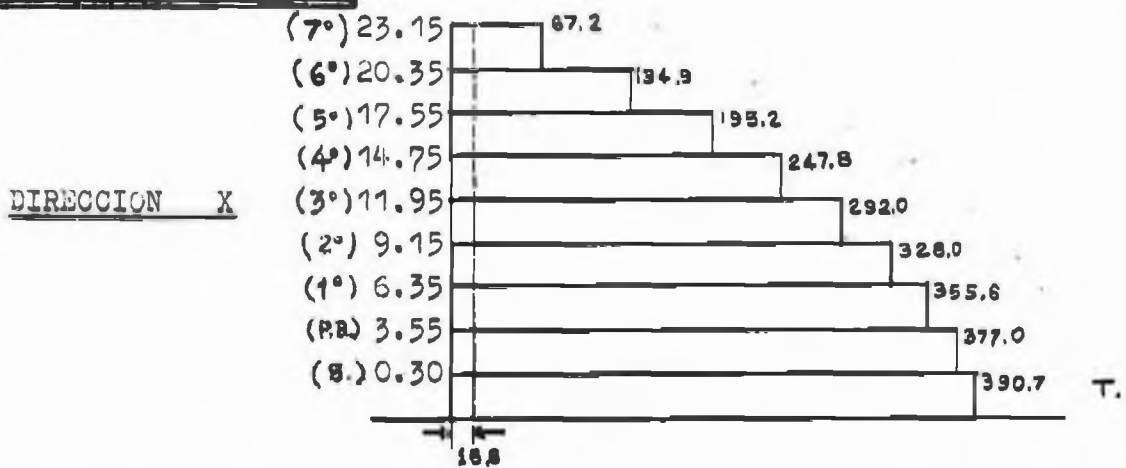
| | | |
|---------------------------------|--------------|----------|
| Tanque de agua cargado..... | 54.8 | T. |
| Caseña del ascensor, placas.... | 31.0 | T. |
| Muros..... | 18.0 | T. |
| | <u>103.8</u> | T. Total |

$$\text{CARGA GRAVITACIONAL} = 0.15 \times 103.8 = 15.6 \text{ T.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| NIVEL | Wi | hi | Wi hi | Fi x | Fi y | Vx | Vy |
|-------|------|-------|----------------------|------|------|-------|-------|
| 23.15 | 508 | 25.65 | 13030 | 51.6 | 55.6 | 51.6 | 55.6 |
| 20.35 | 754 | 22.85 | 17229 | 67.7 | 73.0 | 119.3 | 128.6 |
| 17.55 | 765 | 20.05 | 15338 | 60.3 | 65.0 | 179.6 | 193.6 |
| 14.75 | 775 | 17.25 | 13368 | 52.6 | 56.6 | 232.2 | 250.2 |
| 11.95 | 777 | 14.45 | 11228 | 44.2 | 47.6 | 276.4 | 297.8 |
| 9.15 | 786 | 11.65 | 9157 | 36.0 | 38.8 | 312.4 | 336.6 |
| 6.35 | 794 | 8.85 | 7027 | 27.6 | 29.8 | 340.0 | 366.4 |
| 3.55 | 900 | 6.05 | 5445 | 21.4 | 23.0 | 361.4 | 389.4 |
| 0.30 | 1228 | 2.80 | 3438 | 13.7 | 14.7 | 375.1 | 404.1 |
| | | | $\Sigma Wi hi=95260$ | | | | |

DIAGRAMAS DEL CORTANTE .-



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CAÇERES BRUZZONE AURELIO A.

161

CALCULO DE LAS RIGIDECEZ RELATIVAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Rigideces en placas.- $K = \frac{I}{h}$. el cálculo de los valores I, K y k en las placas están despues de las rigideces relativas en vigas y columnas

Rigideces en vigas.- La rigidez en una viga esta dada por la siguiente

expresión: $K = \frac{I}{l}$ donde I = Momento de inercia
l = longitud de la viga

Rigideces en columnas.- Las rigideces en columnas estan dadas por la siguiente expresión:

$K = \frac{I}{h}$ donde I = Momento de inercia
h = Altura de la columna

Debe tenerse en cuenta que el momento de inercia debe tomarse en el sentido que se quiere encontrar la rigidez.

Rigideces relativas.- La rigidez relativa esta dada por la siguiente expresión:

$k = \frac{K}{K_0}$ donde K= Rigidez
K₀= Una constante cualquiera

Con estas consideraciones hemos calculado las rigideces relativas de vigas y columnas tomando K₀ = 10²

Como ejemplo tenemos la viga 5(B-C) del piso típico cuya sección es 40 x 70 y su longitud 6.90 m.

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{40 \times 70^3}{12} = 114.33 \times 10^4 \text{ cm}^4 \quad l = 690 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{114.33 \times 10^4}{690} = 0.165 \times 10^4 \quad k = \frac{0.165 \times 10^4}{10^2} = 16.5$$

Igualmente para la columna 5B en el sentido del pórtico 5 (principal) en el piso 7. Tiene como sección 30 x 30 y altura h = 2.80 m.

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{30 \times 30^3}{12} = 6.75 \times 10^4 \text{ cm}^4 \quad h = 280 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{6.75 \times 10^4}{280} = 0.0241 \times 10^4 \quad k = \frac{0.0241 \times 10^4}{10^2} = 2.41$$

De igual manera se han calculado las rigideces relativas de todas las vigas y columnas tanto en el sentido Y (ejes principales) como en el sentido X (ejes secundarios) cuyos resultados estan a continuación en los respectivos pórticos.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Rigideces relativas en vigas y columnas en el sentido X

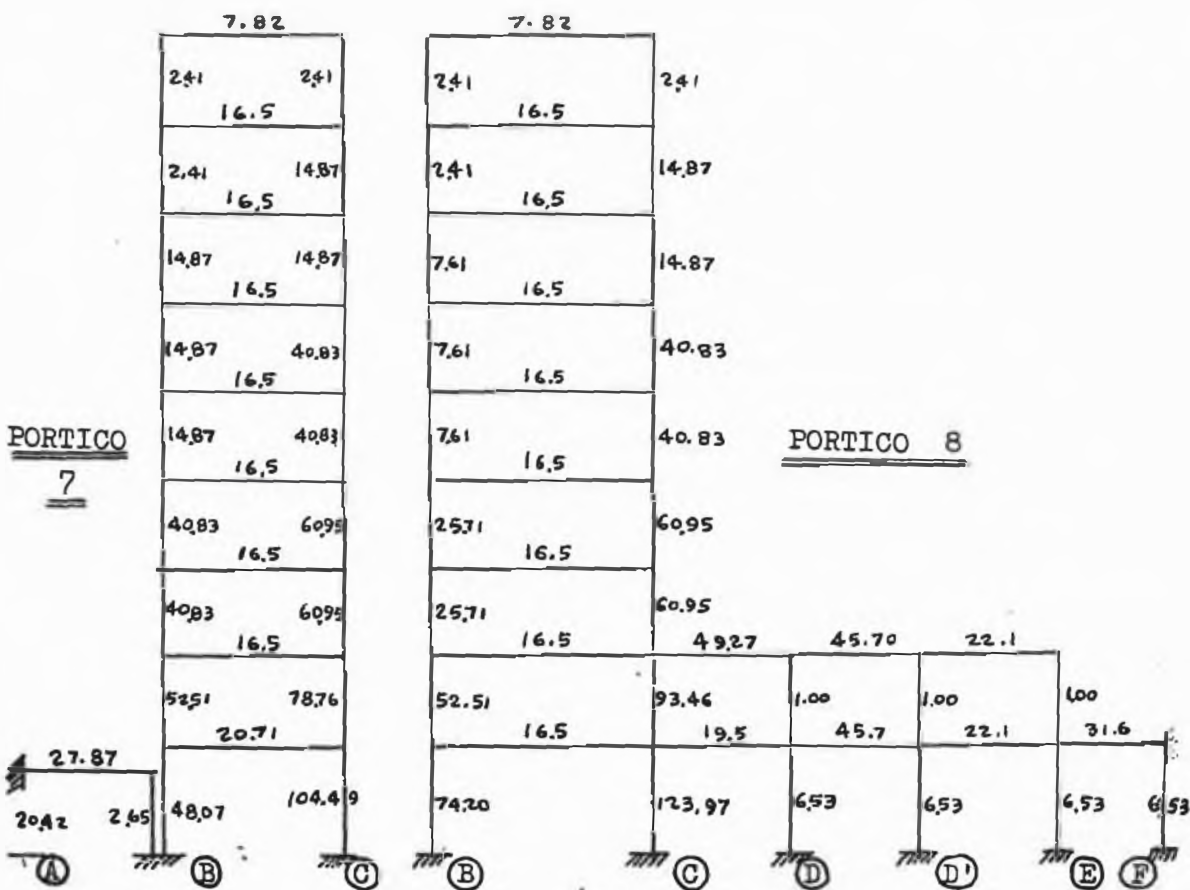
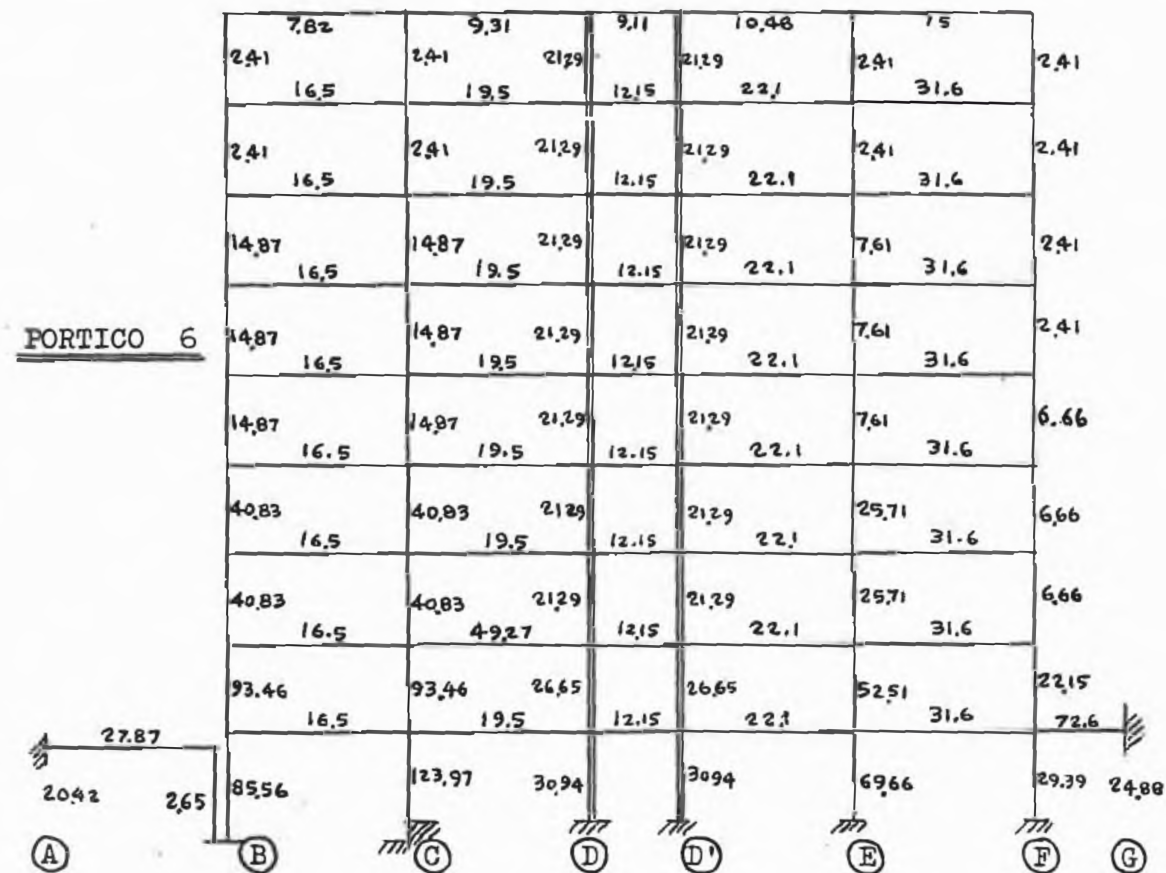
1.95 1.95 1.95 1.95

| | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|
| | 241 | 241 | 241 | 241 | 241 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 241 | 241 | 241 | 241 | 241 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 761 | 925 | 925 | 925 | 761 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 761 | 925 | 925 | 925 | 761 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 761 | 925 | 925 | 925 | 761 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 925 | 1333 | 1333 | 1333 | 1142 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 925 | 1333 | 1333 | 1333 | 1142 |
| | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 1.95 |
| | 1312 | 1477 | 2884 | 1312 | 1312 |
| 135.44 | 392 | 392 | 392 | 392 | 392 |
| 6.25 | 1471 | 1352 | 2641 | 1202 | 1855 |
| ① | ③ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |

2.27 7.01 2.27 2.27

| | | | | | |
|--------|------|---|------|------|------|
| | 241 | | 241 | 241 | 241 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 241 | | 7.01 | 241 | 925 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 925 | | 7.01 | 925 | 925 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 925 | | 7.01 | 925 | 1333 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 925 | | 7.01 | 925 | 1333 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 1142 | | 7.01 | 1333 | 1523 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 1142 | | 7.01 | 2.27 | 1523 |
| | 2.27 | | 7.01 | 2.27 | 2.27 |
| | 1477 | | 66.3 | 4430 | 2884 |
| 135.44 | 285 | | 285 | 285 | 285 |
| 24 | | | 3826 | 5877 | 3826 |
| ① | ③ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

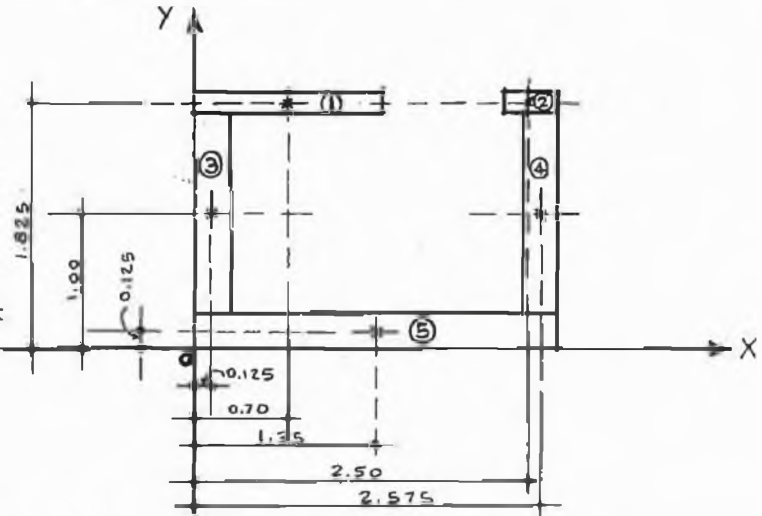
Momento de inercia de la placa del ascensor

1- Ubicación del centro de masa .- Pasamos los ejes X - Y tal como lo muestra la figura :

AREAS .-

- ① - $1.40 \times 0.15 = 0.21$
- ② - $0.40 \times 0.15 = 0.06$
- ③ - $1.50 \times 0.25 = 0.375$
- ④ - $1.50 \times 0.25 = 0.375$
- ⑤ - $2.70 \times 0.25 = 0.675$

$\Sigma A = 1.695$



$\Sigma A y = 0.21 \times 1.825 + 0.06 \times 1.825 + 0.375 \times 1.00 + 0.375 \times 1.00 + \dots + 0.675 \times 0.125 = 1.327125$

$\bar{y} = \frac{\Sigma A y}{\Sigma A} = \frac{1.327125}{1.695} = 0.7829 \dots \bar{y} = 0.783 \text{ m.}$

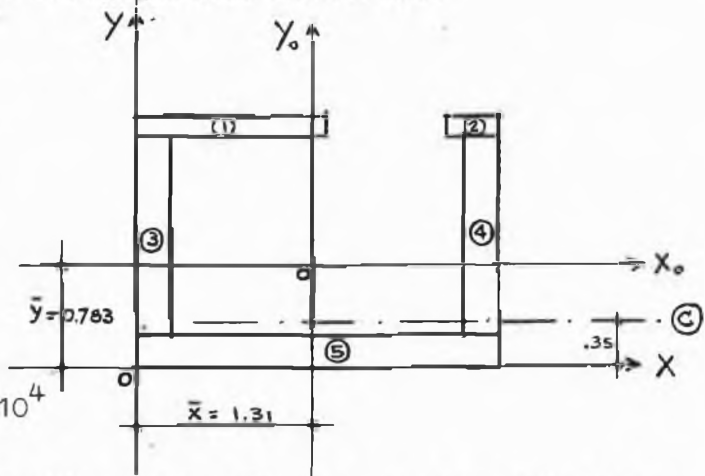
$\Sigma A x = 0.21 \times 0.70 + 0.06 \times 2.50 + 0.375 \times 0.125 + 0.375 \times 2.575 + \dots + 0.675 \times 1.35 = 2.22075$

$\bar{x} = \frac{\Sigma A x}{\Sigma A} = \frac{2.22075}{1.695} = 1.3101 \dots \bar{x} = 1.31 \text{ m.}$

Tendremos luego : La ubicación de los ejes del centro de masa a los cuales serán referidos los momentos de inercia con respecto a su propio centro de masa cada uno de los paños rectangulares numerados.

Mtos. de Inercia de cada paño :

- ① $I_o = \frac{15 \times 140^3}{12} = 343 \times 10^4$
- ② $I_o = \frac{15 \times 40^3}{12} = 8.00 \times 10^4$
- ③ $I_o = \frac{150 \times 25^3}{12} = 19.53 \times 10^4$
- ④ $I_o = \dots = 19.53 \times 10^4$
- ⑤ $I_o = \frac{25 \times 270^3}{12} = 4,100.63 \times 10^4$



Estos momentos I_o serán referidos a los ejes de masa ya ubicados.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

167

Luego : $I'_0 = I_0 + A d^2$

$$I_y = - 343 \times 10^4 + 2100(61)^2 + 8.00 \times 10^4 + 600(119)^2 - 19.53 \times 10^4 +$$

$$+ 3750(118.5)^2 + 19.53 \times 10^4 + 3750(126.5)^2 + 4,100.63 \times 10^4 +$$

$$+ 6750 (4)^2 =$$

$$= 3,765.63 \times 10^4 - 781.41 \times 10^4 + 849.66 \times 10^4 - 5,265.82 \times 10^4 +$$

$$+ 6,000.48 \times 10^4 + 10.80 \times 10^4 = 4,579.34 \times 10^4$$

$$I_y = 4,579.34 \times 10^4$$

Para el calculo de I_x , necesitaremos los I_0 referidos al eje X

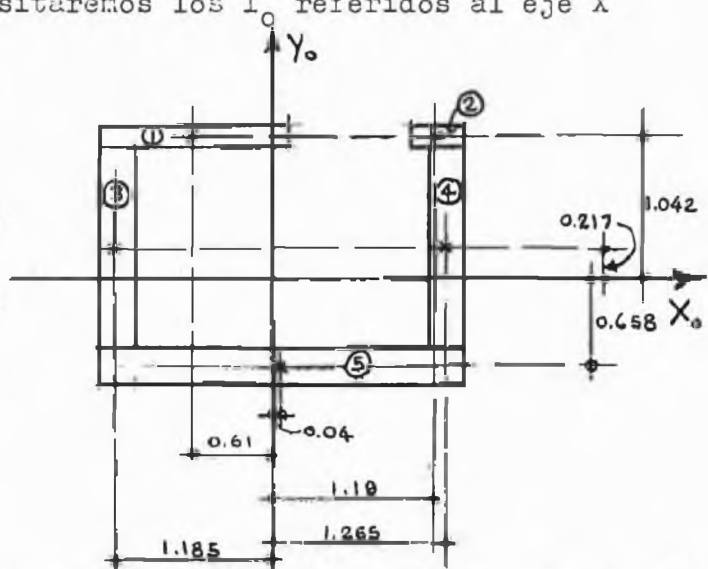
① $I_0 = \frac{140 \times 15^3}{12} = 3.935 \times 10^4$

② $I_0 = \frac{40 \times 15^3}{12} = 1.125 \times 10^4$

③ $I_0 = \frac{25 \times 150^3}{12} = 703.12 \times 10^4$

④ $I_0 = \text{ " } = 703.12 \times 10^4$

⑤ $I_0 = \frac{270 \times 25^3}{12} = 35.16 \times 10^4$



Luego :

$$I_x = 3.935 \times 10^4 + 2100(104.2)^2 + 1.125 \times 10^4 + 600(104.2)^2 + 2 \cdot 703.12 \times 10^4 +$$

$$+ 3750(21.7)^2 - 35.16 \times 10^4 + 6750(65.8)^2 =$$

$$= (3.935 + 1.0857 \times 2100 + 1.125 + 1.0857 \times 600 + 2 \times 0.375 \times 470.89 -$$

$$- 0.675 \times 4.692) \cdot 10^4 = 1,563.94 \times 10^4$$

$$I_x = 1,563.94 \times 10^4$$

Rigideces de la placa del ascensor en el sentido X e Y .- De acuerdo a las consideraciones anteriormente explicadas, se ha calculado las respectivas rigideces relativas las que se encuentran en las páginas 132-133 en que se calcula el valor " D " de esta placa.

Rigideces relativas de la placa de la escalera.- Al igual que la placa del ascensor, estos valores se encuentran en las páginas 179 en que se calcula el valor " D " de esta placa.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

168

CÁLCULO DE LOS VALORES D .-

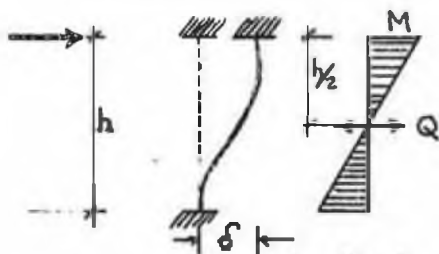
El valor D o coeficiente de distribución de la fuerza cortante de los elementos resistentes en un piso cualquiera esta definido como la fuerza de corte que actúa en elemento cuando el desplazamiento relativo en el piso considerado tiene un valor unitario.

Para calcular el valor D se asume una distribución de la fuerza cortante y se resuelve para los esfuerzos y deformaciones de los elementos resistentes. Usando la fuerza de corte (V) y el desplazamiento relativo determinado (δ) de cada elemento en el nivel, los valores D son determinados por la siguiente expresión :

Los valores calculados con esta ecuación son los valores de rigideces absolutas. Con desplazamiento unitario los valores de rigideces relativas determinan la distribución del corte.

Cálculo del valor D en columnas .- Para obtener un número abstracto en el valor de D se efectúa la siguiente simplificación en el cálculo de los valores D de las columnas .

1. - Columna empotrada en sus dos extremos.



$$M = V \frac{h}{2} \quad (\alpha)$$

$$\delta = \frac{M h^2}{6 E I}$$

$$M = \frac{6 E I \delta}{h^2} \quad (\beta)$$

Iguualando (α) y (β), teniendo en cuenta que: $K = \frac{I}{h}$

$$V \frac{h}{2} = \frac{6 E I \delta}{h^2}, \quad \frac{V}{\delta} = \frac{12 E I}{h^3} = \frac{12 E K}{h^2} \cdot \frac{K_0}{K_0}$$

$$D = \frac{V}{\delta} = k_c \left[\frac{12 E K_0}{h^2} \right], \text{ si tomamos: } \left[\frac{12 E K_0}{h^2} \right] \text{ como}$$

unidad común, definimos el valor D de esta columna como $D = k_c$

2. - Columna empotrada en un extremo y libre en el otro .-

$$D = 0.25 k_c$$

3. - Columna articulada en sus dos extremos

$$D = 0$$

4. - En general habiendo estudiado los casos extremos diremos q':

$$D = a k_c$$

Por lo expuesto anteriormente se puede apreciar que el valor D en columnas varía de acuerdo al grado de empotramiento o restricción al giro que tengan.

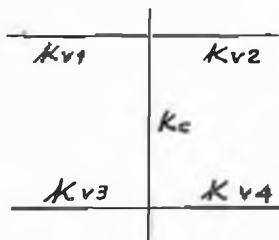
Este grado de empotramiento en los pórticos de vigas y columnas varía de acuerdo a la relación de rigideces de las vigas

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

que llegan a la columna y la rigidez de la columna.
El método de Muto da fórmulas aproximadas para hallar el valor de(a) para los diversos casos que se presentan, que son los siguientes:

A.- Altura de piso uniforme .- $D = a k_c$

1.- Cierta restricción al giro en ambos extremos .- Si llamamos \bar{k} a la relación de rigideces de vigas y columnas y teniendo en cuenta que cuando \bar{k} es muy pequeño el error aumenta, tomándose por lo tanto en consideración que cuando $\bar{k} < 0.2$ el método no es conveniente para usos prácticos.



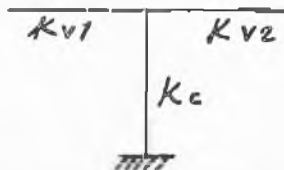
$$\bar{k} = \frac{k_{v1} + k_{v2} + k_{v3} + k_{v4}}{2 k_c}$$

Siendo k_{vi} rigidez relativa en vigas y k_c ridez relativa de la columna.

$$a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$$

Si $k_{v1} + k_{v2}$ es mucho mayor que $k_{v3} + k_{v4}$ o a la inversa, el valor de(a) no debe ser mayor que el dado por el siguiente caso :

2.- Un extremo empotrado .-

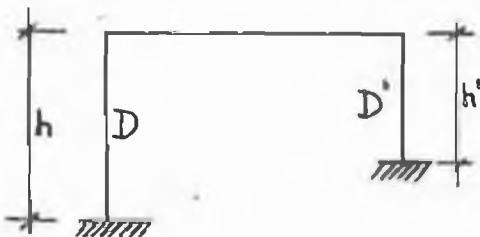


$$\bar{k} = \frac{k_{v1} + k_{v2}}{k_c}$$

$$a = \frac{0.5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$$

B.- Altura del piso no uniforme .-

1.- Columna de altura h' que difiere a la altura standard h,



$$D' = a' k'_c \dots \text{unidad} \left[\frac{12 E K_o}{h'^2} \right]$$

$$a' = a \left(\frac{h}{h'} \right)^2$$

$$D' = a \left(\frac{h}{h'} \right) k'_c \dots \text{unidad} \left[\frac{12 E K_o}{h^2} \right]$$

Como ejemplos podemos citar los siguientes :

A.- Altura de piso uniforme .-

1.- Cierta restricción al giro .- (Columna 6 C Nivel: 23.15)
Del cálculo de rigideces relativas en las páginas 465 tomamos los datos respectivos. $D = a k_c$

| | |
|------|--------------|
| 7.82 | 9.31 |
| | $k_c = 2.41$ |
| 16.5 | 19.5 |

$$\bar{k} = \frac{7.82 + 9.31 + 16.5 + 19.5}{2 \times 2.41} = 11.02$$

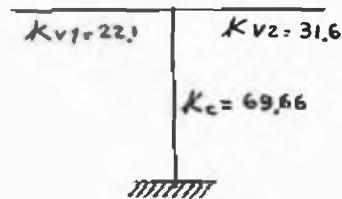
$$a = \frac{11.02}{2 + 11.02} = 0.846$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

170

$$D = a k_c \quad ; \quad D = 0.846 \times 2.41 = 2.039$$

2.- Un caso empotrado .- (Columna 6 E , Nivel: 0.30)
Tomamos los datos de las rigideces relativas de la página N° 165



$$\bar{k} = \frac{22.1 + 31.6}{69.66} = 0.77$$

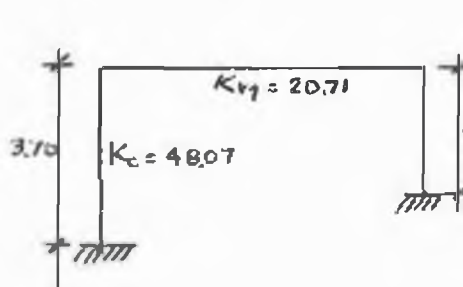
$$a = \frac{0.5 + 0.77}{2 + 0.77} = 0.46$$

$$D = a k_c = 0.46 \times 69.66 = 32.04$$

B .- Altura de piso no uniforme .-

1.- Columna de altura h' que difiere de la altura standard h.
En este caso se encuentran las columnas 3B, 5B, 6B, 7B y 8B del nivel 0.30 (Sótano)

Tomamos como ejemplo la columna 7B del nivel del sotano.



$$\bar{k} = \frac{20.71}{48.07} = 0.43$$

$$a = \frac{0.5 + 0.43}{2 + 0.43} = 0.38$$

$$a' = a \left(\frac{h}{h'} \right)^2 = 0.38 \left(\frac{2.80}{3.70} \right)^2 = 0.22 \quad 0.2$$

$$D = a' k_c = 0.22 \times 48.07 = 10.58$$

Estos ejemplos dan una idea de la aplicación de las fórmulas anteriormente señaladas; existen otros casos que no han sido aplicados en la presente tesis; tal como : Columna compuesta por dos tramos cortos de alturas h_1 y h_2 las que sumadas dan la altura h (siendo, h = altura standard)



$$D' = \frac{1}{\frac{1}{D_1} \left(\frac{h_1}{h} \right)^2 + \frac{1}{D_2} \left(\frac{h_2}{h} \right)^2} \dots \text{unid.} \left[\frac{12 E K_0}{h^2} \right]$$

A continuación las tabulaciones de los valores k_c , \bar{k} , a , a' y D de todas las columnas en los respectivos niveles de la estructura.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

171

CALCULO DE LOS VALORES Dy y Dx

NIVEL 23.15 m. (7°)

| Sentido Y | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|------|-------|------|-------|-------|
| Colum. | kc | K | a | Dy | Σ Dy | Col. | kc | K | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 2.41 | 4.66 | .700 | 1.687 | | B3 | 2.41 | 0.81 | .288 | 0.694 | |
| 2E-14E | 2.41 | 14.42 | .878 | 2.115 | | B5 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | |
| 2F-14F | 2.41 | 9.67 | .829 | 1.997 | 5.799 | B6 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | |
| 3B-13B | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | | B7 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | |
| 3C-13C | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | 3.450 | B8 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | 5.014 |
| 4D-12D | 2.41 | 4.65 | .699 | 1.684 | | C3 | 2.41 | 0.94 | .320 | 0.771 | |
| 4E-12E | 2.41 | 14.42 | .878 | 2.115 | | C6 | 2.41 | 3.85 | .658 | 1.586 | |
| 4F-12F | 2.41 | 9.67 | .829 | 1.997 | 5.796 | C7 | 2.41 | 1.88 | .485 | 1.169 | |
| 5B-11B | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | 1.725 | C8 | 2.41 | 1.88 | .485 | 1.169 | 4.695 |
| 6B-10B | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | | D2 | 2.41 | 5.41 | .730 | 1.735 | |
| 6C-10C | 2.41 | 11.02 | .846 | 2.039 | | D4 | 2.41 | 10.83 | .844 | 2.034 | 3.769 |
| 6E-10E | 2.41 | 16.42 | .891 | 2.147 | | E2 | 2.41 | 6.51 | .765 | 1.844 | |
| 6F-10F | 2.41 | 9.67 | .829 | 2.115 | 8.026 | E4 | 2.41 | 13.02 | .867 | 2.089 | |
| 7B-9B | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | | E6 | 2.41 | 6.51 | .765 | 1.844 | 5.777 |
| 7C-9C | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | 3.450 | F2 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | |
| 8B- | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | | F4 | 2.41 | 1.00 | .333 | 0.803 | |
| 8C- | 2.41 | 5.04 | .716 | 1.725 | 3.450 | F6 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | 1.767 |
| P.E.D | 21.29 | 1.18 | .371 | 7.900 | 7.900 | | | | | | |
| P.E.D' | 21.29 | 1.26 | .387 | 8.240 | 8.240 | | | | | | |

NIVEL 20.35 m. (6°)

| Sentido Y | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|------|-------|------|-------|-------|
| Colum. | kc | K | a | Dy | Σ Dy | Col. | kc | K | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 2.41 | 6.35 | .760 | 1.832 | | B3 | 2.41 | 0.81 | .288 | 0.694 | |
| 2E-14E | 2.41 | 19.46 | .907 | 2.185 | | B5 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | |
| 2F-14F | 2.41 | 13.11 | .868 | 2.092 | 6.109 | B6 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | |
| 3B-13B | 2.41 | 6.84 | .774 | 1.865 | | B7 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | |
| 3C-13C | 2.41 | 6.84 | .774 | 1.865 | 3.730 | B8 | 2.41 | 1.62 | .448 | 1.080 | 5.014 |
| 4D-12D | 2.41 | 6.35 | .760 | 1.832 | | C3 | 2.41 | 0.94 | .320 | 0.771 | |
| 4E-12E | 2.41 | 19.46 | .907 | 2.185 | | C6 | 2.41 | 3.85 | .658 | 1.586 | |
| 4F-12F | 2.41 | 13.11 | .868 | 2.092 | 6.109 | C7 | 9.25 | 0.49 | .197 | 1.822 | |
| 5B-11B | 2.41 | 6.84 | .774 | 1.865 | 1.865 | C8 | 9.25 | 0.49 | .197 | 1.822 | 6.001 |
| 6B-10B | 2.41 | 6.84 | .774 | 1.865 | | D2 | 2.41 | 6.64 | .769 | 1.853 | |
| 6C-10C | 2.41 | 14.93 | .882 | 2.125 | | D4 | 2.41 | 13.28 | .869 | 2.094 | 3.947 |
| 6E-10E | 2.41 | 22.28 | .918 | 2.212 | | E2 | 2.41 | 8.83 | .815 | 1.964 | |
| 6F-10F | 2.41 | 13.11 | .868 | 2.092 | 8.294 | E4 | 2.41 | 17.66 | .898 | 2.164 | |
| 7B-9B | 2.41 | 6.84 | .774 | 1.865 | | E6 | 2.41 | 8.83 | .815 | 1.964 | 6.092 |
| 7C-9C | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 7.174 | F2 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | |
| 8B- | 2.41 | 6.84 | .774 | 1.865 | | F4 | 2.41 | 1.00 | .333 | 0.803 | |
| 8C- | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 7.174 | F6 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | 1.767 |
| P.E.D | 21.29 | 1.49 | .427 | 9.090 | 9.090 | | | | | | |
| P.E.D' | 21.29 | 1.61 | .446 | 9.500 | 9.500 | | | | | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

NIVEL 17.55 m. (5°)

| Sentido Y | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|-------|-------|------|-------|--------|-----------|------|------|------|-------|--------|
| Colum. | kc | k | a | Dy | Σ Dy | C. | kc | k | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 14.87 | 1.02 | .338 | 5.026 | | B3 | 7.61 | 0.25 | .111 | 0.845 | |
| 2E-14E | 14.87 | 3.15 | .612 | 9.100 | | B5 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | |
| 2F-14F | 2.31 | 13.11 | .868 | 2.005 | 16.131 | B6 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | |
| 3B-13B | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | | B7 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | |
| 3C-13C | 14.87 | 1.11 | .359 | 5.308 | 9.258 | B8 | 7.61 | 0.50 | .200 | 1.522 | 7.440 |
| 4D-12D | 14.87 | 1.028 | .339 | 5.041 | | C3 | 9.25 | 0.24 | .107 | 0.990 | |
| 4E-12E | 14.87 | 3.15 | .612 | 9.100 | | C6 | 9.25 | 1.00 | .333 | 3.080 | |
| 4F-12F | 7.61 | 4.15 | .675 | 5.137 | 19.278 | C7 | 9.25 | 0.48 | .194 | 1.795 | |
| 5B-11B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 5.309 | C8 | 9.25 | 0.48 | .194 | 1.795 | 7.660 |
| 6B-10B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | | D2 | 9.25 | 1.73 | .464 | 4.292 | |
| 6C-10C | 14.87 | 2.42 | .548 | 8.149 | | D4 | 9.25 | 3.46 | .634 | 5.865 | 10.157 |
| 6E-10E | 7.61 | 7.05 | .779 | 5.928 | | E2 | 9.25 | 2.30 | .535 | 4.949 | |
| 6F-10F | 2.31 | 13.11 | .868 | 2.005 | 21.391 | E4 | 9.25 | 4.50 | .697 | 6.447 | |
| 7B-9B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | | E6 | 7.61 | 2.79 | .582 | 4.429 | 15.825 |
| 7C-9C | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 10.618 | F2 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | |
| 8B- | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | | F4 | 7.61 | 0.31 | .134 | 1.020 | |
| 8C- | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 9.259 | F6 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | 1.984 |
| P.E.D | 21.29 | 1.49 | .427 | 9.090 | 9.090 | | | | | | |
| P.E.D' | 21.29 | 1.61 | .446 | 9.500 | 9.500 | | | | | | |

NIVEL 14.75 m. (4°)

| Sentido Y | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|-------|-------|------|--------|--------|-----------|-------|------|------|-------|--------|
| Colum. | kc | k | a | Dy | Σ Dy | C. | kc | k | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 14.87 | 1.02 | .338 | 5.026 | | B3 | 7.61 | 0.25 | .111 | 0.845 | |
| 2E-14E | 14.87 | 3.15 | .612 | 9.100 | | B5 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | |
| 2F-14F | 2.31 | 13.11 | .868 | 2.005 | 16.131 | B6 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | |
| 3B-13B | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | | B7 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | |
| 3C-13C | 14.87 | 1.11 | .359 | 5.308 | 9.258 | B8 | 7.61 | 0.50 | .200 | 1.522 | 7.440 |
| 4D-12D | 14.87 | 1.028 | .339 | 5.041 | | C3 | 9.25 | 0.24 | .107 | 0.990 | |
| 4E-12E | 40.83 | 1.14 | .363 | 14.821 | | C6 | 9.25 | 1.00 | .333 | 3.080 | |
| 4F-12F | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | 23.812 | C7 | 13.33 | 0.34 | .145 | 1.933 | |
| 5B-11B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 5.309 | C8 | 13.33 | 0.34 | .145 | 1.933 | 7.936 |
| 6B-10B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | | D2 | 9.25 | 1.73 | .464 | 4.292 | |
| 6C-10C | 14.87 | 2.42 | .548 | 8.149 | | D4 | 9.25 | 3.46 | .634 | 5.865 | 10.157 |
| 6E-10E | 7.61 | 7.05 | .779 | 5.928 | | E2 | 9.25 | 2.30 | .535 | 4.949 | |
| 6F-10F | 2.31 | 13.11 | .868 | 2.005 | 21.391 | E4 | 13.33 | 3.19 | .615 | 8.198 | |
| 7B-9B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | | E6 | 7.61 | 2.79 | .582 | 4.429 | 17.576 |
| 7C-9C | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | 12.128 | F2 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | |
| 8B- | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | | F4 | 7.61 | 0.31 | .134 | 1.020 | |
| 8C- | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | 10.739 | F6 | 2.41 | 0.50 | .200 | 0.482 | 1.984 |
| P.E.D | 21.29 | 1.49 | .417 | 9.090 | 9.090 | | | | | | |
| P.E.D' | 21.29 | 1.61 | .446 | 9.500 | 9.500 | | | | | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZONE AURELIO A.

13

NIVEL 11.95 m. (2°)

| Column | Sentido Y | | | | | Σ Dy | C. | Sentido X | | | | | Σ Dx |
|--------|-----------|-------|------|--------|--------|------|----|-----------|------|------|-------|--------|------|
| | kc | K | a | Dy | | | | kc | K | a | Dx | | |
| 2D-14D | 14.87 | 1.02 | .338 | 5.026 | | | B3 | 7.61 | 0.25 | .111 | 0.845 | | |
| 2E-14E | 14.87 | 3.15 | .612 | 9.100 | | | B5 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | | |
| 2F-14F | 6.66 | 4.74 | .703 | 4.682 | 18.808 | | B6 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | | |
| | | | | | | | B7 | 9.25 | 0.42 | .174 | 1.691 | | |
| 3B-13B | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | | | B8 | 7.61 | 0.50 | .200 | 1.522 | 7.440 | |
| 3C-13C | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.308 | 9.258 | | | | | | | | |
| | | | | | | | C3 | 9.25 | 0.24 | .107 | 0.990 | | |
| 4D-12D | 40.83 | 0.374 | .157 | 6.410 | | | C6 | 9.25 | 1.00 | .333 | 3.080 | | |
| 4E-12E | 40.83 | 1.14 | .363 | 14.821 | | | C7 | 13.33 | 0.34 | .145 | 1.933 | | |
| 4F-12F | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | 25.181 | | C8 | 13.33 | 0.34 | .145 | 1.933 | 7.936 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 5B-11B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | 5.309 | | D2 | 9.25 | 1.73 | .464 | 4.292 | | |
| | | | | | | | D4 | 13.33 | 2.40 | .545 | 7.265 | 11.557 | |
| 6P-10B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | | | | | | | | | |
| 6C-10C | 14.87 | 2.42 | .548 | 8.149 | | | E2 | 9.25 | 2.30 | .535 | 4.949 | | |
| 6E-10E | 7.61 | 7.05 | .779 | 5.928 | | | E4 | 13.33 | 3.19 | .615 | 8.198 | | |
| 6F-10F | 6.66 | 4.74 | .703 | 4.682 | | | E6 | 7.61 | 2.79 | .582 | 4.429 | 17.576 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 7B-9B | 14.87 | 1.11 | .357 | 5.309 | | | F2 | 5.10 | 0.23 | .103 | 0.525 | | |
| 7C-9C | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | 12.128 | | F4 | 7.61 | 0.31 | .134 | 1.020 | | |
| | | | | | | | F6 | 5.10 | 0.23 | .103 | 0.525 | 2.070 | |
| 8B- | 7.61 | 2.16 | .519 | 3.950 | | | | | | | | | |
| 8C- | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | 10.769 | | | | | | | | |
| P.E.D | 21.29 | 1.49 | .427 | 9.090 | 9.090 | | | | | | | | |
| P.E.D' | 21.29 | 1.61 | .446 | 9.500 | 9.500 | | | | | | | | |

NIVEL 9.15 m. (2°)

| | Sentido Y | | | | | Σ Dy | | Sentido X | | | | | Σ Dx |
|--------|-----------|------|------|--------|--------|------|----|-----------|------|------|-------|--------|------|
| | kc | K | a | Dy | | | | kc | K | a | Dx | | |
| 2D-14D | 40.83 | 0.37 | .156 | 6.369 | | | B3 | 9.25 | 0.21 | .095 | 0.879 | | |
| 2E-14E | 40.83 | 1.14 | .363 | 14.821 | | | B5 | 13.33 | 0.29 | .127 | 1.693 | | |
| 2F-14F | 6.66 | 4.74 | .703 | 4.682 | 25.872 | | B6 | 13.33 | 0.29 | .127 | 1.693 | | |
| | | | | | | | B7 | 13.33 | 0.29 | .127 | 1.693 | | |
| 3B-13B | 14.87 | 1.10 | .355 | 5.279 | | | B8 | 11.42 | 0.34 | .145 | 1.656 | 7.614 | |
| 3C-13C | 40.83 | .641 | .243 | 9.921 | 15.200 | | | | | | | | |
| | | | | | | | C3 | 11.42 | 0.20 | .091 | 1.039 | | |
| 4D-12D | 60.95 | .251 | .111 | 6.765 | | | C6 | 13.33 | 0.69 | .257 | 3.426 | | |
| 4E-12E | 60.95 | 0.76 | .275 | 16.761 | | | C7 | 15.23 | 3.00 | .600 | 9.138 | | |
| 4F-12F | 25.71 | 1.22 | .379 | 9.744 | 33.270 | | C8 | 15.23 | 3.00 | .600 | 9.138 | 22.741 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 5B-11B | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | 6.819 | | D2 | 13.33 | 1.20 | .375 | 4.999 | | |
| | | | | | | | D4 | 15.23 | 2.11 | .513 | 7.813 | 12.812 | |
| 6B-10B | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | | | | | | | | | |
| 6C-10C | 40.83 | 0.88 | .306 | 12.494 | | | E2 | 13.33 | 1.59 | .443 | 5.905 | | |
| 6E-10E | 25.71 | 2.08 | .510 | 13.112 | | | E4 | 15.23 | 2.81 | .584 | 8.894 | | |
| 6F-10F | 6.66 | 4.74 | .703 | 4.682 | 37.107 | | E6 | 11.42 | 1.86 | .482 | 5.504 | 20.303 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 7B-9B | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | | | F2 | 5.10 | 0.23 | .103 | 0.525 | | |
| 7C-9C | 60.95 | 0.27 | .119 | 7.253 | 14.072 | | F4 | 11.42 | 0.21 | .095 | 1.084 | | |
| | | | | | | | F6 | 5.10 | 0.23 | .103 | 0.525 | 2.134 | |
| 8B- | 25.71 | 0.64 | .242 | 6.222 | | | | | | | | | |
| 8C- | 60.95 | 0.27 | .119 | 7.253 | 13.475 | | | | | | | | |
| P.E.D | 21.29 | 1.49 | .427 | 9.090 | 9.090 | | | | | | | | |
| P.E.D' | 21.29 | 1.61 | .446 | 9.500 | 9.500 | | | | | | | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

NIVEL 6.35 m. (1°)

| Sentido Y | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|-------|------|------|--------|--------|-----------|-------|------|------|-------|--------|
| Column | kc | k | a | Dy | Σ Dy | C. | kc | k | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 40.83 | 0.37 | .156 | 6.369 | | B3 | 9.25 | 0.21 | .095 | 0.879 | |
| 2E-14E | 40.83 | 1.14 | .363 | 14.821 | | B5 | 13.33 | 0.29 | .127 | 1.693 | |
| 2F-14F | 6.66 | 4.74 | .703 | 4.682 | 25.872 | B6 | 13.33 | 0.29 | .127 | 1.693 | |
| | | | | | | B7 | 13.33 | 0.29 | .127 | 1.693 | |
| 3B-13B | 14.87 | 1.10 | .355 | 5.279 | | B8 | 11.42 | 0.34 | .145 | 1.656 | 7.614 |
| 3C-13C | 40.83 | .641 | .243 | 9.921 | 15.200 | | | | | | |
| | | | | | | C3 | 11.42 | 0.20 | .091 | 1.039 | |
| 4D-12D | 60.95 | .251 | .111 | 6.765 | | C6 | 13.33 | 0.69 | .257 | 3.426 | |
| 4E-12E | 60.95 | 0.76 | .275 | 16.761 | | C7 | 15.23 | 3.00 | .600 | 9.138 | |
| 4F-12F | 25.71 | 1.22 | .379 | 9.744 | 33.270 | C8 | 15.23 | 3.00 | .600 | 9.138 | 22.741 |
| | | | | | | | | | | | |
| 5B-11B | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | 6.819 | D2 | 13.33 | 1.20 | .375 | 4.999 | |
| | | | | | | D4 | 15.23 | 2.11 | .513 | 7.813 | 12.812 |
| 6B-10B | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | | | | | | | |
| 6C-10C | 40.83 | 1.24 | .383 | 15.638 | | E2 | 13.33 | 1.59 | .443 | 5.905 | |
| 6E-10E | 25.71 | 2.08 | .510 | 13.112 | | E4 | 15.23 | 2.81 | .584 | 8.894 | |
| 6F-10F | 6.66 | 4.74 | .703 | 4.682 | | E6 | 11.42 | 2.33 | .538 | 6.144 | 20.943 |
| | | | | | | | | | | | |
| 7B-9B | 40.83 | 0.40 | .167 | 6.819 | | F2 | 5.10 | 0.23 | .103 | 0.525 | |
| 7C-9C | 60.95 | 0.27 | .119 | 7.253 | 14.072 | F4 | 11.42 | 0.21 | .095 | 1.084 | |
| | | | | | | F6 | 5.10 | 0.23 | .103 | 0.525 | 2.134 |
| 8B- | 25.71 | 0.64 | .242 | 6.222 | | | | | | | |
| 8C- | 60.95 | 0.27 | .119 | 7.253 | 13.475 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| P.E.D | 21.29 | 2.19 | .523 | 11.130 | 11.130 | | | | | | |
| P.E.D | 21.29 | 1.61 | .446 | 9.500 | 9.500 | | | | | | |

NIVEL 3.55 m. (P.B.)

| Sentido Y | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|
| Column | kc | k | a | Dy | Σ Dy | C. | kc | k | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 52.51 | 0.29 | .12 | 6.30 | | B3 | 13.12 | 5.38 | 0.73 | 9.58 | |
| 2E-14E | 93.46 | 0.50 | .20 | 18.69 | | B5 | 14.77 | 0.39 | 0.16 | 2.36 | |
| 2F-14F | 22.15 | 3.06 | .60 | 13.29 | 38.28 | B6 | 28.84 | 0.20 | 0.09 | 2.59 | |
| | | | | | | B7 | 13.12 | 0.44 | 0.18 | 2.36 | |
| 3B-13B | 52.51 | 1.33 | .39 | 20.48 | | B8 | 13.12 | 0.44 | 0.18 | 2.36 | 19.25 |
| 3C-13C | 93.46 | 0.94 | .32 | 29.90 | 50.38 | | | | | | |
| | | | | | | C3 | 14.77 | 5.62 | 0.74 | 10.93 | |
| 4D-12D | 93.46 | 0.16 | .07 | 6.54 | | C6 | 28.84 | 1.80 | 0.47 | 13.55 | |
| 4E-12E | 93.46 | 0.50 | .20 | 18.69 | | C7 | 44.30 | 0.69 | 0.25 | 11.07 | |
| 4F-12F | 22.15 | 3.06 | .60 | 13.29 | 38.52 | C8 | 28.84 | 1.06 | 0.34 | 9.80 | 45.35 |
| | | | | | | | | | | | |
| 5B-11B | 93.46 | 0.22 | .09 | 8.41 | 8.41 | D2 | 13.12 | 2.13 | 0.51 | 6.69 | |
| | | | | | | D4 | 28.84 | 1.11 | 0.35 | 10.09 | |
| 6B-10B | 93.46 | 0.17 | .07 | 6.54 | | D8 | 1.00 | 29.90 | 0.93 | 0.93 | 17.71 |
| 6C-10C | 93.46 | 0.54 | .21 | 19.62 | | | | | | | |
| 6E-10E | 52.51 | 1.02 | .33 | 17.33 | | D8 | 1.00 | 36.51 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| 6F-10F | 22.15 | 3.06 | .60 | 13.29 | 56.78 | | | | | | |
| | | | | | | E2 | 28.84 | 0.74 | 0.27 | 7.73 | |
| 7B-9B | 60.95 | 0.35 | .14 | 8.53 | | E4 | 28.84 | 1.48 | 0.42 | 12.11 | |
| 7C-9C | 91.42 | 0.23 | .10 | 9.14 | 17.67 | E6 | 13.12 | 2.57 | 0.56 | 7.34 | |
| | | | | | | E8 | 1.00 | 24.96 | 0.92 | 0.92 | 28.15 |
| 8B- | 52.51 | 0.31 | .13 | 6.82 | | | | | | | |
| 8C- | 93.46 | 0.54 | .21 | 19.62 | | F2 | 9.84 | 1.14 | 0.36 | 3.54 | |
| 8D- | 1.00 | 67.80 | .97 | 0.97 | | F4 | 9.84 | 2.28 | 0.53 | 5.21 | |
| 8D' | 1.00 | 67.80 | .97 | 0.97 | | F6 | 9.84 | 1.14 | 0.36 | 3.54 | 12.29 |
| 8E- | 1.00 | 67.93 | .95 | 0.95 | 29.33 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| P.E.D | 26.65 | 1.75 | .467 | 12.45 | | | | | | | |
| P.E.D | 26.65 | 1.29 | .392 | 10.45 | | | | | | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

175

NIVEL 0.30 m. (S.)

| Sentido Y | | | | | | | Sentido X | | | | | |
|-----------|--------|-------|------|------|-------|--------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|
| Column | kc | K | a | a' | Dy | Σ Dy | C. | kc | K | a | Dx | Σ Dx |
| 2D-14D | 59.66 | 0.22 | 0.32 | | 22.29 | | B3 | 14.71 | 9.47 | 0.87 | 12.79 | |
| 2E-14E | 123.97 | 0.37 | 0.36 | | 44.63 | | B5 | 13.52 | 0.58 | 0.42 | 5.68 | |
| 2F-14F | 29.39 | 3.54 | 0.73 | | 21.45 | 88.37 | B6 | 26.41 | 0.29 | 0.34 | 8.98 | |
| | | | | | | | B7 | 12.02 | 0.65 | 0.43 | 5.17 | |
| 3B-13B | 58.85 | 2.10 | 0.63 | 0.36 | 21.19 | | B8 | 18.55 | 0.42 | 0.38 | 7.05 | 39.67 |
| 3C-13C | 121.50 | 1.01 | 0.50 | | 60.75 | 81.94 | | | | | | |
| | | | | | | | C3 | 24.00 | 6.83 | 0.83 | 19.92 | |
| 4D-12D | 123.97 | 0.12 | 0.29 | | 35.95 | | C6 | 38.26 | 2.47 | 0.65 | 25.25 | |
| 4E-12E | 123.97 | 0.37 | 0.36 | | 44.63 | | C7 | 58.77 | 0.97 | 0.49 | 28.79 | |
| 4F-12F | 29.39 | 3.54 | 0.73 | | 21.45 | 102.03 | C8 | 38.26 | 1.49 | 0.57 | 21.80 | 95.76 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 5B-11B | 68.45 | 0.24 | 0.33 | 0.19 | 13.01 | 13.01 | D2 | 17.41 | 2.28 | 0.62 | 10.79 | |
| | | | | | | | D4 | 38.26 | 0.84 | 0.47 | 17.98 | |
| 6B-10B | 85.56 | 0.19 | 0.32 | 0.18 | 15.40 | | D8 | 3.67 | 10.16 | 0.87 | 3.19 | |
| 6C-10C | 123.97 | 0.29 | 0.34 | | 42.15 | | D'8 | 3.67 | 10.16 | 0.87 | 3.19 | 35.15 |
| 6E-10E | 69.66 | 0.77 | 0.46 | | 32.04 | | | | | | | |
| 6F-10F | 29.39 | 3.54 | 0.73 | | 21.45 | 111.04 | E2 | 38.26 | 0.55 | 0.41 | 15.68 | |
| | | | | | | | E4 | 38.26 | 1.11 | 0.51 | 19.51 | |
| 7B-9B | 48.07 | 0.43 | 0.38 | 0.22 | 10.58 | | E6 | 17.41 | 2.04 | 0.63 | 10.97 | |
| 7C-9C | 104.49 | 0.19 | 0.31 | | 32.19 | 42.97 | E8 | 3.67 | 7.76 | 0.85 | 3.12 | 49.28 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 8B- | 74.20 | 0.22 | 0.32 | 0.42 | 31.16 | | F2 | 13.06 | 1.63 | 0.58 | 7.57 | |
| 8C- | 123.97 | 0.29 | 0.34 | | 42.15 | | F4 | 13.06 | 3.26 | 0.71 | 9.27 | |
| 8D- | 6.53 | 9.98 | 0.87 | | 5.68 | | F6 | 13.06 | 2.72 | 0.68 | 8.88 | |
| 8D'- | 6.53 | 10.38 | 0.87 | | 5.68 | | F8 | 3.67 | 7.76 | 0.85 | 3.12 | 28.84 |
| 8E- | 6.53 | 8.22 | 0.85 | | 5.55 | | | | | | | |
| 8F- | 6.53 | 4.84 | 0.78 | | 5.09 | 95.31 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| P.E.D | 30.94 | 1.02 | 5.03 | | 15.56 | 15.56 | | | | | | |
| P.E.D' | 30.94 | 1.11 | 5.18 | | 16.03 | 16.03 | | | | | | |

Cálculo del valor D de las placas o paredes sísmicas .- Considerando la pared sísmica como libre voladizo se calcula el valor D de acuerdo a : $D = V/\delta$

El método a utilizar es iterativo y consiste en asumir que la placa toma un determinado corte y con este dato se procede a encontrar las deformaciones que este corte produce en la placa para luego encontrar el valor D y distribuir el corte en el nivel. Se debe repetir esta operación hasta que el corte con que se ha iniciado el cálculo sea aproximadamente igual al corte final hallado en la distribución.

Cálculo de las deformaciones .- Las deformaciones que se presentan en las placas consideradas como libres voladizos al recibir la fuerza sísmica son tres principalmente

- Deformación por corte (δ_{sn})
- Deformación por flexión (δ_{Bn})
- Deformación por rotación de la fundación. (δ_{Rn}).

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

176

- Deformación por corte (δ_{sn}) .- La deformación por corte en el nivel (n) está dada por la siguiente deducción :

El trabajo por corte es el siguiente: $\delta = \frac{V_n^2 h_n}{2 G A_{wn}}$

por el teorema de CASTIGLIANO : $\delta_{sn} = \frac{\delta}{V_n} = \frac{2 V_n h_n}{2 G A_{wn}}$

Si tenemos en consideración las constantes del coeficiente de forma y del coeficiente de deformación plástica tendremos la siguiente expresión :

$$\delta_{sn} = \frac{R V_n h_n \beta}{G A_{wn}}$$

δ_{sn} = Deformación por corte en el piso n.

R = Coeficiente de forma.

V_n = Fuerza cortante en el piso n.

h_n = altura del piso n.

G = Módulo elástico al corte.

A_{wn} = Área de la sección en el piso (n)

β = Coeficiente de deformación plástica,

Usando la unidad común $\left[\frac{h_n^2}{12 E K_o} \right]$ para deformaciones se obtiene :

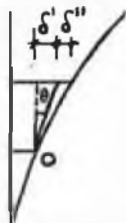
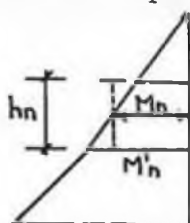
$$\delta_{sn} = \frac{R V_n \cdot 12 E K_o}{A_{wn} G h_n} \text{ en unidad } \left[\frac{h_n^2}{12 E K_o} \right]$$

Si llamamos $\Delta_{sn} = \frac{R V_n}{A_{wn}}$ y teniendo en cuenta que $\frac{E}{G} = 2.3$ para el concreto, tendremos finalmente :

$$\delta_{sn} = \Delta_{sn} \cdot \frac{27.6 \times K_o}{h_n}$$

Para la placa de la escalera hemos utilizado como factor de forma el valor R= 1.5 y para la placa del ascensor que ha sido considerada como un conjunto R= 1.3 . También debemos recordar que ya hemos adoptado anteriormente como $K_o = 10^2$. El valor del área tanto de la placa del ascensor como de la escalera se encuentran tabulados en el inicio del cálculo de las deformaciones correspondientes.

- Deformación por flexión (δ_{Bn}) .- La deformación por flexión puede ser descompuesta de acuerdo al siguiente esquema:



$$\delta_{Bn} = \delta' + \delta'' \quad (\infty)$$

δ' = Deflexión debida a la rotación del punto O. Esta rotación es debida al momento desde la base hasta dicho punto.

δ'' = Deflexión debida exclusivamente al diagrama de momentos del piso en cuestión.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Si asumimos diagramas rectangulares en cada piso; utilizando el método "Área de momentos" para el cálculo de deflexiones, pendientes. Para el cálculo de δ' tenemos de acuerdo a la figura la siguiente expresión

$\delta' = \theta \cdot hn \dots (\mu)$ De acuerdo a la primera proposición del método de áreas de momentos que dice "La diferencia de tangentes entre dos secciones de un miembro cargado a flexión es igual al área del diagrama M/EI entre estas dos secciones"

Luego tenemos :

$$\theta = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i h_i}{E I_i}$$

Reemplazando esta expresión en (μ) tenemos :

$$\delta' = \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i h_i}{E I_i} \right) hn \dots \dots \dots (\delta')$$

Si consideramos la segunda proposición del método de área de momentos para el cálculo de deflexiones, el que dice: "La desviación tangencial del punto B en un miembro cargado trabajando a flexión, de una tangente a la curva de deflexión en el punto A es igual al momento del área del diagrama M/EI entre A y B con respecto a B". tenemos el siguiente valor de δ'' .

$$\delta'' = \frac{M_n hn}{E I_n} \times \frac{hn}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_n hn^2}{E I_n}$$

Reemplazando (δ') y esta última expresión en (∞) tenemos:

$$\delta_{Bn} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i h_i}{E I_i} \right) hn + \frac{1}{2} \frac{M_n hn^2}{E I_n}$$

Siguiendo el mismo sistema de unidades de deformación $\left[\frac{hn^2}{12 E K_o} \right]$ y conociendo que $kwn = \frac{I_n}{hn} \cdot \frac{1}{K_o}$ tendremos:

$$\delta_{Bn} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i h_i}{E I_i} \frac{12 E K_o}{hn^2} \right) hn + \frac{1}{2} \frac{M_n hn^2}{E I_n} \cdot \frac{12 E K_o}{hn^2}$$

$$\delta_{Bn} = 12 \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i}{kwi} \right) \frac{1}{hn} + 12 \frac{1}{2} \frac{M_n}{kwn} \cdot \frac{1}{hn}$$

$$\delta_{Bn} = 4 \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i}{kwi} \right) + 1/2 \cdot \frac{M_n}{kwn} \cdot \frac{3}{hn} ; \quad \delta_{Bn} = 4 \Delta_{Bn} \frac{3}{hn}$$

Donde : $\Delta_{Bn} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{M_i}{kwi} \right) + \frac{1}{2} \frac{M_n}{kwn}$

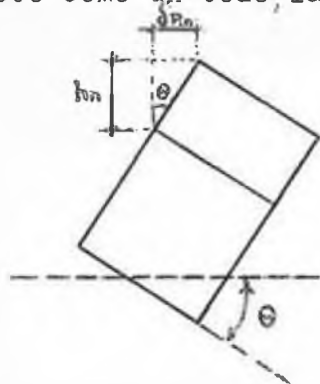
Para mayor facilidad de cálculo de δ_{Bn} existe un sistema de cálculo tabulado que se muestra en la siguiente página.

- El cálculo de las rigideces relativas se encuentra al comienzo de las deformaciones de las placas respectivas.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| | | c' Bn | | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------------|-----------------------------------|---|------|-------------|--|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| n | Vn.hn | Mn | 2 Mn | k _{wn} | 2k _{wn} /k _{wn} | 4 En | 3/hw | δ Bn 6x7 | |
| 4 | A ₁ → | A ₂ (= A ₁) → | A ₃ (= A ₂) → | | A ₄ → | A ₅ (B ₄ + B ₅ + A ₄) | | | |
| 3 | B ₁ → | B ₂ ↓ (A ₂ + B ₁) → | B ₃ (A ₂ + B ₂) → | | B ₄ → | B ₅ ↑ (C ₄ + C ₅ + B ₄) | | | |
| 2 | C ₁ → | C ₂ ↓ (B ₂ + C ₁) → | C ₃ (B ₂ + C ₂) → | | C ₄ → | C ₅ ↑ (D ₄ + D ₅ + C ₄) | | | |
| 1 | D ₁ → | D ₂ ↓ (C ₂ + D ₁) → | D ₃ (C ₂ + D ₂) → | | D ₄ → | D ₅ ↑ (= D ₄) | | | |

- Deformación por rotación de la fundación .- Suponiendo que la pared rote como un todo, la deflexión de un giro cualquiera esta dada por:



$$\delta_{Rn} = \theta \cdot hn$$

Usando como unidad comun de deformación $\frac{hn^2}{12 E Ko}$

de donde : $\theta_{Rn} = \theta \cdot hn \cdot \frac{12 E Ko}{hn^2}$

$$\delta_{Rn} = \frac{12 E Ko \theta}{hn}$$

Como nosotros tenemos un suelo de resistencia bastante buena a la compresión ($\sigma_t = 4 \text{ kg/cm}^2$) consideramos que se puede despreciar el giro que se produce, por lo tanto la deflexión por rotación se puede considerar nula.

- Deflexión total .- La deflexión total en el nivel n estará dada por la siguiente expresión : $\delta_{wn} = \delta_{sn} + \delta_{Bn} + \delta_{Rn}$

Como las expresiones de las deflexiones anteriores están expresadas en unidades $[hn / 12 E Ko]$; la deflexión total también estará expresada en dicha unidad.

Una vez obtenida la deflexión total y de acuerdo a la expresión :

$$D_{wn} = \frac{V_n}{\delta_{wn}}$$

tendremos el valor D en los diferentes niveles de la placa los cuales al igual que el D en columnas están expresadas en unidad

$$[12 E Ko / hn^2]$$

A continuación presentamos los cálculos de los valores D de las placas de la escalera y el ascensor en la dirección de los ejes secundarios (X) y en la dirección de los ejes principales (Y).

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

179

CALCULO DEL VALOR Dx DE LAS PLACAS (Proceso iterativo)

1^{ra} ITERACION

PLACA ESCALERA .-

Cálculo de la Rigidez Relativa (I) .-

| | I | K | h | A |
|----------------|--|--|------|-------|
| TIPICO | $\frac{30 \times 265^3}{12} = 4652 \times 10^4$ | $\frac{4652 \times 10^4}{280} = 1661 \times 10^2$ | 1661 | 7950 |
| PLANTA BAJA | $\frac{30 \times 385^3}{12} = 14267 \times 10^4$ | $\frac{14267 \times 10^4}{325} = 4390 \times 10^2$ | 4390 | 11550 |
| SOTANO | $\frac{30 \times 385^3}{12} = 14267 \times 10^4$ | $\frac{14267 \times 10^4}{280} = 5095 \times 10^2$ | 5095 | 11550 |

Cálculo de la Deformación por Corte (Δ_{sn})

| NIVEL | Vn | $\Delta_{sn} = \frac{c \cdot Vn}{A_{wn}}$ | $\delta_{sn} = \frac{27.6 \times \Delta_{sn} \times k.}{hn}$ | β |
|--------|----|--|---|---------|
| 7° | 2 | $\frac{1.5 \times 2}{7950} = 3.8 \times 10^{-4}$ | $\frac{27.6 \times 3.8 \times 10^{-4} \times 10^2}{280} = 3.7 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 6° | 5 | $1.886 \times 10^{-4} \times 5 = 9.4 \times 10^{-4}$ | $0.985 \times 10^{-3} \times 9.4 = 9.3 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 5° | 10 | $1.886 \times 10^{-4} \times 10 = 18.9 \times 10^{-4}$ | $0.985 \times 10^{-3} \times 18.9 = 18.6 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 4° | 15 | $1.886 \times 10^{-4} \times 15 = 28.3 \times 10^{-4}$ | $0.985 \times 10^{-3} \times 28.3 = 27.9 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 3° | 20 | $1.886 \times 10^{-4} \times 20 = 37.7 \times 10^{-4}$ | $0.985 \times 10^{-3} \times 37.7 = 37.2 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 2° | 25 | $1.886 \times 10^{-4} \times 25 = 47.1 \times 10^{-4}$ | $0.985 \times 10^{-3} \times 47.1 = 46.5 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 1° | 40 | $1.886 \times 10^{-4} \times 40 = 75.5 \times 10^{-4}$ | $0.985 \times 10^{-3} \times 75.5 = 74.4 \times 10^{-3}$ | 1 |
| P.B. | 50 | $\frac{1.5 \times 50}{11550} = 64.9 \times 10^{-4}$ | $\frac{27.6 \times 64.9 \times 10^{-4} \times 10^2}{325} = 55.1 \times 10^{-3}$ | 1 |
| SOTANO | 50 | $\frac{1.5 \times 50}{11550} = 64.9 \times 10^{-4}$ | $\frac{27.6 \times 64.9 \times 10^{-4} \times 10^2}{280} = 64.0 \times 10^{-3}$ | 1 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

120

Cálculo de la Deformación por Flexión ($\delta_{\beta n}$)

| N | Vn.h | M'n | 2Mn | kwn | 2kn/kwn | $4 \Delta_{\beta n}$ | $\frac{3}{hn}$ | $\delta_{\beta n} = 4 \Delta_{\beta n} \frac{3}{hn}$ |
|------|---------------------------------|-------------------|--------------------|------|-------------------------------------|----------------------|-----------------|--|
| 7° | $2 \times 2.80 = 6 \times 10^2$ | 6×10^2 | 6×10^2 | 1661 | $\frac{6 \times 10^2}{1661} = 0.36$ | 247.10 | $\frac{3}{280}$ | 2647.5×10^{-3} |
| 6° | $= 14 \times 10^2$ | 20×10^2 | 26×10^2 | 1661 | $= 1.57$ | 245.17 | " | 2626.8×10^{-3} |
| 5° | $= 28 \times 10^2$ | 48×10^2 | 68×10^2 | 1661 | $= 4.10$ | 239.50 | " | 2566.1×10^{-3} |
| 4° | $= 42 \times 10^2$ | 90×10^2 | 138×10^2 | 1661 | $= 8.30$ | 227.10 | " | 2433.2×10^{-3} |
| 3° | $= 56 \times 10^2$ | 146×10^2 | 236×10^2 | 1661 | $= 14.20$ | 204.60 | " | 2192.1×10^{-3} |
| 2° | $= 70 \times 10^2$ | 216×10^2 | 362×10^2 | 1661 | $= 21.75$ | 168.65 | " | 1806.9×10^{-3} |
| 1° | $= 112 \times 10^2$ | 328×10^2 | 544×10^2 | 1661 | $= 32.75$ | 114.15 | " | 1223.0×10^{-3} |
| P.B. | $= 163 \times 10^2$ | 491×10^2 | 819×10^2 | 4390 | $= 18.60$ | 62.80 | $\frac{3}{325}$ | 579.7×10^{-3} |
| SCT. | $= 140 \times 10^2$ | 631×10^2 | 1122×10^2 | 5095 | $= 22.10$ | 22.10 | $\frac{3}{230}$ | 236.8×10^{-3} |

Cálculo de la Deformación por Rotación (δ_{rn}) .- Como la cimentación

Como la cimentación de la estructura está hecha en un buen terreno, consideraremos que la Deformación por Rotación es nula.

$$\delta_{rn} = 0.0$$

Cálculo de los valores D .-

| N | Vn | δ_{sn} | $\delta_{\beta n}$ | $d_{tn} = \delta_{sn} + \delta_{\beta n}$ | $D = Vn / d_{tn}$ |
|------|----|-----------------------|-------------------------|---|--|
| 7° | 2 | 5.7×10^{-3} | 2647.5×10^{-3} | 2651.2×10^{-3} | $\frac{2}{2651.2 \times 10^{-3}} = 0.75$ |
| 6° | 5 | 9.3×10^{-3} | 2626.8×10^{-3} | 2636.1×10^{-3} | $\frac{5}{2636.1 \times 10^{-3}} = 1.90$ |
| 5° | 10 | 18.6×10^{-3} | 2566.1×10^{-3} | 2584.7×10^{-3} | $\frac{10}{2584.7 \times 10^{-3}} = 3.86$ |
| 4° | 15 | 27.9×10^{-3} | 2433.2×10^{-3} | 2461.1×10^{-3} | $\frac{15}{2461.1 \times 10^{-3}} = 6.10$ |
| 3° | 20 | 37.2×10^{-3} | 2192.1×10^{-3} | 2229.3×10^{-3} | $\frac{20}{2229.3 \times 10^{-3}} = 8.99$ |
| 2° | 25 | 41.5×10^{-3} | 1806.9×10^{-3} | 1848.4×10^{-3} | $\frac{25}{1848.4 \times 10^{-3}} = 13.52$ |
| 1° | 40 | 74.4×10^{-3} | 1223.0×10^{-3} | 1297.4×10^{-3} | $\frac{40}{1297.4 \times 10^{-3}} = 30.80$ |
| P.B. | 50 | 55.1×10^{-3} | 597.7×10^{-3} | 652.8×10^{-3} | $\frac{50}{652.8 \times 10^{-3}} = 76.50$ |
| SCT. | 50 | 64.0×10^{-3} | 236.8×10^{-3} | 300.8×10^{-3} | $\frac{50}{300.8 \times 10^{-3}} = 166.00$ |

PLACA ASCENSOR .-

Cálculo de la Rigidez Relativa (k) .-

| N | I (ver hoja N) | K = I/ h | k | A |
|----------------|-----------------------|--|------|-------|
| TÍPICO | 4579.34×10^4 | $\frac{4579.34 \times 10^4}{280} = 1635 \times 10^2$ | 1635 | 16950 |
| PLANTA BAJA | 4579.34×10^4 | $\frac{4579.34 \times 10^4}{325} = 1409 \times 10^2$ | 1409 | 16950 |
| SOTANO | 4579.34×10^4 | $\frac{4579.34 \times 10^4}{280} = 1635 \times 10^2$ | 1635 | 16950 |

Cálculo de la Deformación por Corte .- (δ_{sn})

| NIVEL | Vn | $\Delta_{sn} = \frac{c \cdot V_n}{A_{wn}}$ | $\delta_{sn} = \frac{27.6 \times \Delta_{sn} \times k_0}{h_n}$ | β |
|-------|----|---|---|---------|
| 7° | 1 | $\frac{1.3 \times 1}{16950} = 0.8 \times 10^{-4}$ | $\frac{27.6 \times 0.8 \times 10^{-4} \times 10^2}{280} = 0.8 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 6° | 3 | = 2.3×10^{-4} | = 2.3×10^{-3} | 1 |
| 5° | 5 | = 3.8×10^{-4} | = 3.7×10^{-3} | 1 |
| 4° | 8 | = 6.1×10^{-4} | = 6.0×10^{-3} | 1 |
| 3° | 10 | = 7.7×10^{-4} | = 7.6×10^{-3} | 1 |
| 2° | 13 | = 10.0×10^{-4} | = 9.9×10^{-3} | 1 |
| 1° | 20 | = 15.3×10^{-4} | = 15.1×10^{-3} | 1 |
| P.B. | 25 | = 19.2×10^{-4} | = 16.3×10^{-3} | 1 |
| SOT. | 25 | = 19.2×10^{-4} | = 18.9×10^{-3} | 1 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

127

Cálculo de la Deformación por Flexión (δ_{fn})

| N | Vn . h | K'n | 2Mn | kwn | 2Mn/kwn | 4 Δ_{rn} | $\frac{3}{h_n}$ | $\delta_{fn} = 4\Delta_{fn} \frac{3}{h_n}$ |
|------|-------------------------|---------------------|---------------------|------|----------------------------|-----------------|-----------------|--|
| 7° | 1x280=3x10 ² | 3x10 ² | 3x10 ² | 1635 | $\frac{3x10^2}{1635}=0.18$ | 214.90 | $\frac{3}{280}$ | 2302.5x10 ⁻³ |
| 6° | = 8x10 ² | 11x10 ² | 14x10 ² | 1635 | = 0.86 | 213.86 | $\frac{3}{280}$ | 2291.3x10 ⁻³ |
| 5° | = 14x10 ² | 25x10 ² | 36x10 ² | 1635 | = 2.20 | 210.80 | " | 2258.6x10 ⁻³ |
| 4° | = 22x10 ² | 47x10 ² | 72x10 ² | 1635 | = 4.40 | 204.20 | " | 2187.8x10 ⁻³ |
| 3° | = 28x10 ² | 75x10 ² | 122x10 ² | 1635 | = 7.46 | 192.34 | " | 1953.6x10 ⁻³ |
| 2° | = 36x10 ² | 111x10 ² | 186x10 ² | 1635 | =11.38 | 173.50 | " | 1858.9x10 ⁻³ |
| 1° | = 56x10 ² | 167x10 ² | 278x10 ² | 1635 | =17.00 | 145.12 | " | 1554.8x10 ⁻³ |
| P.B. | = 81x10 ² | 248x10 ² | 415x10 ² | 1409 | =29.45 | 98.67 | $\frac{3}{25}$ | 910.8x10 ⁻³ |
| SCT. | = 70x10 ² | 318x10 ² | 566x10 ² | 1635 | =34.61 | 34.61 | $\frac{3}{280}$ | 378.2x10 ⁻³ |

Cálculo de la Deformación por Rotación (δ_{rn}) .

Como la cimentación del edificio está hecha en buen terreno consideramos esta deformación como nula .

$$\delta_{rn} = 0.0$$

Cálculo de los valores D .-

| N | Vn | δ_{sn} | δ_{fn} | $\delta_{tn} = \delta_{sn} + \delta_{fn}$ | D = Vn / δ_{tn} |
|------|----|-----------------------|-------------------------|---|----------------------------------|
| 7° | 1 | 0.8x10 ⁻³ | 2302.5x10 ⁻³ | 2303.3x10 ⁻³ | 1/2303.3x10 ⁻³ = 0.43 |
| 6° | 3 | 2.3x10 ⁻³ | 2291.3x10 ⁻³ | 2293.6x10 ⁻³ | 3/2293.6x10 ⁻³ = 1.31 |
| 5° | 5 | 3.7x10 ⁻³ | 2258.6x10 ⁻³ | 2262.3x10 ⁻³ | = 2.21 |
| 4° | 8 | 6.0x10 ⁻³ | 2187.8x10 ⁻³ | 2193.8x10 ⁻³ | = 3.64 |
| 3° | 10 | 7.6x10 ⁻³ | 1953.6x10 ⁻³ | 1961.2x10 ⁻³ | = 5.10 |
| 2° | 13 | 9.9x10 ⁻³ | 1858.9x10 ⁻³ | 1868.8x10 ⁻³ | = 5.96 |
| 1° | 20 | 15.1x10 ⁻³ | 1554.8x10 ⁻³ | 1569.9x10 ⁻³ | = 12.75 |
| P.B. | 25 | 16.3x10 ⁻³ | 910.8x10 ⁻³ | 927.1x10 ⁻³ | = 27.00 |
| SCT. | 25 | 18.9x10 ⁻³ | 378.2x10 ⁻³ | 397.1x10 ⁻³ | = 63.00 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

123

| n | Vn | D.C. | D.E.x4 | D.A.x2 | D | V.C. | V.E.(4) | V.A.(2) |
|------|-------|--------|-----------------|----------------|---------|--------|---------------|--------------|
| 7° | 67.2 | 39.79 | 0.75x4= 3.00 | 0.43x2= 0.86 | 43.55 | 61.23 | 4.62=4x 1.2 | 1.32=2x 0.7 |
| 6° | 134.9 | 42.74 | 1.50x4= 7.60 | 1.31x2= 2.62 | 52.96 | 108.86 | 19.36=4x 4.8 | 6.57=2x 3.3 |
| 5° | 195.2 | 82.81 | 3.36x4= 15.44 | 2.21x2= 4.42 | 102.67 | 157.44 | 29.35=4x 7.3 | 8.40=2x 4.2 |
| 4° | 247.8 | 86.73 | 6.10x4= 24.40 | 3.54x2= 7.28 | 118.41 | 181.50 | 51.06=4x12.8 | 15.23=2x 7.6 |
| 3° | 292.0 | 89.70 | 8.99x4= 35.96 | 5.10x2= 10.20 | 135.85 | 192.76 | 77.28=4x19.3 | 21.52=2x10.9 |
| 2° | 328.0 | 120.41 | 13.52x4= 54.08 | 6.95x2= 13.92 | 188.41 | 209.61 | 94.14=4x13.5 | 24.27=2x12.1 |
| 1° | 355.6 | 121.69 | 30.30x4=123.20 | 12.75x2= 25.50 | 270.39 | 160.03 | 162.02=4x40.5 | 33.54=2x16.8 |
| P.E. | 377.0 | 232.43 | 76.50x4=306.00 | 27.00x2= 54.00 | 592.43 | 147.89 | 154.70=4x48.7 | 34.36=2x17.2 |
| SCT. | 390.7 | 455.93 | 165.00x4=664.00 | 63.00x2=126.00 | 1245.93 | 142.97 | 208.22=4x52.1 | 39.51=2x19.8 |

| | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Vn = Corte en el nivel respectivo. | V.C. = Corte en las Columnas. |
| D.C. = Valor D de las columnas. | V.E. = Corte Placa Escalera. |
| D.E. = Valor D de Placa Escalera. | V.A. = Corte Placa Ascensor. |
| D.A. = Valor D de Placa Ascensor. | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

154

2^{da} ITERACION

PLACA ESCALERA .-

Cálculo de la Deformación por Corte (δ_{sn})

| n | Vn | $\Delta_{sn} = \frac{c \cdot Vn}{A_{wn}}$ | $\delta_{sn} = \frac{27.6 \times \Delta_{sn} \times k}{hn}$ | β |
|-----|------|--|---|---------|
| 7° | 1.2 | $(1.5 \times 1.15) / 7950 = 2.17 \times 10^{-4}$ | $(27.6 \times 2.17 \times 10^{-4} \times 10^2) / 280 = 2.10 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 6° | 4.8 | $= 9.1 \times 10^{-4}$ | $= 8.9 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 5° | 7.3 | $= 13.8 \times 10^{-4}$ | $= 13.6 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 4° | 12.8 | $= 24.1 \times 10^{-4}$ | $= 23.7 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 3° | 19.3 | $= 36.5 \times 10^{-4}$ | $= 35.9 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 2° | 23.5 | $= 44.4 \times 10^{-4}$ | $= 43.7 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 1° | 40.5 | $= 76.4 \times 10^{-4}$ | $= 75.3 \times 10^{-3}$ | 1 |
| P.B | 48.7 | $= 63.2 \times 10^{-4}$ | $= 53.7 \times 10^{-3}$ | 1 |
| SOT | 52.1 | $= 67.6 \times 10^{-4}$ | $= 66.6 \times 10^{-3}$ | 1 |

Cálculo de la Deformación por Flexión ($\delta_{\beta n}$)

| n | Vnxh | M'n | 2Mn | kwn | 2Mn/kwn | 4 $\Delta_{\beta n}$ | 3/hn | $\delta_{\beta n} = 4\Delta_{\beta n} \cdot \frac{3}{hn}$ |
|-----|---------------------|---------------------|----------------------|------|---------|----------------------|-------|---|
| 7° | 3.2×10^2 | 3.2×10^2 | 3.2×10^2 | 1661 | 0.19 | 216.21 | 3/280 | 2316.4×10^{-3} |
| 6° | 13.5×10^2 | 16.7×10^2 | 19.9×10^2 | 1661 | 1.19 | 214.83 | 3/280 | 2301.7×10^{-3} |
| 5° | 20.5×10^2 | 37.2×10^2 | 53.9×10^2 | 1661 | 3.24 | 210.40 | 3/280 | 2254.2×10^{-3} |
| 4° | 35.7×10^2 | 72.9×10^2 | 110.1×10^2 | 1661 | 6.63 | 200.53 | 3/280 | 2148.4×10^{-3} |
| 3° | 54.1×10^2 | 127.0×10^2 | 199.9×10^2 | 1661 | 12.03 | 181.87 | 3/280 | 1948.5×10^{-3} |
| 2° | 65.8×10^2 | 192.8×10^2 | 319.8×10^2 | 1661 | 19.25 | 150.59 | 3/280 | 1613.4×10^{-3} |
| 1° | 113.4×10^2 | 306.2×10^2 | 499.0×10^2 | 1661 | 27.03 | 104.31 | 3/280 | 1117.5×10^{-3} |
| P.B | 58.2×10^2 | 464.4×10^2 | 770.6×10^2 | 4390 | 17.55 | 59.73 | 3/325 | 551.3×10^{-3} |
| SOT | 145.7×10^2 | 610.1×10^2 | 1074.5×10^2 | 5095 | 21.09 | 21.09 | 3/230 | 225.9×10^{-3} |

Cálculo de la Deformación por Rotación (δ_{rn}) .-

Consideraremos que la Deformación por Rotación es nula , por el concepto explicado al realizar la 1^{ra} ITERACION. ($\delta_{rn} = 0.0$)

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Cálculo de los valores D .-

| n | Vn | δ_{sn} | $\delta_{\beta n}$ | $d_{tn} = \delta_{sn} + \delta_{\beta n}$ | $D = Vn / d_{tn}$ |
|-----|------|-----------------------|-------------------------|---|--|
| 7° | 1.2 | 2.1×10^{-3} | 2316.4×10^{-3} | 2318.5×10^{-3} | $1.2 / (2318.5 \times 10^{-3}) = 0.52$ |
| 6° | 4.8 | 8.9×10^{-3} | 2301.7×10^{-3} | 2310.6×10^{-3} | = 2.08 |
| 5° | 7.3 | 13.6×10^{-3} | 2254.2×10^{-3} | 2267.8×10^{-3} | = 3.22 |
| 4° | 12.0 | 23.7×10^{-3} | 2140.4×10^{-3} | 2172.1×10^{-3} | = 5.89 |
| 3° | 19.3 | 35.9×10^{-3} | 1948.5×10^{-3} | 1984.4×10^{-3} | = 9.72 |
| 2° | 23.5 | 43.7×10^{-3} | 1613.4×10^{-3} | 1657.1×10^{-3} | = 14.18 |
| 1° | 40.5 | 75.3×10^{-3} | 1117.5×10^{-3} | 1192.8×10^{-3} | = 33.95 |
| P.B | 48.7 | 53.7×10^{-3} | 551.3×10^{-3} | 605.0×10^{-3} | = 80.49 |
| SOT | 52.1 | 66.6×10^{-3} | 225.9×10^{-3} | 292.5×10^{-3} | = 178.12 |

PLACA ASCENSOR .-

Cálculo de la Deformación por Corte (δ_{sn})

| n | Vn | $\Delta_{sn} = \frac{c \cdot Vn}{A_{wn}}$ | $\delta_{sn} = \frac{27.6 \times \Delta_{sn} \times k_0}{h_n}$ | β |
|-----|------|---|---|---------|
| 7° | 0.7 | $\frac{1.3 \times 0.7}{16950} = 0.5 \times 10^{-4}$ | $\frac{27.6 \times 0.5 \times 10^{-4} \times 10^2}{220} = 0.5 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 6° | 3.3 | = 2.5×10^{-4} | = 2.5×10^{-3} | 1 |
| 5° | 4.2 | = 3.2×10^{-4} | = 3.1×10^{-3} | 1 |
| 4° | 7.6 | = 5.8×10^{-4} | = 5.7×10^{-3} | 1 |
| 3° | 10.9 | = 8.3×10^{-4} | = 8.2×10^{-3} | 1 |
| 2° | 12.1 | = 9.3×10^{-4} | = 9.2×10^{-3} | 1 |
| 1° | 16.8 | = 12.9×10^{-4} | = 12.7×10^{-3} | 1 |
| P.E | 17.2 | = 13.2×10^{-4} | = 11.2×10^{-3} | 1 |
| SCT | 19.8 | = 15.2×10^{-4} | = 15.0×10^{-3} | 1 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



Cálculo de la Deformación por Flexión (d_{gn})

| n | $V_n \times h$ | M_n | $2M_n$ | kwn | $\frac{2M_n}{kwn}$ | $4\Delta_{gn}$ | 3/hn | $d_{gn} = 4\Delta_{gn} \cdot \frac{3}{hn}$ |
|------|--------------------|---------------------|---------------------|------|--------------------|----------------|-------|--|
| 7° | 1.9×10^2 | 1.9×10^2 | 1.9×10^2 | 1635 | 0.1 | 190.5 | 3/280 | 2041.0×10^{-3} |
| 6° | 9.2×10^2 | 11.1×10^2 | 13.0×10^2 | 1635 | 0.8 | 189.6 | 3/280 | 2031.4×10^{-3} |
| 5° | 11.7×10^2 | 22.8×10^2 | 33.9×10^2 | 1635 | 2.0 | 186.8 | 3/280 | 2001.4×10^{-3} |
| 4° | 21.3×10^2 | 44.1×10^2 | 66.9×10^2 | 1635 | 4.1 | 180.7 | 3/280 | 1936.0×10^{-3} |
| 3° | 30.5×10^2 | 74.6×10^2 | 118.7×10^2 | 1635 | 7.2 | 169.4 | 3/280 | 1814.9×10^{-3} |
| 2° | 33.9×10^2 | 108.5×10^2 | 183.1×10^2 | 1635 | 11.2 | 151.0 | 3/280 | 1617.8×10^{-3} |
| 1° | 47.0×10^2 | 155.5×10^2 | 264.0×10^2 | 1635 | 16.1 | 123.7 | 3/280 | 1325.3×10^{-3} |
| P.B. | 48.2×10^2 | 203.7×10^2 | 359.2×10^2 | 1409 | 25.5 | 82.1 | 3/325 | 757.8×10^{-3} |
| SOT. | 55.4×10^2 | 259.1×10^2 | 462.8×10^2 | 1635 | 28.3 | 28.3 | 3/280 | 303.1×10^{-3} |

Cálculo de la Deformación por Rotación (d_{rn}) .-

$$d_{rn} = 0.0 \quad (\text{Por lo ya expuesto})$$

Cálculo de los Valores D .-

| n | V_n | d_{sn} | d_{gn} | $d_{tn} = d_{sn} + d_{gn}$ | $D = V_n / d_{tn}$ |
|------|-------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 7° | 0.7 | 0.5×10^{-3} | 2041.0×10^{-3} | 2041.0×10^{-3} | $0.7 / 2041.0 \times 10^{-3} = 0.34$ |
| 6° | 3.3 | 2.5×10^{-3} | 2031.4×10^{-3} | 2033.9×10^{-3} | = 1.62 |
| 5° | 4.2 | 3.1×10^{-3} | 2001.4×10^{-3} | 2004.5×10^{-3} | = 2.09 |
| 4° | 7.6 | 5.7×10^{-3} | 1936.0×10^{-3} | 1941.7×10^{-3} | = 3.91 |
| 3° | 10.9 | 8.2×10^{-3} | 1814.9×10^{-3} | 1823.1×10^{-3} | = 5.98 |
| 2° | 12.1 | 9.2×10^{-3} | 1617.8×10^{-3} | 1627.0×10^{-3} | = 7.44 |
| 1° | 16.8 | 12.7×10^{-3} | 1325.3×10^{-3} | 1338.0×10^{-3} | = 12.55 |
| P.B. | 17.2 | 11.2×10^{-3} | 757.8×10^{-3} | 769.0×10^{-3} | = 22.37 |
| SOT. | 19.8 | 15.0×10^{-3} | 303.1×10^{-3} | 318.1×10^{-3} | = 62.26 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

187

| n | Vn | D.C. | $\bar{u} \cdot \bar{u} \cdot x^4$ | $D \cdot \bar{A} \cdot x^2$ | D | V.C. | $V \cdot \bar{u} \cdot (4)$ | $V \cdot \bar{A} \cdot (2)$ |
|------|-------|--------|-----------------------------------|-----------------------------|---------|--------|-----------------------------|-----------------------------|
| 7° | 67.2 | 39.79 | $0.52x^4 = 2.08$ | $0.34x^2 = 0.68$ | 42.55 | 62.84 | $3.28 = 4x \cdot 0.8$ | $1.07 = 2x \cdot 0.5$ |
| 6° | 134.9 | 42.74 | $2.08x^4 = 8.32$ | $1.62x^2 = 3.24$ | 54.30 | 106.18 | $20.67 = 4x \cdot 5.1$ | $8.05 = 2x \cdot 4.0$ |
| 5° | 195.2 | 82.81 | $3.22x^4 = 12.88$ | $2.09x^2 = 4.18$ | 99.87 | 161.85 | $25.17 = 4x \cdot 6.3$ | $8.17 = 2x \cdot 4.1$ |
| 4° | 247.8 | 86.73 | $5.89x^4 = 23.56$ | $3.91x^2 = 7.82$ | 118.11 | 181.96 | $49.42 = 4x \cdot 12.3$ | $16.40 = 2x \cdot 8.2$ |
| 3° | 292.0 | 89.70 | $9.72x^4 = 38.88$ | $5.98x^2 = 11.96$ | 140.54 | 186.37 | $80.78 = 4x \cdot 20.2$ | $24.85 = 2x \cdot 12.4$ |
| 2° | 328.0 | 120.41 | $14.18x^4 = 56.72$ | $7.44x^2 = 14.88$ | 192.01 | 205.68 | $96.89 = 4x \cdot 24.2$ | $25.42 = 2x \cdot 12.7$ |
| 1° | 355.6 | 121.69 | $33.95x^4 = 135.80$ | $12.55x^2 = 25.10$ | 282.59 | 153.12 | $170.88 = 4x \cdot 42.7$ | $31.58 = 2x \cdot 15.8$ |
| P.B. | 577.0 | 232.43 | $80.49x^4 = 321.96$ | $22.37x^2 = 44.74$ | 599.13 | 146.26 | $202.60 = 4x \cdot 50.6$ | $28.15 = 2x \cdot 14.1$ |
| SOM. | 390.7 | 455.93 | $178.12x^4 = 712.48$ | $62.26x^2 = 124.52$ | 1292.93 | 137.77 | $215.30 = 4x \cdot 53.8$ | $37.62 = 2x \cdot 18.8$ |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

188

3^{ra} ITERACION

PLACA ESCALERA .-

Cálculo de la Deformación por Corte (δ_{sn})

| n | Vn | $\Delta_{sn} = \frac{c \cdot V_n}{A_{wn}}$ | $\delta_{sn} = \frac{27.6 \times \Delta_{sn} \times K_o}{h_n}$ | β |
|------|------|--|---|---------|
| 7 | 0.8 | $(1.5 \times 0.8) / 7950 = 1.5 \times 10^{-4}$ | $(27.6 \times 1.5 \times 10^{-4} \times 10^2) / 280 = 1.4 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 6 | 5.1 | $= 9.6 \times 10^{-4}$ | $= 9.4 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 5 | 6.3 | $= 11.8 \times 10^{-4}$ | $= 11.6 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 4 | 12.3 | $= 23.2 \times 10^{-4}$ | $= 22.8 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 3 | 20.2 | $= 38.1 \times 10^{-4}$ | $= 37.5 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 2 | 24.2 | $= 45.6 \times 10^{-4}$ | $= 44.9 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 1 | 42.7 | $= 80.5 \times 10^{-4}$ | $= 79.3 \times 10^{-3}$ | 1 |
| P.B. | 50.6 | $= 65.7 \times 10^{-4}$ | $= 55.8 \times 10^{-3}$ | 1 |
| SOT. | 53.8 | $= 69.8 \times 10^{-4}$ | $= 68.8 \times 10^{-3}$ | 1 |

Cálculo de la Deformación por Flexión ($\delta_{\beta n}$) .-

| n | Vn.h | M'n | 2Mn | kwn | $\frac{2Mn}{kwn}$ | $4\Delta_{\beta n}$ | 3/hn | $\delta_{\beta n} = 4\Delta_{\beta n} \cdot \frac{3}{h_n}$ |
|------|---------------------|---------------------|----------------------|------|-------------------|---------------------|-------|--|
| 7 | 2.2×10^2 | 2.2×10^2 | 2.2×10^2 | 1661 | 0.13 | 222.37 | 3/280 | 2382.4×10^{-3} |
| 6 | 14.3×10^2 | 16.5×10^2 | 18.7×10^2 | 1661 | 1.12 | 221.12 | 3/280 | 2369.0×10^{-3} |
| 5 | 17.6×10^2 | 34.1×10^2 | 50.6×10^2 | 1661 | 3.04 | 216.96 | 3/280 | 2324.5×10^{-3} |
| 4 | 34.4×10^2 | 68.5×10^2 | 102.6×10^2 | 1661 | 6.17 | 207.75 | 3/280 | 2225.8×10^{-3} |
| 3 | 56.5×10^2 | 125.0×10^2 | 193.5×10^2 | 1661 | 11.65 | 189.93 | 3/280 | 2034.9×10^{-3} |
| 2 | 67.7×10^2 | 192.7×10^2 | 317.7×10^2 | 1661 | 19.13 | 159.15 | 3/280 | 1765.1×10^{-3} |
| 1 | 119.5×10^2 | 312.2×10^2 | 504.9×10^2 | 1661 | 30.39 | 109.63 | 3/280 | 1174.5×10^{-3} |
| P.B. | 164.4×10^2 | 476.6×10^2 | 788.8×10^2 | 4390 | 17.96 | 61.28 | 3/325 | 565.6×10^{-3} |
| SOT. | 150.6×10^2 | 527.2×10^2 | 1103.8×10^2 | 5095 | 21.66 | 21.66 | 3/280 | 232.0×10^{-3} |

Cálculo de la Deformación por Rotación (δ_{rn}) .-

$$\delta_{rn} = 0.0$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Cálculo de los valores D .-

| n | Vn | $\dot{\epsilon}_{sn}$ | $\dot{\epsilon}_{\beta n}$ | $\dot{\epsilon}_{tn} = \dot{\epsilon}_{sn} + \dot{\epsilon}_{\beta n}$ | D = Vn / $\dot{\epsilon}_{tn}$ |
|------|------|-----------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|
| 7 | 0.8 | 1.4×10^{-3} | 2382.4×10^{-3} | 2383.8×10^{-3} | $0.8 / (2383 \times 10^{-3}) = 0.33$ |
| 6 | 5.1 | 9.4×10^{-3} | 2369.0×10^{-3} | 2378.4×10^{-3} | = 2.14 |
| 5 | 6.3 | 11.6×10^{-3} | 2324.5×10^{-3} | 2336.1×10^{-3} | = 2.69 |
| 4 | 12.3 | 22.8×10^{-3} | 2225.8×10^{-3} | 2248.6×10^{-3} | = 5.47 |
| 3 | 20.2 | 37.5×10^{-3} | 2034.9×10^{-3} | 2072.4×10^{-3} | = 9.74 |
| 2 | 24.2 | 44.9×10^{-3} | 1705.1×10^{-3} | 1750.0×10^{-3} | = 13.83 |
| 1 | 42.7 | 79.3×10^{-3} | 1174.5×10^{-3} | 1253.8×10^{-3} | = 34.05 |
| P.B. | 50.6 | 55.8×10^{-3} | 565.6×10^{-3} | 621.4×10^{-3} | = 81.42 |
| SOT. | 53.8 | 68.8×10^{-3} | 232.0×10^{-3} | 300.8×10^{-3} | = 178.85 |

PLACA ASCENSOR .-

Cálculo de la Deformación por Corte . ($\dot{\epsilon}_{sn}$)

| n | Vn | $\Delta_{sn} = \frac{c \cdot Vn}{A_{wn}}$ | $\dot{\epsilon}_{sn} = \frac{27.6 \times \Delta_{sn} \times K_0}{h_n}$ | β |
|------|------|---|---|---------|
| 7 | 0.5 | $\frac{1.3 \times 0.5}{16950} = 0.4 \times 10^{-4}$ | $\frac{27.6 \times 0.4 \times 10^{-4} \times 10^2}{280} = 0.4 \times 10^{-3}$ | 1 |
| 6 | 4.0 | = 3.0×10^{-4} | = 2.9×10^{-3} | 1 |
| 5 | 4.1 | = 3.1×10^{-4} | = 3.0×10^{-3} | 1 |
| 4 | 8.2 | = 6.3×10^{-4} | = 6.2×10^{-3} | 1 |
| 3 | 12.4 | = 9.5×10^{-4} | = 9.3×10^{-3} | 1 |
| 2 | 12.7 | = 9.7×10^{-4} | = 9.5×10^{-3} | 1 |
| 1 | 15.8 | = 12.1×10^{-4} | = 11.9×10^{-3} | 1 |
| P.B. | 14.1 | = 10.8×10^{-4} | = 9.2×10^{-3} | 1 |
| SOT. | 18.8 | = 14.4×10^{-4} | = 14.2×10^{-3} | 1 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

127

Cálculo de la Deformación por Flexión (δ_{fn}) .-

| n | Vn.h | M'n | 2Mn | kwn | $\frac{2Mn}{kwn}$ | $4\Delta\beta_n$ | $3/hn$ | $\delta_{fn} = 4\Delta\beta_n \cdot \frac{3}{hn}$ |
|------|--------------------|---------------------|---------------------|------|-------------------|------------------|--------|---|
| 7 | 1.4×10^2 | 1.4×10^2 | 1.4×10^2 | 1635 | 0.08 | 198.54 | 3/280 | 2127.1×10^{-3} |
| 6 | 11.2×10^2 | 12.6×10^2 | 14.0×10^2 | 1635 | 0.85 | 197.61 | 3/280 | 2117.2×10^{-3} |
| 5 | 11.5×10^2 | 24.1×10^2 | 36.7×10^2 | 1635 | 2.24 | 194.52 | 3/280 | 2084.1×10^{-3} |
| 4 | 22.9×10^2 | 47.0×10^2 | 71.1×10^2 | 1635 | 4.35 | 187.93 | 3/280 | 2013.5×10^{-3} |
| 3 | 34.7×10^2 | 81.7×10^2 | 128.7×10^2 | 1635 | 7.87 | 175.71 | 3/280 | 1882.5×10^{-3} |
| 2 | 35.5×10^2 | 117.2×10^2 | 198.9×10^2 | 1635 | 12.16 | 155.68 | 3/280 | 1667.9×10^{-3} |
| 1 | 44.2×10^2 | 161.4×10^2 | 278.6×10^2 | 1635 | 17.04 | 126.48 | 3/280 | 1355.1×10^{-3} |
| P.B. | 45.8×10^2 | 207.2×10^2 | 368.6×10^2 | 1409 | 26.16 | 83.28 | 3/325 | 768.7×10^{-3} |
| SOT. | 52.6×10^2 | 259.8×10^2 | 467.0×10^2 | 1635 | 28.56 | 28.56 | 3/280 | 305.9×10^{-3} |

Cálculo de la Deformación por Rotación (δ_{rn}) .-

$$\delta_{rn} = 0.0$$

Cálculo de los valores D .-

| n | Vn | δ_{sn} | δ_{an} | $\delta_{tn} = \delta_{sn} + \delta_{an}$ | D = Vn/ δ_{tn} |
|------|------|-----------------------|-------------------------|---|-----------------------|
| 7 | 0.5 | 0.4×10^{-3} | 2127.1×10^{-3} | 2127.5×10^{-3} | 0.23 |
| 6 | 4.0 | 2.9×10^{-3} | 2117.2×10^{-3} | 2120.1×10^{-3} | 1.88 |
| 5 | 4.1 | 3.0×10^{-3} | 2084.1×10^{-3} | 2087.1×10^{-3} | 1.96 |
| 4 | 8.2 | 6.2×10^{-3} | 2013.5×10^{-3} | 2019.7×10^{-3} | 4.06 |
| 3 | 12.4 | 9.3×10^{-3} | 1882.5×10^{-3} | 1891.8×10^{-3} | 6.55 |
| 2 | 12.7 | 9.5×10^{-3} | 1667.9×10^{-3} | 1677.4×10^{-3} | 7.57 |
| 1 | 15.8 | 11.9×10^{-3} | 1355.1×10^{-3} | 1367.0×10^{-3} | 11.56 |
| P.B. | 14.1 | 9.2×10^{-3} | 768.7×10^{-3} | 777.9×10^{-3} | 18.12 |
| SOT. | 18.8 | 14.2×10^{-3} | 305.9×10^{-3} | 320.1×10^{-3} | 58.73 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| n | Vn | D.C. | D. ₁ x4 | D. ₂ x2 | D | V.C. | V.B.(4) | V.A.(2) |
|------|-------|--------|--------------------|--------------------|---------|--------|---------------|--------------|
| 7 | 67.2 | 30.79 | 0.33x4 = 1.32 | 0.23x2 = 0.46 | 41.57 | 64.32 | 2.13=4x 0.5 | 0.74=2x 0.4 |
| 6 | 134.9 | 42.74 | 2.14x4 = 8.56 | 1.88x2 = 3.76 | 55.06 | 104.71 | 20.97=4x 5.2 | 5.21=2x 4.6 |
| 5 | 195.2 | 82.81 | 2.65x4 = 10.76 | 1.96x2 = 3.92 | 97.49 | 165.80 | 21.54=4x 5.4 | 7.84=2x 3.9 |
| 4 | 247.8 | 86.73 | 3.47x4 = 13.88 | 4.06x2 = 8.12 | 116.73 | 184.11 | 46.44=4x11.6 | 17.24=2x 8.6 |
| 3 | 292.0 | 89.70 | 3.74x4 = 14.96 | 6.55x2 = 13.10 | 141.76 | 184.76 | 80.24=4x20.0 | 26.98=2x13.5 |
| 2 | 328.0 | 120.41 | 13.83x4 = 55.32 | 7.57x2 = 15.14 | 190.87 | 206.91 | 95.06=4x23.8 | 26.02=2x13.0 |
| 1 | 355.6 | 121.69 | 34.05x4 = 136.20 | 11.56x2 = 23.12 | 281.01 | 153.98 | 172.34=4x43.1 | 29.26=2x14.6 |
| P.I. | 377.0 | 232.43 | 81.42x4 = 325.68 | 18.12x2 = 36.24 | 594.35 | 147.43 | 206.58=4x51.6 | 22.98=2x11.5 |
| SOT. | 390.7 | 455.93 | 178.85x4 = 715.40 | 58.73x2 = 117.46 | 1298.79 | 138.21 | 216.87=4x54.2 | 35.61=2x17.8 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

CALCULO DE EL "D" DE LA PLACA DEL ASCENSOR.
EN EL SENTIDO DE LOS PORTICOS PRINCIPALES (Y)

Rigidez y area

| N | I | K | k | A |
|--------|-----------------------|---|-----|-------|
| TIPICO | 1563.94×10^4 | $1563.94 \times 10^4 / 280 = 558.5 \times 10^2$ | 558 | 16950 |
| P.BAJA | 1563.94×10^4 | $1563.94 \times 10^4 / 325 = 481.2 \times 10^2$ | 481 | 16950 |
| SOTANO | 1563.94×10^4 | $1563.94 \times 10^4 / 370 = 422.6 \times 10^2$ | 422 | 16950 |

Deformación por corte ($\beta=1$)

| N | Vn | $\Delta_{sn} = KxVn/Awn$ | $\delta_{sn} = 27.6x\Delta_{sn}xKo/Hn$ |
|-----|-------|--------------------------------|--|
| 7 | 0.20 | $1.3x0.2/16950 = 0.15x10^{-4}$ | $27.6x0.15x10^{-4}x10^2 = 0.2x10^{-3}$ |
| 6 | 1.60 | $1.3x1.6/16950 = 1.23x10^{-4}$ | $27.6x1.23x10^{-4}x10^2 = 1.2x10^{-3}$ |
| 5 | 1.80 | $1.3x1.8/16950 = 1.38x "$ | $27.6x1.38x " x " = 1.4x "$ |
| 4 | 2.40 | $1.3x2.4/16950 = 1.84x "$ | $27.6x1.84x " x " = 1.8x "$ |
| 3 | 6.00 | $1.3x6.0/16950 = 4.60x "$ | $27.6x4.60x " x " = 4.5x "$ |
| 2 | 7.00 | $1.3x7.0/16950 = 5.37x "$ | $27.6x5.37x " x " = 5.3x "$ |
| 1 | 11.00 | $1.3x11/16950 = 8.44x "$ | $27.6x8.44x " x " = 8.3x "$ |
| PB | 13.00 | $1.3x13/16950 = 9.97x "$ | $27.6x9.97x " x " = 8.5x "$ |
| Sot | 16.00 | $1.3x16/16950 = 12.27x "$ | $27.6x12.27x " x " = 12.1x "$ |

Deformación por flexión

| N | VnxHn | M'n | 2Mn | Kwn | 2Mn/Kn | 4ΔBn | 3/Hn | $\delta_{Bn} = 4\Delta_{Bn}^3/Hn$ |
|-----|----------|----------|----------|-----|--------|-------|-------|-----------------------------------|
| 7 | $1x10^2$ | $1x10^2$ | $1x10^2$ | 558 | 0.18 | 308.7 | 3/280 | $3308.1x10^{-5}$ |
| 6 | 4x " | 5x " | 6x " | 558 | 1.08 | 307.5 | 3/280 | $3294.6x "$ |
| 5 | 5x " | 10x " | 15x " | 558 | 2.69 | 303.7 | 3/280 | $3254.2x "$ |
| 4 | 7x " | 17x " | 27x " | 558 | 4.84 | 296.2 | 3/280 | $3173.5x "$ |
| 3 | 17x " | 34x " | 41x " | 558 | 7.35 | 284.0 | 3/280 | $3042.9x "$ |
| 2 | 20x " | 54x " | 88x " | 558 | 15.77 | 260.9 | 3/280 | $2795.2x "$ |
| 1 | 31x " | 85x " | 139x " | 558 | 24.91 | 220.2 | 3/280 | $2359.4x "$ |
| PB | 42x " | 127x " | 212x " | 481 | 44.07 | 151.2 | 3/325 | $1396.0x "$ |
| Sot | 45x " | 172x " | 299x " | 422 | 53.58 | 53.6 | 3/370 | $574.1x "$ |

Deformación por rotación

$$\delta_{rn} = 0$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

193

Valor "D"

| N | Vn | δ_{sn} | δ_{Bn} | δ_{tn} | $Dn=Vn/\delta_{tn}$ |
|-----|-------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| 7 | 0.20 | 0.2×10^{-3} | 3308.1×10^{-3} | 3308.3×10^{-3} | 0.06 |
| 6 | 1.60 | 1.2x " | 3294.6x " | 3295.8x " | 0.49 |
| 5 | 1.80 | 1.4x " | 3254.2x " | 3255.6x " | 0.55 |
| 4 | 2.40 | 1.8x " | 3173.5x " | 3175.3x " | 0.76 |
| 3 | 6.00 | 4.5x " | 3042.9x " | 3047.3x " | 1.97 |
| 2 | 7.00 | 5.3x " | 2795.2x " | 2800.5x " | 2.50 |
| 1 | 11.00 | 8.3x " | 2359.4x " | 2367.7x " | 4.65 |
| PB | 13.00 | 8.5x " | 1396.0x " | 1404.5x " | 9.26 |
| Sot | 16.00 | 12.1x " | 574.1x " | 586.2x " | 23.32 |

Distribucion del corte

| N | Vn | $\sum Dc$ | Da | $\sum D$ | Vc | Va |
|-----|-------|-----------|--------------------------|----------|-------|-----------------------|
| 7 | 71.2 | 56.49 | $0.06 \times 2 = 0.12$ | 56.61 | 71.0 | $0.1 \times 2 = 0.2$ |
| 6 | 144.2 | 66.56 | $0.49 \times 2 = 0.98$ | 67.54 | 142.2 | $1.0 \times 2 = 2.0$ |
| 5 | 209.2 | 163.97 | $0.55 \times 2 = 1.10$ | 165.07 | 207.8 | $0.7 \times 2 = 1.4$ |
| 4 | 265.8 | 176.06 | $0.76 \times 2 = 1.52$ | 177.58 | 263.6 | $1.1 \times 2 = 2.2$ |
| 3 | 313.4 | 189.50 | $1.97 \times 2 = 3.94$ | 193.44 | 307.0 | $3.2 \times 2 = 6.4$ |
| 2 | 352.2 | 264.68 | $2.50 \times 2 = 5.00$ | 269.68 | 345.6 | $3.3 \times 2 = 6.6$ |
| 1 | 382.0 | 270.97 | $4.65 \times 2 = 9.30$ | 280.27 | 369.4 | $6.3 \times 2 = 12.2$ |
| PB | 405.0 | 420.12 | $9.26 \times 2 = 18.52$ | 438.64 | 387.8 | $8.6 \times 2 = 17.2$ |
| Sot | 419.7 | 1018.58 | $23.32 \times 2 = 46.64$ | 1065.22 | 401.3 | $9.2 \times 2 = 18.4$ |

2^{da} ITERACION

Deformación por corte

| N | Vn | $\Delta_{sn} = KxVn/Awn$ | $\delta_{sn} = 27.6x\Delta_{sn}xKo/Hn$ |
|-----|-----|--------------------------|--|
| 7 | 0.1 | 0.1×10^{-4} | 0.1×10^{-3} |
| 6 | 1.0 | 0.8x " | 0.8x " |
| 5 | 0.7 | 0.5x " | 0.5x " |
| 4 | 1.1 | 0.8x " | 0.8x " |
| 3 | 3.2 | 2.5x " | 2.5x " |
| 2 | 3.3 | 2.5x " | 2.5x " |
| 1 | 6.3 | 4.8x " | 4.7x " |
| PB | 8.6 | 6.6x " | 5.6x " |
| Sot | 9.2 | 7.1x " | 7.0x " |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Deformación por flexión

| N | $V_n \times H_n$ | M'_n | $2M_n$ | K _{wn} | $2M_n/K_n$ | $4\Delta B_n$ | $3/H_n$ | $\delta B_n = 4\Delta B_n/H_n$ |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------|---------------|---------|--------------------------------|
| 7 | 0.3×10^2 | 0.3×10^2 | 0.3×10^2 | 558 | 0.05 | 168.0 | 3/280 | 1799.9×10^{-3} |
| 6 | 2.8x " | 3.1x " | 3.4x " | 558 | 0.61 | 167.3 | 3/280 | 1792.8x " |
| 5 | 2.0x " | 5.1x " | 8.2x " | 558 | 1.47 | 165.2 | 3/280 | 1770.5x " |
| 4 | 3.1x " | 8.2x " | 13.3x " | 558 | 2.38 | 161.4 | 3/280 | 1729.3x " |
| 3 | 9.0x " | 17.2x " | 25.4x " | 558 | 4.55 | 154.5 | 3/280 | 1655.0x " |
| 2 | 9.2x " | 26.4x " | 43.6x " | 558 | 7.82 | 142.1 | 3/280 | 1522.5x " |
| 1 | 17.6x " | 44.0x " | 70.4x " | 558 | 12.62 | 121.6 | 3/280 | 1303.5x " |
| PB | 28.0x " | 72.0x " | 116.0x " | 481 | 24.12 | 84.92 | 3/325 | 783.9x " |
| S | 25.8x " | 97.8x " | 169.8x " | 422 | 30.40 | 30.40 | 3/370 | 325.7x " |

Valor "D"

| N | V_n | δs_n | δB_n | δt_n | $D = V_n/\delta t_n$ |
|-----|-------|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 7 | 0.1 | 0.1×10^{-3} | 1799.9×10^{-3} | 1800.0×10^{-3} | 0.06 |
| 6 | 1.0 | 0.8x " | 1792.8x " | 1793.6x " | 0.56 |
| 5 | 0.7 | 0.5x " | 1770.5x " | 1771.0x " | 0.40 |
| 4 | 1.1 | 0.8x " | 1729.3x " | 1730.1x " | 0.64 |
| 3 | 3.2 | 2.5x " | 1655.0x " | 1657.5x " | 1.93 |
| 2 | 3.3 | 2.5x " | 1522.5x " | 1525.0x " | 2.16 |
| 1 | 6.3 | 4.7x " | 1303.5x " | 1308.2x " | 4.82 |
| PB | 8.6 | 5.6x " | 783.9x " | 789.5x " | 10.89 |
| sot | 9.2 | 7.0x " | 325.7x " | 332.7x " | 27.65 |

Distribución del corte

| N | V_n | $\sum D_c$ | D_a | $\sum D$ | V_c | V_a |
|-----|-------|------------|--------------------------|----------|-------|------------------------|
| 7 | 71.2 | 56.49 | $0.06 \times 2 = 0.12$ | 56.61 | 71.0 | $0.1 \times 2 = 0.2$ |
| 6 | 144.2 | 66.56 | $0.56 \times 2 = 1.12$ | 67.68 | 141.8 | $1.2 \times 2 = 2.4$ |
| 5 | 209.2 | 163.97 | $0.40 \times 2 = 0.80$ | 164.77 | 208.2 | $0.5 \times 2 = 1.0$ |
| 4 | 265.8 | 176.06 | $0.64 \times 2 = 1.28$ | 177.34 | 263.8 | $1.0 \times 2 = 2.0$ |
| 3 | 313.4 | 189.50 | $1.93 \times 2 = 3.86$ | 193.36 | 307.2 | $3.1 \times 2 = 6.2$ |
| 2 | 352.2 | 264.68 | $2.16 \times 2 = 4.32$ | 269.00 | 346.6 | $2.8 \times 2 = 5.6$ |
| 1 | 382.0 | 270.97 | $4.82 \times 2 = 9.64$ | 280.61 | 369.0 | $6.5 \times 2 = 13.0$ |
| PB | 405.0 | 420.12 | $10.89 \times 2 = 21.78$ | 441.90 | 385.0 | $10.0 \times 2 = 20.0$ |
| Sot | 419.7 | 1018.58 | $27.65 \times 2 = 55.30$ | 1073.88 | 398.1 | $10.8 \times 2 = 21.6$ |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

3^{ra} ITERACION

Deformacion por corte

| N | Vn | $\Delta_{sn} = KxVn/Awn$ | $\delta_{sn} = 27.6x snxKo/Hn$ |
|-----|------|--------------------------|--------------------------------|
| 7 | 0.1 | $0.1x10^{-4}$ | $0.1x10^{-3}$ |
| 6 | 1.2 | 0.9x " | 0.9x " |
| 5 | 0.5 | 0.4x " | 0.4x " |
| 4 | 1.0 | 0.8x " | 0.8x " |
| 3 | 3.1 | 2.4x " | 2.4x " |
| 2 | 2.8 | 2.1x " | 2.1x " |
| 1 | 6.5 | 5.0x " | 4.9x " |
| PB | 10.0 | 7.7x " | 6.5x " |
| Sot | 10.8 | 8.3x " | 8.2x " |

Deformación por flexión:

| N | VnxHn | M'n | 2Mn | Kwn | 2Mn/Kn | 4ΔBn | 3/Hn | $\delta_{Bn} = 4\Delta Bn/Hn$ |
|----|------------|------------|------------|-----|--------|-------|-------|-------------------------------|
| 7 | $0.3x10^2$ | $0.3x10^2$ | $0.3x10^2$ | 558 | 0.05 | 170.4 | 3/280 | $1825.4x10^{-3}$ |
| 6 | 3.4x " | 3.7x " | 4.0x " | 558 | 0.72 | 169.6 | 3/280 | 1817.1x " |
| 5 | 1.4x " | 5.1x " | 8.8x " | 558 | 1.58 | 167.3 | 3/280 | 1792.5x " |
| 4 | 2.8x " | 7.9x " | 13.0x " | 558 | 2.33 | 163.4 | 3/280 | 1750.6x " |
| 3 | 8.7x " | 16.6x " | 24.5x " | 558 | 4.39 | 156.7 | 3/280 | 1687.6x " |
| 2 | 7.8x " | 24.4x " | 41.0x " | 558 | 7.35 | 144.9 | 3/280 | 1552.8x " |
| 1 | 18.2x " | 42.6x " | 67.0x " | 558 | 12.01 | 125.6 | 3/280 | 1345.4x " |
| PB | 32.5x " | 75.1x " | 117.7x " | 481 | 24.45 | 89.1 | 3/325 | 822.5x " |
| S | 30.2x " | 105.3x " | 180.4x " | 422 | 32.33 | 32.3 | 3/370 | 346.4x " |

Deformación por rotación

$$\delta_{rn} = 0$$

Valor "D"

| N | Vn | δ_{sn} | δ_{Bn} | δ_{tn} | D |
|-----|------|---------------|------------------|------------------|-------|
| 7 | 0.1 | $0.1x10^{-3}$ | $1852.4x10^{-3}$ | $1852.5x10^{-2}$ | 0.05 |
| 6 | 1.2 | 0.9x " | 1817.1x " | 1818.0x " | 0.66 |
| 5 | 0.5 | 0.4x " | 1792.5x " | 1792.9x " | 0.28 |
| 4 | 1.0 | 0.8x " | 1750.6x " | 1751.4x " | 0.57 |
| 3 | 3.1 | 2.4x " | 1687.6x " | 1690.0x " | 1.83 |
| 2 | 2.8 | 2.1x " | 1552.8x " | 1554.9x " | 1.80 |
| 1 | 6.5 | 4.9x " | 1345.4x " | 1350.3x " | 4.81 |
| PB | 10.0 | 6.5x " | 822.5x " | 829.0x " | 12.06 |
| Sot | 10.8 | 8.2x " | 346.4x " | 354.6x " | 30.46 |

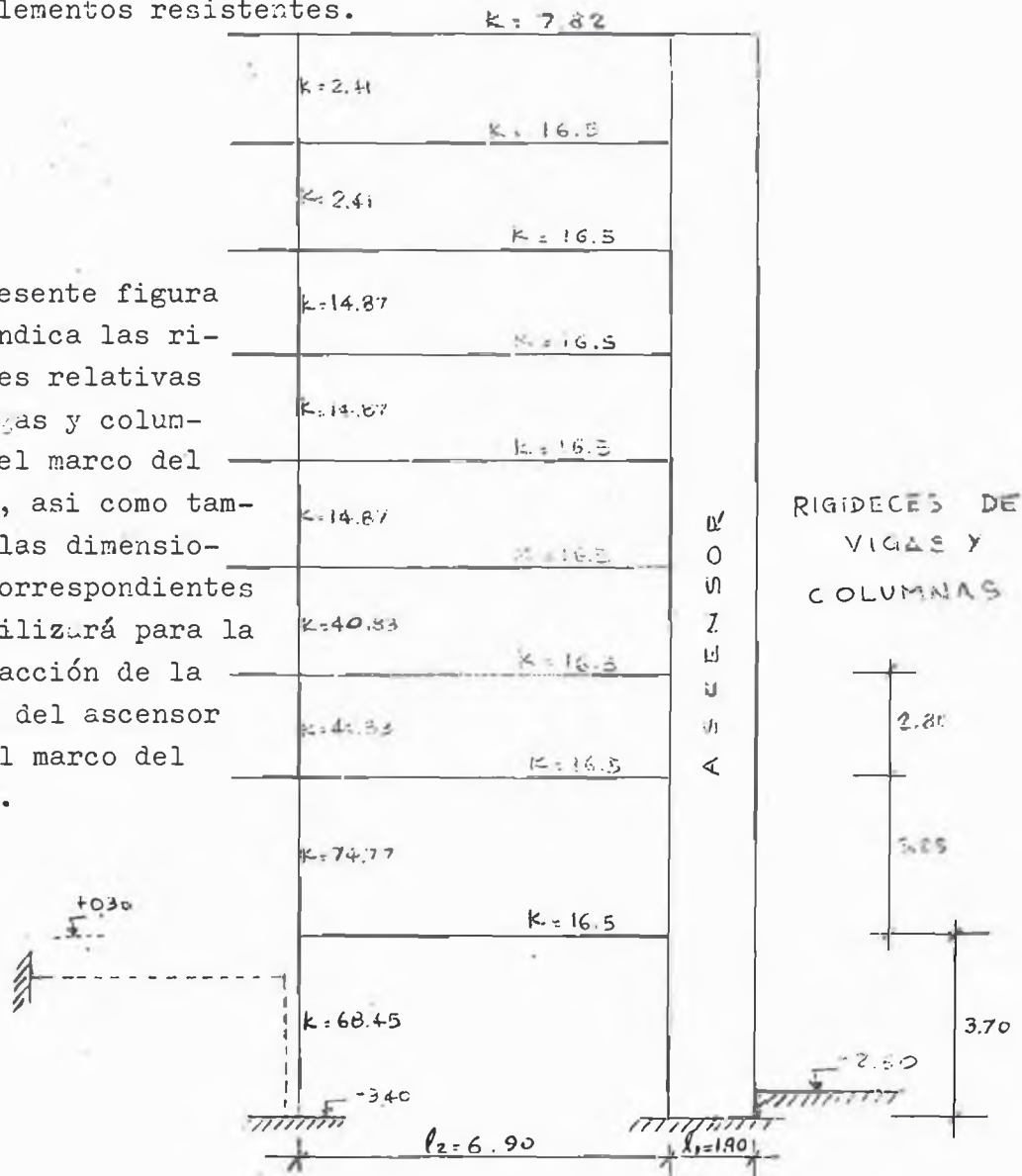
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Distribución del corte

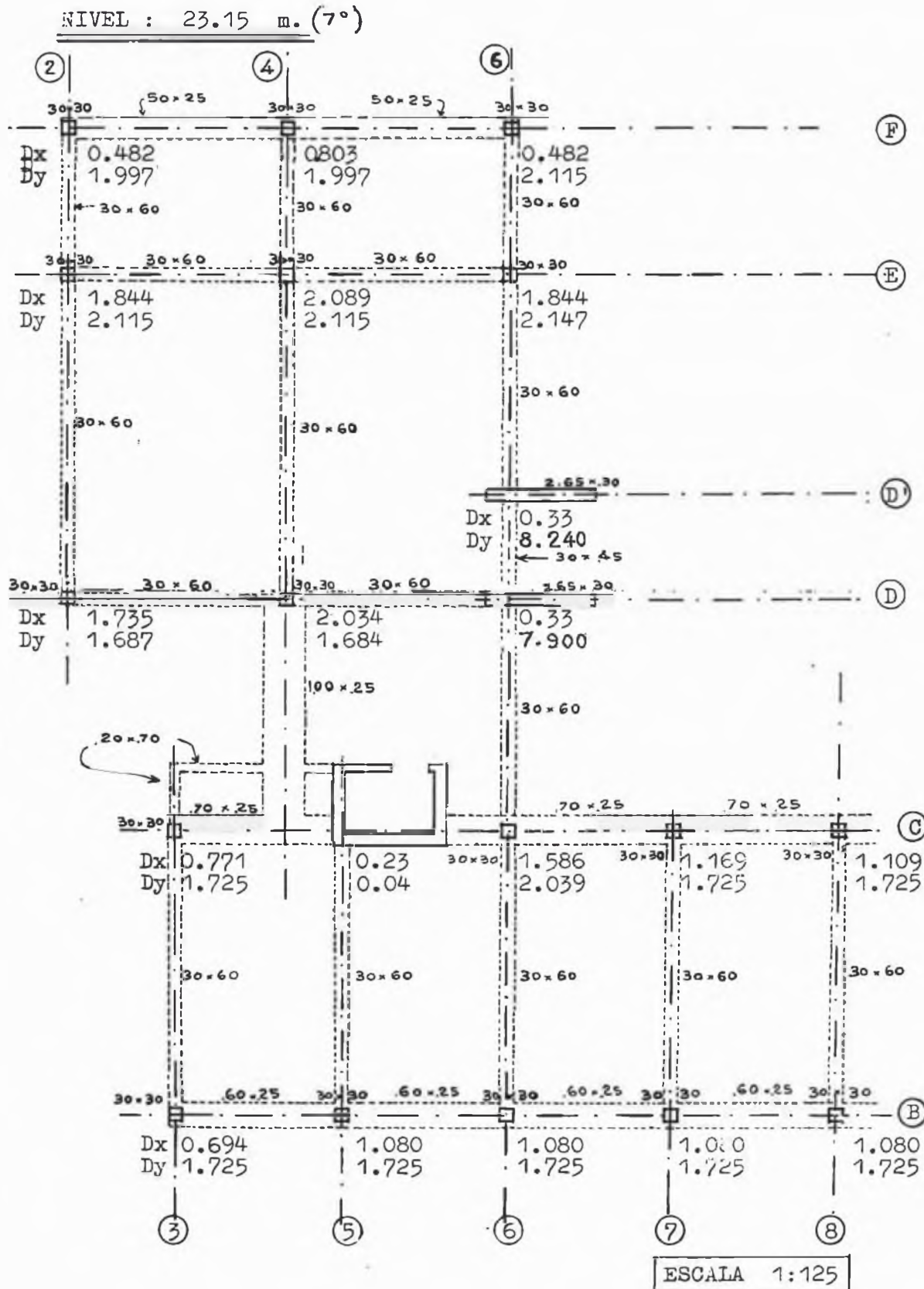
| N | Vn | Σ Dc | Da | Σ D | Vc | Va |
|-----|-------|---------|---------------|---------|-------|--------------|
| 7 | 71.2 | 56.49 | 0.05x2= 0.10 | 56.59 | 71.0 | 0.1 x2= 0.2 |
| 6 | 144.2 | 66.56 | 0.66x2= 1.32 | 67.88 | 141.4 | 1.4 x2= 2.8 |
| 5 | 209.2 | 163.97 | 0.28x2= 0.56 | 164.53 | 208.4 | 0.4 x2= 0.8 |
| 4 | 265.8 | 176.06 | 0.57x2= 1.14 | 177.20 | 264.0 | 0.9 x2= 1.8 |
| 3 | 313.4 | 189.05 | 1.83x2= 3.66 | 192.71 | 307.4 | 3.0 x2= 6.0 |
| 2 | 352.2 | 264.68 | 1.80x2= 3.60 | 268.28 | 347.4 | 2.4 x2= 4.8 |
| 1 | 382.0 | 270.97 | 4.81x2= 9.62 | 280.59 | 369.0 | 6.5 x2=13.0 |
| PB | 405.0 | 420.12 | 12.06x2=24.12 | 444.24 | 383.0 | 11.0 x2=22.0 |
| Sot | 419.7 | 1018.58 | 30.46x2=60.92 | 1079.50 | 396.1 | 11.8 x2=23.6 |

En las siguientes páginas mostramos las plantas de todos los niveles indicando las secciones de vigas y columnas y los valores D de todos los elementos resistentes.

La presente figura que indica las rigideces relativas de vigas y columnas del marco del eje 5, así como también las dimensiones correspondientes se utilizará para la interacción de la placa del ascensor con el marco del eje 5.

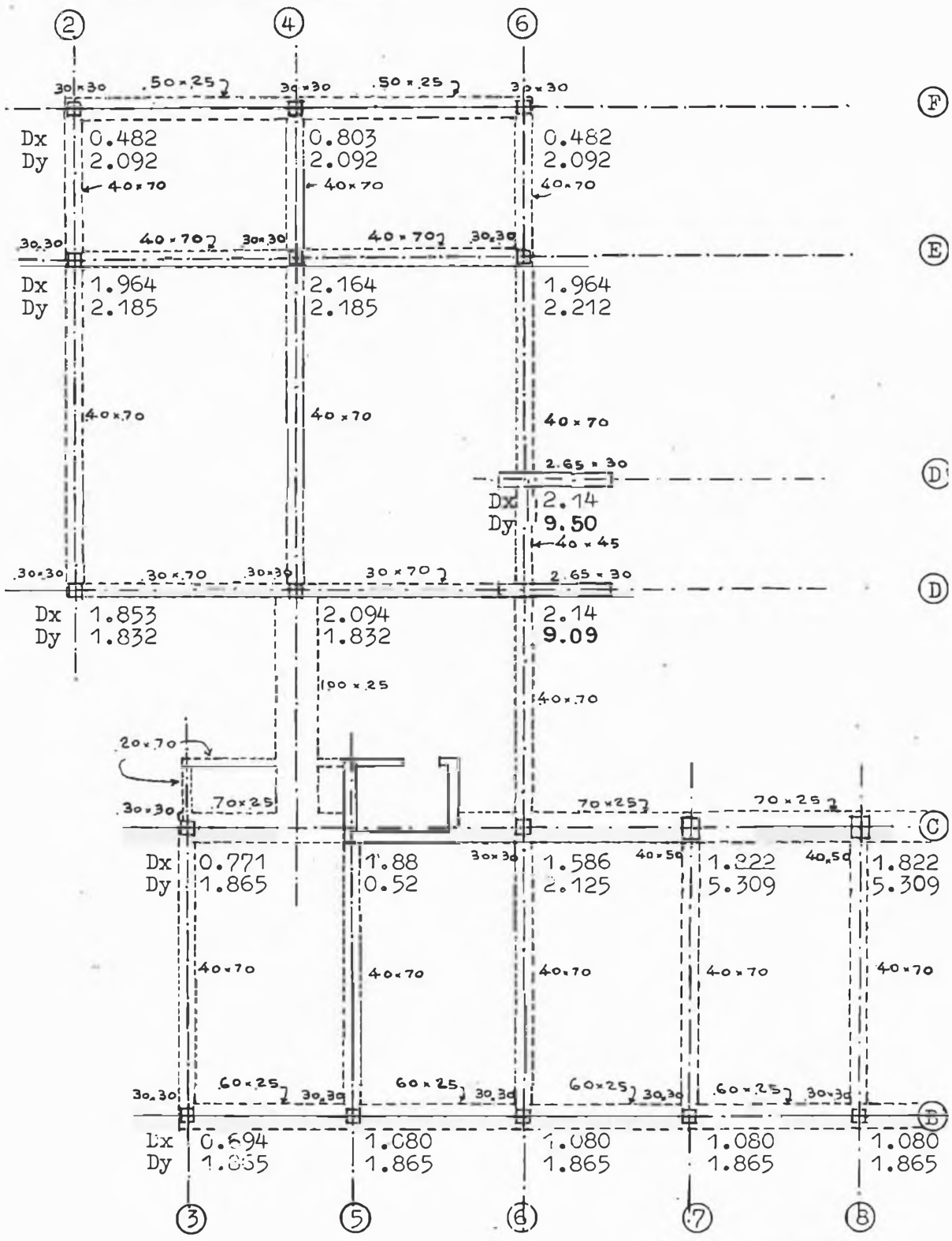


ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.



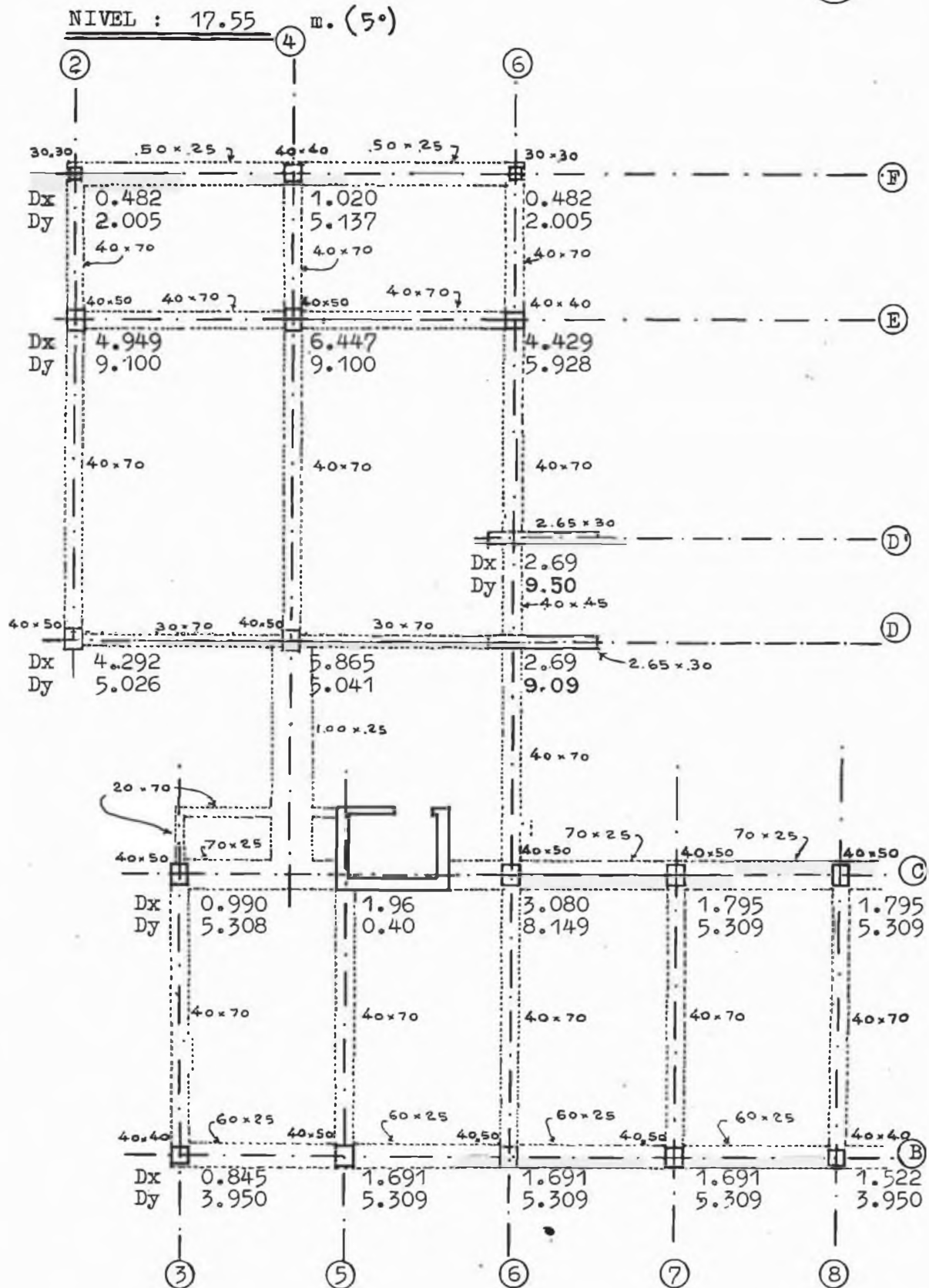
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.

NIVEL : 20.35 m. (6°)



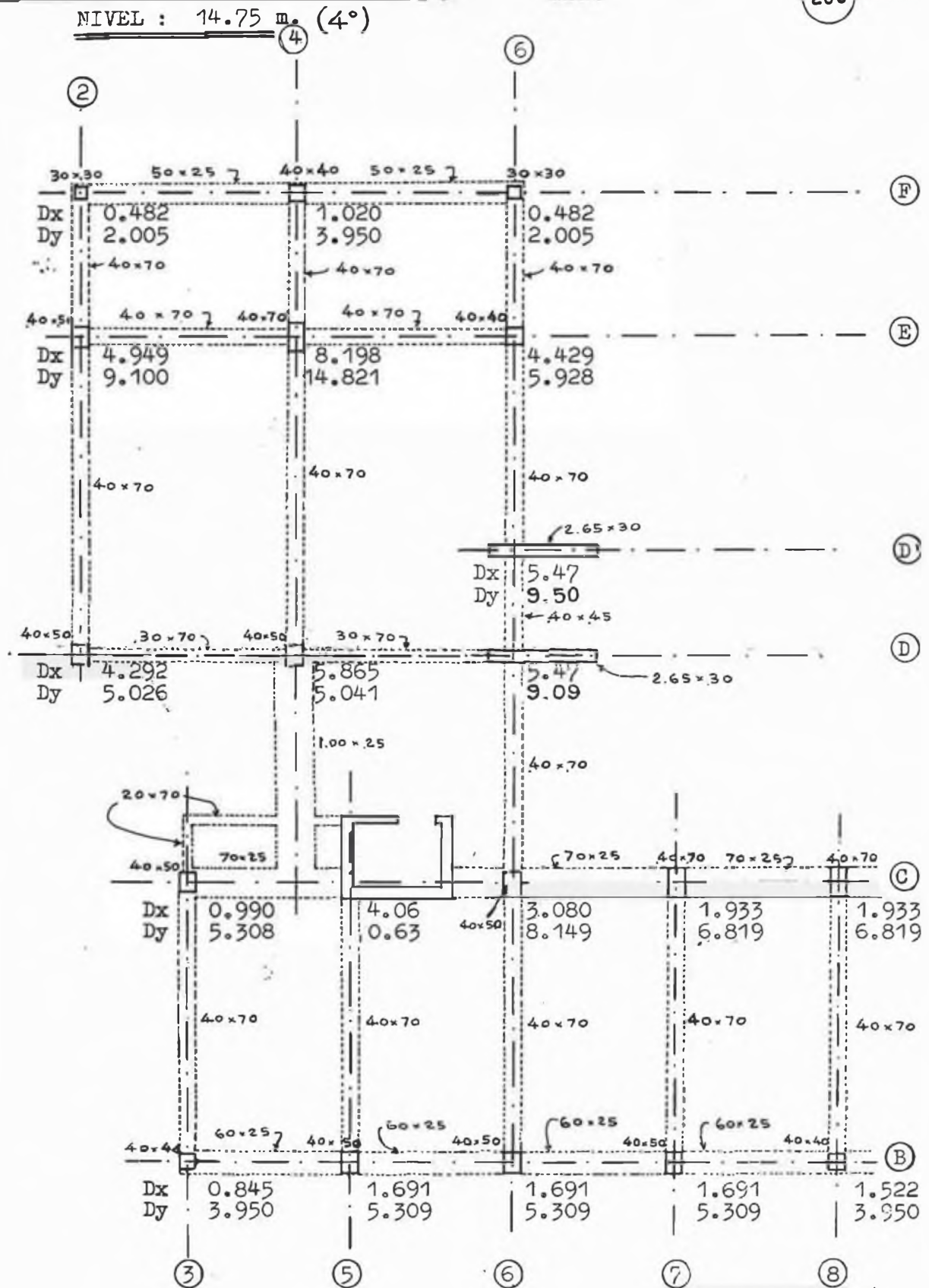
ESCALA 1:125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



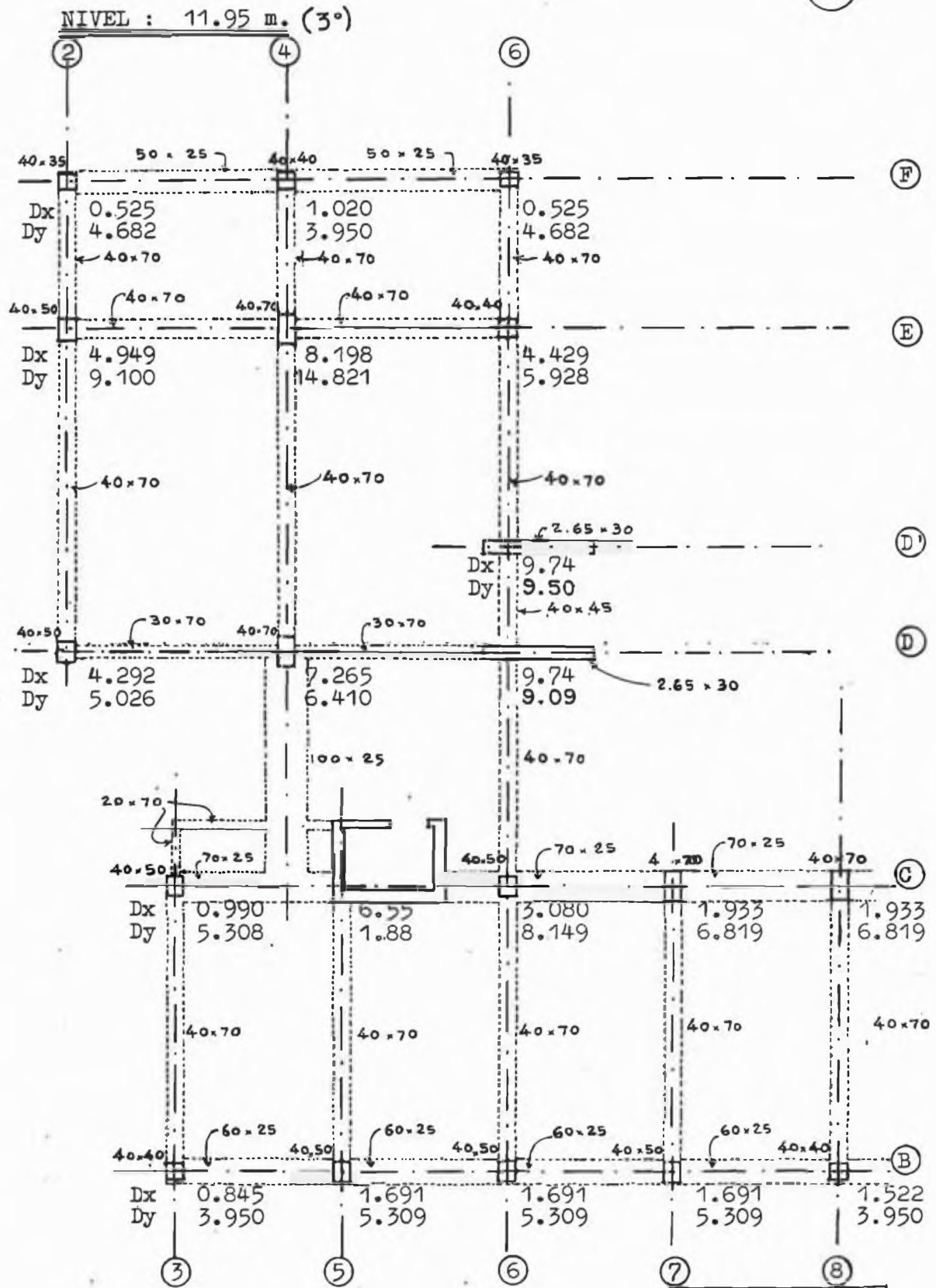
ESCALA 1:125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

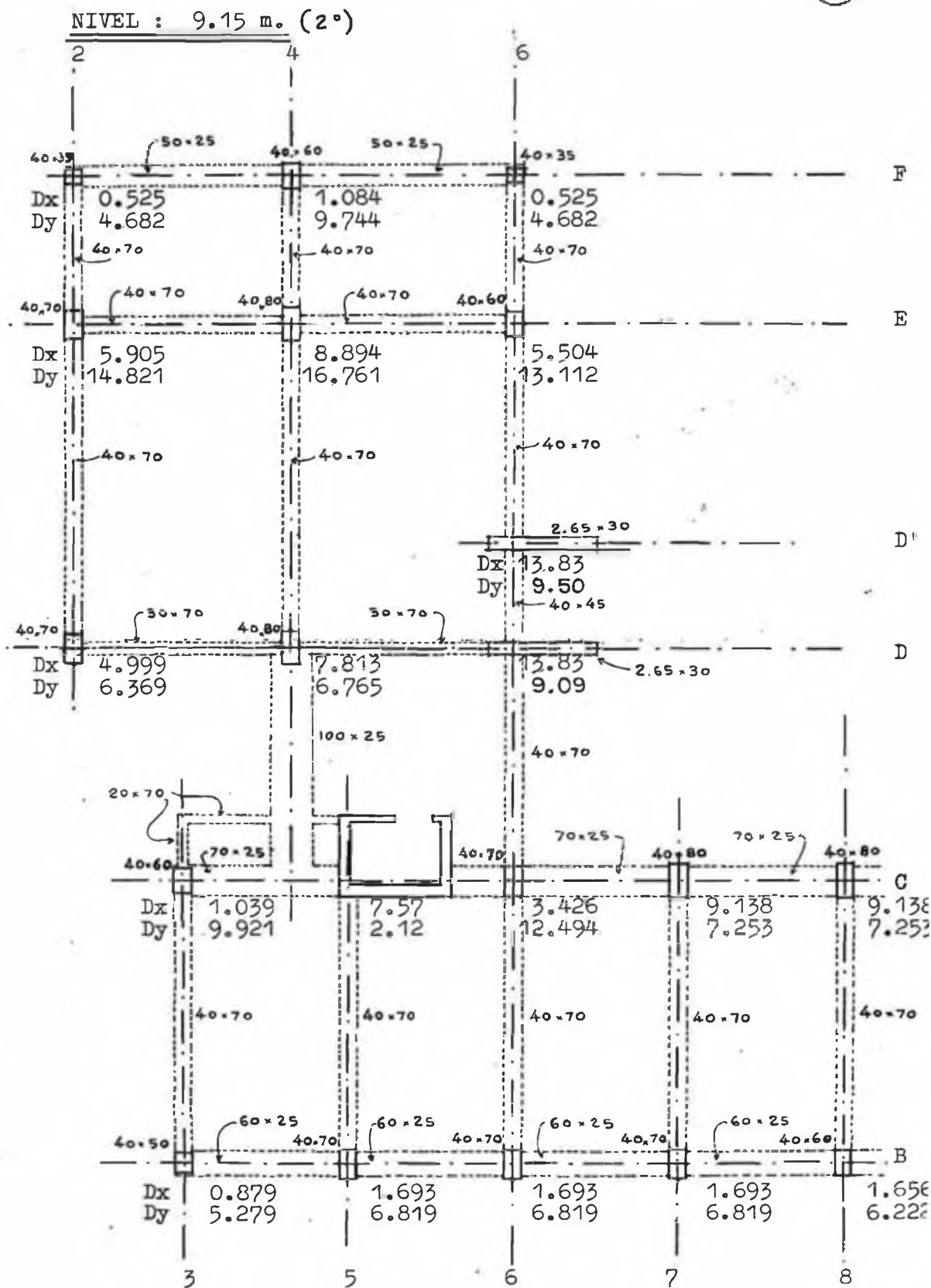
201



ESCALA 1 : 125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

202

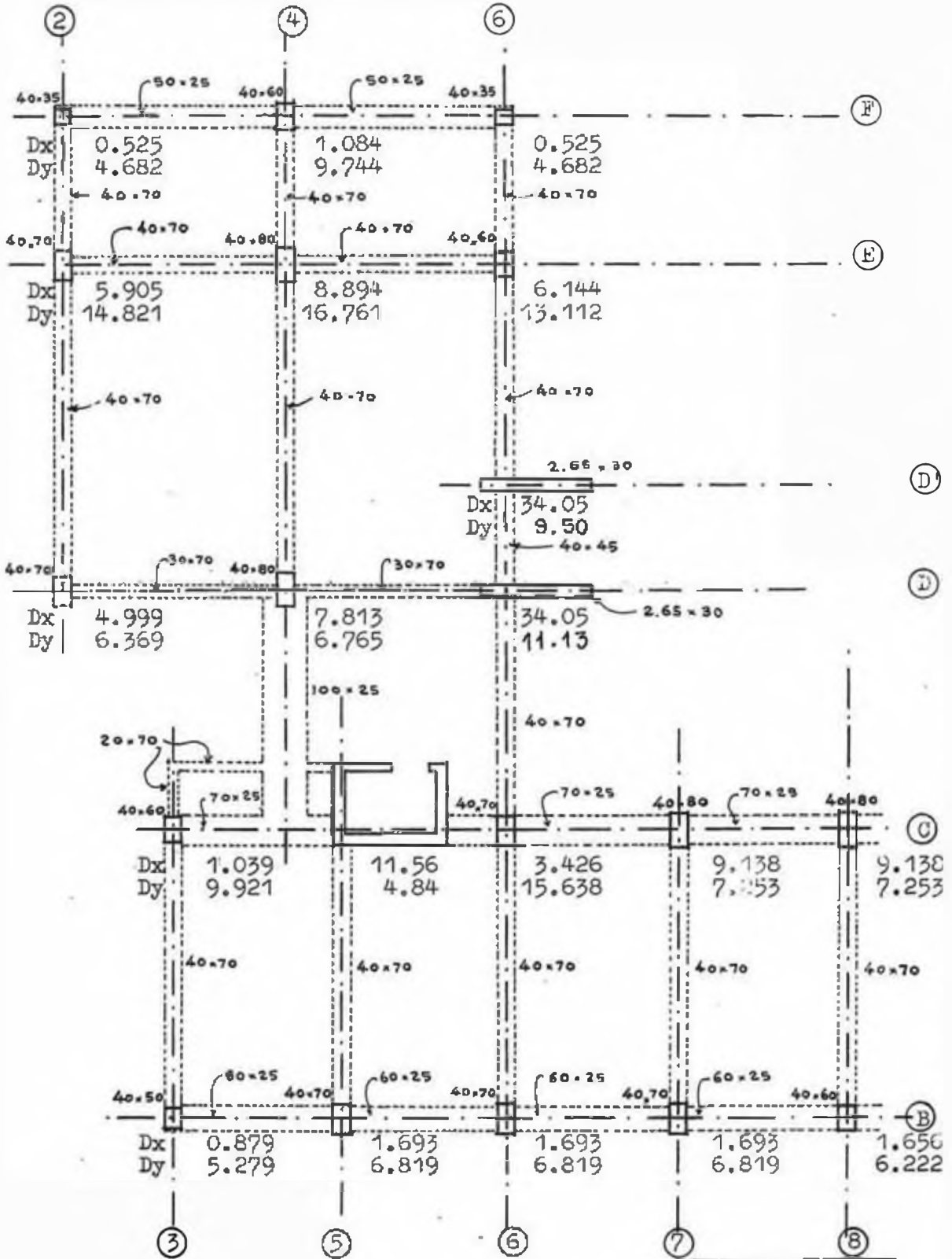


ESCALA 1 : 125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

25

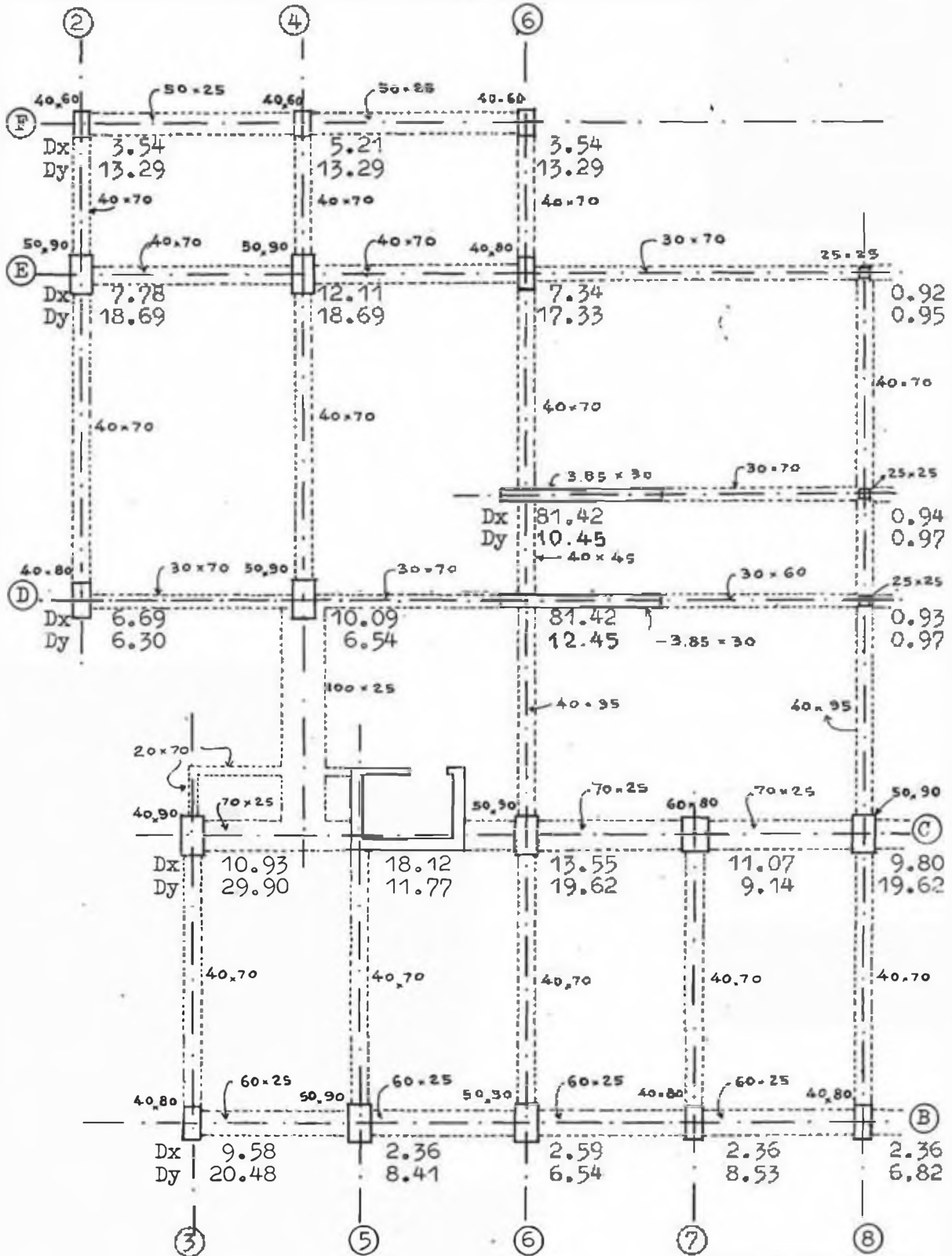
NIVEL : 6.35 m. (1')



ESCALA 1 : 125

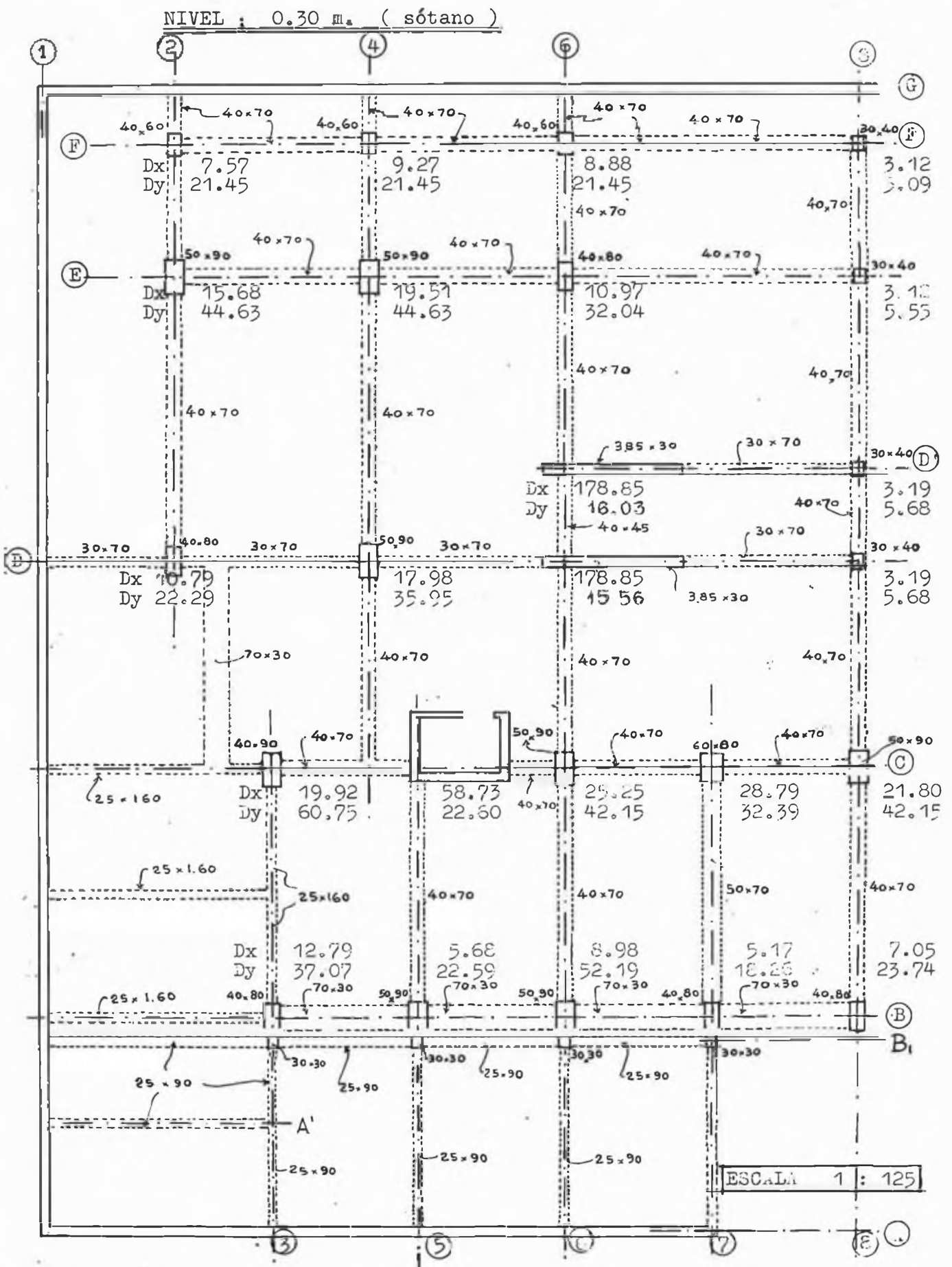
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

NIVEL : 3.55 m. (P.B.)



ESCALA 1 : 125

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

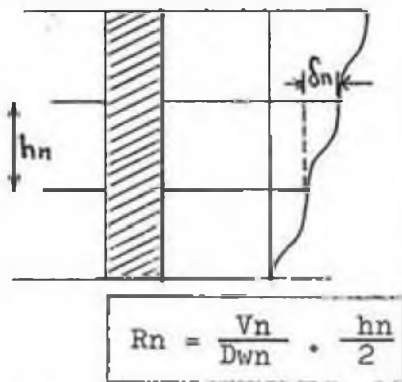
INTERACCION ENTRE MUROS Y MARCOS .-

Las deformaciones por flexión tienen una importancia considerable en edificios altos y las rotaciones de las placas producen fuerzas cortantes y momentos flexionantes de gran importancia en las vigas que descansan en los muros o placas.

Por lo dicho, hemos considerado la interacción de la placa del ascensor sobre el marco del eje 5.

El método que se utiliza para el cálculo de los esfuerzos respectivos es aproximado y consiste en los siguientes pasos:

- 1.-Se calcula la deformación del muro considerándolo aislado y como tal obtenemos el corte y D. este paso se ha efectuado anteriormente y se encuentra en las páginas N^{OS} 192
- 2.-Mediante la suposición de que los miembros colindantes a la placa mantienen una deformación continua con esta; calculamos las deformaciones en los miembros de la siguiente manera:
 - a) Rotación de la columna .-



De la figura tenemos que:

$$R_n = \frac{\delta_n}{hn}$$

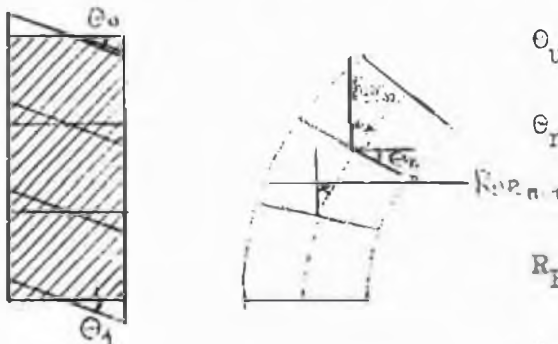
conociendo que:

$$\delta_n = \frac{V_n}{D_{wn}} \dots \text{unidad} \left[\frac{hn^2}{12 E Ko} \right]$$

$$R_n = \frac{V_n}{D_{wn}} \cdot \frac{1}{hn} \cdot \frac{hn^2}{12 E Ko}$$

$$\dots \text{unidad} \left[\frac{1}{6 E Ko} \right]$$

- b) Rotación de la pared .-



θ_1 = Corresponde a la rotación de la cimentación.

θ_u = Es la rotación del último piso luego: $\theta_u = R_{BRu}$

θ_n = Es la rotación de un piso intermedio n y esta dado por:

$$\theta_n = \frac{R_{BRn} - R_{BRn-1}}{2}$$

R_{BRn} = Rotación debida a la flexión y rotación de la fundación que esta dado por:

$$R_{BRn} = R_n - R_{sn}$$

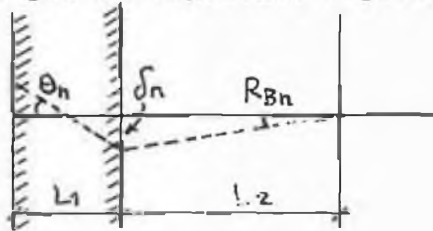
R_n = Rotación total, considerando la deformación total dada en a)

R_{sn} = Rotación debida a la deformación $R_{sn} = \delta_{sn}/hn \dots \left[\frac{hn^2}{12 E Ko} \right]$

pero como la unidad usada para la rotación es otra tendremos: $R_{sn} = \delta_{sn} (hn/2) \dots \left[1/6 E Ko \right]$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

c) Rotación de la viga (R_{Bn}).- La rotación en las vigas esta dada por la siguiente expresión.



$$R_{Bn} = \frac{\delta_n}{L_2}$$

$$\delta_n = \theta_n \frac{L_1}{2}$$

$$R_{Bn} = - \frac{\theta_n}{2} \cdot \frac{L_1}{L_2}$$

Para la simplificación de cálculos posteriores; en el proceso de cálculo de las rotaciones hemos dividido los valores de θ_n , R_{Bn} y R_n por una constante; el resultado de esta división la pondremos entre paréntesis debajo del valor real.

3.- Luego se procede a calcular los momentos en los extremos debido a las deformaciones (simplificadas) halladas en el paso anterior; para efectuar este cálculo de momentos se utiliza el método de la deflexión de la pendiente cuyas formulas son las siguientes:

$$M_{AB} = \frac{2 \cdot E \cdot I}{L} (2\theta_A + \theta_B - 3 \frac{d}{L}) \quad (\alpha)$$

$$M_{BA} = \frac{2 \cdot E \cdot I}{L} (\theta_A + 2\theta_B - 3 \frac{d}{L}) \quad (\beta)$$

a) Cálculo del momento en las vigas .- De acuerdo a la figura tenemos los siguientes valores.



θ_A = Rotación de la pared.
 R_{Bn} = rotación de la viga.
 $\theta_B = 0$ (Se considera q'no hay giro en ese extremo.)

Las expresiones de las rotaciones calculadas en el punto anterior tienen como unidad $[1/6 E K_0]$ de donde tenemos de (α) y (β) y con los valores dados en este punto:

$$M_{AB} = \frac{2 \cdot E \cdot K}{6 \cdot E \cdot K_0} (2 \theta_A - 3 R_B) = \frac{kv}{3} (2 \theta_A - 3 R_B)$$

$$M_{BA} = \frac{2 \cdot E \cdot K}{6 \cdot E \cdot K_0} (\theta_A - 3 R_B) = \frac{kv}{3} (\theta_A - 3 R_B)$$

b) Cálculo del momento en columnas .- $\theta_A = \theta_B = 0$



R_n = Rotación de la columna.
Teniendo en cuenta que la unidad de rotación es $[1/6 E K_0]$ de las ecuaciones (α) y (β) y los valores de este punto tenemos :

$$M_{AB} = M_{BA} = \frac{2 \cdot E \cdot K}{6 \cdot E \cdot K_0} (-3 R_n) = -kc R_n$$

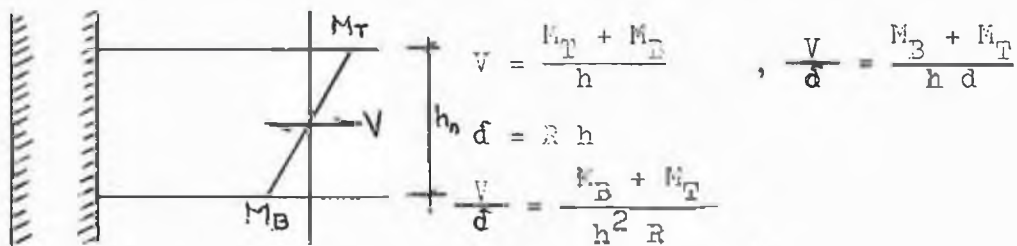
$$M_{AB} = M_{BA} = -kc R_n$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

4.-Una vez calculados los momentos en los extremos de las vigas y columnas efectuamos una distribución de momentos; la que se basa en un solo ciclo por tratarse de un método aproximado.

De esta manera obtenemos los momentos en columnas y vigas una vez efectuada la distribución de momentos; debe tenerse en cuenta que estos no son los momentos finales en vigas y columnas.

5.-Luego se procede a hallar el valor D de la columna adyacente a la placa de acuerdo a las siguientes consideraciones:



Las unidades de las rotaciones son $\left[\frac{1}{6} E K_o \right]$ luego:

$$\frac{V}{d} = \frac{M_B + M_T}{h^2 R (1/6 E K_o)}$$

Para obtener las unidades de D que son:
 $\left[\frac{12 E K_o}{h^2} \right]$ y teniendo en cuenta que
 $D = \frac{V}{d}$

$$D_n = \frac{M_B + M_T}{2 R n} \quad \dots \text{unidad} \left[\frac{12 E K_o}{h^2} \right]$$

6.-De acuerdo a estos valores D hallados distribuimos el corte y hallamos el valor del corte en la columna adyacente a la placa, el mismo que multiplicamos por la altura de la columna para obtener el valor $V_n h_n$ en cada columna.

Luego hallamos el coeficiente $\frac{V h}{M_T + M_B}$ donde: M_T es el momento en la cabeza de la columna y M_B el momento en la base de la columna. Este coeficiente nos servirá para obtener los momentos finales en las columnas de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$M'_T = \frac{V h}{M_T + M_B} \times M_T \quad (\text{Momento final arriba})$$

$$M'_B = \frac{V h}{M_T + M_B} \times M_B \quad (\text{Momento final abajo})$$

Una vez obtenidos los momentos finales en las columnas se procede a encontrar los momentos finales en las vigas equilibrando cada nudo mediante la repartición proporcional de los momentos finales en las columnas de acuerdo a los momentos obtenidos en la distribución de momentos.

Con el momento en las vigas tenemos también el corte en las vigas mediante la siguiente expresión:

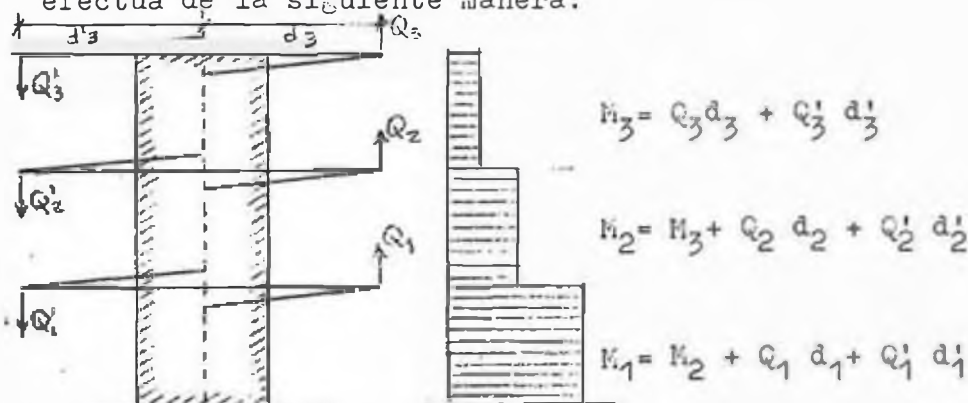
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

209

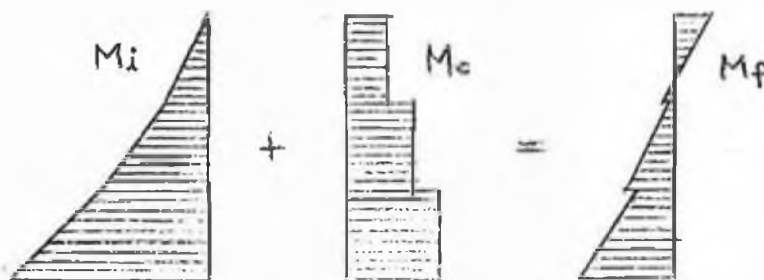
$$V = \frac{M_i + M_d}{L}$$

Donde M_i es el momento en el extremo izquierdo de la viga, M_d el momento en el extremo derecho y L el largo de la viga.

7.-Se determina la reacción de la viga en la pared y se calcula el momento adicional causado por el efecto límite. Este cálculo se efectúa de la siguiente manera:



8.-Este momento adicional causado por el efecto límite es el momento con que se corrige el momento inicial del cálculo. La suma algebraica de este momento causado por el efecto límite y el momento inicial nos da el momento final en la placa.



9.-Una vez encontrado el momento final en la placa debe realizarse el chequeo de los valores D . Para esto debe encontrarse la deformación final por flexión (d_{fn}) la que se obtiene por medio de la suma algebraica de las deformaciones por flexión del momento inicial y del momento causado por el efecto límite. Una vez obtenida la deformación final por flexión se le suma las deformaciones por corte y por rotación, determinándose finalmente el valor D mediante la expresión ya dada : $D = \frac{V}{d}$

10.-Es muy importante, que una vez calculado el valor D final, debe ser comparado con el valor D inicial y si la diferencia es muy grande debe repetirse el procedimiento hasta llegar a la aproximación deseada.

A continuación presentamos la interacción entre la placa del ascensor y el marco del eje 5.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

210

INTERACCION DE LA PLACA DEL ASCENSOR Y EL MARCO DEL EJE 5

Cálculo de los factores θ'_{n} y R'_{v}

Utilizaremos las siguientes fórmulas:

$$R'_{n} = V_{w}/D_{w} \times H/2 ; R'_{sn} = \int s_{n} \times Hn/2 ; R'_{br_{n}} = R'_{n} - R'_{sn}$$

$$\theta'_{n} = (R'_{br_{n}} + R'_{br_{n-1}})/2 ; R'_{v} = \theta'_{n}/2 \times L1/L2$$

| N | Vn | 1/Dw | H/2 | R'n | $\frac{\sigma_{sn}}{10^{-3}}$ | R'sn | R'br _n | θ'_{n} | R'v |
|-------|------|------|-----|-----------------|-------------------------------|-------|-------------------|-----------------|----------------|
| 23.15 | 0.1 | 20.0 | 140 | 280.0 (1.00) | 0.1 | 0.011 | 280.0 | 280.0 (1.00) | 38.6 (0.14) |
| 20.35 | 1.4 | 1.52 | 140 | 297.9 (1.06) | 0.9 | 0.126 | 297.8 | 288.9 (1.03) | 39.8 (0.14) |
| 17.55 | 0.4 | 3.57 | 140 | 199.9 (0.71) | 0.4 | 0.056 | 199.8 | 248.8 (0.89) | 34.3 (0.12) |
| 14.75 | 0.9 | 1.75 | 140 | 220.5 (0.79) | 0.8 | 0.112 | 220.4 | 210.1 (0.75) | 28.9 (0.10) |
| 11.95 | 3.0 | 0.55 | 140 | 231.0 (0.82) | 2.4 | 0.336 | 230.7 | 225.5 (0.80) | 31.0 (0.11) |
| 9.15 | 2.4 | 0.56 | 140 | 188.1 (0.67) | 2.1 | 0.294 | 187.8 | 209.2 (0.75) | 28.8 (0.10) |
| 6.35 | 6.5 | 0.21 | 140 | 191.1 (0.68) | 4.9 | 0.686 | 190.4 | 189.1 (0.68) | 26.0 (0.09) |
| 3.55 | 11.0 | 0.08 | 162 | 143.0 (0.51) | 6.5 | 0.910 | 142.1 | 166.2 (0.59) | 22.9 (0.08) |
| 0.30 | 11.8 | 0.03 | 185 | 65.5 (0.23) | 8.2 | 1.148 | 64.4 | 103.2 (0.37) | 14.2 (0.05) |

Momentos de empotramiento perfecto debido a las deformaciones

Se utilizaran las siguientes fórmulas:

$$M_{ab} = K_{v}/3 (2\theta'_{a} + 3R'_{v}) ; M_{ba} = K_{v}/3 (\theta'_{a} + 3R'_{v})$$

| NIVELES | RIGIDEZ DE LA VIGA |
|----------------|--------------------|
| 23.15 | 7.82 |
| 20.35 a - 0.30 | 16.50 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| Nivel | MaB | Mba |
|-------|---|---------------------------------------|
| 23.15 | $7.82/3(2 \times 1.00 + 3 \times 0.14) = 6.31$ | $7.82/3(1.00 + 3 \times 0.14) = 3.70$ |
| 20.35 | $16.5/3(2 \times 1.03 + 3 \times 0.14) = 13.64$ | $16.5/3(1.03 + 3 \times 0.14) = 7.98$ |
| 17.55 | $16.5/3(2 \times 0.89 + 3 \times 0.12) = 11.77$ | $16.5/3(0.89 + 3 \times 0.12) = 6.88$ |
| 14.75 | $16.5/3(2 \times 0.75 + 3 \times 0.10) = 9.90$ | $16.5/3(0.75 + 3 \times 0.10) = 5.78$ |
| 11.95 | $16.5/3(2 \times 0.80 + 3 \times 0.11) = 10.62$ | $16.5/3(0.80 + 3 \times 0.11) = 6.22$ |
| 9.15 | $16.5/3(2 \times 0.75 + 3 \times 0.10) = 9.90$ | $16.5/3(0.75 + 3 \times 0.10) = 5.78$ |
| 6.35 | $16.5/3(2 \times 0.68 + 3 \times 0.09) = 8.97$ | $16.5/3(0.68 + 3 \times 0.09) = 5.23$ |
| 3.55 | $16.5/3(2 \times 0.59 + 3 \times 0.08) = 7.81$ | $16.5/3(0.59 + 3 \times 0.08) = 4.57$ |
| 0.30 | $16.5/3(2 \times 0.37 + 3 \times 0.05) = 4.90$ | $16.5/3(0.37 + 3 \times 0.05) = 2.86$ |

Momentos en las columnas

Se emplearan las siguientes formulas:

$$MaB = Mba = kc \times R'n$$





| NIVEL | kc | R'n | MaB = Mba |
|-------|-------|------|-----------|
| 7 | 2.41 | 1.00 | - 2.41 |
| 6 | 2.41 | 1.06 | - 2.55 |
| 5 | 14.87 | 0.71 | -10.56 |
| 4 | 14.87 | 0.79 | -11.75 |
| 3 | 14.87 | 0.82 | -12.19 |
| 2 | 40.83 | 0.67 | -27.36 |
| 1 | 40.83 | 0.68 | -27.76 |
| PB | 74.77 | 0.51 | -38.13 |
| Sot | 68.45 | 0.23 | -15.74 |

Coefficientes de repartición

| NIVEL | $\sum K$ | Cv | Cc ↓ | Cc ↑ |
|-------|----------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 23.15 | 10.23 | $7.82/10.23=0.76$ | $2.41/10.23=0.24$ | |
| 20.35 | 21.32 | $16.5/21.32=0.78$ | $2.41/21.32=0.11$ | $2.41/21.32=0.11$ |
| 17.55 | 33.78 | $16.5/33.78=0.49$ | $14.87/33.78=0.44$ | $2.41/33.78=0.07$ |
| 14.75 | 46.24 | $16.5/46.24=0.36$ | $14.87/46.24=0.32$ | $14.87/46.24=0.32$ |
| 11.95 | 46.24 | $16.5/46.24=0.36$ | $14.87/46.24=0.32$ | $14.87/46.24=0.32$ |
| 9.15 | 72.20 | $16.5/72.20=0.23$ | $40.83/72.20=0.56$ | $14.87/72.20=0.21$ |
| 6.35 | 98.16 | $16.5/98.16=0.16$ | $40.83/98.16=0.42$ | $40.83/98.16=0.42$ |
| 3.55 | 132.10 | $16.5/132.10=0.12$ | $74.77/132.10=0.57$ | $40.83/132.10=0.31$ |
| 0.30 | 159.72 | $16.5/159.72=0.10$ | $68.45/159.72=0.43$ | $74.77/159.72=0.47$ |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.




Analisis por el metodo de distribución de momentos

| NIVEL | placa  | | viga  | Col.  | Col.  |
|-------|---|--------|--|--|--|
| | C.D. | | | | |
| 7 | M | 6.31 | 3.70 | | - 2.41 |
| | D1 | | - 0.98 | | - 0.31 |
| | C1 | - 0.49 | | | |
| | Σ | 5.82 | 2.72 | | - 2.72 |
| | C.D. | | 0.76 | | 0.24 |
| 6 | M | 13.64 | 7.98 | - 2.41 | - 2.55 |
| | D1 | | - 2.36 | - 0.33 | - 0.33 |
| | C1 | - 1.18 | | | |
| | Σ | 12.46 | 5.62 | - 2.74 | - 2.88 |
| | C.D. | | 0.78 | 0.11 | 0.11 |
| 5 | M | 11.77 | 6.88 | - 2.55 | -10.56 |
| | D1 | | 3.05 | 0.44 | 2.74 |
| | C1 | 1.52 | | | |
| | Σ | 13.29 | 9.93 | - 2.11 | - 7.82 |
| | C.D. | | 0.49 | 0.07 | 0.44 |
| 4 | M | 9.90 | 5.78 | -10.56 | -11.75 |
| | D1 | | 5.95 | 5.29 | 5.29 |
| | C1 | 2.97 | | | |
| | Σ | 12.87 | 11.73 | - 5.27 | - 6.46 |
| | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| 3 | M | 10.62 | 6.22 | -11.75 | -12.19 |
| | D1 | | 6.38 | 5.67 | 5.67 |
| | C1 | 3.19 | | | |
| | Σ | 13.81 | 12.60 | - 6.08 | - 6.52 |
| | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| 2 | M | 9.90 | 5.78 | -12.19 | -27.36 |
| | D1 | | 7.77 | 7.09 | 18.91 |
| | C1 | 3.88 | | | |
| | Σ | 13.78 | 13.55 | - 5.10 | - 8.45 |
| | C.D. | | 0.23 | 0.21 | 0.56 |
| 1 | M | 8.97 | 5.23 | -27.36 | -27.76 |
| | D1 | | 7.99 | 20.95 | 20.95 |
| | C1 | 3.99 | | | |
| | Σ | 12.96 | 13.22 | - 6.41 | - 6.81 |
| | C.D. | | 0.16 | 0.42 | 0.42 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

217

Análisis por el método de distribución de momentos

| NIVEL | placa  viga  | | Col.  | |
|-------|--|--------|--|--------|
| | C.D. | | | |
| 7 | C.D. | | 0.76 | 0.24 |
| | M | 6.31 | 3.70 | - 2.41 |
| | D1 | | - 0.98 | - 0.31 |
| | C1 | - 0.49 | | |
| | Σ | 5.82 | 2.72 | - 2.72 |
| 6 | C.D. | | 0.78 | 0.11 |
| | M | 13.64 | 7.98 | - 2.41 |
| | D1 | | - 2.36 | - 0.33 |
| | C1 | - 1.18 | | |
| | Σ | 12.46 | 5.62 | - 2.74 |
| 5 | C.D. | | 0.49 | 0.07 |
| | M | 11.77 | 6.88 | - 2.55 |
| | D1 | | 3.05 | 0.44 |
| | C1 | 1.52 | | |
| | Σ | 13.29 | 9.93 | - 2.11 |
| 4 | C.D. | | 0.36 | 0.32 |
| | M | 9.90 | 5.78 | -10.56 |
| | D1 | | 5.95 | 5.29 |
| | C1 | 2.97 | | |
| | Σ | 12.87 | 11.73 | - 5.27 |
| 3 | C.D. | | 0.36 | 0.32 |
| | M | 10.62 | 6.22 | -11.75 |
| | D1 | | 6.38 | 5.67 |
| | C1 | 3.19 | | |
| | Σ | 13.81 | 12.60 | - 6.08 |
| 2 | C.D. | | 0.23 | 0.21 |
| | M | 9.90 | 5.78 | -12.19 |
| | D1 | | 7.77 | 7.09 |
| | C1 | 3.88 | | |
| | Σ | 13.78 | 13.55 | - 5.10 |
| 1 | C.D. | | 0.16 | 0.42 |
| | M | 8.97 | 5.23 | -27.36 |
| | D1 | | 7.99 | 20.95 |
| | C1 | 3.99 | | |
| | Σ | 12.96 | 13.22 | - 6.41 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| | | | | | |
|--------|------|-------|-------|--------|--------|
| PB | C.D. | | 0.12 | 0.31 | 0.57 |
| | M | 7.81 | 4.57 | -27.76 | -38.13 |
| | D1 | | 7.36 | 19.01 | 34.95 |
| | C1 | 3.68 | | | |
| | | 11.49 | 11.93 | - 8.75 | - 3.18 |
| SOTANO | C.D. | | 0.10 | 0.47 | 0.43 |
| | M | 4.90 | 2.86 | -38.13 | -15.74 |
| | D1 | | 5.10 | 23.98 | 21.93 |
| | C1 | 2.55 | | | |
| | | 7.45 | 7.96 | -14.15 | 6.19 |

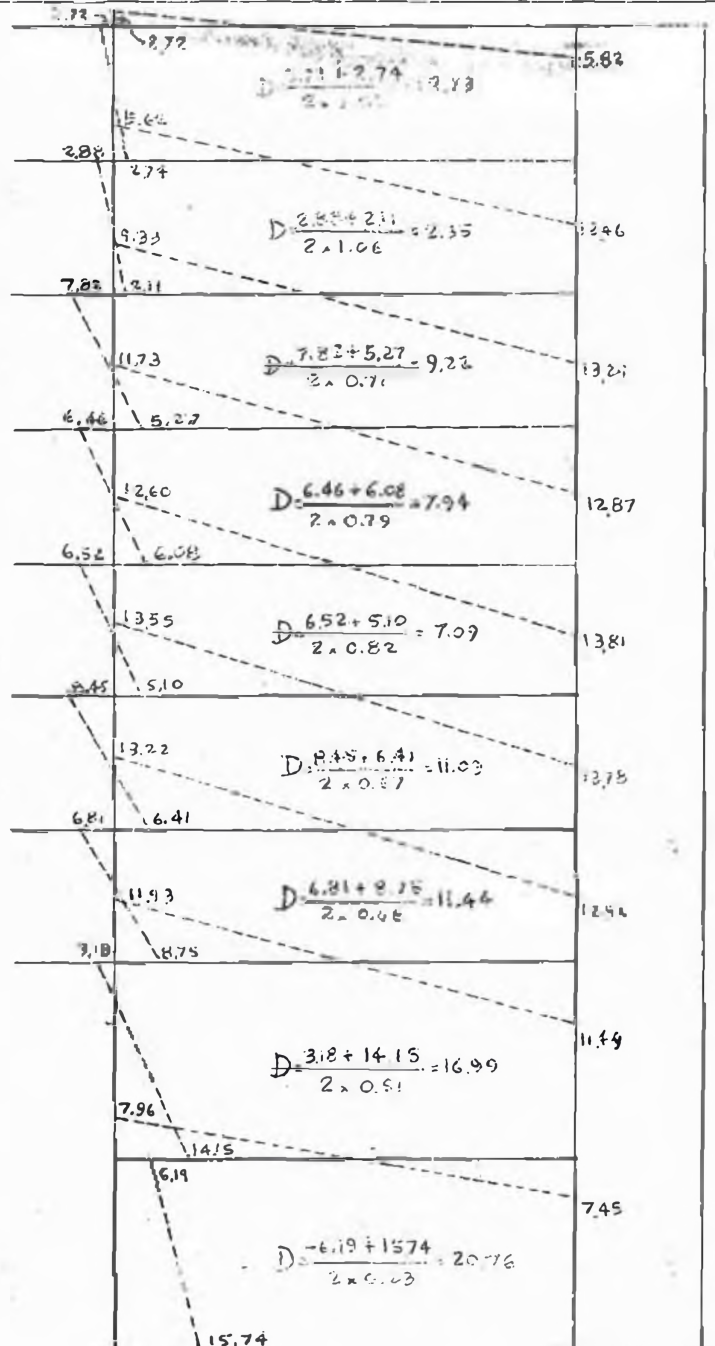


DIAGRAMA DE MOMENTOS Y CALCULO DE VALORES "D"

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Distribución del corte

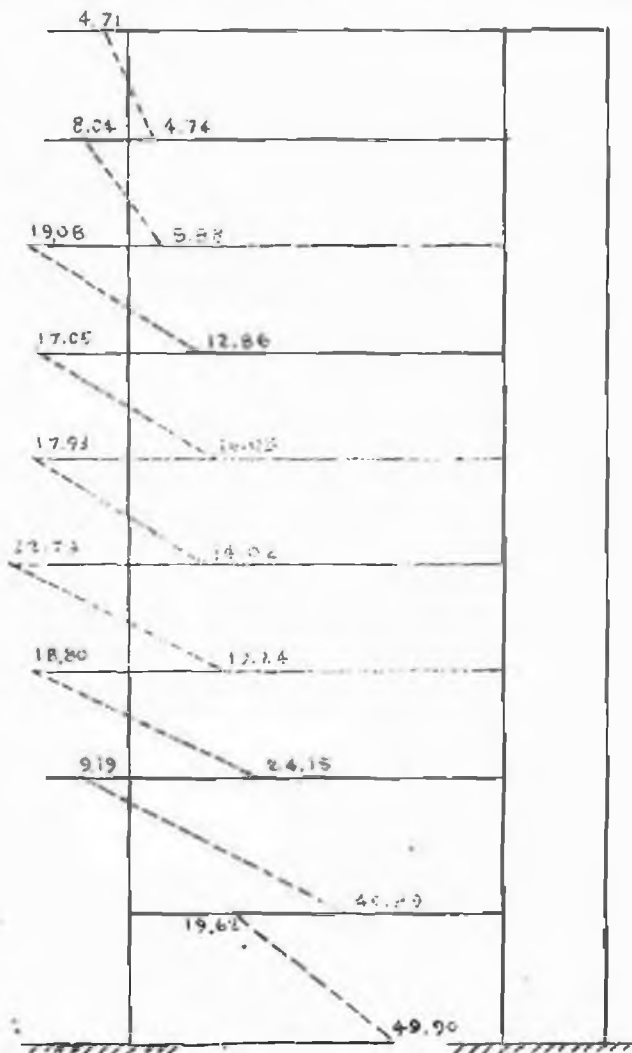
| NIVEL | D | V | V _{xh} | V _h /(M _t + M _B) |
|-------|-------|-------|-----------------|--|
| 7 | 2.73 | 3.37 | 9.44 | 9.44 / (2.72+2.74) = 1.73 |
| 6 | 2.35 | 4.98 | 13.94 | 13.94 / (2.88+2.11) = 2.79 |
| 5 | 9.22 | 11.41 | 31.95 | 31.95 / (7.82+5.27) = 2.44 |
| 4 | 7.94 | 11.84 | 33.15 | 33.15 / (6.46+6.08) = 2.64 |
| 3 | 7.09 | 11.42 | 31.98 | 31.98 / (6.52+5.10) = 2.75 |
| 2 | 11.09 | 14.26 | 39.93 | 39.93 / (8.45+6.41) = 2.69 |
| 1 | 11.44 | 15.34 | 42.95 | 42.95 / (6.81+8.75) = 2.76 |
| PB | 16.99 | 15.39 | 50.02 | 50.02 / (3.18+14.15) = 2.89 |
| Sot | 20.76 | 8.19 | 30.30 | 30.30 / (15.74-6.19) = 3.17 |

Momentos finales en los extremos de las columnas

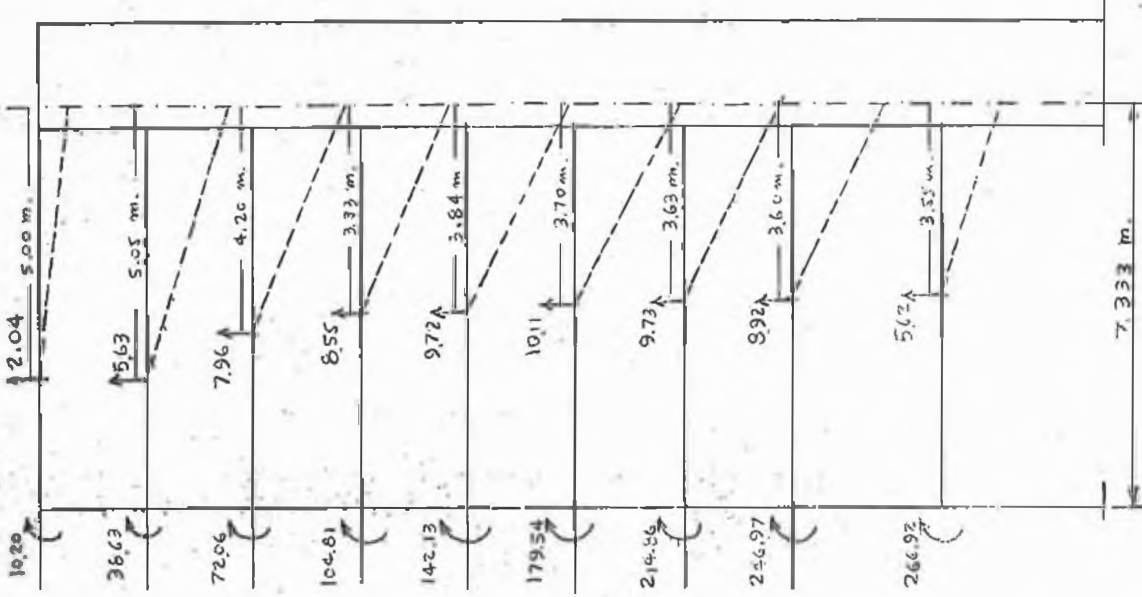
Segun las siguientes formulas:

$$M't = V_h / (M_t + M_b) \times M_t \quad ; \quad M'b = V_h / (M_t + M_b) \times M_b$$

(superiores) (inferiores)



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



EFFECTO LIMITE DEL PORTICO SOBRE EL MURO

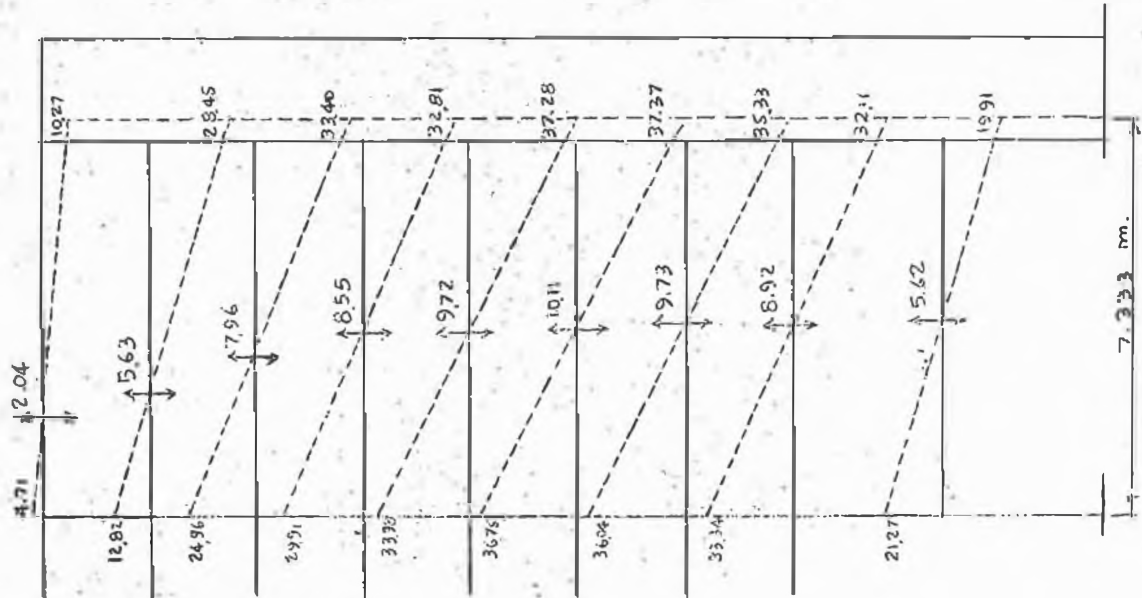
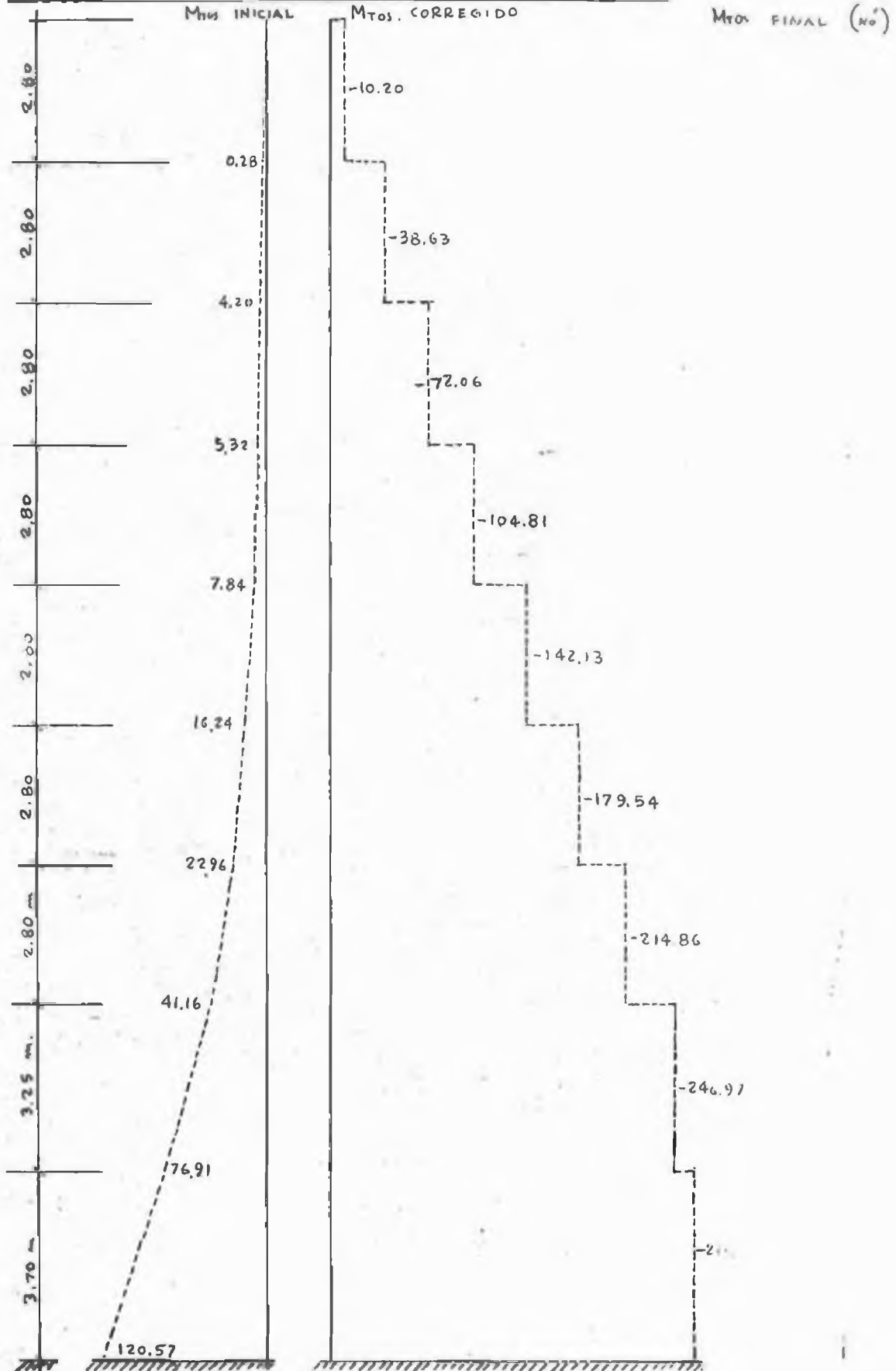


DIAGRAMA DE MOMENTOS EN LAS VIGAS

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Corrección de los momentos de flexión en la pared



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

217

Segunda iteración.

En los resultados obtenidos en la primera iteración podemos observar que el momento corrector es mas grande que el momento inicial a lo largo de todo el edificio.

Por lo tanto llegamos a la conclusión de que el "D" con que se ha entrado al cálculo del efecto límite es mucho menor del que tiene realmente la placa.

Luego vamos a proceder a entrar a una nueva iteración para el cálculo del efecto límite con dos veces el valor del "D" tomado inicialmente y mediante esta nueva "D" supuesta hallaremos su corte correspondiente para iniciar los cálculos.

Tambien en esta oportunidad vamos a tener en cuenta que como la placa no es de una rigidez muy grande y teniendo en cuenta la concentración de esfuerzos que hay en la unión de la viga con la placa suponemos que se presentan deformaciones angulares, por lo tanto ya no funciona como perfectamente empotrada sino como una semi-rótula. Debido a esta consideración solo tomaremos la mitad de la corrección.

Redistribución del cortante

| N | Vn | $\sum Dc$ | Da | $\sum D$ | Vc | Va | δ_s |
|----|-------|-----------|---------------------------|----------|-------|--------------------------|------------|
| 7 | 71.2 | 56.49 | $0.10 \times 2 = 0.20$ | 56.69 | 70.9 | $0.15 \times 2 = 0.30$ | 0.1 |
| 6 | 144.2 | 66.56 | $1.32 \times 2 = 2.64$ | 69.20 | 138.7 | $2.75 \times 2 = 5.50$ | 2.1 |
| 5 | 209.2 | 163.97 | $0.56 \times 2 = 1.12$ | 165.09 | 207.8 | $0.70 \times 2 = 1.40$ | 0.5 |
| 4 | 265.8 | 176.06 | $1.14 \times 2 = 2.28$ | 178.34 | 262.4 | $1.70 \times 2 = 3.40$ | 1.3 |
| 3 | 313.4 | 189.05 | $3.66 \times 2 = 7.32$ | 196.37 | 301.7 | $5.85 \times 2 = 11.70$ | 4.4 |
| 2 | 352.2 | 264.68 | $3.60 \times 2 = 7.20$ | 271.88 | 342.9 | $4.65 \times 2 = 9.30$ | 3.5 |
| 1 | 382.0 | 270.97 | $9.62 \times 2 = 19.24$ | 290.21 | 356.7 | $12.65 \times 2 = 25.30$ | 9.6 |
| PB | 405.0 | 420.12 | $24.12 \times 2 = 48.24$ | 468.36 | 363.3 | $20.85 \times 2 = 41.70$ | 13.6 |
| S | 419.7 | 1018.58 | $60.92 \times 2 = 121.94$ | 1140.52 | 374.8 | $22.45 \times 2 = 44.90$ | 12.8 |

Con estos cortantes y "D" pasamos a calcular los valores θ_n y R_v mediante las fórmulas señaladas anteriormente

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Cálculo de los valores θ'_n y R'_v

| NIVEL | Vw | 1/Dw | h/2 | R'n | δ_{sn} | R'sn | R'Brn | θ'_n | R'v |
|-------|-------|------|-----|-----------------|---------------|------|-------|-----------------|----------------|
| 23.15 | | | | | | | | 210.0 (1.00) | 28.9 (0.14) |
| 20.35 | 0.15 | 10.0 | 140 | 210.0 (1.00) | 0.1 | 0.0 | 210.0 | 250.7 (1.19) | 34.5 (0.16) |
| 17.50 | 2.75 | 0.76 | 140 | 291.7 (1.39) | 2.1 | 0.3 | 291.4 | 233.1 (1.11) | 32.1 (0.15) |
| 14.75 | 0.70 | 1.79 | 140 | 175.0 (0.83) | 0.5 | 0.1 | 174.9 | 191.7 (0.91) | 26.4 (0.13) |
| 11.95 | 1.70 | 0.88 | 140 | 208.8 (0.99) | 1.3 | 0.2 | 208.6 | 215.9 (1.03) | 29.7 (0.14) |
| 9.15 | 5.85 | 0.27 | 140 | 223.8 (1.07) | 4.4 | 0.6 | 223.2 | 201.7 (0.96) | 27.8 (0.13) |
| 6.35 | 4.65 | 0.28 | 140 | 180.8 (0.86) | 3.5 | 0.5 | 180.3 | 181.5 (0.86) | 25.0 (0.12) |
| 3.55 | 12.65 | 0.10 | 140 | 184.1 (0.88) | 9.6 | 1.3 | 182.8 | 160.5 (0.76) | 22.1 (0.11) |
| 0.30 | 20.85 | 0.04 | 162 | 140.5 (0.67) | 13.6 | 2.2 | 138.3 | 102.0 (0.49) | 14.0 (0.06) |
| | 22.45 | 0.02 | 185 | 68.2 (0.32) | 12.8 | 2.4 | 65.8 | | |

Momentos de empotramiento perfecto debido a las deformaciones.

Utilizamos las fórmulas anteriormente señaladas

| NIVEL | $M_{aB} = \frac{K_v}{3} (2\theta'_a + 3R'_v)$ | $M_{Ba} = \frac{K_v}{3} (\theta'_a + 3R'_v)$ |
|-------|---|--|
| 23.15 | $7.82/3(2 \times 1.00 + 3 \times 0.14) = 6.31$ | $7.82/3(1.00 + 3 \times 0.14) = 3.70$ |
| 20.35 | $16.5/3(2 \times 1.19 + 3 \times 0.16) = 15.73$ | $16.5/3(1.19 + 3 \times 0.16) = 9.18$ |
| 17.55 | $16.5/3(2 \times 1.11 + 3 \times 0.15) = 14.68$ | $16.5/3(1.11 + 3 \times 0.15) = 8.58$ |
| 14.75 | $16.5/3(2 \times 0.91 + 3 \times 0.13) = 12.15$ | $16.5/3(0.91 + 3 \times 0.13) = 7.15$ |
| 11.95 | $16.5/3(2 \times 1.03 + 3 \times 0.14) = 13.64$ | $16.5/3(1.03 + 3 \times 0.14) = 7.97$ |
| 9.15 | $16.5/3(2 \times 0.96 + 3 \times 0.13) = 12.70$ | $16.5/3(0.96 + 3 \times 0.13) = 7.42$ |
| 6.35 | $16.5/3(2 \times 0.86 + 3 \times 0.12) = 11.44$ | $16.5/3(0.86 + 3 \times 0.12) = 6.71$ |
| 3.55 | $16.5/3(2 \times 0.76 + 3 \times 0.11) = 10.17$ | $16.5/3(0.76 + 3 \times 0.11) = 5.99$ |
| 0.30 | $16.5/3(2 \times 0.49 + 3 \times 0.06) = 6.38$ | $16.5/3(0.49 + 3 \times 0.06) = 3.68$ |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

219

Momentos en las columnas

$$M_{aB} = M_{Ba} = K_c \cdot R'_n$$

| NIVEL | kc | R'n | MaB = MBa |
|-------|-------|------|-----------|
| 7 | 2.41 | 1.00 | - 2.41 |
| 6 | 2.41 | 1.39 | - 3.35 |
| 5 | 14.87 | 0.83 | -12.34 |
| 4 | 14.87 | 0.99 | -14.72 |
| 3 | 14.87 | 1.07 | -15.91 |
| 2 | 40.83 | 0.86 | -35.11 |
| 1 | 40.83 | 0.88 | -35.93 |
| PB | 74.77 | 0.67 | -50.09 |
| Sot | 68.45 | 0.32 | -21.90 |

Análisis por el método de distribución de momentos

Utilizamos los coeficientes de distribución hallados anteriormente

| NIVEL | C.D. | viga | | COLUMNA | |
|-------|----------|--------|--------|---------|--------|
| | | | | | |
| 7 | C.D. | | 0.76 | | 0.24 |
| | M | 6.31 | 3.70 | | - 2.41 |
| | D1 | | - 0.98 | | - 0.31 |
| | C1 | - 0.49 | | | |
| | Σ | 5.82 | 2.72 | | - 2.72 |
| 6 | C.D. | | 0.78 | 0.11 | 0.11 |
| | M | 15.73 | 9.18 | - 2.41 | - 3.35 |
| | D1 | | - 2.66 | - 0.38 | - 0.38 |
| | C1 | - 1.33 | | | |
| | Σ | 14.40 | 6.52 | - 2.79 | - 3.73 |
| 5 | C.D. | | 0.49 | 0.07 | 0.44 |
| | M | 14.68 | 8.58 | - 3.35 | -12.34 |
| | D1 | | 3.48 | 0.50 | 3.13 |
| | C1 | 1.74 | | | |
| | Σ | 16.42 | 12.06 | - 2.85 | - 9.21 |
| 4 | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| | M | 12.15 | 7.15 | -12.34 | -14.72 |
| | D1 | | 7.17 | 6.37 | 6.37 |
| | C1 | 3.58 | | | |
| | Σ | 15.73 | 14.32 | - 5.97 | - 8.35 |
| 3 | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| | M | 13.64 | 7.97 | -14.72 | -15.91 |
| | D1 | | 8.16 | 7.25 | 7.25 |
| | C1 | 4.08 | | | |
| | Σ | 17.72 | 16.13 | - 7.47 | - 8.66 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| | | | | | |
|----|----------|-------|-------|--------|--------|
| 2 | C.D. | | 0.23 | 0.21 | 0.56 |
| | M | 12.70 | 7.42 | -15.91 | -35.11 |
| | D1 | | 10.03 | 9.15 | 24.42 |
| | C1 | 5.01 | | | |
| | Σ | 17.71 | 17.45 | -6.76 | -10.69 |
| 1 | C.D. | | 0.16 | 0.42 | 0.42 |
| | M | 11.44 | 6.71 | -35.11 | -35.93 |
| | D1 | | 10.29 | 27.02 | 27.02 |
| | C1 | 5.14 | | | |
| | Σ | 16.58 | 17.00 | -8.09 | -8.91 |
| PB | C.D. | | 0.12 | 0.31 | 0.57 |
| | M | 10.17 | 5.99 | -35.93 | -50.09 |
| | D1 | | 9.60 | 24.81 | 45.62 |
| | C1 | 4.81 | | | |
| | Σ | 14.98 | 15.59 | -11.12 | -4.47 |
| S | C.D. | | 0.10 | 0.47 | 0.43 |
| | M | 6.38 | 3.68 | -50.09 | -21.90 |
| | D1 | | 6.83 | 32.11 | 29.37 |
| | C1 | 3.41 | | | |
| | Σ | 9.79 | 10.51 | -17.98 | 7.47 |

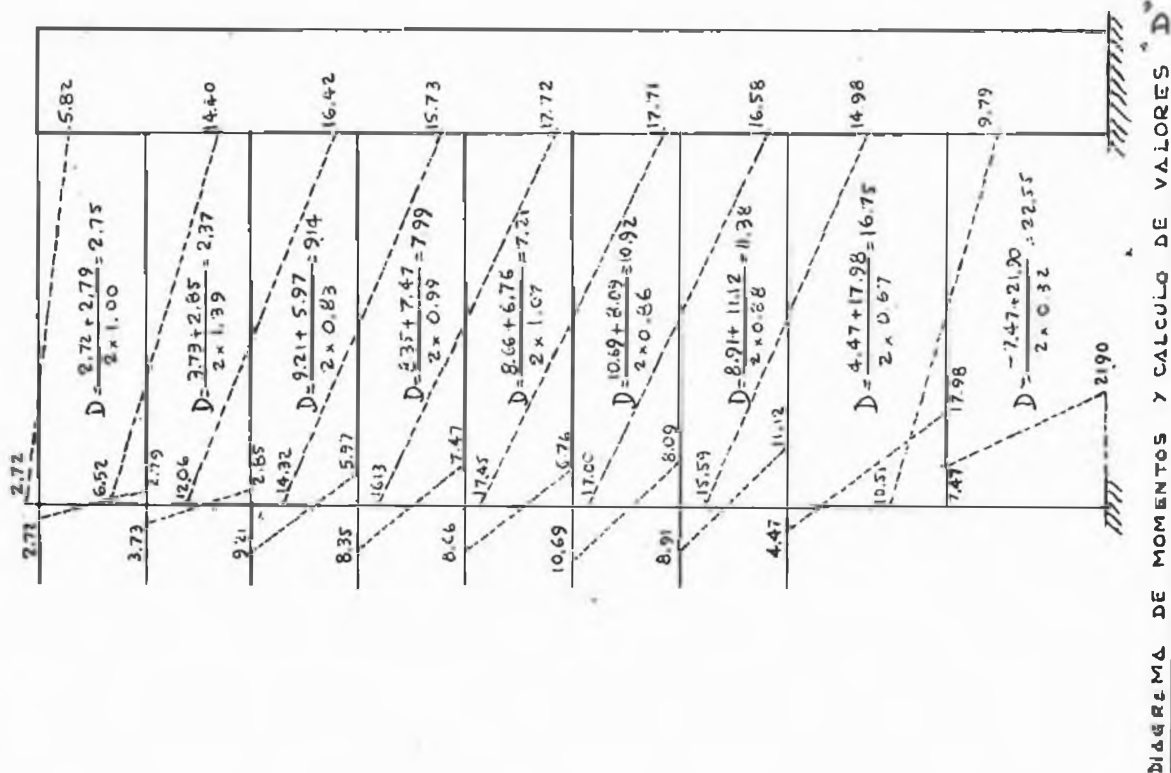


DIAGRAMA DE MOMENTOS Y CALCULO DE VALORES D

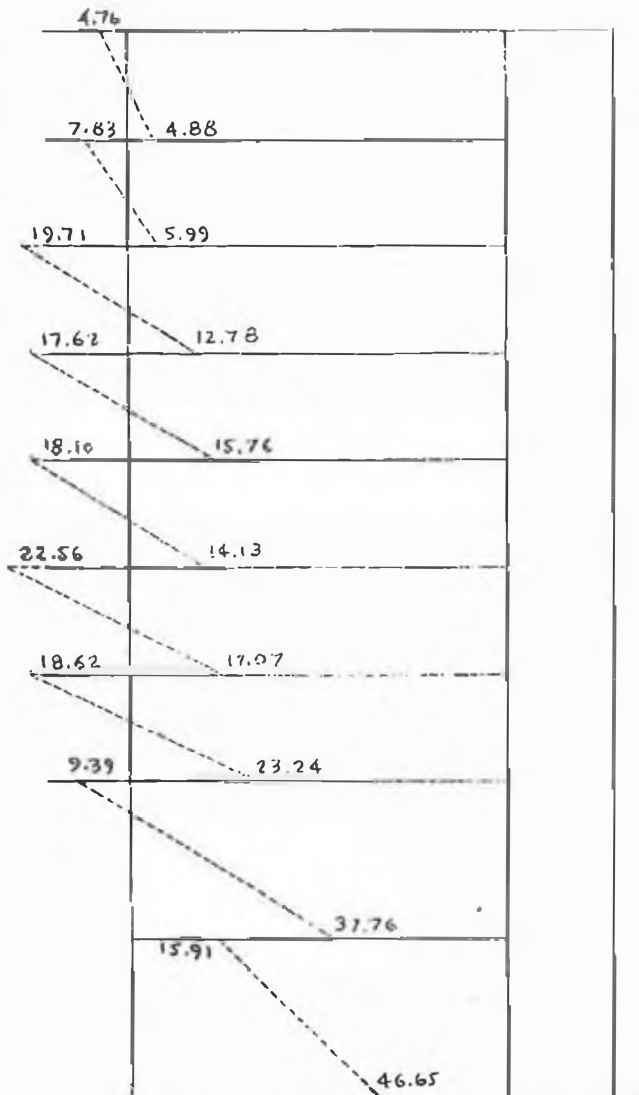
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Distribucion del corte

| NIVEL | D | V | VxH | $V_h / (M_t + M_B)$ |
|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| 7 | 2.75 | 3.45 | 9.66 | $9.66 / (2.72 + 2.79) = 1.75$ |
| 6 | 2.37 | 4.94 | 13.83 | $13.83 / (3.73 + 2.85) = 2.10$ |
| 5 | 9.14 | 11.58 | 32.42 | $32.42 / (9.21 + 5.97) = 2.14$ |
| 4 | 7.99 | 11.91 | 33.35 | $33.35 / (8.35 + 7.47) = 2.11$ |
| 3 | 7.21 | 11.51 | 32.23 | $32.23 / (8.66 + 6.76) = 2.09$ |
| 2 | 10.92 | 14.15 | 39.62 | $39.62 / (10.69 + 8.09) = 2.11$ |
| 1 | 11.38 | 14.98 | 41.94 | $41.94 / (8.91 + 11.12) = 2.09$ |
| PB | 16.75 | 14.48 | 47.06 | $47.06 / (4.47 + 17.98) = 2.10$ |
| Sot | 22.55 | 8.30 | 30.71 | $30.71 / (21.90 - 7.47) = 2.13$ |

Momentos finales en los extremos de las columnas

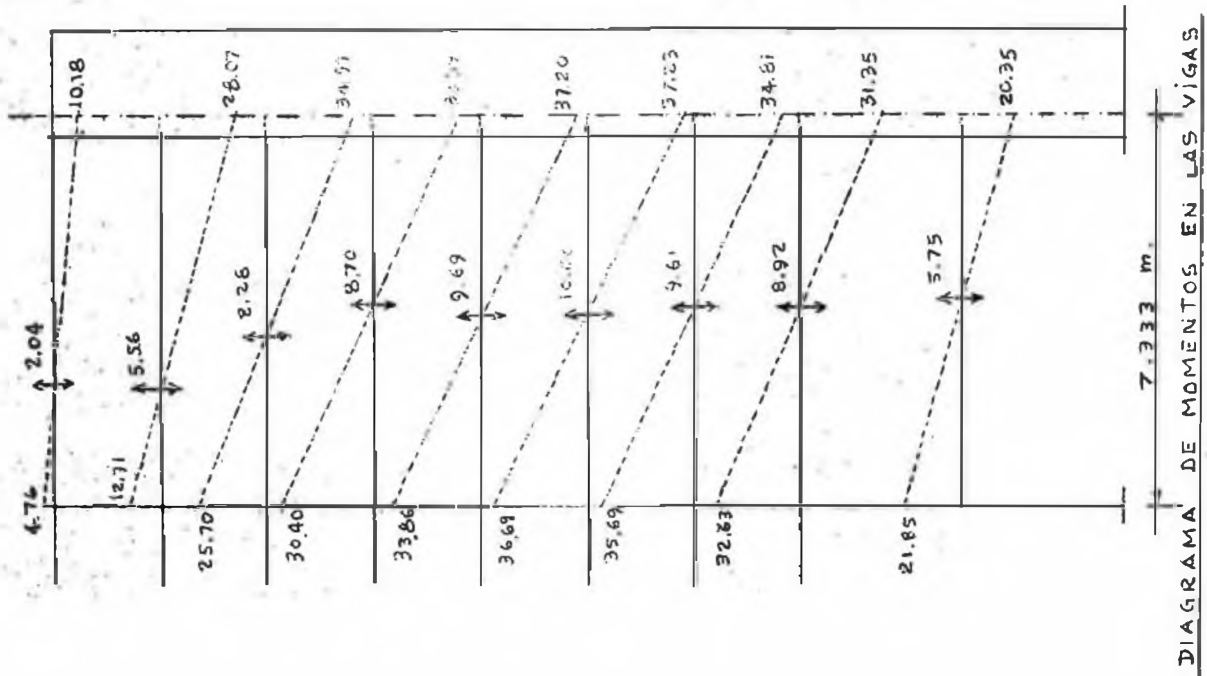
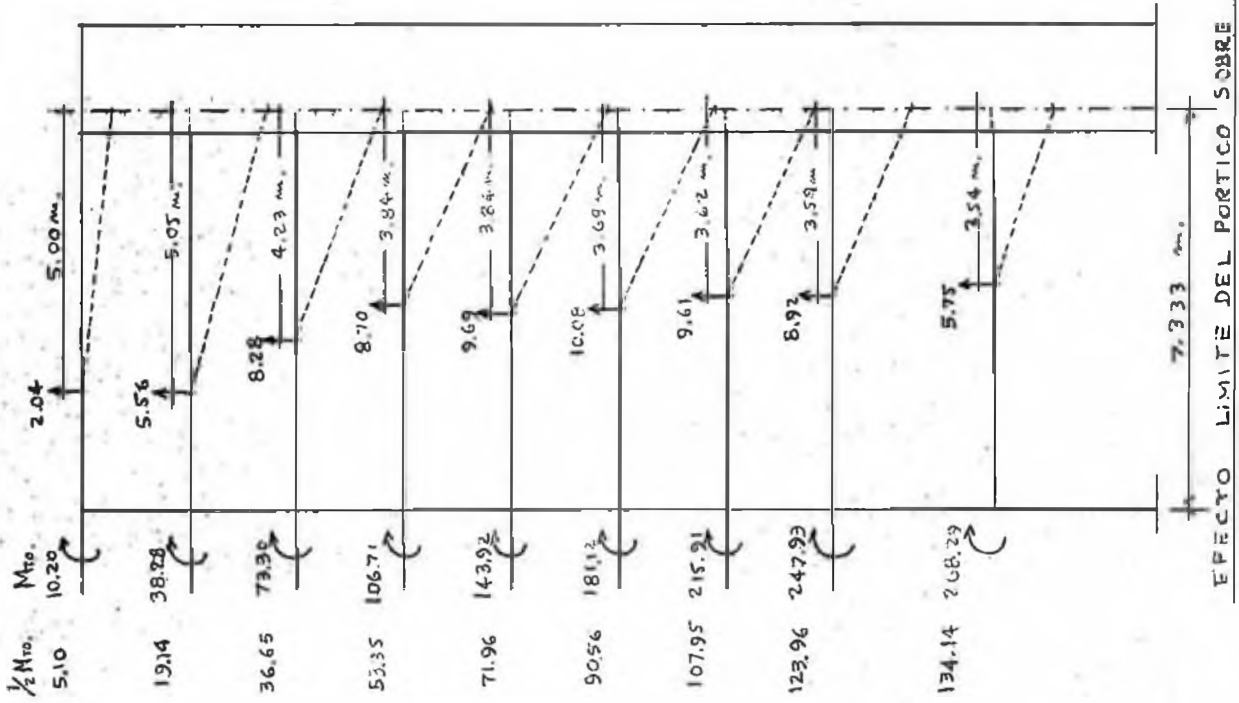
Utilizando las mismas formulas señaladas anteriormente



$$M_t = \frac{V_h}{M_t + M_B} \cdot M_T \text{ (Mtu arriba)}$$

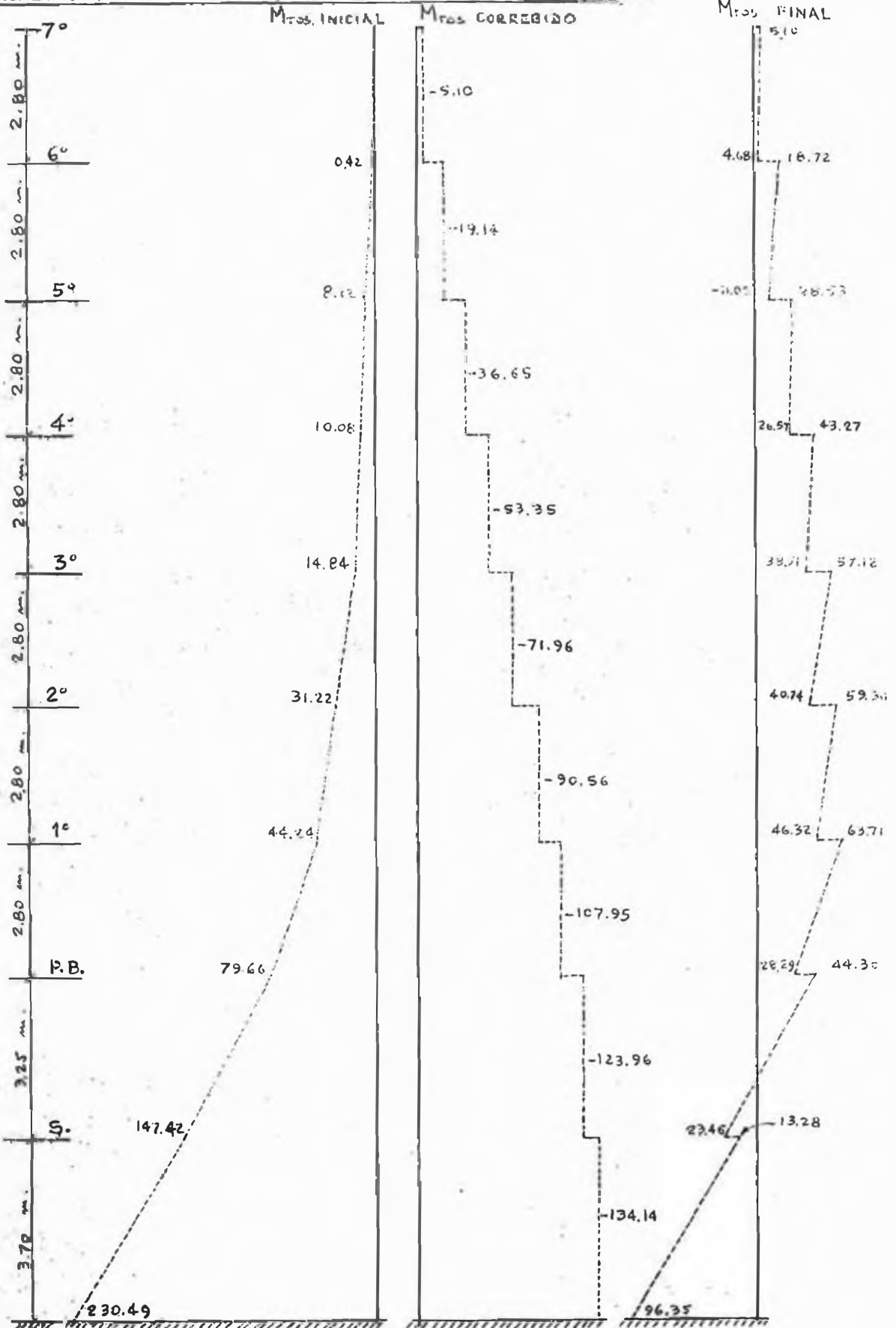
$$M_B = \frac{V_h}{M_t + M_B} \cdot M_T \text{ (Mtu abajo)}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

CORRECCION DE LOS M_{FS} DE FLEXION EN LA PARED. —



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

224

Chequeo de los valores "D"

| N | $M' \times 10^2$ | $2Mn \times 10^2$ | Kwn | $2Mn/Kwn$ | $4\Delta Bn$ | $3/Hn$ | $\delta Bn = 4\Delta Bn \times 3/Hn$ |
|----|------------------|-------------------|-----|-----------|--------------|--------|--------------------------------------|
| 7 | 0.42 | 0.42 | 558 | 0.08 | 379.72 | 3/280 | |
| 6 | 8.12 | 8.54 | 558 | 1.53 | 378.11 | 3/280 | |
| 5 | 10.08 | 18.20 | 558 | 3.26 | 373.32 | 3/280 | |
| 4 | 14.84 | 24.92 | 558 | 4.47 | 365.59 | 3/280 | |
| 3 | 31.22 | 45.06 | 558 | 8.08 | 353.04 | 3/280 | |
| 2 | 44.24 | 75.46 | 558 | 13.52 | 331.44 | 3/280 | |
| 1 | 79.66 | 123.90 | 558 | 22.20 | 295.72 | 3/280 | |
| PB | 147.42 | 227.08 | 481 | 47.21 | 226.31 | 3/325 | |
| S | 230.49 | 377.91 | 422 | 89.55 | 89.55 | 3/370 | |
| | | | | | | | |
| 7 | 5.10 | 10.20 | 588 | 1.83 | 504.14 | 3/280 | |
| 6 | 19.14 | 38.28 | 588 | 6.86 | 495.45 | 3/280 | |
| 5 | 36.65 | 73.30 | 588 | 13.14 | 475.45 | 3/280 | |
| 4 | 53.35 | 106.70 | 588 | 19.12 | 443.19 | 3/280 | |
| 3 | 71.96 | 143.92 | 588 | 25.79 | 398.28 | 3/280 | |
| 2 | 90.56 | 181.12 | 588 | 32.46 | 340.03 | 3/280 | |
| 1 | 107.95 | 215.90 | 588 | 38.69 | 268.88 | 3/280 | |
| PB | 123.96 | 247.92 | 481 | 51.54 | 178.65 | 3/325 | |
| S | 134.14 | 268.28 | 422 | 63.57 | 63.57 | 3/370 | |

La primera tabla corresponde al cálculo de la deformación debida al momento inicial; la segunda tabla corresponde al cálculo de la deformación debida al momento corrector debido al efecto límite. Como podemos apreciar en las tablas correspondientes las deformaciones debidas al momento inicial son mayores que las deformaciones debidas al momento corrector; debido a esto sacamos como conclusión que el "D" con que se ha entrado al cálculo sigue siendo menor que el real, por lo tanto para iniciar la tercera iteración tomaremos en cuenta que los "D" son tres veces los utilizados en el cálculo de la primera iteración y mediante estos nuevos valores hallaremos el corte que les corresponde para iniciar nuevamente el proceso. Por lo tanto con estas consideraciones pasamos a efectuar la tercera iteración.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Tercera iteración

Redistribución del cortante

| N | Vn | $\sum Dc$ | Da | $\sum D$ | Vc | Va | δ_s |
|----|-------|-----------|----------------|----------|-------|---------------|------------|
| 7 | 71.2 | 56.49 | 0.15x2= 0.30 | 56.79 | 70.8 | 0.20x2= 0.40 | 0.2 |
| 6 | 144.2 | 66.56 | 1.98x2= 3.96 | 70.52 | 136.1 | 4.05x2= 8.10 | 3.1 |
| 5 | 209.2 | 163.97 | 0.84x2= 1.68 | 165.65 | 207.1 | 1.05x2= 2.10 | 0.8 |
| 4 | 265.8 | 176.06 | 1.71x2= 3.42 | 179.48 | 260.7 | 2.55x2= 5.10 | 1.9 |
| 3 | 313.4 | 189.05 | 5.49x2= 10.98 | 200.03 | 296.2 | 8.60x2=17.20 | 6.5 |
| 2 | 352.2 | 264.68 | 5.40x2= 10.80 | 275.48 | 338.4 | 6.90x2=13.80 | 5.2 |
| 1 | 382.0 | 270.97 | 14.43x2= 28.86 | 299.83 | 345.2 | 18.40x2=36.80 | 13.9 |
| PB | 405.0 | 420.12 | 36.18x2= 72.36 | 492.48 | 345.5 | 29.75x2=59.50 | 19.4 |
| S | 419.7 | 1018.58 | 91.38x2=182.76 | 1201.34 | 355.9 | 31.90x2=63.80 | 18.3 |

Cálculo de los valores $\theta'n$ y R'v

| NIVEL | Vw | 1/Dw | h/2 | R'n | δ_{sn} | R'sn | R'Brn | $\theta'n$ | R'v |
|-------|-------|------|-----|-----------------|---------------|------|-------|-----------------|----------------|
| 23.15 | | | | | | | | 186.7 (1.00) | 25.7 (0.14) |
| 20.35 | 0.20 | 6.67 | 140 | 186.7 (1.00) | 0.2 | 0.0 | 186.7 | 236.3 (1.27) | 32.5 (0.17) |
| 17.55 | 4.05 | 0.50 | 140 | 286.4 (1.53) | 3.1 | 0.4 | 286.0 | 230.4 (1.23) | 31.7 (0.17) |
| 14.75 | 1.05 | 1.19 | 140 | 175.0 (0.94) | 0.8 | 0.1 | 174.9 | 191.7 (1.03) | 26.4 (0.14) |
| 11.95 | 2.55 | 0.58 | 140 | 208.8 (1.12) | 1.9 | 0.3 | 208.5 | 213.4 (1.14) | 29.4 (0.16) |
| 9.15 | 8.60 | 0.18 | 140 | 219.3 (1.17) | 6.5 | 0.9 | 218.4 | 198.3 (1.06) | 27.3 (0.15) |
| 6.35 | 6.90 | 0.19 | 140 | 178.9 (0.96) | 5.2 | 0.7 | 178.2 | 177.4 (0.95) | 24.4 (0.13) |
| 3.55 | 18.40 | 0.07 | 140 | 178.5 (0.96) | 13.9 | 1.9 | 176.6 | 153.7 (0.82) | 21.2 (0.11) |
| 0.30 | 29.75 | 0.03 | 162 | 133.6 (0.72) | 19.4 | 2.7 | 130.9 | 96.4 (0.52) | 13.3 (0.07) |
| | 31.90 | 0.01 | 185 | 64.6 (0.35) | 18.3 | 2.6 | 62.0 | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Momentos de empotramiento perfecto debido a las deformaciones

| NIVEL | $M_{AB} = \frac{K_v}{3} (2\theta_a + 3R'_v)$ | $M_{BA} = \frac{K_v}{3} (\theta_a + 3R'_v)$ |
|-------|---|---|
| 23.15 | $7.82/3(2 \times 1.00 + 3 \times 0.14) = 6.31$ | $7.82/3(1.00 + 3 \times 0.14) = 3.70$ |
| 20.35 | $16.5/3(2 \times 1.27 + 3 \times 0.17) = 16.77$ | $16.5/3(1.27 + 3 \times 0.17) = 9.79$ |
| 17.55 | $16.5/3(2 \times 1.23 + 3 \times 0.17) = 16.33$ | $16.5/3(1.23 + 3 \times 0.17) = 9.57$ |
| 14.75 | $16.5/3(2 \times 1.03 + 3 \times 0.14) = 13.64$ | $16.5/3(1.03 + 3 \times 0.14) = 7.97$ |
| 11.95 | $16.5/3(2 \times 1.14 + 3 \times 0.16) = 15.18$ | $16.5/3(1.14 + 3 \times 0.16) = 8.91$ |
| 9.15 | $16.5/3(2 \times 1.06 + 3 \times 0.15) = 14.13$ | $16.5/3(1.06 + 3 \times 0.15) = 8.30$ |
| 6.35 | $16.5/3(2 \times 0.95 + 3 \times 0.13) = 12.59$ | $16.5/3(0.95 + 3 \times 0.13) = 7.37$ |
| 3.55 | $16.5/3(2 \times 0.82 + 3 \times 0.11) = 10.83$ | $16.5/3(0.82 + 3 \times 0.11) = 6.32$ |
| 0.30 | $16.5/3(2 \times 0.52 + 3 \times 0.07) = 6.87$ | $16.5/3(0.52 + 3 \times 0.07) = 4.01$ |

Momentos en las columnas

$$M_{AB} = M_{BA} = K_c \cdot R'_n$$

| NIVEL | K_c | R'_n | $M_{AB} = M_{BA}$ |
|-------|-------|--------|-------------------|
| 7 | 2.41 | 1.00 | - 2.41 |
| 6 | 2.41 | 1.53 | - 3.69 |
| 5 | 14.87 | 0.94 | -13.98 |
| 4 | 14.87 | 1.12 | -16.65 |
| 3 | 14.87 | 1.17 | -17.40 |
| 2 | 40.83 | 0.96 | -39.20 |
| 1 | 40.83 | 0.96 | -39.20 |
| PE | 74.77 | 0.72 | -53.83 |
| S | 68.45 | 0.35 | -23.96 |

Análisis por el método de distribución de momentos

| NIVEL | C.D. | viga | | columna | |
|-------|----------|--------|--------|---------|--------|
| | | | | | |
| 7 | | | 0.76 | | 0.24 |
| | M | 6.31 | 3.70 | | - 2.41 |
| | D1 | | - 0.98 | | - 0.31 |
| | C1 | - 0.49 | | | |
| | Σ | 5.82 | 2.72 | | - 2.72 |
| 6 | C.D. | | 0.78 | 0.11 | 0.11 |
| | M | 16.77 | 9.79 | - 2.41 | - 3.69 |
| | D1 | | - 2.87 | - 0.41 | - 0.41 |
| | C1 | - 1.43 | | | |
| | Σ | 15.34 | 6.92 | - 2.82 | - 4.10 |

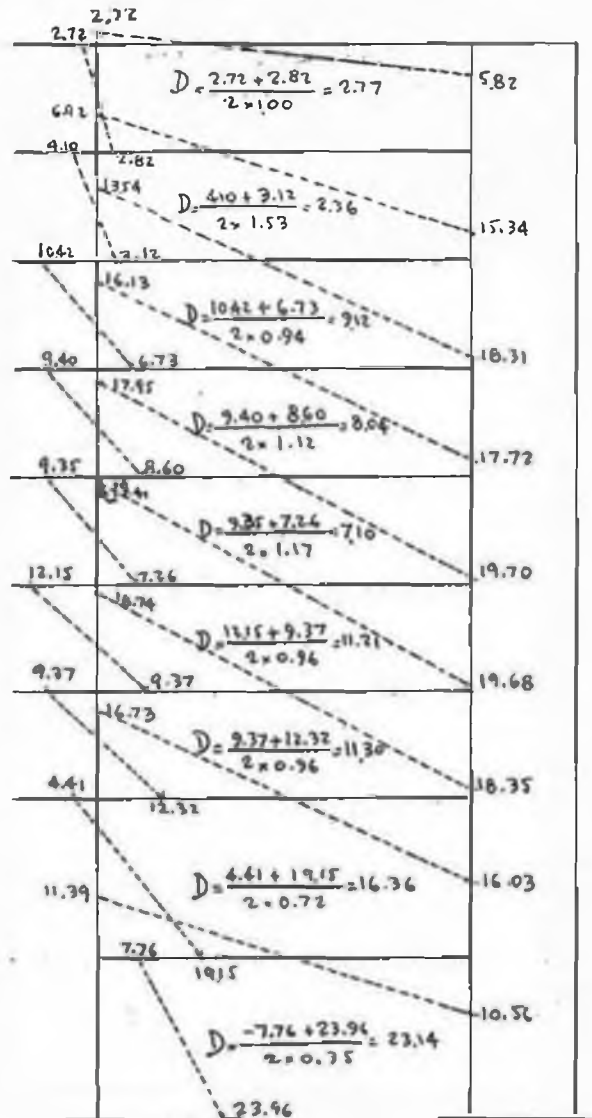
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

227

| | | | | | |
|----|----------|-------|-------|--------|--------|
| 5 | NIVEL | C.D. | 0.49 | 0.07 | 0.44 |
| | M | 16.33 | 9.57 | - 3.69 | -13.98 |
| | D1 | | 3.97 | 0.57 | 3.56 |
| | C1 | 1.98 | | | |
| | Σ | 18.31 | 13.54 | - 3.12 | -10.42 |
| 4 | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| | M | 13.64 | 7.97 | -13.98 | -16.65 |
| | D1 | | 8.16 | 7.25 | 7.25 |
| | C1 | 4.08 | | | |
| | Σ | 17.72 | 16.13 | - 6.73 | - 9.40 |
| 3 | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| | M | 15.18 | 8.91 | -16.65 | -17.40 |
| | D1 | | 9.04 | 8.05 | 8.05 |
| | C1 | 4.52 | | | |
| | Σ | 19.70 | 17.95 | - 8.60 | - 9.35 |
| 2 | C.D. | | 0.23 | 0.21 | 0.56 |
| | M | 14.13 | 8.30 | -17.40 | -39.20 |
| | D1 | | 11.11 | 10.14 | 27.05 |
| | C1 | 5.55 | | | |
| | Σ | 19.68 | 19.41 | - 7.26 | -12.15 |
| 1 | C.D. | | 0.16 | 0.42 | 0.42 |
| | M | 12.59 | 7.37 | -39.20 | -39.20 |
| | D1 | | 11.37 | 29.83 | 29.83 |
| | C1 | 5.76 | | | |
| | Σ | 18.35 | 18.74 | - 9.37 | - 9.37 |
| PB | C.D. | | 0.12 | 0.31 | 0.57 |
| | M | 10.83 | 6.32 | -39.20 | -53.83 |
| | D1 | | 10.41 | 26.88 | 49.42 |
| | C1 | 5.20 | | | |
| | Σ | 16.03 | 16.73 | -12.32 | - 4.41 |
| S | C.D. | | 0.10 | 0.47 | 0.43 |
| | M | 6.87 | 4.01 | -53.83 | -23.96 |
| | D1 | | 7.38 | 34.68 | 31.72 |
| | C1 | 3.69 | | | |
| | Σ | 10.56 | 11.39 | -19.15 | 7.76 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

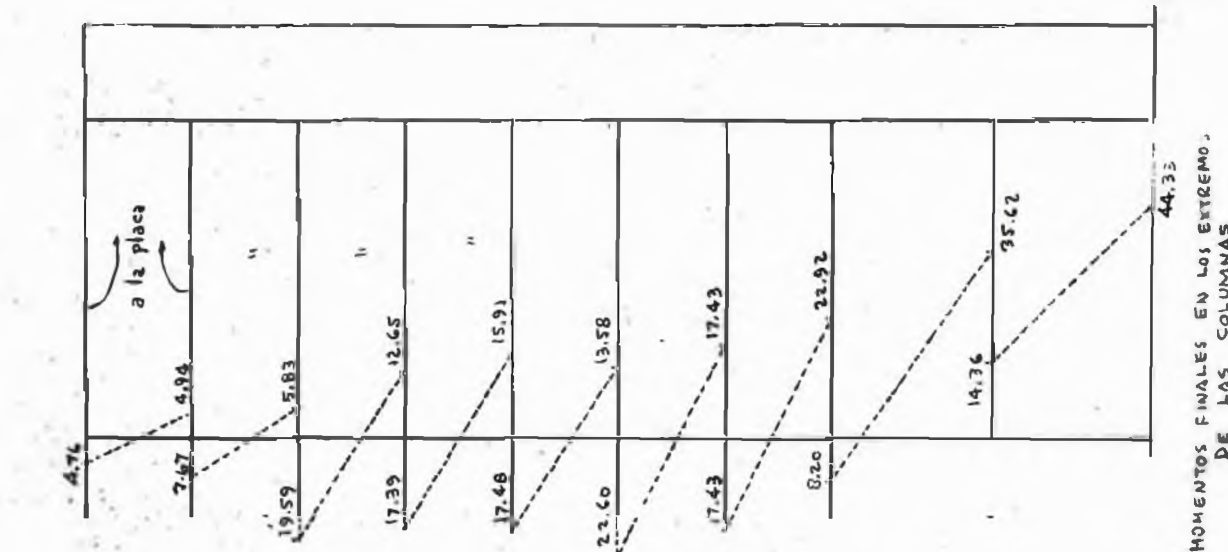
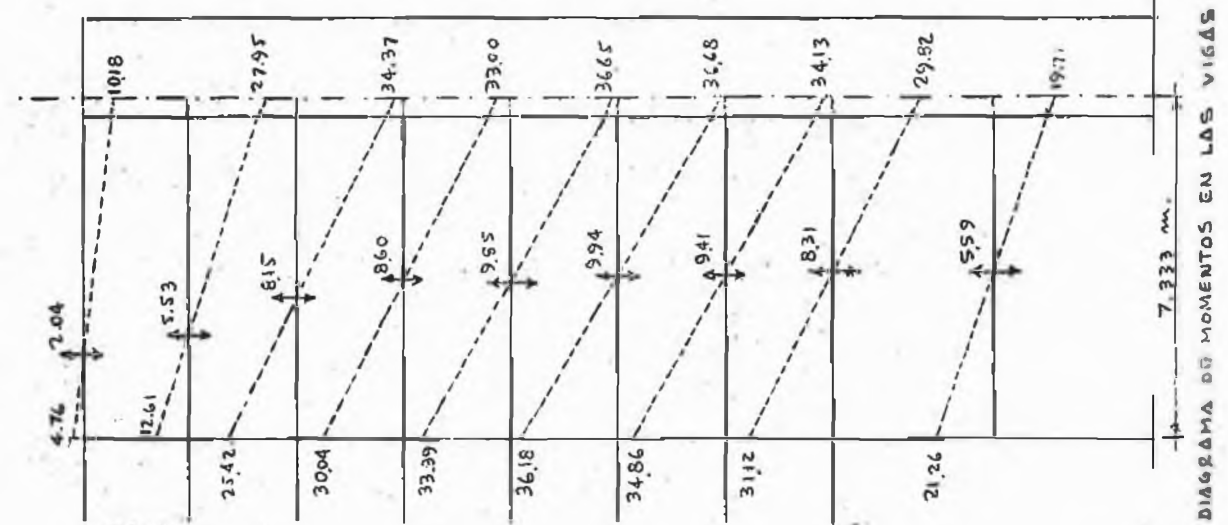
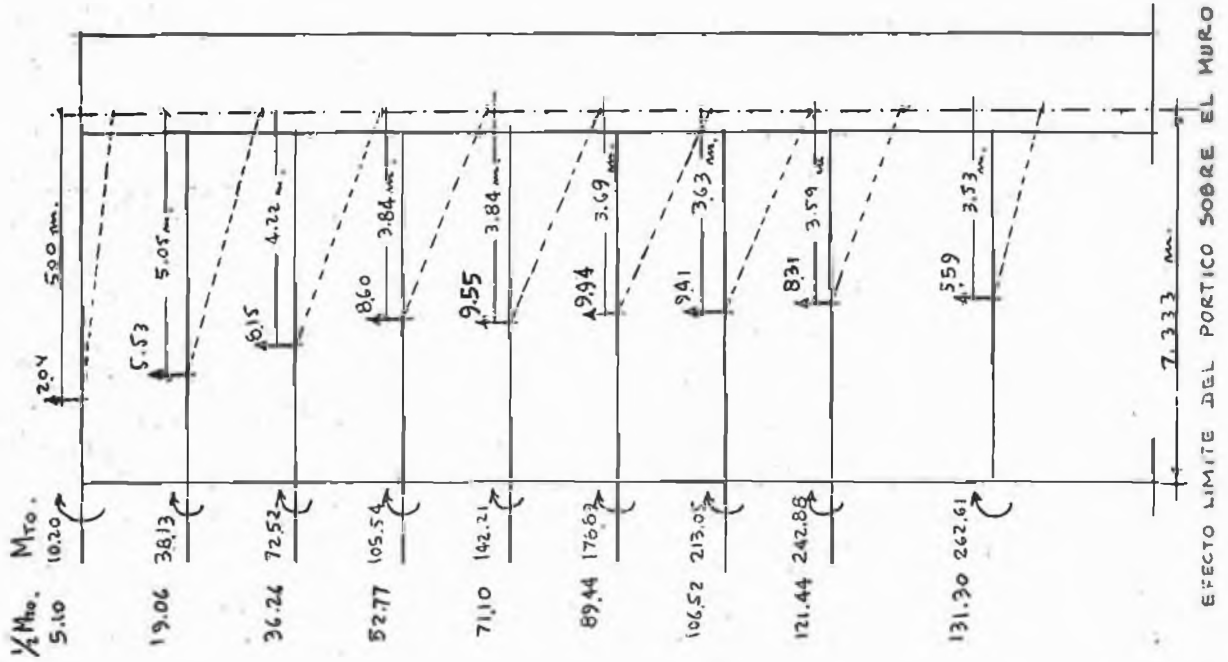
Diagramas de momentos y cálculo de los valores "D"



Distribución del corte

| NIVEL | D | V | Vxh | Vh/(Mt + MB) |
|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| 7 | 2.77 | 3.47 | 9.72 | 9.72 / (2.72+2.82) = 1.75 |
| 6 | 2.36 | 4.83 | 13.52 | 13.52 / (4.10+3.12) = 1.87 |
| 5 | 9.12 | 11.52 | 32.26 | 32.26 / (10.42+6.73) = 1.88 |
| 4 | 8.04 | 11.91 | 33.35 | 33.35 / (9.40+8.60) = 1.85 |
| 3 | 7.10 | 11.12 | 31.14 | 31.14 / (9.35+7.26) = 1.87 |
| 2 | 11.21 | 14.33 | 40.12 | 40.12 / (12.15+9.37) = 1.86 |
| 1 | 11.30 | 14.40 | 40.32 | 40.32 / (9.37+12.32) = 1.86 |
| PB | 16.36 | 13.45 | 43.71 | 43.71 / (4.41+19.15) = 1.86 |
| S | 23.14 | 8.08 | 29.90 | 29.90 / (23.96-7.76) = 1.85 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



EFFECTO LIMITE DEL PORTICO SOBRE EL MURO

DIAGRAMA DE MOMENTOS EN LAS VIGAS

MOMENTOS FINALES EN LOS EXTREMOS DE LAS COLUMNAS

Deformación debida al momento inicial

| N | M'nx10 ² | 2Mnx10 ² | Kwn | 2Mn/Kn | 4ΔBn | 3/iIn | δ Bn=4ΔBnx3/Hn |
|----|---------------------|---------------------|-----|--------|--------|-------|----------------|
| 7 | 0.56 | 0.56 | 558 | 0.10 | 552.82 | 3/280 | 5923.0 |
| 6 | 11.90 | 12.46 | 558 | 2.23 | 550.49 | 3/280 | 5898.1 |
| 5 | 14.84 | 26.74 | 558 | 4.79 | 543.47 | 3/280 | 5822.8 |
| 4 | 21.98 | 36.82 | 558 | 6.60 | 532.08 | 3/280 | 5700.8 |
| 3 | 46.06 | 68.04 | 558 | 12.19 | 513.29 | 3/280 | 5499.8 |
| 2 | 65.38 | 111.44 | 558 | 19.97 | 481.13 | 3/280 | 5154.9 |
| 1 | 116.90 | 182.28 | 558 | 32.67 | 428.49 | 3/280 | 4590.9 |
| PB | 213.59 | 330.49 | 481 | 68.71 | 327.11 | 3/325 | 3019.5 |
| S | 331.62 | 545.21 | 422 | 129.20 | 129.20 | 3/370 | 1047.6 |

Deformaciones debidas a la corrección

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|-----|-------|--------|-------|--------|
| 7 | 5.10 | 10.20 | 558 | 1.83 | 495.81 | 3/280 | 5312.2 |
| 6 | 19.06 | 38.12 | 558 | 6.83 | 487.15 | 3/280 | 5219.4 |
| 5 | 36.26 | 72.52 | 558 | 13.00 | 467.32 | 3/280 | 5007.0 |
| 4 | 52.77 | 104.54 | 558 | 18.73 | 435.59 | 3/280 | 4667.0 |
| 3 | 71.10 | 142.20 | 558 | 25.48 | 391.38 | 3/280 | 4193.3 |
| 2 | 89.44 | 178.88 | 558 | 32.05 | 333.85 | 3/280 | 3576.9 |
| 1 | 106.52 | 213.04 | 558 | 38.18 | 263.62 | 3/280 | 2824.5 |
| PB | 121.44 | 242.88 | 481 | 50.49 | 174.95 | 3/325 | 1614.9 |
| S | 131.30 | 262.60 | 422 | 62.23 | 62.23 | 3/370 | 504.6 |

Chequeo de las "D"

| N | V | δ Bn = δ Bn ₁ - δ Bn ₂ | δ sn | δ tn | D |
|----|-------|--|------|--------|-------|
| 7 | 0.20 | 5923.0-5312.2= 610.8 | 0.2 | 611.0 | 0.32 |
| 6 | 4.05 | 5898.1-5219.4= 678.7 | 3.1 | 681.8 | 5.94 |
| 5 | 1.05 | 5822.8-5007.0= 815.8 | 0.8 | 816.6 | 1.29 |
| 4 | 2.55 | 5700.8-4667.0=1033.8 | 1.9 | 1035.7 | 2.46 |
| 3 | 8.60 | 5499.5-4193.3=1306.2 | 6.5 | 1312.7 | 6.55 |
| 2 | 6.90 | 5154.9-3576.9=1578.0 | 5.2 | 1583.2 | 4.36 |
| 1 | 18.40 | 4590.9-2824.5=1766.4 | 13.9 | 1780.3 | 10.34 |
| PB | 29.75 | 3019.5-1614.9=1404.6 | 19.4 | 1424.0 | 20.89 |
| S | 31.90 | 1047.6- 504.6= 543.0 | 18.3 | 561.3 | 56.83 |

Comparación de los valores "D"

| Nivel | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | PB | S |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Di | 0.15 | 1.98 | 0.84 | 1.71 | 5.49 | 5.40 | 14.43 | 36.18 | 91.38 |
| Df | 0.32 | 5.94 | 1.29 | 2.46 | 6.55 | 4.36 | 10.34 | 20.89 | 56.83 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Como podemos ver en la comparación los valores "R" difieren de tal manera que es necesario efectuar otra iteración para lo cual entra-
mos con los valores "R" hallados en la última iteración y calcula-
mos los cortes que les corresponden.

Cuarta iteración

Redistribución del cortante

| N | V | Dc | Da | δ | Vc | Va | δ_s |
|---|-------|---------|----------------|----------|-------|---------------|------------|
| 7 | 71.2 | 55.49 | 0.32x2= 0.64 | 57.13 | 70.4 | 0.40x2= 0.80 | 0.3 |
| 6 | 144.2 | 66.56 | 5.94x2= 11.88 | 70.44 | 122.4 | 10.90x2=21.80 | 8.2 |
| 5 | 209.2 | 163.97 | 1.29x2= 2.58 | 166.55 | 206.0 | 1.60x2= 3.20 | 1.2 |
| 4 | 265.8 | 176.06 | 2.46x2= 4.92 | 180.98 | 258.6 | 3.60x2= 7.20 | 2.7 |
| 3 | 313.4 | 189.05 | 6.55x2= 13.10 | 202.15 | 293.1 | 10.15x2=20.30 | 7.7 |
| 2 | 352.2 | 264.68 | 4.30x2= 8.72 | 273.40 | 341.0 | 5.60x2=11.20 | 4.2 |
| 1 | 382.0 | 270.97 | 10.34x2= 20.68 | 291.65 | 354.9 | 13.55x2=27.10 | 10.2 |
| 0 | 405.0 | 420.12 | 20.89x2= 41.78 | 431.90 | 368.4 | 18.30x2=36.60 | 11.9 |
| 8 | 419.7 | 1018.58 | 56.83x2=113.66 | 1132.24 | 377.6 | 21.05x2=42.10 | 12.0 |

Cálculo de los valores R'n ; 'n y R'v

| NIVEL | V _{nt} | 1/v _w | h _v | R' _n | δ | V _{nt} | R' _{nt} | O _n | R' _v |
|-------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 23.15 | | | | | | | | 175.0 (1.00) | 24.1 (0.14) |
| | 0.40 | 3.12 | 140 | 175.0 (1.00) | 0.3 | 0.0 | 175.0 | | |
| 20.35 | | | | | | | | 215.4 (1.23) | 29.7 (0.17) |
| | 10.90 | 0.17 | 140 | 256.9 (1.47) | 8.2 | 1.1 | 255.8 | | |
| 17.55 | | | | | | | | 214.6 (1.23) | 29.5 (0.17) |
| | 1.60 | 0.77 | 140 | 173.6 (0.99) | 1.2 | 0.2 | 173.4 | | |
| 14.75 | | | | | | | | 188.9 (1.08) | 26.0 (0.15) |
| | 3.60 | 0.41 | 140 | 204.9 (1.17) | 2.7 | 0.4 | 204.5 | | |
| 11.95 | | | | | | | | 210.1 (1.20) | 28.9 (0.17) |
| | 10.15 | 0.15 | 140 | 216.9 (1.24) | 7.7 | 1.1 | 215.8 | | |
| 9.15 | | | | | | | | 197.5 (1.13) | 27.2 (0.16) |
| | 5.60 | 0.23 | 140 | 179.2 (1.03) | 4.2 | 0.6 | 179.2 | | |
| 6.35 | | | | | | | | 180.6 (1.03) | 24.9 (0.14) |
| | 13.55 | 0.10 | 140 | 183.5 (1.05) | 10.2 | 1.4 | 182.1 | | |
| 3.55 | | | | | | | | 161.3 (0.92) | 22.2 (0.13) |
| | 18.30 | 0.48 | 162 | 142.4 (0.81) | 11.9 | 1.9 | 140.5 | | |
| 0.30 | | | | | | | | 103.4 (0.59) | 14.2 (0.08) |
| | 21.05 | 0.17 | 185 | 68.5 | 12.0 | 2.2 | 66.3 | | |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

233

Momentos de empotramiento debido a las deformaciones

| NIVEL | $M_{aB} = \frac{K}{3} (2\theta'_a + 3R'_v)$ | $M_{Ba} = \frac{K}{3} (\theta'_b + 3R'_v)$ |
|-------|---|--|
| 23.15 | $7.82/3(2 \times 1.00 + 3 \times 0.14) = 6.31$ | $7.82/3(1.00 + 3 \times 0.14) = 3.70$ |
| 20.35 | $16.5/3(2 \times 1.23 + 3 \times 0.17) = 16.33$ | $16.5/3(1.23 + 3 \times 0.17) = 9.57$ |
| 17.55 | $16.5/3(2 \times 1.23 + 3 \times 0.17) = 16.33$ | $16.5/3(1.23 + 3 \times 0.17) = 9.57$ |
| 14.75 | $16.5/3(2 \times 1.08 + 3 \times 0.15) = 14.35$ | $16.5/3(1.08 + 3 \times 0.15) = 8.41$ |
| 11.95 | $16.5/3(2 \times 1.20 + 3 \times 0.17) = 16.00$ | $16.5/3(1.20 + 3 \times 0.17) = 9.40$ |
| 9.15 | $16.5/3(2 \times 1.13 + 3 \times 0.16) = 15.07$ | $16.5/3(1.13 + 3 \times 0.16) = 8.85$ |
| 6.35 | $16.5/3(2 \times 1.03 + 3 \times 0.14) = 13.64$ | $16.5/3(1.03 + 3 \times 0.14) = 7.97$ |
| 3.55 | $16.5/3(2 \times 0.92 + 3 \times 0.13) = 12.26$ | $16.5/3(0.92 + 3 \times 0.13) = 7.20$ |
| 0.30 | $16.5/3(2 \times 0.59 + 3 \times 0.08) = 7.81$ | $16.5/3(0.59 + 3 \times 0.08) = 4.56$ |

Momentos en las columnas $M_{aB} = M_{Ba} = K_c \cdot R'_n$

| NIVEL | K_c | R'_n | $M_{aB} = M_{Ba}$ |
|-------|-------|--------|-------------------|
| 7 | 2.41 | 1.00 | - 2.41 |
| 6 | 2.41 | 1.47 | - 3.54 |
| 5 | 14.87 | 0.99 | -14.72 |
| 4 | 14.87 | 1.17 | -17.40 |
| 3 | 14.87 | 1.24 | -18.44 |
| 2 | 40.83 | 1.03 | -42.05 |
| 1 | 40.83 | 1.05 | -42.87 |
| PB | 74.77 | 0.81 | -60.56 |
| S | 68.45 | 0.39 | -26.70 |

Análisis por el método de distribución de momentos

| NIVEL | C.D. | 0.76 | 0.24 |
|----------|----------|--------|--------|
| 7 | M | 6.31 | 3.70 |
| | D1 | | - 0.98 |
| | C1 | - 0.49 | |
| | Σ | 5.82 | 2.72 |
| 6 | C.D. | 0.78 | 0.11 |
| | M | 16.33 | 9.57 |
| | D1 | | - 2.82 |
| | C1 | - 1.41 | |
| Σ | 14.92 | 6.75 | |

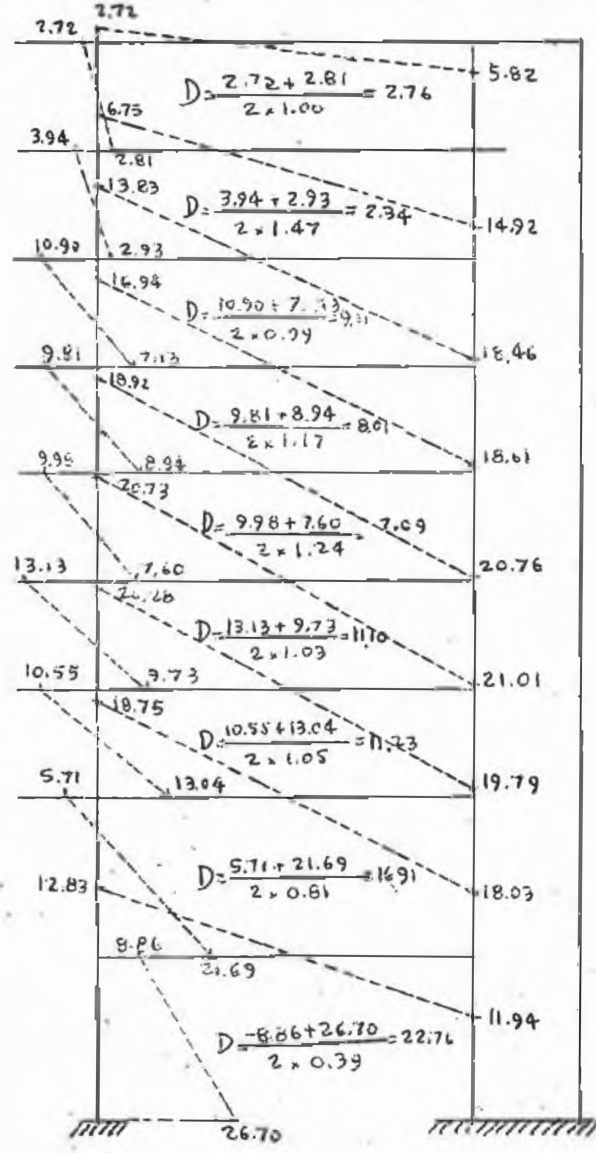
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

234

| | | | | | |
|----|----------|-------|-------|--------|--------|
| 5 | C.D. | | 0.49 | 0.07 | 0.44 |
| | M | 16.33 | 9.57 | - 3.54 | -14.72 |
| | D1 | | 4.26 | 0.61 | 3.82 |
| | C1 | 2.13 | | | |
| | Σ | 18.46 | 13.83 | - 2.93 | -10.90 |
| 4 | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| | M | 14.35 | 8.41 | -14.72 | -17.40 |
| | D1 | | 8.53 | 7.59 | 7.59 |
| | C1 | 4.26 | | | |
| | Σ | 18.61 | 16.94 | - 7.13 | - 9.81 |
| 3 | C.D. | | 0.36 | 0.32 | 0.32 |
| | M | 16.00 | 9.40 | -17.40 | -18.44 |
| | D1 | | 9.52 | 8.46 | 8.46 |
| | C1 | 4.76 | | | |
| | Σ | 20.76 | 18.92 | - 8.94 | - 9.98 |
| 2 | C.D. | | 0.23 | 0.21 | 0.56 |
| | M | 15.07 | 8.85 | -18.44 | -42.05 |
| | D1 | | 11.88 | 10.84 | 28.92 |
| | C1 | 5.94 | | | |
| | Σ | 21.01 | 20.73 | - 7.60 | -13.13 |
| 1 | C.D. | | 0.16 | 0.42 | 0.42 |
| | M | 13.64 | 7.97 | -42.05 | -42.87 |
| | D1 | | 12.31 | 32.32 | 32.32 |
| | C1 | 6.15 | | | |
| | Σ | 19.79 | 20.28 | - 9.73 | -10.55 |
| PB | C.D. | | 0.12 | 0.31 | 0.57 |
| | M | 12.26 | 7.20 | -42.87 | -60.56 |
| | D1 | | 11.55 | 29.83 | 54.85 |
| | C1 | 5.77 | | | |
| | Σ | 18.03 | 18.75 | -13.04 | - 5.71 |
| S | C.D. | | 0.10 | 0.47 | 0.43 |
| | M | 7.81 | 4.56 | -60.56 | -26.70 |
| | D1 | | 8.27 | 38.87 | 35.56 |
| | C1 | 4.13 | | | |
| | Σ | 11.94 | 12.83 | -21.69 | 8.86 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

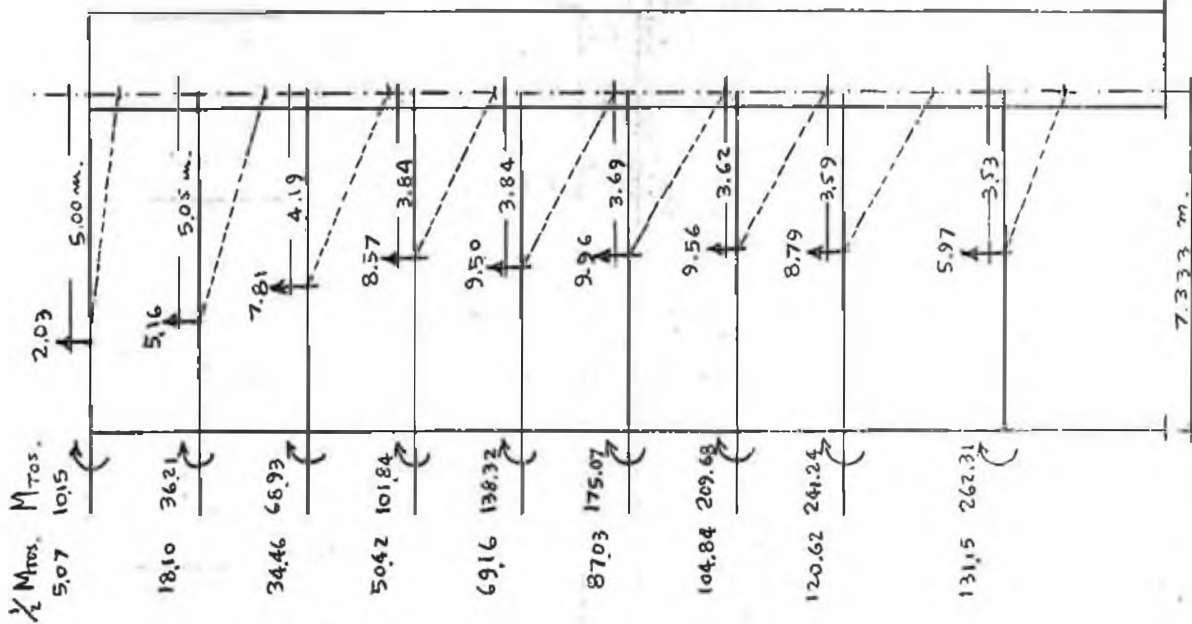
DIAGRAMAS DE MOMENTOS Y CALCULO DE LOS VALORES "D"



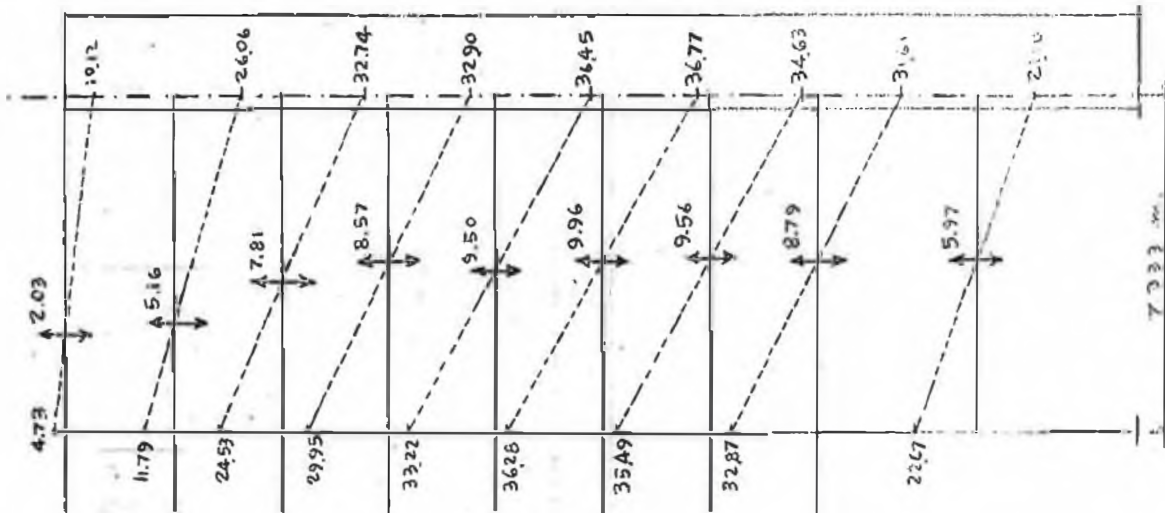
Distribucion del cortante

| NIVEL | D | V | VxH | Vh/(Mt + MB) |
|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
| 7 | 2.76 | 3.44 | 9.63 | $9.72 / (2.72 + 2.81) = 1.74$ |
| 6 | 2.34 | 4.30 | 12.04 | $12.04 / (3.94 + 2.93) = 1.75$ |
| 5 | 9.11 | 11.44 | 32.03 | $32.03 / (10.90 + 7.13) = 1.78$ |
| 4 | 8.01 | 11.76 | 32.93 | $32.93 / (9.81 + 8.94) = 1.76$ |
| 3 | 7.09 | 10.99 | 30.77 | $30.77 / (9.98 + 7.60) = 1.75$ |
| 2 | 11.10 | 14.30 | 40.04 | $40.04 / (13.13 + 9.73) = 1.75$ |
| 1 | 11.23 | 14.71 | 41.19 | $41.19 / (10.55 + 13.04) = 1.75$ |
| PB | 16.91 | 14.83 | 48.19 | $48.19 / (5.71 + 21.69) = 1.76$ |
| S | 22.76 | 8.44 | 31.23 | $31.23 / (26.70 - 8.86) = 1.75$ |

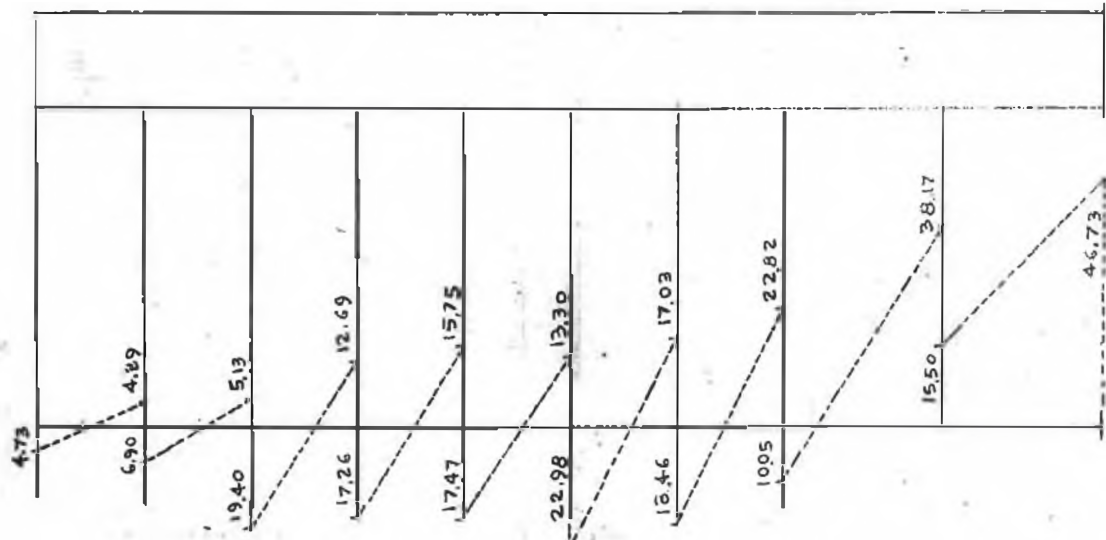
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ERRATA LIMITE DEL POSTICO SOBRE EL MURO

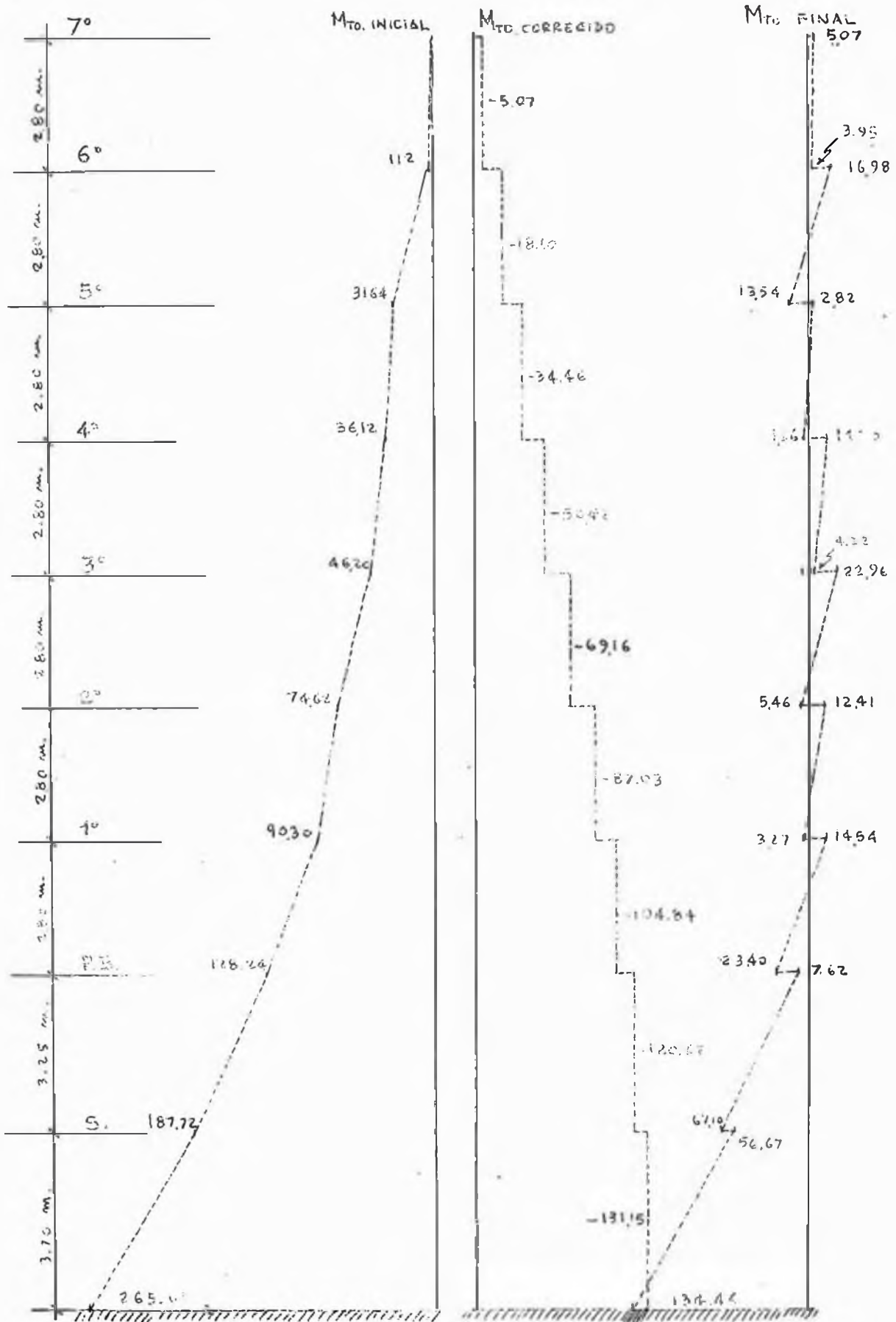


ERRATA DE NUDO EN LAS VIGAS.



MOM. FINALES EN LOS EXTREMOS DE COLUMNAS

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

239

Deformaciones debidas al momento inicial

| N | $M'_{in} \times 10^2$ | $2M_{in} \times 10^2$ | K _{wn} | $2M_{in}/K_{wn}$ | $4\Delta B_n$ | $\frac{3}{4H_n}$ | $\delta B_n = 4\Delta B_n \times \frac{3}{4H_n}$ |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|--|
| 7 | 1.12 | 1.12 | 558 | 0.20 | 592.68 | 3/280 | 6350.0 |
| 6 | 31.64 | 32.76 | 558 | 5.87 | 586.61 | 3/280 | 6284.9 |
| 5 | 36.12 | 67.76 | 558 | 12.14 | 568.60 | 3/280 | 6092.0 |
| 4 | 46.20 | 82.32 | 558 | 14.75 | 541.71 | 3/280 | 5803.9 |
| 3 | 74.62 | 120.82 | 558 | 21.65 | 505.31 | 3/280 | 5413.9 |
| 2 | 90.30 | 164.92 | 558 | 29.56 | 454.10 | 3/280 | 4865.2 |
| 1 | 128.24 | 218.54 | 558 | 39.16 | 385.38 | 3/280 | 4129.0 |
| PB | 187.72 | 315.96 | 481 | 65.69 | 280.53 | 3/325 | 2589.5 |
| S | 265.61 | 453.33 | 422 | 107.42 | 107.42 | 3/370 | 871.0 |
| <u>Deformaciones debidas a la corrección</u> | | | | | | | |
| 7 | 5.07 | 10.14 | 558 | 1.81 | 487.37 | 3/280 | 5221.8 |
| 6 | 18.10 | 36.20 | 558 | 6.49 | 479.07 | 3/280 | 5132.9 |
| 5 | 34.46 | 68.92 | 558 | 12.35 | 460.23 | 3/280 | 4931.0 |
| 4 | 50.42 | 100.84 | 558 | 18.07 | 429.81 | 3/280 | 4605.1 |
| 3 | 69.16 | 138.32 | 558 | 24.79 | 386.95 | 3/280 | 4145.9 |
| 2 | 87.03 | 174.06 | 558 | 31.19 | 330.97 | 3/280 | 3546.1 |
| 1 | 104.84 | 209.68 | 558 | 37.58 | 262.20 | 3/280 | 2809.3 |
| PB | 120.62 | 241.24 | 481 | 50.15 | 174.47 | 3/325 | 1610.5 |
| S | 131.15 | 262.30 | 422 | 62.16 | 62.16 | 3/370 | 504.0 |

Chequeo de las "D"

| N | V | $\delta B_n = \delta B_{n1} - \delta B_{n2}$ | δs_n | δt_n | D |
|----|-------|--|--------------|--------------|-------|
| 7 | 0.40 | 6350.0 - 5221.8 = 1128.2 | 0.3 | 1128.5 | 0.35 |
| 6 | 10.90 | 6284.9 - 5132.9 = 1152.0 | 8.2 | 1160.2 | 9.39 |
| 5 | 1.60 | 6092.0 - 4931.0 = 1161.0 | 1.2 | 1162.2 | 1.38 |
| 4 | 3.60 | 5803.9 - 4605.1 = 1198.8 | 2.7 | 1201.5 | 3.00 |
| 3 | 10.15 | 5413.9 - 4145.9 = 1268.0 | 7.7 | 1275.7 | 8.45 |
| 2 | 5.60 | 4865.2 - 3546.1 = 1319.1 | 4.2 | 1323.3 | 4.23 |
| 1 | 13.55 | 4129.0 - 2809.3 = 1319.7 | 10.2 | 1329.9 | 10.19 |
| PB | 18.30 | 2589.5 - 1610.5 = 979.0 | 11.9 | 990.9 | 18.47 |
| S | 21.05 | 871.0 - 504.0 = 367.0 | 12.0 | 379.0 | 55.54 |

Comparación de los valores "D"

| Nive | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | PB | S |
|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Di | 0.32 | 5.94 | 1.29 | 2.46 | 6.55 | 4.36 | 10.34 | 20.89 | 56.83 |
| Df | 0.35 | 9.39 | 1.38 | 3.00 | 8.45 | 4.23 | 10.19 | 18.47 | 55.54 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

239

Finalmente en esta cuarta iteración hemos llegado a una aproximación que consideramos suficiente entre los valores D iniciales y finales.

De esta manera el gráfico del momento final en la placa que se encuentra en la pág. 237 es el momento en la placa debido a la fuerza sísmica; igualmente, los momentos y cortes para la columna 5 B en el sentido de los ejes principales y los momentos y cortes en las vigas del pórtico 5 que figuran en las págs. 236 son los momentos y cortes debido a sismo que utilizaremos en el diseño.

El cálculo de la carga axial debida al sismo se hará posteriormente junto con el cálculo de la carga axial de la columna 6 B.

Como se ha explicado al término de cada iteración, ha sido necesario hacer ciertas modificaciones en el método en especial la que se refiere a la gran acumulación de esfuerzos que existe en en los límites de una pared unida a un marco y la formación de rotulas (deformación plástica)⁹ permite una reducción o disminución en los esfuerzos.

Tambien es importante anotar que dado que la placa del ascensor no tiene una rigidez grande y al estar rigidizada por el marco del eje 5 aumenta considerablemente el corte que toma.

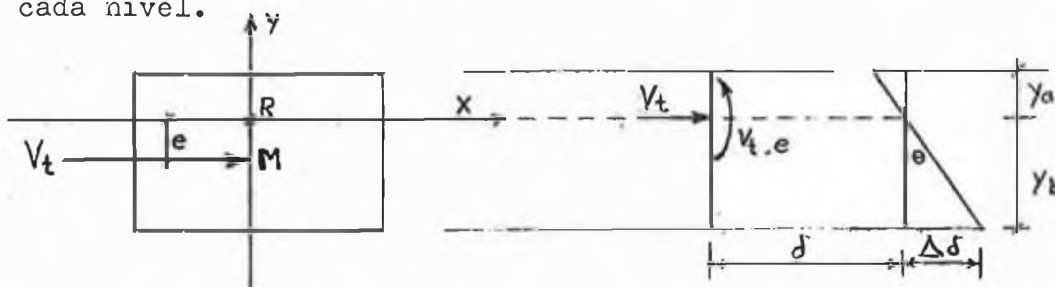
Como anotamos en la estructuración, en un inicio la columna 5 B en el sótano estaba descompuesta en dos por una viga. De tal manera que ademas de la rigidización del marco 5, por estar conectada con la placa del ascensor esta columna en el nivel del sótano tenía una rigidización debida a la reducción de su altura lo que hacia que se formara un punto crítico considerable.

Cuando realizamos la interacción de la placa con el marco considerando la columna acortada, encontramos que el corte que tomaba esta columna era muy grande y resultaba un punto crítico por lo que como explicamos en la estructuración preferimos separar la estructura.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

CORRECCION POR TORSION

La fuerza cortante sísmica actúa en el centro de masas del nivel correspondiente. Cuando el centro de rigideces (R) del nivel no coincide con el centro de masas (M) se produce la torsión en la planta, esta torsión en planta debe considerarse para corregir el valor de los cortantes que se obtienen por distribución proporcional a los valores D. mediante la siguiente deducción obtendremos la expresión que sirve para corregir por torsión el cortante de los diferentes elementos en cada nivel.



Por lo que se puede apreciar, todos los puntos de la planta van a girar alrededor del punto (R). El desplazamiento de cada punto lo descompondremos en dos direcciones paralelas a los ejes coordenados x-y. Despreciando la torsión de cada elemento resistente sobre su propio eje se tiene:

$$\Delta V_n = D_x \cdot \Delta dx$$

$$M = V_t \cdot e = \sum D_x \cdot \Delta dx \cdot y + \sum D_y \cdot \Delta dy \cdot x \dots\dots\dots (1)$$

De la figura vemos que: $\Delta dx = \theta \cdot y$; $\Delta dy = \theta \cdot x$
reemplazando valores en (1) tenemos :

$$V_t \cdot e = \theta (\sum D_x \cdot y^2 + \sum D_y \cdot x^2) \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Hallando } \sum D_x \cdot y^2 = I_x \dots\dots\dots (3)$$

$$\sum D_y \cdot x^2 = I_y \dots\dots\dots (4)$$

reemplazando (3) y (4) en (2) . $V_t \cdot e = \theta (I_x + I_y)$

despejando el valor θ : $\theta = \frac{V_t \cdot e}{I_x + I_y} \dots\dots (5)$

si se considera que estamos analizando la fuerza sísmica en la dirección x-x, el incremento de la fuerza cortante en un elemento será:

$$\Delta V_n = \Delta dx_n \cdot D_{xn}$$

teniendo en cuenta que : $\Delta dx_n = \theta \cdot y$

$$\Delta V_n = D_{xn} \cdot \theta \cdot y$$

; reemplazando el valor de θ de (5) tendremos :

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$\Delta V_n = D_{xn} \cdot \frac{V_t \cdot e}{I_x + I_y} \cdot y \dots\dots\dots (6)$$

La distribución de la fuerza cortante en los diferentes elementos se efectúa de la siguiente manera:

$$V_n = \frac{V_t \cdot D_{xn}}{\sum D_x} \dots\dots\dots V_n \cdot \sum D_x = V_t \cdot D_{xn}$$

sustituyendo esta igualdad en la expresión (6)

$$\Delta V_n = V_n \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} \cdot y$$

sumando el valor V_n y factorizando :

$$(V_n + \Delta V_n) = V_n \left(1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} \cdot y \right)$$

por lo que el factor de corrección esta dado por

$$\alpha = \left(1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} \cdot y \right)$$

Este factor de corrección puede resultar mayor o menor que 1.00; solo se corregirá los cortantes de los elementos que tengan factor de corrección mayor que la unidad.

El procedimiento que hemos seguido para el cálculo de α es el siguiente :

- 1 - Cálculo del centro de masas .- En primer lugar hemos calculado el centro de masas en todos los niveles, de acuerdo a las áreas de las columnas y placas del nivel; para esto hemos pasado un sistema de ejes cartesianos en cada nivel, donde el eje X' pasa por el eje del pórtico secundario B y el eje Y' pasa por el eje del pórtico principal 8 (eje de simetría); a la ordenada del centro de masas la hemos llamado \bar{y} y esta dada por la expresión $\bar{y} = \frac{\sum y \cdot A}{\sum A}$, la abscisa del centro de masas será siempre igual a cero $\bar{x} = 0$, ya que hemos pasado el eje Y' por el eje de simetría.
- 2 - Cálculo del centro de rigideces .- El cálculo del centro de rigideces se efectúa de acuerdo a los valores D_x y D_y de los elementos resistentes. Al igual que para el cálculo del centro de masas hemos pasado un sistema de ejes cartesianos por el eje B (X') y por el eje 8 (Y'). Las ordenadas del centro de rigideces (d_y) están dadas por la siguiente expresión $d_y = \frac{\sum D_x \cdot y}{\sum D_x}$, la abscisa del centro de rigideces será $d_x = 0$, por ser el eje 8 (Y') eje de simetría.
- 3 - Traslado de los ejes cartesianos .- Los ejes cartesianos adoptados para el cálculo del centro de masas y el centro de rigideces deben ser trasladados de tal manera que el punto de origen coincida con el centro de rigideces y de esta manera calcular las nuevas orde-

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

242

nadas y abscisas de los diversos ejes secundarios y principales.

- 4 - Cálculo de I_x e I_y .- De acuerdo a las fórmulas deducidas anteriormente efectuamos el cálculo de los valores I_x e I_y de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$I_x = \sum D_x \cdot y^2 \qquad I_y = \sum D_y \cdot x^2$$

- 5 - Cálculo de e .- La excentricidad esta dada por la diferencia de ordenadas del centro de masas y el centro de rigideces.

$$e = d_y - \bar{y}$$

La excentricidad con respecto al eje X es cero.

- 6 - Cálculo de la expresión $\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y}$.- Calculamos el valor de esta expresión que será constante para el nivel.

- 7 - Cálculo del valor α .- Con el valor de la constante para el nivel (acápite anterior) pasamos a calcular α para los diversos ejes de acuerdo a la fórmula deducida anteriormente y que es:

$$\alpha = 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} \cdot y$$

Posteriormente cuando efectuemos la distribución del corte lo corregiremos con este coeficiente de corrección por rotación (α), de acuerdo a la siguiente expresión :

$$(V_n + \Delta V_n) = \left(\frac{V_t}{D_x} \cdot D_{xn} \right) \alpha_n$$

A continuación presentamos los cálculos necesarios para encontrar el coeficiente de corrección por rotación (α) de acuerdo a los pasos que describen.

Para mayor facilidad de visualización de los valores D, así como de las plantas de los niveles se puede ver las páginas 197 a 205 donde se encuentran los datos necesarios para estos cálculos.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

243

CALCULO DEL CENTRO DE MASAS .-

NIVEL 23.15 m. (7°)

Areas de las columnas .-

$$.30 \times .30 = .090$$

Areas de las placas .-

$$2.65 \times .30 = .795 \text{ m}^2, \quad 1.50 \times .25 = .375 \text{ m}^2$$

$$1.40 \times .15 = .210 \text{ "}, \quad 2.70 \times .25 = .675 \text{ m}^2$$

$$.40 \times .15 = .060 \text{ "}$$

$$\sum A = 32 \times .090 + 4 \times .795 + 2 \times .210 + 2 \times .060 + 4 \times .375 + 2 \times .675 = 9.45$$

$$\begin{aligned} \sum yA &= 6 \times .090 \times 23.85 + 6 \times .090 \times 20.25 + 2 \times .795 \times 15 + 4 \times .090 \times 12.70 + \\ &+ 2 \times .795 \times 12.50 + 2 \times .210 \times 8.375 + 2 \times .060 \times 8.375 + 4 \times .375 \times 7.55 + \\ &+ 7 \times .090 \times 6.90 + 2 \times .675 \times 6.675 = 101.3166 \end{aligned}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum yA}{\sum A}; \quad \bar{y} = \frac{101.316}{9.45} = 10.721 \text{ m.}$$

$$\bar{y} = 10.721 \text{ m.}$$

NIVEL 20.35 m. (6°)

Areas de las columnas .-

$$.30 \times .30 = .090; \quad .40 \times .50 = .200$$

Areas de las placas .- Estas áreas son las mismas que las del nivel anterior .

$$\begin{aligned} \sum A &= 29 \times .090 + 3 \times .200 + 4 \times .795 + 2 \times .210 + 2 \times .060 + 4 \times .375 + \\ &+ 2 \times .675 = 9.78 \end{aligned}$$

$$\sum A = 9.78 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum yA &= 6 \times .090 \times 23.85 + 6 \times .090 \times 20.25 + 2 \times .795 \times 15 + 4 \times .090 \times 12.70 + \\ &+ 2 \times .795 \times 12.50 + 2 \times .210 \times 8.375 + 2 \times .060 \times 8.375 + 4 \times .375 \times 7.55 + \\ &+ 4 \times .090 \times 6.90 + 3 \times .200 \times 6.90 + 2 \times .675 \times 6.675 = 103.593 \end{aligned}$$

$$\sum yA = 103.593 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum yA}{\sum A}; \quad \bar{y} = \frac{103.593}{9.78} = 10.592 \text{ m.}$$

NIVEL 17.55 m. (5°)

Areas de las columnas .-

$$.30 \times .30 = .090; \quad .40 \times .40 = .160; \quad .40 \times .50 = .200 \text{ m}^2$$

Areas de las placas .- Estas áreas son las mismas que las del nivel de 23.15 m.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

264

$$\sum A = 4x.090 + 7x.160 + 21x.200 + 4x.795 + 2x.210 + 2x.060 + 4x.375 + 2x.675 = 12.25$$

$$\sum A = 12.25 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum y A &= 2x.160x23.85 + 4x.090x23.85 + 4x.200x20.25 + 2x.160x20.25 + \\ &+ 2x.795x15 + 4x.200x12.70 + 2x.795x12.50 + 2x.210x8.375 + \\ &+ 2x.060x8.375 + 4x.375x7.55 + 7x.200x6.90 + 2x.675x6.675 = \\ &= 127.3005 \end{aligned}$$

$$\sum y A = 127.3005 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y A}{\sum A}$$

$$; \quad \bar{y} = \frac{127.3005}{12.25} = 10.391$$

$$\bar{y} = 10.391 \text{ m.}$$

NIVEL 14.75 m. (4°)

Areas de columnas .-

$$\begin{aligned} .30 \times .30 &= .090 & ; & .40 \times .50 = .200 \\ .40 \times .40 &= .160 & ; & .40 \times .70 = .280 \end{aligned}$$

Areas de placas .- Estas áreas son iguales a las de Nivel 23.15 m.

$$\begin{aligned} \sum A &= 4x.090 + 7x.160 + 16x.200 + 5x.280 + 4x.795 + 2x.210 + \\ &+ 2x.060 + 4x.375 + 2x.675 = 12.650 \end{aligned}$$

$$\sum A = 12.65 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum y A &= 4x.090x23.85 + 2x.160x23.85 + 2x.200x20.25 + 2x.280x20.25 + \\ &+ 2x.160x20.25 + 2x.795x15 + 4x.200x12.70 + 2x.795x12.50 + \\ &+ 2x.210x8.375 + 2x.060x8.375 + 4x.375x7.55 + 4x.200x6.90 + \\ &+ 3x.280x6.90 + 2x.675x6.675 = 130.1715 \end{aligned}$$

$$\sum y A = 130.1715 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y A}{\sum A}$$

$$; \quad \bar{y} = \frac{130.1715}{12.65} = 10.29$$

$$\bar{y} = 10.29 \text{ m.}$$

NIVEL 11.95 m. (3°)

Areas de columnas .-

$$\begin{aligned} .40 \times .35 &= .140 & ; & .40 \times .50 = .200 \\ .40 \times .40 &= .160 & ; & .40 \times .70 = .280 \end{aligned}$$

Areas de las placas .- Las áreas de las placas son las mismas que las usadas en el nivel 23.15 m.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

245

$$\sum A = 4x.140 + 7x.160 + 14x.200 + 7x.280 + 4x.795 + 2x.210 + 2x.060 + 4x.375 + 2x.675 = 13.01$$

$$\sum A = 13.01 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum yA &= 4x.140x23.85 + 2x.160x23.85 + 2x.200x20.25 + 2x.280x20.25 + \\ &+ 2x.160x20.25 + 2x.795x15 + 2x.200x12.70 + 2x.280x12.70 + \\ &+ 2x.795x12.50 + 2x.210x8.375 + 2x.060x8.375 + 4x.200x6.90 + \\ &+ 3x.280x6.90 + 4x.375x7.55 + 2x.675x6.675 = 138.9985 \end{aligned}$$

$$\sum y A = 138.9985 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y A}{\sum A} ; \quad \bar{y} = \frac{138.9985}{13.01} = 10.683$$

$$\bar{y} = 10.683 \text{ m.}$$

NIVEL 9.15 (2°) y 6.35 m. (1°)

Areas de columnas .-

$$\begin{aligned} .40 \times .35 &= .140 & ; & .40 \times .70 = .280 \\ .40 \times .50 &= .200 & ; & .40 \times .80 = .320 \\ .40 \times .60 &= .240 \end{aligned}$$

Areas de las placas .- Las áreas de las placas son las mismas que - las usadas en el nivel 23.15 m.

$$\sum A = 4x.140 + 2x.200 + 7x.240 + 12x.280 + 7x.320 + 4x.795 + 2x.210 + 2x.060 + 4x.375 + 2x.675 = 14.81$$

$$\sum A = 14.81 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum y A &= 4x.140x23.85 + 2x.240x23.85 + 2x.280x20.25 + 2x.320x20.25 + \\ &+ 2x.240x20.25 + 2x.795x15 + 2x.280x12.70 + 2x.320x12.70 + \\ &+ 2x.795x12.50 + 2x.210x8.375 + 2x.060x8.375 + 4x.375x7.55 + \\ &+ 2x.240x6.90 + 2x.280x6.90 + 3x.320x6.90 + 2x.675x6.675 = \\ &= 156.4465 \end{aligned}$$

$$\sum y A = 156.4465 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y A}{\sum A} ; \quad \bar{y} = \frac{156.4465}{14.81} = 10.563$$

$$\bar{y} = 10.563 \text{ m.}$$

NIVEL 3.55 m. (P.B.)

Areas de las columnas .-

$$\begin{aligned} .40 \times .60 &= .240 & ; & .40 \times .90 = .360 & ; & .60 \times .80 = .480 \\ .40 \times .80 &= .320 & ; & .50 \times .90 = .450 & ; & .25 \times .25 = .0625 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Areas de las placas .-

$$\begin{aligned} 3.85 \times .30 &= 1.155 & ; & & 1.50 \times .25 &= .375 \\ 1.40 \times .15 &= .210 & ; & & 2.70 \times .25 &= .675 \text{ m}^2 \\ .40 \times .15 &= .060 & & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum A &= 6 \times .240 + 9 \times .320 + 4 \times .360 + 11 \times .450 + 2 \times .480 + 3 \times .0625 + \\ &+ 4 \times 1.155 + 2 \times .210 + 2 \times .060 + 4 \times .375 + 2 \times .675 = 19.8675 \end{aligned}$$

$$\sum A = 19.8675 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum y A &= 6 \times .240 \times 23.85 + 4 \times .450 \times 20.25 + 2 \times .320 \times 20.25 + .0625 \times 20.25 + \\ &+ 2 \times 1.155 \times 15 + .0625 \times 15 + 2 \times .320 \times 12.70 + 2 \times .450 \times 12.70 + \\ &+ .0625 \times 12.50 + 2 \times 1.155 \times 12.50 + 2 \times .210 \times 8.375 + 2 \times .060 \times 8.375 + \\ &+ 4 \times .375 \times 7.55 + 2 \times .360 \times 6.90 + 3 \times .450 \times 6.90 + 2 \times .480 \times 6.90 + \\ &+ 2 \times .675 \times 6.675 = 215.597 \end{aligned}$$

$$\sum y A = 215.597 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y A}{\sum A} ; \quad \bar{y} = \frac{215.597}{19.8675} = 10.852$$

$$\bar{y} = 10.852 \text{ m.}$$

NIVEL 0.30 m. (S.)

Areas de las columnas .- $.40 \times .60 = .240$; $.40 \times .80 = .320$
 $.40 \times .90 = .360$; $.50 \times .90 = .450$; $.60 \times .80 = .480$; $.3 \times .40 = .120$

Areas de las placas .- son iguales a las areas del piso anterior .

$$\begin{aligned} \sum A &= 6 \times .240 + 9 \times .320 + 4 \times .360 + 11 \times .450 + 2 \times .480 + 4 \times 1.155 + 2 \times .210 \\ &+ 2 \times .060 + 4 \times .375 + 2 \times .675 + 4 \times .120 = 20.16 \end{aligned}$$

$$\sum A = 20.16 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum y A &= 6 \times .240 \times 23.85 + .120 \times 23.85 + 4 \times .450 \times 20.25 + 2 \times .320 \times 20.25 + \\ &+ .120 \times 20.25 + 2 \times 1.155 \times 15 + .120 \times 15 + 2 \times .320 \times 12.70 + \\ &+ 2 \times .450 \times 12.70 + 2 \times 1.155 \times 12.50 + .120 \times 12.50 + 2 \times .210 \times 8.375 + \\ &+ 2 \times .060 \times 8.375 + 4 \times .375 \times 7.55 + 2 \times .360 \times 6.90 + 3 \times .450 \times 6.90 + \\ &+ 2 \times .480 \times 6.90 + 2 \times .675 \times 6.675 = 221.194 \end{aligned}$$

$$\sum y A = 221.194 \text{ m}^3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y A}{\sum A} ; \quad \bar{y} = \frac{221.194}{20.16} = 10.972$$

$$\bar{y} = 10.972 \text{ m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

247

NIVEL 23.15 (7°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.482+0.803+0.482)] + 20.25 [2 (1.844+2.089+1.844)] +$$

$$+ 15.00 \times 2 \times 0.33 + 12.70 [2 (1.735+2.034)] + 12.50 \times 2 \times 0.33 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 0.23 + 6.90 [2 (0.771+1.586+1.169) + 1.169] =$$

$$= 23.85 \times 3.534 + 20.25 \times 11.554 + 15.00 \times 0.66 + 12.70 \times 7.538 + 12.50 \times 0.66$$

$$+ 7.333 \times 0.46 + 6.90 \times 8.221 = 491.121$$

$$\sum Dx = 3.534 + 11.554 + 0.66 + 7.538 + 0.66 + 0.46 + 8.221$$

$$\sum Dx = 41.575$$

$$dy = \frac{491.121}{41.575} = 11.813$$

La abscisa con respecto al eje 8 (eje de simetría) sera:

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenada con respecto a B | + ordenada del centro de rigidez | = ordenada del eje | Dx |
|------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|
| F | -23.85 | + 11.813 | = -12.037 | 3.534 |
| E | -20.25 | + 11.813 | = - 8.437 | 11.554 |
| placa escalera 1 | -15.00 | + 11.813 | = - 3.187 | 0.66 |
| D | -12.70 | + 11.813 | = - 0.887 | 7.538 |
| placa escalera 2 | -12.50 | + 11.813 | = - 0.687 | 0.66 |
| placa ascensor | - 7.333 | + 11.813 | = 4.480 | 0.46 |
| C | - 6.90 | + 11.813 | = 4.913 | 8.221 |
| B | 0.00 | + 11.813 | = 11.813 | 8.948 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 3.534(12.037)^2 + 11.554(8.437)^2 + 0.66(3.187)^2 + 7.538(0.887)^2$$

$$+ 0.66(0.687)^2 + 0.46(4.480)^2 + 8.221(4.913)^2 + 8.948(11.813)^2$$

$$I_x = 2803.748$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|-----------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 5.799 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 3.450 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 5.796 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 1.725 |
| placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 0.35 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 8.026 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 3.450 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 3.450 |

Los ejes simétricos a los citados tendran las mismas abscisas con signo cambiado.

Cálculo de $I_y = \sum Dy \cdot X^2$

$$I_y = 2 [5.799(18.70)^2 + 3.450(16.00)^2 + 5.796(13.35)^2 + 1.725(12.00)^2 + 0.35(10.89)^2 + 8.026(8.00)^2 + 3.450(4.00)^2 + 3.450(0.0)^2]$$

$$I_y = 9523.060$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{\sum Dx \cdot e}{I_x + I_y} \cdot \gamma \dots\dots\dots (A)$

$$I_x + I_y = 2803.748 + 9523.060 = 12326.808$$

$$\sum Dx = 41.575$$

$$e = 11.813 - 10.721 = 1.092$$

$$\sum Dy = 60.642$$

$$e = 0$$

Con estos datos tenemos que

$$\frac{\sum Dx \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{41.575 \times 1.092}{12326.808} = 0.003683$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la formula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIQ E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.003683) (-12.037) = 1 - 0.0443$$
$$\alpha = 0.9557$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.003683) (-8.437) = 1 - 0.0311$$
$$\alpha = 0.9689$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.003683) (-3.187) = 1 - 0.0117$$
$$\alpha = 0.9882$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.003683) (-0.887) = 1 - 0.0033$$
$$\alpha = 0.9966$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.003683) (-0.687) = 1 - 0.0025$$
$$\alpha = 0.9975$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.003683) (4.480) = 1 + 0.0165$$
$$\alpha = 1.0165$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.003683) (4.913) = 1 + 0.0181$$
$$\alpha = 1.0181$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.003683) (11.813) = 1 + 0.0435$$
$$\alpha = 1.0435$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

230

NIVEL 20.35 (c°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.482+0.803+0.482)] + 20.25 [2 (1.964+2.164+1.964)] +$$

$$+ 15.00 \times 2 \times 2.14 + 12.70 [2 (1.853+2.094)] + 12.50 \times 2 \times 2.14 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 1.88 + 6.90 [2 (0.771+1.586+1.822) + 1.822] =$$

$$= 23.85 \times 3.534 + 20.25 \times 12.184 + 15.00 \times 4.28 + 12.70 \times 7.894 +$$

$$+ 12.50 \times 4.28 + 7.333 \times 3.76 + 6.90 \times 10.180 = 646.776$$

$$\sum Dx = 3.534 + 12.184 + 4.28 + 7.894 + 4.28 + 3.76 + 10.180 + 8.948$$

$$\sum Dx = 55.060$$

$$dy = \frac{646.776}{55.060} = 11.747$$

La abscisa con respecto al eje 8 (eje de simetría) será:

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenada con respecto a B ⁺ | Ordenada del centro de rigidez | = | ordenada del eje | Dx |
|------------------|--|--------------------------------|---|------------------|--------|
| F | -23.85 | + 11.747 | = | -12.103 | 3.534 |
| E | -20.25 | + 11.747 | = | - 8.503 | 12.184 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + 11.747 | = | - 3.253 | 4.28 |
| D | -12.70 | + 11.747 | = | - 0.953 | 7.894 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + 11.747 | = | - 0.753 | 4.28 |
| Placa ascensor | - 7.33 | + 11.747 | = | 4.414 | 3.76 |
| C | - 6.90 | + 11.747 | = | 4.847 | 10.180 |
| B | 0.0 | + 11.747 | = | 11.747 | 8.948 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 3.534(12.103)^2 + 12.184(8.503)^2 + 4.28(3.253)^2 + 7.894(0.953)^2$$

$$+ 4.28(0.753)^2 + 3.76(4.414)^2 + 10.180(4.847)^2 + 8.948(11.747)^2$$

$$I_x = 3000.638$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + Abscisa del centro de rigidez | = Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|
| 2 | -18.70 | + 0.0 | = -18.70 | 2 x 6.109 |
| 3 | -16.00 | + 0.0 | = -16.00 | 2 x 3.730 |
| 4 | -13.35 | + 0.0 | = -13.35 | 2 x 6.109 |
| 5 | -12.00 | + 0.0 | = -12.00 | 2 x 1.865 |
| Placa ascensor | -10.89 | + 0.0 | = -10.89 | 2 x 9.39 |
| 6 | - 8.00 | + 0.0 | = - 8.00 | 2 x 8.294 |
| 7 | - 4.00 | + 0.0 | = - 4.00 | 2 x 7.174 |
| 8 | 0.0 | + 0.0 | = 0.0 | 7.174 |

Los ejes simétricos tienen la misma abscisa en valor numérico y con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum D_y \cdot x^2$

$$I_y = 2 \left[6.109(18.70)^2 + 3.730(16.00)^2 + 6.109(13.35)^2 + 1.865(12.00)^2 + 9.39(10.89)^2 + 8.294(8.00)^2 + 7.174(4.00)^2 + 7.174(0.0)^2 \right]$$

$$I_y = 10703.436$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} \cdot y \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 3000.638 + 10703.436 = 13704.074$$

$$\sum D_x = 55.060 \quad e = 11.747 - 10.592 = 1.155$$

$$\sum D_y = 92.489 \quad e = 0$$

Con estos datos tenemos que

$$\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{55.060 \times 1.155}{13704.074} = 0.004641$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la fórmula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

202

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.004641) (-12.103) = 1 - 0.0562$$

$$\alpha = 0.9438$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.004641) (-8.503) = 1 - 0.0395$$

$$\alpha = 0.9605$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.004641) (-3.253) = 1 - 0.0151$$

$$\alpha = 0.9849$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.004641) (-0.953) = 1 - 0.0044$$

$$\alpha = 0.9956$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.004641) (-0.753) = 1 - 0.0035$$

$$\alpha = 0.9965$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.004641) (4.414) = 1 + 0.0205$$

$$\alpha = 1.0205$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.004641) (4.847) = 1 + 0.0225$$

$$\alpha = 1.0225$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.004641) (11.747) = 1 + 0.0545$$

$$\alpha = 1.0545$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

NIVEL 17.55 (5°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B.

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.482+1.020+0.482)] + 20.25 [2 (4.949+6.447+4.429)] +$$

$$+ 15.00 \times 2 \times 2.69 + 12.70 [2 (4.292+5.865)] + 12.50 \times 2 \times 2.69 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 1.96 + 6.90 [2 (0.990+3.080+1.795) + 1.795] =$$

$$23.85 \times 3.968 + 20.25 \times 31.650 + 15.00 \times 5.38 + 12.70 \times 20.314 +$$

$$+ 12.50 \times 5.38 + 7.333 \times 3.92 + 6.90 \times 13.525 = 1263.557$$

$$\sum Dx = 3.968 + 31.650 + 5.38 + 20.314 + 5.38 + 3.92 + 13.525 + 13.358$$

$$\sum Dx = 97.495$$

$$dy = \frac{1263.557}{97.495} = 12.960$$

La abscisa con respecto al eje B (eje de simetría) será:

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenada con respecto a B | + | ordenada del centro de rigidez | = | Ordenada del eje | Dx |
|------------------|---------------------------|---|--------------------------------|---|------------------|--------|
| F | -23.85 | + | 12.960 | = | -10.890 | 3.968 |
| E | -20.25 | + | 12.960 | = | -7.290 | 31.650 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + | 12.960 | = | -2.040 | 5.38 |
| D | -12.70 | + | 12.960 | = | 0.260 | 20.314 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + | 12.960 | = | 0.460 | 5.38 |
| Placa ascensor | -7.333 | + | 12.960 | = | 5.627 | 3.92 |
| C | -6.90 | + | 12.960 | = | 6.060 | 13.525 |
| B | 0.0 | + | 12.960 | = | 12.960 | 13.358 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 3.968(10.890)^2 + 31.650(7.290)^2 + 5.38(2.040)^2 + 20.314(0.260)^2$$

$$+ 5.38(0.460)^2 + 3.92(5.627)^2 + 13.525(6.060)^2 + 13.358(12.960)^2$$

$$I_x = 5041.921$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisa con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|--------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|------------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 16.131 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 9.258 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 19.278 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 5.309 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 1.38 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 21.391 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 10.618 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 9.259 |

Los ejes simétricos a los citados tendran numéricamente la misma abscisa pero con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum D_y \cdot x^2$

$$I_y = 2 \left[16.13(18.70)^2 + 9.258(16.00)^2 + 19.278(13.35)^2 + 5.309(12.00)^2 + 1.38(10.89)^2 + 21.391(8.00)^2 + 10.618(4.00)^2 + 9.259(0.0)^2 \right]$$

$$I_y = 27636.326$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} y \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 5041.921 + 27636.326 = 32678.247$$

$$\sum D_x = 97.495$$

$$e = 12.960 - 10.391 = 2.569$$

$$\sum D_y = 174.349$$

$$e = 0$$

Con estos datos tenemos que

$$\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{97.495 \times 2.569}{32678.247} = 0.007665$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la fórmula (A) y obtenemos las correcciones por rotacion para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.007665)(-10.890) = 1 - 0.0835$$
$$\alpha = 0.9165$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.007665)(-7.290) = 1 - 0.0559$$
$$\alpha = 0.9441$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.007665)(-2.040) = 1 - 0.0156$$
$$\alpha = 0.9844$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.007665)(0.260) = 1 + 0.0020$$
$$\alpha = 1.0020$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.007665)(0.460) = 1 + 0.0035$$
$$\alpha = 1.0035$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.007665)(5.627) = 1 + 0.0431$$
$$\alpha = 1.0431$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.007665)(6.060) = 1 + 0.0464$$
$$\alpha = 1.0464$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.007665)(12.960) = 1 + 0.0993$$
$$\alpha = 1.0993$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

216

NIVEL 14.75 (4°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.482+1.020+0.482)] + 20.25 [2 (4.949+8.198+4.429)] +$$

$$+ 15.00 \times 2 \times 5.47 + 12.70 [2 (4.292+5.865)] + 12.50 \times 2 \times 5.47 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 4.06 + 6.90 [2 (0.990+3.080+1.933) + 1.933] =$$

$$23.85 \times 3.968 + 20.25 \times 35.152 + 15.00 \times 10.94 + 12.70 \times 20.314 +$$

$$+ 12.50 \times 10.94 + 7.333 \times 8.12 + 6.90 \times 13.939 = 1521.026$$

$$\sum Dx = 3.968 + 35.152 + 10.94 + 20.314 + 10.94 + 8.12 + 13.939 + 13.358$$

$$\sum Dx = 116.731$$

$$dy = \frac{1521.026}{116.731} = 13.030$$

La abscisa con respecto al eje 8 (eje de simetría) será:

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenada con respecto a B | ordenada del centro de rigidez | Ordenada del eje | Dx |
|------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|--------|
| F | -23.85 | + 13.030 | = -10.820 | 3.968 |
| E | -20.25 | + 13.030 | = - 7.220 | 35.125 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + 13.030 | = - 1.970 | 10.94 |
| D | -12.70 | + 13.030 | = 0.330 | 20.314 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + 13.030 | = 0.530 | 10.94 |
| Placa ascensor | - 7.333 | + 13.030 | = 5.697 | 8.12 |
| C | - 6.90 | + 13.030 | = 6.130 | 13.939 |
| B | 0.0 | + 13.030 | = 13.030 | 13.358 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 3.968(10.820)^2 + 35.125(7.220)^2 + 10.94(1.970)^2 + 20.314(0.330)^2 +$$

$$+ 10.94(0.530)^2 + 8.12(5.697)^2 + 13.939(6.130)^2 + 13.358(13.030)^2$$

$$I_x = 5398.553$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|------------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 * 16.131 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 9.258 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 23.812 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 5.309 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 3.00 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 21.391 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 12.128 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 10.769 |

Los ejes simétricos a los citados tendran numericamente las mismas abscisas pero con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum Dy \cdot x^2$

$$I_y = 2 \cdot 16.131(18.70)^2 + 9.258(16.00)^2 + 23.812(13.35)^2 + 5.309(12.00)^2 + 3.00(10.89)^2 + 21.391(8.00)^2 + 12.128(4.00)^2 + 10.769(0.0)^2$$

$$I_y = 29,481.666$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{Dx \cdot e}{I_x + I_y} \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 5398.553 + 29481.666 = 34880.219$$

$$Dx = 116.731 \quad e = 13.030 - 10.290 = 2.740$$

$$Dy = 189.447 \quad = 0$$

Con estos datos tenemos que

$$\frac{Dx \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{116.731 \times 2.740}{34880.219} = 0.009728$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la formula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOZILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



EJE F

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(-10.820) = 1 - 0.1053 \\ \alpha &= 0.8947 \end{aligned}$$

EJE E

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(-7.220) = 1 - 0.0702 \\ \alpha &= 0.9298 \end{aligned}$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(-1.970) = 1 - 0.0192 \\ \alpha &= 0.9808 \end{aligned}$$

EJE D

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(0.330) = 1 + 0.0032 \\ \alpha &= 1.0032 \end{aligned}$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(0.530) = 1 + 0.0052 \\ \alpha &= 1.0052 \end{aligned}$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(5.697) = 1 + 0.0554 \\ \alpha &= 1.0554 \end{aligned}$$

EJE C

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(6.130) = 1 + 0.0596 \\ \alpha &= 1.0596 \end{aligned}$$

EJE B

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 + (0.009728)(13.030) = 1 + 0.1268 \\ \alpha &= 1.1268 \end{aligned}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

250

NIVEL 11.95 (3°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.525+1.020+0.525)] + 20.25 [2 (4.949+8.198+4.429)] +$$

$$15.00 \times 2 \times 9.74 + 12.70 [2 (4.292+7.265)] + 12.50 \times 2 \times 9.74 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 6.55 + 6.90 [2 (0.990+3.080+1.933) + 1.933] =$$

$$23.85 \times 4.140 + 20.25 \times 35.152 + 15.00 \times 19.48 + 12.70 \times 23.114 +$$

$$+ 12.50 \times 19.48 + 7.333 \times 13.10 + 6.90 \times 13.939 = 1823.056$$

$$\sum Dx = 4.140 + 35.152 + 19.48 + 23.114 + 19.48 + 13.10 + 13.939 + 13.358$$

$$\sum Dx = 141.763$$

$$dy = \frac{1823.056}{141.763} = 12.923$$

La abscisa con respecto al eje 8 (eje de simetría) será:

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Ordenada con respecto a B | + | ordenada del centro de rigidez | = | Ordenada del eje | Dx |
|------------------|---------------------------|---|--------------------------------|---|------------------|--------|
| F | -23.85 | + | 12.923 | = | -10.927 | 4.140 |
| E | -20.25 | + | 12.923 | = | -7.327 | 35.152 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + | 12.923 | = | -2.077 | 19.48 |
| D | -12.70 | + | 12.923 | = | 0.223 | 23.114 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + | 12.923 | = | 0.423 | 19.48 |
| Placa ascensor | -7.333 | + | 12.923 | = | 5.590 | 12.20 |
| C | -6.90 | + | 12.923 | = | 6.023 | 13.939 |
| B | 0.0 | + | 12.923 | = | 12.923 | 13.358 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 4.140(10.227)^2 + 35.152(7.327)^2 + 19.48(2.077)^2 + 23.114(0.223)^2 +$$

$$+ 19.48(0.423)^2 + 12.20(5.590)^2 + 13.939(6.023)^2 + 13.358(12.923)^2$$

$$I_x = 5526.517$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|------------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 18.808 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 9.258 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 25.181 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 5.309 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 8.45 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 24.068 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 12.128 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 10.769 |

Los ejes simétricos a los citados tendran numéricamente las mismas abscisas pero con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum D_y \cdot x^2$

$$I_y = 2 [18.808(18.70)^2 + 9.258(16.00)^2 + 25.181(13.35)^2 + 5.309(12.00)^2 + 4.57(10.89)^2 + 24.068(8.00)^2 + 12.128(4.00)^2] + 10.769(0.0)^2 =$$

$$I_y = 32958.120$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} y \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 5526.517 + 32958.120 = 38484.637$$

$$\sum D_x = 141.763 \quad e = 12.923 - 10.683 = 2.240$$

$$\sum D_y = 209.413 \quad e = 0$$

Con estos datos tenemos que

$$\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{141.763 \times 2.240}{38484.637} = 0.008251$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la formula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

261

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.008251)(-10.927) = 1 - 0.0844$$
$$\alpha = 0.9156$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.008251)(-7.327) = 1 - 0.0605$$
$$\alpha = 0.9395$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.008251)(-2.077) = 1 - 0.0171$$
$$\alpha = 0.9829$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.008251)(0.223) = 1 + 0.0018$$
$$\alpha = 1.0018$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.008251)(0.423) = 1 + 0.0035$$
$$\alpha = 1.0035$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.008251)(5.590) = 1 + 0.0461$$
$$\alpha = 1.0461$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.008251)(6.023) = 1 + 0.0497$$
$$\alpha = 1.0497$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.008251)(12.923) = 1 + 0.1066$$
$$\alpha = 1.1066$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

262

NIVEL 9.15 (2°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.525+1.084+0.525)] + 20.25 [2 (5.905+8.894+5.504)] +$$

$$+ 15.00 \times 2 \times 13.83 + 12.70 [2 (4.999+7.813)] + 12.50 \times 2 \times 13.83 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 7.57 + 6.90 [2 (1.039+3.426+9.138) + 9.138] =$$

$$23.85 \times 4.268 + 20.25 \times 40.606 + 15.00 \times 27.66 + 12.70 \times 25.624 +$$

$$+ 12.50 \times 27.66 + 7.333 \times 15.14 + 6.90 \times 36.344 = 2371.758$$

$$\sum Dx = 4.268 + 40.606 + 27.66 + 25.624 + 27.66 + 15.14 + 36.344 + 13.572$$

$$\sum Dx = 190.874$$

$$dy = \frac{2371.758}{190.874} = 12.426$$

La abscisa con respecto al eje 8 (eje de simetría) será:

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenadas con respecto a B | + ordenada del centro de rigidez | = | Ordenada del eje | Dx |
|------------------|----------------------------|----------------------------------|---|------------------|--------|
| F | -23.85 | + 12.426 | = | -11.424 | 4.268 |
| E | -20.25 | + 12.26 | = | - 7.824 | 40.606 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + 12.426 | = | - 2.574 | 27.66 |
| D | -12.70 | + 12.426 | = | -0.274 | 25.624 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + 12.426 | = | -0.074 | 27.66 |
| Placa ascensor | - 7.333 | + 12.426 | = | 5.093 | 15.14 |
| C | - 6.90 | + 12.426 | = | 5.526 | 36.344 |
| B | 0.0 | + 12.426 | = | 12.426 | 13.572 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 4.268(11.424)^2 + 40.606(7.824)^2 + 27.66(2.574)^2 + 25.624(0.274)^2 +$$

$$+ 27.66(0.074)^2 + 15.14(5.093)^2 + 36.344(5.526)^2 + 13.572(12.426)^2$$

$$I_x = 6826.165$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|------------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 25.872 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 15.200 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 33.270 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 6.819 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 4.23 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 37.107 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 14.072 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 13.475 |

Los ejes simétricos a los citados tendran numéricamente las mismas abscisas pero con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum D_y \cdot x^2$

$$I_y = 2 [25.872(18.70)^2 + 15.200(16.00)^2 + 33.270(13.35)^2 + 6.819(12.00)^2 + 4.23(10.89)^2 + 37.107(8.00)^2 + 14.072(4.00)^2] + 13.475(0.0)^2 =$$

$$I_y = 45703.004$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} y \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 6826.165 + 45703.004 = 52529.169$$

$$\sum D_x = 190.874 \quad e = 12.426 - 10.563 = 1.863$$

$$\sum D_y = 284.855 \quad e = 0$$

Con estos datos tenemos que

$$\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{190.874 \times 1.863}{52529.169} = 0.006770$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la fórmula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

264

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.006770)(-11.424) = 1 - 0.0773$$
$$\alpha = 0.9227$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.006770)(-7.824) = 1 - 0.0530$$
$$\alpha = 0.9470$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.006770)(-2.574) = 1 - 0.0174$$
$$\alpha = 0.9826$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.006770)(-0.274) = 1 - 0.0018$$
$$\alpha = 0.9982$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.006770)(-0.074) = 1 - 0.0005$$
$$\alpha = 0.9995$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.006770)(5.093) = 1 + 0.0345$$
$$\alpha = 1.0345$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.006770)(5.526) = 1 + 0.0374$$
$$\alpha = 1.0374$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.006770)(12.426) = 1 + 0.0841$$
$$\alpha = 1.0841$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

265

NIVEL 6.35 (1°)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$23.85 [2 (0.525+1.048+0.525)] + 20.25 [2 (5.905+8.894+6.144)] +$$

$$+ 15.00 \times 2 \times 34.05 + 12.70 [2 (4.999+7.813)] + 12.50 \times 2 \times 34.05 +$$

$$+ 7.333 \times 2 \times 11.56 + 6.90 [2 (1.039+3.426+9.138) + 9.138] =$$

$$= 23.85 \times 4.268 + 20.25 \times 41.886 + 15.00 \times 68.10 + 12.70 \times 25.624 + 12.50 \times 68.10 +$$

$$+ 7.333 \times 23.12 + 6.90 \times 36.344 = 3568.531$$

$$\sum Dx = 4.268 + 41.886 + 68.10 + 25.624 + 68.10 + 23.12 + 36.344 +$$

$$+ 13.572 = 281.014 \quad \dots \sum Dx = 281.014 ; \quad cy = \frac{3568.531}{281.014} = 12.699$$

La abscisa con respecto al eje B (eje de simetría) será :

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Ordenadas con respecto a B | + ordenada del centro de rigidez | = ordenada del eje | Dx |
|------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------|--------|
| F | -23.85 | + 12.699 | = -11.151 | 4.268 |
| E | -20.25 | + 12.699 | = - 7.551 | 41.886 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + 12.699 | = - 2.301 | 68.10 |
| D | -12.70 | + 12.699 | = - 0.001 | 25.624 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + 12.699 | = 0.199 | 68.10 |
| Placa ascensor | - 7.333 | + 12.699 | = 5.366 | 23.12 |
| C | - 6.90 | + 12.699 | = 5.799 | 36.344 |
| B | 0.0 | + 12.699 | = 12.699 | 13.572 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$I_x = 4.268 (11.151)^2 + 41.886 (7.551)^2 + 68.10 (2.301)^2 +$$

$$+ 25.624 (0.001)^2 + 68.10 (0.199)^2 + 23.12 (5.366)^2 +$$

$$+ 36.344 (5.799)^2 + 13.572 (12.699)^2 = 7928.968$$

$$I_x = 7928.968$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|------------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 25.872 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 15.200 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 33.270 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 6.819 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 10.19 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 40.251 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 14.072 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 13.475 |

Los ejes simétricos a los citados tendran numéricamente las mismas abscisas pero con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum Dy \cdot x^2$

$$I_y = 2 [25.872(18.70) + 15.200(16.00) + 33.270(13.35) + 6.819(12.00) + 10.19(10.89) + 40.251(8.00) + 14.072(4.00)] + 13.475 (0.0) =$$

$$I_y = 47604.440$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{Dx \cdot e}{Ix + Iy} y \dots \dots \dots (A)$

$$Ix + Iy = 7928.968 + 47604.440 = 55533.408$$

$$\sum Dx = 281.014 \quad e = 12.699 - 10.563 = 2.136$$

$$\sum Dy = 303.783 \quad e = 0$$

Con estos datos tenemos que :

$$\frac{\sum Dx \cdot e}{Ix + Iy} = \frac{281.014 \times 2.136}{55533.408} = 0.010809$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la fórmula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

267

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.010809)(-11.151) = 1 - 0.1205$$
$$\alpha = 0.8795$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.010809)(-7.551) = 1 - 0.0816$$
$$\alpha = 0.9184$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.010809)(-2.301) = 1 - 0.0249$$
$$\alpha = 0.9751$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.010809)(-0.001) = 1 - 0.0$$
$$\alpha = 1.0000$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.010809)(0.199) = 1 + 0.0022$$
$$\alpha = 1.0022$$

EJE PLACA ASCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.010809)(5.366) = 1 + 0.0580$$
$$\alpha = 1.0580$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.010809)(5.799) = 1 + 0.0627$$
$$\alpha = 1.0627$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.010809)(12.699) = 1 + 0.1373 = 1.1373$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

268

NIVEL 3.55 (P.B.)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$\begin{aligned}
 & 23.85 [2 (3.54+5.21+3.54)] + 20.25 [2 (7.78+12.11+7.34) + 0.92] + \\
 & + 15.00 \times 2 \times 81.42 + 15.00 \times 0.94 + 12.70 [2 (6.69+10.09) + 0.93] + \\
 & + 12.50 \times 2 \times 81.42 + 7.333 \times 2 \times 18.12 + 6.90 [2 (10.93 + 13.55 + 11.07) + 9.80] \\
 & = 23.85 \times 24.58 + 20.25 \times 55.38 + 15.00 \times 162.84 + 15.00 \times 0.94 + \\
 & + 12.70 \times 34.49 + 12.50 \times 162.84 + 7.333 \times 36.24 + 6.90 \times 80.90 = \\
 & = 586.233 + 1121.445 + 2442.600 + 14.100 + 438.023 + 2035.500 + \\
 & + 265.748 + 558.210 = 7461.859
 \end{aligned}$$

$$\sum Dx = 24.58 + 55.38 + 162.84 + 0.94 + 34.49 + 162.84 + 36.24 + 80.90 + 36.14 = 594.35$$

$$dy = \frac{7461.859}{594.35} = 12.555$$

La abscisa con respecto al eje B (eje de simetría) será :

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenadas con respecto a B | + | ordenada del centro de rigidez | = | Ordenada del eje | Dx |
|------------------|----------------------------|---|--------------------------------|---|------------------|--------|
| F | -23.85 | + | 12.555 | = | -11.295 | 24.58 |
| E | -20.25 | + | 12.555 | = | -7.695 | 55.38 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + | 12.555 | = | -2.445 | 163.78 |
| D | -12.70 | + | 12.555 | = | -0.145 | 34.49 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + | 12.555 | = | 0.055 | 162.84 |
| Placa ascensor | -7.333 | + | 12.555 | = | 5.222 | 36.24 |
| C | -6.90 | + | 12.555 | = | 5.655 | 80.90 |
| B | 0.00 | + | 12.555 | = | 12.555 | 36.14 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$\begin{aligned}
 I_x = & 24.58 (11.295)^2 + 55.38 (7.695)^2 + 163.78 (2.445)^2 + 34.49 (0.145)^2 \\
 & + 162.84 (0.055)^2 + 36.24 (5.222)^2 + 80.90 (5.655)^2 + 36.14 (12.555)^2 =
 \end{aligned}$$

$$I_x = 16663.117$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado.

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisa del centro de rigidez | = | Abscisa del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-----------------|-----------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 38.28 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 50.38 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 38.52 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 8.41 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 18.47 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 56.78 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 17.67 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 29.33 |

Los ejes simétricos a los citados tendran numéricamente las mismas abscisas pero con signo contrario .

Cálculo de $I_y = \sum D_y \cdot x^2$

$$I_y = 2 [38.28(18.70)^2 + 50.38(16.00)^2 + 38.52(13.35)^2 + 8.41(12.00)^2 + 18.47(10.89)^2 + 56.78(8.00)^2 + 17.67(4.00)^2] + 29.33(0.0)^2 = 81336.454$$

$$I_y = 81336.454$$

Cálculo de $\alpha = 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} y \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 16663.117 + 81336.454 = 97999.571$$

$$\sum D_x = 594.35 \quad e = 12.555 - 10.852 = 1.703$$

$$\sum D_y = 489.75 \quad e = 0.0$$

Con estos datos tenemos que :

$$\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{594.35 \times 1.703}{97999.571} = 0.010328$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la formula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación .

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

270

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.010328)(-11.295) = 1 - 0.1167$$
$$\alpha = 0.8833$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.010328)(-7.695) = 1 - 0.0795$$
$$\alpha = 0.9205$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.010328)(-2.445) = 1 - 0.0253$$
$$\alpha = 0.9747$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.010328)(-0.145) = 1 - 0.0015$$
$$\alpha = 0.9985$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.010328)(0.055) = 1 + 0.0006$$
$$\alpha = 1.0006$$

EJE PLACA ESCENSOR

$$\alpha = 1 + (0.010328)(5.222) = 1 + 0.0539$$
$$\alpha = 1.0539$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.010328)(5.655) = 1 + 0.0584$$
$$\alpha = 1.0584$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.010328)(12.555) = 1 + 0.1297$$
$$\alpha = 1.1297$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

271

NIVEL 0.30 (S.)

Cálculo del centro de rigidez

Cálculo de la ordenada con respecto al eje B

Momento con respecto al eje B

$$\begin{aligned}
 & 23.85 [2 (7.57+9.27+8.88) + 3.12] + 20.25 [2 (15.68+19.51+10.97) + \\
 & + 3.12] + 15.00 \times 2 \times 178.85 + 15.00 \times 3.19 + 12.70 [2 (10.79+17.98)+3.19] + \\
 & + 12.50 \times 2 \times 178.85 + 7.333 \times 2 \times 58.73 + 6.90 [2 (19.92+25.25+28.79)+21.80] = \\
 & = 23.85 \times 54.56 + 20.25 \times 95.64 + 15.00 \times 357.70 + 15.00 \times 3.19 + \\
 & + 12.70 \times 60.73 + 12.50 \times 357.70 + 7.333 \times 117.46 + 6.90 \times 169.72 = \\
 & = 15926.239
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum Dx &= 54.46 + 95.64 + 357.70 + 3.19 + 60.73 + 357.70 + 117.46 + \\
 & + 169.72 + 72.29 = 1288.89
 \end{aligned}$$

$$dy = \frac{15926.239}{1288.89} = 12.357$$

La abscisa con respecto al eje 8 (eje de simetría) será :

$$dx = 0$$

Ordenadas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | ordenada con respecto a B + | ordenada del centro de rigidez | = | ordenada del eje | Dx |
|------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|------------------|--------|
| F | -23.85 | + 12.357 | = | -11.493 | 54.46 |
| E | -20.25 | + 12.357 | = | - 7.893 | 95.64 |
| Placa escalera 1 | -15.00 | + 12.357 | = | - 2.643 | 360.89 |
| D | -12.70 | + 12.357 | = | - 0.343 | 60.73 |
| Placa escalera 2 | -12.50 | + 12.357 | = | - 0.143 | 357.70 |
| Placa ascensor | - 7.333 | + 12.357 | = | 5.024 | 117.46 |
| C | - 6.90 | + 12.357 | = | 5.457 | 169.72 |
| B. | 0.0 | + 12.357 | = | 12.357 | 72.29 |

Cálculo de $I_x = \sum Dx \cdot y^2$

$$\begin{aligned}
 I_x &= 54.46(11.493)^2 + 95.64(7.893)^2 + 360.89(2.643)^2 + 60.73(0.343)^2 + \\
 & + 357.70(0.143)^2 + 117.46(5.024)^2 + 169.72(5.457)^2 + 72.29(12.357)^2
 \end{aligned}$$

$$I_x = 34744.506$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Abscisas de los elementos con respecto al centro hallado

| EJE | Abscisas con respecto a 8 | + | Abscisas del centro de rigidez | = | Abscisas del eje | Dy |
|----------------|---------------------------|---|--------------------------------|---|------------------|------------|
| 2 | -18.70 | + | 0.0 | = | -18.70 | 2 x 88.37 |
| 3 | -16.00 | + | 0.0 | = | -16.00 | 2 x 97.82 |
| 4 | -13.35 | + | 0.0 | = | -13.35 | 2 x 102.03 |
| 5 | -12.00 | + | 0.0 | = | -12.00 | 2 x 22.59 |
| Placa ascensor | -10.89 | + | 0.0 | = | -10.89 | 2 x 55.54 |
| 6 | - 8.00 | + | 0.0 | = | - 8.00 | 2 x 147.83 |
| 7 | - 4.00 | + | 0.0 | = | - 4.00 | 2 x 50.65 |
| 8 | 0.0 | + | 0.0 | = | 0.0 | 87.89 |

Los ejes simétricos a los citados tendrán numericamente las mismas abscisas pero con signo contrario.

Cálculo de $I_y = \sum D_y \cdot x^2$

$$I_y = 2 \cdot 88.37(18.70)^2 + 97.82(16.00)^2 + 102.03(13.35)^2 + 22.59(12.00)^2 + 55.54(10.89)^2 + 147.83(8.00)^2 + 50.65(4.00)^2 + 0.0$$

$$I_y = 185430.486$$

Cálculo de $= 1 + \frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} \dots \dots \dots (A)$

$$I_x + I_y = 34744.506 + 185430.486 = 220174.992$$

$$\sum D_x = 1288.89 \quad e = 12.357 - 10.972 = 1.385$$

$$\sum D_y = 1191.85 \quad e = 0$$

Con estos datos tenemos que :

$$\frac{\sum D_x \cdot e}{I_x + I_y} = \frac{1288.89 \times 1.385}{220174.992} = 0.008107$$

Luego efectuamos los reemplazos respectivos en la fórmula (A) y obtenemos las correcciones por rotación para cada eje como se aprecia a continuación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

273

EJE F

$$\alpha = 1 + (0.008107)(-11.493) = 1 - 0.0932$$
$$\alpha = 0.9068$$

EJE E

$$\alpha = 1 + (0.008107)(-7.893) = 1 - 0.0640$$
$$\alpha = 0.9360$$

EJE PLACA ESCALERA 1

$$\alpha = 1 + (0.008107)(-2.643) = 1 - 0.0214$$
$$\alpha = 0.9786$$

EJE D

$$\alpha = 1 + (0.008107)(-0.343) = 1 - 0.0028$$
$$\alpha = 0.9972$$

EJE PLACA ESCALERA 2

$$\alpha = 1 + (0.008107)(-0.143) = 1 - 0.0012$$
$$\alpha = 0.9988$$

EJE PLACA ASCENSCOR

$$\alpha = 1 + (0.008107)(5.024) = 1 + 0.0407$$
$$\alpha = 1.0407$$

EJE C

$$\alpha = 1 + (0.008107)(5.457) = 1 + 0.0442$$
$$\alpha = 1.0442$$

EJE B

$$\alpha = 1 + (0.008107)(12.357) = 1 + 0.1002$$
$$= 1.1002$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Tabla N°3.- Valores de los términos de corrección, Y_2 y Y_3 .

| α_2 | α_3 | u | g | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | .7 | .8 | .9 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
|------------|------------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 2.0 | | | | .25 | .15 | .15 | .10 | .10 | .10 | .10 | .10 | .05 | .05 | .05 | .05 | 0 | 0 |
| 1.8 | | | | .20 | .15 | .10 | .10 | .10 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | 0 | 0 | 0 |
| 1.6 | 0.4 | | | .15 | .10 | .10 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.4 | 0.6 | | | .10 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | .05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.2 | 0.8 | | | .05 | .05 | .05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.0 | 1.0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.8 | 1.2 | | | -.05 | -.05 | -.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.6 | 1.4 | | | -.10 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 1.6 | | | -.15 | -.10 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.8 | | | -.20 | -.15 | -.10 | -.10 | -.10 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2.0 | | | -.25 | -.15 | -.15 | -.10 | -.10 | -.10 | -.10 | -.10 | -.05 | -.05 | -.05 | -.05 | 0 | 0 |

Cálculo de los puntos de inflexión (Sentido Y) .-

| Nivel: 23.15 m. $\alpha_2=0$ $Y_2=0$ $\alpha_3=0$ $Y_3=0$ | | | | | Niv. 20.35m. $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $\alpha_3=1$ $Y_3=0$ | | | Niv. 17.55m. $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $\alpha_3=1$ $Y_3=0$ | | | Niv. 14.75m. $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $\alpha_3=1$ $Y_3=0$ | | | |
|---|----------------|-------|------------|-------|--|----------------|-------|--|----------------|-------|--|----------------|-------|-----|
| Elem. | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | α_1 | Y_1 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y |
| 5 B | 5.04 | .50 | .474 | .05 | .55 | 6.84 | .50 | .50 | 1.11 | .46 | .46 | 1.11 | .50 | .50 |
| 6 B | 5.04 | .50 | .474 | .05 | .55 | 6.84 | .50 | .50 | 1.11 | .46 | .46 | 1.11 | .50 | .50 |
| 6 C | 11.02 | .50 | .476 | .00 | .50 | 14.93 | .50 | .50 | 2.42 | .50 | .50 | 2.42 | .50 | .50 |
| 6 D | 1.18 | .41 | .581 | .05 | .46 | 1.49 | .45 | .45 | 1.49 | .47 | .47 | 1.49 | .50 | .50 |
| 6 D' | 1.26 | .41 | .571 | .06 | .47 | 1.61 | .45 | .45 | 1.61 | .48 | .48 | 1.61 | .50 | .50 |
| 6 E | 16.42 | .50 | .474 | .00 | .50 | 22.28 | .50 | .50 | 7.05 | .50 | .50 | 7.05 | .50 | .50 |
| 6 F | 9.67 | .50 | .474 | .05 | .55 | 13.11 | .50 | .50 | 13.11 | .50 | .50 | 13.11 | .50 | .50 |

| Niv. 11.95m. $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $\alpha_3=1$ $Y_3=0$ | | | Niv. 9.15m. $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $\alpha_3=1$ $Y_3=0$ | | | Niv. 6.35 m. $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ | | | | | | | |
|--|----------------|-------|---|----------------|-------|--------------------------------------|----------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----|
| Elem. | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | α_1 | Y_1 | α_3 | Y_3 | Y |
| 5 B | 1.11 | .50 | .50 | 0.40 | .45 | .45 | 0.40 | .50 | 1.00 | .00 | 1.16 | .00 | .50 |
| 6 B | 1.11 | .50 | .50 | 0.40 | .45 | .45 | 0.40 | .50 | 1.00 | .00 | 1.16 | .00 | .50 |
| 6 C | 2.42 | .50 | .50 | 0.88 | .50 | .50 | 1.24 | .50 | .55 | .05 | 1.16 | .00 | .55 |
| 6 D | 1.49 | .50 | .50 | 1.49 | .50 | .50 | 2.19 | .50 | .515 | .05 | 1.16 | .00 | .55 |
| 6 D' | 1.61 | .50 | .50 | 1.61 | .50 | .50 | 1.61 | .50 | 1.00 | .00 | 1.16 | .00 | .50 |
| 6 E | 7.05 | .50 | .50 | 2.08 | .50 | .50 | 2.08 | .50 | 1.00 | .00 | 1.16 | .00 | .50 |
| 6 F | 4.74 | .50 | .50 | 4.74 | .50 | .50 | 4.74 | .50 | 1.00 | .00 | 1.16 | .00 | .50 |

Nivel : 3.55 m. PLANTA BAJA

| Elem | $\bar{k}x10^2$ | Y_2 | α_1 | Y_1 | α_2 | Y_2 | α_3 | Y_3 | Y |
|------|----------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----|
| 5 B | 0.22 | .64 | 1.00 | .05 | .86 | -.02 | 1.14 | -.02 | .65 |
| 6 B | 0.17 | .71 | 1.00 | .05 | .86 | -.02 | 1.14 | -.02 | .72 |
| 6 C | 0.54 | .55 | .54 | .15 | .86 | .00 | 1.14 | .00 | .40 |
| 6 D | 1.75 | .50 | .51 | .07 | .86 | .00 | .86 | .00 | .43 |
| 6 D' | 1.29 | .50 | 1.00 | .00 | .86 | .00 | .86 | .00 | .50 |
| 6 E | 1.02 | .50 | 1.00 | .00 | .86 | .00 | .86 | .00 | .50 |
| 6 F | 3.06 | .50 | .30 | .05 | .86 | .00 | .86 | .00 | .55 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CAÇERES BRUZZONE AURELIO A.

| Nivel : 0.33 m. SOTANO | | | | | |
|------------------------|----------------|-------|------------|-------|-----|
| Elem. | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | α_2 | Y_2 | Y |
| 5 B | 0.24 | .96 | .88 | -.02 | .94 |
| 6 B | 1.92 | .61 | .88 | -.02 | .59 |
| 6 C | 0.29 | .91 | .88 | -.02 | .89 |
| 6 D | 1.02 | .65 | 1.16 | .00 | .65 |
| 6 D' | 1.11 | .64 | 1.16 | .00 | .64 |
| 6 E | 0.77 | .70 | 1.16 | .00 | .70 |
| 6 F | 3.54 | .55 | 1.16 | .00 | .55 |

Cálculo de los puntos de inflexión en el sentido X .-

| Nivel: 23.15m. $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ $\alpha_3=1$ $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $Y_3=0$ | | | Niv. 20.35 m. $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=1$ $Y_1=Y_2=Y_3=0$ | | | Niv. 17.55m. $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=1$ $Y_1=Y_2=Y_3=0$ | | | Niv. 14.75 m. $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=1$ $Y_1=Y_2=Y_3=0$ | | | |
|---|----------------|-------|--|----------------|-------|---|----------------|-------|--|----------------|-------|-----|
| Elem. | $\bar{k}x10^4$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^4$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^4$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^4$ | Y_0 | Y |
| B 3 | .81 | .35 | .35 | .81 | .40 | .40 | .25 | .32 | .32 | .25 | .38 | .38 |
| B 5 | 1.62 | .43 | .43 | 1.62 | .45 | .45 | .42 | .40 | .40 | .42 | .41 | .41 |
| B 6 | 1.62 | .43 | .43 | 1.62 | .45 | .45 | .42 | .40 | .40 | .42 | .41 | .41 |
| B 7 | 1.62 | .43 | .43 | 1.62 | .45 | .45 | .42 | .40 | .40 | .42 | .41 | .41 |
| B 8 | 1.62 | .43 | .43 | 1.62 | .45 | .45 | .50 | .40 | .40 | .50 | .45 | .45 |

| Niv. 11.95m. $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=1$ $Y_1=Y_2=Y_3=0$ | | | Niv. 9.15m. $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=1$ $Y_1=Y_2=Y_3=0$ | | | Nivel: 6.35 m. $\alpha_2=1$ $Y_2=0$ $\alpha_1=1$ $Y_1=0$ | | | | | |
|---|----------------|-------|--|----------------|-------|--|----------------|-------|------------|-------|-----|
| Elem | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | Y | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | α_3 | Y_3 | Y |
| B 3 | .25 | .42 | .42 | .21 | .45 | .45 | .21 | .50 | 1.16 | -.02 | .48 |
| B 5 | .42 | .45 | .45 | .29 | .45 | .45 | .29 | .50 | 1.16 | -.02 | .48 |
| B 6 | .42 | .45 | .45 | .29 | .45 | .45 | .29 | .50 | 1.16 | -.02 | .48 |
| B 7 | .42 | .45 | .45 | .29 | .45 | .45 | .29 | .50 | 1.16 | -.02 | .48 |
| B 8 | .50 | .45 | .45 | .34 | .45 | .45 | .34 | .50 | 1.16 | .00 | .50 |

| Nivel: 3.55 m. | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----|
| Elem. | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | α_1 | Y_1 | α_2 | Y_2 | α_3 | Y_3 | Y |
| B 3 | 13.12 | .50 | .01 | .00 | .86 | .00 | 1.14 | .00 | .50 |
| B 5 | 14.77 | .50 | .49 | .00 | .86 | .00 | 1.14 | .00 | .50 |
| B 6 | 28.84 | .50 | .49 | .00 | .86 | .00 | 1.14 | .00 | .50 |
| B 7 | 13.12 | .50 | .49 | .00 | .86 | .00 | 1.14 | .00 | .50 |
| B 8 | 13.12 | .50 | .49 | .00 | .86 | .00 | 1.14 | .00 | .50 |

| Nivel : 0.30 m. | | | | | |
|-----------------|----------------|-------|------------|-------|-----|
| Elem. | $\bar{k}x10^2$ | Y_0 | α_2 | Y_2 | Y |
| B 3 | 9.47 | .55 | .88 | .00 | .55 |
| B 5 | 0.58 | .75 | .88 | .00 | .75 |
| B 6 | 0.29 | .91 | .88 | -.02 | .89 |
| B 7 | 0.65 | .72 | .88 | .00 | .72 |
| B 8 | .42 | .79 | 1.16 | .00 | .79 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

277

CALCULO DEL CORTE Y MOMENTO POR SISMO

Una vez obtenidos los valores del corte por nivel, el valor D de los elementos resistentes, la corrección por torsión (α), los puntos de inflexión (y), se sigue el siguiente procedimiento para el cálculo de los cortes y momentos de los elementos estructurales.

- 1 - Cálculo del corte por unidad de D en el nivel .- El corte del nivel se divide entre la suma de los valores D del nivel en el sentido correspondiente y se obtiene el corte por unidad de D como señala la siguiente expresión:

$$V / \text{u. de } D = \frac{V_t}{\sum D}$$

- 2 - Corte en las columnas .- El corte en las columnas esta dado por el producto del valor del corte por unidad de D en el nivel y sentido correspondiente por el valor D de la columna de la cual se esta hallando el corte de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_n = (V/\text{u. de } D) \cdot D = \frac{V_t}{\sum D} \cdot D$$

- 3 - Corrección del corte por torsión .- La corrección del corte de las columnas por torsión debe hacerse de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_{c_n} = \alpha_n \cdot \frac{V_t}{\sum D} \cdot D_n$$

$$V_{c_n} = \alpha_n \cdot V_n$$

Lo que significa multiplicar el corte distribuido a los elementos resistentes de acuerdo a su valor D, por el coeficiente de corrección por torsión .

- 4 - Cálculo del factor V_h .- Luego de haber hallado el corte corregido por torsión de las columnas se halla el factor V_h de estas columnas, es decir el producto del corte corregido por torsión que toma la columna por su altura.

- 5 - Cálculo de los momentos en las columnas .-

El momento en las columnas se nombra como: Momento en la parte superior (M_T) y momento en la parte inferior (M_B) y se calculan estos, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$M_B = (V_c h) y$$

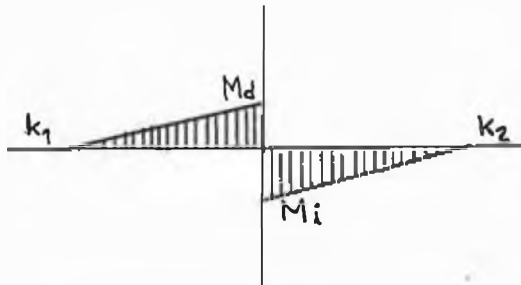
$$M_T = V_c h - M_B$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Lo que significa que el momento inferior de la columna se obtiene multiplicando el valor $V h$ por el punto de inflexión, el momento superior de la columna esta dado por la diferencia del factor $V_c h$ menos el momento inferior.

6 - Cálculo del momento en las vigas .-

Una vez calculado el momento en las columnas por medio del equilibrio de los nudos, se distribuye el momento en las vigas proporcionalmente a sus rigideces de la manera siguiente:

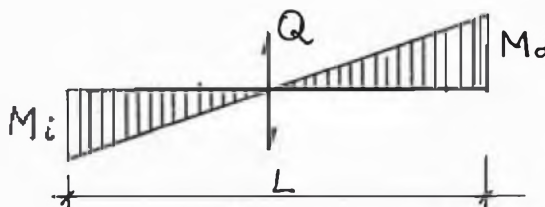


$$M_d = \sum M_c \cdot \frac{k_1}{k_1 + k_2}$$

$$M_i = \sum M_c \cdot \frac{k_2}{k_1 + k_2}$$

7 - Cálculo del corte en las vigas .-

El corte en las vigas esta dado por la suma de los momentos (izquierdo más derecho) dividido entre la longitud de la viga de acuerdo con la siguiente expresión.



$$Q = \frac{M_i + M_d}{L}$$

A continuación realizamos el cálculo del y momentos de los pórticos 6 y B.

Hay que anotar que los pórticos principales no tienen corrección por torsión por razones de simetría.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

279

CALCULO DEL CORTE Y MOMENTOS POR SISEC (PORTICO 6).-

| NIVEL | V | D columnas + 2 D ascensor | T por unidad de D |
|----------|-------|---------------------------|-----------------------------|
| 23.15(7) | 71.2 | 89.47 | 71.2/89.47 = 0.796 T/u.de D |
| 20.35(6) | 144.2 | 122.52 | 144.2/122.52= 1.177 " |
| 17.55(5) | 209.2 | 203.91 | 209.2/203.91= 1.026 " |
| 14.75(4) | 265.8 | 219.24 | 265.8/219.24= 1.212 " |
| 11.95(3) | 313.4 | 243.13 | 313.4/243.13= 1.289 " |
| 9.15(2) | 352.2 | 310.32 | 352.2/310.32= 1.135 " |
| 6.35(1) | 382.0 | 332.61 | 382.0/332.61= 1.148 " |
| 3.55(P) | 405.0 | 502.86 | 405.0/502.86= 0.805 " |
| 0.30(S) | 419.7 | 1192.84 | 419.7/1192.84=0.352 " |

Cálculo del corte en las columnas .-

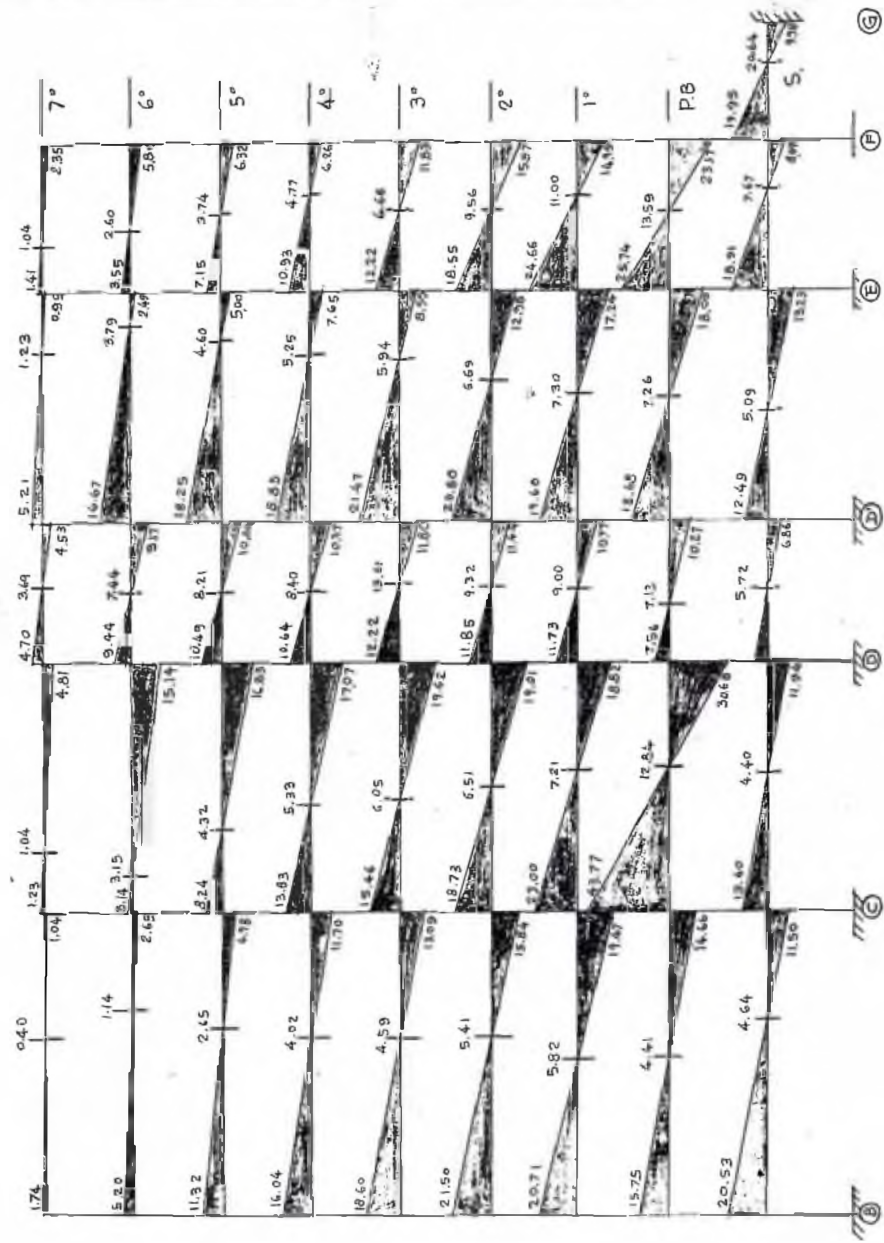
| N | T/u.D | D | | | | | | V | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 6B | 6C | 6D | 6D' | 6E | 6F | 6B | 6C | 6D | 6D' | 6E | 6F |
| 7 | 0.796 | 1.73 | 2.04 | 7.90 | 8.24 | 2.15 | 2.12 | 1.38 | 1.62 | 6.29 | 6.56 | 1.71 | 1.68 |
| 6 | 1.177 | 1.87 | 2.13 | 9.09 | 9.50 | 2.21 | 2.09 | 2.20 | 2.51 | 10.70 | 11.18 | 2.60 | 2.46 |
| 5 | 1.026 | 5.31 | 8.15 | 9.09 | 9.50 | 5.93 | 2.00 | 5.45 | 8.36 | 9.33 | 9.75 | 6.08 | 2.05 |
| 4 | 1.212 | 5.31 | 8.15 | 9.09 | 9.50 | 5.93 | 2.00 | 6.44 | 9.88 | 11.02 | 11.51 | 7.19 | 2.42 |
| 3 | 1.289 | 5.31 | 8.15 | 9.09 | 9.50 | 5.93 | 4.68 | 6.84 | 10.51 | 11.72 | 12.25 | 7.64 | 6.03 |
| 2 | 1.135 | 6.82 | 12.49 | 9.09 | 9.50 | 13.11 | 4.68 | 7.74 | 14.18 | 10.32 | 10.78 | 14.88 | 5.31 |
| 1 | 1.148 | 6.82 | 15.64 | 11.13 | 9.50 | 13.11 | 4.68 | 7.83 | 17.95 | 12.78 | 10.91 | 15.05 | 5.37 |
| P. | 0.805 | 6.54 | 19.62 | 12.45 | 10.45 | 17.33 | 13.29 | 5.26 | 15.79 | 10.02 | 8.41 | 13.95 | 10.70 |
| S. | 0.352 | 15.40 | 42.15 | 15.56 | 16.03 | 32.06 | 21.45 | 5.42 | 14.84 | 5.48 | 5.64 | 11.28 | 7.55 |

| N | V h | | | | | | v | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 6B | 6C | 6D | 6D' | 6E | 6F | 6B | 6C | 6D | 6D' | 6E | 6F |
| 7 | 3.86 | 4.54 | 17.61 | 18.37 | 4.79 | 4.70 | .55 | .50 | .46 | .47 | .50 | .50 |
| 6 | 6.16 | 7.03 | 29.96 | 31.30 | 7.28 | 6.89 | .50 | .50 | .45 | .45 | .50 | .50 |
| 5 | 15.26 | 23.40 | 26.12 | 27.30 | 17.02 | 5.76 | .46 | .50 | .47 | .48 | .50 | .50 |
| 4 | 18.03 | 27.66 | 30.86 | 32.23 | 20.13 | 6.78 | .50 | .50 | .50 | .50 | .50 | .50 |
| 3 | 19.15 | 29.43 | 32.82 | 34.30 | 21.39 | 16.88 | .50 | .50 | .50 | .50 | .50 | .50 |
| 2 | 21.67 | 39.70 | 28.90 | 30.18 | 41.66 | 14.87 | .45 | .50 | .50 | .50 | .50 | .50 |
| 1 | 21.92 | 50.26 | 35.78 | 30.55 | 42.14 | 15.04 | .50 | .55 | .55 | .50 | .50 | .50 |
| P. | 17.10 | 51.32 | 32.57 | 27.33 | 45.34 | 34.78 | .72 | .40 | .43 | .50 | .50 | .55 |
| S. | 20.05 | 41.55 | 15.34 | 15.79 | 31.58 | 21.14 | .59 | .89 | .65 | .64 | .70 | .55 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| | M O N E N T O S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 6E | | 6D | | 6C | | 6B | | 6A | | 6F | | 6G | | 6H | | 6I | |
| | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. |
| 7 | 1.74 | 2.12 | 2.27 | 2.27 | 5.51 | 8.10 | 9.74 | 5.36 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.35 | 2.35 |
| 6 | 3.06 | 3.06 | 3.22 | 3.52 | 16.48 | 13.48 | 17.21 | 14.09 | 3.64 | 3.64 | 3.64 | 3.64 | 3.64 | 3.64 | 3.64 | 3.64 | 3.45 | 3.45 |
| 5 | 1.24 | 1.02 | 1.70 | 1.70 | 13.84 | 12.28 | 14.20 | 13.10 | 8.51 | 8.51 | 8.51 | 8.51 | 8.51 | 8.51 | 8.51 | 8.51 | 2.87 | 2.87 |
| 4 | 2.02 | 5.02 | 13.83 | 13.83 | 15.43 | 15.43 | 16.12 | 16.12 | 10.07 | 10.07 | 10.07 | 10.07 | 10.07 | 10.07 | 10.07 | 10.07 | 3.39 | 3.39 |
| 3 | 3.38 | 3.58 | 4.72 | 4.72 | 16.41 | 16.41 | 17.15 | 17.15 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 10.70 | 8.44 | 8.44 |
| 2 | 11.92 | 9.75 | 11.05 | 11.05 | 14.45 | 14.45 | 15.09 | 15.09 | 20.83 | 20.83 | 20.83 | 20.83 | 20.83 | 20.83 | 20.83 | 20.83 | 7.43 | 7.43 |
| 1 | 10.96 | 10.50 | 22.12 | 27.64 | 16.10 | 19.68 | 15.28 | 15.28 | 21.07 | 21.07 | 21.07 | 21.07 | 21.07 | 21.07 | 21.07 | 21.07 | 7.52 | 7.52 |
| 0.5 | 4.79 | 12.31 | 21.75 | 10.53 | 18.56 | 14.01 | 13.67 | 13.67 | 22.67 | 22.67 | 22.67 | 22.67 | 22.67 | 22.67 | 22.67 | 22.67 | 15.65 | 15.65 |
| 0 | 0.22 | 11.83 | 4.57 | 3.96 | 5.37 | 9.97 | 5.68 | 10.11 | 9.47 | 22.11 | 9.51 | 22.11 | 9.51 | 22.11 | 9.51 | 22.11 | 11.63 | 11.63 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

CALCULO DEL CORTE Y MOMENTOS POR SISMO (FORZAS B)

| NIVEL | V | Dcol. + 4 Descalera + 2 D ascensor | V por unidad D |
|-------|-------|------------------------------------|---------------------------|
| 23.15 | 67.2 | 41.57 | $67.2/41.57 = 1.616T$ |
| 20.35 | 134.9 | 55.06 | $134.9/55.06 = 2.450T$ |
| 17.55 | 195.2 | 97.49 | $195.2/97.49 = 2.002 T$ |
| 14.75 | 247.8 | 116.73 | $247.8/116.73 = 2.122 T$ |
| 11.95 | 292.0 | 141.76 | $292.0/141.76 = 2.059 T$ |
| 9.15 | 328.0 | 190.87 | $328/190.87 = 1.718 T$ |
| 6.35 | 355.6 | 281.01 | $355.6/281.01 = 1.265 T$ |
| 3.55 | 377.0 | 594.35 | $377 / 594.35 = 0.634 T$ |
| 0.30 | 390.7 | 1288.79 | $390.7/1288.79 = 0.303 T$ |

CALCULO DEL CORTE EN LAS COLUMNAS Y CORRECCION POR RELACION
DEL CORTE ENALLADO

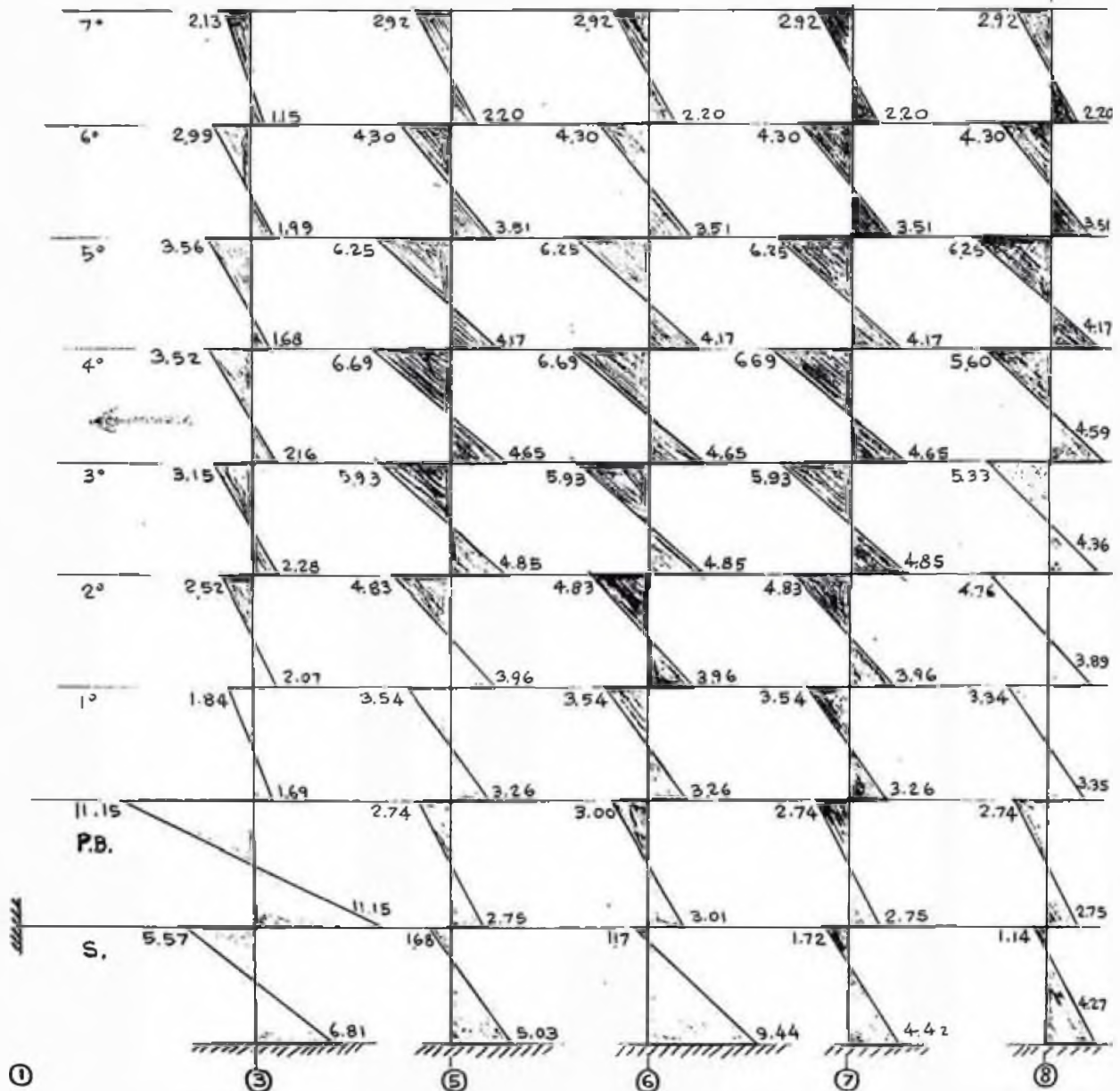
| N | P/M | D | | | | | V | | | | | α |
|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | | B3 | B5 | B6 | B7 | B8 | B3 | B5 | B6 | B7 | B8 | |
| 7 | 1.616 | 0.69 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.12 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.0435 |
| 6 | 2.450 | 0.69 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.69 | 2.65 | 2.65 | 2.65 | 2.65 | 1.0545 |
| 5 | 2.002 | 0.85 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.52 | 1.70 | 3.38 | 3.38 | 3.38 | 3.04 | 1.0993 |
| 4 | 2.122 | 0.85 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.52 | 1.80 | 3.59 | 3.59 | 3.59 | 3.28 | 1.1268 |
| 3 | 2.059 | 0.85 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.52 | 1.75 | 3.48 | 3.48 | 3.48 | 3.13 | 1.1036 |
| 2 | 1.718 | 0.88 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.66 | 1.51 | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 2.85 | 1.0841 |
| 1 | 1.265 | 0.88 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.66 | 1.11 | 2.14 | 2.14 | 2.14 | 2.10 | 1.1373 |
| P.H. | 0.634 | 9.58 | 2.36 | 2.59 | 2.36 | 2.36 | 6.07 | 1.50 | 1.64 | 1.50 | 1.50 | 1.1297 |
| S | 0.303 | 12.79 | 5.68 | 8.96 | 5.17 | 7.05 | 3.88 | 1.72 | 2.72 | 1.57 | 2.14 | 1.1077 |

Continuación del cuadro :

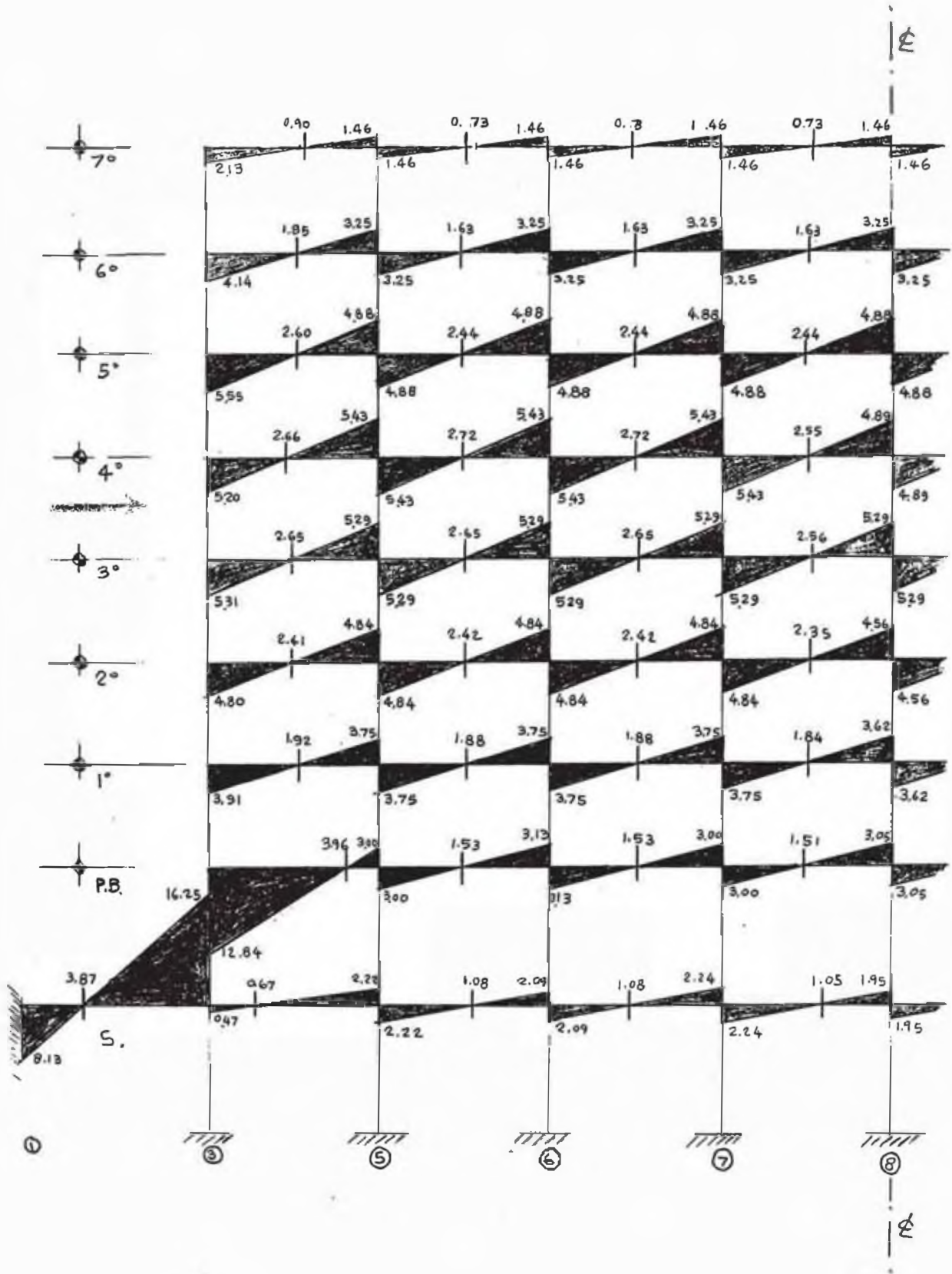
| N | V corrección | | | | | V por unidad x h | | | | | α | | | | |
|------|--------------|------|------|------|------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | B3 | B5 | B6 | B7 | B8 | B3 | B5 | B6 | B7 | B8 | B3 | B5 | B6 | B7 | B8 |
| 7 | 1.17 | 1.83 | 1.83 | 1.83 | 1.83 | 3.26 | 5.12 | 5.12 | 5.12 | 5.12 | 1.21 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 |
| 6 | 1.78 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 2.79 | 4.98 | 7.81 | 7.81 | 7.81 | 7.81 | 1.40 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.43 |
| 5 | 1.87 | 3.72 | 3.72 | 3.72 | 3.72 | 5.24 | 10.42 | 10.42 | 10.42 | 10.42 | 1.32 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 |
| 4 | 2.03 | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 3.64 | 5.68 | 11.34 | 11.34 | 11.34 | 10.19 | 1.38 | 1.41 | 1.41 | 1.41 | 1.45 |
| 3 | 1.94 | 3.85 | 3.85 | 3.85 | 3.46 | 5.47 | 10.78 | 10.78 | 10.78 | 9.69 | 1.42 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.45 |
| 2 | 1.64 | 3.14 | 3.14 | 3.14 | 3.09 | 4.59 | 8.79 | 8.79 | 8.79 | 8.65 | 1.45 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.45 |
| 1 | 1.26 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 2.39 | 3.53 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.89 | 1.45 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.50 |
| P.H. | 16.86 | 1.09 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 22.36 | 3.49 | 6.01 | 5.49 | 5.49 | 30.30 | 30.50 | 30.50 | 30.50 | 30.50 |
| S | 4.27 | 1.89 | 2.58 | 1.33 | 2.5 | 12.88 | 1.71 | 10.64 | 3.14 | 3.41 | 39.73 | 39.73 | 39.73 | 39.73 | 39.73 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| N | MOMENTOS | | | | | | | | | |
|------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | B3 | | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | |
| | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. | sup. | inf. |
| 7 | 2.13 | 1.15 | 2.92 | 2.20 | 2.92 | 2.20 | 2.92 | 2.20 | 2.92 | 2.20 |
| 6 | 2.99 | 1.99 | 4.30 | 3.51 | 4.30 | 3.51 | 4.30 | 3.51 | 4.30 | 3.51 |
| 5 | 3.56 | 1.68 | 6.25 | 4.17 | 6.25 | 4.17 | 6.25 | 4.17 | 6.25 | 4.17 |
| 4 | 3.52 | 2.16 | 6.69 | 4.65 | 6.69 | 4.65 | 6.69 | 4.65 | 5.60 | 4.59 |
| 3 | 3.15 | 2.28 | 5.93 | 4.85 | 5.93 | 4.85 | 5.93 | 4.85 | 5.33 | 4.36 |
| 2 | 2.52 | 2.07 | 4.83 | 3.96 | 4.83 | 3.96 | 4.83 | 3.96 | 4.76 | 3.89 |
| 1 | 1.84 | 1.69 | 3.54 | 3.26 | 3.54 | 3.26 | 3.54 | 3.26 | 3.34 | 3.35 |
| P.B. | 11.15 | 11.15 | 2.74 | 2.75 | 3.00 | 3.01 | 2.74 | 2.75 | 2.74 | 2.75 |
| S. | 5.57 | 6.81 | 1.68 | 5.03 | 1.17 | 9.44 | 1.72 | 4.42 | 1.14 | 4.27 |



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

286

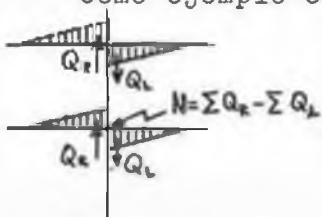
Cálculo de las cargas axiales .-

Se ha efectuado el cálculo de las cargas axiales mediante el corte en vigas que ha sido calculado en su debida oportunidad y que se presentan en las páginas: 282 y 285

Las columnas exteriores son las que tienen carga axial considerable, tambien se presentan cargas axiales grandes cuando hay vigas con rigideces grandes al lado de vigas con rigideces menores.

Una vez calculada la carga axial en el nivel, se va acumulando a la de los niveles superiores teniendo en cuenta el signo.

Como ejemplo citamos la columna 6C (como interior).



$$N \downarrow, \Sigma Q_R > \Sigma Q_L$$

$$N \uparrow, \Sigma Q_R < \Sigma Q_L$$

| Nivel | Parcial | Acumulada |
|-------|-----------------------|-----------|
| 7 | 1.04 - 0.40 = 0.64 ↓ | 0.64 ↓ |
| 6 | 3.15 - 1.14 = 2.01 ↓ | 2.65 ↓ |
| 5 | 4.32 - 2.65 = 1.67 ↓ | 4.32 ↓ |
| 4 | 5.33 - 4.02 = 1.31 ↓ | 5.63 ↓ |
| 3 | 6.05 - 4.59 = 1.46 ↓ | 7.09 ↓ |
| 2 | 6.51 - 5.41 = 1.10 ↓ | 8.19 ↓ |
| 1 | 7.21 - 5.82 = 1.39 ↓ | 9.58 ↓ |
| P.B. | 12.84 - 4.41 = 8.43 ↓ | 18.01 ↓ |
| S. | 4.40 - 4.64 = -0.24 ↑ | 17.77 ↓ |

En las normas peruanas de diseño antisísmico, en el acápite 12 habla del momento de volteo, el cual dice debe ser afectado por un coeficiente y que es un factor de modificación que reduce el momento de volteo con el incremento del período natural de vibración de la estructura, el cual se calcula según la siguiente fórmula :

$$J = \frac{0.5}{T^{2/3}}$$

Si consideramos que el período en la dirección del eje principal (Y) de acuerdo a la fórmula correspondiente es el siguiente :

$$T_y = \frac{0.09 h}{D}$$

donde : h = 25.65 m.
D = 23.85 m.

$$T_y = \frac{0.09 \times 25.65}{23.85} = 0.4727$$

$$J = \frac{0.5}{0.4727^{2/3}}$$

$$J = 0.823 //$$

Este factor de reducción del momento de volteo lo utilizaremos como reductor de la carga axial - J, tendrá una valor máximo de 1.00 y un mínimo de 0.33, que corresponden a los períodos $T_1=0.354$ seg. y $T_2=1.830$ seg. respectivamente. Para períodos menores q' T_1 o mayores que T_2 se tomarán los valores máximos y mínimos para T.

Solo haremos esta reducción en las columnas que vamos a calcular (5B y 6B) en la dirección de los ejes principales. En la otra dirección no haremos esta reducción por ser las cargas muy pequeñas, así tenemos :

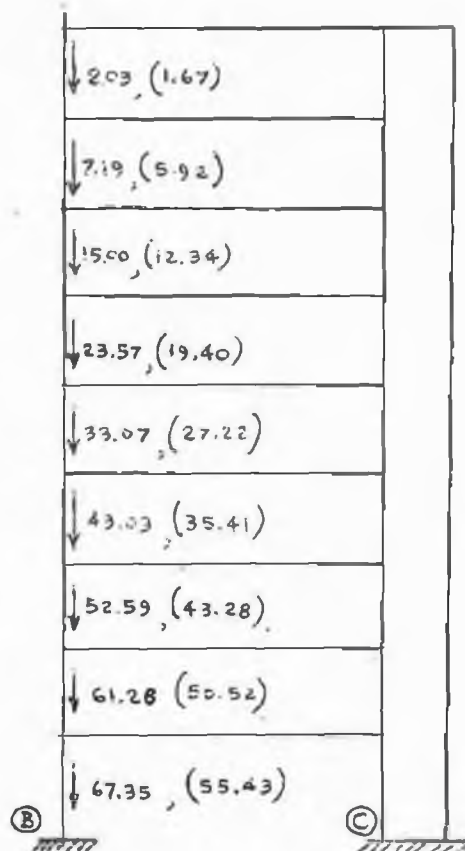
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| N. | 5 B | | | 6 B | | |
|-----|-------|--------|-------------------|-------|--------|-------------------|
| | Parc. | Acum. | Reducida | Parc. | Acum. | Reducida |
| 7 | 2.03↓ | 2.03↓ | 2.03x0.823= 1.67↓ | 0.40↓ | 0.40↓ | 0.40x0.823= 0.33↓ |
| 6 | 5.16↓ | 7.19↓ | 7.19x0.823= 5.92↓ | 1.14↓ | 1.54↓ | 1.54x0.823= 1.27↓ |
| 5 | 7.81↓ | 15.00↓ | 12.34↓ | 2.45↓ | 4.19↓ | 3.45↓ |
| 4 | 8.57↓ | 23.57↓ | 19.40↓ | 4.02↓ | 8.21↓ | 6.76↓ |
| 3 | 9.50↓ | 33.07↓ | 27.22↓ | 4.59↓ | 12.80↓ | 10.53↓ |
| 2 | 9.96↓ | 43.03↓ | 35.41↓ | 5.41↓ | 18.21↓ | 14.99↓ |
| 1 | 9.56↓ | 52.59↓ | 43.28↓ | 5.82↓ | 24.03↓ | 19.78↓ |
| P.B | 8.79↓ | 61.38↓ | 50.52↓ | 4.41↓ | 28.44↓ | 23.41↓ |
| S. | 5.97↓ | 67.35↓ | 55.43↓ | 4.64↓ | 33.08↓ | 27.22↓ |

A continuación presentamos las cargas axiales en los pórticos 5 y 6 (Cuando el sismo entra en el sentido de los ejes principales) y el pórtico B (Cuando el sismo entra en el sentido de los ejes secundarios).

En las columnas 5 B y 6 B en el sentido de los ejes principales , presentamos los valores de las cargas axiales y tambien la reducida (entre parentesis).

PORTICO 5



ARANA MENDOÇILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

283

PORTICO 6

| | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ↓0.40 (0.33) | ↓0.64 | ↓2.65 | ↑2.46 | ↑0.19 | ↑1.04 |
| ↓1.54 (1.27) | ↓2.65 | ↓6.94 | ↑6.11 | ↑1.38 | ↑3.64 |
| ↓4.19 (3.45) | ↓4.32 | ↓10.83 | ↑9.72 | ↑2.24 | ↑7.38 |
| ↓8.21 (6.71) | ↓5.63 | ↓13.90 | ↑12.87 | ↑2.72 | ↑12.15 |
| ↓12.80 (10.53) | ↓7.09 | ↓21.46 | ↑20.54 | ↑1.98 | ↑18.23 |
| ↓19.21 (14.99) | ↓8.13 | ↓24.27 | ↑33.17 | ↓0.89 | ↑28.39 |
| ↓24.03 (19.78) | ↓9.58 | ↓26.66 | ↑34.87 | ↓4.52 | ↑39.39 |
| ↓28.44 (23.41) | ↓12.01 | ↓20.35 | ↑34.74 | ↓1.98 | ↑52.96 |
| ↓33.08 (27.22) | ↓17.77 | ↓21.67 | ↑35.37 | ↓13.50 | ↑40.01 |
| ⓑ | ⓒ | ⓓ | ⓓ' | ⓔ | ⓕ ⓖ |

PORTICO B

| | | | | | |
|--------|-------|------|-------|------|---|
| ↓0.90 | ↑0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ↓2.75 | ↑0.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ↓5.35 | ↑0.55 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ↓8.01 | ↑0.49 | 0.00 | ↑0.17 | 0.00 | |
| ↓12.66 | ↑0.49 | 0.00 | ↑0.26 | 0.00 | |
| ↓13.07 | ↑0.48 | 0.00 | ↑0.33 | 0.00 | |
| ↓14.99 | ↑0.52 | 0.00 | ↑0.37 | 0.00 | |
| ↓18.95 | ↑2.95 | 0.00 | ↑0.39 | 0.00 | |
| ↓15.75 | ↑2.54 | 0.00 | ↑0.42 | 0.00 | |
| ① | ③ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



C A P I T U L O VI

M O M E N T O S P O R C A R G A S G R A V I T A C I O N A L E S

| | |
|-------------------------|-----|
| - Método de Kani | 290 |
| - Pórtico 5 | 295 |
| - Pórtico 6 | 296 |
| - Pórtico B | 296 |
| - Cargas pórticos 5,6yB | 299 |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



METODO DE KANI .-

A) PORTICO CON NUDOS RIGIDOS .-

En este caso esta los pórticos 5 y B , por ser considerados simétricos no hay desplazamiento en los nudos.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1) Momentos de empotramiento perfecto (\bar{M}_{ik}) .- Se calculan los momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las vigas y se anotan sobre las correspondientes barras del esquema.

Para obtener estos momentos de empotramiento perfecto se utilizan las cargas que hemos medrado en su debida oportunidad y que pueden verse en el capítulo de metrado de cargas.

Se considera como positivo el momento flector en el extremos de una barra cuando su sentido de giro es el de las agujas del reloj; esta misma regla se aplica para cualquier otro momento (por ejem. momentos de fijación, momentos de nudo, etc.)

Tomaremos como ejemplo la barra o viga $B_3(6-7)$ del 3º piso típico de acuerdo al metrado de cargas, la carga por metro(permanente + sobrecarga) es $W = 1.100$ T/m. y sabemos que los momentos de empotramiento perfecto en una viga con carga repartida estan dados por la expresion :

| | |
|-----------------------------------|--|
| $\bar{M}_{ik} = \frac{W l^2}{12}$ | para: $W = 1.100$ T/m. ; $l = 4.00$ m. |
| | $\bar{M} = \frac{1.100 \times 4.00^2}{12} = 1.48$ T-m. |

De acuerdo al convenio de signos se ha colocado en la parte superior de la barra sobre la izquierda -1.48 y sobre la derecha $+1.48$

2) Momentos de sujeción (\bar{M}_i) .- Una vez colocados los momentos de empotramiento calculamos los momentos de sujeción que es la suma algebraica de los momentos de empotramiento que concurren en el nudo.
$$\bar{M}_i = \sum_{(k)} \bar{M}_{ik}$$

Así en el nudo del eje 7 (3º piso típico) tenemos :

$$\bar{M} = +1.48 - 1.10 = +0.38$$

Estos momentos de sujeción se anotan dentro del círculo interior que esta en el nudo respectivo.

3) Coefficientes de repartición .- El coeficiente de repartición se obtiene repartiendo proporcionalmente el valor $(-1/2)$ en cada nudo al valor de las rigideces K de las bárras (vigas y columnas) que concurren en el. El valor de la rigidez esta dado por $K = \frac{I}{l}$

De esta manera, para nuestro ejemplo tenemos:

(De acuerdo a las rigideces que se encuentran en la pág .162
(vigas) (columnas))

$$K_{B_3(6-7)} = 1.95 = K_{B_3(7-8)} ; K_{7B_3} = 9.25 = K_{7B_4}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

291

$$K = 1.95 + 1.95 + 9.25 + 9.25 = 22.40$$

$$\mu_{B_3(5-6)} = \mu_{B_3(6-7)} = -1/2 \times \frac{1.95}{22.40} = -0.044 \quad (\text{vigas})$$

$$\mu_{7B_3} = \mu_{7B_4} = -1/2 \times \frac{9.25}{22.40} = -0.206 \quad (\text{columnas})$$

Estos coeficientes de repartición se colocan entre los dos círculos q' aparecen en cada nudo.

4) Las sucesivas influencias del giro (M'_{ik}) de los nudos a los momentos. - Las determinamos por iteración de la operación:

$$M'_{ik} = u_{ik} \left(\bar{M}_i + \sum_{(k)} M'_{ki} \right) \quad \text{Siguiendo de un nudo a otro hasta obtener la aproximación deseada, así para el ejemplo que hemos tomado efectuamos la siguiente operación:}$$

Tomamos el momento de sujeción y lo sumamos a las influencias de giro de los lados opuestos de las barras que concurren al nudo así tenemos: $+0.38 + (-0.05 + 0.00 - 0.05 + 0.00) = +0.28$ luego repartimos de acuerdo a los coeficientes de repartición:

$$M'_{B_3(6-7)} = M'_{B_3(7-8)} = -0.044 (+0.28) = -0.01 \quad (\text{vigas})$$

$$M_{7B_3} = M_{7B_4} = -0.206 (+0.28) = -0.06 \quad (\text{columnas})$$

Como podemos apreciar en el plano respectivo, estas influencias de giro son iguales a las anteriores por lo que la aproximación se considera buena.

5) Momentos definitivos en los extremos de las barras - Sumando los momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las barras con la influencia de los giros obtenemos los momentos definitivos en los extremos de cada barra, así para un extremo de la barra ik obtenemos:

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

Siguiendo con nuestro ejemplo tenemos:

$$M = +1.48 + 2(-0.01) + 0.00 = +1.46 //$$

Debe tomarse en cuenta que como el pórtico B es simétrico lo hemos cortado por el eje de simetría que es el 8 considerando empotramiento en dicho eje.

B) PORTICO CON NUDOS DESPLAZABLES -

En este caso está el pórtico 6, que por no ser simétrico existirán desplazamientos en sus nudos. El procedimiento a seguir es el que a continuación se muestra:

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

292

a) CADA PISO r TIENE COLUMNAS DE LA MISMA LONGITUD .- En este caso estan todos los niveles del pórtico 6, excepto el sótano.

1) Momentos de empotramiento .- Se calculan con las mismas consideraciones expresadas en A). Teniendo en cuenta que el momento de empotramiento debido a cargas concentradas es dado por :

$$M = \frac{P a b^2}{l^2} ; M = \frac{P a^2 b}{l^2}$$

las consideraciones de signos son las ya expresadas en A).

2) Momentos de sujeción .- (\bar{M}_i) . Son los mismos que se expresan en A)

3) Coeficientes de repartición .- Se calculan así como en A).

4) Factores de corrimiento .- Los factores de corrimiento se calculan distribuyendo en cada piso el valor de $-3/2$, proporcionalmente a las rigideces de las columnas y los anotamos a la derecha de la columna correspondiente. Así tenemos por ejemplo en el KANI 1 (Pórtico 6) , 7º piso típico según el plano N° 24 :
Tomando las rigideces de la pág. 165

$$K_{6B_7} = K_{6C_7} = K_{6E_7} = K_{6F_7} = 2.41 ; K_{6D_7} = K_{6D'_7} = 21.29$$

$$K = 52.22 \text{ (Suma en todo el nivel)}$$

$$v_{6B_7} = v_{6C_7} = v_{6E_7} = v_{6F_7} = -3/2 \times \frac{2.41}{52.22} = -0.069$$

$$v_{6D_7} = v_{6D'_7} = -3/2 \times \frac{21.29}{52.22} = -0.612$$

5) Influencias de giro (M'_{ik}) .- Se encontraran por iteración sucesiva de la fórmula :

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left[\bar{M}_i + \sum_{(i)} (M'_{ki} + M''_{ik}) \right] \quad (\infty)$$

Siendo M''_{ik} la influencia del desplazamiento. Se va pasando de un nudo a otro hasta obtener la aproximación deseada. Así tenemos como ejemplo el nudo D del 6º piso; en primer lugar la suma del momento de sujeción y las influencias de giro y desplazamiento .

$$= + 8.68 + (-1.11 - 0.72 - 1.73 + 0.19) + (+1.16 + 0.84) = + 7.31$$

Luego esto repartimos proporcionalmente a los coeficientes de distribución y tenemos :

$$M'_{B_6}(C-D) = (-0.132)(+7.31) = -0.97$$

$$M'_{B_6}(D-D') = (-0.082)(+7.31) = -0.60$$

$$M'_{6D_6} = M'_{6D'_7} = (-0.143)(+7.31) = -1.04$$

Como se puede apreciar estas influencias de giro son iguales a las anteriores, con lo que se considera suficiente aproximación.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

203

6) Influencia del desplazamiento (M''_{ik}) .- Se obtiene iteración sucesiva de la fórmula :

$$M''_{ik} = v_{ik} \left[\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right] \quad (\beta)$$

Las iteraciones mediante las fórmulas α y β serán sucesivas alternando las dos, empezando con α para cada nudo y luego β y así sucesivamente hasta que todas las influencias de giro y desplazamiento lleguen a la exactitud deseada.

Como ejemplo para el cálculo tomamos el 7° nivel del KANI 1 del pórtico 6, teniendo en primer lugar las influencias de giro :
-0.01+ 0.23+ 0.04 - 0.09- 1.73- 1.04+ 0.66+ 0.34- 0.07- 0.07 -
-0.11- 0.05 = -1.90

$$M''_{6B_7} = M''_{6C_7} = M''_{6E_7} = M''_{6F_7} = (-0.069)(-190) = +0.13$$

$$M''_{6D_7} = M''_{6D'_7} = (-0.612)(-1.90) = +1.16$$

Como se puede apreciar estas influencias de desplazamiento son iguales a las de la iteración anterior, considerando suficiente aproximación.

7) Momentos definitivos en los extremos de las barras .- Los momentos definitivos están dados por la expresión :

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

Así tomamos como ejemplo en el KANI 1, la viga 6 (C-D) del 6° piso típico. En su lado derecho, o sea en el extremo D :

$$M_{6(C-D)} = +10.02 + 2(-0.97) - 0.72 = +7.36 \text{ T-m.}$$

El momento definitivo en la columna 6D del 7° piso (en su parte inferior) en el KANI 1 será:

$$M_{6D_7} = 2(-1.04) - 1.73 + 1.16 = -2.65$$

b) COLUMNAS DEL PISO CON ALTURAS DIFERENTES .- Este caso se presenta en el sótano del pórtico 6 donde la columna en B mide 3.70 y las otras miden 2.80 m.

1) Momento de empotramiento perfecto .- Se calculan como se ha explicado anteriormente.

2) Momentos de sujeción .- Se encuentran como se ha explicado.

3) Coefficientes de repartición .- Igual a casos anteriores.

4) Factores de reducción (c) .- Estos factores están dados por la siguiente expresión

$$c_{ik} = \frac{h_r}{h_{ik}}$$

donde h_r es la altura de la generalidad de las columnas en el nivel, en nuestro caso 2.80 m. y h_{ik} es la altura de la colum-

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

294

na de la cual se quiere hallar el factor de reducción.

Así tenemos para el sotano del pórtico 6 .

$$c_{6B_S} = \frac{2.80}{3.70} = 0.757$$

$$c_{6C_S} = c_{6D_S} = c_{6D'_S} = c_{6E_S} = c_{6F_S} = c_{6G_S} = \frac{2.80}{2.80} = 1.00$$

Estos factores de reducción los colocamos al lado de la respectiva columna/

5) Factores de corrimiento .- En este caso estan dados por :

$$v_{ik} = -3/2 \frac{c_{ik} K_{ik}}{\sum_{(r)} c_{ik}^2 \cdot K_{ik}}$$

En nuestro caso del sótano del pórtico 6 tenemos :

$$\sum_s c_{ik}^2 K_{ik} = (0.757^2)(85.56) + (1.00^2)(123.97) + (1.00^2)(30.94) + 1.00^2(30.94) + (1.00^2)(69.66) + (1.00^2)(29.39) + (1.00^2)(24.88) = 358.80$$

$$v_{6B_S} = -3/2 \left(\frac{0.757 \times 85.56}{358.80} \right) = -0.271 ; \quad v_{6C_S} = -3/2 \left(\frac{1.00 \times 123.97}{358.80} \right) = -0.518$$

$$v_{6D_S} = v_{6D'_S} = -3/2 \left(\frac{1.00 \times 30.94}{358.80} \right) = -0.129 ; \quad v_{6E_S} = -3/2 \left(\frac{1.00 \times 69.66}{358.80} \right) = -0.291$$

$$v_{6F_S} = -3/2 \left(\frac{1.00 \times 29.39}{358.80} \right) = -0.123 ; \quad v_{6G_S} = -3/2 \left(\frac{1.00 \times 24.88}{358.80} \right) = -0.104$$

6) Influencia de giro (M'_{ik}) .- Se calcula de igual manera que en el caso de columnas de la misma altura con la expresión (∞).

7) Influencia del desplazamiento (M''_{ik}) .- La influencia del desplazamiento esta dada por la siguiente expresión:

$$M''_{ik} = v_{ik} \left[\sum c_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}) \right]$$

Asi tenemos en nuestro caso del sotano del portico 6

$$\sum c_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}) = 0.757(0+3.03) + 1.00(0-1.86) + 1.00(0-0.63) + 1.00(0+1.00) + 1.00(0-.46) + 1.00(0-0.21) + 1.00(0+0.02) = + 0.15$$

$$M''_{6B_S} = (-0.271)(+0.15) = -0.04 ; \quad M''_{6C_S} = (-0.518)(+0.15) = -0.08$$

$$M''_{6D_S} = M''_{6D'_S} = (-0.129)(+0.15) = -0.02 ; \quad M''_{6E_S} = (-0.291)(+0.15) = -0.04$$

$$M''_{6F_S} = (-0.123)(+0.15) = -0.02 ; \quad M''_{6G_S} = (-0.104)(+0.15) = -0.02$$

8) Momentos definitivos .- El cálculo de los momentos definitivos en los extremos de las barras es el mismo que en los pisos con columnas de igual longitud, es decir, con la siguiente expresión:

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

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

295

CALCULO DE MOMENTOS EN VIGAS Y COLUMNAS .POR CARGAS GRAVITACIONALES
EMPLEANDO EL METODO DE KANI

Se han calculado los momentos en vigas y columnas por cargas gravitacionales en los pórticos principales 5 y 6 y en el pórtico de arriostre B.

Sistemas de cargas .-

Para el cálculo de los diversos momentos, negativo y positivo, se han fijado diversas posiciones de la sobrecarga, de tal manera de obtener en las columnas, los momentos correspondientes a la máxima carga y obtener en las vigas los momentos más cercanos posibles a los máx.

De esta manera en los pórticos 5 y 6 se ha efectuado el cálculo de los momentos debidos a carga permanente y luego al de las diferentes posiciones de sobrecarga que explicaremos a continuación.

En el pórtico B hemos calculado los momentos correspondientes a la carga permanente más sobrecarga ya que como es pórtico de arriostre el ancho tributario es solo 0.50 m. y por lo tanto la sobrecarga muy pequeña, no valiendo la pena hacer combinaciones de sobrecarga para el cálculo de los momentos.

De esta manera se han efectuado las siguientes consideraciones de cargas en los siguientes KANIS.

PORTICO 5 .-(Plano N° 23)

KANI 1 . Este Kani se ha efectuado con la carga permanente y por ser tal estan cargados todos los tramos al mismo tiempo.

KANI 2 . En este Kani se ha calculado el momento negativo en el extremo B de las vigas, con la sobrecarga en los volados y en los tramos BC en todos los niveles. Este momento negativo en B sumado al momento negativo en B debido a carga permanente(Kani 1) nos da el momento TOTAL negativo en B por cargas gravitacionales que se utilizará en el diseño, y tambien la suma de los momentos en la comuna 5B de este Kani más los de carga permanente(Kani 1) nos dará el momento por cargas gravitacionales en la columna 5B debidos a la máxima carga de dicha columna .

KANI 3 . En este caso se ha cargado con sobrecarga el tramo BC en todos los niveles para que sumado al correspondiente momento por carga permanente, se obtenga el momento por cargas gravitacionales en el extremo C de las vigas.

KANI 4 . En este caso se ha cargado la estructura con sobrecarga mediante el sistema llamado DAMERO como se puede apreciar en la figura del plano N°, los tramos cargados son los volados de los niveles 7T, 5T, 3T y 1T y el tramo BC en los niveles 6T, 4T, 2T y PB; los Mtos. (+) del tramo BC sumados a los correspondientes por carga permanente nos dará los momentos positivos de diseño.

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

296

KANI 5 . En este caso tambien ha sido cargada la estructura mediante el sistema llamado damero, como puede apreciarse en la fig. del mismo plano. Los tramos cargados son los volados de los niveles 6T, 4T, 2T, y PB y el tramo BC en los niveles 7T, 5T, 3T, 1T y S; los momentos positivos en estos niveles del tramo BC sumados a los correspondientes por carga permanente nos dan los momentos positivos de diseño.

PORTICO B .- (Plano N° 28)

Para este pórtico solo se ha realizado un Kani, ya que como explicamos anteriormente, por ser pórtico de arriostre no soporta el peso del aligerado, siendo su área de influencia muy pequeña y solo se debe al contacto del aligerado con estas vigas.

Es así que hemos efectuado el Kani con la suma de la carga permanente y sobrecarga para encontrar los momentos negativos y positivos en las vigas en todos los tramos y tambien los momentos en las columnas que corresponden a la máxima carga.

PORTICO 6 .- (Planos N°s 24, 25, 26 y 27)

KANI 1 . Este Kani corresponde a la estructura toda cargada con carga permanente o muerta como se puede apreciar en la fig. del plano N° 24 .

KANI 2 . En este caso que se presenta en el Plano N° 24 se ha cargado la estructura con sobrecarga en los siguientes tramos:

| | |
|----------|-------------------------------|
| Volado | sobrecarga todos los niveles. |
| Tramo BC | " " " " |
| " CD | libre todos los niveles. |
| " DD' | sobrecarga todos los niveles. |
| " D'E | libre todos los niveles. |
| " EF | sobrecarga todos los niveles. |
| " FG | libre. |

Con estas cargas se determinan los momentos negativos de las vigas en B, que sumados a los correspondientes momentos por carga permanente (Kani 1) obtendremos los momentos negativos de diseño en B, así como tambien nos dá los momentos en la columna 6B correspondientes a la máxima carga, que sumados a los correspondientes de la carga permanente nos da los momentos de diseño por cargas gravitacionales de las columnas en su máxima carga.

Como se puede ver, el sistema usado para el cálculo de los momentos negativos es cargar dos tramos consecutivos a lo largo de todos los niveles y luego alternar la carga dejando un tramo libre a lo largo de todos los niveles y cargando el siguiente a lo largo de todos los niveles. Este sistema de carga nos da el momento negativo por sobrecarga en los extremos coincidentes de los tramos cargados

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

consecutivamente. Así mismo, este sistema nos dá los momentos en las columnas en que concurren las vigas cargadas consecutivamente, correspondiendo a la máxima carga en dicha columna.

KANI 3 . Este caso se encuentra en el plano N° 25 y corresponde a una situación de sobrecarga para encontrar el momento negativo de vigas en C y los momentos en las columnas 6B que corresponden a la máxima carga. El sistema de combinación de sobrecargas para encontrar los momentos negativos en las vigas, ha sido explicado en el Kani 2 de este pórtico; siguiendo esas consideraciones, en esta oportunidad hemos cargado de la siguiente manera:

| | |
|----------|-------------------------------|
| Volado | Libre todos los niveles. |
| Tramo BC | Sobrecarga todos los niveles. |
| " CD | " " " " |
| " DD' | Libre todos los niveles. |
| " D'E | Sobrecarga todos los niveles. |
| " EF | Libre todos los niveles. |
| " FG | Sobrecarga. |

en G.

Este Kani también se ha utilizado para hallar el momento negativo

KANI 4 . Este caso también se encuentra en el plano N° 25 y se ha efectuado para encontrar el momento negativo por sobrecarga en las vigas en D y el momento en las columnas 6D, que corresponde a la máxima carga. De acuerdo a las consideraciones explicadas en el Kani 2 de este pórtico, hemos cargado de la siguiente manera:

| | |
|----------|-------------------------------|
| Volado | Sobrecarga todos los niveles. |
| Tramo BC | Libre todos los niveles. |
| " CD | sobrecarga todos los niveles. |
| " DD' | " " " " |
| " D'E | Libre todos los niveles. |
| " EF | Sobrecarga todos los niveles. |
| " FG | Libre. |

KANI 5 . Este caso se encuentra en el plano N° 26 y se ha efectuado para encontrar el momento negativo por sobrecarga en vigas en D' y el momento en la columna 6D' que corresponde a la máxima carga. De acuerdo a las consideraciones explicadas en el Kani 2 de este pórtico hemos cargado de la siguiente manera :

| | |
|----------|-------------------------------|
| Volado | Libre todos los niveles. |
| Tramo BC | Sobrecarga todos los niveles. |
| " CD | Libre todos los niveles. |
| " DD' | Sobrecarga todos los niveles. |
| " D'E | " " " " |
| " EF | Libre todos los niveles. |
| " FG | Sobrecarga. |

KANI 6 . Este caso también se encuentra en el plano N° 26 y se ha efectuado para encontrar los momentos negativos por sobrecarga en vigas en E y el momento en la columna 6E que corresponde a la máxima carga. De acuerdo a la consideración explicada en el Kani 2 de este pórtico, se ha cargado esta vez de la siguiente manera:

| | |
|----------|-------------------------------|
| Volado | Sobrecarga todos los niveles. |
| Tramo BC | Libre todos los niveles. |

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

| | | |
|-------|-----|-------------------------------|
| Tramo | CD | Sobrecarga todos los niveles. |
| " | DD' | Libre todos los niveles. |
| " | D'E | Sobrecarga todos los niveles. |
| " | EF | " " " " |
| " | FG | Libre. |

KANI 7. Este Kani que se encuentra en el plano N° 27 se ha efectuado cargando la estructura con sobrecarga en sistema damero, como se muestra en la fig. del mismo plano.

Este sistema de cargas consiste en cargar los tramos en forma intercalada horizontal y verticalmente por eso el nombre de damero. Este tipo de carga es utilizado para encontrar los máximos Mtos. positivos en vigas en los tramos cargados, estos momentos por sobrecarga sumados a los correspondientes de carga permanente, nos dan los momentos finales por cargas gravitacionales.

En este caso los tramos cargados son los siguientes:

| | |
|------|-----------------------------------|
| 7°T. | Volado, CD, D'E |
| 6°T. | BC, DD', EF |
| 5°T. | Volado, CD, D'E |
| 4°T. | BC, DD', EF |
| 3°T. | Volado, CD, D'E |
| 2°T. | BC, DD', EF |
| 1°T. | Volado, CD, D'E |
| F.B. | BC, DD', EF y Sótano: CD, D'E, FG |

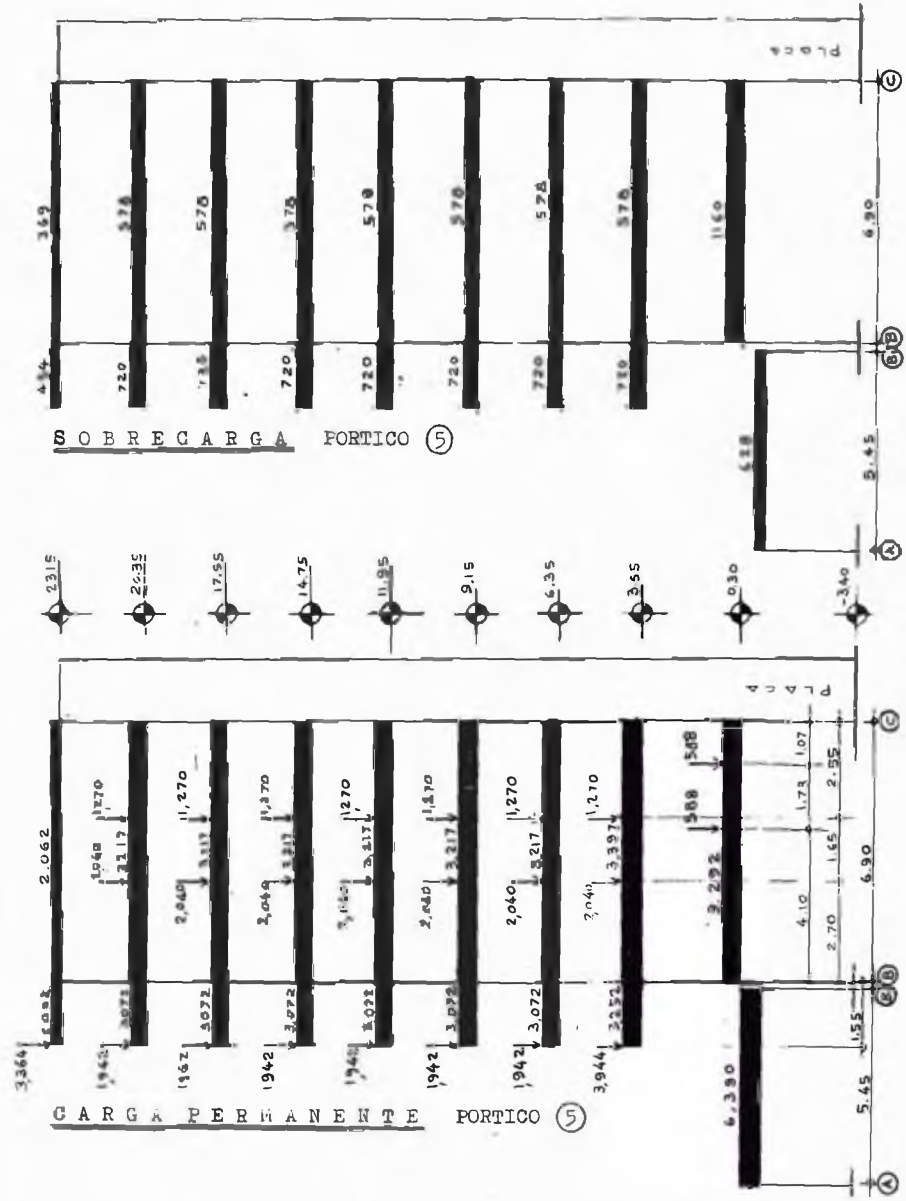
KANI 8. Este Kani que tambien se encuentra en el plano N° 27, ha sido cargado con las mismas consideraciones del Kani 7; para encontrar los momentos positivos de los siguientes tramos cargados:

| | | |
|-----------|--------|-----------------|
| 7° | Tipico | BC, DD', EF |
| 6° | " | Volado, CD, D'E |
| 5° | " | BC, DD', EF |
| 4° | " | Volado, CD, D'E |
| 3° | " | BC, DD', EF |
| 2° | " | Volado, CD, D'E |
| 1° | " | BC, DD', EF |
| Planta B. | | Volado, CD, D'E |
| Sótano | | BC, DD', EF |

- El momento negativo en vigas en F ha sido tomado del Kani 2, así como tambien el momento en las columnas 6 F.

A continuación presentamos los pórticos 5, 6 y B con sus respectivas cargas: permanentes y sobrecargas, que se han obtenido del metrado de cargas. Esto nos permitirá una mejor visualización para el cálculo de los momentos de empotramiento necesarios al efectuar el método de Kani que describimos en las páginas N°s 290 a 294, cabe anotar que para el tramo CD del pórtico 6 se ha calculado una carga distribuida uniformemente equivalente a una carga distribuida no uniformemente obtenida del metrado de cargas.

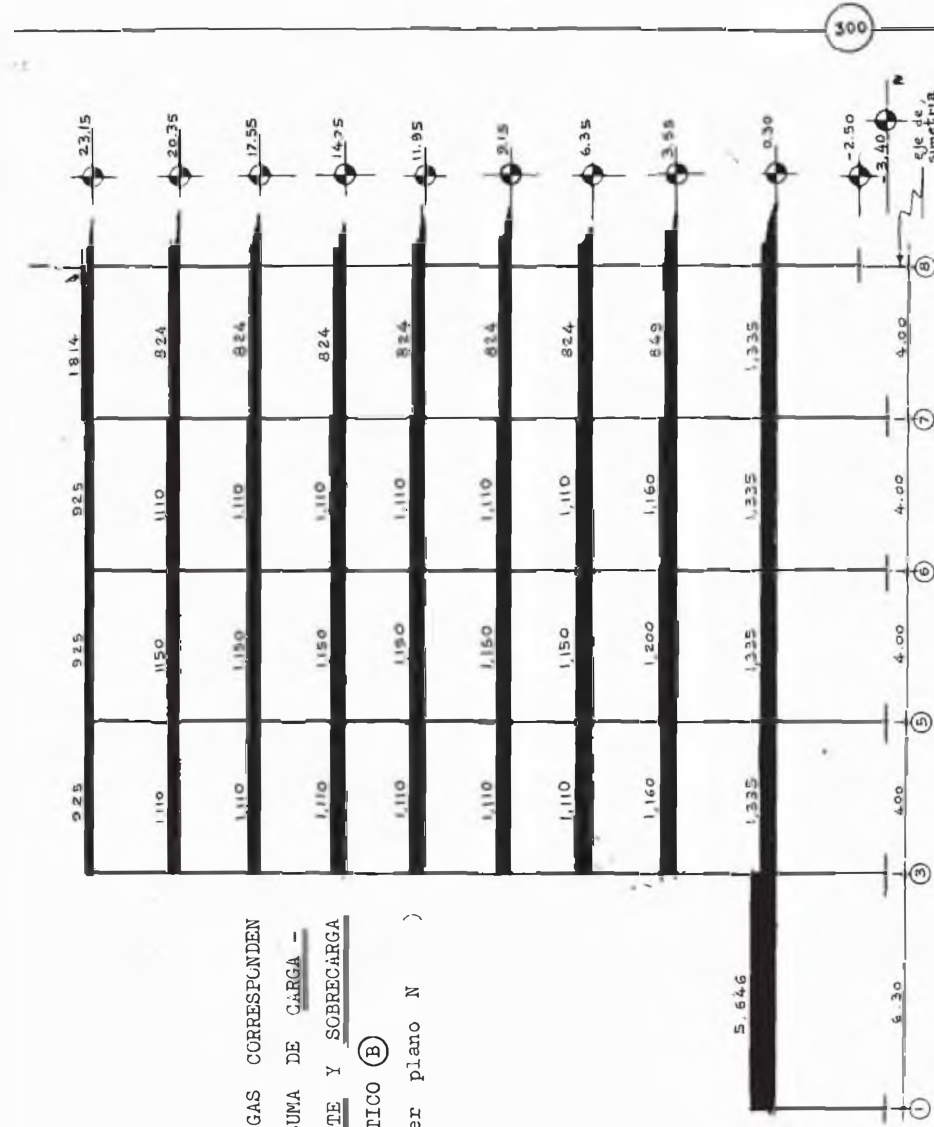
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Las CARGAS CORRESPONDEN
A LA SUMA DE CARGA -
PERMANENTE Y SOBRECARGA
DEL PORTICO (B)

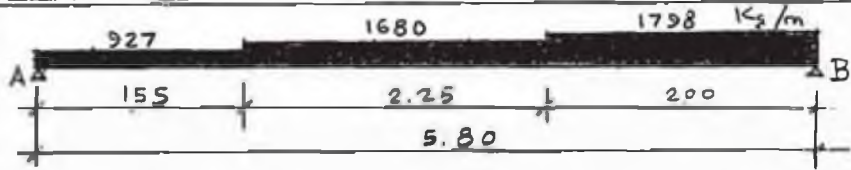
(ver plano N)



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

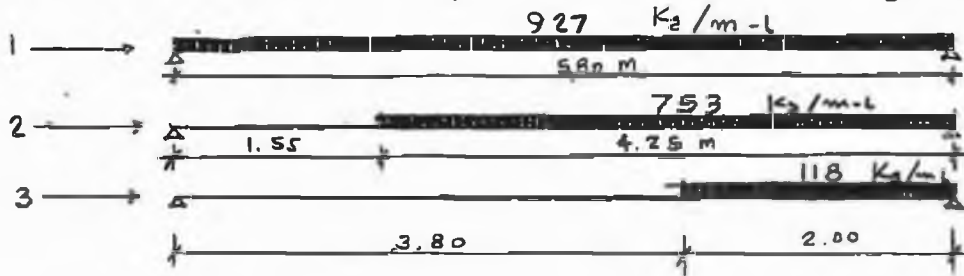
CALCULO DE LA CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA EQUIVALENTE A LA
CARGA DISTRIBUIDA NO UNIFORMEMENTE (Tramo CD, Edificio 5)

NIVEL : AZOTERA - (CARGA PERMISIDA)



Para hallar el momento isostático (en este tramo cargado distribuida-mente pero no uniforme) que será utilizado en la construcción de las envolventes; Procederemos a encontrar los momentos de empotramiento correspondientes al sistema de cargas mostrado arriba, con el mayor de estos dos momentos, encontraremos la carga uniformemente repartida que es capaz de producirlo, como a continuación realizamos.

Para hallar los momentos de empotramiento vamos a descomponer el sistema mostrado arriba, en tres sistemas de cargas:



Para 1.- $M_{A1} = M_{B1} = \frac{W l^2}{12}$

$M_{A1} = M_{B1} = \frac{927 \times 5.80^2}{12} = 2.599 \text{ T-m.}$

Para 2 y 3.-

$$M_A = \frac{W}{l^2} \left[l^2 \frac{(l^2 - a^2)}{2} - \frac{2 \times l (l^3 - a^3)}{3} + \frac{l^4 - a^4}{4} \right]$$

$$M_B = \frac{W}{l^2} \left[l \frac{(l^3 - a^3)}{3} - \frac{l^4 - a^4}{4} \right]$$

$M_{A2} = \frac{0.753}{5.80^2} \left[5.80^2 \frac{(5.80^2 - 1.55^2)}{2} - \frac{2 \times 5.80 (5.80^3 - 1.55^3)}{3} + \frac{5.80^4 - 1.55^4}{4} \right]$
 $= 0.753 \times 1.987 = 1.496 \dots \dots \dots M_{A2} = 1.496 \text{ T-m.}$

$M_{B2} = \frac{0.753}{5.80^2} \left[5.80 \frac{(5.80^3 - 1.55^3)}{3} - \frac{5.80^4 - 1.55^4}{4} \right]$
 $= 0.753 \times 2.632 = 1.982 \dots \dots \dots M_{B2} = 1.982 \text{ T-m.}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$M_{A3} = \frac{0.118}{5.80^2} \left[\frac{5.80^2(5.80^2 - 3.80^2)}{2} - \frac{2 \times 5.80(5.80^3 - 3.80^3)}{3} + \frac{5.80^4 - 3.80^4}{4} \right] =$$

$$= 0.118 \times 0.341 = 0.040 \dots\dots\dots M_{A3} = 0.040 \text{ T-m.}$$

$$M_{B3} = \frac{0.118}{5.80^2} \left[\frac{5.80(5.80^3 - 3.80^3)}{3} - \frac{5.80^4 - 3.80^4}{4} \right] =$$

$$= 0.118 \times 1.199 = 0.141 \dots\dots\dots M_{B3} = 0.141 \text{ T-m.}$$

$$M_A = M_{A1} + M_{A2} + M_{A3} = 2.599 + 1.496 + 0.040 = 4.135 \text{ T-m.}$$

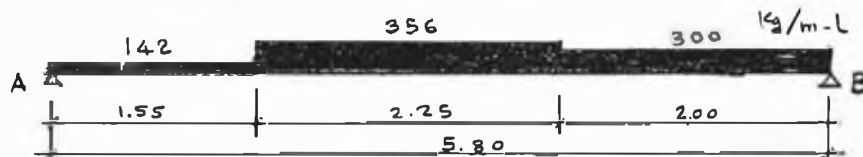
$$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 2.599 + 1.982 + 0.141 = 4.722 \text{ T-m.}$$

Teniendo los momentos , la carga equivalente que se va a utilizar será :

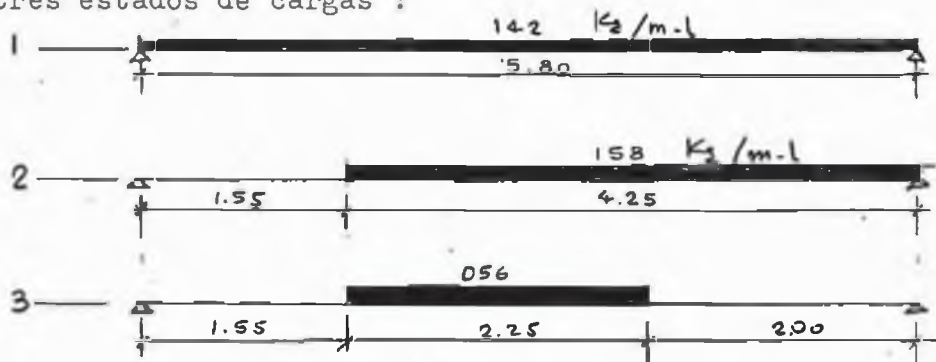
$$4.722 = \frac{W \times 5.80^2}{12} \quad \text{de donde :}$$

$$W = \frac{4.722 \times 12}{5.80^2} = 1.684 \dots\dots W = 1.684 \text{ T.}$$

NIVEL : AZOTEA - (CARGA VIVA).



Para hallar el momento de empotramiento , descomponemos este sistema en tres estados de cargas :



Para 1 .- $M_{A1} = M_{B1} = \frac{W l^2}{12}$

$$M_{A1} = M_{B1} = \frac{142 \times 5.80^2}{12} = 0.398 \dots\dots M_{A1} = M_{B1} = 0.398 \text{ T-m.}$$

Para 2 .- Siguiendo el mismo método :

$$M_{A2} = W \times 1.987 = 0.158 \times 1.987 = 0.314 \dots\dots M_{A2} = 0.314 \text{ T-m.}$$

$$M_{B2} = W \times 2.362 = 0.158 \times 2.362 = 0.373 \dots\dots M_{B2} = 0.373 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

$$\text{Para } 3 \text{ .- } M_A = \frac{W}{12} \left[1^2 \frac{(a+b)^2 - a^2}{2} - 2 \times 1 \frac{(a+b)^3 - a^3}{3} + \frac{(a+b)^4 - a^4}{4} \right]$$

$$M_B = \frac{W}{12} \left[1 \frac{(a+b)^3 - a^3}{3} - \frac{(a+b)^4 - a^4}{4} \right]$$

$$M_{A3} = \frac{0.056}{5.80^2} \left[5.80^2 \frac{(3.80)^2 - 1.55^2}{2} - 2 \times 5.80 \frac{(3.80)^3 - 1.55^3}{3} + \frac{(3.80)^4 - 1.55^4}{4} \right]$$

$$= 0.056 \times 1.646 = 0.092 \dots\dots\dots M_{A3} = 0.092 \text{ T-m.}$$

$$M_{B3} = \frac{0.056}{5.80^2} \left[5.80 \frac{(3.80)^3 - 1.55^3}{3} - \frac{(3.80)^4 - 1.55^4}{4} \right] =$$

$$= 0.056 \times 1.433 = 0.080 \dots\dots\dots M_{B3} = 0.080 \text{ T-m.}$$

$$M_A = M_{A1} + M_{A2} + M_{A3} = 0.389 + 0.314 + 0.092 = 0.804 \text{ T-m.}$$

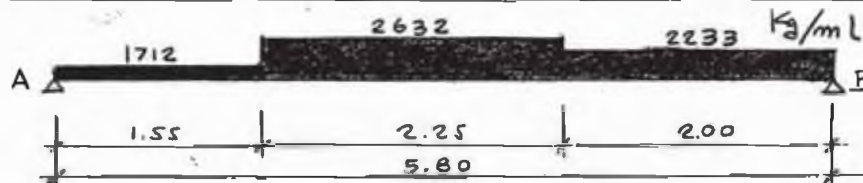
$$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 0.389 + 0.373 + 0.080 = 0.851 \text{ T-m.}$$

La carga equivalente a usar será :

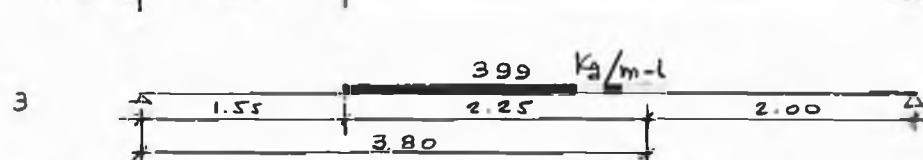
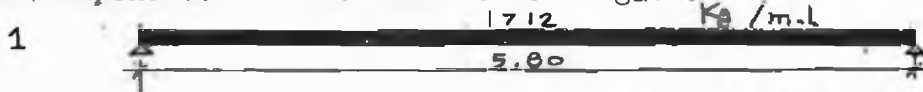
$$0.851 = \frac{W \times 5.80^2}{12}$$

$$W = \frac{0.851 \times 12}{5.80^2} = 0.304 \dots\dots W = 0.304 \text{ T.}$$

NIVEL PISCO TIPICO .- (CARGA MUERTA).



La descomponemos en tres estados de cargas :



Para 1 .- $M_{A1} = M_{B1} = \frac{W l^2}{12}$

$$M_{A1} = M_{B1} = \frac{1712 \times 5.80^2}{12} = 4.799 \dots\dots M_{A1} = M_{B1} = 4.799 \text{ T-m.}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Para 2.- $M_{A2} = W \times 1.987$
 $M_{B2} = W \times 2.362$

$M_{A2} = 0.521 \times 1.987 = 1.035 \text{ T-m.}$
 $M_{B2} = 0.521 \times 2.362 = 1.231 \text{ T-m.}$

Para 3.- $M_{A3} = W \times 1.646$
 $M_{B3} = W \times 1.433$

$M_{A3} = 0.399 \times 1.646 = 0.657 \text{ T-m.}$
 $M_{B3} = 0.399 \times 1.433 = 0.572 \text{ T-m.}$

$M_A = M_{A1} + M_{A2} + M_{A3} = 4.799 + 1.035 + 0.657 = 6.491 \text{ T-m.}$

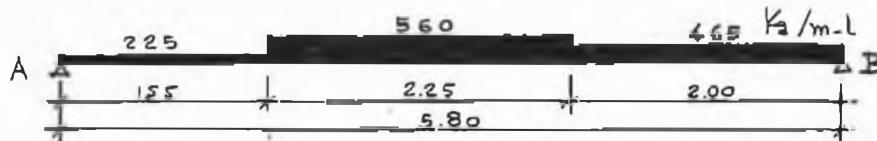
$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 4.799 + 1.231 + 0.572 = 6.602 \text{ T-m.}$

La carga equivalente a usar será :

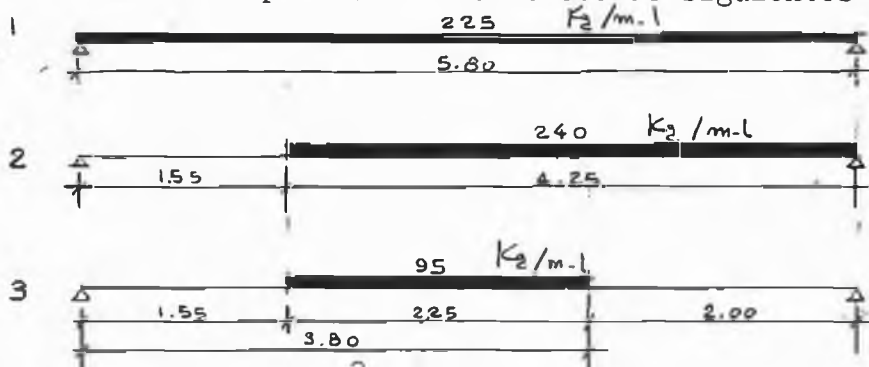
$6.602 = \frac{W \times 5.80^2}{12}$

$W = \frac{6.602 \times 12}{5.80^2} = 2.355 \dots\dots\dots W = 2.355 \text{ T/m.l}$

NIVEL PISO TIPICO .- (CARGA VIVA).



Este sistema lo descomponemos en los sistemas siguientes :



Para 1.- $M_{A1} = M_{B1} = \frac{W L^2}{12}$

$M_{A1} = M_{B1} = \frac{0.225 \times 5.80^2}{12} = 0.631 \text{ T-m.}$

Para 2.- $M_{A2} = W \times 1.987 = 0.240 \times 1.987 = 0.477 \text{ T-m.}$

$M_{B2} = W \times 2.362 = 0.240 \times 2.362 = 0.567 \text{ T-m.}$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

Para 3 .- $M_{A3} = W \times 1.646 = 0.095 \times 1.646 = 0.156 \text{ T-m.}$
 $M_{B3} = W \times 1.433 = 0.095 \times 1.433 = 0.136 \text{ T-m.}$

$M_A = M_{A1} + M_{A2} + M_{A3} = 0.631 + 0.477 + 0.156 = 1.264 \text{ T-m.}$

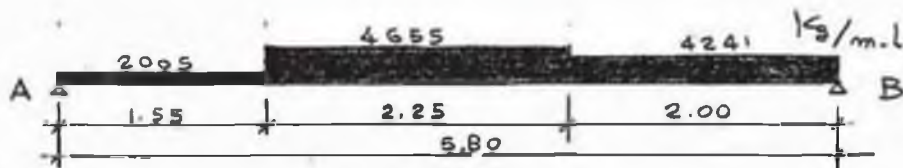
$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 0.631 + 0.567 + 0.136 = 1.334 \text{ T-m.}$

La carga equivalente que se va a utilizar en el cálculo del momento isostático será :

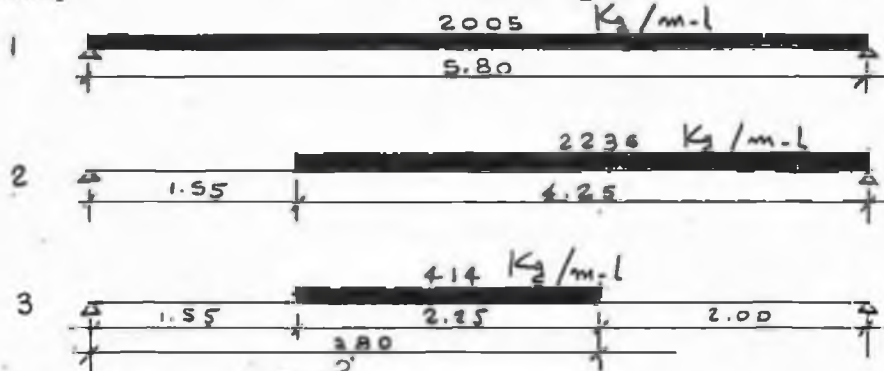
$1.334 = \frac{W \times 5.80^2}{12}$ de donde :

$W = \frac{1.334 \times 12}{5.80^2} = 0.476 \dots\dots\dots W = 0.476 \text{ T.}$

NIVEL PLANTA BAJA .- (CARGA MUERTA)



La descomponemos en tres estados de cargas :



Para 1 .- $M_A = M_B = \frac{W l^2}{12}$
 $M_{A1} = M_{B1} = \frac{2005 \times 5.80^2}{12} = 5.621 \text{ T-m.}$

Para 2 .- $M_{A2} = W \times 1.987 = 2.236 \times 1.987 = 4.443 \text{ T-m.}$
 $M_{B2} = W \times 2.362 = 2.236 \times 2.362 = 5.281 \text{ T-m.}$

Para 3 .- $M_{A3} = W \times 1.646 = 0.414 \times 1.646 = 0.681 \text{ T-m.}$
 $M_{B3} = W \times 1.433 = 0.414 \times 1.433 = 0.593 \text{ T-m.}$

$M_A = M_{A1} + M_{A2} + M_{A3} = 5.621 + 4.443 + 0.681 = 10.745 \text{ T-m.}$

$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 5.621 + 5.281 + 0.593 = 11.495 \text{ T-m.}$

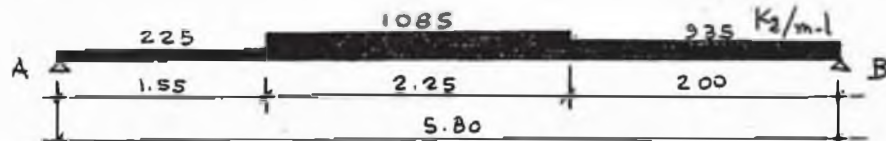
La carga equivalente que se usará será :

$11.495 = \frac{W \times 5.80^2}{12} \dots\dots\dots W = \frac{11.495 \times 12}{5.80^2} = 4.100 \text{ T.}$

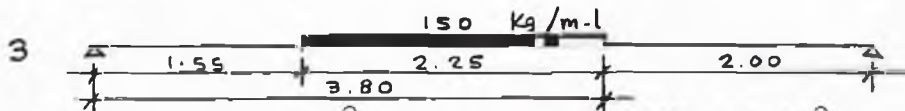
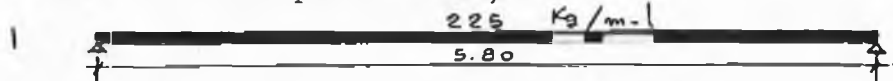
ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

306

NIVEL PLANTA BAJA .- (CARGA VIVA) .



Este sistema lo descomponemos en ;



Para 1 .- $M_{A1} = M_{B1} = \frac{W l^2}{12}$; $M_{A1} = M_{B1} = \frac{.225 \times 5.80^2}{12} = 0.631 \text{ T-m.}$

Para 2 .- $M_{A2} = W \times 1.987 = .710 \times 1.987 = 1.411 \text{ T-m.}$
 $M_{B2} = W \times 2.362 = .710 \times 2.362 = 1.677 \text{ T-m.}$

Para 3 .- $M_{A3} = W \times 1.646 = .150 \times 1.646 = 0.247 \text{ T-m.}$
 $M_{B3} = W \times 1.433 = .150 \times 1.433 = 0.215 \text{ T-m.}$

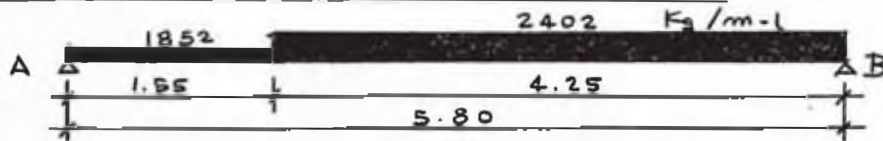
$M_A = M_{A1} + M_{A2} + M_{A3} = 0.613 + 1.411 + 0.247 = 2.289 \text{ T-m.}$

$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 0.613 + 1.677 + 0.215 = 2.523 \text{ T-m.}$

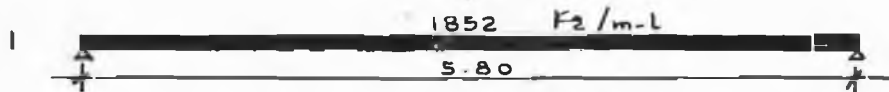
La carga equivalente que se va a utilizar para el cálculo del momento isostático será :

$$2.523 = \frac{W \times 5.80^2}{12} ; \quad W = \frac{2.523 \times 12}{5.80^2} = 0.900 \text{ T.}$$

NIVEL SGTANO .- (CARGA MUERTA) .



Descomponemos en dos estados de cargas :



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

307

$$\text{Para 1 .- } M_A = M_B = \frac{W \times l^2}{12} ; M_{A1} = M_{B1} = \frac{1.852 \times 5.80^2}{12} = 5.192 \text{ T-m.}$$

$$\text{Para 2 .- } M_{A2} = W \times 1.987 = 0.550 \times 1.987 = 1.093 \text{ T-m.}$$

$$M_{B2} = W \times 2.362 = 0.550 \times 2.362 = 1.299 \text{ T-m.}$$

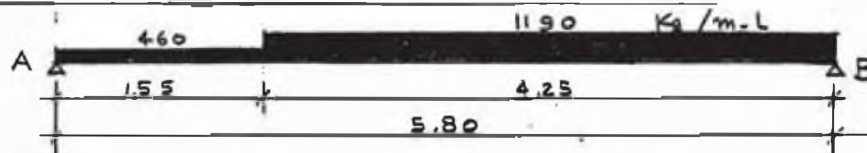
$$M_A = M_{A1} + M_{A2} = 5.192 + 1.093 = 6.285 \text{ T-m.}$$

$$M_B = M_{B1} + M_{B2} = 5.192 + 1.299 = 6.491 \text{ T-m.}$$

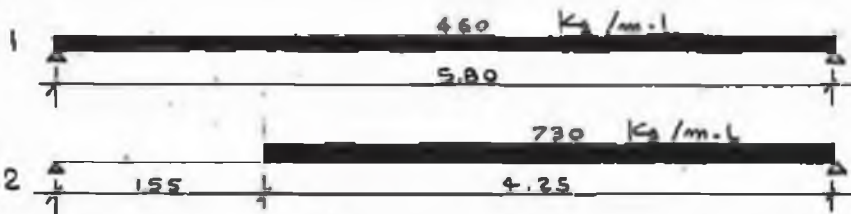
La carga equivalente será :

$$6.491 = \frac{W \times 5.80^2}{12} ; W = \frac{6.491 \times 12}{5.80^2} = 2.315 \text{ T.}$$

NIVEL : S O T A N O .- (C A R G A V I V A).



Descomponemos en dos estados de cargas :



$$\text{Para 1 .- } M_A = M_B = \frac{W l^2}{12} ; M_{A1} = M_{B1} = \frac{0.460 \times 5.80^2}{12} = 1.290 \text{ T-m.}$$

$$\text{Para 2 .- } M_{A2} = W \times 1.987 = 0.730 \times 1.987 = 1.451 \text{ T-m.}$$

$$M_{B2} = W \times 2.362 = 0.730 \times 2.362 = 1.724 \text{ T-m.}$$

$$M_A = M_{A1} + M_{A2} = 1.290 + 1.451 = 2.741 \text{ T-m.}$$

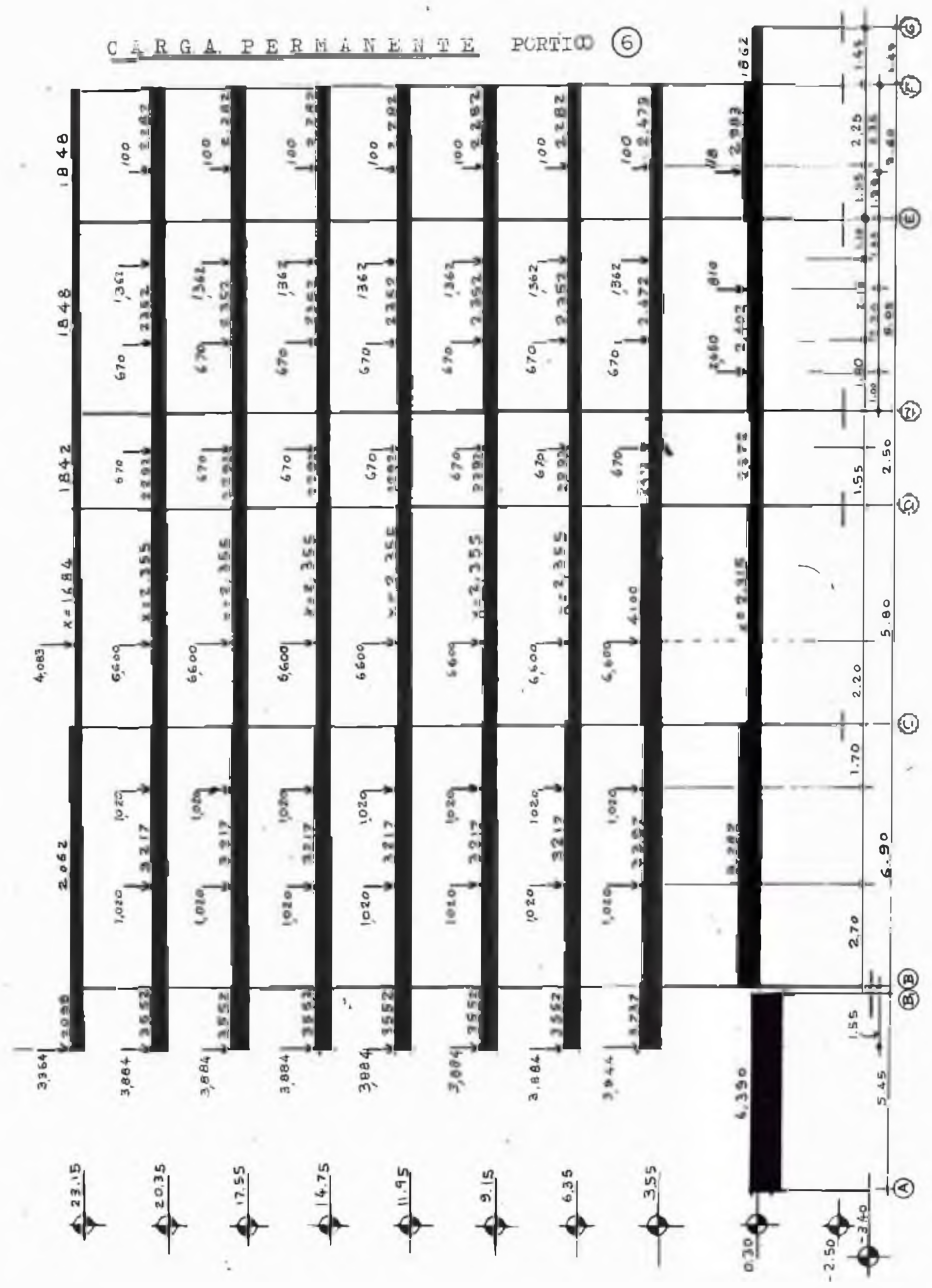
$$M_B = M_{B1} + M_{B2} = 1.290 + 1.724 = 3.014 \text{ T-m.}$$

La carga equivalente que se va a utilizar en el cálculo del momento isostático será :

$$3.014 = \frac{W \times 5.80^2}{12} ; W = \frac{3.014 \times 12}{5.80^2} = 1.075 \text{ T/m-l}$$

ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
 CACERES BRUZZONE AURELIO A.

CARGA PERMANENTE PORTICO ⑥



ARANA MENDOCILLA EUGENIO E.
CACERES BRUZZONE AURELIO A.

