



Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Laboratorio de Biomecánica

Reporte de Practica 3:

Diseño de la estructura de un panorámico

Docente: Dra. Yadira Moreno Vera

Día clase: martes

Hora: N3

Alumno	Matricula	Carrera
Sergio Jared Moreno Rodríguez	1880525	IMTC
Melanie Sofia Sánchez Barbosa	1902265	IMTC
Irving Raúl Garza Escobar	1910127	IMTC
Alejandro Gaytán Ayala	1991902	IMTC
Hernan Abif Castillo Mota	1992201	IMTC
Luis Gerardo Castillo Troncoso	1992317	IMTC

Número de equipo: 4

Brigada 202

Fecha: martes 18 de octubre de 2022

Semestre agosto-diciembre 2022

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 de trabajo específicas que presenta la(s) ventaja(s) (mencionar ventajas).

1.- Introducción

En esta práctica se presenta una propuesta de lo que es el análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización, por lo tanto, se conoce de sus características de sus ventajas que presenta.

Para introducir al tema el análisis de formas nos dice que refiere a determinar la forma, categoría o clase gramatical de cada palabra que conforma una oración, para ubicarlas en sus categorías gramaticales respectivas.

Su función es examinar la estructura y composición de cada palabra.

2.- Nombre y definición de la forma geométrica

Panorámico

Un panorámico es un anuncio publicitario de gran formato, que normalmente se utiliza para la publicidad gráfica de cualquier ámbito. Este anuncio es soportado en una estructura y contiene una o más vistas. Un panorámico es publicidad dirigida al público en movimiento, usualmente en vías de trasporte terrestre siempre fuera de casa [1].



Figura 1. Imagen del panorámico.

Resistencia al viento

La resistencia al viento es una característica a tener en cuenta principalmente en edificaciones de gran altura donde las presiones del viento son superiores o en fachadas muy expuestas a vientos habitualmente fuertes donde las presiones ejercidas por el viento son elevadas.

A la resistencia del aire también se le conoce como la resistencia aerodinámica. Se denomina resistencia aerodinámica, o resistencia, la fuerza que sufre un cuerpo al moverse a través del aire en la dirección de la velocidad relativa entre el aire y el cuerpo.

La resistencia es siempre ocurre en sentido opuesto a dicha velocidad. Esta fuerza se opone al avance de un cuerpo a través del aire [2].

Optimización topológica

La optimización topológica 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).

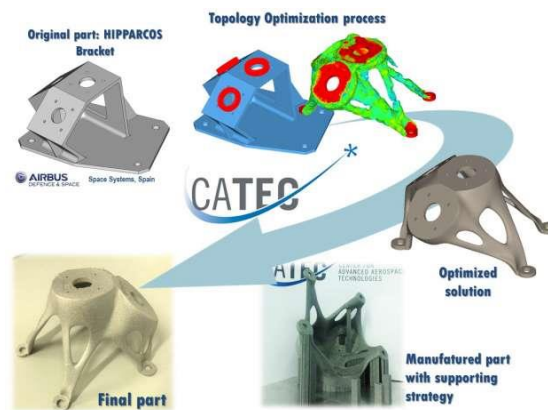


Figura 2. Optimización topológica.

3.- Estado del arte

Titulo	Autores	Referencia	Formato	Resumen	Aporte metodológico
Actualización del estado del arte de la línea de publicidad.	Diana Marcela Forero Benavides, Arlex Yail Murillo Abadía & Johanna Alexandra Segura Caballero.	Diana Marcela Forero (2016) Actualización del estado del arte de la línea de publicidad. Fundación Universitaria Panamericana. Facultad de Comunicación. https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/bitstream/handle/compensar/3071/PFG_Actualizaci%C3%B3nEAPublicidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Capítulo de libro PDF	El siguiente documento presenta una actualización del estado del arte de los diferentes campos de la línea de publicidad, se acudió a fuentes de información confiables y verídicas que permitieron construir éste proyecto de investigación más amplio y detallado del tema.	Mejor análisis en un aporte de la línea publicitaria, y la función de un panorámico.
Análisis para métrico de anuncios espectaculares sujetos a la acción del viento.	Juan J. Cruz S , José F. Grajales M. Iveth A. Samayoa A. Marcos G. Hernandez C	Juan J. Cruz S José F(2018) análisis para métrico de anuncios espectaculares sujetos a la acción del viento. Facultad de Ingeniería- Universidad Autónoma de Chiapas https://ingenieria.unach.mx/images/Articulos_revista/revistapakbal_43_pag69-77.pdf	Capítulo de libro PDF	En la costa de Chiapas, los anuncios espectaculares tipo paleta, estructurados mediante una mampara predominantemente rectangular soportada por un tubo pedestal de acero anclado sobre una zapata aislada de concreto armado, deben resistir los vientos característicos de esta zona. Se aborda el análisis este tipo de mamparas ante vientos con velocidad de diseño entre 80 a 180 km/hr.	Entender la función de la estructura panorámica bajo condiciones reales de movimiento
Análisis de esfuerzos en un anuncio espectacular mediante el método de elemento finito para la prevención de accidentes viales.	Hernández Medrano Israel y Razón González Juan Pablo	Hernández Medrano Israel Razón González Juan Pablo(2017) Análisis de esfuerzos en un anuncio espectacular mediante el método de elemento finito Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato . https://docplayer.es/89200940-Analisis-de-esfuerzos-en-un-anuncio-espectacular-mediante-el-metodo-de-elemento-finito-para-la-prevencion-de-accidentes-viales.html	Capítulo de Libro PDF	En el presente trabajo se propone analizar el diseño de un anuncio espectacular que se encuentra en la ciudad de Irapuato, Guanajuato, al que se le aplican las cargas eólicas que experimentaría al estar en la intemperie, además de las fuerzas que provoca el propio peso de la estructura superior del anuncio.	Análisis de un elemento finito de una estructura y aplicadas en cargas en el diseño, para así encontrar las variantes en la aplicación real de las estructuras.

4.- Propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones

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 3.

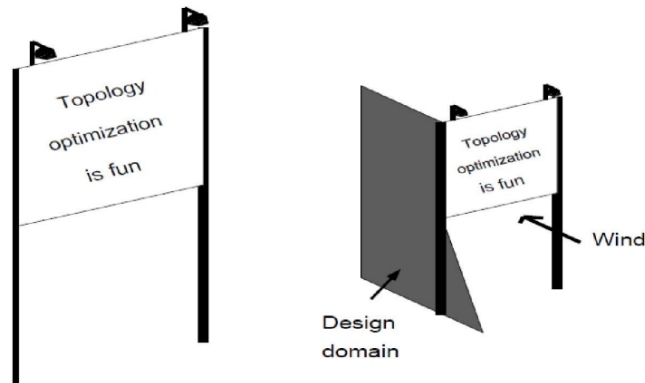


Figura 3. Cargas y los apoyos de los panorámicos.

En la siguiente figura 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.

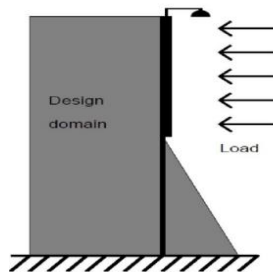


Figura 4. Espacio de diseño.

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:

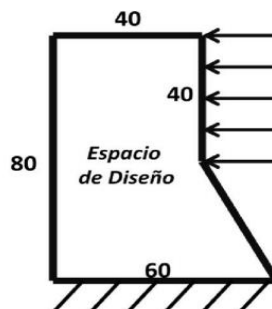


Figura 5. Limitaciones en el diseño.

5.- Pasos del desarrollo de la programación

Respecto con el código original, estas son las modificaciones realizadas para cumplir con lo solicitado por el ejercicio:

Original

```
4 % INITIALIZE
5 x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
6 loop = 0;
7 change = 1.;
8 % START ITERATION
```

Modificado

```
4 % INITIALIZE
5 x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
6 loop = 0;
7 for ely = 1:nely
8     for elx = 1:nelx
9         if (((ely-(nely*0.5)<(2*elx)-(1.36*nely)) || (ely <(1+nely*0.5))) &&(elx...
10             >(1+nely)*0.6666))
11             passive(ely,elx) = 1;
12         else
13             passive(ely,elx) = 0;
14         end
15     end
16 end
17 x(find(passive))=0.001;
18 change = 1.;
19 % START ITERATION
```

Original

```
14 % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
15 [KE] = lk;
16 c = 0.;
17 for ely = 1:nely
18     for elx = 1:nelx
19         n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
20         n2 = (nely+1)* elx +ely;
21         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);
22         c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
23         dc(ely,elx) = -penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
24     end
25 end
```

Modificado

```
25 % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS|
26 [KE] = lk;
27 c = 0.;
28 for ely = 1:nely
29     for elx = 1:nelx
30         n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
31         n2 = (nely+1)* elx +ely;
32         dc(ely,elx) = 0.;
33         for i = 1:5
34             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);
35             c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
36             dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
37         end
38     end
39 end
```

Original

```
28 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
29 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);

38 %%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%
39 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc)
```

Modificado

```
42 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
43 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);

52 %%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%
53 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
```

Original

```
66 %%%%%%%%%% FE-ANALYSIS %%%%%%%%%%
67 function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
68 [KE] = lk;
69 K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
70 F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),1); U = zeros(2*(nely+1)*(nelx+1),1);
```

Modificado

```
81 %%%%%%%%%% FE-ANALYSIS %%%%%%%%%%
82 function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
83 [KE] = lk;
84 K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
85 F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
86 U = zeros(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
```

Original

```
79 % DEFINE LOADS AND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
80 F(2,1) = -1;
81 fixeddofs = union([1:2*2*(nely+1)], [2*(nelx+1)*(nely+1)]);
82 alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
83 freedofs = setdiff(alldofs, fixeddofs);
84 % SOLVING
```

Modificado

```
96 % DEFINE LOADS AND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
97 F(2*nelx*(nely+1)+2,1) = 1;
98 F(2*nelx*(nely+1)+(nely/4),2) = 1;
99 F(2*nelx*(nely+1)+(nely/2),3) = 1;
100 F(2*nelx*(nely+1)+(nely),4) = 1;
101 F(2*nelx*(nely+1)+(nely*1.2),5) = 1;
102
103 fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
104 alldofs = 1:2*(nely+1)*(nelx+1);
105 freedofs = setdiff(alldofs, fixeddofs);
106 % SOLVING 127
```

6.- Resultados de la optimización

De esta manera mediante el código que se muestra a continuación se obtiene este diseño de la estructura panorámica.

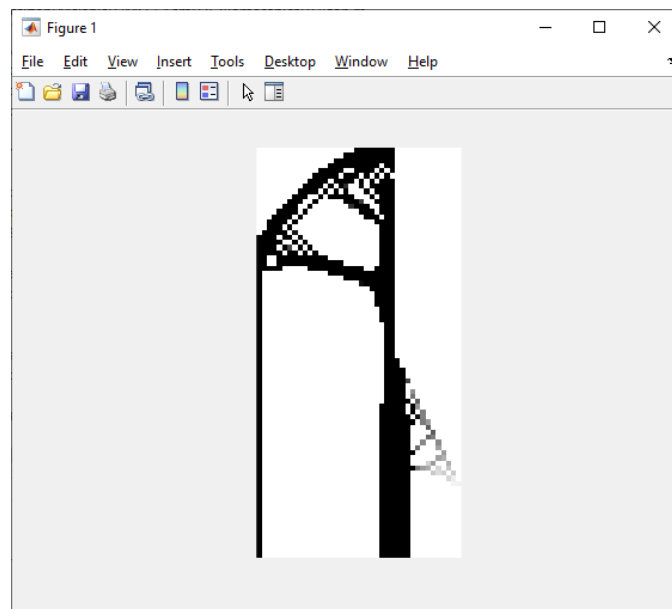


Figura 6. Resultado estructural optimizado de un panorámico.

Código final empleado ya con todas las modificaciones correspondientes

```
%%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLE SIGMUND, JANUARY 2000 %%%
%%%% CODE MODIFIED FOR INCREASED SPEED, September 2002, BY OLE SIGMUND %%%
function top(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
% INITIALIZE
x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
loop = 0;
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;
change = 1.;
% 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 elx = 1:nelx
            n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
            n2 = (nely+1)* elx +ely;
            dc(ely,elx) = 0.;
            for i = 1:5
                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;
            end
        end
    end
end
```

```

        dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
    end
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,passive);
% 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,passive)
l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
while (l2-l1 > 1e-4)
    lmid = 0.5*(l2+l1);
    xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
    xnew(find(passive)) = 0.001;
    if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0
        l1 = lmid;
    else
        l2 = lmid;
    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-floor(rmin),1):min(i+floor(rmin),nelx)

```

```

        for l = max(j-floor(rmin),1):min(j+floor(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(1,k)*dc(1,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 = zeros(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 LOADS AND SUPPORTS(HALF MBB-BEAM)
F(2*nelx*(nely+1)+2,1) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely/4),2) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely/2),3) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely),4) = 1;
F(2*nelx*(nely+1)+(nely*1.2),5) = 1;

fixeddofs =2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
alldofs = 1:2*(nely+1)*(nelx+1);
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% SOLVING 127
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)];

```

7.- Conclusiones de los autores

Sergio Jared Moreno Rodríguez – 1880525

En esta práctica aprendimos el análisis de formas y lo importante que es la técnica de optimización topológica dentro del análisis del campo estructural. Se basa en el análisis mecánico de un componente o estructura, y su principal objetivo es el aligeramiento estructural manteniendo las funcionalidades mecánicas, para esto se creó la programación y aterrizar nuestro proyecto.

Melanie Sofia Sánchez Barbosa – 1902265

En esta práctica continuamos con la optimización topológica, la cual ahora se aplicó al diseño de la estructura de un anuncio panorámico. Es muy interesante ver como el mismo principio de la optimización topológica puede ser aplicado en variados ámbitos de diseño; tal como se observa en el código, puesto que la estructura base es la misma que la del principio, y conforme lo requiera cada práctica de laboratorio se van haciendo las modificaciones pertinentes al código. Aunque aún no se ha visto directamente aplicado a la biomecánica, la optimización topológica es una herramienta muy poderosa en el área de diseño de prótesis, y ver cómo se aplica desde algo tan cotidiano como el marco de una bicicleta o la estructura de un panorámico nos ayuda a dar un acercamiento sobre en qué consiste esta técnica de optimización.

Irving Raúl Garza Escobar – 1910127

Con el código de optimización tipológica que se ha ido empleando a lo largo de las practicas, se diseño la estructura de un panorámico y que de esta manera mediante código, se optimizara la forma final, siendo que se sigue la misma metodología con el código de Matlab, siendo interesante debido que en esta se toma en cuenta el viento y que debido a que la estructura del panorámico estará a una gran altura, siendo que se toma esta resistencia como un análisis de fuerzas que van hacia el espacio de diseño, el cual es la estructura en si, por ende es muy importante esta herramienta útil porque se puede dar un gran aproximación a como se podría implementar esto en la realidad y estar consciente de que será un diseño seguro, que será en cierta manera sustentable debido a que se tendrá varias referencias y análisis para realizar este diseño.

Alejandro Gaytán Ayala – 1991902

Gracias a esta práctica, pude comprender que la técnica de la optimización topológica nos brinda ventajas a la hora de diseñar elementos o piezas mecánicas, ya que esta técnica nos permite diseñar las piezas con el menor eso posible, cuidando siempre la carga aplicada para que el material utilizado no se deforme o quiebre.

Por lo que, aunque la pieza creada presente espacios en blanco o huecos, no quiere decir que sea menos estable o resista menos, sino que debido a su cambio de forma es capaz de soportar la carga (o hasta más) cuidando siempre la masa, en tema de reducción de costos.

Hernán Abif Castillo Mota – 1992201

Nuevamente hicimos uso de la optimización topológica, y al igual que en prácticas anteriores el diseño se realiza a objetos que vemos diariamente, en este caso fue a panorámicos.

Los panorámicos son aquellos anuncios que solemos ver en la carretera o en la ciudad, donde se publicitan productos y servicios, aunque una cosa que no se toma en cuenta, es su diseño, ya que normalmente se encuentran constantemente bajo las fuerzas del viento, y al ser superficies muy extensas la fuerza es mayor ya que presentan pocas propiedades aerodinámicas.

Por lo que esta práctica nos ayudó a entender mejor el proceso de optimización y todo se encuentra documentado en este proyecto, por lo que puedo llegar a la conclusión de que se cumplió con los objetivos propuestos.

Luis Gerardo Castillo Troncoso – 1992317

Esta práctica me parece interesante ya que si nos vamos a condiciones reales un panorámico está expuesto a muchas variantes y por ende es peligroso en accidentes viales, al estar sujeto ráfagas de viento, accidentes de tránsito y temblores, puede variar mucho y dar ciertos problemas en su diseño, una optimización puede resultar favorable pero difícil bajo condiciones reales de la estructura, con tema de lo hecho en la práctica pues esta se va removiendo masa para centrarse de lleno en los esfuerzos y así básicamente crear una estructura más efectiva.

8.- Referencias bibliográficas

- [1] *PANORAMICO O ESPECTACULAR*. (s. f.). Recuperado de <http://www.publicidadaltura.com/esp/panoramico-o-espectacular.html>
- [2] Sepúlveda, E. (2016, julio). Resistencia del aire. Retrieved from Física en Línea: <http://www.fisicaenlinea.com/06fuerzas/fuerzas27-resistenciaaire.html>
- CATEC. (2019) Optimización topológica. Recuperado de la página web: <http://www.catec.aero/es/materiales-y-procesos/l%C3%ADnea-de-investigaci%C3%B3n/optimizaci%C3%B3n-topol%C3%B3gica#:~:text=La%20optimizaci%C3%B3n%20topol%C3%B3gica%20es%20una,funcionalidades%20mec%C3%A1nicas%20del%20componente%20objetivo.>