

ESTADOS DE CARGA

INCIDENCIA DE LAS CARGAS EVENTUALES

**Arq. Jorge Schinca
Prof. Titular de Estabilidad**

ESTADOS DE CARGA

INCIDENCIA DE LAS CARGAS EVENTUALES

PROLOGO

El tema objeto de esta publicación está escasamente tratado en la bibliografía técnica. Las referencias que existen sobre el mismo tratan en general sobre su resultado y no sobre su fundamentación.

Se tratará de salvar en lo posible esta falencia recogiendo la experiencia docente de muchos años realizada en la Facultad, fundamentalmente la propia, iniciada sobre el tema en el curso de Estabilidad III del año 1985.

Junio de 1994

Esta versión realizada en el 2001 reedita el texto anterior.

Octubre de 2001

INTRODUCCION

Una de las formas de clasificar las acciones es la que atiende a su temporalidad.

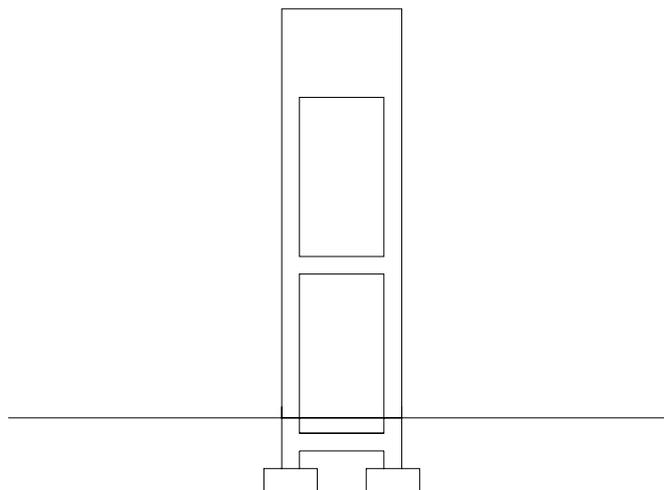
Acciones permanentes son aquellas que están presentes en una estructura en cualquiera y todos los instantes en que se aborde su estudio.

Acciones eventuales son aquellas que están presentes en algunos de esos instantes y no en otros.

Ejemplos de las primeras son las debidas al peso propio de los elementos constitutivos de la estructura. Entre las segundas se encuentran las producidas por el viento o las que derivan del uso del edificio.

La presencia o no de las cargas eventuales modifica el comportamiento de la estructura, tanto en su equilibrio global como en el equilibrio y deformación de sus partes.

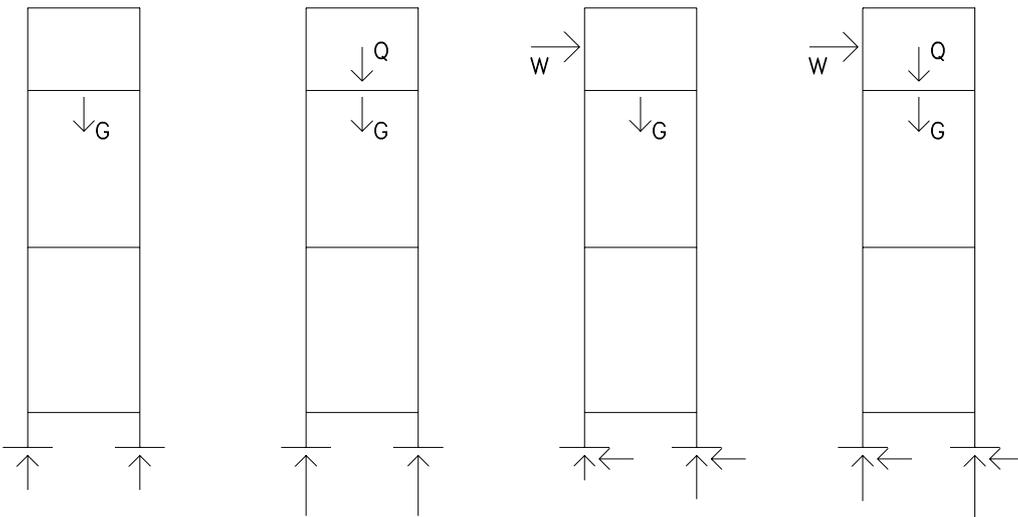
Un ejemplo clásico de este tema es un tanque de reserva de agua elevado sobre el terreno.



Sobre esta construcción actúa siempre su peso propio G , y eventualmente el peso del agua Q y el viento W .

Surgen cuatro posibles combinaciones de cargas, cuatro "estados de carga":

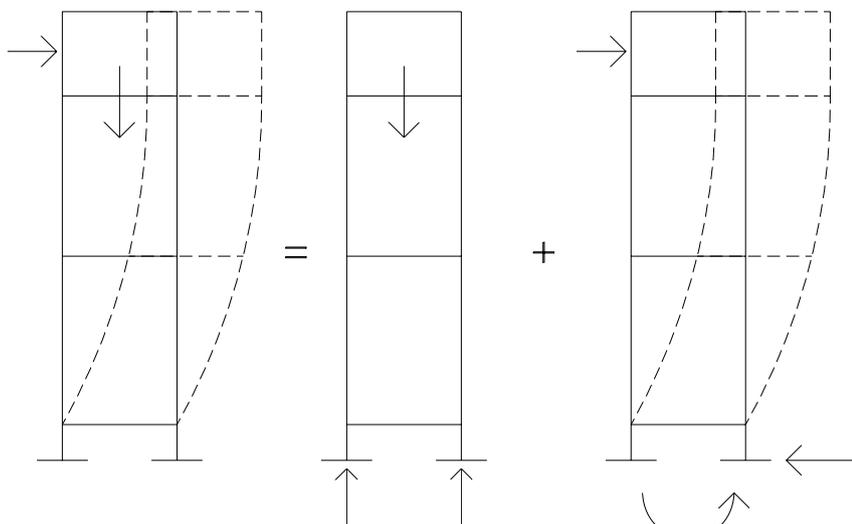
- 1.- solamente G .
- 2.- G y Q .
- 3.- G y W .
- 4.- G , Q y W .



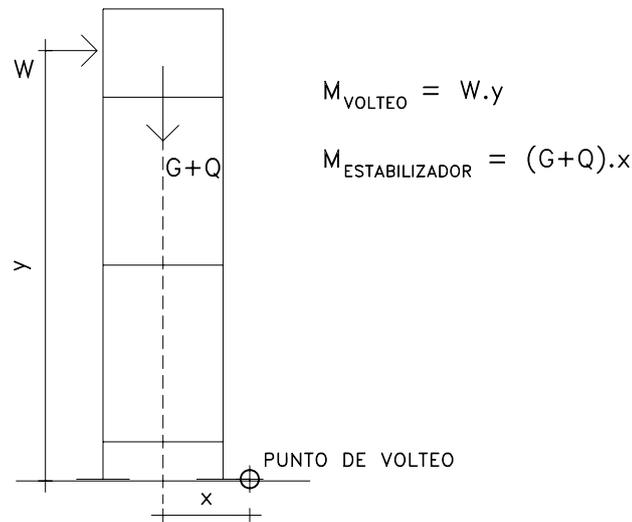
En los dos primeros estados de carga el equilibrio se logra con reacciones verticales y los elementos verticales de sustento están sometidos a compresión.

En el tercer y cuarto estado además de equilibrar fuerzas verticales se debe equilibrar una fuerza horizontal y un momento que tiende a voltear la construcción.

Los elementos verticales de sustento sufren deformaciones de flexión que se agregan a las de compresión.



En el cuarto estado la presencia de Q resulta favorable para resolver tanto el volteo como el equilibrio de la fuerza horizontal, G+Q producen un momento de giro contrario al de W, y también se aumenta el rozamiento entre las fundaciones y el suelo.



Frente a toda estructura se deben analizar los distintos posibles estados de carga y construirla teniendo en cuenta los requerimientos de todos.

En general ningún estado de carga de por sí plantea la totalidad de las máximas exigencias. Se debe analizar cuales son las que impone cada estado por sobre los demás.

En el ejemplo analizado se puede señalar:

- Resuelto el equilibrio de la fuerza horizontal para el tercer estado queda resuelto para el cuarto ya que este posee condiciones favorables como ya se analizó.
- Resuelto el dimensionado a presoflexión de los elementos verticales de sustento para el cuarto estado queda resuelto el dimensionado a compresión del mismo elemento para el segundo estado.

Como metodología de trabajo se resuelven las solicitaciones de cada estado, luego se superponen, se traza una envolvente de las mismas y para esa envolvente se dimensiona.

En los capítulos siguientes se circunscribe el tema a los entramados para entrepisos. En ellos la carga eventual es la carga de uso que puede estar producida por el depósito de mercadería o por el peso de usuarios y equipamiento.

CAPITULO I

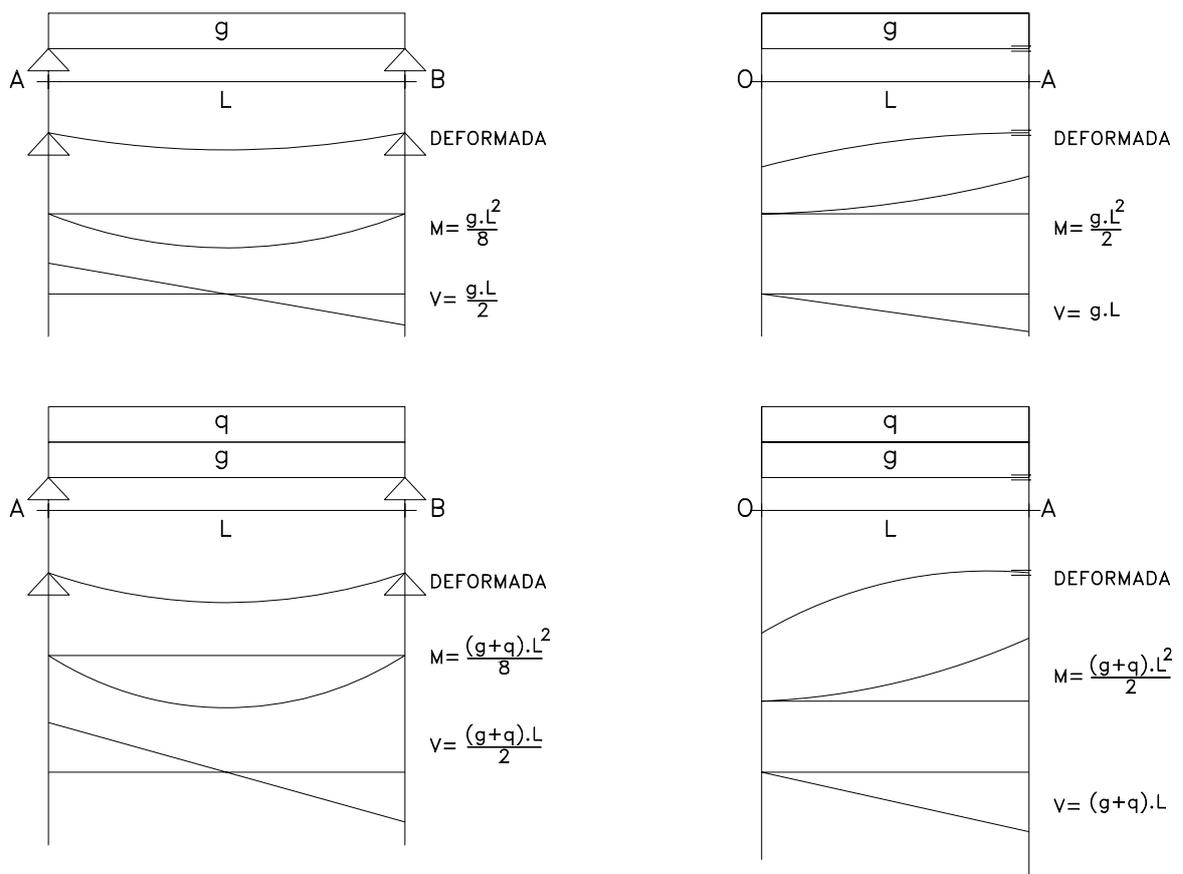
ESTADOS DE CARGA EN TRAMOS LINEALES CONTINUOS

ANALISIS

Viga o losa de un tramo.

En una viga o losa de un solo tramo, sea simplemente apoyada o en ménsula, las máximas deformaciones y por lo tanto máximas solicitaciones se producen cuando las cargas toman su mayor valor.

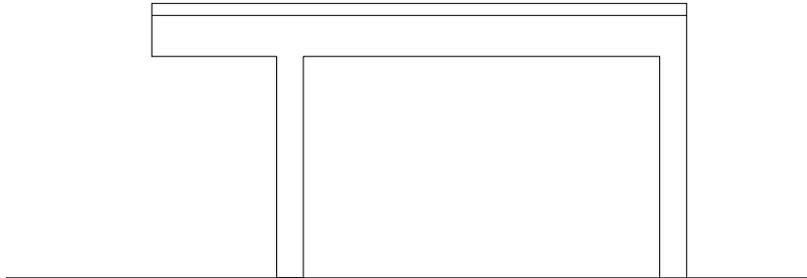
Si además de la carga permanente g puede actuar o no la eventual q , será para la combinación $g+q$ que se producirán las máximas exigencias.



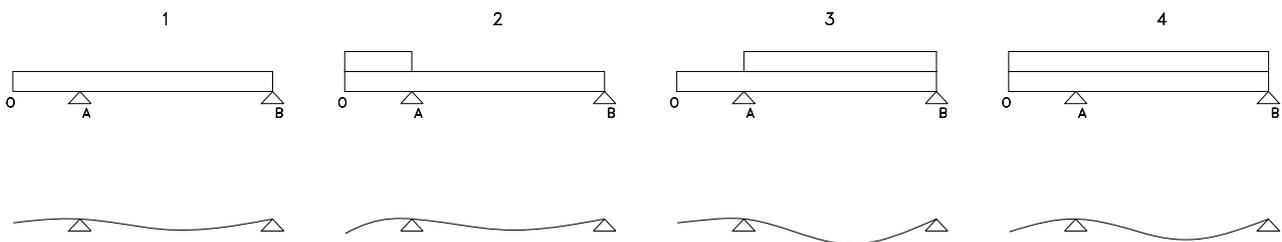
Si en lugar de una estructura de un solo tramo se está frente a una estructura continua, la interacción de deformaciones entre los distintos tramos hace que el tratamiento del tema sea algo más complejo.

Viga o losa de un tramo con voladizo.

La estructura continua más simple que se puede tener es una viga o una losa de un tramo con un voladizo.



Si sobre esta estructura actúa la carga permanente g y la eventual q se podrán producir los cuatro estados de carga que se indican en los esquemas.

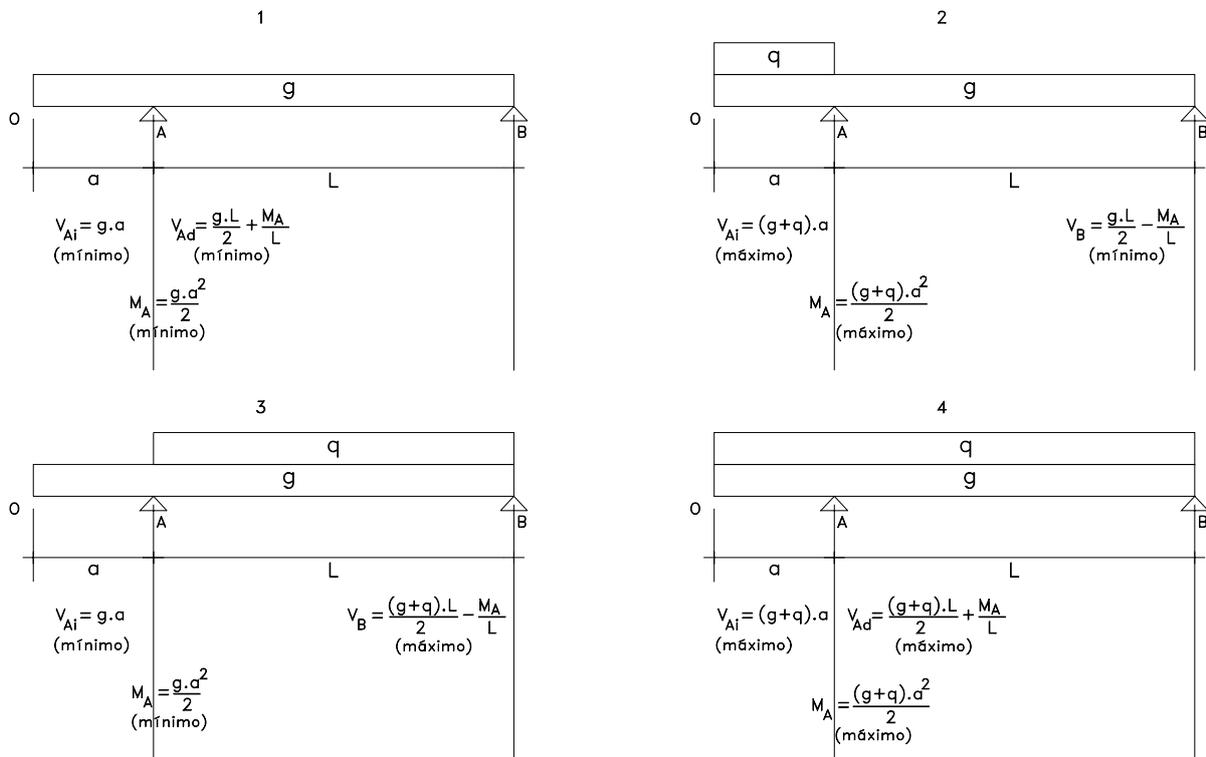


La comparación de las deformaciones producidas en los distintos estados permite establecer que:

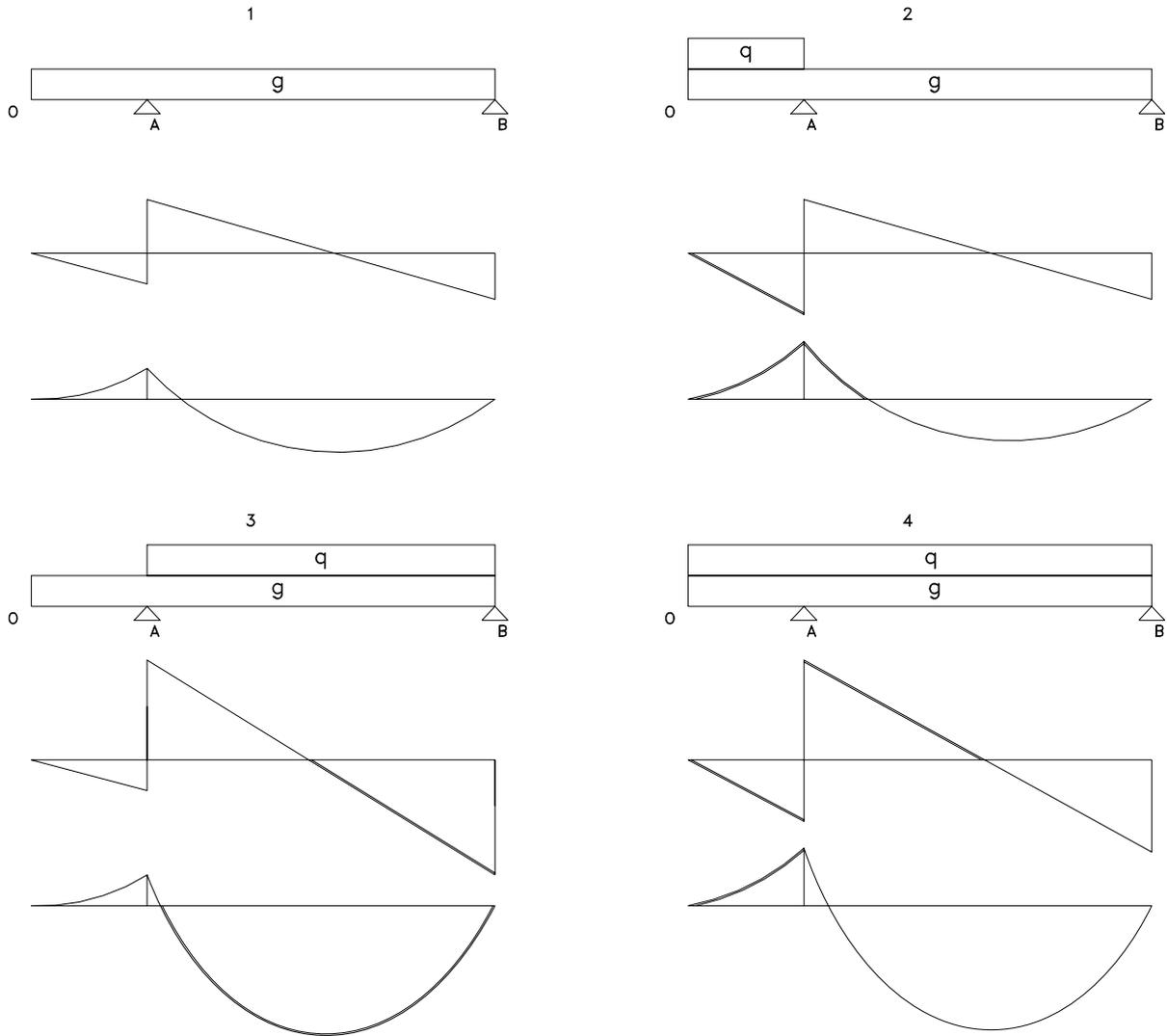
- en los estados de carga 1 y 3 se produce la menor curvatura del tramo OA; el momento flector en el punto A es el mínimo posible.
- en los estados de carga 2 y 4 se produce la mayor curvatura del tramo OA; el momento flector en el punto A es el máximo posible.
- en el estado de carga 3 se produce la mayor flecha en el tramo AB y por lo tanto su mayor curvatura lo que implica el mayor momento flector. Las deformaciones resultan mayores que las producidas en el estado de carga 4 a pesar de que la carga en el tramo es la misma debido a que en el estado 4 la inflexión de la deformación producida por el efecto de la ménsula se aleja del punto A.
- en el estado de carga 2 es cuando la inflexión producida por el efecto de la ménsula se aleja más del punto A, se puede llegar al extremo de que todo el tramo AB resulte traccionado en su cara superior.

La comparación de las descargas producidas en los distintos estados permite establecer que:

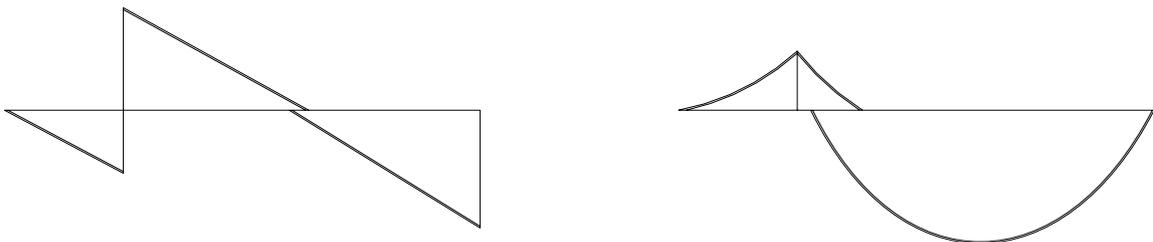
- el cortante en el punto A por la izquierda tiene el mismo valor y es máximo en los estados de carga 2 y 4.
- el cortante en el punto A por la izquierda tiene el mismo valor y es mínimo en los estados de carga 1 y 3.
- el cortante en el punto A por la derecha tiene su valor máximo en el estado 4, ya que se producen la mayor descarga debida a la carga del tramo y la mayor descarga hacia abajo por el momento de apoyo.
- el cortante en el punto A por la derecha tiene su valor mínimo en el estado 1, ya que se producen la menor descarga debida a la carga del tramo y la menor descarga hacia abajo por el momento de apoyo.
- el cortante en el punto B es máximo en el estado de carga 3, ya que se producen la mayor descarga debida a la carga del tramo y la menor descarga hacia arriba por el momento de apoyo.
- el cortante en el punto B es mínimo en el estado de carga 2, ya que se producen la menor descarga debida a la carga del tramo y la mayor descarga hacia arriba por el momento de apoyo, puede llegar a invertirse el sentido del cortante.



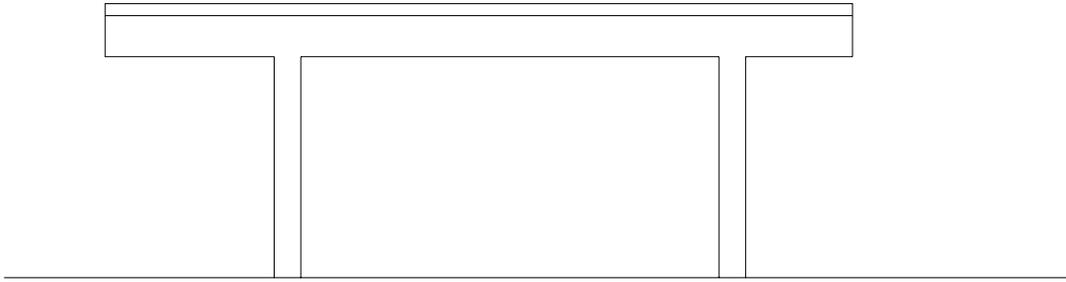
Se han representado los diagramas de solicitaciones que corresponden a cada estado, resaltándose los valores de cada uno que resultan de máxima exigencia.



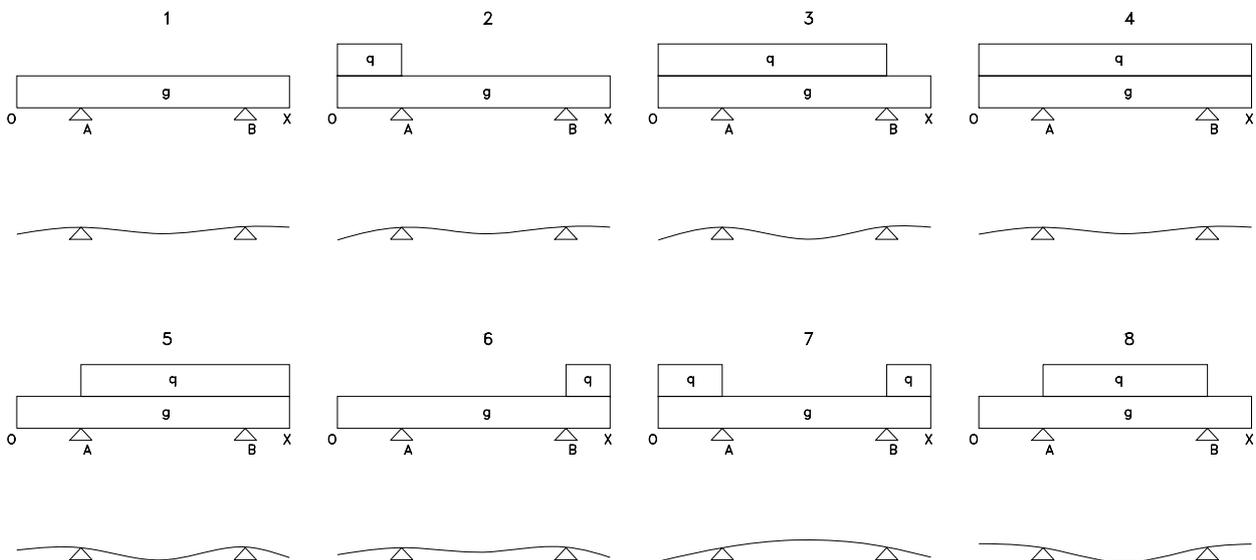
Tomando de cada uno de los diagramas los valores de máxima exigencia se construye el diagrama envolvente que será el que regulará el dimensionado.



Viga o losa de un tramo con dos voladizos.



Para una carga permanente g y una eventual q se presentan ocho posibles estados de carga:



La comparación de las deformaciones producidas en los distintos estados permite establecer que:

- en los estados de carga 1, 5, 6 y 8 se produce la menor curvatura del tramo OA; el momento flector en el punto A es el mínimo posible.
- en los estados de carga 2, 3, 4 y 7 se produce la mayor curvatura del tramo OA; el momento flector en el punto A es el máximo posible.
- en los estados de carga 1, 2, 3 y 8 se produce la menor curvatura del tramo BX; el momento flector en el punto B es el mínimo posible.
- en los estados de carga 4, 5, 6 y 7 se produce la mayor curvatura del tramo BX; el momento flector en el punto B es el máximo posible.
- en el estado de carga 8 se produce la mayor flecha en el tramo AB y por lo tanto su mayor curvatura lo que implica el mayor momento flector. Las deformaciones resultan mayores que las producidas en los estados de carga 3, 4 y 5 a pesar de que la carga en el tramo es la misma debido a que en estos estados las inflexiones de la deformación producidas por el efecto de las ménsulas cargadas se alejan de los apoyos.

- en el estado de carga 7 se produce la menor flecha en el tramo AB y por lo tanto su menor curvatura lo que implica el menor momento flector y la mayor extensión de la zona traccionada en la cara superior.

La comparación de las descargas producidas en los distintos estados permite establecer que:

- el cortante en el punto A por la izquierda tiene el mismo valor y es máximo en los estados de carga 2, 3, 4 y 7.

- el cortante en el punto A por la izquierda tiene el mismo valor y es mínimo en los estados de carga 1, 5, 6 y 8.

- el cortante en el punto A por la derecha tiene su valor máximo en el estado 3, ya que se producen la mayor descarga debida a la carga del tramo y la mayor descarga hacia abajo por la diferencia entre momentos de apoyo.

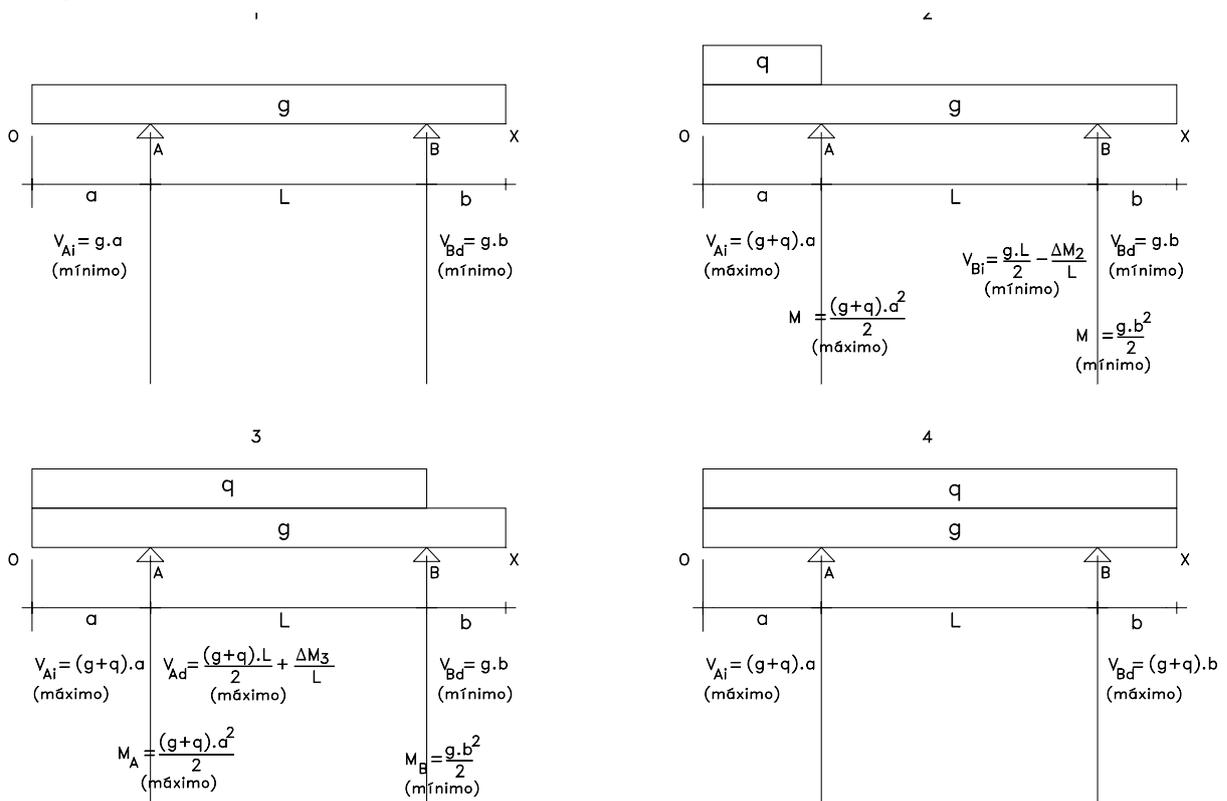
- el cortante en el punto A por la derecha tiene su valor mínimo en el estado 6, ya que se producen la menor descarga debida a la carga del tramo y la mayor descarga hacia arriba por la diferencia entre momentos de apoyo.

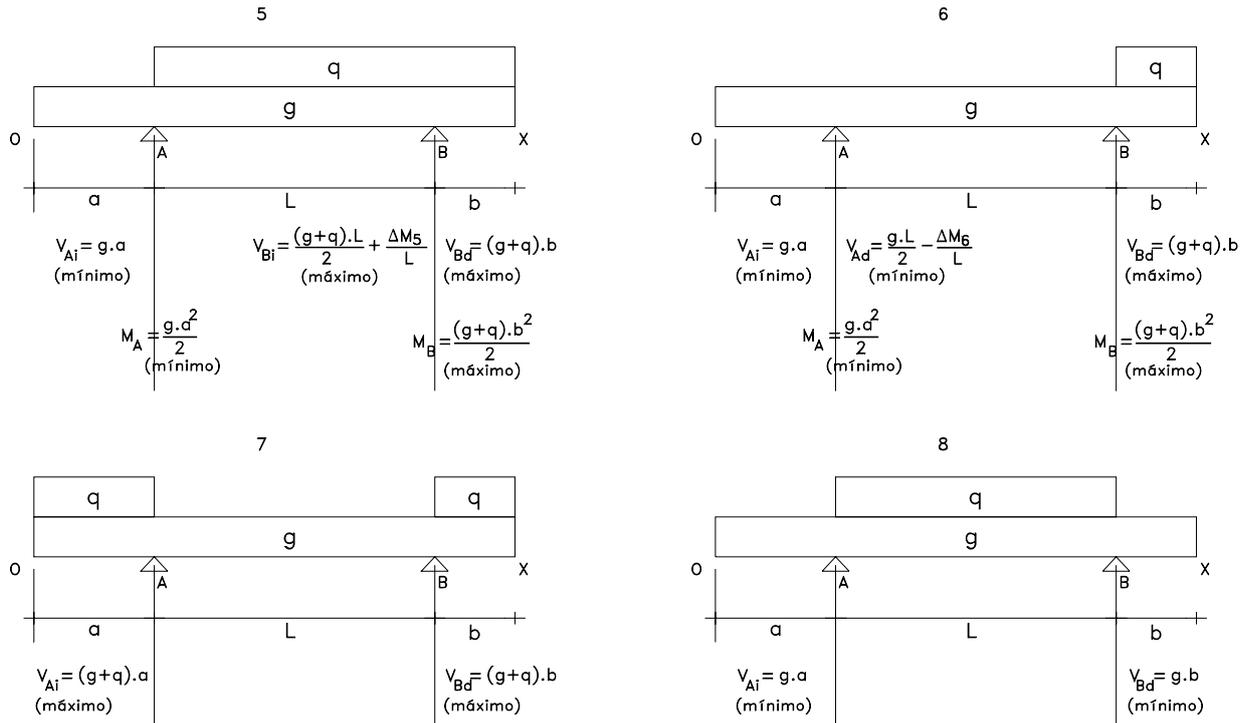
- el cortante en el punto B por la izquierda tiene su valor máximo en el estado de carga 5, ya que se producen la mayor descarga debida a la carga del tramo y la mayor descarga hacia abajo por la diferencia entre momentos de apoyo.

- el cortante en el punto B por la izquierda tiene su valor mínimo en el estado 2, ya que se producen la menor descarga debida a la carga del tramo y la mayor descarga hacia arriba por la diferencia entre momentos de apoyo.

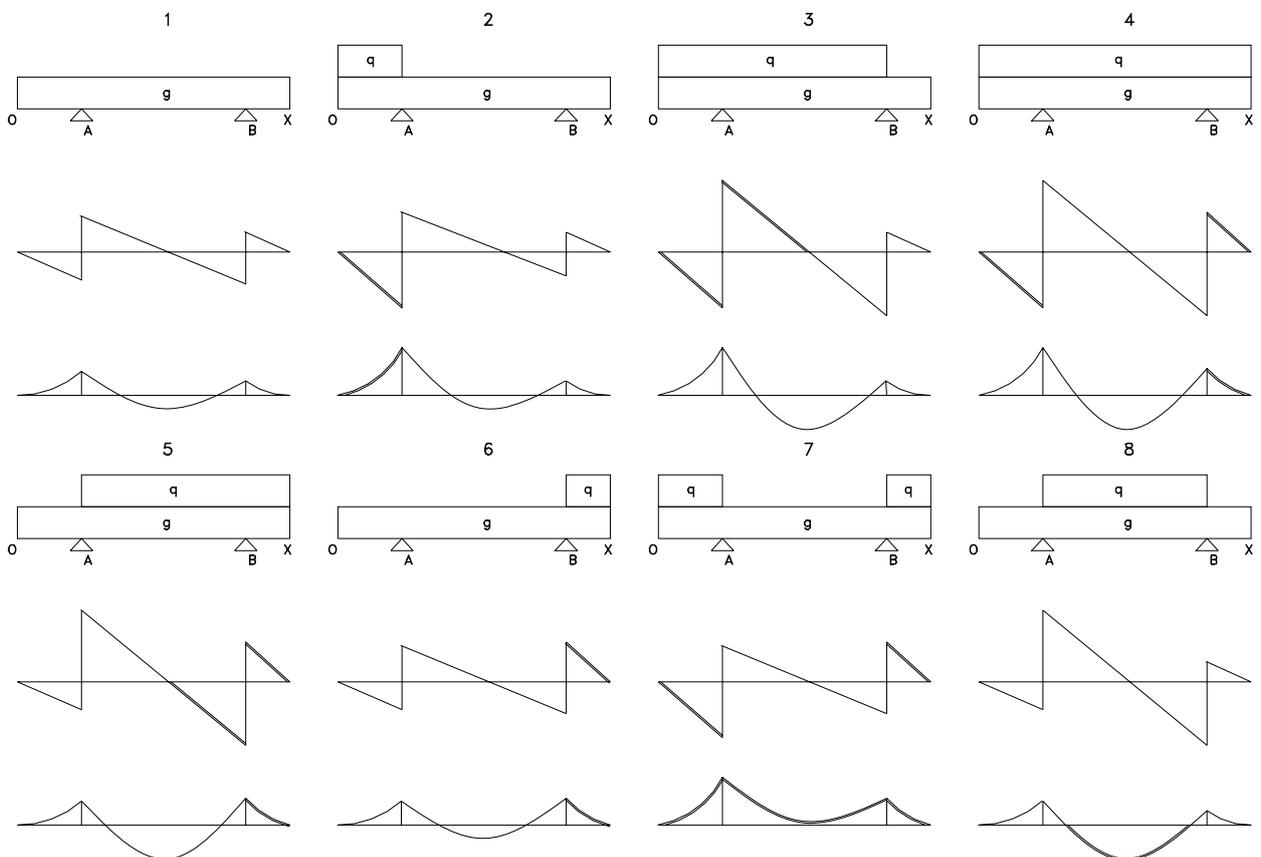
- el cortante en el punto B por la derecha tiene el mismo valor y es máximo en los estados de carga 4, 5, 6 y 7.

- el cortante en el punto B por la derecha tiene el mismo valor y es mínimo en los estados de carga 1, 2, 3 y 8.

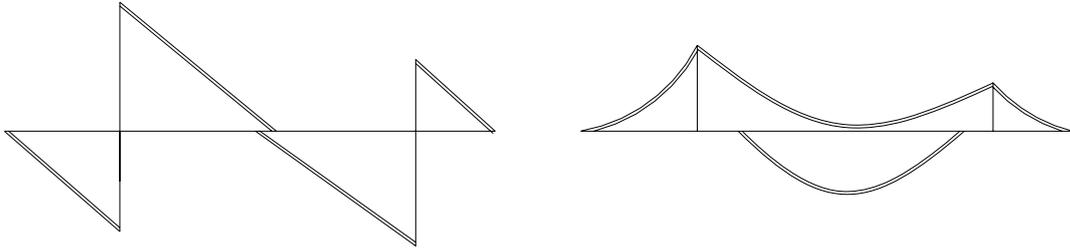




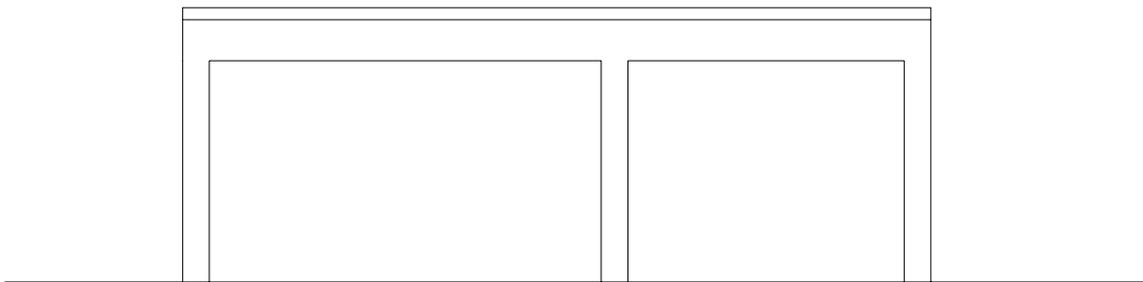
Se han representado los diagramas de solicitaciones que corresponden a cada estado, resaltándose los valores de cada uno que resultan de máxima exigencia.



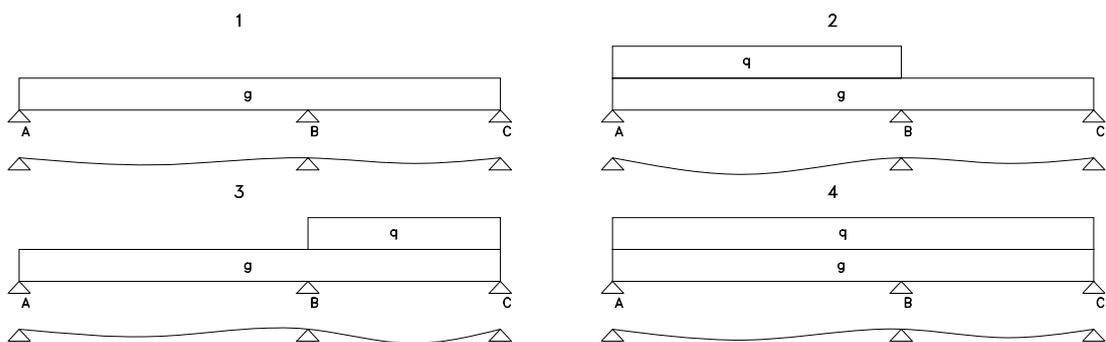
Tomando de cada uno de los diagramas los valores de máxima exigencia se construye el diagrama envolvente que será el que regulará el dimensionado.



Viga continua de dos tramos.



Para una carga permanente g y una eventual q se presentan cuatro posibles estados de carga: La comparación de las deformaciones producidas en los distintos estados permite establecer



que:

- en el estado de carga se produce 1 la menor curvatura en el punto B y por lo tanto el mínimo valor del momento flector en dicho punto.
- en el estado de carga 4 se produce la mayor curvatura en el punto B y por lo tanto el máximo valor del momento flector en dicho punto.
- en el estado de carga 2 se produce la mayor flecha en el tramo AB y por lo tanto su mayor curvatura lo que implica el mayor momento flector. Las deformaciones resultan mayores que las producidas en el estado de carga 4 a pesar de que la carga en el tramo es la misma debido a que en este estado el momento de apoyo es mayor que en el 2.

- en el estado de carga 3 se produce la mayor flecha en el tramo BC y por lo tanto su mayor curvatura lo que implica el mayor momento flector. Las deformaciones resultan mayores que las producidas en el estado de carga 4 a pesar de que la carga en el tramo es la misma debido a que en este estado el momento de apoyo es mayor que en el 3.

- en el estado de carga 2 es cuando la inflexión producida en la deformación del tramo BC por el efecto de las cargas del tramo AB se aleja más del punto B, se puede llegar al extremo de que todo el tramo BC resulte traccionado en su cara superior.

- en el estado de carga 3 es cuando la inflexión producida en la deformación del tramo AB por el efecto de las cargas del tramo BC se aleja más del punto B, se puede llegar al extremo de que todo el tramo AB resulte traccionado en su cara superior.

La comparación de las descargas producidas en los distintos estados permite establecer que:

- el cortante en el punto A tiene su valor máximo en el estado 2, ya que se produce la descarga debida a la máxima carga del tramo con una menor descarga hacia arriba debida al momento de apoyo que en el estado 4.

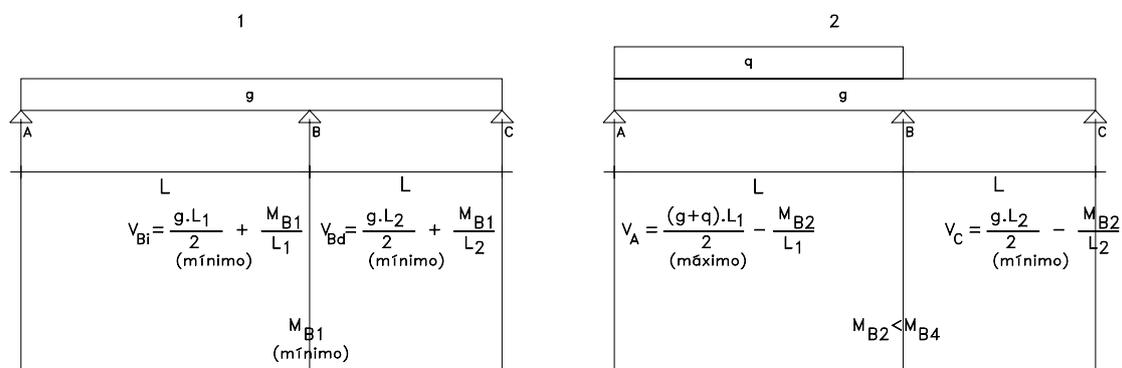
- el cortante en el punto A tiene su valor mínimo en el estado 3, ya que se produce la descarga debida a la mínima carga del tramo con mayor descarga hacia arriba debida al momento de apoyo que en el estado 1.

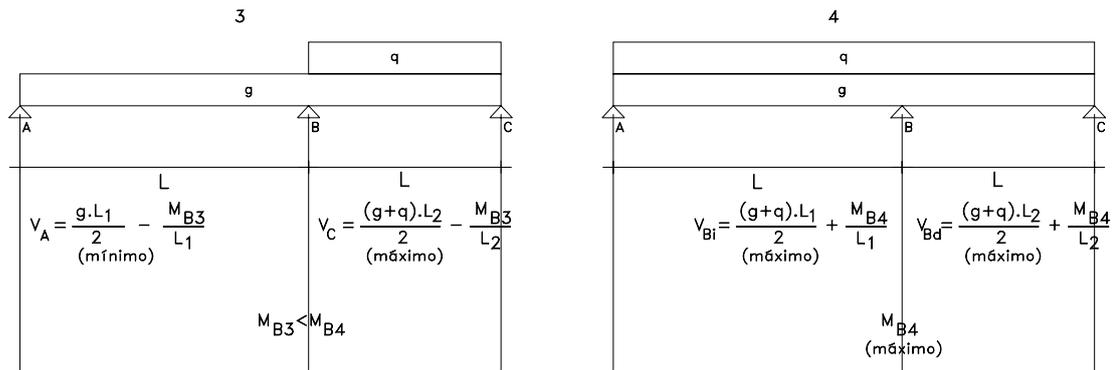
- el cortante en el punto B por la izquierda y por la derecha tienen sus valores máximos en el estado de carga 4, ya que se producen las mayores descargas debidas a las cargas de los tramos y las mayores descargas hacia abajo debidas al momento de apoyo.

- el cortante en el punto B por la izquierda y por la derecha tienen sus valores mínimos en el estado de carga 1, ya que se producen las menores descargas debidas a las cargas de los tramos y las menores descargas hacia abajo debidas al momento de apoyo.

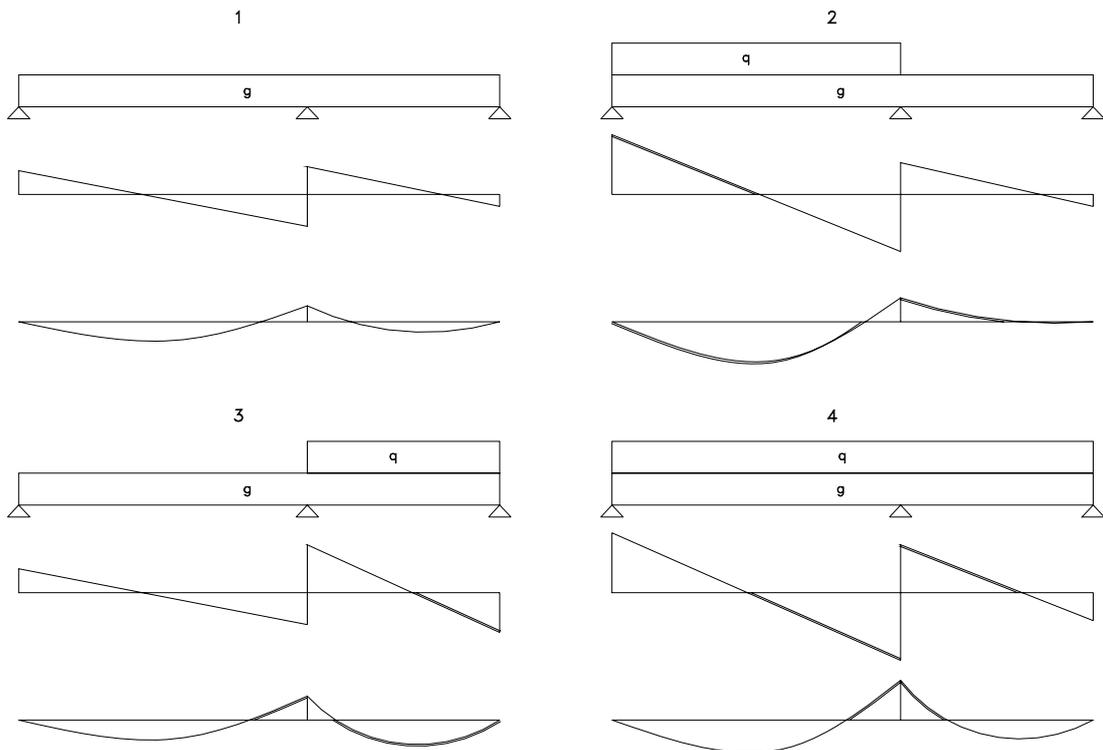
- el cortante en el punto C tiene su valor máximo en el estado 3, ya que se produce la descarga debida a la máxima carga del tramo con una menor descarga hacia arriba debida al momento de apoyo que en el estado 4.

- el cortante en el punto C tiene su valor mínimo en el estado 2, ya que se produce la descarga debida a la mínima carga del tramo con una mayor descarga hacia arriba debida al momento de apoyo que en el estado 1.





Se han representado los diagramas de solicitaciones que corresponden a cada estado, resaltándose los valores de cada uno que resultan de máxima exigencia.



Tomando de cada uno de los diagramas los valores de máxima exigencia se construye el diagrama envolvente que será el que regulará el dimensionado.



Viga o losa continua de más de dos tramos.

Dentro de este apartado se engloban casos desde tres hasta, teóricamente, infinitos tramos.

El número de posibles de estados de carga para m tramos está determinado por la sumatoria de las combinaciones de m en n variando n desde 0 a m .

$$\text{Casos posibles} = \sum_{n=0}^{n=m} C_m^n$$

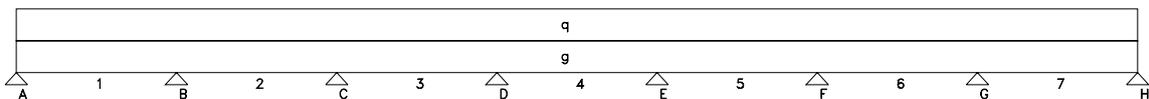
El caso de tres tramos implica ocho estados de carga, el de cuatro dieciséis, el de cinco treinta y dos y así sucesivamente en forma creciente.

Muchos de estos estados de carga no aportan información útil para el dimensionado ya que los valores de sus solicitaciones no resultan de máxima exigencia.

A partir del estudio de un caso de siete tramos se elaborarán criterios generales para determinar cuales son los estados de carga que deben ser estudiados.

De los ciento veintiocho estados de carga posibles solamente catorce brindan información útil. Para discernir cuales son estos catorce casos y como ya se ha dicho, generalizar los criterios de la elección se realiza el siguiente análisis.

Sea una viga o losa continua de siete tramos sobre la que actúa una carga permanente g y una eventual q .

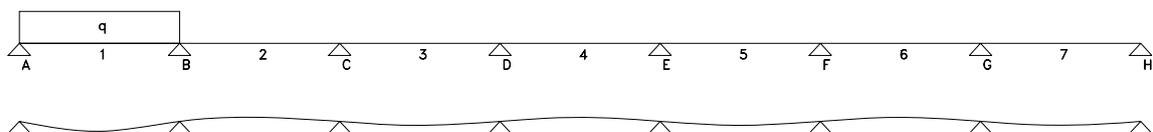


Para lograr una mayor claridad en la exposición y aplicando el principio de superposición de cargas, se estudiará por un lado el efecto de las cargas permanentes y por el otro el de las eventuales.

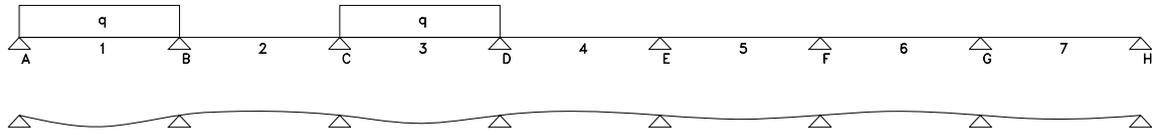
El efecto de las cargas permanentes es una constante que se suma en todos los posibles estados de carga por lo tanto las diferencias entre los distintos estados quedan fijadas por las cargas eventuales marcando los valores que interesará definir.

Se continuará por lo tanto, a los efectos de determinar los estados de carga de interés, únicamente con el estudio de los efectos de las cargas eventuales.

Si se carga solamente el tramo 1 las deformaciones del conjunto son las que se indican en el esquema:

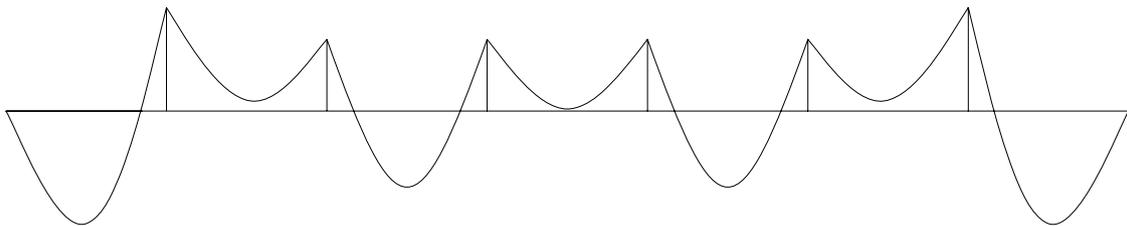
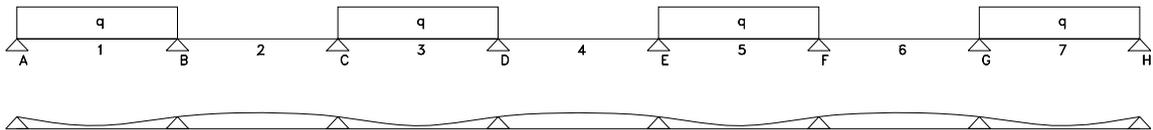


Si se agrega la carga en el tramo 3 las deformaciones se acentúan y lo mismo sucede si se cargan los tramos 5 y 7 ya que las cargas del tramo 1 al deformar el conjunto producen descensos en los tramos 3, 5 y 7.



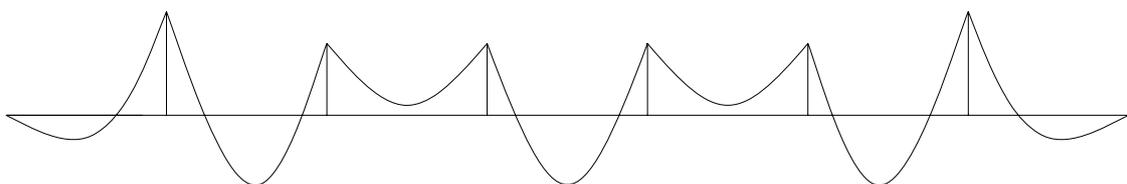
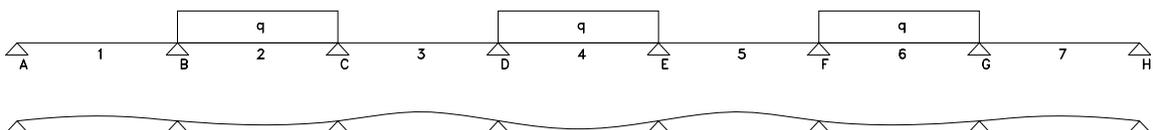
Se concluye que las máximas deformaciones y por lo tanto máximos momentos en los tramos impares se obtienen cuando están todos simultáneamente cargados sin estarlo los pares.

Se obtendrán también en este estado las máximas extensiones en las tracciones de las caras superiores de los tramos pares, pudiendo quedar totalmente traccionadas.



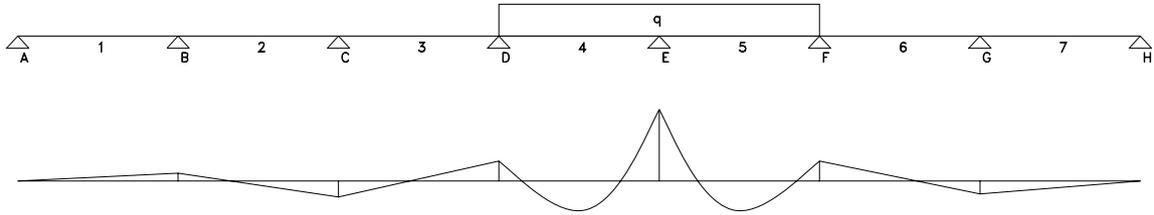
Por un razonamiento análogo se establece que las máximas deformaciones y por lo tanto máximos momentos en los tramos pares se obtienen cuando están todos simultáneamente cargados sin estarlo los impares.

Se obtendrán también en este estado las máximas extensiones en las tracciones de las caras superiores de los tramos impares, pudiendo quedar totalmente traccionadas.



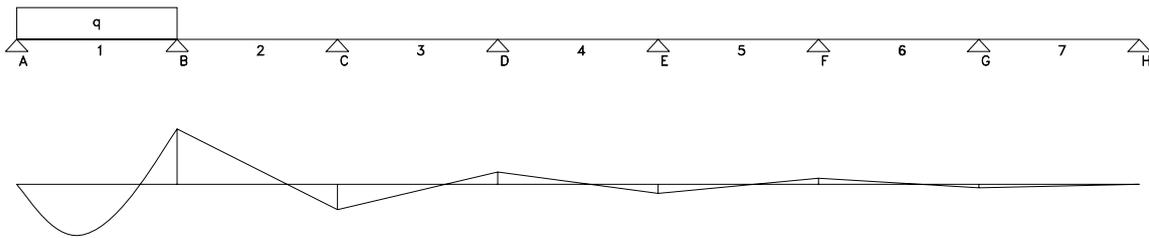
En lo que se refiere a los apoyos se parte del antecedente de la viga de dos tramos. En este caso el momento máximo de apoyo así como la descarga máxima se obtenía cuando los dos tramos adyacentes estaban cargados.

Si se desea determinar el momento máximo en el apoyo E, por ejemplo, se parte de cargar los tramos 4 y 5, obteniéndose el correspondiente diagrama de momentos.



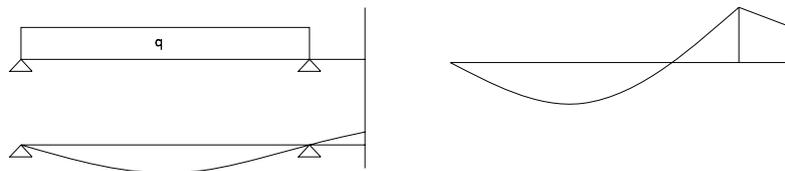
Se debe analizar cuál es la influencia de las cargas en los restantes tramos sobre el momento en el apoyo E.

Si solamente está cargado el tramo 1 resulta el siguiente diagrama de momentos.

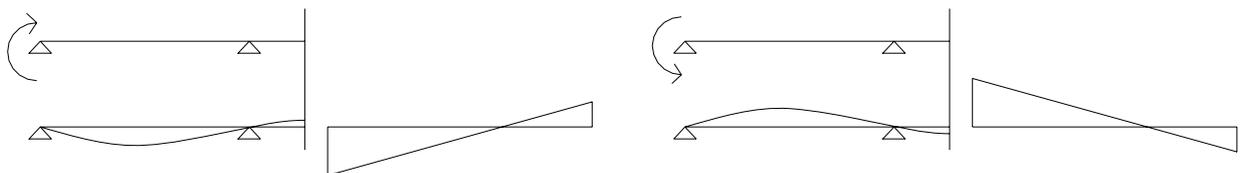


Para la confección de este diagrama y de los siguientes se tuvo en cuenta que:

a.- el tramo cargado se deforma como se indica lo que de acuerdo a las cargas actuantes significa el diagrama de momentos del dibujo:

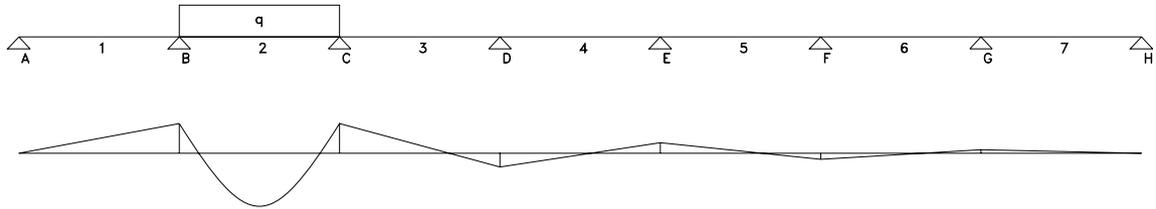


b.- los sucesivos tramos solo reciben deformación por el efecto de la continuidad, es decir de un momento en su extremo por lo cual deformación y diagrama de momentos son los del dibujo:

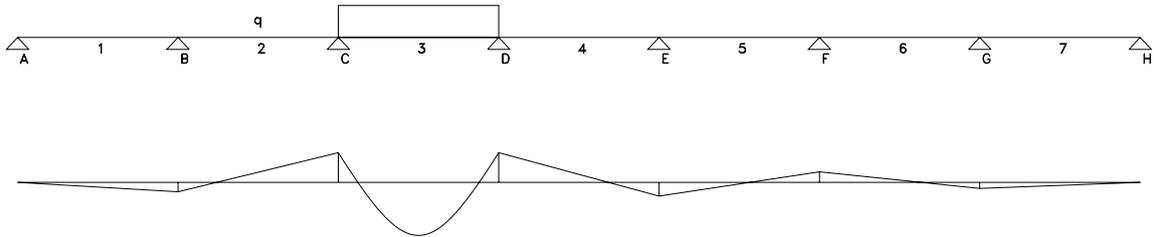


Aplicando el principio de superposición se observa que cargando el tramo 1 disminuye el momento en el apoyo E.

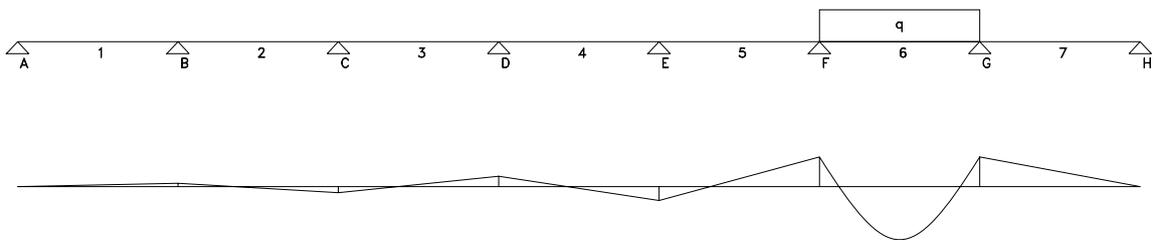
Si ahora se carga solamente el tramo 2 se obtiene el siguiente resultado para los momentos y la superposición indica que se aumenta el momento en el apoyo E.



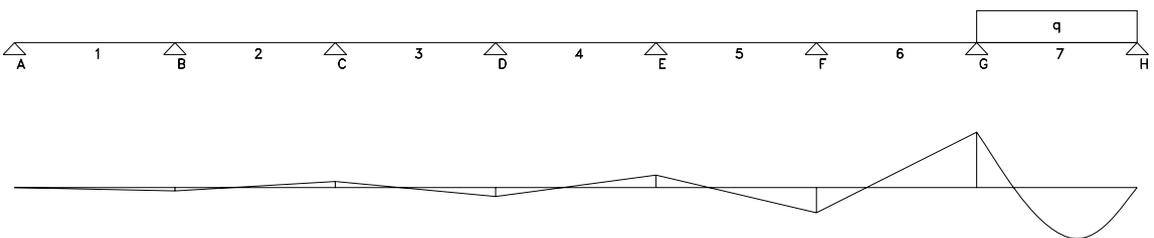
Si ahora se hace lo propio con el tramo 3 se aprecia que el momento en E disminuye.



Lo mismo sucede si se carga el tramo 6.



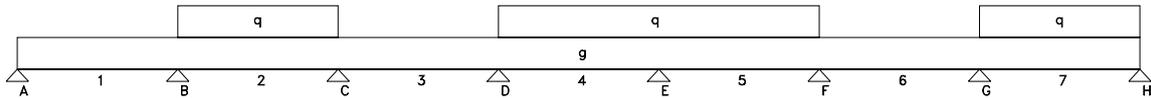
En cambio cargando el tramo 7 el momento en el apoyo E aumenta.



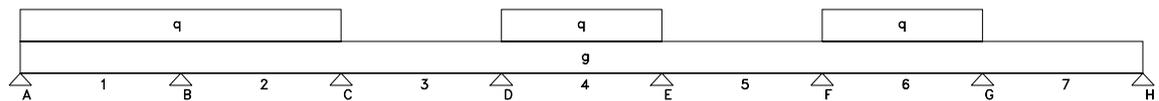
Como conclusión se establece que para hallar el momento máximo en un apoyo deben estar cargados los dos tramos adyacentes y el resto de los tramos, a partir de los dos adyacentes, alternativamente descargados y cargados.

El mismo estado proporciona el valor de las descargas máximas, a derecha e izquierda, en dicho apoyo.

Para el apoyo E resultará el siguiente estado de carga:



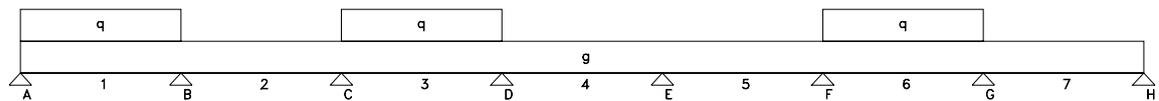
Para el B:



Siendo seis los apoyos internos resultan seis estados de carga distintos.

Por un razonamiento similar se puede establecer que los momentos y descargas mínimas en un apoyo se obtienen cuando están descargados los dos tramos adyacentes y el resto de los tramos, a partir de los dos adyacentes, alternativamente cargados y descargados.

Por ejemplo para el apoyo E el resultado sería:



Surgen otros seis estados de carga, uno para cada apoyo interno.

Las mayores descargas en los apoyos externos se obtienen en el mismo estado que da los momentos máximos de los tramos extremos ya que en esos casos se tiene la mayor descarga debida a las cargas del tramo y la menor descarga hacia arriba por el momento.

Las menores descargas en los apoyos externos se obtienen en el mismo estado que da los momentos mínimos de los tramos extremos ya que en esos casos se tiene la menor descarga debida a las cargas del tramo y la mayor descarga hacia arriba por el momento.

Con estos catorce estados de carga, de acuerdo a lo antedicho, se completa el estudio de las sollicitaciones de esta estructura, sin que sea necesario estudiar los ciento veintiocho estados de carga posibles.

Resumiendo, para realizar el estudio completo de las sollicitaciones en vigas o losas continuas de más de dos tramos se deben estudiar los siguientes estados de carga:

1.- Los tramos impares cargados y los pares descargados, se obtienen los momentos máximos de los tramos impares y la mayor extensión de las fibras superiores traccionadas en los tramos pares.

2.- Los tramos pares cargados y los impares descargados, se obtienen los momentos máximos de los tramos pares y la mayor extensión de las fibras superiores traccionadas en los tramos impares.

Estos dos estados determinan también las descargas máximas y mínimas en los apoyos externos.

3.- En cada apoyo interno los dos tramos adyacentes cargados y los otros alternativamente descargados y cargados, se obtiene el momento y las descargas máximas en el apoyo.

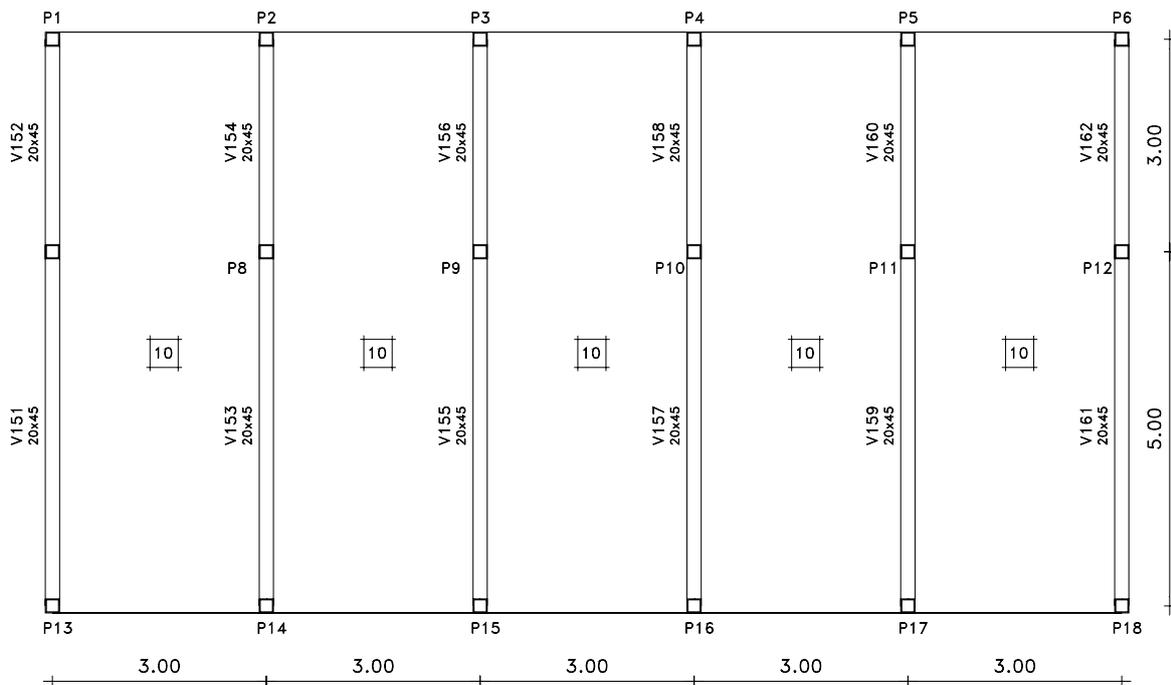
4.- En cada apoyo interno los dos tramos adyacentes descargados y los otros alternativamente cargados y descargados, se obtiene el momento y las descargas mínimas en el apoyo. Este último caso puede en general obviarse en el caso de que se trate de una viga.

CAPITULO II

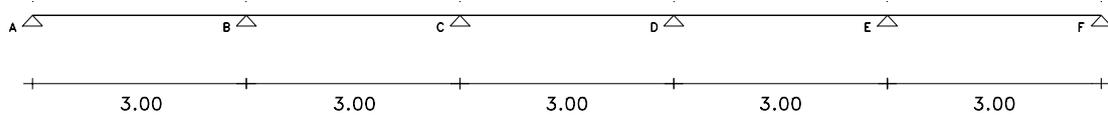
ESTADOS DE CARGA EN TRAMOS LINEALES CONTINUOS

APLICACIONES

La ejemplificación del tema se hará a partir de un entrepiso cuya solución estructural se grafica.

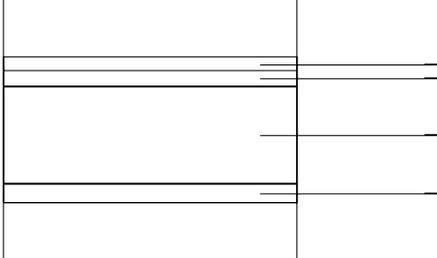


Se comienza por el estudio de la losa que se apoya sobre vigas paralelas. La faja representativa de esta losa se esquematiza como continua de cinco tramos.



De acuerdo a la función que en él se cumple, taller de una industria con maquinaria liviana corresponde considerar una carga de uso de 500 daN/m².

Las cargas permanentes se determinan a partir del peso de los distintos elementos constructivos según se indica en el dibujo:

	PAVIMENTO	20	daN/m ²
	MORTERO DE ASIENTO	25	
	LOSA 10cm. HORMIGÓN ARMADO	250	
	REVOQUE	30	
		325	daN/m ²

Agregando al esquema las cargas se tiene que la carga permanente g vale 325 daN/m, que la eventual q vale 500 daN/m y que por lo tanto la carga total p vale 825 daN/m.

Para determinar las solicitaciones se cuenta, en estos casos de luces iguales, inercia constante y cargas iguales en todos los tramos, con la ayuda de tablas que contienen coeficientes que permiten hallar los valores de los momentos, cortantes y abscisas de puntos notables de los diagramas.

Se obtienen directamente los diagramas resumen de las solicitaciones producidas en los distintos estados de carga sin necesidad de estudiarlos uno a uno.

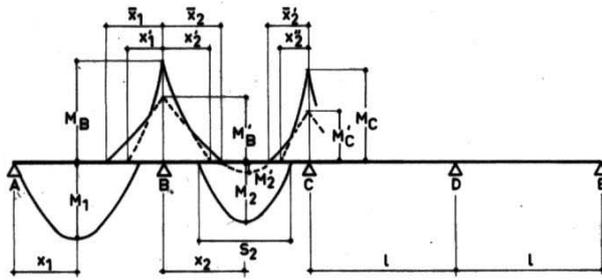
Un ejemplo de estas tablas es la que se reproduce en la página siguiente y que fue tomada de la publicación del ICE. Facultad de Arquitectura: Tablas y Abacos 3^a Edición, página II.9.

En el cabezal de la misma se aclara la utilización de los distintos coeficientes que la componen.

Se ha modificado del original la notación utilizada ya que la actual convención internacional difiere de la usada en el momento de la edición.

VIGAS CONTINUAS INERCIA CONSTANTE, TRAMOS IGUALES E IGUAL CARGA PERMANENTE Y EVENTUAL UNIFORMEMENTE REPARTIDA

4 TRAMOS



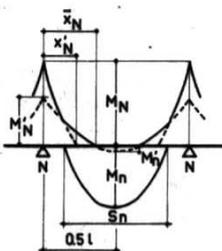
momentos
 $M = \frac{ql^2}{K}$

abscisas
 $x = rl$
 $S = sl$

cortantes
 $V = nql$

		g/P =		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
para	momentos	tramo	M ₁	10.04	10.28	10.53	10.80	11.07	11.36	11.65	11.96	12.28	12.61	12.96
			M ₂	12.40	13.14	13.96	14.87	15.92	17.12	18.52	20.17	22.15	24.00	24.00
			M ₂ '	-22.40	-27.31	-35.00	-48.69	-80.00	-224.00	280.00	86.15	50.91	36.13	28.00
		apoyo	M _B	8.30	8.39	8.48	8.58	8.68	8.78	8.89	9.00	9.11	9.22	9.33
			M _C	9.33	9.66	10.00	10.37	10.76	11.20	11.66	12.17	12.73	13.33	14.00
			M _B '	1867	1697	1555	1434	1333	1244	1167	1098	1037	982	933
	coeficientes	abscisas	x ₁	0.446	0.441	0.436	0.430	0.425	0.420	0.414	0.409	0.404	0.398	0.393
			x ₂	0.518	0.520	0.521	0.523	0.525	0.527	0.529	0.530	0.532	0.534	0.536
			S ₂	0.803	0.780	0.757	0.733	0.709	0.684	0.657	0.630	0.601	0.577	0.577
			x ₁ '	0.241	0.238	0.236	0.233	0.230	0.228	0.225	0.222	0.219	0.217	0.214
			x ₂ '	0.253	0.254	0.255	0.256	0.258	0.259	0.260	0.262	0.263	0.265	0.266
			x ₂ '	0.236	0.233	0.230	0.226	0.222	0.219	0.214	0.210	0.205	0.200	0.195
coeficientes	cortantes de apoyo	V _{A1}	máx	0.446	0.441	0.436	0.430	0.425	0.420	0.414	0.409	0.404	0.398	0.393
			mín	-0.054	-0.009	0.036	0.080	0.125	0.170	0.214	0.259	0.304	0.348	0.393
		V _{B1}	máx	0.621	0.619	0.618	0.617	0.615	0.614	0.613	0.611	0.610	0.609	0.607
			mín	-0.013	0.049	0.111	0.173	0.235	0.297	0.359	0.421	0.483	0.545	0.607
		V _{B2}	máx	0.603	0.596	0.589	0.583	0.576	0.569	0.563	0.556	0.549	0.542	0.536
			mín	-0.067	-0.007	0.054	0.114	0.174	0.234	0.295	0.355	0.415	0.475	0.536
		V _{C2}	máx	0.571	0.561	0.550	0.539	0.529	0.518	0.507	0.497	0.486	0.475	0.464
			mín	-0.107	-0.050	0.007	0.064	0.122	0.179	0.236	0.293	0.350	0.407	0.464

MAS DE 4 TRAMOS



EL 1er. Y 2do. TRAMOS SE CALCULAN COMO EL CASO DE 4 TRAMOS PARA TRAMOS INTERNOS :

momentos
 $M = \frac{ql^2}{K}$

abscisas
 $x = rl$
 $S = sl$

cortantes
 $V = nql$

		g/P =		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
para	momentos	tramo	M _n	12.00	12.63	13.33	14.12	15.00	16.00	17.14	18.46	20.00	21.82	24.00	
			M _n '	-24.00	-30.00	-40.00	-60.00	-120.00	∞	120.00	60.00	40.00	30.00	24.00	
		apoyo	M _N	8.785	9.027	9.283	9.553	9.840	10.140	10.460	10.810	11.180	11.570	12.000	
			M _N '	24.00	21.82	20.00	18.46	17.14	16.00	15.00	14.12	13.33	12.63	12.00	
	coeficientes	abscisas	S _n	0.817	0.796	0.775	0.753	0.730	0.707	0.683	0.658	0.632	0.605	0.577	
			x _N	0.242	0.239	0.236	0.233	0.231	0.228	0.225	0.221	0.218	0.214	0.211	
			x _N '	—	—	—	—	—	0.500	0.333	0.282	0.250	0.228	0.211	
	coeficientes	cortantes de apoyo	V _N	máx	0.592	0.582	0.573	0.564	0.555	0.546	0.537	0.528	0.518	0.509	0.500
				mín	-0.092	-0.032	0.027	0.086	0.145	0.204	0.263	0.323	0.382	0.441	0.500

La entrada a la tabla se hace a partir de la relación entre la carga permanente g y la total p . En el ejemplo resulta:

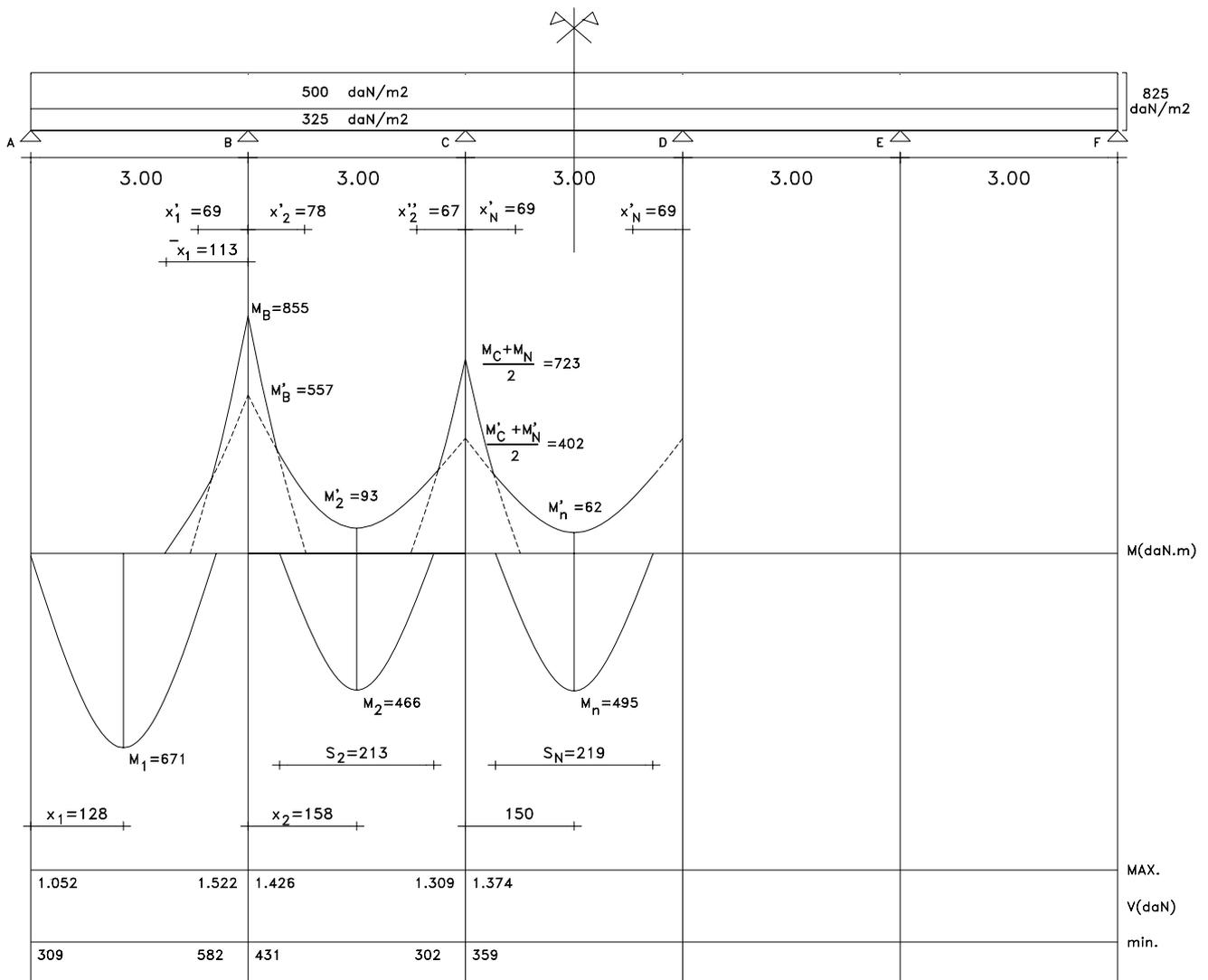
$$\frac{g}{p} = \frac{325}{825} = 0,4$$

Siendo un caso de cinco tramos el 1, el 2, el 4 y el 5 se calculan con la tabla correspondiente a cuatro tramos y el tramo 3 con la de más de cuatro tramos.

Se encerraron dentro de un trazo grueso los coeficientes a utilizar en el ejemplo que son los que corresponden a la relación antes calculada $g/p=0,4$.

Aplicando las expresiones indicadas en el cabezal y los coeficientes remarcados resultan los valores indicados sobre el diagrama.

Los momentos se expresan en daN.m, los cortantes en daN y las abscisas en cm.



Merece una aclaración la determinación de los momentos en los apoyos C y D ya que de la aplicación de las dos tablas surgen valores distintos.

Según la tabla de cuatro tramos este valor sería $M_C = 690$ y según la de más de cuatro tramos $M_N = 755$. Se recomienda tomar como valor operativo el promedio de los dos valores. Lo mismo vale para los valores M'_C y M'_N .

La determinación de los valores de los cortantes mínimos se realiza a los efectos del estudio de los estados de carga de las vigas.

Al pasar a estudiar las sollicitaciones de las vigas se comienza por estudiar las cargas actuantes para lo cual se debe tener en cuenta el estudio de la losa efectuado anteriormente.

A las descargas que produce la losa se agrega el peso propio de la viga y si existen, los de otros elementos constructivos que se apoyen directamente sobre las vigas.

Por ejemplo si se estudian las vigas 151 y 152, que constituyen lo que se ha designado como apoyo A de la losa se tendrá:

$$\text{peso propio viga } 0,20\text{m} \times 0,45\text{m} \times 2.500\text{daN/m}^3 = 225 \text{ daN/m}$$

$$\text{peso muro apoyado } 0,20\text{m} \times 3\text{m} \times 1.600\text{daN/m}^3 = 960 \text{ daN/m}$$

$$\text{descarga de la losa (máxima)} = 1.052 \text{ daN/m}$$

$$\text{descarga de la losa (mínima)} = 309 \text{ daN/m}$$

Surgen dos posibles combinaciones de cargas que dan lugar a los estados de carga:

$$\text{a.- peso propio + peso muro + descarga máxima} = 2.237 \text{ daN/m}$$

$$\text{b.- peso propio + peso muro + descarga mínima} = 1.494 \text{ daN/m}$$

Si se estudian las vigas 153 y 154, que se han designado como apoyo B de la losa se tendrá:

$$\text{peso propio viga } 0,20\text{m} \times 0,45\text{m} \times 2.500\text{daN/m}^3 = 225 \text{ daN/m}$$

$$\text{descarga de la losa (máxima)} = 2.948 \text{ daN/m}$$

$$\text{descarga de la losa (mínima)} = 1.013 \text{ daN/m}$$

Surgen nuevamente dos posibles combinaciones de cargas que dan lugar a los estados de carga:

$$\text{a.- peso propio + descarga máxima} = 3.173 \text{ daN/m}$$

$$\text{b.- peso propio + descarga mínima} = 1.238 \text{ daN/m}$$

Generalizando, se puede concluir que cuando en una estructura de losas sobre vigas, actúan cargas permanentes y eventuales, como resultado de los distintos estados de carga de la losa surgen también distintos estados de carga sobre las vigas.

En estos estados de carga de las vigas las cargas mínimas están dadas por la suma de:

peso propio viga + peso muro apoyado + descarga mínima losa

Las cargas máximas están dadas por la suma de:

peso propio viga + peso muro apoyado + descarga máxima losa

A los efectos de aplicar los análisis del capítulo anterior se asimila:

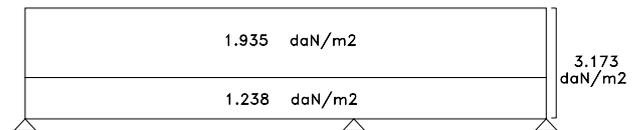
- a.- la carga mínima sobre la viga a lo que allí se llamó g.
- b.- a la diferencia entre las cargas máxima y mínima a lo que allí se llamó q.
- c.- la carga máxima sobre la viga a lo que allí se llamó p.

Para las dos vigas continuas 151-152 y 153-154 los esquemas serían:

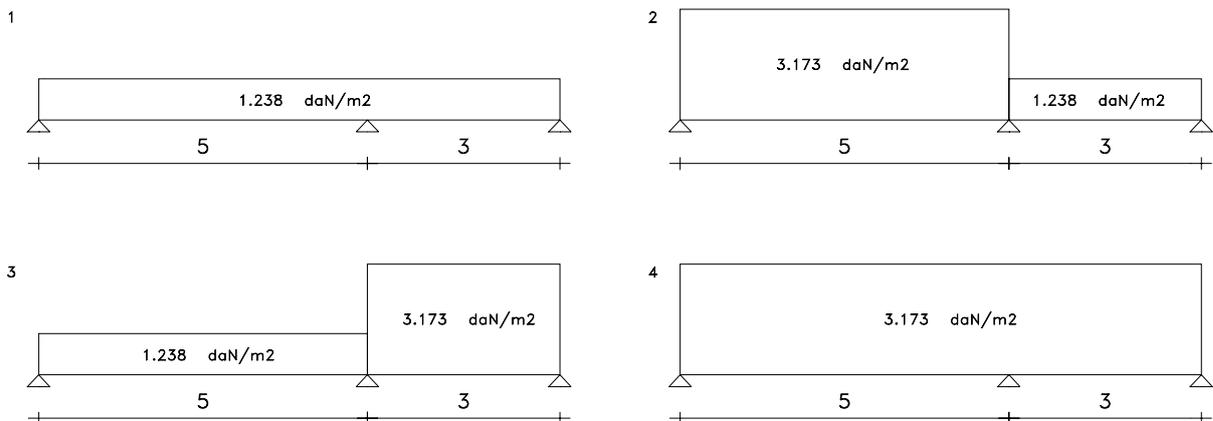
V 151-152



V 153-154

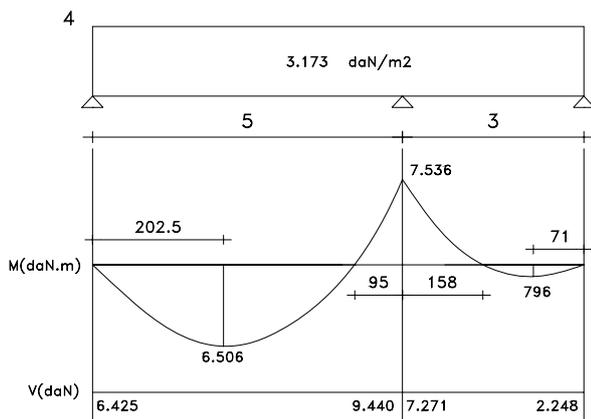
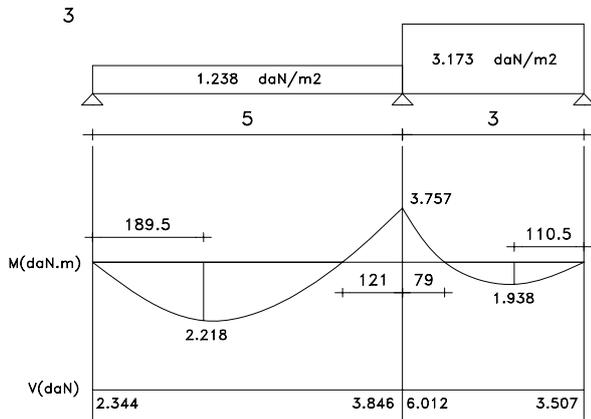
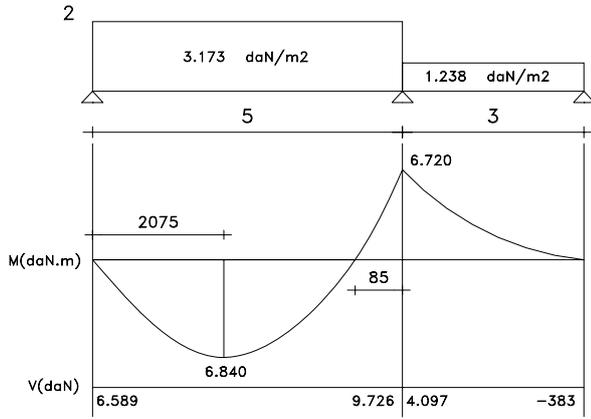


Continuando con el ejemplo de las vigas 153-154, los estados de carga serían:

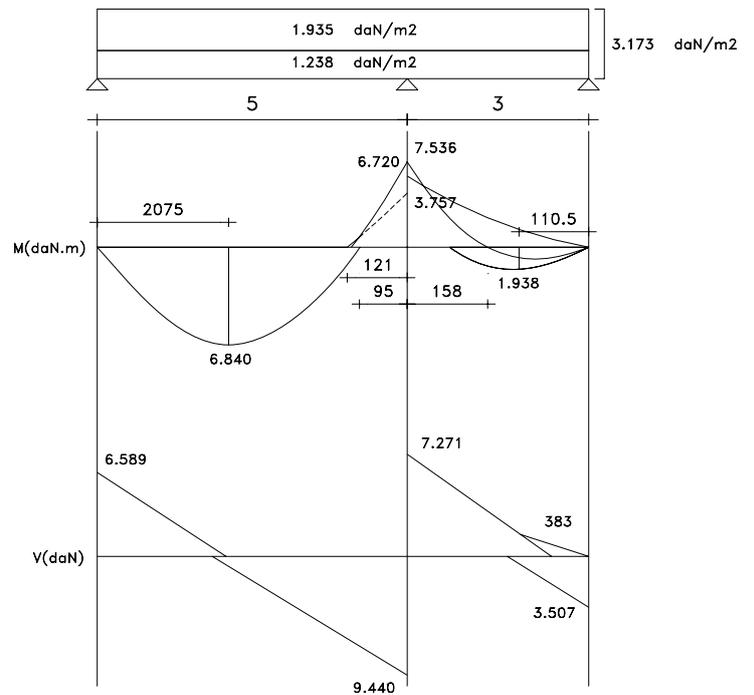


Resolviendo las solicitaciones por aplicación de cualquiera de los métodos posibles se obtienen los resultados graficados para los tres estados que dan valores significativos.

Se descartó el estudio del estado de carga 1 ya que no interesa determinar las descargas mínimas sobre el pilar 8 ya que en su dimensionado y en el del correspondiente dispositivo de fundación solamente intervienen los valores máximos de sollicitación.



DIAGRAMAS ENVOLVENTES



Nota: las sollicitaciones fueron determinadas aplicando los programas para minicomputadoras contenidos en la publicación "Estudio sobre vigas continuas" Arq. J. Borthagaray. Olceda.

CAPITULO III

ESTADOS DE CARGA EN TRAMOS LINEALES CONTINUOS

SIMPLICACIONES Y EXTENSION

SIMPLICACIONES

No siempre es necesario realizar el estudio de los estados de carga en la forma exhaustiva en que es expuso en los capítulos anteriores.

Surgen algunas posibles simplificaciones en función del valor de las cargas y de la relación entre luces de tramos vecinos.

Según las cargas.

Las cargas de uso, que se fijan de acuerdo al programa arquitectónico, tienen distinto valor relativo con respecto a las cargas permanentes.

Cuando este valor relativo es pequeño, como sucede en los edificios con estructura de hormigón armado destinados a viviendas u oficinas sin acceso masivo de público, no se hace necesario distinguir entre cargas eventuales y permanentes y el análisis de la estructura se efectúa con carga máxima.

Según la relación de luces y cargas.

En distintos países los reglamentos nacionales para el cálculo de estructuras de hormigón armado admiten, si se cumplen determinadas condiciones en cuanto al valor y calidad de las cargas y en la relación de luces de tramos sucesivos, que el estudio de los estados de carga se simplifique.

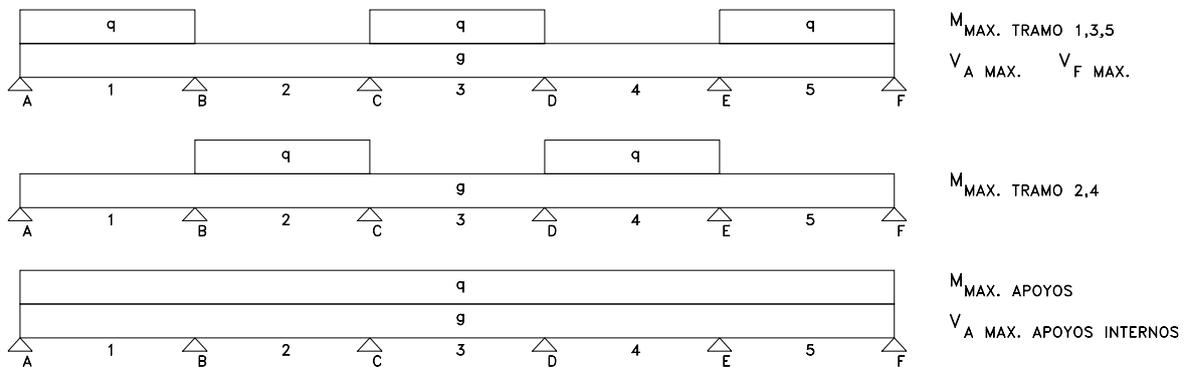
El reglamento americano ACI-318-77 y el inglés CP-110 adoptan diagramas envolventes predeterminados.

El reglamento francés BAEL, en sus distintas versiones, al aceptar sin limitaciones el método de Caquot para la determinación de momentos de apoyo reduce el total de estados de carga a estudiar a tres, sin importar el número de tramos.

El método de Caquot parte de considerar que para determinar el momento de un apoyo solamente influyen los dos tramos vecinos a él. Los valores que se obtienen basándose en esta consideración se apartan poco de los que se obtienen con métodos que consideran a la estructura en su conjunto.

Admitida esta apreciación bastará para hallar los momentos máximos sobre todos los apoyos resolver un único estado de carga que es aquel en el cual todos los tramos están a carga máxima.

Para los momentos de tramo se deberán resolver los dos estados que se vieron en el Capítulo 1, por lo cual se señaló que de acuerdo al reglamento francés BAEL con solamente tres estados de carga se resuelve el estudio.



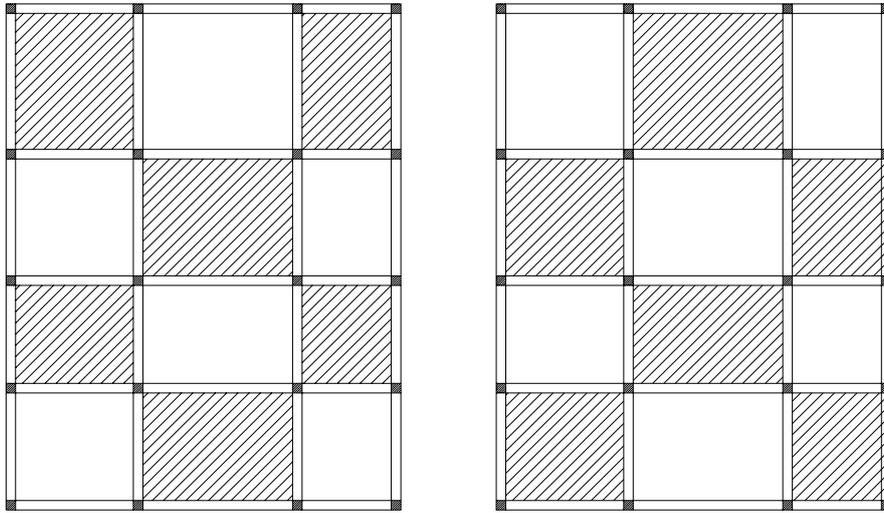
EXTENSION

El análisis realizado en el Capítulo 1 referido a tramos lineales se puede extender al caso de losas rectangulares continuas apoyadas en todo su perímetro.

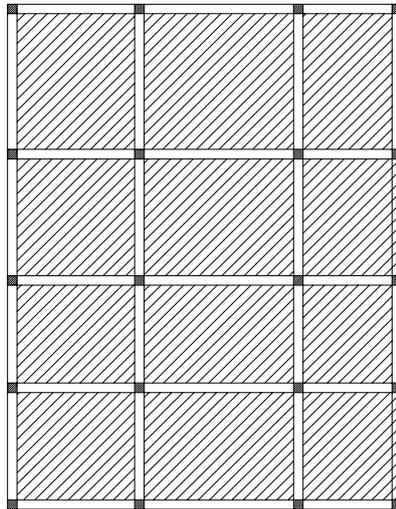
El estado de carga que produce los momentos máximos de tramo en el centro de una losa tiene total similitud con el que produce el momento máximo en un tramo lineal.

Al ser este tipo de losa un elemento que requiere un análisis en dos direcciones la distribución de tramos cargados y descargados resultará la de un tablero de ajedrez.

Surgen por lo tanto los dos estados de carga que se grafican en el dibujo (planta), indicándose rayados los tramos que están cargados con $g+q$ y blancos aquellos en los que actúa solamente g :



Los momentos máximos de apoyo se obtienen en el estado totalmente cargado ya que en las placas armadas en dos direcciones más aún que en los tramos lineales la definición de los momentos de apoyo surge a partir de los tramos anexos al mismo teniendo escasisima influencia las cargas sobre los otros tramos.



BIBLIOGRAFIA

**CÁLCULO PRÁCTICO DE
ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS
EN HORMIGON ARMADO**

Albert Fuentes
Eta. Barcelona 1976

REGLES B.A.E.L. 83

Collection UTI
Eyrolles. París 1985

**LA REDISTRIBUTION DES
MOMENTS D'UNE POUTRE
CONTINUE EN BETON ARME**

Henry Thonier
Annales de l'I.T.B.T.P. 402
París, Febrero 1982

**VIGAS CONTINUAS,
PORTICOS Y PLACAS**

J. Hahn
Gustavo Gili. Barcelona

Nota: Esta bibliografía se refiere fundamentalmente al Capítulo III de esta publicación.

INDICE

	pág.
Prólogo	1
Introducción	2
CAPITULO I	
Estados de carga en tramos lineales continuos. Análisis	7
CAPITULO II	
Estados de carga en tramos lineales continuos. Aplicaciones	23
CAPITULO III	
Estados de carga en tramos lineales continuos. Simplificaciones y extensión	31
Bibliografía	35