

DISEÑO ESTRUCTURAL I

Carrera de **Arquitectura**

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cuyo



GUÍA DE ESTUDIO 3A PARTE 2 EQUILIBRIO

Objetivos

La presente guía, tiene por objetivo orientar al alumno en el estudio de los temas y contenidos presentados en la misma. Esta guía debe ser adecuadamente complementada con la bibliografía recomendada, las notas de clase y las consultas con los docentes de la asignatura.

EQUILIBRIO – DETERMINACIÓN DE REACCIONES DE VÍNCULO

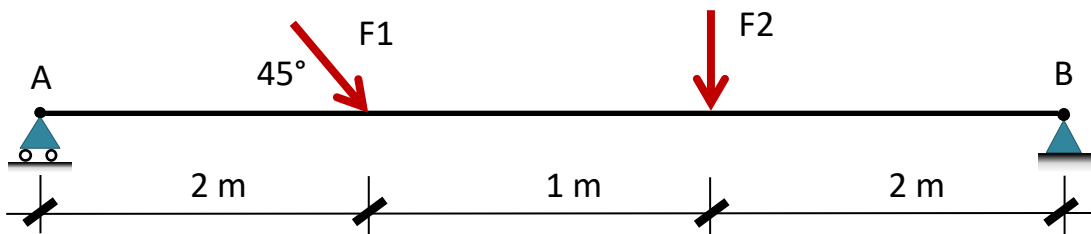
Se han presentado previamente en la Parte 1 de la presente Guía de Estudio, una serie de conceptos de relevante importancia en el ámbito del Diseño Estructural. Las nociones de equilibrio, estática, grado de libertad y vínculos, son pilares fundamentales sobre los que se sustenta el **Diseño Estructural**. En esta segunda parte de la Guía, analizaremos con mayor detalle el tema equilibrio focalizando además en el procedimiento a desarrollar para hallar las reacciones que en dichos vínculos se genera.

Remarcando el hecho de que en el presente curso se desarrollará el análisis estructural de elementos definidos en dos direcciones **x** e **y**, y recordando que en estas condiciones los GDL de una estructura son 3, es claro que para que la estructura sea isostática, la suma de sus vínculo o restricciones debe ser 3. Las ecuaciones de equilibrio disponibles en este caso son las ya presentadas:

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ \sum M_o &= 0\end{aligned}$$

Es decir que, para un problema definido estamos en presencia de tres **ecuaciones de equilibrio**, las cuales van a contener como incógnitas las tres reacciones de vínculo desconocidas. Esto desde el punto de vista matemático nos lleva a un sistema de 3 ecuaciones lineales con 3 incógnitas por lo que es un problema determinado con solución **única**.

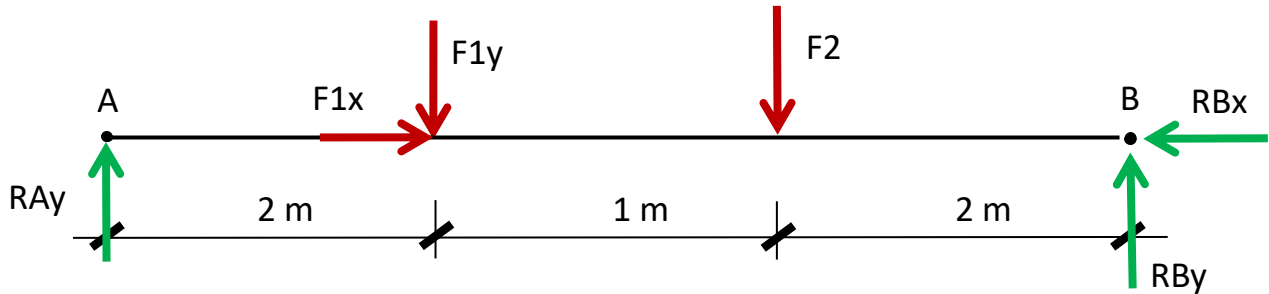
A los efectos de aclarar el procedimiento a utilizar, trabajaremos sobre el siguiente caso concreto de aplicación:



El caso seleccionado, se trata de una estructura tipo viga simplemente apoyada, con una longitud total de 4m, un apoyo móvil en su extremo izquierdo A (vínculo de primera especie), y un apoyo fijo en su extremo derecho B (vínculo de segunda especie).

La estructura está sometida a la acción de una fuerza concentrada **$F_1=5000N$** inclinada 45° con respecto a la dirección horizontal y una fuerza vertical hacia abajo **$F_2=6000N$** . A los efectos de resolver el problema planteado, es necesario seguir un procedimiento específico de resolución, que para el caso de todas las estructuras con las cuales vamos a trabajar, es el mismo y que sintetizamos a continuación en una serie de pasos:

Diagrama de cuerpo libre (DCL). Se debe esquematizar dicho diagrama reemplazando los vínculos por sus reacciones, para las cuales se debe suponer un sentido. En el caso de fuerzas puntuales inclinadas, se puede reemplazar la misma por sus correspondientes componentes en las dos direcciones de análisis.



Una vez desarrollado el DCL, corresponde el segundo paso:

Planteo de las Ecuaciones de equilibrio estático (EEE). A partir del DCL, se analizan la totalidad de las fuerzas y momentos actuantes, tanto activos como reactivos y se plantean las 3 ecuaciones de equilibrio estático mencionadas anteriormente.

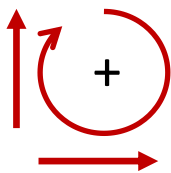
Las cuales para el presente ejemplo resultan:

$$\sum F_x = F_{1x} - R_{Bx} = 0$$

$$\sum F_y = R_{Ay} - F_{1y} - F_2 + R_{By} = 0$$

$$\sum M_B = R_{Ay} \cdot 5m - F_{1y} \cdot 3m - F_2 \cdot 2m = 0$$

En este caso la tercera ecuación representa la sumatoria de momentos de todas las fuerzas con respecto al punto B. Es importante destacar que si bien se ha seleccionado dicho punto como centro de momentos, podría haber sido cualquier otro punto de la estructura. Para el planteo de las ecuaciones anteriores, se ha supuesto la siguiente convención de signos para fuerzas y momentos:



El siguiente paso consiste en:

Resolución de las Ecuaciones de equilibrio estático (EEE). A partir de cualquier procedimiento algebraico se resuelven las EEE planteadas obteniendo por resultado las reacciones de vínculos buscadas.

En el presente caso, la resolución del sistema de ecuaciones desarrollado brinda los siguientes resultados:

$$R_{Bx} = F_{1x} = F_1 \cos 45^\circ = 3555.53N$$

$$R_{Ay} = 4521.32N$$

$$R_{By} = 5014.21N$$

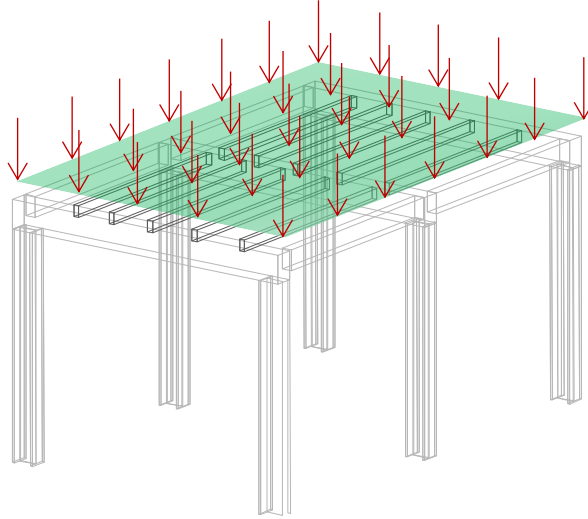
Nota importante: al momento de desarrollar el DCL, y posteriormente plantear las EEE, es necesario **suponer** un sentido para las reacciones de vínculo incógnitas. Con dicho sentido supuesto, al momento de resolver el sistema se obtienen los valores buscados. Si alguno de ellos resulta negativo, el significado es que el sentido supuesto originalmente de dicha reacción es incorrecto por lo que el sentido real es el opuesto.

CARGAS DISTRIBUIDAS

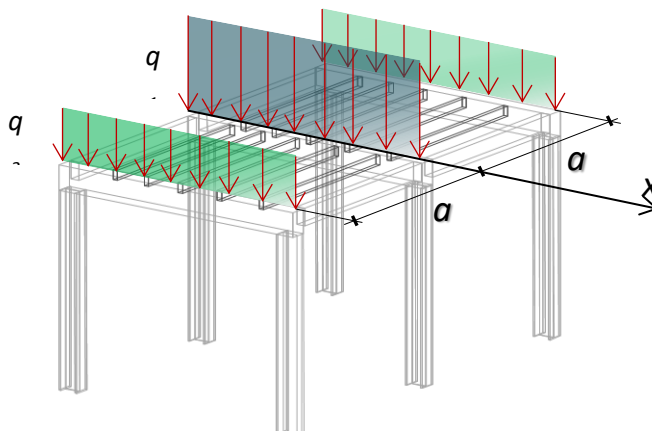
Las fuerzas vistas hasta el momento, se denominan fuerzas o cargas **concentradas** o **puntuales**, ya que se consideran aplicadas en un determinado punto específico de la estructura. En la realidad esto es poco común ya que generalmente las cargas o acciones se encuentra aplicadas en un sector lineal o superficial de contacto con lo cual es posible presentar a continuación las denominadas cargas o acciones distribuidas. Ejemplo de dichas cargas lo constituyen la nieve, el viento, líquidos o pesos propios, entre otros.

Cargas distribuidas sobre una superficie. En este caso la magnitud de la carga por unidad de área se denomina intensidad de carga y se mide en N/m², en el caso del Sistema Internacional. En muchas situaciones, un área superficial de una estructura o miembro estructural puede estar sometida a cargas distribuidas como

las causadas por la nieve, el viento o simplemente el peso propio de los materiales utilizados. Es importante recordar que, en el Sistema Internacional de Unidades se designa un Pascal a 1 Newton por metro cuadrado (**1Pa=1N/m²**). El siguiente gráfico muestra un esquema representativo de una carga distribuida por unidad de superficie.

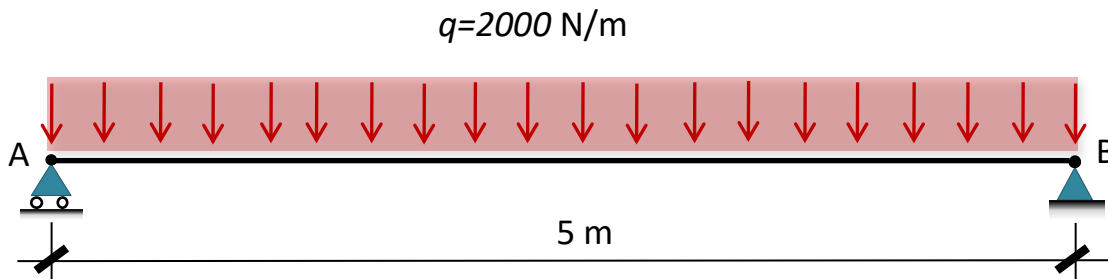


Cargas distribuidas por unidad de longitud. Las cargas distribuidas por unidad de superficie pueden ser reducidas a un plano al que pertenece el eje longitudinal de un miembro estructural. En dicho caso la carga se denomina **carga lineal** ya que la misma se distribuye a lo largo de una recta. Las mismas se definen utilizando una función de carga $q=q(x)$ que indica la intensidad de dicha carga a lo largo de la longitud del miembro estructural sobre la que se encuentra aplicada. Las cargas lineales se miden en **N/m** para el caso del Sistema Internacional de unidades.



La gráfica previa muestra el esquema de distribución lineal de las cargas indicadas sobre tres vigas de la estructura.

Carga distribuida uniformemente sobre una viga: En el caso de una carga lineal sobre una viga, si la misma tiene una función de carga $q=q(x)$ cuya intensidad posee un valor constante a lo largo del eje longitudinal, la misma se denomina **carga uniformemente distribuida** y constituye un caso muy común en la práctica del Diseño Estructural. En la figura siguiente se puede apreciar una viga simplemente apoyada con una carga uniformemente distribuida cuya intensidad es $q=2000\text{N/m}=2\text{kN/m}$.



En ciertos casos, por ejemplo, para el análisis de equilibrio y cálculo de reacciones de vínculo la carga distribuida lineal puede ser reemplazada por una fuerza resultante equivalente a la misma. Dicha resultante, posee una magnitud igual al **área** bajo el diagrama de carga distribuida y su línea de acción pasa por el **centroide** o centro geométrico de la mencionada área, lo cual en el caso de carga uniformemente distribuida es el punto medio de la longitud sobre la cual se desarrolla la carga.

$$R=2000\text{N/m} \times 5\text{m}=10000\text{N}=10\text{kN}$$

