



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Práctica 3 Diseño de la Estructura de un Panorámico

Manuel Exiquio Barrera Suárez 1992101

Ernesto Axel Moreno Garcia 1992038

Juan Ángel Hernández Antonio 1992154

Alberto Alan Ramírez Velázquez 1802607

17 de octubre del 2022

1.- Objetivo.

El estudiante deberá presentar una propuesta de análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización (descripción funcional) de características para la ejecución de la optimización (descripción funcional) de características de trabajo específicas que presenta la(s) ventaja(s) (mencionar ventajas).

2.- Marco Teórico.

La optimización es una técnica englobada dentro del campo de análisis estructural. Se basa en el análisis mecánico de un componente o estructura. Su principal objetivo es el aligeramiento estructural manteniendo las funcionalidades mecánicas del componente objetivo. A diferencia de otros tipos de optimización, la optimización topológica ofrece un nuevo concepto de diseño estructural enfocado a aquellas aplicaciones donde el peso del componente es crucial (por ejemplo, la industria aeroespacial).

Gracias a los nuevos métodos computacionales, es posible llevar la optimización a un nivel más complejo de análisis a nivel estático, dinámico, plástico, modal o de impacto, entre otros, los cuales pueden considerarse durante el proceso de optimización.

3.- Desarrollo.

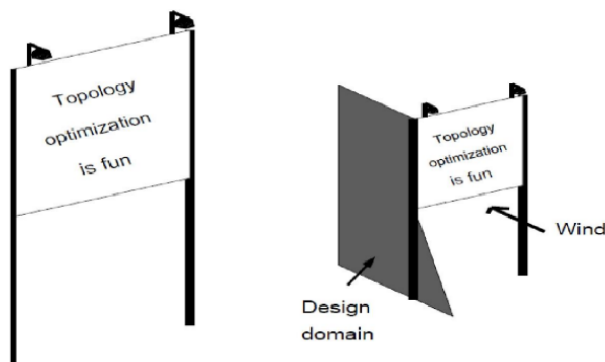
1) Nombre y definición de la forma GEOMETRÍA

Los anuncios elevados conocidos también como panorámicos o mamparas elevadas son estructuras relativamente comunes cuya construcción en general no está debidamente reglamentada en muchas partes México, por lo que en ocasiones esto provoca que al estar expuestos a ciertas ráfagas de viento, los panorámicos puedan causar accidentes viales debido también a que las magnitudes de las fuerzas que produce el viento no sean soportadas por el anuncio y lleven a la estructura a perder su equilibrio y estabilidad, por lo que termina presentando fallas. Las construcciones sometidas a la acción de vientos fuertes pueden sufrir daños totales o parciales. Si bien los códigos fijan procedimientos de cálculo adecuados para protegerlos, pero siempre existen daños producidos por errores de proyectos, fallas constructivas o fatiga de los elementos. En la mayoría de las

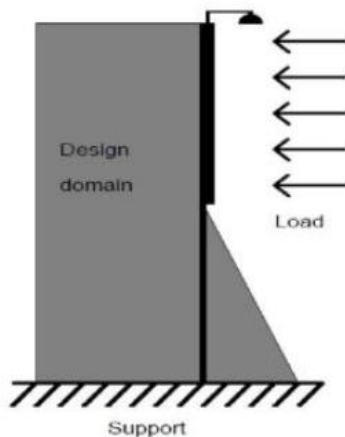
ciudades de México se registran anualmente accidentes relacionados con anuncios espectaculares provocados por lluvias y ventarrones, la mayor parte de ellos es porque no cumplen con las normas necesarias como se menciona al principio de este párrafo. Lo anterior se puede presentar alrededor de todo el país de México, porque cuenta con aproximadamente 30 mil panorámicos, por lo que los anuncios de este tipo deben de diseñarse para que sean capaces de soportar los esfuerzos mecánicos que se presenten en ellos al estar en la intemperie. La contribución principal es presentar un modelo de diseño y aplicar la optimización topológica por medio de codificación y simulación en Matlab, esto verifica el desempeño mecánico de la estructura del panorámico.

2) Estado de arte

La publicidad en anuncio panorámico es un espacio publicitario exterior de gran tamaño destinado a captar la atención de los transeúntes. Por lo general, se coloca en áreas de alto tráfico, cerca de las rutas de tráfico y autopistas. Más recientemente también, se usa en la proximidad de zonas laterales y peatonales. Si se coloca en la ciudad, por lo general se encuentra en sus circuitos más concurridos. El elemento más importante de los anuncios panorámicos publicitarios es que transfieren el mensaje de formato corto que puede atraer fácilmente a los transeúntes. Aunque tiene un parecido con un póster, la publicidad en vallas publicitarias tiene una ventaja importante. Esta ventaja es que tienen un tamaño más grande con un mensaje reducido y efectivo. Otro factor importante de los panorámicos es que el diseño de los mismos debe ser simple y fácil de entender. Además, es importante cuidar los colores que se empleen para que tenga el contraste necesario, y cuidar que las imágenes se vean nítidas.



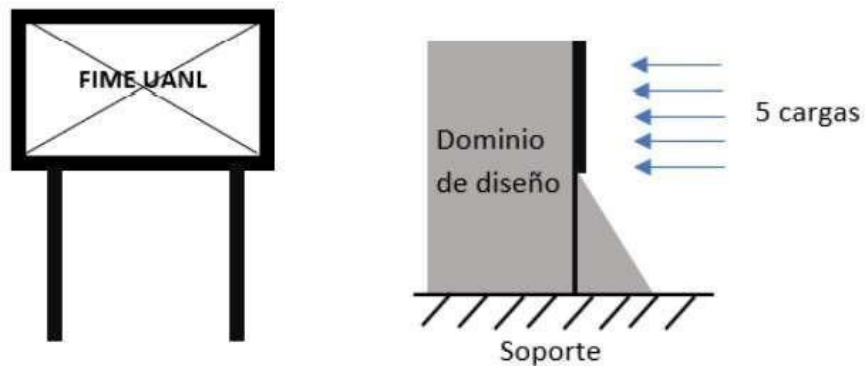
Los panorámicos se exponen a altas ráfagas de viento, por lo que su estructura ocupa ser muy rígida para soportar estas fuerzas. El espacio de diseño a evaluar será de 2 dimensiones, las cargas y los apoyos de observan en la figura 1.



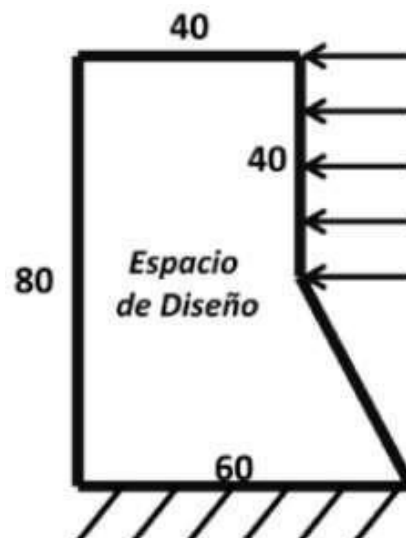
En la figura 2 se puede ver el espacio de diseño para esta práctica. Se espera una fracción volumétrica aproximada de 0.20% del espacio de diseño. Supongamos que el panorámico es muy rígido 1, y sus patas son del mismo material que el marco.

3) Propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones

La geometría propuesta es la siguiente:

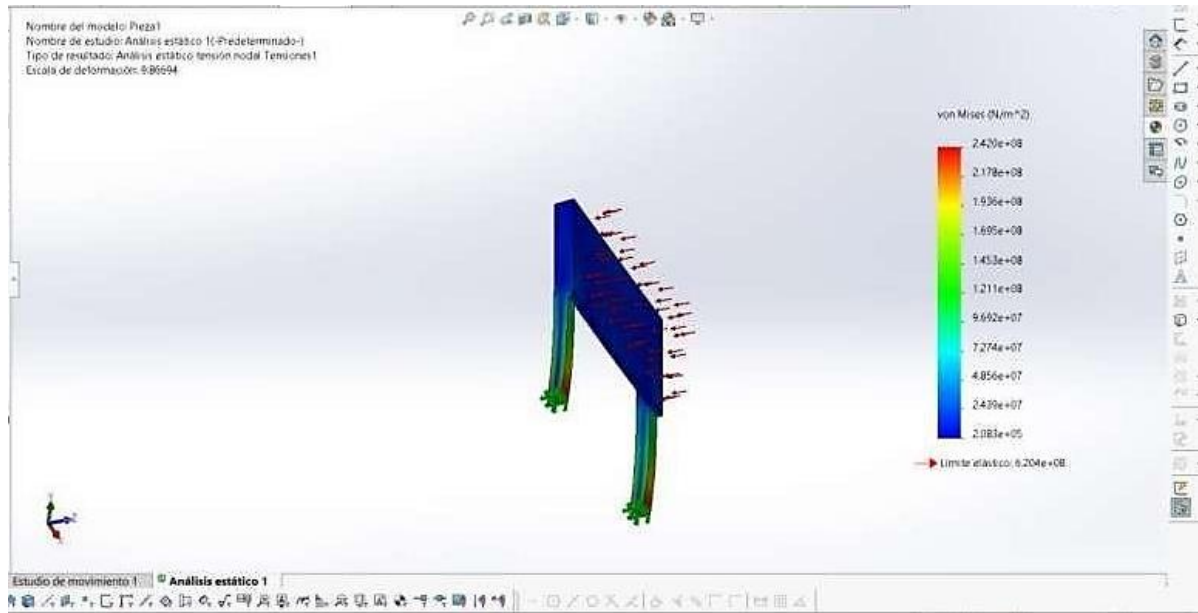
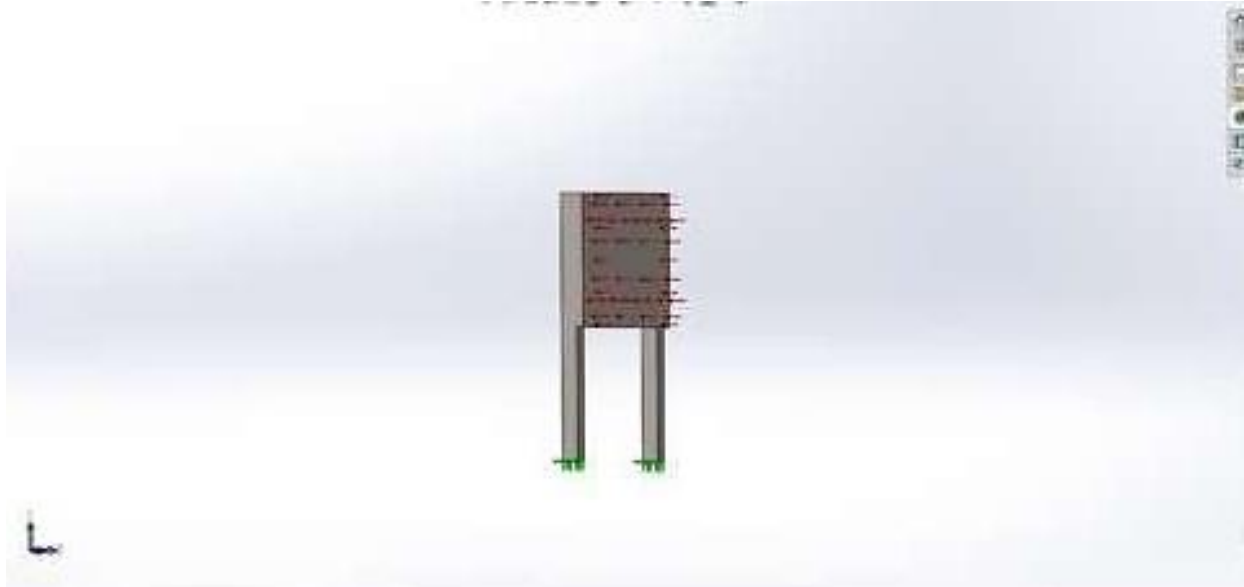


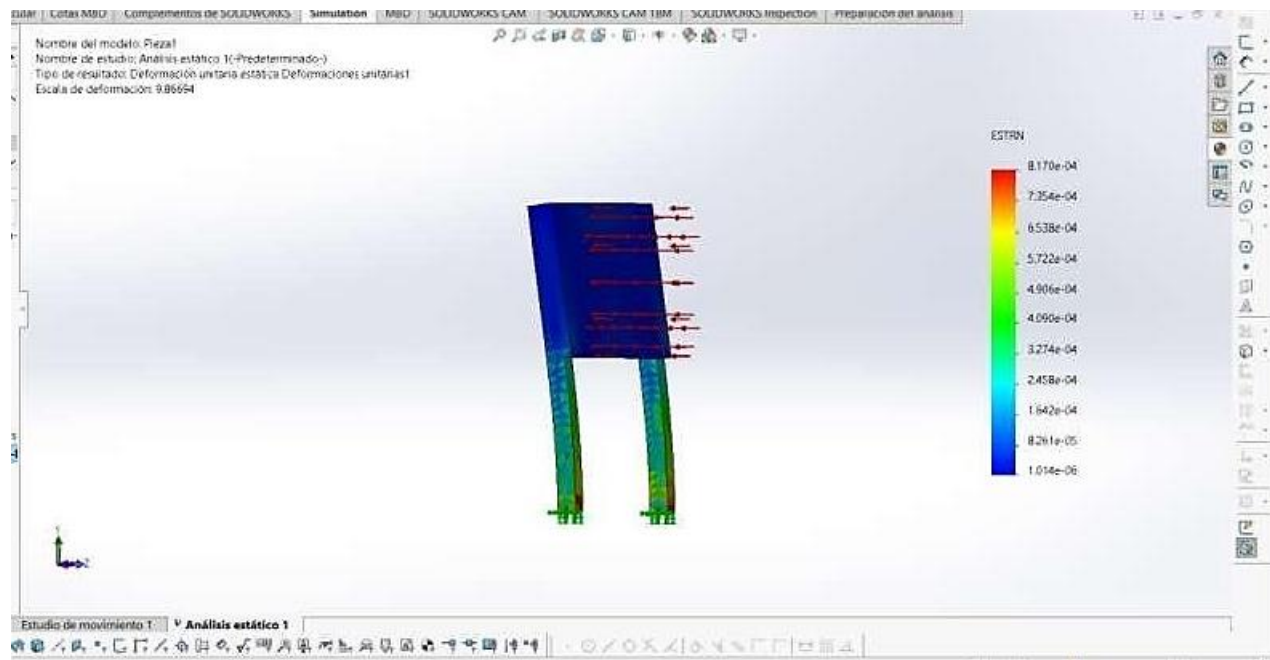
Se tomarán ciertas consideraciones para la solución de esta práctica: 5 cargas, los apoyos tendrán restricciones en X, Y y el espacio de diseño para esta práctica será de:



4) Pasos del desarrollo de la programación

Análisis de esfuerzos en la estructura con una carga uniforme de 60000N en SolidWorks.





4) Pasos del Desarrollo de la Programación

A continuación, se muestra el código de optimización topológica en Matlab con las modificaciones necesarias para el análisis de la estructura del panorámico

```
##### A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLE SIGMUND, OCTOBER 1999 #####
function Practica3(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
% INITIALIZE
x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
loop = 0;
change = 1.;
for ely = 1:nely
    for elx = 1:nelx
        if ((ely-(nely*0.5)<(2*elx)-(1.36*nelx)) || (ely < (1+nely*0.5))) & (elx > (1+nelx)*0.6666))
            passive(ely,elx) = 1;
        else
            passive(ely,elx) = 0;
        end
    end
end
x(find(passive)) = 0.001;
% START ITERATION
while change > 0.01
    loop = loop + 1;
    xold = x;
    % FE-ANALYSIS
    [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
    % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
    [KE] = lk;
    c = 0.;
    for ely = 1:nely
        for i = 1:5
            n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
            n2 = (nely+1)* elx +ely;
            Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1;2*n2+2; 2*n1+1;2*n1+2],1);
            c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
            dc(ely,elx) = -penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
        end
    end
    % FILTERING OF SENSITIVITIES
    [dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
    % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
    [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);
    % PRINT RESULTS
    change = max(max(abs(x-xold)));
    disp([' It.: ' sprintf('%4i',loop) ' Obj.: ' sprintf('%10.4f',c) ...
        ' Vol. : ' sprintf('%6.3f',sum(sum(x))/(nelx*nely)) ...
        ' ch. : ' sprintf('%6.3f',change )])
    % PLOT DENSITIES
    colormap(gray); imagesc(-x); axis equal; axis tight; axis off; pause(1e-6);
end
##### OPTIMALITY CRITERIA UPDATE #####
function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc)
l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
while (l2-l1 > 1e-4)
    lm1d = 0.5*(l2+l1);
    xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lm1d))));
    if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0
        l1 = lm1d;
    else
        l2 = lm1d;
    end
end
end
```



```

##### MESH-INDEPENDENCY FILTER #####
function [dcn]=check(nelx,nely,rmin,x,dc)
dcn=zeros(nely,nelx);
for i = 1:nelx
    for j = 1:nely
        sum=0.0;
        for k = max(i-round(rmin),1):min(i+round(rmin),nelx)
            for l = max(j-round(rmin),1):min(j+round(rmin),nely)
                fac = rmin-sqrt((i-k)^2+(j-l)^2);
                sum = sum+max(0,fac);
                dcn(j,i) = dcn(j,i) + max(0,fac)*x(l,k)*dc(l,k);
            end
        end
        dcn(j,i) = dcn(j,i)/(x(j,i)*sum);
    end
end
##### FE-ANALYSIS #####
function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
[KE] = lk;
K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
U = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
for ely = 1:nely
    for elx = 1:nelx
        n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
        n2 = (nely+1)* elx +ely;
        edof = [2*n1-1; 2*n1; 2*n2-1; 2*n2; 2*n2+1;
                2*n2+2;2*n1+1; 2*n1+2];
        K(edof,edof) = K(edof,edof)+x(ely,elx)^penal*KE;
    end
end
% DEFINE LOADSAND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
F((2*nelx*(nely+1)*(2/3))+2,1) = 1;
F((2*nelx*(nely+1)*(2/3))+(nely/4),2) = 1;
F((2*nelx*(nely+1)*(2/3))+(nely/2),3) = 1;
F((2*nelx*(nely+1)*(2/3))+(nely),4) = 1;
F((2*nelx*(nely+1)*(2/3))+(nely*1.2),5) = 1;
fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nelx+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% SOLVING
U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs) \ F(freedofs,:);
U(fixeddofs,:)= 0;
##### ELEMENT STIFFNESS MATRIX #####
function [KE]=lk
E = 1;
nu = 0.3;
k=[ 1/2-nu/6 1/8+nu/8 -1/4-nu/12 -1/8+3*nu/8 ...
    -1/4+nu/12 -1/8-nu/8 nu/6 1/8-3*nu/8];
KE = E/(1-nu^2)*[ k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
    k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
    k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
    k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
    k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
    k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
    k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
    k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)];

```

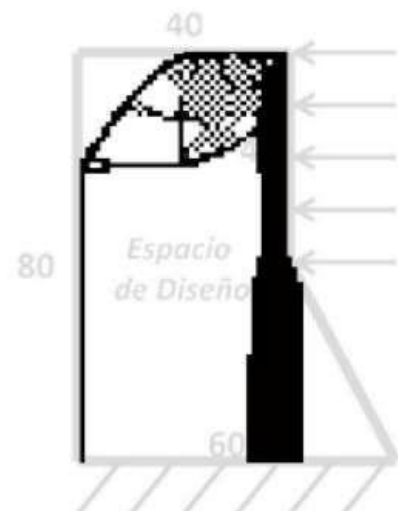
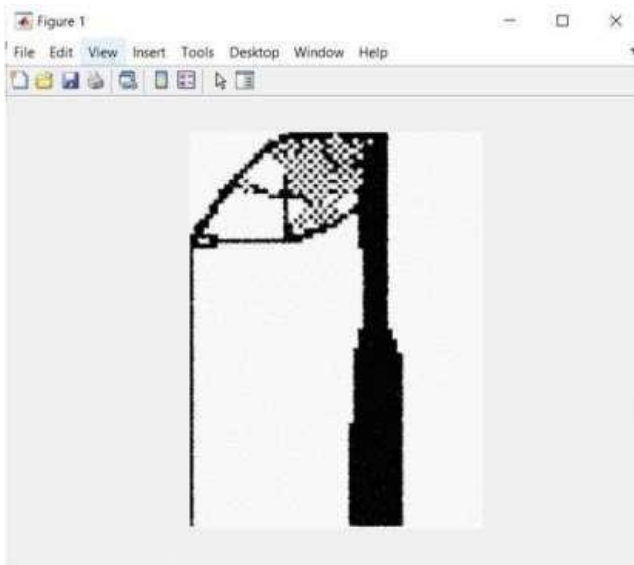
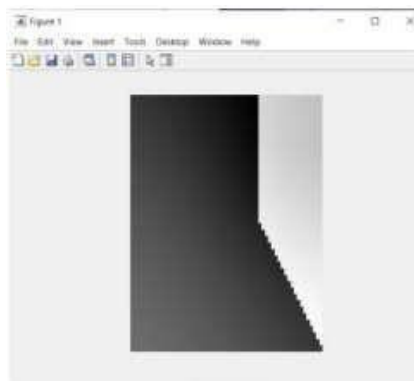
5) Resultados de la optimización

Resultados numéricos

La sintaxis de la función es:

- ❖ Top(nelx,nely,volfrac,penal,rmin) Donde las variables denotan lo siguiente:
- ❖ Nelx es el numero de elementos finitos en la dirección horizontal.
- ❖ Nely es el número de elementos finitos en la dirección vertical.
- ❖ Volfrac es la fracción de volumen en el dominio de diseño.
- ❖ Penal es la penalización de las densidades intermedias. Una penalización alta hará la solución en blanco y negro, es decir los elementos finitos estarán llenos o vacíos. Una penalización = 1 significa que no hay penalización de las densidades intermedias.
- ❖ Rmin es un radio de filtro para un filtro que hace que el diseño de malla-independiente.

Resultados de la optimización



6) Conclusiones.

Alberto Alan Ramírez Velázquez 1802607

En esta práctica se necesitó tanto de ambos programas que son SolidWorks y de Matlab, este último para poder hacer uso de nuestro código de optimización para el diseño propuesto en SolidWorks, siempre tomando en cuenta las restricciones que este pudiese tener, aunque al principio hubo unas dificultades, como equipo logramos sacar a flote la práctica y que resultara un éxito la codificación.

Ernesto Axel Moreno García 1992038

En conclusión con esta tercera práctica pudimos investigar e implementar la optimización topológica de un panorámico publicitario en donde se analizó la geometría, así como lo que se ocupa para que pueda soportar el peso y la fuerza del viento o cualquier otro factor que lo pudiese tirar y por último en cuanto a la programación el código de optimización fue de gran utilidad para tener un mejor entendimiento de esta práctica.

Manuel Exiquio Barrera Suárez 1992101

Al momento de realizar la práctica poco a poco fuimos presenciando como se iba dando la forma al diseño que íbamos a realizar. Con el uso de la optimización topológica somos capaces de desarrollar cualquier producto. En base al código podemos tener cierta variedad de aplicaciones con él, fin, de generar nuevos diseños estructurales ya que es demasiado versátil su manejo.

Juan Ángel Hernández Antonio 1992154

Conforme íbamos realizando la práctica, íbamos notando como todo empezaba a dar forma el diseño a lo que teníamos en mente la optimización topológica tiene una aplicación directa en cualquier desarrollo de productos, el código que se utilizó puede tener más aplicaciones en otros diseños estructurales ya que cuenta con gran versatilidad, con ello pudimos complementar los conocimientos adquiridos en la clase visualmente.

• Bibliografía

Lucía, C. (2020, diciembre 16). *La optimización topológica en la impresión 3D*. 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/optimizacion-topologica-10012017/>
Optimización Topológica. (s/f). Catec.aero. Recuperado el 17 de octubre de 2022, de <http://www.catec.aero/es/materiales-y-procesos/1%C3%ADnea-de-investigaci%C3%B3n/optimizaci%C3%B3n-topol%C3%B3gica>