# Guia 0

Emmanuel Rojas Fredini

Septiembre 5, 2010

# 1 Ejercicio 1

## 1.1 Solucion de la Ecuacion Diferencial

Nuestra ecuacion diferencial es:

$$\nabla \cdot (k\nabla T) + \zeta - cT = 0 \tag{1}$$

donde:

$$\begin{aligned} k &= 1 \\ c &= 1 \\ \zeta &= 1 \end{aligned}$$

Luego reemplazando nos queda:

$$\begin{aligned} \nabla \cdot (k\nabla T) + 1 - T &= 0 \\ \nabla \cdot (k\nabla T) - T &= -1 \end{aligned}$$

La condicion de borde: De Dirichlet

$$\begin{aligned} T(x = 0) &= 0 \\ T(x = L) &= 1 \end{aligned}$$

Sabemos que la solucion es de la forma:

$$T(x) = Ae^{\lambda_1 x} + Be^{\lambda_2 x} \tag{2}$$

Debemos calcular $\lambda_1$ y $\lambda_2$ para este problema y luego $A$ y $B$ para las condiciones de borde dadas.

Calculamos las derivadas de $T(x)$:

$$\frac{dT(x)}{dx} = Ae^{\lambda_1 x}\lambda_1 + Be^{\lambda_2 x}\lambda_2 \tag{3}$$

$$\frac{d^2T(x)}{dx^2} = Ae^{\lambda_1 x}\lambda_1^2 + Be^{\lambda_2 x}\lambda_2^2 \tag{4}$$

Luego sacamos $\lambda_1$ y $\lambda_2$ en la ecuacion homogenea asociada, reemplazando (3) y (4) en nuestra ecuacion diferencial:

$$Ae^{\lambda_1 x}\lambda_1^2 + Be^{\lambda_2 x}\lambda_2^2 - (Ae^{\lambda_1 x} + Be^{\lambda_2 x}) = 0$$
$$Ae^{\lambda_1 x}(\lambda_1^2 - 1) + Be^{\lambda_2 x}\lambda_2^2(\lambda_2^2 - 1) = 0$$

Raices:

- $\lambda_1 = 1$ o $-1$
- $\lambda_2 = 1$ o $-1$

Tambien podriamos haber calculado las raices del polinomio caracteristico de la ecuacion diferencial.

Tomaremos: $\lambda_1 = 1$ y $\lambda_2 = -1$

$$T_h(x) = Ae^{x} + Be^{-x}$$

Donde $T_h(x)$ es la solucion a la ecuacion homogenea asociada.

Sabemos que:

$$T_p(x) = T_h(x) + y_p$$

Donde:
$T_p(x)$ es la solucion a la ecuacion diferencial
$y_p(x)$ es la solucion particular

Por la ecuacion original vemos que: $y_p = 1$
Aplicando las CI:

$$T_p(x) = Ae^{x} + Be^{-x} + 1$$

$$T_p(0) = Ae^0 + Be^0 + 1 = 0 \qquad \longrightarrow A = -B - 1 \tag{5}$$

$$T_p(1) = Ae^1 + Be^{-1} + 1 = 1 \qquad \longrightarrow B = \frac{e}{-e + e^{-1}} \tag{6}$$

$$A \approx 0.1565$$
$$B \approx -1.1565$$

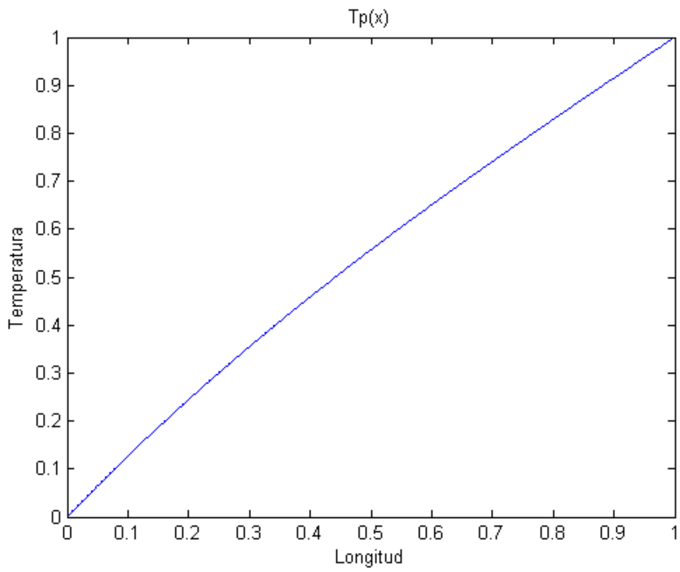
Nota: Elegimos $\lambda_1 = -\lambda_2$ ya que si fuese $\lambda_1 = \lambda_2$ tendriamos infinitas soluciones de $A$ y $B$, en cambio con $\lambda_1 = -\lambda_2$ tenemos solo una.

Finalmente la solucion es:

$$T_p(x) \approx 0.1565e^{x} - 1.1565e^{-x} + 1$$

## 1.2 T vs X

$$T(x) = 0.1565e^{x} - 1.1565e^{-x} + 1$$




## 1.3 Flujo

Para calcular el flujo necesitaremos de la derivada $\frac{dT(x)}{dx}$:

$$\frac{dT(x)}{dx} = Ae^{\lambda_1 x}\lambda_1 + Be^{\lambda_2 x}\lambda_2$$
$$\frac{dT(x)}{dx} = 0.1565e^{x} + 1.1565e^{-x} q(x) \quad = -\frac{dT(x)}{dx} = -0.1565e^{x} - 1.1565e^{-x}$$

Sabemos por definicion que el flujo es:

$$\Phi = \nabla\vec{f} \cdot \bar{N}A$$

Donde:

- $f$ es la funcion de la cual se mide el flujo.
- $\vec{N}$ la normal unitaria de la cara o plano de flujo.

- $A$ el area(escalar) de la cara o plano de flujo.

Como en nuestro caso $\nabla\vec{f}$ sera $\vec{q}(x)$ y que solo es funcion de x, ie el calor no varia en $y$ ni $z$. Luego $\vec{q} = \begin{pmatrix} q(x) & 0 & 0 \end{pmatrix}$
Tambien la normal $\vec{N}$ sera $\vec{N} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ ya que la tomaremos $+1$. Y el area $A$ sera unitaria.

Si calculamos el flujo a los extremos de nuestro entorno $[0,1]$ en $x = 0$ con normal $-1$ y en $x = 1$ con normal $+1$ luego:

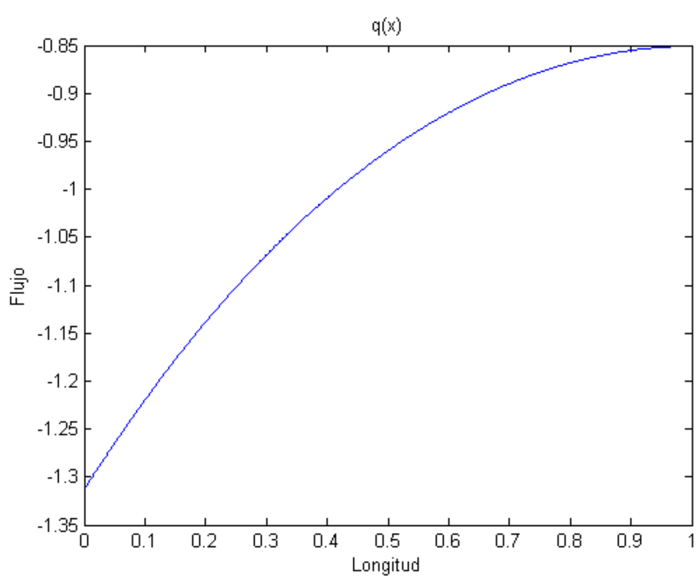
$$\Phi(x = 0) = q(x)(-1)1$$
$$\Phi(x = 0) \approx 1.3130$$

$$\Phi(x = 1) = q(x)(+1)1$$
$$\Phi(x = 1) \approx -0.8509$$

Osea si fuese, por ejemplo, una barra en el lado izquierdo el flujo de temperatura es entrante y en el lado derecho el flujo es saliente.

## 1.4 Flujo vs X

Si Tomamos un area unitaria atravez del eje $x$, y una normal hacia $+x$. Luego la grafica del flujo atravez del cuerpo tomando en cada posicion de $x$ una normal $+x$ sera:



# 2 Ejercicio 2

## 2.1 Solucion de la Ecuacion Diferencial

Nuestra ecuacion diferencial es:

$$\nabla \cdot (k\nabla T) + \zeta - cT = 0 \tag{7}$$

donde:

$$k = 1$$
$$c = 1$$
$$\zeta = 1$$

Luego reemplazando nos queda:

$$\nabla \cdot (k\nabla T) + 1 - T = 0$$
$$\nabla \cdot (k\nabla T) - T = -1$$

La condicion de borde: Mixta(de Dirichlet y Neumann)

$$T(x = 0) = 0$$
$$q(x = L) = 1$$

Teniendo en cuenta que $k = 1$ y el problema es unidimensional $\nabla T(x) = \frac{dT(x)}{dx}$ entonces:

$$q(x = L) = -k\nabla T$$
$$-k\nabla T(L) = 1$$
$$-\nabla T(L) = 1$$
$$\nabla T(L) = -1$$
$$\frac{dT(L)}{dx} = -1$$

Sabemos que la solucion es de la forma:

$$T(x) = Ae^{\lambda_1 x} + Be^{\lambda_2 x} \tag{8}$$

Al ser la misma ecuacion que el ejercicio anterior sabemos que:
•$\lambda_1 = 1$ o $-1$
•$\lambda_2 = 1$ o $-1$

De donde tomaremos:

$$\lambda_1 = 1$$
$$\lambda_2 = -1$$

Ademas al ser igual la equacion $y_p$ seguira siendo igual: $y_p = 1$

Ahora debemos calcular $A$ y $B$ que si variaran por el cambio de las condiciones de borde.

Condicion de Borde 1:

$$T(0) = Ae^0 + Be^0 + 1 = 0$$
$$A + B = -1 \longrightarrow A = -B - 1$$

Condicion de Borde 2:

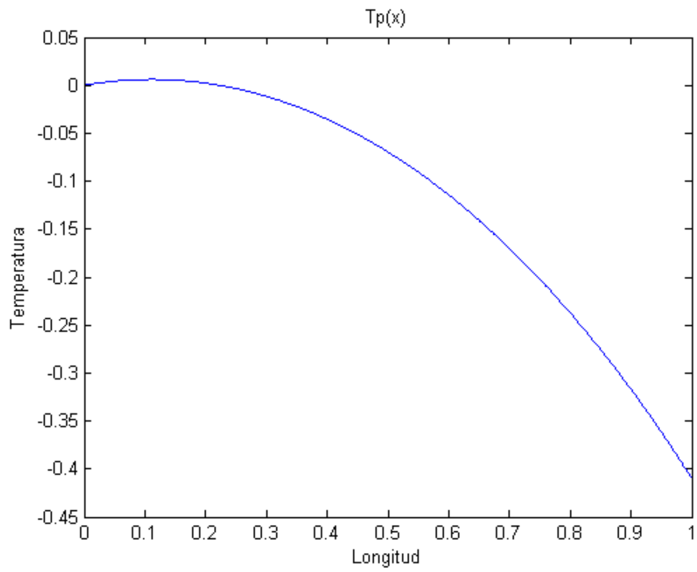
$$\frac{dT(1)}{dx} = Ae^1 1 + Be^{-1}(-1) = -1$$
$$\frac{dT(1)}{dx} = (-B - 1)e - Be^{-1} = -1$$
$$\frac{dT(1)}{dx} = -Be - e - Be^{-1} = -1$$
$$\frac{dT(1)}{dx} = B(-e - e^{-1}) - e = -1 \longrightarrow B = \frac{-1 + e}{-e - e^{-1}} B \quad \approx -0.5554 A \approx -0.5554 - 1 = -0.4446$$

Finalmente la solucion es:

$$T_p(x) \approx -0.4446 e^x - 0.5554 e^{-x} + 1$$

## 2.2 T vs X

$$T_p(x) = -0.4446 e^x - 0.5554 e^{-x} + 1$$




## 2.3 Flujo

El calculo de flujo es identico al punto del ejercicio 1. Tenemos:

$$\frac{dT(x)}{dx} = -0.4446e^{x} + 0.5554e^{-x}q(x) \quad = -\frac{dT(x)}{dx} = 0.4446e^{x} - 0.5554e^{-x}$$

Calcularemos el flujo como antes en el punto $x = 0$ y $x = 1$ con las normales antes dichas. Entonces:

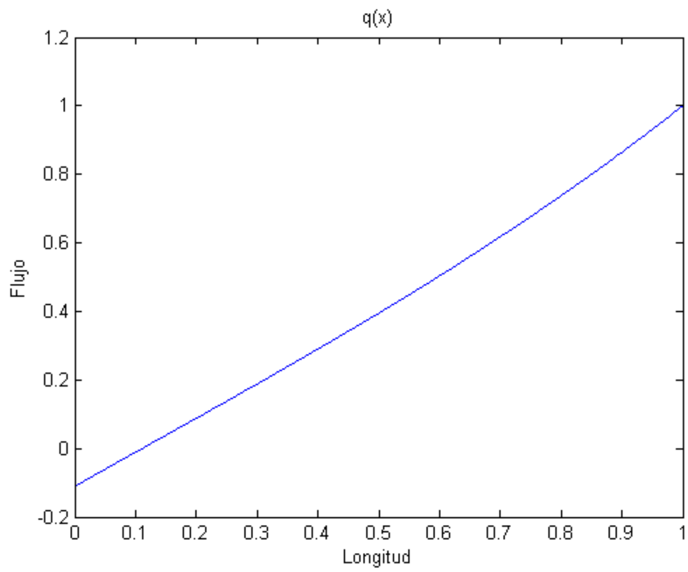
$$\Phi(x=0) = -\frac{dT(0)}{dx}(-1)1$$
$$\Phi(x=0) \approx 0.1108$$

$$\Phi(x=1) = -\frac{dT(1)}{dx}(+1)1$$
$$\Phi(x=1) \approx 0.9999$$

Osea si fuese una barra en el lado izquierdo el flujo de temperatura es entrante y en el lado derecho el flujo es saliente.

## 2.4 Flujo vs X

Si Tomamos un area unitaria atravez del eje $x$, y una normal hacia $+x$. Luego la grafica del flujo atravez del cuerpo tomando en cada posicion de $x$ una normal $+x$ sera:




# 3 Ejercicio 3

La ecuacion que gobierna problemas de elasticidad lineal es:

$$\nabla \cdot \sigma + X = 0 \tag{9}$$

Ademas:

$$\bar{\bar{\sigma}} = \bar{\bar{\bar{\bar{D}}}}\bar{\bar{\epsilon}} \tag{10}$$

Pero en nuestro problema el material es isotropico luego podemos expresar la relacion anterior como:

$$\bar{\sigma} = \bar{\bar{D}}\bar{\epsilon} \tag{11}$$

Los desplazamientos en nuestro problema son:

$$u(x,y) = -0.1 \sin \frac{\pi x}{L_x} \cos \frac{\pi y}{2L_y}$$
$$v(x,y) = -0.1 \sin \frac{\pi x}{2L_x} \cos \frac{\pi y}{L_y}$$
$$\vec{\mu} = \begin{pmatrix} u(x,y) \\ v(x,y) \end{pmatrix}$$

Derivadas de $u(x,y)$:

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} = -0.1\frac{\pi}{L_x}\cos\frac{\pi x}{L_x}\cos\frac{\pi y}{2L_y}$$
$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = 0.1\frac{\pi}{2L_y}\sin\frac{\pi x}{L_x}\sin\frac{\pi y}{2L_y}$$

Derivadas de $v(x,y)$:

$$\frac{\partial v(x,y)}{\partial x} = -0.1\frac{\pi}{2L_x}\cos\frac{\pi x}{2L_x}\cos\frac{\pi y}{L_y}$$
$$\frac{\partial v(x,y)}{\partial y} = 0.1\frac{\pi}{L_y}\sin\frac{\pi x}{2L_x}\sin\frac{\pi y}{L_y}$$

## 3.1 Calculo de $\bar{\epsilon}$

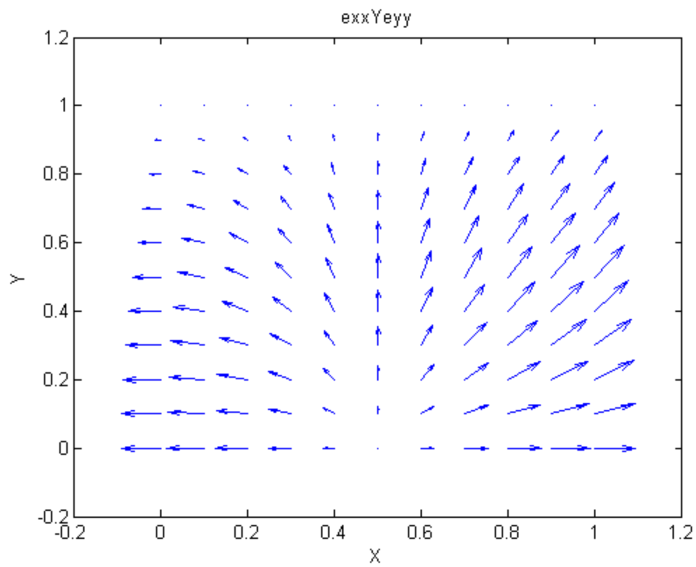
El tensor de deformaciones $\epsilon$ queda:

$$\bar{\epsilon} = \begin{pmatrix} \frac{\partial u(x,y)}{\partial x} \\ \frac{\partial v(x,y)}{\partial y} \\ \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial v(x,y)}{\partial x}\right) \end{pmatrix}$$
$$\bar{\epsilon} = \begin{pmatrix} -0.1\frac{\pi}{L_x}\cos\frac{\pi x}{L_x}\cos\frac{\pi y}{2L_y} \\ 0.1\frac{\pi}{L_y}\sin\frac{\pi x}{2L_x}\sin\frac{\pi y}{L_y} \\ 0.1\frac{\pi}{2L_y}\sin\frac{\pi x}{L_x}\sin\frac{\pi y}{2L_y} - 0.1\frac{\pi}{2L_x}\cos\frac{\pi x}{2L_x}\cos\frac{\pi y}{L_y} \end{pmatrix}$$

Notar que trabajamos a $\epsilon$ como un vector ya que en nuestro caso el material es isotropico. Ademas que en $\epsilon_{xy}$ no esta $\frac{1}{2}$, ya que en deformacion plana este se simplifica.

Grafico de los vectores de deformacion normal $\begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{yy} \end{pmatrix}$ en el espacio bi-dimensional. Aca:

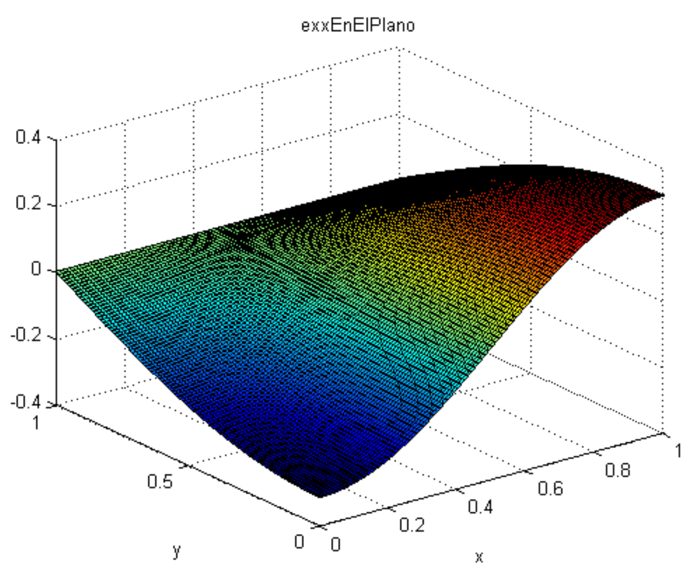
$L_x = 1$
$L_y = 1$
$(x,y) = ([0,1], [0,1])$

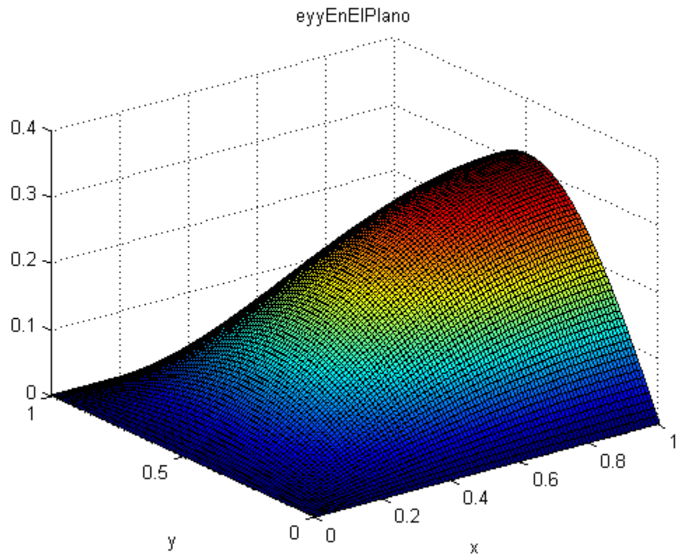


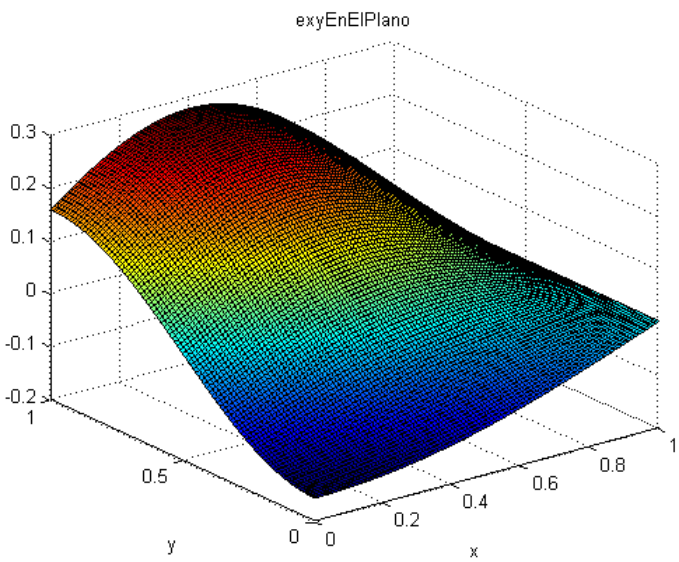

Las superficies de las componentes de $\bar{\epsilon}$ en el plano: Con:

$L_x = 1$

$L_y = 1$

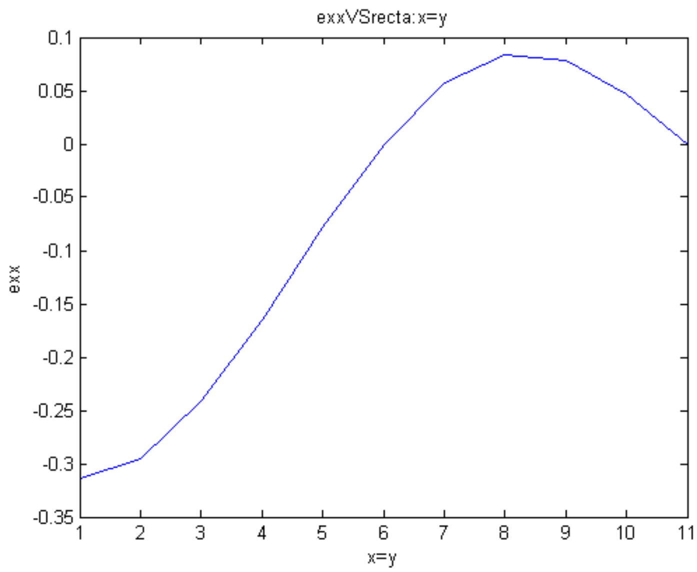


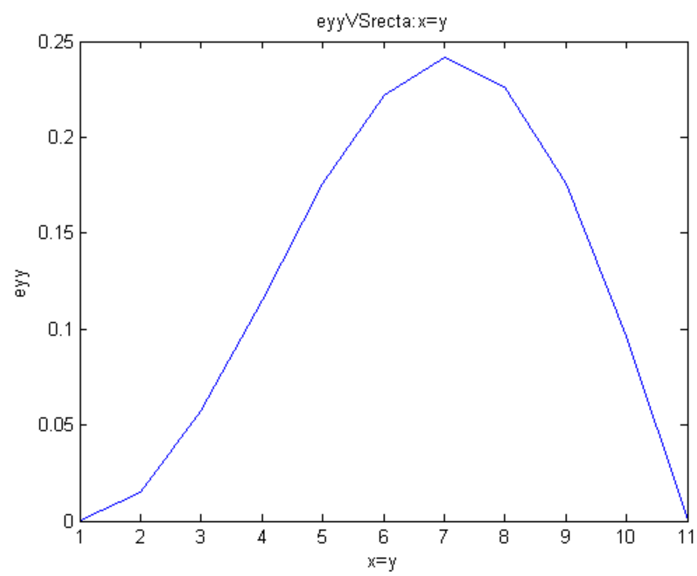


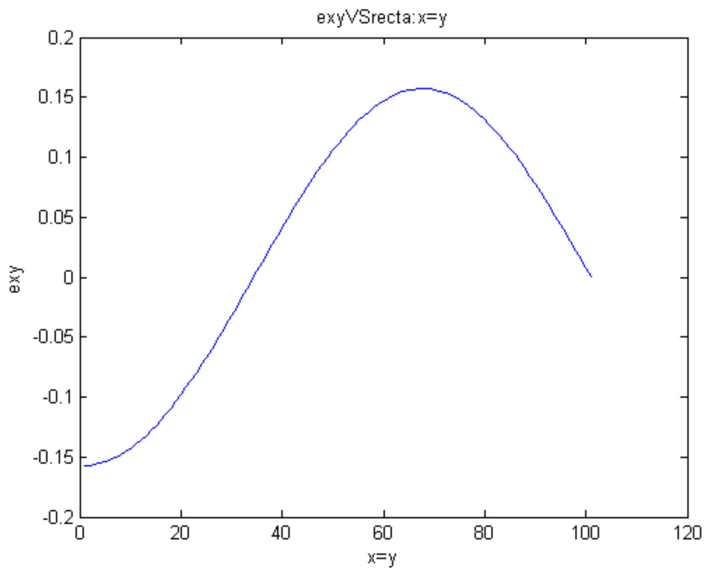




Las siguientes graficas son de las componentes de $\bar{\epsilon}$ a lo largo de una recta en el plano donde $x = y$(es decir en una diagonal). Con:

$L_x = 1$
$L_y = 1$


exxVSrecta:x=y
exx
x=y
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-0.25
-0.3
-0.35
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11


eyyVSrecta:x=y
eyy
x=y
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11




## 3.2 Calculo de $\bar{\bar{D}}$

Teniendo en cuenta que nuestras constantes son:

- $\nu = 0.3$
- $E = 200000MPa$

Y tambien:

$$G = \frac{E}{(1+\nu)^2}$$

EL tensor de relacion Tension/Deformacion es:

$$D = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{pmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{pmatrix}$$

$$D \approx 2.20 \cdot 10^{11} \begin{pmatrix} 1 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.35 \end{pmatrix}$$

## 3.3 Calculo de las fuerzas externas

El tensor de tensiones $\sigma$ queda:

$\bar{\sigma} = \bar{\bar{D}} \cdot \bar{\epsilon}$

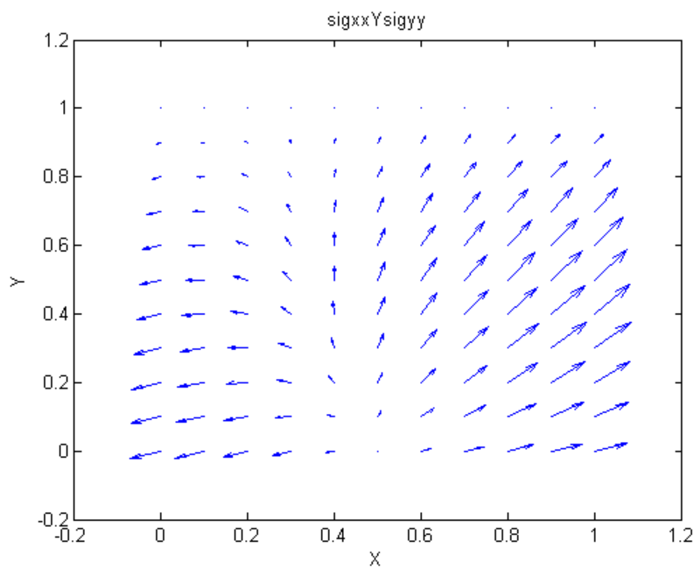
$$\bar{\sigma} = 2.20 \cdot 10^{11} \begin{pmatrix} \frac{\partial u(x,y)}{\partial x} + 0.3 \frac{\partial v(x,y)}{\partial y} \\ 0.3 \frac{\partial u(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial v(x,y)}{\partial y} \\ 0.35 \frac{1}{2} ( \frac{\partial u(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial v(x,y)}{\partial x} ) \end{pmatrix}$$

$$\bar{\sigma} = 2.20 \cdot 10^{11} \begin{pmatrix} -0.1 \frac{\pi}{L_x} \cos \frac{\pi x}{L_x} \cos \frac{\pi y}{2L_y} + 0.03 \frac{\pi}{L_y} \sin \frac{\pi x}{2L_x} \sin \frac{\pi y}{L_y} \\ -0.03 \frac{\pi}{L_x} \cos \frac{\pi x}{L_x} \cos \frac{\pi y}{2L_y} + 0.1 \frac{\pi}{L_y} \sin \frac{\pi x}{2L_x} \sin \frac{\pi y}{L_y} \\ 0.35 \left[ 0.1 \frac{\pi}{2L_y} \sin \frac{\pi x}{L_x} \sin \frac{\pi y}{2L_y} - 0.1 \frac{\pi}{2L_x} \cos \frac{\pi x}{2L_x} \cos \frac{\pi y}{L_y} \right] \end{pmatrix}$$

De nuevo notar que el tensor de tensiones $\sigma$ lo tomamos como un vector ya que el material de este problema es isotropico.

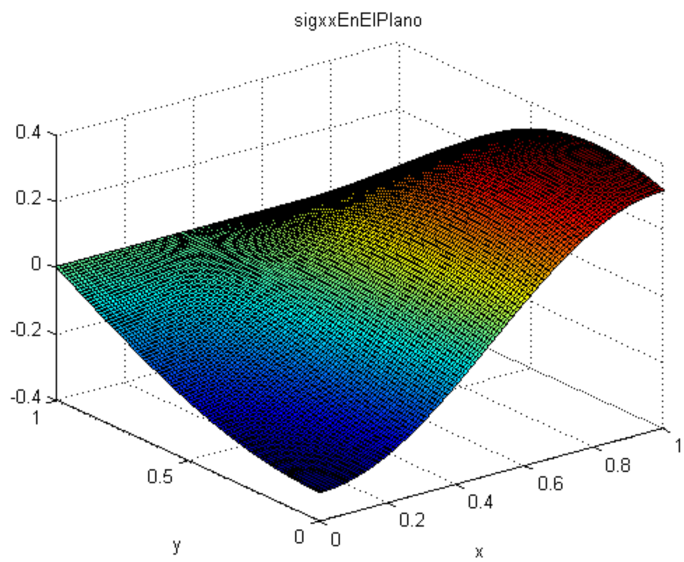
Grafico de los vectores de tension normal $\begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{yy} \end{pmatrix}$ en el espacio bidimensional. Aca:

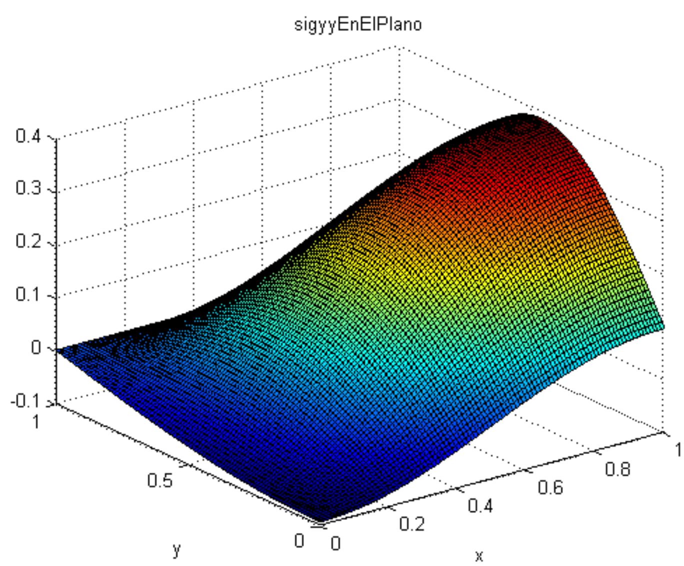
$L_x = 1$
$L_y = 1$
$(x, y) = ([0, 1], [0, 1])$

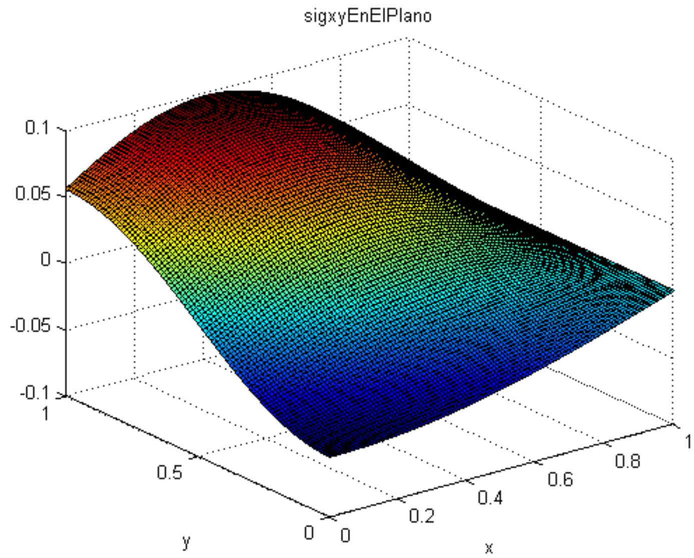



Las superficies de las componentes de $\bar{\sigma}$ en el plano: Con:

$L_x = 1$
$L_y = 1$

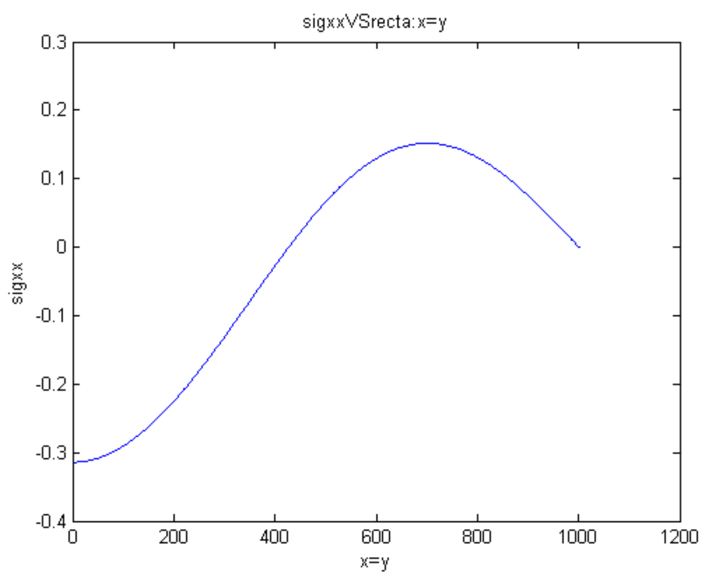

sigxxEnElPlano
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
1
0.5
0
y
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
x

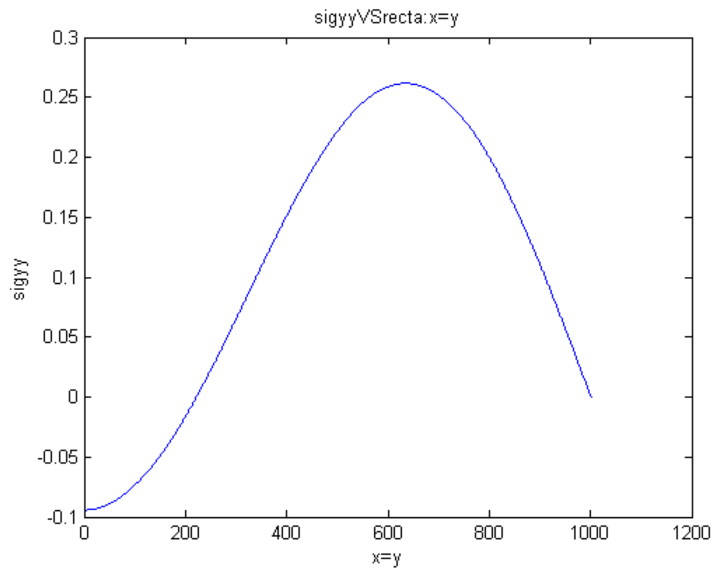

sigyyEnElPlano
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
1
0.5
0
y
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
x

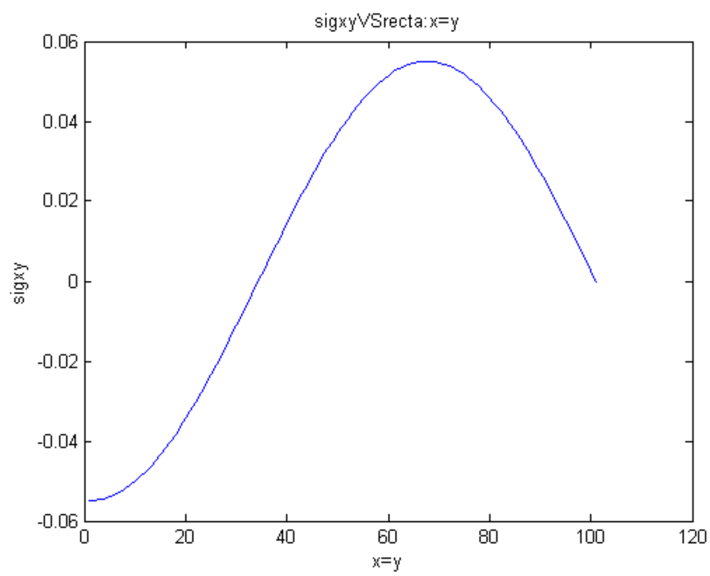



Las siguientes graficas son de las componentes de $\bar{\sigma}$ a lo largo de una recta en el plano donde $x = y$(es decir en una diagonal). Con:

$L_x = 1$
$L_y = 1$






Como se dijo al comienzo del problema la ecuacion de equilibrio es:

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + b_x = 0 \tag{12}$$
$$\frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + b_y = 0 \tag{13}$$

Donde $b_x$ y $b_y$ son las fuerzas externas.

Calculamos $\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x}$ y $\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y}$:

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} = 0.1\frac{\pi^2}{L_x^2}\sin\frac{\pi x}{L_x}\cos\frac{\pi y}{2L_y} + 0.03\frac{\pi^2}{2L_yL_x}\cos\frac{\pi x}{2L_x}\sin\frac{\pi y}{L_y}$$
$$\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} = 0.175\left[0.1\frac{\pi^2}{4L_y^2}\sin\frac{\pi x}{L_x}\cos\frac{\pi y}{2L_y} + 0.1\frac{\pi^2}{2L_xL_y}\cos\frac{\pi x}{2L_x}\sin\frac{\pi y}{L_y}\right]$$

Entonces $b_x$ es:

$$b_x = -\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} - \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y}$$
$$b_x = -0.1\frac{\pi^2}{L_x^2}\sin\frac{\pi x}{L_x}\cos\frac{\pi y}{2L_y} - 0.03\frac{\pi^2}{2L_yL_x}\cos\frac{\pi x}{2L_x}\sin\frac{\pi y}{L_y}$$
$$- 0.175\left[0.1\frac{\pi^2}{4L_y^2}\sin\frac{\pi x}{L_x}\cos\frac{\pi y}{2L_y} + 0.1\frac{\pi^2}{2L_xL_y}\cos\frac{\pi x}{2L_x}\sin\frac{\pi y}{L_y}\right]$$

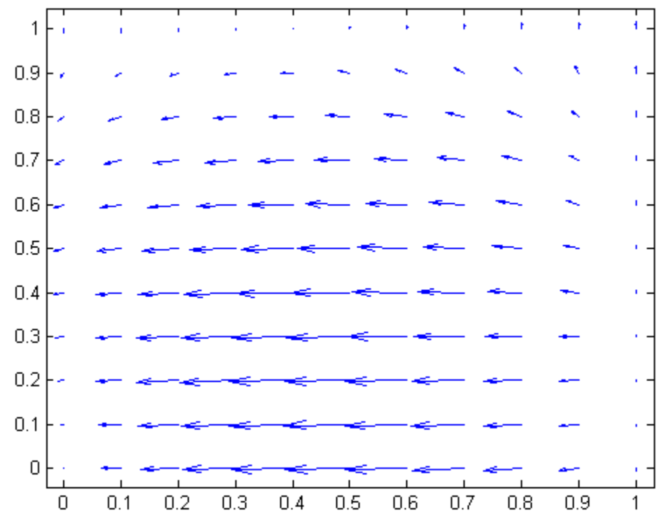
Calculamos $\frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x}$ y $\frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y}$:

$$\frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} = 0.175\left[0.1\frac{\pi^2}{2L_yL_x}\cos\frac{\pi x}{L_x}\sin\frac{\pi y}{2L_y} + 0.1\frac{\pi^2}{4L_x^2}\sin\frac{\pi x}{2L_x}\cos\frac{\pi y}{L_y}\right]$$
$$\frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} = 0.03\frac{\pi^2}{2L_xL_y}\cos\frac{\pi x}{L_x}\sin\frac{\pi y}{2L_y} + 0.1\frac{\pi^2}{L_y^2}\sin\frac{\pi x}{2L_x}\cos\frac{\pi y}{L_y}$$

Entonces $b_y$ es:

$$b_y = -\frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} - \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y}$$
$$b_y = -0.175\left[0.1\frac{\pi^2}{2L_yL_x}\cos\frac{\pi x}{L_x}\sin\frac{\pi y}{2L_y} + 0.1\frac{\pi^2}{4L_x^2}\sin\frac{\pi x}{2L_x}\cos\frac{\pi y}{L_y}\right]$$
$$- 0.03\frac{\pi^2}{2L_xL_y}\cos\frac{\pi x}{L_x}\sin\frac{\pi y}{2L_y} + 0.1\frac{\pi^2}{L_y^2}\sin\frac{\pi x}{2L_x}\cos\frac{\pi y}{L_y}$$

Grafico de los vectores de fuerzas externas $\vec{X}$ en el espacio bi-dimensional.
Aca:
$L_x = 1$
$L_y = 1$
$(x, y) = ([0, 1], [0, 1])$




Aca:

$L_x = 5$
$L_y = 5$
$(x, y) = ([-5, 5], [-5, 5])$

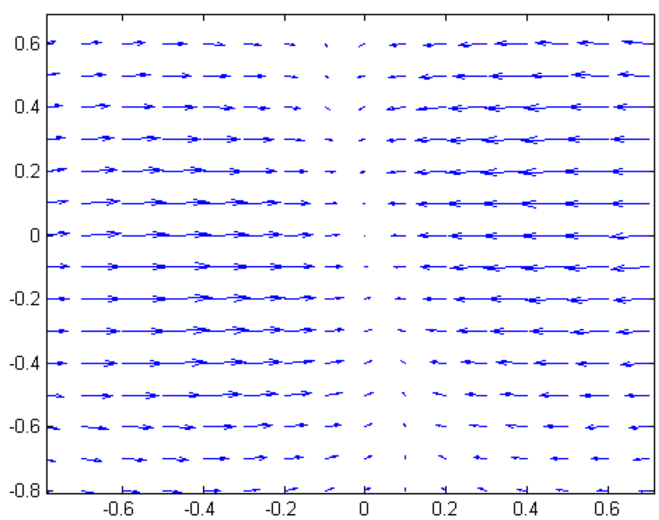



Grafico de $b_x$ contra los indices de vector:

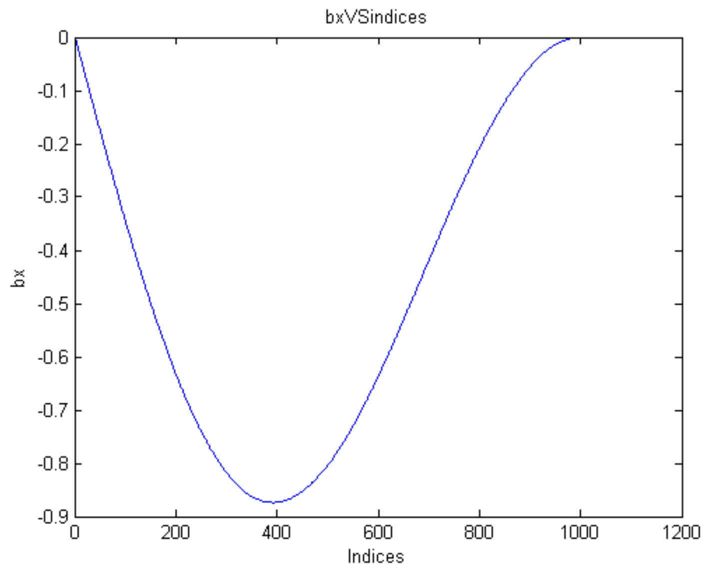
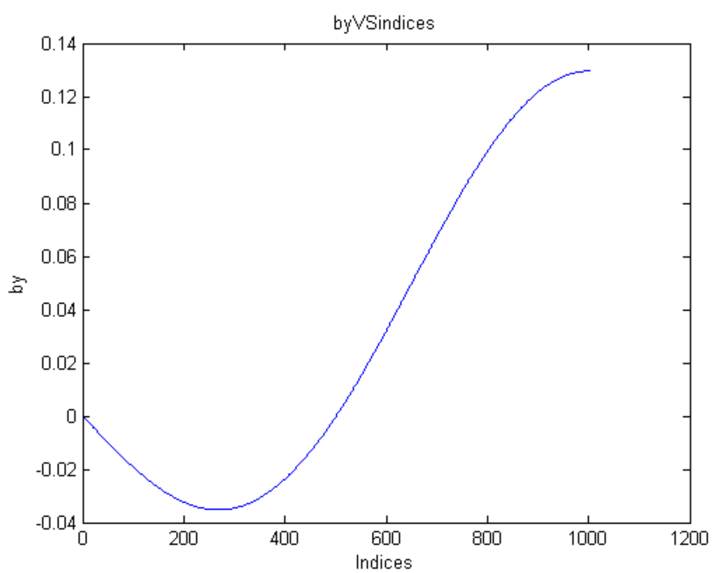



Grafico de $b_y$ contra los indices de vector:




# 4 Ejercicio 4

Se tubo que hacer unos cambios a testarea.m ya que en Matlab no existe vec y printf. Ademas la funcion que se presenta abajo no se llama Area como lo requiere testarea.m.

El algoritmo de Matlab es:

```
%Nota si se corre testarea(modificado para Matlab) este llamara a este
%metodo para el calculo del area

%Calcula el area total de los triangulos que se pasan
%en los arreglos vertexs y adjacency
function [areaTot] = Ejercicio4(vertexs, adjacency )

    %Datos de prueba:
    %vertexs = [
    %            1, 1, 0;
    %            -1, -1, 0;
    %            1, -1, 0;
    %            1, 1, 0;
    %            0.5, 1, 0;
    %            -1, 1, 0
    %          ];

    %adjacency =[
    %            1, 2, 3;
    %            1, 3, 4;
    %            1, 4, 5;
    %            1, 5, 6;
    %            1, 6, 2
    %          ];

   areaTot = 0.0;
   for i = 1:length(adjacency)
    [P1,P2,P3]    = GetPrmitive(i,vertexs,adjacency);
    rectangleArea = norm( cross(P1-P2,P2-P3) );
    areaTot       = areaTot + rectangleArea / 2.0;
   end

end


%Obtiene la primitiva(triangulo) i de los datos formados
%por vertexs y adjacency
function [P1,P2,P3] = GetPrmitive(i, vertexs, adjacency)
    P1 = vertexs(adjacency(i,1),:);
    P2 = vertexs(adjacency(i,2),:);
    P3 = vertexs(adjacency(i,3),:);
    return;
```

```
end
```

# 5 Ejercicio 5

El algoritmo de Matlab es:

```
%Calcula el area total de los triangulos que se pasan
%en los arreglos vertexs y adjacency
function [area, vol] = Ejercicio5( x )

    %Datos de prueba:
    %x = [
    %       1,  1, 0;
    %       0,  1, 0;
    %       0,  0, 0;
    %       0,  0, 1
    %              ];

   %Calculo del area:
   area = [0.0 0.0 0.0;
           0.0 0.0 0.0;
           0.0 0.0 0.0;
           0.0 0.0 0.0];
   for i = 1:4
    [P1,P2,P3]    = GetPrmitive(i,x);
    area(i,:)     = cross(P1-P2,P2-P3);
    rectangleArea = norm( area(i,:) );
    area(i,:)     = area(i,:) / rectangleArea;%no es nesesario normalizar y
                                              %luego ajustar pero asi se lee mas facil
    area(i,:)     = area(i,:) * (rectangleArea / 2.0);
   end

   %Calculo del volumen:
   vol = 0.0;

   [P1,P2,P3]    = GetPrmitive(1,x);
   P4            = x(4,:);

   PlaneNormal = cross(P1-P2,P2-P3);
   PlaneNormalUnit = PlaneNormal / norm(PlaneNormal);

   %Distancia al punto mas cercano en el plano [P1,P2,P3] desde P4
   dist = abs( PlaneNormalUnit * P4' - PlaneNormal * P1' );

   %Porque en un cubo hay 4 tetrahedros y en medio cubo hay 2
```

```
   %ademas la normal da el area de un rectangulo
   vol = ( (norm(PlaneNormal) / 2.0)* dist ) / 2.0;

end


%Obtiene la primitiva(triangulo) i de los datos formados
%por vertexs y adjacency
function [P1,P2,P3] = GetPrmitive(i, x)
    P1 = x(i,:);
    if( (i+1) > 4 )
        P2 = x( mod(i+1,4)+1,:);
    else
        P2 = x( i+1,:);
    end
    if( (i+2) > 4 )
        P3 = x( mod(i+2,4)+1,:);
    else
        P3 = x( i+2,:);
    end

    return;
end
```