

**APLICACIÓN EN TEMÁTICAS DE INGENIERÍAS**  
**PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN SALON COMUNAL Y DE UN**  
**POLIDEPORTIVO TIPO CANCHA MÚLTIPLE, UBICADOS EN EL BARRIO**  
**VILLA JULIANA DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO**



Por:  
**DIEGO ALFONSO ÁLVAREZ GARZÓN**  
**GINNA MARCELA CERÓN CASTRO**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VILLAVICENCIO**  
**2019**

**APLICACIÓN EN TEMÁTICAS DE INGENIERÍAS  
PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN SALON COMUNAL Y DE UN  
POLIDEPORTIVO TIPO CANCHA MÚLTIPLE, UBICADOS EN EL BARRIO  
VILLA JULIANA DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO**



Por:  
**DIEGO ALFONSO ÁLVAREZ GARZÓN  
GINNA MARCELA CERÓN CASTRO**

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional  
de ingeniero civil

Aprobado por:  
**Ing. Emiro Andrés Lozano Pérez, Esp.**  
Director

**Ing. Alexander Solarte Benavides, M.S.**  
Codirector

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VILLAVICENCIO  
2019**

## **AUTORIDADES ACADÉMICAS**

**Fray José Gabriel Mesa Ángulo, O.P.**  
Rector General

**Fray Eduardo González Gil, O.P.**  
Vicerrector Académico General

**Fray José Antonio Balaguera Cepeda, O.P.**  
Rector Sede Villavicencio

**Fray Rodrigo García Jara, O.P.**  
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**Julieth Andrea Sierra Tobón**  
Secretaria de División Sede Villavicencio

**Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, Ph.D.**  
Decano Facultad de Ingeniería Civil

## **DEDICATORIA**

Les dedico este proyecto a mis papas por el esfuerzo y amor incondicional, a mis hermanos por apoyarme a cumplir mis metas y a mis tíos por la constancia y afecto.

Ginna Cerón C.

Le dedico este proyecto a mi mamá, la persona que me inspira a ser cada día mejor y a quien le debo todo lo que soy.

Diego Álvarez G.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por bendecirnos, ser el apoyo, fortaleza e inspiración.

Gracias a nuestros padres y familiares que nos han acompañado en esta aventura, gracias por su amor incondicional, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes tenemos el privilegio cumplir nuestro sueño.

Finalmente queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a los ingenieros Emiro Lozano Perez y Alexander Solarte Benavides por su colaboración, dirección y conocimiento en el desarrollo de este trabajo.

## **RESUMEN**

El proyecto parte de la necesidad del barrio Villa Juliana en la ciudad de Villavicencio de un espacio donde puedan realizar una práctica deportiva de manera adecuada, segura y cómoda para la población del barrio que ayude a incentivar la práctica deportiva en de la población. Adicional a esto el barrio no cuenta con un salón comunal que sea proporcional a la población y que cuente con lo necesario para poder llevar a cabo los eventos o reuniones que la comunidad realiza.

La metodología empleada para realizar el diseño de este proyecto se basó en el procedimiento establecido en A.1.3 de la NSR-10 “PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO” [1] después de conocer el tipo de suelo y realizar el diseño arquitectónico de acuerdo a las necesidades de la población y a los requerimientos de Coldeportes, se debe realizar el diseño estructural de los elementos estructurales como vigas, columnas y cerchas con el método de estado límite de resistencia y los elemento como zapatas se revisaron para condiciones de servicio. Para la revisión y diseño del salón comunal y la placa deportiva se usaron software especializados como SAP2000 y ETABS.

Mediante este proyecto, se hace entrega del presupuesto de obra y dotación, planos estructurales y arquitectónicos de la propuesta de diseño estructural del salón comunal y de la placa deportiva que se adecua al terreno destinado por la comunidad, cumpliendo con todos los parámetros y criterios de diseño de la norma sismo resistente colombiana NSR-10. El diseño arquitectónico del salón comunal se planteó con respecto al espacio y dimensiones del terreno destinado y de acuerdo a los requerimientos de la población para realizar las actividades masivas, el diseño arquitectónico de la placa deportiva es el propuesto por el DNP y aprobado por Coldeportes, que se ajusta al terreno.

**Palabras Clave:** Estructura Metálica, Salón comunal, Placa Deportiva, Proyección Social.

## **ABSTRACT**

The project starts from the need of the Villa Juliana neighborhood in the city of Villavicencio for a space where they can perform a sport in an appropriate, safe and comfortable for the population of the neighborhood to help encourage sports practice in the population. In addition to this, the neighborhood does not have a communal hall that is proportional to the population and that has what is necessary to carry out the events or meetings that the community holds.

The methodology used to carry out the design of this project was based on the procedure established in A.1.3 of NSR-10 NSR-10 “PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO” [1] after knowing the type of soil and carrying out the architectural design according to the needs of the population and the requirements of Coldeportes, the structural design of structural elements such as beams, columns and trusses must be carried out with the method of limit state of resistance and the elements such as footings were reviewed for service conditions. Specialized software such as SAP2000 and ETABS were used for the revision and design of the community hall and sports plaque.

By means of this project, the budget of work and endowment, structural and architectural plans of the proposal of structural design of the communal hall and of the sports plate that adapts to the land destined by the community, fulfilling all the parameters and criteria of design of the norm resistant Colombian earthquake NSR-10. The architectural design of the communal hall was proposed with respect to the space and dimensions of the land and according to the requirements of the population to carry out massive activities, the architectural design of the sports plaque is the one proposed by the DNP and approved by Coldeportes, which fits the land.

**Key Word:** metallic-framed, communal lounge, sports center, Social Projection

## **CONTENIDO**

|        |                                                           |    |
|--------|-----------------------------------------------------------|----|
| 1      | INTRODUCCIÓN.....                                         | 13 |
| 2      | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....                             | 14 |
| 3      | JUSTIFICACIÓN .....                                       | 15 |
| 4      | OBJETIVOS.....                                            | 16 |
| 4.1    | OBJETIVO GENERAL.....                                     | 16 |
| 4.2    | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                               | 16 |
| 5      | ALCANCE.....                                              | 17 |
| 6      | MARCO DE REFERENCIA .....                                 | 18 |
| 6.1    | MARCO TEÓRICO .....                                       | 18 |
| 6.1.1  | Cargas .....                                              | 18 |
| 6.1.2  | Carga Muerta.....                                         | 18 |
| 6.1.3  | Carga Viva .....                                          | 18 |
| 6.1.4  | Efectos dinámicos .....                                   | 18 |
| 6.1.5  | Cargas Empozamiento de Agua y de Granizo .....            | 19 |
| 6.1.6  | Carga de Sismo.....                                       | 19 |
| 6.1.7  | Definición de la configuración estructural .....          | 20 |
| 6.2    | MARCO CONCEPTUAL.....                                     | 21 |
| 6.2.1  | Medidas de demarcación por deporte.....                   | 21 |
| 6.2.2  | Orientación y área .....                                  | 22 |
| 6.2.3  | Graderías.....                                            | 22 |
| 6.2.4  | Dotación .....                                            | 23 |
| 6.2.5  | Baloncesto .....                                          | 25 |
| 6.2.6  | Voleibol.....                                             | 26 |
| 6.3    | ESTADO DEL ARTE .....                                     | 27 |
| 6.3.1  | ANTECEDENTES .....                                        | 28 |
| 6.4    | MARCO NORMATIVO .....                                     | 29 |
| 6.4.1  | ARTÍCULO 52 De La Constitución Política De Colombia ..... | 29 |
| 6.4.2  | NSR-10: .....                                             | 29 |
| 6.4.3  | ACI 318-14 .....                                          | 29 |
| 6.4.4  | ANSI/AISC 360-10.....                                     | 29 |
| 6.4.5  | LEY 99 DE 1993.....                                       | 29 |
| 6.4.6  | DECRETO 1807 .....                                        | 30 |
| 6.4.7  | Acuerdo No 287 DE 2015 .....                              | 30 |
| 6.5    | MARCO GEOGRÁFICO .....                                    | 30 |
| 7      | METODOLOGÍA.....                                          | 33 |
| 8      | PRELIMINARES.....                                         | 36 |
| 9      | PROPUESTA DE DISEÑO.....                                  | 39 |
| 9.1    | PROPUESTA DE DISEÑO DEL SALÓN COMUNAL .....               | 39 |
| 9.1.1  | Generalidades .....                                       | 41 |
| 9.1.2  | Metodología.....                                          | 42 |
| 9.1.3  | Análisis estructural .....                                | 43 |
| 9.1.4  | Cargas .....                                              | 43 |
| 9.1.5  | Cargas muertas y cargas vivas .....                       | 45 |
| 9.1.6  | Carga sísmica.....                                        | 45 |
| 9.1.7  | Cargas de viento .....                                    | 49 |
| 9.1.8  | Derivas .....                                             | 51 |
| 9.1.9  | Calculo de vigas aéreas Va-1 .....                        | 51 |
| 9.1.10 | Columnas .....                                            | 56 |
| 9.1.11 | Cálculo de placa de contrapiso salón comunal .....        | 58 |

|        |                                                                  |     |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1.12 | Diseño de zapatas de cimentación .....                           | 62  |
| 9.1.13 | Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo .....                   | 68  |
| 9.1.14 | Diseño de viga cimentación .....                                 | 70  |
| 9.1.15 | Cálculo de vigas de cimentación .....                            | 71  |
| 9.1.16 | Losa maciza en una dirección placa de tanque 1000 litros .....   | 72  |
| 9.1.17 | Diseño de mampostería no estructural .....                       | 75  |
| 9.1.18 | Diseño de elementos a flexión no arriostrados lateralmente ..... | 76  |
| 9.1.19 | Diseño elementos metálicos estructurales .....                   | 78  |
| 9.2    | PROPUESTA DE DISEÑO POLIDEPORTIVO .....                          | 79  |
| 9.2.1  | Generalidades .....                                              | 79  |
| 9.2.2  | Metodología .....                                                | 80  |
| 9.2.3  | Cargas .....                                                     | 81  |
| 9.2.4  | Carga Muerta y viva .....                                        | 83  |
| 9.2.5  | Carga sísmica .....                                              | 83  |
| 9.2.6  | Cargas de viento .....                                           | 87  |
| 9.2.7  | Análisis estructural .....                                       | 89  |
| 9.2.8  | Derivas .....                                                    | 89  |
| 9.2.9  | Verificación del diseño de Vigas y columnas .....                | 89  |
| 9.2.10 | Diseño de la cimentación .....                                   | 95  |
| 10     | ELABORACION DEL PRESUPUESTO .....                                | 100 |
| 10.1   | PRESUPUESTO DEL SALON COMUNAL .....                              | 100 |
| 10.2   | PRESUPUESTO PLACA DEPORTIVA .....                                | 102 |
| 11     | RESULTADOS E IMPACTOS .....                                      | 108 |
| 11.1   | RESULTADOS ESPERADOS .....                                       | 108 |
| 11.2   | IMPACTOS .....                                                   | 108 |
| 12     | CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....                            | 109 |
| 12.1   | CONCLUSIONES .....                                               | 109 |
| 12.2   | TRABAJOS FUTUROS .....                                           | 109 |
| 13     | BIBLIOGRAFÍA .....                                               | 111 |

## **LISTA DE TABLAS**

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 / Generalidades Salón comunal .....                                       | 41 |
| Tabla 2 / Coeficientes de las combinaciones de cargas .....                       | 43 |
| Tabla 3: salón comunal, Cargas muertas y cargas vivas .....                       | 45 |
| Tabla 4 / Peso salón comunal .....                                                | 45 |
| Tabla 5: salón comunal, Parámetros fuerza horizontal equivalente .....            | 46 |
| Tabla 6 / Ecuaciones y límites para el espectro de diseño .....                   | 46 |
| Tabla 7 / Irregularidades Coeficiente de disipación de energía .....              | 47 |
| Tabla 8 / Calculo irregularidad torsional .....                                   | 47 |
| Tabla 9 / Periodo fundamental .....                                               | 48 |
| Tabla 10 / periodo aproximado y verificación $T < C_u T_a$ .....                  | 48 |
| Tabla 11 / Fuerza sísmica .....                                                   | 49 |
| Tabla 12 / DIMENSIONES GENERALES DE LA ESTRUCTURA .....                           | 49 |
| Tabla 13 / Resumen Evaluación de las paredes y clasificación de cerramiento ..... | 49 |
| Tabla 14 / Coeficientes fuerza de viento .....                                    | 50 |
| Tabla 15 / Datos para calculo Factor ráfaga .....                                 | 50 |
| Tabla 16 / Carga de viento para teja y correas .....                              | 51 |
| Tabla 17 / Generalidades Viga cimentación Va-1 .....                              | 52 |
| Tabla 18 / Cargas y Materiales Va-1 .....                                         | 52 |
| Tabla 19 / Datos diseño a flexión Va-1 .....                                      | 53 |
| Tabla 20 / DISEÑO A CORTANTE .....                                                | 53 |
| Tabla 21/ Diseño a Torsión y chequeo Va-1 .....                                   | 54 |
| Tabla 22 / propiedades de la sección Va-1 .....                                   | 54 |
| Tabla 23 / revisión de la sección de concreto .....                               | 54 |
| Tabla 24 / Refuerzo transversal requerido por torsión .....                       | 55 |
| Tabla 25 / Selección de los estribos .....                                        | 55 |
| Tabla 26 / Refuerzo longitudinal por torsión .....                                | 55 |
| Tabla 27 / revisión de diseño a Flexión y carga axial columnas .....              | 56 |
| Tabla 28 / revisión cortante Columnas .....                                       | 57 |
| Tabla 29 / Refuerzo y diagrama Columna .....                                      | 57 |
| Tabla 30 / Espesor mínimo y Cargas losa maciza .....                              | 58 |
| Tabla 31 / Franjas centrales .....                                                | 59 |
| Tabla 32 / Diseño Flexión refuerzo superior franja central .....                  | 59 |
| Tabla 33 / Diseño Flexión refuerzo inferior franja central .....                  | 60 |
| Tabla 34 / Diseño Flexión refuerzo superior franja de columnas .....              | 60 |
| Tabla 35 / Diseño Flexión refuerzo inferior franja de columnas .....              | 61 |
| Tabla 36 / Calculo de cortante Placa Contrapiso .....                             | 61 |
| Tabla 37 / Cargas de Servicio Zapata Central ( Z1 ) .....                         | 62 |
| Tabla 38 / Pre-Dimensionamiento Zapata Central ( Z1 ) .....                       | 63 |
| Tabla 39 / Excentricidad y Presiones en el Suelo .....                            | 63 |
| Tabla 40 / Verificaciones de la zapata Z1 .....                                   | 64 |
| Tabla 41 / Verificación de cortante Bidireccional Z1 .....                        | 64 |
| Tabla 42 / Dirección larga y corta Z1 .....                                       | 64 |
| Tabla 43 / Altura mínima de desplante Z1 .....                                    | 64 |
| Tabla 44 / Longitud de desarrollo Z1 .....                                        | 65 |
| Tabla 45 / Resistencia al aplastamiento Z1 .....                                  | 65 |
| Tabla 46 / Refuerzo Dirección corta Abajo Z1 .....                                | 65 |
| Tabla 47 / Refuerzo Dirección Largo abajo Z1 .....                                | 65 |
| Tabla 48 / Refuerzo Dirección Larga y corta arriba Z1 .....                       | 66 |
| Tabla 49 / Ecuaciones Coeficiente de balasto .....                                | 67 |
| Tabla 50 / Ecuaciones Fuerza de tracción y tensiones de la zapata Z2 .....        | 67 |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 51 / Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo Z2.....                                                 | 68  |
| Tabla 52 / Pre-Dimensionamiento Z2 .....                                                                    | 68  |
| Tabla 53 / Excentricidad y Presiones en el Suelo Z2.....                                                    | 69  |
| Tabla 54 / Verificación del Punzonamiento.....                                                              | 69  |
| Tabla 55 / Cortante Unidireccional Z2.....                                                                  | 69  |
| Tabla 56 / Diseño a flexión Z2.....                                                                         | 70  |
| Tabla 57 / Diseño Viga de cimentación.....                                                                  | 70  |
| Tabla 58 / Diseño de viga virtual .....                                                                     | 70  |
| Tabla 59 / 9.3.2      Aplastamiento (NSR-10 C.10.14) .....                                                  | 71  |
| Tabla 60 / Altura mínima de desplante .....                                                                 | 71  |
| Tabla 61 / Generalidades Viga cimentación Vc-1 .....                                                        | 71  |
| Tabla 62 / Diseño de cortante Vc-1.....                                                                     | 72  |
| Tabla 63 / Área de acero mínimo Vc-1 (ver especificaciones en la memoria de calculo del slaon comunal)..... | 72  |
| Tabla 64 / Placa para tanque de 1000 L .....                                                                | 73  |
| Tabla 65 / Determinación de Área de acero Loza maciza para Tanque 1000 L .....                              | 73  |
| Tabla 66 / Acero de refuerzo Loza maciza para Tanque de 1000. L.....                                        | 73  |
| Tabla 67 / Solicitaciones .....                                                                             | 74  |
| Tabla 68 / Generalidades del diseño de mampostería no estructural .....                                     | 75  |
| Tabla 69/ Características elementos no estructurales .....                                                  | 75  |
| Tabla 70 / Fuerza sísmica mampostería no estructural .....                                                  | 76  |
| Tabla 71 / Revisión diseño Flexión y cortante de las Dovelas.....                                           | 76  |
| Tabla 72 / Generalidades del Tubo rectangular 150x50x3mm ASTM A500 .....                                    | 77  |
| Tabla 73 / Momentos de tubo rectangular 150x50x3 mm.....                                                    | 77  |
| Tabla 74 / Revisión tubo 150x50x3 mm.....                                                                   | 78  |
| Tabla 75 / Generalidades Polideportivo .....                                                                | 79  |
| Tabla 76 / Coeficientes de las combinaciones de cargas.....                                                 | 81  |
| Tabla 77 / Polideportivo, Cargas muertas y cargas vivas .....                                               | 83  |
| Tabla 78 / Peso Polideportivo .....                                                                         | 83  |
| Tabla 79: salón comunal, Parámetros fuerza horizontal equivalente .....                                     | 84  |
| Tabla 80 / Ecuaciones y límites para el espectro de diseño .....                                            | 84  |
| Tabla 81 / Irregularidades Coeficiente de disipación de energía.....                                        | 85  |
| Tabla 83 / periodo aproximado y verificación $T < C_u T_a$ .....                                            | 86  |
| Tabla 84 / Fuerza sísmica .....                                                                             | 86  |
| Tabla 85 / DIMENSIONES GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....                                                      | 87  |
| Tabla 86 / Coeficientes fuerza de viento .....                                                              | 87  |
| Tabla 87 / Datos para calculo Factor ráfaga .....                                                           | 88  |
| Tabla 88 / Carga de viento para teja y correas .....                                                        | 89  |
| Tabla 90 / Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo .....                                                   | 95  |
| Tabla 91 / Pre-Dimensionamiento Zapata Central.....                                                         | 96  |
| Tabla 92 / Excentricidad y Presiones en el Suelo.....                                                       | 96  |
| Tabla 93 / Verificaciones de la zapata ZP-1 .....                                                           | 97  |
| Tabla 94 / Verificación de cortante Bidireccional .....                                                     | 97  |
| Tabla 95 / Dirección larga y corta ZP-1.....                                                                | 97  |
| Tabla 96 / Altura mínima de desplante ZP-1.....                                                             | 97  |
| Tabla 97 / Longitud de desarrollo ZP-1 .....                                                                | 97  |
| Tabla 98 / Resistencia al aplastamiento ZP-1.....                                                           | 97  |
| Tabla 99 / Refuerzo Dirección corta Abajo .....                                                             | 98  |
| Tabla 100 / Refuerzo Dirección Largo abajo.....                                                             | 98  |
| Tabla 101 / Refuerzo Dirección Larga y corta arriba .....                                                   | 99  |
| Tabla 102 Tabla de resultados.....                                                                          | 108 |
| Tabla 103 Impactos .....                                                                                    | 108 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Espectro Elastico de Aceleraciones de Diseño Como Fraccion de Gravedad .....                                                               | 19 |
| Figura 2 Clasificación de los Perfiles de Suelo .....                                                                                               | 20 |
| Figura 3 Orientación del eje longitudinal la placa polideportiva .....                                                                              | 22 |
| Figura 4 Esquema de configuración para graderías .....                                                                                              | 23 |
| Figura 5 Esquema de ubicación de graderías .....                                                                                                    | 23 |
| Figura 6 Malla contra impacto .....                                                                                                                 | 24 |
| Figura 7 Esquema de configuración de malla y poste en cancha de voleibol–vista lateral.....                                                         | 26 |
| Figura 8 Ubicación geográfica a nivel nacional.....                                                                                                 | 30 |
| Figura 9 Ubicación geográfica a nivel departamental .....                                                                                           | 31 |
| Figura 10 Ubicación del barrio y equipamiento a nivel municipal .....                                                                               | 31 |
| Figura 11 Ubicación del equipamiento local y comunitario .....                                                                                      | 32 |
| Figura 12 terremoto disponible para salon comunal y placa deportiva.....                                                                            | 37 |
| Figura 13 terremoto disponible para salon comunal y placa deportiva.....                                                                            | 37 |
| Figura 14 terremoto disponible para salon comunal y placa deportiva.....                                                                            | 38 |
| Figura 15 Ronda de Caño del terreno.....                                                                                                            | 38 |
| Figura 16 Planta arquitectonica del salon comunal (ver plano ARQ 01) .....                                                                          | 40 |
| Figura 17 Fachadas principales del salon comunal (ver plano ARQ 03).....                                                                            | 40 |
| Figura 18 Configuración general del modelo .....                                                                                                    | 42 |
| Figura 19 Espectro de diseño .....                                                                                                                  | 46 |
| Figura 20 Planta de vigas aéreas.....                                                                                                               | 51 |
| Figura 21 Diagrama diseño a flexión Va-1 (ver detalles en el plano E02 y E03) .....                                                                 | 52 |
| Figura 22 Despiece refuerzo Va-1 (ver detalles en el plano E02 y E03).....                                                                          | 53 |
| Figura 23 Diagrama de cortante , momento y deflexión de la viga Va-1 .....                                                                          | 55 |
| Figura 24 Diagrama de interacción de columnas.....                                                                                                  | 56 |
| Figura 25 Losa maciza en dos direcciones .....                                                                                                      | 58 |
| Figura 26 Diagrama de refuerzo placa (ver detalles en el plano E02).....                                                                            | 62 |
| Figura 27 Diagrama zapata (Z1) .....                                                                                                                | 63 |
| Figura 28 Esquema final de la zapata 1 (Z1) (ver plano E01) (ver reacciones para cargas de viento en la memoria de cálculo del salón comunal) ..... | 66 |
| Figura 29 Diagrama Zapata Z2 .....                                                                                                                  | 67 |
| Figura 30 Diagrama Zapata esquinera (Z2).....                                                                                                       | 68 |
| Figura 31 Diagrama Viga Virtual .....                                                                                                               | 71 |
| Figura 32 Despiece losa maciza para tanque de 1000 L (ver plano E05) .....                                                                          | 74 |
| Figura 33 Representación gráfica del tubo rectangular 150x50x3 mm .....                                                                             | 77 |
| Figura 34 modelo cercha.....                                                                                                                        | 78 |
| Figura 35 ver memoria de cálculo. ....                                                                                                              | 80 |
| Figura 36 / Espectro de diseño .....                                                                                                                | 84 |
| Figura 37 / Columna C-01 .....                                                                                                                      | 90 |
| Figura 38 / Viga V-01 .....                                                                                                                         | 91 |
| Figura 39 / Viga de cimentación Vc-01 .....                                                                                                         | 91 |
| Figura 40 / asignación pseudo aceleración al modelo .....                                                                                           | 92 |
| Figura 41 / Asignación de la carga muerta .....                                                                                                     | 92 |
| Figura 42 / Cargas de cercha a sistema de resistencia sísmica.....                                                                                  | 93 |
| Figura 43 / Asignación de la carga neta de viento .....                                                                                             | 93 |
| Figura 44 / Porcentaje Refuerzo Longitudinal Columnas .....                                                                                         | 94 |
| Figura 45 / Porcentaje Refuerzo Cercha metálica .....                                                                                               | 94 |
| Figura 46 / Diagrama zapata ZP-1 .....                                                                                                              | 96 |
| Figura 47 / Dimensiones de la zapata.....                                                                                                           | 97 |
| Figura 48 / esquema Zapata ZP-1 .....                                                                                                               | 99 |

## **1 INTRODUCCIÓN**

Este proyecto de grado busca realizar el diseño de un salón comunal y de un polideportivo que tenga la funcionalidad de canchas mixtas de baloncesto, fútbol y voleibol, además de los elementos de anclaje, soporte, graderías y cubierta, como solución a la problemática social evidenciada en el barrio Villa Juliana, en el municipio de Villavicencio.

Actualmente el barrio presenta bajos niveles de prácticas deportivas debido a que la legalización del barrio se realizó el 26 de septiembre de 2018, por lo que NO cuenta con la infraestructura adecuada para deportes y recreación, esta situación genera que la práctica del ejercicio se desarrolle en lugares adaptados e improvisados artesanalmente por la comunidad, por lo tanto, aumenta el riesgo de lesiones físicas según la organización mundial de la salud (OMS) “Las caídas son un importante problema mundial de salud pública. Se calcula que anualmente se producen 646 000 caídas mortales... Las lesiones relacionadas con las caídas tienen un costo económico considerable” [2]

La comunidad cuenta con un salón comunal, pero este es demasiado pequeño por lo que, al realizar las reuniones comunitarias, deben hacerlo de forma improvisada y a la intemperie en el terreno donde han adaptado una cancha en piso de tierra, para deportes y recreación.

El interés primordial para adecuar los equipamientos local y comunitario donados por la comunidad, es generar un espacio de recreación y disminuir las zonas identificadas como sitios inseguros, donde según el documento técnico de soporte realizado para la legalización del barrio en el año 2018 por UNHCR ACNUR y la corporación OPCION LEGAL [3], afirma que se presentan altos índices de consumo de sustancias alucinógenas en horas de la noche, otro de los intereses es cumplir con las acciones de mejoramiento estipuladas en el documento técnico antes mencionado en donde se deben realizar las acciones del plan de mejoramiento integral adoptados del acuerdo No 287 de 2015 del CONCEJO MUNICIPAL DE VILLAVICENCIO [4], en donde se especifican las acciones a desarrollar para los espacios públicos y equipamientos sociales según las necesidades de la población.

Debido a que la actividad física es reconocida a nivel internacional como medios para el desarrollo humano, económico y social, y Según el artículo 52 de la constitución “El ejercicio del deporte, sus manifestaciones recreativas, competitivas y autóctonas tienen como función la formación integral de las personas, preservar y desarrollar una mejor salud en el ser humano.” [5].

## **2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El barrio VILLA JULIANA se localiza al sur de Villavicencio en la comuna 8. Aunque desde el 4 de mayo de 1999, las primeras familias tomaron posesión de los lotes que habían negociado con la Asociación Empresa Solidaria De Vivienda, hasta el año 2018 se realizó el estudio urbanístico para la legalización de dicho barrio.

Según el estudio urbanístico realizado por la alcaldía municipal de Villavicencio [3], la población presenta bajos niveles de práctica deportiva y no hay incentivos para el deporte, esto puede generar sedentarismo y verse reflejado en el incremento de la población con sobrepeso u obesidad. Actualmente el lugar que se tiene adaptado para la práctica de deporte es una cancha de tierra sin equipamiento, lo cual aumenta el riesgo de lesiones.

Por otro lado, el desinterés en la práctica deportiva lleva a un inadecuado aprovechamiento del tiempo libre y de la calidad de vida de las personas, esto sumado a que la tasa de desempleo dentro de la comunidad es del 24%, y que el 33% de la población son víctimas del conflicto armado y/o se encuentra en vulnerabilidad, además que 11.28% de la población menor de 18 años se encuentra desescolarizada, muestra que gran parte de la población cuenta con mucho tiempo libre y ningún lugar adecuado en donde puedan ocupar este tiempo, por lo cual no sorprende que el estudio urbanístico mencione que se identifica un alto consumo de sustancias alucinógenas especialmente en las zonas donde no hay iluminación y en horarios nocturnos.

Además, aunque el asentamiento cuenta con una caseta comunal, las actividades masivas no se pueden desarrollar en ella, porque no es lo suficientemente amplia para todos los habitantes de la comunidad.

### **3 JUSTIFICACIÓN**

El barrio Villa Juliana, legalizado en el año 2018, no cuenta con la infraestructura adecuada para la recreación, en los lugares destinados por la comunidad como equipamiento local y comunitario, destinados para un salón comunal y espacio de recreación, se encuentra una cancha de futbol en tierra que no cuenta con ninguna dotación, al mismo tiempo este espacio se utiliza para desarrollar las actividades comunitarias, una de las mayores preocupaciones, es que se ha identificado esta zona como uno de sitios inseguros en el barrio, presenta especial inquietud debido al aumento de consumo de sustancias alucinógenas.

Este proyecto busca disponer de los equipamientos de la comunidad con el fin de realizar el diseño estructural de un polideportivo y un salón comunal para el desarrollo de las actividades comunitarias, de recreación y deporte, con el fin de facilitar el proceso de gestión para la financiación y construcción del proyecto.

El gobierno debe ofrecer a sus ciudadanos bienestar, al suministrar servicios como salud, educación, deporte, cultura, seguridad entre otras. El deporte tiene un papel fundamental en la comunidad, como motor de cambio social, se ha convertido en una opción para el desarrollo profesional en los años recientes, por lo cual se debe impulsar como alternativa viable de desarrollo social, económico y cultural.

el deporte no solo cubre las necesidades relacionadas con la práctica deportiva, si no que ayuda de forma indirecta problemas de salud, cultura y seguridad. “el desarrollo de prácticas deportivas trae consigo hábitos de vida saludable, ocupación del tiempo libre y desarrollo de plan de vida a través del deporte como esa herramienta que permite trazar metas y alcanzarlas”. [10]

De acuerdo con lo anterior el proyecto de la construcción de un polideportivo con cancha múltiple para futbol, básquet y voleibol, pretende incrementar los niveles de práctica deportiva, al brindar escenarios de acceso público en buenas condiciones para la práctica deportiva y brinda opciones para ocupar el tiempo libre, mejorando la calidad de vida de las personas y alejándolas de prácticas nocivas como el consumo de sustancias alucinógenas o la delincuencia.

Además, al proporcionar equipamiento comunitario (salón comunal) se podrán realizar las reuniones de la junta de acción comunitaria de manera eficiente, donde puedan tomarse las decisiones con respecto al asentamiento, que permitan un mejor desarrollo de la comunidad.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar propuesta de diseño de un polideportivo tipo cancha múltiple y un salón comunal, que cumplan con los lineamientos técnicos estipulados en las normativas vigentes, necesarias para la habilitación del equipamiento local y comunitario en el barrio VILLA JULIANA.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Adaptar los espacios donados por la comunidad al diseño estructural del polideportivo y salón comunal.
- Analizar las características geotécnicas de la zona destinada para el proyecto.
- Elaborar la propuesta de diseño arquitectónico, estructural y cimentación de las estructuras, además de realizar un modelo digital en un software de elementos finitos.
- Especificar los elementos no estructurales necesarios para el desarrollo de las actividades deportivas.
- Elaborar presupuesto considerando la gestión social propuesta en mano de obra no calificada dentro de la comunidad.

## **5 ALCANCE**

Este proyecto tiene como objetivo entregar una propuesta de diseño estructural de un polideportivo tipo cancha múltiple y un salón comunal, en el barrio Villa Juliana, para el desarrollo de actividades recreativas y comunitarias, como solución a las problemáticas sociales y como ayuda indirecta a problemas de salud, cultura y seguridad. A continuación, se especifican el alcance de las actividades a realizar:

Analizar el terreno en donde se va a realizar el diseño del proyecto mediante el levantamiento topográfico, estudio de suelo (apique), y revisión de las acometidas eléctricas e hidráulicas en el área, mediante planos de los entes encargados.

Teniendo en cuenta los requerimientos de la comunidad la propuesta de diseño del salón comunal debe incluir los siguientes parámetros: capacidad mínima de 300 personas sentadas, cocina, depósito, dos baños, una ducha y dos oficinas.

El diseño arquitectónico del polideportivo se basa en el proyecto tipo del departamento nacional de planeación DNP “Construcción y dotación de una placa polideportiva”, modificado según las solicitudes de la comunidad y condiciones del terreno.

Se realiza la revisión del diseño sismo resistente mediante un modelo de cada una de las estructuras en un Software de elementos finitos, que cumpla con los lineamientos técnicos establecidos por la NSR-10.

Los elementos no estructurales contemplados para el desarrollo de los cinco deportes requieren una dotación mínima para el buen uso de las actividades; por lo que se realiza un análisis de la dotación necesaria para cada actividad deportiva.

Costo de la construcción del proyecto de la propuesta de diseño planteada

- Se realiza un análisis de presupuesto y cantidades de obra, para el proceso constructivo

Entregables

- Documento de propuesta de diseño, con memorias de cálculo, planos arquitectónicos, estructural.
- Documento de los elementos no estructurales necesarios para el desarrollo adecuado de los deportes.
- Presupuesto del costo de la construcción de la propuesta de diseño planteada

## **6 MARCO DE REFERENCIA**

### **6.1 MARCO TEÓRICO**

#### **6.1.1 Cargas**

A continuación, se describen los distintos tipos de cargas que se deben considerar para el diseño del proyecto tipo “Placa Polideportiva Cubierta” del departamento nacional de planeación, las cuales servirán de base para el desarrollo de la propuesta de diseño del polideportivo.

#### **6.1.2 Carga Muerta**

Hace referencia a las cargas de los elementos permanentes, incluyendo el peso propio de la estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación [6].

#### **6.1.3 Carga Viva**

Son aquellas producidas durante la construcción, mantenimiento y operación de las estructuras, estas no incluyen las cargas ambientales tales como viento y sismo. Para las cubiertas se deben considerar:

- a) “Los materiales, equipos y trabajadores utilizados en el mantenimiento de la cubierta 2”
- b) “Las causadas por objetos móviles, tales como materas u otros objetos decorativos, y por las personas que tengan acceso a ellas.” [6]

#### **6.1.4 Efectos dinámicos**

Cuando una edificación se encuentre expuesta a excitaciones dinámicas producidas por el público, tales como: coliseos, estadios, teatros, gimnasios, pistas de baile, centros de reunión o similares.

Se debe asegurar frecuencias naturales verticales iguales o superiores a 5Hz (periodos naturales verticales menores de 0.2s)

### 6.1.5 Cargas Empozamiento de Agua y de Granizo

El empozamiento de agua se debe a la obstrucción en los sistemas de drenaje de la cubierta, “La carga de empozamiento de agua,  $L_e$ , se determina con base en el volumen de agua que es posible contener hasta que se alcance el nivel de los elementos del sistema auxiliar de evacuación del exceso de agua, como se indica en B.4.8.2. de la NSR-10” [6]

“Las cargas de granizo,  $G$ , deben tenerse en cuenta en las regiones del país con más de 2 000 metros de altura sobre el nivel del mar o en lugares de menor altura donde la autoridad municipal o distrital así lo exija.” [6]

### 6.1.6 Carga de Sismo

Se refiere a las cargas que se determinan mediante los espectros de diseño, estos ya están definidos por la NSR-10 en cada zona del país. Para determinar el espectro de diseño, se debe establecer la zona de amenaza sísmica, el tipo de perfil del suelo y varios coeficientes para poder determinar el espectro de aceleraciones, expresado como fracción de la gravedad, con un coeficiente de 5% del amortiguamiento crítico para el diseño.

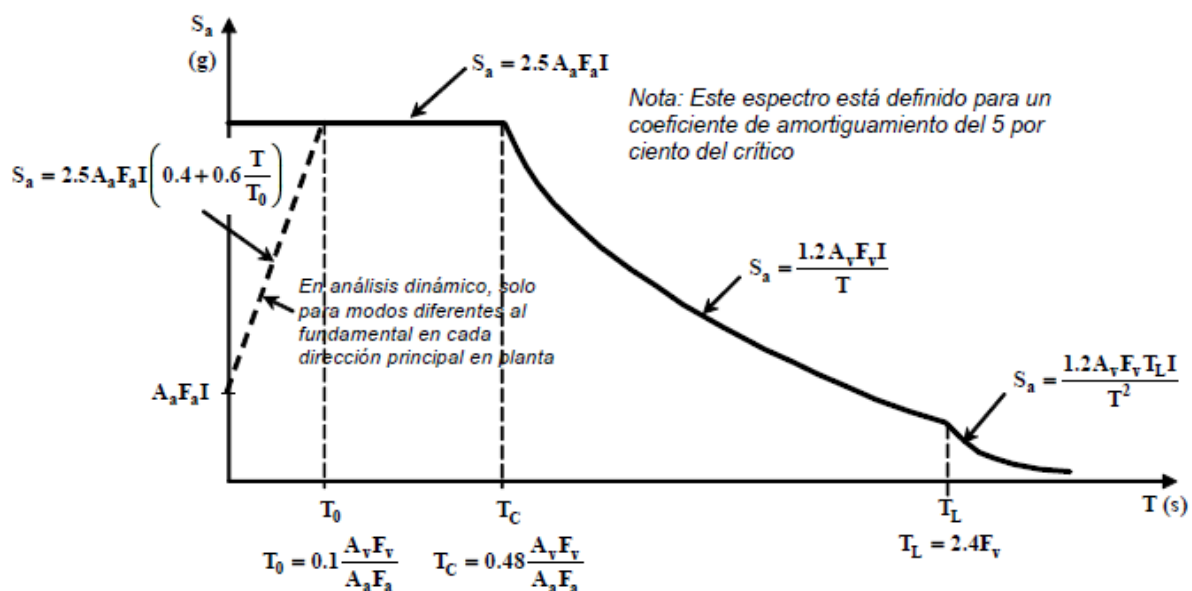


Figura 1 Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño Como Fracción de Gravedad  
Fuente: [6]

### 6.1.6.1 Definición del tipo de suelo

Para determinar el tipo de suelo, se evalúan los siguientes parámetros medidos in situ de los 30m superiores del perfil: la velocidad media de la onda de corte ( $\bar{V}_s$ ), el número medio de golpes del SPT ( $\bar{N}$ ), la resistencia al corte ( $\bar{S}_u$ ), el índice de plasticidad (IP) y el contenido de agua (w). la clasificación se da en la siguiente tabla:

| Tipo de perfil | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Definición                                                                                                                                  |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>       | Perfil de roca competente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\bar{V}_s \geq 1500$ m/s                                                                                                                   |
| <b>B</b>       | Perfil de roca de rigidez media                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760$ m/s                                                                                                 |
| <b>C</b>       | Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$ m/s                                                                                                  |
|                | perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\bar{N} \geq 50$ , o<br>$\bar{S}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )                                                       |
| <b>D</b>       | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180$ m/s                                                                                                  |
|                | perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $50 > \bar{N} \geq 15$ , o<br>$100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$ |
| <b>E</b>       | Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$                                                                                                               |
|                | perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>IP</b> > 20<br><b>w</b> $\geq$ 40%<br>$50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u$                                       |
| <b>F</b>       | Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:<br><b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.<br><b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).<br><b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> > 7.5 m con Índice de Plasticidad <b>IP</b> > 75)<br><b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> > 36 m) |                                                                                                                                             |

Figura 2 Clasificación de los Perfiles de Suelo

Fuente: [6]

### 6.1.7 Definición de la configuración estructural

La configuración estructural no está definida simplemente por la forma exterior y tamaño de la estructura, también se deben tomar en cuenta su naturaleza, dimensiones y la localización de los elementos estructurales, y no estructurales, pues estos factores afectan el comportamiento ante las solicitaciones sísmicas.

#### 6.1.7.1 Reducción del valor de R

Para las estructuras clasificadas como irregulares, se debe reducir el coeficiente de capacidad de disipación de energía **R** utilizado para el diseño, de la siguiente manera

$$R = \Phi_a \Phi_p \Phi_r R_o$$

$\Phi_p$ : Debido a irregularidades en planta <sup>1</sup>

$\Phi_a$ : Debido a irregularidades en altura <sup>2</sup>

$\Phi_r$ : Debido a ausencia de redundancia

$R_o$ : Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural [6]

## 6.2 MARCO CONCEPTUAL

### 6.2.1 Medidas de demarcación por deporte

Coldeportes es la entidad encargada de avalar las medidas de las demarcaciones en las zonas de juego para los diferentes deportes, en este proyecto se establecieron tres (3): fútbol de salón, voleibol y baloncesto. Lo que se busca es asegurar que se desarrollen de manera adecuada todas las actividades deportivas que se realicen en el polideportivo.

#### 6.2.1.1 Fútbol de salón

Las medidas para el campo de juego de fútbol de salón son de 28.10m x 17m, desde el borde exterior de la demarcación. Se establece una franja de seguridad de 2m de ancho en las líneas laterales y en las líneas de meta, además, si se proyectan zonas para espectadores (graderías), estas se deben separar del área de juego, para que no exista riesgo de lesiones en los jugadores. Todas las líneas deben tener un ancho de 80mm y ser de color amarillo

#### 6.2.1.2 Baloncesto

Las medidas para el campo de juego de Baloncesto son de 28m x 15m, desde el borde interior de la demarcación. Se establece una franja de seguridad de 2m alrededor de la cancha. Si se proyectan zonas para espectadores (graderías), estas se deben separar del área de juego con la mayor demarcación, para que no exista riesgo de lesiones en los jugadores. Todas las líneas deben tener un ancho de 5 cm y ser de color blanco.

#### 6.2.1.3 Voleibol

Las medidas para el campo de juego de voleibol son de 18m x 9m, adicional a esto se debe dejar una zona libre de 3m de ancho alrededor de la cancha (para canchas recreativas y formativas). Las medidas están tomadas desde el borde exterior de la demarcación. Si se proyectan zonas para espectadores (graderías),

---

<sup>1</sup> Cuando una edificación tiene varios tipos de irregularidad en planta simultáneamente, se aplicará el menor valor de  $\Phi_p$ .

<sup>2</sup> Cuando una edificación tiene varios tipos de irregularidad en altura simultáneamente, se aplicará el menor valor de  $\Phi_a$

estas se deben separar del área de juego con la mayor demarcación, para que no exista riesgo de lesiones en los jugadores. Todas las líneas deben tener un ancho de 5 cm y ser de color verde.

De acuerdo lo anterior, podemos establecer que el área de juego mínima para asegurar el apropiado desarrollo de actividades deportivas y que sea avalada por Coldeportes es de 32m x 21m; adicionalmente a esto se deja una altura mínima de 7m para practica recreativa y formativa, libre de cualquier obstáculo (parte inferior de la cubierta, vigas, luminarias o cualquier elemento) en el espacio correspondiente al área de juego. [6]

### **6.2.2 Orientación y área**

La orientación del campo de juego debe ser en sentido norte-sur, aunque se puede tomar una rotación máxima de 22° hacia el nororiente o noroccidente, al tener en cuenta la relación del sol y las condiciones climáticas que se presenten en el lugar donde se proyecte el polideportivo

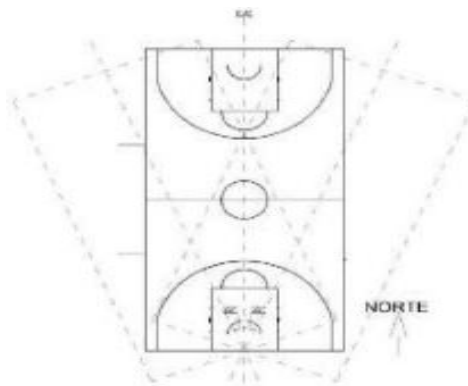


Figura 3 Orientación del eje longitudinal la placa polideportiva  
Fuente: [6]

### **6.2.3 Graderías**

Se diseñan de manera tal, que todos los espectadores sentados disfruten de la adecuada visibilidad del área en que se desarrollen las actividades de práctica deportiva. “La visibilidad se determina mediante el trazado de una línea visual tomada desde el ojo del observador situado en última fila de las graderías hasta un punto límite del campo de juego situado en el piso. Para que haya visibilidad, la línea deberá pasar por encima de las cabezas de los espectadores” [6]

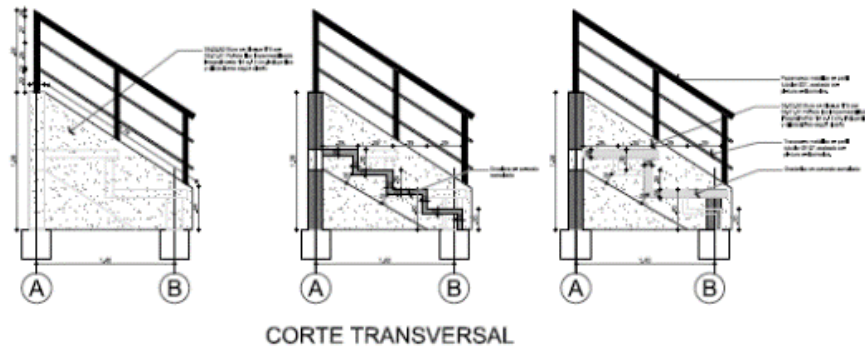


Figura 4 Esquema de configuración para graderías  
Fuente: [6]

Lo más recomendado es ubicar las graderías en el sector occidental para que el ocaso sea detrás de los espectadores.

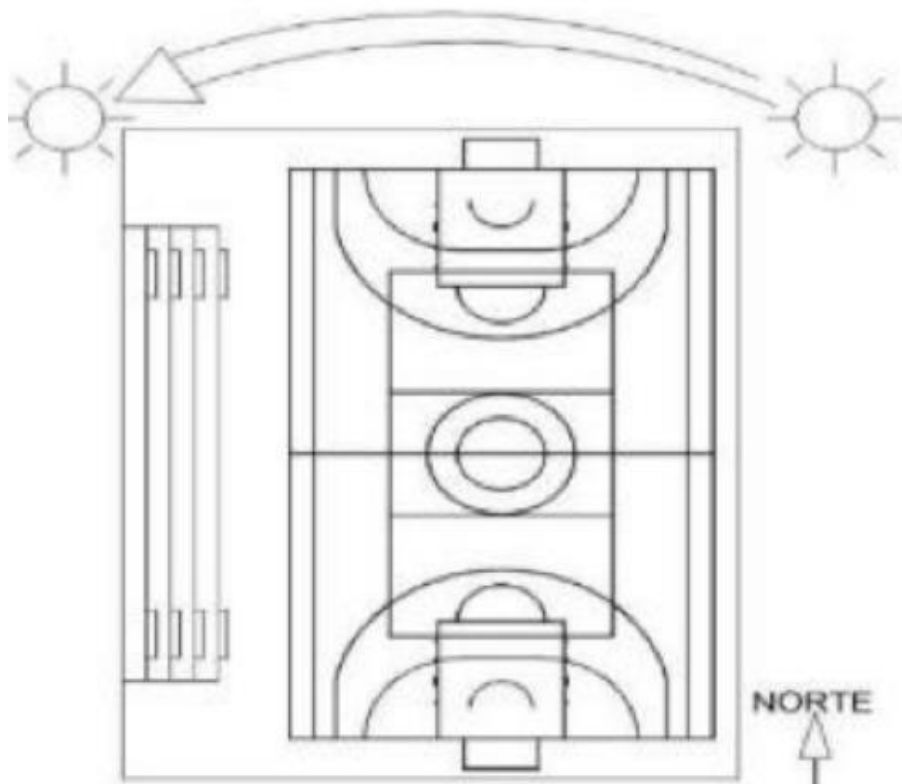


Figura 5 Esquema de ubicación de graderías  
Fuente: [6]

#### 6.2.4 Dotación

Para el desarrollo adecuado de cada deporte se requiere una dotación de elementos específicos en lo relacionado con las redes y sus soportes. Se debe

considerar como parte de la construcción: la demarcación y los arcos de fútbol de salón, integrados con los tableros de baloncesto.

A continuación, se especificarán los distintos elementos que son considerados dotación para el polideportivo y sus características de acuerdo con el proyecto tipo del departamento nacional de planeación:

#### **6.2.4.1 Malla contra impacto (referencia IDRD)**

Las mallas contra impacto se usan cuando se necesite proteger o aislar a los observadores, las construcciones vecinas, los transeúntes o equipamientos ubicados detrás de las líneas de meta.

Malla contra impacto de 5m de altura para cancha múltiple con entramado de tubo estructural de 3" conforme a los planos estructurales, incluye pintura anticorrosiva y dos manos de esmalte. Esta malla contra impacto esta soportada sobre una viga de concreto hidráulico de resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (3.000psi) de longitud 15,30m y sección de 0,40m x 0,30m. Se debe tener en cuenta que la viga sobresale a cada lado de la malla contra impacto 0,15m. [6]

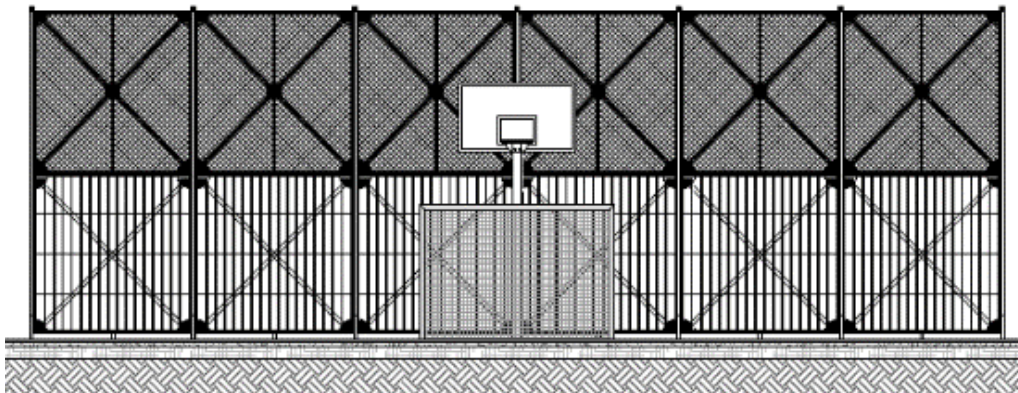


Figura 6 Malla contra impacto  
Fuente: [6]

#### **6.2.4.2 Fútbol de salón**

Portería múltiple fija

Porterías para fútbol de salón, elaboradas con tubo ovalado de aluminio de 120mm x 100mm, en color blanco, desmontables en 3 piezas (larguero y 2 postes)

Los arcos están ubicados en el centro de cada línea de meta, estos consisten en dos (2) postes verticales en metal o madera, pueden ser redondos o cuadrados de 8cm de diámetro o lado. Se unen por una viga similar ubicada en la parte superior.

Las medidas interiores entre los postes verticales serán de 3m de largo y 2m de altura entre la viga horizontal y el piso. Las redes serán de nylon, yute o algún material sintético de mallas cuadradas que se sujetan a los postes y vigas, y en la parte inferior por algún soporte adecuado [6].

El balón contará con las siguientes especificaciones: una calibración de 9lb y para su condición aerodinámica al ser lanzado desde de 2m de altura, el primer bote no deberá pasar los 30 cm y el segundo no más de 10 cm. [7]

El peso y la circunferencia varían de acuerdo al rango de edad: para la categoría masculina o femenina de 13 a 16 años, la circunferencia mínima es de 60cm y máxima es de 62cm, con un peso que oscila entre 400g y 430g; para las categorías menores de 12 años, la circunferencia mínima es de 53cm y máxima es de 55cm, con un peso entre 320g y 350g

## **6.2.5 Baloncesto**

### **6.2.5.1 Soportes redes y balones**

Para los tableros se pueden usar distintos materiales, por ejemplo: fibra de vidrio compuesta, grafito, acrílico, vidrio, acero y aluminio. Sus medidas son 1,80 m x 1,05 m con un recuadro de 0,45 m x 0,59 m [6]. Se requiere una (1) malla para cada aro, están deben retener momentáneamente el balón después de atravesar el aro durante los eventos de competencia deportiva.

En el reglamento publicado por la Federación Internacional de Baloncesto Zona de las Américas – FIBA, se requiere contar con balones que cumplan condiciones de esfericidad, en color anaranjado, en cuero, cuero sintético, goma o material sintético: [7]

- Balón N° 5: las medidas son 69cm y 70cm de circunferencia, peso entre 470g y 510g. Este balón se puede utilizar en categorías infantiles en ambos géneros
- Balón N° 6: las medidas son 72cm y 73cm de circunferencia, peso entre 510g y 567g. Este balón puede utilizar para adolescentes (14 a 18 años) y mayores femeninos.
- Balón N° 7: Las medidas son 75cm y 78cm de circunferencia, peso entre 567g y 650g. Este balón es utilizado para adolescentes (14 a 18 años) y mayores masculinos.

## 6.2.6 Voleibol

### 6.2.6.1 Suministro e instalación de parales de voleibol

El proyecto tipo recomienda que los parales sean elaborados con tubo de 3", pintados de blanco, deben ser desmontables en dos (2) postes, con ganchos de nylon antilesion para red y antenas guía.

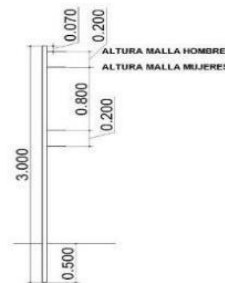


Figura 7 Esquema de configuración de malla y poste en cancha de voleibol–vista lateral  
Fuente: [7]

El proyecto tipo establece que la red debe medir 1m de ancho y 9.5m a 10m de largo, la cual está hecha de malla negra con cuadrados de 10cm y en el borde superior se cose en toda su extensión una banda de 7 cm hecha en lona blanca. En la parte inferior de la red hay otra banda horizontal, de 5cm de ancho, muy similar a la banda superior, por cuyo interior se entrelaza una cuerda.

El balón debe ser esférico, hecho con una cubierta de cuero flexible o cuero sintético, con una cámara de caucho o material similar en su interior. Su color puede ser uniforme y claro, o una combinación de colores.

- Balón infantil: las medidas son 62cm a 64cm de circunferencia, peso entre 240g y 260g. Este balón se puede utilizar en categorías infantiles de 6 a 12 años en ambos géneros
- Balón mayor: las medidas son 65cm y 67cm de circunferencia, peso entre 260g y 280g. Este balón puede utilizar en categorías de mayores de 12 años en ambos géneros.

### **6.3 ESTADO DEL ARTE**

En la actualidad el ser humano ha adquirido mayor conciencia acerca de los beneficios de tener hábitos saludables como la actividad física y el deporte, que es asociada al bienestar físico, sin embargo también tiene una fuerte influencia en estados emocionales y según W. Ramírez, S. Vinaccia y G. R. Suárez [8], La actividad deportiva en una población infanto-juvenil es fundamental y puede ayudar a disminuir patologías como dificultad en el aprendizaje, hiperactividad, depresión y en algunos casos deficiencia mental y conducta disocial. Según D. A. Camargo R, E. A. Gomez, J. Ovalle O y R. Rubiano [9], el deporte y la recreación son componentes del sistema de protección social, el cual busca mejorar la calidad de vida de la población mediante la salud y el movimiento humano. Además de la educación en valores a través del deporte para fomentar la auto estima y guías en donde se entendiendo el deporte como objeto para trabajar en la línea de la no violencia [10]

Por lo cual el “ampliar la cobertura y/o mejorar la calidad de los escenarios deportivos con las condiciones requeridas para las prácticas deportivas y recreativas” es uno de los objetivos en el plan de ordenamiento territorial [11], estos espacios debe estar adaptados para las personas en condiciones de discapacidad para aumentar la inclusión e incentivar la práctica deportiva , según M. K. Alvis, G. Y. Nury A y N. Tolosa [12], para las personas con discapacidad que logran o no realizar la educación formal, realizar prácticas deportivas, ayuda a mejorar sus capacidades individuales y aumenta su concentración en actividades diarias.

Los deportes impactan de forma positiva al ser humano en muchos aspectos, uno de ellos es la relación directa con el funcionamiento cardíaco, muscular e inmunológico, por lo que según A. Cordero, D. Masia y E. Galve, “Realizar actividad física de intensidad moderada durante un mínimo de 30 min 5 días por semana o de intensidad alta durante un mínimo de 20 min 3 días por semana mejora la capacidad funcional y se asocia a reducciones en la incidencia de enfermedad cardiovascular y mortalidad” [13]

En base a todo lo anterior y con el fin de promover la cultura deportiva y la recreación en los colombianos, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), realiza el proyecto tipo que contiene los aspectos estándar, metodológicos y técnicos para la construcción de una placa deportiva con cubierta, orientado a solucionar el bajo índice de práctica deportiva y el aprovechamiento del tiempo libre en actividades que los beneficie [6], el diseño de la cubierta es un factor importante para el diseño según Cándido López “desarrolla los espacios deportivos a cubierto, en un intento de explicar e interpretar la riqueza de matices y la complejidad del

objeto arquitectónico.... Atreves de su forma, poseen una voluntad de trascender y perdurar, reflejo de las necesidades y aspiraciones de una época” [13]

### **6.3.1 ANTECEDENTES**

#### **“CONSTRUCCIÓN Y DOTACIÓN DE UNA PLACA POLIDEPORTIVA”**

“Se describe un modelo de Construcción y dotación de una placa polideportiva... para Construcción y dotación de una placa polideportiva, que consiste en construir un espacio bajo el cual se puedan desarrollar actividades como fútbol de salón, voleibol o baloncesto.” [6]

#### **“EL ESPACIO DEPORTIVO A CUBIERTO FORMA Y LUGAR”**

“desarrolla los espacios deportivos a cubierto, en un intento de explicar e interpretar la riqueza de matices y la complejidad del objeto arquitectónico, y ello en la consideración de la idea de la totalidad” [14]

#### **“LA CULTURA FÍSICA Y EL DEPORTE: FENÓMENOS SOCIALES”**

“Plantean los beneficios de las acciones que vinculan la actividad física, el deporte y la recreación como componentes del sistema de protección social, el cual busca mejorar la calidad de vida de la población mediante la prevención ante diferentes riesgos.” [9]

#### **“DETERMINANTES SOCIALES EN EL DEPORTE ADAPTADO EN LA ETAPA DE FORMACIÓN DEPORTIVA. UN ENFOQUE CUANTITATIVO”**

“Deporte se ha adaptado no solo como un método de integración social, sino como una necesidad, involucrando la diversidad en el comportamiento social, dentro de la manifestación del bien individual, que no podía estar al margen del bien colectivo”. [12]

#### **“EL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE SOBRE LA SALUD, LA COGNICIÓN, LA SOCIALIZACIÓN Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO: UNA REVISIÓN TEÓRICA”**

“Se presenta una serie de investigaciones que hacen evidente los beneficios que el deporte tiene en cuanto a procesos de socialización, procesos mentales, rendimiento escolar y mejoramiento de la calidad de vida de las personas que lo practican” [8]

#### **“EJERCICIO FÍSICO Y SALUD”**

“Realizar actividad física de intensidad moderada durante un mínimo de 30 min 5 días por semana o de intensidad alta durante un mínimo de 20 min 3 días por semana mejora la capacidad funcional y se asocia a reducciones en la incidencia de enfermedad cardiovascular y mortalidad” [13]

#### **“EDUCACION EN VALORES A TRAVÉS DEL DEPORTE”**

“Las habilidades sociales y de comunicación que resultan problemáticas se pueden entrenar mediante ejercicios que fomentan el desarrollo de autoestima, aumento de la felicidad e integración” [10]

## **6.4 MARCO NORMATIVO**

### **6.4.1 ARTÍCULO 52 De La Constitución Política De Colombia**

El ejercicio del deporte, sus manifestaciones recreativas, competitivas y autóctonas tienen como función la formación integral de las personas, preservar y desarrollar una mejor salud en el ser humano. El deporte y la recreación, forman parte de la educación y constituyen gasto público social. Se reconoce el derecho de todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y al aprovechamiento del tiempo libre.

El Estado fomentará estas actividades e inspeccionará, vigilará y controlará las organizaciones deportivas y recreativas cuya estructura y propiedad deberán ser democráticas.

### **6.4.2 NSR-10:**

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Ley 400 de 1997, Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, modificado por el Decreto 092 del 17 de enero de 2011. Reglamento de vigencia en todo el territorio nacional.

### **6.4.3 ACI 318-14**

Este Reglamento proporciona los requisitos mínimos para los materiales, el diseño, construcción y evaluación de la resistencia de miembros y sistemas de concreto estructural de cualquier estructura diseñada y construida de acuerdo con los requisitos del reglamento general de construcción.

### **6.4.4 ANSI/AISC 360-10**

La Especificación está basada en el uso pasado exitoso, avances en el estado del conocimiento y cambios en la práctica de diseño, La "Specification for Structural Steel Buildings" del American Institute of Steel Construction (AISC) provee un tratamiento integrado de los métodos de Diseño por Tensiones Admisibles y del Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LFRD) y reemplaza anteriores especificaciones. Como se indica en el capítulo B de la Especificación, los diseños pueden hacerse con las provisiones de cualquiera de esos 2 métodos de diseño.

### **6.4.5 LEY 99 DE 1993**

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos

naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

#### **6.4.6 DECRETO 1807**

Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones

#### **6.4.7 Acuerdo No 287 DE 2015**

Por medio del cual se adopta el nuevo plan de ordenamiento territorial del municipio de Villavicencio y se dictan otras disposiciones. Se trata de hacer de Villavicencio una ciudad planificada, en la que todos sus habitantes tengan oportunidad de progresar, proporcionando para ello espacios de participación e inclusión social, para consolidar a la ciudad como uno de los mayores centros generadores de desarrollo en el país.

### **6.5 MARCO GEOGRÁFICO**

El barrio Villa Juliana se localiza en el departamento del Meta, al sur del municipio de Villavicencio en la Comuna 8, al cual se accede a través de la vía Villavicencio-acacias a 8.8 km del centro fundacional del municipio, por el acceso al barrio porfía por la carrera 43 a 1.8 Km hacia el sur de la comuna

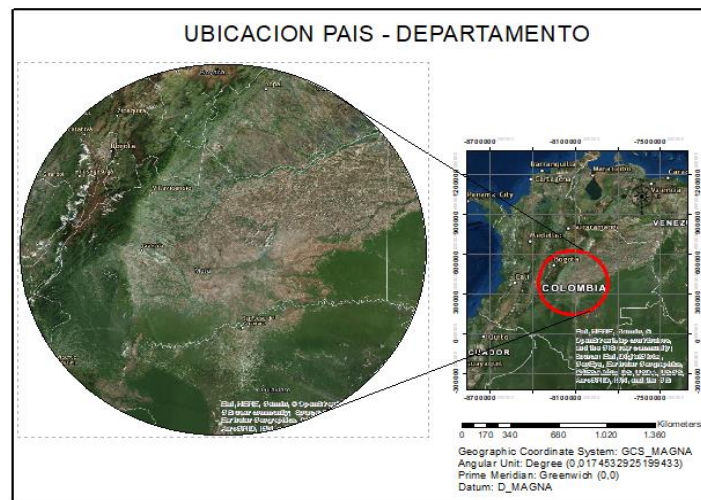


Figura 8 Ubicación geográfica a nivel nacional  
Fuente: [propia]

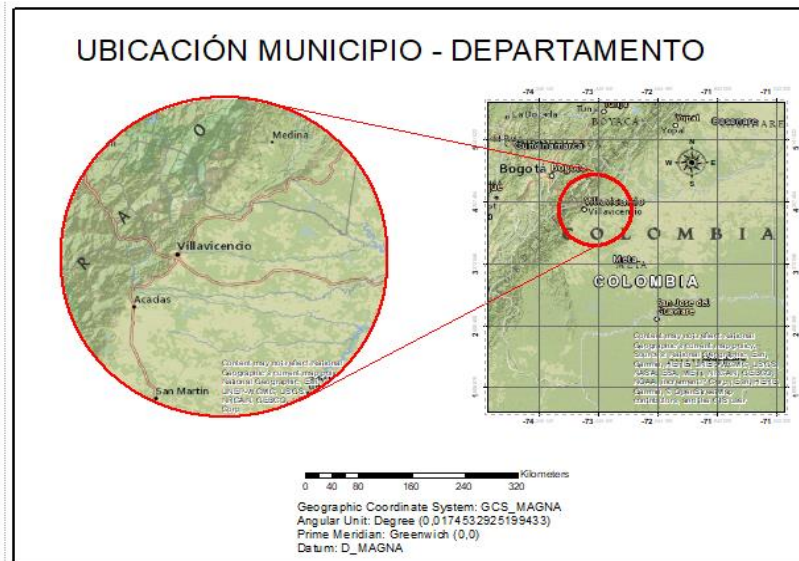


Figura 9 Ubicación geográfica a nivel departamental  
Fuente: [propia]

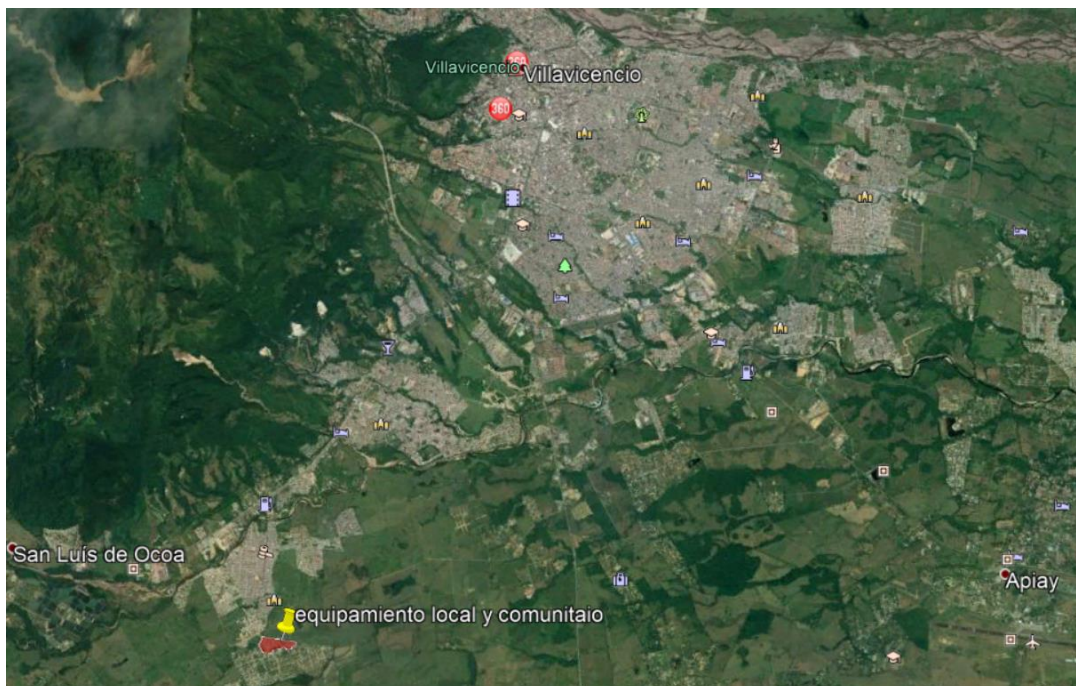


Figura 10 Ubicación del barrio y equipamiento a nivel municipal  
Fuente: [Google Earth]



Figura 11 Ubicación del equipamiento local y comunitario  
Fuente: [Google Earth]

El área en rojo es el barrio Villa Juliana, este tiene una superficie de 95,769.81 m<sup>2</sup>; según levantamiento topográfico aportado por la secretaria de planeación de la alcaldía de Villavicencio; colinda con el asentamiento cambulos por el sur y sur occidente, por el norte con la finca La Camelia, accediendo por la carrera 43 desde la ciudadela Porfía, pasando el costado oriente por el asentamiento Villa del lago y por el costado occidente por la urbanización La Maporita

El área en verde es la reservada para equipamiento local y comunitario, esta sería el área destinada para la ejecución del proyecto, el equipamiento local cuenta con un área de 1450.57 m<sup>2</sup> y el equipamiento comunitario cuenta con un área de 193.55 m<sup>2</sup>

## **7 METODOLOGÍA**

Inicialmente se obtiene toda la información relacionada con el barrio Villa Juliana, gracias al estudio urbanístico para la legalización del asentamiento humano Villa Juliana [3], se determina que la comunidad carece de varios aspectos importantes para un educado desarrollo social, económico y cultural. En este estudio se encuentra toda la información correspondiente a la población, equipamiento y demás aspectos de la comunidad.

Para el correcto desarrollo del proyecto se tomó como base el proyecto tipo “Construcción y dotación de una placa polideportiva” del departamento nacional de planeación, del cual se adoptó el diseño arquitectónico que cumple con los parámetros mínimos establecidos por Coldeportes [15] para este tipo de estructuras.

Una vez definidas las dimensiones y distribuciones de la estructura, se debe realizar la evaluación de todas las solicitaciones que pueden afectar la estructura de acuerdo con el título B de la NSR-10, se deben considerar las solicitaciones provenientes del peso de los elementos permanentes en la construcción, los ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, entre otras. Estas son distintas a las fuerzas o efectos que aplica el sismo.

Después se determina el nivel de amenaza sísmica y los valores  $A_a$  y  $A_v$ , de acuerdo con el Título A de la NSR-10. Estos parámetros sirven como base para definir el movimiento sísmico de diseño que se expresa por medio de un espectro elástico de diseño. “El Reglamento contempla descripciones alternativas del sismo de diseño, ya sea a través de familias de acelerogramas, o bien por medio de expresiones derivadas de estudios de microzonificación sísmica, las cuales deben determinarse siguiendo los requisitos dados en el Capítulo A.2.” [1]

Se caracteriza la estructura con respecto al sistema estructural de resistencia sísmica y se definen los materiales empleados que cumplan con las disposiciones de la NSR-10, para así poder identificar la capacidad de disipación de energía que se presenta. Posterior a esto se debe definir el grado de irregularidad de acuerdo con el Capítulo A.3 del Reglamento (NSR-10) [1].

Utilizando el Software de elementos finitos, se analiza la estructura a partir de la geometría, cargas definidas anteriormente y considerando las diferentes condiciones y combinaciones determinadas en la NSR-10. Con el análisis se determina el comportamiento mecánico de la estructura (desplazamientos, deformaciones, esfuerzos de flexión, corte, axial y torsión) al igual que las reacciones que se transmiten a la fundación. Basándose en los resultados se pudo

modificar el modelo inicial para conseguir una mejor alternativa tanto en seguridad como en economía.

Se determinan las fuerzas sísmicas ( $F_s$ ) que deben aplicarse a la estructura, para lo cual deben usarse los movimientos sísmicos de diseño definidos anteriormente, y posterior a esto, realizar un análisis sísmico de la estructura de acuerdo con lo estipulado en el Capítulo A.3 de la NSR-10 [1].

Una vez evaluados los desplazamientos horizontales se debe verificar que las derivas de diseño no excedan los límites dados en el Capítulo A.6 de la NSR-10, en el caso de no cumplir con las derivas máximas se debe rigidizar la estructura hasta que no se exceda el límite. Para finalizar con el diseño de las estructuras, se analizan los resultados de las distintas solicitaciones y combinaciones para realizar el diseño de los elementos estructurales.

En este proyecto se requiere de unos elementos específicos para el correcto desarrollo de las actividades deportivas, por esta razón se realiza un análisis de la dotación para cada deporte, basándose en lo especificado por el proyecto tipo, el cual cumple con los lineamientos establecidos en las normativas de cada deporte.

Una vez terminados los diseños de la infraestructura deportiva y comunitaria, además de especificar la dotación requerida, se debe elaborar el presupuesto detallando las cantidades de materiales que se necesitan para la construcción de la propuesta de diseño (superestructura y sub-estructura o cimentación), ajustándola a los materiales disponibles en la región.

Por último, se deben preparar, revisar y aprobar los documentos definitivos de la propuesta de diseño como son las memorias de cálculo, los planos de construcción y el presupuesto de ambas estructuras.



## **8 PRELIMINARES**

Por medio de la comunidad tuvimos acceso a los planos de la legalización del barrio, donde pudimos determinar el área que se tenía destinada para la construcción del salón comunal y del polideportivo, posteriormente se realizó una visita al terreno para poder dimensionar y planear como sería la distribución del espacio para el salón comunal y para el polideportivo. Adicionalmente se consultó con la entidad que necesitaban en el salón comunal y en la placa deportiva.

Se acordó con la comunidad que el salón comunal tendría: dos (02) oficinas, una (01) cocina, un (01) baño interno para hombre, un (01) baño interno para mujeres, un (01) deposito, un (01) salón para las reuniones de la comunidad, un (01) baño para hombres externo con duchas y vestidores, un (01) baño para mujeres externo con duchas y vestidores. Para el diseño arquitectónico de la placa deportiva se mostró a la comunidad el diseño del proyecto tipo “Construcción y dotación de una placa polideportiva” del departamento nacional de planeación y se adoptó este diseño, el cual cumple con los parámetros mínimos establecidos por Coldeportes.

En la visita al lugar destinado para el salón comunal y la placa deportiva, se evidencio que el terreno era muy nivelado y no había grandes cambios en la topografía debido a que ya se haba echo una nivelación del terreno para la cancha de tierra que se tiene para el desarrollo de la práctica deportiva de la comunidad.



Figura 12 terreno disponible para salón comunal y placa deportiva  
Fuente: propia



Figura 13 terreno disponible para salón comunal y placa deportiva  
Fuente: propia



Figura 14 terreno disponible para salón comunal y placa deportiva  
Fuente: propia



Figura 15 Ronda de Caño del terreno

## **9 PROPUESTA DE DISEÑO**

Se realiza este trabajo de grado mediante la opción aplicaciones en temáticas de ingeniería civil, para la Universidad Santo Tomas sede Villavicencio, busca solucionar una problemática social manifestada por la comunidad en el barrio villa Juliana en la ciudad de Villavicencio, dando como solución escenarios deportivos y comunitarios.

La propuesta de diseño del salón comunal contempla la construcción de un área de 384.82 m<sup>2</sup>, que cuenta con espacios de almacenamiento, cocina, oficinas, 2 baterías de baños y un salón de reunión con capacidad de 300 personas, se realiza el diseño arquitectónico y estructural.

La propuesta de diseño del polideportivo contempla la construcción de un área de 882.75 m<sup>2</sup>, los diseños a los que se les realizó la revisión, fueron obtenidos del proyecto tipo del departamento nacional de planeación DNP denominado *“Construcción y dotación de placa polideportiva cubierta”* [6], mediante los anexos técnicos, se realiza la revisión del diseño según la región y análisis de solicitudes propias de la zona, todos los diseños, el presupuesto de construcción y dotación y planos del polideportivo exceptuando la cimentación, **pertenecen a los diseños del anexo técnico del proyecto tipo “Construcción y dotación de placa polideportiva cubierta” del DNP.**

### **9.1 PROPUESTA DE DISEÑO DEL SALÓN COMUNAL**

De acuerdo con los requerimientos de la comunidad y las condiciones del terreno se diseñó el salón comunal, con todos los espacios requeridos por la comunidad para realizar las actividades que se requieran, así como un espacio de baños, duchas y vestidores que puedan ser utilizados por los usuarios de la placa deportiva (ver planos ARQ 01 y ARQ 02)

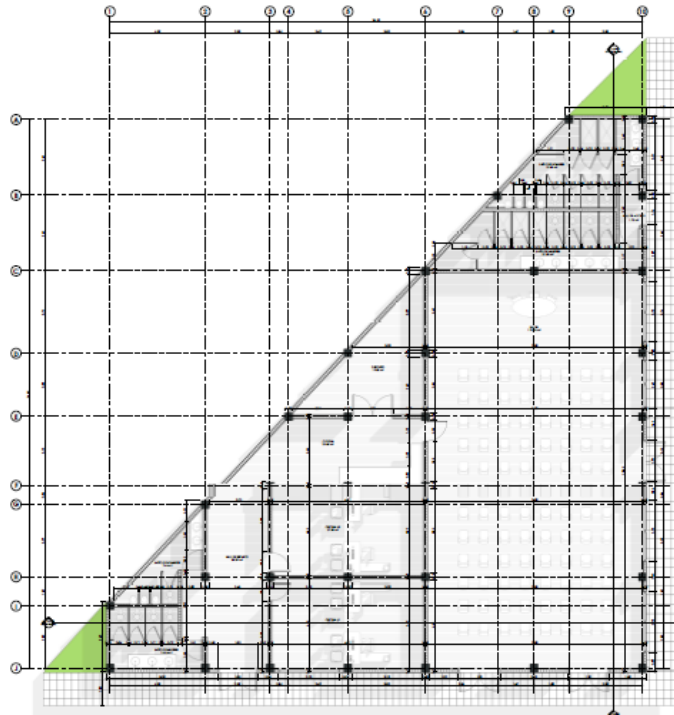


Figura 16 Planta arquitectonica del salon comunal (ver plano ARQ 01)

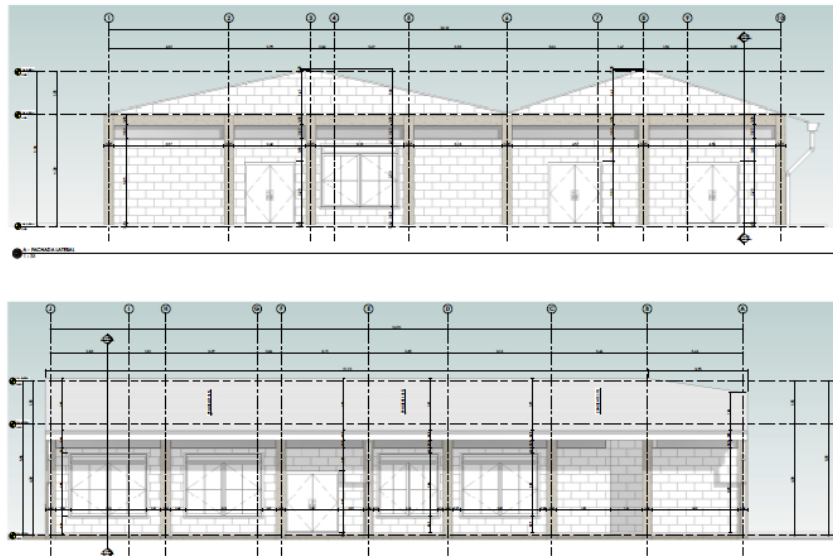


Figura 17 Fachadas principales del salon comunal (ver plano ARQ 03)

se realiza los cálculos y el análisis que cumplan con la norma sismo resistente colombiana NSR 10 de un salón comunal con una (01) planta y una (01) cubierta, ubicado en el barrio Villa Juliana en la ciudad de Villavicencio en el departamento del Meta.

### **9.1.1 Generalidades**

Tabla 1 / Generalidades Salón comunal

|                                                                       |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Localización:                                                         | Villavicencio-Meta                                    |
| Norma de Diseño:                                                      | NSR-10                                                |
| Tipo de ocupación:                                                    | Grupo II Estructuras de Ocupación Especial            |
| Número de Pisos:                                                      | 1                                                     |
| Área construida (m2):                                                 | 384.82                                                |
| Área construida 1er piso (m2):                                        | 384.82                                                |
| Sistema estructural:                                                  | Pórticos en concreto reforzado, resistentes a momento |
| Método de Análisis:                                                   | Fuerza Horizontal Equivalente                         |
| Sistema de Diseño:                                                    | Estado Limite de Resistencia                          |
| Diafragmas rígidos:                                                   | Si                                                    |
| Pendiente terreno:                                                    | 0%                                                    |
| Capacidad portante del suelo (KN/m2):                                 | 200                                                   |
| Profundidad de cimentación:                                           | 1.2 m                                                 |
| Suelo altamente compresible:                                          | No                                                    |
| Sistema de disipación de energía                                      | DES                                                   |
| Coeficiente de capacidad de disipación de energía R0                  | 7                                                     |
| Coeficiente de sobrerresistencia para diseño de conexiones $\Omega_0$ | 3.0                                                   |

Fuente: Propia

#### **9.1.1.1 Descripción del proyecto**

El proyecto contempla el diseño de un salón comunal con sistema estructural en pórtico de concreto reforzado, con cubierta liviana, soportada sobre perfiles metálicos con una pendiente mayor a 15 grados. La estructura propuesta en general se conforma por columnas, vigas y cimentación superficial de zapatas; Estas configuraciones se generan en computador, tal como se muestra en la siguiente figura:

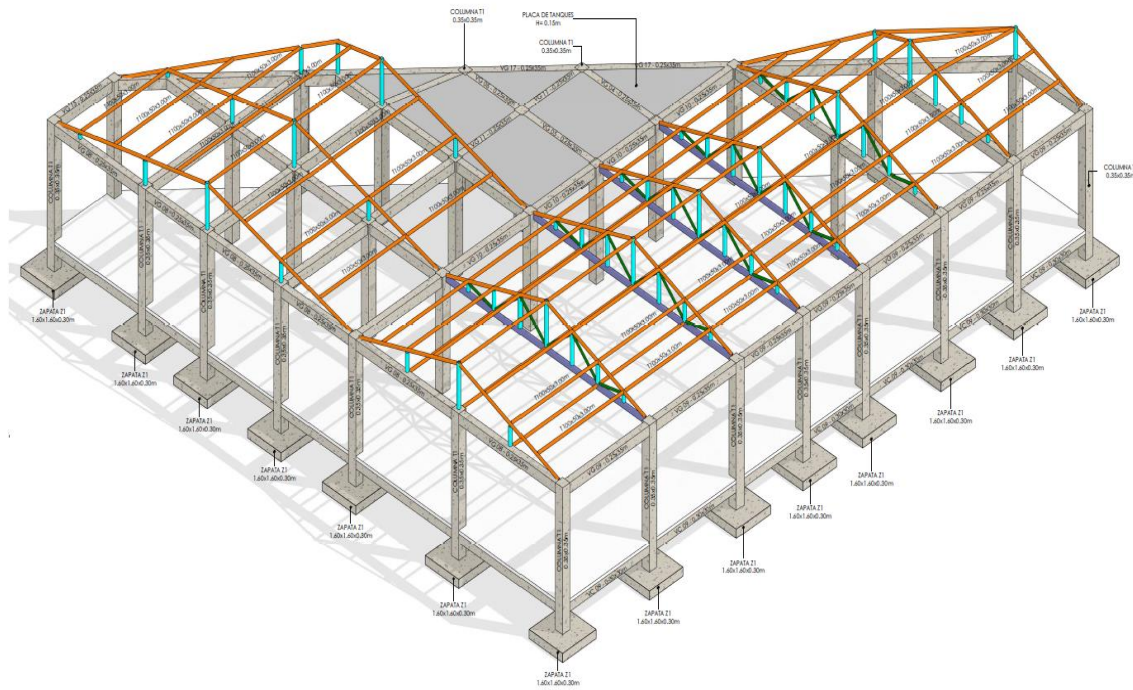


Figura 18 Configuración general del modelo  
Fuente: Propia

### 9.1.2 Metodología

La metodología empleada para realizar el diseño de este proyecto se basó en el procedimiento establecido en A.1.3 de la NSR-10 “PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO” [1] después de conocer el tipo de suelo (informe de los estudios geotécnicos) y realizar el diseño arquitectónico se debe realizar el diseño estructural para lo cual siguen los pasos de la Tabla A.1.3 -1 “Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes” [1]

- Pre dimensionamiento y se define el tipo de sistema estructural.
- Evaluación de las solicitaciones definitivas de la estructura, como cargas gravitacionales y horizontales con el fin de determinar los efectos sísmicos y definir el espectro de diseño sísmico.
- Elaborar el modelo de la estructura en un programa de elementos finitos para determinar las secciones requeridas para los elementos estructurales.
- Determinar el grado de irregularidad que se puedan presentar en la estructura tanto en planta, como en altura o de ausencia de redundancia.

- Obtener los desplazamientos máximos que se presentarán en la estructura, y las fuerzas internas que se derivan de ellos.
- Estudiar y analizar los resultados obtenidos, para así hacer el diseño detallado de cada uno de los elementos estructurales conforme al grado de disipación de energía establecido.

### **9.1.3 Análisis estructural**

El análisis estructural se desarrolla en el software de elementos finitos SAP 2000 y ETABS que cuentan con una interfaz de gráficos 3D orientado a objetos. Se realiza dimensionamiento, la modelación y análisis estructural del salón comunal.

Mediante el modelo tridimensional se definen las propiedades de las secciones de cada elemento estructural que hace parte de resistencia sísmica (vigas y columnas), se realiza el evaluó de cargas y se ingresan los datos geotécnicos para analizar y calcular el cortante basal. Se idealiza los elementos así:

- Elementos tipo Membrana: Losas
- Apoyos: Empotrados en la base (según lo permitido por la NSR 10)

### **9.1.4 Cargas**

#### **9.1.4.1 Combinaciones de Carga**

Las combinaciones que se usaron para realizar el análisis de las estructuras en concreto para los métodos, estado límite de servicio y estado límite de resistencia se especifican a continuación. Los coeficientes utilizados en las combinaciones son los siguientes:

Tabla 2 / Coeficientes de las combinaciones de cargas

|        |                                             |
|--------|---------------------------------------------|
| D      | carga muerta distinta al peso propio        |
| PP     | carga muerta correspondiente al peso propio |
| L      | caga viva                                   |
| L r    | carga viva de cubierta                      |
| E x    | carga sísmica en dirección x                |
| E y    | carga sísmica en dirección y                |
| W x    | carga eólica en dirección positiva x        |
| W (-x) | carga eólica en dirección negativa x        |
| W y    | carga eólica en dirección positiva y        |
| W (-y) | carga eólica en dirección negativa y        |

#### 9.1.4.2 Combinaciones de carga para el método del estado límite de resistencia

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1.4D+1.4PP                  | 1.2D+1.2PP+1.0Ey-0.3Ex+1.0L    |
| 0.9D+0.9PP+1.0Ex+0.3Ey      | 1.2D+1.2PP+1.6L+0.5Lr          |
| 0.9D+0.9PP+1.0Ex-0.3Ey      | 1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8Wx         |
| 0.9D+0.9PP+1.0Ey+0.3Ex      | 1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8W(-x)      |
| 0.9D+0.9PP+1.0Ey-0.3Ex      | 1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8Wy         |
| 0.9D+0.9PP+1.6Wx            | 1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8W(-y)      |
| 0.9D+0.9PP+1.6W(-x)         | 1.2D+1.2PP+1.6Lr+1.0L          |
| 0.9D+0.9PP+1.6Wy            | 1.2D+1.2PP+1.6W(-x)+1.0L+0.5Lr |
| 0.9D+0.9PP+1.6W(-y)         | 1.2D+1.2PP+1.6Wx+1.0L+0.5Lr    |
| 0.9D+0.9PP-1.0Ex+0.3Ey      | 1.2D+1.2PP+1.6W(-y)+1.0L+0.5Lr |
| 0.9D+0.9PP-1.0Ex-0.3Ey      | 1.2D+1.2PP+1.6Wy+1.0L+0.5Lr    |
| 0.9D+0.9PP-1.0Ey+0.3Ex      | 1.2D+1.2PP-1.0Ex+0.3Ey+1.0L    |
| 0.9D+0.9PP-1.0Ey-0.3Ex      | 1.2D+1.2PP-1.0Ex-0.3Ey+1.0L    |
| 1.2D+1.2PP+1.0Ex+0.3Ey+1.0L | 1.2D+1.2PP-1.0Ey+0.3Ex+1.0L    |
| 1.2D+1.2PP+1.0Ex-0.3Ey+1.0L | 1.2D+1.2PP-1.0Ey-0.3Ex+1.0L    |
| 1.2D+1.2PP+1.0Ey+0.3Ex+1.0L |                                |

#### 9.1.4.3 Combinaciones de carga para el método del estado límite de resistencia

|                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| D+PP+W(-y)                  | D+PP+0.75W(-x)+0.75L+0.75Lr |
| D+PP+Wy                     | D+PP+0.75L+0.75Lr           |
| D+PP+W(-x)                  | D+PP+0.75Ey+0.75L+0.75Lr    |
| D+PP+Wx                     | D+PP+0.750.7Ex+0.75L+0.75Lr |
| D+PP+Lr                     | D+PP                        |
| D+PP+L                      | 0.6D+0.6PP+W(-y)            |
| D+PP+0.7Ey                  | 0.6D+0.6PP+Wy               |
| D+PP+0.7Ex                  | 0.6D+0.6PP+W(-x)            |
| D+PP+0.75Wy+0.75L+0.75Lr    | 0.6D+0.6PP+Wx               |
| D+PP+0.75W(-y)+0.75L+0.75Lr | 0.6D+0.6PP+0.7Ey            |
| D+PP+0.75Wx+0.75L+0.75Lr    | 0.6D+0.6PP+0.7Ex            |

### 9.1.5 Cargas muertas y cargas vivas

Tabla 3: salón comunal, Cargas muertas y cargas vivas

| CUADRO DE CARGAS NSR-10 TITULO B |                                                            |       |       |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|-------|
| CARGAS MUERTAS                   | Teja Aluzinc + Anclajes                                    | 0.15  | KN/m2 |
|                                  | Baldosa Cerámica                                           | 0.8   | KN/m2 |
|                                  | Luminarias                                                 | 18    | KN    |
|                                  | Mampostería De Bloque De Arcilla (Pañetado En Ambas Caras) | 2     | KN/m2 |
|                                  | Muros Cortina De Vidrio, Entramado Y Marco                 | 0.50  | KN/m2 |
|                                  | Placa De Tanque                                            | 3.60  | KN/m2 |
| CARGAS VIVAS                     | Terraza Tanque                                             | 2     | KN/m2 |
|                                  | Salón Comunal                                              | 2     | KN/m2 |
|                                  | Cubierta Liviana                                           | 0.5   | KN/m2 |
|                                  | Tanque De Agua 1000 Lts                                    | 10.00 | KN    |
|                                  | Área De Placa Sobre La Cual Se Apoya El Tanque De 1m3      | 10.00 | m2    |
|                                  | Carga Uniforme Sobre Placa De Tanque                       | 1.00  | KN/m2 |

Fuente: Propia

### 9.1.6 Carga sísmica

Se calcula el peso del salón comunal (muros, vigas y placa) se realiza con una combinación de carga que tiene 100% de peso propio, 25% carga muerta y 25% de carga viva. (ver Memoria de cálculo salón comunal)

Tabla 4 / Peso salón comunal

| Cálculo del peso del salón comunal |            |
|------------------------------------|------------|
| MUROS, VIGAS Y PLACA               |            |
| Peso Total                         | 1220.18 KN |

Fuente: Propia

En la siguiente tabla se relaciona los parámetros que pueden encontrar en la NSR-10 TITULO A y TITULO B, los cuales se utilizan para realizar el análisis la fuerza horizontal equivalente.

Tabla 5: salón comunal, Parámetros fuerza horizontal equivalente

| CUADRO DE CARGAS NSR-10 TITULO A |                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------|
| Método de Análisis               | Fuerza Horizontal Equivalente            |
| Zona de amenaza sísmica          | Alta                                     |
| Tipo de Perfil                   | C                                        |
| Grupo de usos Grupo de uso       | II - Edificaciones de ocupación Especial |
| Fa                               | 1.05                                     |
| Fv                               | 1.5                                      |
| Coefficiente de importancia I    | 1.1                                      |
| Sistema                          | DES                                      |
| Aa                               | 0.35                                     |
| Av                               | 0.30                                     |

Fuente: Propia

### 9.1.6.1 Espectro de diseño

Este permite conocer las posibles fuerzas sísmicas que pueden afectar el movimiento horizontal para lo cual se consideran los parámetros críticos utilizados para una zona de amenaza sísmica ALTA con un perfil de suelo TIPO C.

Tabla 6 / Ecuaciones y límites para el espectro de diseño

|                                                   |                                                    |                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| $T_0 = 0.1 \frac{A_v \times F_v}{A_a \times F_a}$ | $T_C = 0.48 \frac{A_v \times F_v}{A_a \times F_a}$ | $T_L = 2.4 F_v$ |
| To = 0.122                                        | Tc = 0.588                                         | TL = 3.600      |

Fuente: Propia

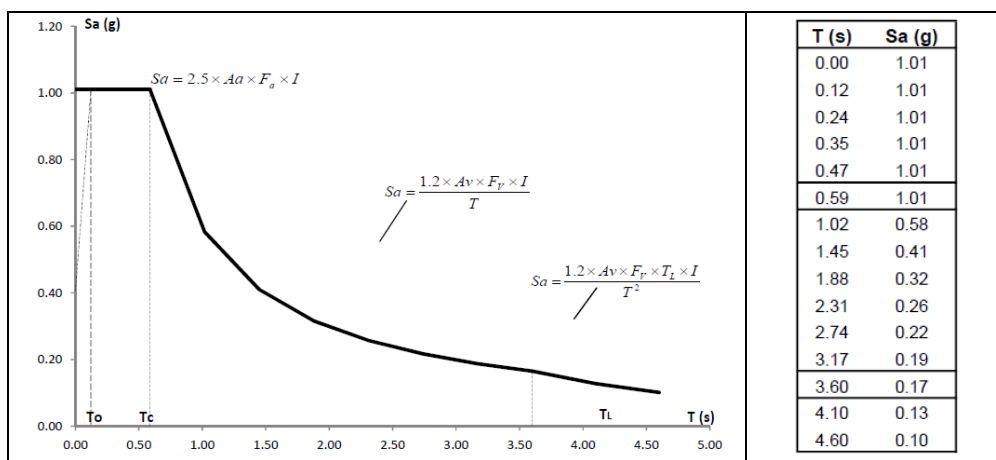


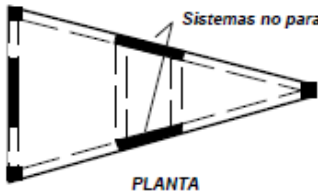
Figura 19 Espectro de diseño

Fuente: Propia

### 9.1.6.2 Coeficiente de capacidad de disipación de energía (R)

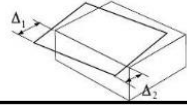
El **R** se calcula multiplicando los coeficientes de irregularidades en planta e irregularidad en altura que se puedan presentar en la estructura y la capacidad de disipación de energía básico (Ro) para el sistema estructural. Los cuales se relacionan en la siguiente tabla con el fin de calcular los efectos sísmicos sobre la estructura para una zona de amenaza sísmica ALTA.

Tabla 7 / Irregularidades Coeficiente de disipación de energía

| INCOMPATIBILIDADES |                                                       |                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\phi_p = 0.90$    | Irregularidad en planta A.1.2 [1]                     | <p>Tipo 5P — Sistemas no paralelos — <math>\phi_p = 0.9</math></p>  <p>Fuente: Figura A.3-1 NSR 10</p> |
| $\phi_a = 1.00$    | Irregularidades en Altura Tipo 3A Geométrica [1]      | Sin irregularidad                                                                                                                                                                        |
| $\phi_r = 0.75$    | Irregularidad por ausencia de redundancia A.3.3.8 [1] | En sistemas de pórtico resistente a momentos.                                                                                                                                            |
| $R_o = 7.0$        | DES                                                   |                                                                                                                                                                                          |

Fuente: Propia

Tabla 8 / Calculo irregularidad torsional

| DESPLAZ (m) 1.2DE+1.0L +1.0E             |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piso 1                                   | Tipo Rígido                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| d prom (m)                               | 0.0120                                                    | <div> <div> <p>Tipo 1aP — Irregularidad torsional <math>\phi_p = 0.9</math></p> <math display="block">1.4 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 &gt; 1.2 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)</math> </div> <div> <p>Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema <math>\phi_p = 0.8</math></p> <math display="block">\Delta_1 &gt; 1.4 \left( \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)</math> </div> </div>  <p>Ilustración 1 / irregularidad torsional. Fuente: A.3-1 NSR 10</p> |
| d max (m)                                | 0.0120                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Irregularidad torsional normal o extrema | $\phi_p = N.A$ (ver memoria de cálculo del salón comunal) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Fuente: propia

$$R = \phi_a \phi_p \phi_r R_o$$

$$R = 1.0 * 0.9 * 0.75 * 7.0 = 4.725$$

$$1/R = 0.21$$

### 9.1.6.3 Cálculo del periodo fundamental

El valor del período fundamental de la edificación (**T**), debe obtenerse a partir de las propiedades de su sistema de resistencia sísmica, en la dirección bajo consideración, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural, utilizando un modelo matemático linealmente elástico de la estructura.

Este requisito puede suplirse por medio del uso de la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}}$$

Tabla 9 / Periodo fundamental

| T (s) | F (Hz) |
|-------|--------|
| 0.18  | 5.44   |

Para realizar la verificación del periodo fundamental (**T**) calculamos el coeficiente **C<sub>u</sub>** y periodo aproximado (**T<sub>a</sub>**), **donde el valor de T no puede exceder C<sub>u</sub>T<sub>a</sub>**.

Para calcular el periodo aproximado se toman los parámetros de **C<sub>t</sub>** y **α** de la tabla A.4.2-1 [1].

Tabla 10 / periodo aproximado y verificación T < C<sub>u</sub>T<sub>a</sub>

|                                                            |                      |        |
|------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| C <sub>u</sub> = 1.-75 – 1.2 A <sub>v</sub> F <sub>v</sub> | Verificación         | CUMPLE |
| 1.21                                                       | C <sub>u</sub> > 1.2 |        |
| C <sub>t</sub>                                             | 0.047                |        |
| α                                                          | 0.9                  |        |
| h                                                          | 4                    |        |
| T <sub>a</sub> = C <sub>t</sub> h <sup>α</sup>             | 0.16                 |        |
| T < C <sub>u</sub> T <sub>a</sub>                          | Verificación         |        |
| 0,18 < 0,194                                               | CUMPLE               |        |

Fuente: Propia

### 9.1.6.4 Fuerzas sísmicas horizontales equivalentes

La aplicación de las cargas se hace mediante la utilización de un centro de gravedad en la estructura y la creación de diafragmas rígidos en el modelo.

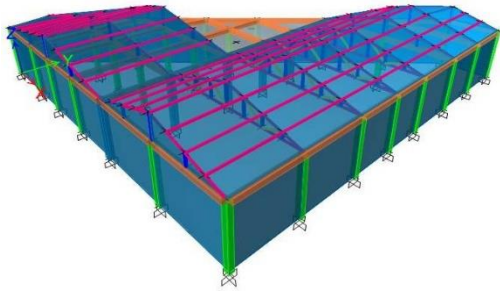
Tabla 11 / Fuerza sísmica

| Piso | Sa   | %Vs  | Peso Total (KN) | Vs      | F sísmica (KN) |
|------|------|------|-----------------|---------|----------------|
| 1    | 1.01 | 100% | 1220.18         | 1233.15 | 1233.15        |

### 9.1.7 Cargas de viento

Tabla 12 / DIMENSIONES GENERALES DE LA ESTRUCTURA

|          |                      |                        |
|----------|----------------------|------------------------|
| h a      | 4.0 m                | Altura alero           |
| h c      | 5.6 m                | Altura cumbrera        |
| h m      | 4.8 m                | Altura media           |
| L        | 24.2 m               | longitud estructura    |
| B        | 24.9 m               | profundidad estructura |
| $\alpha$ | > 15.0 grados        | pendiente de techo     |
| A techo  | 341.1 m <sup>2</sup> | área total de techo    |



Fuente: Propia

A continuación, se evalúa cada una de las paredes externas del salón comunal para determinar la clasificación del cerramiento de la edificación. El área total del techo es de 341.12 m<sup>2</sup>, no tiene aberturas, Ag de cada una de las paredes se calcula teniendo con la sumatoria del área gruesa de todas las paredes más la sumatoria total de área total de techo menos la pared actual.

Tabla 13 / Resumen Evaluación de las paredes y clasificación de cerramiento

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| CLASIFICACION DE CERRAMIENTO | EDIFICACION PARCIALMENTE ABIERTA |
| EDIFICACION DE BAJA ALTURA?  | SI                               |

Fuente: Propia

### Fuerza de viento procedimiento analítico

Para realizar el procedimiento de diseño para la fuerza de viento se debe determinar: La velocidad básica del viento (V) teniendo en cuenta que Villavicencio se encuentra ubicado dentro de la región 4, el factor de direccionalidad del viento (Kd), El factor de importancia para las cargas de viento (I), la categoría de rugosidad del terreno, los coeficientes de exposición, los efectos topográficos (kzt), el factor de ráfaga (G)

Tabla 14 / Coeficientes fuerza de viento

| Coeficiente                |           | Norma [1]       |
|----------------------------|-----------|-----------------|
| V                          | 150 km/h. | figura B.6.4-1  |
| Kd                         | 0.85      | tabla B.6.5-4   |
| I                          | 1.00      | Tabla B.6.5-1   |
| la rugosidad del terreno   | B         | B.6.5.6.2       |
| Zg                         | 365.8     | figura B.6.5 -2 |
| $\alpha$                   | 7.0       |                 |
| Altura sobre el terreno hZ | 9 m       | figura B.6.5 -3 |
| Kz                         | 0.7       |                 |
| K1, k2, k3                 | 0         | Figura B.6.5-1  |
| kzt                        | 1         | B.6.5.7.2       |

Fuente: Propia

Tabla 15 / Datos para calculo Factor ráfaga

|                                                        |             |                         |
|--------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|
| Para estructuras rígidas el factor de efecto de ráfaga |             | 0.85                    |
| Periodo fundamental                                    |             | 0.17 s                  |
| Frecuencia                                             |             | 5.8 Hz                  |
| Rígido                                                 |             | si                      |
| Gp                                                     | 0.85        |                         |
| Gx                                                     | 0.880624121 | Factor de efecto ráfaga |
| Gy                                                     | 0.86781881  | Factor de efecto ráfaga |

Fuente: Propia

Se determina el coeficiente de presión interna  $GC_{pi}$ , en la clasificación de las edificaciones parcialmente cerrados el valor es de 0.55 y -0.55 y Presión por velocidad a h media  $q_h = 630.9 \text{ N/m}^2$  (ver memoria de cálculo)

#### 9.1.7.1 Carga de viento para teja y correas

Se toman los valores críticos (luz más máxima) para realizar el análisis de la carga de viento para la teja y las correas, para calcular el área efectiva de la teja se toma el mayor valor entre: el ancho de la correa y la separación de dividido 3 por lo que:

$$A \text{ aferente teja} = 1.8 / 3 > 0.5$$

Tabla 16 / Carga de viento para teja y correas

| Carga de viento para teja y correas |                    |                       |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Ancho teja                          | 0.5 m              |                       |
| Separación correas                  | 1.8 m              |                       |
| Luz correas                         | 4.2 m              |                       |
| A aferente teja                     | 0.6 m              | Ancho efectivo teja   |
| A aferente correa                   | 1.8 m              | Ancho efectivo correa |
| A ef teja                           | 1.1 m <sup>2</sup> | Área efectiva teja    |
| A ef correa                         | 7.5 m <sup>2</sup> | Área efectiva correa  |

| Coeficiente Gcp<br>Edificios de altura < 18m |      |     |
|----------------------------------------------|------|-----|
| teja                                         | -2.6 | 0.5 |
| correas                                      | -2.2 | 0.4 |

| Edificios bajos <18m |                         |
|----------------------|-------------------------|
| P Presión teja       | 0.7 KN/m <sup>2</sup>   |
| P succión teja       | - 1.3 KN/m <sup>2</sup> |
| P presión correa     | 0.6 KN/m <sup>2</sup>   |
| P succión correa     | -1.7 KN/m <sup>2</sup>  |

Fuente: Propia

### 9.1.8 Derivas

Las derivas máximas son de 0,231%. Por lo tanto, la estructura cumple con el criterio de deriva exigido por la norma NSR-10 definido en la Tabla A.6.4-1. [1] (ver memoria de cálculo del salón comunal)

### 9.1.9 Calculo de vigas aéreas Va-1

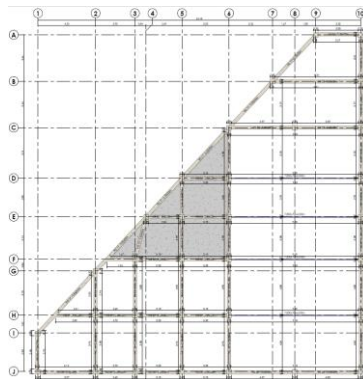


Figura 20 Planta de vigas aéreas

### 9.1.9.1 Generalidades todos los ejes

Tabla 17 / Generalidades Viga cimentación Va-1

| Viga tipo 1: 25X40                  |            |
|-------------------------------------|------------|
| Cortante máxima $V_u = P_u$ (KN)    | 35.95 Kn   |
| Momento $M_u$ (Kn.m) (-)            | 25.73 Kn.m |
| Momento $M_u$ (Kn.m) (+)            | 23.41 Kn.m |
| Luz de viga                         | 6.6 m      |
| $H_{min}$ (L/16)                    | 0.41       |
| $F_y$ (Mpa)                         | 420 Mpa    |
| $F'_c$ (Mpa)                        | 21 Mpa     |
| $\lambda$ (Concreto de peso normal) | 1          |
| B1                                  | 0.85       |

Fuente: Propia

### 9.1.9.2 Diseño a flexión

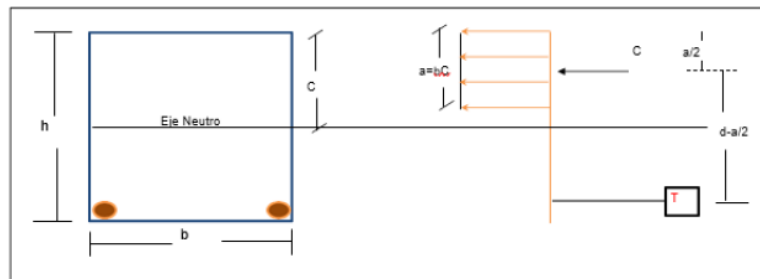


Figura 21 Diagrama diseño a flexión Va-1 (ver detalles en el plano E02 y E03)

Fuente: Propia

Tabla 18 / Cargas y Materiales Va-1

|          |                        |
|----------|------------------------|
| As min 1 | 198.36 mm <sup>2</sup> |
| As min 2 | 242.40 mm <sup>2</sup> |
| b        | 0.25 m                 |
| h asum   | 0.35 m                 |
| d        | 0.29 m                 |
| d'       | 0.05 m                 |
| $\Phi$   | 0.9                    |
| Mn-      | 28.6                   |
| Mn+.     | 26.0                   |
| pmin     | 0.0033                 |
| Pmax     | 0.0135                 |
| P req-   | 0.0034                 |
| P req+   | 0.0030                 |
| As-      | 243.6 mm <sup>2</sup>  |
| As+      | 220.8 mm <sup>2</sup>  |

Fuente: Propia

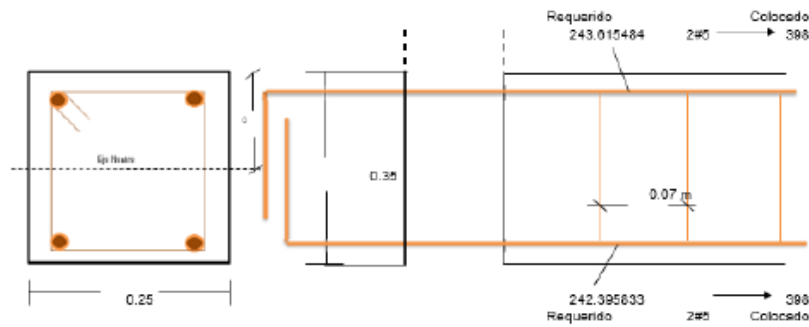


Figura 22 Despiece refuerzo Va-1 (ver detalles en el plano E02 y E03)

Tabla 19 / Datos diseño a flexión Va-1

|                   |                |                   |                |
|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| a                 | 37.459 mm      | a                 | 37.45882353    |
| c                 | 44.069 mm      | c                 | 44.06920415    |
| Pdiseño-          | 0.005          | Pdiseño+          | 0.005473141    |
| $\Phi M_n$ -      | 40.943         | $\Phi M_n$ +      | 40.94267088    |
| Chequeo           | CUMPLE         | Chequeo           | CUMPLE         |
| Revisión $\Phi$   | 0.0168         | Revisión $\Phi$   | 0.0168         |
| Corrección $\Phi$ | 1.8834 PHI=0.9 | Corrección $\Phi$ | 1.8834 PHI=0.9 |

Fuente: Propia

### 9.1.9.3 Diseño a cortante

El diseño a cortante se realiza teniendo en cuenta la sección C.11 [1] de la normativa vigente.

Tabla 20 / DISEÑO A CORTANTE

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Límite de esfuerzos         | 4.58                |
| bw (m)                      | 0.25                |
| h (m)                       | 0.35                |
| d'                          | 0.05                |
| d (m)                       | 0.29                |
| f'c (MPa)                   | 21                  |
| Cortante máximo Vu 1-1 (KN) | 35.95               |
| fVc (KN)                    | 33.99               |
| Vs (KN)                     | 3.27                |
| Vu < fVc                    | Refuerzo a cortante |
| VS > 4 VC                   | CUMPLE              |
| s arranque (m) db = 3/8"    | 5.31                |
| s max 2                     | 0.68                |
| VS > 0.33√f'c x bw x d      | 132.32              |
| VS < 0.66√f'c x bw x d      | 264.64              |
| Av, min (mm2)-1             | 24.596              |
| Av, min (mm2)-2             | 30.30               |

Fuente: Propia

#### 9.1.9.4 Diseño a torsión

El diseño a cortante se realiza teniendo en cuenta la sección C.11.5.1 [1] de la normativa vigente, donde  $A_{cp}$  es Área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de concreto y  $P_{cp}$  es el Perímetro exterior de la sección transversal y para realizar el chequeo se utiliza la siguiente formula:

$$\Phi 0.083 \lambda \sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Tabla 21/ Diseño a Torsión y chequeo Va-1

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Tu         | 3.57 Kn.m             |
| Acp        | 87500 mm <sup>2</sup> |
| Pcp        | 1200.00               |
| Chequeo Tu | 1.82005228 Kn.m       |

Fuente: Propia

#### 9.1.9.5 Calculo de las propiedades y revisión de la sección de concreto

Tabla 22 / propiedades de la sección Va-1

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| X1  | 0.160475 mm                 |
| Y1  | 0.260475 mm                 |
| Aoh | 41799.73 mm <sup>2</sup>    |
| Ao  | 35529.76678 mm <sup>2</sup> |
| d   | 290.875 mm                  |
| Ph  | 841.9 mm                    |

Fuente: Propia

Tabla 23 / revisión de la sección de concreto

|                        |                               |                              |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Vu                     | 35950.00 N                    |                              |
| Vc                     | 45320.52798 N                 |                              |
| Ecuación 11-18 Del Aci | 1.256291283 N/mm <sup>2</sup> | 2.73579769 N/mm <sup>2</sup> |
| Revisión               | <b>Cumple Sección</b>         |                              |

Fuente: Propia

### 9.1.9.6 Refuerzos

Tabla 24 / Refuerzo transversal requerido por torsión

|          |                                 |                         |
|----------|---------------------------------|-------------------------|
| Tn       | 4.76 Kn.m                       |                         |
| $\Theta$ | 45 Grados                       | 0.617369624             |
| At/s     | 0.15949068 mm <sup>2</sup> /mm  | para 1 rama de estribo  |
| Av/s     | 0.026733842 mm <sup>2</sup> /mm | para 2 ramas de estribo |

Fuente: Propia

Tabla 25 / Selección de los estribos

|                  |                                 |                         |
|------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 2At+Av           | 0.345715203 mm <sup>2</sup> /mm | para 1 ramas de estribo |
| S estribos 3/8"  | 0.411 m                         |                         |
| S max permisible | 0.105 m                         |                         |

Fuente: Propia

Tabla 26 / Refuerzo longitudinal por torsión

|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| Al     | 134.2752036 mm <sup>2</sup> |
| Min Al | 266.7001698 mm <sup>2</sup> |

Fuente: Propia

### 9.1.9.7 Calculo de deflexiones para la viga con la mayor luz

Viga 0.25 X 0.35, Deflexión: 0.002 M, Deflexión Permitida: 0.017833333 M



Figura 23 Diagrama de cortante , momento y deflexion de la viga Va-1

### 9.1.10 Columnas

#### 9.1.10.1 Revisión de refuerzo de columnas elemento con el mayor momento

| P             | M3           |
|---------------|--------------|
| 18.684.642    | 0            |
| 18.555.626    | 556.087      |
| 16.181.676    | 800.005      |
| 13.339.961    | 1.021.579    |
| 9.982.074     | 1.219.695    |
| 5.672.261     | 1.417.062    |
| 3.697.932     | 1.534.292    |
| -279.414      | 1.585.446    |
| -3.948.138    | 1.183.746    |
| -11.357.999   | 290.777      |
| -13.230.037   | 0            |
| <b>123.07</b> | <b>25.31</b> |

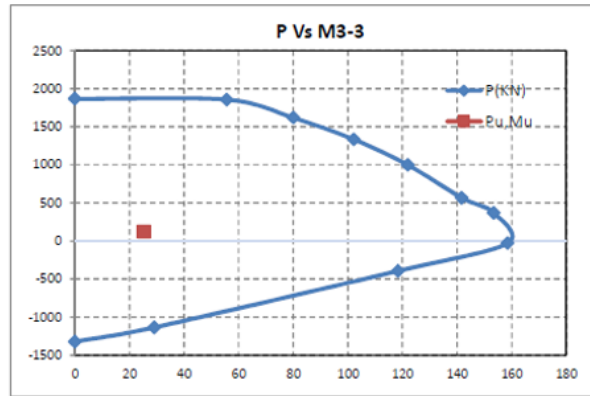
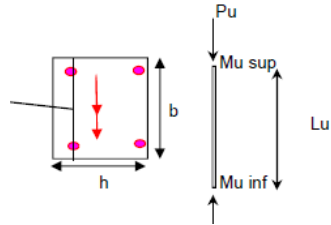


Figura 24 Diagrama de interacción de columnas

#### 9.1.10.2 Flexión y carga axial

Tabla 27 / revisión de diseño a Flexión y carga axial columnas

|               |        |             |               |
|---------------|--------|-------------|---------------|
| Fy (MPa)      | 420    | Cm          | 0.60          |
| Es (Gpa)      | 200    | lg (m4)     | 0.0013        |
| f'c (Mpa)     | 21     | Ise (m4)    | 0.0001        |
| Ec (Gpa)      | 21.54  | EI1 (Pa)    | 20966746.15   |
| $\beta d$     | 0.30   | EI2 (Pa)    | 8.287.338.453 |
| Nº Barras     | 10     | Pcr 1       | 62130528.08   |
| b (m)         | 0.35   | Pcr 2       | 24557778.82   |
| h (m)         | 0.35   | $\delta L1$ | 0.601         |
| r (m)         | 0.04   | $\delta L2$ | 0.603         |
| a             | 0.14   | Pu (KN)     | 123.07        |
| A             | 0.0002 | Mu          | 15.26         |
| Lu (m)        | 3.65   | Mu          | 25.31         |
| k             | 1      | $\phi$      | 0.9           |
| r             | 0.105  | a=          | 166695060     |
| Mu sup (KN.m) | 27.33  | b=          | 14126700      |
| Mu inf (KN.m) | 25.31  | c=          | 28122.22      |
| Pu (KN)       | 123.07 | $\rho -$    | 0.002039812   |
| Vu (KN)       | 14.5   | $\rho +$    | 0.082705951   |
|               |        | As (mm)     | 1225.00       |



Fuente: Propia

### 9.1.10.3 Cortante

Tabla 28 / revisión cortante Columnas

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| $\rho_s 1$               | 0.0153   |
| $\rho_s 2$               | 0.0060   |
| Asmin (mm <sup>2</sup> ) | 437.4    |
| s min (m) 3/8"           | 0.592    |
| Ash1 (mm)                | 106.3    |
| Ash2 (mm)                | 241.1    |
| d min (mm)               | 7        |
| vc Mpa.1                 | 0.764    |
| vc Mpa.2                 | 0.764    |
| vc Mpa.3                 | 1.375    |
| vc Mpa                   | 0.764    |
| $\phi V_c$ (KN)          | 62.460   |
| $V_u < \phi V_c$         | Ok!      |
| vs (KPa)                 | -391.512 |
| s (m) d = 3/8"           | -0.370   |

Fuente: Propia

### 9.1.10.4 Refuerzo

Tabla 29 / Refuerzo y diagrama Columna

| Ref Long          |       |
|-------------------|-------|
| h (m)             | 3.65  |
| Asmin             | 1225  |
| As (mm2)          | 1791  |
| 99#5              | 1791  |
| Asmax             | 4900  |
| Ref Transv Z conf |       |
| s(m)              | 0.09  |
| L Zconf           | 0.6 m |
| Ref Transv min    |       |
| s (m)             | 0.10  |
| Complemento       | si    |

| COLUMNNA 35x35 |  |
|----------------|--|
|                |  |

Fuente: Propia

Ver detalles de las columnas en el plano E03 y E01

### 9.1.11 Cálculo de placa de contrapiso salón comunal

Con los datos obtenidos del análisis estructural, se considera dimensionar la placa de fondo o contrapiso por medio de una losa maciza en dos direcciones.

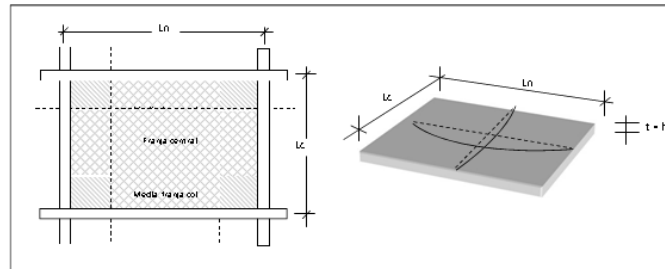


Figura 25 Losa maciza en dos direcciones

#### 9.1.11.1 Dimensionamiento de placa y avalúo de cargas

Espesor de placas macizas en dos direcciones sin vigas interiores determinado según las secciones C.13 y C.9.5 [1].

|                  |       |
|------------------|-------|
| La               | 3.0 m |
| Lb               | 3.0 m |
| $\alpha = Lb/La$ | 1.00  |

Tabla 30 / Espesor mínimo y Cargas losa maciza

| Paneles exteriores sin ábacos                               |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| eMin sin vigas de borde                                     | 0.10 m     |
| eMin con vigas de borde                                     | 0.09 m     |
| paneles interiores sin ábacos                               | 0.09 m     |
| Paneles exteriores con ábacos                               |            |
| eMin sin vigas de borde                                     | 0.09 m     |
| eMin con vigas de borde                                     | 0.08 m     |
| paneles interiores con ábacos                               | 0.08 m     |
| e asumido                                                   | 0.10 m     |
| Carga de peso propio de Placas y estructuras encima (KN/m2) |            |
| Peso propio losa                                            | 2.4 KN/m2  |
| Piso y alistado                                             | 1.0 KN/m2  |
| Muros eventuales                                            | 3.0 KN/m2  |
| D                                                           | 6.4 KN/m2  |
| Carga viva                                                  | 1.8 KN/m2  |
| Impacto 10%                                                 | 0.18 KN/m2 |
| L                                                           | 2.0 KN/m2  |
| wu                                                          | 8.38 KN/m2 |

Fuente: Propia

Utilizando el procedimiento de la sección C.13.9 “Losas en dos direcciones apoyadas sobre muros o vigas rígidas” [1] del Reglamento vigente (Método de los Coeficientes), se divide el panel en consideración en cada dirección, en franjas Centrales cuyo ancho es la mitad del panel y medias franjas de columnas con un ancho igual a un cuarto del panel.

### 9.1.11.2 Franjas centrales

Tabla 31 / Franjas centrales

| Momentos negativos en los bordes (Tabla C.13.9-1) |          |
|---------------------------------------------------|----------|
| Caneg                                             | 0.045    |
| Cbneg                                             | 0.045    |
| Ma (negativo)                                     | 3.4 KN.m |
| Mb (negativo)                                     | 3.4 KN.m |
| Momentos positivos (Tablas C.13.9-2 Y C.13.9-3)   |          |
| Ca D positivo                                     | 0.018    |
| Cb D positivo                                     | 0.018    |
| Ca L positivo                                     | 0.027    |
| Cb L positivo                                     | 0.027    |
| Ma (positivo carga muerta)                        | 1.0 KN.m |
| Ma (positivo carga viva)                          | 0.5 KN.m |
| Ma (positivo total)                               | 1.5 KN.m |
| Mb (positivo carga muerta)                        | 1.0 KN.m |
| Mb (positivo carga viva)                          | 0.5 KN.m |
| Mb (positivo total)                               | 1.5 KN.m |

Fuente: Propia.

### 9.1.11.3 Diseño a flexión Refuerzo superior Franja central

Tabla 32 / Diseño Flexión refuerzo superior franja central

| Dirección La       |                       | Dirección Lb       |                       |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| f'c                | 21.0 MPA              | f'c                | 21.0 MPA              |
| Fy                 | 420.0 MPA             | Fy                 | 420.0 MPA             |
| M                  | 3.4 KN.m              | M                  | 3.4 KN.m              |
| Mu                 | 5.1 KN.m              | Mu                 | 5.1 KN.m              |
| Mn                 | 5.7 KN.m              | Mn                 | 5.7 KN.m              |
| b                  | 1.0 m                 | b                  | 1.0 m                 |
| d                  | 0.06 m                | d                  | 0.06 m                |
| p                  | 0.00392               | p                  | 0.00392               |
| pmin               | 0.00200               | pmin               | 0.00200               |
| pdiseño            | 0.00392               | pdiseño            | 0.00392               |
| As                 | 235.3 mm <sup>2</sup> | As                 | 235.3 mm <sup>2</sup> |
| Barra No           | 5.00                  | Barra No           | 5.00                  |
| Cantidad de barras | 2.00                  | Cantidad de barras | 2.00                  |
| Separación         | 0.46 m                | Separación         | 0.46 m                |

Fuente: Propia

#### 9.1.11.4 Diseño a flexión Refuerzo inferior Franja central

Tabla 33 / Diseño Flexión refuerzo inferior franja central

| Dirección La       |                       | Dirección Lb       |                       |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| f'c                | 21.0 MPA              | f'c                | 21.0 MPA              |
| Fy                 | 420.0 MPA             | Fy                 | 420.0 MPA             |
| M                  | 1.5 KN.m              | M                  | 1.5 KN.m              |
| Mu                 | 2.3 KN.m              | Mu                 | 2.3 KN.m              |
| Mn                 | 2.5 KN.m              | Mn                 | 2.5 KN.m              |
| b                  | 1.0 m                 | b                  | 1.0 m                 |
| d                  | 0.06 m                | d                  | 0.06 m                |
| p                  | 0.00171               | p                  | 0.00171               |
| pmin               | 0.00200               | pmin               | 0.00200               |
| pdiseño            | 0.00200               | pdiseño            | 0.00200               |
| As                 | 120.0 mm <sup>2</sup> | As                 | 120.0 mm <sup>2</sup> |
| Barra No           | 5.00                  | Barra No           | 5.00                  |
| Cantidad de barras | 1.00                  | Cantidad de barras | 1.00                  |
| Separación         | 0.92 m                | Separación         | 0.92 m                |

Fuente: Propia

#### 9.1.11.5 Franjas de columnas

Los momentos en los bordes serán 2/3 de los calculados en la franja central

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Momentos negativos La | 2.3 KN.m |
| Momentos positivos La | 1.0 KN.m |
| Momentos negativos Lb | 2.26     |
| Momentos positivos Lb | 1.01     |

#### 9.1.11.6 Diseño a flexión Refuerzo superior franja de columnas

Tabla 34 / Diseño Flexión refuerzo superior franja de columnas

| Dirección La       |                       | Dirección Lb       |                       |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| f'c                | 21.0 MPA              | f'c                | 21.0 MPA              |
| Fy                 | 420.0 MPA             | Fy                 | 420.0 MPA             |
| M                  | 1.5 KN.m              | M                  | 1.5 KN.m              |
| Mu                 | 2.3 KN.m              | Mu                 | 2.3 KN.m              |
| Mn                 | 2.5 KN.m              | Mn                 | 2.5 KN.m              |
| b                  | 1.0 m                 | b                  | 1.0 m                 |
| d                  | 0.06 m                | d                  | 0.06 m                |
| p                  | 0.00171               | p                  | 0.00171               |
| pmin               | 0.00200               | pmin               | 0.00200               |
| pdiseño            | 0.00200               | pdiseño            | 0.00200               |
| As                 | 120.0 mm <sup>2</sup> | As                 | 120.0 mm <sup>2</sup> |
| Barra No           | 5.00                  | Barra No           | 5.00                  |
| Cantidad de barras | 1.00                  | Cantidad de barras | 1.00                  |
| Separación         | 0.92 m                | Separación         | 0.92 m                |

Fuente: Propia

### 9.1.11.7 Diseño a flexión Refuerzo inferior franja de columnas

Tabla 35 / Diseño Flexión refuerzo inferior franja de columnas

| Dirección La       |                       | Dirección Lb       |                       |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| f'c                | 21.0 MPA              | f'c                | 21.0 MPA              |
| Fy                 | 420.0 MPA             | Fy                 | 420.0 MPA             |
| M                  | 1.0 KN.m              | M                  | 1.0 KN.m              |
| Mu                 | 1.5 KN.m              | Mu                 | 1.5 KN.m              |
| Mn                 | 1.7 KN.m              | Mn                 | 1.7 KN.m              |
| b                  | 1.0 m                 | b                  | 1.0 m                 |
| d                  | 0.06 m                | d                  | 0.06 m                |
| p                  | 0.00113               | p                  | 0.00113               |
| pmin               | 0.00200               | pmin               | 0.00200               |
| pdiseño            | 0.00200               | pdiseño            | 0.00200               |
| As                 | 120.0 mm <sup>2</sup> | As                 | 120.0 mm <sup>2</sup> |
| Barra No           | 3.00                  | Barra No           | 3.00                  |
| Cantidad de barras | 2.00                  | Cantidad de barras | 2.00                  |
| Separación         | 0.46 m                | Separación         | 0.46 m                |

Fuente: Propia

### 9.1.11.8 Cortante

Para el cálculo de las reacciones, se utiliza la Tabla C.13.9-4 [1], en donde para  $m=0.9$ , en el caso 2, el 60% de la carga se transmite en la dirección de la luz menor y el 40% en la dirección de la luz mayor.

Tabla 36 / Calculo de cortante Placa Contrapiso

|           |          |
|-----------|----------|
| V1        | 6.3 KN   |
| V2        | 6.3 KN   |
| Vd1       | 6.0 KN   |
| Vd2       | 6.0 KN   |
| Vu        | 9.1 KN   |
| $\Phi$    | 0.75 KN  |
| Vc        | 46.74 KN |
| $\Phi Vc$ | 35.06 KN |
| CUMPLE    |          |

Fuente: Propia

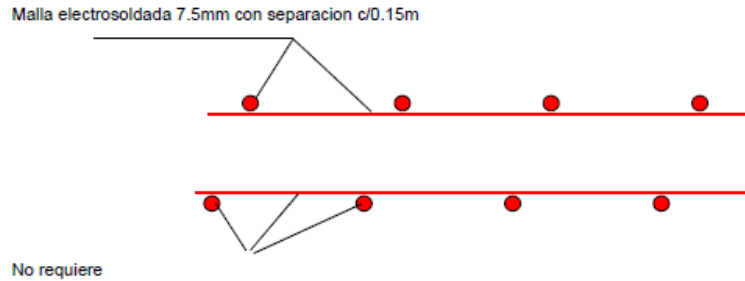


Figura 26 Diagrama de refuerzo placa (ver etalles en el plano E02)

### 9.1.12 Diseño de zapatas de cimentación

Se realiza el diseño de dos tipos de zapatas, centrales y esquineras, ya que el terreno de la edificación es colindante con una finca, las zapatas esquineras fueron diseñadas con el método calavera. [16]

#### 9.1.12.1 Zapata Z-1 central

La zapata Z-1 es una zapata central concéntrica aislada sometida solo a carga axial, teniendo en cuenta las cargas de servicio de la sección B.2.3.1 [1] se realiza el dimensionamiento de la zapata que sea compatible con la capacidad admisible del suelo.

#### 9.1.12.2 Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo:

La zapata Z1, se utiliza en los Puntos: 1, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33

Tabla 37 / Cargas de Servicio Zapata Central ( Z1 )

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| Carga máx Col compresión Ps (KN)             | 93,6  |
| Carga máx Col tracción Pst (KN)              | 0,0   |
| Carga máx horizontal Hs (KN)                 | 9,4   |
| Momento (KN.m) 2-2                           | 13,5  |
| Momento (KN.m) 3-3                           | 16,8  |
| Cargas Mayoradas:                            |       |
| Carga máx Col compresión Pu (KN)             | 122,6 |
| Carga máx Col tracción Put (KN)              | 0,00  |
| Carga máx horizontal Hu (KN)                 | 12,66 |
| Momento (KN.m) 2-2                           | 19,8  |
| Momento (KN.m) 3-3                           | 23,1  |
| $\sigma_{ad}$ (KN/m <sup>2</sup> )/F.S       | 200,0 |
| f'c (MPa)                                    | 21,0  |
| Concreto de peso normal No liviano $\lambda$ | 1,0   |
| Columnas excéntricas $\alpha$                | 40,0  |

Fuente: Propia

Tabla 38 / Pre-Dimensionamiento Zapata Central ( Z1 )

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| PS (KN)                     | 93.6Kn            |
| Peso de zapata (KN)         | 18.4Kn            |
| Área de zapata (m2)         | 0.6m <sup>2</sup> |
| Zapata rectangular de L (m) | 0.7m              |
| A (m)                       | 1.60m             |
| B (m)                       | 1.60m             |
| Espesor t (m)               | 0.30m             |
| Recubrimiento r (m)         | 0.075m            |
| d (m)                       | 0.21m             |
| Prof de cim                 | 1.3m              |

Figura 27 Diagrama zapata (Z1)

Fuente: Propia

Tabla 39 / Excentricidad y Presiones en el Suelo

|                                                  |                         |
|--------------------------------------------------|-------------------------|
| ex (m)                                           | 0.145                   |
| ey (m)                                           | 0.18                    |
| Relación ex/ey                                   | 1.2                     |
| B recomendado                                    | 2.0                     |
| A/6                                              | 0.3                     |
| B/6                                              | 0.3                     |
| Presiones bajo la zapata para cargas de Servicio |                         |
| q1                                               | 5.3 KN/m <sup>2</sup>   |
| q2                                               | 97.0 KN/m <sup>2</sup>  |
| q3                                               | 49.5 KN/m <sup>2</sup>  |
| q4                                               | 38.0 KN/m <sup>2</sup>  |
| Presiones bajo la zapata para cargas Ultimas     |                         |
| q1                                               | 2.3 KN/m <sup>2</sup>   |
| q2                                               | 127.3 KN/m <sup>2</sup> |
| q3                                               | 60.7 KN/m <sup>2</sup>  |
| q4                                               | 49.5 KN/m <sup>2</sup>  |
| Presiones sobre la zapata para carga de Tracción |                         |
| qmin1                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |
| qmax1                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |
| qmin2                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |
| qmax2                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |

Fuente: Propia

### 9.1.12.3 Verificaciones de la zapata Z1

Tabla 40 / Verificaciones de la zapata Z1

Tabla 41 / Verificación de cortante Bidireccional Z1

| Cortante Bidireccional Z1 |            |
|---------------------------|------------|
| Ancho de pedestal b c     | 0.35 m     |
| Largo de pedestal l c     | 0.35 m     |
| Lcd / 2                   | 1.1        |
| V (d/2)                   | 86.7 Kn/m2 |
| Vu (d/2)                  | 238.0 Kn   |
| Beta                      | 1.0        |
| Bo                        | 2.2 m      |
| $\phi$                    | 0.65       |
| $\phi Vc1$                | 714.6 Kn   |
| $\phi Vc2$                | 668.7      |
| $\phi Vc3$                | 462.4      |

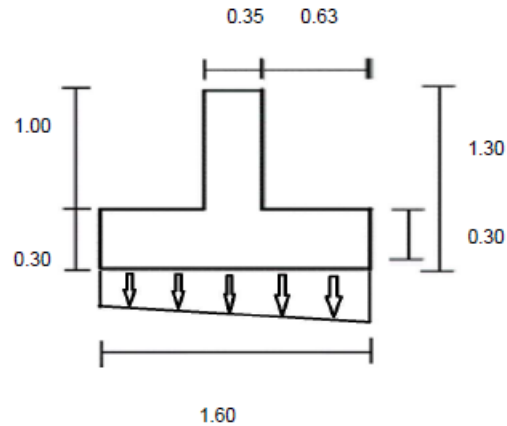


Tabla 42 / Dirección larga y corta Z1

| Dirección Larga |            |
|-----------------|------------|
| Lcd             | 0.4        |
| V(d)            | 94.9       |
| Vu(d)           | 71.4       |
| $\phi$          | 0.75       |
| $\phi c=$       | 196.3 Kn   |
| Dirección corta |            |
| Lcd             | 0.4        |
| V(d)            | 94.9 Kn/m2 |
| Vu(d)           | 71.4 Kn    |
| $\phi$          | 0.75       |
| $\phi c=$       | 196.3 Kn   |

Tabla 43 / Altura mínima de desplante Z1

| Altura mínima de desplante      |            |
|---------------------------------|------------|
| Carga máx Col tracción Put (KN) | 0.0        |
| A (m)                           | 1.6        |
| B (m)                           | 1.6        |
| $\sigma_{ad}$ (KN/m2)           | 200.0      |
| $\gamma$ (KN/m3)                | 18.0 Kn/m3 |
| qu (KN/m2)                      | 0.0        |
| F.S                             | 2.0        |
| z (m)                           | 0.0        |
| Df (m)                          | 1.0        |

Tabla 44 / Longitud de desarrollo Z1

| Longitud de desarrollo |        |
|------------------------|--------|
| ldc1                   | 0.35 m |
| ldc2                   | 0.29 m |
| ldc3                   | 0.35 m |

Tabla 45 / Resistencia al aplastamiento Z1

| Resistencia al aplastamiento |           |
|------------------------------|-----------|
| Pu                           | 122.6     |
| $\phi$                       | 0.65      |
| A1                           | 0.12      |
| Inclinación 1V-2H            | 0.6       |
| A2                           | 2.4       |
| raíz(A2/A1)                  | 4.4       |
| Phi Pnb                      | 2842.6 Kn |

Fuente: Propia

#### 9.1.12.4 Diseño a flexión

Tabla 46 / Refuerzo Dirección corta Abajo Z1

| Refuerzo Dirección Corta Abajo |                                                      |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
| Lv                             | 0.6 m                                                |
| $\sigma_f$                     | 78.5 Kn/m <sup>2</sup>                               |
| Mu                             | 40.8 kn.m                                            |
| Mn                             | 45.3 kn.m                                            |
| Fy                             | 420.0 MPa                                            |
| F'c                            | 21.0 MPa                                             |
| b                              | 1.6 m                                                |
| h=t                            | 0.3 m                                                |
| d'=r+fbarra                    | 0.1 m                                                |
| d                              | 0.2 m                                                |
| $\phi$                         | 0.9                                                  |
| Pmin                           | 0.0033                                               |
| Pdiseño                        | 0.00156                                              |
| Pasumido                       | 0.00333                                              |
| As                             | 1118.9 mm <sup>2</sup>                               |
| Barra No.                      | 4.0                                                  |
| Cantidad de Barras             | 9.0                                                  |
| separación                     | 0.18 m 1#4 c/0.18 en la dirección corta abajo- Son 9 |

Tabla 47 / Refuerzo Dirección Largo abajo Z1

| Refuerzo Dirección Largo abajo |                                                      |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
| Lv                             | 0.6 m                                                |
| $\sigma_f$                     | 78.5 Kn/m <sup>2</sup>                               |
| Mu                             | 40.8 kn.m                                            |
| Mn                             | 45.3 kn.m                                            |
| Fy                             | 420.0 MPa                                            |
| F'c                            | 21.0 MPa                                             |
| b                              | 1.6 m                                                |
| h=t                            | 0.3 m                                                |
| d'=r+fbarra                    | 0.1 m                                                |
| d                              | 0.21 m                                               |
| $\phi$                         | 0.9                                                  |
| Pmin                           | 0.0033                                               |
| Pdiseño                        | 0.0016                                               |
| Pasumido                       | 0.0033                                               |
| As                             | 1118.9 mm <sup>2</sup>                               |
| Barra No.                      | 4.0                                                  |
| Cantidad de Barras             | 9.0                                                  |
| Separación                     | 0.18 m 1#4 c/0.18 en la dirección larga abajo- Son 9 |

Fuente: Propia

Tabla 48 / Refuerzo Dirección Larga y corta arriba Z1

| Refuerzo Dirección Larga y corta arriba |                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Lv                                      | 0.625 m                                             |
| of                                      | 0.0 Kn/m <sup>2</sup>                               |
| Mu                                      | 0.0 kn.m                                            |
| Mn                                      | 0.0 kn.m                                            |
| Fy                                      | 420.0 MPa                                           |
| F'c                                     | 21.0 MPa                                            |
| b                                       | 1.6 m                                               |
| h=t                                     | 0.3 m                                               |
| d'=r+fbarra                             | 0.1 m                                               |
| d                                       | 0.21 m                                              |
| $\phi$                                  | 0.9                                                 |
| Pmin                                    | 0.0021                                              |
| Pdiseño                                 | 0.00000                                             |
| Pasumido                                | 0.00210                                             |
| As                                      | 705.6 mm <sup>2</sup>                               |
| Barra No.                               | 4.0                                                 |
| Cantidad de Barras                      | 6.0                                                 |
| Separación                              | 0.28 m 1#4 c/0.25en la dirección larga abajo- Son 6 |
| Separación usada                        | 0.25 m                                              |

Fuente: Propia

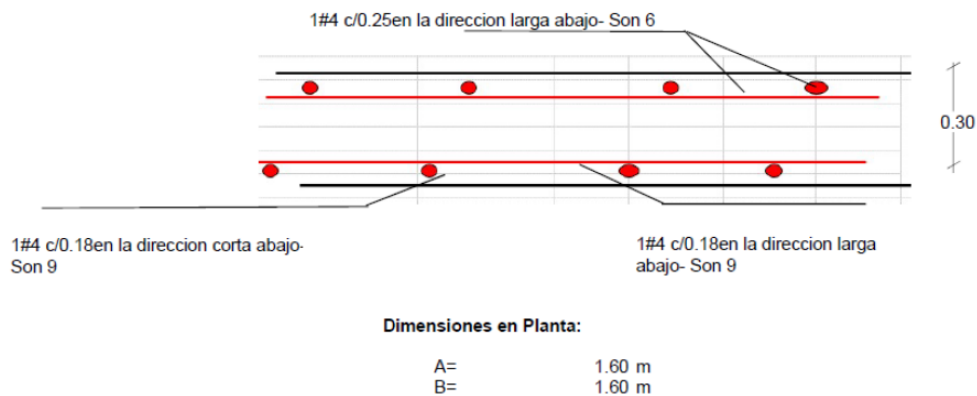


Figura 28 Esquema final de la zapata 1 (Z1) (ver plano E01) (ver reacciones para cargas de viento en la memoria de calculo del salon comunal)

#### 9.1.12.5 Zapata esquinera Z-2

La Zapata Z-2 se utiliza en los puntos: 2, 4, 9, 15, 16, 5, 29, se realiza el diseño de la zapata cuadrada esquinera con vigas aéreas siguiendo el fundamento teórico de José calavera [16], en el cual se supone que la zapata está apoyada sobre Vigas virtuales en voladizo.

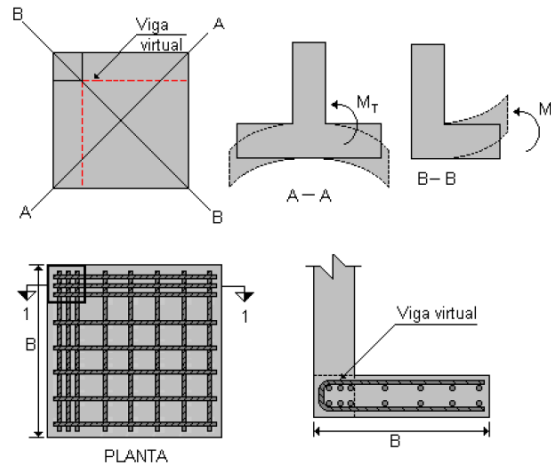


Figura 29 Diagrama Zapata Z2

Fuente: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIONDE  
ACUERDO A NSR-10 Figura 30 y 31 [18]

El procedimiento mediante el cual se determina las tenciones máximas y mínimas es el siguiente:

- Se fijan las dimensiones de la zapata b, h
- Se determina el coeficiente de balasto K mediante la ecuación (1), en donde f es el factor de correlación de aspecto de la zapata ecuación (2) y  $K_L$  es el módulo de balasto lineal, ecuación (3).

Tabla 49 / Ecuaciones Coeficiente de balasto

|                          |                                                     |                                  |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------|
| $K = \frac{f}{0.67} K_L$ | $f = \frac{1 + 0.50 \left(\frac{b}{L}\right)}{1.5}$ | $K_L = \frac{E_s}{B(1 - \mu^2)}$ |
| Ecuación (1)             | Ecuación (2)                                        | Ecuación (3)                     |

Fuente: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIONDE  
ACUERDO A NSR-10 Figura 30 y 31 [18]

- A continuación, se encuentran las ecuaciones que se utilizan para calcular la fuerza de tracción T y las tensiones  $q_{max}$  y  $q_{min}$ , la placa de la zapata está sometida a dos momentos máximos que producen tracciones en la cara superior e inferior.

Tabla 50 / Ecuaciones Fuerza de tracción y tensiones de la zapata Z2

|                                                                                                    |                                                                           |                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| $T = \frac{P(B-b)\frac{\sqrt{2}}{2} - M_r}{\left[C + h + \frac{KB^4\lambda^2 C^2}{36EI_0}\right]}$ | $q_{max} = \frac{P}{B^2} + \frac{KB\sqrt{2}\lambda^2 L^2}{6EI_0} T < q_a$ | $q_{max} = \frac{P}{B^2} - \frac{KB\sqrt{2}\lambda^2 L^2}{6EI_0} T < 0$ |
| Ecuación (4)                                                                                       | Ecuación (5)                                                              | Ecuación (6)                                                            |

Fuente: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIONDE  
ACUERDO A NSR-10 Figura 30 y 31 [18]

### 9.1.13 Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo

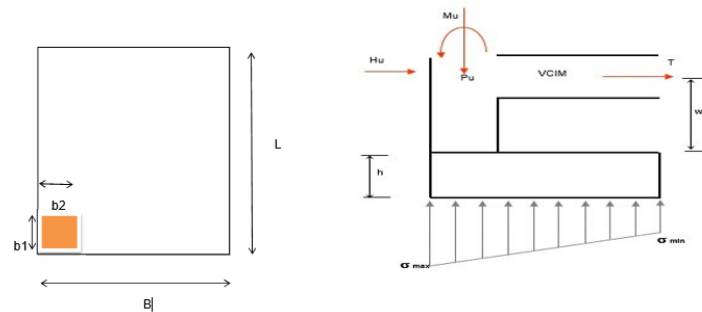


Figura 30 Diagrama Zapata esquinera (Z2)

Tabla 51 / Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo Z2

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| b1                          | 0.35 m                |
| b2                          | 0.35 m                |
| P serv                      | 62.26 KN              |
| Qa                          | 200 KN/m <sup>2</sup> |
| Momento 3-3 serv            | 13.53 KN.m            |
| Momento 2-2 serv            | 16.82 KN.m            |
| P ultimo                    | 82.2 KN               |
| Momento ultimo 3-3          | 20.5 KN.m             |
| Momento ultimo 2-2          | 25.46 KN.m            |
| F'c                         | 21 MPa                |
| Fy                          | 420 MPa               |
| Columnas Laterales $\alpha$ | 20                    |

Fuente: Propia

Tabla 52 / Pre-Dimensionamiento Z2

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Peso de Zapata      | 18.432 Kn              |
| Amin                | 0.40346 m <sup>2</sup> |
| B                   | 1.6 m                  |
| L                   | 1.6 m                  |
| Área Definitiva     | 2.56 m <sup>2</sup>    |
| Espesor t           | 0.3 m                  |
| Altura de la Vcim h | 0.3 m                  |
| Recubrimiento r     | 0.075 m                |
| d (m)               | 0.225 m                |
| Prof de cimentación | 1.30 m                 |
| W                   | 0.85 m                 |

Fuente: Propia

Tabla 53 / Excentricidad y Presiones en el Suelo Z2

|                                                  |                            |
|--------------------------------------------------|----------------------------|
| $e_{max}$                                        | 0.27                       |
| $e_{min}$                                        | 0.22                       |
| $B/6$                                            | 0.27 m                     |
| $L/6$                                            | 0.27 m                     |
| Módulo de balasto K                              | 0.5 n/mm <sup>3</sup>      |
| $\lambda$                                        | 0.75                       |
| $B_c (b_2/b_1)$                                  | 1                          |
| $E_c$                                            | 21538.106 Mpa              |
| $I_c$                                            | 1250520833 mm <sup>4</sup> |
| $K_c$                                            | 0.176 n/mm <sup>3</sup>    |
| $T_s$                                            | 30.647 Kn                  |
| $T_u$                                            | 40.463 Kn                  |
| Presiones bajo la zapata para cargas de Servicio |                            |
| $q_{smax}$                                       | 60.503 Kn/m <sup>2</sup>   |
| $q_{smin}$                                       | 2.537 Kn/m <sup>2</sup>    |
| Presiones bajo la zapata para cargas Ultimas     |                            |
| $q_{umax}$                                       | 69.786 Kn/m <sup>2</sup>   |
| $q_{umin}$                                       | -6.745 Kn/m <sup>2</sup>   |
| $q_{um}$                                         | 31.520 Kn/m <sup>2</sup>   |

Fuente: Propia

Tabla 54 / Verificación del Punzonamiento

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Ancho de columna $b_c$ | 0.35 m                        |
| Largo de columna $L_c$ | 0.35 m                        |
| $V_{up}$               | 68.130429 Kn                  |
| $B_o$                  | 0.93 m                        |
| $\beta$                | 1                             |
| $v_{up}$               | 327.3534126 Kn/m <sup>2</sup> |
| $\phi_v$               | 0.65                          |
| $\phi V_{c1}$          | 992.8914006 Kn/m <sup>2</sup> |
| $\phi V_{c2}$          | 1704.016323 Kn/m <sup>2</sup> |
| $\phi V_{c3}$          | 1489.337101 Kn/m <sup>2</sup> |
| Verificación           | CUMPLE                        |

Fuente: Propia

Tabla 55 / Cortante Unidireccional Z2

| Dirección Larga y Corta |                           |        |
|-------------------------|---------------------------|--------|
| $V_{ud}$                | 51.693 Kn                 |        |
| $U_{ud}$                | 143.593 Kn/m <sup>2</sup> |        |
| $\phi$                  | 0.65                      |        |
| $\phi V_c$              | 496.446 Kn/m <sup>2</sup> | CUMPLE |

Fuente: Propia

Tabla 56 / Diseño a flexión Z2

| Refuerzo Parrilla superior e inferior                  |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| q prom                                                 | 31.52 Kn/m2 |
| Mu                                                     | 69.93 Kn.m  |
| Mn                                                     | 77.70 Kn.m  |
| Fy                                                     | 420 MPa     |
| F'c                                                    | 21 MPa      |
| b                                                      | 1.6 m       |
| h=t                                                    | 0.3 m       |
| d' = r + $\phi$ barra                                  | 0.075 m     |
| d                                                      | 0.225 m     |
| $\phi$                                                 | 0.9         |
| P min                                                  | 0.0033      |
| P diseño                                               | 0.0023      |
| P asumido                                              | 0.0033      |
| As                                                     | 1188 mm2    |
| Barra No.                                              | 5           |
| Cantidad de Barras                                     | 6           |
| separación                                             | 0.24 m      |
| 1#5 c/0.24 en la dirección Corta y Larga Abajo - Son 6 |             |

Fuente: Propia

Ver detalles estructurales en el plano E01, donde se encuentran representadas todas las especificaciones del diseño de los dos tipos de zapatas que cumplen con las solicitaciones requeridas por la estructura y terreno.

### 9.1.14 Diseño de viga cimentación

Tabla 57 / Diseño Viga de cimentación

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| b         | 0.35            |
| h         | 0.35            |
| d         | 0.275           |
| F'c       | 21              |
| Fy        | 420             |
| C o T     | 6.165 Kn        |
| Tu        | 40.46319494 Kn  |
| Asreq     | 107.0454893 mm2 |
| Asmin     | 317.625 mm2     |
| Asdis     | 317.625 mm2     |
| Barras No | 5               |
| Cantidad  | 2               |

Fuente: Propia

Tabla 58 / Diseño de viga virtual

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| b         | 0.3             |
| h         | 0.3             |
| d         | 0.225           |
| F'c       | 21              |
| Fy        | 420             |
| Mp        | 43.03573333     |
| P         | 0.007389068     |
| Asreq     | 498.7620775 mm2 |
| Asmin     | 222.75 mm2      |
| Asdis     | 498.7620775 mm2 |
| Barras No | 5               |
| Cantidad  | 3               |

Fuente: Propia

Tabla 59 / 9.3.2 Aplastamiento (NSR-10 C.10.14)

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| A1 (m2)                     | 0.1225     |
| $\phi$                      | 0.65       |
| t (m)                       | 0.3        |
| Inclinación 1V-2H           | 0.6        |
| A2 (m2)                     | 0.9025     |
| raiz(A2/A1)                 | 27.143     |
| Factor                      | 2          |
| F aplastamiento (KN)        | 28.426.125 |
| Fu (KN)                     | 82.2       |
| Fu < $\phi$ F aplastamiento | CUMPLE     |

Fuente: Propia

Tabla 60 / Altura mínima de desplante

|             |      |
|-------------|------|
| Put (KN)    | 0    |
| B (m)       | 1.6  |
| L (m)       | 1.6  |
| sad (KN/m2) | 200  |
| g (KN/m3)   | 18   |
| qu (KN/m2)  | 0    |
| F.S 2       | 2    |
| z (m)       | 0    |
| Df (m)      | 1.30 |

Fuente: Propia

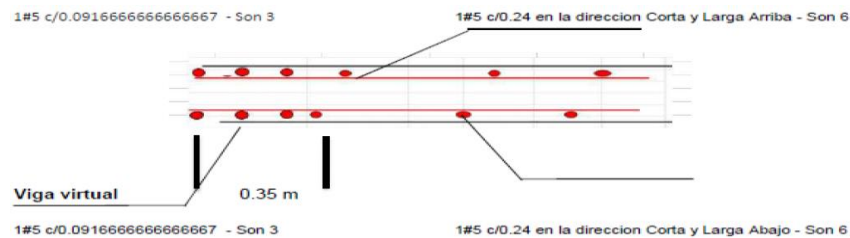


Figura 31 Diagrama Viga Virtual

Ver cargas de servicio y Reacciones de servicio en la memoria de cálculo del salón comunal.

### 9.1.15 Cálculo de vigas de cimentación

#### 9.1.15.1 CÁLCULO viga cimentación estructura de concreto - VC1

En el cortante máximo se utiliza el 10% de la carga de la cimentación

Tabla 61 / Generalidades Viga cimentación Vc-1

| Viga de Cimentación tipo 1: VC-1 30x30 |       |
|----------------------------------------|-------|
| Cortante máxima Vu = Pu (KN)           | 12.26 |
| Momento Mu (KN.m)                      | 6.93  |
| C ó T (KN)                             | 9.20  |
| As min (mm²)                           | 11.03 |
| Densidad del suelo (KN/m3)             | 18    |
| Profundidad de cimentación (m)         | 1.0   |
| Wu o subpresión (KN/m)                 | 3.78  |
| Luz de viga (m)                        | 4.13  |
| Hmin (L/30)                            | 0.21  |
| fy (Mpa)                               | 420   |
| f'c (MPa)                              | 21    |
| $\lambda$ ( Concreto de peso normal)   | 1.0   |

Fuente: Propia

### 9.1.15.2 Diseño de cortante

Tabla 62 / Diseño de cortante Vc-1

|                                              |         |                                                                       |
|----------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| bw (m)                                       | 0.30    | bw > 0.3h ó 250mm                                                     |
| Espesor h (m)                                | 0.30    | Espesor                                                               |
| d'                                           | 0.07    | Recubrimiento                                                         |
| d (m)                                        | 0.22    |                                                                       |
| f'c (MPa)                                    | 21      | Resistencia del concreto mínima                                       |
| Vu 1-1 (KN)                                  | 20.07   |                                                                       |
| $\phi V_c$ (KN)                              | 36.59   |                                                                       |
| Vs (KN)                                      | -16.52  | $V_s > 0.5 \phi V_c$ Si Vs mayor que 1/2 de $\phi V_c$ , Ref cortante |
| $V_u < \phi V_c$                             | CUMPLE  | Criterio para refuerzo de cortante                                    |
| $v_u - \phi v_c$ (KN)                        | -246.25 |                                                                       |
| s (m) db = 3/8"                              | -0.57   | Separación mínima Z. C.= -0.57 < 0.30m                                |
| s (m) db = 1/4"                              | -0.11   |                                                                       |
| $V_s > 0.33 \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$ | 136.10  | Espaciamiento máximo es d/4                                           |
| $V_s < 0.66 \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$ | 272.20  | Cumple                                                                |
| Av, min (mm2)-1                              | -114.69 |                                                                       |
| Av, min (mm2)-2                              | -141.28 |                                                                       |

Fuente: Propia

### 9.1.15.3 diseño de momentos

Tabla 63 / Área de acero mínimo Vc-1 (ver especificaciones en la memoria de calculo del salón comunal)

|                |        |
|----------------|--------|
| bw (m)         | 0.30   |
| d (m)          | 0.22   |
| As min (mm2)-1 | 183.02 |
| As min (mm2)-2 | 223.65 |

Fuente: Propia

Ver detalles estructurales en los planos E01 y E02, donde se encuentran representadas todas las especificaciones del diseño de las vigas de cimentación con sus respectivos despieces que cumplen con las solicitaciones requeridas por la estructura y terreno.

### 9.1.16 Losa maciza en una dirección placa de tanque 1000 litros

Se diseña la losa maciza en donde va a estar ubicada el tanque elevado, que también servirá de zona de mantenimiento para la cubierta.

Tabla 64 / Placa para tanque de 1000 L

| DATOS |        |                   | DIMENSIONES                 |        |
|-------|--------|-------------------|-----------------------------|--------|
| Luz   | 3.6    | m                 | H placa L/20                | 0.18   |
| F'c   | 21000  | Kn/m <sup>2</sup> | H asumido                   | 0.15   |
| Fy    | 420000 | Kn/m <sup>2</sup> | Recubrimiento               | 0.03   |
| D     | 4.4    | Kn/m <sup>2</sup> | Barras Numero 4             |        |
| L     | 10     | Kn/m <sup>2</sup> | db                          | 0.0127 |
|       |        |                   | d                           | 0.1137 |
|       |        |                   | diseño para un ancho de 1 m |        |
|       |        |                   | b                           | 1m     |

| CARGAS |                         | CUANTIA   |             |
|--------|-------------------------|-----------|-------------|
| D      | 4.4 Kn/m <sup>2</sup>   | φ         | 0.9         |
| L      | 10 Kn/m <sup>2</sup>    | Rn max    | 8925        |
| Wu     | 21.28 Kn/m <sup>2</sup> | Rn        | 2965.549985 |
| Mu     | 34.4736 Kn*m            | P cuantía | 0.007771349 |
|        |                         | Pmin      | 0.0033      |

Fuente: Propia

### 9.1.16.1 Refuerzo

Tabla 65 / Determinación de Área de acero Loza maciza para Tanque 1000 L

| Ref principal         |             |         |
|-----------------------|-------------|---------|
| As M <sup>2</sup> /m  | 0.000883214 |         |
| As mm <sup>2</sup> /m | 883.213864  |         |
| Espaciamiento max     | 0.45 m      | C.7.6.5 |
| Acero suministrado    |             |         |
| Barras                | No4         |         |
| Área barra c/u        | 129         |         |
| Cantidad              | 7           |         |
| Espaciamiento         | 0.14        |         |
| Acero suministrado    | 903         | OK      |

Fuente: Propia

Tabla 66 / Acero de refuerzo Loza maciza para Tanque de 1000. L

| REFUERZO PRINCIPAL |          |      |             |               |
|--------------------|----------|------|-------------|---------------|
| Barra              | Diámetro | Área | Cantidad    | Espaciamiento |
| No3                | 9.5      | 71   | 12.43963189 | 0.08          |
| No4                | 12.7     | 129  | 6.846619101 | 0.14          |
| No5                | 15.9     | 199  | 4.438260623 | 0.22          |
| No6                | 19.1     | 284  | 3.109907972 | 0.32          |
| No7                | 22.2     | 387  | 2.282206367 | 0.43          |
| No8                | 25.4     | 510  | 1.73179189  | 0.57          |

Fuente: Propia

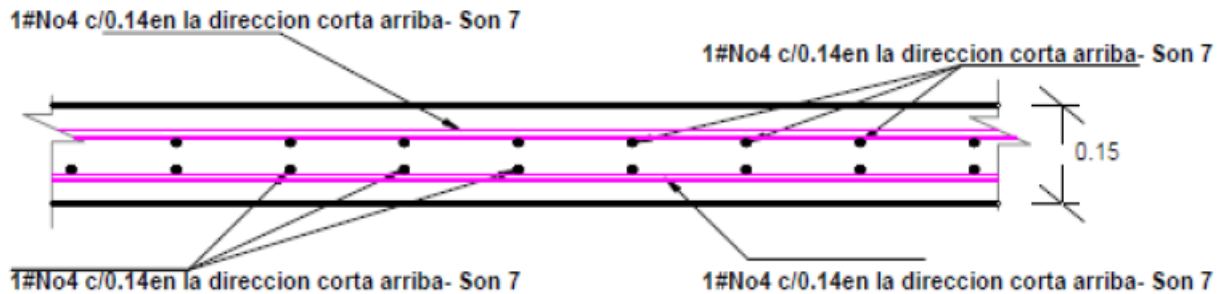


Figura 32 Despiece losa maciza para tanque de 1000 L (ver palno E05)

#### 9.1.16.2 Cálculo de deflexiones losa maciza $e=15\text{cm}$

Posterior al diseño de la losa, se realizó la verificación de la deflexión máxima, para que no superara lo permitido por la norma [1], así como se muestra a continuación:

Tabla 67 / Solicitaciones

| SOLICITACIONES             |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| D                          | 4.4 KN/m <sup>2</sup>         |
| L                          | 10 KN/m <sup>2</sup>          |
| LUZ                        | 3.6 m                         |
| e                          | 0.15 m                        |
| F' <sub>c</sub>            | 21000 KN/m <sup>2</sup>       |
| F <sub>y</sub>             | 420000 KN/m <sup>2</sup>      |
| E <sub>c</sub>             | 21538105.77 KN/m <sup>2</sup> |
| E <sub>s</sub>             | 200000000 KN/m <sup>2</sup>   |
| deflexión                  | 0.003610345                   |
| I <sub>g</sub>             | 0.00028125                    |
| deflexión máxima permitida | 0.01                          |

Fuente: Propia

Una vez calculada la deflexión de la losa, se obtuvo un valor de 0.00361 y siendo  $l/360=0.01$ , nuestra deflexión máxima permitida por la norma según tabla C.9.5 (b). Se cumple este requisito (ver detalles en los planos)

### 9.1.17 Diseño de mampostería no estructural

Se realizó el diseño de la mampostería NO estructural, teniendo en cuenta las siguientes condiciones, por la ubicación del proyecto:

Tabla 68 / Generalidades del diseño de mampostería no estructural

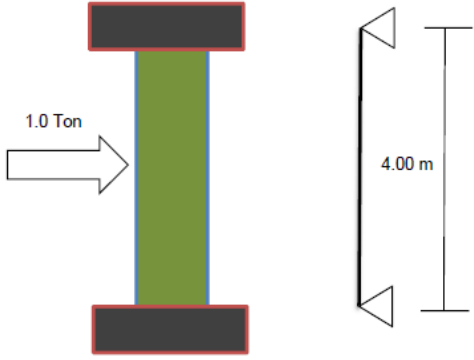
|                                                       |                    |
|-------------------------------------------------------|--------------------|
| Ubicación:                                            | Villavicencio Meta |
| Aa                                                    | 0.35               |
| Av                                                    | 0.3                |
| Zona de amenaza sísmica Alta                          |                    |
| Uso residencial                                       |                    |
| Grupo de uso                                          | II                 |
| Coefficiente de importancia I                         | 1.1                |
| Perfil del suelo                                      | Tipo c             |
| Fa                                                    | 1.05               |
| Fv                                                    | 1.5                |
| Grado de desempeño del elemento no estructural: BUENO |                    |
| T                                                     | 0.17 seg           |

Fuente: Propia

Tomando en cuenta lo establecido en la norma, se determinó que en el caso del salón comunal son muros divisorios con las siguientes características encontradas en la tabla A.9.5-1 [1], muros divisorios de con coeficiente de aplicación dinámica  $a_p = 1.0$ , grado de desempeño bueno y tipo de amarres y anclajes No dúctiles.

Tabla 69/ Características elementos no estructurales

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| $a_p$             | 1         |
| Tipo de anclaje   | No dúctil |
| $R_p$ especiales  | 6         |
| $R_p$ dúctiles    | 3         |
| $R_p$ no dúctiles | 1.5       |
| $R_p$ húmedos     | 0.5       |
| $H_n$             | 6.00 m    |
| $H_{eq}$          | 4.5 m     |
| $H_x$             | 4         |
| $S_a$             | 1.01      |
| $A_s$             | 0.40      |
| $a_x$             | 0.94325   |



Fuente: Propia

Definidas las características de la mampostería no estructural, se procedió al cálculo de la fuerza sísmica de diseño y con esto se realizó el diseño correspondiente:

Tabla 70 / Fuerza sísmica mampostería no estructural

|               |                  |
|---------------|------------------|
| L Muro        | 5.85 m           |
| H Muro        | 3 m              |
| Peso muro     | 3.159 Ton        |
| Fp            | 0.99324225       |
| Limite        | 0.552825         |
| Fp asumida    | 0.99324225 Ton   |
| Momento PXL/4 | 0.99324225 Ton.m |
| Cortante      | 0.496621125 Ton  |

Fuente: Propia

### 9.1.17.1 Dovelas

Se emplearán dovelas de 15x15cm, como se muestra a continuación:

Tabla 71 / Revisión diseño Flexión y cortante de las Dovelas

| Revisión de la flexión |                                | Revisión del cortante |                             |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| F'c                    | 210 Kg/cm <sup>2</sup>         | Barra                 | 1/2"                        |
| Fy                     | 4200 Kg/cm <sup>2</sup>        | Área                  | 1.29 cm <sup>2</sup>        |
| c                      | 7.5 cm <sup>4</sup>            | Diámetro              | 1.27 cm                     |
| I                      | 4218.75 cm <sup>4</sup>        | M                     | 99324.225 Kgf.cm            |
| Φ                      | 0.9                            | Inercia               | 0.127698501 cm <sup>4</sup> |
| Fr                     | 26.08447814 Kg/cm <sup>2</sup> | c                     | 0.635 cm                    |
| M                      | 14672.51896 Kgf.cm             | á                     | 4200 Kg/cm <sup>2</sup>     |
| M                      | 0.14672519 Ton.m               | V                     | 168.9240009 Kg              |
| Numero de dovelas      | 6 Und                          | V                     | 0.168924001 Ton             |
| Separación             | 0.97 m                         | Vtotal                | 1.013544005 Ton             |
|                        |                                | Vu                    | 0.496621125 Ton             |

Fuente: Propia

Una vez verificados todos los parámetros se comprueba que cumplen con lo exigido con la normativa (Ver detalles constructivos en plano E05).

### 9.1.18 Diseño de elementos a flexión no arriostrados lateralmente

Se realizó el diseño de las correas metálicas para la cubierta, teniendo en cuenta lo siguiente:

### 9.1.18.1 Tubo rectangular 150x50x3mm ASTM A500

Tabla 72 / Generalidades del Tubo rectangular 150x50x3mm ASTM A500

|     |                         |                                                |
|-----|-------------------------|------------------------------------------------|
| b   | 50 mm                   | ancho del elemento                             |
| h   | 150 mm                  | altura del elemento                            |
| e   | 3 mm                    |                                                |
| E   | 200000 Mpa              | módulo de elasticidad                          |
| Fy  | 350 Mpa                 | esfuerzo límite de fluencia                    |
| A   | 1141 mm <sup>2</sup>    | Área del elemento                              |
| Zx  | 51430 mm <sup>3</sup>   | Coeficiente momento plástico                   |
| Zy  | 23490 mm <sup>3</sup>   |                                                |
| Sx  | 39810 mm <sup>3</sup>   |                                                |
| Sy  | 21060 mm <sup>3</sup>   | Coeficiente momento elástico                   |
| Ix  | 2985500 mm <sup>4</sup> | Inercia en el eje débil del elemento           |
| Iy  | 526500 mm <sup>4</sup>  |                                                |
| rx  | 51.2 mm                 | Radio de giro en el eje x                      |
| ry  | 21.5 mm                 | Radio de giro en el eje y                      |
| J   | 1508000 mm <sup>4</sup> | Constante torsional                            |
| φ   | 0.9                     | Coeficiente para elementos sometidos a flexión |
| rts | 3.450560744 mm          |                                                |
| Ho  | 144                     |                                                |
| L   | 4.15 m                  |                                                |

Fuente: Propia

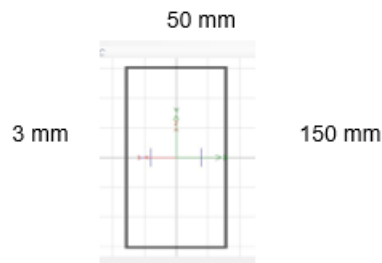


Figura 33 Representación gráfica del tubo rectangular 150x50x3 mm

Tabla 73 / Momentos de tubo rectangular 150x50x3 mm

|               |             |
|---------------|-------------|
| Mactuante     | 3.32        |
| Pendiente cub | > 15°       |
| Mx(Kn.m)      | 3.206873743 |
| My(Kn.m)      | 0.85927923  |

Fuente: Propia

Ya asignada la sección que se usara se realizan las correspondientes revisiones, para asegurar que cumple con todo lo requerido por la normativa:

Tabla 74 / Revisión tubo 150x50x3 mm

| Descripción                   | Tubo rectangular 150x50x3mm |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Chequeo b/tf(Aleta)           | 1.466.666.667               |
| Chequeo H/tw (Alma)           | 48                          |
| Limite Nsr-10 (Aleta)         | 2.677.312.085               |
| Limite Nsr-10 (Alma)          | 5.784.906.469               |
| Compacta/Nocompacto (Alma)    | Compacto                    |
| Compacta/No compacto (Aletas) | Compacto                    |
| $\phi mnx$                    | 16.20045 Kn.m               |
| $\phi mny$                    | 7.39935 Kn.m                |

Fuente: Propia

Revisando la resistencia a momento de la correa, con la anterior ecuación, obtenemos 0.314078686, este valor es inferior a 1. Por lo tanto, cumple con lo requerido con la normativa al igual que los chequeos del límite de la aleta y el alma (ver detalles en planos E03 y E04).

### 9.1.19 Diseño elementos metálicos estructurales

#### 9.1.19.1 Cercha cubierta

Es necesaria una cercha en la cubierta del salón comunal, debido a las grandes luces entre columnas, ya que se requería espacios amplios donde se puedan reunir las personas en los eventos que se organicen en la edificación. La cercha se encarga de soportar los elementos principales de la cubierta, trabaja especialmente para las cargas verticales por ende no se ve muy afectada por las cargas sísmicas a la que esté sometida la estructura.

A continuación, se presentan la condición más crítica para la cercha, donde se muestra el índice de sobreesfuerzo de cada elemento estructural mediante una gama de colores si el elemento presenta falla, en la imagen se evidencia que no hay ningún elemento que este fallando o con sobreesfuerzo (ver detalles en planos).

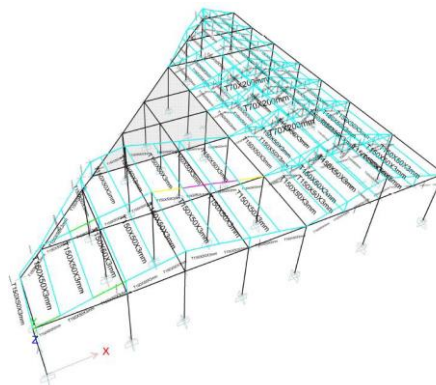


Figura 34 modelo cercha

## 9.2 PROPUESTA DE DISEÑO POLIDEPORTIVO

### 9.2.1 Generalidades

Tabla 75 / Generalidades Polideportivo

|                                                                        |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Localización:                                                          | Villavicencio-Meta                                                                 |
| Norma de Diseño:                                                       | NSR-10                                                                             |
| Tipo de ocupación:                                                     | Grupo II Estructuras de Ocupación Especial                                         |
| Número de Pisos:                                                       | 1                                                                                  |
| Área construida (m2):                                                  | 882.75                                                                             |
| Área construida 1er piso (m2):                                         | 882.75                                                                             |
| Sistema estructural:                                                   | Pórticos en concreto reforzado,<br>resistentes a momento.<br><br>Péndulo invertido |
| Método de Análisis:                                                    | Fuerza Horizontal Equivalente                                                      |
| Sistema de Diseño:                                                     | Estado Limite de Resistencia                                                       |
| Diafragmas rígidos:                                                    | No                                                                                 |
| Pendiente terreno:                                                     | 0%                                                                                 |
| Capacidad portante del suelo (KN/m2):                                  | 200                                                                                |
| Profundidad de cimentación:                                            | 1.2 m                                                                              |
| Suelo altamente compresible:                                           | No                                                                                 |
| Sistema de disipación de energía                                       | DES                                                                                |
| Coefficiente de capacidad de disipación de energía R0                  | 7                                                                                  |
| Coefficiente de sobrerresistencia para diseño de conexiones $\Omega_o$ | 2.0                                                                                |

Fuente: Propia

#### 9.2.1.1 Descripción del proyecto Polideportivo

El proyecto contempla la revisión del diseño de un polideportivo tipo cancha múltiple siguiendo las especificaciones del documento del DNP “*Placa deportiva cubierta*” [1] con sistema estructural en pórtico de concreto reforzado - péndulo invertido, la estructura propuesta en general se conforma por columnas, vigas y cimentación superficial de zapatas, con una cubierta liviana a dos aguas desarrollada en estructura metálica a base de cerchas espaciales que soportan correas tubulares de lámina delgada; Estas configuraciones se generan en computador, tal como se muestra en la siguiente figura:

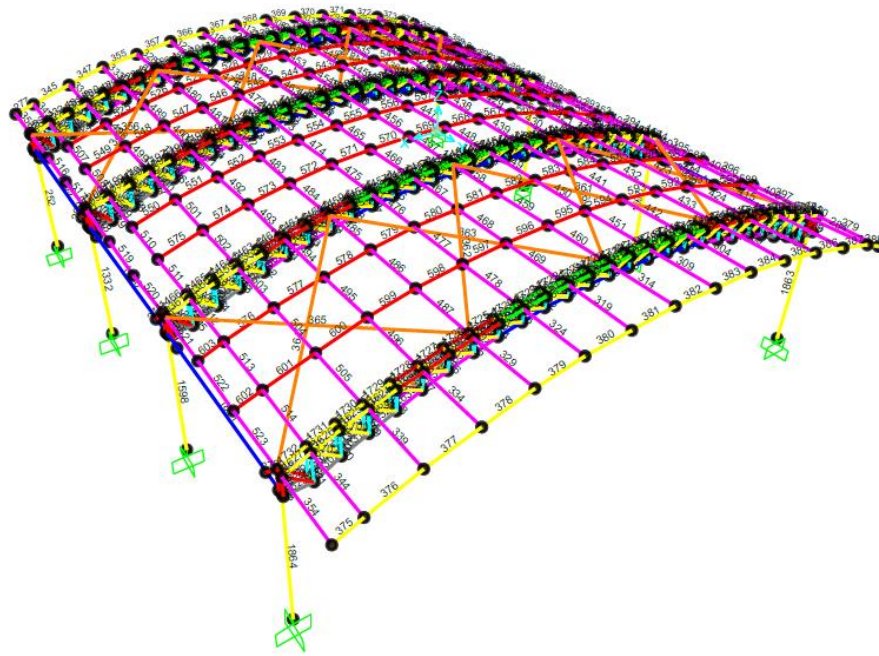


Figura 35 ver memoria de calculo.

### 9.2.2 Metodología

La metodología empleada para realizar la revisión del diseño de este proyecto se basó en el procedimiento establecido en A.1.3 de la NSR-10 *“PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO”* [1] después de conocer el tipo de suelo (informe de los estudios geotécnicos) y analizar el diseño arquitectónico propuesto por el DNP y aprobado por Coldeportes, para ver si se ajusta al área y especificaciones del terreno, se debe realizar la revisión del diseño estructural para lo cual se siguen los pasos de la Tabla A.1.3 -1 *“Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes”*.

- Teniendo en cuenta el documento base del DNP *“Placa deportiva cubierta”* [1]; se obtiene los parámetros de la estructura, predimensionamiento y sistema estructural.
- Evaluación de las solicitaciones definitivas de la estructura, como cargas gravitacionales y horizontales con el fin de determinar los efectos sísmicos y definir el espectro de diseño sísmico.
- Elaborar el modelo de estructura en un programa de elementos finitos para determinar las secciones requeridas para los elementos estructurales.
- Determinar el grado de irregularidad que se puedan presentar en la estructura tanto en planta, como en altura o de ausencia de redundancia.

- Obtener los desplazamientos máximos que se presentarán en la estructura, y las fuerzas internas que se derivan de ellos.
- Estudiar y analizar los resultados obtenidos, para así hacer el diseño detallado de cada uno de los elementos estructurales conforme al grado de disipación de energía establecido.

### 9.2.3 Cargas

A continuación se describen los tipos de cargas que se deben tener en cuenta para este tipo de estructura.

- **Carga Muerta**  
La carga muerta corresponde al peso propio de la estructura y peso de los demás elementos que permanecen fijos durante la vida útil.
- **Carga Viva**  
La carga viva corresponde a cargas gravitacionales que pueden variar durante la construcción, mantenimiento y operación de las estructuras, y tienen naturaleza variable, se debe considerarse en el diseño la existencia de las mismas para determinar las condiciones de diseño críticas.

#### 9.2.3.1 Cálculo de la carga sísmica

Para calcular el peso que inercialmente contribuye al efecto sísmico, se consideran los pesos de la estructura desde la placa de cimentación hacia arriba, es decir: vigas, columnas, placas y demás.

- **Cargas de viento**  
Cada estructura está sometida a acciones de viento, estas cargas varían con respecto a la ubicación geográfica, la altura sobre el nivel del terreno, el terreno y algunos otros factores. Las cargas suelen ser importantes que las cargas sísmicas en estructuras con gran altitud.

#### 9.2.3.2 Combinaciones de Carga

Las combinaciones que se usaron para realizar el análisis de las estructuras en concreto para los métodos, estado límite de servicio y estado límite de resistencia se especifican a continuación. Los coeficientes utilizados en las combinaciones son los siguientes:

Tabla 76 / Coeficientes de las combinaciones de cargas

|        |                                             |
|--------|---------------------------------------------|
| D      | carga muerta distinta al peso propio        |
| PP     | carga muerta correspondiente al peso propio |
| L      | carga viva                                  |
| L r    | carga viva de cubierta                      |
| E x    | carga sísmica en dirección x                |
| E y    | carga sísmica en dirección y                |
| W x    | carga eólica en dirección positiva x        |
| W (-x) | carga eólica en dirección negativa x        |
| W y    | carga eólica en dirección positiva y        |

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| W (-y) | carga eólica en dirección negativa y |
|--------|--------------------------------------|

### 9.2.3.3 Combinaciones de carga para el método del estado límite de resistencia

|                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| $1.4D+1.4PP$                  | $1.2D+1.2PP+1.0Ey-0.3Ex+1.0L$    |
| $0.9D+0.9PP+1.0Ex+0.3Ey$      | $1.2D+1.2PP+1.6L+0.5Lr$          |
| $0.9D+0.9PP+1.0Ex-0.3Ey$      | $1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8Wx$         |
| $0.9D+0.9PP+1.0Ey+0.3Ex$      | $1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8W(-x)$      |
| $0.9D+0.9PP+1.0Ey-0.3Ex$      | $1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8Wy$         |
| $0.9D+0.9PP+1.6Wx$            | $1.2D+1.2PP+1.6Lr+0.8W(-y)$      |
| $0.9D+0.9PP+1.6W(-x)$         | $1.2D+1.2PP+1.6Lr+1.0L$          |
| $0.9D+0.9PP+1.6Wy$            | $1.2D+1.2PP+1.6W(-x)+1.0L+0.5Lr$ |
| $0.9D+0.9PP+1.6W(-y)$         | $1.2D+1.2PP+1.6Wx+1.0L+0.5Lr$    |
| $0.9D+0.9PP-1.0Ex+0.3Ey$      | $1.2D+1.2PP+1.6W(-y)+1.0L+0.5Lr$ |
| $0.9D+0.9PP-1.0Ex-0.3Ey$      | $1.2D+1.2PP+1.6Wy+1.0L+0.5Lr$    |
| $0.9D+0.9PP-1.0Ey+0.3Ex$      | $1.2D+1.2PP-1.0Ex+0.3Ey+1.0L$    |
| $0.9D+0.9PP-1.0Ey-0.3Ex$      | $1.2D+1.2PP-1.0Ex-0.3Ey+1.0L$    |
| $1.2D+1.2PP+1.0Ex+0.3Ey+1.0L$ | $1.2D+1.2PP-1.0Ey+0.3Ex+1.0L$    |
| $1.2D+1.2PP+1.0Ex-0.3Ey+1.0L$ | $1.2D+1.2PP-1.0Ey-0.3Ex+1.0L$    |
| $1.2D+1.2PP+1.0Ey+0.3Ex+1.0L$ |                                  |

### 9.2.3.4 Combinaciones de carga para condiciones de servicio

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| $D+PP+W(-y)$                  | $D+PP+0.75W(-x)+0.75L+0.75Lr$ |
| $D+PP+Wy$                     | $D+PP+0.75L+0.75Lr$           |
| $D+PP+W(-x)$                  | $D+PP+0.75Ey+0.75L+0.75Lr$    |
| $D+PP+Wx$                     | $D+PP+0.750.7Ex+0.75L+0.75Lr$ |
| $D+PP+Lr$                     | $D+PP$                        |
| $D+PP+L$                      | $0.6D+0.6PP+W(-y)$            |
| $D+PP+0.7Ey$                  | $0.6D+0.6PP+Wy$               |
| $D+PP+0.7Ex$                  | $0.6D+0.6PP+W(-x)$            |
| $D+PP+0.75Wy+0.75L+0.75Lr$    | $0.6D+0.6PP+Wx$               |
| $D+PP+0.75W(-y)+0.75L+0.75Lr$ | $0.6D+0.6PP+0.7Ey$            |
| $D+PP+0.75Wx+0.75L+0.75Lr$    | $0.6D+0.6PP+0.7Ex$            |

## 9.2.4 Carga Muerta y viva

Tabla 77 / Polideportivo, Cargas muertas y cargas vivas

| CUADRO DE CARGAS NSR-10 TITULO B |                         |      |       |
|----------------------------------|-------------------------|------|-------|
| CARGAS MUERTAS                   | TEJA ALUZINC + ANCLAJES | 0.15 | Kn/m2 |
|                                  | LUMINARIAS              | 18   | Kn    |
| CARGAS VIVAS                     | CANCHA MULTIJUEGO       | 2    | KN/m2 |
|                                  | CUBIERTA LIVIANA        | 0.5  | KN/m2 |

*Fuente: Propia*

## 9.2.5 Carga sísmica

Se calcula el peso del Polideportivo (muros, vigas y placa) se realiza con una combinación de carga que tiene 100% de peso propio, 25% carga muerta y 25% de carga viva.

Tabla 78 / Peso Polideportivo

| cálculo del peso edificación polideportivo |         |        |         |            |           |         |
|--------------------------------------------|---------|--------|---------|------------|-----------|---------|
| MUROS, VIGAS Y PLACA                       |         |        |         |            |           |         |
| JOINT                                      | F1      | F2     | F3      | M1         | M2        | M3      |
| 111                                        | 78.486  | 5.77   | 127.066 | -10.7534   | 466.8895  | -5.807  |
| 113                                        | -78.477 | 5.769  | 127.067 | -10.7523   | -466.8425 | 5.819   |
| 559                                        | 85.765  | -0.6   | 154.782 | 1.4039     | 501.9147  | -0.7335 |
| 561                                        | -85.773 | -0.6   | 154.779 | 1.4039     | -501.9667 | 0.7378  |
| 671                                        | 85.839  | 0.563  | 154.809 | -1.2767    | 502.3079  | 0.7215  |
| 673                                        | -85.847 | 0.563  | 154.806 | -1.2763    | -502.3578 | -0.7254 |
| 783                                        | 78.396  | -5.734 | 127.049 | 10.7367    | 466.3685  | 5.9208  |
| 785                                        | -78.388 | -5.733 | 127.05  | 10.737     | -466.3244 | -5.9322 |
| Peso Total                                 |         |        |         | 1127.41 KN |           |         |

*Fuente: Propia*

En la siguiente tabla se relaciona los parámetros que pueden encontrar en la NSR-10 TITULO A y TITULO B, los cuales se utilizan para realizar el análisis la fuerza horizontal equivalente.

Tabla 79: salón comunal, Parámetros fuerza horizontal equivalente

| CUADRO DE CARGAS NSR-10 TITULO A |                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------|
| Método de Análisis               | Fuerza Horizontal Equivalente            |
| Zona de amenaza sísmica          | Alta                                     |
| Tipo de Perfil                   | C                                        |
| Grupo de usos Grupo de uso       | II - Edificaciones de ocupación Especial |
| Fa                               | 1.05                                     |
| Fv                               | 1.5                                      |
| Coeficiente de importancia I     | 1.1                                      |
| Sistema                          | DES                                      |
| Aa                               | 0.35                                     |
| Av                               | 0.30                                     |

Fuente: Propia

### 9.2.5.1 Espectro de diseño

Este permite conocer las posibles fuerzas sísmicas que pueden afectar el movimiento horizontal para lo cual se consideran los parámetros críticos utilizados para una zona de amenaza sísmica ALTA con un perfil de suelo TIPO C.

Tabla 80 / Ecuaciones y límites para el espectro de diseño

|                                                   |                                                    |                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| $T_0 = 0.1 \frac{A_v \times F_v}{A_a \times F_a}$ | $T_C = 0.48 \frac{A_v \times F_v}{A_a \times F_a}$ | $T_L = 2.4 F_v$ |
| To = 0.122                                        | Tc = 0.588                                         | TL = 3.600      |

Fuente: Propia

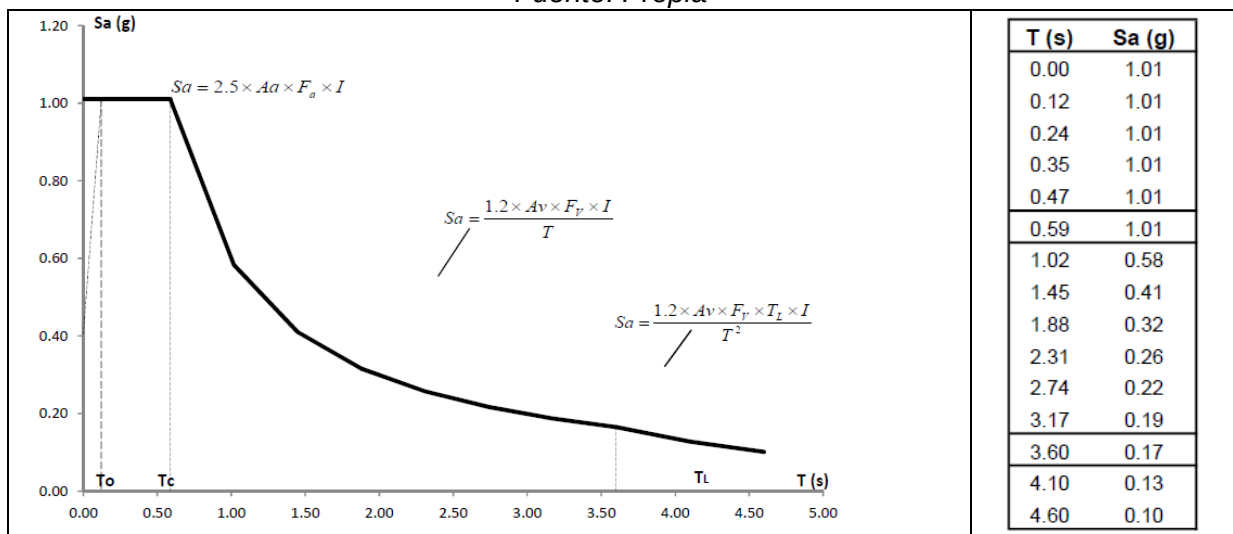


Figura 36 / Espectro de diseño

Por medio del programa de elementos finitos ETABS calculamos el centro de masa, que se puede observar en la siguiente tabla.

| Piso | X       | Y       | ex   | ey   |
|------|---------|---------|------|------|
| 1    | 132.579 | 100.245 | 0.05 | 0.05 |

En donde:

- X y Y son las coordenadas del centro de masa según los ejes
- ex porcentaje de torsión en el piso en X y ey Porcentaje de torsión en el piso en Y (excentricidad accidental)

### 9.2.5.2 Coeficiente de capacidad de disipación de energía (R)

El **R** se calcula multiplicando los coeficientes de irregularidades en planta e irregularidad en altura que se puedan presentar en la estructura y la capacidad de disipación de energía básico (**Ro**) para el sistema estructural. Los cuales se relacionan en la siguiente tabla con el fin de calcular los efectos sísmicos sobre la estructura para una zona de amenaza sísmica ALTA.

Tabla 81 / Irregularidades Coeficiente de disipación de energía

| INCOMPATIBILIDADES |                                                       |                   |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| $\phi_p = 1.00$    | Irregularidad en planta Ver anexo A.1.2 [1]           | Sin irregularidad |
| $\phi_a = 1.00$    | Irregularidades en Altura                             | Sin irregularidad |
| $\phi_r = 1.00$    | Irregularidad por ausencia de redundancia A.3.3.8 [1] | Sin irregularidad |
| $R_o = 7.0$        | DES                                                   |                   |

$$R = \phi_a \phi_p \phi_r R_o$$

$$R = 1.0 * 1.00 * 1.00 * 7.0 = 7.00$$

$$1/R = 0.143$$

### 9.2.5.3 Calculo del periodo fundamental

El valor del período fundamental de la edificación (**T**), debe obtenerse a partir de las propiedades de su sistema de resistencia sísmica, en la dirección bajo consideración, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural, utilizando un modelo matemático linealmente elástico de la estructura, los valores Este requisito puede suplirse por medio del uso de la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}}$$

Ilustración 2 ecuación período fundamental de la edificación  
Fuente: ilustración (A.4.2-1) NSR 10

| Piso | Peso (KN) | hx, hi | Fi (KN) | di (m) | mdi^2  | Fi di  | T (s) | F (Hz) |
|------|-----------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1    | 1127.41   | 6.00   | 1139.39 | 0.0081 | 0.0074 | 9.1732 | 0.18  | 5.59   |

Para realizar la verificación del periodo fundamental (T) calculamos el coeficiente  $C_u$  y periodo aproximado ( $T_a$ ), donde el valor de T no puede exceder  $C_u T_a$ . Para calcular el periodo aproximado se toman los parámetros de  $C_t$  y  $\alpha$  de la tabla A.4.2-1 [1].

Tabla 82 / periodo aproximado y verificación  $T < C_u T_a$

|                            |              |        |
|----------------------------|--------------|--------|
| $C_u = 1.75 - 1.2 A_v F_v$ | Verificación | CUMPLE |
| 1.21                       | $C_u > 1.2$  |        |
| $C_t$                      | 0.047        |        |
| $\alpha$                   | 0.9          |        |
| h                          | 6            |        |
| $T_a = C_t h^\alpha$       | 0.24         |        |
| $T < C_u T_a$              | Verificación |        |
| 0,18 < 0,24                | CUMPLE       |        |

Fuente: Propia

#### 9.2.5.4 Fuerzas sísmicas horizontales equivalentes

La aplicación de las cargas se hace mediante la utilización de un centro de gravedad en la estructura y la creación de diafragmas rígidos en el modelo.

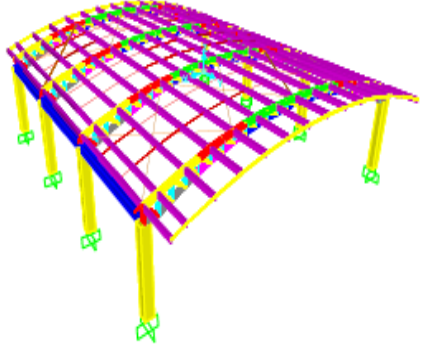
|          |      |                                                                                                          |
|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K        | 1.00 | Para T menor o igual a 0.5 segundos, $k = 1.0$ (A.4.3.2)                                                 |
| $C_{vx}$ | 1.00 | $C_{vx} = \frac{m_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i h_i^k)}$ Ilustración 3 / ecuación definida en A 4.3-3 de la |

Tabla 83 / Fuerza sísmica

| Piso | Sa   | %Vs  | Peso Total (KN) | Vs      | F sísmica (KN) |
|------|------|------|-----------------|---------|----------------|
| 1    | 1.01 | 100% | 1127.41         | 1139.39 | 1139.39        |

## 9.2.6 Cargas de viento

Tabla 84 / DIMENSIONES GENERALES DE LA ESTRUCTURA

|          |                      |                        |                                                                                    |
|----------|----------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| h a      | 6.0 m                | Altura alero           |  |
| h c      | 9.0 m                | Altura cumbrera        |                                                                                    |
| h m      | 7.5 m                | Altura media           |                                                                                    |
| L        | 33.0 m               | longitud estructura    |                                                                                    |
| B        | 26.8 m               | profundidad estructura |                                                                                    |
| $\alpha$ | 15.0 grados          | pendiente de techo     |                                                                                    |
| A techo  | 882.8 m <sup>2</sup> | área total de techo    |                                                                                    |

Fuente: Propia

### 9.2.6.1 Fuerza de viento procedimiento analítico

Para realizar el procedimiento de diseño para la fuerza de viento se debe determinar:  
La velocidad básica del viento ( $V$ ) teniendo en cuenta que Villavicencio se encuentra ubicado dentro de la región 4, el factor de direccionalidad del viento ( $K_d$ ), El factor de importancia para las cargas de viento ( $I$ ), la categoría de rugosidad del terreno, los coeficientes de exposición, los efectos topográficos ( $k_{zt}$ ), el factor de ráfaga ( $G$ )

Tabla 85 / Coeficientes fuerza de viento

| Coeficiente                   |           | Norma [1]       |
|-------------------------------|-----------|-----------------|
| $V$                           | 150 km/h. | figura B.6.4-1  |
| $K_d$                         | 0.85      | tabla B.6.5-4   |
| $I$                           | 1.00      | Tabla B.6.5-1   |
| la rugosidad del terreno      | B         | B.6.5.6.2       |
| $Z_g$                         | 365.8     | figura B.6.5 -2 |
| $\alpha$                      | 7.0       |                 |
| Altura sobre el terreno $h_z$ | 9 m       | figura B.6.5 -3 |
| $K_z$                         | 0.7       |                 |
| $K_1, k_2, k_3$               | 0         | Figura B.6.5-1  |
| $k_{zt}$                      | 1         | B.6.5.7.2       |

Fuente: Propia

Tabla 86 / Datos para calculo Factor ráfaga

| FACTOR DE RAFAGA G O Gf                                              |             |                              |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|
| $G = 0.925 \left( \frac{(1 + 1.7g_Q I_z Q)}{1 + 1.7g_v I_z} \right)$ |             |                              |
| Para estructuras rígidas el factor de efecto de ráfaga               |             | 0.85                         |
| Periodo fundamental                                                  |             | 0.17 s                       |
| Frecuencia                                                           |             | 5.8 Hz                       |
| Rígido                                                               |             | si                           |
| Gp                                                                   | 0.85        |                              |
| $\epsilon$                                                           | 0.333       | Tabla B.6.5-2                |
| l                                                                    | 97.5        | Tabla B.6.5-2                |
| zmin                                                                 | 9.0 m       | Tabla B.6.5-2                |
| Lz                                                                   | 94.135.215  | Longitud integral a escala   |
| Bx                                                                   | 7.2 m       | Longitud edificio            |
| By                                                                   | 14.2 m      | Ancho edificio               |
| h                                                                    | 4.8 m       | Altura media edificación     |
| Qx                                                                   | 0.9248      | Respuesta del entorno        |
| Qy                                                                   | 0.9032      | Respuesta del entorno        |
| c                                                                    | 0.3         | Tabla B.6.5-2                |
| lz                                                                   | 0.3053      | Intensidad de la turbulencia |
| gQ = gv                                                              | 3.4         | B.6.5.8 NSR-2010             |
| Gx                                                                   | 0.875258244 | Factor de efecto ráfaga      |
| Gy                                                                   | 0.863533629 | Factor de efecto ráfaga      |

Fuente: Propia

Se determina el coeficiente de presión interna **GC<sub>pi</sub>**, en la clasificación de las edificaciones parcialmente cerrados el valor es de 0.55 y -0.55 y Presión por velocidad a h media **qh = 630.9 N/m<sup>2</sup>**

#### 9.2.6.2Carga de viento para tejas y correas

Se toman los valores críticos (luz más máxima) para realizar el análisis de la carga de viento para la teja y las correas, para calcular el área efectiva de la teja se toma el mayor valor entre: el ancho de la correa y la separación de dividido 3 por lo que:

$$A \text{ aferente teja} = 3 / 3 > 0.5$$

Para determinar las presiones netas de las correas se utiliza la figura B.6.5-16B [1] y el Angulo de la cubierta del polideportivo es de 15°.

Tabla 87 / Carga de viento para teja y correas

| Carga de viento para teja y correas          |                        |                      |
|----------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Separación correas                           | 2.0 m                  |                      |
| Luz correas                                  | 9.0 m                  |                      |
| A aferente teja                              | 3.0 m                  | Ancho efectivo teja  |
| A ef correa                                  | 27.0 m <sup>2</sup>    | Área efectiva correa |
| Coeficiente Gcp<br>Edificios de altura < 18m |                        |                      |
| correas                                      | 1.7                    | -1.7                 |
| Edificios bajos <18m                         |                        |                      |
| P presión correa                             | 0.9 KN/m <sup>2</sup>  |                      |
| P succión correa                             | -0.9 KN/m <sup>2</sup> |                      |

Fuente: Propia

### 9.2.7 Análisis estructural

El análisis estructural se desarrolla en el software de elementos finitos SAP 2000 y ETABS que cuentan con una interfaz de gráficos 3D orientado a objetos. Se realiza dimensionamiento, la modelación y análisis estructural del polideportivo.

Mediante el modelo tridimensional se definen las propiedades de las secciones de cada elemento estructural que hace parte de resistencia sísmica (vigas y columnas), se realiza el evaluó de cargas y se ingresan los datos geotécnicos para analizar y calcular el cortante basal. Se idealiza los elementos así:

- Elementos tipo Membrana: Losas
- Apoyos: Empotrados en la base (según lo permitido por la NSR 10)

### 9.2.8 Derivas

En la siguiente Tabla se resumen las derivas obtenidas en las direcciones X y Y. Las derivas máximas son de 0,109%. ( ver memoria de calculo) Por lo tanto la estructura cumple con el criterio de deriva exigido por la norma NSR-10 definido en la Tabla A.6.4-1. [1]

### 9.2.9 Verificación del diseño de Vigas y columnas

Se realiza la verificación del diseño del DNP placa deportiva para zona de amenaza sísmica alta de las vigas aéreas con dimensiones 0.3x0.6m, vigas de cimentación de 0.3x0.45m, columnas de 0.6x0.7m y cubierta mediante un modelo digital elaborado en el software de elementos finitos ETABS y SAP 2000, el diseño

de esta estructura se realiza en concreto reforzado, aporticada, unida por medio de cerchas metálica y correas.

Como se puede observar en las siguientes imágenes, la disposición de las vigas y las columnas del polideportivo cumple con la normativa vigente [17], se ingresan la carga de sismo, carga muerta y la carga de viento como se muestra en las siguientes imágenes, en donde las vigas y las columnas requieren una cuantía mayor a la cuantía mínima de diseño, sin embargo no sobrepasa la cuantía máxima permitida.

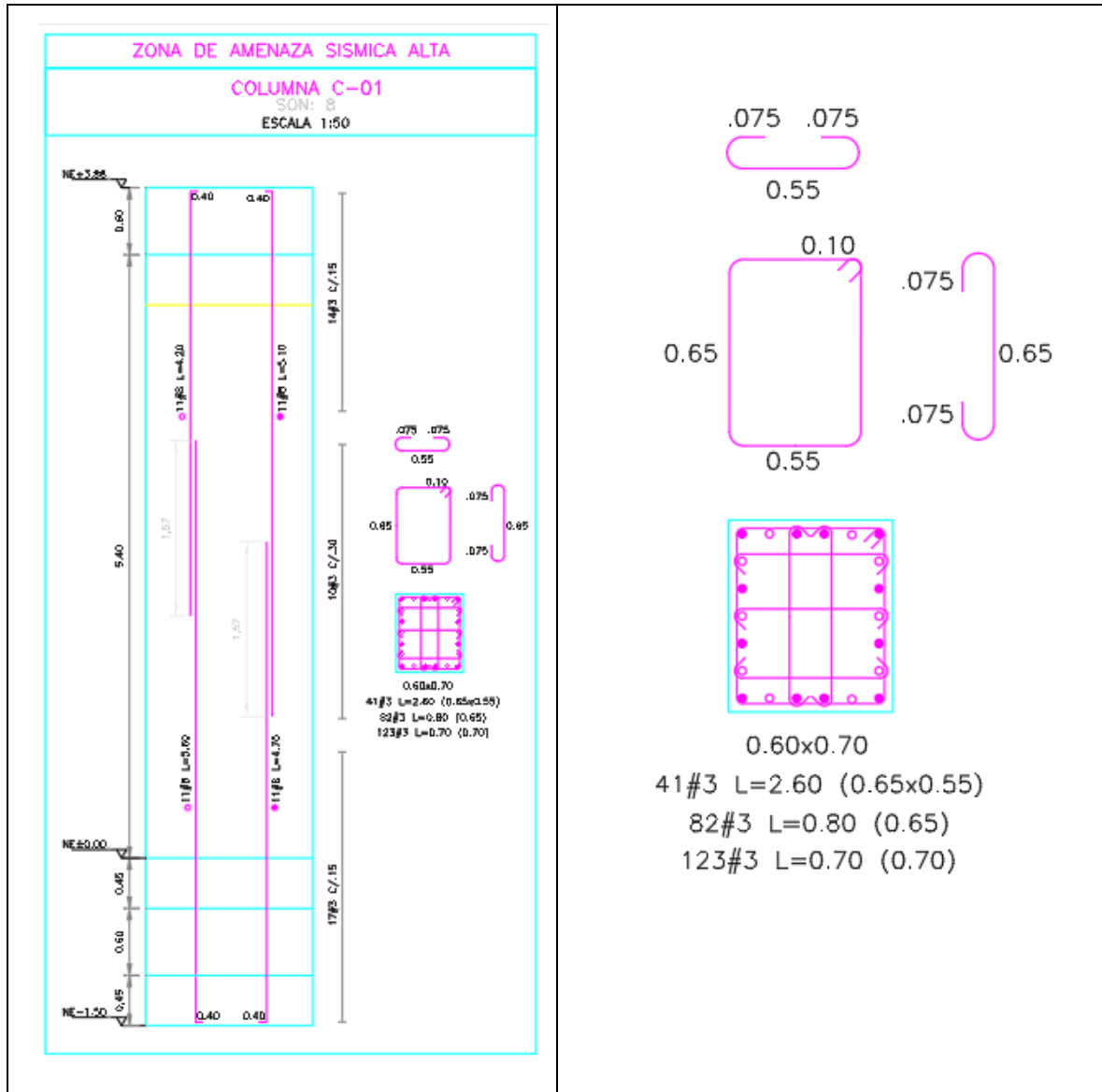
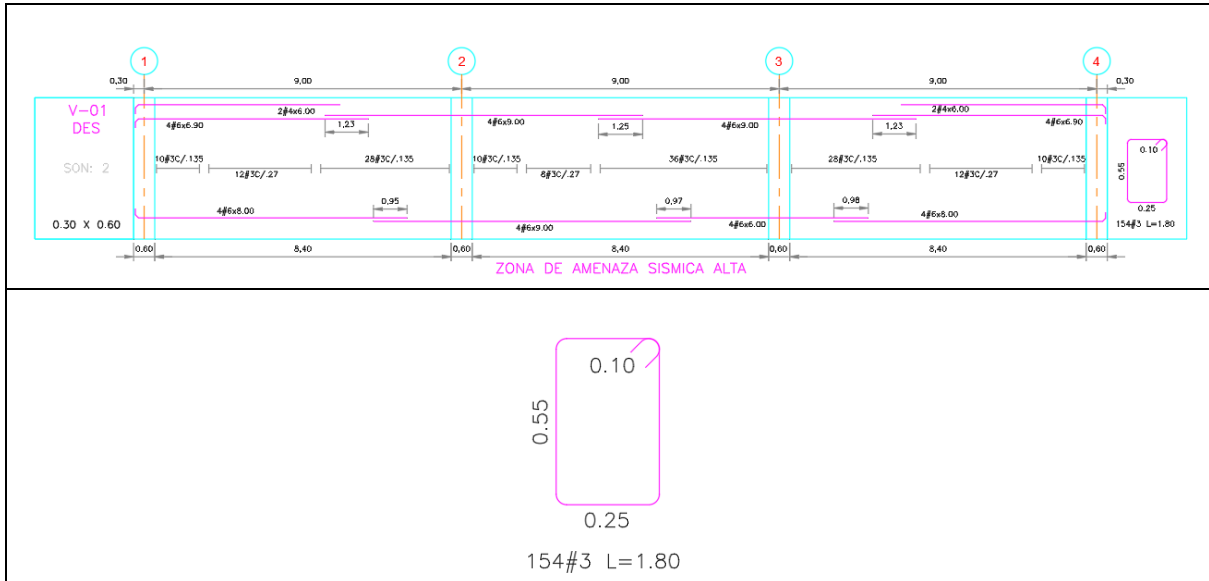
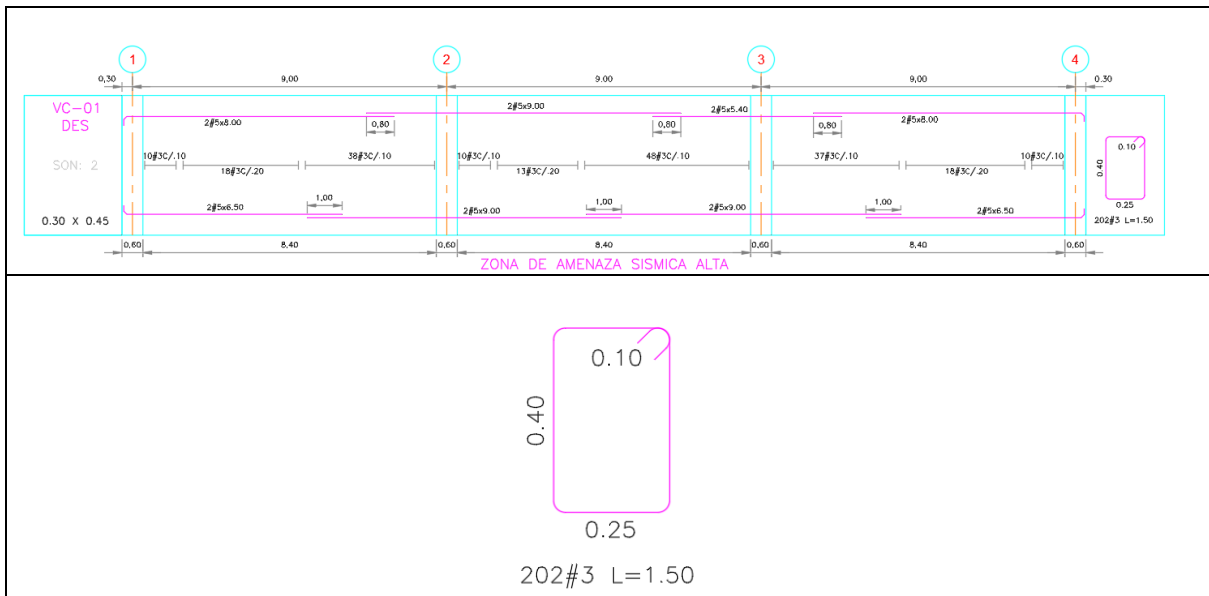


Figura 37 / Columna C-01  
Fuente: Planos estructurales (plano E 005) DNP [1]



Fuente: Planos estructurales (plano E 006) DNP [1]



Fuente: Planos estructurales (plano E 003) DNP [1]

En la siguiente imagen se evidencia la asignación de la pseudo aceleración para elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica.

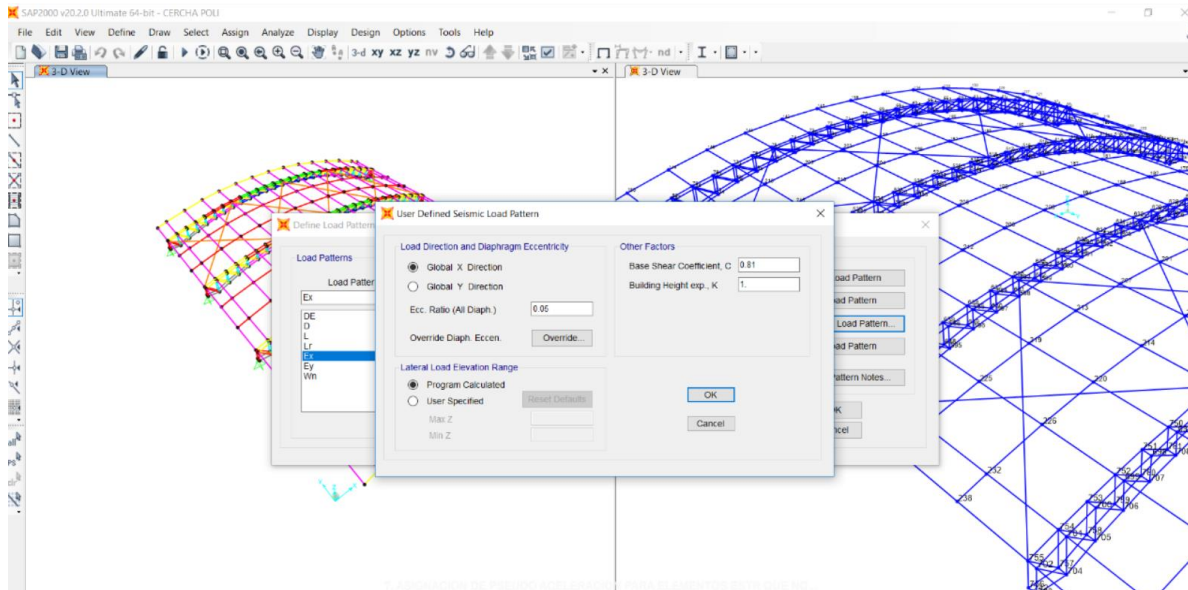


Figura 40 / asignación pseudo aceleración al modelo

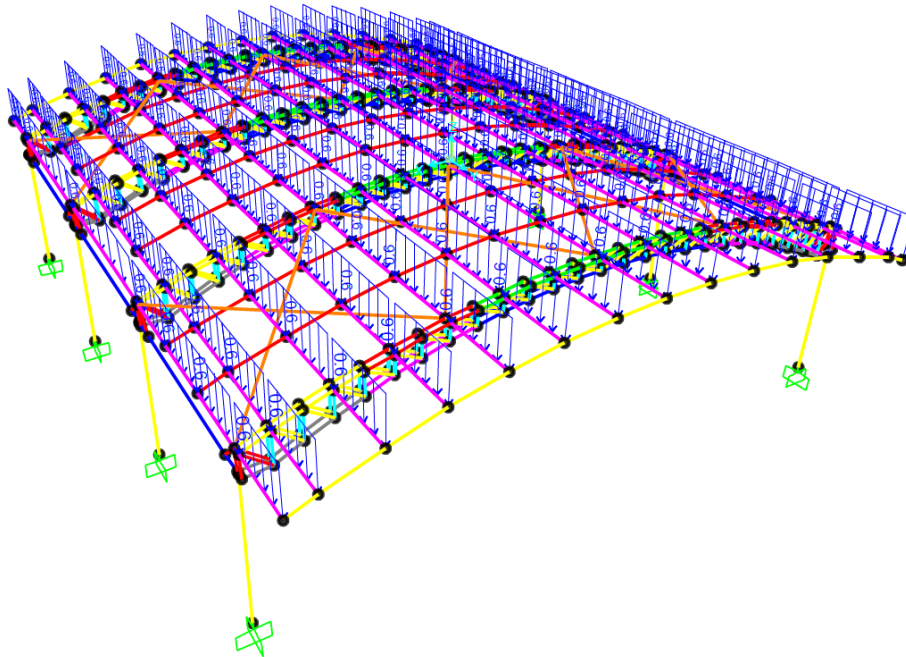


Figura 41 / Asignación de la carga muerta

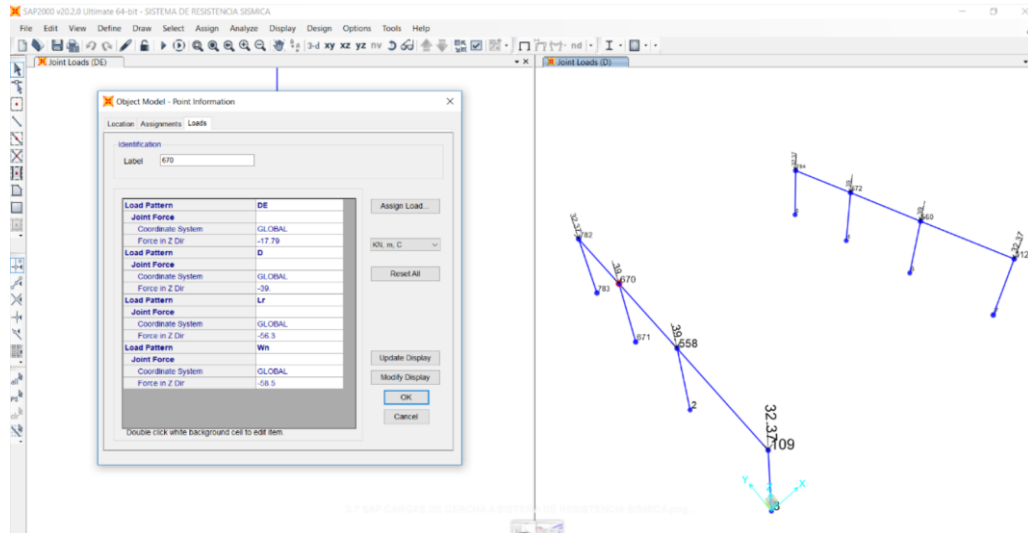


Figura 42 / Cargas de cercha a sistema de resistencia sísmica

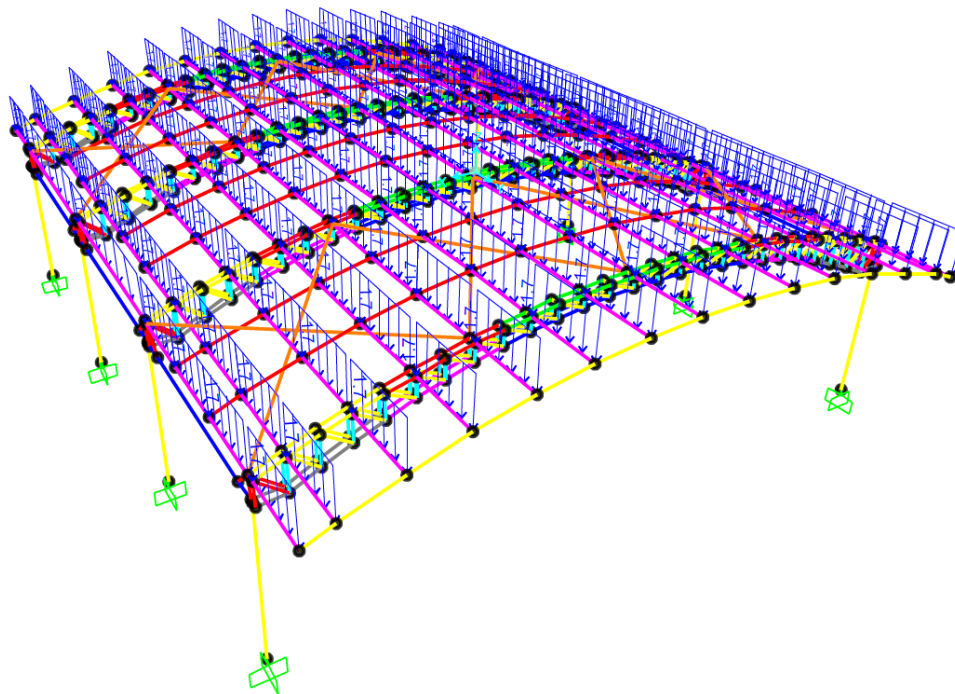


Figura 43 / Asignación de la carga neta de viento

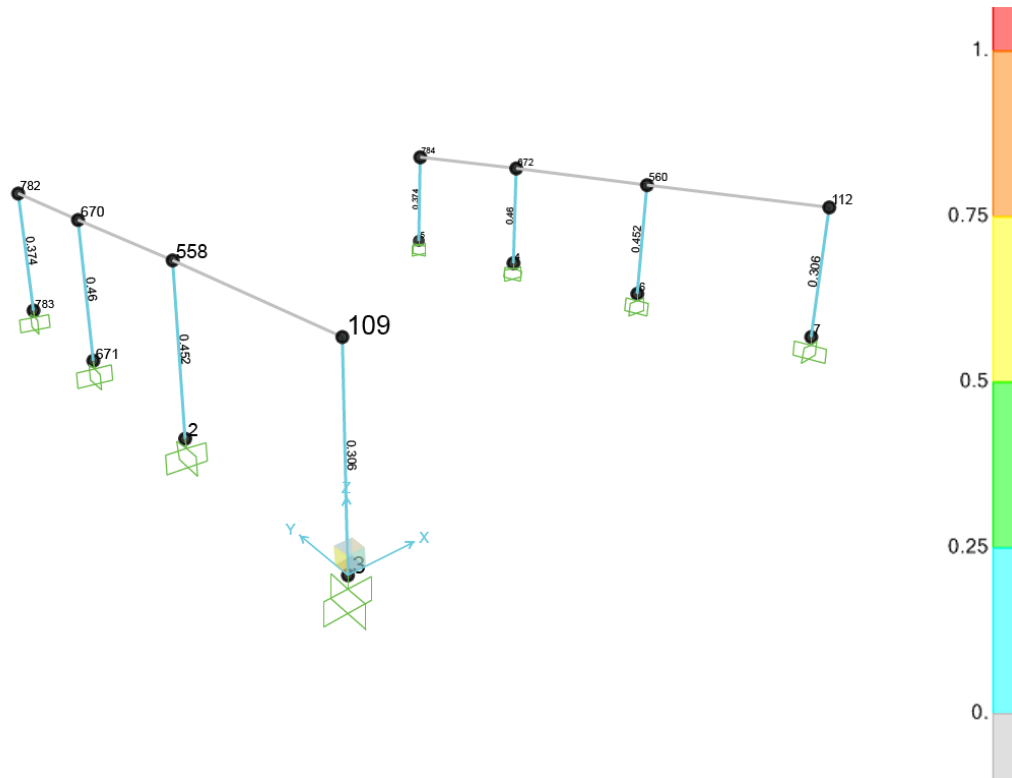


Figura 44 / Porcentaje Refuerzo Longitudinal Columnas

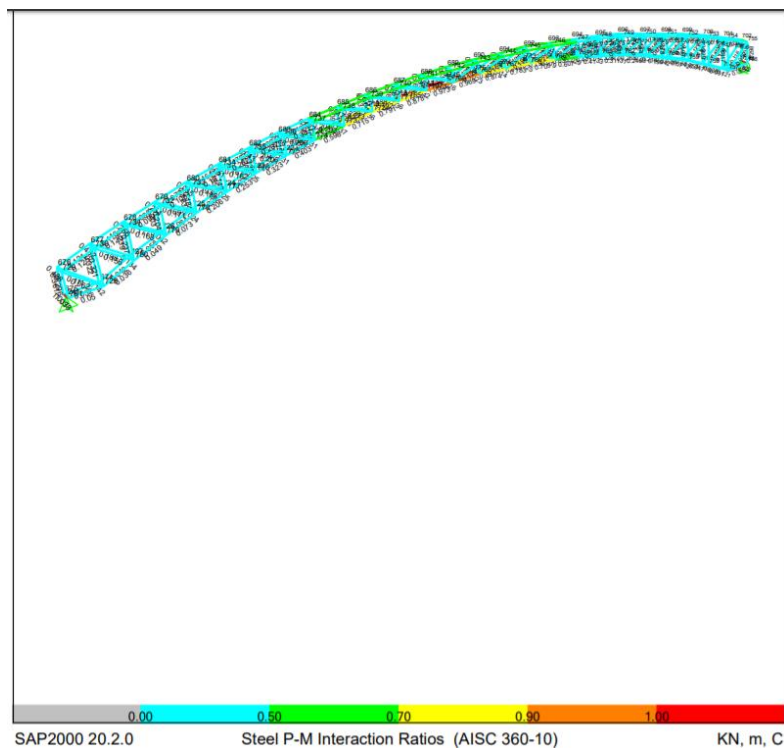


Figura 45 / Porcentaje Refuerzo Cercha metálica

## 9.2.10 Diseño de la cimentación

### 9.2.10.1 Zapata ZP-1 central

La zapata ZP-1 es una zapata central concéntrica aislada sometida solo a carga axial, teniendo en cuenta las cargas de servicio de la sección B.2.3.1 [1] se realiza el dimensionamiento de la zapata que sea compatible con la capacidad admisible del suelo.

Tabla 88 / Cargas, Materiales y Capacidad del Suelo

| Cargas de Servicio                     |        |
|----------------------------------------|--------|
| Carga máx Col compresión $P_s$ (KN)    | 156.0  |
| Carga vigas de cimentacion             | 11.7   |
| Carga pedestal                         | 10.6   |
| Carga Total servicio                   | 455.35 |
| Carga máx Col tracción $P_{st}$ (KN)   | 0.0    |
| Carga máx horizontal $H_s$ (KN)        | 65.3   |
| Momento (KN.m) 2-2                     | 55.8   |
| Momento (KN.m) 3-3                     | 389.3  |
| Cargas Mayoradas:                      |        |
| Carga máx Col compresión $P_u$ (KN)    | 323.2  |
| Momento (KN.m) 2-2                     | 77.3   |
| Momento (KN.m) 3-3                     | 555.0  |
| $\sigma_{ad}$ (KN/m <sup>2</sup> )/F.S | 200.0  |
| $f'_c$ (MPa)                           | 21.0   |
| $I$                                    | 1.0    |
| Columnas excéntricas $\alpha$          | 40.0   |

Fuente: Propia

Tabla 89 / Pre-Dimensionamiento Zapata Central

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| PS (KN)                          | 465.9 Kn           |
| Peso de zapata (KN)              | 156.0 Kn           |
| Área de zapata (m <sup>2</sup> ) | 3.1 m <sup>2</sup> |
| Zapata rectangular de L (m)      | 1.8 m              |
| A (m)                            | 3.8 m              |
| B (m)                            | 3.8 m              |
| Espesor t (m)                    | 0.45 m             |
| Recubrimiento r (m)              | 0.075 m            |
| d (m)                            | 0.36 m             |
| Prof de cim                      | 1.5 m              |

Figura 46 / Diagrama zapata ZP-1

Fuente: Propia

Tabla 90 / Excentricidad y Presiones en el Suelo

|                                                  |                         |
|--------------------------------------------------|-------------------------|
| ex (m)                                           | 0.626                   |
| ey (m)                                           | 0.36                    |
| Relación ex/ey                                   | 1.8                     |
| B recomendado                                    | 6.7                     |
| A/6                                              | 0.6                     |
| B/6                                              | 0.6                     |
| Presiones bajo la zapata para cargas de Servicio |                         |
| q1                                               | 0.5 KN/m <sup>2</sup>   |
| q2                                               | 85.6 KN/m <sup>2</sup>  |
| Presiones bajo la zapata para cargas Ultimas     |                         |
| q1                                               | -56.8 KN/m <sup>2</sup> |
| q2                                               | 123.2 KN/m <sup>2</sup> |
| Presiones sobre la zapata para carga de Tracción |                         |
| qmin1                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |
| qmax1                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |
| qmin2                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |
| qmax2                                            | 0.0 KN/m <sup>2</sup>   |

Fuente: Propia

Tabla 91 / Verificaciones de la zapata ZP-1

| Cortante Bidireccional ZP-1 |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| Ancho de pedestal $b$ c     | 0.60 m                 |
| Largo de pedestal $l$ c     | 0.70 m                 |
| $L_{cd} / 2$                | 2.4                    |
| $V(d/2)$                    | 55.9 Kn/m <sup>2</sup> |
| $V_u(d/2)$                  | 1210.2 Kn              |
| Beta                        | 1.2                    |
| $B_o$                       | 4.0 m                  |
| $\phi$                      | 0.65                   |
| $\phi V_{c1}$               | 1999.0 Kn              |
| $\phi V_{c2}$               | 2000.8                 |
| $\phi V_{c3}$               | 1429.6                 |

Tabla 92 / Verificación de cortante Bidireccional

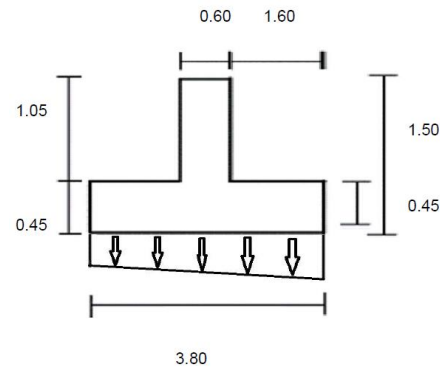


Figura 47 / Dimensiones de la zapata

| Dirección Larga |          |
|-----------------|----------|
| $L_{cd}$        | 1.2      |
| $V(d)$          | 64.14    |
| $V_u(d)$        | 416.5    |
| $\phi$          | 0.75     |
| $\phi c=$       | 799.3 Kn |
| Dirección corta |          |
| $L_{cd}$        | 1.2      |
| $V(d)$          | 64.14    |
| $V_u(d)$        | 416.5    |
| $\phi$          | 0.75     |
| $\phi c=$       | 799.3 Kn |

Tabla 93 / Dirección larga y corta ZP-1

Tabla 94 / Altura mínima de desplante ZP-1

| Altura mínima de desplante         |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| Carga máx Col tracción Put (KN)    | 0.0                    |
| A (m)                              | 3.8                    |
| B (m)                              | 3.8                    |
| $\sigma_{ad}$ (KN/m <sup>2</sup> ) | 200.0                  |
| $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )      | 18.0 Kn/m <sup>3</sup> |
| $q_u$ (KN/m <sup>2</sup> )         | 0.0                    |
| F.S                                | 2.0                    |
| $z$ (m)                            | 0.0                    |
| $D_f$ (m)                          | 1.0                    |

Tabla 95 / Longitud de desarrollo ZP-1

| Longitud de desarrollo |        |
|------------------------|--------|
| $l_{dc1}$              | 0.35 m |
| $l_{dc2}$              | 0.29 m |
| $l_{dc3}$              | 0.35 m |

Tabla 96 / Resistencia al aplastamiento

| Resistencia al aplastamiento |           |
|------------------------------|-----------|
| $P_u$                        | 323.2     |
| $\phi$                       | 0.65      |
| $A_1$                        | 0.42      |
| Inclinación 1V-2H            | 0.9       |
| $A_2$                        | 6.3       |
| $raíz(A_2/A_1)$              | 3.9       |
| $\Phi P_{nb}$                | 9746.1 Kn |

ZP-1

Fuente: Propia

### 9.2.10.2 Diseño a flexión

Para determinar el área del acero se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.25 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} \times b_w \times d \geq 1.4 b_w d / f_y$$

Tabla 97 / Refuerzo Dirección corta Abajo

| Refuerzo Dirección Corta Abajo |                                                             |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Lv                             | 1.6 m                                                       |
| σf                             | 47.4 Kn/m2                                                  |
| Mu                             | 384.0 kn.m                                                  |
| Mn                             | 426.7 kn.m                                                  |
| Fy                             | 420.0 MPa                                                   |
| F'c                            | 21.0 MPa                                                    |
| b                              | 3.8 m                                                       |
| h=t                            | 0.5 m                                                       |
| d'=r+fbarra                    | 0.1 m                                                       |
| d                              | 0.4 m                                                       |
| φ                              | 0.9                                                         |
| Pmin                           | 0.0033                                                      |
| Pdiseño                        | 0.00212                                                     |
| Pasumido                       | 0.00333                                                     |
| As                             | 4555.4 mm2                                                  |
| Barra No.                      | 5.0                                                         |
| Cantidad de Barras             | 23.0                                                        |
| separación                     | 0.16 m 1#5 c/0.16<br>en la dirección corta<br>abajo- Son 23 |

Tabla 98 / Refuerzo Dirección  
Largo abajo

| Refuerzo Dirección Largo abajo |                                                             |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Lv                             | 1.6 m                                                       |
| σf                             | 47.4 Kn/m2                                                  |
| Mu                             | 365.1 kn.m                                                  |
| Mn                             | 405.6 kn.m                                                  |
| Fy                             | 420.0 MPa                                                   |
| F'c                            | 21.0 MPa                                                    |
| b                              | 3.8 m                                                       |
| h=t                            | 0.5 m                                                       |
| d'=r+fbarra                    | 0.1 m                                                       |
| d                              | 0.36 m                                                      |
| φ                              | 0.9                                                         |
| Pmin                           | 0.0033                                                      |
| Pdiseño                        | 0.0020                                                      |
| Pasumido                       | 0.0033                                                      |
| As                             | 4555.4 mm2                                                  |
| Barra No.                      | 5.0                                                         |
| Cantidad de Barras             | 23                                                          |
| Separación                     | 0.16 m 1#5 c/0.16<br>en la dirección larga<br>abajo- Son 23 |

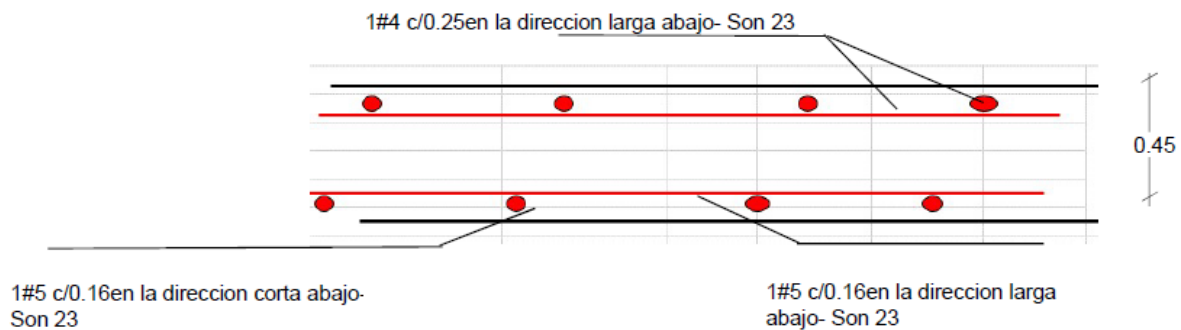
Fuente: Propia

Tabla 99 / Refuerzo Dirección Larga y corta arriba

| Refuerzo Dirección Larga y corta arriba |                                                      |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Lv                                      | 1.600 m                                              |
| $\sigma_f$                              | 0.0 Kn/m <sup>2</sup>                                |
| Mu                                      | 0.0 kn.m                                             |
| Mn                                      | 0.0 kn.m                                             |
| Fy                                      | 420.0 MPa                                            |
| F'c                                     | 21.0 MPa                                             |
| b                                       | 3.8 m                                                |
| h=t                                     | 0.5 m                                                |
| d'=r+fbarra                             | 0.1 m                                                |
| d                                       | 0.36 m                                               |
| $\phi$                                  | 0.9                                                  |
| Pmin                                    | 0.0021                                               |
| Pdiseño                                 | 0.00000                                              |
| Pasumido                                | 0.00210                                              |
| As                                      | 2872.8 mm <sup>2</sup>                               |
| Barra No.                               | 4.0                                                  |
| Cantidad de Barras                      | 23.0                                                 |
| Separación                              | 0.16 m 1#4 c/0.25en la dirección larga abajo- Son 23 |
| Separación usada                        | 0.25 m                                               |

Fuente: Propia

Esquema Final de Zapata



Dimensiones en Planta:

A= 3.80 m  
B= 3.80 m

Figura 48 / esquema Zapata ZP-1

## 10 ELABORACION DEL PRESUPUESTO

### 10.1 PRESUPUESTO DEL SALON COMUNAL

| PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN SALON COMUNAL Y DE UN<br>POLIDEPORTIVO TIPO CANCHA MÚLTIPLE, UBICADOS EN EL BARRIO VILLA JULIANA<br>DE LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO |                                                                        |               |         |                |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|----------------|------------------|
| PROYECTO                                                                                                                                                                |                                                                        |               |         |                |                  |
| CONSTRUCCION DE SALON COMUNAL EN EL BARRIO VILLAJULIANA EN<br>VILLAVICENCIO - META                                                                                      |                                                                        |               |         |                |                  |
| LOCALIZACIÓN                                                                                                                                                            |                                                                        | EDIFICACION   |         |                | ÁREA M2          |
| BARRIO VILLA JULIANA,<br>VILLAVICENCIO - META                                                                                                                           |                                                                        | SALON COMUNAL |         |                | 384,82           |
| ÍTEM                                                                                                                                                                    | DESCRIPCIÓN                                                            | UND           | CANT    | VALOR<br>UNIT. | V. TOTAL         |
| 1                                                                                                                                                                       | <b>PRELIMINARES</b>                                                    |               |         |                |                  |
| 1,1                                                                                                                                                                     | Descapote manual, incluye retiro                                       | M2            | 386,91  | \$ 6.858,00    | \$ 2.653.394,49  |
| 1,2                                                                                                                                                                     | localización y replanteo<br>arquitectura (incluye cartera y<br>planos) | M2            | 386,91  | \$ 3.674,00    | \$ 1.421.488,97  |
| VALOR PRELIMINARES                                                                                                                                                      |                                                                        |               |         |                | \$ 4.074.883,46  |
| 2                                                                                                                                                                       | <b>RELLENOS</b>                                                        |               |         |                |                  |
| 2,1                                                                                                                                                                     | Relleno material tamaño máximo<br>2" compactación manual               | M3            | 46,8    | \$ 61.639,00   | \$ 2.884.705,20  |
| VALOR RELLENOS                                                                                                                                                          |                                                                        |               |         |                | \$ 2.884.705,20  |
| 3                                                                                                                                                                       | <b>EXCAVACIONES</b>                                                    |               |         |                |                  |
| 3,1                                                                                                                                                                     | Excavaciones secas en<br>conglomerado manual, incluye<br>retiro        | M3            | 116,72  | \$ 41.581,00   | \$ 4.853.180,47  |
| VALOR EXCAVACION                                                                                                                                                        |                                                                        |               |         |                | \$ 4.853.180,47  |
| 4                                                                                                                                                                       | <b>CIMENTACIÓN</b>                                                     |               |         |                |                  |
| 4,1                                                                                                                                                                     | Zapata de cimentación de<br>concreto armado.                           | M3            | 24,5760 | \$ 393.330,71  | \$ 9.666.495,53  |
| 4,2                                                                                                                                                                     | Viga de cimentación concreto de<br>3000 psi                            | ML            | 242,91  | \$ 63.046,00   | \$ 15.314.503,86 |
| VALOR CIMENTACION                                                                                                                                                       |                                                                        |               |         |                | \$ 24.980.999,39 |
| 5                                                                                                                                                                       | <b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>                                         |               |         |                |                  |
| 5,1                                                                                                                                                                     | Columnas 35*35 de concreto de<br>3000 psi                              | ML            | 166,40  | \$ 14.785,00   | \$ 2.460.224,00  |
| 5,2                                                                                                                                                                     | Viga aérea 25*35 (3000psi)                                             | ML            | 185,13  | \$ 46.246,00   | \$ 8.561.521,98  |
| 5,3                                                                                                                                                                     | PLACA CONCRETO TANQUE<br>(3000psi) E=15cm                              | M2            | 35,49   | \$ 186.078,00  | \$ 6.603.163,91  |
| VALOR ESTRUCUTRAS EN<br>CONCRETO                                                                                                                                        |                                                                        |               |         |                | \$ 17.624.909,89 |

|                    |                                                 |     |       |               |                 |
|--------------------|-------------------------------------------------|-----|-------|---------------|-----------------|
| 6                  | <b>APARATOS SANITARIOS</b>                      |     |       |               |                 |
| 6,1                | Combo sanitario, lavamanos e incrustaciones     | UND | 13,00 | \$ 294.065,00 | \$ 3.822.845,00 |
| 6,2                | Conjunto ducha y registro grival                | UND | 5,00  | \$ 93.708,00  | \$ 468.540,00   |
| 6,3                | Orinal de porcelana sanitaria.                  | UND | 7,00  | \$ 491.650,72 | \$ 3.441.555,04 |
| 6,4                | Tanque agua 500LT PVC. incl. conexión 3/4 - 1/2 | UND | 1,00  | \$ 516.328,00 | \$ 516.328,00   |
| VALOR PRELIMINARES |                                                 |     |       |               | \$ 8.249.268,04 |

|                    |                                       |    |        |              |                  |
|--------------------|---------------------------------------|----|--------|--------------|------------------|
| 7                  | <b>PISOS</b>                          |    |        |              |                  |
| 7,1                | Placa de contra piso E=12cm (3000psi) | M2 | 360,32 | \$ 33.437,00 | \$ 12.048.019,84 |
| VALOR PRELIMINARES |                                       |    |        |              | \$ 12.048.019,84 |

|                |                                |    |        |              |                  |
|----------------|--------------------------------|----|--------|--------------|------------------|
| 8              | <b>MAMPOSTERIA</b>             |    |        |              |                  |
| 8,1            | Muros cara vista (bloque No.5) | M2 | 413,20 | \$ 29.358,77 | \$ 12.131.095,14 |
| VALOR RELLENOS |                                |    |        |              | \$ 12.131.095,14 |

|                |                                                    |    |         |              |                 |
|----------------|----------------------------------------------------|----|---------|--------------|-----------------|
| 9              | <b>ESTRUCTURA METALICA</b>                         |    |         |              |                 |
| 9,1            | Correa metálica en tubo rectangular 100x50x3.00 mm | Kg | 1445,86 | \$ 3.773,00  | \$ 5.455.237,33 |
| 9,2            | Estructura metálica ligera autoportante.           | M2 | 91,17   | \$ 41.345,39 | \$ 3.769.459,21 |
| VALOR RELLENOS |                                                    |    |         |              | \$ 5.455.237,33 |

|                    |                                            |    |        |              |                  |
|--------------------|--------------------------------------------|----|--------|--------------|------------------|
| 10                 | <b>CUBIERTA</b>                            |    |        |              |                  |
| 10,1               | TEJA METALICA TERMOACUSTICA TIPO TECHOLINE | M2 | 327,87 | \$ 40.735,00 | \$ 13.355.784,45 |
| VALOR PRELIMINARES |                                            |    |        |              | \$ 13.355.784,45 |

|                               |  |                   |
|-------------------------------|--|-------------------|
| VALOR COSTO DIRECTO           |  | \$ 105.658.083,21 |
| ADMINISTRACION (18%)          |  | \$ 19.018.454,98  |
| IMPREVISTOS (1%)              |  | \$ 1.056.580,83   |
| UTILIDAD (6%)                 |  | \$ 6.339.484,99   |
| VALOR TOTAL COSTOS INDIRECTOS |  | \$ 26.414.520,80  |
| VALOR TOTAL PROYECTO          |  | \$ 136.784.428,01 |

## 10.2 PRESUPUESTO PLACA DEPORTIVA

| PRESUPUESTO PLACA POLIDEPORTIVA CUBIERTA |                                                                          |                |       |             |              |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------|--------------|
| Ítem                                     | Descripción                                                              | UND            | CANT  | VALOR UNIT. | V. TOTAL     |
| <b>1</b>                                 | <b>Realizar obras preliminares</b>                                       |                |       |             |              |
| 1.1                                      | Localización y replanteo                                                 | m <sup>2</sup> | 928   | \$1.707     | \$1.584.096  |
|                                          |                                                                          |                |       |             | \$1.584.096  |
| <b>2</b>                                 | <b>Construir la cimentación</b>                                          |                |       |             |              |
| 2.1                                      | Descapote a máquina nivel 0.00 (inc. retiro) e=30 cm                     | m <sup>3</sup> | 278   | \$33.350    | \$9.284.640  |
| 2.2                                      | Conformación del terreno                                                 | m <sup>2</sup> | 928   | \$7.802     | \$7.240.256  |
| 2.3                                      | Excavación manual (inc. Retiro de sobrantes)                             | m <sup>3</sup> | 204   | \$42.646    | \$8.685.396  |
| 2.4                                      | Concreto de limpieza e= 0,05 m                                           | m <sup>2</sup> | 167   | \$14.493    | \$2.415.403  |
| 2.5                                      | Concreto ciclópeo 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi) 60:40               | m <sup>3</sup> | 8     | \$303.516   | \$2.276.370  |
| 2.6                                      | Zapatas concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi)                   | m <sup>3</sup> | 51    | \$343.101   | \$17.369.488 |
| 2.7                                      | Vigas de cimentación en concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi)      | m <sup>3</sup> | 13    | \$386.306   | \$5.159.793  |
| 2.8                                      | Micropilotes d= 0,30 m para malla contraimpacto                          | m              | 24    | \$62.420    | \$1.485.596  |
| 2.9                                      | Cañuela en concreto 175 kg/cm <sup>2</sup> (2.500 psi)                   | m              | 64    | \$19.859    | \$1.270.976  |
| 2.10                                     | Acero de refuerzo 4.200 kg/cm <sup>2</sup> (60.000 psi) para cimentación | kg             | 4064  | \$3.020     | \$12.272.647 |
|                                          |                                                                          |                |       |             | \$67.460.565 |
| <b>3</b>                                 | <b>Construir las estructuras en concreto y metálicas</b>                 |                |       |             |              |
| 3.1                                      | Columnas en concreto de 280 kg/cm <sup>2</sup> (4.000 psi)               | m <sup>3</sup> | 26    | \$673.473   | \$17.537.237 |
| 3.2                                      | Vigas aéreas en concreto de 280 kg/cm <sup>2</sup> (4.000 psi)           | m <sup>3</sup> | 9     | \$756.198   | \$6.860.228  |
| 3.3                                      | Acero de refuerzo 4.200 kg/cm <sup>2</sup> ( 60.000 psi) para estructura | kg             | 10184 | \$3.020     | \$30.756.671 |

|            |                                                                                                                                                                           |       |      |             |               |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------------|---------------|
| 3.4        | Cercha en celosía según diseño estructural, incluye suministro e instalación de anclajes, contravientos, soldadura, pinturas, tensores, anticorrosiva y esmalte (2 manos) | kg    | 8352 | \$8.843     | \$73.859.841  |
| 3.5        | Correas tipo PHR 305x80x2.0mm, incluye suministro e instalación de anclajes, platinas, soldadura, pintura anticorrosiva y esmalte (2 manos)                               | kg    | 8222 | \$8.843     | \$72.711.081  |
| 3.6        | Malla contra impacto según diseño estructural, incluye suministro e instalación de anclajes, platinas, tensores, soldadura, pintura anticorrosiva de esmalte (2 manos)    | m²    | 150  | \$183.314   | \$27.497.100  |
| 3.7        | Portería múltiple fija, incluye malla 100% nylon color negra entrelazada, y pintura en esmalte tres manos (Incluye suministro e instalación).                             | un    | 2    | \$2.552.000 | \$5.104.000   |
| 3.8        | Suministro e instalación de parales de voleibol (incluye parales 3" en tubería con malla 100 nylon y pintura en esmalte en la estructura metálica.                        | juego | 1    | \$353.800   | \$353.800     |
|            |                                                                                                                                                                           |       |      |             | \$234.679.958 |
| <b>4</b>   | <b>Instalar las redes hidrosanitarias</b>                                                                                                                                 |       |      |             |               |
| <b>4.1</b> | <b>Accesorios</b>                                                                                                                                                         |       |      |             |               |
| 4.1.1      | Bajantes en tubería PVC aguas lluvias D:4"                                                                                                                                | m     | 55   | \$30.703    | \$1.682.524   |
| 4.1.2      | Tragantes de cúpulas plásticas 5x4"                                                                                                                                       | un    | 8    | \$15.097    | \$120.776     |
| 4.1.3      | Tubería PVC corrugada 160 mm; incluye accesorios, excavación y relleno.                                                                                                   | m     | 24   | \$42.185    | \$1.012.440   |
| <b>4.2</b> | <b>Cajas de inspección y filtro</b>                                                                                                                                       |       |      |             |               |
| 4.2.1      | Caja de inspección hmax=1,00 m de 60 cm x 60 cm                                                                                                                           | un    | 2    | \$495.027   | \$990.054     |
|            |                                                                                                                                                                           |       |      |             | \$3.805.794   |

|            |                                                                                                                                                                                 |    |    |           |             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----------|-------------|
| <b>5</b>   | <b>Instalar las redes eléctricas y afines</b>                                                                                                                                   |    |    |           |             |
| <b>5.1</b> | <b>Salidas</b>                                                                                                                                                                  |    |    |           |             |
| 5.1.1      | Salida para lámpara en tubo conduit emt de 3/4" y conductores de cobre 2n12awg thhn.                                                                                            | un | 12 | \$97.493  | \$1.169.916 |
| 5.1.2      | Derivación de luminaria desde salida eléctrica en cable encauchetado 3x16 awg con clavija aérea con polo a tierra y cable encauchetado 3x16 awg desde luminaria con toma aérea. | un | 12 | \$30.200  | \$362.400   |
| 5.1.3      | Salida para toma monofásica doble con polo a tierra para red normal, en tubo conduit emt de 3/4" y conductores de cobre 2n12awg thhn.                                           | un | 2  | \$73.387  | \$146.774   |
| 5.1.4      | Salida para pulsador remoto de telerruptor, en tubo conduit emt de 3/4" y cable 2x18 awg.                                                                                       | un | 4  | \$91.747  | \$366.988   |
| <b>5.2</b> | <b>Tableros y protecciones</b>                                                                                                                                                  |    |    |           |             |
| 5.2.1      | Suministro, montaje y conexión de automático tipo riel de 1x15, 1x20 o 1x30 amperios.                                                                                           | un | 1  | \$22.982  | \$22.982    |
| 5.2.2      | Suministro, montaje y conexión de automático tipo riel de 2x20 o 2x30 amperios.                                                                                                 | un | 4  | \$44.982  | \$179.928   |
| 5.2.3      | Suministro, montaje y conexión de tablero minipragma de 12 circuitos para ubicar telerruptores.                                                                                 | un | 1  | \$301.773 | \$301.773   |
| 5.2.4      | Suministro, montaje y conexión en caja minipragma, de telerruptor bipolar de 16 amperios.                                                                                       | un | 4  | \$256.157 | \$1.024.628 |
| <b>5.3</b> | <b>Acometidas y ductos</b>                                                                                                                                                      |    |    |           |             |
| 5.3.1      | Suministro y tendido de acometida bifásica en conductores 2 No.8+1 No.8+1 No. 10 por tubo.                                                                                      | m  | 54 | \$18.631  | \$1.006.074 |
| <b>5.4</b> | <b>Luminarias</b>                                                                                                                                                               |    |    |           |             |
| 5.4.1      | Suministro, montaje y conexión de lámpara metal 400 w - 220 v, by 150p 1xhp1-p400w-bu sgr p-wb+by150gr +                                                                        | un | 12 | \$431.929 | \$5.183.148 |

|            |                                                                                                                                               |    |     |           |              |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----------|--------------|
|            | gc completa.                                                                                                                                  |    |     |           |              |
| <b>5.5</b> | <b>Varios</b>                                                                                                                                 |    |     |           |              |
| 5.5.1      | Suministro y montaje de caja de paso metálica de 10 cm x 10 cm, para la iluminación de la cancha.                                             | un | 4   | \$23.989  | \$95.956     |
| 5.5.2      | Construcción de caja en mampostería tipo alumbrado público de 60 cm x 60 cm.                                                                  | un | 1   | \$380.682 | \$380.682    |
| <b>5.6</b> | <b>Sistema de apantallamiento y puesta a tierra</b>                                                                                           |    |     |           |              |
| 5.6.1      | Construcción de caja de paso en mampostería de 30 cm x 30 cm para medición y mantenimiento del sistema de tierra y apantallamiento.           | un | 4   | \$446.980 | \$1.787.920  |
| 5.6.2      | Suministro e hincada de varilla de cobre de 2,44 m x 5/8" para aterrizar la infraestructura de apantallamiento y la malla de puesta a tierra. | un | 5   | \$147.211 | \$736.055    |
| 5.6.3      | Suministro y tendido de cable de cobre No. 8 para polo a tierra. incluye tubo PVC de 3/4".                                                    | m  | 6   | \$29.479  | \$176.874    |
| 5.6.4      | Suministro y tendido de cable de cobre No. 2/0 desnudo para configurar sistema de apantallamiento, malla a tierra y equipotenciar.            | m  | 248 | \$36.339  | \$9.012.072  |
| 5.6.5      | Suministro y colocación de barra captora para sistema apantallamiento.                                                                        | un | 25  | \$137.519 | \$3.437.975  |
| 5.6.6      | Suministro y armado de soldadura tipo cadweld 120 g para empalmes del sistema de apantallamiento y puestas a tierra.                          | un | 34  | \$65.134  | \$2.214.556  |
|            |                                                                                                                                               |    |     |           | \$27.606.701 |
| <b>6</b>   | <b>Construir la placa</b>                                                                                                                     |    |     |           |              |
| 6.1        | Relleno de material, recebo compactado                                                                                                        | m³ | 205 | \$56.472  | \$11.556.927 |

|          |                                                                                                                                                                  |                |      |           |               |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-----------|---------------|
| 6.2      | Malla electrosoldada                                                                                                                                             | kg             | 3269 | \$3.041   | \$9.940.592   |
| 6.3      | Placa contrapiso de e=0,10 m concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi) área deportiva                                                                          | m <sup>2</sup> | 898  | \$56.561  | \$50.769.154  |
| 6.4      | Placa contrapiso de e=0.10 m concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi) área perimetral                                                                         | m <sup>2</sup> | 87   | \$51.495  | \$4.462.145   |
|          |                                                                                                                                                                  |                |      |           | \$76.728.817  |
| <b>7</b> | <b>Construir las cubiertas e impermeabilizaciones</b>                                                                                                            |                |      |           |               |
| 7.1      | Teja arquitectónica curva calibre 28 termoacústica con acabado galvanizado con recubrimiento de zinc g60 (180 g/m <sup>2</sup> ).                                | m <sup>2</sup> | 908  | \$134.237 | \$121.892.565 |
| 7.2      | Canal en lámina galvanizada cal. 20 desarrollo <200<=250 mm incluye soporte y/o anclajes, pintura wash primer, anticorrosivo y pintura y esmalte para intemperie | m              | 66   | \$106.072 | \$6.979.538   |
|          |                                                                                                                                                                  |                |      |           | \$128.872.103 |
| <b>8</b> | <b>Construir las graderías</b>                                                                                                                                   |                |      |           |               |
| 8.1      | Mampostería en bloque N° 5 de arcilla                                                                                                                            | m <sup>2</sup> | 88   | \$33.460  | \$2.954.009   |
| 8.2      | Viga de confinamiento de 0,12 m x 0,12 m f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi) para muros                                                                     | m              | 0    | \$47.734  | \$0           |
| 8.3      | Acero de refuerzo 4.200 kg/cm <sup>2</sup> (60.000 psi)                                                                                                          | kg             | 242  | \$3.020   | \$730.057     |
| 8.4      | Grafiles de acero 4 mm                                                                                                                                           | kg             | 62   | \$2.704   | \$167.105     |
| 8.5      | Gradería en concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> (3.000 psi)                                                                                                       | m <sup>3</sup> | 4    | \$839.091 | \$3.685.288   |
| 8.6      | Baranda gradería según diseño, incluye anclajes, platinas, soldadura, pintura anticorrosiva y esmalte                                                            | m              | 16   | \$175.857 | \$2.743.369   |
| 8.7      | Pañete liso interior impermeabilizado 1:4 incluye filos y dilataciones                                                                                           | m <sup>2</sup> | 0    | \$13.633  | \$0           |
|          |                                                                                                                                                                  |                |      |           | \$10.279.829  |

|           |                                                                                                                                                       |     |     |             |             |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------------|-------------|
| <b>9</b>  | <b>Pintar y demarcar elementos</b>                                                                                                                    |     |     |             |             |
| 9.1       | Demarcación cancha de microfútbol, baloncesto y voleibol con pintura de tráfico alto, ancho 10 cm de acuerdo a los colores reglamentarios y al diseño | m   | 380 | \$5.055     | \$1.920.900 |
|           |                                                                                                                                                       |     |     |             | \$1.920.900 |
| <b>10</b> | <b>Dotar la placa polideportiva cubierta</b>                                                                                                          |     |     |             |             |
| 10.1      | Dotación deportiva de la placa polideportiva                                                                                                          | glb | 1   | \$4.275.000 | \$4.275.000 |
|           |                                                                                                                                                       |     |     |             | \$4.275.000 |

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| <b>Costo directo</b> | <b>\$ 557.213.764</b> |
|----------------------|-----------------------|

|                       |            |                      |
|-----------------------|------------|----------------------|
| <b>Administración</b> | <b>18%</b> | <b>\$100.298.477</b> |
| <b>Imprevistos</b>    | <b>1%</b>  | <b>\$5.572.138</b>   |
| <b>Utilidad</b>       | <b>6%</b>  | <b>\$33.432.826</b>  |
| <b>Subtotal AIU</b>   | <b>25%</b> | <b>\$139.303.441</b> |

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| <b>Valor total del proyecto</b> | <b>\$696.517.205</b> |
|---------------------------------|----------------------|

## 11 RESULTADOS E IMPACTOS

### 11.1 RESULTADOS ESPERADOS

Tabla 100 Tabla de resultados

| Resultado                                                                          | Indicador N° de documentos | Objetivo Relacionado         |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Propuesta de diseño, con memorias de cálculo y planos.                             | 1                          | Objetivo específico 1, 2 y 3 |
| Elementos no estructurales necesarios para el desarrollo adecuado de los deportes. | 1                          | Objetivo 4                   |
| Presupuesto de la construcción de la propuesta de diseño planteada                 | 1                          | Objetivo 5                   |

Fuente: Propia

### 11.2 IMPACTOS

Los impactos más relevantes son en el aspecto social, el aumento de la infraestructura con fines recreativos y comunitarios, beneficia a la comunidad aumentando la práctica deportiva y el mejor aprovechamiento del tiempo libre, el incentivo de poder desarrollar deportes en un lugar adecuado para la práctica y con dotación, podría disminuir el índice de sedentarismo, consumo de sustancias sicoactivas y obesidad, además de promover el comercio en el área.

Tabla 101 Impactos

| Aspecto   | Impacto                                                                            | Supuesto                                      | Plazo   |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|
| Social    | Aumentar el índice de la práctica deportiva en la comunidad                        | Infraestructura recreativa                    | Corto   |
| Social    | Mejor aprovechamiento del tiempo libre y disminuir el sedentarismo en la comunidad | Incentivar la práctica deportiva en el barrio | Mediano |
| Ambiental | Mejoramiento del desarrollo socio ambiental                                        | Respeto por las normativas ambientales        | largo   |
| Económico | Aumento de desarrollo socioeconómico del barrio en las zonas aledañas al proyecto  | Aumento de la infraestructura del barrio      | Mediano |
| Técnico   | Aporte en materia de propuestas de diseño                                          | Diseño sismo resistente, presupuesto          | Mediano |

Fuente: Propia

## **12 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

### **12.1 CONCLUSIONES**

- El diseño del salón comunal y el polideportivo se realizó para satisfacer las necesidades de la comunidad, aprovechando el terreno dispuesto en el barrio villa Juliana destinado para actividades comunitarias, equipamiento y actividades recreativas.
- Es necesario contar con espacios adecuados para realizar las actividades deportivas y de la comunidad en general, esto conlleva a una mejor calidad de vida de los habitantes del barrio Villa Juliana y un mejor desarrollo social.
- Se optó por conservar el diseño de la placa deportiva tipo del DNP, pues este cumple con todas las especificaciones requeridas por COL JUEGOS, ya que el terreno es lo suficientemente grande para que se pueda construir el proyecto en general, al mantener el diseño original se realizó una verificación de la estructura mixta del pórtico en concreto con celosía metálica, donde se comprobaron que los índices de sobre esfuerzo estuvieran en el rango adecuado de acuerdo con las condiciones del terreno y de la ubicación.
- El salón comunal cuenta con un sistema estructural de pórticos de concreto reforzado resistente a momentos, pero para garantizar un espacio amplio donde se puedan realizar las reuniones y actividades de la comunidad donde se proyecta que podrían asistir hasta 300 personas, fue necesario el uso de cerchas apoyadas sobre las columnas para sostener la cubierta y salvar las luces de 9.5 m entre las columnas.
- El costo total del proyecto es de \$833.301.633,01 (Ochocientos treinta y tres millones trescientos unos mil seiscientos treinta y tres pesos colombianos), esto incluyendo los costos directos e indirectos de la obra (el AIU se determinó de acuerdo a los proyectos de la secretaria de vivienda en la gobernación del meta y la agencia de infraestructura del meta (AIM). El costo del salón comunal incluye únicamente la construcción de la parte estructural edificación, la mampostería no estructural y los aparatos sanitarios del salón comunal.

### **12.2 TRABAJOS FUTUROS**

El presente trabajo de opción de grado está enfocado en la aplicación en temáticas de ingenierías, partiendo de las necesidades de la comunidad del barrio Villa Juliana por lo tanto el siguiente paso es buscar el medio para poner en marcha la construcción del salón comunal y de la placa deportiva. Una vez

entregado los documentos y los planos a la comunidad, depende de la gestión de la misma, para que las entidades encargadas empiecen con el trámite y revisión de diseños, posteriormente se efectuara el proceso de selección del contratista y de la correspondiente interventoría para que se ejecute el contrato de obra.

En el presente documento se hace el modelamiento de las estructuras teniendo en cuenta los criterios básicos para el diseño de los distintos elementos que componen el salón comunal y el polideportivo, de manera que sirva como una base o fundamento para los estudiantes o personas interesadas que realicen trabajos similares de diseño, modelación y presupuesto de estructuras similares.

### 13 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, reglamento colombiano de construcción sismo resistente nsr-10, 2010.
- [2] Organización Mundial de la Salud, «who.int,» [En línea]. Available: <https://www.who.int/es>. [Último acceso: 22 09 2019].
- [3] Alcaldía de Villavicencio, «estudio urbanístico para la legalización del asentamiento humano Villa Juliana,» Villavicencio, 2018.
- [4] Concejo Municipal De Villavicencio, «Acuerdo No 287 Del 2015,» Villavicencio, 2015.
- [5] República de Colombia, «Constitución Política de la República de Colombia,» p. artículo 52, 1991.
- [6] Departamento Nacional de Planeación Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas, Construcción y dotación de una placa polideportiva, Bogotá D.C, 2018.
- [7] Asociación Mundial De Fútbol, Reglas De Juego, Congreso Ordinario De La Amf, Asunción, 2018.
- [8] W. Ramírez, S. Vinaccia y G. R. Suárez, «El impacto de la actividad física y el deporte,» 2004.
- [9] D. A. Camargo R, E. A. Gomez , J. Ovalle O y R. Rubiano, «La cultura física y el deporte: fenómenos sociales,» 2013.
- [10] A. Sanchez Pato, J. De Dios, J. Bada y M. J. Mosquera, educación en valores a través del deporte Guía Práctica, Sevilla: WANCEULEN, 2008.
- [11] Plan de ordenamiento territorial, «Deporte y recreación para el desarrollo integral de los individuos, para la convivencia y cohesión social,» 2018.
- [12] M. K. Alvis, G. Y. Nury A y N. Tolosa, «Determinantes sociales en el deporte,» 2013.
- [13] A. Cordero, D. Masia y E. Galve, «Ejercicio físico y salud,» 2014.
- [14] Candido Lopez González, «concejo municipal de villavicencio forma y lugar,» Editorial Club Universitario ECU, 2011.
- [15] Coldeportes, «Coldeportes,» [En línea]. Available: <https://www.coldeportes.gov.co/?idcategoria=93422>. [Último acceso: 08 2019].
- [16] J. Calavera, Cálculo de Estructuras de Cimentación, Madrid, España: Intemac, 1991.
- [17] L. Garza Vasquez, *diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a NSR-10*, Medellín: Universidad Nacional de Colombia.