

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN
INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL
DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. ALAN GUTIERREZ CASTILLO

**TACNA – PERÚ
2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN
INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL
DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 17 de octubre de 2023; estando el jurado calificador
Integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO : Mtro. EVER RUDY ANCCO HUANACUNI

VOCAL : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRÍAS

ASESOR : Mtro. DINA MARLENE COTRADO FLORES

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Alan Gutierrez Castillo, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 72968771, así como Dina Marlene Cotrado Flores con DNI 00795268; declaramos en calidad de autor y asesor que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito la Yarada los Palos – Tacna, 2023*”, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

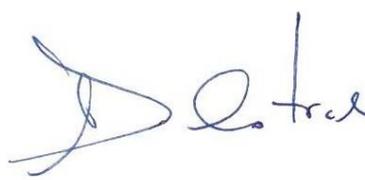
En consecuencia, nos comprometemos ante a La Universidad y a terceros, a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 17 de octubre de 2023



Bach. Alan Gutierrez Castillo
DNI: 72968771



Mrto. Dina Marlene Cotrado Flores
DNI: 00795268

DEDICATORIA

A Dios por darme fortaleza y sabiduría en este camino que es la vida, por lo aprendido y superado, a mi madre, mi padre en su gloria y mis hermanos, por el esfuerzo que hacen día a día por lograr un futuro mejor. A mi asesor y los docentes por ser nuestra fuerza y guía en la vida universitaria, por el conocimiento, orientación, paciencia y motivación, al darnos una base sólida, para contribuir en la etapa profesional. A los futuros estudiantes, académicos, profesionales e investigadores, incentivarlos en la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas, para este caso particular, la optimización de estructuras metálicas, para aplicarlos en la solución de problemas, que atraviesa nuestro país, Perú. Y la luz resplandecerá en las Tinieblas.

Alan Gutierrez Castillo

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por darme fuerza, paciencia y constancia en culminar mi tesis que lleva por nombre: *“Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna 2023”* y permitir tener en vida a mi madre Marcelina Castillo de Gutierrez, por ser de gran apoyo y guía en toda mi etapa universitaria para vencer los tiempos de calamidad e infortunios que suele dar la vida, también agradezco a mi padre Moisés Lucio Gutierrez Ticona , ya fallecido a causa de la gran ola que azotó a todo el mundo en el año 2019 en consecuencia al virus SARS-CoV-2. Por haber aportado en conocimientos en la producción en campo agrícola durante 40 años de labor. Al Ing. Gustavo Lanchipa Aranda, que con su apoyo y criterio apporto a la realización de la presente Tesis. Al Ing. José Antonio Salgado Canal, Ph.D. Edwin M. Pino Vargas, Ing. Dina Marlene Cotrado Flores, que, con su aporte desinteresado en la problemática, estructuración de la tesis y viabilidad de proyecto fue de gran ayuda para la culminación. A la Autoridad Nacional de Agua, por darme la oportunidad de realizar un proyecto para solucionar la problemática de escasez hídrica en la Región Tacna. A todas las personas que, de alguna forma, aportaron en la realización del proyecto y mi desarrollo como Profesional y como Persona, Muchas Gracias.

Alan Gutierrez Castillo

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación del problema	11
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	12
1.3 Justificación e importancia	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general	13
1.4.2 Objetivos específicos	13
1.5 Hipótesis	14
1.5.1 Hipótesis General	14
1.5.2 Hipótesis Específicas	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1 Antecedentes del estudio	16
2.2 Bases teóricas	24
2.3 Definición de términos	26
2.3.1 Acuífero	26
2.3.2 Agua subterránea	26
2.3.3 Afloramiento	26
2.3.4 Calidad de agua	26
2.3.5 Invernadero	26
2.3.6 Calculo Estructural	27
2.3.7 Análisis por Elementos Finitos	27
2.3.8 Tubos de Acero	27
2.3.9 Conexión Soldada	27
2.3.10 Conexión Por Pernos	27

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	28
3.1 Diseño de la investigación.....	28
3.2 Acciones y actividades	28
3.3 Materiales e instrumentos.....	29
3.4 Población y/o muestra de estudio.....	31
3.5 Operacionalización de variables	33
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	35
4.1 Módulo I – Tipo Cerca con Puntales.....	36
4.2 Módulo II – Tipo Arco Parabólico.....	65
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	101
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES.....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones y pesos nominales en kg/m-tubo redondo.....	29
Tabla 2. Dimensiones y pesos nominales en kg/m-tubo cuadrado.....	30
Tabla 3. Dimensiones y pesos nominales en kg/m-tubo rectangular	30
Tabla 4. Grupos de madera y módulos de elasticidad.....	30
Tabla 5. Se muestran las variables e indicadores medibles de las variables dependientes.....	33
Tabla 6. Cargas fijas dentro de la estructura, tipo cercha 20x18 m	39
Tabla 7. Consideraciones para el análisis en carga de viento	44
Tabla 8. Estimación de velocidad de diseño para carga de viento.....	45
Tabla 9. Cálculo de cargas de viento	46
Tabla 10. Cargas de Viento en Metros Lineales.....	47
Tabla 11. Factores para Sismo Estático Aplicado al Módulo	52
Tabla 12. Cargas fijas dentro de la estructura, tipo arco parabólico 20x20 m.....	74
Tabla 13. Consideraciones para el Análisis en Carga de Viento	79
Tabla 14. Estimación de velocidad de diseño para carga de viento.....	80
Tabla 15. Cálculo de cargas de viento	81
Tabla 16. Cargas de Viento en Metros Lineales.....	82
Tabla 17. Factores para Sismo Estático Aplicado al Módulo	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	4
Figura 2. Mapa Isométrico Geológico.....	5
Figura 3. Autoridad Nacional del Agua promueve visita con el apoyo del Banco Mundial	6
Figura 4. Representante del Ministerio de Relaciones Exteriores y consejeros del Gobierno Regional de Tacna	7
Figura 5. Hojas de Naranja con Presencia de Virus	9
Figura 6. Presencia de Plagas en Árbol de Olivo	9
Figura 7. Planta de Naranja Afectada por Virus	10
Figura 8. Alcance de la presente Tesis, considerando las siguientes variables (X1, X2, X3 y X4).....	11
Figura 9. Se muestra el Diagrama de Ishikawa, donde se han insertados varios aspectos que pueden afectar en la Construcción, Diseño de Invernaderos.....	11
Figura 10. Invernadero de arco simple circular, sur Francia, Túnez, Argelia, Marruecos y Líbano (ventilación a través de ventanas a y b).....	17
Figura 11. Invernadero Tipo Arco de cultivo lechuga, Valparaíso, Chile	18
Figura 12. Invernadero Tipo Arco Peraltado unido por Parantes centrales	18
Figura 13. Pandeo inducido Axil-Flexión	19
Figura 14. Estructura perfecta y Estructura Imperfecta Propuesta en base a fenómeno de Pandeo	20
Figura 15. Zonas Vulnerables en Unión de Elementos de Acero.....	21
Figura 16. Uniones Metálicas Soldadas para Refuerzo de Piezas.....	22
Figura 17. Variedad de Tipos en Conectores Metálicos	23
Figura 19. Distrito la Yarada Los Palos ubicado en la Región de Tacna.....	31
Figura 20. Muestra equivalente Ha-m2	32
Figura 21. Área Propuesta Para Primer (IMI) Invernadero Modular-I.....	32
Figura 22. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 2" e=3mm - sap2000	36
Figura 23. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 3" e=2.5mm - sap2000	37
Figura 24. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 1" e=2.5mm - sap2000	37
Figura 25. Asignación de tubo rectangular 2"x3" e=3mm - sap2000.....	38
Figura 26. Asignación de elemento tensor \varnothing 5/8" - sap2000	38
Figura 27. Cargas variables de la estructura, tipo cercha 20x18 m.....	40
Figura 28. Cargas fijas aplicado en la cobertura – tipo cercha con puntales.....	41
Figura 29. Cargas variables aplicado en la cobertura – tipo cercha con puntales	41
Figura 30. Cargas fijas en los pórticos de la estructura tipo cercha 20x18 m.....	42
Figura 31. Cargas variables en los pórticos de la estructura tipo cercha 20x18 m.....	42
Figura 34. Fórmula para el cálculo de cargas de viento	45

Figura 35. Factores de forma para cargas de viento	46
Figura 36. Cargas de viento - cobertura tipo cercha con puntales - caso 1.....	47
Figura 37. Cargas de viento - cobertura tipo cercha con puntales - caso 2.....	48
Figura 38. Cargas de viento - pórticos estructura tipo cercha 20x18 m – caso 1	48
Figura 39. Cargas de viento - pórticos estructura tipo cercha 20x18 m – caso 2	49
Figura 40. Desplazamientos Laterales Ocasionados por Viento.....	49
Figura 41. Desplazamiento Vertical – Flecha por Carga de Servicio	50
Figura 42. Desplazamiento lateral - sismo x.....	51
Figura 43. Desplazamiento lateral – sismo y.....	51
Figura 44. Aplicación de las combinaciones de carga según la norma e.90 en el módulo I	53
Figura 45. Diagramas de fuerza axial servicio – módulo I	54
Figura 46. Resultados de carga axial servicio – módulo I.....	54
Figura 47. Diagramas de fuerza cortante x sismo x – módulo I	55
Figura 48. Resultados de fuerza cortante x SISMO x – Módulo I.....	55
Figura 49. Diagramas de momento flector x sismo x – módulo I	56
Figura 50. Resultados de momento flector x sismo x – módulo I.....	56
Figura 51. Diagramas de fuerza cortante y sismo y – módulo I	57
Figura 52. Resultados de fuerza cortante y sismo y – módulo I.....	57
Figura 53. Diagramas de momento flector y sismo y – módulo I	58
Figura 54. Resultados de momento flector y sismo y – módulo I.....	58
Figura 55. Diagramas de corte x y z caso w1 – módulo I	59
Figura 56. Resultados de corte x y z caso w1 – módulo I.....	59
Figura 57. Diagramas de momento flector x y z caso w1 – módulo I.....	60
Figura 58. Resultados de momento flector x y z caso w1 – modulo I	60
Figura 59. Diagramas de corte x y z caso w2 – módulo I	61
Figura 60. resultados de corte x y z caso w2 – módulo I.....	61
Figura 61. Diagramas de momento flector x y z caso w2 – módulo I.....	62
Figura 63. Demanda/capacidad del módulo tipo cerca 20x18 m.....	63
Figura 64. Demanda/capacidad eje xz del módulo tipo cercha 20x18 m	63
Figura 65. Demanda/capacidad eje yz del módulo tipo cercha 20x18 m	64
Figura 66. Visualización 3d de la estructura metálica 20x18 m cobertura tipo cercha.....	64
Figura 67. Conexiones a Corte mediante empernado	65
Figura 68. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 1" e=1.8mm - sap2000	66
Figura 69. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 1 1/2" e=2mm - sap2000	66
Figura 70. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 2" e=2.5mm - sap2000	67
Figura 71. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 3" e=3mm - sap2000	67
Figura 72. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 4" e=2.5mm - sap2000	68
Figura 73. Asignación de elemento tubo circular \varnothing 4" e=4mm - sap2000	68

Figura 74. Asignación tubo rectangular 2"x6" e=3mm - sap2000.....	69
Figura 75. Asignación de elemento madera 3"x3" - sap2000.....	69
Figura 76. Asignación de elemento madera 3"x4" - sap2000	70
Figura 77. Conexión precalificada a momentos para vigas w.....	71
Figura 78. Viga metálica de 20 m-diagonales tipo pratt	71
Figura 79. Viga metálica de 20 m-fuerza cortante	72
Figura 80. Viga metálica de 20 m-momento flector	72
Figura 81. Viga metálica de 20m-análisis de elementos finitos.....	73
Figura 82. Cargas variables de la estructura, tipo arco parabólico 20x20 m	75
Figura 83. Cargas Variables Aplicado en la Cobertura – Tipo Arco Parabólico.....	76
Figura 84. Cargas Variables Aplicado en la Cobertura – Tipo Arco Parabólico.....	76
Figura 85. Cargas fijas - pórticos estructura tipo arco parabólico 20x20 m.....	77
Figura 86. Cargas variables - pórticos estructura tipo arco parabólico 20x20 m.....	77
Figura 87. Mapa eólico del Perú y zona de muestra	78
Figura 88. Fórmula para el cálculo de velocidad de diseño en cargas de viento.....	79
Figura 89. Fórmula para el cálculo de cargas de viento	80
Figura 90. Factores de Forma para Cargas de Viento.....	81
Figura 91. Cargas de viento aplicado a la cobertura tipo arco parabólico - caso 1.....	82
Figura 92. Cargas de viento aplicado a la cobertura tipo arco parabólico - caso 2.....	83
Figura 93. Cargas de viento en pórticos de la estructura tipo arco parabólico 20x20 m – caso 1	83
Figura 94. Cargas de viento en pórticos de la estructura tipo arco parabólico 20x20 m – caso 2	84
Figura 96. Desplazamiento vertical – flecha por carga de servicio.....	85
Figura 97. Desplazamiento lateral - sismo x.....	87
Figura 98. Desplazamiento lateral – sismo y	88
Figura 99. Aplicación de las Combinaciones de Carga Según la Norma E.90 en el Módulo II	89
Figura 100. Diagramas de fuerza axial servicio – módulo II.....	89
Figura 101. Resultados de carga axial servicio – módulo II.....	90
Figura 102. Diagramas de fuerza cortante x sismo x – módulo II	90
Figura 103. Resultados de fuerza cortante x sismo x – módulo II.....	91
Figura 104. Diagramas de momento flector x sismo x – módulo II.....	91
Figura 105. Resultados de momento flector x sismo x – módulo II.....	92
Figura 106. Diagramas de fuerza cortante y sismo y – módulo II	92
Figura 107. Resultados de fuerza cortante y sismo y – módulo II.....	93
Figura 108. Diagramas de momento flector y sismo y – módulo II.....	93
Figura 109. Resultados de momento flector y sismo y – módulo II.....	94
Figura 110. Diagramas de corte x y z caso w1 – módulo II	94
Figura 111. Resultados de corte x y z caso w1 – módulo II.....	95

Figura 112. Diagramas de momento flector x y z caso w1 – módulo II	95
Figura 113. Resultados de momento flector x y z caso w1 – módulo II.....	96
Figura 114. Diagramas de corte x y z caso w2 – módulo II	96
Figura 115. Resultados de corte x y z caso w2 – módulo II.....	97
Figura 116. Diagramas de momento flector x y z caso w2 – módulo II	97
Figura 117. Resultados de momento flector x y z caso w2 – módulo II.....	98
Figura 118. Demanda/capacidad del módulo tipo arco 20x20 m	98
Figura 119. Demanda/capacidad eje xz del módulo tipo arco 20x20 m	99
Figura 120. Demanda/capacidad eje yz del módulo tipo arco 20x20 m	99
Figura 121. Visualización 3d de la estructura metálica 20x20 m-cobertura tipo arco parabólico.....	100
Figura 122. Visualización 3d estructura metálica 20x20 m-cobertura tipo arco parabólico, vista de base.....	100

RESUMEN

En la ciudad de Tacna durante los años 2000 en el Distrito la Yarada los Palos, se empezó a utilizar riego por tecnificado, esta acción fue oportuna en su momento ya que anterior a ello se utilizaba riego por gravedad a base de canales o zanjas, haciendo un uso adecuado, pero poco eficaz del recurso hídrico, es importante mencionar que las conexiones por riego tecnificado al paso de los años presentan fugas. Se propone un Diseño Estabilidad Estructural en Invernaderos con Acero y Madera de uso Industrial para tener control del Recurso Hídrico en un área determinada, aplicando condiciones del área de estudio, la metodología será guiada por la fórmula $Y1=X1+X2$, donde X1 es el cálculo estructural aplicado a la estructura del invernadero y X2 es el análisis por elementos finitos, ello dará como resultado los elementos estructurales más adecuados que forman parte de Y1 que es el Diseño de Estabilidad Estructural, los resultados muestran el comportamiento estructural de los módulos I y II para invernaderos, valores obtenidos entre 24.39 Tnf y 74.54 Tnf para carga axial ocasionado por servicio de la edificación, y ratios D/C de 30 % a 60 % y 70 % a 90 %. Como conclusión se obtiene que las coberturas que aplican arcos, pueden distribuir mejor las cargas, tener una resistencia de 3 veces más que las coberturas convencionales, además que son adecuadas a cubrir grandes áreas y distancias, en esta investigación una luz de 20 m.

Palabras Clave: Estructuras; Acero; Madera; Estabilidad.

ABSTRACT

In the city of Tacna during the 2000s in the Yarada los Palos District, Technified irrigation began to be used, this action was opportune at the time since prior to that, gravity irrigation was used based on concrete channels or ditches, making a adequate, but ineffective use of water resources, is important to mention that the connections for technical irrigation have water leaks over the years. Is proposed A Structural Stability Design in Greenhouses with Steel and Wood for a Industrial use, to have control of the Water Resource in a determined area, applying conditions of the study area, the methodology will be guided by the formula $Y1=X1+X2$, where X1 is the structural calculation applied to the structure of the greenhouse and X2 is the finite element analysis, this will result in the most appropriate structural elements that are part of Y1, which is the Structural Stability Design, the results show the structural behavior of the modules I and II for greenhouses, values obtained between 24.39 Tnf and 74.54 Tnf for axial load caused by service load, and D/C ratios of 30% to 60% and 70% to 90%. As a conclusion, it is obtained that the coverages that apply arcs, can better distribute the loads, have a resistance of 3 times more than conventional coverages, in addition that they are adequate to cover large areas and distances, in this investigation a light of 20 meters.

Keywords: Structures; Steel; Wood; Stability.

INTRODUCCIÓN

“Locura es hacer los mismo una vez tras otra y esperar resultados diferentes”

(Albert Einstein, 1955)

En el Perú como a nivel mundial la escasez hídrica es un problema que va trascendiendo a través del tiempo, en este proyecto, se refiere a la contaminación de acuíferos libres con agua de mar por explotación, perforación y mal optimización de recurso hídrico, para usos de agricultura, ya que principalmente es un consumo muy superior con respecto al abastecimiento en agua para consumo humano, profesionales de todo el mundo buscan una manera de lidiar con este problema de escasez hídrica, sea por métodos de aplicación en ingeniería química bajo métodos de desalinización de agua marina, en biología bajo uso de organismos vivos para remediar contaminación del agua, en ingeniería ambiental bajo captación de agua atmosférica por atrapanieblas, entre otros, el siguiente proyecto presenta la aplicación de ingeniería civil, bajo construcción de invernaderos modulares, ya que se ha demostrado que en una área cubierta, se puede automatizar y optimizar el uso de recurso hídrico, haciendo que su consumo de agua sea 3 veces menor que el consumo convencional en campo abierto, esto referido a producción en agricultura. El propósito de la investigación es realizar un análisis estructural bajo las normas vigentes según el área de estudio para hacer viable la construcción de invernaderos modulares.

En el Capítulo I se menciona la problemática y las diferentes variables que se considera para la realización de invernaderos modulares.

En el Capítulo II se menciona el fundamento teórico y como la aplicación de invernaderos proporciona un mejor control del agua y otros aditivos que pueda tener el sector agrícola e industrial.

En el Capítulo III hace mención de las acciones y actividades que darán por resultado la estabilidad estructural en invernaderos considerando la operación de las variables.

En el Capítulo IV se obtuvieron los resultados del análisis estructural de 2 módulos, uno que es el más convencional tipo cercha con columnas, y el segundo que es el propuesto de la presente investigación, tipo arco parabólico, mediante el software Sap 2000, la obtención de desplazamientos traslacionales y verticales, la respuesta de la demanda capacidad de los elementos estructurales vigas, correas, pórticos, diagonales de acero y madera, los diagramas de fuerza axial por servicio, fuerza

cortante, momento flector ocasionado por el sismo x, sismo y, por el viento en sus 2 casos barlovento y sotavento.

En el Capítulo V se muestra el apartado discusión de los resultados, respondiendo a las hipótesis planteadas,

Se presentan las conclusiones que fueron determinadas según los resultados obtenidos en el desarrollo de la tesis, estas conclusiones responden a los objetivos planteados.

Finalmente se presentan las recomendaciones a los diferentes tesistas, entidades u organizaciones, dando pase a las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

Antecedentes

Durante los años 2000 se ha implementado mayormente las conexiones de riego por tecnificado en la ciudad de Tacna, para incrementar la productividad de las plantas de fruto, sin embargo este método necesita de una red abastecimiento adecuado ya que a pequeñas pérdidas de agua por fuga en cintas de riego y/o tubos de riego por tecnificado el propietario puede perder volúmenes sustanciales de agua que podrían ser mejor empleados por ende su cuota mensual por los servicios de agua potable (recibo mensual de volumen de agua) es mayor. Con un buen aprovechamiento de las redes de distribución bombas, tubos adecuadamente montados por un diseño el problema se soluciona.

Pino, E., y Coarita, F. (2018). Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media. Revista de Investigaciones Altoandinas, vol.20 no.4 Puno, 477-490.

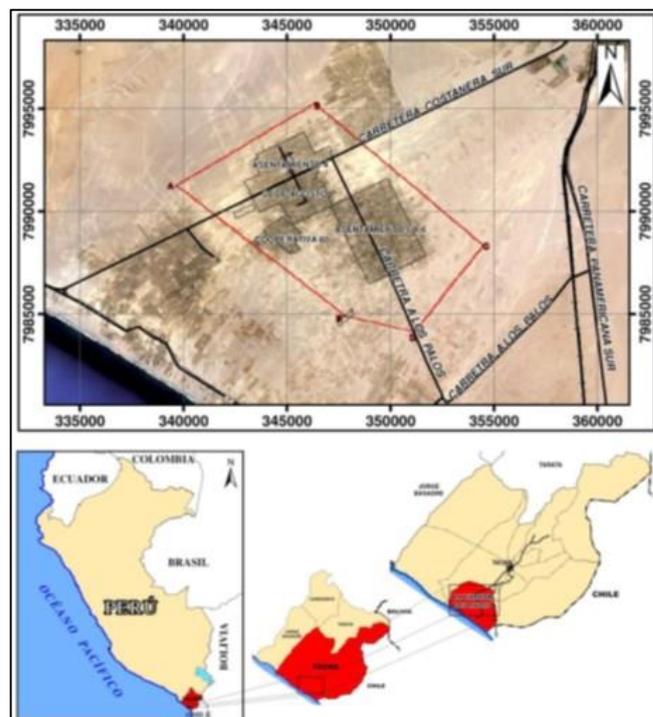
Sostienen que las reservas de agua subterráneas son de gran importancia para la vida, aportando de tal manera suministros en el área urbana y rural. Se utiliza en la economía rural y beneficia tanto a los peces como al medio ambiente y los sistemas biológicos. Durante los periodos de sequía, cuando las reservas de agua superficial son limitadas, las aguas subterráneas ofrecen una reserva muy importante en las ciudades, proporcionando un mayor nivel de suministro de agua (Borchers et al., 2015).

El departamento de Tacna tiene una grave deficiencia de agua, como reserva importante para su consumo tiene el agua subterránea. Por esta razón los ganaderos asentados en las pampas del Distrito La Yarad Los Palos, (véase Figura 1) donde se muestra la ubicación, utilizan las aguas subterráneas como fuente principal para su abastecimiento. En la actualidad, el agua subterránea de La Yarada Media está siendo sobreexplotado, provocando un constante y prolongado descenso del nivel freático, socavando sus reservas no sostenibles y causando la peculiaridad de la interrupción marina en La Yarada Antigua (INRENA, 2003). Tacna -conocida como el Valle de Caplina- está inquisitivamente situada en la zona más seca de la costa peruana, en la cima del desierto de Atacama, y se caracteriza por su escasez de recursos hídricos, lo que ha impulsado durante mucho tiempo la utilización de aguas subterráneas en su suelo, particularmente en las pampas de La Yarada, para fomentar la horticultura y otros

ejercicios monetarios. En cualquier caso, debido a la ausencia de un programa de sobreexplotación, el agua subterránea ha sido deteriorado, lo que ha provocado un descenso continuo y extremadamente duradero de la capa freática, socavando sus reservas no sostenibles y dando lugar a la peculiaridad de la interrupción marina debido a la elevada agrupación de pozos de sobreexplotación de aguas subterráneas cercanos a la línea del océano (ANA, 2011). Según los estudios dirigidos por ANA (2010), la calidad de las aguas subterráneas en la zona está siendo afectada críticamente, que contiene un área de aproximadamente 131 km² (60 km² en comparación con la interrupción marina), donde se encuentran los valores más elevados de salinidad, lo que demuestra una expansión continua en la salinidad debido a la entrada ampliada de la cuña de sal en las zonas más cercanas a la costa. Las importantes reservas de agua subterránea del mundo de los que dependen innumerables individuos están siendo drenados a un ritmo preocupante, según la NASA. Así, de las 37 mayores reservas agua subterránea del planeta, 21 de ellos han sobrepasado su punto de mantenibilidad; es decir, se ha retirado más agua de la que se ha añadido al norte de una década de percepción. El estudio de la NASA valida las premoniciones sostenidas anteriormente por diversos analistas, sobre todo en los casos de manantiales que no son alimentados por las precipitaciones (Todd, 2015).

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio

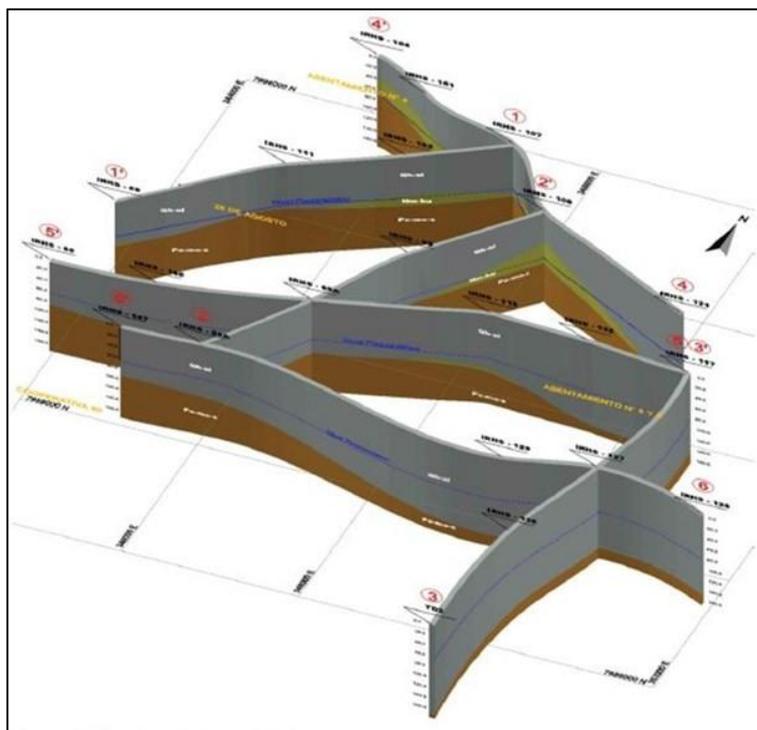


Nota. Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media. Revista de Investigaciones Altoandinas, vol.20 no.4.

Teniendo en cuenta esta cuestión, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha dispuesto un "Plan para la administración de la sobreexplotación de las aguas subterráneas en el Distrito la Yarada Los Palos a fin de resguardar el activo hídrico de forma competente, coordinada y respaldada. Uno de los proyectos de este plan es la ejecución de la revisión "Evaluación Hidrogeológica de las aguas subterráneas de Caplina", cuyo objeto es evaluar las condiciones hidrogeológicas (véase Figura 2) y las cualidades de la tierra en el agua subterránea de Caplina, permitiendo en consecuencia decidir la reserva de agua explotable en cantidad y calidad, posible de aprovechar de forma práctica a largo plazo, así como proponer medidas para trabajar en su administración y preservación (ANA, 2009).

Figura 2

Mapa Isométrico Geológico



Nota. Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media. Revista de Investigaciones Altoandinas, vol.20 no.4 Puno, Pág. 481.

ANA (2016) para evaluar la problemática y el avance de los estudios para trabajar en la administración del Agua Subterránea Caplina-La Yarada Los Palos, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Servicio Agrario y del Sistema Hídrico, adelanta la visita de Enrique Fernández, experto en la materia de aguas subterráneas.

El experto dentro del sistema en el proyecto "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos para Diez Cuencas", sostenida por el Banco Mundial, (véase Figura 3) ayuda

para reconocer y sostener el arreglo de proposición para actividades para la parte de aguas subterráneas del emprendimiento.

El Profesional Español, que visitó recientemente la región en 2015, mantendrá la identificación de las recomendaciones y opciones para trabajar en la administración de la zona de Caplina - La Yarada Los Palos.

Figura 3

Autoridad Nacional del Agua promueve visita con el apoyo del Banco Mundial



Nota. Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Especialista en aguas subterráneas evalúa problemática del acuífero Caplina - sector La Yarada.* Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/noticia/especialista-en-aguas-subterranas-evalua-problematica-del-acuifero-caplina-sector-la-yarada>

Asimismo, se reunió con personeros del Comité de Activos Hídricos de la Cuenca Caplina Locumba (véase **Figura 4**), agentes de la Legislatura Territorial de Tacna, delegados de las Hojas de Clientes de La Yarada y expertos en la materia de ANA, a quienes se les brindó datos puntuales sobre el trabajo a desarrollar y propuesta de desarrollo para la administración coordinada de las aguas subterráneas.

ANA (2018) el Ministerio de Agricultura y Riego, a través de la Autoridad Nacional del Agua participa en la socialización del desarrollo de la comisión multisectorial que busca una respuesta para la problemática hídrica de la región La Yarada - Los Palos, en Tacna.

Figura 4

Representante del Ministerio de Relaciones Exteriores y consejeros del Gobierno Regional de Tacna



Nota. Autoridad Nacional del Agua. (2018). ANA conforma mesa de trabajo para problemática hídrica en La Yarada - Los Palos. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/noticia/ana-conforma-mesa-de-trabajo-para-problematica-hidrica-en-la-yarada-los-palos>

Con este objetivo, el jefe del ANA, Walter Obando Licera se presentó en Tacna y pidió a los especialistas que permitan a las autoridades cumplir con sus responsabilidades, en toda la zona de La Yarada; medir los grados de variedad del agua subterránea y supervisar la calidad del agua, los resultados permitirán darse cuenta del volumen de agua para recarga, es importante determinar cifras, dijo.

A la reunión asistieron el delegado del Ministerio de Relaciones Exteriores, Alberto Massa; el dirigente de la asociación de agricultores de La Yarada - Los Palos, René Huisa; sub cónsules, consejeros de la Legislatura Provincial de Tacna y agentes de la sociedad civil.

Así, Obando Licera y el personal de ANA fueron a un estadio de La Yarada - Los Palos, dirigido por el alcalde, Samuel Cueva Huisa, para arreglar en los documentos presentados durante el tiempo por el proceso de Formalización y además Regularización de Privilegios de Uso de Agua, esbozado al Decreto Supremo No. 07-2015-MINAGRI.

Posteriormente, consintieron en abrir la mesa de discurso y el uso del artilugio legítimo; así revisar los procedimientos de 4900 expedientes, y de los 1000 expedientes que finalizaron como improcedentes. El problema se trabajó en el Consejo de Recursos Hídricos, cuenca Caplina - Locumba, donde participará un delegado de la relación de esa área. Los temas de tierra y propiedades no es competencia de la ANA; es preocupación el uso del agua que corresponde a diferentes propiedades. Todas las licencias deben estar unidas por la accesibilidad al agua; como Poder y órgano administrativo especializado, es importante determinar cuánta agua subterránea puede ser prudentemente extraída, sin sobreexplotación, dijo el titular del ANA.

De los Cultivos

Cuando hacemos el manejo de los diferentes cultivos de manera tradicional podemos encontrarnos con plagas y/o virus (véase Figura 5 hasta la Figura 7), estos afectan directamente en la cosecha de los mismos por ende no es muy rentable para el agricultor o profesional agrario. Este apartado de cultivos lo tomamos en cuenta ya que es uno de los aspectos de lo problemática. Con la construcción de Invernaderos se quiere reducir estos puntos por consecuencia de la actividad que genera invernadero. En esta investigación nos centraremos en la configuración estructural de los invernaderos considerando los materiales de acero y madera. Es por ello que dentro de ciclo de vida de un invernadero involucra el trabajo de un Ingeniero Civil experimentado en estructuras metálicas.

Figura 5

Hojas de Naranja con Presencia de Virus



Nota. Elaboración propia, tomada en los terrenos del distrito la Yarada Los Palos-Tacna-2021.

Figura 6

Presencia de Plagas en Árbol de Olivo



Nota. Elaboración propia, tomada en los terrenos del distrito la Yarada Los Palos-Tacna-2021.

Figura 7*Planta de Naranja Afectada por Virus*

Nota. Elaboración propia, tomada en los terrenos del distrito la Yarada Los Palos-Tacna-2021.

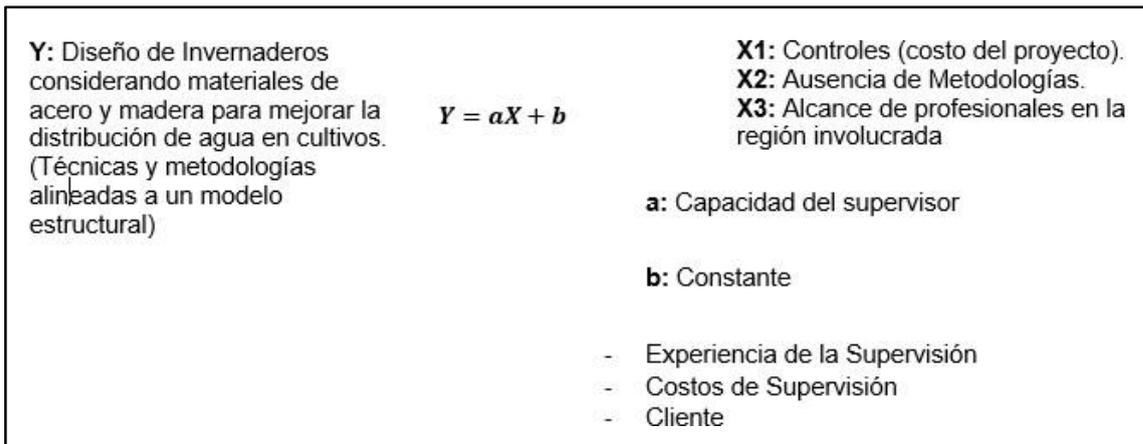
Las Plantas suelen tener diferentes necesidades, si se habla de plantas para solo decoración ornamentales, necesitan una cantidad mínima de agua, con unas cuantas gotas podrá mantenerse viva sin dejar a un lado que purifican el aire contaminado, sería una propuesta para mayores áreas verdes, más aún en un desierto como lo es, el Departamento de Tacna, por otro lado si comparamos con las plantas para uso de agricultura, estas necesitarán una cantidad de agua superior y hasta muy superior según el tipo de planta, la escasez hídrica es atacada por concientización del recurso hídrico mediante la dosificación correcta de agua, control y monitoreo de este recurso, además a ello, se hace productivo económicamente hablando porque las plantas que se cosechan en caso de frutales podrían ser exportados a países extranjeros.

1.2 Formulación del problema

Los siguientes puntos son mostrados en base al objeto de Estudio. Respecto al alcance del proyecto se muestran variables (véase Figura 8) que influyen en la realización de Invernaderos que consecuentemente mejorarían el uso de recurso hídrico.

Figura 8

Alcance de la presente Tesis, considerando las siguientes variables (X1, X2, X3 y X4)

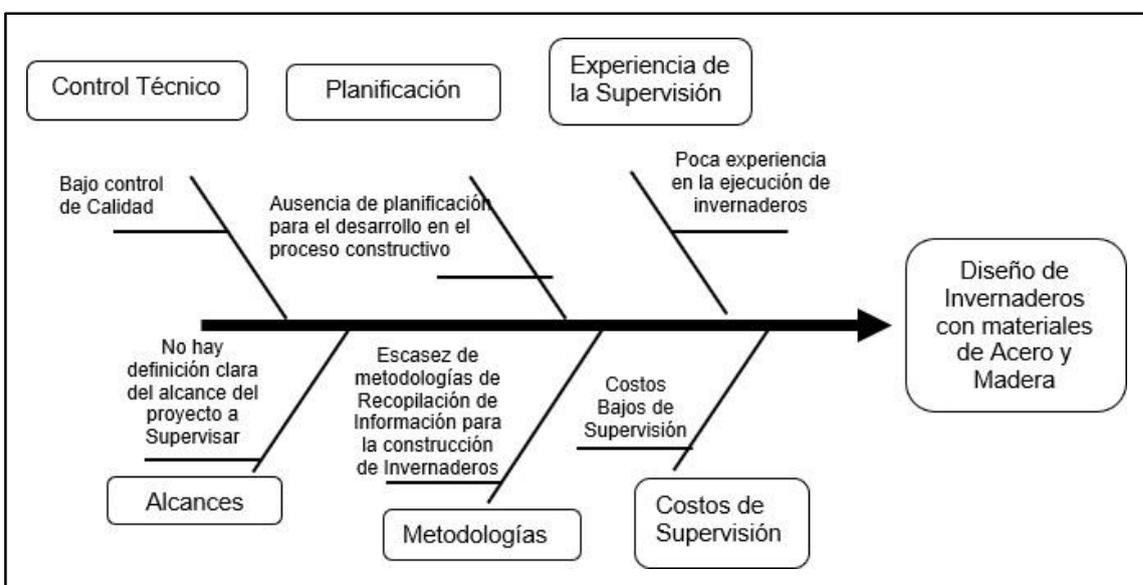


Nota. Elaboración propia, Factores Determinados por Exploración en el Área de Estudio.

Es importante tener un esquema (véase **Figura 9**) que pueda mostrar aspectos que generen un retraso para la realización de invernaderos, por emergencia hídrica, es viable construir un invernadero en el tiempo presente.

Figura 9

Se muestra el Diagrama de Ishikawa, donde se han insertados varios aspectos que pueden afectar en la Construcción y Diseño de Invernaderos



Nota. Elaboración propia, Aspectos acorde a la situación actual en el Área de Estudio.

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de realizar un Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el efecto de un Cálculo Estructural en el Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023?
- b. ¿Cuál es el efecto de un Análisis por Elementos Finitos en el Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el Distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023?

1.3 Justificación e importancia

La diversidad en productos, tan fundamental en nuestros tiempos, demuestra la necesidad de seguir desarrollando nuestros marcos de producción. Un invernadero es un instrumento excepcionalmente valioso para entregar cosechas fuera de temporada, lograr una precocidad del fruto más destacada, incrementar los rendimientos, reducir ciclos vegetativos en las plantas, aportar en la calidad de cultivos mediante una atmósfera controlada. Las ventajas que ofrece han masificado su utilización en la agricultura, ya que permiten obtener una creación impecable, trabajar en el interior durante días con lluvia o patrones climáticos potencialmente hostiles (heladas), crear cultivos que necesitan otras circunstancias climáticas y mantenerse alejados del daño de roedores, pájaros, lluvia o viento.

Hay un ahorro en economía, debido a la menor evapotranspiración (pérdida de agua por evaporación del agua en la tierra) y transpiración de las plantas, están a salvo de vientos. Su desarrollo es básico. Todo lo necesario es una construcción portante de madera o metal y una cubierta que puede ser directamente de polietileno, policarbonato o vidrio, que cubrirá cada uno de los cuatro lados y la azotea. De este modo, una buena parte de la temperatura generada por la intensidad del sol o por estufas se mantiene en el interior.

Justificación social

Ayuda la sociedad a tener una conciencia en mejores métodos para la correcta construcción de Estructuras Metálicas. Esto ayuda también a la población en crear escenarios de construcción como teatros, centros comerciales, estadios. En este caso particular se tomará la construcción de invernaderos, por la problemática hídrica que tiene la región involucrada, la ciudad de Tacna.

Justificación científica

Se utilizará cálculos mediante software de los siguientes valores: fuerza axial, fuerza cortante, momentos flectores, desplazamientos, cargas de viento, análisis de elementos Finitos. Aporta a la ingeniería. Porque se analiza todos los tipos de estructuras metálicas en su área de estudio y se propone la que mejor comportamiento estructural tenga y sea más económica.

Justificación económica

Al solucionar los problemas de optimización para el uso de estructuras metálicas, se puede tener estructuras más económicas, es abierto a construir nuevos establecimientos que puedan generar trabajo, ya que las estructuras metálicas es tipo de construcción, centros comerciales, naves industriales, invernaderos para producción de alta envergadura, son unos pocos de los variados tipos de construcciones que se pueden realizar con las Estructuras Metálicas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar el Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

a. Evaluar comportamiento en el Cálculo Estructural para el Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023.

b. Evaluar comportamiento en el Análisis por Elementos Finitos para el Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el Distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023.

Se quiere llegar al objetivo con el fin de poder optimizar el diseño en caso de tener un comportamiento no esperado, el objetivo general es realizar el diseño y construirlo.

1.5 Hipótesis

Problema Principal

¿Cómo realizar un diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023?

1.5.1 Hipótesis General

Realizando un diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023. mejora notablemente el problema de cuidado del Recurso Hídrico en el Distrito la Yarada Los Palos-Tacna.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- a. Un Cálculo estructural mejora notablemente la estabilidad de armaduras de acero en el diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el Distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023.

- b. Un Análisis por Elementos Finitos mejora notablemente el control en optimización para el uso de materiales Acero y Madera en el “Diseño de estabilidad estructural en invernaderos considerando acero y madera en el Distrito La Yarada Los Palos – Tacna, 2023.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

A nivel internacional

Baptista, Bailey, Meneses y Navas, (2010). Comparison of the climatic conditions and tomato crop productivity in Mediterranean greenhouses under two different natural ventilation management systems. *Agribuilding. Campinas.Br*, 112-124. Comentan en su investigación que los invernaderos son estructuras que permiten adaptar el clima y las circunstancias en las que un cultivo crece mejor, inclinándose hacia su mejor rendimiento y eliminando el concepto de producción por estacionalidad. "Estos diseños de invernaderos, salvaguardan el cultivo de desequilibrios climáticos y biológicos, que influyen negativamente en la planta, pero, sobre todo, lo más importante es que permiten controlar todo el clima general que rodea toda la plantación, tratando de lograr el mejor ambiente para el cultivo".

Según Albright (2002). *Controlling Greenhouse Environments*. *Acta Horticulturae*. 578, 47-54. Expresa que la modificación del clima del invernadero puede no ser realmente productivo en el caso de que éstas no sean sencillas y suponiendo que requieran un aporte de energía eléctrica excepcionalmente alto para mantener las circunstancias climáticas ideales. Para ello es importante llevar a cabo cambios en el microclima, ajustándolo a las condiciones del microclima, por ejemplo, la dirección de la estructura y la posición de las ventanas, que llevan a un control para conseguir el clima deseado.

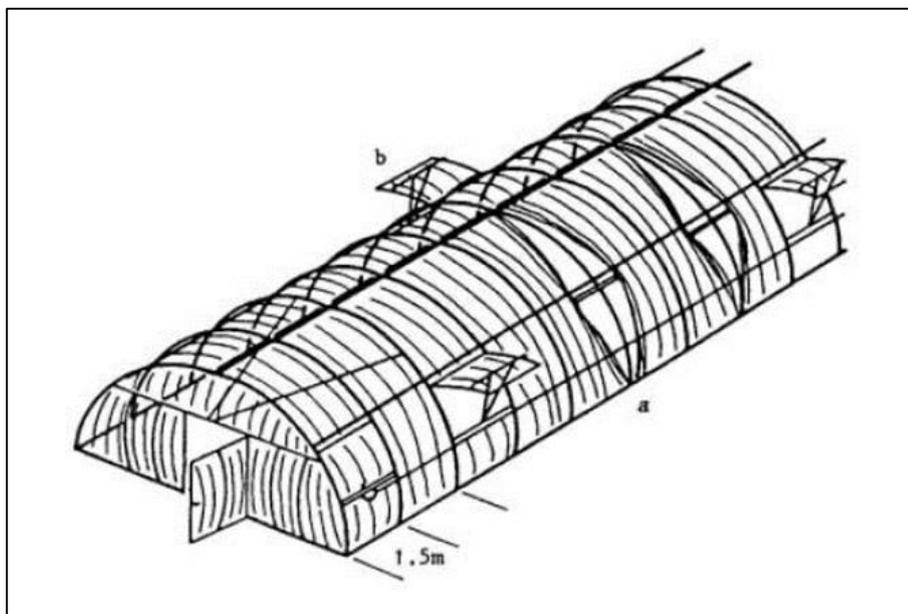
FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Roma, Italia. La cantidad de estiércol que se aplica y con frecuencia la baja calidad del agua del sistema de riego conjunto con los impactos que sigue a la esterilización, conducen con frecuencia al riesgo de salinización, lo que hace que los productores tengan que lixiviar el suelo. Posteriormente, un elemento de extrema importancia es una buena permeabilidad. Esto implica que el suelo debería ser de una textura vasta, 50 % de arena como mínimo, aproximadamente 30% de limos y el resto de arcilla. Las pequeñas piedras, incluso en grandes cantidades, son valiosas desde una perspectiva física. Otro beneficio de esta textura, es que las capas de la superficie en el suelo se calientan con mayor rapidez.

Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación, Roma, (2002). La base radicular de la mayoría de las plantas desarrolladas bajo protección no va más allá de 30 o 40 cm. Posteriormente, este valor sirve como el mínimo necesario para la base requerida. Hay que tener una consideración excepcional para evitar las causas que dificulten el drenaje, por ejemplo, la presencia de una capa arcillosa, bajo esta primera capa o de una costra consistente.

El Invernadero individual formado por arcos (véase Figura 10 hasta la Figura 12) es el diseño más famoso en estas cinco naciones. Este tipo de vivero ofrece una seguridad adecuada contra el viento, pero no se puede ensamblar con otras unidades para formar un invernadero multimodular. La ventilación se realiza a través de ventanas laterales o de aberturas que se logran al separar distintas secciones de la cubierta de plástico.

Figura 10

Invernadero de arco simple circular, sur Francia, Túnez, Argelia, Marruecos y Líbano (ventilación a través de ventanas a y b)



Nota. Extraído del Libro de la Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación, Roma, (2002), Pág. 32.

Figura 11

Invernadero Tipo Arco de cultivo lechuga, Valparaíso, Chile



Nota. Invernaderos Solares, Cómo Transformar La Energía del Sol en Cultivos Sanos y Ambientalmente Sostenibles. ChileEnergías.cl (2020). Recuperado de. <https://www.chileenergias.cl/2020/12/02/invernaderos-solares-transformar-la-energia-del-sol-cultivos-sanos-ambientalmente-sostenibles/>

Figura 12

Invernadero Tipo Arco Peraltado unido por Parantes centrales

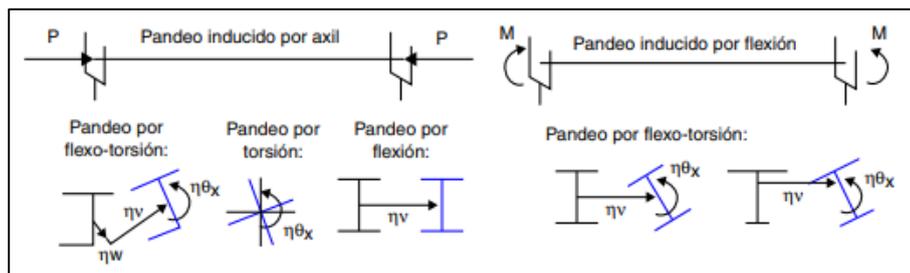


Nota. Invernadero Multicapilla Románico. InvernaderosIMA.com Recuperado de. <https://www.invernaderosima.com/es/invernadero-multicapilla-rom%C3%A1nico.html>

Agüero, A., Atienza, J.R. (2015). Proponen una fórmula en donde se muestra que la normatividad europea público, un principio de elementos de estructuras metálicas cuando estos presentan pandeo, en la investigación se demostró que el pandeo en estructuras metálicas no estaba bien definido ya que se realizó un método que generaliza la imperfección geométrica susceptibles de pandeo por flexión y/o torsión inducida por el axil o la flexión (véase Figura 13). En el diseño de estructuras metálicas donde se presenten elementos con flexión y compresión mediante fuerzas tienen que considerar efectos no lineales y presencia de imperfecciones geométricas, tensiones residuales, dando lugar a la imperfección geométrica (véase Figura 14) equivalente en estructuras susceptibles de pandeo por flexión y compresión.

Figura 13

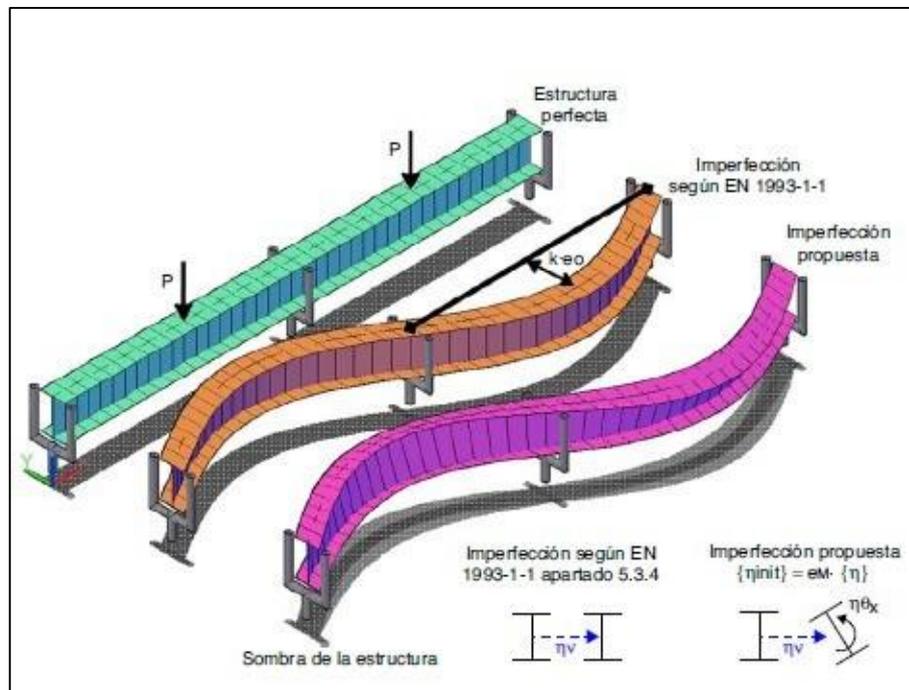
Pandeo inducido Axil-Flexión



Nota. Definición de la imperfección geométrica en Estructuras Metálicas transformando una definición particular a una general.
Agüero, A., Atienza, J.R. (2015).

Figura 14

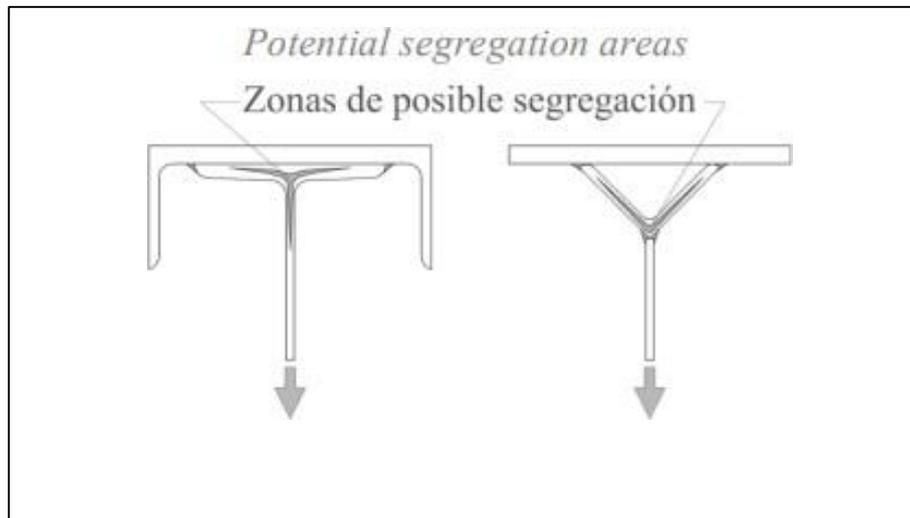
Estructura perfecta y Estructura Imperfecta Propuesta en base a fenómeno de Pandeo



Nota. Definición de la imperfección geométrica en Estructuras Metálicas transformando una definición particular a una general.
 Agüero, A., Atienza, J.R. (2015).

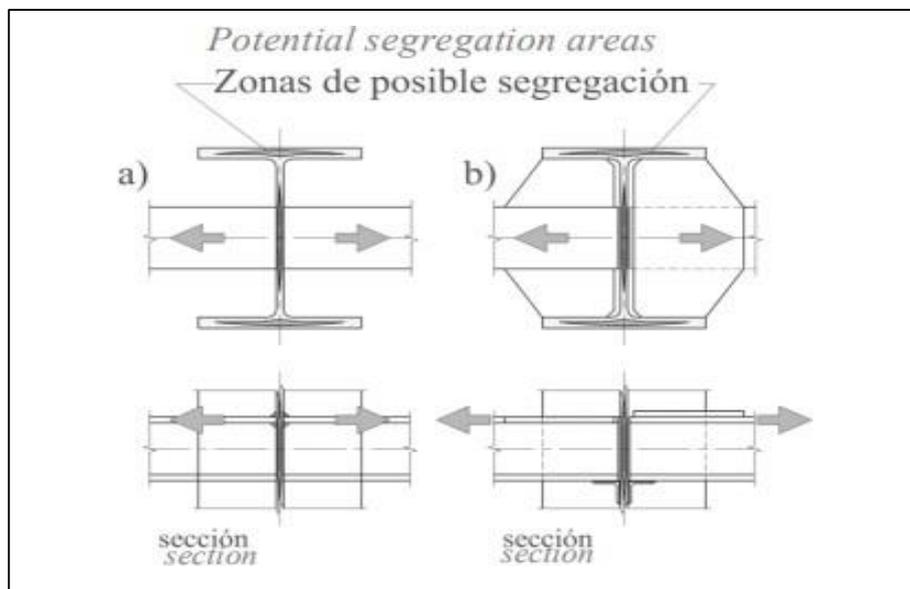
Hierro, K., Aznar, A., Hernando, J.I., De La Torre, J.F., Ortiz, J. (2014). Trabajando con estructuras metálicas antiguas, en un escenario en las que el material es soldable, con mayor importancia en los casos que no es soldable, e incluso en estructuras actuales, se debe considerar la posibilidad del “defecto de la hoja”. Se trata de un problema generalmente habitual en los aceros que por suerte hoy en día ya se encuentran extintos.

Se muestran cómo los contaminantes del material acero no circulaban de forma homogénea, sino que en general se situaban en planos concretos. De este modo, como norma general en el diseño de rehabilitación en estructuras metálicas, no deben aplicarse esfuerzos de tracción en la dirección perpendicular al plano de laminación. Considerando que deben tenerse en cuenta los puntos de flexión que puedan producir este tipo de tracciones, especialmente en los componentes de carácter isostático. En zonas vulnerables (véase **Figura 15**) demuestra lo problemático que suele ser realizar refuerzos en piezas que presentan este tipo de imperfección, incluso en situaciones en las que se respeta el criterio anterior.

Figura 15*Zonas Vulnerables en Unión de Elementos de Acero*

Nota. Extraído de Criterios para el refuerzo de estructuras metálicas: Rehabilitación del “Círculo de Bellas Artes” y la “Casa Encendida” (2014). Revista de Ingeniería de Construcción, Vol. 29, Pág. 135.

Un buen criterio para las uniones metálicas soldadas (véase Figura 16), consiste en cambiar las conexiones traccionadas en conexiones solicitadas por esfuerzos rasantes. Independientemente de esto, solo se realiza si cuando sea posible, cuando los ensayos comparativos no destructivos, para obtener datos fundamentales, que permitan evaluar los refuerzos de las estructuras metálicas existentes, sean antiguas o recientes.

Figura 16*Uniones Metálicas Soldadas para Refuerzo de Piezas*

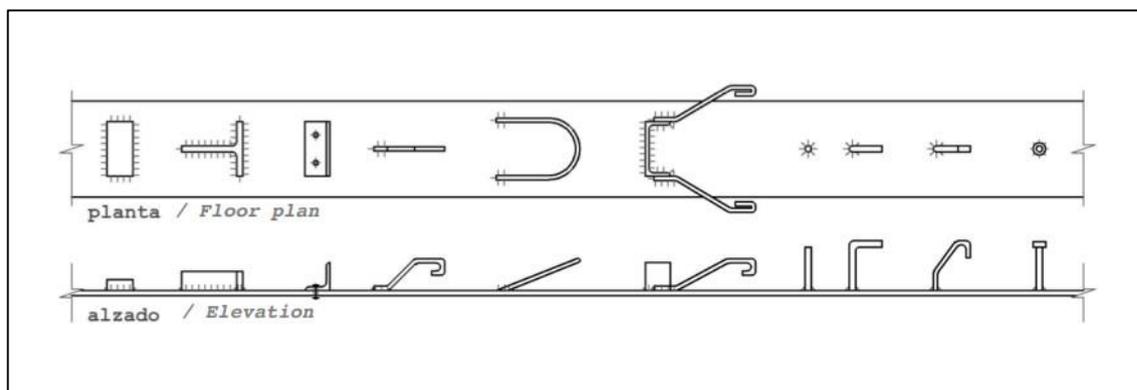
Nota. Extraído de Criterios para el refuerzo de estructuras metálicas: Rehabilitación del “Círculo de Bellas Artes” y la “Casa Encendida” (2014). Revista de Ingeniería de Construcción, Vol. 29, Pág. 136.

La construcción convencional de acero que se encuentra más a menudo en edificios históricos, depende de secciones perfiles metálicos de acero en doble "T". Este tipo de trozos de forjado, por regla general, carecen de la capa de compresión, lo que provoca la presencia de problemas estructurales como, por ejemplo, la rotura parcial del entrevigado. Asimismo, es necesario que los acabados superficiales de las piezas tengan un gran interés constructivos, como es la presencia de frescos en los techos, la presencia de molduras de escayola con muy buena calidad, etc. Es importante destacar que el criterio fundamental que debe aplicarse en la reconstrucción del Patrimonio Histórico es salvaguardar la calidad arquitectónica posible. La realidad de construir una sección mixta a partir de una estructura metálica únicamente, sólo requiere la creación de un bloque de hormigón adaptable a los perfiles metálicos que servirán de refuerzo. Este criterio utiliza la formación de una capa de compresión sobre todo el elemento, lo que resuelve el problema habitual de la frágil resistencia a soluciones de entrevigado tradicional. La transformación de una estructura metálica a una estructura mixta, al conectar un bloque de hormigón con perfiles de metal existentes (véase **Figura 17**), es posible de distintas maneras:

- Cabezas embebidas en forjado: Se trata de una solución para conectar cemento y acero por adherencia, alrededor de todo su perímetro de contacto, entre los dos materiales.
- Cabezas desarrolladas en perfiles: Esta disposición provoca una amplia expansión en el borde de la pieza forjada. El sistema de fijación se realiza esencialmente mediante conectores. Existen actualmente numerosos elementos metálicos, que pueden unirse a los perfiles de acero, ya sea mediante soldadura (en caso de que el acero sea adecuado para ello) o mediante fijación mecánica.

Figura 17

Variedad de Tipos en Conectores Metálicos



Nota. Extraído de Criterios para el refuerzo de estructuras metálicas: Rehabilitación del “Círculo de Bellas Artes” y la “Casa Encendida” (2014). Revista de Ingeniería de Construcción, Vol. 29, Pág. 138.

A nivel nacional

López (2008) "Diseño de un sistema de control de temperatura on/off para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural". Luis Alberto López Vargas ingeniero de la Pontificia Universidad Católica del Perú; 2008. presenta una problemática en el proceso de control de variables ambientales que suceden en los invernaderos. Determina que es de gran importancia tener modelos que permitan controlar el microclima, usando un modelo de tasa para ventilación, teniendo en cuenta una diversidad de estructuras y de sistemas de calefacción - refrigeración, sin descuidar los factores que intervienen a la penetración de la luz y transferencias de masa, energía y el crecimiento de Plantas.

Aliaga y Quispe (2015) "Sistema de control de la humedad relativa para un invernadero utilizando el controlador lógico programable". La agricultura en el planeta ha experimentado un cambio, tierras semiáridas con un uso agrícola mínimo se han convertido en fuente para agricultura de vanguardia, equipada para conseguir un elevado grado de producción tanto en cantidad, como en calidad. Este increíble desarrollo ha sido posible gracias a la presencia de invernaderos, que son en la actualidad la estrategia de desarrollo que ofrece extraordinarios beneficios frente a la agricultura habitual (disminución del tiempo de desarrollo, protección frente a climas problemáticos, entre otros).

A este rápido avance de los cultivos en invernadero, se visto adheridos extraordinarios avances en materia fitosanitaria, mejora vegetal, estrategias en desarrollo para cultivos y comercialización. Sin embargo, a este auge no se ha desarrollado a gran escala una mejora de la estructura y de la ambientación de los invernaderos, principalmente debido al largo tiempo que se espera para renovar estas estructuras y la inversión económica necesaria para ello.

A nivel local

SENASA (2017), En terreno, se realizó una visita supervisando las construcciones del lugar de producción, por ejemplo, las mallas antiáfidas en los invernaderos, que debe soportar y mantener bajo condiciones de aislamiento, el cultivo de tomate durante toda su etapa de producción, el equipamiento mecánico para el proceso, control y empaque de tomates, que los accesos a cada invernadero estén debidamente reconocidos, el área de resguardo, la vía de para camiones de descarga y carga de cultivos. La Empresa de Empaque Pino SAC exporta alrededor del 70% de su producción a Chile, Senasa y SAG entidades que supervisan la exportación, regulan a las plantas empacadoras que trabajan anualmente, al inicio de cada temporada.

2.2 Bases teóricas

Norma Peruana E.010 – Madera (Revisión 2020)

Nos dará los parámetros a utilizar para la que la investigación sea viable y aprobable dentro de la nación en este caso Perú, porque es normativa nacional, vale decir que involucra la región Tacna.

Tendremos establecidos gracias a la norma E.010 los diferentes tipos de madera estructural que son A, B, y C, los cuales mostramos en la siguiente tabla. Con esa base se tendrá consideración para el uso de los materiales.

Norma Peruana E.020 – Cargas (Revisión 2020)

La norma de cargas será utilizada para darnos a conocer las cargas actuantes en la estructura, la utilizadas en esta investigación serán, La Carga Viva, La Carga Muerta, las Cargas de Viento, esta es importante porque las estructuras metálicas generalmente son influidas por este elemento viento ya que sus dimensiones pueden ser esbeltas para caso particular de los invernaderos.

Norma Peruana E.030 – Diseño Sismo Resistente (Revisión 2020)

Se tomará de la presente norma los parámetros de diseño sismorresistente como el factor de zona, Factor de Uso, Factor de Suelo, El factor de Amplificación Sísmica, El coeficiente de Reducción Sísmico e Irregularidades Estructurales que puedan presentar según la forma y el tipo de Edificación.

Norma Peruana E.090 – Estructuras Metálicas (Revisión 2020)

Esta Norma para la el diseño, montaje y fabricación en estructuras de acero para construcción civil, reconoce los modelos del método de factores de Carga y Resistencia (LRFD) y el método por Esfuerzos Permisibles (ASD). Su obligatoriedad se reglamenta en esta Norma y su ámbito de utilización abarca todo el dominio de territorio nacional peruano. Las necesidades de esta Norma se consideran requisitos mínimos.

Se tomarán las fórmulas de la norma de Estructuras Metálicas para la verificación de la Esbeltez, y el adecuado uso de conexión soldadas o por empernado.

Norma Americana ASCE 7-22 – (Revisión 2022)

La norma americana nos dará algunos valores teniendo presente el nivel de conservación que se tiene en la norma peruana ya que esta es una adaptación de normas americanas, en tal sentido se analizara la norma ASCE las Cargas mínimas de diseño y Criterios asociados para Edificios y Otras Estructuras relacionado a estructuras metálicas, para esta investigación, las cargas de Viento.

Norma Americana AISC 360-22 – (Revisión 2022)

Nos dará un conocimiento elemental del diseño en construcciones que involucren el acero como material predominante, a su vez nos dará fórmulas para verificar el comportamiento Elástico e Inelástico de la Estructura de Acero respecto a las Normas Peruanas.

Nota. La profundidad del Plan de Investigación, se tendrá realizada en la presentación del Proyecto de Investigación. Tales como detalles de las normas y también los resultados de los análisis ya mencionados en las variables que se tiene en el punto 1.4.2.

2.3 Definición de términos

2.3.1 Acuífero

Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente (Pino, E., 2018).

2.3.2 Agua subterránea

Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción (Pino, E., 2018).

2.3.3 Afloramiento

Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos (Pino, E., 2018).

2.3.4 Calidad de agua

Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor (Salazar, R., 2020).

2.3.5 Invernadero

Recinto cerrado, cubierto y acondicionado para mantener una temperatura regular que proteja las plantas de las inclemencias extremas propias del tiempo invernal, como frío intenso, heladas, viento, etc. También se puede automatizar en el área determinada para un control óptimo de recursos hídricos (Lee, J., 2022).

2.3.6 Cálculo Estructural

Se realiza para obtener el diseño más eficiente de estructuras que soporten su propio peso (cargas muertas), más las cargas ejercidas por el uso (cargas vivas), más las cargas producidas por eventos de la naturaleza, como vientos, sismos, nieve o agua (Li, X., 2023).

2.3.7 Análisis por Elementos Finitos

Método computarizado para predecir cómo reaccionará un producto ante las fuerzas, la vibración, el calor, el flujo de fluidos y otros efectos físicos del mundo real. El análisis de elementos finitos muestra si un producto se romperá, desgastará o funcionará como se espera (Agüero, A., 2013).

2.3.8 Tubos de Acero

En la construcción, arquitectura e ingeniería, los tubos de acero tienen infinitas aplicaciones, desde las más funcionales hasta las más estéticas. Su elevada resistencia y durabilidad los hace adecuados tanto para pequeñas construcciones como para enormes rascacielos en grandes ciudades (Hierro, J., 2014).

2.3.9 Conexión Soldada

Proceso en el que se unen partes metálicas mediante el calentamiento de sus superficies a un estado plástico, permitiendo que las partes se fundan, con o sin la adición de otro metal fundido (Hierro, J., 2014).

2.3.10 Conexión Por Pernos

Es un método para unir dos o más componentes metálicos mediante pernos y tuercas. El empernado es un tipo de unión mecánica y se usa comúnmente en diversas aplicaciones. Es un método preferido para unir metales porque es relativamente simple, rentable y permite un fácil desmontaje y mantenimiento. Además, los pernos pueden proporcionar una unión fuerte y duradera si se utilizan los valores de torsión y los tamaños de perno adecuados (Hierro, J., 2014).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la investigación

Exploratorio: Se trata de fomentar actividades para encontrar una respuesta a un problema reconocido. En estas actividades, deben determinarse suposiciones y simplificaciones para llegar a respuestas efectivas para el problema.

En general, la descripción de los instrumentos que deben seguirse debe tener un grado de detalle adecuado para comprender intuitivamente el rasgo de los resultados que deben mostrarse. En consecuencia, la descripción puede centrarse en los ángulos y sutilezas que deben ejecutarse. El pensamiento o síntesis de la proposición debe proponerse en una estructura realista, para ello es prudente utilizar esquemas o diagramas que la contextualicen, y situar en ella los componentes constitutivos de la propuesta, así como los avances tecnológicos utilizados en dicha constitución haciendo una elección en base a fundamentos científicos. Para este caso tendremos las normas peruanas vigentes E.010 E.020, E.030, E090, es su última actualización 2020.

3.2 Acciones y actividades

- Se realizará Cálculo Estructural respecto a los diferentes tipos de invernaderos para así aportar a la ingeniería en tener la estructura metálica que tenga mejor comportamiento y sea más económica.
- Para el Modelamiento en software (SAP2000). Se usarán diámetros de Tubos de acero desde diámetros de ¼" hasta diámetros de 4" con espesores de 2mm a 3mm, en primera instancia. Finalmente, lo que mandará los diámetros y tipo de material en acero, será el tipo de edificación, así que es variable, respecto al tipo de estructura metálica.
- Se tendrá como resultado la Estructura Metálica que tenga mejor respuesta a la optimización según el Análisis, una vez ello se procederá a ser aprobado legalmente, esto último esta fuera del proyecto de investigación, ya que intervendría a la Etapa de construcción, nos centraremos en este proyecto de investigación en la Etapa de Estructuración, Por lo tanto, la intervención de Expertos es vital para que pueda tener Validación. Así aseguramos que el proyecto sea Viable y Aprobable.

3.3 Materiales e instrumentos

Del Software SAP 2000 Licencia libre. Se usarán los materiales de:

Tubo Circular: Diámetros y espesores Variables respecto al tipo de estructura.)
Se adjunta tabla de materiales de las especificaciones de ASTM 500 (véase Tabla 1).

Tubo Cuadrado y Tubo Rectangular: Diámetros y espesores Variables respecto al tipo de estructura. Se adjunta tabla de materiales de las especificaciones de ASTM 500 (véase Tabla 2 hasta la Tabla 3).

Madera Estructural. Tipo A, B o C se según requiera incluye sus especificaciones y módulo de Elasticidad según Norma E.010 (véase Tabla 4).

Tabla 1

Dimensiones y pesos nominales en kg/m-tubo redondo

	Designación Nominal	Dimensión Exterior (mm)	Espesores (mm)							
			1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,3	4,0	
Redondo	Nominal	1/4"	13,70	0,53	0,58	0,65				
		3/8"	17,10	0,68	0,75	0,84				
		1/2"	21,30	0,87	0,95	1,08	1,16	1,35		
		3/4"	26,70	1,11	1,22	1,38	1,49	1,75		
		1"	33,40	1,40	1,55	1,76	1,91	2,25		
		1 1/4"	42,20	1,79	1,98	2,26	2,45	2,90		
		1 1/2"	48,30	2,06	2,28	2,61	2,82	3,35	3,66	4,37
		2"	60,30	2,60	2,88	3,29	3,56	4,24	4,64	5,56
		2 1/2"	73,00		3,50		4,35	5,18	5,67	6,81
		3"	88,90		4,29		5,33	6,36	6,97	8,38
4"	114,30		5,54		6,90	8,24	9,04	10,88		

Nota. Adaptado de Hoja de Especificaciones Técnicas ASTM A500 LAC Y GALV. Aceros Arequipa (2020).

Tabla 2*Dimensiones y pesos nominales en kg/m-tubo cuadrado*

Designación Nominal	Dimensión Exterior (mm)	Espesores (mm)								
		1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	6,0	
Cuadrado	-	25 x 25	1,06		1,46					
	-	30 x 30	1,30		1,70					
	L.E	-	40 x 40	1,78		2,24		3,32		
		-	50 x 50	2,25		3,12	3,87	4,32		
		2"	50,8			3,12	3,87	4,32		
		-	75 x 75			4,50	5,56	6,81		
		-	100 x 100			6,17	7,68	9,17	12,13	13,59

Nota. Adaptado de Hoja de Especificaciones Técnicas ASTM A500 LAC Y GALV. Aceros Arequipa (2020).

Tabla 3*Dimensiones y pesos nominales en kg/m-tubo rectangular*

Designación Nominal	Dimensión Exterior (mm)	Espesores (mm)									
		1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	4,0	4,5	6,0	
Rectangular	L.E	1" x 2"	-	2,10	2,32						
		2" x 3"	-	3,54	3,92		4,87	5,81			
		2 x 4"	-		4,71		5,85	6,98	9,21	10,31	
		2 x 6"	-		6,34		7,89	9,43	12,48	13,98	
		4" x 10"	-								34,60

Nota. Adaptado de Hoja de Especificaciones Técnicas ASTM A500 LAC Y GALV. Aceros Arequipa (2020).

Tabla 4*Grupos de madera y módulos de elasticidad*

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) Mpa (kg/cm ²)	
	E mínimo	E promedio
A	9316 (95000)	12748 (130000)
B	7355 (75000)	9806 (100000)
C	5394 (55000)	8826 (90000)

Nota. Adaptado de Norma E.010-MADERA (2020), Pág. 10.

3.4 Población y/o muestra de estudio

La población implica directamente al distrito “La Yarada Los Palos” (véase Figura 19). Ubicada en la región de Tacna.

Figura 18

Distrito la Yarada Los Palos ubicado en la Región de Tacna



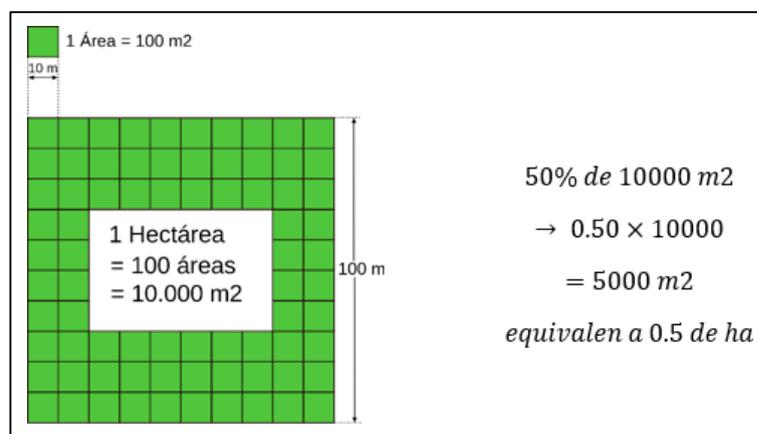
Nota. Recuperado de. Distritos de la Provincia de Tacna. (2023). https://www.familysearch.org/es/wiki/Tacna,_Tacna,_Per%C3%BA_-_Genealog%C3%ADa.

Muestra

Los datos del Trabajo serán extraídos del tipo de suelo presente en la población. Sin embargo, cada tipo de suelo es diferente por lo que los datos del trabajo se tomarán en un terreno de 0.5 ha equivalen a 5000 m² (véase **Figura 20** hasta la **Figura 21**). De ser realizado el Proyecto tener en consideración el Área Determinada, para un primer Módulo. *Recordar la sección construcción no está involucrada dentro del presente proyecto de Investigación.*

Figura 19

Muestra equivalente Ha-m²



Nota. Unidades del sistema internacional.

Figura 20

Área Propuesta Para Primer (IMI) Invernadero Modular-I



Nota. Tomado en el Asent. 4. del Distrito La Yarada Los Palos, Provincia de Tacna. (2021).

3.5 Operacionalización de variables

En la siguiente tabla tenemos las siguientes variables que son fundamentales para que los objetivos establecidos en el proyecto de investigación (véase **Tabla 5**) se realicen y aporten la viabilidad de realizar en el resultado de mencionado proyecto.

Tabla 5

Se muestran las variables e indicadores medibles de las variables dependientes

Variables	Definición operacional	Indicadores
<p>Variable independiente</p> <p>Y1: Cálculo estructural en el diseño de estabilidad estructural en invernaderos.</p> <p>Aplicando: $Y1=X1+X2$</p> <p>Variable dependiente</p> <p>X1: Estabilidad de la estructura.</p> <p>Mediante aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas Americanas:</p> <p>NORMA E.010 NORMA E.020 NORMA E.030 NORMA E.090 ASCE/SEI 7-22 ANSI/AISC 341-22 ANSI/AISC 358-22 ANSI/AISC 360-22</p> <p>X2: Análisis De Elementos Finitos. Los parámetros que se utilizarán en las variables dependientes para el modelamiento numérico, son medibles.</p>	<p>Y1: El cálculo estructural es el uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los Esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente.</p> <p>X1: Cargas Directas e Indirectas (kgf), Cargas de Viento(kgf), Áreas de terreno (m²), Desplazamientos (mm) y los factores que corresponden a un análisis estático al aplicar el sismo severo. $V=ZUCSP/R$. Las normas estarán presentes para un diseño adecuado en la zona involucrada, en los parámetros para hacer el modelamiento numérico, se tomarán los parámetros: Fuerza Axial, Esfuerzo Cortante y Momento Flector.</p> <p>X2: El Análisis por Elementos Finitos un método computarizado para predecir cómo reaccionará un producto/elemento ante las fuerzas, la vibración El análisis de elementos finitos muestra si un producto se romperá, desgastará o funcionará como se espera. Tendremos como Resultado los Ratios demanda/capacidad.</p>	<p>T=Seg M=Kg A=M²,Ha. $\sigma=P/A$</p> <p>Fa=Tnf Fu=Tnf Mu=Tnf.m</p> <p>D/C= 0.30-0.60 – 30-60% D/C= 0.70-0.90 – 70-90%</p>

Nota. Basado en un Método Numérico.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Prueba estadística

Se analizará tipos de Estructuras Metálicas donde el resultado que tenga mejor comportamiento, en base a sus ratios de capacidad por elemento sea el más óptimo (como el elemento puntal, arco, correas de acero, diagonales de acero, influye en la estructura) por el análisis de elementos finitos. Finalmente se tendrá una tabla con los valores obtenidos y se escogerá como el primer Invernadero Modular a que cumpla con los requerimientos que esta investigación tiene por fin, respecto al comportamiento estructural y sea más económica en material.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En el Presente Proyecto de Investigación se mostrará el modelamiento numérico de Coberturas Metálicas en un Área de Estudio determinado. En el Distrito La Yarada Los Palos, en la actualidad teniendo como presente el año 2023, no se cuentan con modelos de Coberturas Metálicas Aplicables para uso de Invernaderos. Ya que una de las variables importantes para la construcción de Coberturas Metálicas para Grandes Extensiones de Terreno, es el alto costo que requiere en Materiales. Posteriormente su Ejecución. En esta investigación nos enfocaremos en el apartado de la estabilidad estructural mediante modelamiento numérico. Ya que la ejecución puede ser muy variable, respecto a la calidad de los constructores, especialistas y/o materiales, ello determinará su ejecución.

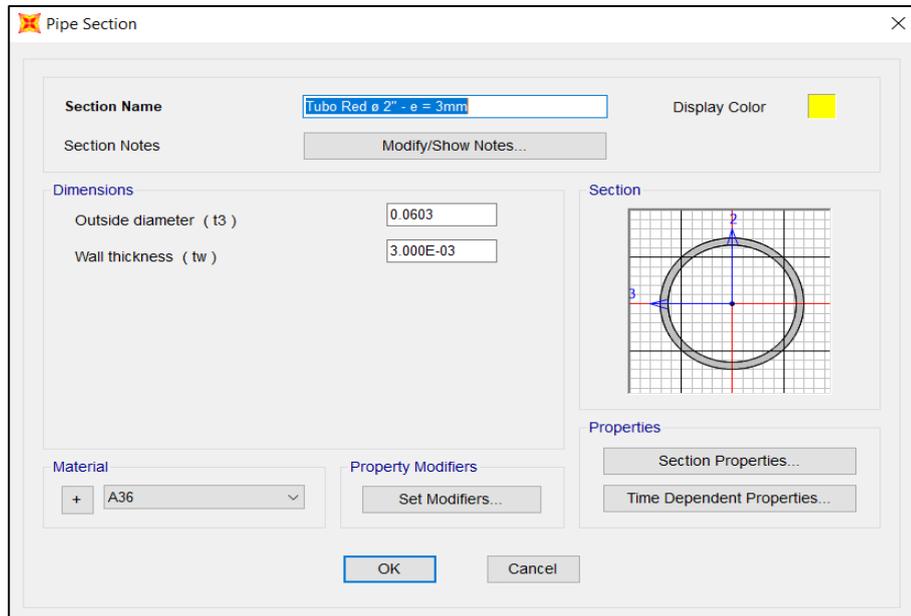
Dado el caso se consideró toda la Región de Tacna como foco, como muestra un área de 0.5 ha, e ideal aplicarlo en un área de 2ha, el invernadero es modular ya que se tendrán módulo de 20x18 M y 20x20 M respectivamente con la finalidad de cubrir el área ya mencionada que es 2 ha, siendo esta dimensión la mínima para un uso óptimo de la estructura para uso agroindustrial o industrial, de las coberturas metálicas realizadas en el Departamento de Tacna y se seleccionaron 2 Coberturas, 1 es las más convencional y la 2da es ideal para cubrir Grandes Extensiones de Terreno. Estas son las coberturas tipo Cercha con columnas y tipo Arco Parabólico. Ya que esta última puede ser la mejor opción para cubrir grandes extensiones de terreno.

4.1 Módulo I – Tipo Cercha con Puntales

Se procedió a realizar cálculo estructural con materiales de Acero (véase **Figura 22** hasta la **Figura 26**) siendo los usados en este proyecto de Investigación, Tubos Circulares de Espesores de 3 mm a 2.5 mm, Con los Diámetros de \varnothing 3",2" y 1" también se utilizó Tensores de \varnothing 5/8" y Tubo Rectangular de 2"x3" e=3mm para hacer más estable la cobertura. En las siguientes figuras se Muestra los Diferentes Perfiles Agregados al Software Sap2000.

Figura 21

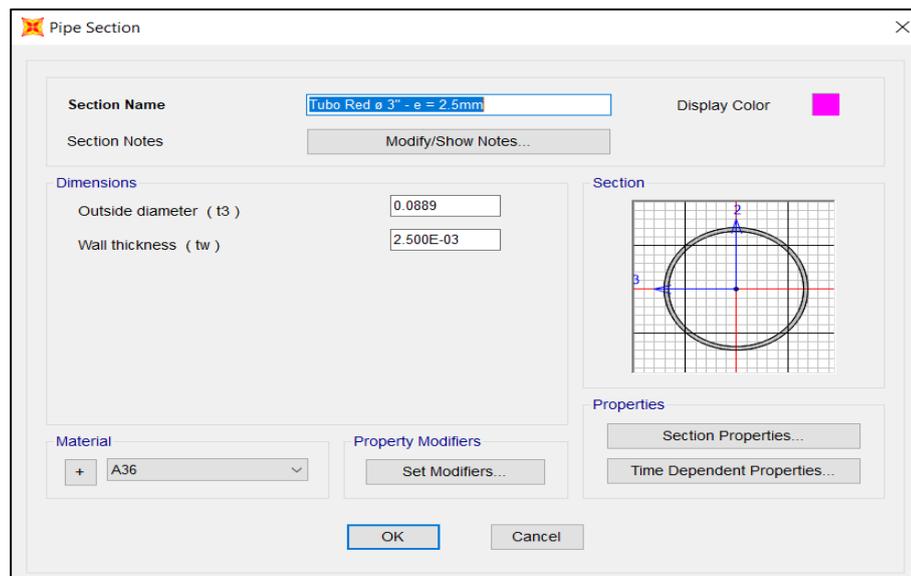
Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 2''$ $e=3\text{mm}$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Frame Sections (2023).

Figura 22

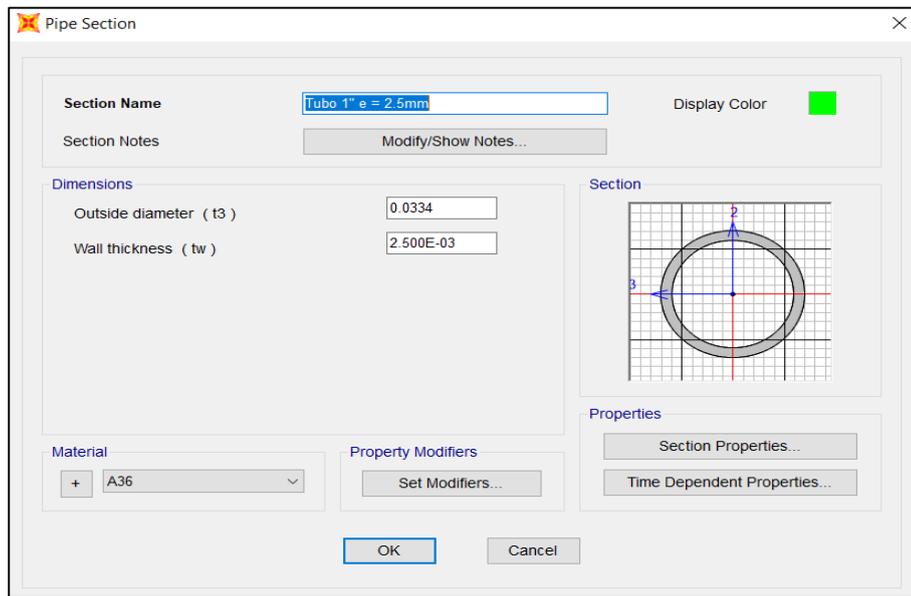
Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 3''$ $e=2.5\text{mm}$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Frame Sections (2023).

Figura 23

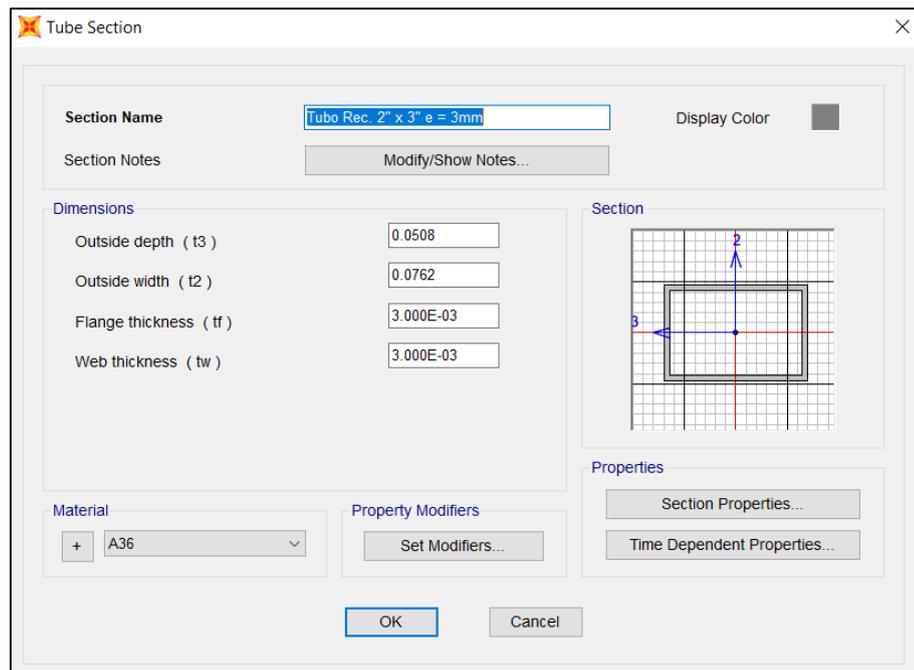
Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 1" e=2.5mm$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Frame Secctions (2023).

Figura 24

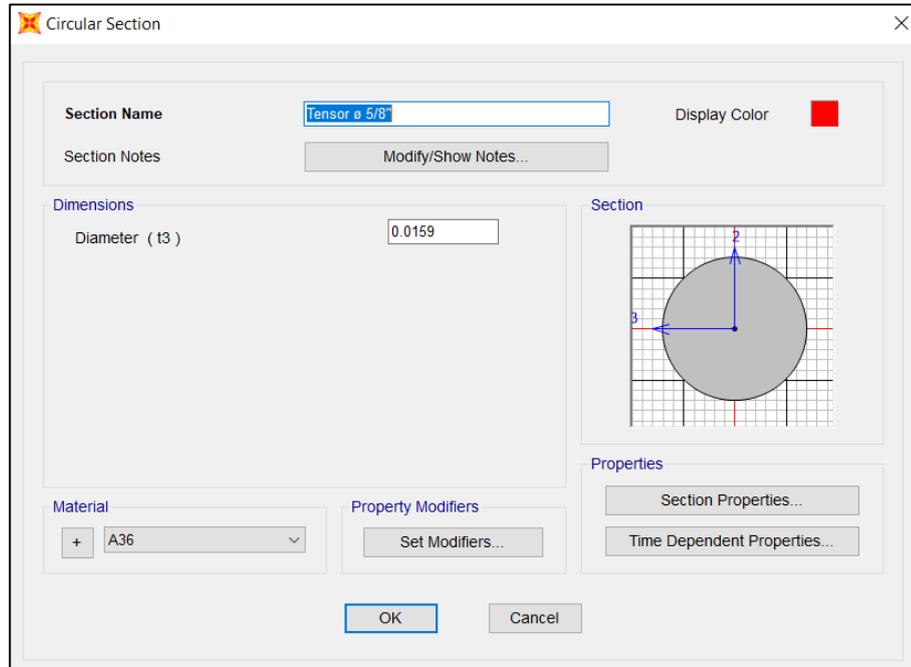
Asignación de tubo rectangular 2"x3" e=3mm - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Frame Secctions (2023).

Figura 25

Asignación de elemento tensor \varnothing 5/8" - sap2000



Definido los materiales se hizo el armado de la estructura metálica, para tener pórticos robustos se utilizaron los puntales de Tubos Redondos de \varnothing 3" pulgadas con espesor de 2.5 mm. La cobertura de estaría formada de tensores de \varnothing 5/8", las correas que unen los pórticos son tubos Rectangulares de 2"x3" con espesor de 3 mm. Para las diagonales en los pórticos se utilizaron Tubos Redondos de \varnothing 1" con espesor de 2.5mm. Para los Arcos se utilizaron Tubos Redondos de \varnothing 3" con espesor de 2.5mm, para los arriostres entre pórticos se utilizaron tubos de \varnothing 2" con espesor de 3mm.

Se utilizó la Norma de Cargas E 0.20, para determinar las cargas fijas y variables que soportará la estructura, en este caso la categoría de Edificación sería para uso industrial. Entonces aplicando las cargas vivas se obtuvo una carga de 30kgf/cm². Según el apartado del *artículo 7* en la presente norma, *apartado 7.1* (véase Figura 27), Para cargas vivas en Techo. Esta edificación tendrá solo un nivel, ya que es un invernadero y necesita su vínculo directamente con el suelo dado su necesidad y su función es cubrir grandes extensiones de terreno.

Para las Cargas Fijas (véase Tabla 6) también llamada Carga Muerta, se tendrá en cuenta los pesos que corresponden al Peso de Instalaciones, Peso de las Correas, Peso de Luminarias y Peso de la Cobertura. Los pórticos tienen una Ancho Tributario de 6 m. La estructura presenta 4 Pórticos.

Finalmente se presentan las imágenes extraídas del cálculo en el software, las próximas tablas también muestran la estimación de los valores que fueron utilizados para mencionado análisis.

Tabla 6*Cargas fijas dentro de la estructura, tipo cercha 20x18 m*

Carga permanente (Cm)	
Peso policarbonato	3.00 kg/m ²
Peso de correas y luminarias	7.00 kg/m ²
Peso de instalación	10.00 kg/m ²
Total, de la carga	20.00 Kg/m²

Nota. Extraído de Excel, Cargas Fijas y Variables (2023).**Figura 26***Cargas variables de la estructura, tipo cercha 20x18 m*

ARTÍCULO 7: CARGA VIVA DEL TECHO	
Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.	
7.1	Carga Viva.- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:
a)	Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m ²).
b)	Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m ²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m ²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m ²).
c)	Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m ²).
d)	Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m ²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.
e)	Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1
f)	Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0 kPa (100 kgf/m ²). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común ó público, en cuyo caso la sobrecarga de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/ m ²).
g)	El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada.
h)	Las zonas adyacentes a las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanentes que impidan su uso.
i)	Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo, el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasionen

Nota. Artículo 7-7.1. NORMA E 0.20 (2020).

La Edificación tiene un Elevación de 9 m, Un ancho de 18 m y por el frente un largo de 20 m.

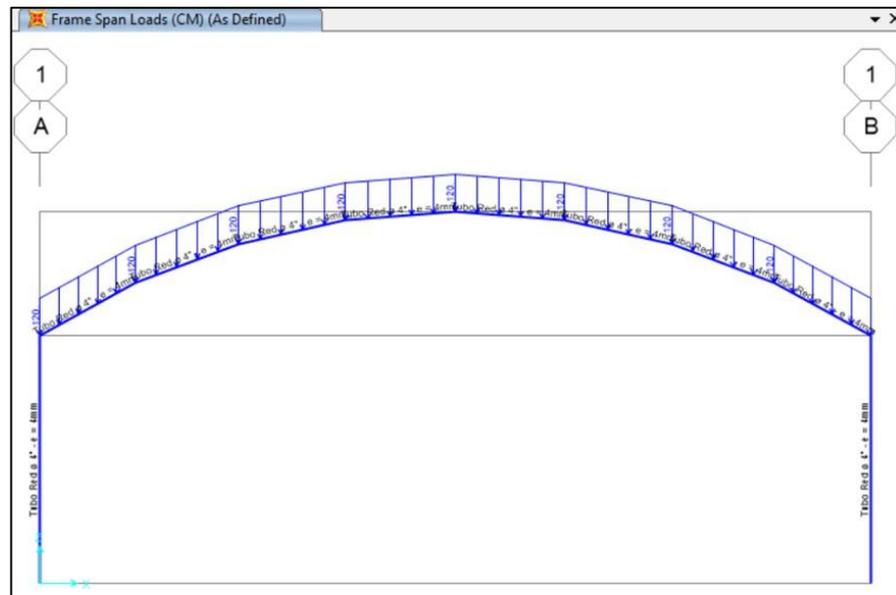
La finalidad de este predimensionamiento y aplicar las cargas fijas y variables (véase Figura 28 hasta la Figura 29), en un Módulo de 20x18 m o Módulos de 20x20 m, es para tener en cuenta la simplicidad y simetría, ya que la experiencia ha demostrado que mientras más irregularidades presenta una estructura, es más complicado evaluar y predecir su comportamiento ante Movimientos Sísmicos y Análisis Estático.

Estos Módulos son replicables es por ello que su análisis en el área establecida,

sea la correcta.

Figura 27

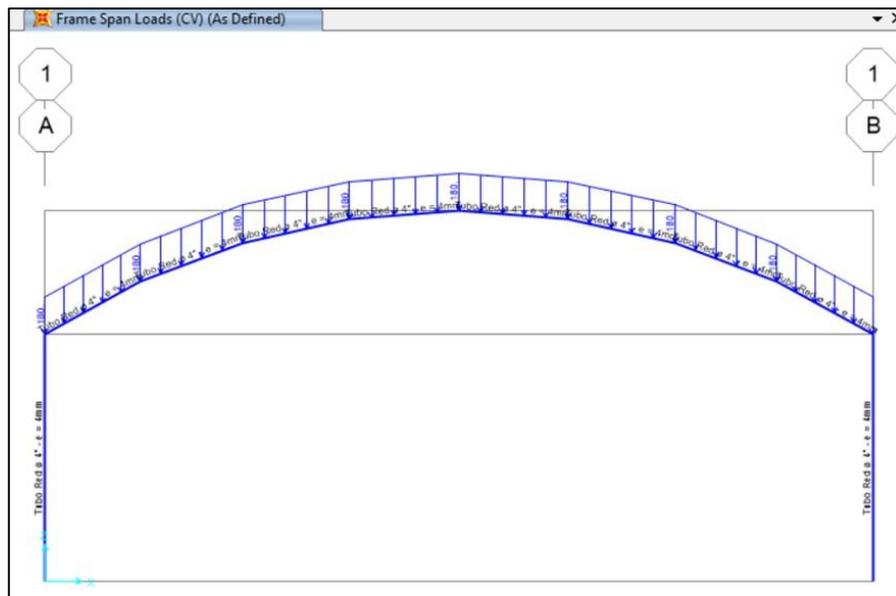
Cargas fijas aplicado en la cobertura – tipo cercha con puntales



Nota. Sap 2000, Estructura Metálica 20x18 M. Show Frame Loads (2023).

Figura 28

Cargas variables aplicado en la cobertura – tipo cercha con puntales

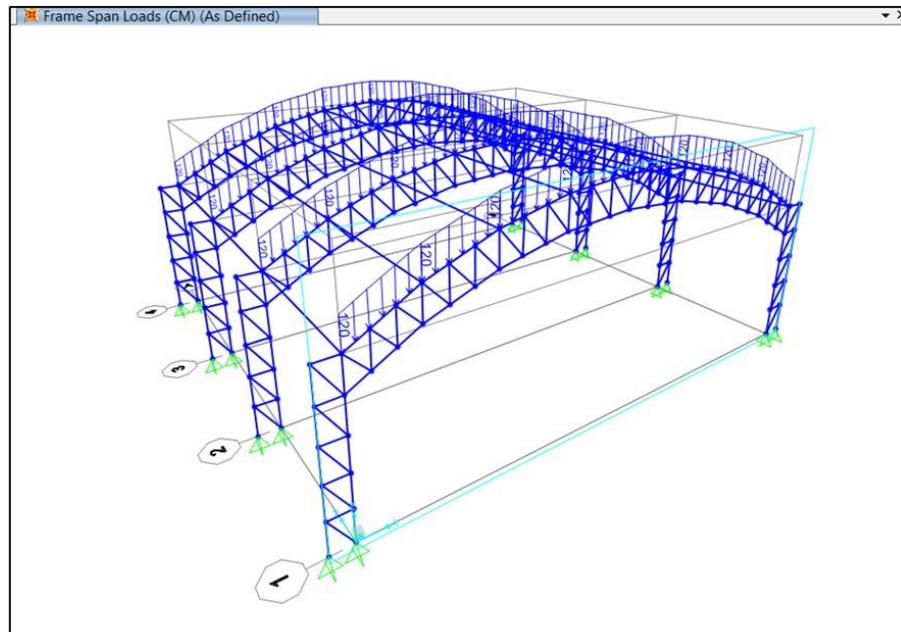


Nota. Sap 2000, Estructura Metálica 20x18. Show Frame Loads (2023).

Por tanto, las cargas aplicadas se pueden apreciar de la siguiente manera en los todos pórticos de la Edificación. Carga Muerta igual a 120 Kg/m y Carga Viva igual a 180 Kg/m (véase Figura 30 hasta la Figura 31). El cálculo se obtuvo de acuerdo a un Ancho Tributáneo de 6 m.

Figura 29

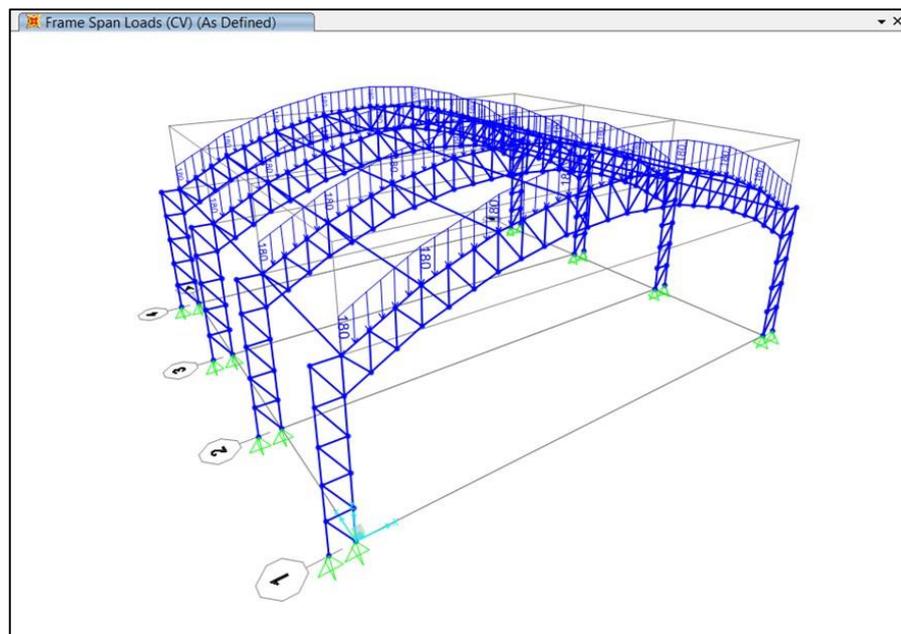
Cargas fijas en los pórticos de la estructura tipo cercha 20x18 m



Nota. Extraído de Sap 2000, Show Frame Loads (2023).

Figura 30

Cargas variables en los pórticos de la estructura tipo cercha 20x18 m



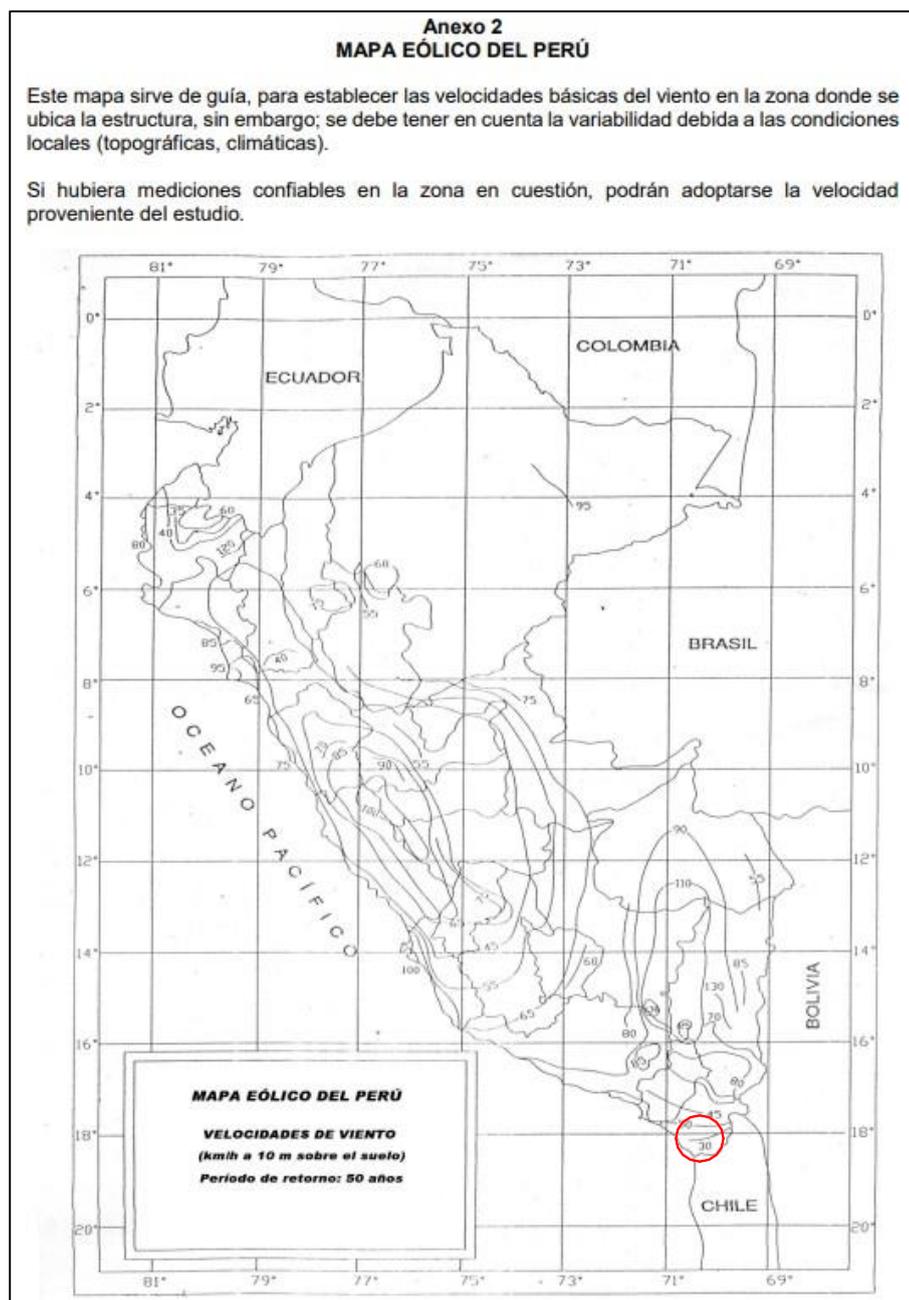
Nota. Extraído de Sap 2000, Show Frame Loads (2023).

Consiguientemente se aplicó las cargas de Viento esto es así ya que a ser materiales con algunas secciones esbeltas el viento puede tener una influencia importante, cuando tenemos elevadas alturas con elementos esbeltos el viento puede llegar a comandar en el diseño estructural. Sin embargo, para este módulo se tiene una

altura máxima de 9m. Se tiene conciencia en considerar alturas adecuadas para la estructuración. La *norma E 0.20* nos muestra un Mapa eólico (véase Figura 32) y unos procedimientos que tenemos que aplicar a edificaciones.

Figura 31

Mapa Eólico del Perú y Zona de Muestra



Nota. Anexo 2. Norma E 0.20, (2020).

En la siguiente tabla se muestra consideraciones para el cálculo y aplicación de las Cargas de Viento (véase Tabla 7).

En cuanto a la construcción la presente norma también nos indica diferentes tipos de superficies y los factores de Barlovento y Sotavento.

Tabla 7

Consideraciones para el análisis en carga de viento

Variables en viento	
Altura	9 m
Pendiente promedio	Menor a 45°
Vh del mapa	30 Km/h
Vh	75 Km/h

Nota. Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Cargas de Viento (2023).

Se tiene una Velocidad de Diseño de 75 Km/h (véase **Figura 33**), como la estructura no presenta una altura mayor a los 10 metros la norma nos obliga a tener en cuenta este valor. Asimismo, también se hizo el cálculo de la Vh donde nos dió un resultado de 73.28 Km/h. En su aplicación se tomó como predominante en viento la velocidad de 75 Km/h (véase Tabla 8).

Figura 32

Fórmula para el cálculo de velocidad de diseño en cargas de viento

12.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

donde:

V_h : velocidad de diseño en la altura h en Km/h
 V : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h
 h : altura sobre el terreno en metros

Nota. Artículo 12-12.3, Norma E 0.20 (2020).

Tabla 8*Estimación de velocidad de diseño para carga de viento*

Variables en viento		
Vh del cálculo	73.28154474 Km/h	Este Valor es el Calculado para usar según la norma Aclarado según $V_h = V(h/10)^{0.22}$.
Vh	75 Km/h	Este Valor es el Mínimo para usar según la norma para edificaciones de menor o igual altura de 10 metros.

Nota. Cargas de Viento, Norma E 0.20 (2020).

Es importante tener en cuenta la carga exterior de viento (véase Figura 34) esta es afectada por el factor de forma de según el tipo de construcción, la Norma E 0.20, nos muestra la siguiente fórmula para la aplicación de Cargas Exteriores ejercidas por el Viento. Estas cargas que se consideran serán estáticas y se aplicarán de forma perpendicular a la superficie de acción.

Figura 33*Fórmula para el cálculo de cargas de viento*

12.4 CARGA EXTERIOR DE VIENTO

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$P_h = 0,005 C V_h^2$$

donde:

P_h : presión o succión del viento a una altura h en Kgf/m²
 C : factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4
 V_h : velocidad de diseño a la altura h , en Km/h definida en el Artículo 12(12.3)

Nota. Artículo 12-12.4, Norma E 0.20 (2020).

En la Estructura Tipo Cercha Tendremos un Ángulo no mayor a 45° en lo que respecta a su cobertura (véase Figura 35). Los factores de Presión serán +- 0.8 para una acción de Barlovento y -0.5 para una acción de Sotavento.

Figura 34

Factores de forma para cargas de viento

FACTORES DE FORMA (C) *		
CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	±0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3 -0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7 -0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas(planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Nota. Tabla 4, Norma E 0.20 (2020).

Se aplicó las cargas según los factores de forma (véase Tabla 9), estos se pueden apreciar de la siguiente manera. Recordando que se tiene un Ancho Tributáreo de 6 metros. Esto ayudará para el cálculo de directamente a los elementos de arcos para cobertura.

Tabla 9

Cálculo de cargas de viento

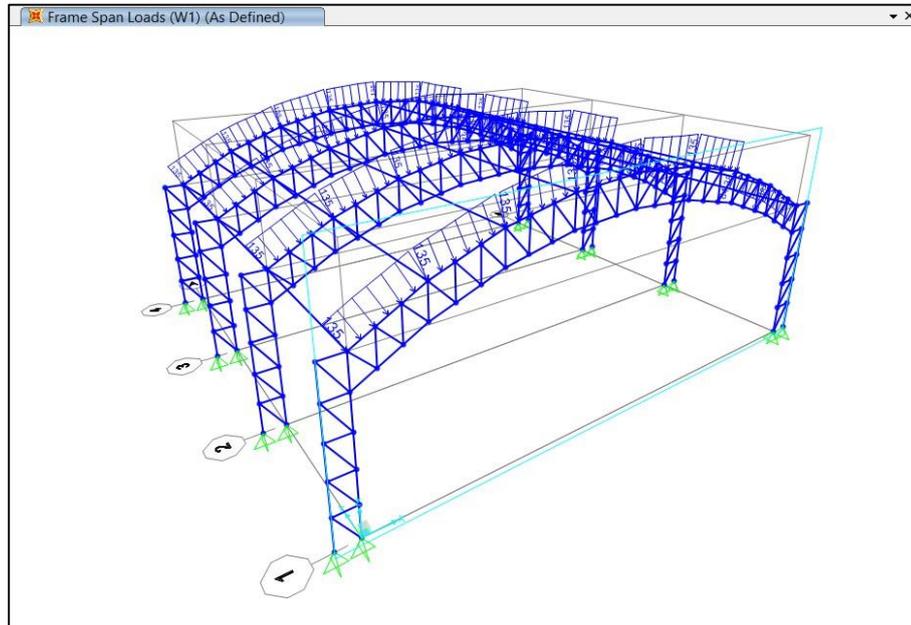
Construcción	Cargas de viento	
	En Barlovento	En Sotavento
Arcos	$0.005*(+0.8)*(75)^2$	$0.005*(-0.5)*(75)^2$
Ángulos menores a 45°	$0.005*(-0.8)*(75)^2$	$0.005*(-0.5)*(75)^2$
Valores (Kgf/m2)	+ 22.50	-14.06

Nota. Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Cargas de Viento, NORMA E 0.20 (2020).

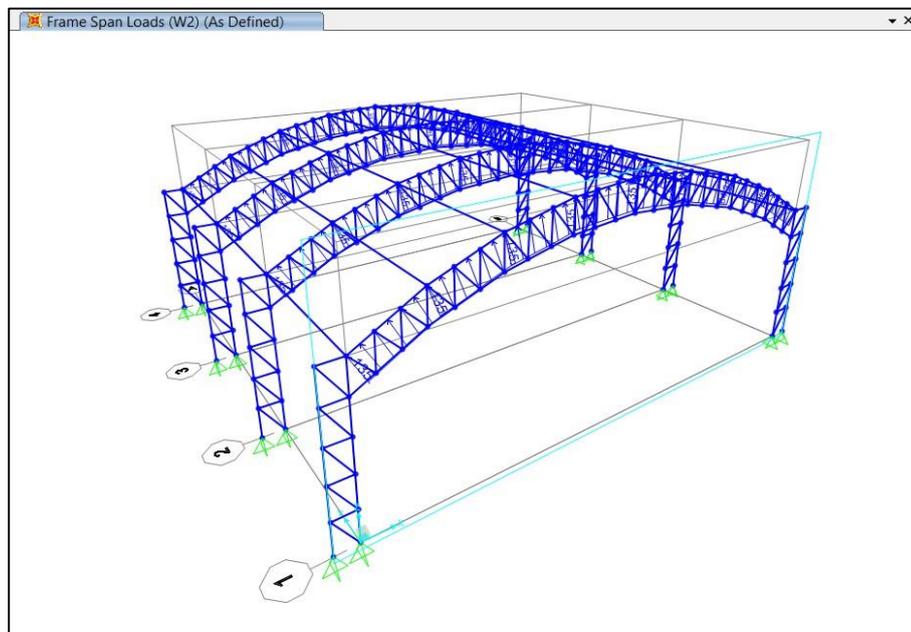
Las cargas aplicadas en los arcos tienen 2 casos (véase Tabla 10) según el factor de forma y estas serán las siguientes.

Figura 37

Cargas de viento en los pórticos de la estructura tipo cercha 20x18 m – caso 1

**Figura 38**

Cargas de viento en los pórticos de la estructura tipo cercha 20x18 m – caso 2



Ahora se tendrá que realizar en Control de Deflexiones para determinar que tanto es la influencia del Viento en la Estructura para así concluir que es estable por cargas de viento. En la Norma Peruana E 0.20 (véase Figura 40). nos indica que el desplazamiento lateral será como máximo el 1% en relación a la altura de piso.

Figura 39

Desplazamientos Laterales Ocasionados por Viento

**CAPÍTULO 7
RIGIDEZ**

ARTÍCULO 23: METODO DE CÁLCULO

El cálculo de las deformaciones de la estructura o de sus componentes será efectuado por métodos aceptados en ingeniería.

ARTÍCULO 24: DESPLAZAMIENTOS LATERALES

En edificaciones el máximo desplazamiento relativo entre pisos, causado por las fuerzas de viento, será del 1% de la altura del piso.

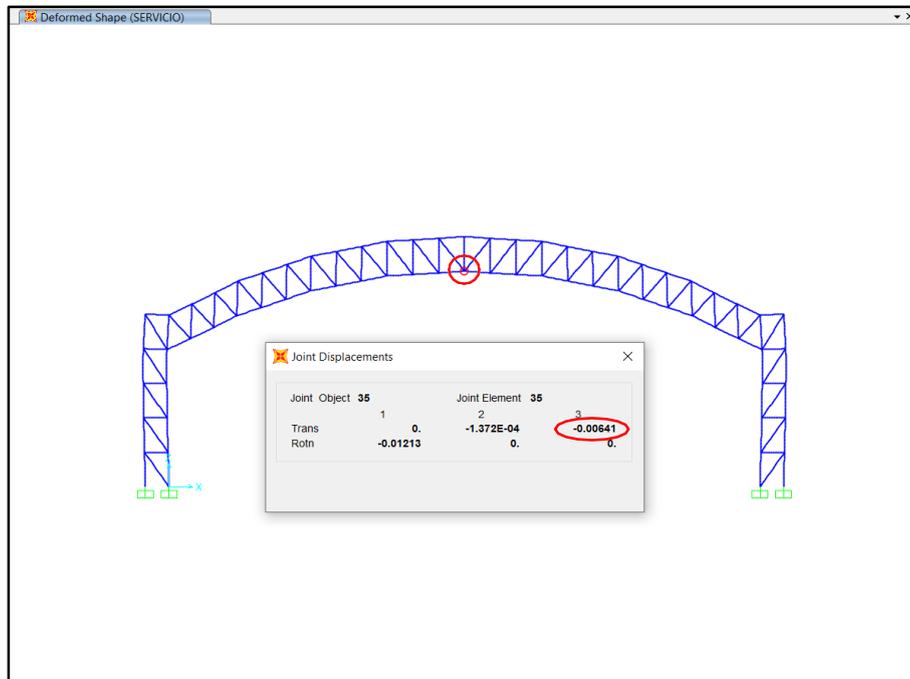
En el caso de fuerzas de sismo el máximo desplazamiento será el indicado en los numerales pertinentes de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

ARTÍCULO 25: FLECHAS

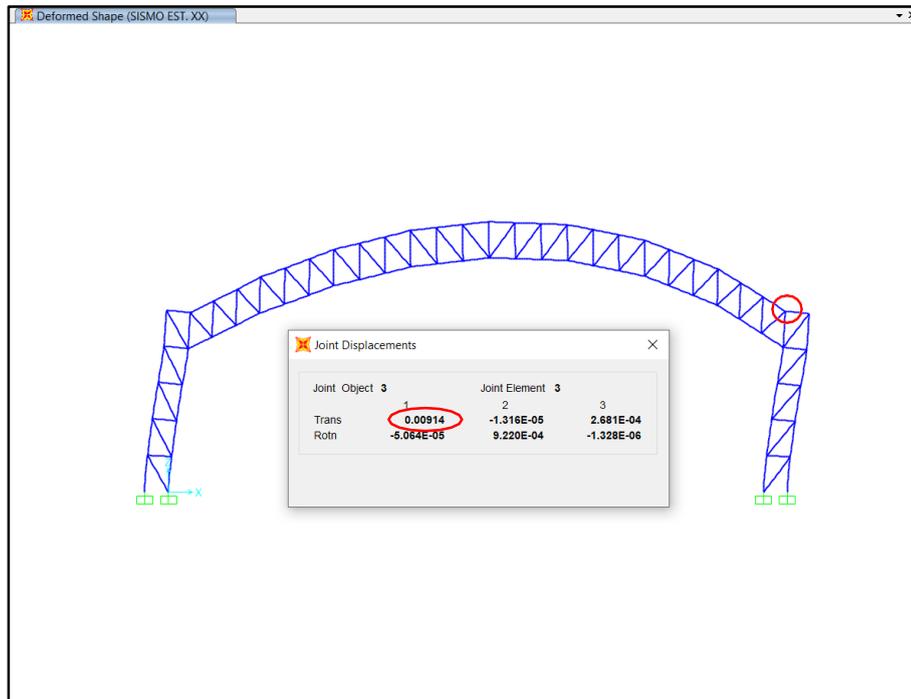
25.1 Excepto en los casos expresamente cubiertos en las Normas propias de los diversos materiales estructurales, la flecha de cualquier elemento estructural no excederá los valores indicados en la Tabla 6, excepto cuando soporte paneles de vidrio en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 25(25.2).

Figura 40

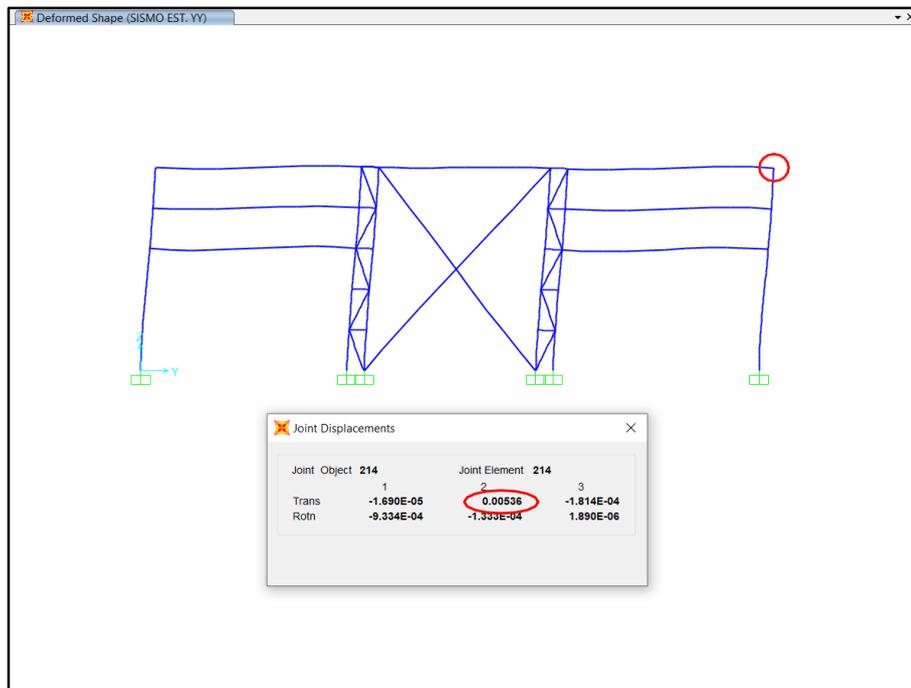
Desplazamiento Vertical – Flecha por Carga de Servicio



Nota. Extraído de Excel, Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Control de Deflexión, NORMA E 0.20 (2020).

Figura 41*Desplazamiento lateral - sismo x*

Nota. Extraído de Excel, Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Control de Desplazamientos, Norma E 0.30 (2020).

Figura 42*Desplazamiento lateral – sismo y*

para la aplicación del sismo tanto en la dirección X y la dirección Y se tomaron los parámetros que especifica en la Norma E 0.30, en la siguiente tabla se muestra el cálculo (véase Tabla 11) para mencionados factores que serán necesarios para la aplicación del sismo tanto en X como en Y.

Tabla 11

Factores para Sismo Estático Aplicado al Módulo

Factores para sismo estático	
Zona	0,45
Uso	1,3
Suelo	1.05
C	2,5
Rx	4
Ry	4
Factor estático X	0,384
Factor estático X	0,384
tp	0,6 s
tl	2 s
h =	9 m
ct =	45
t =	0,20 s

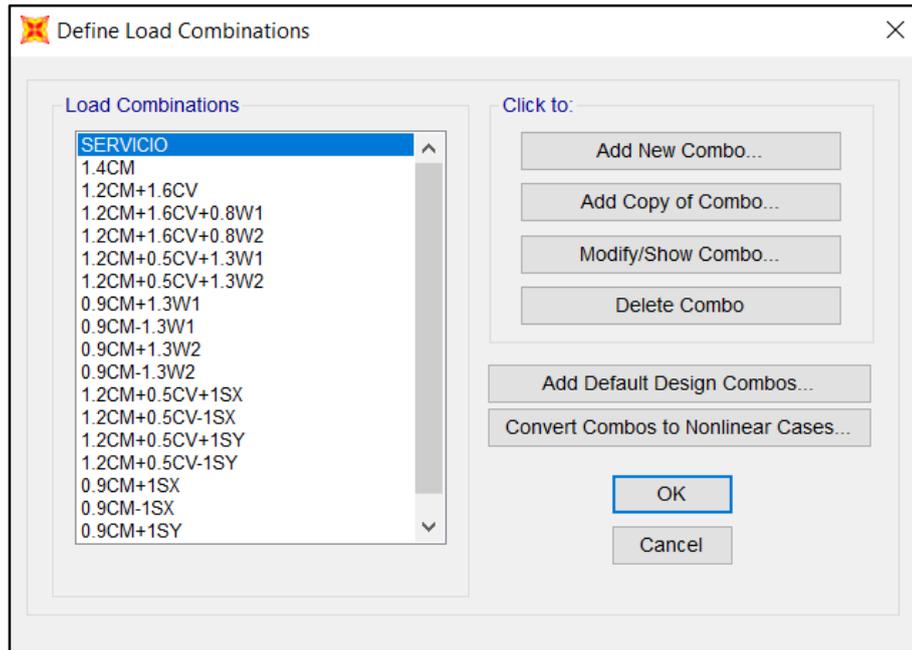
Nota. Estructura Metálica 20x18 M-Cobertura Tipo Cercha con Puntales.
Sismo Estático, NORMA E 0.30 (2020).

La Zona involucrada en Estudio se encuentra dentro de una zona sísmica según el mapa de Sismicidad esta se encuentra en la Pág. 12 de la Norma E 0.30, se consideró las combinaciones de carga según la Norma E 0.90 (véase Figura 44), teniendo como factor el de la Zona 4 que corresponde al Coeficiente 0.45, para el factor de suelo se consideró un Suelo Intermedio S2, ya que la en el Distrito la Yarada los Palos se presenta ese tipo de Suelo pudiéndose encontrar hasta suelos blandos, se tomó como predominante el Suelo S2, Respecto al Uso será Industrial ya que un invernadero puede implantar nuevas tecnologías dentro y sobre sus ambientes. Ahora el Factor de Reducción Sísmica tendrá como consideración pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos, Sistema Estructural OMF, ya que los elementos estructurales y la conexiones tendrán una mínima capacidad de deformación inelástica. Esto es así porque tendremos en cuenta una relación de Capacidad de Elementos hasta un 70%,

predominando elementos a 30% de su capacidad. Ya que usamos elementos Metálicos Redondos con espesores de 2.5mm, 3mm.

Figura 43

Aplicación de las combinaciones de carga según la norma e.90 en el módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales, Load Combinations, Modelado Sap 2000 (2023).

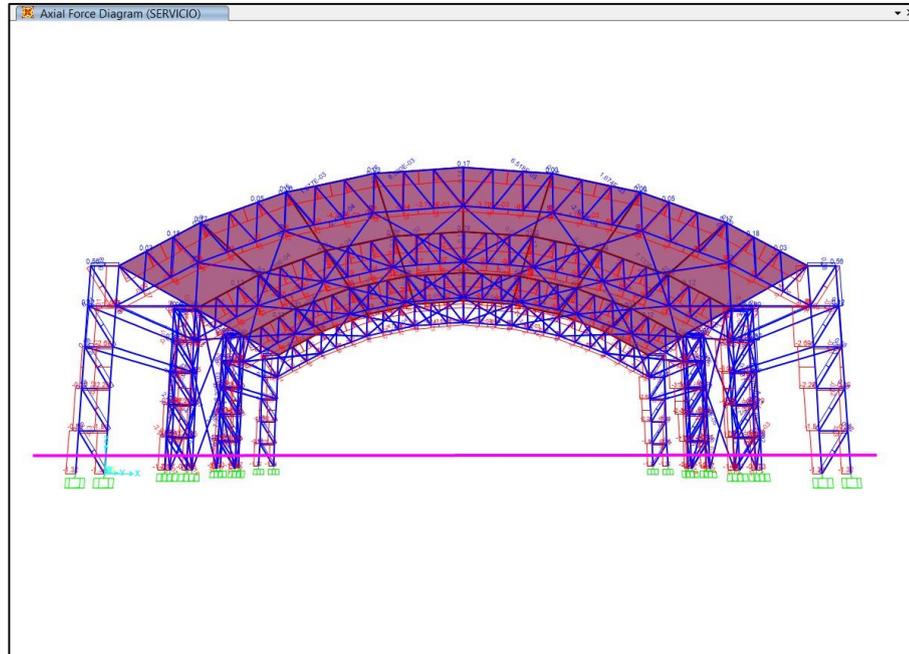
Se muestran los diagramas con sus resultados de fuerza axial, fuerza cortante y momento flector ocasionados por las cargas de servicio, sismo y viento, teniendo un análisis específico del comportamiento estructural (véase Figura 45 hasta la Figura 62).

Se Muestran los diagramas de Análisis de Elementos Finitos Para el Módulo I una demanda capacidad de elementos entre 50 a 70 % en columnas, 25 a 41 % en diagonales, considerando correas centrales que trabajan a 13% esto sucede por tener una cantidad considerada de tensores y correas laterales que trabajan entre 65% a 75% (véase Figura 63 hasta la Figura 65).

Se muestra la estructura en vista isométrica desde la base para apreciar la cobertura como tal con sus elementos (véase Figura 66).

Figura 44

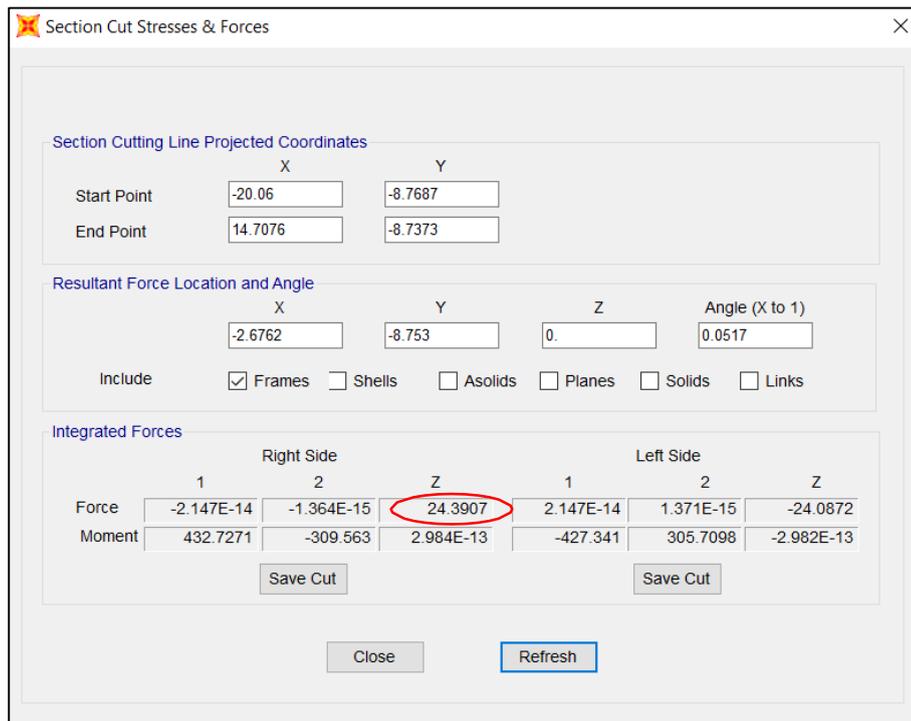
Diagramas de fuerza axial servicio – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 45

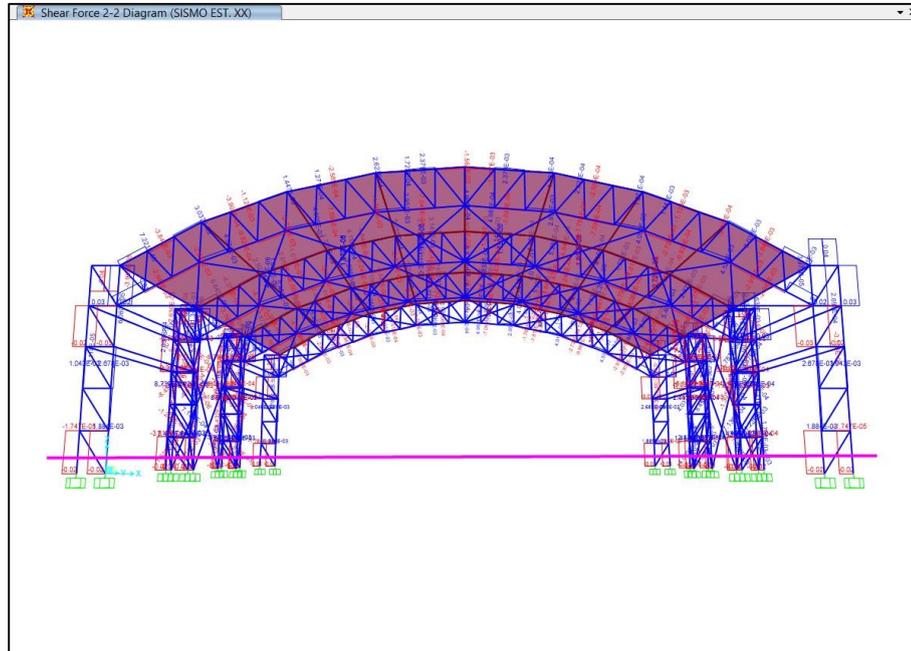
Resultados de carga axial servicio – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 46

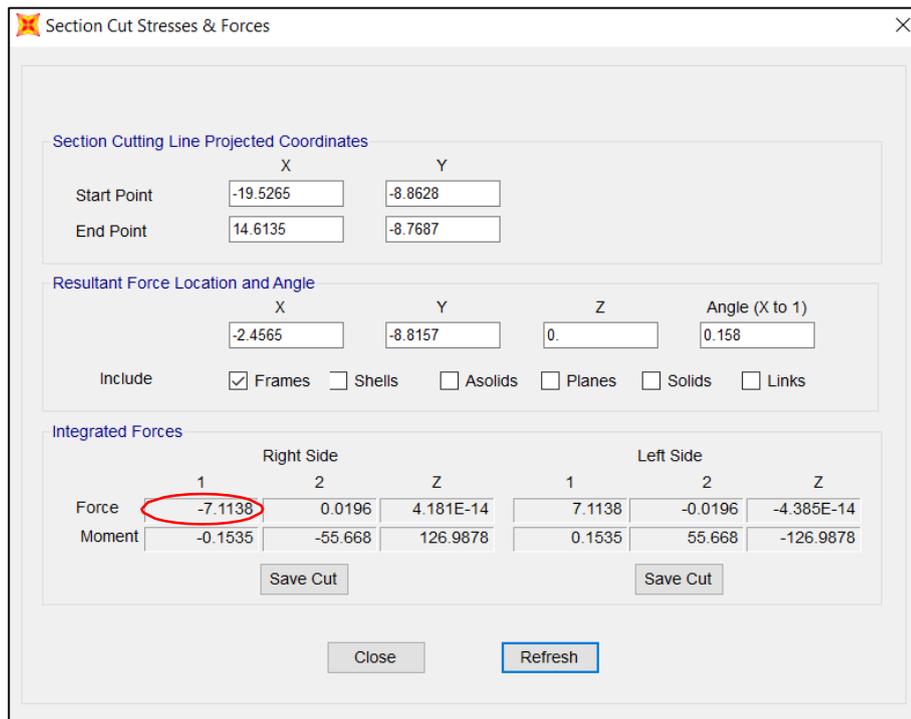
Diagramas de fuerza cortante x sismo x – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 47

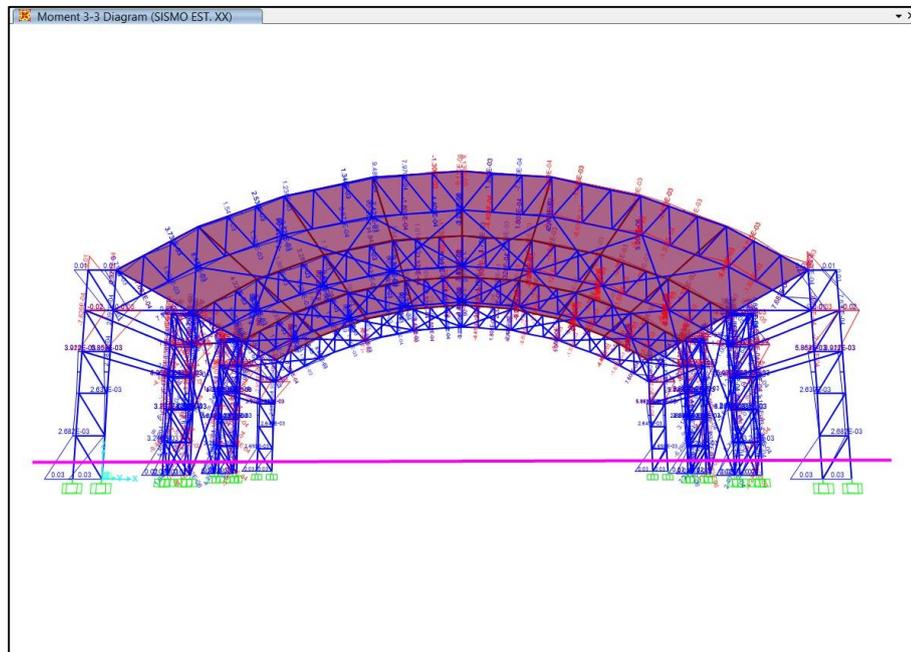
Resultados de Fuerza Cortante X SISMO X – Módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 48

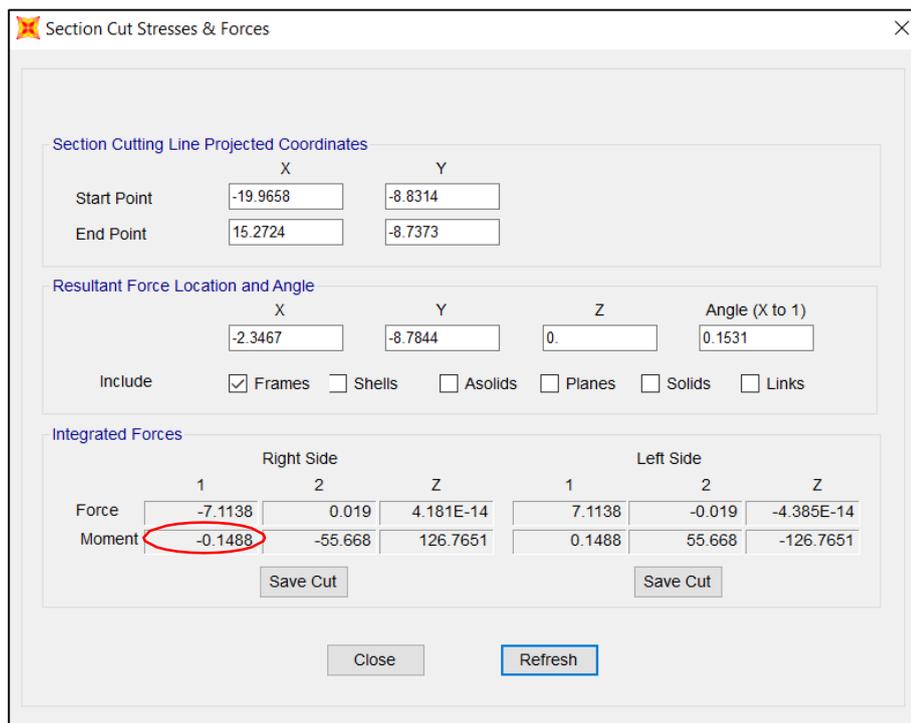
Diagramas de momento flector x sismo x – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 49

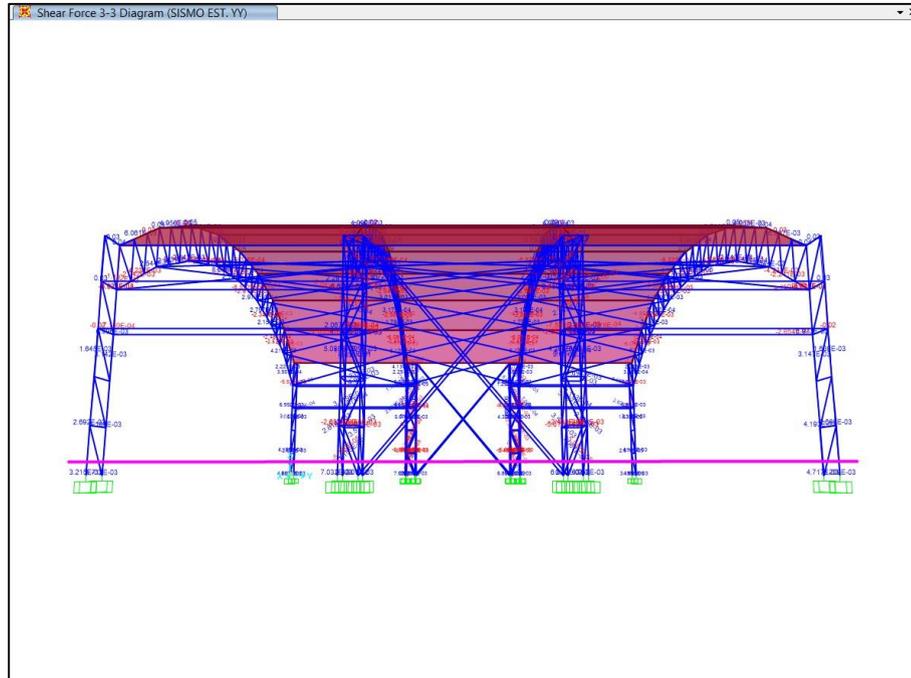
Resultados de momento flector x sismo x – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 50

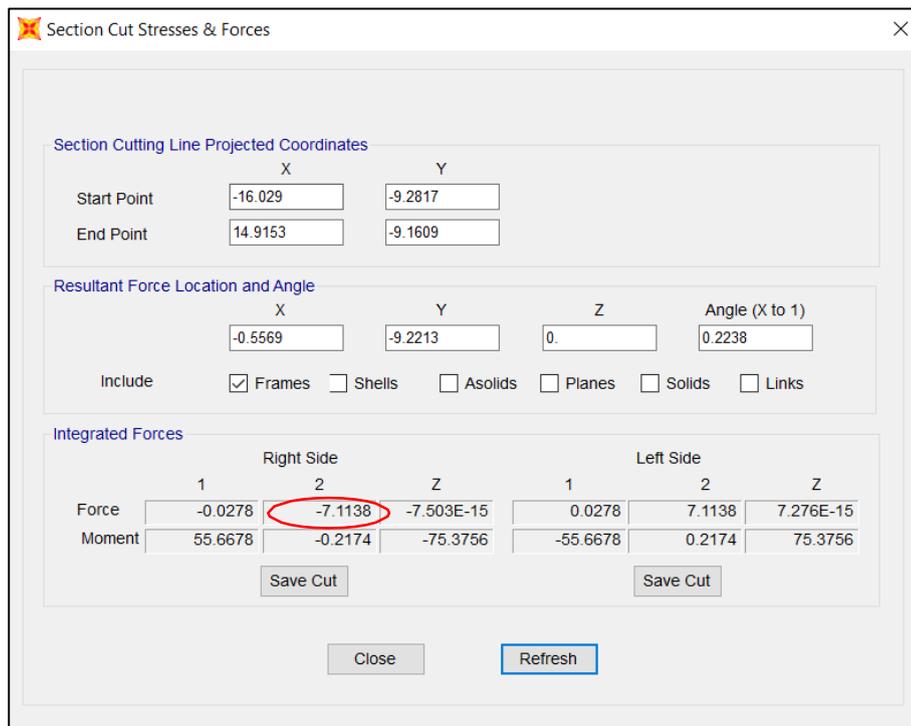
Diagramas de fuerza cortante y sismo y – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Punteles. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 51

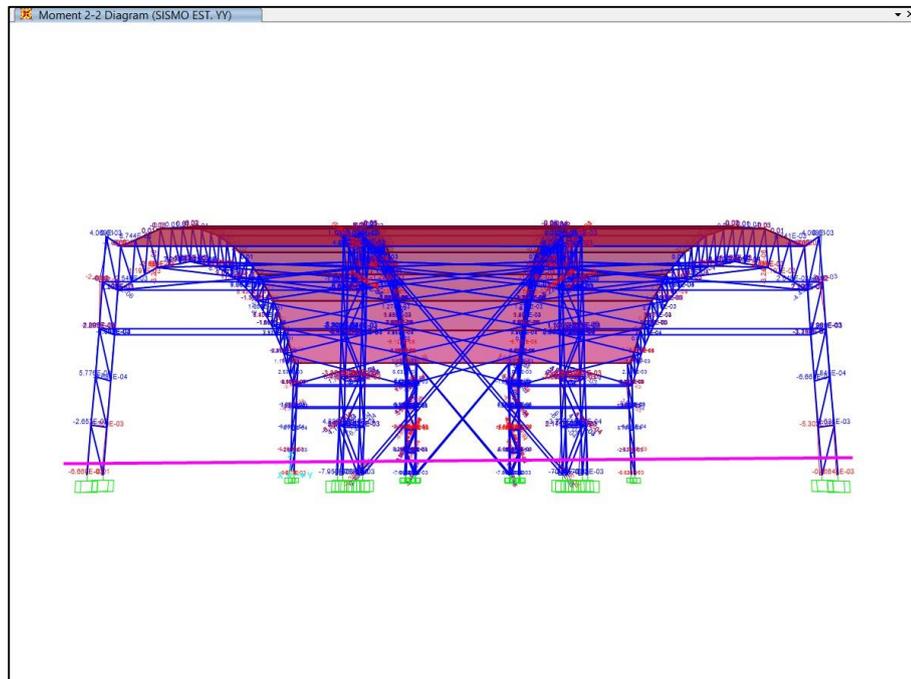
Resultados de fuerza cortante y sismo y – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Punteles. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 52

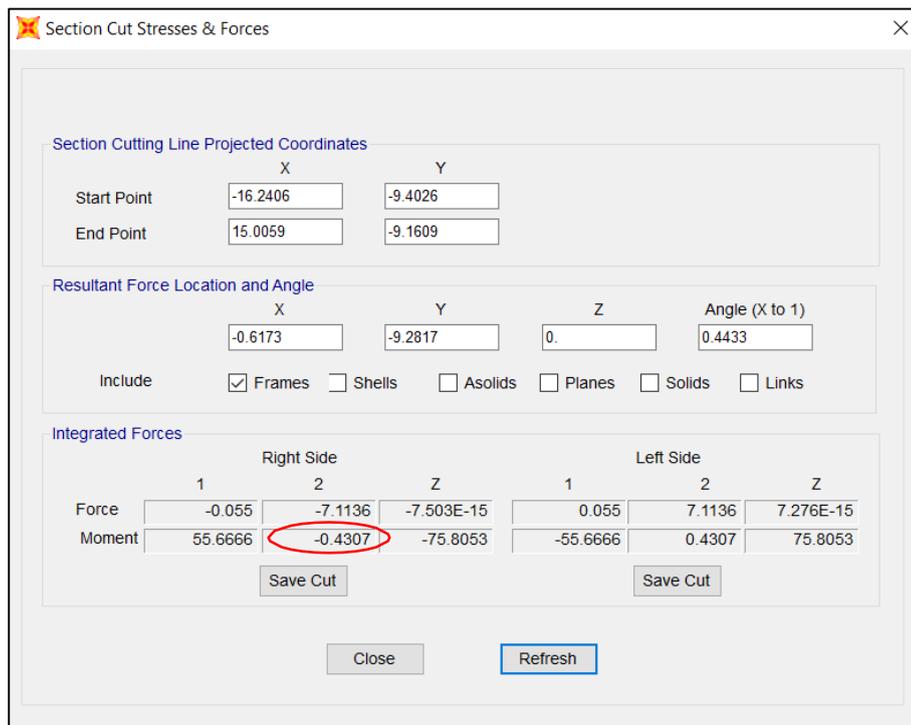
Diagramas de momento flector y sismo y – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 53

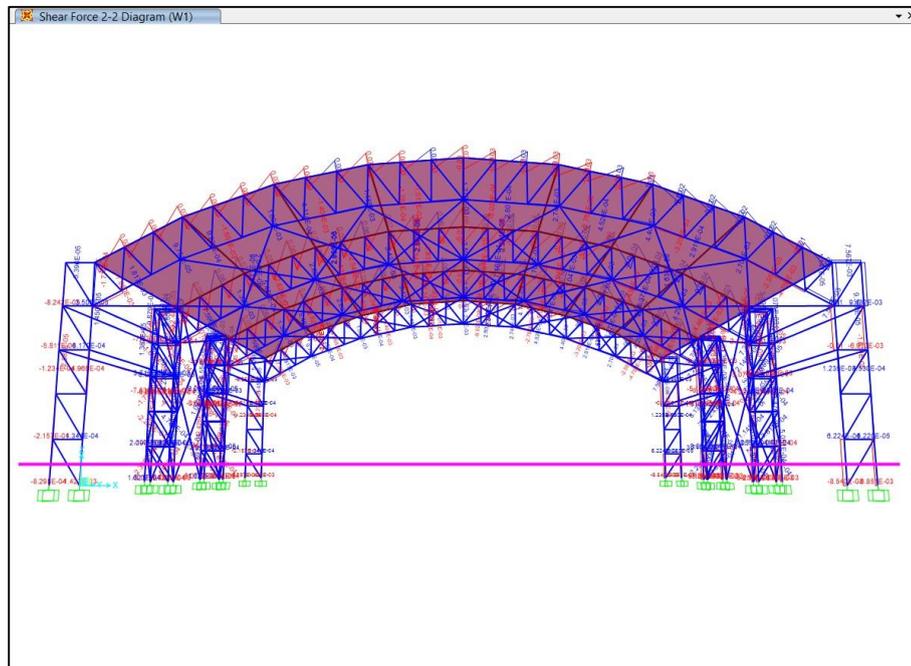
Resultados de momento flector y sismo y – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 54

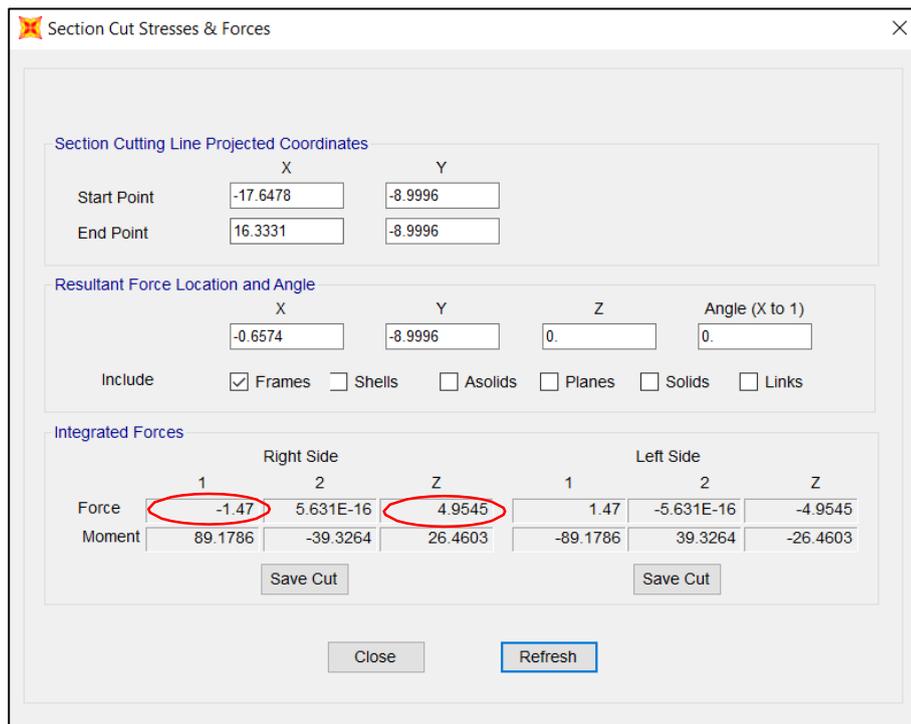
Diagramas de corte x y z caso w1 – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 55

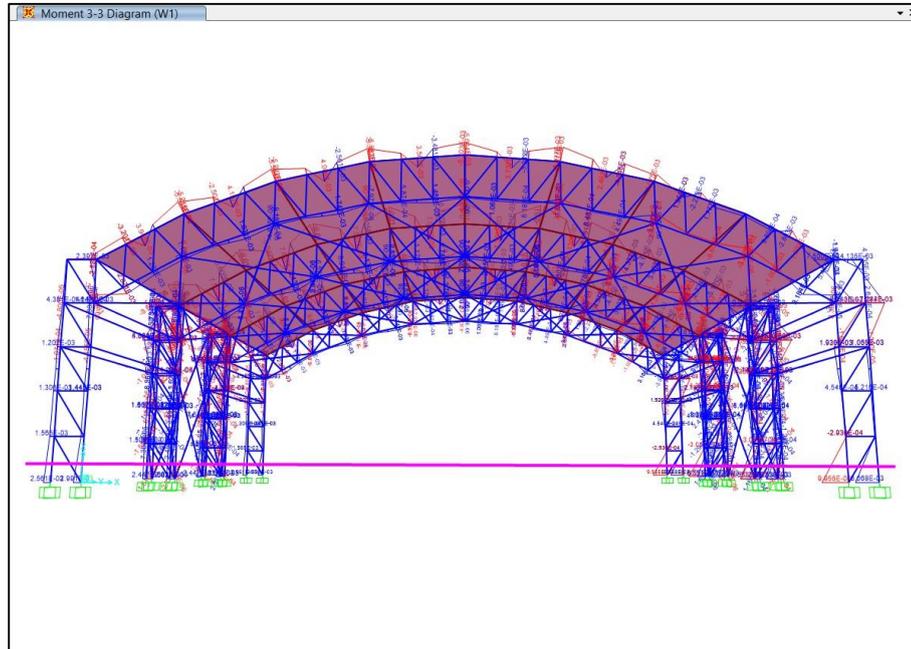
Resultados de corte x y z caso w1 – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 56

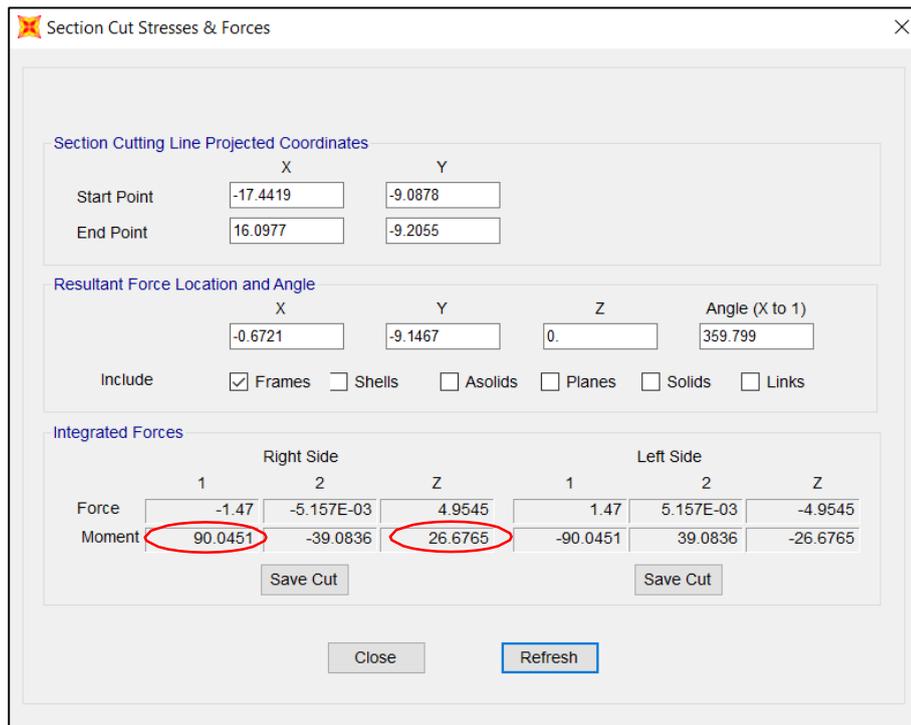
Diagramas de momento flector x y z caso w1 – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 57

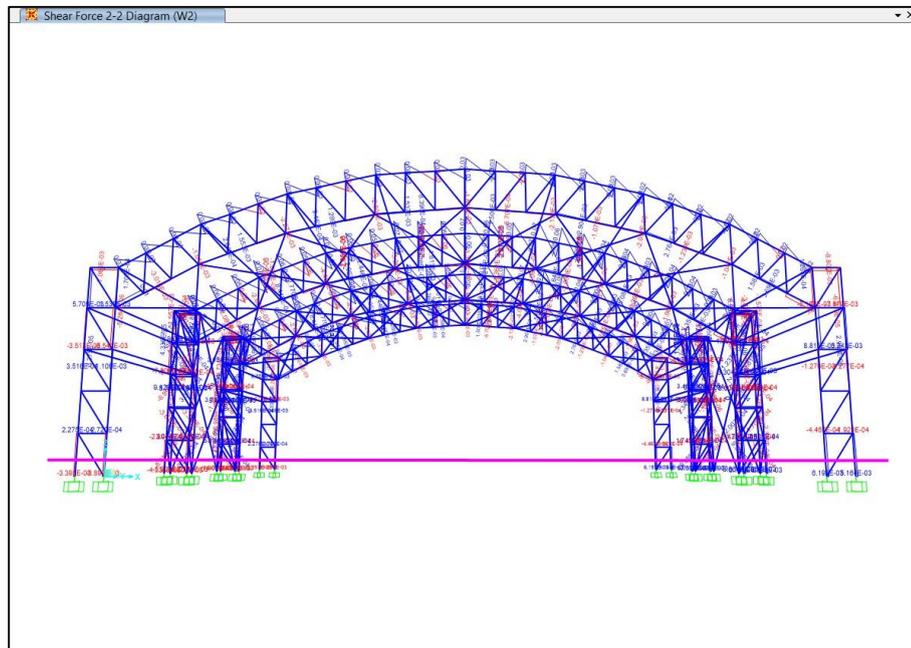
Resultados de momento flector x y z caso w1 – modulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 58

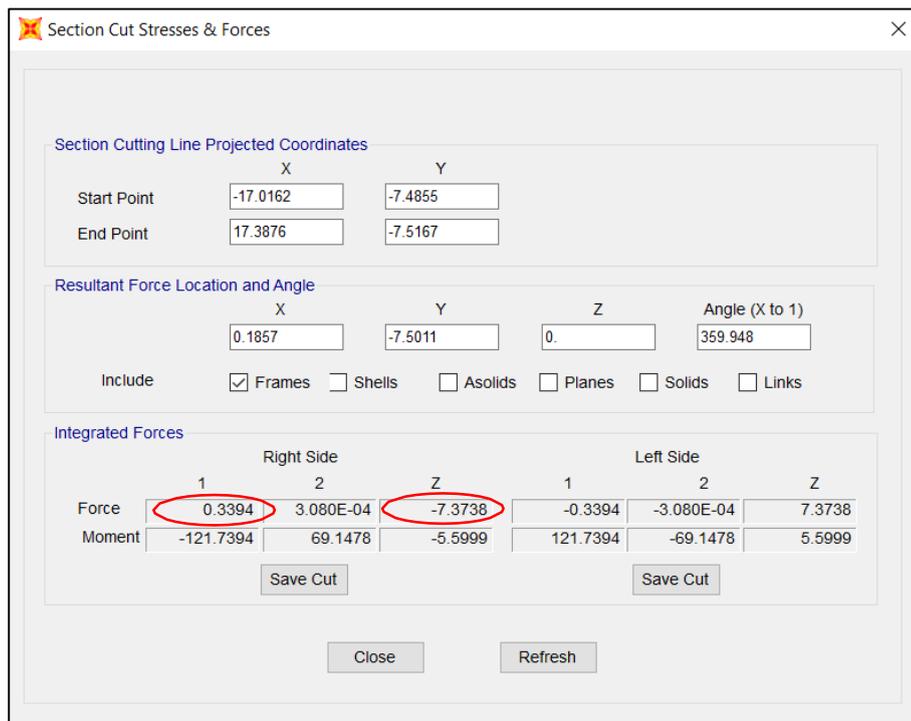
Diagramas de corte x y z caso w2 – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 59

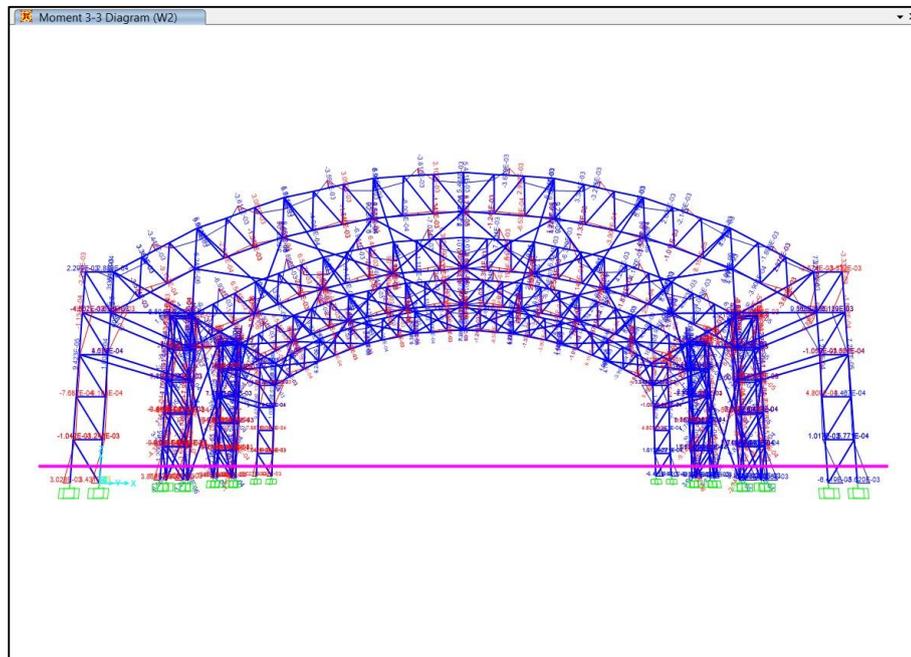
resultados de corte x y z caso w2 – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 60

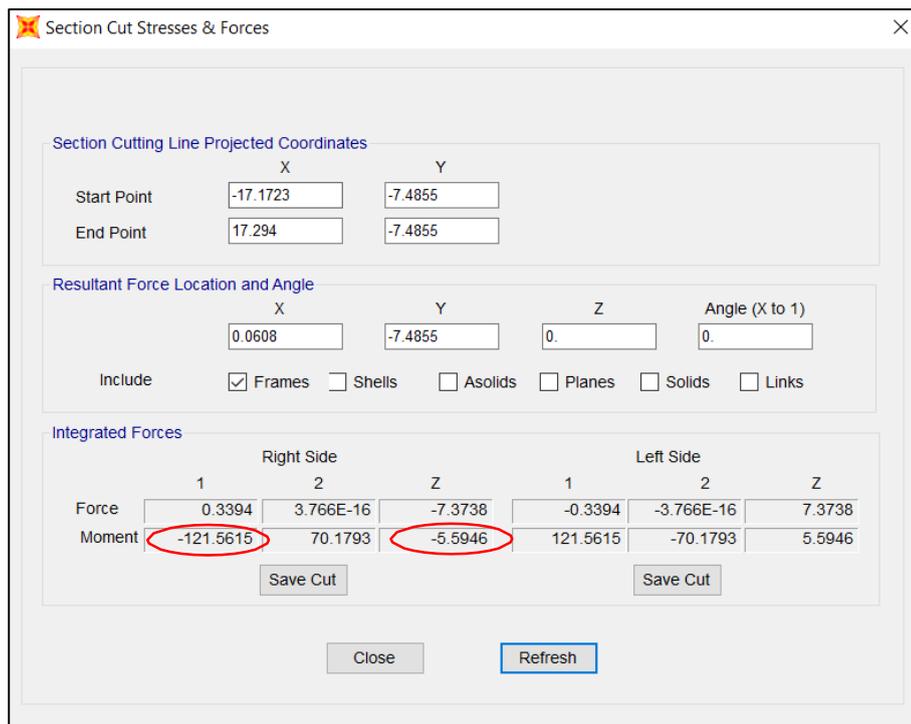
Diagramas de momento flector x y z caso w2 – módulo i



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 61

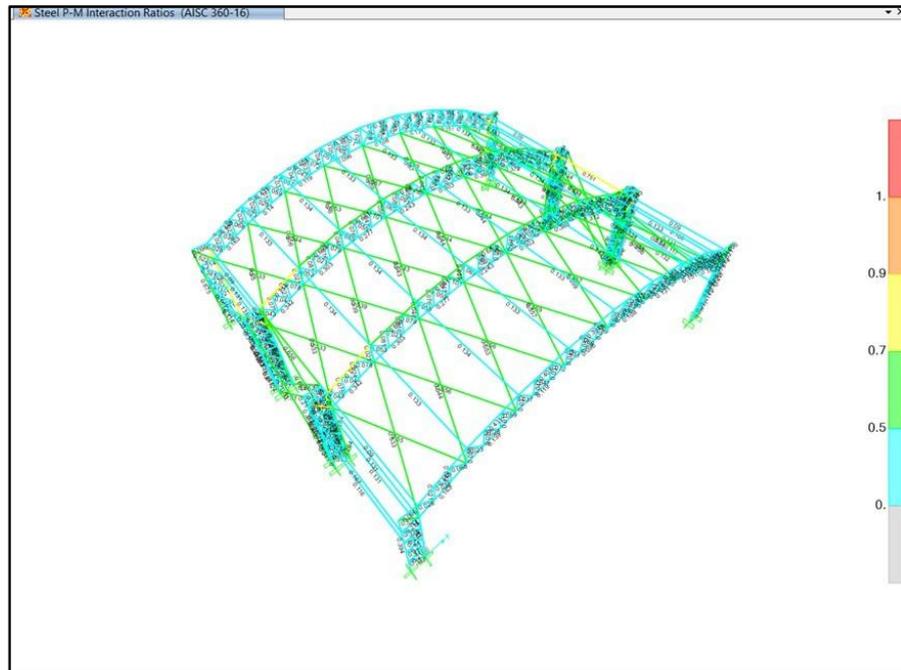
Resultados de momento flector x y z caso w2 – módulo I



Nota. Estructura Metálica 20x18 M, Cobertura Tipo Cercha con Puntales. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 62

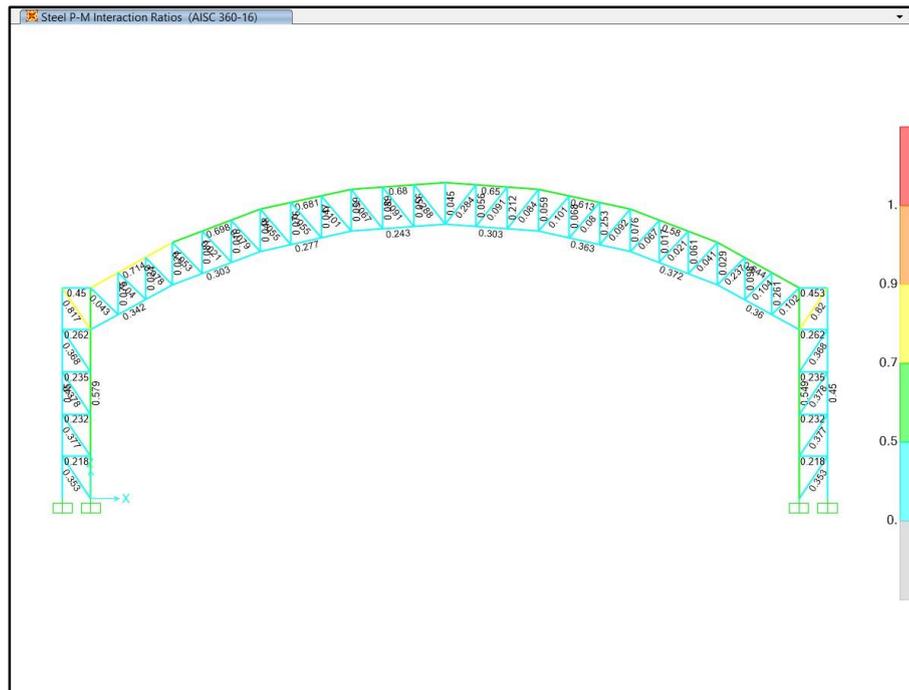
Demanda/capacidad del módulo tipo cerca 20x18 m



Nota. Sap 2000. Ratios D/C (2023).

Figura 63

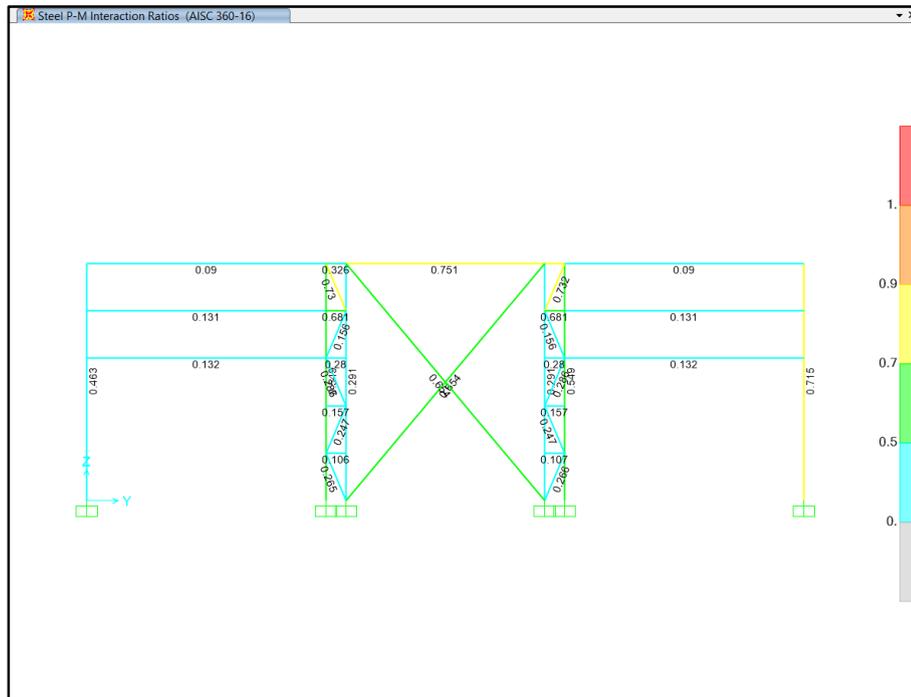
Demanda/capacidad eje xz del módulo tipo cercha 20x18 m



Nota. Sap 2000. Ratios D/C (2023).

Figura 64

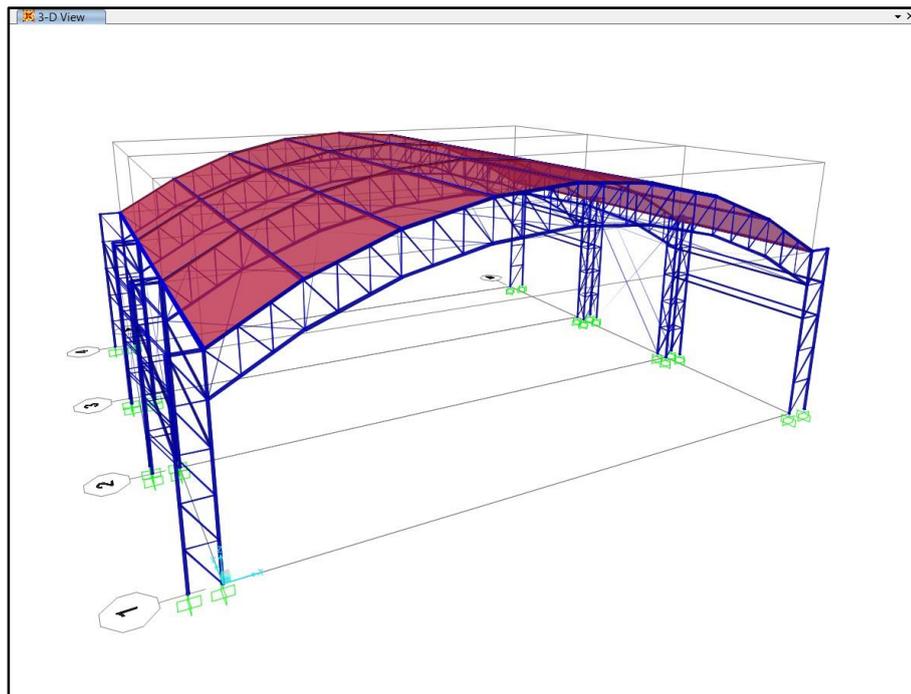
Demanda/capacidad eje yz del módulo tipo cercha 20x18 m



Nota. Sap 2000. Ratios D/C (2023).

Figura 65

Visualización 3d de la estructura metálica 20x18 m-cobertura tipo cercha



Nota. Sap 2000. Isométrico (2023).

4.2 Módulo II – Tipo Arco Parabólico.

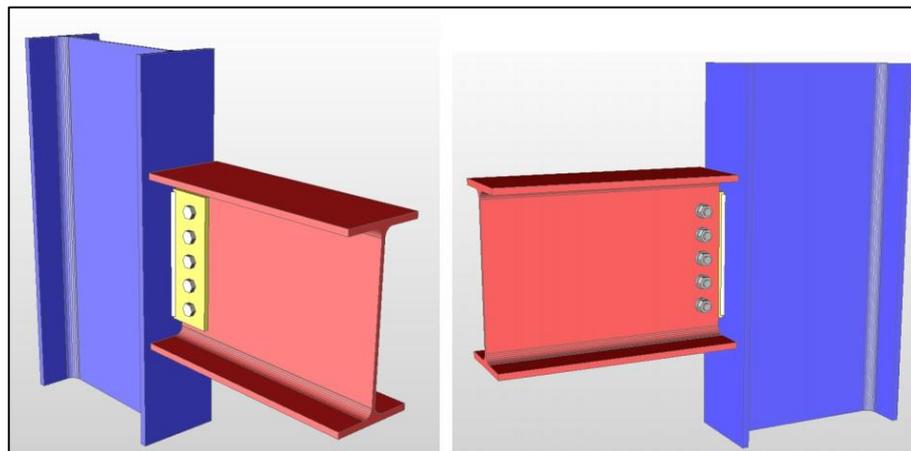
Para el Cálculo Estructural de la estructura tipo arco, se procedió al empleo de diagonales, correas superiores, correas de base, arcos superiores, arcos inferiores, viga metálica. Elementos de madera. Todo ello para darle estabilidad a la estructura. La presente cobertura cuenta con una luz de 20 m y una altura de 5.6 m, La distancia de elevación entre arcos en la parte más alta es de 1 m.

El predimensionamiento mostró que el uso de tensores en grandes luces no llegó a aportar mucho en la estabilidad, sin embargo, tensores en luces de 5m con conexiones especiales en elementos liberados a momentos tienen una efectividad muy buena, lo cual fue demostrado en la Modulo Tipo Cercha. Para esta sección emplearemos correas en una luz de 5m, pero con conexiones liberadas a momentos.

Son Conexiones a Corte (véase Figura 67), No empotradas, con este principio definido es que avanzamos con la estructuración.

Figura 66

Conexiones a Corte mediante empernado



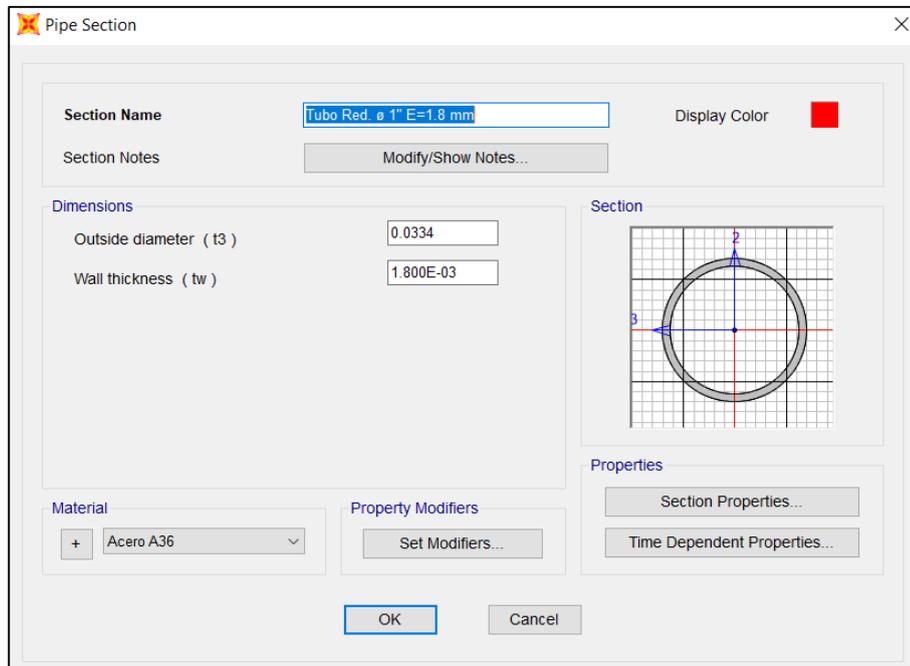
Nota. Extraído de Skyciv.com, Diseño de conexión a Corte.

Se procedió a realizar cálculo estructural con materiales de Acero siendo los usados en este proyecto de Investigación, Tubos Circulares de Espesores de 2 mm a 4 mm, Con los Diámetros de \varnothing 4",3" y 1", 1 1/2" también se utilizó Madera de \varnothing 3"x3" y 3"x4", Tubo Rec. 2"x6" e=3mm (véase Figura 68 hasta la Figura 76) para hacer más estable la cobertura.

En las siguientes figuras se Muestra los Diferentes Perfiles Agregados al Software Sap2000.

Figura 67

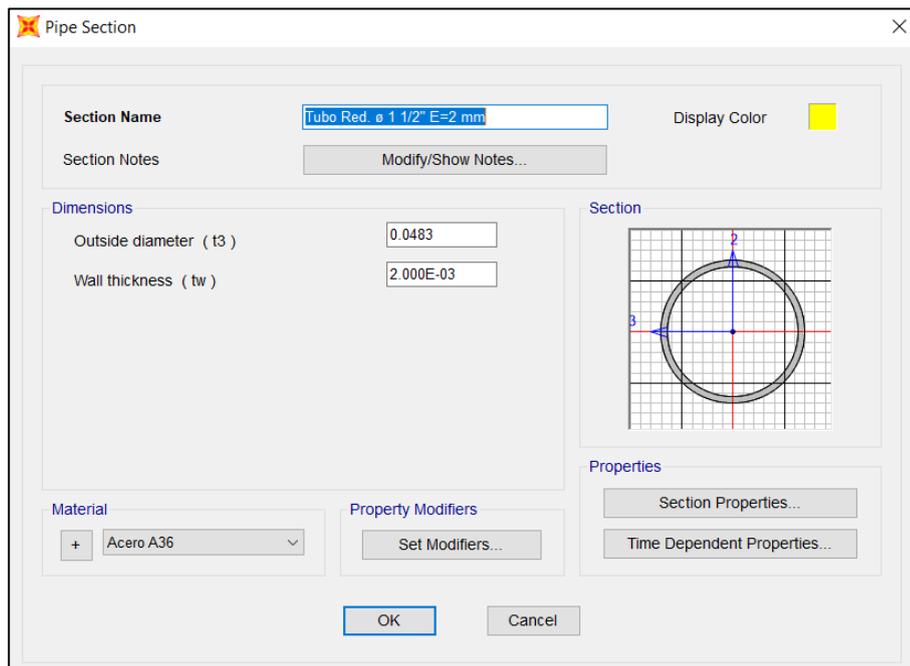
Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 1'' e=1.8\text{mm}$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 68

Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 1\ 1/2'' e=2\text{mm}$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 69

Asignación de elemento tubo circular ϕ 2" e=2.5mm - sap2000

Pipe Section

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside diameter (t3) :

Wall thickness (tw) :

Material

Property Modifiers

Section

Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 70

Asignación de elemento tubo circular ϕ 3" e=3mm - sap2000

Pipe Section

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside diameter (t3) :

Wall thickness (tw) :

Material

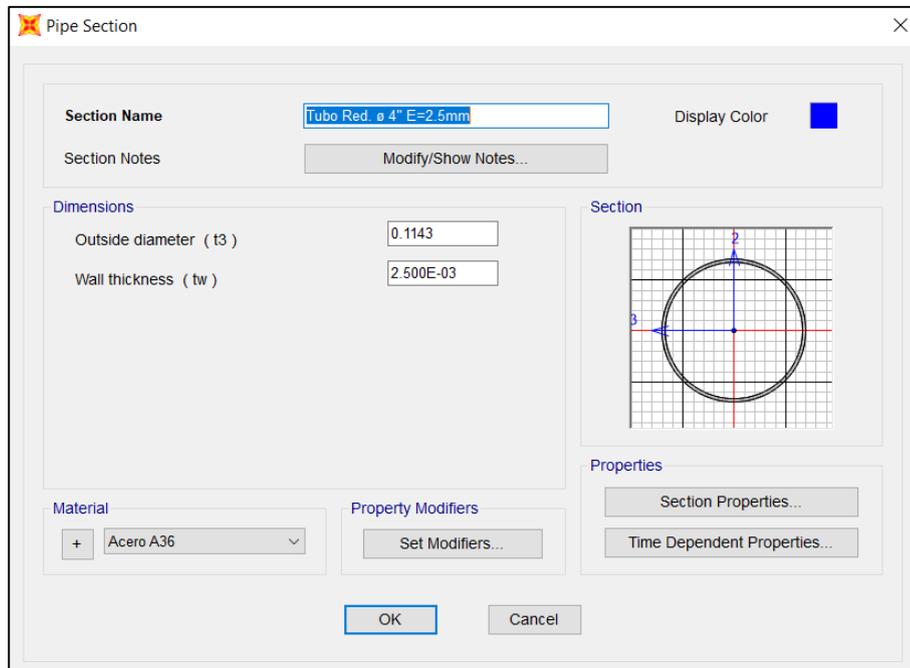
Property Modifiers

Section

Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 71

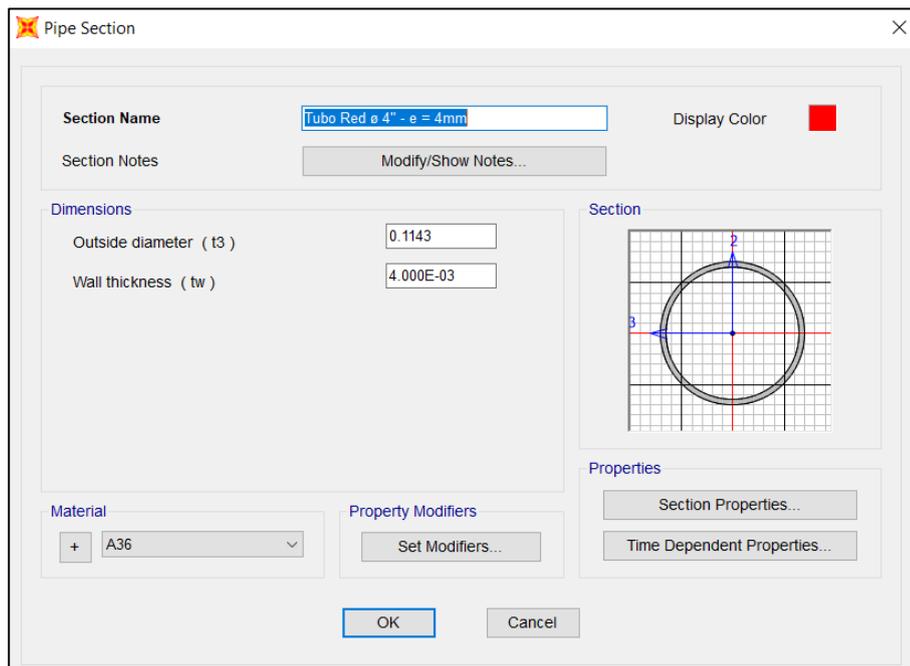
Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 4'' e=2.5\text{mm}$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 72

Asignación de elemento tubo circular $\varnothing 4'' e=4\text{mm}$ - sap2000



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 73

Asignación tubo rectangular 2"x6" e=3mm - sap2000

Tube Section

Section Name: Display Color: ■

Section Notes:

Dimensions

Outside depth (t3) :

Outside width (t2) :

Flange thickness (tf) :

Web thickness (tw) :

Section

Material:

Property Modifiers:

Properties:

Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 74

Asignación de Elemento Madera 3"x3" - SAP2000

Rectangular Section

Section Name: Display Color: ■

Section Notes:

Dimensions

Depth (t3) :

Width (t2) :

Section

Material:

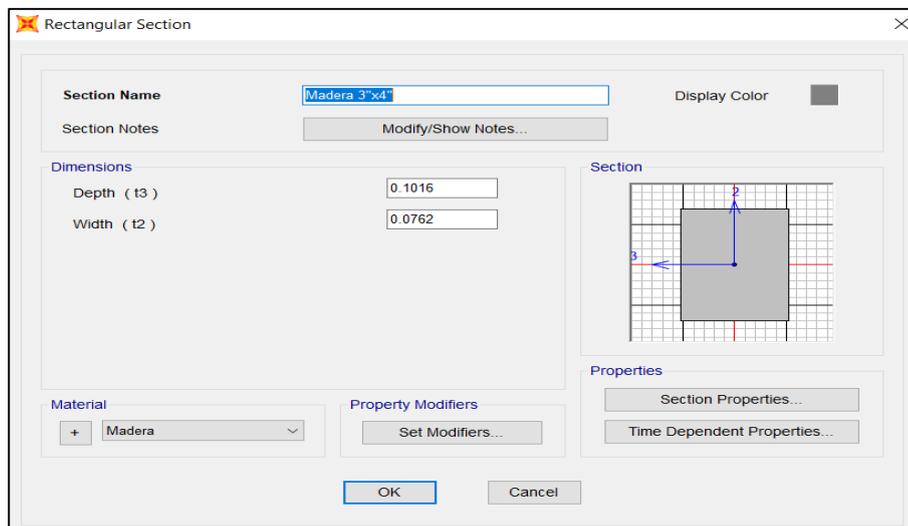
Property Modifiers:

Properties:

Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Figura 75

Asignación de elemento madera 3"x4" - sap2000

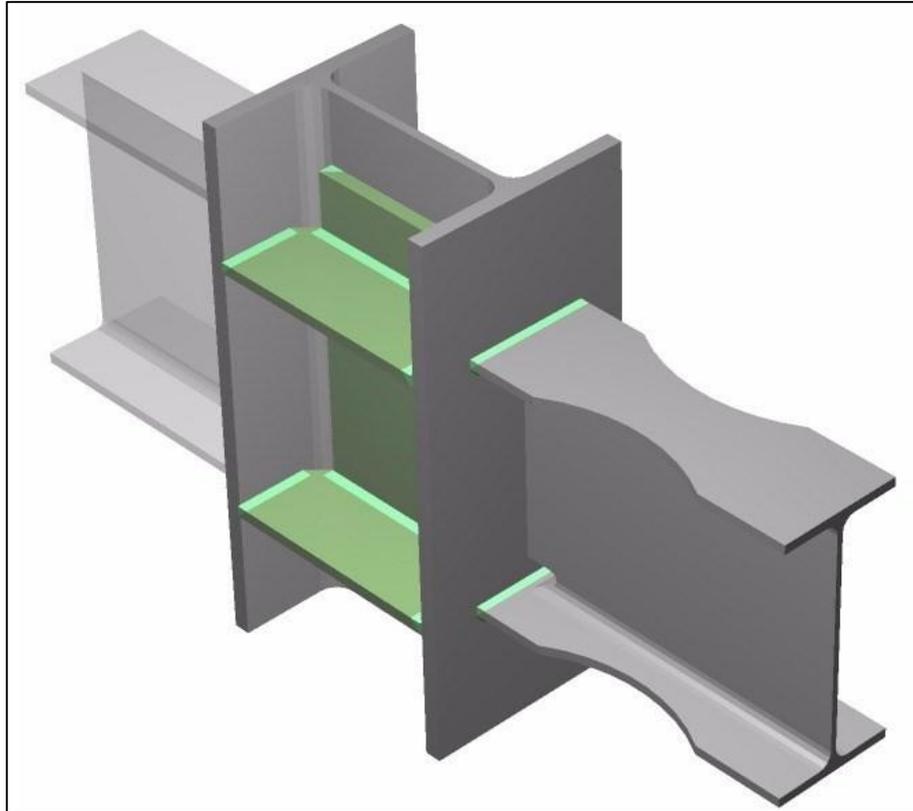


Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Frame Sections (2023).

Para la verificación de las Vigas Metálicas se muestra lo siguiente, al tener una luz de 20 m, el elemento que es un Tubo Rect. de 2"x6" con espesor de 3mm, según el análisis de Sap 2000. La Estructura fallaría al no tener una liberación de momentos cada 5 m, lo que daría inicio una investigación de diseño en conexiones, para vigas metálicas, se propone conexiones precalificadas a momentos, disponer de ciertos elementos estructurales que sean capaces de absorber la energía, que será transmitida por la acción sísmica, estos elementos son conocidos como *Elementos Fusibles*, se determinó ello porque, no necesariamente al liberar momentos en vigas significa que el elemento puede ser invulnerable hasta longitudes de $3H$, 3 veces la altura de la columna o pilar, ya que mientras más esbelto sea el elemento menor será su capacidad de resistencia en grandes luces. Se muestra una conexión precalificada para Vigas W (véase Figura 77), este mismo principio se tendría que aplicar en Vigas Circulares, para dar viabilidad a conexiones que funcionen como fusibles, la solución más convencional y efectiva actualmente daría uso de Diagonales Tipo Warren o Tipo Pratt, método aplicado ya desde los años 1848 con buenos resultados. Se muestra el análisis y la gran estabilidad que tiene la aplicación del uso de diagonales o también conocido como Método de Triangulación (véase Figura 78 hasta la Figura 81).

Figura 76

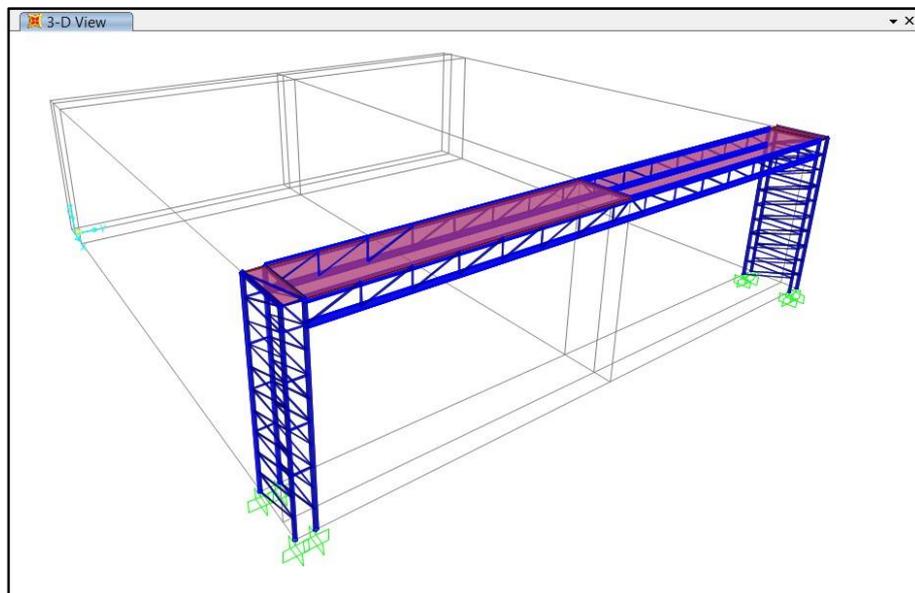
Conexión precalificada a momentos para vigas w



Nota. Extraído de Goratools.com, Diseño Conexión Precalificada RBS.

Figura 77

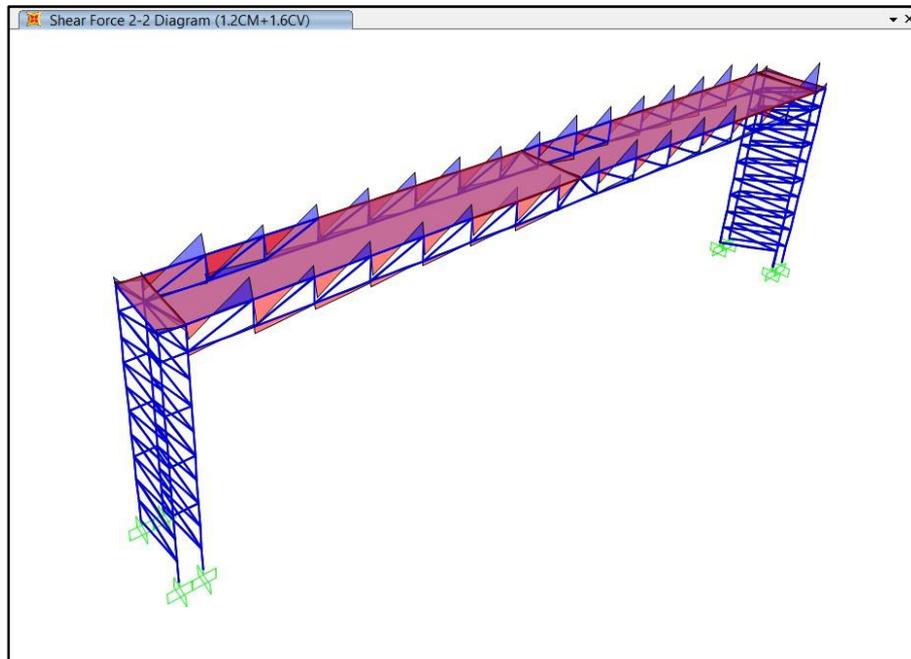
Viga metálica de 20 m-diagonales tipo pratt



Nota. Sap 2000, Viga de 20M-Cargada. Isométrico (2023).

Figura 78

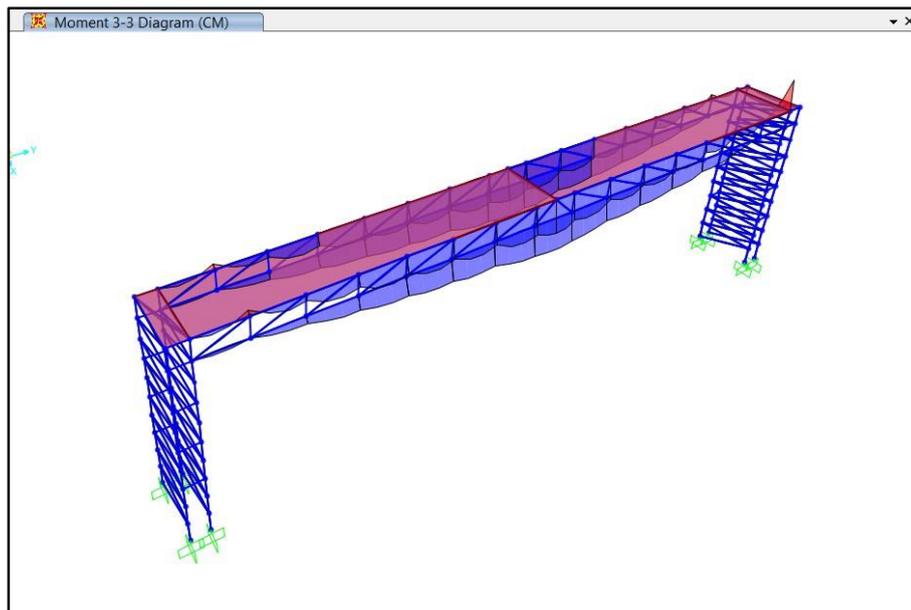
Viga metálica de 20 m-fuerza cortante



Nota. Sap 2000, viga de 20m-cargada. shear force 2-2 (2023).

Figura 79

Viga metálica de 20 m-momento flector



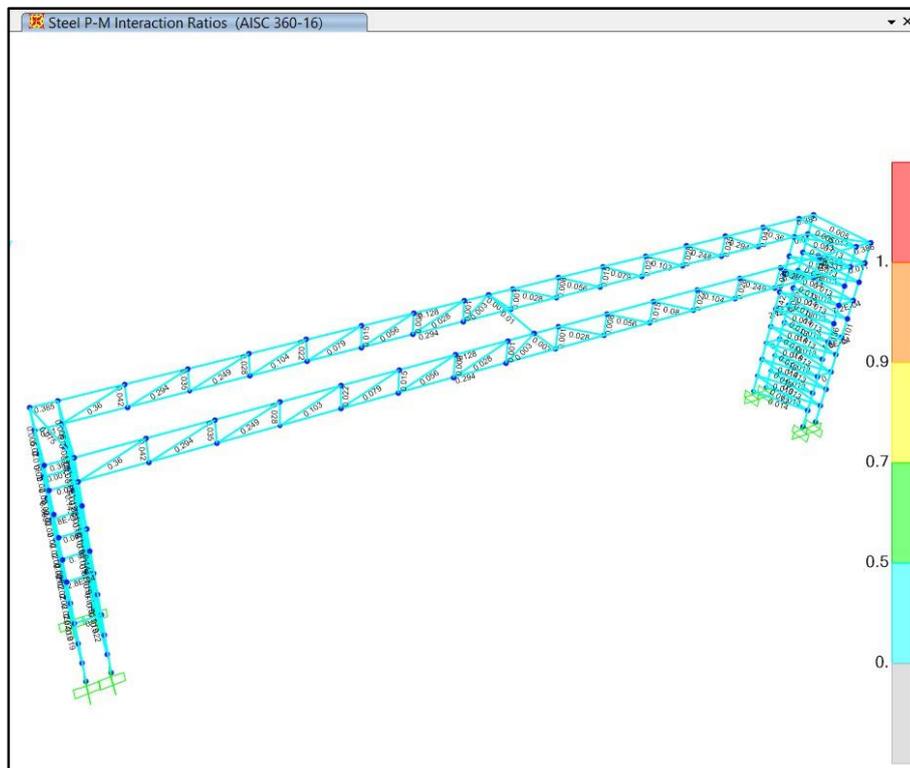
Nota. Sap 2000, Viga de 20M-Cargada. Moment 3-3 (2023).

Se muestra el análisis de elementos finitos, dando como resultado una muy buena estabilidad, con ratios de 30% en el Tubo Rect. de 2"x3" e=3mm, esto es así porque fue dividida en 15 secciones de arriostamiento.

La estructura utilizó diagonales de Tubo Circ. 1 1/2" e=2.5mm en segmentos de 0.50 a 1.30 m.

Figura 80

Viga metálica de 20m-análisis de elementos finitos



Nota. Sap 2000, Viga de 20M-Cargada. Moment 3-3 (2023).

Definido los materiales se hizo el armado de la estructura metálica, para tener pórticos, se utilizaron los arcos de Tubos Redondos de \varnothing 4" pulgadas con espesor de 4mm para el arco inferior y Tubos Redondos de \varnothing 2" con espesor de 2.5mm para el arco superior. La cobertura de estaría formada en su sentido EJE Y, por una viga metálica en su parte central superior, empleando las correas que unen los 2 pórticos, las correas consisten en Tubos Rectangular de 2"x6" con un Espesor de 3 mm. Para las diagonales en los pórticos se utilizaron Tubos Redondos de \varnothing 1", 1 1/2" con espesor de 1.8 a 2.5 mm. Para las diagonales de la viga metálica principal se utilizaron Tubos Redondos de \varnothing 1 1/2" con espesor de 2.5 mm y los extremos de la viga son tubos redondos de \varnothing 3" con espesor de 3 mm.

Se utilizó la Norma de Cargas E 0.20, para determinar las cargas fijas y variables que soportará la estructura, en este caso la categoría de Edificación sería para uso industrial. Entonces aplicando las cargas vivas se obtuvo una carga de 30kgf/cm². Según el apartado del artículo 7 en la presente norma, apartado 7.1 (véase Figura 82), Para cargas vivas en Techo. Esta edificación tendrá solo un nivel, ya que es un

invernadero y necesita su vínculo directamente con el suelo dado su necesidad y su función es cubrir grandes extensiones de terreno.

Para las Cargas Fijas (véase Tabla 12) también llamada Carga Muerta, se tendrá en cuenta los pesos que corresponden al Peso de Instalaciones, Peso de las Correas, Peso de Luminarias y Peso de la Cobertura. Los pórticos tienen un Ancho Tributario de 6 m. La estructura presenta 2 Pórticos.

Finalmente se presentan las imágenes extraídas del cálculo en el software, las próximas tablas también muestran la estimación de los valores que fueron utilizados para mencionado análisis.

Tabla 12

Cargas fijas dentro de la estructura, tipo arco parabólico 20x20 m

Carga permanente (cm)	
Peso policarbonato	3.00 kg/m ²
Peso de correas y luminarias	7.00 kg/m ²
Peso de instalación	10.00 kg/m ²
Total, de la carga	20.00 kg/m²

Nota. Estructura Metálica 20x18 M. Cargas Fijas y Variables (2023).

Figura 81

Cargas variables de la estructura, tipo arco parabólico 20x20 m

ARTÍCULO 7: CARGA VIVA DEL TECHO	
Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.	
7.1	Carga Viva.- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:
a)	Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m ²).
b)	Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m ²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m ²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m ²).
c)	Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m ²).
d)	Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m ²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.
e)	Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1
f)	Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0 kPa (100 kgf/m ²). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común ó público, en cuyo caso la sobrecarga de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/ m ²).
g)	El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada.
h)	Las zonas adyacentes a las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas que impidan su uso.
i)	Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo, el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasionen

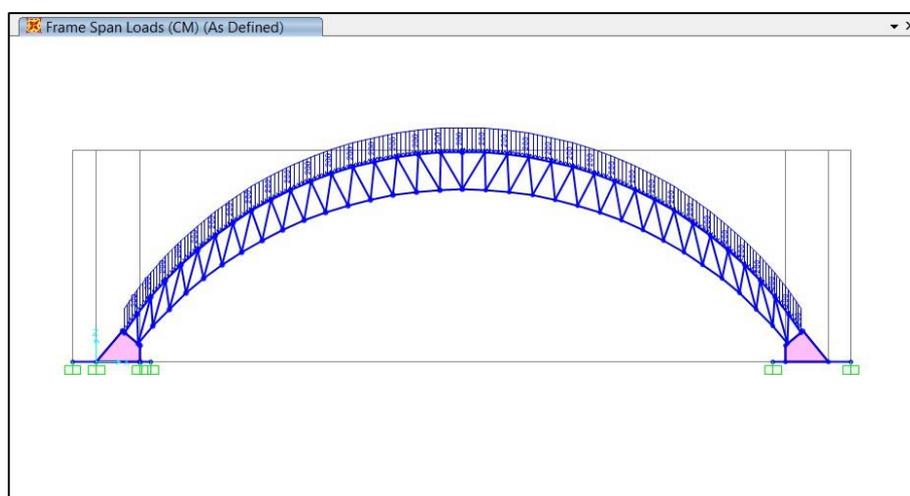
Nota. Artículo 7-7.1, NORMA E 0.20 (2020).

La Edificación tiene un Elevación de 5.6 m, Un ancho de 20 m y por el frente un largo de 20 m.

La finalidad de este predimensionamiento y aplicar las cargas fijas y variables (véase Figura 83 hasta la Figura 86), en un Módulo de 20x18 m o Módulos de 20x20 m, es para tener en cuenta la simplicidad y simetría, ya que la experiencia ha demostrado que mientras más irregularidades presenta una estructura, es más complicado evaluar y predecir su comportamiento ante Movimientos Sísmicos y Análisis Estático. Estos Módulos son replicables es por ello que su análisis en el área establecida, sea la correcta.

Figura 82

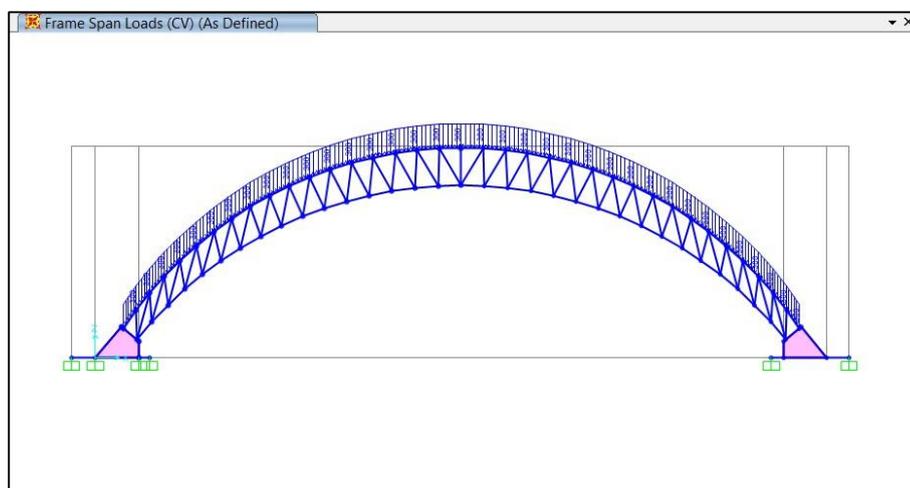
Cargas Variables Aplicado en la Cobertura – Tipo Arco Parabólico



Nota. Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M. Show Frame Loads (2023).

Figura 83

Cargas Variables Aplicado en la Cobertura – Tipo Arco Parabólico

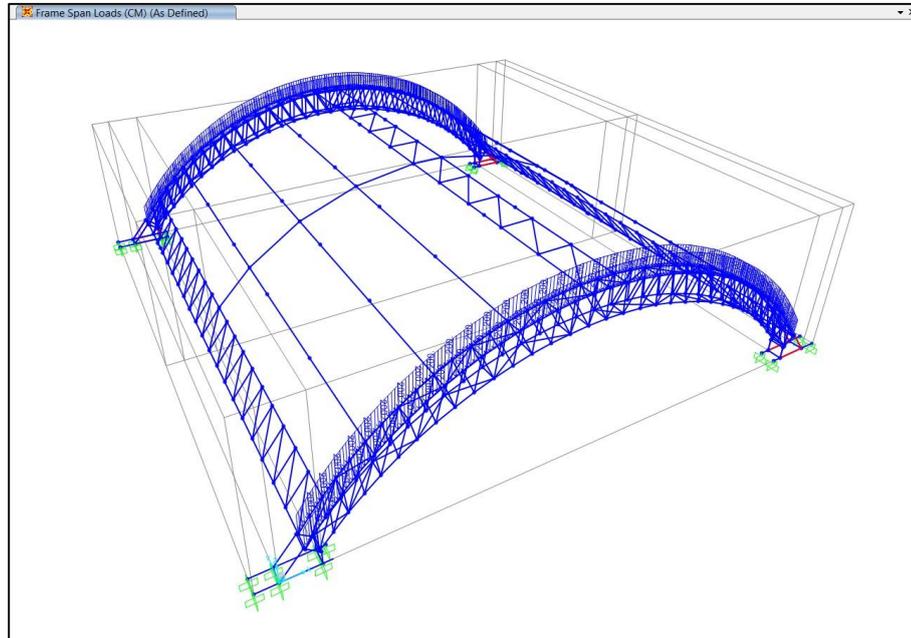


Nota. Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M. Show Frame Loads (2023).

Por tanto, las cargas aplicadas se pueden apreciar de la siguiente manera en los 2 pórticos de la Edificación. Carga Muerta igual a 200 Kg/m y Carga Viva igual a 300 Kg/m. El cálculo se obtuvo de acuerdo a un Ancho Tributáneo de 10 m.

Figura 84

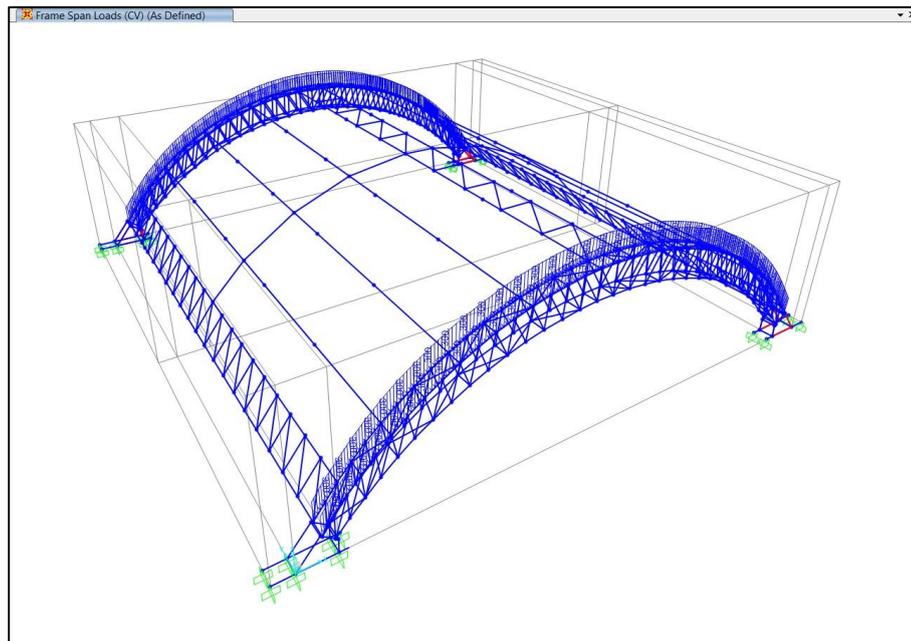
Cargas fijas en los pórticos de la estructura tipo arco parabólico 20x20 m



Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Show Frame Loads (2023).

Figura 85

Cargas variables en los pórticos de la estructura tipo arco parabólico 20x20 m

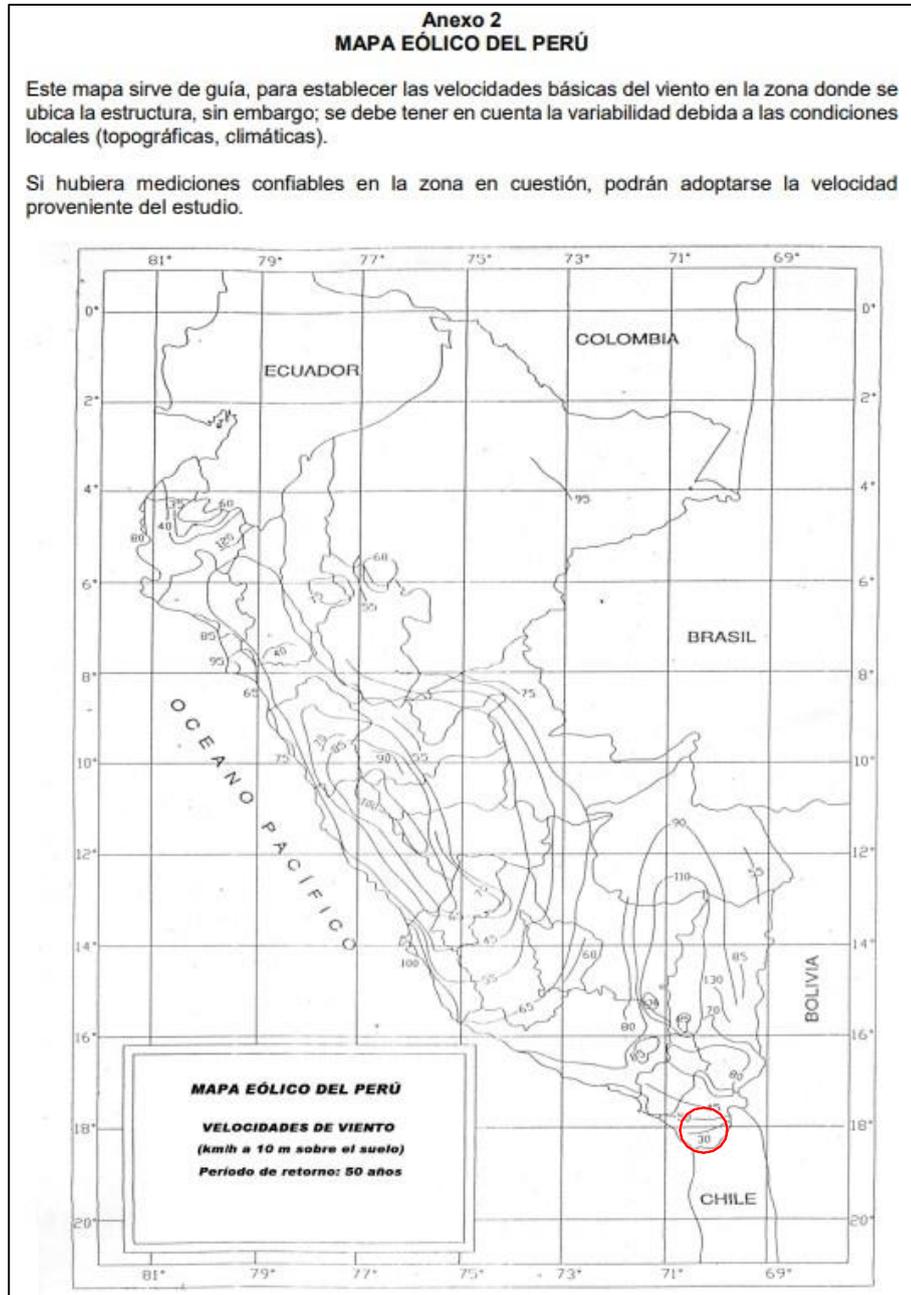


Nota. Extraído de Sap 2000, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Show Frame Loads (2023).

La Norma E 0.20 nos muestra un Mapa eólico (véase Figura 87) y unos procedimientos que tenemos que aplicar a edificaciones.

Figura 86

Mapa eólico del Perú y zona de muestra



Nota. Anexo 2. NORMA E 0.20, Pág. 29 (2020).

En cuanto a la construcción la presente norma también nos indica diferentes tipos de superficies y los factores de Barlovento y Sotavento.

Consiguientemente se aplicó las cargas de Viento (véase **Tabla 13**) esto es así ya que a ser materiales con algunas secciones esbeltas el viento puede tener una influencia importante, cuando tenemos elevadas alturas con elementos esbeltos el viento puede llegar a comandar en el diseño estructural. Sin embargo, para este módulo se tiene una altura máxima de 5.6 m. Siendo así de manera responsable se tiene conciencia de considerar alturas adecuadas para la estructuración. En este caso la estructura no presenta puntales por eso la altura es menor, ya que también al tener un arco muy pronunciado en la elevación traería un comportamiento no deseado sobre todo en la parte más alta del arco.

Tabla 13

Consideraciones para el Análisis en Carga de Viento

Variables en viento	
Altura	5.6 m
Pendiente promedio	Menor a 45°
Vh del mapa	30 Km/h
Vh	75 Km/h

Nota. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Cargas de Viento (2023).

Se tiene una Velocidad de Diseño de 75 Km/h (véase **Figura 88**), como la estructura no presenta una altura mayor a los 10 metros la norma nos obliga a tener en cuenta este valor. Asimismo, también se hizo el cálculo de la Vh donde nos dió un resultado de 66.02 Km/h. En su aplicación se tomó como predominante en viento la velocidad de 75 Km/h (véase **Tabla 14**).

Figura 87

Fórmula para el cálculo de velocidad de diseño en cargas de viento

12.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

donde:

V_h : velocidad de diseño en la altura h en Km/h
 V : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h
 h : altura sobre el terreno en metros

Nota. Artículo 12-12.3, Norma E 0.20 (2020).

Tabla 14*Estimación de velocidad de diseño para carga de viento*

Variables en viento		
Vh del cálculo	66.01804043 Km/h	Este Valor es el Calculado para usar según la norma Aclarado según $V_h = V(h/10)^{0.22}$.
Vh	75 Km/h	Este Valor es el Mínimo para usar según la norma para edificaciones de menor o igual altura de 10 metros.

Nota. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Cargas de Viento, NORMA E 0.20 (2020).

Es importante tener en cuenta la carga exterior de viento esta es afectada por el factor de forma de según el tipo de construcción la Norma E 0.20, nos muestra la siguiente fórmula para la aplicación de Cargas Exteriores (véase **Figura 89**) ejercidas por el Viento. Estas cargas que se consideran serán estáticas y se aplicarán de forma perpendicular a la superficie de acción. A comparación de la Estructura Tipo Cercha (estructura convencional), lo que se pretende es cubrir grandes luces optimizando en el uso de elementos acero y madera, por consiguiente, usar elementos que puedan generar estructuras mixtas con una demanda capacidad entre el 30 a 70%, si bien este trabajo no es sencillo, aporta en la estabilidad de cualquier estructura metálica.

Figura 88*Fórmula para el cálculo de cargas de viento*

12.4	CARGA EXTERIOR DE VIENTO
La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:	
$P_h = 0,005 C V_h^2$	
donde:	
P_h	: presión o succión del viento a una altura h en Kgf/m ²
C	: factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4
V_h	: velocidad de diseño a la altura h , en Km/h definida en el Artículo 12(12.3)

Nota. Artículo 12-12.4, Norma E 0.20 (2020).

En la Estructura Tipo Cercha Tendremos un Ángulo no mayor a 45° en lo que respecta a su cobertura. Los factores de Presión serán +- 0.8 para una acción de Barlovento y -0.5 para una acción de Sotavento (véase **Figura 90**).

Figura 89

Factores de Forma para Cargas de Viento

FACTORES DE FORMA (C) *		
CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3 -0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7 -0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas(planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Nota. Tabla 4, NORMA E 0.20 (2020).

Se aplicó las cargas según los factores de forma, estos se pueden apreciar de la siguiente manera. Recordando que se tiene un Ancho Tributáneo de 6 metros. Esto ayudará para el cálculo de directamente a los elementos (véase **Tabla 15**) de arcos para cobertura.

Tabla 15

Cálculo de cargas de viento

Construcción	En barlovento	En sotavento
Arcos	$0.005*(+0.8)*(75)^2$	$0.005*(-0.5)*(75)^2$
Ángulos menores a 45°	$0.005*(-0.8)*(75)^2$	$0.005*(-0.5)*(75)^2$
Valores (kgf/m ²)	+/- 22.50	-14.06

Nota. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Cargas de Viento, NORMA E 0.20 (2020).

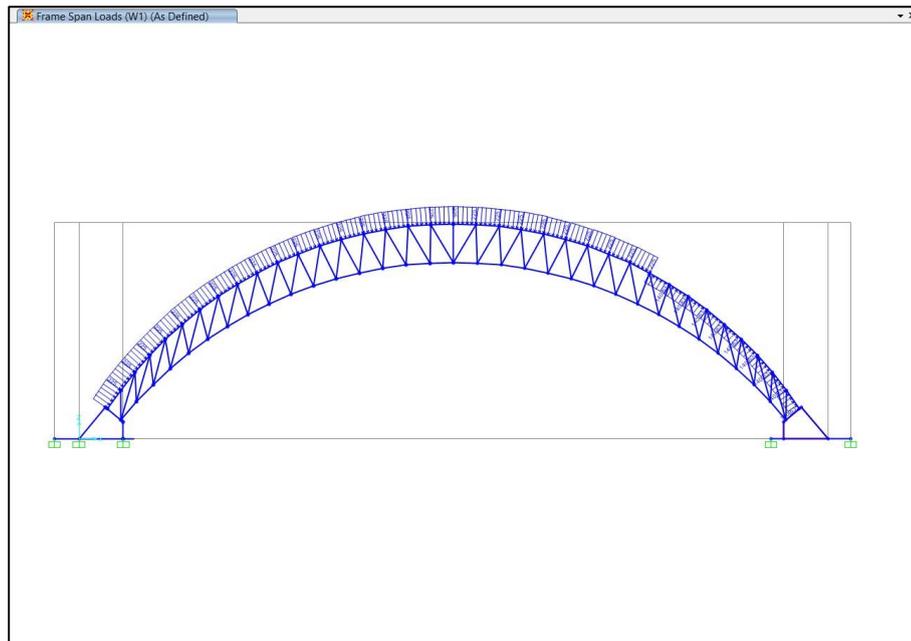
Las cargas aplicadas en los arcos tienen 2 casos (véase **Tabla 16**) según el factor de forma y estas serán las siguientes.

Tabla 16*Cargas de Viento en Metros Lineales*

Caso 1	+135 kgf/m	-84.38 kgf/m
Caso 2	-135 kgf/m	-84.38 kgf/m

Nota. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Cargas de Viento, NORMA E 0.20 (2020).

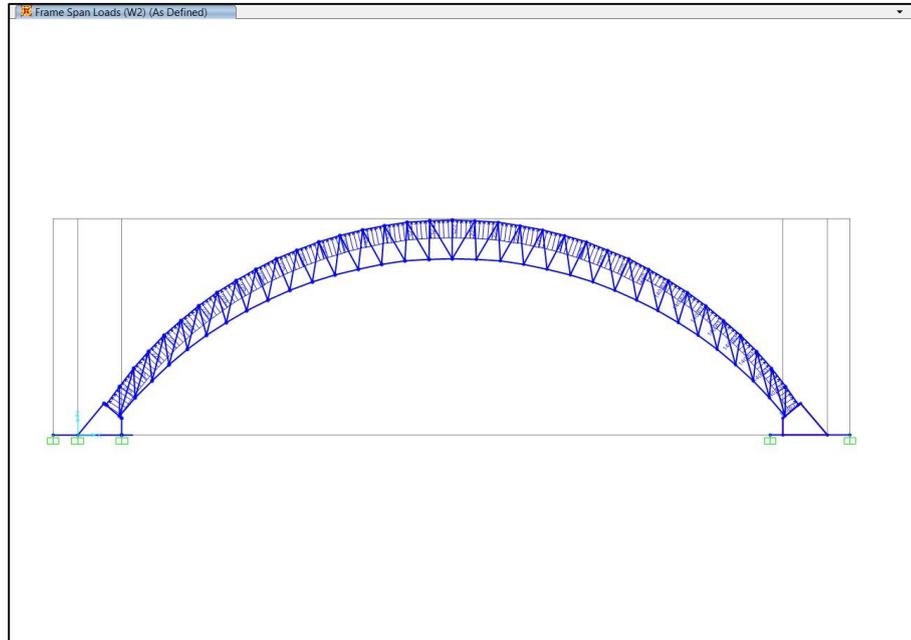
Estas se muestran de la siguiente manera, como presión y como succión y van directamente en el elemento pórtico (véase **Figura 91** hasta la **Figura 94**).

Figura 90*Cargas de viento aplicado a la cobertura tipo arco parabólico - caso 1*

Nota. Sap 2000. Cargas de Viento, Frame Loads (2023).

Figura 91

Cargas de viento aplicado a la cobertura tipo arco parabólico - caso 2

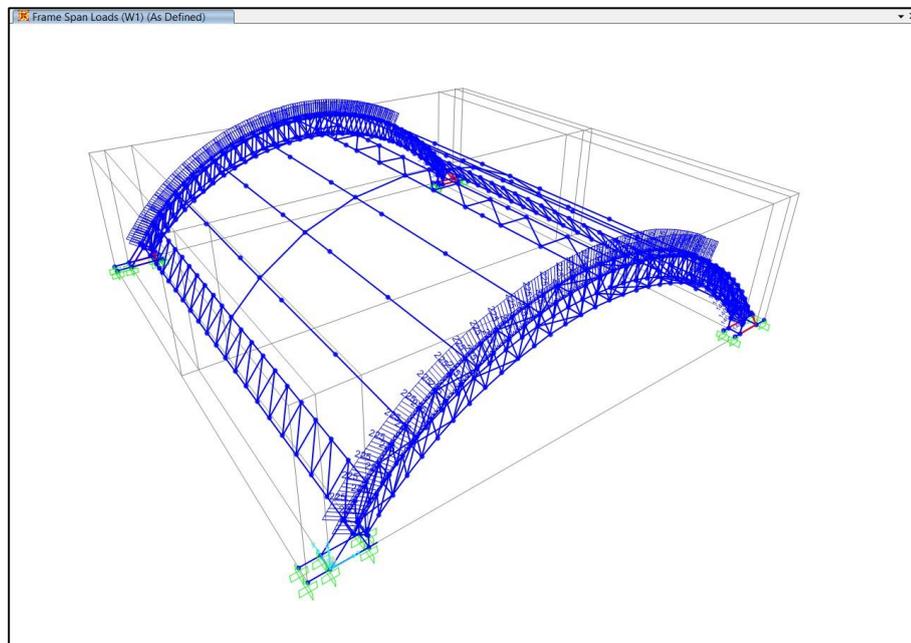


Nota. Sap 2000. Cargas de Viento, Frame Loads (2023).

En una vista 3D se puede apreciar de la siguiente manera. La carga es aplicada en los 3/4 de la longitud total del arco, es así de acuerdo a como se comporta el viento sobre la superficie, teniendo en cuenta que en la zona de mayor altura habrá mayor presión, esto es así ya que a mayor altura el viento ejerce una mayor fuerza.

Figura 92

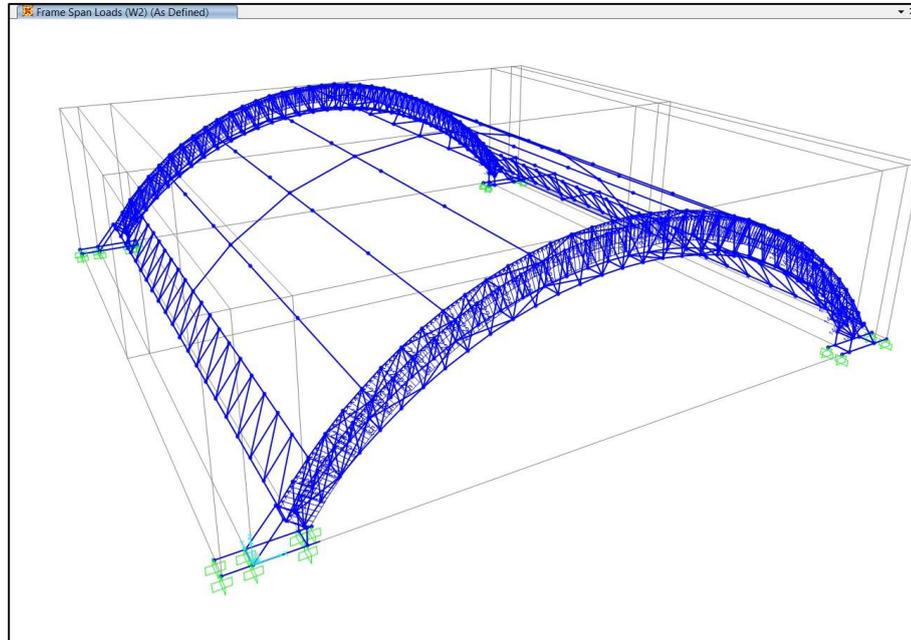
Cargas de viento en pórticos de la estructura tipo arco parabólico 20x20 m – caso 1



Nota. Sap 2000. Cargas de Viento, Frame Loads (2023).

Figura 93

Cargas de viento en pórticos de la estructura tipo arco parabólico 20x20 m – caso 2



Nota. Sap 2000. Cargas de Viento, Frame Loads (2023).

Ahora se tendrá que realizar en Control de Deflexiones para determinar que tanto es la influencia del Viento en la Estructura para así concluir que es estable por cargas de viento. En la Norma Peruana E 0.20 nos indica que el desplazamiento lateral será como máximo el 1% en relación a la altura de piso (véase **Figura 95**).

Figura 94

Desplazamientos laterales ocasionados por viento

CAPÍTULO 7 RIGIDEZ	
ARTÍCULO 23: METODO DE CÁLCULO	
El cálculo de las deformaciones de la estructura o de sus componentes será efectuado por métodos aceptados en ingeniería.	
ARTÍCULO 24: DESPLAZAMIENTOS LATERALES	
En edificaciones el máximo desplazamiento relativo entre pisos, causado por las fuerzas de viento, será del 1% de la altura del piso.	
En el caso de fuerzas de sismo el máximo desplazamiento será el indicado en los numerales pertinentes de la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.	
ARTÍCULO 25: FLECHAS	
25.1	Excepto en los casos expresamente cubiertos en las Normas propias de los diversos materiales estructurales, la flecha de cualquier elemento estructural no excederá los valores indicados en la Tabla 6, excepto cuando soporte paneles de vidrio en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 25(25.2).

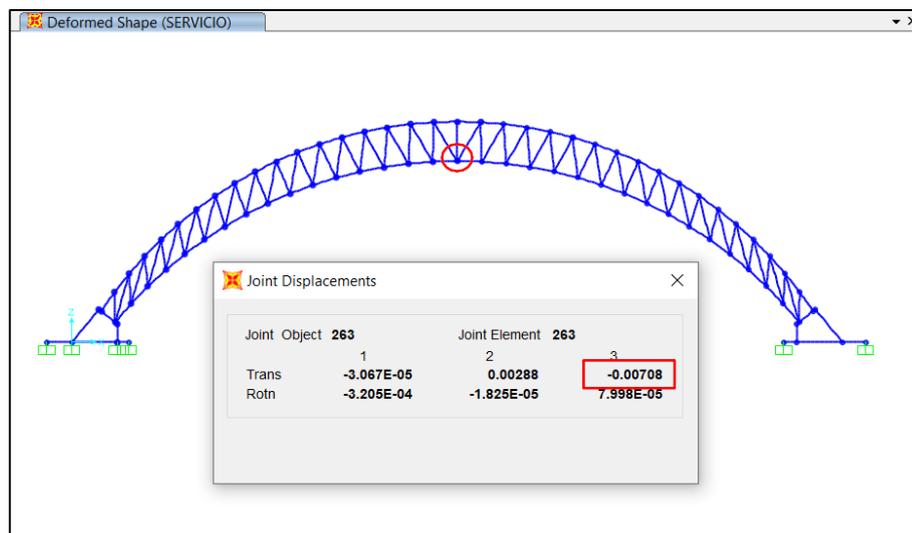
Nota. Extraído de Excel, Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Control de Deflexión, NORMA E 0.20 (2020).

Se analizó las deflexiones en las direcciones X, Y y Z.

Donde se obtuvo un Desplazamiento Vertical para el Eje Z (Deflexión) predominado por la carga de servicio de 0.00708 m, un Desplazamiento Lateral para el Eje X (Traslacional) predominado por el Sismo Estático X de 0.00814, Se presenta pandeo en las vigas laterales con desplazamiento en X y Z de 0.14391 m y 0.12105 m respectivamente ocasionado por el sismo en X (véase Figura 96 hasta la Figura 97) formando una flecha, para este suceso no supera el 1% de la luz de 20 m, que sería 0.20 m, esto sucede al tener una luz larga, pero su demanda capacidad compensa que el elemento será estable, recordar que el elemento de 20 m, estará seccionado en luces de 5 m para aplicar conexiones a corte liberando momentos, así poder reducir al mínimo, el pandeo y deflexión. Finalmente un desplazamiento lateral para el Eje Y predominado por el Sismo Estático Y de 0.01249 m.

Figura 95

Desplazamiento vertical – flecha por carga de servicio



Nota. Sap 2000. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Control de Desplazamientos (2023).

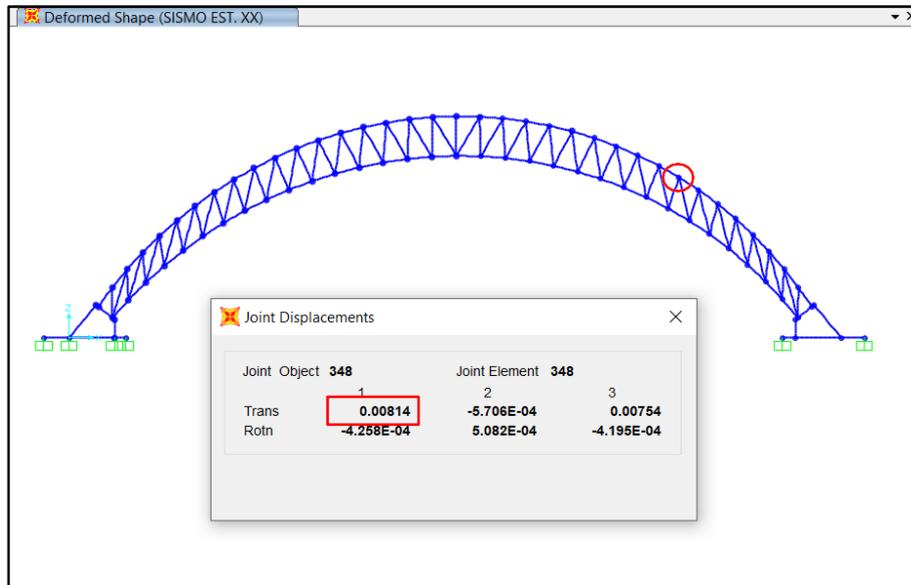
Para la aplicación del sismo tanto en la dirección X y la dirección Y se tomaron los parámetros que especifica en la Norma E 0.30, se muestra el cálculo para mencionados factores que serán necesarios para la aplicación del sismo tanto en X como en Y (véase Tabla 17).

Tabla 17*Factores para Sismo Estático Aplicado al Módulo*

Factores para sismo estático	
Zona	0,45
Uso	1,3
Suelo	1,05
C	2,5
Rx	4
Ry	4
Factor estático x	0,384
Factor estático y	0,384
Tp	0,6 s
Tl	2 s
h =	5,6 m
Ct =	45
t =	0,12 s

Nota. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Sismo Estático, NORMA E 0.30 (2020).

La Zona involucrada en Estudio se encuentra dentro de una zona sísmica según el mapa de Sismicidad esta se encuentra en la Pág. 12 de la Norma E 0.30, teniendo como factor el de la Zona 4 que corresponde al Coeficiente 0,45, para el factor de suelo se consideró un Suelo Intermedio S2, ya que la en el Distrito la Yarada los Palos se presenta ese tipo de Suelo pudiéndose encontrar hasta suelos blandos, se tomó como predominante el Suelo S2, Respecto al Uso será Industrial ya que un invernadero puede implantar nuevas tecnologías dentro y sobre sus ambientes. Ahora el Factor de Reducción Sísmica tendrá como consideración pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos, Sistema Estructural OMF, ya que los elementos estructurales y la conexiones tendrán una mínima capacidad de deformación inelástica. Esto es así porque tendremos en cuenta una relación de Capacidad de Elementos hasta un 70%, predominando elementos a 30% de su capacidad. Ya que usamos elementos Metálicos Redondos con espesores de 2.5mm, 3mm y 4mm.

Figura 96*Desplazamiento lateral - sismo x*

Nota. Sap 2000. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Control de Desplazamientos (2023).

Para el Sismo en Eje Y se obtuvo un Desplazamiento de 0,01249 m, ahora es importante que la Norma E 0.30 menciona que el desplazamiento para uso industrial es establecido por el Proyectista, pero en ningún caso es el doble del permitido que es 0,010 m para Estructuras Metálicas (véase Figura 98). Para este caso particular no supera el doble de ya que estamos dentro de margen 0,013 m. Esto es así porque se utilizaron elementos esbeltos en las diagonales lo cual proveen arriostramiento ligero pero importante, también se usó este criterio para hacer la estructura menos pesada así el sismo no tenga mucho predominio, y al cubrir grandes áreas al usar elementos más robustos, el costo sería mucho mayor.

Se presenta pandeo en las vigas laterales con desplazamiento en x de 0.12 m

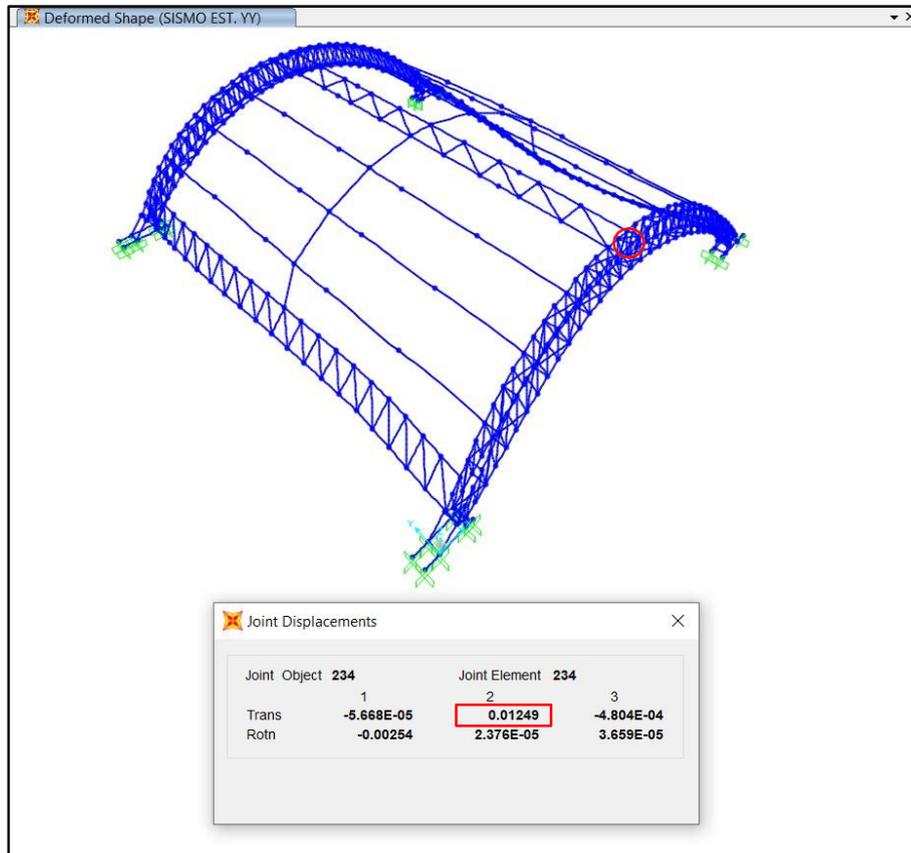
Ahora mostraremos las combinaciones de cargas (véase Figura 99) mencionado en la norma E 0.90 para estructuras metálicas, también se muestran los diagramas de fuerza axial, fuerza de corte y fuerzas de momento, ocasionado por la carga de servicio, el sismo y el viento (véase Figura 100 hasta la Figura 117).

Se Muestran los diagramas de Análisis de Elementos Finitos Para el Módulo II una demanda capacidad de elementos entre 65 a 85 % en arcos, 50 a 80 % en diagonales, considerando correas centrales que trabajan entre 50 a 80%, con una viga central superior entre 25 a 40% (véase Figura 118 hasta la Figura 120).

Se muestra la estructura en vista isométrica y en una vista desde la base, para apreciar la cobertura como tal con sus elementos (véase Figura 121 hasta la Figura 122).

Figura 97

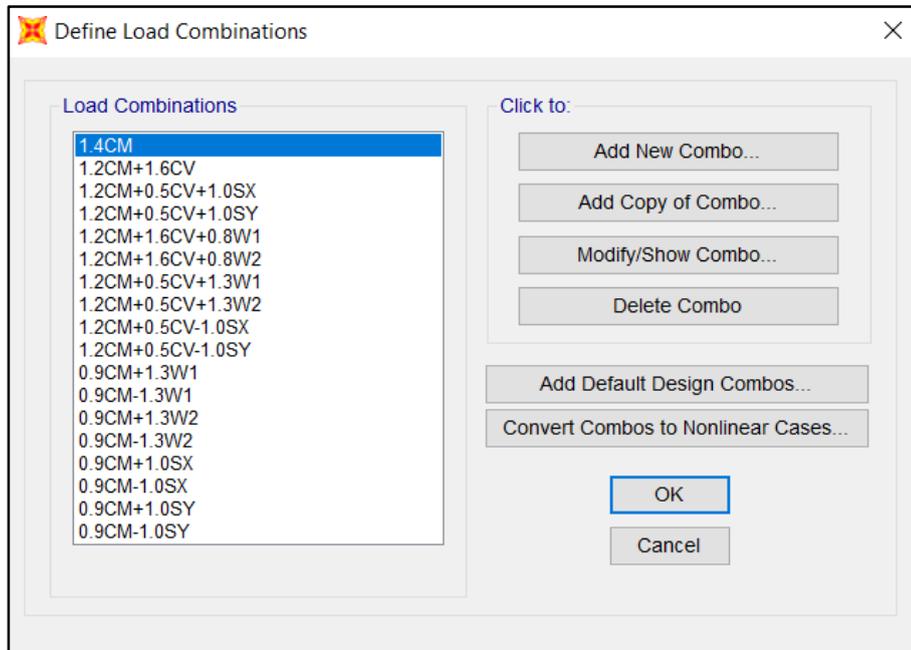
Desplazamiento Lateral – Sismo Y



Nota. Sap 2000. Estructura Metálica 20x20 M-Cobertura Tipo Arco Parabólico. Control de Desplazamientos (2023).

Figura 98

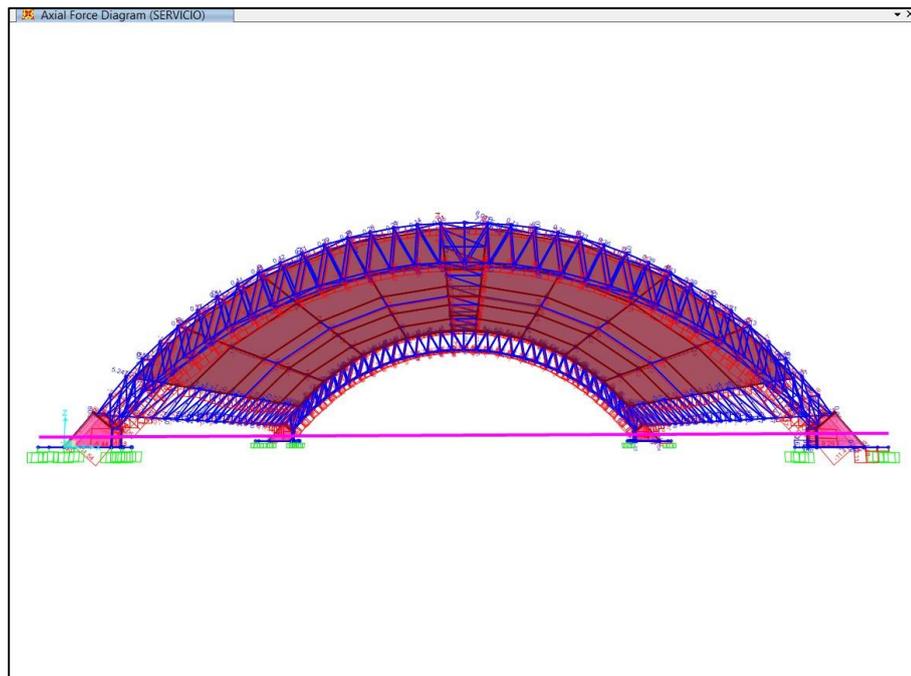
Aplicación de las Combinaciones de Carga Según la Norma E.90 en el Módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico.
Load Combinations, Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 99

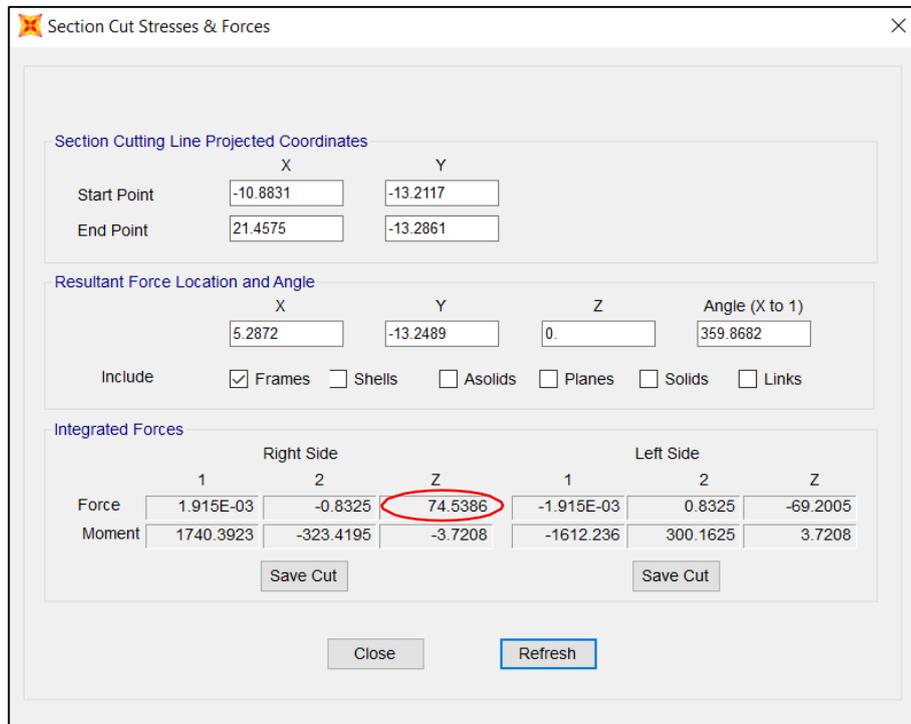
Diagramas de fuerza axial servicio – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico.
Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 100

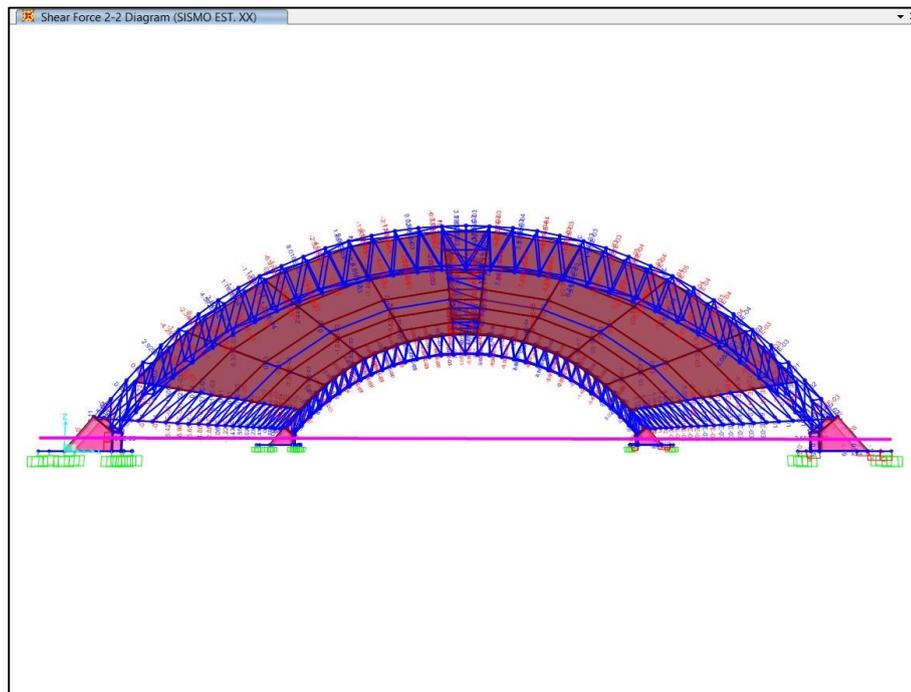
Resultados de carga axial servicio – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 101

Diagramas de fuerza cortante x sismo x – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 102

Resultados de fuerza cortante x sismo x – módulo II

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-10.8825	-13.2004
End Point	21.5162	-13.1981

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	5.3168	-13.1993	0.	4.002E-03

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	-22.7303	-0.0771	-1.145E-12	22.7303	0.0771	1.147E-12
Moment	5.060E-03	-89.4528	534.7787	-5.060E-03	89.4528	-534.7787

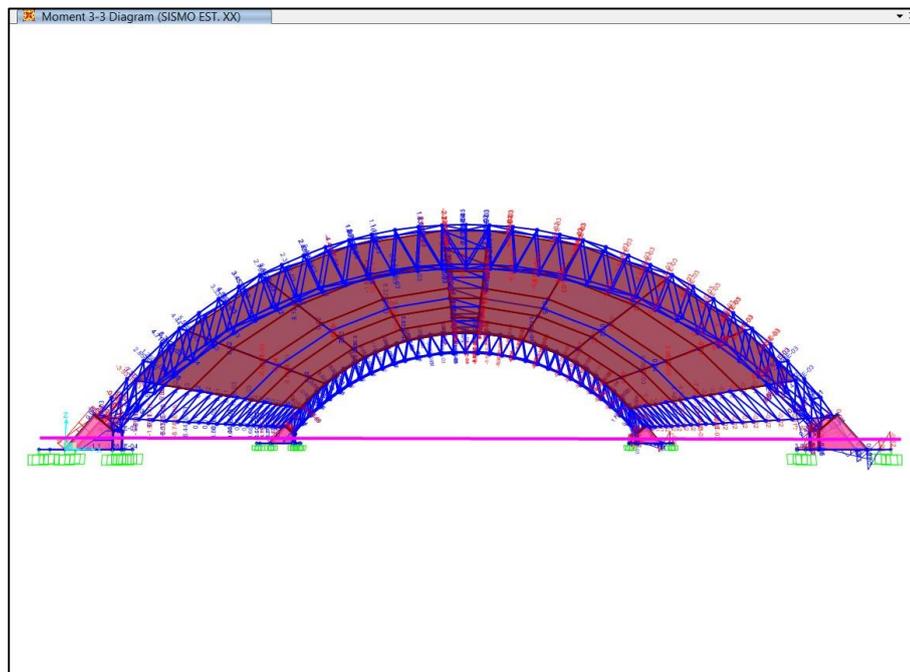
Save Cut Save Cut

Close Refresh

Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 103

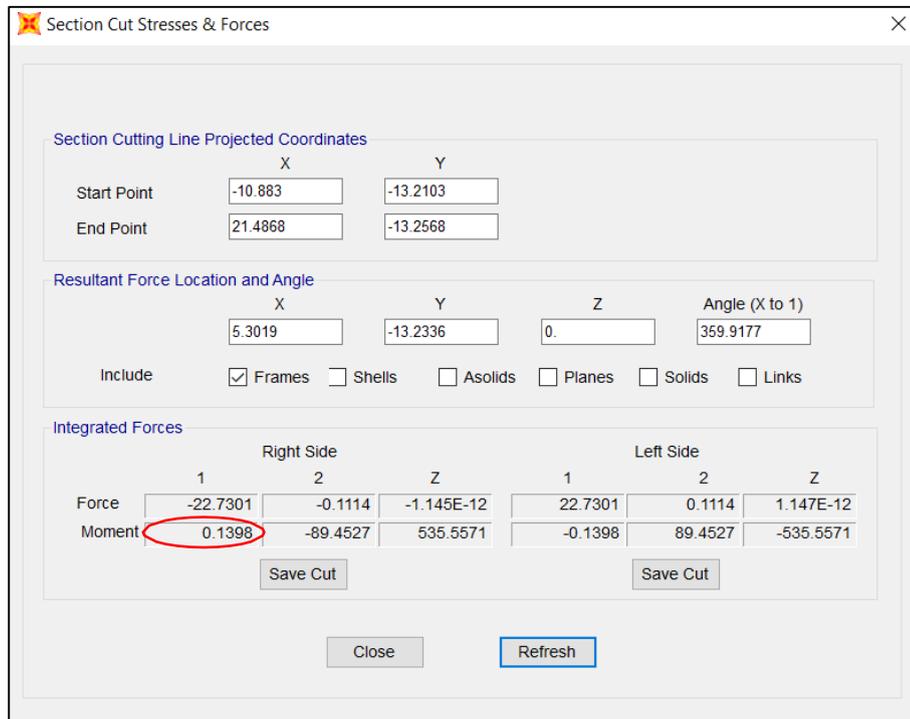
Diagramas de momento flector x sismo x – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 104

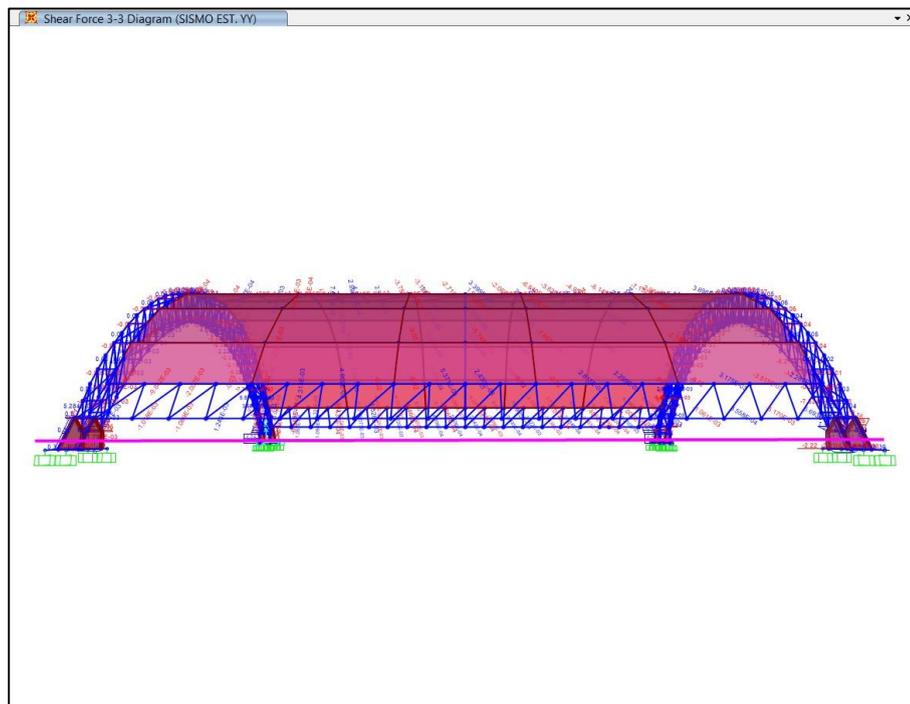
Resultados de momento flector x sismo x – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 105

Diagramas de fuerza cortante y sismo y – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 106

Resultados de fuerza cortante y sismo y – módulo II

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-11.1346	-13.3155
End Point	20.9359	-13.2622

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	4.9006	-13.2888	0.	0.0953

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	-0.0272	-16.3304	1.114E-13	0.0272	16.3304	-1.078E-13
Moment	98.5408	-0.1639	-89.2044	-98.5408	0.1639	89.2044

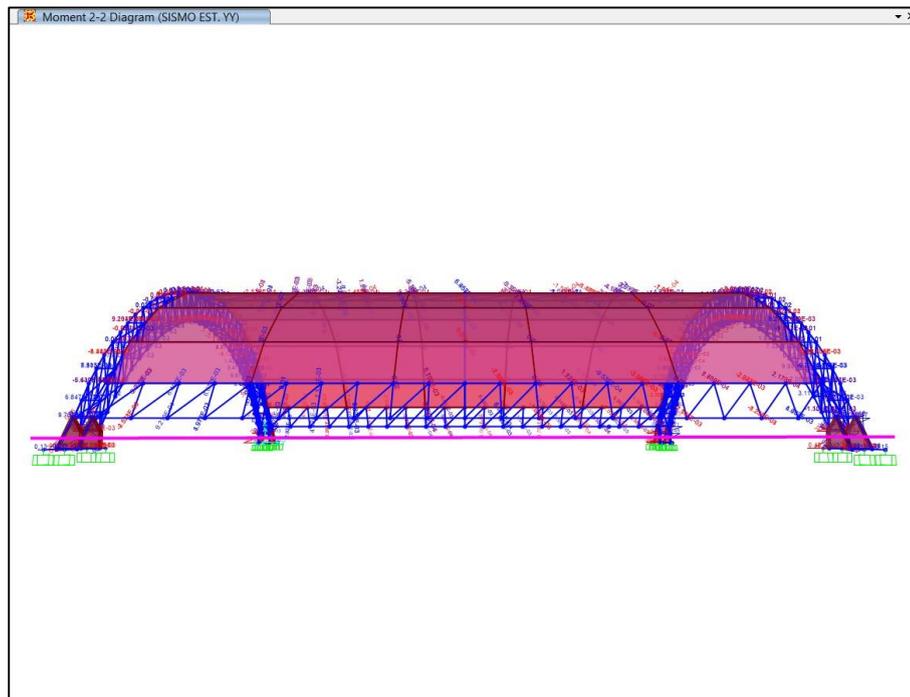
Save Cut Save Cut

Close Refresh

Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 107

Diagramas de momento flector y sismo y – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 108

Resultados de momento flector y sismo y – módulo II

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-11.252	-13.2275
End Point	21.3108	-13.1688

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	5.0294	-13.1981	0.	0.1032

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	-0.0294	-16.3304	1.114E-13	0.0294	16.3304	-1.078E-13
Moment	98.5407	-0.1775	-87.1011	-98.5407	0.1775	87.1011

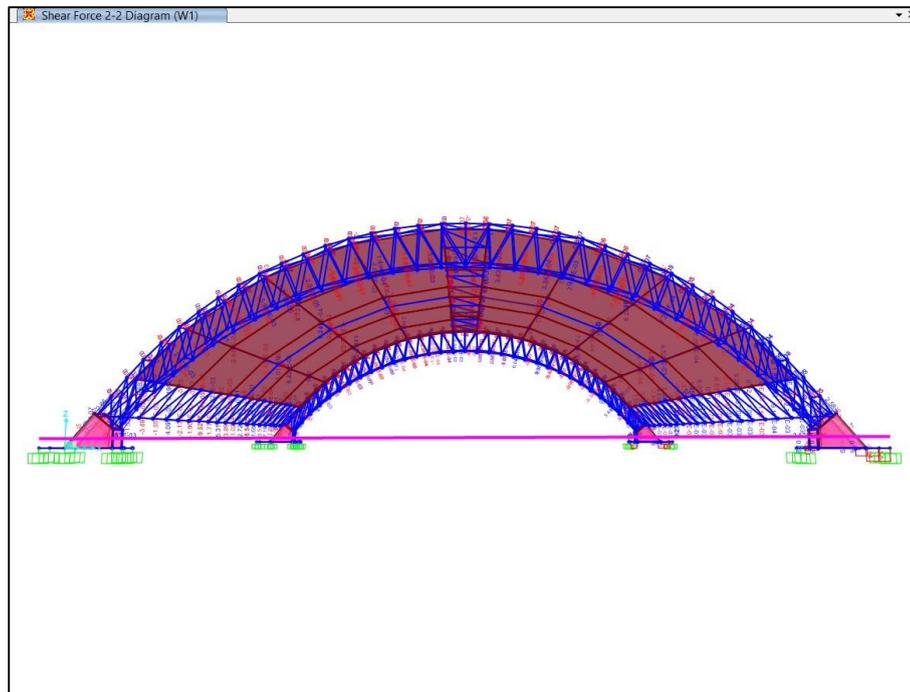
Save Cut Save Cut

Close Refresh

Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 109

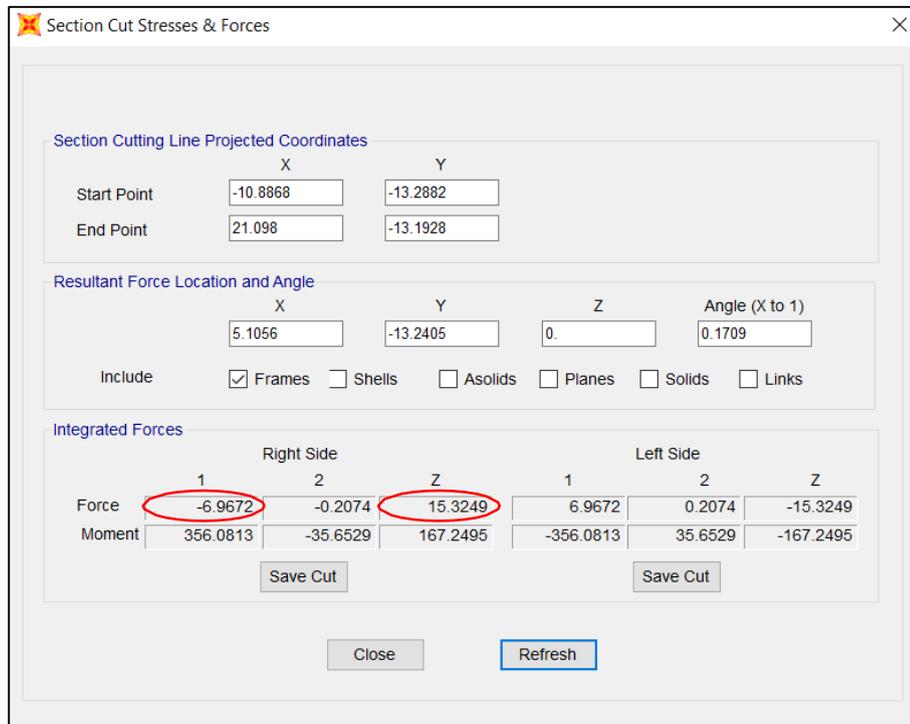
Diagramas de corte x y z caso w1 – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 110

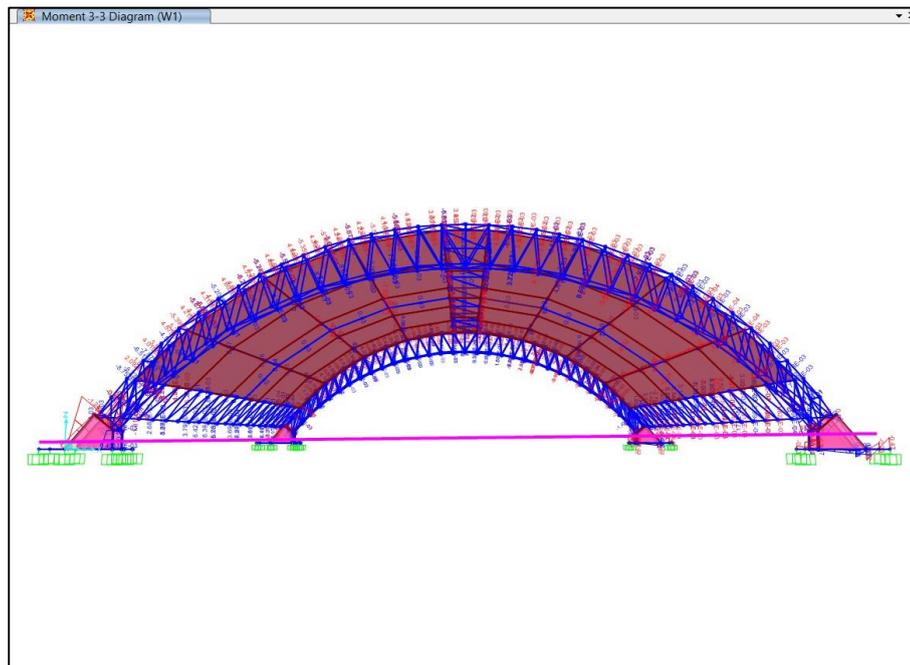
Resultados de corte x y z caso w1 – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 111

Diagramas de momento flector x y z caso w1 – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 112

Resultados de momento flector x y z caso w1 – módulo II

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-10.8902	-13.3595
End Point	20.6068	-13.0515

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	4.8583	-13.2055	0.	0.5603

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	-6.9685	-0.1601	15.3249	6.9685	0.1601	-15.3249
Moment	355.2574	-41.8565	166.9492	-355.2574	41.8565	-166.9492

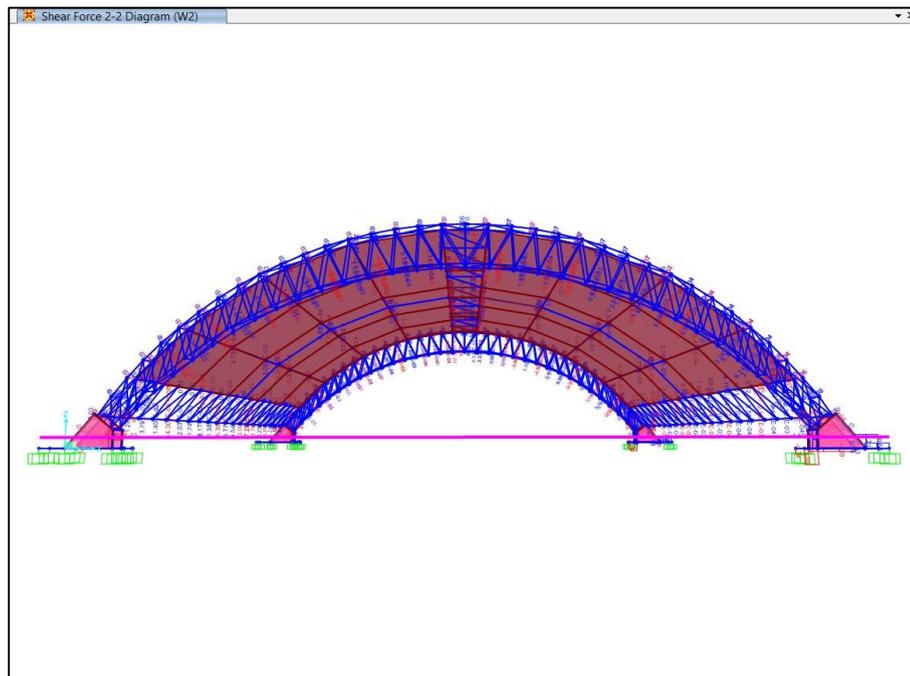
Save Cut Save Cut

Close Refresh

Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 113

Diagramas de corte x y z caso w2 – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 114

Resultados de corte x y z caso w2 – módulo II

Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line Projected Coordinates

	X	Y
Start Point	-10.8841	-13.2339
End Point	21.0986	-13.2041

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	5.1072	-13.219	0.	0.0533

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	1.608	0.3082	-21.3829	-1.608	-0.3082	21.3829
Moment	-496.4433	90.5208	-37.4492	496.4433	-90.5208	37.4492

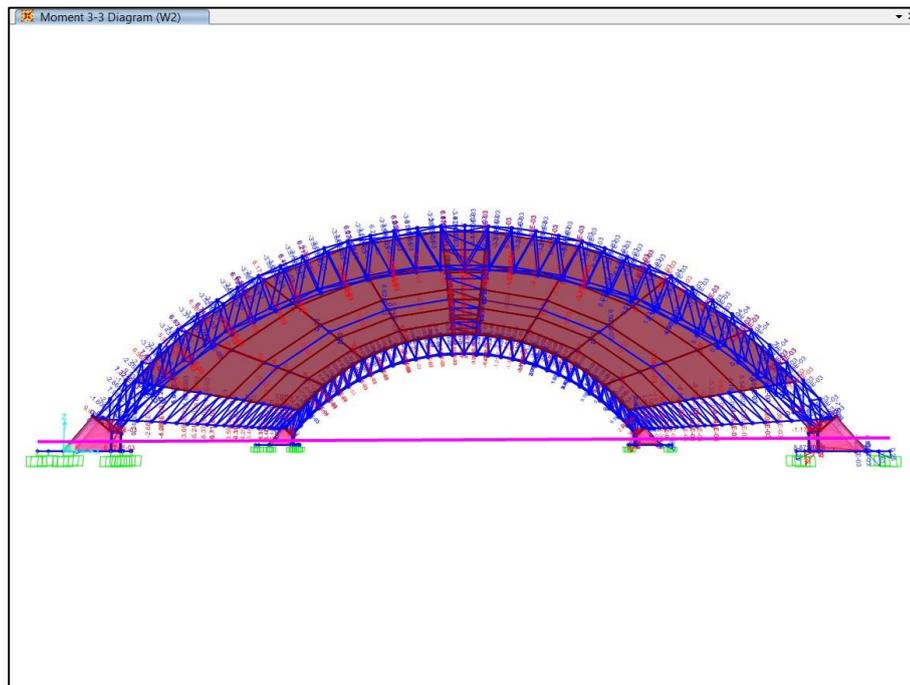
Save Cut Save Cut

Close Refresh

Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 115

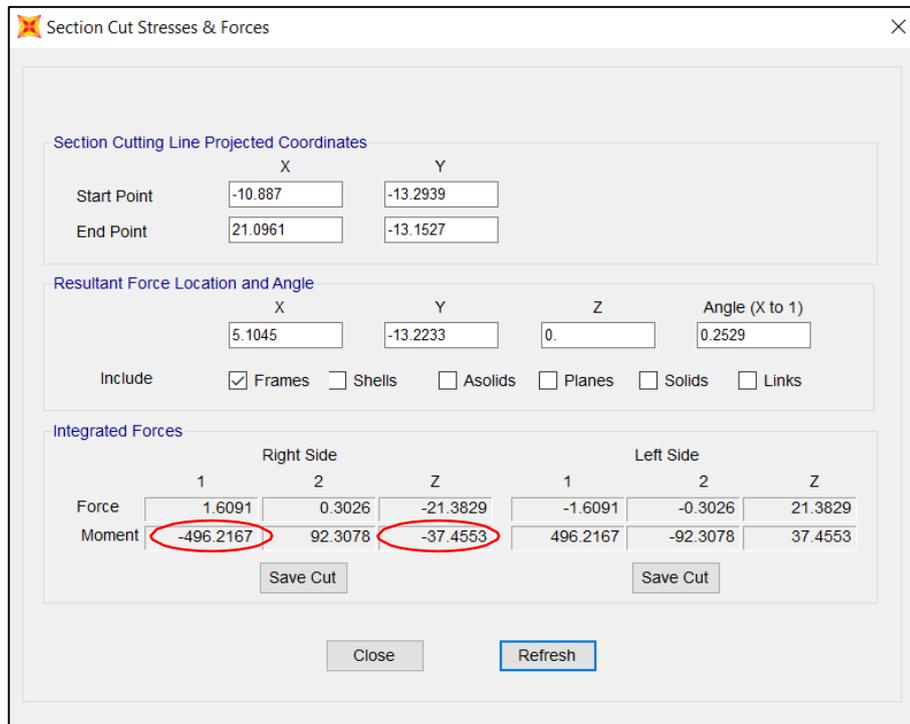
Diagramas de momento flector x y z caso w2 – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 116

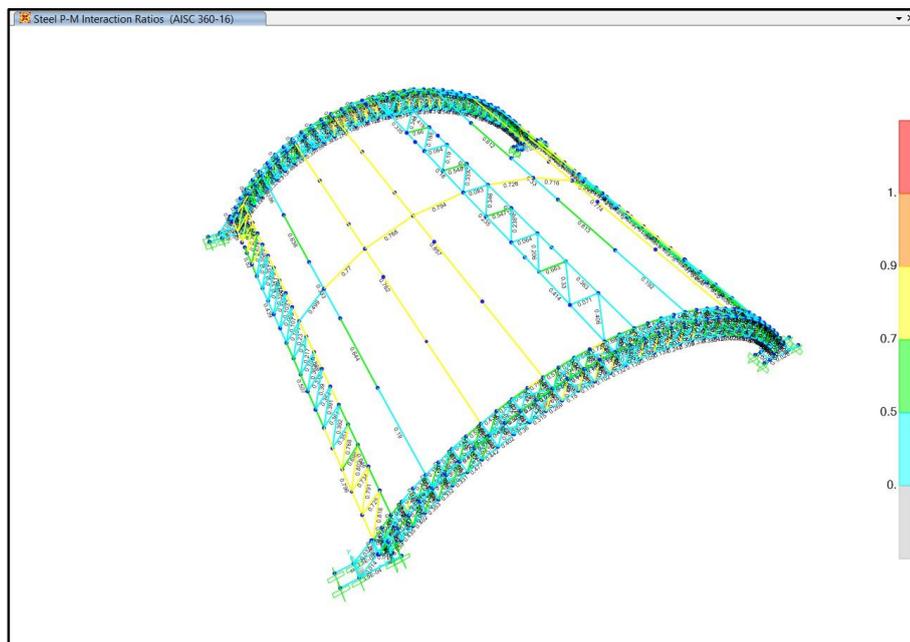
Resultados de momento flector x y z caso w2 – módulo II



Nota. Estructura Metálica 20x20 M, Cobertura Tipo Arco Parabólico. Modelado Sap 2000 (2023).

Figura 117

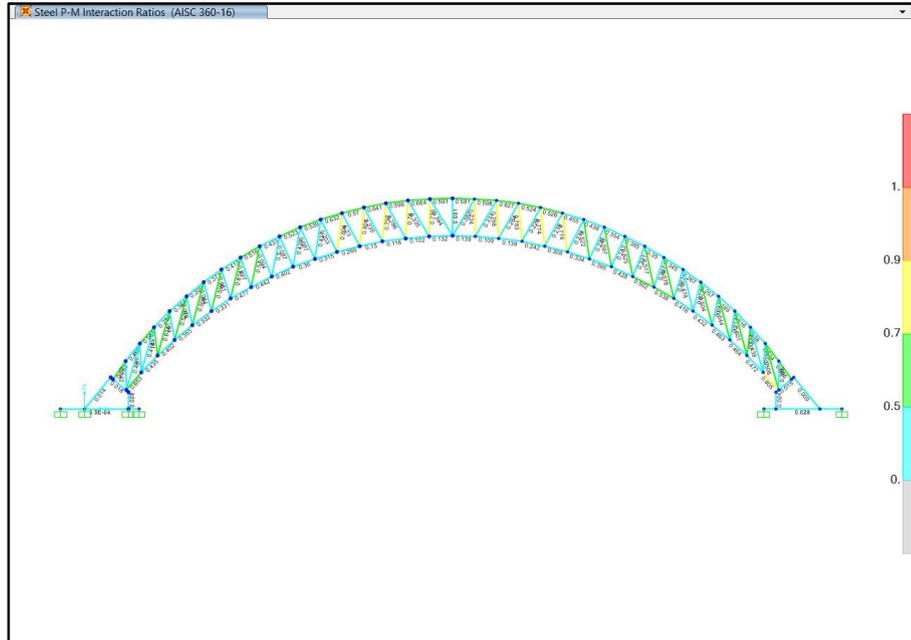
Demanda/capacidad del módulo tipo arco 20x20 m



Nota. Sap 2000. Ratios D/C (2023).

Figura 118

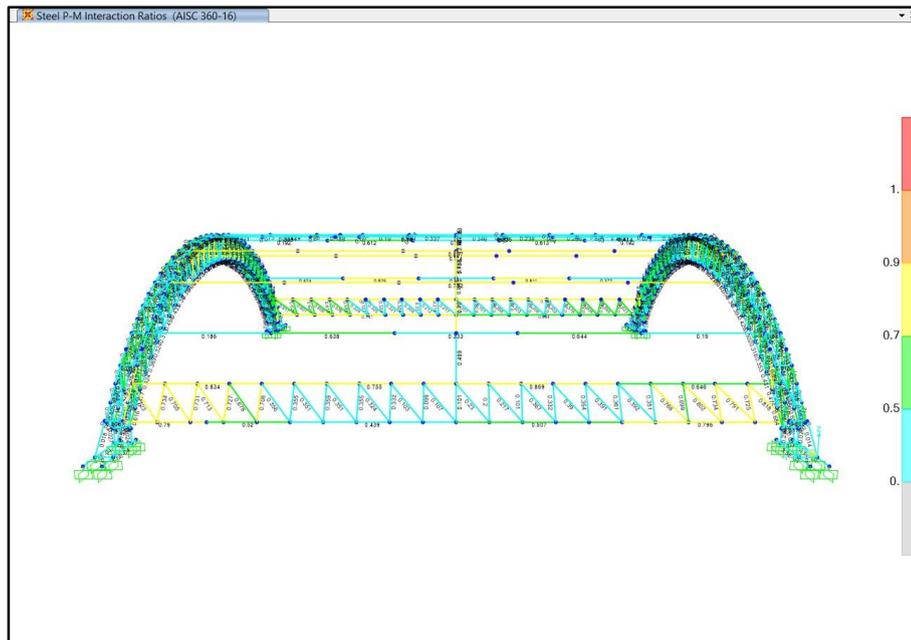
Demanda/capacidad eje xz del módulo tipo arco 20x20 m



Nota. Sap 2000. Ratios D/C (2023).

Figura 119

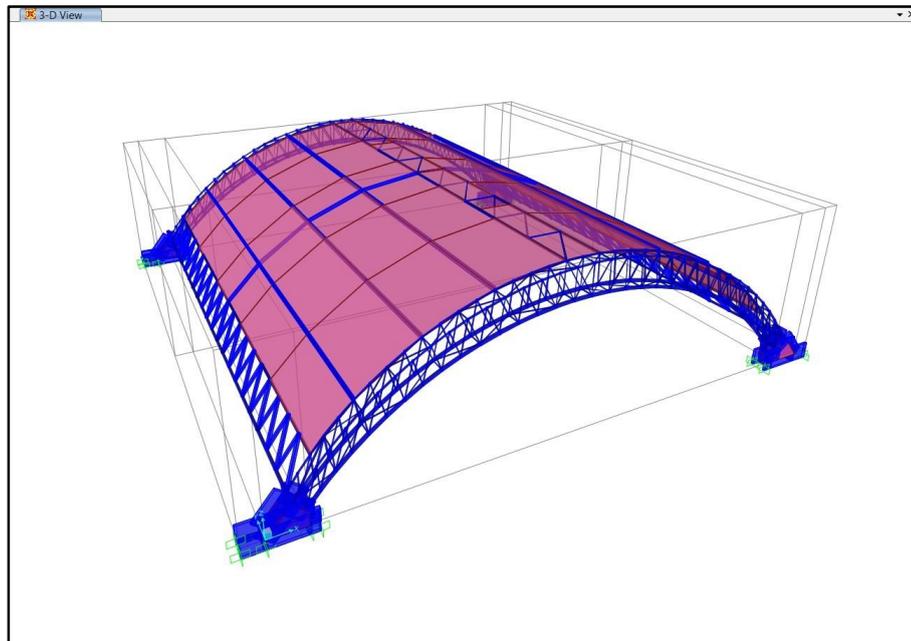
Demanda/capacidad eje yz del módulo tipo arco 20x20 m



Nota. Sap 2000. Ratios D/C (2023).

Figura 120

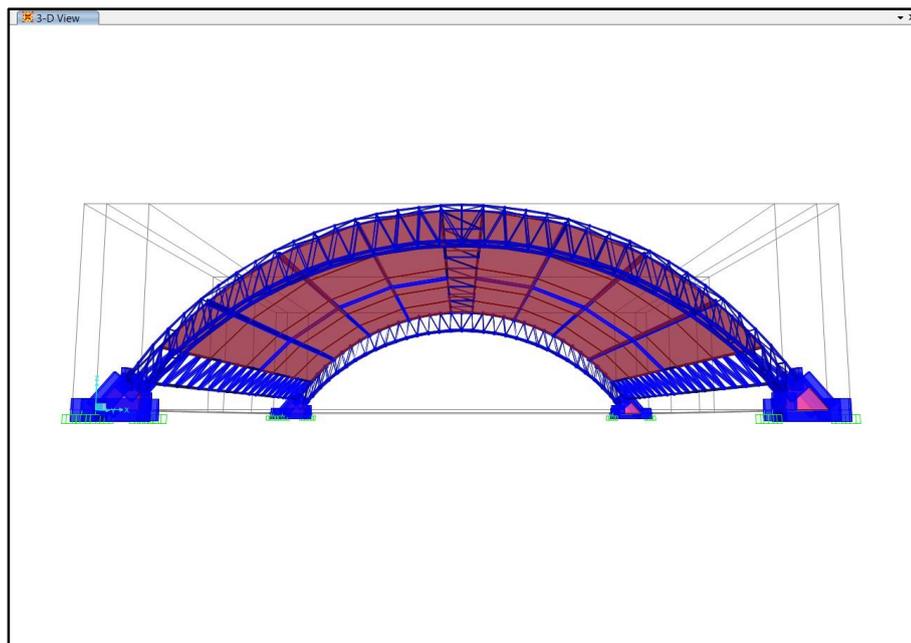
Visualización 3d de la estructura metálica 20x20 m-cobertura tipo arco parabólico



Nota. Sap 2000. Isométrico (2023).

Figura 121

Visualización 3d estructura metálica 20x20 m-cobertura tipo arco parabólico, vista de base



Nota. Sap 2000. Isométrico (2023).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Aceptando la Hipótesis General en respuesta a los resultados obtenidos se tiene por discusión:

Los resultados demostraron ser que realizar un diseño de estabilidad estructural en elementos esbeltos como son los tubos de Acero es viable. En discusión con la hipótesis general, se entiende que, al tener un Invernadero Modular, ya mejora cuidado del recurso hídrico esto es así ya que determinamos un espacio donde en interior será cubierto, evitando alteraciones como fugas en conexiones de Agua (Salazar y Sánchez, 2019), según estudios un invernadero con un sistema de conexiones de agua óptimo dentro de un Invernadero llega a utilizar 1/3 de la cantidad de agua que se utilizada en campo abierto. El criterio es, mientras más cerrado sea una instalación más sencilla será en control eficaz de Agua.

Aceptando la Hipótesis Específica a), en respuesta a los resultados obtenidos se tiene por discusión:

Realizando un análisis estructural y modelamiento numérico si mejora la estabilidad de la estructura, esto principalmente en las armaduras y elementos arriostrados, esto muestra un comportamiento aplicado para cargas de viento y cargas sísmicas que son las que tendrán mayor predominio Para la Estructura Modular y también son las pertinentes según el área de estudio por tener un suelo S2. Afirmando los comportamientos (Li y Wang, 2022) aplicaron cargas de viento a un módulo de invernadero de 10m de luz, teniendo como resultado que la cobertura sufría un efecto por esfuerzo flexión, esfuerzo axial, y desplazamiento, estos resultaron considerablemente bajos en base a ello, proponen un factor para simular cargas de viento. También (Li y Zhao, 2023) demuestran las capacidades eficientes que presenta un arco respecto a la transmisión de cargas. Es por ello que en el Módulo Arco Parabólico en los pórticos se consideró tener elementos con mayor espesor.

Aceptando la Hipótesis Específica b) en respuesta a los resultados obtenidos se tiene por discusión:

La Hipótesis Específica b), menciona la importancia del Análisis por Elementos Finitos determinar el uso de materiales de Acero y Madera, y estos presenten un uso óptimo en la estructura, Se acepta la hipótesis dando como resultado en la investigación elementos que rondan entre el 0.20 hasta el 0.90% de su demanda capacidad en los elementos sean arcos, superiores o inferiores, correas superiores o inferiores, vigas metálicas, tensores y diagonales. A su vez (Lee y Ryu, 2022) Es su investigación Análisis estructural de invernaderos con estructura de tubos, empleando elementos de interfaz para conexiones cruzadas, presentaron un Módulo utilizando tubos de metal

aplicando el programa GHModeler, donde muestran el desarrollo progresivo de cómo se comporta un elemento estructural desde el comienzo de la fluencia en zonas limitadas hasta el colapso en toda la estructura (Demanda/Capacidad).

CONCLUSIONES

Aceptando el Objetivo General en respuesta a los resultados obtenidos se tiene por conclusión:

Inicialmente se propuso según el objetivo principal, lograr el diseño de estabilidad para una estructura con materiales de acero y madera como proyecto de investigación factible, y se concluyó con el diseño de 2 coberturas metálicas el primero considerando materiales de acero netamente y el segundo considerando de 2 materiales el acero y madera. Teniendo en cuenta para su diseño las normas vigentes según el área de estudio, mencionadas normas, asegura la estabilidad de la estructura, ya que se analiza en cálculo estructural, para esta investigación, en estructuras aplicadas a invernaderos.

Aceptando el Objetivo Específico a) en respuesta a los resultados obtenidos se tiene por conclusión:

Se determinó en respuesta al objetivo específico a, que el cálculo estructural correspondiente se obtuvo las siguientes conclusiones, para el módulo I Modulo Tipo Cercha con Puntales, se obtuvo en Fuerza Axial 24.39 Tnf ocasionado por servicio vale decir que involucra la carga viva y la carga muerta, en Fuerza a Corte 7.11 Tnf ocasionado por Sismo en X, en Momento Flector 126.77 Tnf.m ocasionado por el sismo X. Fuerza a Corte 7.11 Tnf ocasionado por Sismo en Y, en Momento Flector 75.81 Tnf.m ocasionado por el sismo Y. Respecto al Viento el comportamiento para el caso W1 tendremos 1.47 Tnf en Corte Eje X y 4.95 Tnf en Corte Eje Z esto último porque el viento aplica perpendicular al eje local de la cobertura, en momento flector tendremos 90.05 Tnf.m en Momento Eje X y 26.68 Tnf.m en Momento Eje Z. Para el Caso W2 tendremos 0.34 Tnf en Corte Eje X y 7.37Tnf en Corte Eje Z, en momento flector tendremos 121.56 Tnf en Eje X y 5.59 Tnf en Eje Z.

Para el Módulo II Tipo Arco Parabólico, se tuvieron los siguientes resultados, en Fuerza Axial 74.54 Tnf ocasionado por Carga de Servicio involucra carga viva y carga muerta, en Fuerza a Corte 22.73 Tnf ocasionado por Sismo en X, en Momento Flector 535.56 Tnf.m ocasionado por Sismo en X. Fuerza a Corte 16.33 Tnf ocasionado por Sismo en Y, Momento Flector 87.10 Tnf.m ocasionado por el Sismo en Y. Respecto al Viento el comportamiento para el caso W1 dieron como resultados, 6.97 Tnf en Corte Eje X y

15.32 Tnf en Corte Eje Z, recordando que la acción del viento es perpendicular a la superficie para este caso una superficie parabólica, en Momento Flector 355.26 Tnf.m en Momento Eje X y 166.95 Tnf.m en Momento Eje Z. Para el Caso W2 tendremos 1.61Tnf en Corte Eje X y 21.38 Tnf en Corte Eje Z, en momento Flector tendremos 496.22 Tnf.m en Eje X y 37.46 Tnf.m en Eje Z. Como se puede apreciar la cobertura tipo arco parabólico tiene una mejor respuesta a Fuerza de Axial triplicando el Valor de la Cobertura Convencional Tipo Cercha con Puntales. Se concluye que la cobertura tipo arco parabólico es mejor respecto a resistencia, pudiendo resistir de 3 veces más como mínimo, a fuerzas axiales, fuerzas a corte y fuerzas a Momentos, esto es así ya que al tener Pórticos a una separación de 0.5m el elemento es más robusto, en efecto lo vuelve pesado y por ello el sismo tendría mayor predominio en su comportamiento. En cuanto a los desplazamientos tendremos para el Módulo I, un desplazamiento traslacional de 0.00914 m ocasionado por el sismo x en eje x, un desplazamiento traslacional de 0.00536 m ocasionado por el sismo y en eje y, un desplazamiento vertical de 0.00641 m ocasionado por la carga de servicio en eje z. Para el Módulo II, un desplazamiento traslacional de 0.00814 m ocasionado por el sismo x en eje x, un desplazamiento traslacional de 0.01249 m ocasionado por el sismo y en eje y, un desplazamiento vertical 0.00708 m ocasionado por la carga de servicio en eje z. Es importante mencionar que para los diferentes módulos los desplazamientos están dentro del permitido por la norma E 0.30 que es para elementos de acero y madera, considerando como límite 0.020m de ser necesario, ya que el establecimiento que se propone es para uso industrial, considerando así el doble del valor permitido, también en el módulo II, se presenta un desplazamiento de 0.14391 m formando un flecha ocasionado por el sismo x eje x, en el centro de la luz de 20 m, teniendo en cuenta que el 1% sería 0.20 m, no se llega a sobrepasar este límite, a excepción del caso mencionado, recordamos que todos los desplazamientos mencionados están dentro del permitido que es 0.010m para elementos de acero y madera.

Aceptando el Objetivo Específico b) en respuesta a los resultados obtenidos se tiene por conclusión:

En el Análisis por Elementos Finitos se tuvo los siguiente Resultados Para el Módulo I una demanda capacidad de elementos entre 50 a 70 % los elementos involucrados son las columnas y el arco superior, en las diagonales y el arco inferior los resultados fueron entre 25 a 41 %, los arriostres entre los pórticos tuvieron un valor de 10% ya que las

columnas centrales del módulo I, fueron las más reforzadas para tener mejor control de los desplazamientos, es por ello que los arriostres están de apoyo a las columnas centrales. La cobertura tiene elementos tensores que trabajan entre 50 a 55 % considerando correas centrales que trabajan a 13% esto sucede por tener una cantidad considerada de tensores y correas laterales que trabajan entre 65% a 75% de su demanda capacidad, también se utilizó tensores para la unión de las columnas centrales estas trabajan entre 50 y 65%, para tener un módulo compacto a movimientos de traslación teniendo una cobertura y estructura estable. Para el Módulo II tenemos elementos de arcos sin columnas con una separación de 0.50 m arriostrados diagonalmente, los arcos tienen una demanda capacidad de sus elementos entre 65 y 85 %, las diagonales que lo integran trabajan entre 50 a 85%, las vigas laterales que unen estos arcos tienen una demanda capacidad entre 50 a 80 %, las diagonales que lo integran son de madera, solo para estas vigas, la madera al ser un elemento lleno no presentará efectos negativos compresión, estos trabajan entre 20 a 80% esto es así porque las diagonales que están más distanciadas de los pórticos tendrán menores fuerzas axiales para resistir ya que estas conexiones están liberadas a momentos. La cobertura estará compuesta por correas, arco central y Viga Superior, el arco central tendrá una demanda capacidad entre 40 a 80%, la Viga Superior entre 25 a 40% con diagonales entre 20 a 65% y las correas tendrán elementos que trabajan entre 50 y 80%. Se concluye que el módulo II tiene una mejor optimización de los elementos según el análisis por elementos finitos, porque la estructura presenta elementos a capacidad de hasta 80% contra los 75 % que presenta el módulo I, a esto le agregamos que se presenta una luz de 20 m en el módulo II comparación de una luz de 6 m del módulo I. Se determina que la estructuración y el predimensionamiento es importante para tener un adecuado comportamiento. Los arriostres pueden aportar un mejor comportamiento a un elemento metálico, pero se tiene que tener presente las zonas, partes del elemento y nodos, donde arriostrar, si mencionada zona presenta exceso de cargas internas, para ello nos ayuda el uso de diagramas de fuerzas y momentos.

RECOMENDACIONES

Aceptando el Objetivo General en respuesta a las conclusiones se tiene por recomendación:

Se recomienda a los futuros profesionales, investigadores, instituciones privadas y públicas, ministerios, enfatizando el ministerio agricultura, ministerio del interior, ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Realizar investigaciones respecto a la construcción de *Invernaderos Modulares* considerando un diseño de estabilidad estructural, debido a que en el área de estudio que es la ciudad de Tacna para esta investigación, no se presentan estudios previos que presenten análisis profundo de acuerdo a las normas establecidas en el RNE aplicado a invernaderos modulares, tipos de estructuras a elementos tensionados para cubrir grandes luces ya que un invernadero para su uso en producción, necesita cubrir idealmente 2 Ha. Realizar leyes de aprobación a uso a energías renovables , ya que un invernadero es abierto al uso de alta tecnología, como sensores, automatización industrial, energía solar y energía eólica. Sin dejar de lado la problemática principal de esta investigación que la concientización del recurso hídrico y el control del mantenimiento y limpieza que ocupa el 80% de la productividad agrícola.

Aceptando el Objetivo Específico a) en respuesta a las conclusiones se tiene por recomendación:

Para el Cálculo Estructural en estructuras metálicas se recomienda, para luces libres de 20 m o mayores a 10 m, utilizar cerchas o también conocido como Método de triangulación, ya que esto aporta arriostramiento transformando un elemento con propiedades limitadas llegar a la mejor optimización estructural. Hasta poder ser viable uso de elementos mixtos vale decir estructuras de piezas formadas por dos materiales diferentes. Es importante tener en cuenta que el diseño de las conexiones dará viabilidad de ello en el proceso constructivo, en esta investigación solo nos centramos en la estabilidad como estructura modular. Para modelamiento numérico es de gran valor tener simetría respecto a la cobertura tanto en planta como en elevación, esto nos permitirá tener mayor criterio a la hora de predecir el comportamiento de la edificación sea a cargas de viento o sismo.

Aceptando el Objetivo Específico b) en respuesta a las conclusiones se tiene por recomendación:

El programa SAP2000 en sus diferentes aplicaciones y herramientas nos permite realizar un análisis por elementos finitos, pero es necesario seccionar elementos para que no lleguen a tener pandeo por efecto de la esbeltez es por ello que las secciones en esta investigación fueron verificadas mediante su relación de esbeltez obedeciendo la fórmula Le/r cuyo valor debe ser mayor a 300. Recomendable seccionar en luces efectivas de 4 a 5 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, H.; Mamani, M.; Alván, A.; Rodríguez, J.; Cutipa, M. (2012). Geología de los cuadrángulos de la yarada, tacna y huaylillas (hojas 37-u, 37-v y 37-x). Boletín Serie A, Carta Geológica Nacional, 145, 112p, Lima, Perú.
- Agüero, A.; Atienza, J.R. (2013). Diseño de estructuras metálicas esbeltas susceptibles de pandear. Definición de la imperfección geométrica. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 31(1), 65-70.
- Agüero, A., Atienza, J.R. (2015). Definición de la imperfección geométrica en Estructuras Metálicas transformando una definición particular a una general. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, 31(1), 65–70.
- Ahmed, A.; Clark, I. (2016). Groundwater flow and geochemical evolution in the central flinders ranges, south australia. Science of The Total Environment, 572, 837-851.
- Albright, L.D. (2002). Controlling Greenhouse Environments. Acta Horticulturae. 578, 47-54.
- Aliaga G.; Quipe P.R. (2015). Sistema de control de la humedad relativa para un invernadero utilizando el controlador lógico programable, Tesis de ingeniería electrónica publicada, UNH, Pampas, Perú.
- Argamasilla, M.; Barberá, J.A.; Andreo, B. (2017). Factors controlling groundwater salinization and hydrogeochemical processes in coastal aquifers from southern Spain. Science of The Total Environment, 580, 50-68.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). Estudio de caracterización hidrogeoquímica del acuífero caplina, Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, Área de aguas subterráneas, Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2014). Informe técnico del tercer monitoreo participativo de calidad de agua superficial en las cuencas caplina, maure, uchusuma e intercuenca, Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, Tacna, Perú.
- Baptista, F. J.; Abreu, P.E.; Meneses, J.F.; Bailey, B.J. (2001). Comparison of the climatic conditions and tomato crop productivity in Mediterranean greenhouses under two different natural ventilation management systems. Agribuilding. Campinas. Brazil, 112-124.

- Hierro, J., Aznar, A., Hernando, J.I., De la Torre, J.F., Ortiz, J. (2014). Criterios para el refuerzo de estructuras metálicas: Rehabilitación del “Círculo de Bellas Artes” y la “Casa Encendida”. *Revista de Ingeniería de Construcción*, Vol. 29, Pág. 133-149.
- Lee, J.; Ryu, H. (2022). Structural analysis of pipe-framed greenhouses using interface elements for cross-over connections, *Engineering Structures*, Volume 266, 114504.
- Li, X.; Wang, C.; Jiang, Y.; Bai, Y. (2022). Dynamic response analysis of a whole steel frame solar greenhouse under wind loads. *scientific reports*, 12(1). doi:10.1038/s41598-022-09248-z
- Li, X.; Zhao, D.; Zhai, H.; Chen, M.; Zhang, T. (2023). Modal analysis of circular arches in rectangular coordinate system. *Structures*, 47, 2129-2137.
- Lopez, L.A. (2008). Diseño de un sistema de control de temperatura on/off para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural, Tesis de ingeniería electrónica publicada, PUCP, Lima, Perú.
- Pino, E.; Coarita, F. (2018). Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol.20 (no.4), 477-490.
- Salazar, R.; Sánchez, A.C.; López, I.L. (2020). Indicators for assessing water, energy and labor use performance in a low-tech greenhouse. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, Vol. 26 (2), 95-110.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es el efecto de realizar un DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuál es el efecto de un Cálculo Estructural en el DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023?</p> <p>b) ¿Cuál es el efecto de un Análisis por Elementos Finitos en el DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Realizar el DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Evaluar comportamiento en el <i>Cálculo Estructural para el DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023.</i></p> <p>b) Evaluar comportamiento en el <i>Análisis por Elementos Finitos para el DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023.</i></p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Realizando un DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023. mejora notablemente el problema de cuidado del Recurso Hídrico en el Distrito la Yarada Los Palos-Tacna</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) Un Cálculo estructural mejora notablemente la estabilidad de armaduras de acero en el DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023.</p> <p>b) Un Análisis por Elementos Finitos mejora notablemente el control en optimización para el uso de materiales Acero y Madera en el "DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS CONSIDERANDO ACERO Y MADERA EN EL DISTRITO LA YARADA LOS PALOS – TACNA, 2023.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Y1: CÁLCULO ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN INVERNADEROS.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>X1: ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA.</p> <p>X2: ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS.</p>	<p>Y1: <i>Esfuerzos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente. $T=Seg$ $M=Kg$ $A=M2,Ha.$ $\sigma=P/A$</i></p> <p>X1: <i>Cargas Directas e Indirectas (kgf), Cargas de Viento(kgf), Áreas de terreno (m2), Desplazamientos (mm) y los factores que corresponden a un análisis estático al aplicar el sismo severo. $V=ZUCSP/R.$ $Fa=Tnf$ $Fu=Tnf$ $Mu=Tnf.m$</i></p> <p>X2: Los ratios de comportamiento demanda/capacidad que se obtendrán, varían entre el 70% a 90% pudiendo considerar valores menores que superen el 30% a 60%.</p>	<p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>EXPLORATORIO: Se busca desarrollar actividades para encontrar una solución a un problema identificado. En estas se deben precisar suposiciones y simplificaciones que permitan llegar a alternativas de solución al problema.</p> <p>TIPO DE ESTUDIO</p> <p>CUALITATIVO: La investigación explicativa se utiliza para explicar el comportamiento de una variable (variable dependiente) en función de una a más variables independientes. Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema. Requiere hipótesis y aplicación de prueba estadística.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>DESCRIPTIVA: La investigación descriptiva, implica observar y describir eventos y situaciones. Se quiere hacer una comparación entre las investigaciones ya existentes y en base a ello describir los resultados de la investigación que se va a desarrollar.</p>

ANEXO 2: CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN-CONCURSO RETO DEL AGUA OTORGADO POR LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Autoridad Nacional del Agua



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

I CONCURSO 2023 RETO DEL AGUA PARA TACNA

Consejo de Recursos Hídricos de cuenca Caplina Locumba

CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN

Por medio de la presente dejamos constancia que el Sr (a):

Alan Gutierrez Castillo

Ha participado satisfactoriamente en el I CONCURSO 2023 RETO DEL AGUA PARA TACNA organizado por el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Caplina Locumba, presentando el proyecto “**COBERTURAS ESPACIALES PARA MEJORAR EL RECURSO HÍDRICO EN TACNA**” que contribuye a atender la problemática hídrica de Tacna.



Eco. Delma Mariana Carrasco Molina

Presidente del Consejo de Recursos Hídricos
de Cuenca Caplina Locumba



Dr. Noribal Jorge Zegarra Alvarado

Decano de la Facultad de Ingeniería



Dr. Elmer Marcial Limache Sandoval

Vice rector de Investigación
Universidad Privada de Tacna

Tacna, 22 de agosto de 2023