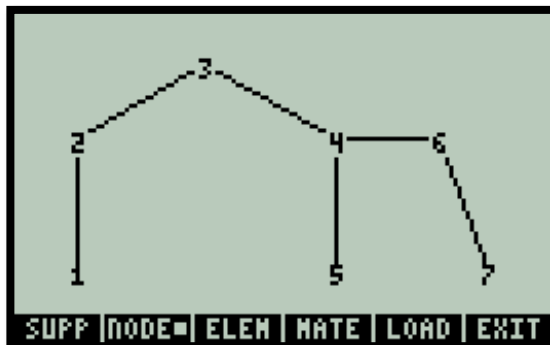


ARMXv1.3

Nombre: ARMX
Autor: ADHEMAR MIZUSHIMA
U.A.G.R.M. – 2018
Plataforma: HP 50g
Lenguaje: USER RPL y SYSTEM RPL
Tipo: BIBLIOTECA
N° LIB: 948
Tamaño: 88 Kb
e-mail: adhemar.mm@gmail.com

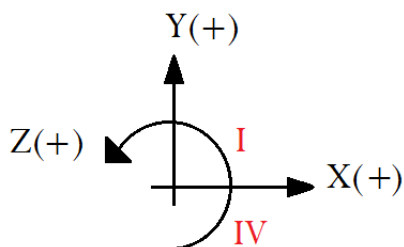


ARMX es una biblioteca que permite analizar el comportamiento de los esfuerzos internos de estructuras planas, tales como vigas, armaduras y pórticos, con una variedad de solicitaciones o efectos:

- Cargas puntuales en nodos
- Cargas puntuales en elementos
- Cargas repartidas en elementos
- Errores de fabricación de elementos
- Asentamiento en apoyos
- Apoyos inclinados
- Apoyos elásticos
- Peso propio de la estructura
- Efectos térmicos

Para el análisis utiliza el método directo de rigidez, permitiendo al usuario visualizar y manipular las matrices y vectores de fuerzas, específicos y generales.

CONVENCIONES DE SIGNO



Estas direcciones de ejes son válidas para ejes globales y cuando se fijan los ejes locales en los elementos. Necesarios para orientar cargas, rotaciones, traslaciones, esfuerzo internos y variaciones de temperatura.

I: Primer cuadrante
IV: Cuarto cuadrante

FORMULARIOS DE ENTRADA

- NODOS

X: Coordenada en dirección 'X' en ejes generales de la estructura
Y: Coordenada en dirección 'Y' en ejes generales de la estructura
Rx: Restricción de despl. en dirección 'X'
Ry: Restricción de despl. en dirección 'Y'
Rz: Restricción de despl. en dirección 'Z'
ANG: Ángulo de inclinación del apoyo:
anti horario: $ANG > 0$ (positivo)
horario: $ANG < 0$ (negativo)

Kx: Constante elástica de resorte en dirección 'X'
Ky: Constante elástica de resorte en dirección 'Y'
Kz: Constante elástica de resorte en dirección 'Z'
 δx : Asentamiento en dirección 'X'
 δy : Asentamiento en dirección 'Y'
 δz : Asentamiento en dirección 'Z'

The screenshot shows a software interface for defining node properties. The title bar reads 'NODO 1.'. The form contains the following fields and values:

- X: 0. Y: 0.
- Rx: _ Ry: _ Rz: _
- ANG: 0.
- Kx: 0. Ky: 0. Kz: 0.
- δx : 0. δy : 0. δz : 0.
- Coordenada dir. X

At the bottom, there are two buttons: 'EDIT' and 'CANCEL OK'.

- MATERIALES

SECCION CUADRADA

- b:** Dimensión 'b' de la sección transv.
h: Dimensión 'h' de la sección transv.
E: Módulo de elasticidad longitudinal
 γ : Peso específico del material
 α : Coeficiente de dilatación térmica del material

MATERIAL 1.

NOMBRE: "1."

b: .2 h: .4

E: 2100000.

γ : 2.4

α : .0000125

Nombre del Material

EDIT CANCEL OK

SECCIÓN CIRCULAR

- D:** Diámetro 'D' de la sección transv.
E: Módulo de elasticidad longitudinal
 γ : Peso específico del material
 α : Coeficiente de dilatación térmica del material

MATERIAL 1.

NOMBRE: "1."

D: .3

E: 2100000.

γ : 2.4

α : .0000125

Nombre del Material

EDIT CANCEL OK

AREA E INERCIA CONOCIDOS

- A:** Área de la sección transv.
I: Inercia de la sección transv.
h: Altura de la sección transv.
E: Módulo de elasticidad longitudinal
 γ : Peso específico del material
 α : Coeficiente de dilatación térmica del material

MATERIAL 1.

NOMBRE: "1."

A: .08 I: .0011 h: .2

E: 2100000.

γ : 7.85

α : .0000125

Nombre del Material

EDIT CANCEL OK

- ELEMENTOS

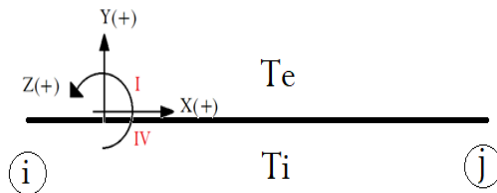
- i:** Nodo extremo (i) del elemento
- j:** Nodo extremo (j) del elemento
- MAT:** Seleccionar material del elemento
- i:** Rótula o articulación en el nodo extremo (i)
- j:** Rótula o articulación en el nodo extremo (j)
- ΔL:** Error de fabricación del elem.
Si le falta longitud: $\Delta L < 0$
Si excede longitud: $\Delta L > 0$
- Te:** Temperatura externa del elemento, siempre está situada en el 1er cuadrante respecto de los ejes locales del elem.
- Ti:** Temperatura interna del elemento, siempre está situada en el 4to cuadrante respecto de los ejes locales del elem.



EFFECTOS TÉRMICOS

Cuando trabaje con temperatura, las fórmulas utilizadas por el programa son:

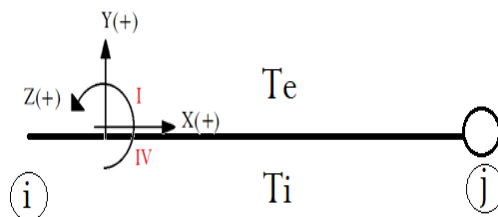
- Para elementos rígidos (sin articulación en sus extremos):



$$F_{X(i,j)} = \alpha * \left(\frac{T_e + T_i}{2} \right) * E * A$$

$$M_{Z(i,j)} = \alpha * \left(\frac{T_e - T_i}{h} \right) * E * I$$

- Para elementos articulado en un extremo:

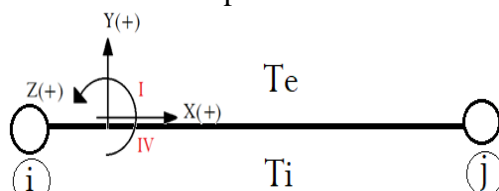


$$F_{X(i,j)} = \alpha * \left(\frac{T_e + T_i}{2} \right) * E * A$$

$$F_{Y(i,j)} = \frac{3 * \alpha}{2 * L} * \left(\frac{T_e - T_i}{h} \right) * E * I$$

$$M_{Z(i)} = \frac{3 * \alpha}{2} * \left(\frac{T_e - T_i}{h} \right) * E * I$$

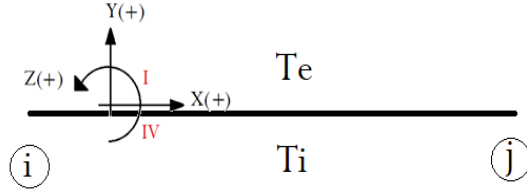
- Para elementos tipo celosía o articulado en ambos extremos:



$$F_{X(i,j)} = \alpha * (T_e - T_i) * E * A$$

Por ejemplo, si solo desea considerar dilatación axial para elementos rígidos (sin articulación en sus extremos), la entrada será:

$$T_e = T_i = \Delta T$$



Reemplazando en las fórmulas:

$$F_{X(i,j)} = \alpha * \left(\frac{T_e + T_i}{2} \right) * E * A = \alpha * \left(\frac{\Delta T + \Delta T}{2} \right) * E * A$$

$$F_{X(i,j)} = \alpha * \Delta T * E * A$$

$$M_{Z(i,j)} = \alpha * \left(\frac{T_e - T_i}{h} \right) * E * I = \alpha * \left(\frac{\Delta T - \Delta T}{h} \right) * E * I$$

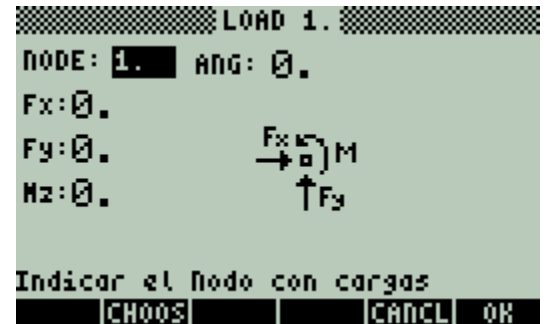
$$M_{Z(i,j)} = 0$$

(*)Este último ejemplo también funciona para elemento articulados en un extremo.

- CARGAS

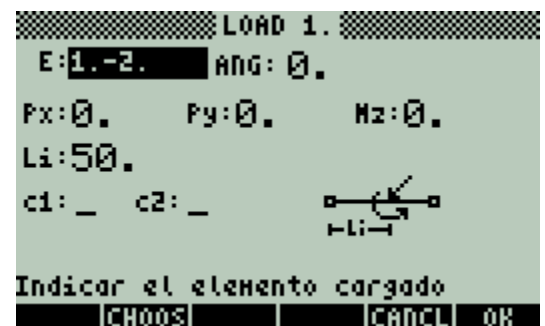
EN NODOS

NODE: Indicar el nodo a cargar
ANG: Angulo de inclinación de las fuerzas
Fx: Fuerza puntual en dirección 'X'
Fy: Fuerza puntual en dirección 'Y'
Mz: Momento flector en dirección 'Z'



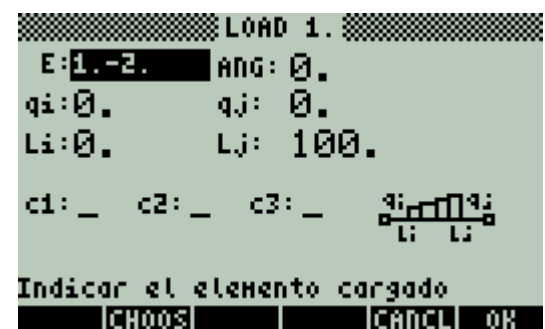
PUNTUALES EN ELEMENTOS

E: Indicar el elemento
ANG: Angulo de rotación de la carga puntual
Px: Fuerza puntual en dirección 'X'
Py: Fuerza puntual en dirección 'Y'
Mz: Momento flector en dirección 'Z'
Li: Distancia de aplicación de la carga, se mide desde el nodo (i) y debe estar en porcentaje: $0 < Li < 100$
c1: Caso 1: Carga dirigida perpendicular al elemento
c2: Caso 2: Carga aplicada en dirección de los ejes globales de la estructura

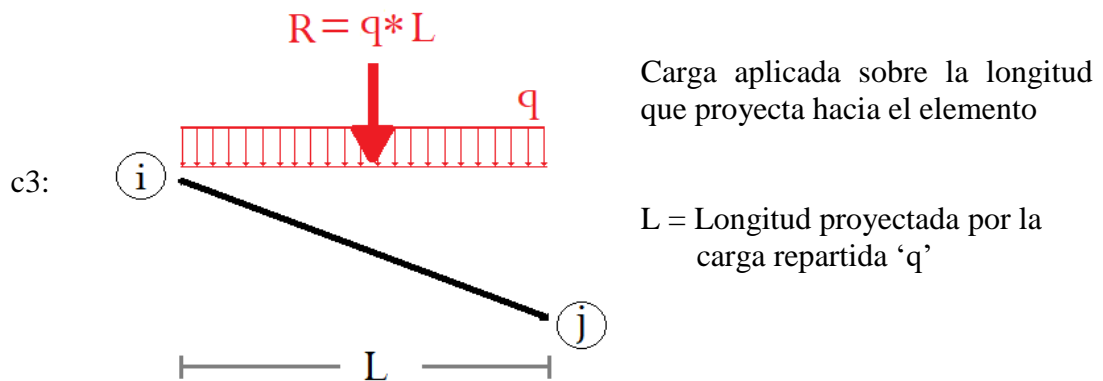
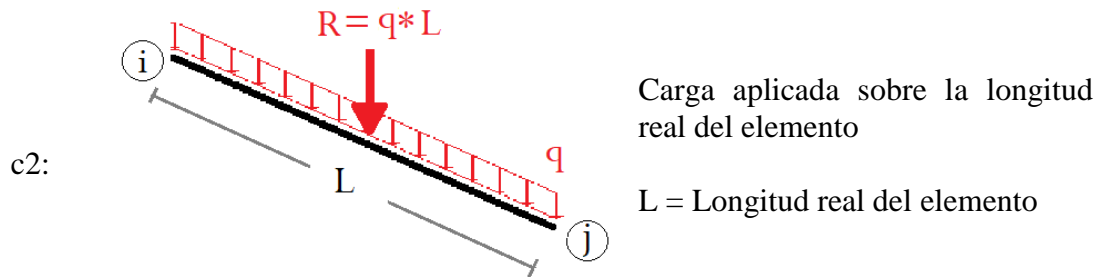
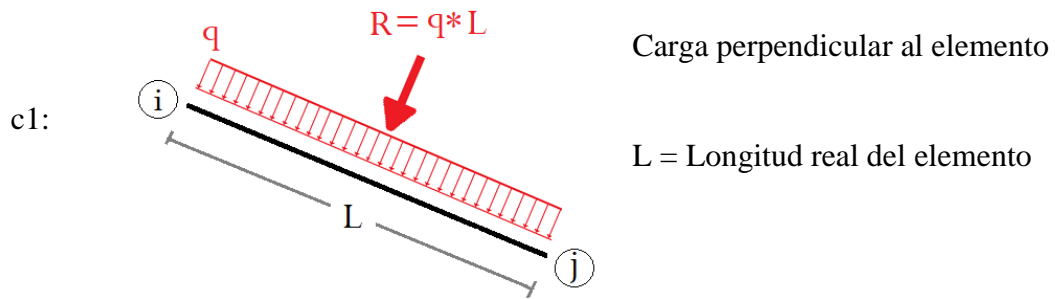


REPARTIDAS EN ELEMENTOS

E: Indicar el elemento
ANG: Angulo de rotación de la carga repartida
qi: Magnitud de la carga inicial 'qi'
qj: Magnitud de la carga final 'qj'
Li: Distancia inicial de aplicación de la carga, se mide desde el nodo (i) y debe estar en porcentaje: $0 < Li < 100$
Lj: Distancia final de aplicación de la carga, se mide desde el nodo (i) y debe estar en porcentaje: $0 < Li < 100$
c1: Caso 1: Carga dirigida perpendicular al elemento
c2: Caso 2: Carga aplicada en dirección de los ejes globales de la estructura, sobre de la longitud real del elemento
c2: Caso 2: Carga aplicada en dirección de los ejes globales de la estructura, respecto de la longitud que proyecta la carga repartida



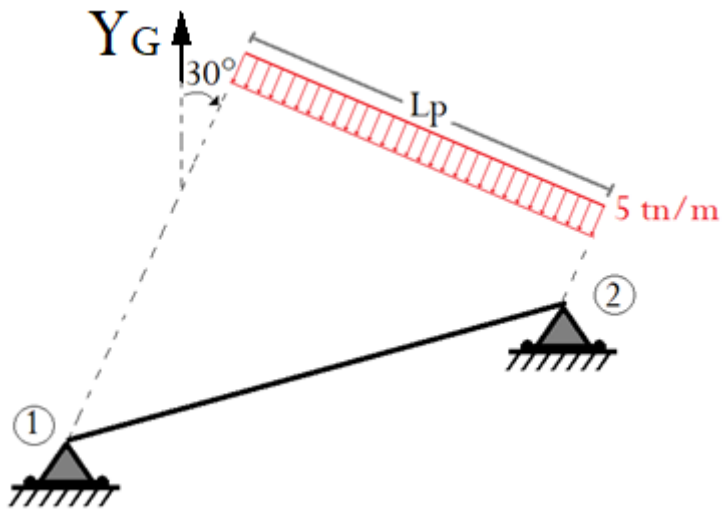
CASOS DE CARGA:



Para el caso2 y caso3, la carga inicialmente está con dirección 'Y' en ejes globales.

(*)ANG solo tiene efecto en c2 y c3

Por ejemplo, usando el caso3:

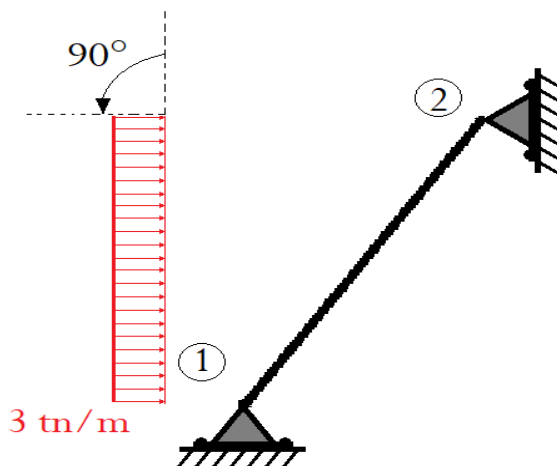


Formulario de entrada:

LOAD 2.			
E:1.-2.	ANG: -30.		
qi:-5.	qj: -5.		
Li:0.	Lj: 100.		
c1: _	c2: _	c3: <input checked="" type="checkbox"/>	
Caso3: (q) E.G. longitud proyect			
EDIT	<input checked="" type="checkbox"/> CHK	CANCL	OK

(*)Lp es la longitud que proyecta la carga repartida sobre el elemento
Yg: dirección 'Y' en ejes globales

Otro ejemplo, usando el caso3:



Formulario de entrada:

LOAD 1.			
E:1.-2.	ANG: 90.		
qi:-3.	qj: -3.		
Li:0.	Lj: 100.		
c1: _	c2: _	c3: <input checked="" type="checkbox"/>	
Caso3: (q) E.G. longitud proyect			
EDIT	<input checked="" type="checkbox"/> CHK	CANCL	OK

Como se puede observar en ambos casos, la entrada ANG rota la carga con respecto de la dirección 'Y' en ejes globales.

SALIDA

- Desplazamientos de nodos (traslaciones y rotaciones)
- Reacciones en los apoyos
- Esfuerzos internos en ejes locales de los extremos de cada elemento, **OK** o **ENTER** para visualizar los diagramas de esfuerzos **NORMAL, CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR**
- Esfuerzos internos en ejes globales de los extremos de cada elemento
- Información de cada elemento, OK o ENTER para visualizar las matrices
 - [K].L:** Matriz de rigidez del elemento en ejes locales
 - [R]:** Matriz de rotación del elemento
 - [K].G:** Matriz de rigidez rotada o en ejes globales del elemento
 - {Fcd}:** Vector de fuerzas debido a cargas repartidas del elemento
 - {Fcp}:** Vector de fuerzas debido a cargas puntuales del elemento
 - {Ft}:** Vector de fuerzas debido a efectos térmicos del elemento
 - {Fpp+e}:** Vector de fuerzas debido al peso propio del elemento + Vector de fuerzas debido a errores de fábrica
- **[K]:** Matriz de rigidez general (ensamblado) de la estructura
- **[F]:** Vector de fuerzas general (ensamblado) de la estructura

GUARDAR

- **GUARDAR (SIMPLIFICADO)**

Guarda las entradas realizadas en el actual modelo, esta opción NO guardará los resultados si el modelo previamente ha sido analizado.

- **GUARDAR (COMPLETO)**

A diferencia de la opción anterior, esta opción sí guarda los resultados del modelo si previamente ha sido analizado.

- **REEMPLAZAR (SIMPLIFICADO)**

Reemplaza las entradas realizadas en el actual modelo en un modelo anteriormente guardado, esta opción NO guardará los resultados si el modelo previamente ha sido analizado.

*No modifica el nombre, fecha y hora del modelo a reemplazar

- **REEMPLAZAR (COMPLETO)**

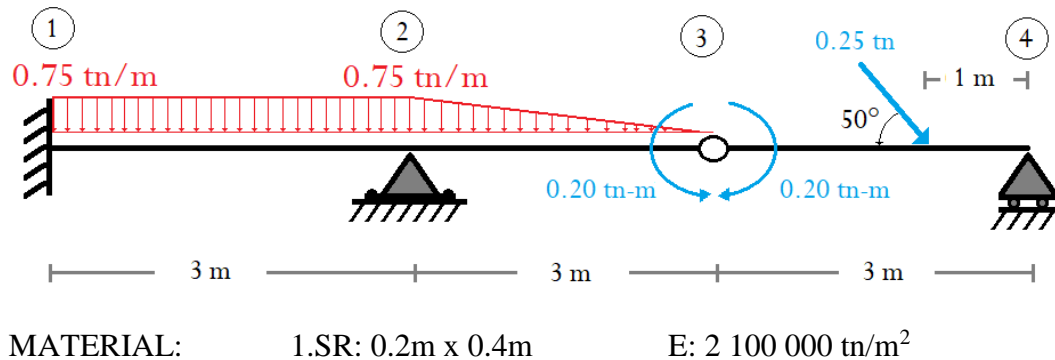
A diferencia de la opción anterior, esta opción sí guardará los resultados del modelo si previamente ha sido analizado.

EJEMPLOS

Los ejemplos que se muestran a continuación tienen por objetivo mostrarle la manera correcta de realizar las entradas de datos en los formularios, los cuales deben visualizarse en la calculadora física o emulador, para ello Ud. deberá copiar el archivo con el nombre **GUARD** en el directorio **DIR.data** que se encuentra en el directorio **HOME**.

(*)Si el directorio **DIR.data** no se encuentra en **HOME**, inicie el programa **ARMXv1.3** y vuelva a salir, esto creará el directorio **DIR.data** automáticamente, posterior a esto inicie el programa **ARMXv1.3** y en la opción "Abrir" seleccione el ejemplo que desea ver.

EJM 1:



EJM 2:

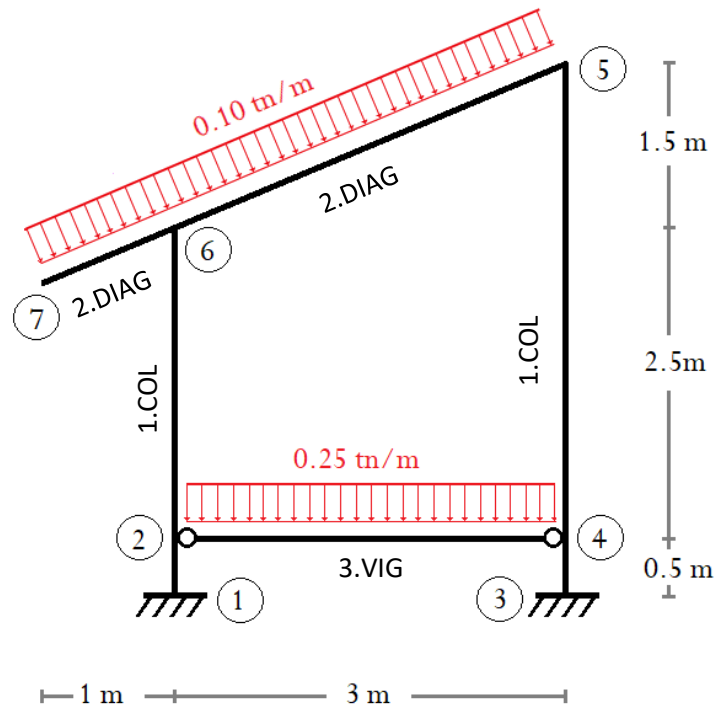
MATERIALES:

1.COL: 0.3m x 0.4m

2.DIAG: 0.2m x 0.4m

3.VIG: 0.2m x 0.5m

E: 2 100 000 tn/m²



EJM 3:

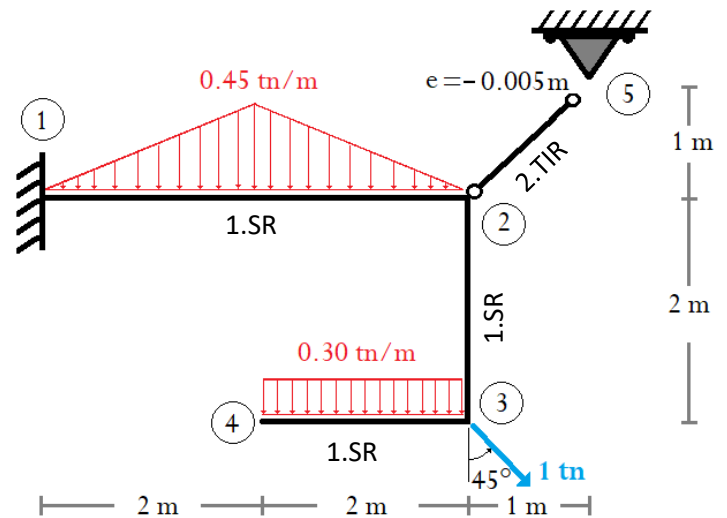
MATERIALES:

1.SR:

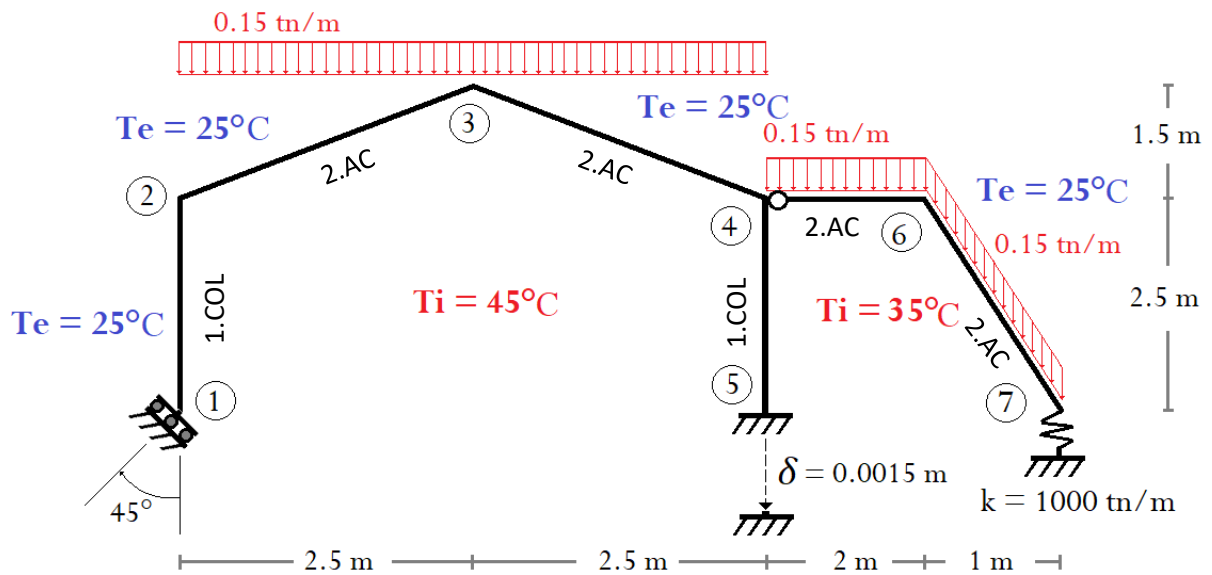
0.2m x 0.4m
E: 2 100 000 tn/m²

2.TIR:

D = 0.1 m
E: 21 000 000 tn/m²



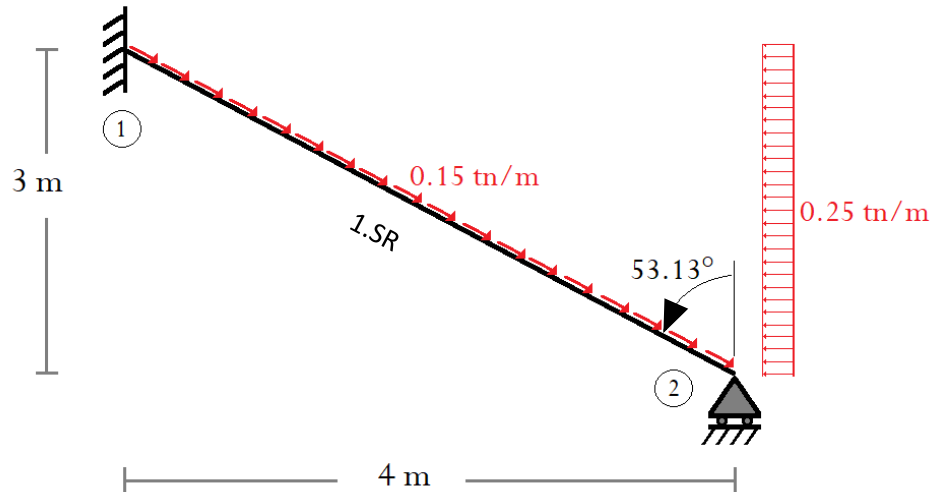
EJM 4:



MATERIALES

1.COL: 0.3m x 0.4m E = 2 100 000 tn/m²

2.AC : A = 0.013m² E = 21 000 000 tn/m²
I = 0.0003m⁴

EJM 5:

MATERIAL: 1.SR: 0.2m x 0.4m E: 2 100 000 tn/m²

Las cargas repartidas (o distribuidas) inicialmente están aplicadas en dirección '**Y_G**', por lo que deberá rotarla dándole un valor a **ANG** en el formulario de entrada de cargas repartidas y para que tenga efecto la rotación deberá seleccionar c2 o c3 según sea el caso:

- Para **q=0.15 tn/m**, está distribuido sobre la longitud del elemento, por lo que el caso de carga deberá ser **c2** y **ANG = 53.13...**
- Para **q=0.25 tn/m**, no está distribuido sobre la longitud del elemento, pero sí se proyecta sobre ésta, por lo que el caso de carga deberá ser **c3** y además se debe rotar 90° horario, entonces: **ANG = - 90**

DIBUJAR MODELO

La opción “Dibujar modelo” trabaja con los datos cargados hasta entonces, la única condición para que funcione es que por lo menos existan dos nodos cargados.

A continuación se detallará los elementos del menú, utilizando los ejemplos de estructuras brindados en el manual:

SUPP: Dibuja la estructura y los soportes en los nodos restringidos.



: Representa la restricción de desplazamiento en la dirección ‘X’



: Representa la restricción de desplazamiento en la dirección ‘Y’



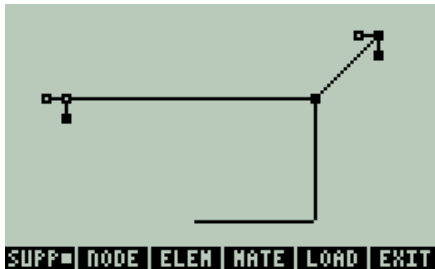
: Representa la restricción de desplazamiento (giro) en la dirección ‘Z’



: Representa una rótula o articulación (no señala a que elemento pertenece).

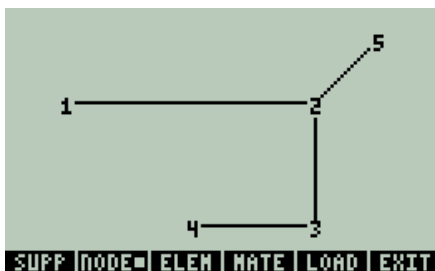
También representa los apoyos inclinados.

Ejemplo 3 del manual:



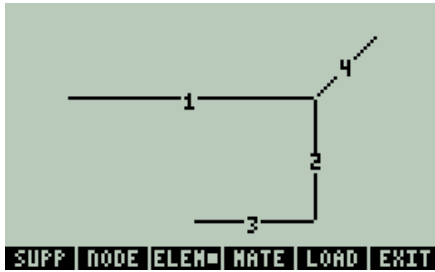
NODE: Dibuja los elementos de la estructura y enumera los nodos según el orden en el que fueron creados.

Ejemplo 3 del manual:



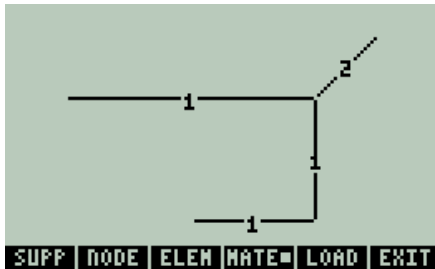
ELEM: Dibuja los elementos de la estructura y enumera los elementos según el orden en el que fueron creados.

Ejemplo 3 del manual:



MATE: Dibuja los elementos de la estructura y enumera los materiales asignados a los elementos según el orden en el que fueron creados.

Ejemplo 3 del manual:



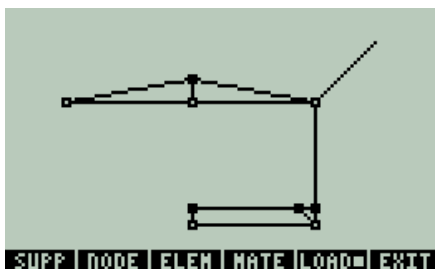
LOAD: Dibuja los elementos de la estructura y las cargas externas existentes.

- Para las fuerzas puntuales su interpretación deberá ser la siguiente:



- Para las cargas distribuidas, éstas serán dibujadas a escala tomando en cuenta las magnitudes de todas las cargas distribuidas existentes, aunque también existe otra función que permite visualizar las cargas distribuidas sin escala, se detallará más adelante.
- Representará la inclinación de cargas puntuales y distribuidas.

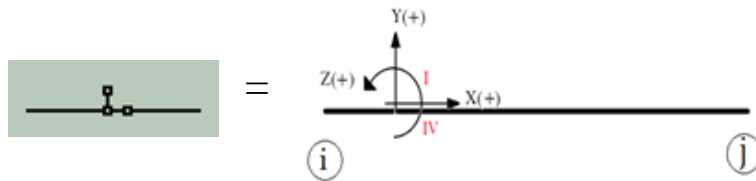
Ejemplo 3 del manual:



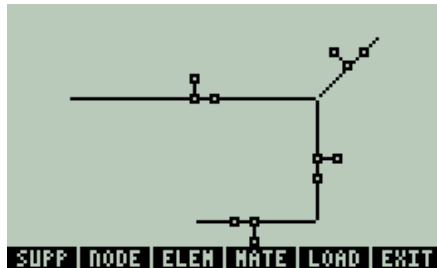
OTRAS FUNCIONES QUE NO SE ENCUENTRAN EN EL MENÚ:



: Dibuja los elementos y sus respectivos ejes locales de la estructura.



Ejemplo 3 del manual:



- Los botones G, H e I dibujan por separado las cargas: puntuales en nodos, puntuales en elementos y distribuidas en elementos respectivamente.

- El botón L dibujará las cargas distribuidas, sin escala, es decir que serán representados como si todos tuvieran la misma magnitud.

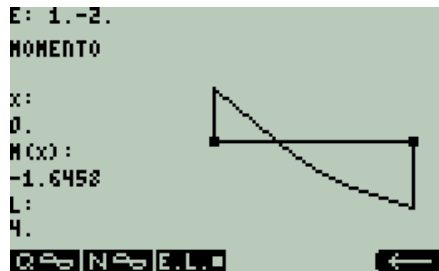


- Permite visualizar las cargas actuales una a una, de acuerdo al tipo de carga seleccionado con los botones G, H, I ó L.

DIAGRAMAS DE ESFUERZOS INTERNOS

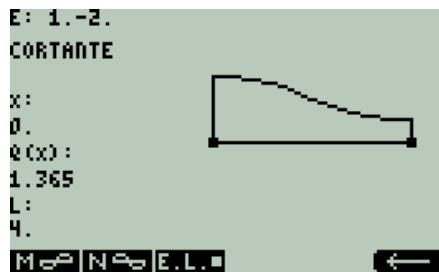
M : Dibuja el diagrama de esfuerzos de momento flector.

Por ejemplo:



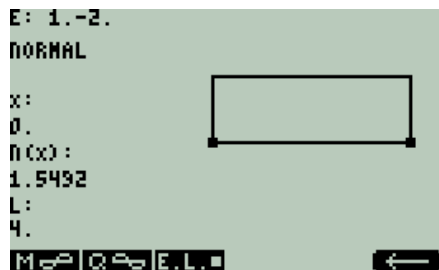
Q : Dibuja el diagrama de esfuerzos de corte.

Por ejemplo:



N : Dibuja el diagrama de esfuerzos normales o axiales.

Por ejemplo:



E.L. : Dibuja el diagrama de esfuerzos internos, de tal manera que el elemento queda Horizontal, con el nodo(i) en la parte izquierda y el nodo(j) en la parte derecha, es decir, con vista en sus ejes locales.

E.L. : A diferencia del anterior, esta opción dibuja el diagrama de esfuerzos internos del elemento en su posición real en la estructura.

← : Finaliza la visualización de los diagramas de esfuerzos, también puede usar el botón ON **ON**



Permite desplazarse en los diagramas de esfuerzos internos, mostrando puntos notables, el programa fue desarrollado de tal manera que siempre podrá ver todos los máximos y mínimos de los diagramas, solo debe desplazarse hasta el punto deseado.

Combinaciones:



Para salto largo



Para salto hasta un extremo



Del actual diagrama, muestra el máximo valor positivo y negativo, y a qué distancia desde el nodo(i) se encuentra.



: Abre un formulario de entrada: dado una distancia 'x' desde el nodo (i) permite ver el valor del esfuerzo interno actual.

*Al finalizar la visualización de los esfuerzos internos, le mostrará la opción para ver las ecuaciones de esfuerzos internos, estos serán ordenados de acuerdo a los tramos generados según las posiciones de las cargas.

VARIABLES UTILES DEL DIRECTORIO DIR.data

XX:	Lista que contiene las coordenadas en dir. X de los nodos, según el orden en que fueron creados
YY:	Lista que contiene las coordenadas en dir. Y de los nodos, según el orden en que fueron creados
IJ:	Vector de incidencia de los elementos
KGDB:	Lista que contiene las matrices de rigidez en ejes locales de los elementos, según el orden en que fueron creados
FTDB:	Lista que contiene los vectores de fuerzas debido a efectos térmicos
FEPD:	Lista que contiene los vectores de fuerzas debido a errores de fabricación y peso propio
FGDB:	Lista que contiene los vectores de fuerzas debido a cargas repartidas
FPDB:	Lista que contiene los vectores de fuerzas debido a cargas puntuales en elementos
DESP:	Vector de desplazamientos (rotaciones y traslaciones) de nodos
REAC:	Vector de reacciones en los apoyos de nodos restringidos
DSPG:	Vector de desplazamientos (rotaciones y traslaciones) de nodos, a diferencia de DESP, éste lleva a los ejes generales a aquellos nodos que tienen apoyos inclinados
KGK:	Matriz de rigidez general (ensamblado) de la estructura
FGG:	Vector de fuerzas general (ensamblado) de la estructura, debido a cargas repartidas y puntuales en elementos
FGGN:	Vector de fuerzas general (ensamblado) de la estructura, debido a cargas puntuales en nodos
FMPR:	Vector de fuerzas general (ensamblado) de la estructura, debido a asentamientos en los apoyos, para la mayoración utiliza 1E200.
FTMP:	Vector de fuerzas general (ensamblado) de la estructura, debido a cargas nodales en direcciones restringidas (apoyos)
FIE:	Lista que contiene los vectores de esfuerzos internos de los elementos en ejes locales
FIG:	Lista que contiene los vectores de esfuerzos internos de los elementos en ejes globales
SCLA:	Lista que contiene la siguiente información de los elementos: { $\sin(\alpha)$, $\cos(\alpha)$, longitud, área, peso especí, $\sin(\alpha_i)$, $\cos(\alpha_i)$, $\sin(\alpha_j)$, $\cos(\alpha_j)$ }
Donde:	
α :	ángulo que forma la pendiente del elemento
α_i :	ángulo que forma el apoyo inclinado (si es que lo hay) en el nodo 'i' con la pendiente del elemento
α_j :	ángulo que forma el apoyo inclinado (si es que lo hay) en el nodo 'j' con la pendiente del elemento
LD:	Lista que indica la posición de las cargas distribuidas que se aplican en los elementos
LP:	Lista que indica la posición de las cargas puntuales que se aplican en los elementos
GUARD:	Variable que contiene los modelos guardados

RECOMENDACIONES

- Evitar en lo posible modificar las variables del directorio DIR.data ya que puede generar errores en el funcionamiento, a no ser que sepa bien lo que hace.
- Para indicar los nodos o elementos en los formularios de entrada de cargas, bastará con escribirlos con el teclado en lugar de estar buscándolos en la lista de selección.
- No presione el botón ON seguidas veces en intervalos muy cortos de tiempo, esto puede detener el programa.
- Las opciones /**Atrás** pueden ser sustituidas por la opción CANCL (botón **F5**).
- Los modelos guardados se encuentran en el directorio HOME, por lo que son vulnerables a eliminarse si se da un HARD RESET por algún motivo, se recomienda guardar la variable GUARD (variable que contiene los modelos guardados) en algún puerto seguro como 2:FLASH ó en un SD Card.
- Una manera de obtener las distancias de aplicación de cargas en porcentaje a través del formulario de entrada es: por ejm., si la luz del elemento es 5m y la distancia 3.25m, entonces $Li(\%) = (3.25m/5m)*100\%$, también se puede hacer el uso del teorema de tales de Mileto para tal fin.
- Cuando resuelva armaduras, y del material $E \cdot A$ sea constante, se debe dar valores $E=1$ y $A=1$ en el formulario **A,I conocido**.

AGRADECIMIENTOS

Esta biblioteca fue desarrollada de manera autodidacta, razón por la que se agradece a todas aquellas personas que difundieron sus conocimientos de programación de forma gratuita por distintos medios, como mención honorífica, agradecer al autor César Vásquez por brindar un manual en español tan explícito sobre programación en System RPL con Debug 4x.