

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA DEL
POLIDEPORTIVO BARRIO CANADÁ, POPAYÁN CAUCA**



MEMORIA DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

**DISEÑADOR
Ing. CARLOS ARIEL HURTADO ASTAIZA**

PRÁCTICA SOCIAL DESARROLLADA POR:

**- FAVIO HERNANDO CASTRO ÁNAMA
- FERNEY FERNÁNDEZ LUNA**

POPAYÁN, OCTUBRE DE 2013

1. INTRODUCCIÓN

El presidente de la junta de acción comunal del barrio Canadá ubicado en la ciudad de Popayán Cauca, presentó solicitud de diseño estructural de la cubierta del polideportivo ante la Universidad del Cauca, la cual por medio del Departamento de Estructuras de la Facultad de Ingeniería Civil, ha realizado el cálculo y diseño estructural de dicha cubierta, basados en la reglamentación vigente, establecido en la Norma Sismo Resistente de 2010 (NSR-10).

La estructura de cubierta del polideportivo está calculada y diseñada bajo las condiciones de carga muerta, carga viva, carga de viento y fuerza sísmica de acuerdo a la NSR-10. El sistema estructural está compuesto por cerchas en perfiles de acero y la cimentación junto con la gradería están conformados por un sistema estructural de concreto reforzado.

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Actualmente en el barrio Canadá ubicado en la carrera 28 con calle 8 esquina en la ciudad de Popayán Departamento del Cauca existe una cancha deportiva (ver imagen 4) la cual requiere una cubierta para poder desarrollar las diferentes actividades deportivas de la comunidad, para ello se ha diseñado la cubierta en estructura metálica.

El sitio donde tiene coordenadas Norte 2°26'49,401" y coordenada Oeste 76°37'32,823" y una elevación de 1716 m.s.n.m.

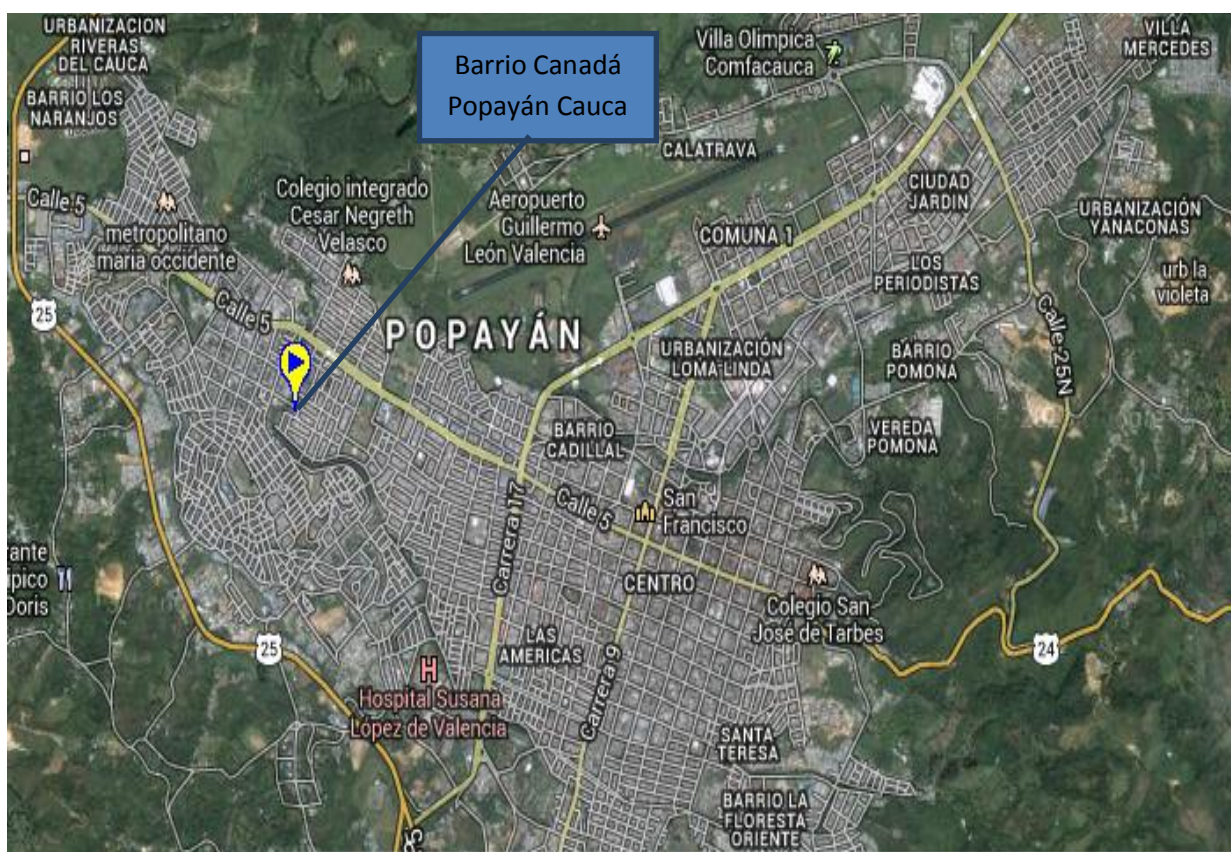


Imagen 1. LOCALIZACIÓN SATELITAL BARRIO CANADÁ – POPAYÁN CAUCA
FUENTE: GOOGLE EARTH

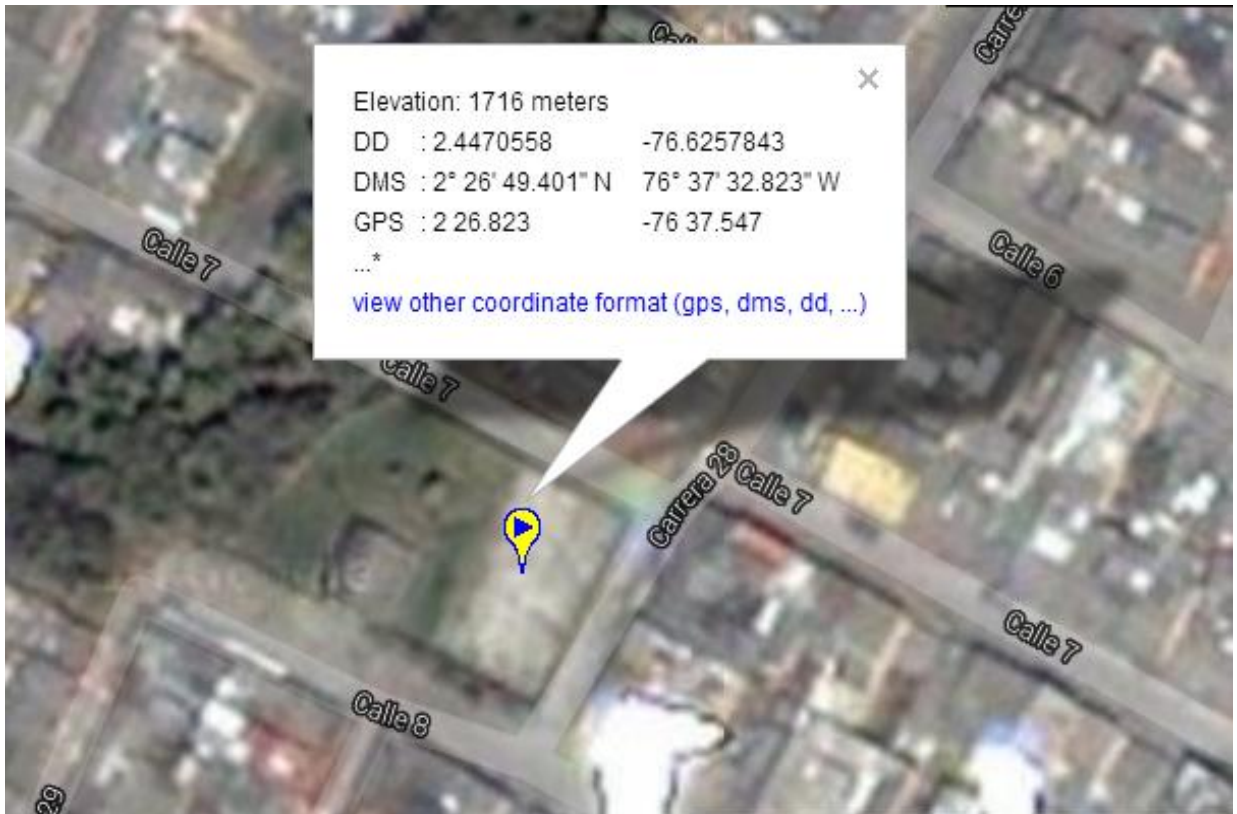


Imagen 2. COORDENADAS BARRIO CANADÁ – POPAYÁN CAUCA
FUENTE: GOOGLE EARTH

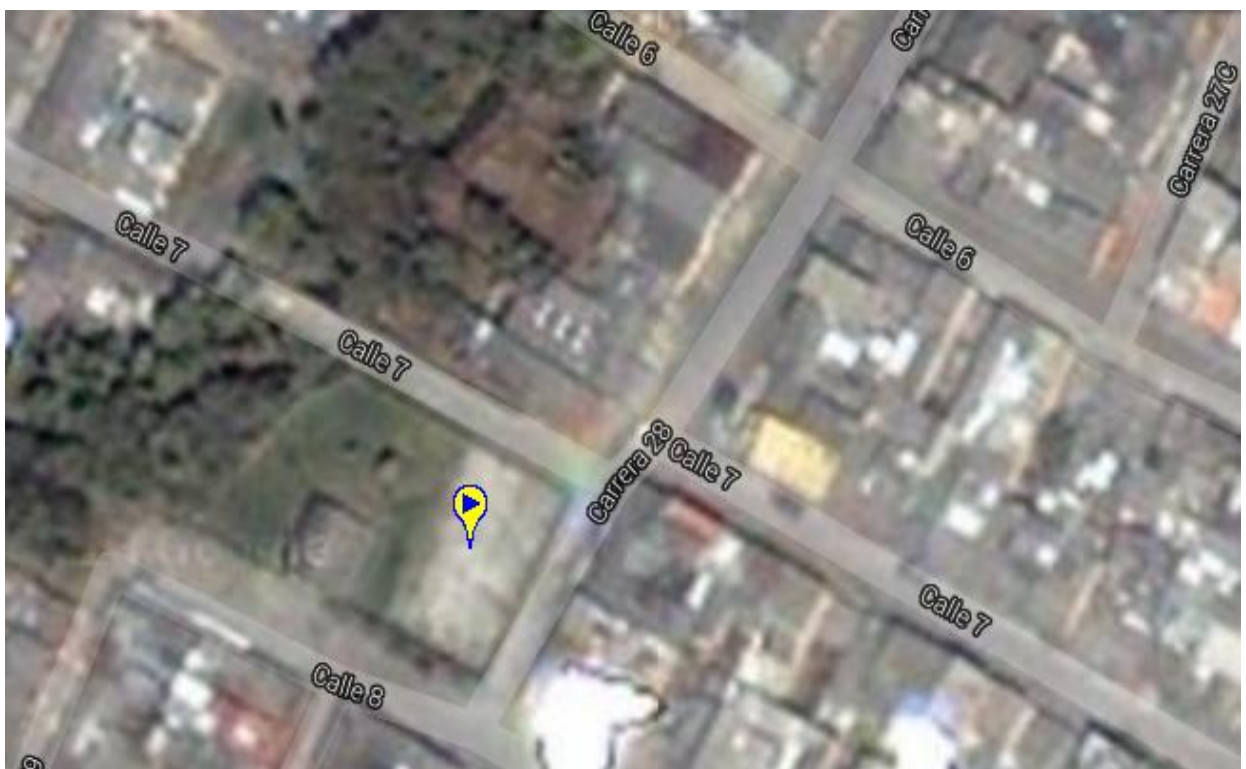


Imagen 3. LOCALIZACIÓN SATELITAL BARRIO CANADÁ – POPAYÁN CAUCA
FUENTE: GOOGLE EARTH

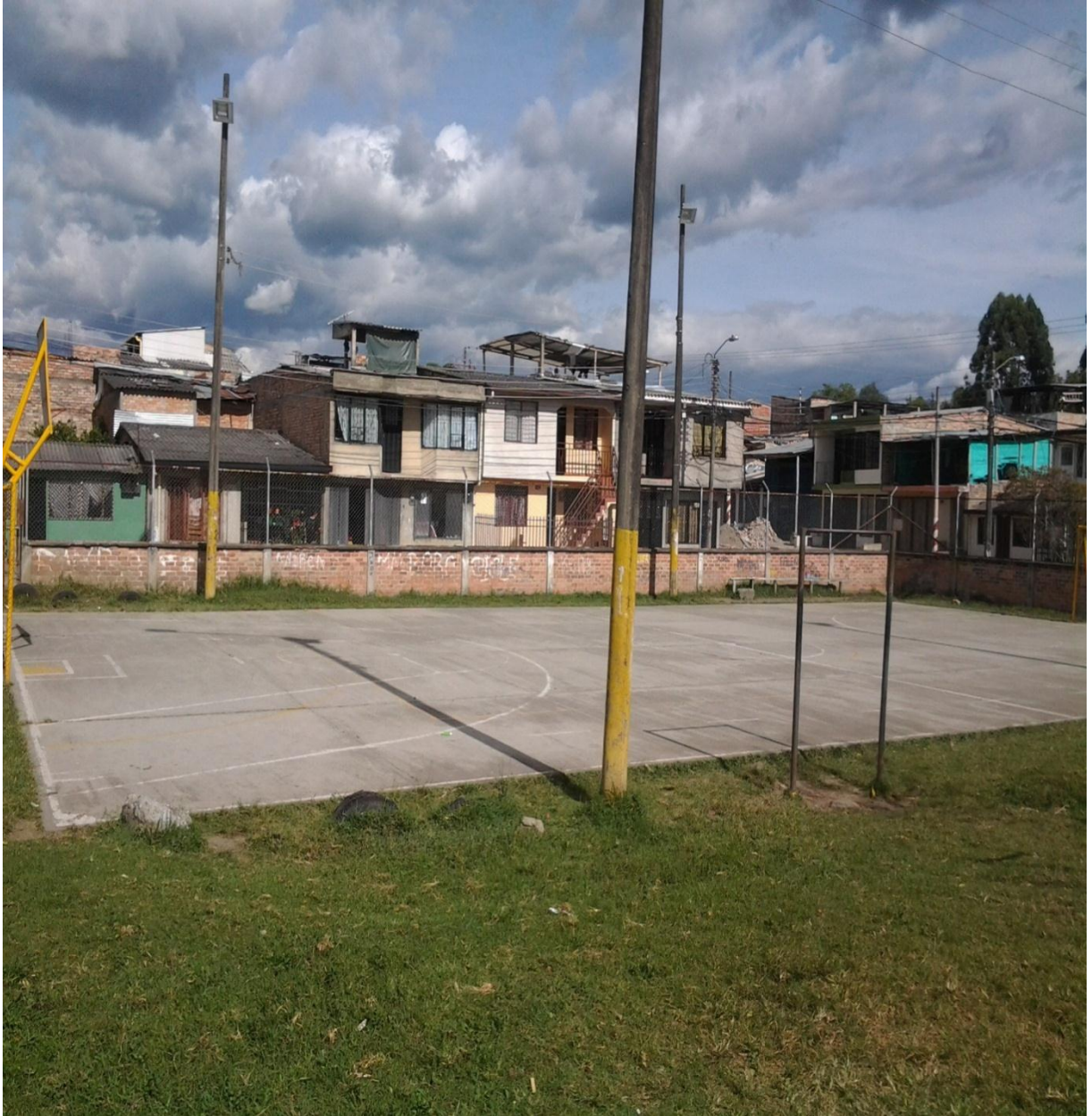


Imagen 4. CANCHA EXISTENTE BARRIO CANADÁ – POPAYÁN CAUCA

3. MEMORIA DE CÁLCULO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURA DE CUBIERTA DEL POLIDEPORTIVO

3.1. ESTRUCTURA TIPO CERCHA

3.1.1. Evaluación de cargas sobre la estructura

a. Carga Muerta

$$\text{Carga Muerta} = 0,35 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Peso Propio Correa} = 0,0562 \text{ KN/m}$$

b. Carga Viva

$$\text{Carga Viva de Cubierta} = 0,35 \text{ KN/m}^2$$

c. Carga de Viento; de acuerdo con la NSR-10 la ciudad de Popayán se encuentra ubicada en la zona 4 donde la velocidad del viento especificada es de 33 m/s (120 Km/h), teniendo así las siguientes cargas de viento para cubierta:

$$\text{Presión Horizontal} = -0,18 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Presión Vertical} = -0,51 \text{ KN/m}^2$$

d. Fuerza Sísmica

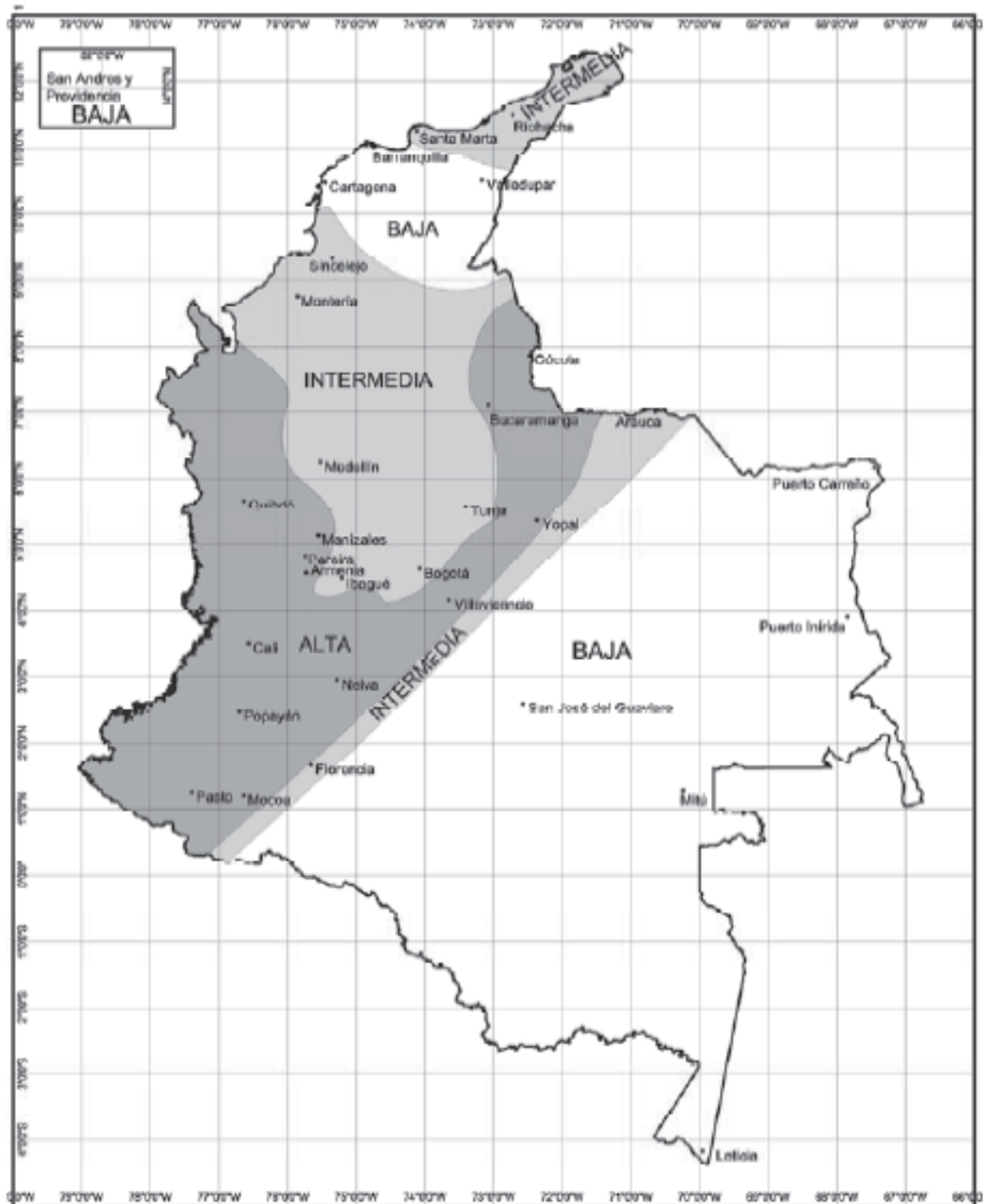


Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_2 y A_V

3.1.2. Combinaciones básicas de carga

a. $D + H + F + L + T = D + L = 3,15 + 3,15 = 6,30 \text{ KN}$

b. $D + H + F + W = D + W = D + (W_V + W_H) = 3,15 \text{ KN} + (-4,59 - 1,62)\text{KN}$

c. $D + H + F + 0,70E = D + 0,70E = 3,15 \text{ KN} + 0,70(2,01) \text{ KN}$

ANÁLISIS Y RESULTADOS EN PROGRAMA CERCHA

ANÁLISIS ELÁSTICO DE CERCHAS: Método Análisis Matricial (Rigidez)

MÓDULO DE ELASTICIDAD: $2 \times 10^8 \text{ KN/m}^2$

NÚMERO DE NUDOS: 56

NÚMERO DE ELEMENTOS: 111

NÚMERO DE APOYOS: 4

COORDENADAS DE LOS NUDOS

NUDO	COORDENADA EN X (m)	COORDENADA EN Y (m)
1	-0,50	0,00
2	0,00	0,00
3	-0,60	1,20
4	0,00	1,20
5	-0,70	2,40
6	0,00	2,40
7	-0,80	3,60
8	0,00	3,60
9	-0,90	4,80
10	0,00	4,80
11	-1,00	6,00
12	-2,50	6,00
13	-2,50	6,38
14	-1,00	6,75
15	0,00	7,00
16	0,00	6,00
17	0,66	5,51
18	1,45	6,36
19	1,45	7,36
20	2,90	6,72
21	2,90	7,72
22	4,35	7,08
23	4,35	8,08
24	5,80	7,44
25	5,80	8,44
26	7,25	7,44
27	7,25	8,81
28	8,70	7,44

NUDO	COORDENADA EN X (m)	COORDENADA EN Y (m)
29	8,70	9,17
30	10,15	7,44
31	10,15	8,81
32	11,60	7,44
33	11,60	8,44
34	13,05	7,08
35	13,05	8,08
36	14,50	6,72
37	14,50	7,72
38	15,95	6,36
39	15,95	7,36
40	16,74	5,51
41	17,40	6,00
42	17,40	7,00
43	18,40	6,75
44	19,90	6,38
45	19,90	6,00
46	18,40	6,00
47	18,30	4,80
48	17,40	4,80
49	18,20	3,60
50	17,40	3,60
51	18,10	2,40
52	17,40	2,40
53	18,00	1,20
54	17,40	1,20
55	17,90	0,00
56	17,40	0,00

DATOS DE LOS ELEMENTOS

ELEMENTO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	ÁREA (cm ²)
1	1	2	7,29
2	1	3	7,29
3	1	4	7,29
4	2	4	7,29
5	3	4	7,29
6	3	5	7,29
7	3	6	7,29
8	4	6	7,29
9	5	6	7,29
10	5	7	7,29
11	5	8	7,29
12	6	8	7,29
13	7	8	7,29
14	7	9	7,29
15	7	10	7,29
16	8	10	7,29
17	9	10	7,29
18	9	11	7,29
19	9	16	7,29
20	10	16	7,29
21	11	16	7,29
22	11	12	7,29
23	12	13	7,29
24	12	14	7,29
25	13	14	7,29
26	11	14	7,29
27	14	16	7,29
28	14	15	7,29
29	15	16	7,29
30	16	17	7,29
31	10	17	7,29
32	17	18	7,29
33	16	18	7,29
34	16	19	7,29
35	15	19	7,29
36	18	19	7,29
37	18	20	7,29
38	18	21	7,29
39	19	21	7,29
40	20	21	7,29
41	20	22	7,29
42	20	23	7,29

ELEMENTO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	ÁREA (cm ²)
43	21	23	7,29
44	22	23	7,29
45	22	24	7,29
46	22	25	7,29
47	23	25	7,29
48	24	25	7,29
49	24	26	7,29
50	24	27	7,29
51	25	27	7,29
52	26	27	7,29
53	26	28	7,29
54	26	29	7,29
55	27	29	7,29
56	28	29	7,29
57	28	30	7,29
58	29	30	7,29
59	29	31	7,29
60	30	31	7,29
61	30	32	7,29
62	31	32	7,29
63	31	33	7,29
64	32	33	7,29
65	32	34	7,29
66	33	34	7,29
67	33	35	7,29
68	34	35	7,29
69	34	36	7,29
70	35	36	7,29
71	35	37	7,29
72	36	37	7,29
73	36	38	7,29
74	37	38	7,29
75	37	39	7,29
76	38	39	7,29
77	38	40	7,29
78	40	48	7,29
79	40	41	7,29
80	38	41	7,29
81	39	41	7,29
82	39	42	7,29
83	41	42	7,29
84	41	46	7,29

ELEMENTO	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	ÁREA (cm ²)
85	41	43	7,29
86	42	43	7,29
87	43	46	7,29
88	43	45	7,29
89	43	44	7,29
90	44	45	7,29
91	45	46	7,29
92	46	47	7,29
93	41	47	7,29
94	41	48	7,29
95	47	48	7,29
96	47	49	7,29
97	48	49	7,29
98	48	50	7,29
99	49	50	7,29
100	49	51	7,29
101	50	51	7,29
102	50	52	7,29
103	51	52	7,29
104	51	53	7,29
105	52	53	7,29
106	52	54	7,29
107	53	54	7,29
108	53	55	7,29
109	54	55	7,29
110	54	56	7,29
111	55	56	7,29

APOYOS

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
55	0,00	0,00
56	0,00	0,00

a. **Combinación 1. $D + H + F + L + T = D + L = 3,15 + 3,15 = 6,30$ KN**

NUDOS CARGADOS

NUDO	FUERZA EN X (KN)	FUERZA EN Y (KN)
13	0,00	-6,30
14	0,00	-6,30
15	0,00	-6,30
19	0,00	-6,30
21	0,00	-6,30
23	0,00	-6,30
25	0,00	-6,30
27	0,00	-6,30
29	0,00	-6,30
31	0,00	-6,30
33	0,00	-6,30
35	0,00	-6,30
37	0,00	-6,30
39	0,00	-6,30
42	0,00	-6,30
43	0,00	-6,30
44	0,00	-6,30

DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	-1,93	-0,51
4	-1,85	0,28
5	-4,16	-0,76
6	-4,08	0,19
7	-5,78	-0,76
8	-5,70	-0,19
9	-6,05	-0,48
10	-6,19	-0,76
11	-4,45	-0,27
12	-4,32	0,92
13	-3,84	0,90
14	-3,56	-0,22
15	-3,08	-1,23

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
16	-4,54	-1,19
17	-5,23	-2,12
18	-3,99	-3,84
19	-2,08	-3,87
20	-2,94	-8,49
21	-0,65	-8,36
22	-1,68	-12,80
23	0,36	-12,72
24	-0,53	-15,95
25	0,80	-15,92
26	-0,23	-16,91
27	0,53	-16,98
28	0,00	-16,88
29	0,00	-16,88
30	0,23	-16,91

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
31	-0,53	-16,98
32	0,54	-15,95
33	-0,80	-15,92
34	1,69	-12,80
35	-0,36	-12,72
36	2,94	-8,48
37	0,65	-8,36
38	3,99	-3,84
39	2,08	-3,87
40	5,23	-2,12
41	4,54	-1,19
42	3,08	-1,23
43	3,57	-0,22
44	3,84	0,90
45	4,32	0,92
46	4,45	-0,27
47	6,05	-0,48
48	6,19	-0,76
49	5,78	-0,76
50	5,70	-0,19
51	4,16	-0,76
52	4,08	0,19
53	1,93	-0,51
54	1,85	0,28
55	0,00	0,00
56	0,00	0,00

REACCIONES EN LOS NUDOS

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
1	15,92	88,13
2	0,00	-34,58
3	0,00	0,00
4	0,00	0,00
5	0,00	0,00
6	0,00	0,00
7	0,00	0,00
8	0,00	0,00
9	0,00	0,00
10	0,00	0,00
11	0,00	0,00

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
14	0,00	-6,30
12	0,00	0,00
13	0,00	-6,30
15	0,00	-6,30
16	0,00	0,00
17	0,00	0,00
18	0,00	0,00
19	0,00	-6,30
20	0,00	0,00
21	0,00	-6,30
22	0,00	0,00

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
23	0,00	-6,30
24	0,00	0,00
25	0,00	-6,30
26	0,00	0,00
27	0,00	-6,30
28	0,00	0,00
29	0,00	-6,30
30	0,00	0,00
31	0,00	-6,30
32	0,00	0,00
33	0,00	-6,30
34	0,00	0,00
35	0,00	-6,30
36	0,00	0,00
37	0,00	-6,30
38	0,00	0,00
39	0,00	-6,30

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
40	0,00	0,00
41	0,00	0,00
42	0,00	-6,30
43	0,00	-6,30
44	0,00	-6,30
45	0,00	0,00
46	0,00	0,00
47	0,00	0,00
48	0,00	0,00
49	0,00	0,00
50	0,00	0,00
51	0,00	0,00
52	0,00	0,00
53	0,00	0,00
54	0,00	0,00
55	-15,92	88,14
56	0,00	-34,59

VERIFICACIÓN DE DERIVA MÁXIMA

$$\Delta_{MÁX.} = 1\%h = 0,01(10) = 0,1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

$$\Delta = 6,19 \text{ mm}$$

$$\Delta = 6,19 \text{ mm} < \Delta_{MÁX.} = 100 \text{ mm} \quad \therefore \text{OK!}$$

VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS (COMPRESIÓN (-) – TENSIÓN (+))

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

- RESISTENCIA A LA TENSIÓN

$$0,60F_y = 0,60(351,5) = 210,90 \text{ MPa}$$

- VERIFICACIÓN DE RESITENCIA A LA COMPRESIÓN

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m ²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F _{cr} (MPa)	CHEQUEO
2	-41,7451	-57263,51	57,264	1,20	246,930	Cumple
3	-50,4116	-69151,67	69,152	1,30	246,401	Cumple
6	-8,3915	-11511,03	11,511	1,20	246,930	Cumple
7	-37,1616	-50976,14	50,976	1,34	246,178	Cumple
8	-11,9488	-16390,68	16,391	1,20	246,930	Cumple
11	-28,8605	-39589,16	39,589	1,39	245,890	Cumple
12	-45,1871	-61985,12	61,985	1,20	246,930	Cumple
15	-23,3027	-31965,24	31,965	1,44	245,592	Cumple
16	-70,1162	-96181,39	96,181	1,20	246,930	Cumple
17	-22,2339	-30499,13	30,499	0,90	248,269	Cumple
20	-51,6816	-70893,85	70,894	1,20	246,930	Cumple
21	-13,3730	-18344,36	18,344	1,00	247,864	Cumple
22	-12,5999	-17283,84	17,284	1,50	245,220	Cumple
23	-6,3000	-8641,96	8,642	0,38	249,690	Cumple
27	-23,4065	-32107,64	32,108	1,25	246,671	Cumple
29	-6,3540	-8716,05	8,716	1,00	247,864	Cumple
31	-51,6417	-70839,03	70,839	0,97	247,990	Cumple
32	-51,6412	-70838,38	70,838	1,16	247,130	Cumple
33	-10,0709	-13814,63	13,815	1,49	245,283	Cumple
34	-3,1777	-4358,95	4,359	1,99	241,649	Cumple
36	-4,7016	-6449,44	6,449	1,00	247,864	Cumple
37	-9,8459	-13505,99	13,506	1,49	245,283	Cumple
38	-48,4996	-66529,01	66,529	1,99	241,649	Cumple
42	-35,9751	-49348,60	49,349	1,99	241,649	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F_{cr} (MPa)	CHEQUEO
43	-6,5607	-8999,54	9,000	1,49	245,283	Cumple
46	-23,4505	-32167,97	32,168	1,99	241,649	Cumple
47	-33,5969	-46086,23	46,086	1,49	245,283	Cumple
51	-51,3041	-70376,04	70,376	1,50	245,220	Cumple
52	-8,3423	-11443,42	11,443	1,37	246,007	Cumple
55	-47,6919	-65420,93	65,421	1,49	245,283	Cumple
59	-47,6914	-65420,25	65,420	1,49	245,283	Cumple
60	-8,3418	-11442,77	11,443	1,37	246,007	Cumple
63	-51,3021	-70373,30	70,373	1,50	245,220	Cumple
66	-23,4524	-32170,61	32,171	1,99	241,649	Cumple
67	-33,5935	-46081,61	46,082	1,49	245,283	Cumple
70	-35,9757	-49349,35	49,349	1,99	241,649	Cumple
71	-6,5569	-8994,44	8,994	1,49	245,283	Cumple
73	-9,8497	-13511,21	13,511	1,49	245,283	Cumple
74	-48,5000	-66529,51	66,530	1,99	241,649	Cumple
76	-4,7028	-6451,00	6,451	1,00	247,864	Cumple
77	-51,6434	-70841,37	70,841	1,16	247,130	Cumple
78	-51,6439	-70842,10	70,842	0,97	247,990	Cumple
80	-10,0733	-13817,99	13,818	1,49	245,283	Cumple
81	-3,1751	-4355,42	4,355	1,99	241,649	Cumple
83	-6,3540	-8716,02	8,716	1,00	247,864	Cumple
84	-13,3731	-18344,46	18,344	1,00	247,864	Cumple
85	-23,4087	-32110,75	32,111	1,25	246,671	Cumple
90	-6,3000	-8642,04	8,642	0,38	249,690	Cumple
91	-12,6001	-17284,10	17,284	1,50	245,220	Cumple
94	-51,6829	-70895,62	70,896	1,20	246,930	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F_{cr} (MPa)	CHEQUEO
95	-22,2343	-30499,74	30,500	0,90	248,269	Cumple
97	-23,3050	-31968,47	31,968	1,44	245,592	Cumple
98	-70,1173	-96182,82	96,183	1,20	246,930	Cumple
101	-28,8628	-39592,28	39,592	1,39	245,890	Cumple
102	-45,1862	-61983,88	61,984	1,20	246,930	Cumple
104	-8,3923	-11512,07	11,512	1,20	246,930	Cumple
105	-37,1652	-50981,05	50,981	1,34	246,178	Cumple
106	-11,9447	-16385,05	16,385	1,20	246,930	Cumple
108	-41,7491	-57268,94	57,269	1,20	246,930	Cumple
109	-50,4164	-69158,33	69,158	1,30	246,401	Cumple

- VERIFICACIÓN DE RESITENCIA A LA TENSIÓN

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
1	0,0000	0,00	0,000	0,50	210,900	Cumple
4	34,5850	47441,64	47,442	1,20	210,900	Cumple
5	19,3890	26596,77	26,597	0,60	210,900	Cumple
9	16,6193	22797,43	22,797	0,70	210,900	Cumple
10	16,6239	22803,74	22,804	1,20	210,900	Cumple
13	14,5418	19947,60	19,948	0,80	210,900	Cumple
14	36,0801	49492,64	49,493	1,20	210,900	Cumple
18	9,3073	12767,22	12,767	1,20	210,900	Cumple
19	33,3504	45748,09	45,748	1,50	210,900	Cumple
24	14,0872	19324,06	19,324	1,68	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
25	0,0000	0,06	0,000	1,54	210,900	Cumple
26	9,2752	12723,13	12,723	0,75	210,900	Cumple
28	32,2892	44292,49	44,292	1,03	210,900	Cumple
30	0,0048	6,62	0,007	0,82	210,900	Cumple
35	32,2761	44274,50	44,275	1,49	210,900	Cumple
39	29,8880	40998,65	40,999	1,49	210,900	Cumple
40	18,0965	24823,80	24,824	1,00	210,900	Cumple
41	17,1902	23580,49	23,580	1,49	210,900	Cumple
44	11,7961	16181,15	16,181	1,00	210,900	Cumple
45	34,8139	47755,64	47,756	1,49	210,900	Cumple
48	5,1537	7069,52	7,070	1,00	210,900	Cumple
49	30,3635	41650,92	41,651	1,45	210,900	Cumple
50	4,7112	6462,58	6,463	1,99	210,900	Cumple
53	23,3716	32059,78	32,060	1,45	210,900	Cumple
54	10,8848	14931,18	14,931	2,26	210,900	Cumple
56	0,0000	0,05	0,000	1,73	210,900	Cumple
57	23,3715	32059,72	32,060	1,45	210,900	Cumple
58	10,8840	14930,04	14,930	2,26	210,900	Cumple
61	30,3630	41650,21	41,650	1,45	210,900	Cumple
62	4,7096	6460,40	6,460	1,99	210,900	Cumple
64	5,1538	7069,75	7,070	1,00	210,900	Cumple
65	34,8120	47753,13	47,753	1,49	210,900	Cumple
68	11,7970	16182,40	16,182	1,00	210,900	Cumple
69	17,1870	23576,06	23,576	1,49	210,900	Cumple
72	18,0964	24823,63	24,824	1,00	210,900	Cumple
75	29,8919	41004,01	41,004	1,49	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
79	0,0046	6,29	0,006	0,82	210,900	Cumple
82	32,2782	44277,35	44,277	1,49	210,900	Cumple
86	32,2912	44295,23	44,295	1,03	210,900	Cumple
87	9,2770	12725,65	12,726	0,75	210,900	Cumple
88	14,0873	19324,15	19,324	1,68	210,900	Cumple
89	0,0000	0,04	0,000	1,54	210,900	Cumple
92	9,3091	12769,75	12,770	1,20	210,900	Cumple
93	33,3520	45750,38	45,750	1,50	210,900	Cumple
96	36,0832	49496,91	49,497	1,20	210,900	Cumple
99	14,5429	19949,14	19,949	0,80	210,900	Cumple
100	16,6251	22805,38	22,805	1,20	210,900	Cumple
103	16,6207	22799,27	22,799	0,70	210,900	Cumple
107	19,3909	26599,35	26,599	0,60	210,900	Cumple
110	34,5935	47453,42	47,453	1,20	210,900	Cumple
111	0,0000	0,00	0,000	0,50	210,900	Cumple

b. **Combinación 2.** $D + H + F + W = D + W = D + (W_V + W_H) = 3,15 \text{ KN} + (-4,59 - 1,62)\text{KN}$

NUDOS CARGADOS

NUDO	FUERZA EN X (KN)	FUERZA EN Y (KN)
13	-1,62	1,44
14	-1,62	1,44
15	-1,62	1,44
19	-1,62	1,44
21	-1,62	1,44
23	-1,62	1,44
25	-1,62	1,44
27	-1,62	1,44
29	0,00	1,44
31	1,62	1,44
33	1,62	1,44
35	1,62	1,44
37	1,62	1,44
39	1,62	1,44
42	1,62	1,44
43	1,62	1,44
44	1,62	1,44

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	0,30	0,08
4	0,29	-0,03
5	0,63	0,12
6	0,61	0,00
7	0,83	0,12
8	0,82	0,07
9	0,80	0,07
10	0,83	0,17
11	0,43	0,03
12	0,40	-0,21
13	0,27	-0,21
14	0,23	0,03

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
15	0,14	0,27
16	0,45	0,26
17	0,60	0,46
18	0,36	0,77
19	-0,02	0,78
20	0,20	1,56
21	-0,21	1,54
22	0,05	2,18
23	-0,30	2,18
24	-0,04	2,54
25	-0,28	2,55
26	-0,03	2,60
27	-0,17	2,62
28	0,00	2,49

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
29	0,00	2,49
30	0,03	2,60
31	0,17	2,62
32	0,04	2,54
33	0,28	2,55
34	-0,05	2,18
35	0,30	2,18
36	-0,20	1,56
37	0,21	1,54
38	-0,36	0,77
39	0,02	0,78
40	-0,60	0,46
41	-0,45	0,26
42	-0,14	0,27
43	-0,23	0,03
44	-0,27	-0,21
45	-0,40	-0,21
46	-0,43	0,03
47	-0,80	0,07
48	-0,83	0,17
49	-0,83	0,12
50	-0,82	0,07
51	-0,63	0,12
52	-0,61	0,00
53	-0,30	0,08
54	-0,29	-0,03
55	0,00	0,00
56	0,00	0,00

REACCIONES EN LOS NUDOS

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
1	-2,91	-16,65
2	0,00	4,41
3	0,00	0,00
4	0,00	0,00
5	0,00	0,00
6	0,00	0,00
7	0,00	0,00
8	0,00	0,00
9	0,00	0,00

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
10	0,00	0,00
11	0,00	0,00
12	0,00	0,00
13	-1,62	1,44
14	-1,62	1,44
15	-1,62	1,44
16	0,00	0,00
17	0,00	0,00
18	0,00	0,00

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
19	-1,62	1,44
20	0,00	0,00
21	-1,62	1,44
22	0,00	0,00
23	-1,62	1,44
24	0,00	0,00
25	-1,62	1,44
26	0,00	0,00
27	-1,62	1,44
28	0,00	0,00
29	0,00	1,44
30	0,00	0,00
31	1,62	1,44
32	0,00	0,00
33	1,62	1,44
34	0,00	0,00
35	1,62	1,44
36	0,00	0,00
37	1,62	1,44

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
38	0,00	0,00
39	1,62	1,44
40	0,00	0,00
41	0,00	0,00
42	1,62	1,44
43	1,62	1,44
44	1,62	1,44
45	0,00	0,00
46	0,00	0,00
47	0,00	0,00
48	0,00	0,00
49	0,00	0,00
50	0,00	0,00
51	0,00	0,00
52	0,00	0,00
53	0,00	0,00
54	0,00	0,00
55	2,91	-16,65
56	0,00	4,41

VERIFICACIÓN DE DERIVA MÁXIMA

$$\Delta_{M\acute{A}X.} = 1\%h = 0,01(10) = 0,1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,83 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,83 \text{ mm} < \Delta_{M\acute{A}X.} = 100 \text{ mm} \quad \therefore \text{OK!}$$

VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS (COMPRESIÓN (-) – TENSIÓN (+))

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

- RESISTENCIA A LA TENSIÓN

$$0,60F_y = 0,60(351,5) = 210,90 \text{ MPa}$$

- VERIFICACIÓN DE RESITENCIA A LA COMPRESIÓN

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m ²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F _{cr} (MPa)	CHEQUEO
4	-4,4062	-5117,49	5,117	1,20	246,930	Cumple
5	-3,5825	-4914,32	4,914	0,60	249,229	Cumple
9	-3,0707	-4212,27	4,212	0,70	248,951	Cumple
10	-2,7089	-3146,24	3,146	1,20	246,930	Cumple
13	-2,6869	-3685,71	3,686	0,80	248,631	Cumple
14	-6,3039	-7321,55	7,322	1,20	246,930	Cumple
18	-1,3616	-1581,43	1,581	1,20	246,930	Cumple
19	-6,1565	-8445,08	8,445	1,50	245,220	Cumple
24	-4,1135	-5642,62	5,643	1,68	244,019	Cumple
26	-1,3569	-1861,33	1,861	0,75	248,796	Cumple
28	-4,7068	-5466,71	5,467	1,03	247,735	Cumple
30	-0,0009	-1,18	0,001	0,82	248,562	Cumple
35	-3,0357	-3525,84	3,526	1,49	245,283	Cumple
39	-0,4444	-516,19	0,516	1,49	245,283	Cumple
40	-2,3060	-3163,30	3,163	1,00	247,864	Cumple
44	-0,4639	-636,30	0,636	1,00	247,864	Cumple
45	-0,2144	-249,06	0,249	1,49	245,283	Cumple
50	-2,2274	-3055,47	3,055	1,99	241,649	Cumple
54	-3,7451	-5137,27	5,137	2,26	239,281	Cumple
58	-3,7452	-5137,42	5,137	2,26	239,281	Cumple
62	-2,2275	-3055,57	3,056	1,99	241,649	Cumple
65	-0,2145	-249,18	0,249	1,49	245,283	Cumple
68	-0,4639	-636,30	0,636	1,00	247,864	Cumple
72	-2,3060	-3163,30	3,163	1,00	247,864	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F_{cr} (MPa)	CHEQUEO
75	-0,4443	-516,08	0,516	1,49	245,283	Cumple
79	-0,0009	-1,17	0,001	0,82	248,562	Cumple
82	-3,0357	-3525,76	3,526	1,49	245,283	Cumple
86	-4,7068	-5466,63	5,467	1,03	247,735	Cumple
87	-1,3569	-1861,26	1,861	0,75	248,796	Cumple
88	-4,1134	-5642,59	5,643	1,68	244,019	Cumple
92	-1,3616	-1581,37	1,581	1,20	246,930	Cumple
93	-6,1564	-8444,95	8,445	1,50	245,220	Cumple
96	-6,3037	-7321,40	7,321	1,20	246,930	Cumple
99	-2,6869	-3685,67	3,686	0,80	248,631	Cumple
100	-2,7089	-3146,18	3,146	1,20	246,930	Cumple
103	-3,0707	-4212,16	4,212	0,70	248,951	Cumple
107	-3,5825	-4914,23	4,914	0,60	249,229	Cumple
110	-4,4059	-5117,14	5,117	1,20	246,930	Cumple

- VERIFICACIÓN DE RESITENCIA A LA TENSIÓN

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
1	0,0000	0,00	0,000	0,50	210,900	Cumple
2	8,0759	9379,73	9,380	1,20	210,900	Cumple
3	9,3146	12777,27	12,777	1,30	210,900	Cumple
6	1,9132	2222,01	2,222	1,20	210,900	Cumple
7	6,8664	9418,94	9,419	1,34	210,900	Cumple
8	4,1920	4868,71	4,869	1,20	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
11	5,3325	7314,81	7,315	1,39	210,900	Cumple
12	10,3335	12001,70	12,002	1,20	210,900	Cumple
15	4,3057	5906,27	5,906	1,44	210,900	Cumple
16	14,9396	17351,40	17,351	1,20	210,900	Cumple
17	4,1043	5630,05	5,630	0,90	210,900	Cumple
20	11,5376	13400,20	13,400	1,20	210,900	Cumple
21	3,7923	4404,48	4,404	1,00	210,900	Cumple
22	3,6792	4273,16	4,273	1,50	210,900	Cumple
23	1,8396	2136,58	2,137	0,38	210,900	Cumple
25	1,6686	1937,93	1,938	1,54	210,900	Cumple
27	5,1589	7076,66	7,077	1,25	210,900	Cumple
29	1,8501	2537,84	2,538	1,00	210,900	Cumple
31	9,5361	11075,65	11,076	0,97	210,900	Cumple
32	9,5360	11075,54	11,076	1,16	210,900	Cumple
33	3,4323	3986,46	3,986	1,49	210,900	Cumple
34	1,2270	1683,15	1,683	1,99	210,900	Cumple
36	1,2250	1680,39	1,680	1,00	210,900	Cumple
37	3,9238	4557,29	4,557	1,49	210,900	Cumple
38	8,2466	11312,27	11,312	1,99	210,900	Cumple
41	0,4785	555,77	0,556	1,49	210,900	Cumple
42	4,5844	6288,65	6,289	1,99	210,900	Cumple
43	7,4223	8620,56	8,621	1,49	210,900	Cumple
46	0,9221	1264,83	1,265	1,99	210,900	Cumple
47	12,5368	14560,73	14,561	1,49	210,900	Cumple
48	1,4781	2027,54	2,028	1,00	210,900	Cumple
49	1,4110	1638,74	1,639	1,45	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
51	14,9233	17332,47	17,332	1,50	210,900	Cumple
52	2,8702	3937,22	3,937	1,37	210,900	Cumple
53	3,8166	4432,80	4,433	1,45	210,900	Cumple
55	14,8998	17305,29	17,305	1,49	210,900	Cumple
56	0,0000	0,00	0,000	1,73	210,900	Cumple
57	3,8166	4432,80	4,433	1,45	210,900	Cumple
59	14,8999	17305,34	17,305	1,49	210,900	Cumple
60	2,8703	3937,30	3,937	1,37	210,900	Cumple
61	1,4109	1638,67	1,639	1,45	210,900	Cumple
63	14,9234	17332,59	17,333	1,50	210,900	Cumple
64	1,4782	2027,65	2,028	1,00	210,900	Cumple
66	0,9222	1264,98	1,265	1,99	210,900	Cumple
67	12,5368	14560,76	14,561	1,49	210,900	Cumple
69	0,4785	555,74	0,556	1,49	210,900	Cumple
70	4,5843	6288,54	6,289	1,99	210,900	Cumple
71	7,4224	8620,65	8,621	1,49	210,900	Cumple
73	3,9237	4557,19	4,557	1,49	210,900	Cumple
74	8,2466	11312,25	11,312	1,99	210,900	Cumple
76	1,2250	1680,35	1,680	1,00	210,900	Cumple
77	9,5360	11075,46	11,075	1,16	210,900	Cumple
78	9,5361	11075,57	11,076	0,97	210,900	Cumple
80	3,4323	3986,40	3,986	1,49	210,900	Cumple
81	1,2270	1683,19	1,683	1,99	210,900	Cumple
83	1,8501	2537,84	2,538	1,00	210,900	Cumple
84	3,7923	4404,48	4,404	1,00	210,900	Cumple
85	5,1588	7076,57	7,077	1,25	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
89	1,6686	1937,93	1,938	1,54	210,900	Cumple
90	1,8396	2136,57	2,137	0,38	210,900	Cumple
91	3,6792	4273,15	4,273	1,50	210,900	Cumple
94	11,5375	13400,09	13,400	1,20	210,900	Cumple
95	4,1043	5629,99	5,630	0,90	210,900	Cumple
97	4,3056	5906,13	5,906	1,44	210,900	Cumple
98	14,9395	17351,31	17,351	1,20	210,900	Cumple
101	5,3324	7314,69	7,315	1,39	210,900	Cumple
102	10,3335	12001,69	12,002	1,20	210,900	Cumple
104	1,9131	2221,98	2,222	1,20	210,900	Cumple
105	6,8663	9418,75	9,419	1,34	210,900	Cumple
106	4,1921	4868,85	4,869	1,20	210,900	Cumple
108	8,0758	9379,54	9,380	1,20	210,900	Cumple
109	9,3144	12776,99	12,777	1,30	210,900	Cumple
111	0,0000	0,00	0,000	0,50	210,900	Cumple

c. **Combinación 2.D + H + F + 0,70E= D + 0,70E= 3,15KN + 0,70(2,01)KN**

NUDOS CARGADOS

NUDO	FUERZA EN X (KN)	FUERZA EN Y (KN)
13	1,41	-3,15
14	1,41	-3,15
15	1,41	-3,15
19	1,41	-3,15
21	1,41	-3,15
23	1,41	-3,15
25	1,41	-3,15
27	1,41	-3,15
29	1,41	-3,15
31	1,41	-3,15
33	1,41	-3,15
35	1,41	-3,15
37	1,41	-3,15
39	1,41	-3,15
42	1,41	-3,15
43	1,41	-3,15
44	1,41	-3,15

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	1,24	0,23
4	1,22	-0,37
5	3,23	0,46
6	3,20	-0,64
7	5,64	0,67
8	5,61	-0,84
9	8,29	0,86
10	8,25	-0,99
11	11,06	1,02
12	11,12	3,54
13	11,89	3,53
14	12,51	0,97
15	13,03	-1,12
16	11,03	-1,10

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
17	9,93	-2,57
18	12,05	-4,55
19	13,85	-4,50
20	13,00	-7,37
21	14,38	-7,34
22	13,76	-9,19
23	14,56	-9,19
24	14,24	-9,85
25	14,38	-9,87
26	14,43	-8,93
27	13,80	-9,04
28	14,53	-7,55
29	13,16	-7,55
30	14,63	-6,23
31	13,33	-6,20
32	14,71	-4,51

NUDO	DESPLAZAMIENTO EN X (mm)	DESPLAZAMIENTO EN Y (mm)
33	13,69	-4,45
34	15,25	-2,34
35	14,27	-2,26
36	15,61	-0,28
37	15,01	-0,18
38	15,63	1,15
39	15,75	1,08
40	14,65	0,69
41	15,11	0,07
42	15,81	0,05
43	15,71	-1,16
44	15,34	-2,71
45	15,02	-2,70
46	15,07	-1,26
47	13,74	-1,29
48	13,84	0,33
49	10,84	-1,33
50	10,73	0,66
51	6,99	-1,11
52	6,89	0,78
53	3,02	-0,67
54	2,92	0,60
55	0,00	0,00
56	0,00	0,00

REACCIONES EN LOS NUDOS

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
1	-4,12	-31,94
2	0,00	52,48
3	0,00	0,00
4	0,00	0,00
5	0,00	0,00
6	0,00	0,00
7	0,00	0,00
8	0,00	0,00
9	0,00	0,00
10	0,00	0,00
11	0,00	0,00
12	0,00	0,00
13	1,41	-3,15

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
14	1,41	-3,15
15	1,41	-3,15
16	0,00	0,00
17	0,00	0,00
18	0,00	0,00
19	1,41	-3,15
20	0,00	0,00
21	1,41	-3,15
22	0,00	0,00
23	1,41	-3,15
24	0,00	0,00
25	1,41	-3,15
26	0,00	0,00

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
27	1,41	-3,15
28	0,00	0,00
29	1,41	-3,15
30	0,00	0,00
31	1,41	-3,15
32	0,00	0,00
33	1,41	-3,15
34	0,00	0,00
35	1,41	-3,15
36	0,00	0,00
37	1,41	-3,15
38	0,00	0,00
39	1,41	-3,15
40	0,00	0,00
41	0,00	0,00

NUDO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
42	1,41	-3,15
43	1,41	-3,15
44	1,41	-3,15
45	0,00	0,00
46	0,00	0,00
47	0,00	0,00
48	0,00	0,00
49	0,00	0,00
50	0,00	0,00
51	0,00	0,00
52	0,00	0,00
53	0,00	0,00
54	0,00	0,00
55	-19,85	118,45
56	0,00	-85,44

VERIFICACIÓN DE DERIVA MÁXIMA

$$\Delta_{MÁX.} = 1\%h = 0,01(10) = 0,1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

$$\Delta = 15,81 \text{ mm}$$

$$\Delta = 15,81 \text{ mm} < \Delta_{MÁX.} = 100 \text{ mm} \quad \therefore \text{OK!}$$

VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS (COMPRESIÓN (-) – TENSIÓN (+))

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

- RESISTENCIA A LA TENSIÓN

$$0,60F_y = 0,60(351,5) = 210,90 \text{ MPa}$$

- VERIFICACIÓN DE RESITENCIA A LA COMPRESIÓN

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m ²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F _{cr} (MPa)	CHEQUEO
4	-52,4773	-60949,28	60,949	1,20	246,930	Cumple
5	-5,6517	-7752,65	7,753	0,60	249,229	Cumple
8	-38,9133	-45195,48	45,195	1,20	246,930	Cumple
9	-4,8443	-6645,06	6,645	0,70	248,951	Cumple
12	-29,2248	-33942,86	33,943	1,20	246,930	Cumple
13	-4,2387	-5814,40	5,814	0,80	248,631	Cumple
14	-4,2487	-4934,57	4,935	1,20	246,930	Cumple
16	-21,9586	-25503,58	25,504	1,20	246,930	Cumple
17	-4,9795	-6830,54	6,831	0,90	248,269	Cumple
18	-10,2446	-11898,52	11,899	1,20	246,930	Cumple
20	-15,0033	-17425,45	17,425	1,20	246,930	Cumple
21	-6,1449	-7136,98	7,137	1,00	247,864	Cumple
22	-6,9953	-8124,66	8,125	1,50	245,220	Cumple
23	-3,4978	-4062,46	4,062	0,38	249,690	Cumple
25	-1,4523	-1686,70	1,687	1,54	244,965	Cumple
26	-10,2092	-14004,44	14,004	0,75	248,796	Cumple
28	-0,8017	-931,17	0,931	1,03	247,735	Cumple
29	-3,4987	-4799,38	4,799	1,00	247,864	Cumple
31	-1,7799	-2067,21	2,067	0,97	247,990	Cumple
32	-1,7795	-2066,80	2,067	1,16	247,130	Cumple
34	-20,0005	-27435,48	27,435	1,99	241,649	Cumple
35	-2,2542	-2618,15	2,618	1,49	245,283	Cumple
38	-15,0359	-20625,45	20,625	1,99	241,649	Cumple
39	-18,7379	-21762,98	21,763	1,49	245,283	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F_{cr} (MPa)	CHEQUEO
42	-8,0781	-11081,01	11,081	1,99	241,649	Cumple
43	-31,4906	-36574,48	36,574	1,49	245,283	Cumple
46	-1,1199	-1536,16	1,536	1,99	241,649	Cumple
47	-39,0139	-45312,36	45,312	1,49	245,283	Cumple
48	-3,2131	-4407,49	4,407	1,00	247,864	Cumple
51	-41,3759	-48055,60	48,056	1,50	245,220	Cumple
52	-11,8776	-16293,03	16,293	1,37	246,007	Cumple
55	-29,9593	-34795,98	34,796	1,49	245,283	Cumple
56	0,0000	-0,02	0,000	1,73	243,662	Cumple
58	-4,4673	-6128,00	6,128	2,26	239,281	Cumple
59	-18,1978	-21135,68	21,136	1,49	245,283	Cumple
62	-12,1532	-16671,10	16,671	1,99	241,649	Cumple
63	-10,5664	-12272,21	12,272	1,50	245,220	Cumple
66	-22,4265	-30763,33	30,763	1,99	241,649	Cumple
69	-16,5892	-19267,33	19,267	1,49	245,283	Cumple
70	-27,9927	-38398,78	38,399	1,99	241,649	Cumple
73	-37,6262	-43700,57	43,701	1,49	245,283	Cumple
74	-33,5589	-46034,20	46,034	1,99	241,649	Cumple
76	-10,9086	-14963,78	14,964	1,00	247,864	Cumple
77	-49,3192	-57281,28	57,281	1,16	247,130	Cumple
78	-49,3195	-57281,67	57,282	0,97	247,990	Cumple
80	-28,2519	-32812,94	32,813	1,49	245,283	Cumple
83	-2,8555	-3917,07	3,917	1,00	247,864	Cumple
84	-7,2369	-8405,27	8,405	1,00	247,864	Cumple
85	-29,7265	-40777,08	40,777	1,25	246,671	Cumple
90	-2,8024	-3254,86	3,255	0,38	249,690	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	F_{cr} (MPa)	CHEQUEO
91	-5,6045	-6509,28	6,509	1,50	245,220	Cumple
94	-36,9531	-42918,86	42,919	1,20	246,930	Cumple
95	-17,0664	-23410,67	23,411	0,90	248,269	Cumple
97	-29,7680	-40834,01	40,834	1,44	245,592	Cumple
98	-48,3076	-56106,37	56,106	1,20	246,930	Cumple
101	-36,8676	-50572,82	50,573	1,39	245,890	Cumple
102	-16,4621	-19119,70	19,120	1,20	246,930	Cumple
104	-16,6048	-19285,49	19,285	1,20	246,930	Cumple
105	-47,4726	-65120,16	65,120	1,34	246,178	Cumple
108	-59,2128	-68772,08	68,772	1,20	246,930	Cumple
109	-64,3989	-88338,66	88,339	1,30	246,401	Cumple

- VERIFICACIÓN DE RESITENCIA A LA TENSIÓN

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
1	0,0000	0,00	0,000	0,50	210,900	Cumple
2	18,4361	21412,38	21,412	1,20	210,900	Cumple
3	14,6944	20156,86	20,157	1,30	210,900	Cumple
6	8,7139	10120,73	10,121	1,20	210,900	Cumple
7	10,8321	14858,86	14,859	1,34	210,900	Cumple
10	1,4225	1652,15	1,652	1,20	210,900	Cumple
11	8,4122	11539,34	11,539	1,39	210,900	Cumple
15	6,7923	9317,33	9,317	1,44	210,900	Cumple
19	7,4690	10245,58	10,246	1,50	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
24	7,8212	10728,61	10,729	1,68	210,900	Cumple
27	6,1914	8492,96	8,493	1,25	210,900	Cumple
30	0,0002	0,25	0,000	0,82	210,900	Cumple
33	18,4196	21393,24	21,393	1,49	210,900	Cumple
36	6,5606	8999,47	8,999	1,00	210,900	Cumple
37	28,4710	33067,36	33,067	1,49	210,900	Cumple
40	4,0633	5573,85	5,574	1,00	210,900	Cumple
41	34,5415	40117,85	40,118	1,49	210,900	Cumple
44	0,5635	772,98	0,773	1,00	210,900	Cumple
45	35,3830	41095,20	41,095	1,49	210,900	Cumple
49	21,9163	25454,46	25,454	1,45	210,900	Cumple
50	17,0931	23447,35	23,447	1,99	210,900	Cumple
53	11,9610	13892,02	13,892	1,45	210,900	Cumple
54	15,4981	21259,40	21,259	2,26	210,900	Cumple
57	11,9612	13892,17	13,892	1,45	210,900	Cumple
60	3,4239	4696,65	4,697	1,37	210,900	Cumple
61	9,0914	10559,12	10,559	1,45	210,900	Cumple
64	8,4103	11536,75	11,537	1,00	210,900	Cumple
65	0,2651	307,86	0,308	1,49	210,900	Cumple
67	4,8523	5635,66	5,636	1,49	210,900	Cumple
68	11,2809	15474,47	15,474	1,00	210,900	Cumple
71	24,4369	28381,97	28,382	1,49	210,900	Cumple
72	14,0809	19315,40	19,315	1,00	210,900	Cumple
75	48,2041	55986,13	55,986	1,49	210,900	Cumple
79	0,0045	6,14	0,006	0,82	210,900	Cumple
81	16,1199	22112,30	22,112	1,99	210,900	Cumple

ELEMENTO	FUERZA (KN)	ESFUERZO (KN/m²)	ESFUERZO (MPa)	LONGITUD (m)	0,60F_y (Mpa)	CHEQUEO
82	34,6370	40228,82	40,229	1,49	210,900	Cumple
86	33,1973	38556,62	38,557	1,03	210,900	Cumple
87	19,5872	26868,65	26,869	0,75	210,900	Cumple
88	6,2663	8595,77	8,596	1,68	210,900	Cumple
89	1,4523	1686,75	1,687	1,54	210,900	Cumple
92	19,6552	22828,37	22,828	1,20	210,900	Cumple
93	25,5990	35115,25	35,115	1,50	210,900	Cumple
96	40,2052	46695,96	46,696	1,20	210,900	Cumple
99	18,5765	25482,11	25,482	0,80	210,900	Cumple
100	15,3510	17829,27	17,829	1,20	210,900	Cumple
103	21,2304	29122,56	29,123	0,70	210,900	Cumple
106	25,9987	30195,93	30,196	1,20	210,900	Cumple
107	24,7688	33976,37	33,976	0,60	210,900	Cumple
110	85,4438	99237,88	99,238	1,20	210,900	Cumple
111	0,0000	0,00	0,000	0,50	210,900	Cumple

3.2. CIMENTACIÓN DE LA CUBIERTA DEL POLIDEPORTIVO

3.2.1. Evaluación de cargas sobre zapatas

a. Carga Axial

Fuerza Axial = 53,60 KN

b. Momento

Momento = 30,70 KN-m

ANÁLISIS Y RESULTADOS EN PROGRAMA ZAPATA

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES FLEXIBLES

MÓDULO DE ELASTICIDAD: 2×10^7 KN/m²

NÚMERO DE COLUMNAS: 1

DATOS GEOMÉTRICOS DE LA ZAPATA

LONGITUD (m)	ANCHO (m)	MOMENTO DE INERCIA (m ⁴)
2,00	2,00	0,0045

CARGAS SOBRE LA ZAPATA

COLUMNA	FUERZA AXIAL (Ton)	MOMENTO (Ton-m)	ABSCISA (m)
1	5,36	3,07	1,00

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

ORDENADA (m)	DEFLEXION (m)	ESFUERZO (Ton/m ²)	MOMENTO (Ton-m)	CORTANTE (Ton)
0,00	-0,000964	-0,964	0,000	0,000
0,10	-0,000734	-0,734	-0,009	-0,170
0,20	-0,000503	-0,503	-0,032	-0,293
0,30	-0,000273	-0,273	-0,066	-0,371
0,40	-0,000042	-0,042	-0,105	-0,402
0,50	0,000189	0,189	-0,145	-0,388
0,60	0,000419	0,419	-0,181	-0,327
0,70	0,000650	0,650	-0,209	-0,220
0,80	0,000880	0,880	-0,224	-0,067
0,90	0,001111	1,111	-0,221	0,132
1,00	0,001342	1,342	-0,196	0,377
1,00	0,001342	1,342	2,874	-4,983
1,10	0,001572	1,572	2,390	-4,691
1,20	0,001802	1,802	1,938	-4,354
1,30	0,002032	2,032	1,521	-3,971
1,40	0,002262	2,262	1,145	-3,541
1,50	0,002492	2,492	0,814	-3,066
1,60	0,002721	2,721	0,533	-2,544
1,70	0,002951	2,951	0,307	-1,977
1,80	0,003180	3,180	0,139	-1,364
1,90	0,003410	3,410	0,036	-0,705
2,00	0,003639	3,639	0,000	0,000

VERIFICACIÓN DE ESFUERZO

$$\sigma_{ADMISIBLE} = 5 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_{MAX. ACTUANTE} = 3,639 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_{MAX. ACTUANTE} = 3,639 \text{ Ton/m}^2 < \sigma_{ADMISIBLE} = 5 \text{ Ton/m}^2 \therefore \text{OK}$$

VERIFICACIÓN DE CORTANTE

$$\phi V_c = \phi \lambda \sqrt{F'_c} b d$$

$$\phi V_c = 0,75(0,17)(\sqrt{21} \times 10^3)(1)(0,225) = 131,46 \text{ KN} = 13,15 \text{ Ton}$$

$$V_{MAX. ACTUANTE} = 4,983 \text{ Ton}$$

$$V_{MAX. ACTUANTE} = 4,983 \text{ Ton} < \phi V_c = 13 \text{ Ton} \therefore \text{OK}$$

DISEÑO A FLEXIÓN

$$M_U = \phi A_S F_Y \left(d - \frac{0,59 A_S F_Y}{b F'_c} \right)$$

$$\phi = 0,90 \quad F_Y = 420 \text{ MPa} = 420000 \text{ KN}$$

$$F'_c = 21 \text{ MPa} = 21000 \text{ KN} \quad b = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm} \quad d = 0,225 \text{ m} = 22,5 \text{ cm}$$

$$28,74 = 0,90 * 420000 A_S \left(0,225 - \frac{0,59 * 420 A_S}{2 * 21} \right)$$

$$28,74 = 85050 A_S - 2230200 A_S^2$$

$$2230200 A_S^2 - 85050 A_S + 28,74 = 0$$

$$A_S = \frac{-(-85050) \pm \sqrt{(-85050)^2 - 4(2230200)(28,74)}}{2(2230200)}$$

$$A_{S1} = 0,0378 \text{ m}^2 = 378 \text{ cm}^2 \quad A_{S2} = 0,000341 \text{ m}^2 = 3,41 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_S = 3,44 \text{ cm}^2$$

$$A_{S\text{mín}} = 0,0033bd = 0,0033 * 200 * 22,50 = 14,85 \text{ cm}^2$$

$$A_{S\text{máx}} = 0,01366bd = 0,01366 * 200 * 22,50 = 61,47 \text{ cm}^2$$

$$A_S < A_{S\text{mín}} \quad \therefore A_S = 14,85 \text{ cm}^2 \text{ OK!}$$

$$A_{S1\text{No.4}} = 1,27 \text{ cm}^2 \text{ No. VARILLAS No. 4} = \frac{A_S}{A_{S1\text{No.4}}} = \frac{14,85}{1,27} = 11,69$$

$$\text{No. VARILLAS No. 4} \cong 12 \text{ Varillas No. 4}$$

$$A_{S12\text{No.4}} = 12 * 1,27 = 15,24 \text{ cm}^2 > 14,85 \text{ cm}^2 \quad \therefore \text{OK!}$$

$$\text{ESPACIAMIENTO} = \frac{1,90}{12} = 0,15 \text{ m}$$

3.3. ESTRUCTURA DE GRADERÍA DEL POLIDEPORTIVO

3.3.1. Evaluación de cargas sobre la estructura

a. Carga Muerta

$$\text{Peso Propio Sección} = 0,10(24) = 2,40 \text{ KN/m}^2$$

b. Carga Viva

$$\text{Carga Viva} = 5 \text{ KN/m}^2$$

3.3.2. Combinaciones básicas de carga

$$\text{a. } 1,20D + 1,60L = 1,20(0,96) + 1,60(2) = 4,35 \text{ KN/m}$$

ANÁLISIS Y RESULTADOS EN PROGRAMA VIGA

ANÁLISIS LINEAL Y ELÁSTICO DE VIGAS: Método de las Rigideces

MÓDULO DE ELASTICIDAD: $2 \times 10^7 \text{ KN/m}^2$

NÚMERO DE APOYOS: 2 **NÚMERO DE ELEMENTOS:** 1

APOYOS

RESTRICCIONES: FIJO = 1 LIBRE = 0

APOYO	DESPLAZAMIENTO EN X	DESPLAZAMIENTO EN Y	GIRO EN Z
1	1	1	0
2	0	1	0

COORDENADAS DE LOS APOYOS

APOYO	COORDENADA EN X (m)	COORDENADA EN Y (m)
1	0,00	0,00
2	3,00	0,00

DATOS DE LOS ELEMENTOS

ELEMENTO	APOYO INICIAL	APOYO FINAL	BASE (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m ²)
1	1	2	0,40	0,10	0,04

a. **Combinación 1.1,20D + 1,60L = 1,20(0,96) + 1,60(2) = 4,35 KN/m**

ELEMENTOS CARGADOS

ELEMENTO	FUERZA EN X (KN)	FUERZA EN Y (KN/m)
1	0,00	4,35

REACCIONES EN LOS APOYOS

APOYO	REACCIÓN EN X (KN)	REACCIÓN EN Y (KN)
1	0,00	6,53
2	0,00	6,53

MOMENTOS EN LOS ELEMENTOS

ELEMENTO	MOMENTO (KN-m)	UBICACIÓN (m)
1	4,89	1,50

VERIFICACIÓN DE CORTANTE

$$\phi V_c = \phi \lambda \sqrt{F'_c} b d$$

$$\phi V_c = 0,75(0,17)(\sqrt{21} \times 10^3)(0,40)(0,07) = 16,36 \text{ KN}$$

$$V_{MAX. ACTUANTE} = 6,53 \text{ KN}$$

$$V_{MAX. ACTUANTE} = 6,53 \text{ KN} < \phi V_c = 16,36 \text{ KN} \therefore \text{OK}$$

DISEÑO A FLEXIÓN

$$M_U = \varphi A_S F_Y \left(d - \frac{0,59 A_S F_Y}{b F'_c} \right)$$

$$\varphi = 0,90 \quad F_Y = 420 \text{ MPa} = 420000 \text{ KN}$$

$$F'_c = 21 \text{ MPa} = 21000 \text{ KN} \quad b = 0,40 \text{ m} = 40 \text{ cm} \quad d = 0,07 \text{ m} = 7 \text{ cm}$$

$$4,89 = 0,90 * 420000 A_S \left(0,07 - \frac{0,59 * 420 A_S}{0,40 * 21} \right)$$

$$4,89 = 26460 A_S - 11151000 A_S^2$$

$$11151000 A_S^2 - 26460 A_S + 4,89 = 0$$

$$A_S = \frac{-(-26460) \pm \sqrt{(-26460)^2 - 4(11151000)(4,89)}}{2(11151000)}$$

$$A_{S1} = 0,00217 \text{ m}^2 = 21,70 \text{ cm}^2 \quad A_{S2} = 0,000202 \text{ m}^2 = 2,02 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_S = 2,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{S\text{mín}} = 0,0033bd = 0,0033 * 40 * 7 = 0,924 \text{ cm}^2$$

$$A_{S\text{máx}} = 0,01366bd = 0,01366 * 40 * 7 = 3,82 \text{ cm}^2$$

$$A_{S\text{mín}} < A_S < A_{S\text{máx}} \quad \therefore A_S = 2,02 \text{ cm}^2 \text{ OK!}$$

$$A_{S1\text{No.3}} = 0,71 \text{ cm}^2 \text{ No. VARILLAS No. 3} = \frac{A_S}{A_{S1\text{No.3}}} = \frac{2,02}{0,71} = 2,85$$

$$\text{No. VARILLAS No. 3} \cong 3 \text{ Varillas No. 3}$$

$$A_{S3\text{No.3}} = 3 * 0,71 = 2,13 \text{ cm}^2 > 2,02 \text{ cm}^2 \quad \therefore \text{OK!}$$

4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU) -ESTRUCTURA DE CUBIERTA DEL POLIDEPORTIVO

4.1. CIMENTACIÓN

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Global	Valor Total
4.1.1.	Concreto Zapatas Z1 - Z1 F'c = 21 MPa	m ³	30,24	480000,00	14515200,00
4.1.2.	Concreto Vigas 0,30x0,50 m F'c = 21 MPa	m ³	14,46	480000,00	6940800,00
4.1.3.	Concreto Pedestales F'c = 21 MPa	m ³	4,03	480000,00	1934400,00
4.1.4.	Acero de Refuerzo No. 8	Kg	1037,25	4000,00	4149000,00
4.1.5.	Acero de Refuerzo No. 5	Kg	1075,71	4000,00	4302840,00
4.1.6.	Acero de Refuerzo No. 4	Kg	1832,12	4000,00	7328480,00
4.1.7.	Acero de Refuerzo No. 3	Kg	193,77	4000,00	775080,00
4.1.8.	Tornillo de Anclaje D = 1"	UND	72,00	10000,00	720000,00
4.1.9.	Platina 340x740x3/4"	UND	24,00	4000,00	96000,00
				Total	40761800,00

4.2. CUBIERTA

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Global	Valor Total
2.1	Sección Cajón 160x60x20 - 1,2 mm Fy = 351,5 MPa	Kg	5600,00	7000,00	39200000,00
2.2	Correa 203x67x19 - 2 mm Fy = 351,5 MPa	Kg	2332,00	7000,00	16324000,00
2.3	Cable D = 3/4"	m	258,00	5000,00	1290000,00
2.4	Tirante ANG 1x1/8"	Kg	237,34	2500,00	593350,00
2.5	Teja Termoacústica	UND	448,00	48000,00	21504000,00
				Total	78911350,00

4.3. GRADERÍA

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Global	Valor Total
3.1	Concreto Vigas 0,40x0,10 m F'c = 21 MPa	m ³	9,41	480000,00	4516800,00
3.2	Acero de Refuerzo No. 3	Kg	406,43	4000,00	1625720,00
3.3	Acero de Refuerzo No. 2	Kg	155,00	4000,00	620000,00
3.4	Muro Ladrillo Macizo	m ²	37,80	15000,00	567000,00
				Total	7329520,00

Total	\$ 127'002.670,00
--------------	--------------------------