

## PERIODO Y MODO DE VIBRACION DE UNA ESTRUCTURA.

Se presenta una estructura de dos vanos y de dos pisos que en un principio será vulnerable sísmicamente, luego se procederá a añadirle diagonales en la planta baja, y en última instancia se le añadirán disipadores de energía TADAS.

La estructura tiene cargas en la primera planta y en la segunda planta como se explica en la figura 1, en la figura 2 se enumeran los grados de libertad considerando un grado de libertad por piso, debido a que cada piso se lo considerará axialmente rígido.

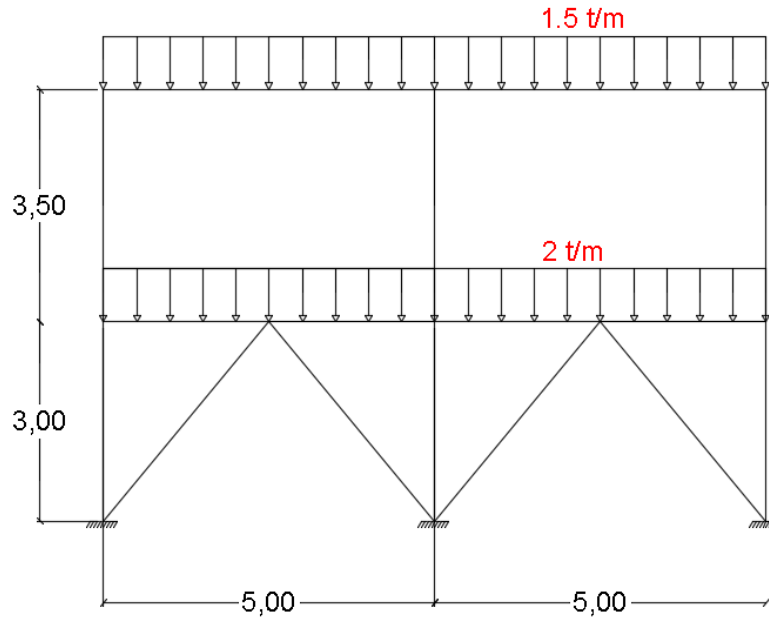


Figura 1: Grafico de cargas externas de la estructura.

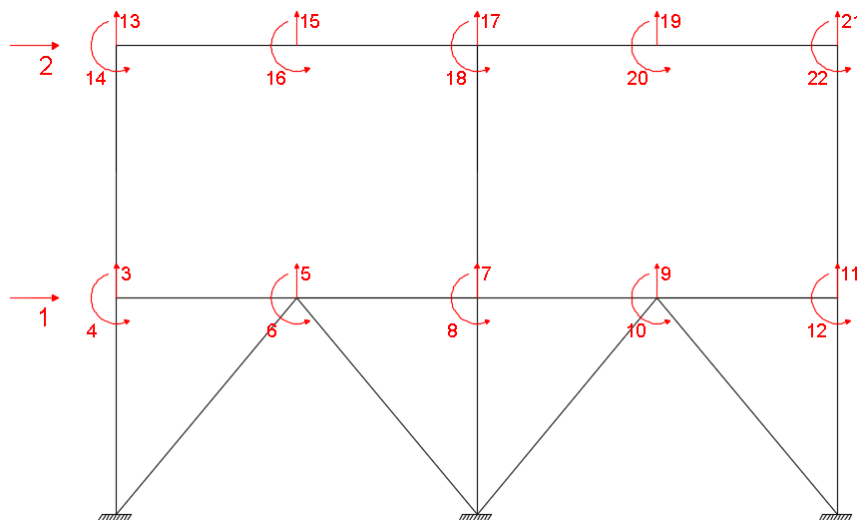


Figura 2: Enumeración de los grados de libertad.

## PRIMER EJERCICIO

En la figura 3 se aprecia la configuración estructural inicial, se definen las secciones de las columnas que son de 30x30cm y las vigas de 25x25cm, así mismo se definen las luces de ambos vanos y la altura de cada piso. En la figura 4 se presenta el orden de numeración de elementos y nudos.

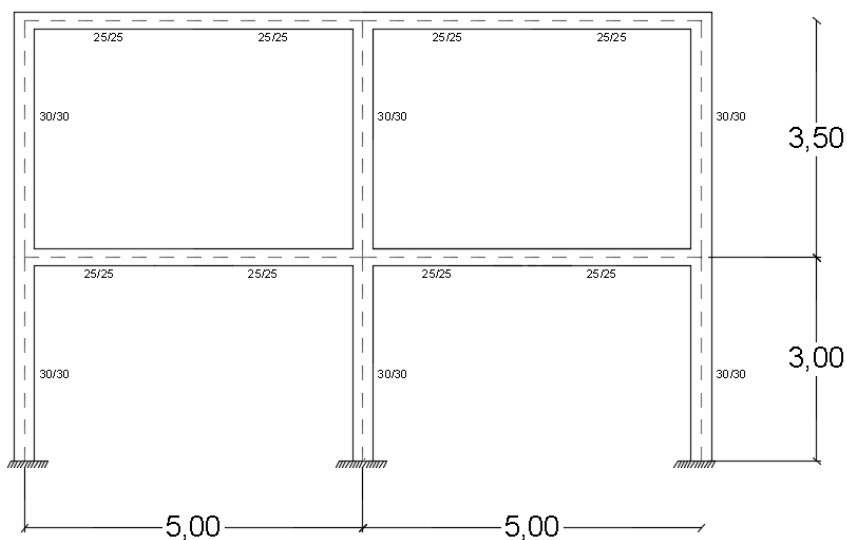


Figura 3: definición estructural inicial.

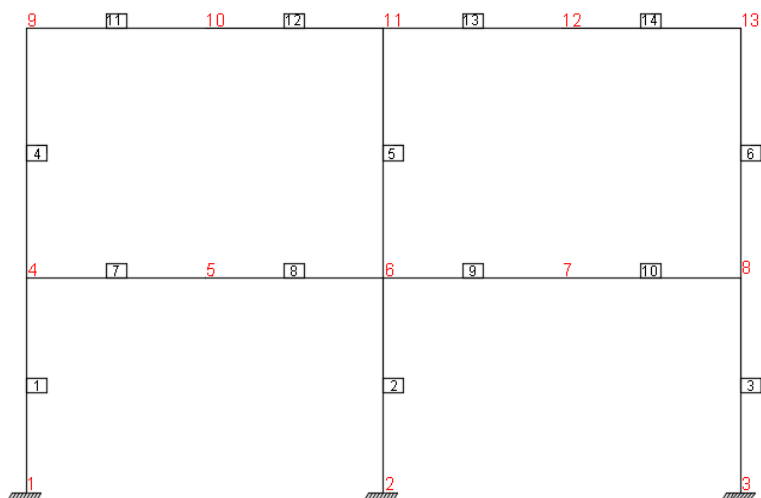


Figura 4: Orden de numeración de los elementos y los nudos.

El ejercicio se resuelve utilizando CEINCI-LAB.

Se adjuntan las programaciones. Se generaron nudos en la mitad de la viga para facilitar el ingreso de las diagonales en el segundo ejercicio.

```

% Se calcula los periodos de vibración de 3 estructuras
% La primera es vulnerable sísmicamente
% La segunda en muy rígida
% La tercera es con disipadores TADAS
%           Dr. Roberto Aguiar
%           14 de junio de 2019
%.....Primera Estructura
sv =[5.0;5.0]; %Ingresar un vector con la longitud de vanos en (metros)
sp =[3.5;3.0]; %Ingresar un vector con la altura de pisos en (metros)
fc =180; % La resistencia a la compresión del hormigón f'c (kg/cm2)
Eh=150000*sqrt(fc); % Calcula el modulo de elasticidad del material
SECCION=[1 0.3 0.3 5 1;7 0.25 0.25 7 1];
mar=[1;2]; % Vano en que esta la diagonal
%.....
[nv,np,nudt,nudcol,nudvg,nod,nr]=geometria_nudo_viga(sv,sp);
[X,Y]=glinea_portico2(nv,np,sv,sp,nod,nr);
[NI,NJ]=gn_portico2(nr, nv, nudt, nudcol, nudvg);% Nudos de vig y col
%[GEN]=geometria_nudo_diagonales(nv, np, nudt, mar);
%[NI2,NJ2]=gn_portico(GEN); % Nudos de las diagonales
%[NI,NJ]=gn_portico3(NI,NJ, NI2,NJ2);
%dibujo(X,Y,NI,NJ)
[CG,ngl]=cg_sismo2(nod,nr,Y);
[L,seno,coseno]=longitud(X,Y,NI,NJ);
[VC]=vc(NI,NJ,CG);
% Contribucion de Hormigon Armado
[ELEMH]=gelem_portico(SECCION);
LH=L(1:14);senH=seno(1:14);cosH=coseno(1:14);
VCH=VC(1:14,:);
[KH]=krigidez(ngl,ELEMH,LH,senH,cosH,VCH,Eh);
% Condensacion estatica de matriz de rigidez
na=2; % Dos coordenadas principales
kaa=KH(1:na,1:na);kab=KH(1:na, na+1:ngl);
kba=kab';kbb=KH(na+1:ngl,na+1:ngl);
KL=kaa-kab*inv(kbb)*kba;
% Matriz de masas
m1=2*10/9.8; m2=1.5*10/9.8;
M=mdiag(m1,m2);
% Calculo de Periodos y modos de vibracion
[T,fi,OM]=orden_eig(KL,M);
% Calculo de Vulnerabilidad (Relacion H/T)
H=6.5;HT=H/T(1);

```

## SEGUNDO EJERCICIO

En la figura 5 se aprecia la configuración estructural con las diagonales, se mantienen las secciones de las columnas y las vigas, mientras que las secciones de las diagonales están especificadas en la figura 6; también se mantienen las mismas distancias en las luces y en las alturas de piso. En la figura 7 se presenta el orden de numeración de elementos y nudos.

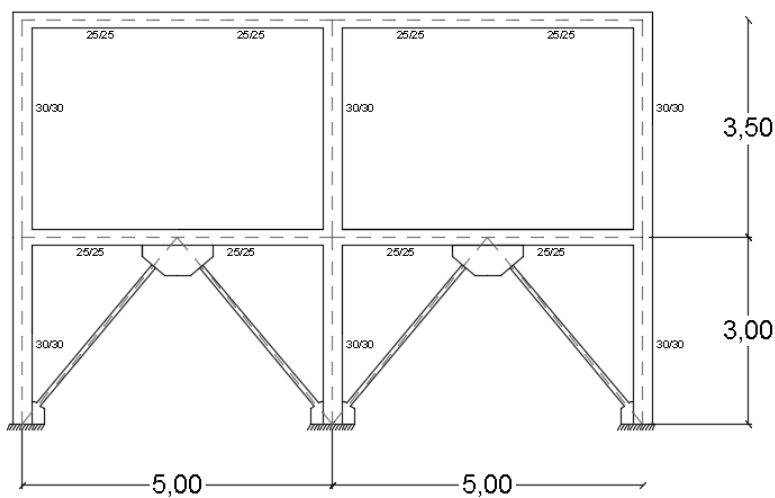


Figura 5: Definición estructural del segundo ejercicio.

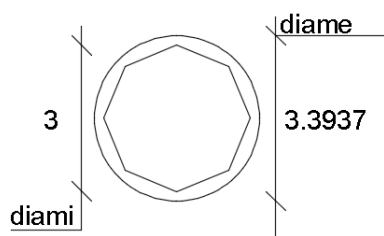


Figura 6: Secciones de la diagonal en pulg.

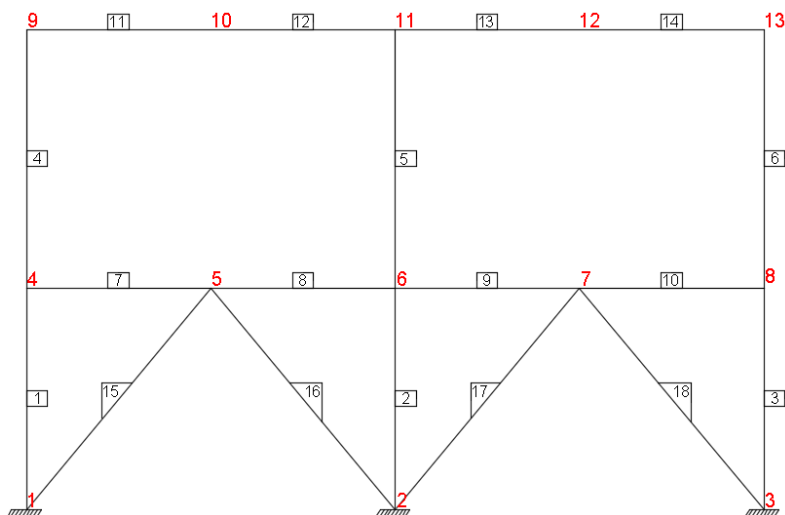


Figura 7: Orden de numeración de los elementos y los nudos.

Se adjunta la programación necesaria para el segundo ejercicio.

```
%%
.....
% Segundo Objetivo, Estructuras con diagonales
mar=[1;2];% Numero de vano que tiene contravientos
[GEN]=geometria_nudo_diagonales(nv, np, nuddt, mar);
[NI2,NJ2]=gn_portico(GEN);
[NI,NJ]=gn_portico3(NI,NJ, NI2,NJ2);
[L,seno,coseno]=longitud(X,Y,NI,NJ);mbr=length(L);
[VC]=vc(NI,NJ,CG);
% dibujo(X,Y,NI,NJ)
% Contribucion del acero
Es=21000000;
diam=3; % en pulgadas
t=0.5; % espesor en mm
diami=diam*2.54; diame=diami+2*t;
areal=pi*diame^2/4-pi*diami^2/4;
area=areal/10000; % transformado a m^2
Keq=Es*area/L(15);
senA=seno(15:18); cosA=coseno(15:18); VCA=VC(15:18,:);
ELEMA=[Keq;Keq;Keq;Keq];
[KA]=krigidez_tadas(ngl,ELEMA,senA,cosA,VCA);
KT=KA+KT;
% Condensacion estatica de matriz de rigidez
na=np;%gdl por planta, considerar na=np
kaa=KT(1:na,1:na);kab=KT(1:na,na+1:ngl);
kba=kab';
kbb=KT(na+1:ngl,na+1:ngl);
T=-kbb\kba;
KL=kaa+kab*T; % Matriz de rigidez lateral
% Matriz de masa
m1=1.05*m1; % el 1.05 es el peso de diagonales
M=mdia(m1,m2);
% Calculo de Periodos y modos de vibracion
[T,fi,OM]=orden_eig(KL,M);
% Calculo de vulnerabilidad
H=6.5;
HT=H/T(1);
disp('Segundo objetivo finalizado con éxito')
```

### TERCER EJERCICIO

Para la resolución del tercer ejercicio se colocan disipadores de energía TADAS en la planta baja como se indica en la figura 8, se mantienen las secciones de las columnas y las vigas, mientras que las secciones de las diagonales fueron especificadas en la figura 6; también se mantienen las mismas distancias en las luces y en las alturas de piso. En la figura 7 se presentó el orden de numeración de elementos y nudos.

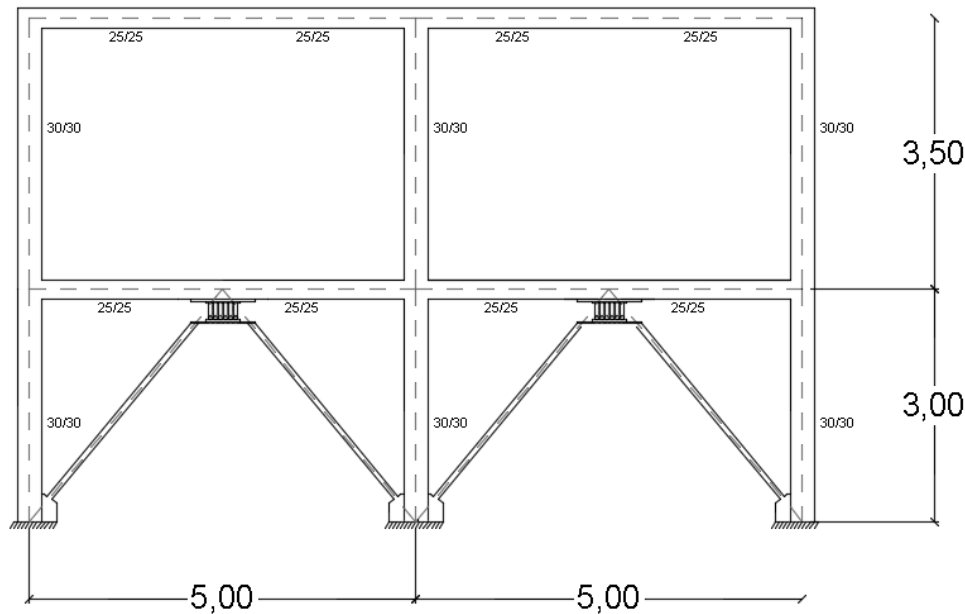


Figura 8: Definición estructural del tercer ejercicio.

```
% Tercer Objetivo, Estructuras con disipadores TADAS en el primer piso
n=4; t=2.5; b=17; h=17; % Datos en cm
qr=3; % Desplazamiento relativo
fy=3200; % Kg/cm^2
Est=2100000; % Modulo del acero en kg/cm^2
alfa=0.02; % Alfa es relacion post fluencia con respecto a la elastica
[F,Kef,Zeda]=rigidez_efectiva_TADAS(n,b,t,h,fy,qr,alfa,Est);
% Trabajamos con las mismas diagonales anteriores
hci=30; hcd=30; hdis=30; Lon=500; hv=25;
H=350; Adia=areal;
[Kdiag,Keqt]=rigidez_equivalente_TADAS(hci,hcd,hdis,Lon,hv,H,Kef,Adia,Est);
Keqt=Keqt/10; % Para tener en T/m
ELEMT=[Keqt;Keqt;Keqt;Keqt];
[KTA]=krigidez_tadas(ngl,ELEMT,senA,cosA,VCA);
KTT=KH+KTA;
% Condensacion estatica de matriz de rigidez
na=np; % #gdl por planta, considerar na=np
kaa=KTT(1:na,1:na); kab=KTT(1:na,na+1:ngl);
kba=kab';
kbb=KTT(na+1:ngl,na+1:ngl);
T=-kbb\kba;
KL=kaa+kab*T; % Matriz de rigidez lateral
% Matriz de masa, El TADAS de 4 placas pesa 90 kg
```

```

M=mdia(m1,m2); % Estas masas son estructuras con diagonales
% Calculo de Peridos y modos de vibracion
[T,fi,OM]=orden_eig(KL,M);
% Calculo de vulnerabilidad
H=6.5;
HT=H/T(1);
disp('Tercer objetivo finalizado con éxito')

```

## ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.

En la tabla 1 se presentan los datos obtenidos con el programa de CEINCI-LAB, se puede notar un incremento notable de la rigidez en el ejercicio que cuenta con disipadores de energías TADAS con respecto al primer

*Tabla 1: Resultados obtenidos de todos los ejercicios.*

EJERCICIO	Matriz de rigidez		Matriz de masas		Periodo de la estructura	Relación H/T
PRIMER	2.03E+03	-9.38E+02	2.0408	0	0.6109	10.6396
	-9.38E+02	6.47E+02	0	1.5306	0.1736	
SEGUNDO	1.04E+04	-9.37E+02	2.1429	0	0.3296	19.7206
	-9.37E+02	6.47E+02	0	1.5306	0.0895	
TERCERO	2.87E+03	-9.38E+02	2.1429	0	0.4562	14.2467
	-9.38E+02	6.47E+02	0	1.5306	0.1585	