

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



DISEÑO DEL COMPLEJO DEPORTIVO ANTENOR ORREGO
UTILIZANDO ESTRUCTURAS ESPECIALES, DISTRITO DE LA
VICTORIA, PROVINCIA DE CHICLAYO, 2016

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

WILMER DARWIN ZAPATA PÉREZ

Chiclayo 29 Agosto del 2018

DISEÑO DEL COMPLEJO DEPORTIVO ANTENOR ORREGO
UTILIZANDO ESTRUCTURAS ESPECIALES, DISTRITO DE LA
VICTORIA, PROVINCIA DE CHICLAYO, 2016

POR:

WILMER DARWIN ZAPATA PÉREZ

Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

Ing. Cesar Eduardo Cachay Lazo
PRESIDENTE

Ing. Juan Ignacio Luna Mera
SECRETARIO

Ing. Eduardo Larrea Wong
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo, por saber orientarme, por sus buenos consejos para hacer de mí una mejor persona y por el enorme sacrificio que han hecho para culminar esta meta en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios ser maravilloso que me dio la fuerza, fe y Voluntad para creer lo que me parecía imposible terminar.

A los ingenieros de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental por saber brindar sus conocimientos y experiencias, de una manera especial al Ing. Eduardo Larrea Wong por su paciencia y valiosa asesoría durante el desarrollo de este proyecto.

También expresar mis agradecimientos a todos mis compañeros de clase que me brindaron su apoyo y su amistad en las aulas.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1 ANTECEDENTES	13
2.1.1 Datos generales	14
2.1.2 Área y perímetro del terreno.....	15
2.1.3 Descripción de áreas del terreno.....	15
2.1.4 Descripción del proyecto.....	15
2.1.5 Características generales.....	17
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	23
2.2.1 Leyes de estado.....	23
2.2.2 Normas del reglamento nacional de edificaciones.....	23
2.2.3 Teoría de las tensoestructuras.....	32
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	44
2.3.1 Capacidad de carga de las cimentaciones	44
2.3.2 Cimentación	44
2.3.3 Deflexiones	44
2.3.4 Evaluación de impacto ambiental.....	45
2.3.5 Estructuras de concreto armado	45
2.3.6 Edificación sismoresistente.....	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1 Tipo de investigación:.....	47
3.1.2 Hipótesis	47
3.1.3 Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis	47
3.1.4 Variables.....	47
3.1.5 Población y muestreo	47
3.1.6 Métodos y técnicas de recolección de datos	48
3.2 METODOLOGÍA	49
3.2.1 Estructura tensionada	49
3.2.2 Estructuración de los elementos estructurales.....	56
3.2.3 Predimensionamiento	57
3.2.4 Metrado de cargas	60
3.2.5 Análisis sísmico	60
3.2.6 Análisis estático.....	64
3.2.7 Análisis dinámico	65

3.2.8	Control de desplazamientos	66
3.2.9	Condiciones generales de diseño	66
3.2.10	DISEÑO DE LOSA ALIGERADAS	67
3.2.11	DISEÑO DE VIGAS	68
3.2.12	DISEÑO DE COLUMNAS	71
3.2.13	DISEÑO DE CIMENTACIÓN.....	74
3.2.14	DISEÑO DE CISTERNA.....	79
IV.	RESULTADOS.....	80
4.1	ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO	80
4.1.1	Estudio topográfico.....	80
4.1.2	Estudio de mecánica de suelos	82
4.1.3	Diseño y análisis del proyecto.....	107
V.	DISCUSIÓN.....	208
VI.	CONCLUSIONES.....	215
VII.	RECOMENDACIONES	217
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	218
IX.	ANEXOS	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Población total y estimada 1993 - 2008.....	18
Tabla N° 2 Dato poblacional del distrito de La Victoria 2012-2015	19
Tabla N° 3 Población total estimada, área urbana y rural, según sexo. Años 1993 - 2008. distrito de La Victoria	19
Tabla N° 4 Cuadro de índice de pobreza total según distrito.....	20
Tabla N° 5 Cuadro de estudiantes de las diferentes I.E de la zona de influencia del distrito de La Victoria	21
Tabla N° 6 Cuadro de beneficiarios aproximadamente del proyecto.....	21
Tabla N° 7 Cargas exteriores del viento. Factores de forma (C) *	25
Tabla N° 8 Factores de forma para determinación de cargas adicionales en elementos de cierre (C)	25
Tabla N° 9: Limite de desplazamiento lateral entrepiso	27
Tabla N° 10 Valores del factor de zona según norma E0.30	61
Tabla N° 11 Parámetros del suelo	62
Tabla N° 12 Categoría de las edificaciones	63
Tabla N° 13 Sistemas estructurales	63
Tabla N° 14 Limites para desplazamientos lateral de entrepiso	64
Tabla N° 15 Cálculo de peso de edificación y fuerza cortante en la base	64
Tabla N° 16 Parámetros sísmicos para el análisis dinámico En X-X y Y-Y	65
Tabla N° 17 Valores de T vs. Sa del espectro de diseño.	65
Tabla N° 18 Fuerza cortante mínima.	65
Tabla N° 19 Control de desplazamiento para X-X y Y-Y.....	66
Tabla N° 20 Diseño por flexión.	67
Tabla N° 21 Revisión por corte del aligerado	68
Tabla N° 22 Cálculo del acero – diseño a flexión de la viga.....	70
Tabla N° 23 Diseño estructural de una columna	71
Tabla N° 24 Acero de una columna.	72
Tabla N° 25 Datos obtenidos del SAP 2000 para el diagrama de iteración.....	73
Tabla N° 26 Datos del suelo donde se va a cimentar	74
Tabla N° 27 Predimensionamiento de las zapatas.....	75
Tabla N° 28 Verificación de las zapatas si cumplen con la capacidad admisible ..	77
Tabla N° 29 Diseño estructural de una zapata	79
Tabla N° 30 Datos del levantamiento topográfico	81
Tabla N° 31 Datos de coordenadas del levantamiento topográfico	82
Tabla N° 32 Número de puntos de investigación	82
Tabla N° 33 Tipo de edificación	83
Tabla N° 34 Principales parámetros de las calicatas exploradas	100
Tabla N° 35 Dimensiones del tipo de cimentación.	101
Tabla N° 36 Qadm de las calicatas exploradas	102
Tabla N° 37 Resultados análisis químico de suelos	104
Tabla N° 38 Exposición del concreto antes los sulfatos.....	104
Tabla N° 39 Clasificación de los suelos expansivos.....	105
Tabla N° 40 Parámetros sísmicos	105
Tabla N° 41 Capacidad admisible del suelo	106

Tabla N° 42 Diseño sismoresistente.....	111
Tabla N° 43 Diseño de vigas por flexión.	118
Tabla N° 44 Diseño de vigas por cortante.	119
Tabla N° 45 Longitud de desarrollo.	121
Tabla N° 46 Acero en Columnas.	122
Tabla N° 47 Metrado de carga para la losa.....	123
Tabla N° 48 Diseño de losa aligerada.....	124
Tabla N° 49 Verificación de cortante.....	125
Tabla N° 50 Datos del suelo donde se va a cimentar	126
Tabla N° 51 Predimensionamiento de la zapatas	126
Tabla N° 52 Verificación de las zapatas si cumplen con la capacidad admisible	127
Tabla N° 53 Diseño estructural de una zapata	128
Tabla N° 54 Dimensionamiento de armadura tipo arco.....	130
Tabla N° 55 Cálculo de la presión del viento / RNE – E0.20	131
Tabla N° 56 Metrado de cargas.....	132
Tabla N° 57 Esfuerzos en bridas de arco.....	132
Tabla N° 58 Diseño de la brida inferior.....	134
Tabla N° 59 Diseño de la brida superior.	136
Tabla N° 60 Diseño de la diagonal.	138
Tabla N° 61 Diseño del tensor.....	140
Tabla N° 62 Dimensionamiento de la estructura tensionada.....	141
Tabla N° 63 Anchos tributarios	142
Tabla N° 64 Cálculo de la presión del viento / RNE – E0.20	147
Tabla N° 65 Metrado de cargas.....	148
Tabla N° 66 Cargas en los puntos.....	148
Tabla N° 67 Cargas de viento.....	155
Tabla N° 68 Cálculo manual del pretensado.....	162
Tabla N° 69 Cálculo de diámetro del mástil más alto.	164
Tabla N° 70 Diseño del mástil más alto	166
Tabla N° 71 Diseño de los cables del mástil más alto.....	175
Tabla N° 72 Cálculo de diámetro del mástil más bajo	181
Tabla N° 73 Diseño del mástil más bajo.....	183
Tabla N° 74 Diseño de los cables del mástil más bajo.....	192
Tabla N° 75 Cálculo de tablero general y tableros de distribución de I.E.....	198
Tabla N° 76 Cálculo de circuitos derivados de I.E.....	201
Tabla N° 77 Diseño de instalaciones sanitarias.....	204
Tabla N° 78 Diseño de pavimento para losa deportiva.....	207
Tabla N° 79 Cálculo manual del pretensado	209

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1 Mapa de ubicación a nivel nacional, provincial y distrital.....	16
Imagen N° 2 Mapa distrital de La Victoria.....	17
Imagen N° 3 Zona de influencia del proyecto.....	22
Imagen N° 4 Diferentes I.E de la zona de influencia del distrito de La Victoria.....	22
Imagen N° 5 Tiendas de la cultura Taureg.....	32
Imagen N° 6 Tiendas de la cultura Beduina.....	33
Imagen N° 7 Tiendas llamadas “tipis”.....	33
Imagen N° 8 Proceso constructivo del velario romano.....	34
Imagen N° 9 Pabellón alemán. Exposición internacional Montreal, Canadá. 1967	35
Imagen N° 10 Parque olímpico Múnich. 1972.....	35
Imagen N° 11 Curvatura simple con sobrepeso.....	37
Imagen N° 12 El edificio de la terminal de Dulles: a) Sección y b) Diagrama de dirección de cargas.....	37
Imagen N° 13 Modelo de doble cableado.....	38
Imagen N° 14 Diagrama de dirección de cargas en estructuras de doble cableado.	38
Imagen N° 15 Cables de suspensión y estabilizadores en diferentes planos.....	38
Imagen N° 16 Modelo de doble curvatura.....	39
Imagen N° 17 Forma anticlástica típica de los cables con doble curvatura y estructuras de carpa, los cuales previenen el aleteo provocado por el empuje del viento.....	39
Imagen N° 18 Cubierta bajo la acción del viento.....	41
Imagen N° 19 Tipo de placa de vértice.....	44
Imagen N° 20 Capacidad de carga de las cimentaciones.....	44
Imagen N° 21 Malla- densidad de fuerzas.....	49
Imagen N° 22 Estado de cobertura al efecto de solo el peso propio.....	51
Imagen N° 23 Estado de coberturas con cargas accidentales de viento (presión). 51	
Imagen N° 24 Estado de coberturas con peso propio + cargas accidentales (+) + cargas de viento (-).....	52
Imagen N° 25 a) Catenaria para una carga uniforme a lo largo de la longitud del cable, b) Parábola, carga uniforme a lo largo del claro horizontal. 53	
Imagen N° 26 a) Carga uniforme ω en el cable; b) Diagrama de cuerpo libre de una parte del cable.....	54
Imagen N° 27 Plano de arquitectura del complejo deportivo.....	57
Imagen N° 28 Área de techo que carga la columna analizada.....	58
Imagen N° 29 Zonas sísmica en el Perú.....	61
Imagen N° 30 Alternancia de cargas en las losas aligeradas.....	67
Imagen N° 31 Sección de viga rectangular en el momento de falla.....	68
Imagen N° 32 Envólvente (M33) en las vigas.....	69
Imagen N° 33 Envólvente (M33) en las vigas.....	69
Imagen N° 34 Sección de la viga en section designer.....	72
Imagen N° 35 Diagrama de iteración elaborado por el programa SAP 2000.....	73
Imagen N° 36 Diagrama de interacción dirección X-X.....	73

Imagen N° 37 Diagrama de interacción dirección Y-Y.....	74
Imagen N° 38 Springs en los puntos de la cimentación (Balastro).....	75
Imagen N° 39 Valores a tomar en la verificación de las áreas de las zapatas redimensionadas	76
Imagen N° 40 Criterios al sacar valores para el diseño de las zapatas	78
Imagen N° 41 Momentos en el área de la zapata	78
Imagen N° 42 Ubicación de puntos de investigación del EMS.	84
Imagen N° 43 Delimitación de la calicata a excavar	86
Imagen N° 44 Uso de la retroexcavadora en la excavación de la calicata para alcanzar la profundidad de exploración	86
Imagen N° 45 Muestreo en una de las calicatas excavadas	87
Imagen N° 46 Identificación de la calicata N°7	87
Imagen N° 47 Resultado de ensayo granulométrico C4-M1	89
Imagen N° 48 Realizando el ensayo de limite liquido y plástico.....	91
Imagen N° 49 Muestras del ensayo de limite liquido y plástico.....	91
Imagen N° 50 Curva de fluidez de la C4-M1.....	92
Imagen N° 51 Muestras dentro del horno	93
Imagen N° 52 Muestras de contenido de sales totales	95
Imagen N° 53 Preparando la muestra de corte directo.....	97
Imagen N° 54 Nivelando la muestra de corte directo.....	98
Imagen N° 55 Tomando lectura del dial de corte directo.....	98
Imagen N° 56 Cuadro resumen de los estratos encontrados con sus principales propiedades	99
Imagen N° 57 Criterio de potencia de colapso.....	103
Imagen N° 58 Página de inicio al crear un modelamiento.....	108
Imagen N° 59 Pagina del edit grid	108
Imagen N° 60 Ingreso de las medidas en el edit grid para el respectivo modelamiento	109
Imagen N° 61 Ingreso de las medidas en el edit grid para el respectivo modelamiento	109
Imagen N° 62 Definición del material a utilizar en todas las estructuras a modular.	110
Imagen N° 63 Dirección de las viguetas en la losa aligerada.....	123
Imagen N° 64 Cimentación en planta	129
Imagen N° 65 Resultados de ensayos de análisis químico de suelos.	208
Imagen N° 66 Resultado del cable soportante.....	212
Imagen N° 67 Resultado del cable tensor.	212
Imagen N° 68 Pasos a seguir para la creación de un diagrama de interacción en SAP2000.....	213
Imagen N° 69 Sección de la viga en section designer	213
Imagen N° 70 Diagrama de iteración elaborado por el programa SAP 2000.....	214
Imagen N° 71 Alternancia de cargas en las losas aligeradas	214

RESUMEN

El presente proyecto da a conocer la falta de infraestructuras deportivas en el distrito de La Victoria, a pesar que el distrito está en desarrollo y busca tener diversas opciones que les permitan mejorar su calidad de vida, uniendo las actividades como el deporte permitiendo la integración jóvenes además de fomentar las buenas relaciones sociales, como también mejorar la parte física, para lo cual se hace necesario contar con espacios, ambientes e instalaciones que les permitan desarrollar libremente la práctica deportiva.

La sociedad está cada vez más interesada en tener opciones que les permitan aumentar su calidad de vida, incluyendo lo físico y lo mental, por supuesto desde una perspectiva integral. Esto se puede lograr a través de estilos de vidas más saludables que integren una nutrición más sana y natural aunado a actividades como el deporte que permitan mejorar la parte física y otros tipos de actividades que también fomenten las relaciones sociales.

Mi propuesta es dotar a la ciudad de un complejo público con buenas instalaciones deportivas y que sea a libre acceso para los deportistas de la ciudad, para elevar el nivel competitivo y su rendimiento. También serviría como un espacio público donde se puedan realizar diferentes actividades sociales y como espacios de congregación de la población.

PALABRAS CLAVES: Calidad de vida, complejo deportivo, tensoestructura, grandes Luces.

ABSTRACT

The present project reveals the lack of sports facilities in the district of La Victoria, although the district is under development and seeks to have various options that allow them to improve their quality of life, joining activities such as sport allowing youth integration In addition to promoting good social relations, as well as improving the physical part, for which it is necessary to have spaces, environments and facilities that allow them to freely develop sports practice.

Society is increasingly interested in having options that allow them to increase their quality of life, including the physical and mental, from a holistic perspective. This can be achieved through more salable lifestyles that integrate a healthier and natural nutrition coupled with activities such as sports that allow improving the physical part and other types of activities that also foster social relationships.

My proposal is to provide the city with a public complex with good sports facilities and free access for athletes in the city, to raise the level of competition and performance. It would also serve as a public space where different social activities and spaces of congregation of the population can be realized.

KEYWORDS: Quality of life, sports complex, tensostructure, big lights.

I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de ejercer deporte en el mundo de hoy obliga a mantener atento y actualizado en la búsqueda de generar nuevos elementos o lugares donde este se pueda ejercer e impartir, ya sea buscando nuevas tecnologías, espacios para practicar como también mantenerse siempre la motivación y el incentivo para practicarlo.

Podemos darnos cuenta de que, con el adelanto tecnológico en nuestro país, las muchas distracciones que puedan tener nuestros adolescentes se ven más casos de sedentarismo y se busca promover actividades recreativas saludable, por tal motivo se realizara el complejo deportivo Antenor Orrego.

Los resultados que se esperan de esta investigación deben ser de gran ayuda y presencia física de reconocimiento dentro del contexto urbano, siendo un espacio que acoja, cobije y desarrolle a una considerable cantidad de personas con falta de espacios para la práctica de la actividad física de alto rendimiento, principalmente se espera contribuir al desarrollo deportivo de la ciudad.

El objetivo general en la presente tesis fue diseñar el complejo deportivo Antenor Orrego utilizando estructuras especiales, para el diseño de estas estructuras especiales se empleó Techo tensionados que cumplen con la función de garantizar que los cables trabajen siempre a Tracción, manteniéndolos fuertemente estirados y tensados mediante la aplicación de una sollicitación previa de tracción igual o mayor a las cargas de servicio que pudieran destraccionarlos y hacer flamear la estructura. Por ello es que a estos sistemas resistentes se les conoce como **"Tensoestructuras"**. (Perles 2007, 129). Para las estructuras restantes se empleó las normas de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones, y así poder garantizar un buen diseño y funcionamiento de la infraestructura mencionada.

El complejo deportivo Antenor Orrego traerá bienestar a la sociedad del distrito de la Victoria, donde los niños y jóvenes tendrán un lugar donde puedan realizar sus actividades deportivas, generando así una disminución de la tasa de delincuencia; a través del deporte es donde los jóvenes empiezan a trazarte metas que poco a poco llegaran a superar hasta llegar al caso de creer en sí mismos cada día más.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

En los diversos estudios relacionados con el proyecto “Diseño del complejo deportivo Antenor Orrego utilizando estructuras especiales, distrito de la Victoria, provincia de Chiclayo, 2016.” podemos citar a las siguientes investigaciones:

- Albines Chuna, Ana María, 2014. *«Análisis y propuesta de diseño para el cálculo de estructuras tensionadas y su aplicación en el centro de esparcimiento del Colegio de Ingenieros del Perú, Lambayeque»*. Perú: Tesis Profesional, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

En este proyecto de tesis se realiza un análisis estructural de las membrana como una malla de cables, de los cuales obteniendo estos resultados nos llevaran a un diseño óptimo para el cálculo de las estructuras tensionadas, que requieren de pocos apoyos y cubre grandes luces. Para dicho cálculo se utilizó el programa SAP 2000 y se realizó un cálculo manual de los cables principales de la membrana. Estos resultados fueron comparados con el programa WINTESS los cuales resultaron muy similares con una diferencia mínima de 0.0021T a 0.28T la máxima diferencia sin originar algún problema estructural.

- Tamialan Ladera, Juan. 1999. *“Modelado y diseño de un arco parabólico de 45m de luz mediante el método de elementos finitos”*. Perú: Tesis Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería.

En este proyecto de Tesis se aplica los conceptos del método de elementos finitos en el diseño de una estructura metálica, en este caso se trata de un arco parabólico con una luz de 45mt; el diseño de este arco considera varias combinaciones de carga de los cuales la carga de viento Max de Lima es de 45 Km/h; por lo que se va analizar la estructura hiperestática utilizando el software Sap-90 que será la herramienta de análisis con el propósito de presentar las bondades que brinda el software, sabiendo que este programa se fundamenta en el método de elementos finitos.

- López Perales, Jesús. 2003. *“Modelo de elementos finitos para el cálculo de arcos. Validación en estructuras agroindustriales de acero”* España: Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha.

En esta Tesis doctoral nos dice que las estructuras de forma curva se adaptan perfectamente para resistir cargar y vencer grandes luces, Sin embargo, no es la forma curva la cualidad fundamental del arco, pues lo esencial de esta estructura se encuentra en los esfuerzos longitudinales de contrarresto, que se visualizan en los empujes horizontales sobre los apoyos, pese a que las cargas externas sean verticales, además nos recomienda los criterios básicos de cómo debemos proceder al diseño de una estructura curva.

- Martínez Apezteguia, Juan. 2007. *“Las mallas especiales y su aplicación en cubiertas para estadios”*. España: Artículo de Revista Edificación; Consejo Superior de Investigación Científicas. – N° 10-18.

En el artículo del ingeniero Martínez expone las características de las mallas espaciales, que son especialmente aptas para cubrir grandes espacios sin columnas intermedias. Las estructuras portantes en las cubiertas de recintos deportivos cerrados son aspectos técnicos más característicos de este tipo de estructuras, para juzgar posteriormente sobre la conveniencia de las mismas a las cubiertas de estadios, que propiamente deberían ser consideradas como celosías tridimensionales y que con frecuencia se conocen por mallas estereas o espaciales.

- Cavia Sorret, Pedro. 1993. *“Las mallas espaciales y su aplicación en cubiertas de grandes luces”*. España: Artículo de Revista Edificación; Universidad de Navarra. N° 5-16.

En el artículo técnico del ingeniero Cavia expone los aspectos técnicos más característicos de las estructuras espaciales considerando las celosías tridimensionales a diferencia de las estructuras metálicas convencionales, basándose en los sistemas constructivos que ha llevado a lo largo de sus años en el campo laboral.

- Tantajulca Romero, Denis. 2013, *«Creación del Complejo Deportivo en el barrio el volante., Distrito de el Alto - Talara – Piura.»* Perfil de Proyecto.

En este Proyecto se realizará la construcción de un complejo deportivo con adecuadas condiciones para realizar prácticas de actividades deportivas y culturales en el barrio El Volante, de los cuales cuenta con coberturas metálicas livianas, cerco perimétrico, cerco metálico, instalaciones deportivas como grass sintético y losas deportivas.

2.1.1 Datos generales

El proyecto se denomina “Diseño del complejo deportivo Antenor Orrego utilizando estructuras especiales, Distrito de la Victoria, Provincia de Chiclayo, 2016.”

En referencia al plano se observa que tiene un área destinada para Uso recreacional la misma que corre inscrita en la Ficha Registral N°023 de fecha 06/07/2005 siendo su descripción la siguiente:

POR EL FRENTE: Con Av. Antenor Orrego, con 80.37 ml.

POR LA DERECHA: Con Sub Lote 3, con 99.75 ml.

POR LA IZQUIERDA: Con Lote 4-1, con 99.55 ml.

POR EL FONDO: Con Sub-lote 1, con 80.38 ml.

2.1.2 Área y perímetro del terreno.

El terreno comprende un área de 8,009.57 m². y un perímetro de 360.05 ml.

2.1.3 Descripción de áreas del terreno.

El terreno comprende de 1 planta con diferentes tipos de estructuras:

Administración.	Área =	49.44 m ² .
Tópico.	Área =	19.62 m ² .
Depósito de basura.	Área =	12.62 m ² .
Depósito de herramientas.	Área =	12.62 m ² .
Cocina.	Área =	110.66 m ² .
Restaurante.	Área =	364.00 m ² .
Sala de juegos.	Área =	147.98 m ² .
Baño de restaurante.	Área =	27.7 m ² .
Auditorio.	Área =	482.13 m ² .
Baño de auditorio.	Área =	40.80 m ² .
Gimnasio.	Área =	268.01 m ² .
Cancha deportiva 1.	Área =	162.00 m ² .
Cancha deportiva 2.	Área =	162.00 m ² .
Gradería 1 para cancha 1.	Área =	39.94 m ² .
Gradería 2 para cancha 1.	Área =	39.94 m ² .
Gradería 1 para cancha 2.	Área =	39.94 m ² .
Gradería 2 para cancha 2.	Área =	39.94 m ² .
Skate park.	Área =	870.28 m ² .

Total, Área de circulación = 1154.06 m².

Total, Área construida = 2648.14 m².

Total, Área techada = 2019.34 m².

Total. Áreas verdes = 3000.00 m².

2.1.4 Descripción del proyecto.

2.1.4.1 Ubicación geográfica.

El distrito de la Victoria provincia de Chiclayo se encuentra ubicada al sur del departamento de Lambayeque, entre las coordenadas 6 grados 47' 18" y 7 grados 10' de latitud sur; y las coordenadas 79 grados 50' 12" y 79 grados 50' 47" de longitud Oeste de meridiano de Greenwich.

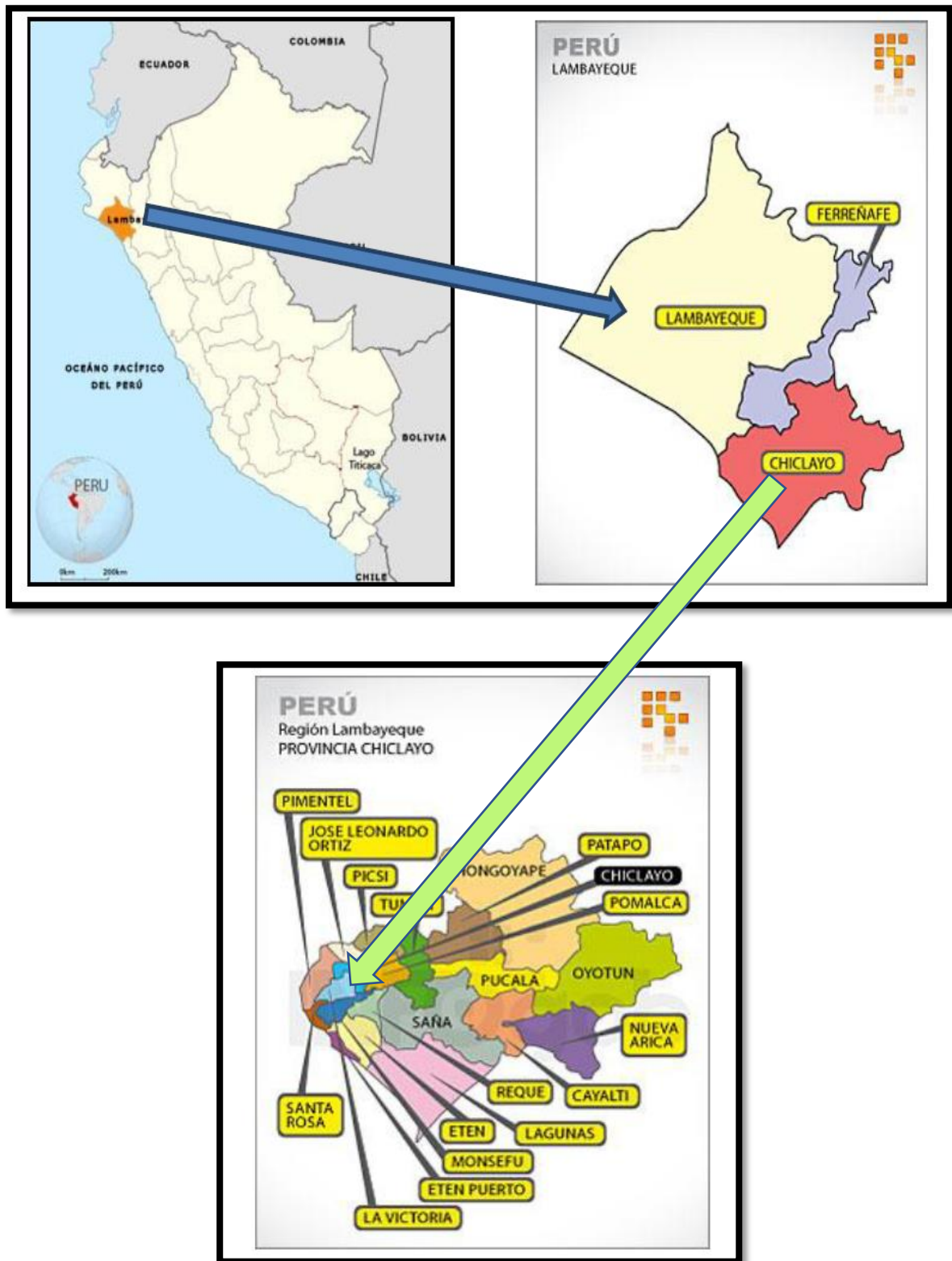
NORTE: Provincia de Chiclayo y Lambayeque.

SUR: Provincia de Chepén (departamento de la Libertad)

ESTE: Provincia de San Miguel, Santa Cruz y Chota, del departamento de Cajamarca.

OESTE: Océano Pacífico.

Imagen N° 1 Mapa de ubicación a nivel nacional, provincial y distrital



Fuente: Google imágenes

Imagen N° 2 Mapa distrital de La Victoria



Fuente: Google imágenes

2.1.5 Características generales.

2.1.5.1 Creación

El Distrito de La Victoria, fue creado por Ley N° 23926, del 13 de septiembre de 1984. Es el más reciente distrito creado en la Provincia de Chiclayo. Está Ubicado al Sur de la Ciudad de Chiclayo, su relieve es llano y su extensión territorial es de 32 KM², siendo presidente de la República el Dr. Fernando Belaunde Terry.

A fines de la década del cincuenta en tierras del fundo Chacupe propiedad del distrito de Reque, se asentaron un grupo de familias para habitar en viviendas rústicas localizadas a un costado de la Panamericana Sur. Posteriormente las autoridades de aquel entonces de la Municipalidad de Reque con buen criterio impusieron el trabajo de planificación, en el asesoramiento técnico de Ingenieros venidos de Lima, quienes inician el trazo de la ciudad dando lugar a la creación del Sector IV, posteriormente con técnicos del Municipio de Reque se continua con el trazo dando lugar a la creación de los sectores I, II y III.

2.1.5.2 Clima

El clima en el distrito de La Victoria es variable, entre cálido y templado durante las estaciones de otoño, invierno y primavera y cambia a caluroso en la estación de verano.

Cuenta con régimen de lluvias escaso durante todo el año, la precipitación pluvial promedio varía desde 0.2 mm en la época de invierno hasta 8.8 mm en el verano.

El distrito de la Victoria, durante el lapso más caluroso de verano, presenta temperaturas que fluctúan de un mínimo de 19.6 °C a un máximo de 31.0 °C, durante el invierno la temperatura varía desde un mínimo de 15.4 °C a un máximo de 23.6 °C. Cuando el clima se tropicaliza durante los eventos ENOS (El Niño Oscilación Sur), conocidos como Fenómeno de El Niño, las temperaturas varían entre 20 °C en invierno y 34 °C en el verano.

2.1.5.3 Relieve

El territorio distrital es llano, con ligeras ondulaciones. Sus suelos, que han sido objeto de una intensa nivelación, se han hecho reformas en las pistas.

En la actualidad el distrito de la victoria es uno de los mejores distritos de Chiclayo, cuenta con cantidad de parques bien hechos, llamativos y pistas nuevas.

2.1.5.4 Evolución de la población.

Según el censo del año 1,993 y la proyección de población del distrito al año 2004, se estima un incremento de 9,616 personas, pasando de 60,249 a 71,114 habitantes. Para el año 2004, y para el año 2008 se ha estimado que la población distrital comprenderá un total de 76,236 habitantes, cifra que, comparada con la población total del Departamento de Lambayeque, representa el 6.4% y con respecto a la Provincia de Chiclayo el 9.5%

Tabla N° 1 Población total y estimada 1993 - 2008

Año	Departamento	Provincia	Distrito
	Lambayeque	Chiclayo	La Victoria
1993	950,842	638,479	60,249
2002	1,121,358	766,010	68,611
2003	1,134,467	771,281	69,865
2004	1,141,228	776,256	71,114
2005	1,151,411	781,706	72,297
2006	1,162,174	787,341	73,607
2007	1,172,749	792,931	74,910
2008	1,183,422	798,561	76,236

Fuente: INEI - En base al Censo del año 1993, elaborado por el Pool de PPRyCTI.

2.1.5.5 Concentración de la población.

La población distrital se caracteriza por ser una población mayormente joven, del total de habitantes el 51.9 % son mujeres y el 48.10 % hombres, con relación a los grupos etáreos es de significar que el 68.0% son menores de 29 años, 28.6% de la población se encuentra comprendida entre 30 a 64 años y el 3.4% son personas mayores de 65 años.

Tabla N° 2 Dato poblacional del distrito de La Victoria 2012-2015

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012			2013			2014			2015		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
LAMBAYEQUE	1,229,260	597,871	631,389	1,239,882	602,759	637,123	1,250,349	607,572	642,777	1,260,650	612,304	648,346
CHICLAYO	836,299	402,952	433,347	843,445	406,196	437,249	850,484	409,389	441,095	857,405	412,524	444,881
CHICLAYO	286,105	134,400	151,705	288,063	135,233	152,830	289,956	136,034	153,922	291,777	136,797	154,980
CHONGOYAPE	18,214	9,177	9,037	18,128	9,127	9,001	18,036	9,074	8,962	17,940	9,019	8,921
ETEN	10,868	5,151	5,737	10,772	5,076	5,696	10,672	5,019	5,653	10,571	4,962	5,609
ETEN PUERTO	2,247	1,035	1,212	2,220	1,013	1,207	2,194	992	1,202	2,167	971	1,196
J. L. O	184,660	89,141	95,519	187,530	90,527	97,003	190,388	91,908	98,480	193,232	93,283	99,949
LA VICTORIA	87,369	42,240	45,129	88,440	42,756	45,684	89,499	43,267	46,232	90,546	43,772	46,774
LAGUNAS	10,119	5,202	4,917	10,160	5,231	4,929	10,198	5,259	4,939	10,234	5,286	4,948
MONSEFU	31,919	15,353	16,566	31,904	15,345	16,559	31,880	15,332	16,548	31,847	15,315	16,532

Fuente: INEI, Municipalidad Distrital de la Victoria 2012-2015

2.1.5.6 Composición de la población.

En el año 1994 la Municipalidad Distrital de la Victoria aplicaron un promedio de 1,600 encuestas para la elaboración de un Diagnostico Socioeconómico y Cultural, y se logró determinar que el 53.6% de la población encuestada, procedía de otros lugares de origen, entre los que sobresalen las personas naturales de Chiclayo y Cajamarca

Tabla N° 3 Población total estimada, área urbana y rural, según sexo. Años 1993 - 2008. distrito de La Victoria

Años	Población			Urbana			Rural		
	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M
1993	60,249	28,992	31,257	59,044	28,341	30,703	1,205	578	627
2002	68,611	33,014	35,597	67,239	32,315	34,924	1,372	671	701
2003	69,865	33,617	36,248	68,468	32,905	35,563	1,397	683	714
2004	71,144	34,218	36,896	69,692	33,494	36,198	1,442	696	726
2005	72,297	34,787	37,510	70,851	34,051	36,800	1,446	707	739
2006	73,607	35,418	38,189	72,135	34,665	37,467	1,472	720	752
2007	74,910	36,045	38,865	73,412	35,282	38,130	1,498	733	765
2008	76,236	36,683	39,553	74,711	36,906	38,650	1,525	746	779

Fuente: INEI - En base al censo del año 1993, elaborado por el Pool de PPRyCTI.

2.1.5.7 Pobreza

Según el Mapa de pobreza Provincial y Distrital 2015, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). EL distrito de la Victoria presenta un 1.676% de pobreza.

Tabla N° 4 Cuadro de índice de pobreza total según distrito.

Departamento	Provincia	Distrito	Proyección de población 2015 (Hab)	Intervalo de Confianza al 95% de la Pobreza Total		Ubicación pobreza total
				Inferior	Superior	
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo - Grupo 3	24 854	33.8	44.3	1 055
Lambayeque	Chiclayo	José Leonardo Ortiz - Grupo 3	38 338	33.6	43.6	1 067
Lambayeque	Chiclayo	Santa Rosa	12 687	31.3	42.9	1 111
Lambayeque	Chiclayo	Monsefú	31 847	30.1	37.5	1 188
Lambayeque	Chiclayo	Etén	10 571	25.4	35.7	1 297
Lambayeque	Chiclayo	Picsi	9 782	21.9	33.9	1 375
Lambayeque	Chiclayo	Saña	12 288	20.9	32.7	1 400
Lambayeque	Chiclayo	Patapo	22 452	23.1	29.9	1 411
Lambayeque	Chiclayo	Lagunas	10 234	21.9	30.8	1 414
Lambayeque	Chiclayo	Oyotún	9 854	18.8	32.4	1 430
Lambayeque	Chiclayo	Chongoyape	17 940	20.4	27.2	1 469
Lambayeque	Chiclayo	José Leonardo Ortiz - Grupo 2	70 389	20.4	26.0	1 480
Lambayeque	Chiclayo	Cayaltí	15 967	18.3	27.5	1 494
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo - Grupo 2	46 816	17.2	23.4	1 569
Lambayeque	Chiclayo	Reque	14 942	15.6	24.1	1 581
Lambayeque	Chiclayo	Pomalca	25 323	14.7	21.5	1 625
Lambayeque	Chiclayo	Pimentel	44 285	12.8	18.6	1 674
Lambayeque	Chiclayo	La Victoria	90 546	13.3	17.7	1 676
Lambayeque	Chiclayo	Pucallá	8 979	10.4	18.7	1 703
Lambayeque	Chiclayo	Nueva Arica	2 338	6.9	21.4	1 713
Lambayeque	Chiclayo	Tumán	30 194	11.9	16.2	1 719
Lambayeque	Chiclayo	Etén Puerto	2 167	6.5	16.4	1 767
Lambayeque	Chiclayo	José Leonardo Ortiz - Grupo 1	84 505	8.5	11.5	1 798
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo - Grupo 1	220 107	5.9	7.9	1 850

Fuente: INEI- Condición de pobreza, y ubicación del distrito por nivel de pobreza, 2015

2.1.5.8 Área de Influencia.

La población directamente afectada lo conforman los pobladores que se encuentran alrededor de las Av. Antenor Orrego, Av. Unión, Calle La Pinta y Avenidas aledañas al complejo deportivo.

Esta área de influencia se le va a relacionar con los beneficiarios de la cual tenemos a las instituciones educativas cercanas a dicho proyecto.

Tabla N° 5 Cuadro de estudiantes de las diferentes I.E de la zona de influencia del distrito de La Victoria

NOMBRE IE	NIVEL	DIRECCION	NUMERO APROXIMADO DE ALUMNOS
BILINGUAL SCHOOL RAYMOND SHREVE S.A.C	Inicial- Cuna- Jardín - Primaria- Secundaria	Av. Chinchaysuyo 1455	150
JOYAS PRECIOSAS	Inicial- Jardín	Calle Nuevo Mundo 228	78
ESTRELLITAS DEL SABER	Inicial	Av. Antenor Orrego 517	50
EUROAMERICANO	Inicial- Jardín	Calle Manuel Seoane 275	20
HUELLITAS DEL SABER	Inicial	Av. Los Incas 204	50
LOS CARIÑOSITOS	Inicial	Av. La Union 355	30
MI ANGEL DE LA GUARDA	Inicial	Av. La Pinta	15
MI DULCE AMANECER	Inicial	Calle Ollantay 121	20
MI SEGUNDO HOGAR	Inicial	Av. Union 360	18
PALOMITAS MENSAJERAS	Inicial- Jardín	Av. Manuel Seoane 420	15
008 NIÑO MENSAJEROS DE LA PAZ	Inicial- Jardín	Av. La Colla 1497	282
TOTAL			768

Fuente: DePeru.com

Tabla N° 6 Cuadro de beneficiarios aproximadamente del proyecto.

BENEFICIARIOS	I.E	POBLACION
	768	1500
TOTAL	2268	

Fuente: Propia.

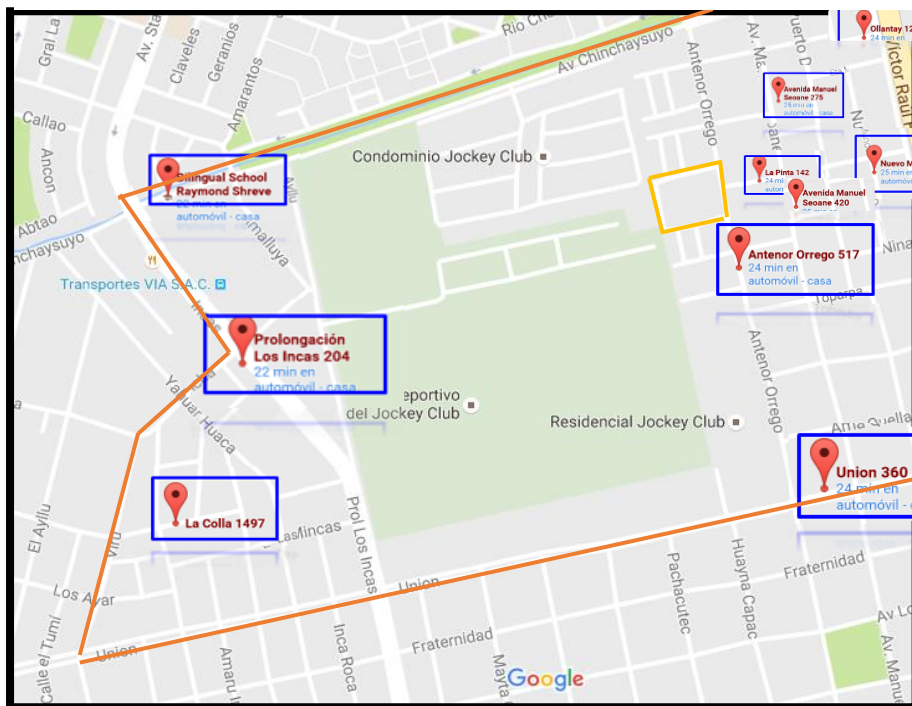
En la cuantificación de la población se tomó en cuenta los números de estudiantes de las diferentes Instituciones educativas cercanas al proyecto, y así como también 300 viviendas y por cada vivienda 5 integrantes de una familia que serían un total de 1500 pobladores beneficiados.

Imagen N° 3 Zona de influencia del proyecto.



Fuente: Google maps

Imagen N° 4 Diferentes I.E de la zona de influencia del distrito de La Victoria



Fuente: Google maps

2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

En este apartado se presenta las diversas bibliografías y teorías relacionadas con el tema de “Diseño del complejo deportivo Antenor Orrego utilizando estructuras especiales, distrito de la Victoria, provincia de Chiclayo, 2016.”, se pueden mencionar las siguientes:

2.2.1 Leyes de estado.

➤ **Ley de Promoción y Desarrollo del Deporte, Ley N° 29544**

La presente ley indica en el Art. N° 3, que se debe desarrollar, promover en forma orgánica y descentralizada el deporte en general como actividad física de la persona en sus diferentes disciplinas y modalidades En el Art. N° 6 nos dice que los gobiernos locales, regionales y nacionales forman parte del Sistema Deportivo Nacional de las cuales las conforman el Instituto Peruano del Deporte – (IPD), Las universidades, los institutos superiores, centro Laborales, etc. Todas las organizaciones mencionadas deben fomentar la actividad física, mental de cada persona.

➤ **Ley General del Ambiente, Ley N° 28611**

La presente ley nos indica que en los artículos I al III, toda persona tiene derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

➤ **La Ley N° 28044, ley general de educación**

La presente ley nos indica que en el Capítulo V- Art. N° 79 como finalidad definir, dirigir y articular la política de educación, cultura, recreación y deporte, en concordancia con la política del estado.

2.2.2 Normas del reglamento nacional de edificaciones.

➤ **RNE. 2014. Norma A010. Condiciones generales de diseño. Lima**

• **Reconocer el terreno y sus parámetros urbanísticos.**

El primer paso para la construcción de un edificio es el reconocimiento del terreno e identificar sus características, como por ejemplo analizar su geografía, vecindario, servicio y otros factores que puedan ser importantes para el diseño y su edificación.

La municipalidad para cada lote dentro de su jurisdicción debe determinar parámetros urbanísticos que orienten al propietario al momento de proyectar la arquitectura de su propiedad. Antes de cualquier proyecto arquitectónico es necesario poseer el certificado de parámetros urbanísticos y diseñar según lo que indique el

documento. Respetando además el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- **Especialidad del proyecto.**

Antes de la construcción de una casa es necesario conocer la composición y tipo de suelo del terreno, según esta especificación, se diseñarán las estructuras de toda la vivienda. Por ejemplo, al momento de realizar el estudio de suelos de una casa de campo, es probable encontrar napa freática cercana a la superficie. Siendo esta información clave para el diseño de la cimentación. Primero se realizarán los planos de arquitectura y luego sobre la base arquitectónica y el tipo de suelo, se diseñarán los planos estructurales y posteriormente o en simultáneo los planos de especialidades eléctricas y sanitarias.

- **Certificado de parámetros urbanísticos.**

Este documento nos limita el diseño de nuestro proyecto según la reglamentación municipal en cada zona. Como se puede apreciar, el (CPU) nos limita en coeficiente de construcción (que cantidad de metros cuadrado se puede construir en esa zona y depende del área del lote) y en la altura máxima o número de pisos. Es importante que el proyecto se enmarque dentro de los límites establecidos por CPU.

Luego podemos armar un cuadro con los resultados de nuestro primer análisis de los parámetros. Inicialmente hay que trabajar un estudio de cabida de la mano con un arquitecto que nos permita establecer cuantos inmuebles, de que área y pisos es posible construir.

- **RNE. 2014. Norma A0100: Recreación y deporte. Lima**

En esta norma señala a las grandes instalaciones, donde se desarrollan eventos deportivos de diversos tipos, como espectáculos organizado para la recreación y esparcimiento de la población general.

Para su funcionamiento adecuado las instalaciones deben disponer fundamentalmente de área de canchas deportivas para otras actividades, graderías para el público, sanitarios y vestidores para deportistas, servicios generales incluyendo cuarto de máquinas, servicio médico (Tópico) áreas verdes, plaza de acceso.

- **RNE. 2014. Norma E020: Cargas. Lima.**

Esta norma establece las cargas mínimas que están dadas en condiciones de servicio que son necesarias para diseñar.

Se considera la carga muerta, la carga viva, presiones que ejerce la tierra, cargas de construcción y cargas originadas por contracción. También se presentan las combinaciones de cargas y los principios de estabilidad y rigidez.

Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica.

Cabe mencionar que en nuestro país las cargas sísmicas predominan sobre las causadas por el viento, salvo que la estructura sea muy liviana (por ejemplo, con techos metálicos y coberturas con planchas de asbesto-cemento. Calaminas, etc.), o que el edificio este ubicado en una zona de baja sismicidad, pero con fuertes vientos (por ejemplo, en la selva.)

Las disposiciones de esta norma son aplicadas a edificaciones que tienen los usos siguientes: almacenes, baños, bibliotecas, centro de educación, garajes, hospitales, hoteles, instituciones penales, lugares de asamblea, oficinas, teatros, tiendas, viviendas, etc.

Tabla N° 7 Cargas exteriores del 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 o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla N° 8 Factores de forma para determinación de cargas adicionales en elementos de cierre (C)

A B E R T U R A S		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
±0,3	+0,8	-0,6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

➤ **RNE. 2014. Norma E030: Diseño Sismoresistente. (Actualización por DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA). Lima**

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico. Es aplicable a todas las edificaciones nuevas, así como al reforzamiento y a la reparación de edificaciones existentes.

En el artículo 3 nos dice que la filosofía del diseño resistente consiste en:

- Evitar pérdidas de vidas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Esto significa que la estructura no debe colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio y que se pueden producir daños dentro de límites aceptables.

Para que una estructura resista un sismo severo con este tipo de comportamiento es necesario que cumpla dos condiciones.

1. Que sea rígida, para que los desplazamientos horizontales sean pequeños.
2. Que sea dúctil, para que en determinadas zonas pueda tener un comportamiento inelástico, lo que significa fisuración, sin perder su resistencia ni de que produzca una falla frágil.

El cumplimiento de la condición 1 necesita de un proyecto arquitectónico que permita que además de las columnas y vigas necesarias para soportar las cargas de la estructura, permita colocar muros de corte, de ladrillo macizo o de concreto armado, que aumente la rigidez a desplazamiento horizontales de la estructura.

El cumplimiento de la condición 2 necesita que cumplan las exigencias de la norma de concreto armado, particularmente los artículos referidos al diseño sismoresistente. Esto trata principalmente del tipo de estribo, su espaciamiento, longitud de anclaje, longitud de traslape y detalle sobre la colocación de las armaduras dentro de las vigas.

Además de cumplir estas condiciones, para tener un buen comportamiento antes sismos severos nuestro edificio deben tener en lo posible:

- Simetría tanto en la distribución de masas como la de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Resistencia adecuada. Esto es aplicable principalmente a los elementos verticales,
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.

Un aspecto importante en la norma E 030 es que tiene como objetivo el control de desplazamientos, para eso en el capitulo 5 de desplazamientos laterales de lo cual es importante mencionar lo siguiente:

❖ **Desplazamientos laterales permisibles.**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el análisis de edificios del capítulo 16, no deberá exceder la fracción de la altura entrepiso que se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 9: Limite de desplazamiento lateral entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO (Estos límites no son aplicables a naves industriales)	
Material Predominante	$\Delta i / h e_i$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

❖ **Estabilidad del Edificio**

Deberá considerarse el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación según el análisis de la edificación.

En el capítulo IV acerca del Análisis de Edificios, se encuentran los dos tipos de análisis que se pueden requerir en una edificación:

❖ **Análisis Estático:**

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

❖ **Periodo Fundamental**

1° El periodo fundamental para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \dots \text{Ecuación 01}$$

Dónde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

- a) Pórticos de concreto armado sin muro de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios de concreto armado cuyos elementos Sismoresistente sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

- a) Pórticos de concreto armado con muro en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostramiento.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

2º También podrá usarse un procedimiento de análisis dinámico que considere las características de rigidez y distribución de masas en la estructura. Como una forma sencilla de este procedimiento puede usarse la siguiente expresión:

$$T = 2. \pi \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot D_i^2)}{(g \cdot \sum_{i=1}^n F_i \cdot D_i)}} \dots \text{Ecuación 02}$$

Cuando el procedimiento dinámico no considere el efecto de los elementos no estructurales, el periodo fundamental deberá tomarse como el 0.85 del valor obtenido por este método.

❖ Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P \dots \text{Ecuación 03}$$

Debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125 \dots \text{Ecuación 04}$$

❖ Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Si el periodo fundamental T , es mayor que 0.7 seg, una parte de la fuerza cortante V , denominada F_a , deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza F_a se determinará mediante la expresión:

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V \dots \text{Ecuación 05}$$

Donde el periodo T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir $(V-F_a)$ se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a) \quad \dots \text{Ecuación 06}$$

❖ **Fuerzas Sísmicas verticales**

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a $2/3 Z \cdot U \cdot S$. En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en la Aceleración Espectral.

❖ **Análisis Dinámico**

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de combinación espectral o por medio de análisis tiempo historia.

❖ **Análisis tiempo – Historia**

El análisis dinámico tiempo - historia podrá emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes y Análisis Dinámico Modal Espectral. En este tipo de análisis deberá utilizarse un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento hysterético de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

➤ **RNE. 2014. Norma E050: Suelos y Cimentaciones. Lima**

El objetivo de esta norma es establecer requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

Nos proporciona información concerniente a los estudios previos a tener en cuenta para el análisis de las condiciones de cimentación, y los problemas especiales en cimentación como son los suelos colapsables, ataques químicos por suelos y aguas subterráneas, suelos expansivos, licuación o licuefacción de suelos y sostenimiento de excavaciones.

La norma exige un EMS para edificaciones que presenten servicios de educación, servicio a la salud o servicio público en general, locales que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, etc.

A demás para cualquier edificación de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500m² de área techada en planta.

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicada en el informe.

Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, solo se aplicarán al terreno y edificaciones comprometidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos para otras edificaciones.

Para realizar este estudio se requiere una información previa del terreno a investigar.

- a) Plano de ubicación y acceso.
- b) Plano topográfico con curvas de nivel (linderos, uso del terreno, obras anteriores, obras existentes, situación y disposición de acequias y drenajes). En el plano deberá indicarse también, de ser posible, la ubicación prevista para las obras. Si la pendiente promedio del terreno fuera inferior al 5% bastara un levantamiento planímetro.
- c) La situación legal del terreno.

Para el Diseño y Construcción de Obras de Sostentamiento se deberá considerar los siguientes aspectos como mínimo:

- Los empujes del suelo.
- Efecto de la variación de la humedad del suelo.
- Las sobrecargas dinámicas (sismos y vibraciones causadas artificialmente).
- La ejecución de accesos para la construcción.
- La posibilidad de realizar anclajes en los terrenos adyacentes (de ser aplicable).
- La aplicación de las técnicas de investigación.
- La obligatoriedad de algunos estudios.
- Parámetros a ser proporcionados en el EMS.

➤ **RNE. 2014. Norma E060: Concreto Armado. Lima**

Esta norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple. Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta norma.

En el capítulo 8: Análisis y diseño, menciona que el diseño de concreto armado será por resistencia. Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que pueden obrar sobre ella durante su vida útil.

En el capítulo 9: Requisitos de Resistencia y de Servicio, donde indica que las estructuras de concreto armado deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño (ϕR_n) por lo menos iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas, además muestra las combinaciones necesarias para las resistencias requeridas.

➤ **RNE. 2014. Norma E090: Estructuras Metálicas. Lima**

Esta Norma de diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para edificaciones acepta los criterios del método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) y el método por Esfuerzos Permisibles (ASD).

Su obligatoriedad se reglamenta en esta misma norma y su ámbito de aplicación comprende todo el territorio nacional

En la presente norma, el término acero estructural se referirá a aquellos elementos de acero de sistemas estructurales de pórticos y reticulados que sean parte esencial para soportar las cargas de diseño. Se entiende como este tipo de elementos a: vigas, columnas, puntales, bridas y otros que intervienen en el sistema estructural de los edificios de acero.

En el capítulo 8 – Elementos Sometidos a Fuerzas Combinadas y Torsión. Este capítulo se aplica a elementos prismáticos sometidos a fuerza axial y flexión alrededor de uno o ambos ejes de simetría, con o sin torsión, y torsión solamente. Para elementos con almas de peralte variable.

➤ **Norma CE 010. Pavimentos Urbanos.**

Esta norma fija los requisitos y exigencias para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de pavimentos, así como también como aquellos requisitos que se tendrá que presentar en los informes, la información mínima el área de estudio con la que debe contar el responsable de obra, también establece limitaciones y alcances

➤ **Norma Técnica de Edificación IS 010 Instalaciones Sanitarias 2014.**

Esta norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente norma, el ingeniero sanitario, fijará los requisitos necesarios para el proyecto especificado, incluyendo en la memoria descriptiva la justificación y fundamentación correspondiente. Esta norma fija las dotaciones mínimas de agua ya sea para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines.

➤ **Norma Técnica de Edificación EM 010 Instalaciones Eléctricas Interiores 2014.**

Reglamento Nacional de Edificaciones. Presenta los requisitos y exigencias mínimas para el análisis y diseño de instalaciones eléctricas interiores, tipificados en el Código Nacional de Electricidad, comprende desde las acometidas hasta los sistemas de protección, control, medición y registro.

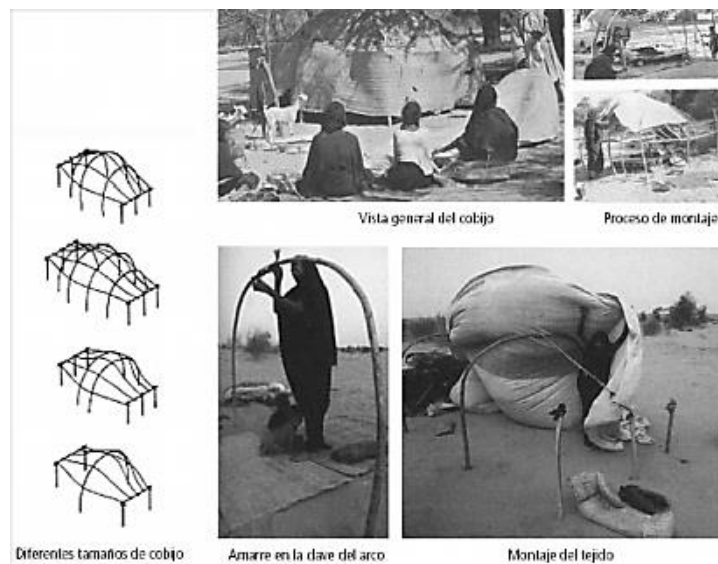
2.2.3 Teoría de las tensoestructuras.

2.2.3.1 Aspectos Generales de las Tensoestructuras.

Se entiende por estructuras tensionadas aquellas cuyos elementos estructurales principales trabajan básicamente a tracción. Constan principalmente de tres elementos estructurales, una membrana textil que cubre grandes espacios, unos mástiles que dan altura a la membrana y unos cables tensores de acero que curvan la superficie de la membrana. Hoy en día se aplican en arquitectura (cubiertas de grandes luces) y en ingeniería civil (presas inflables de poca altura, puentes peatonales, por ejemplo). Normalmente se pretensan antes de entrar en servicio para que adquieran cierta rigidez.

El origen de este tipo de estructuras se remonta a los inicios del hombre, y en distintas culturas desde los orígenes de su civilización sirviendo como modelos en la actualidad. La cultura Tuareg y Gabra, (*Imagen N° 5*) construían tiendas con pieles o tejidos llamadas “bóveda”, construidas a partir de palos flectados, anclados en el terreno y atados al arco. Este mismo sistema de construcción es el que se utiliza actualmente con ayuda de materiales altamente resistentes como tubos de acero, bambú o arcos de concreto, de los cuales se sostiene la estructura.

Imagen N° 5 Tiendas de la cultura Taureg



Fuente: Oliver, 1975

La cultura Beduina (*Imagen N° 5*) construía las tiendas rectangulares con mástiles de madera, tensores de cuerda y grandes piedras que servían como cimentación donde el sentido de la ubicación era fundamental para que soporten los fuertes vientos. Actualmente este sistema estructural se utiliza mucho para estructuras rectangulares como es el caso de estructuras tensionadas de doble cableado.

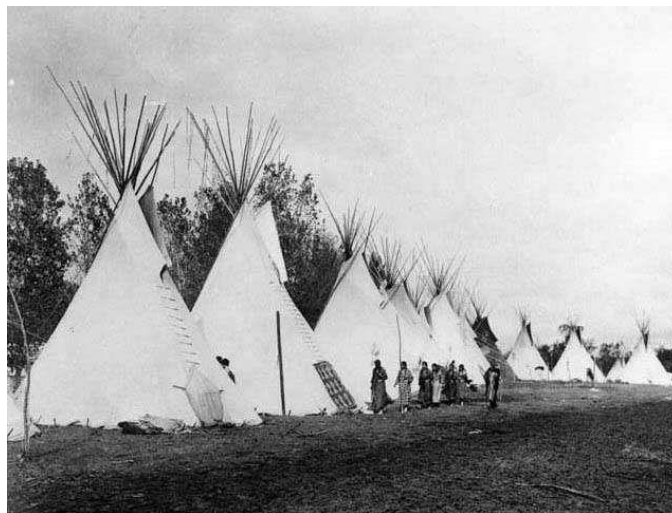
Imagen N° 6 Tiendas de la cultura Beduina



Fuente: Luis Marroquín. 2012

Los indios construyeron tiendas llamadas tipis (*Imagen N° 7*) basadas en mástiles de madera que se ataban en un extremo para formar un cono cubierto por corteza de árboles, piel de caribú u otros materiales. Este mismo sistema estructural se usa actualmente en membranas tensionadas en forma de conoide, usan el mástil en el centro para dar una forma cónica y luego se tensa en los puntos extremos.

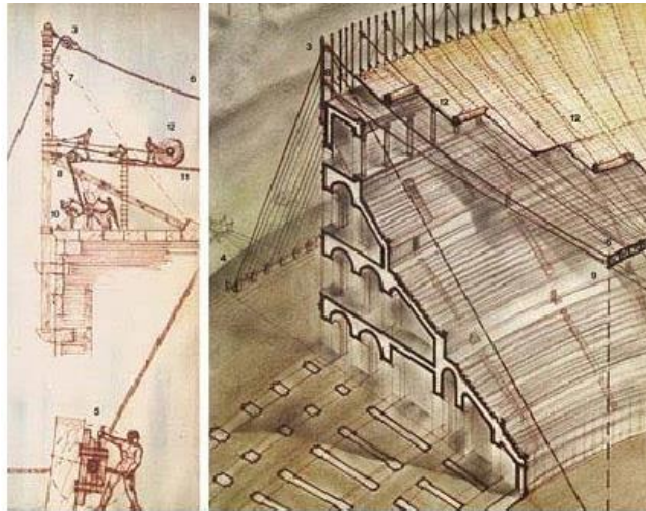
Imagen N° 7 Tiendas llamadas "tipis"



Fuente: Luis Marroquín. 2012

En el Coliseo Romano utilizaron una cubierta de tela desplegable accionada mediante poleas, cada sector de tela podía moverse por separado (Castro, Diaz 2010, 5-8). Actualmente se utilizan diversas membranas tensionadas que se complementan con la edificación, dando sombra, estética y comodidad a la estructura. Ver (*Imagen N° 8*)

Imagen N° 8 Proceso constructivo del velario romano



Fuente: Castro Stephanie, Cera Roger y Díaz Hernán. 2010.

A partir del siglo XX se comienza a desarrollar estructuras como puentes y techos colgantes (Frei 1962, 11) que dieron origen a las estructuras tensionadas. El arquitecto Frei Otto fue la figura primordial en el desarrollo de estas estructuras. El secreto del éxito de Otto se encontró en su estudio de los procesos de auto-formación de burbujas de jabón para darle la forma y luego realizaba un modelo matemático.

En la década de 1960, Otto fundó el Instituto Leichtbau, Entwerfen und Konstruieren (Instituto Para Estructuras Ligeras), parte de la Universidad de Stuttgart en Alemania. Este innovador instituto ha publicado decenas de libros y papeles llenos de ideas innovadoras, formando una generación de ingenieros que representó el futuro de estructuras más ligeras, eficientes, y adaptables.

- ❖ 1967. Pabellón Alemán, primer proyecto a gran escala del Arquitecto Frei Otto. Este fue creado para la exposición de Montreal con más de 8000 m². En ese tiempo no existía tejido lo suficientemente fuerte como para soportar la tensión requerida para una enorme estructura. Sin embargo, en su lugar Otto diseñó una red de cables de interconexión para formar la estructura de la superficie con una membrana de tela colgado justo por debajo de la red de cable. Ver (Imagen N° 9).

Imagen N° 9 Pabellón alemán. Exposición internacional Montreal, Canadá. 1967



Fuente: Otto Frei, *Cubiertas colgantes*. 1962

- ❖ 1972. Parque Olímpico Múnich, para los juegos olímpicos de ese año, es uno de los proyectos más sobresalientes de Otto, es una estructura elegante de red con paneles de acrílico que cubre más de 3716 m². Ha sido aclamado como uno de los proyectos más famosos del siglo. Ver (Imagen N° 10).

Imagen N° 10 Parque olímpico Múnich. 1972



Fuente: Otto Frei, *Cubiertas colgantes*. 1962

2.2.3.2 FORM FINDING

Las membranas tensionadas son “estructuras especiales”, debido a las grandes luces que se consiguen con su gran ligereza, la estabilidad de estas estructuras es a partir de la forma aticlástica o paraboloide

hiperbólico. Esto implica que el cálculo de membranas esté asociado de algún modo en el problema de la búsqueda de la forma "FORM FINDING", debido a que la curvatura permite equilibrar dichas cargas con el esfuerzo de la membrana canalizando los esfuerzos a través de su superficie. Los elementos rígidos que trabajan a compresión (postes, arcos y puntales) se unifican con los elementos flexibles que trabajan a tracción (cables y membranas) constituyendo de esta manera una unidad estructural muy eficiente. A continuación, se dan a conocer algunos métodos que se utilizan para buscar la forma de la estructura.

❖ MÉTODO MODELÍSTICO.

Se trata del método más antiguo, cuando los ordenadores no existían o no eran asequibles para el diseñador. Consiste en hacer maquetas con materiales deformables (licra, látex, etc.) de esta manera se obtienen formas alabeadas. Actualmente se sigue utilizando ya que muchas veces el disponer de una maqueta es una necesidad para el proyectista o para el cliente.

❖ MÉTODO DE SIMULACIÓN.

Es el método más utilizado hoy en día. Se trata de usar un programa informático especializado para generar este tipo de formas. Dentro de este método de simulación tenemos el de la densidad de fuerza que se puede calcular en el Programa SAP 2000.

❖ MÉTODO DE LAS POMPAS DE JABÓN.

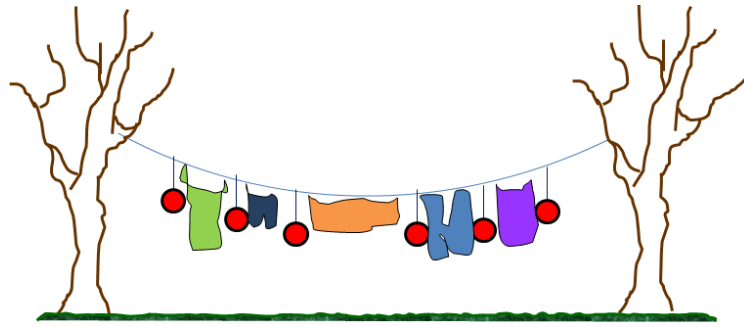
Es también un método muy antiguo, utilizado a fondo en las investigaciones de Frei Otto. A partir de cualquier marco rígido o deformable, sumergido en agua jabonosa obtenemos superficies que, debido a la tensión superficial, son mínimas y al mismo tiempo son óptimas como superficies tensadas (w).

2.2.3.3 IDEALIZACIÓN DE LA MEMBRANA

El concepto de la idealización de la membrana como una malla de cables parte de la formación de una sucesión de cuerdas en suspensión y cuerdas perpendiculares tensionadas, integrando una red que se asemeje a una membrana.

Este concepto se inició con el análisis de una curvatura simple, un cable que asume una curvatura suave en respuesta a su propio peso llamada catenaria, que ante el efecto de las fuerzas externas del viento se vuelve inestable a la que se le aplican pesos en forma de cargas puntuales, como se puede observar en la (*Imagen N° 11*).

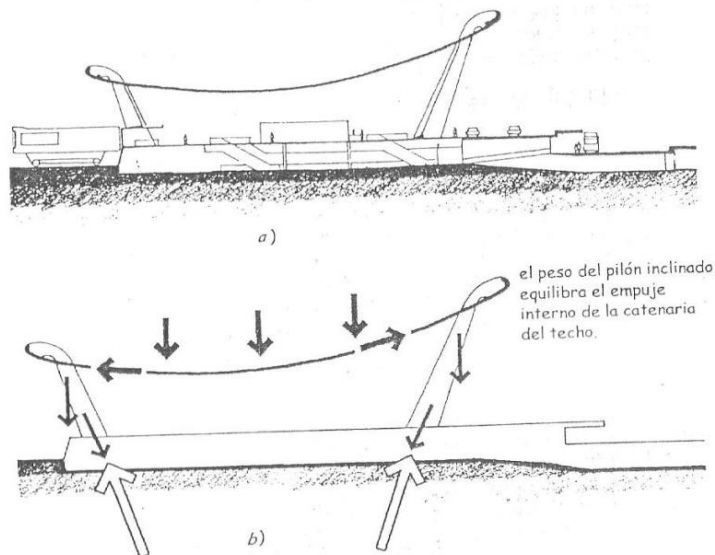
Imagen N° 11 Curvatura simple con sobrepeso



Fuente: Albines 2014.

Este sistema estructural fue utilizado en techos curvos usando una sucesión de cables secundarios verticales para soportar una losa plana de concreto o la cubierta de un puente como es el caso del edificio de la Terminal Dulles (1962).

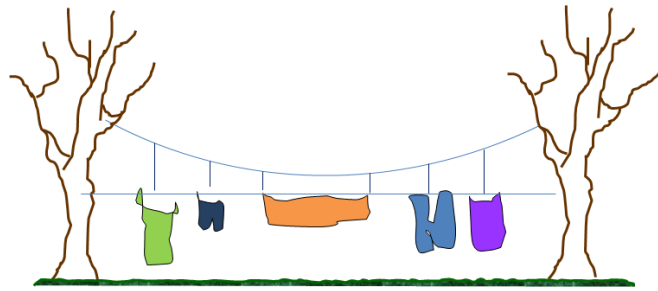
Imagen N° 12 El edificio de la terminal de Dulles: a) Sección y b) Diagrama de dirección de cargas.



Fuente: Frei Otto 1975.

Tomando en cuenta el concepto de la curvatura simple se originan otro tipo de estructuras como es el sistema de doble cableado. La estabilidad se logra adicionando un cable por debajo en forma reversa anclado al soporte y que unidos por cables verticales impiden la rotación sobre su eje y da mayor estabilidad (Moore 2005, 11) como se observa en (Imagen N° 13)

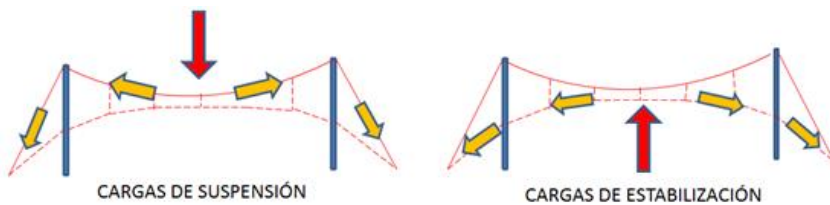
Imagen N° 13 Modelo de doble cableado



Fuente: Albines 2014.

Este sistema es muy utilizado actualmente en áreas rectangulares como el que se ha construido en el terminal del aeropuerto internacional de Denver. Las cargas que actúan sobre este tipo de estructuras son soportadas por los cables de suspensión y cables estabilizadores o tensores como se observa en la (Imagen N° 14).

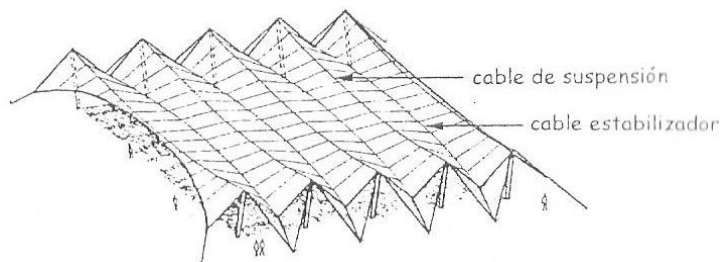
Imagen N° 14 Diagrama de dirección de cargas en estructuras de doble cableado.



Fuente: Albines 2014.

Por lo tanto, al tener una sucesión de cuerdas perpendiculares se tiene mayor estabilidad lateral como se muestra en la (Imagen N° 14).

Imagen N° 15 Cables de suspensión y estabilizadores en diferentes planos

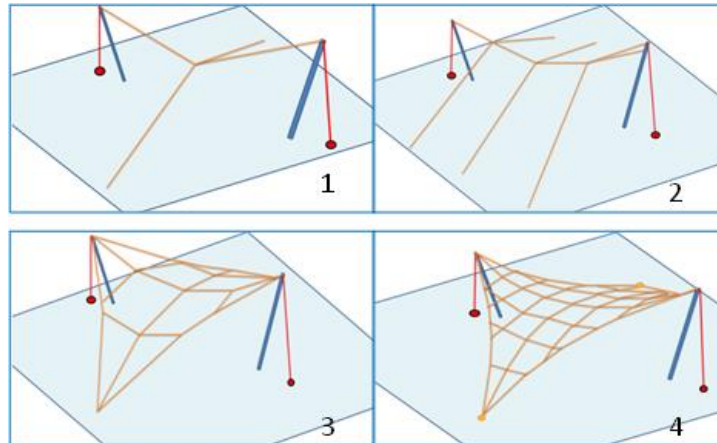


Fuente: Frei Otto 1975.

Para la formación de una cobertura paraboloides hiperbólico se toma como ejemplo el tendedero de doble cableado (*Imagen N° 13*), donde el cable inferior se gira 90° con respecto al superior y se unen en una

intersección por la fuerza vertical que entre ellos actúa y la sucesión de estas cuerdas más los cables de borde va generando un sistema tridimensional en forma de red, como se muestra en las siguientes imágenes.

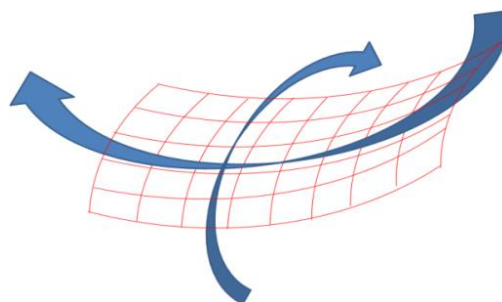
Imagen N° 16 Modelo de doble curvatura



Fuente: Albines 2014.

En cada nodo que resulta de la intersección de los cables se genera una curva en direcciones opuestas, un cable haciendo presión hacia abajo y el otro en sentido opuesto, de esta manera funcionan las estructuras de doble curvatura formando una forma anticlástica, de modo que los cables de suspensión se sujetan entre los soportes mientras que los cables estabilizadores que corren en dirección perpendicular jalan hacia abajo para prevenir el empuje ascendente del viento. Un ejemplo de este tipo de estructura es la Arena Raleigh y todo tipo de estructura necesita de estas dos familias de curvaturas opuestas para que se mantengan en equilibrio.

Imagen N° 17 Forma anticlástica típica de los cables con doble curvatura y estructuras de carpa, los cuales previenen el aleteo provocado por el empuje del viento.



Fuente: Albines 2014.

2.2.3.4 CÁLCULO

Para realizar el cálculo de las membranas tensionadas se debe considerar estas dos particularidades:

- ✓ Pueden sufrir grandes desplazamientos sometidas a cargas previsible
- ✓ Este tipo de estructuras está compuesto por objetos lineales (barras, tubos, cables) o por superficies (elementos pequeños de la membrana) los cuales solo pueden soportar esfuerzos de tracción. Si se somete a estos objetos a otro tipo de esfuerzo (compresión, flexión...) el objeto cede y deja de interactuar con la estructura (cable doblado, lona arrugada, etc.) (w).

Ambas particularidades van a generar un comportamiento no lineal de la estructura. Es decir, la relación entre cargas y deformaciones no es igual, por lo tanto, para iguales incrementos de carga, el incremento de las deformaciones es cada vez mayor. Es por ello que las deformaciones no son directamente proporcionales, tal como suele acontecer en la mayoría de las estructuras rígidas que utilizamos, sean de acero, hormigón, piedra, etc.

Para afrontar el cálculo de este tipo de estructuras no lineales, existen hoy en día bastantes métodos numéricos usados en ingeniería. Cada uno de ellos, individualmente o por grupos, está pensado para un determinado tipo de estructuras. Por lo tanto, debido a que la estructura se considera como no lineal, siempre existirá un proceso iterativo que encuentre el equilibrio de la estructura sometida a determinadas cargas. En este proyecto se contó con la ayuda del programa SAP 2000 para los respectivos cálculos.

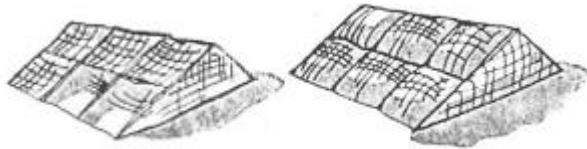
- **CARGAS**

Para el cálculo de esta estructura es necesario considerar las siguientes cargas (RNE E-020):

- a) Carga muerta:
Se considerará el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la edificación, calculados en base a los pesos unitarios.
- b) Carga viva:
Para este caso se considera la carga viva 0.30 (kg/m²) que se utiliza para techos con coberturas livianas. (NTE. 020)
- c) Carga de viento:
Este tipo de membranas es afectado por cargas de viento variable produciendo movimientos continuos en ella, como, por ejemplo:

- ❖ Oscilación fina y rápida: son pequeños remolinos de aire, los cuales corren por su superficie. Esta vibración fina se observa con vientos fuertes en la cara expuesta directamente al viento.
- ❖ Las ráfagas: se producen en las regiones marginales o en los bordes de la membrana, alterándose las presiones y succiones debidas a la formación de grandes remolinos, a veces con violencia de golpeteo, la cubierta es movida violentamente de un lado para otro. Ver (Imagen N° 18)

Imagen N° 18 Cubierta bajo la acción del viento



Fuente: Frei Otto 1975.

Para calcular la presión del viento que debe resistir la estructura se desarrolla la (Ecuación N°7) y se toma en cuenta la (*Tabla N° 7*)

Ecuación N° 7

$$P_h = 0.005CV_h^2$$

d) Carga de Pretensado.

Acción que se aplica a la estructura para proporcionar estabilidad y rigidez necesaria. Se suele aplicar una tensión a la membrana (dato que se calculó manualmente) o se puede tensar los cables exteriores (dato calculado con ayuda del programa SAP 2000) o se puede expandir los mástiles, etc.

En la "Guía Europea de Diseño de las Estructuras Superficiales Tensadas" indica que el pretensado debe ser no menor del 2,5% y no mayor del 6% de la resistencia a rotura de la membrana. Así mismo señala que el factor de seguridad para el pretensado en la resistencia de diseño es igual a 5; por lo tanto, estos valores se traducen en 12,5 y 30% de la capacidad portante útil de dicha membrana.

- **ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL**

Una parte importante del diseño de la membrana tensionada es saber adaptar la estructura al clima de la región, para ello se debe obtener los datos de resistencia de la lona, para que pueda durar 15 años aproximadamente si las condiciones son desfavorables y unos 50 años si es que la estructura se quiere permanente.

Esto es gracias a la resistencia de la capa protectora, a la resistencia a la rotura tanto en urdimbre como en trama, a la adherencia al recubrimiento del tejido, a la permeabilidad de la superficie teniendo una buena protección ante los efectos de absorción o de humedad que pueden ocasionar degradación química, así como ayudar a que no se desarrollen microorganismos. Permite además una buena iluminación, tiene un buen comportamiento acústico, y un buen comportamiento frente al fuego. Brinda también resistencia a la propagación del rasgado ante una línea de corte debido al entramado y la configuración de sus tejidos. Todas estas propiedades le brindan a la membrana una buena resistencia a la tracción y una durabilidad ante las agresiones externas.

En el ANEXO 02 se exponen los tipos de membrana de uso arquitectónico que se encuentran en el mercado internacional, clasificados según las diferentes resistencias y características que se han mencionado anteriormente.

Otra característica importante es el fácil mantenimiento que se le puede dar a este tipo de membranas, es importante recordar que la suciedad puede ser causante del deterioro físico-químico de la cubierta al reducir su transparencia y absorber determinadas radiaciones. Es por ello que estas estructuras poseen una fácil limpieza, en cualquier caso, siempre será importante una limpieza periódica de la superficie exterior, sobre todo cuando la lluvia natural no sea suficiente. Así mismo la lona tiene la facilidad de ser reparada por medio de adhesivos o de cosidos, pero los sistemas basados en materiales sintéticos que son relativamente sencillos o los basados en fibras minerales requieren sumo cuidado.

Con respecto a la estructura soporte y a todos los complementos metálicos o de otro tipo, se pueden aplicar las recomendaciones generales de mantenimiento (limpieza, protección, etc.) según el material del que se trate y su localización.

- **MATERIALIZACIÓN**

- ❖ **MEMBRANA**

Las membranas básicamente constan de un tejido de hilos muy finos (polyamide, polyester, fibra de vidrio) de alta resistencia en forma de malla bidireccional en sentido longitudinal (urdimbre) y transversal (trama), brindando gran resistencia al material.

Este tejido es recubierto por ambos lados, con un material de relleno (PVC, PTFE, Silicona), otorgándole propiedades físicas que se mencionaron anteriormente.

Se le puede agregar diversos tratamientos superficiales para mejorar la calidad del producto, como es la anti-adherencia de suciedad, mejor durabilidad, etc.

Los espesores finales de las membranas van desde 0.5 mm a 1.20 mm, su presentación es en rollos que van desde 1,40 hasta 4m de ancho, dependiendo del tipo de membrana y de cada fabricante.

Las propiedades de duración y comportamiento a la luz, el calor, la limpieza, etc. van a depender del material de relleno empleado y de su tratamiento superficial. Según estos dos elementos (tejido y recubrimiento) se presentan hoy en día varios tipos de membrana, sin embargo, los dos grupos más usados son la membrana polyester con PVC y las membranas de fibra de vidrio con PTFE. Ver ANEXO 02

❖ CABLES

La deformación que se puede producir en la membrana puede ser parcialmente absorbida por la deformación de estos elementos flexibles, llamado cables. Estos están constituidos por varios cordones, o torones, conformado cada uno a su vez por varios hilos de alambre, torneados alrededor de un núcleo central o alma, en forma de espiral cuya función principal es la distribución uniforme.

❖ ELEMENTOS CONVENCIONALES DE ESTRUCTURA (CONCRETO, ACERO, MADERA)

El modo de empleo de este tipo de materiales para armar la estructura va a determinar la dimensión del diseño y los detalles constructivos específicos para cada caso.

El concreto simple y el concreto armado serán usados en cimentaciones, pilares, vigas, bordes de membrana, etc. El metal o el acero serán usados para elementos estructurales como vigas, arcos, pórticos, elementos de sujeción de la membrana, mástiles, herrajes de transmisión de esfuerzos de ángulos y bordes de membrana, etc. La madera también se puede utilizar como pilares, vigas, pórticos, etc. sobre los cuales se coloca la membrana (Santamauro 2008,40).

❖ DETALLES

Los detalles no solo expresarán una forma de construir, sino también tomarán un papel importante en la instalación y en el funcionamiento dinámico de la estructura.

Existen accesorios necesarios para anclar los cables a la cimentación, como por ejemplo las placas. Las capacidades de las platinas de anclaje son válidas para situaciones de cargas estáticas. Para casos especiales como situaciones de fatiga o cargas dinámicas se requiere realizar un cálculo estructural más detallado.

Así mismo se utilizan accesorios en los puntos de unión entre los bordes y los problemas concernientes a la fijación de este accesorio depende principalmente de tres factores: De la geometría de la placa del vértice, de si el borde es flexible o rígido y de la magnitud de las fuerzas tangenciales. Más adelante se dará a conocer el cálculo y diseño de este tipo de detalles.

Imagen N° 19 Tipo de placa de vértice



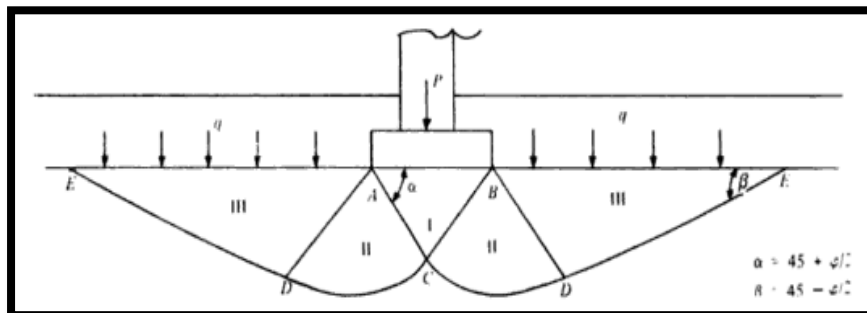
Fuente: Guía Básica de Tenso estructuras. Prof. Alberto Marroquín.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1 Capacidad de carga de las cimentaciones

La carga admisible en una cimentación es aquella que puede ser aplicada sin producir desperfectos en la estructura soportada, teniendo, además, una margen de seguridad dado por el llamado coeficiente de seguridad adoptado. La carga admisible no depende únicamente del terreno, sino también de la cimentación, característica de la estructura y del coeficiente de seguridad que se adopte en cada caso.

Imagen N° 20 Capacidad de carga de las cimentaciones



Fuente: Villalaz, Crespo.2004.

2.3.2 Cimentación

Parte de la edificación que transmite al subsuelo las cargas actuantes sobre la totalidad de la construcción al terreno de la estructura (RNE 2014).

2.3.3 Deflexiones

Es el grado en el que un elemento estructural se desplaza bajo la aplicación de una fuerza o carga

2.3.4 Evaluación de impacto ambiental

Es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente.

2.3.5 Estructuras de concreto armado

Es aquella formada por losas macizas o aligeradas, apoyadas en vigas y columnas; en estas también podrán existir muros de corte (placas) que tiene como función aumentar la resistencia y rigidez lateral, muy necesaria frente a los movimientos sísmicos.

En estas estructuras de concreto armado son flexibles ante la acción de las fuerzas de inercia horizontales generadas por los movimientos sísmicos. Si son bien diseñados y bien construidos pueden alcanzar gran ductilidad.

Podrán existir en ellos tabiques de albañilería que sirven como separadores de ambientes, es decir, no tienen función estructural. Estos tabiques deben estar separados del esqueleto estructural principal (vigas + columnas + losa) mediante juntas sísmicas que serán rellenas con tecnopor.

2.3.6 Edificación sismoresistente

Una edificación sismoresistente, es aquella que es capaz de soportar cargas de gravedad y fuerzas de inercia generadas por un movimiento sísmico, por medio de sistemas estructurales, cuyas componentes resistentes están dispuestas en sus planos verticales y horizontales.

En la práctica, el proceso de crear cualquiera estructura sismoresistente requiere cumplir estrictamente con cinco etapas que son: planificación, análisis estructural, diseño, planos y construcción.

2.3.6.1 Planificación.

Al crear una estructura, el primer paso es seleccionar una forma estructural (geometría) que sea segura, estética y económica; para lograrlo es necesario buscar formas simples que tengan continuidad en elevación y que en planta aproximadamente se logre cierta simetría. Posteriormente a ello se procede a la ubicación de los elementos resistentes, es decir, a la estructuración. Esta etapa es generalmente la más fácil y a la vez la más importante de la de la Ingeniería Estructural.

Es obvio que la habilidad necesaria para ejecutar con éxito esta etapa, se adquiere, normalmente después de varios años de experiencia profesional; así como de la constante capacitación de especialización.

2.3.6.2 Análisis estructural.

Esta etapa consiste en calcular los esfuerzos internos (momento flector, fuerza cortante, etc.) a que estarán sometidos los elementos que conformen la estructura, tales como: zapatas, cimientos corridos, vigas de cimentación, muros de ladrillos, columnas, vigas, placas,

losas, etc. Para efectuar el análisis se hacen idealizaciones de cómo están conectadas y apoyados los diferentes elementos entre sí; es decir, se crean modelos matemáticos que simulan el comportamiento del elemento en la realidad.

Esta etapa es la más laboriosa, por lo que en la actualidad el análisis estructural se realiza con la ayuda de las computadoras utilizando software especializado; ahorrándonos mucho tiempo. En este aspecto es necesario resaltar que las computadoras no reemplazan el criterio del Ingeniero Estructural, vale decir, si es que se hizo una deficiente idealización también los esfuerzos que arroje el software utilizado serán deficientes.

2.3.6.3 Diseño

Obtenidos los esfuerzos internos en los elementos, se procede a su diseño, es decir, a determinar el acero y la geometría de las secciones. Las etapas de planificación, análisis estructural y diseño son plasmados en dibujos llamados planos; los cuales en la actualidad se hacen a través de programas; tales como el AutoCad.; ahorrándonos tiempo y lográndose una presentación impecable.

Los planos de un proyecto deben contener toda la información necesaria sobre las cargas externas que se puede soportar la estructura en condiciones de servicio y sobre las dimensiones y, acero de los diferentes elementos estructurales y no estructurales, que permitan construir la edificación sin problemas.

Normalmente las edificaciones a construirse cuentan con los siguientes planos: Arquitectura, Estructuras, Instalaciones eléctricas e Instalaciones sanitarias.

2.3.6.4 Construcción

La etapa final consiste en llevar a la realidad lo que se encuentra plasmado en los planos, es decir, la construcción de la estructura.

Antes de iniciar la obra el contratista y la supervisión revisar detenidamente todos los planos, para verificar que no exista incompatibilidad entre ellos; también deben comprobar en el terreno que no exista interferencias que impida el normal desarrollo de la obra. De esta manera cualquier incompatibilidad, falta de algún detalle o Especificación Técnica; podrá ser remitida vía escrita al proyectista que corresponda, para la subsanación en el más breve plazo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación, se definieron métodos y técnicas, que se caracterizan por ser de carácter descriptivo a través de la recolección documentaria de datos y aplicativo.

3.1.1 Tipo de investigación:

La presente investigación se puede clasificar:

- De acuerdo al diseño de investigación es descriptiva
- De acuerdo al fin que se persigue es aplicativa

3.1.2 Hipótesis

Un adecuado diseño del Complejo Deportivo Antenor Orrego utilizando estructuras especiales en el distrito de la Victoria, Provincia de Chiclayo, 2016. permita la práctica de disciplinas deportivas para realizar actividades recreativas en el distrito, con el fin de fomentar la cultura del deporte y por ende mejorar la calidad de vida de los pobladores.

3.1.3 Tipo de estudio y diseño de contrastación de hipótesis

De acuerdo al desarrollo de la investigación será de tipo descriptiva porque a partir del objeto de estudio se determinará cual es el diseño viable de los elementos estructurales.

De acuerdo al fin que se persigue es aplicada, porque se aplicarán los métodos correspondientes y conocimientos adquiridos en la práctica de la Ingeniería Civil.

3.1.4 Variables

Independiente: Complejo Deportivo Antenor Orrego.

Dependiente:

Diseño:

Estudio de suelos

Estudios topográficos

Diseño y características de la edificación

Evaluación de impacto ambiental

3.1.5 Población y muestreo

Se establecerán los parámetros correspondientes a este acápite luego de identificar y describir las características de la zona y del proyecto mismo,

constituido por el área del proyecto y el entorno en el cual se desarrollará, siendo el distrito de La Victoria - Chiclayo.

3.1.6 Métodos y técnicas de recolección de datos

3.1.6.1 Método

- ✓ Obtener permisos de ingreso al área a estudiar.
- ✓ Observación directa, a través de las visitas a la zona del proyecto para obtener toda la información pertinente que permita la elaboración del proyecto mencionado.
- ✓ Obtención de las condiciones locales del sitio, características del suelo, tipo de estructura arquitectónica con características de los materiales a usar.

3.1.6.2 Técnica

Para el caso del proyecto en general se realizaron visitas con el propósito de conocer las condiciones locales, características del suelo de la zona.

Para el caso de la estructura Tensionada, teniendo el concepto claro de la idealización de la membrana como una malla de cables para los diversos tipos de estructuras se pudo aplicar el método de la densidad de fuerzas. Dicho método fue desarrollado con la ayuda de software debido a la complejidad de la matriz de rigidez.

Se procedió a escoger la geometría de cuatro modelos básicos que se utilizan en la actualidad y que han sido inspirados de culturas antiguas ver (2.2.3.1)

Se realizó un cálculo manual de los puntos más desfavorables de la membrana utilizando el concepto de la malla de cables. Así mismo con este cálculo manual se plantea una propuesta de pretensado y predimensionamiento en la membrana.

Se cargó el modelo en el programa SAP 2000, aplicando el método de la densidad de fuerzas tomando en cuenta la Norma Técnica de Edificaciones E-020 y con la ayuda de este programa se plantea un pretensado a los cables exteriores.

Luego se realizó la recopilación de los resultados arrojados en el cálculo manual y en el programa SAP2000.

Se realizó una propuesta general del diseño de la estructura y los detalles importantes que se deben tener en cuenta al momento de realizar el pretensado. Así mismo, se procedió al desarrollo de las conclusiones y recomendaciones del análisis y el cálculo de la totalidad de la estructura.

3.2 METODOLOGÍA

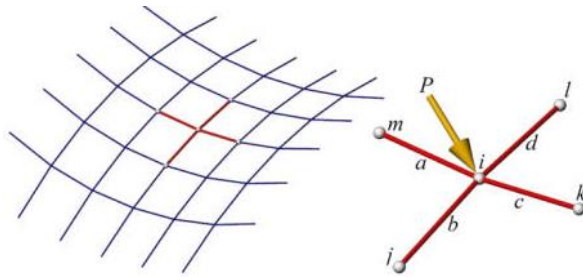
3.2.1 Estructura tensionada

3.2.1.1 MÉTODO DE LA DENSIDAD DE FUERZAS

En este estudio se utilizó el método de simulación para buscar la forma ideal de la estructura. Dentro de este método se desarrolló la metodología de la densidad de fuerzas, que consiste en estudiar una malla que simule una membrana y que se encuentre en equilibrio al estar sometida a unas fuerzas.

Teniendo en cuenta que la malla no es una superficie continua, sino un conjunto de barras, las fuerzas aplicadas a la malla se aplican a los nudos, tal como se muestra en la figura siguiente.

Imagen N° 21 Malla- densidad de fuerzas



Fuente: Ramón Sastre

Donde a, b, c y d son las barras que coinciden en el punto i en el que hemos aplicado una fuerza P.

Estas barras a, b, c y d están sometidas a unas fuerzas S_a , S_b , S_c y S_d . Estas fuerzas se encuentran en el espacio 3D, por lo tanto, podemos descomponerlas en sus tres componentes según los ejes X, Y, Z, multiplicando el valor absoluto de la fuerza por el coseno del ángulo que forma la barra con cada uno de los tres ejes X, Y, Z (Gründig 2000). Si la malla está en equilibrio debe cumplirse:

Ecuación 08

$$S_a \cos(a, x) + S_b \cos(b, x) + S_c \cos(c, x) + S_d \cos(d, x) = P_x$$

Ecuación 09

$$S_a \cos(a, y) + S_b \cos(b, y) + S_c \cos(c, y) + S_d \cos(d, y) = P_y$$

Ecuación 10

$$S_a \cos(a, z) + S_b \cos(b, z) + S_c \cos(c, z) + S_d \cos(d, z) = P_z$$

Ecuación 11

$$\frac{S_a}{a}(x_m - x_i) + \frac{S_b}{b}(x_j - x_i) + \frac{S_c}{c}(x_k - x_i) + \frac{S_d}{d}(x_l - x_i) = P_x$$

Ecuación 12

$$\frac{S_a}{a}(y_m - y_i) + \frac{S_b}{b}(y_j - y_i) + \frac{S_c}{c}(y_k - y_i) + \frac{S_d}{d}(y_l - y_i) = P_y$$

Ecuación 13

$$\frac{S_a}{a}(z_m - z_i) + \frac{S_b}{b}(z_j - z_i) + \frac{S_c}{c}(z_k - z_i) + \frac{S_d}{d}(z_l - z_i) = P_z$$

Ecuación 14

$$q_a(x_m - x_i) + q_b(x_j - x_i) + q_c(x_k - x_i) + q_d(x_l - x_i) = P_x$$

Ecuación 15

$$q_a(y_m - y_i) + q_b(y_j - y_i) + q_c(y_k - y_i) + q_d(y_l - y_i) = P_y$$

Ecuación 16

$$q_a(z_m - z_i) + q_b(z_j - z_i) + q_c(z_k - z_i) + q_d(z_l - z_i) = P_z$$

Como se ha indicado anteriormente, aunque los elementos estructurales básicos de las coberturas tensionadas tienen una formulación más simple, el comportamiento del conjunto estructural es esencialmente no lineal, dificultando la obtención de soluciones analíticas (KNUDSON, 1991). Es por ello que en el presente estudio se utilizó programas como el el SAP 2000.

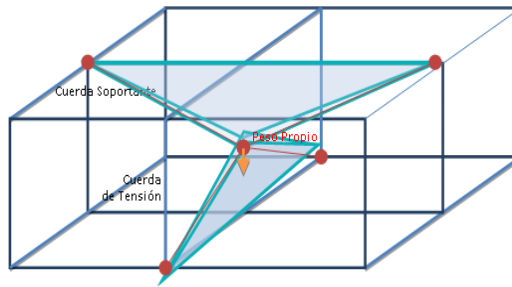
En el programa SAP 2000 el modelo se tuvo que adaptar a una aplicación que a finales del año 2002 se presentó para el cálculo no lineal de estructuras sometidas a grandes desplazamientos. Esta aplicación se empezó con el análisis de puentes colgantes que presenta una no linealidad geométrica debida a grandes desplazamientos, siendo esta la característica primordial para poder modelar nuestras estructuras. La membrana no se idealizó como una superficie, sino como una malla de cables que tenga las cualidades del material de la lona, aplicando la carga en cada nudo.

3.2.1.2 PRINCIPIO ESTRUCTURAL DEL PRETENSADO.

El equilibrio estructural de las fuerzas actuantes es absorbido por las cuerdas de suspensión o soportante y de tensión.

Al asignarle la forma inicial al modelo, este se encuentra en el primer estado de equilibrio, donde es afectado por una carga mínima de su peso propio casi despreciable; por lo tanto, la estructura sufre una primera deformación, en donde la cuerda en suspensión se tensa obteniendo una tensión T_1 y la cuerda tensora se suelta. Observar (Imagen N° 22)

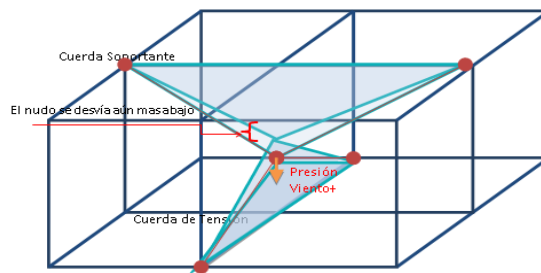
Imagen N° 22 Estado de cobertura al efecto de solo el peso propio.



Fuente: Albines 2014.

Así mismo la cobertura no solo soportará el efecto de su propio peso, sino también el efecto de las cargas accidentales que ejercen presión en la estructura como las de viento, lluvia y en algunos lugares se toma en cuenta el peso de la nieve. Ver (Imagen N° 23)

Imagen N° 23 Estado de coberturas con cargas accidentales de viento (presión).



Fuente: Albines 2014.

Por lo tanto, la cuerda en suspensión se deforma aún más ante el efecto de las cargas accidentales de viento, tensionando la misma cuerda y obteniendo una tensión $T2$ liberando aún más el otro cable de tensión.

Estas dos tensiones ($T1+T2$) deben ser soportadas al mismo tiempo por las dos cuerdas en suspensión y tensión, es por ello que se realiza un pretensado $Tpret1$ a la cuerda en tensión para que no se suelte ante el efecto de las cargas de presión. (Otto 1975; 83) En base a este conocimiento se propuso lo siguiente:

$Tpret1$ Sería igual a la mitad de la suma de $T1$ (Pesos propio y carga viva) + $T2$ (cargas accidentales de presión) y de esta manera la cuerda siempre estará con una tensión mínima evitando que se suelte.

Ecuación 17

$$Tpret1.(cuerdas tensoras) = \frac{T1 + T2}{2}$$

El efecto del viento (-) en succión consiste en presiones negativas que originan una fuerza que trata de levantar la cobertura tensionada. La resaca del viento produce un aflojamiento de las cuerdas soportantes y

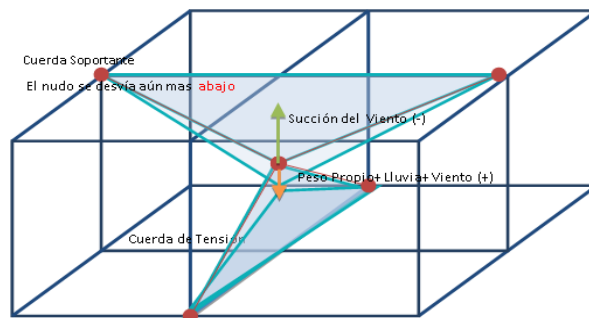
un aumento de tensión en los esfuerzos de las cuerdas tensoras, que en este caso alcanzan su valor máximo $T3$. (Frei Otto 1962, 83). Por lo tanto, se propuso lo siguiente:

Esta fuerza $T3/2$ sería el pretensado $T_{pret.2}$ que se necesita en las cuerdas soportantes para que tengan una tensión mínima ante el efecto de las succiones del viento.

Ecuación 18

$$T_{pret.2}(\text{cuerdas soportantes}) = \frac{T3}{2}$$

Imagen N° 24 Estado de coberturas con peso propio + cargas accidentales (+) + cargas de viento (-)



Fuente: Albines 2014.

3.2.1.3 MÉTODO DE DISEÑO DE TENSOESTRUCTURAS

Lo primero que se determinó fue lo siguiente:

- Asignar un área de superficie para cada modelo.
- Concepción espacial (búsqueda de la forma).
- Definir las características de los materiales.
- Idealización de la malla, definir los anchos tributarios.
- Definición de las cargas actuantes (viva, muerta, viento).

• MÉTODOS DE CÁLCULO

Para el cálculo de las tensiones en la membrana y en toda la estructura se realizó un cálculo manual y un cálculo en el programa SAP2000.

Para el programa SAP 2000 se realizó una adaptación de toda la estructura teniendo en claro el método de la densidad de fuerzas, el principio estructural del pretensado y la idealización de la membrana como una malla de cables. Con este mismo concepto se realizó el cálculo manual de las cuerdas soportantes de los puntos principales de cada modelo y esto ayudó a comprobar la teoría básica de la malla de cables en la cuerda principal de cada modelo.

Lo más importante del cálculo de estas estructuras es el principio de pretensado. Por lo tanto, a través del cálculo manual y el programa

SAP2000 se plantean dos metodologías de pretensado que nos ayudó a estabilizar a la estructura.

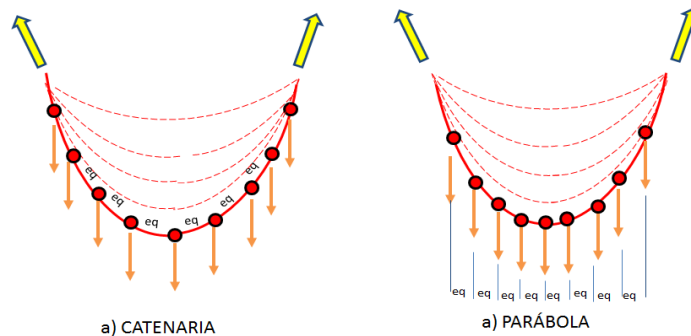
- **CÁLCULO MANUAL**

Se idealizó una cuerda simple separada de manera independiente de los puntos principales de la malla, en la cual se pudo obtener tensiones principales de la lona de manera simplificada partiendo del concepto de las formas funiculares del cable.

Tenemos en primer lugar a la catenaria, es la forma funicular que adopta un cable sin carga y que es determinada únicamente por el propio peso del cable (el cual es uniforme a lo largo de la cuerda). Una parábola es la forma funicular que adopta un cable suspendido con una carga uniforme a lo largo del claro horizontal, sin tomar en cuenta el peso del cable. Cuando la relación claro- flecha es mayor de 5, las dos formas son casi idénticas. (Moore 2005, 11)

Aprovechando esta similitud se calculó la tensión del cable extraído de los puntos principales de la malla (membrana) dichas tensiones fueron calculadas a través de las fórmulas de la parábola ya que el cálculo de la catenaria es más complicado. Ver (Imagen N° 25)

Imagen N° 25 a) Catenaria para una carga uniforme a lo largo de la longitud del cable, b) Parábola, carga uniforme a lo largo del claro horizontal.

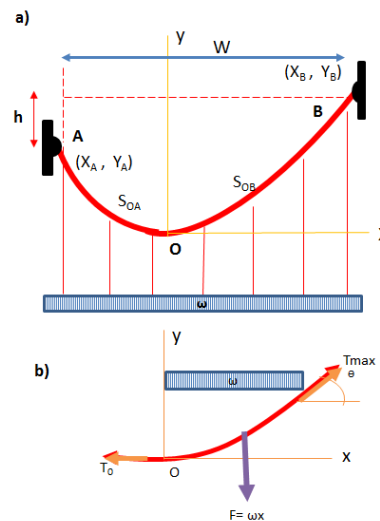


Fuente: Albines 2014.

La ecuación de la parábola consiste en asignar un peso uniforme w (que se obtiene de las cargas actuantes que soporta la estructura) en unidades de fuerza/longitud.

La forma del cable se encuentra considerando un diagrama de cuerpo libre de una parte infinitesimalmente pequeña del cable. Observarlo en (Imagen N° 26)

Imagen N° 26 a) Carga uniforme ω en el cable; b) Diagrama de cuerpo libre de una parte del cable.



Fuente: Albines 2014.

Podemos deducir una ecuación para la curva que describa la configuración del cable.

Ecuación 19

$$y = \frac{\omega x^2}{2T_0}$$

Donde T_0 es la componente horizontal constante de la fuerza en cualquier parte del cable. Esta curva se define en relación con el origen anotado en la figura, que es el punto más bajo del cable.

En la Ecuación 20 se obtiene la tensión en cualquier parte a lo largo del cable sometido a una carga uniforme:

Ecuación 20

$$T^2 = \omega^2 x^2 + T_0^2 \text{ o bien } T = \sqrt{\omega^2 x^2 + T_0^2}$$

La tensión máxima se da en la mayor distancia desde el origen (es decir, donde x y y tienen un valor máximo, que será en el anclaje más alejado del origen, es por ello que en el extremo del cable se puede determinar la tensión de la membrana de acuerdo al ancho tributario.

- **MODELAMIENTO EN SOFTWARE**

- ❖ **PROGRAMA SAP 2000.**

Lo primero que se realizó fue modelar la estructura en el programa AUTOCAD.

Luego se formó la malla de cables siguiendo el principio que se explicó en el apartado, considerando un ancho tributario entre cada cable, dando las características de la membrana y asignándolo como no lineal.

Se asignaron las cargas actuantes como cargas puntuales en cada intersección de la malla.

Se calculó el pretensado inicial necesario para estabilizar a la estructura el cual sería aplicado como una fuerza de pretensado en las cuerdas exteriores.

3.2.1.4 DATOS DEL VIENTO DE LA ZONA

Para obtener datos históricos de viento en el área designada para dicho estudio, se ingresaron los datos reales de latitud -6.818 y longitud -79.913 en la información de la NASA-Superficie meteorología y Energía Solar obteniendo como resultado los que se muestran en el Anexo N°03

Estos resultados muestran el promedio de la velocidad del viento de cada mes en un periodo de 10 años (julio 1983-junio 1993), donde se evalúa la velocidad del viento, a una altura de 50 m por encima de la superficie de la tierra. Por lo tanto, se obtuvo que la velocidad máxima resulta en el mes de junio con 4.94 m/s que equivale a 17.8 km/h, y a la altura de 100m se obtiene un valor de 5.75 m/s equivalente a 20.7km/h. cuyos datos son realmente bajos de acuerdo a los datos proporcionados por el reglamento nacional de edificaciones- Mapa eólico del Perú Anexo N°04 en el cual se han realizado estudios de probabilidades y estadísticas indicando que en un periodo de 50 años la velocidad máxima es de 85 Km/h a una altura de 10m, con una probabilidad de ser excedida en 50 años.

Por lo tanto, para el diseño de los cuatro modelos se consideró lo siguiente:

- Velocidad de diseño = 85km/h.
- Se clasificó a la edificación con problemas aerodinámicos.

3.2.1.5 RECOPIACIÓN DE RESULTADOS

Se basó en la obtención de:

- ✓ Tensiones máximas de la membrana en los puntos altos de cada modelo.
- ✓ Tensiones máximas de la membrana en los puntos más bajos de cada modelo.
- ✓ Tensiones máximas en los cables de borde de la membrana ya sea en el punto más alto como en el punto más bajo.
- ✓ Esfuerzos máximos en el mástil de cada uno de los modelos.
- ✓ Tensiones máximas en los cables externos de cada uno de los modelos.

3.2.1.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se organizó en base a resultados, objetivos, hipótesis, problema. Se analizaron y explicaron los resultados obtenidos en el cálculo manual como los obtenidos en el Programa SAP 2000.

3.2.1.7 CONCLUSIONES

Se presentó el resumen de la discusión de resultados; con contribuciones del autor.

3.2.2 Estructuración de los elementos estructurales

La estructuración consiste en distribuir los elementos estructurales siguiendo una serie de criterios y tomando como base los planos de arquitectura. Es el primer paso que se sigue para diseñar un edificio y uno de los más importantes, ya que de la estructuración dependerá la variabilidad de los resultados del análisis estructural respecto de las fuerzas reales, y también si la predicción del comportamiento de la estructura durante un sismo se acerca a la realidad, por lo que es importante tener una estructuración tan simple como sea posible para que tenga un buen comportamiento durante su vida útil; es decir las cargas permanentes (peso propio, acabados, etc) como las eventuales (sobrecarga, sismo, viento, etc) se transmitan adecuadamente hasta el suelo.

La estructuración de una edificación busca la simplicidad y la simetría para tener un buen desempeño sísmico; también tiene en cuenta la rigidez lateral que con el trabajo en conjunto de todos sus elementos estructurales ayudan a controlar los desplazamientos durante un sismo; la uniformidad y la continuidad también es un punto importante en una estructuración porque evita cambios bruscos en las rigideces de los elementos, tanto en planta como en elevación; y por último las losas deben de trabajar como unidad lo que se le llama Diafragmas Rígidos.

Es el caso de estas edificaciones se han estructurado que, trabajando las columnas, techos aligerados y las vigas peraltadas en ambas direcciones, cumplen los criterios especificados en la norma E.030 (Diseño Sismoresistente)

Estructuración de las Estructuras

Los primeros elementos a ubicar serán las columnas en puntos simétricos para tener una buena rigidez; considerar que las columnas nacen desde la cimentación.

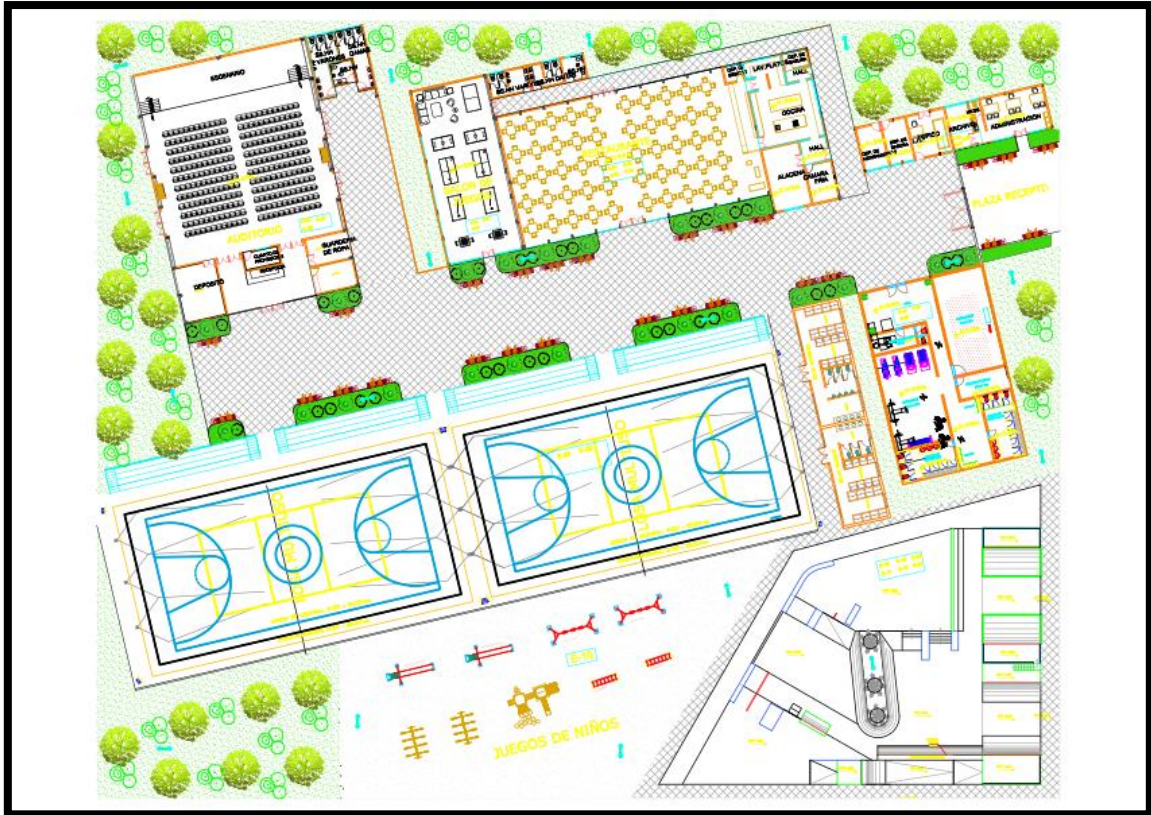
Las columnas fueron ubicados siguiendo los planos de arquitectura para no perjudicar las dimensiones de los ambientes teniendo en cuenta que tenemos varios ambientes y cada área que debe tener un uso adecuado que esta especificados en la norma de Arquitectura A.0.70 (Comercio) y estarán distanciados a una medidas prudentes de tal manera de formar pórticos.

Las vigas serán peraltadas en ambas direcciones debido a que se cuentan con luces de 7 metros en X-X y de 5 metros Y-Y, llevándose así un

predimensionamiento, estas se unirán a las columnas para terminar de formar los pórticos.

Se usarán losas aligeradas en toda la edificación.

Imagen N° 27 Plano de arquitectura del complejo deportivo



Fuente: Plano – Municipalidad Distrital de La Victoria.

3.2.3 Predimensionamiento

Se llevó a cabo el predimensionamiento de los elementos estructurales que trabajarán conjuntamente teniendo en cuenta las luces y las cargas que soportarán.

- **VIGAS**

Para el predimensionamiento de las vigas se respetó las medidas establecidas en los planos de arquitectura, teniendo en ambas direcciones medidas de 7 y 5 metros, por lo que se consideró:

$$h > l_{uz}/12 \text{ y } h < l/10 \text{ (para cargas verticales)}$$

El ancho de las vigas la Norma E.060 en su artículo 21.5.1.3 indica que ésta no debe ser menor de 0.25 veces el peralte ni de 25 cm.

Para nuestra edificación como lo hemos mencionado anteriormente tenemos en las direcciones X-X y Y-Y luces de 7 a 5 metros, por lo que se consideró vigas de secciones de 0.30 x 0.60 en X-X y 0.25 x 0.40 en Y-Y

- **COLUMNAS**

Las columnas recibirán las cargas de sismo muy reducidas y su diseño será por la carga axial que actúe sobre ellas.

Para esta condición las columnas se pueden dimensionar usando la siguiente expresión (Blanco, 1994):

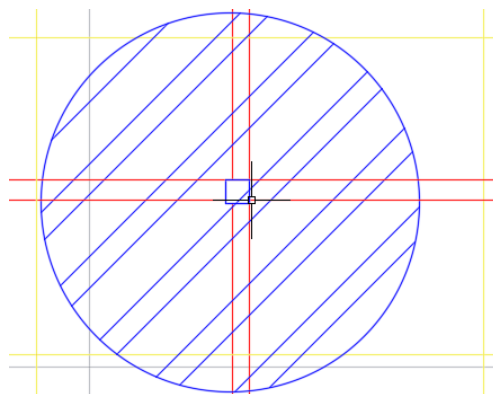
$$\text{Área de la columna} = P \text{ servicio} / 0.45 f'c$$

La fórmula de arriba se usará para las columnas que estén cargadas con más de 200 ton. Pero nuestro caso es menos carga axial se usará la siguiente expresión:

$$\text{Área de la columna} = P \text{ servicio} / 0.35 f'c$$

En nuestro caso serán columnas cuadradas por lo que lo especificado en la Norma E.060 las columnas cuadradas que formen parte del diseño Sismoresistente tendrán como mínimo de 25 cm en su dimensión menor.

Imagen N° 28 Área de techo que carga la columna analizada



Fuente: propia

- Área de techo = 29.59 m²
- Peso unitario del techo = 1ton /m²
- Número de pisos = 1 niveles
- Carga total en servicio = 31.26ton

$$\text{Área de la columna} = P \text{ servicio} / 0.35 f'c$$

$$\text{Área de la columna} = 425.27 \text{ cm}^2$$

Se obtuvo un área de 425.27 cm² por lo que se adoptó en primera instancia un ancho de columna de 25 cm. pero luego de realizarse el análisis sísmico se optó por una sección de columna de 0.35 x 0.35 m.

- **LOSAS ALIGERADAS**

Para el predimensionamiento de las losas aligeras se considera la longitud más larga en el sentido como van puestas las viguetas, para el caso de estas edificaciones se utilizó el criterio de losas en una dirección de la norma E0.60 del RNE artículo 9.6.2.1.

		Macizas	Nervadas
1	Losa Libremente Apoyada	h=L/20	h=L/16
2	Losa con un Extremo Continuo	h=L/24	h=L/18.5
3	Losa con ambos extrem. continuos	h=L/28	h=L/21
4	Losa con Voladizo	h=L/10	h=L/8

NÚM.	TIPO	LOSA	L (cm)	h (cm)	h asum.
2	Nervada	PAÑO 2	4.08	22.05	25
3	Nervada	PAÑO 4	4.36	20.76	25
2	Nervada	PAÑO 10	3.05	16.49	20

Se asume una losa de **25 cms** Nervada

El predimensionamiento no arroja un espesor de 25 cm pero comprobando con el programa Sap2000 se cambió de dimensión a **20cm**.

- **CISTERNA**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en su capítulo IS.010 referente a Instalaciones Sanitarias, nos brinda las pautas necesarias para calcular la capacidad de las cisternas en edificaciones.

Se tomará en cuenta también un adicional más a la dotación calculado debido a que se debe de considerar una dotación para agua contra incendios.

3.2.4 Metrado de cargas

Para poder llevar a cabo un análisis sísmico se debe de considerar las cargas que los elementos estructurales van a soportar por lo que esto va estar especificado en la norma E.0.20 del reglamento de edificaciones.

Los tipos de carga que se usarán en el metrado son las siguientes:

- Carga Muerta: Son cargas de gravedad que actúan durante la vida útil de la estructura, como: el peso propio de la estructura, el peso de los elementos que complementan la estructura como acabados, tabiques, maquinarias.
- Carga Viva o Sobrecarga: son cargas gravitacionales de carácter movable, que actúan en forma esporádica. Entre éstas se tienen: el peso de los ocupantes, muebles, nieve, agua, equipos removibles.

Las cargas unitarias que usaremos serán las siguientes:

- Densidad del concreto: 2400 kg/m³
- Aligerado (20cm) = 300 kg/m²
- Acabados = 120 kg/m²
- Sobrecargas:
- Azotea: 200 kg/m²

3.2.5 Análisis sísmico

Es necesario evaluar el desempeño que tendrán nuestras estructuras ante el evento de un sismo, debido a que nuestro país se encuentra en una zona sísmica, Con la estructuración se logra controlar los desplazamientos que tendrá la estructura ante la fuerza del sismo. Por lo que se debe de cumplir lo estipulado en la Norma E.030.

Para un buen análisis Sísmico se debe de seguir una serie de pasos como, por ejemplo:

- **Zonificación**

La norma E.030 divide al Perú en 4 zonas sísmicas lo que cada parte del Perú va a tener un factor de zona “Z”.

Imagen N° 29 Zonas sísmica en el Perú



Fuente: RNE Norma E0.30

Tabla N° 10 Valores del factor de zona según norma E0.30

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: RNE Norma E0.30

Para nuestro caso, el edificio se encuentra ubicado en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque con un factor de zona $Z=0.45$

- **Estudio del sitio**

Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

Tabla N° 11 Parámetros del suelo

Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	$T_p(S)$	S
S1	Roca o Suelo muy rígido	0.4	1.0
S2	Suelo Intermedio	0.6	1.2
S3	Suelo flexible o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones Excepcionales	*	*
(*) Los Valores T_p y S, será establecidos por el especialista pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S3			

Fuente: RNE Norma E0.30

- Factor de Amplificación Sísmica.

De acuerdo a las características del sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

Ecuación 21

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right), C \leq 2.5$$

- Requisito Generales

Cada Estructura debe ser calificada de acuerdo con las categorías indicadas en la siguiente Tabla:

Tabla N° 12 Categoría de las edificaciones

Categoría	Categoría de las Edificaciones Descripción	Factor U
A Edificaciones Esenciales	Hospitales, Centrales de Comunicaciones, Cuarteles de Bomberos, Policía, Reservorios, Centros Educativos, Edificaciones de Refugio.	1.50
B Edificaciones Importantes	Teatros, Estadios, Centros Comerciales, Establecimientos Penitenciarios, Museos, Bibliotecas, Archivos, Depósitos de Granos, Almacenes.	1.30
C Edificaciones Comunes	Viviendas, Oficinas, Hoteles, Restaurantes, Depósitos, Instalaciones Industriales.	1.00
D Edificaciones Menores	Cercos de menos de 1.50m. de Altura, Depósitos temporales, Pequeñas Viviendas Temporales y Construcciones Similares.	*

Fuente: RNE Norma E0.30

- **Sistemas Estructurales**

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración Sismoresistente predominante en cada dirección tal como se indica en la Tabla Siguiete:

Tabla N° 13 Sistemas estructurales

Sistemas Estructurales	Coficiente de Reducción R para estructuras regulares
CONCRETO ARMADO	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Armada o confinada	3
Madera	7

Fuente: RNE Norma E0.30

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R).

- **Desplazamientos Laterales permisibles**

El máximo desplazamiento relativo de entre piso, no deberá exceder a fracción de la altura de entrepiso que se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 14 Límites para desplazamientos lateral de entrepiso

Límites para Desplazamiento Lateral de Entrepiso Estos límites no aplicables a naves industriales	
Material Predominante	Di/hei
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Fuente: RNE Norma E0.30

- Junta de Separación Sísmica (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor es que:

$$S = 3 + 0,004 (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$S > 3 \text{ cm}$$

3.2.6 Análisis estático

Análisis Estático es un método que representa las fuerzas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Tabla N° 15 Cálculo de peso de edificación y fuerza cortante en la base

Análisis Estático

Fuerza Cortante en la Base

$$V = ZUCS/R * P$$

Z	0.45	T	0.091429	
U	1	T < Tl	Tp < T < Tl	T > Tl
C	2.5	2.5	27.34	478.52
S	1.1	TP	TL	
R	8	8	1	1.6
Coef. X	0.1547	SAP 2000		
Coef. Y	0.1547	SAP 2000		
Vx	23.86188	Tn		
Vy	23.86188	Tn		

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

$$F = \alpha * h$$

Piso	T	k	h	Pi	Pi*h	α	v
1	0.3	1.00	3.2	154.2586	493.62752	1	154.2586
			Σ	154.2586	493.62752		

Fuente: propia

3.2.7 Análisis dinámico

El análisis dinámico es un procedimiento más completo para analizar sísmicamente una estructura. La Norma E.030, indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados del análisis dinámico.

Tabla N° 16 Parámetros sísmicos para el análisis dinámico En X-X y Y-Y

Y = ZUCS/R * P

Z	0.45	T	0.091429	
U	1	T < TI	TP < T < TI	T > TI
C	2.5		2.5	27.34
S	1.1	TP	TL	
R	8		1	1.6
Coef. X	0.1547	SAP 2000		
Coef. Y	0.1547	SAP 2000		
Yx	23.86188	Tn		
Yy	23.86188	Tn		

Fuente: propia

Tabla N° 17 Valores de T vs. Sa del espectro de diseño.

Análisis Dinámico
Espectro Inelástico de Pseudo-aceleraciones

T	Sz	T	Sz	T	Sy	T	Sy
0.01	0.155	0.40	0.155	0.01	0.155	0.40	0.155
0.02	0.155	0.50	0.155	0.02	0.155	0.50	0.155
0.03	0.155	0.60	0.155	0.03	0.155	0.60	0.155
0.04	0.155	0.70	0.155	0.04	0.155	0.70	0.155
0.05	0.155	0.80	0.155	0.05	0.155	0.80	0.155
0.06	0.155	0.90	0.155	0.06	0.155	0.90	0.155
0.07	0.155	1.00	0.155	0.07	0.155	1.00	0.155
0.08	0.155	2.00	0.062	0.08	0.155	2.00	0.062
0.09	0.155	3.00	0.028	0.09	0.155	3.00	0.028
0.10	0.155	4.00	0.015	0.10	0.155	4.00	0.015
0.20	0.155	5.00	0.010	0.20	0.155	5.00	0.010
0.30	0.155			0.30	0.155		

Fuente: propia

Tabla N° 18 Fuerza cortante mínima.

TABLE: Base Reactions

OutputCase	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-cm	Tonf-cm	Tonf-cm
SEx		-22.5539	-3.29E-14	-3.79E-13	-3.91E-10	-7217.255	22234.018
SEy		1.39E-13	-22.5539	8.77E-15	7217.255	2.20E-11	-14509.573
SDx	Max	21.7365	0.5113	1.4012	1451.524	6496.681	23116.823
SDy	Max	0.6395	22.2771	1.2773	7304.564	1862.926	15229.038

Dirección X-X	
Estático:	-22.5539
Dinámico:	21.7365
Porcentaje:	96.38%
F.Escala:	0.830

Dirección Y-Y	
Estático:	-22.5539
Dinámico:	22.2771
Porcentaje:	98.77%
F.Escala:	0.810

Fuente: propia

3.2.8 Control de desplazamientos

Para calcular los desplazamientos laterales, según la Norma E.030, se multiplican por 0.75R los desplazamientos obtenidos como respuesta máxima elástica del análisis dinámico.

Tabla N° 19 Control de desplazamiento para X-X y Y-Y

Dirección X-X							
TABLE: Joint Displacements							
Piso	OutputCase	R	U2	Δ Abs.	Δ ReL.	Altura Piso	Deriva
	Text	Parámetro	cm	cm	cm	cm	Delta ReL/h
1	SxD	8.00	0.1784	1.070	1.070	320	0.00335

Dirección Y-Y							
TABLE: Joint Displacements							
Piso	OutputCase	R	U2	Δ Abs.	Δ ReL.	Altura Piso	Deriva
	Text	Parámetro	cm	cm	cm	cm	Delta ReL/h
1	SyD	8.00	0.1787	1.072	1.072	320	0.00335

Fuente: propia

3.2.9 Condiciones generales de diseño

Combinaciones de carga y factores de amplificación

- $U = 1.4 CM + 1.7 CV$
- $U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$
- $U = 0.9 CM \pm CS$

Donde:

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

CS: Carga de sismo

Factores de reducción de resistencia

- Flexión $\phi = 0.9$
- Cortante $\phi = 0.85$
- Carga axial $\phi = 0.7$

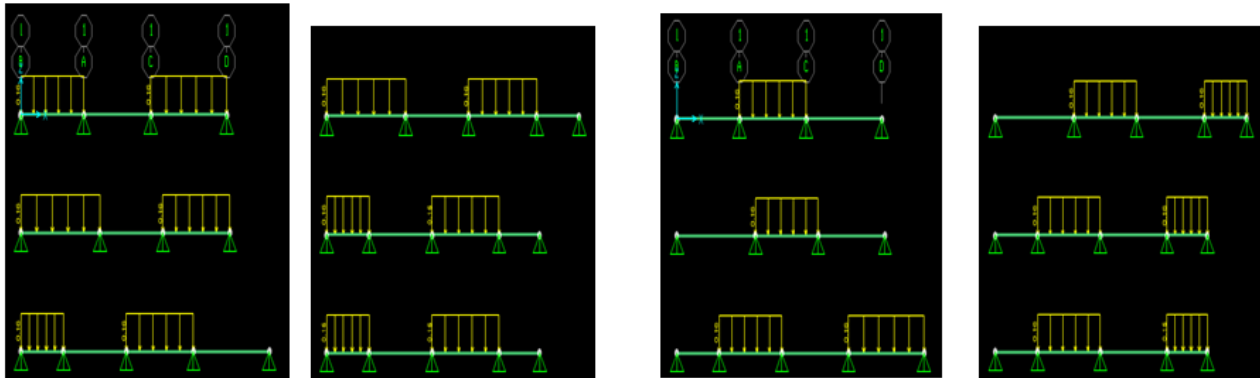
Para las diferentes solicitaciones las resistencias nominales que deben satisfacerse son:

- Flexión $\phi M_n \geq M_u$
- Cortante $\phi V_n \geq V_u$
- Carga axial $\phi P_n \geq P_u$

3.2.10 DISEÑO DE LOSA ALIGERADAS

Para comenzar a diseñar las losas aligeradas se usarán referencias del libro “concreto armado” de Octavio Otazzi Passini, en donde afirma que se debe de utilizar alternancia de cargas debido a que tramos de los aligeradas a veces pueden estar con más carga que otros.

Imagen N° 30 Alternancia de cargas en las losas aligeradas



Fuente: SAP 2000

- **DISEÑO POR FLEXIÓN**

Se diseñarán como vigas de sección T y ya que no reciben esfuerzos de sismo, se usará sólo las siguientes hipótesis de carga:

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

Debido a que la viga trabaja como sección T, en el caso de momentos positivos se trabajará con $b = 40 \text{ cm}$.

Tabla N° 20 Diseño por flexión.

Aligerado 1		Nivel 1	
Espesor de la losa:			
$h = 20 \text{ cm}$			
Metrado de cargas:			
Carga Permanente			
Peso propio de losa	$= 300\text{Kg/m}^2 \times 0.40\text{m} =$	120.00	Kg/m
Acabados	$= 120\text{Kg/m}^2 \times 0.40\text{m} =$	48.00	Kg/m
Carga permanente	=	168.00	Kg/m
Sobrecarga			
S/C	$= 200\text{Kg/m}^2 \times 0.40\text{m} =$	80.00	Kg/m
Carga Amplificada			
$W_u = 1.4 \times \text{CM} + 1.7 \times \text{CV}$	=	371.2	Kg/m

Fuente: Propia

- **DISEÑO POR CORTE**

Las viguetas se diseñarán por corte sin considerar contribución del acero ($V_s=0$). Cuando el cortante actuante sea mayor que el proporcionado por el concreto se requiere el uso de ensanches; estos ensanches se logran retirando alternadamente ladrillos del aligerado en los extremos de la losa, de manera que se aumente el área de concreto, y consecuentemente aumenta la resistencia al corte.

Tabla N° 21 Revisión por corte del aligerado

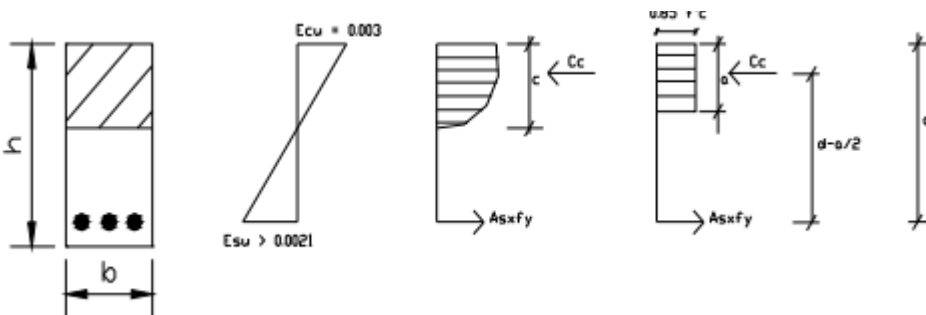
Revisión por cortante - Tramo 1	Revisión por cortante - Tramo 2	Revisión por cortante - Tramo 3
$V_u = (1.1 * W_u * L_n) / 2$ $V_u = 422.84 \text{ Kg}$	$V_u = (1.1 * W_u * L_n) / 2$ $V_u = 458.30 \text{ Kg}$	$V_u = (1.1 * W_u * L_n) / 2$ $V_u = 491.04 \text{ Kg}$
Cortante tomado por el concreto (V_n) $V_n = 0.53 * (f'_c)^{0.5} * b * d$ $V_n = 1333.71 \text{ Kg}$ $\phi V_n = 0.85 * V_n$ $\phi V_n = 1133.65 \text{ Kg}$ CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	Cortante tomado por el concreto (V_n) $V_n = 0.53 * (f'_c)^{0.5} * b * d$ $V_n = 1333.71 \text{ Kg}$ $\phi V_n = 0.85 * V_n$ $\phi V_n = 1133.65 \text{ Kg}$ CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	Cortante tomado por el concreto (V_n) $V_n = 0.53 * (f'_c)^{0.5} * b * d$ $V_n = 1333.71 \text{ Kg}$ $\phi V_n = 0.85 * V_n$ $\phi V_n = 1133.65 \text{ Kg}$ CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE
Revisión por cortante - Tramo 4	Revisión por cortante - Tramo 5	
$V_u = (1.1 * W_u * L_n) / 2$ $V_u = 608.34 \text{ Kg}$	$V_u = (1.1 * W_u * L_n) / 2$ $V_u = 570.15 \text{ Kg}$	
Cortante tomado por el concreto (V_n) $V_n = 0.53 * (f'_c)^{0.5} * b * d$ $V_n = 1333.71 \text{ Kg}$ $\phi V_n = 0.85 * V_n$ $\phi V_n = 1133.65 \text{ Kg}$ CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	Cortante tomado por el concreto (V_n) $V_n = 0.53 * (f'_c)^{0.5} * b * d$ $V_n = 1333.71 \text{ Kg}$ $\phi V_n = 0.85 * V_n$ $\phi V_n = 1133.65 \text{ Kg}$ CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	

Fuente: propia

3.2.11 DISEÑO DE VIGAS

Las vigas cumplen dos papeles importantes dentro de la estructura: transmiten las cargas de los techos a los elementos verticales y, de ser el caso, forman junto a éstos los pórticos que absorberán las cargas sísmicas y controlarán el desplazamiento lateral de la estructura. Por lo tanto, se deberá tener especial cuidado en el diseño de las vigas con responsabilidad sísmica, siguiendo las disposiciones de la Norma E.060 para el diseño sísmico.

Imagen N° 31 Sección de viga rectangular en el momento de falla



Fuente: RNE Norma E.060

Donde $a = B \times c$; para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow B = 0.85$

$$C_c = 0.85 \times f'c \times b \times a$$

$$T_t = A_s \times f_y$$

$$M_n = T \times (d - a/2)$$

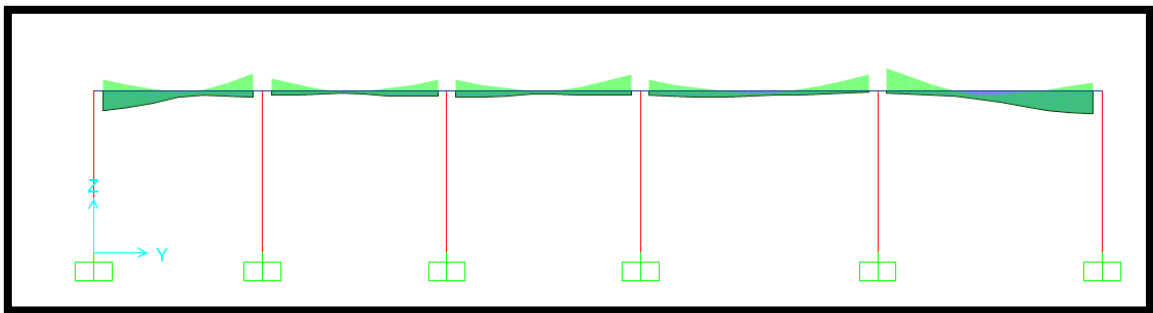
$$\phi M_n = \phi A_s \times f_y \times (d - a/2)$$

$$M_n = C_c \times (d - a/2)$$

$$\phi M_n = \phi 0.85 \times f'c \times b \times a \times (d - a/2)$$

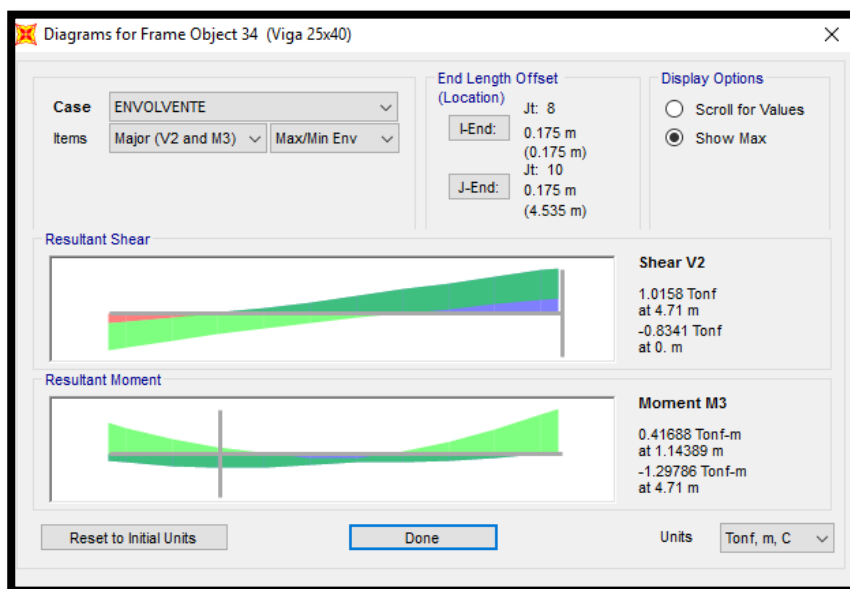
Al efectuarse ya el cálculo de las cargas que soportara las vigas, se efectuaran los combos de resistencia antes mencionados en la sección de condiciones generales de diseño. Las vigas se diseñarán por envolvente, mediante el programa SAP2000 se llevó a cabo el diseño para poder sacar los momentos que actúan sobre las vigas.

Imagen N° 32 Envolvente (M33) en las vigas



Fuente: SAP 2000

Imagen N° 33 Envolvente (M33) en las vigas



Fuente: SAP 2000

Tabla N° 22 Cálculo del acero – diseño a flexión de la viga

EJE 1 / B-C											
ESPECIFICACIONES DE MATERIALES											
f_c	210	Kg/cm ²	estribos	3/8	pulg	E_c	217371	Kg/cm ²			
f_y	4200	Kg/cm ²	Recub.	4.00	cm	E_s	2100000	Kg/cm ²			
ϕ	0.9		β_1	0.85							
1. DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS (UNI : Tn.m)						SECCIÓN					
2. MOMENTOS DE DISEÑO SEGÚN RNE E. 060						3. PERALTE EFECTIVO					
	Nudo A	Claro	Nudo B	a	=	5/8					
M. Negativo (-)	8.52	5.54	2.13	d	=	54.25					
M. Positivo (+)	4.26	2.13	2.13								
Máx M. Res.	8.52										
4. CÁLCULO DEL ACERO REQUERIDO											
$A_s = \frac{Mu}{\phi * f'c * (d - \frac{a}{2})}$						$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \phi * f'c * b}}$					
SEC.	MOM. Tn * m	a cm	As req. cm ²	SELECCIÓN DE BARRAS DE ACERO						As prop. cm ²	VERIF.
				3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		
B	8.52	3.36	4.29		1	2				5.23	Cumple
	4.26	1.65	2.11			2				3.96	Cumple
CLARO	5.54	2.16	2.76			2				3.96	Cumple
	2.13	0.82	1.05			2				3.96	Cumple
C	2.13	0.82	1.05			2				3.96	Cumple
	2.13	0.82	1.05			2				3.96	Cumple
5. VERIFICACIÓN DEL ACERO MÍNIMO											
$a' = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \quad \rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{fy}}{f'c} \quad \phi Mn \geq 1.2 * M_{cr} \quad \text{Factor} \geq 1.2 \quad A_{s_{pro}} \geq \frac{4}{3} * A_{s_{req}}$											
SEC.	a' cm	As prop. cm ²	M RES. Tn * m	ϕ M RES. Tn * m	ρ_{min}	As mín. cm ²	VERIF.	M cr Tn * m	FACTOR	VERIF.	As prop.* As req
B	4.10	5.23	11.46	10.31	0.0024	3.931	Cumple	0.77	13.31	Cumple	1.219
	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	1.877
CLARO	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	1.436
	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	3.783
C	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	3.783
	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	3.783
*No es necesario satisfacer los requisitos de 10.5.1 y 10.5.2, si en cada sección del elemento el área de acero en tracción proporcionada es al menos un tercio superior a la requerida por análisis. (4/3=1.3333)											
6. VERIFICACIÓN DEL ACERO MÁXIMO Y ANCHO MÍNIMO											
$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6300}{6300 + fy} \right) \quad A_{max} = 0.75 A_{sb}$											
SEC.	As prop. cm ²	ρ_b	ρ_{max}	ρ_{max} norma	As máx. cm ²	VERIF.	b mín cm	VERIF.			
B	5.23	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	19.35	Cumple			
	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple			
CLARO	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple			
	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple			
C	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple			
	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple			
7. REVISIÓN DEL ACERO LONGITUDINAL											
	Nudo A	Claro	Nudo B								
A. Negativo (-)	5.23	3.96	3.96								
A. Positivo (+)	3.96	3.96	3.96								
Acero Máx.	5.23										

Fuente: Propia

3.2.12 DISEÑO DE COLUMNAS

Las columnas, transmiten las cargas de las vigas y techos hacia la cimentación, y además controlan los desplazamientos laterales de la estructura. Dependiendo si en el edificio predominan las columnas o placas, se deberá tener especial consideración en el diseño sísmico para lograr un comportamiento dúctil durante un evento sísmico.

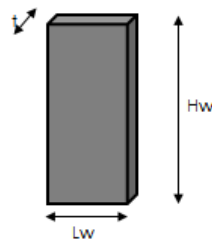
Dependiendo de las cargas que caen sobre las columnas, estas pueden ser diseñadas por flexión o flexo compresión.

Para ver si las columnas se van a diseñar por flexión o flexo compresión, se debe de verificar mediante las siguientes formulas:

Tabla N° 23 Diseño estructural de una columna

A. DATOS DE LA COLUMNA

NIVEL	DATOS						
	f_c Kg/cm ²	f_y Kg/cm ²	δ_u (m)	L_w (m)	l (m)	H_w (m)	A_g (m ²)
1	210	4200	0.01665	0.35	0.35	3.20	0.1225



B. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

COMBINACIONES	NIVEL 1					
	P	V2	V3	T	M2	M3
1.4CM+1.7CV	-5.27	-0.66	-0.36	-0.05	-0.38	-0.73
1.25(CM+CV)+SDx	-4.18	0.30	-0.15	-0.02	-0.06	0.85
1.25(CM+CV)+SDx	-4.93	-1.41	-0.45	-0.06	-0.58	-2.08
1.25(CM+CV)-SDx	-4.18	0.30	-0.15	-0.02	-0.06	0.85
1.25(CM+CV)-SDx	-4.93	-1.41	-0.45	-0.06	-0.58	-2.08
1.25(CM+CV)+SDy	-3.85	-0.44	0.67	0.02	1.40	-0.43
1.25(CM+CV)+SDy	-5.27	-0.67	-1.28	-0.10	-2.04	-0.81
1.25(CM+CV)-SDy	-3.85	-0.44	0.67	0.02	1.40	-0.43
1.25(CM+CV)-SDy	-5.27	-0.67	-1.28	-0.10	-2.04	-0.81
0.9CM+SDx	-2.41	0.56	0.00	0.00	0.10	1.14
0.9CM+SDx	-3.16	-1.15	-0.30	-0.04	-0.42	-1.79
0.9CM-SDx	-2.41	0.56	0.00	0.00	0.10	1.14
0.9CM-SDx	-3.16	-1.15	-0.30	-0.04	-0.42	-1.79
0.9CM+SDy	-2.07	-0.18	0.83	0.04	1.56	-0.13
0.9CM+SDy	-3.49	-0.41	-1.12	-0.08	-1.87	-0.51
0.9CM-SDy	-2.07	-0.18	0.83	0.04	1.56	-0.13
0.9CM-SDy	-3.49	-0.41	-1.12	-0.08	-1.87	-0.51
Max	-2.07	0.56	0.83	0.04	1.56	1.14
Min	-5.27	-1.41	-1.28	-0.10	-2.04	-2.08

SE DISEÑA POR ENVOLVENTE:

NIVEL	VALORES A USAR		
	P_u (Ton)	V_u (Ton)	M_u (Ton-m)
1	5.27	1.41	2.04

P_u (Ton)	$0.1 * f_c * A_g$ (Ton)	Diseño
5.27	25.73	Flexión

$0.1 * f_c * A_g < P_u$ (Diseño a flexocompresión)

$0.1 * f_c * A_g > P_u$ (Diseño a flexión)

Fuente: Propia

En estos casos se debe de verificar si se va diseñar por flexión o flexocompresión, si se diseña por flexión se hace el mismo proceso que el diseño de una viga; pero si se diseña por flexocompresión se diseñara mediante diagrama de interacción; en este caso observamos que la columna se diseñara por flexocompresión, para poder sacar este diagrama se utilizara el programa SAP 2000.

En donde las cargas actuantes y los momentos originados sobre la columna deben de caer dentro del diagrama de interacción formado en las direcciones x-x y y-y. Para la dirección x-x se tomarán los valores de la curva en 0° y 180° mientras para la dirección y-y se tomara la curva en los valores 90° y 270°.

En el programa SAP 2000 se usará la propiedad de frame sections y section designer en donde se procederá a crear el elemento dando el diseño que se requiere (acero y espaciamiento entre las barras)

Se procedió a crear la sección considerando barra de 3/4 espaciadas a cada 20 cm.

Tabla N° 24 Acero de una columna.

Acero Mínimo de Columnas

Columna:

X = 35 cm

Y = 35 cm

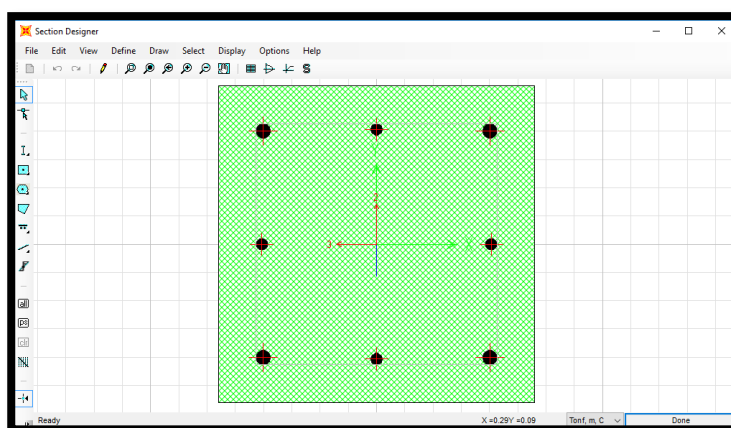
Agmin = 12.25 cm²

2. ACERO DE REFUERZO (N° DE VARILLAS)

X-X	2	Varillas	As	1.99	cm ²	As	1.29	cm ²
Y-Y	2	Varillas	#Var	4				
Φ	5/8	pulg	#Var	4				
Φ	1/2	pulg	#Var	4				
Asl	13.12	cm ²						
As min	12.25	cm ²						

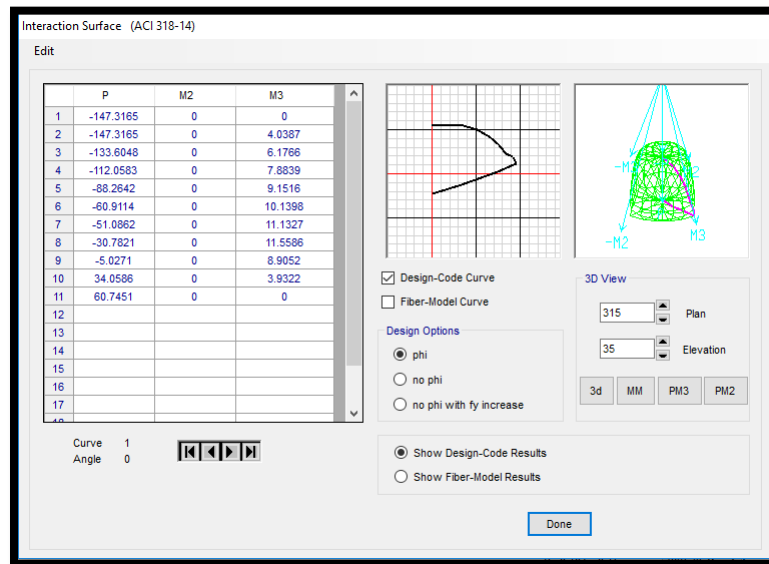
Fuente: Propia

Imagen N° 34 Sección de la viga en section designer



Fuente: SAP 2000

Imagen N° 35 Diagrama de iteración elaborado por el programa SAP 2000



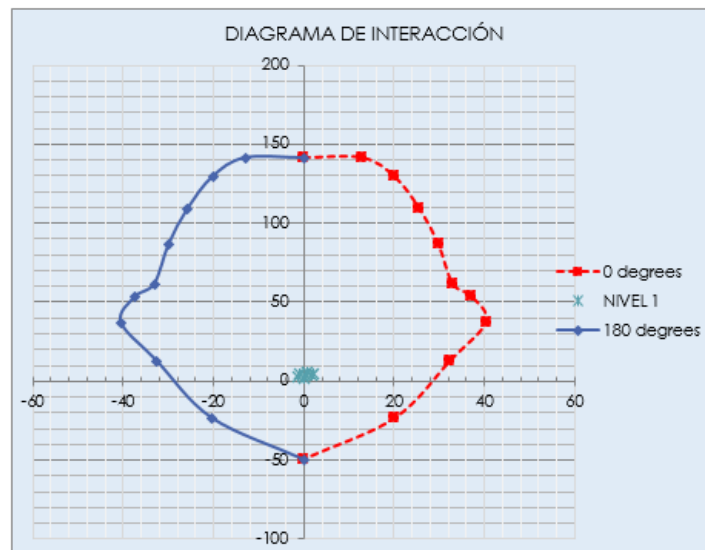
Fuente: SAP 2000

Tabla N° 25 Datos obtenidos del SAP 2000 para el diagrama de iteración

0 degrees			90 degrees			180 degrees			270 degrees		
PU	M2	M3	PU	M2	M3	PU	M2	M3	PU	M2	M3
141.3531	0	0	141.3531	0	0	141.3531	0	0	141.3531	0	0
141.3531	0	13.0218	141.3531	9.0921	0	141.3531	0	-13.0218	141.3531	-9.0921	0
129.343	0	20.1904	129.343	13.8489	0	129.343	0	-20.1904	129.343	-13.8489	0
108.8836	0	25.7712	108.8836	17.6897	0	108.8836	0	-25.7712	108.8836	-17.6897	0
86.6159	0	29.9039	86.6159	20.5828	0	86.6159	0	-29.9039	86.6159	-20.5828	0
61.4246	0	33.0745	61.4246	22.8636	0	61.4246	0	-33.0745	61.4246	-22.8636	0
53.3184	0	37.3184	53.3184	25.471	0	53.3184	0	-37.3184	53.3184	-25.471	0
37.0767	0	40.4859	37.0767	26.871	0	37.0767	0	-40.4859	37.0767	-26.871	0
12.4888	0	32.5177	12.4888	21.1999	0	12.4888	0	-32.5177	12.4888	-21.1999	0
-23.8088	0	20.2606	-23.8088	10.8641	0	-23.8088	0	-20.2606	-23.8088	-10.8641	0
-49.9677	0	0	-49.9677	0	0	-49.9677	0	0	-49.9677	0	0

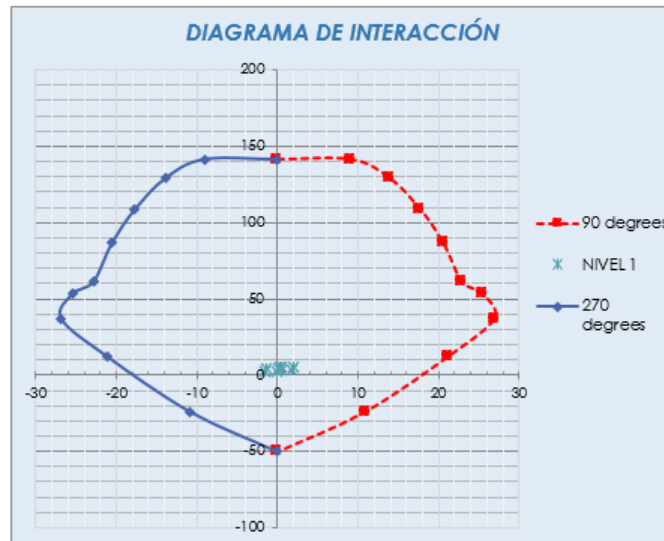
Fuente: Propia

Imagen N° 36 Diagrama de interacción dirección X-X



Fuente: Excel

Imagen N° 37 Diagrama de interacción dirección Y-Y



Fuente: Excel

3.2.13 DISEÑO DE CIMENTACIÓN

Las cimentaciones son elementos estructurales que tienen como función distribuir una carga concentrada que baja por una columna o muro en un área, de modo tal que la presión actuante sobre el terreno sea menor o igual a la capacidad resistente del terreno.

Del estudio de suelos se obtiene la capacidad admisible del suelo, el nivel mínimo de cimentación, el asentamiento diferencial máximo, y recomendaciones adicionales para la cimentación.

El diseño de la cimentación se realizará según las recomendaciones dadas por la Norma E-050 y la Norma E-060.

Existen diferentes tipos de cimentaciones, entre las más usadas para edificios convencionales en nuestro país tenemos: zapatas aisladas, zapatas combinadas y zapatas conectadas. Para el caso particular del edificio en estudio tenemos sólo ZAPATAS CONECTADAS.

Tabla N° 26 Datos del suelo donde se va a cimentar

DATOS:	
$\sigma_{adm} =$	7.23 Tn/m ²
$\sigma_{neto} =$	6.73 Tn/m ²
$\sigma_{neto\ sismo} =$	8.74 Tn/m ²
$f_c =$	2100 Tn/m ²
$f_y =$	4200 Tn/m ²

CALICATA	Q_{adm}	D_f	Y SUELO
C-2	0.66 Kg/cm ²	1.50 m	1.21 Tn/m ³
C-4	0.78 Kg/cm ²	1.50 m	1.46 Tn/m ³
C-6	0.79 Kg/cm ²	1.50 m	1.61 Tn/m ³
C-10	0.66 Kg/cm ²	1.50 m	1.31 Tn/m ³

Promedio	0.72 Kg/cm ²	1.50 m	1.40 Tn/m ³
----------	-------------------------	--------	------------------------

$\sigma_{adm} =$	0.72 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

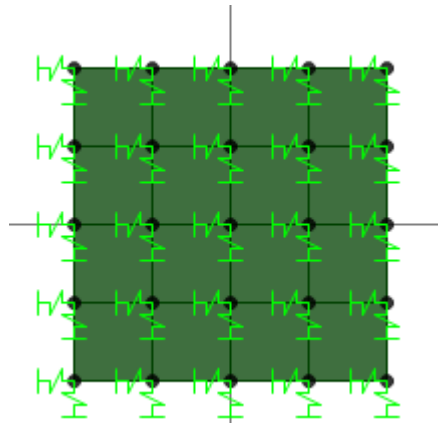
$$q_{neto} = q_{adm} - SOBRECARGA$$

$\sigma_{neto} =$	0.67 Kg/cm ²
-------------------	-------------------------

Fuente: Propia

Para obtener los datos de pre dimensionamiento y diseño se utilizó el programa SAP2000, considerando el área calculada y con una altura de 0.40 m; al efectuar la zapata con la propiedad área shells del programa, se procedió a poner los springs en los puntos considerando un balastro de 1.66 Kg/cm³ y de la misma manera en el área pero de esta forma 2/3 del valor original.

Imagen N° 38 Springs en los puntos de la cimentación (Balastro)



Fuente: SAP 2000

Tabla N° 27 Predimensionamiento de las zapatas

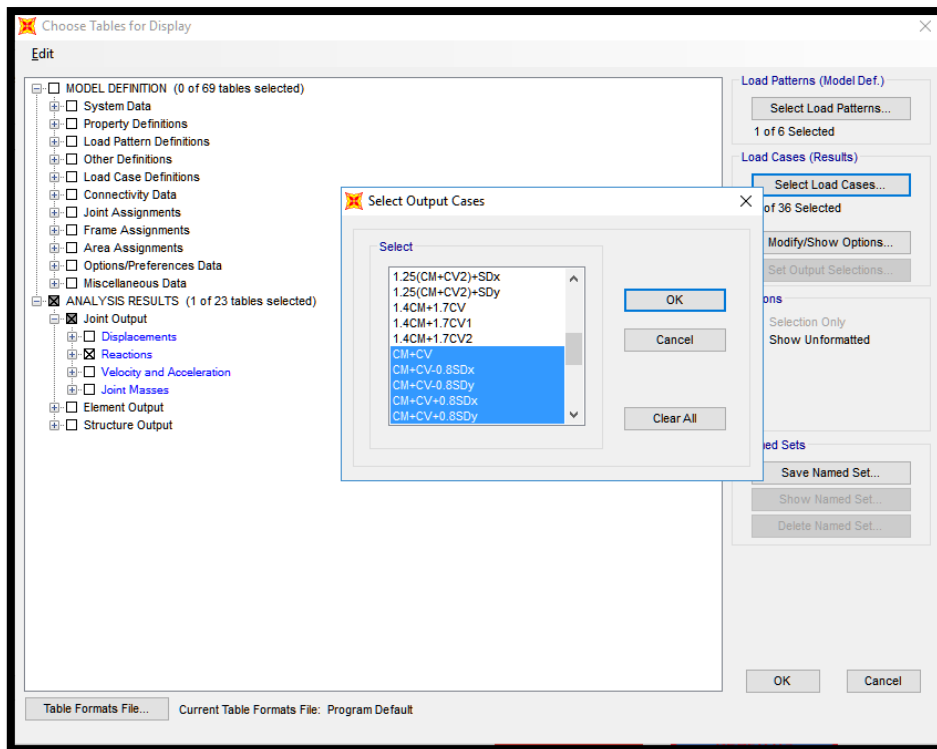
1. PREDIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE ZAPATAS												
1.1 Cálculo de dimensiones de las zapatas (Por Esfuerzos Admisibles)												
EJE SAP	ZAPATA	ELEMENTO	TIPO	ÁREA ZAPATA	Dim. Calculadas				Dim. Asumidas			
					B	T	Lv1	H _{z1}	B	T	H _{z1}	
1	Z1	1	COLUMNA 1	BORDE	0.6 m ²	0.80 m	0.80 m	0.23 m	0.15 m	0.80 m	0.80 m	0.40 m
	Z2	2	COLUMNA 1	INTERIOR	1.3 m ²	1.15 m	1.15 m	0.40 m	0.20 m	1.20 m	1.20 m	0.40 m
	Z3	3	COLUMNA 1	BORDE	1.0 m ²	1.00 m	1.00 m	0.33 m	0.20 m	1.00 m	1.00 m	0.40 m
2	Z4	4	COLUMNA 1	BORDE	2.7 m ²	1.65 m	1.65 m	0.65 m	0.35 m	1.70 m	1.70 m	0.40 m
	Z5	5	COLUMNA 1	INTERIOR	1.0 m ²	1.05 m	1.05 m	0.35 m	0.20 m	1.10 m	1.10 m	0.40 m
	Z6	6	COLUMNA 1	BORDE	2.7 m ²	1.65 m	1.65 m	0.65 m	0.35 m	1.70 m	1.70 m	0.40 m
3	Z7	7	COLUMNA 1	BORDE	1.2 m ²	1.10 m	1.10 m	0.38 m	0.20 m	1.10 m	1.10 m	0.40 m
	Z8	8	COLUMNA 1	INTERIOR	0.9 m ²	0.95 m	0.95 m	0.30 m	0.15 m	1.00 m	1.00 m	0.40 m
	Z9	9	COLUMNA 1	BORDE	1.3 m ²	1.20 m	1.20 m	0.43 m	0.25 m	1.20 m	1.20 m	0.40 m
4	Z10	10	COLUMNA 1	BORDE	1.2 m ²	1.15 m	1.15 m	0.40 m	0.20 m	1.20 m	1.20 m	0.40 m
	Z11	11	COLUMNA 1	INTERIOR	2.8 m ²	1.70 m	1.70 m	0.68 m	0.35 m	1.70 m	1.70 m	0.40 m
	Z12	12	COLUMNA 1	BORDE	0.6 m ²	0.80 m	0.80 m	0.23 m	0.15 m	0.80 m	0.80 m	0.40 m
5	Z13	13	COLUMNA 1	BORDE	1.8 m ²	1.35 m	1.35 m	0.50 m	0.25 m	1.40 m	1.40 m	0.40 m
	Z14	14	COLUMNA 1	INTERIOR	1.5 m ²	1.25 m	1.25 m	0.45 m	0.25 m	1.30 m	1.30 m	0.40 m
	Z15	15	COLUMNA 1	BORDE	0.8 m ²	0.90 m	0.90 m	0.28 m	0.15 m	0.90 m	0.90 m	0.40 m
6	Z16	16	COLUMNA 1	BORDE	0.8 m ²	0.90 m	0.90 m	0.28 m	0.15 m	0.90 m	0.90 m	0.40 m
	Z17	17	COLUMNA 1	INTERIOR	1.5 m ²	1.25 m	1.25 m	0.45 m	0.25 m	1.30 m	1.30 m	0.40 m
	Z18	18	COLUMNA 1	BORDE	0.8 m ²	0.90 m	0.90 m	0.28 m	0.15 m	0.90 m	0.90 m	0.40 m

Fuente: Propia

Para la verificación de las áreas de las zapatas si eran las adecuadas se procedió a tomar los puntos de los elementos estructurales que bajaban hasta la cimentación. Se tomaron los valores de los combos:

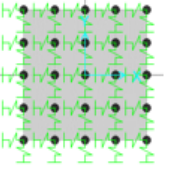
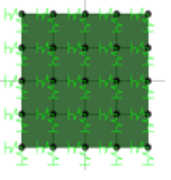
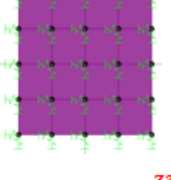
- $CM + CV$
- $CM + CV + 0.8 SD_x$
- $CM + C - 0.8 SD_x$
- $CM + CV + 0.8 SD_y$
- $CM + C - 0.8 SD_y$

Imagen N° 39 Valores a tomar en la verificación de las áreas de las zapatas redimensionadas



Fuente: SAP 2000

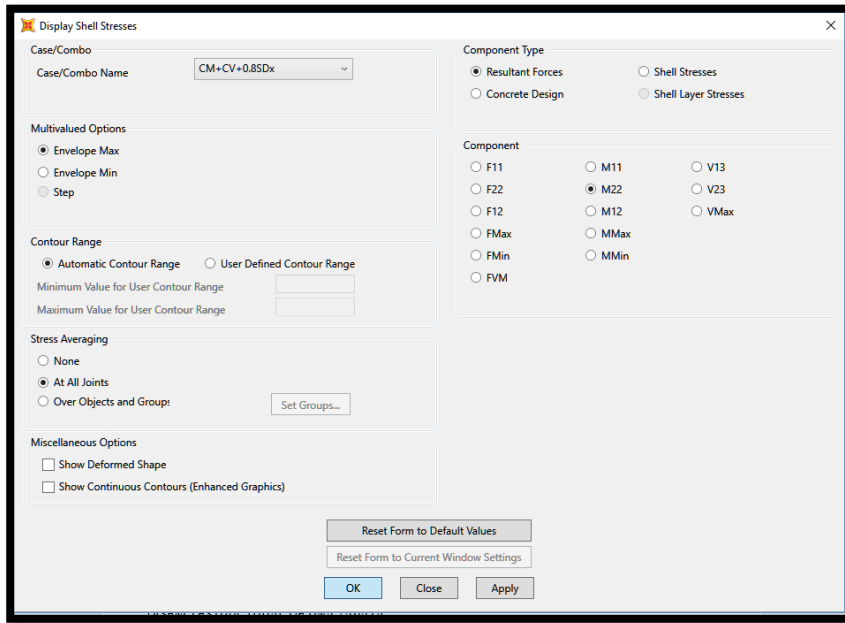
Tabla N° 28 Verificación de las zapatas si cumplen con la capacidad admisible

1.1 VERIFICACIÓN DE $q_{act} < q_{neto sismo}$												
ZAPATA	DIMENSIONES	COMBINACIONES	F3 de Joints		División de Shell			q actuante	q neto sismo	Verif.		
					L (m)	L (m)	Área (m ²)					
 <p>Z1</p>	B = 1.00 m T = 1.00 m Área = 1.0 m ² qnet sismo = 8.74 Tn/m ²	CM+CV	MÁX	0.540 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.64 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.134 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.14 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV+0.8SDx	MÁX	0.541 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.133 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.13 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDx	MÁX	0.541 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.133 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.13 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV+0.8SDy	MÁX	0.540 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.134 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.14 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDy	MÁX	0.540 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.134 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.14 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		 <p>Z2</p>	B = 1.30 m T = 1.30 m Área = 1.7 m ² qnet sismo = 8.74 Tn/m ²	CM+CV	MÁX	0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
					MIN	0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
CM+CV+0.8SDx	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
CM+CV-0.8SDx	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
CM+CV+0.8SDy	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
CM+CV-0.8SDy	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
 <p>Z3</p>	B = 1.70 m T = 1.70 m Área = 2.9 m ² qnet sismo = 8.74 Tn/m ²			CM+CV	MÁX	1.552 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.59 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
					MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
		CM+CV+0.8SDx	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDx	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV+0.8SDy	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDy	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		

Fuente: Propia

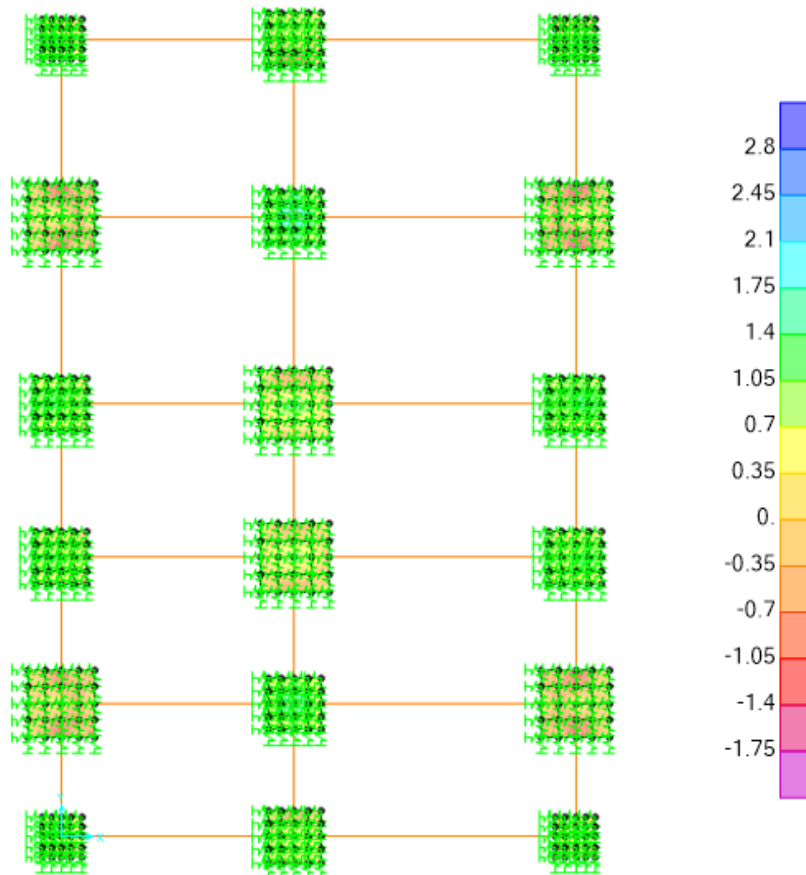
Para el diseño estructural de la zapata se obtendrán los valores en el SAP 2000; es el caso que si se quiere ver el momento en X se usará el combo CM+CV+0.8SDy – M11 y momento en Y se usará el combo CM+CV+0.8SDx – M22.

Imagen N° 40 Criterios al sacar valores para el diseño de las zapatas



Fuente: SAP 2000

Imagen N° 41 Momentos en el área de la zapata

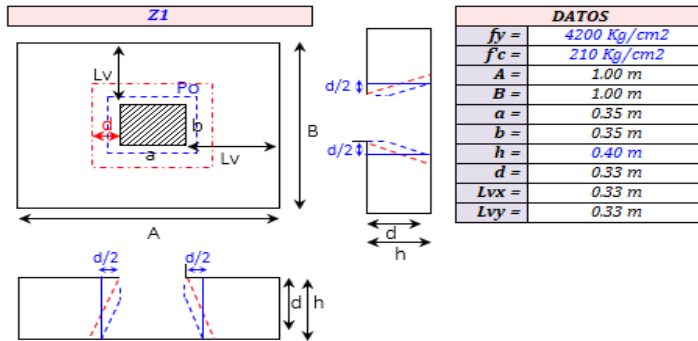


Fuente: SAP 2000

Tabla N° 29 Diseño estructural de una zapata

1. DISEÑO DE ZAPATAS

1.1 Diseño del elemento de Concreto Armado (Por Esfuerzos Últimos)



1.2 Diseño por Flexión

<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>M_{ux}</td><td>3.22 Tn.m</td></tr> <tr><td>ϕ</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>b</td><td>100.00 cm</td></tr> <tr><td>h</td><td>40.00 cm</td></tr> <tr><td>d</td><td>32.62 cm</td></tr> <tr><td>a1</td><td>6.52 cm</td></tr> </table>	M_{ux}	3.22 Tn.m	ϕ	0.90	b	100.00 cm	h	40.00 cm	d	32.62 cm	a1	6.52 cm	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$</td></tr> <tr><td>$A_s$</td><td>2.90 cm²</td></tr> <tr><td>A_s</td><td>2.64 cm²</td></tr> <tr><td>A_s</td><td>2.64 cm²</td></tr> <tr><td>A_s</td><td>2.64 cm²</td></tr> </table>	$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$		A_s	2.90 cm ²	A_s	2.64 cm ²	A_s	2.64 cm ²	A_s	2.64 cm ²	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$</td></tr> <tr><td>a</td><td>0.68 cm</td></tr> <tr><td>a</td><td>0.62 cm</td></tr> <tr><td>a</td><td>0.62 cm</td></tr> </table>	$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$		a	0.68 cm	a	0.62 cm	a	0.62 cm		
M_{ux}	3.22 Tn.m																																	
ϕ	0.90																																	
b	100.00 cm																																	
h	40.00 cm																																	
d	32.62 cm																																	
a1	6.52 cm																																	
$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$																																		
A_s	2.90 cm ²																																	
A_s	2.64 cm ²																																	
A_s	2.64 cm ²																																	
A_s	2.64 cm ²																																	
$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$																																		
a	0.68 cm																																	
a	0.62 cm																																	
a	0.62 cm																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>As cal =</td><td>2.64 cm²</td></tr> <tr><td>As min =</td><td>7.20 cm²</td></tr> <tr><td>As asum =</td><td>7.74 cm²</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">OK</td></tr> </table>	As cal =	2.64 cm ²	As min =	7.20 cm ²	As asum =	7.74 cm ²		OK	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Usar:</td><td>1</td><td>ϕ</td><td>1/2</td><td>@</td><td>47.50</td></tr> <tr><td>Usar:</td><td>6</td><td>ϕ</td><td>1/2</td><td>@</td><td>16.50</td></tr> <tr><td>Usar:</td><td>6</td><td>ϕ</td><td>1/2</td><td>@</td><td>15.50</td></tr> <tr><td>M Resistente =</td><td colspan="5" style="text-align: center;">9.28 Tn.m</td></tr> </table>	Usar:	1	ϕ	1/2	@	47.50	Usar:	6	ϕ	1/2	@	16.50	Usar:	6	ϕ	1/2	@	15.50	M Resistente =	9.28 Tn.m					
As cal =	2.64 cm ²																																	
As min =	7.20 cm ²																																	
As asum =	7.74 cm ²																																	
	OK																																	
Usar:	1	ϕ	1/2	@	47.50																													
Usar:	6	ϕ	1/2	@	16.50																													
Usar:	6	ϕ	1/2	@	15.50																													
M Resistente =	9.28 Tn.m																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>M_{uy}</td><td>2.54 Tn.m</td></tr> <tr><td>ϕ</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>b</td><td>100.00 cm</td></tr> <tr><td>h</td><td>40.00 cm</td></tr> <tr><td>d</td><td>32.62 cm</td></tr> <tr><td>a1</td><td>6.52 cm</td></tr> </table>	M_{uy}	2.54 Tn.m	ϕ	0.90	b	100.00 cm	h	40.00 cm	d	32.62 cm	a1	6.52 cm	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$</td></tr> <tr><td>$A_s$</td><td>2.29 cm²</td></tr> <tr><td>A_s</td><td>2.08 cm²</td></tr> <tr><td>A_s</td><td>2.08 cm²</td></tr> <tr><td>A_s</td><td>2.08 cm²</td></tr> </table>	$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$		A_s	2.29 cm ²	A_s	2.08 cm ²	A_s	2.08 cm ²	A_s	2.08 cm ²	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$</td></tr> <tr><td>a</td><td>0.54 cm</td></tr> <tr><td>a</td><td>0.49 cm</td></tr> <tr><td>a</td><td>0.49 cm</td></tr> </table>	$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$		a	0.54 cm	a	0.49 cm	a	0.49 cm		
M_{uy}	2.54 Tn.m																																	
ϕ	0.90																																	
b	100.00 cm																																	
h	40.00 cm																																	
d	32.62 cm																																	
a1	6.52 cm																																	
$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$																																		
A_s	2.29 cm ²																																	
A_s	2.08 cm ²																																	
A_s	2.08 cm ²																																	
A_s	2.08 cm ²																																	
$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$																																		
a	0.54 cm																																	
a	0.49 cm																																	
a	0.49 cm																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>As cal =</td><td>2.08 cm²</td></tr> <tr><td>As min =</td><td>7.20 cm²</td></tr> <tr><td>As asum =</td><td>7.74 cm²</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">OK</td></tr> </table>	As cal =	2.08 cm ²	As min =	7.20 cm ²	As asum =	7.74 cm ²		OK	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Usar:</td><td>1</td><td>ϕ</td><td>1/2</td><td>@</td><td>61.00</td></tr> <tr><td>Usar:</td><td>6</td><td>ϕ</td><td>1/2</td><td>@</td><td>16.50</td></tr> <tr><td>Usar:</td><td>6</td><td>ϕ</td><td>1/2</td><td>@</td><td>15.50</td></tr> <tr><td>M Resistente =</td><td colspan="5" style="text-align: center;">9.28 Tn.m</td></tr> </table>	Usar:	1	ϕ	1/2	@	61.00	Usar:	6	ϕ	1/2	@	16.50	Usar:	6	ϕ	1/2	@	15.50	M Resistente =	9.28 Tn.m					
As cal =	2.08 cm ²																																	
As min =	7.20 cm ²																																	
As asum =	7.74 cm ²																																	
	OK																																	
Usar:	1	ϕ	1/2	@	61.00																													
Usar:	6	ϕ	1/2	@	16.50																													
Usar:	6	ϕ	1/2	@	15.50																													
M Resistente =	9.28 Tn.m																																	

1.3 Verificación por Corte por Flexión

<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>qu</td><td>22.30 Tn/m²</td></tr> <tr><td>ϕ</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>A</td><td>1.00 m</td></tr> <tr><td>B</td><td>1.00 m</td></tr> <tr><td>Lvx</td><td>0.33 m</td></tr> <tr><td>Lvy</td><td>0.33 m</td></tr> <tr><td>d</td><td>0.33 m</td></tr> </table>	qu	22.30 Tn/m ²	ϕ	0.85	A	1.00 m	B	1.00 m	Lvx	0.33 m	Lvy	0.33 m	d	0.33 m	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Cortante Actuante</td></tr> <tr><td>$V_{ux} = P_u \cdot A \cdot (L_{vy} - d)$</td><td></td></tr> <tr><td>Vux =</td><td>-0.03 Tn</td></tr> <tr><td>$V_{uy} = P_u \cdot B \cdot (L_{vx} - d)$</td><td></td></tr> <tr><td>Vuy =</td><td>-0.03 Tn</td></tr> </table>	Cortante Actuante		$V_{ux} = P_u \cdot A \cdot (L_{vy} - d)$		Vux =	-0.03 Tn	$V_{uy} = P_u \cdot B \cdot (L_{vx} - d)$		Vuy =	-0.03 Tn	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Cortante Resistente</td></tr> <tr><td>$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot A \cdot d$</td><td></td></tr> <tr><td>$\phi V_n =$</td><td>21.29 Tn</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">Cumple</td></tr> <tr><td>$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot B \cdot d$</td><td></td></tr> <tr><td>$\phi V_c =$</td><td>21.29 Tn</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">Cumple</td></tr> </table>	Cortante Resistente		$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot A \cdot d$		$\phi V_n =$	21.29 Tn		Cumple	$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot B \cdot d$		$\phi V_c =$	21.29 Tn		Cumple
qu	22.30 Tn/m ²																																							
ϕ	0.85																																							
A	1.00 m																																							
B	1.00 m																																							
Lvx	0.33 m																																							
Lvy	0.33 m																																							
d	0.33 m																																							
Cortante Actuante																																								
$V_{ux} = P_u \cdot A \cdot (L_{vy} - d)$																																								
Vux =	-0.03 Tn																																							
$V_{uy} = P_u \cdot B \cdot (L_{vx} - d)$																																								
Vuy =	-0.03 Tn																																							
Cortante Resistente																																								
$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot A \cdot d$																																								
$\phi V_n =$	21.29 Tn																																							
	Cumple																																							
$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot B \cdot d$																																								
$\phi V_c =$	21.29 Tn																																							
	Cumple																																							

1.4 Verificación por Aplastamiento

<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Pu</td><td>22.30 Tn</td></tr> <tr><td>ϕ</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>A zap</td><td>1.00 m²</td></tr> <tr><td>A col</td><td>0.12 m²</td></tr> </table>	Pu	22.30 Tn	ϕ	0.70	A zap	1.00 m ²	A col	0.12 m ²	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>$\phi P_n =$</td><td>288.12 Tn</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Cumple, no colocar As adicional</td></tr> </table>	$\phi P_n =$	288.12 Tn	Cumple, no colocar As adicional		$\phi P_n = \phi \cdot \left(0.80 \cdot f'_c \cdot A_{col} \cdot \sqrt{\frac{A_{zap}}{A_{col}}} \right), \quad \sqrt{\frac{A_{zap}}{A_{col}}} \leq 2$	
Pu	22.30 Tn														
ϕ	0.70														
A zap	1.00 m ²														
A col	0.12 m ²														
$\phi P_n =$	288.12 Tn														
Cumple, no colocar As adicional															
<p>a) As adicional:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>$A_s = \frac{P_u - P_n}{\phi f_y}$</td><td>=</td><td></td></tr> </table>	$A_s = \frac{P_u - P_n}{\phi f_y}$	=		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Usar:</td><td>4</td><td>ϕ</td><td>5/8</td><td>+</td><td>0</td><td>ϕ</td><td>5/8</td><td></td><td>7.96 cm²</td></tr> </table>	Usar:	4	ϕ	5/8	+	0	ϕ	5/8		7.96 cm ²	
$A_s = \frac{P_u - P_n}{\phi f_y}$	=														
Usar:	4	ϕ	5/8	+	0	ϕ	5/8		7.96 cm ²						

Fuente: Propia

3.2.14 DISEÑO DE CISTERNA

El diseño de muros de concreto con agua debe hacerse con algunas consideraciones especiales que buscan la disminución de fisuras en el concreto y la estanqueidad de los recipientes.

La cisterna es un elemento enterrado en el suelo por lo que tiene los esfuerzos del empuje del suelo en reposo y de la sobrecarga en el muro.

IV. RESULTADOS

4.1 ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO

4.1.1 Estudio topográfico

Para establecer las características del terreno se recurrió a realizar un levantamiento topográfico y así poder elaborar el plano de curvas de nivel y determinar los desniveles en la zona.

El terreno en donde se va llevar a cabo dicho proyecto es de topografía llana, no presenta relieves accidentados, por lo que solo se procedió a tomar los puntos que delimitan el terreno, tomando sus coordenadas y sus azimuts.

4.1.1.1 Características técnicas del equipo empleado

La serie GTS-200 su rango de medición tiene un alcance de 3000m con un solo prisma.

Para el tiempo de medida de distancia, su velocidad de medida es de 1.2 segundos en modo fino. (0.7 segundo en modo grueso, 0.4 segundo en modo tracking). Este tiempo de medida permite aumentar su eficacia y productividad en campo, Además cuenta con una memoria interna con capacidad para almacenar 24000 puntos en toma de datos y más de 24000 puntos en trabajos de replanteo.

4.1.1.2 Metodología

El software incorporado en la estación se ocupa de realizar los cálculos presentados en la pantalla los datos que se necesitan.

Para los resultados obtenidos no será necesario que los incorporemos a una libreta de campo, pues el instrumento posee una libreta electrónica o colector de datos que va almacenando para la posterior descarga a un ordenador y la realización de los trabajos de gabinete.

La secuencia de toma de datos sería.

1) Estacionar el aparato.

- Definir el plano horizontal utilizando los niveles del instrumento.
- Eje vertical debe pasar por el punto del terreno sobre el que se requiere estacionar, utilizando la plomada laser.

2) Orientar el instrumento.

- Visar a un punto de coordenadas conocido (no es necesario que sea accesible)
- Introducir las coordenadas del punto observado.
- Orientar mediante la función correspondiente.

3) Cálculo de coordenadas del itinerario o radiación.

- Colocar el reflector en el punto del cual queremos calcular sus coordenadas.
- Hacer puntería con el anteojo sobre el reflector.
- Realizar la medición (medición de distancias y ángulos)

Tabla N° 30 Datos del levantamiento topográfico

ESTACIONES				
PUNTO	N	E	Z	DESCRIP
1	9249562	628556	34.6	E1
2	9249575	628564	35.6	BM
3	9249490.29	628559.381	34.558	E2
4	9249518.04	628649.326	35.003	E3
5	9249589.05	628635.69	34.612	E4

DISTANCIAS	
E1 - BM	15.26
E1 - E2	71.79
E2 - E3	102.59
E3 - E4	124.81
E4 - E5	84.16

CALICATAS				
PUNTO	N	E	Z	DESCRIP
1	9249553.427	628555.426	34.85	C1
2	9249557.838	628579.807	34.516	C2
3	9249562.914	628602.99	34.716	C3
4	9249567.27	628627.73	34.703	C4
5	9249530.277	628559.883	34.879	C5
6	9249535.47	628585.44	34.824	C6
7	9249539.874	628609.347	34.526	C7
8	9249544.33	628631.22	34.564	C8
9	9249513.7	628588.39	34.624	C9
10	9249518.502	628614.54	34.862	C10

FORMULA PARA DISTANCIAS ATRAVES DE COORDENADAS	
$D = \sqrt{(N1 - N2)^2 + (E1 - E2)^2}$	

Fuente: Propia

4.1.1.3 Conclusiones y recomendaciones.

- Los datos que se obtuvieron a partir de la estación Sokia 50 serie GTS 200, altamente confiable, aunque como todo los instrumentos y métodos para levantamiento topográfico los errores aun existen, y dependerá completamente del operador tratar de minimizarlos.
- Se pudo comprobar que las pendientes del terreno en estudio son moderadas y las máximas están alrededor de 1%.
- La topografía de la zona es correspondiente a una zona de ladera, sin irregularidades considerables.
- Se recomienda que el responsable de campo, quien está familiarizado con la zona, revise el plano topográfico para detectar posibles errores; por otro lado se resalta la importancia del entrenamiento previo en el uso de estas herramientas para evitar errores y equivocaciones en su uso.

Tabla N° 31 Datos de coordenadas del levantamiento topográfico

PUNTO	RADIACION			DESCRIPCION
	N	E	Z	
1	9249580.007	628585.964	34.229	CASA
2	9249577.897	628575.719	34.534	PERI
3	9249575.784	628565.39	34.658	CASA
4	9249572.695	628563.007	34.823	BUZON
5	9249574.359	628562.531	35.015	POSTE
6	9249574.181	628557.552	35.142	CASA
7	9249572.968	628547.223	35.34	PERI
8	9249569.646	628537.267	35.015	CASA
9	9249562.772	628539.126	34.87	PERI
10	9249549.925	628541.735	35.014	PERI
11	9249539.136	628543.926	35.055	PERI
12	9249531.074	628545.563	34.403	PERI
13	9249533.427	628555.426	34.85	C-1
14	9249544.33	628631.22	34.564	C-8
15	9249557.838	628579.807	34.516	C-2
16	9249539.874	628609.347	34.526	C-7
17	9249522.938	628547.216	35.123	PERI
18	9249512.851	628549.264	35.073	PERI
19	9249506.597	628550.534	35.0567	PERI
20	9249500.437	628551.785	35.015	PERI
21	9249494.646	628552.961	34.032	CASA
22	9249483.534	628555.365	34.142	PERI
23	9249484.881	628561.95	34.321	PERI
24	9249486.311	628568.943	34.352	CASA
25	9249487.75	628575.976	34.403	VEREDA
26	9249487.99	628577.151	34.382	POSTE
27	9249489.112	628582.638	34.397	VEREDA
28	9249489.995	628579.487	34.412	CASA
29	9249489.353	628583.813	34.435	PERI
30	9249490.442	628589.141	34.583	PERI
31	9249491.555	628594.58	34.592	PERI
32	9249492.575	628599.57	34.642	PERI
33	9249493.513	628604.397	34.685	CASA
34	9249493.802	628605.563	34.723	VEREDA
35	9249496.05	628607.917	34.717	POSTE
36	9249513.7	628588.39	34.624	C-9
37	9249494.923	628611.05	34.721	VEREDA
38	9249495.108	628612.237	34.663	CASA
39	9249496.394	628618.235	34.753	PERI
40	9249497.774	628624.988	34.774	PERI
41	9249499.073	628631.334	34.804	PERI
42	9249500.302	628637.347	34.824	PERI
43	9249502.318	628647.202	34.862	PERI
44	9249503.773	628654.362	34.897	CASA
45	9249504.036	628655.532	34.925	VEREDA
46	9249507.344	628652.167	34.964	PERI
47	9249509.07	628652.39	35.028	POSTE
48	9249513.23	628656.31	34.879	BUZON
49	9249508.99	628667.72	34.916	POSTE
50	9249518.4	628650.84	35.117	POSTE
51	9249525.848	628665.885	34.908	VEREDA
52	9249543.13	628661.58	35.104	POSTE
53	9249546.18	628655.89	34.903	BUZON
54	9249530.277	628559.883	34.879	C-5
55	9249535.47	628585.44	34.824	C-6
56	9249518.502	628614.54	34.862	C-10
57	9249555.48	628644.45	35.037	POSTE
58	9249562.37	628642.88	34.894	POSTE
59	9249564.17	628645.05	34.735	BUZON
60	9249564.41	628649.21	34.739	BUZON
61	9249554.81	628660.097	34.872	VEREDA
62	9249554.144	628661.095	34.878	CASA
63	9249572.753	628656.334	34.881	VEREDA
64	9249573.74	628657.013	34.884	CASA
65	9249575.07	628655.07	34.743	POSTE
66	9249585.733	628653.446	34.731	VEREDA
67	9249589.92	628637.09	34.625	POSTE
68	9249590.242	628636.128	34.631	VEREDA
69	9249590.012	628634.95	34.588	CASA
70	9249589.013	628630.067	34.545	PERI
71	9249587.78	628624.038	34.618	PERI
72	9249586.376	628617.173	34.664	PERI
73	9249585.244	628611.639	34.735	PERI
74	9249583.946	628605.295	34.796	PERI
75	9249582.705	628599.225	34.852	PERI
76	9249581.595	628593.802	35.014	CASA
77	9249578.609	628590.67	35.009	BUZON
78	9249577.665	628594.602	35.055	POSTE
79	9249562.914	628602.99	34.716	C-3
80	9249567.27	628627.73	34.703	C-4
81	9249562	628556	34.6	E1

Fuente: Propia

4.1.2 Estudio de mecánica de suelos

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, E-050, podemos determinar la cantidad exacta de puntos de investigación, considerando los siguientes parámetros:

Tabla N° 32 Número de puntos de investigación

NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION	
Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

Fuente: RNE E.050

Tabla N° 33 Tipo de edificación

TABLA N° 2.1.2 TIPO DE EDIFICACIÓN					
CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	----	----
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	----	----	----
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se calificara en el tipo de edificación enmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9m de altura	> 9m de altura		
		B	A		

Fuente: RNE E.050

- Área del terreno: 8,009.57 m²
- Número de Pisos: 1
- Tipo de Estructura: Pórtico
- Tipo de edificación: (Edificación tipo C)
- El número de puntos de investigación se determinará empleando la (Tabla N° 33), junto con los datos antes mencionados, obteniendo **10** puntos de investigación.

Los registros estratigráficos y propiedades del subsuelo de las exploraciones, se presentan en Anexos, se incluye la descripción de los estratos de suelo, la localización de las muestras, los resultados de humedad natural, límites líquidos, límite plástico, porcentaje de finos, clasificación por el Sistema de Clasificación de Suelos, parámetros mecánicos, entre otro.

➤ **Excavación a cielo abierto (Calicata y Muestreo)**

Inmediatamente después de realizar la excavación con la retroexcavadora se procedió a extraer las muestras representativas para cada estrato, las cuales serían reducidas mediante el cuarteo, en una cantidad suficiente para realizar los diversos ensayos de laboratorio.

➤ **Muestreo y registro de exploraciones**

Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploraciones, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, consistencia y/o compacidad, etc. En cada ubicación de calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo de fundación, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el Sistema Unificado de Clasificaciones de Suelos (S.U.C.S). Cuando se detectó la presencia de cambios de las características de los materiales encontrados en la excavación, se tomó una muestra representativa para la evaluación e identificación correspondiente. De cada estrato de suelo conservadamente identificado, fueron empaquetados en bolsas de polietileno y trasladados al laboratorio para efectuar ensayos de sus características físicas, químicas y mecánicas.

Sobre la base de la clasificación visual de los suelos, se elaboró un perfil estratigráfico preliminar, el cual permitió determinar secciones de características similares, escogiéndose puntos representativos generales y específicos, los generales para determinar las características de los suelos predominantes y similares en las calicatas escogidas, y los específicos para determinar las características mecánicas de los suelos de fundación. Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploraciones, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, consistencia y/o compacidad, etc.

Imagen N° 43 Delimitación de la calicata a excavar



Fuente: Propia

Imagen N° 44 Uso de la retroexcavadora en la excavación de la calicata para alcanzar la profundidad de exploración



Fuente: Propia

Imagen N° 45 Muestreo en una de las calicatas excavadas



Fuente: Propia

Imagen N° 46 Identificación de la calicata N°7



Fuente: Propia

4.1.2.3 Realización de Ensayos

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo fueron:

Se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio

- ✓ Contenido de Humedad..... NTP 339.127
- ✓ Análisis Granulométrico..... NTP 339.128
- ✓ Límites de Consistencia..... NTP 339.129
- ✓ Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)..... NTP 339.134
- ✓ Descripción Visual-Manual..... NTP 339.150
- ✓ Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea..... NTP 339.152
- ✓ Ensayo de Consolidación Unidimensional..... NTP 339.154
- ✓ Ensayo de Corte Directo..... NTP 339.171
- ✓ Contenido de Cloruros NTP 339.177
- ✓ Contenido de Sulfatos NTP 339.178

- **Ensayo Granulométrico por Tamizado.**

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. Los tamices a emplear son:

- Nº 4 : 4.75 mm.
- Nº 8 : 2.36 mm.
- Nº 16 : 1.18 mm.
- Nº 30 : 0.60 mm.
- Nº 50 : 0.30 mm.
- Nº 100 : 0.15 mm.
- Nº 200 : 0.075 mm.

Procedimiento

- Primero se tuvo la muestra del agregado fino totalmente seco
- Pesamos 1000 gr de muestra.
- Se arman los tamices Nº4, Nº8, Nº16, Nº30, Nº50, Nº100 Nº 200 y fondo (bandeja)
- se coloca la muestra en el tamiz Nº4
- Luego se retiró el tamiz Nº4 para agitarlos sobre una bandeja de tal forma que las partículas más pequeñas (partículas que pasan) caigan a ella, estas 46 partículas las colocamos al siguiente tamiz en este caso el Nº8

- Las partículas que quedaron en el tamiz N°4 se colocan en un vaso descartable para ser pesado determinando el porcentaje de material retenido en el tamiz.

- Se realizó el mismo procedimiento con los siguientes tamices de la serie: N°8, N°16, N°30, N°50 N°100 N° 200 y fondo (bandeja), determinando el % retenido en cada tamiz.

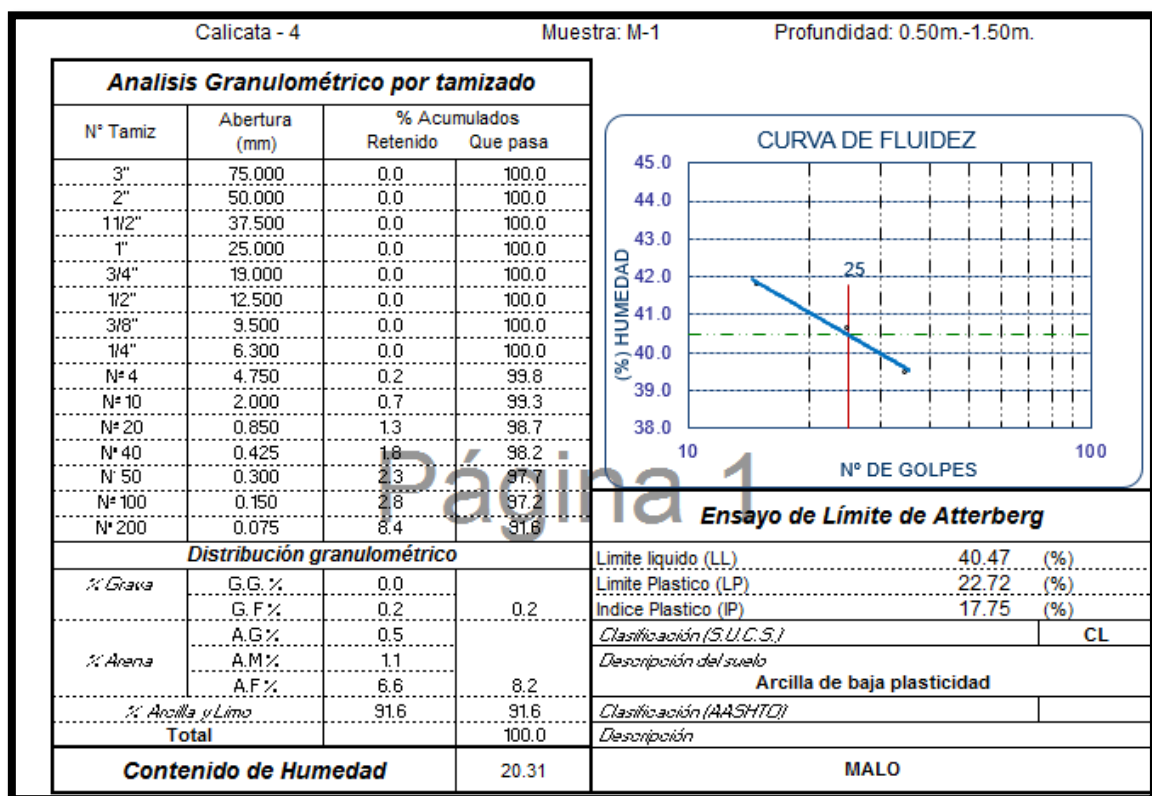
- Se realizaron los cálculos respectivos para determinar el % retenido acumulado y el % que pasa.

- Se graficó la curva granulométrica comparándola con los husos granulométricos respectivos.

El Módulo de fineza recomendable 2.3 – 3.2

Módulo de Finura: Sumatoria % retenido acumulado / 100

Imagen N° 47 Resultado de ensayo granulométrico C4-M1



Fuente: propia

- **Ensayo de Limite líquido, Limite plástico e índice de plasticidad del suelo N.T.P. 339.129 ASTM D – 4318**

Limite líquido

Es el contenido de humedad para las cual 2 secciones de una pasta de suelo, alcanzan a unirse en 12mm a cabo de 25 o 35 golpes en el cascador de Casagrande

Procedimiento

- Se amaso el suelo para que pase el tamiz # 40 con agua hasta conseguir una pasta homogénea.
- Se colocó el suelo dentro del cascador mediante la espátula
- Se enraso de manera de ser obtuvo una masa de 1cm de espesor
- Mediante el ranurador se hizo una ranura a lo largo de la muestra de 2mm de ancho.
- Vista de la unión de la ranura en 12.5mm después se golpeó el cascador con una velocidad de 2 golpes por segundo
- Se tomó parte del suelo para determinar la humedad del mismo
- Se llevaron los recipientes que contenían los suelo húmedos a pesar. Luego se llevó al horno y una vez seca el suelo, se lo volvió a pesar.

Resultado: Contenido húmedo / Contenido seco

Limite plástico

Es el contenido de humedad para el cual el suelo comienza a agrietarse cuando es amasado en cilindros de 3mm de diámetro; se usa suelo que pasa de # 40.

Procedimiento

- Se preparó el suelo para que pase por el tamiz #40 con agua hasta obtener una mezcla posible de amasar.
- Se amaso la mezcla hasta obtener una consistencia que permitió rolar el suelo
- Se continuó rolando el suelo hasta conseguir cilindros que al llegar al diámetro de 3mm se agrieten
- Se introdujeron los cilindros de suelos dentro de 2 recipientes para promediar el valor de la humedad obtenido con cada uno.
- Se pesaron los recipientes que contienen el suelo húmedo. Se llevó al horno y una vez seca, se le volvió a pesar.

Resultado: Contenido húmedo / contenido seco

Imagen N° 48 Realizando el ensayo de limite liquido y plástico.



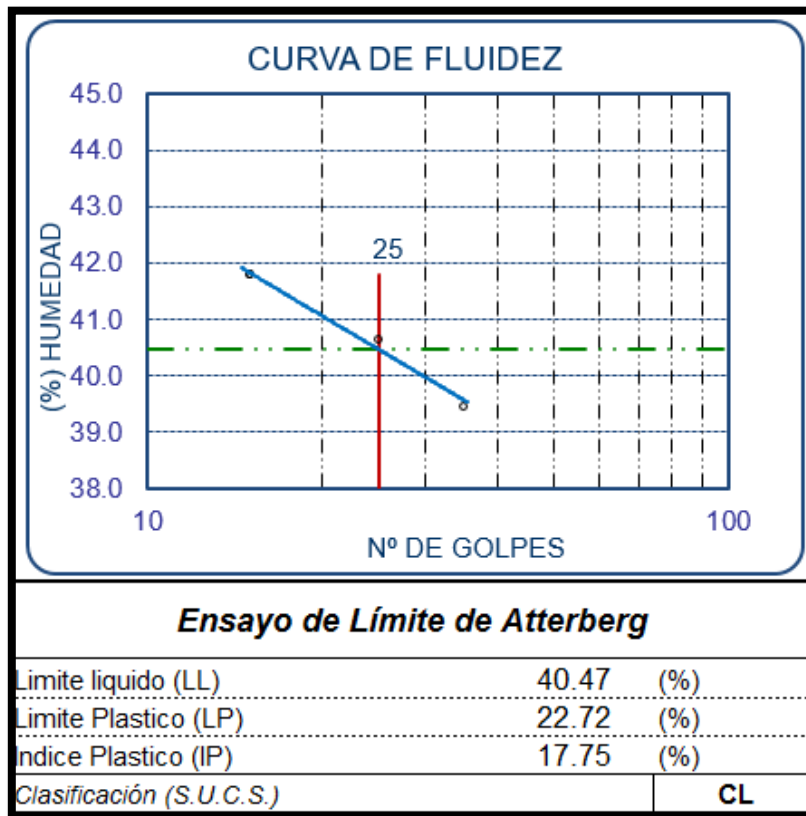
Fuente: propia

Imagen N° 49 Muestras del ensayo de limite liquido y plástico.



Fuente: propia

Imagen N° 50 Curva de fluidez de la C4-M1



Fuente: propia

- **Ensayo de contenido de humedad del suelo N.T.P. 339.127**

Absorción del agregado Los agregados presentan poros internos, que se denominan como "abiertos" cuando son accesibles al agua o humedad exterior, sin requisito de presión. Diferenciándose de la porosidad cerrada, en el interior del agregado, sin canales de conexión con la superficie, a la que se alcanza mediante fluidos bajo presión. Cuando un agregado seco se introduce en un recipiente con agua, sus poros abiertos se llenan total o parcialmente, a diferente velocidad, según el tamaño y disposición de los mismos.

Si un agregado se colma en todos sus poros, se considera saturado y superficialmente seco. Si además la humedad se mantiene en la superficie, se le conoce como saturado superficialmente húmedo. En el caso de que se seque al aire, o artificialmente en horno, el contenido de humedad disminuirá, denominándose agregado seco al aire, o completamente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

Contenido de humedad del agregado. En los cálculos para el proporcionamiento del concreto se considera al agregado en condiciones de saturado superficialmente seco, es decir, con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial. Esta situación, que no es correcta en la práctica, conviene para fines de clasificación correcto. El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde,

P: es el contenido de humedad [%]

W: es la masa inicial de la muestra [g]

D: es la masa de la muestra seca [g]

Procedimiento

Para agregado fino

- Se pesó el recipiente más el material original.
- Se colocó al horno mediante 24 horas a temperatura de 105°C
- Se retiró y se dejó enfriar, pesándose nuevamente el recipiente más material seco.
- Luego de este ensayo se obtiene:

$$P = \left(\frac{W - D}{D} \right) \times 100$$

Imagen N° 51 Muestras dentro del horno



Fuente: propia

- **Ensayo de contenido de sales solubles en el suelo (análisis químico)**

N.T.P. 339.152

Por medio de este ensayo se conoce el porcentaje de sales que contiene el agregado.

El exceso de salinidad en el agregado produce la corrosión del fierro dentro del concreto.

Las normas establecen que los contenidos de sales no deben exceder de 0.3%. Su crecimiento nos permite prevenir la acción destructiva de las sales en la estructura de concreto armado mediante aditivos

Procedimiento

Agregado Fino

- Se pesó 200 gr. de agregado fino extraído de la cantera
- Se lavó el recipiente con agua, los cuales estuvieron muy limpios
- Se le añadió 600 cm³ de agua destilada (proporción 1 en 3). Se agita y se dejó reposar por 24 hrs. En un lugar libre de contaminación.
- Al día siguiente se volvió a remover el agregado.
- El papel filtro se cortó en 4, con cada lámina se formó un cono que se colocó encima del embudo. Se procedió a vaciar el agua y observamos que cae agua cristalina quedando adherido en el papel el agregado.
- Se retiró el papel y esta agua volvió a ser sometida al paso anterior de tal manera de lograr que el agua no contenga impurezas visibles.
- Los crisoles de porcelana se lavaron y se secaron al horno por 10 min
- Luego de ser retirado del horno se pesó en la balanza eléctrica El peso que se obtuvo fue de 126.60gr.
- Ahora al crisol se le añadió los 100cm³, pesando 226.95gr.
- Posteriormente se colocó en la estufa a una temperatura de 180°C para pasado 5 horas obtener el peso de sales.

Imagen N° 52 Muestras de contenido de sales totales



Fuente: propia

- **Ensayo de Corte Directo ASTM D 3080**

La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga.

Para conocer una de esta resistencia en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de ella se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento (P_v) y luego una carga horizontal (P_h) creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra.

Procedimiento

- Método para suelos no cohesivos. Se pesó una muestra de arena (seca o de humedad conocida) suficiente para hacer tres ensayos a la misma densidad. Se ensambló la caja de corte, se obtuvo la sección (A) de la muestra y se colocó la arena en la caja junto al pistón de carga y la piedra porosa.

- Se aplicó la carga vertical (P_v) y se colocó el dial para determinar el desplazamiento vertical (se debe incluir el peso del pistón de carga y la mitad superior de la caja de corte en el peso P_v). En ensayos consolidados se comienza cuando el asentamiento se ha detenido; en suelos no cohesivos esto puede hacerse a partir de la aplicación de P_v .

- Se separó la caja de corte, se fijó el bloque de carga y se ajustó el deformímetro para medir el desplazamiento cortante (en ensayos saturados se debe saturar la muestra el tiempo necesario). Luego se comienza a comenzar aplicar la carga horizontal midiendo desde los deformímetros de carga, de cambio de volumen y de desplazamiento cortante. Si el ensayo es del tipo deformación controlada se toman esas lecturas a desplazamientos horizontales de 5, 10 y cada 10 o 20 unidades. La tasa de deformación unitaria debe ser del orden de 0,5 a no más de 2 mm/min. y se dio que la muestra falle entre 3 y 5 minutos. Se repitió el procedimiento por lo menos en dos muestras utilizando un valor distinto de carga vertical (se sugiere doblar la carga).

- Método para suelos cohesivos. Se moldean 3 o 4 probetas de una muestra de suelo inalterada, utilizando un anillo cortante para controlar el tamaño. Se ensambla la caja de corte, se saturan las piedras porosas y se mide la caja para calcular el área (A) de la muestra. Se colocan la muestra en la caja de corte, las piedras porosas y el pistón de carga sobre el suelo, la carga normal P_v y se ajusta el deformímetro vertical. Para un ensayo consolidado es necesario controlar el deformímetro vertical igual que en el ensayo de consolidación para determinar cuando la consolidación haya terminado.

- Luego, se separan las mitades de la cajas de corte dejando una pequeña separación y se empalma la cabeza de carga, asegurando que la carga normal refleje la fuerza normal más el peso del bloque de carga y la mitad superior de la caja de corte. Se acopla el deformímetro de deformación cortante y se fija en cero tanto el deformímetro horizontal como vertical (en ensayos saturados se llena la caja con agua y se espera la saturación de la muestra). Aplicar la carga de corte tomando lecturas del deformímetro de carga, de desplazamientos de corte y verticales (cambios de volumen). En ensayos de deformación controlada, las lecturas se toman a desplazamientos horizontales de 5, 10 y cada 10 o 20 unidades.

- La tasa de deformación unitaria debe ser la misma que en el caso anterior (no más de 2 mm/min.) y tal que falle entre 5 a 10 minutos, a menos que el ensayo sea consolidado drenado. La velocidad de deformación para este último, debería ser tal que el tiempo para que ocurra la falla (t_f) sea: $t_f = 50 * t_{50}$, donde t_{50} es el tiempo necesario para que ocurra el 50% de la consolidación bajo la carga normal P_v .

- Al finalizar el ensayo, se remueve el suelo y se toman muestras para determinar el contenido de humedad. El procedimiento se repetirá para las muestras adicionales.

Se graficaron en escala natural las curvas de deformación, donde la ordenada será la deformación horizontal y la abscisa el tiempo necesario de las distintas probetas. Se obtuvo la máxima deformación

horizontal. Con los valores de carga vertical y tangencial se calculó la tensión tangencial y la tensión normal.

Gráficamente se puede obtener el esfuerzo cortante (τ) y el esfuerzo normal (σ_n), mediante las siguientes expresiones:

$$\tau = P_h / A \text{ (kgs/cm}^2\text{)} \text{ y } \sigma_n = P_v / A \text{ (kgs/cm}^2\text{)}$$

donde:

P_v = carga vertical aplicada (kgs.)

P_h = carga horizontal aplicada (kgs.)

A = área nominal de la muestra (cm^2)

Imagen N° 53 Preparando la muestra de corte directo



Fuente: propia

Imagen N° 54 Nivelando la muestra de corte directo



Fuente: propia

Imagen N° 55 Tomando lectura del dial de corte directo



Fuente: propia

4.1.2.4 Resumen de Estratos

Sobre la base de los registros de calicatas, ensayos de laboratorio e información recopilada, se han elaborado los perfiles estratigráficos:

Imagen N° 56 Cuadro resumen de los estratos encontrados con sus principales propiedades

MUESTRA	SUCS	Prof. (m)	Cont. De Humedad (%)	Porcentaje en Muestra de:			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1,M-1	CL	0.50 - 1.60	21.71	1.1%	24.2%	74.7%	46.50%	23.40%	23.03%
C-1,M-2	CL	1.60 – 2.40	28.58	0.0%	4.7%	95.3%	34.28%	13.71%	20.57%
C-1,M-3	CL	2.40 – 3.90	22.52	0.2%	1.5%	1.5%	46.52%	23.31%	23.22%
C-2,M-1	CL	0.50 – 1.60	20.82	2.3%	26.8%	70.9%	46.81%	24.70%	22.11%
C-2,M-2	CL	1.60 – 2.40	28.58	0.0%	5.8%	94.2%	34.48%	14.06%	20.41%
C-2,M-3	CL	2.40 – 3.90	20.91	0.3%	2.4%	97.3%	46.64%	23.31%	23.34%
C-3,M-1	CL	0.50 – 1.80	20.38	0.1%	2.6%	97.3%	58.32%	26.86%	31.46%
C-3,M-2	CL	1.80 – 2.40	29.45	2.6%	14.2%	83.2%	41.93%	22.12%	19.81%
C-3,M-3	CL	2.40 – 3.80	28.00	0.4%	2.8%	96.8%	45.07%	20.35%	24.75%
C-4,M-1	CL	0.50 – 1.50	20.31	0.2%	8.2%	91.6%	40.47%	22.72%	17.75%
C-4,M-2	CH	1.50 – 2.10	27.30	1.7%	4.3%	94.0%	54.30%	24.09%	30.50%
C-4,M-3	CL	2.10 – 2.80	30.33	3.5%	2.7%	93.8%	39.16%	22.84%	16.32%
C-4,M4	MH	2.80-3.80	27.75	1.0%	1.0%	98.0%	51.07%	29.04%	22.03%
C-5,M-1	CL	0.50 – 1.80	23.61	1.0%	2.9%	96.1%	48.68%	23.74%	24.94%
C-5,M-2	CL	1.80 -2.50	28.90	1.5%	2.8%	95.7%	36.25%	20.30%	15.95%
C-5,M-3	CL	2.50 – 3.80	27.58	0.2%	4.6%	95.2%	44.62%	23.64%	20.98%
C-6,M-1	CL	0.50 – 1.30	17.02	0.0%	1.8%	98.2%	34.51%	19.10%	15.41%
C-6,M-2	CH	1.30 -1.90	26.80	0.2%	3.5%	96.3%	61.82%	27.69%	34.13%
C-6,M-3	CL	1.90 – 3.80	21.65	3.2%	1.5%	95.3%	39.77%	20.96%	18.81%
C-7,M-1	CH	0.50 – 1.60	23.94	0.7%	5.9%	93.4%	53.16%	28.92%	24.24%
C-7, M-2	CL	1.60 -2.50	23.94	0.9%	45.5%	53.6%	31.87%	18.06%	13.81%
C-7, M-3	ML	2.50 -3.80	26.19	5.6%	8.5%	85.9%	42.27%	28.00%	14.47%
C-8, M-1	CL	0.50 – 1.60	19.94	0.1%	10.1%	89.8%	38.43%	23.87%	14.56%
C-8, M-2	CH	1.60 – 2.20	25.06	0.1%	5.2%	94.7%	50.08%	20.80%	29.28%
C-8, M-3	CL	2.20 - 2.80	27.81	0.3%	4.4%	95.3%	34.64%	20.75%	13.89%
C-8, M-4	MH	2.80 – 4.00	27.81	0.1%	4.8%	95.1%	52.91%	32.92%	19.99%
C-9, M-1	CL	0.50 – 1.60	19.97	0.0%	8.3%	91.7%	45.03%	26.48%	18.55%
C-9, M-2	CL	1.60 – 2.30	24.81	0.0%	9.2%	90.8%	36.47%	14.54%	21.93%
C-9,M-3	CL	2.30 – 2.80	24.64	0.1%	2.9%	97.0%	42.85%	21.88%	20.98%
C-9, M-4	CH	2.80 – 4.20	24.27	0.3%	3.2%	96.5%	53.49%	13.28%	40.21%
C-10, M-1	ML	0.50 -1.40	19.07	1.1%	5.6%	93.3%	44.38%	32.55%	11.83%
C-10, M-2	CL	1.40 – 2.30	23.05	0.3%	2.2%	97.5%	40.88%	16.93%	23.95%
C-10, M-3	MH	2.30 – 3.00	30.55	0.6%	4.0%	95.4%	64.68%	34.30%	30.38%
C-10, M-4	ML	3.00 - 4.00	27.11	1.0%	4.5%	94.5%	37.18%	25.71%	11.47%

Fuente: propia

La mayor parte de los estratos de apoyo para el área de estudio son:

- Arcilla Medianamente Plástica (CL)

4.1.2.5 NIVEL FREATICO:

No se encontró a la profundidad estudiada de -4.20 metros en el lugar de estudio a nivel del terreno natural

4.1.2.6 ANALISIS DE LA CIMENTACION

Se realizó el análisis de las zonas donde presentara mayor carga e importancia para el proyecto, al encontrarse muestras similares en las zonas estudiadas, se realizó el cálculo de las muestras por sectores, las cuales son características de cada zona

➤ SUELO DE APOYO: Arcilla Medianamente Plástica (CL)

Este tipo de suelo se encontró en toda el área de estudio, las zonas donde habrá estructuras importantes y estarán apoyados en este tipo de suelo

El suelo de apoyo estudiado se desarrolla a partir de -1.30 m (promedio) desde el nivel de terreno natural, identificándose como una Arcilla Medianamente Plástica (CL), se encuentra en un estado de compacidad semi densa con estructura tipo cohesiva. Generalmente este material en este estado posee mala capacidad de carga; el diseño estructural será proyectado en base a las cargas que llegan en cada columna. Existe evidencia de moderada cantidad de sales solubles totales, por lo que recomendamos utilizar cemento Adicionado tipo MS o similar en el diseño de las cimentaciones. En los cálculos el agua freática satura el suelo de apoyo, por lo que estimamos que la cimentación estará en la condición de parcialmente saturada y drenada en toda su vida útil ($c \neq 0$, $\varphi \neq 0$).

a) Principales Parámetros:

Tabla N° 34 Principales parámetros de las calicatas exploradas

PROPIEDADES	C-2	C-4	C-6	C-10
Contenido de humedad:	28.58	30.33	21.65	30.55
Densidad Unitaria:	1.296	1.359	1.498	1.287
Cohesión:	0.203	0.132	0.106	0.109
Angulo de Fricción interna:	20.1	19.1	19.3	19.5
Factor de Seguridad al Corte:	3	3	3	3

Fuente: Propia

b) Geometría de la cimentación

Tipo de Cimiento: Superficial ($D_f/B \leq 2$)

Tabla N° 35 Dimensiones del tipo de cimentación.

Tipo de Cimentación	Ancho (m)	B	Prof. de Desplante, D_f (m)*
C. Corrido	1.00		1.50
C. Cuadrado	1.00		1.50

*: Profundidad contada a partir del terreno natural

Fuente: propia

c) Capacidades admisibles (o de trabajo):

FORMULA: Zapata continua:

$$q_c = \left(\frac{2}{3}\right)C * N'_c + \gamma D_f * N'_q + 0.5\gamma B * N'_\gamma$$

Zapata aislada:

$$q_c = 1.3\left(\frac{2}{3}\right)C * N'_c + \gamma D_f * N'_q + 0.4\gamma B * N'_\gamma$$

Donde:

c = cohesión

D_f = profundidad de cimentación

B = ancho de la cimentación

γ = Peso específico del suelo

N'_c, N'_q y N'_γ = Factores de capacidad de

carga

$$N_c = \cot g\Phi(Nq-1)$$

$$Nq = e^{\pi g\Phi} tg^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$N_\gamma = 2tg\Phi(Nq+1)$$

Calculo de la capacidad admisible:

$$Q_{adm} = \frac{qd}{FS}$$

Factor de seguridad (FS): FS = 3

Tabla N° 36 Qadm de las calicatas exploradas

CALICATA	C	D f	γ	B	Φ	N'c	N' q	N' γ	q adm	q adm
									cuadrada	continúa
C-2	0.103	1.5	1.208	1	20.1	11.90	3.90	1.20	0.66	0.58
C-4	0.130	1.5	1.459	1	19.1	11.41	3.63	1.01	0.78	0.68
C-6	0.11	1.5	1.61	1	19.3	11.51	3.69	1.03	0.79	0.69
C-10	0.109	1.5	1.31	1	19.5	11.60	3.74	1.06	0.66	0.58

Fuente: propia

4.1.2.7 Asentamientos Total y Diferencial

Tiene mayor importancia el asentamiento diferencial que el total, aún cuando es más difícil estimar el diferencial. Lo anterior es debido a que la magnitud del diferencial depende del suelo y la estructura.

Usualmente se establecen relaciones entre la distorsión máxima y el asentamiento diferencial máximo, luego se tiene relaciones entre el asentamiento diferencial máximo y el asentamiento máximo de una zapata.

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y asentamientos diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada (1"), que es el asentamiento máximo permisible para estructuras del tipo convencional.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

MÉTODO ELÁSTICO

$$S_i = \frac{q_a * B(1 - u^2)I_f}{E_s}$$

Donde:

- S_i : Asentamiento Admisible
- u : Relación de Poisson
- E_s : Modulo de Elasticidad (ton/m²)
- I_f : Factor de Forma (cm/m)
- q_a : Presión de Trabajo (ton/m²)
- B : Ancho de la Cimentación (m)

qs=	0.55
B=	1.00
Es=	8000
If=	210
U=	0.15
Si=	0.014cm

Fuente: propia

Parámetros para diseño de las obras de sostenimiento:

En la obra deberán tomarse las precauciones debidas para proteger las paredes de las excavaciones y cimentaciones de las edificaciones que limitan con el proyecto, mediante entibaciones y/o calzaduras con la finalidad de proteger a los operarios y evitar daños a terceros conforme lo indica la Norma E.050.

El punto de aplicación de la resultante debe modificarse para tomar en cuenta el efecto real del sistema suelo-muro es a $1/3H$ (Siendo H la altura del muro).

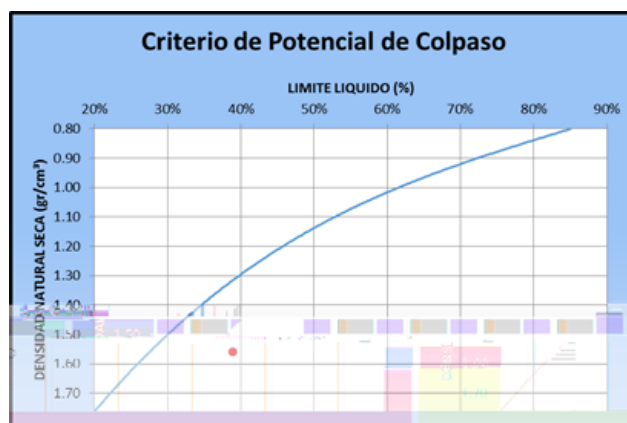
Problemas Especiales de Cimentación:

➤ Suelos Colapsables:

Los suelos colapsables son suelos que cambian violentamente de volumen por la acción combinada o individual de un incremento de carga o al humedecerse o saturarse.

En lugares donde se conozca o sea evidente la ocurrencia de hundimientos debido a la existencia de suelos colapsables la norma E.050 recomienda realizar un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo (NTP 339.129), del ensayo para determinar el peso volumétrico (NTP 339.139) y del ensayo de humedad (NTP 339.127), con la finalidad de evaluar el potencial de colapso del suelo en función del Limite Liquido (LL) y del peso volumétrico seco. Dicha relación para el suelo de fundación se puede observar a continuación:

Imagen N° 57 Criterio de potencia de colapso



Fuente: Google imágenes.

Si la relación entre el límite líquido y la densidad seca está por encima de la curva, es un suelo colapsable y viceversa; para nuestro caso el suelo es **NO COLAPSABLE**.

➤ **Ataque Químico por Suelos y Aguas Subterráneas:**

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente)

Para la protección contra la corrosión del refuerzo de Acero en el concreto, las concentraciones máximas de iones cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites según R.N.E., E-060, Concreto Armado.

Los resultados obtenidos de los ensayos de la determinación del porcentaje de sulfatos y cloruros de los suelos existentes de las zonas de estudio a UNO (01) muestra representativa, se tiene:

Tabla N° 37 Resultados análisis químico de suelos

Calicata	C – 6
Muestra	M-2
Contenido de Sulfatos (p.p.m)	616.0
Contenidos de Cloruros (p.p.m)	709.2

Fuente: propia

Tabla N° 38 Exposición del concreto antes los sulfatos

Exposición a Sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso)	Sulfato en el agua (ppm)	Tipo de Cemento
Insignificante	0.00 - 0.10	0 - 150	I
Moderada	0.10 - 0.20	150 - 1,500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM)(MS)
Severa	0.20 - 2.00	1,500 - 10,000	∇
Muy Severa	más de 2.00	más de 10,000	Tipo ∇ más puzzolana

Fuente: Tabla 4.4 de Norma E.060 del RNE

➤ **Evaluación del Potencial de Expansión:**

Los problemas de expansión se presentan en suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse.

Según la norma E.050 corresponde a un suelo **MEDIO EXPANSIVO**, La cimentación deberá apoyarse sobre suelos no expansivos o con potencial de expansión bajo, por lo que no habrá problemas de este tipo.

Tabla N° 39 Clasificación de los suelos expansivos

CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm ²)	Índice de plasticidad	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	> 30	> 32	> 37
Alto	20 – 30	23 – 45	18 – 37
Medio	10 – 20	12 – 34	12 – 27
Bajo	< 10	< 20	< 17

Fuente: Norma E.050 del RNE

➤ **Licuación de Suelos:**

En aplicación de la metodología establecida en la N.T. E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.), el fenómeno denominado licuación (pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo), se presentan en suelos granulares finos ubicados bajo la Napa Freática y algunos suelos cohesivos.

Debido a que no se encontró este tipo de materiales en la zona, se concluye que el suelo de esta zona es **NO LICUABLE**.

Parámetros Sísmicos:

Para nuestro caso, se deben considerar los siguientes parámetros:

Tabla N° 40 Parámetros sísmicos

FACTOR	VALOR	OBSERVACION
Z	0.45	Zona 4
U	1.3	Edificación Importante
C	2.5	Chequear con $T_p=0.90$ y T de la estructura
S	1.1	Suelo Tipo S3
R	8	Cambiar en función del sistema estructural

Fuente: Propia.

4.1.2.8 Conclusiones

- El Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto se encuentra ubicada en el, Disto. La victoria – prov. Chiclayo – Reg. Lambayeque.
- Los suelos encontrados en la zona de estudio están clasificados según el sistema de clasificación SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS).
- El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de sismicidad N° 4.
- En lo referente a la sismicidad del área en estudio, se recomienda que para el análisis sismorresistente se debe tener en cuenta un suelo Tipo III = S3 con período predominante $T_p = 1.0$ seg por analogía de lo que resulte pertinente con la E.030.
- La capacidad admisible del suelo de cimentación bajo las consideraciones planteadas es:

Tabla N° 41 Capacidad admisible del suelo

Profundidad (m)	Cohesión (Tn/m ²)	Angulo de Fricción Interna (ϕ)	Capacidad Admisible Cimentación
			Cuadrada (Kg/cm ²)
1.50	0.103	20.1	0.79

Fuente: Propia.

- El grado de **expansibilidad** del suelo, en la zona del proyecto es **bajo**.
- No se encontró Nivel freático, pero si filtraciones a la altura estudiada.
- En el caso de realizar obras exteriores veredas, losas vías de acceso, se deberá reemplazar la sub. Rasante con material de afirmado en un espesor mínimo de 0.30 m., para alcanzar el suelo de fundación mediante compactación dinámica por capa de 0.15 m., de espesor hasta alcanzar un grado mínimo de compactación igual al 95 % de la máxima densidad seca (MDS) del Proctor modificado
- Se recomienda, antes del vaciado de la cimentación, compactar el suelo de apoyo que generalmente se altera por el proceso de excavación.
- En razón a la presencia de un mínimo de 616 p.p.m de Sulfatos solubles en los estratos analizados, es suficiente el uso de Cemento Portland Tipo III o MS para los elementos de la cimentación. Adicionalmente, cuando se haga presente las Filtraciones bien podrían estas sales atacar al concreto y al acero, por lo que se hace necesario darle mayor recubrimiento al acero e impermeabilizar

el concreto y para lo cual bien se pueden adoptar alternativamente el uso de aditivos o impermeabilizantes de barrera como plástico de 400 micrones de espesor o un baño asfáltico en todo el exterior de los elementos.

- Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico son sólo aplicables para el área estudiada.

4.1.3 Diseño y análisis del proyecto.

4.1.3.1 Predimensionamiento De Los Elementos Estructurales

Para el predimensionamiento de la edificación se optó por seguir lo estipulado en los planos de arquitectura, es decir hacer cada estructura; con las finalidades de tener mejor trabajabilidad y evitar la falla de torsión debido a que el edificio es demasiado largo.

En las diferentes estructuras que conforman la edificación se tendrán como secciones transversales en las vigas de 30 x 60 cm en X-X y 25x40 en Y-Y, las secciones de las columnas serán de 35 x 35 cm.

a. Datos generales

Sistema Estructural: Concreto Armado

Diafragma Horizontal: Losa Aligerada

$F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$

$Fy = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$

Niveles: 1

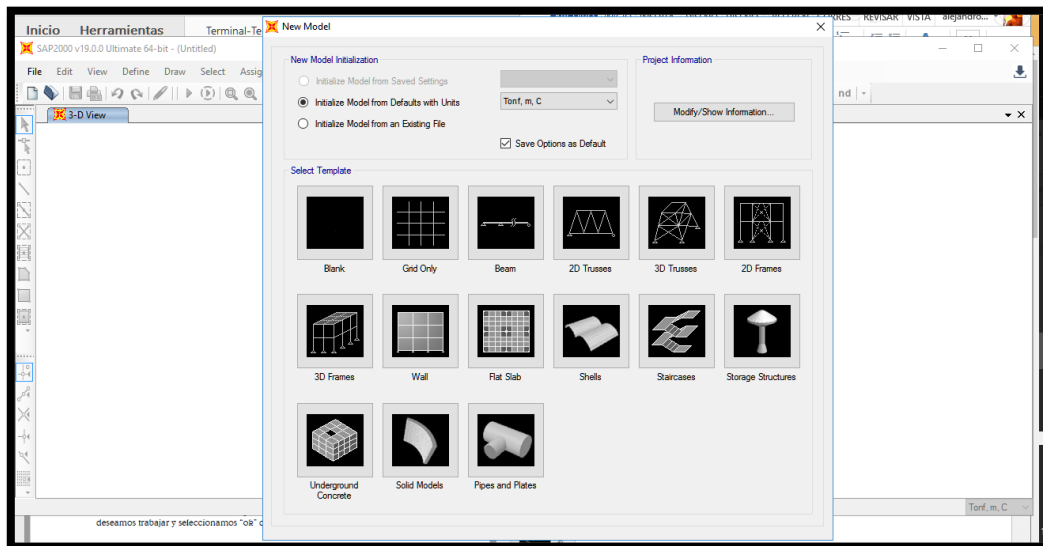
1er Nivel – 3.50 m

El modelamiento de las estructuras se llevó a cabo en el programa Sap2000.

Paso 1.

Se ejecutó el programa SAP200. Se seleccionó "New Model" para inicial una hoja en blanco, del panel superior izquierdo luego, la página de inicio se cerrará y pondrá en blanco para luego presentarse la ventana de inicialización del modelo, así como se la que se muestra a continuación.

Imagen N° 58 Página de inicio al crear un modelamiento

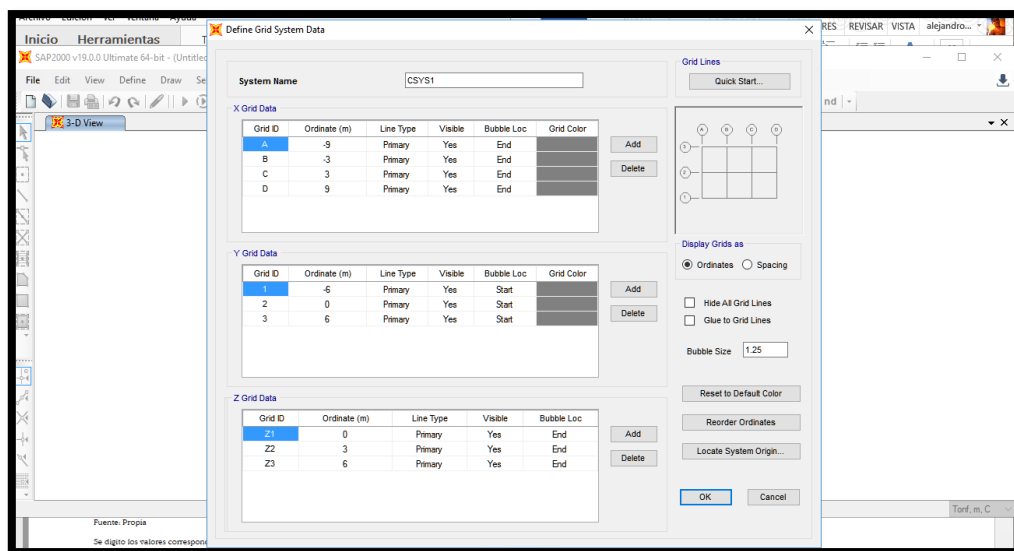


Fuente: SAP 2000

Paso 2.

Se chequeó la opción Custom Grid Spacing and Edit Grid Data para poder editar la cuadrícula y localizar el origen de coordenadas.

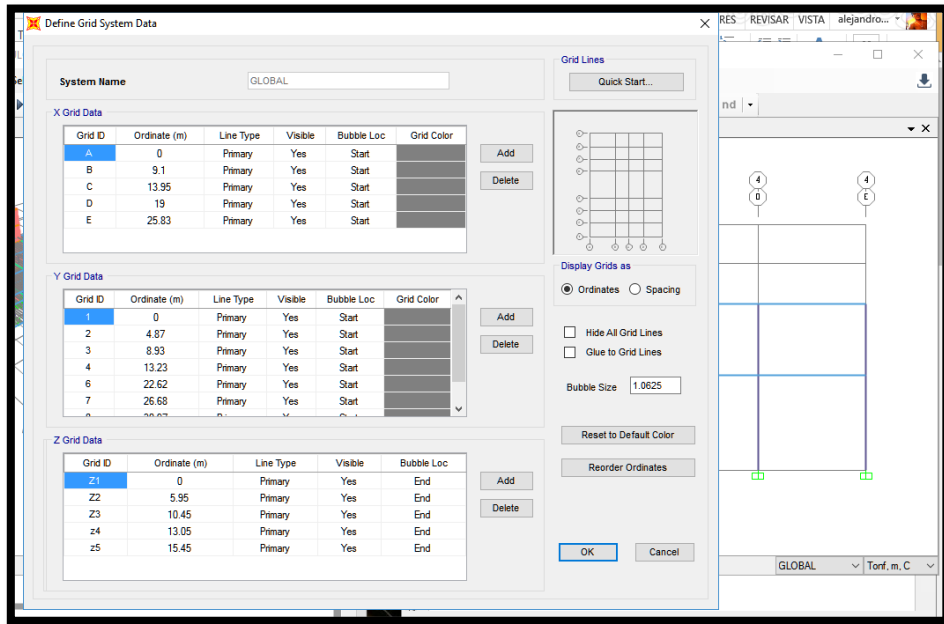
Imagen N° 59 Pagina del edit grid



Fuente: SAP 2000

Se digito los valores correspondientes, para ubicar los ejes en función de las longitudes de los tramos. Se selecciona luego OK dos veces.

Imagen N° 60 Ingreso de las medidas en el edit grit para el respectivo modelamiento

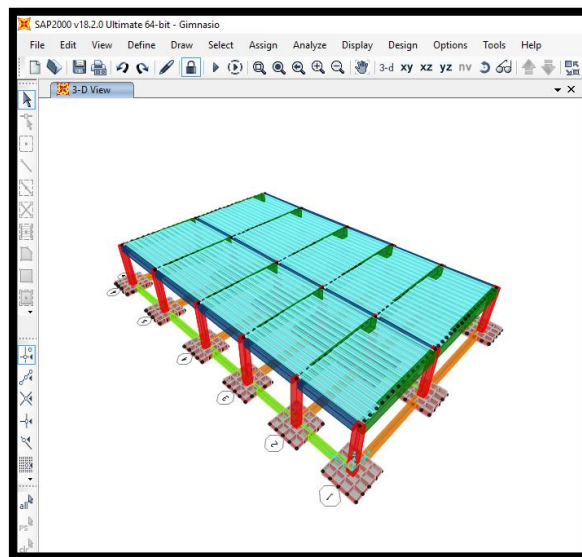


Fuente: SAP 2000

Paso 4.

Después de haber presionado OK dos veces nos conduce a la pantalla principal del SAP2000, la cual tiene por omisión dos ventanas principales: una en tres dimensiones y la otra en el plano xy.

Imagen N° 61 Ingreso de las medidas en el edit grit para el respectivo modelamiento



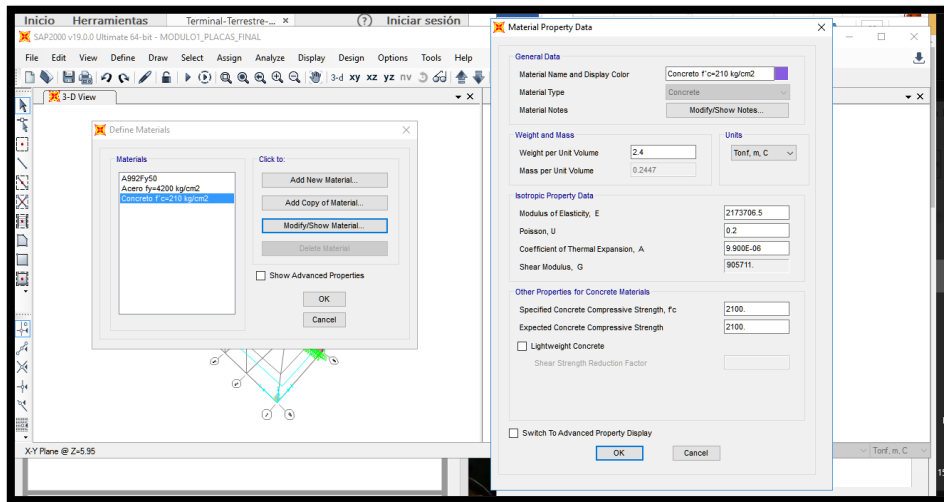
Fuente: SAP 2000

Paso 5

Se creó el material haciendo uso del Menú “Define” y elegiremos la primera opción, que es “Material Properties.”

Luego de esto se abrirá una ventana para la definición y creación de Materiales, la cual contiene tres materiales por defecto de los cuales nos interesan el segundo y tercero, ya que el que esta con el nombre de “4000Psi” es el Material Concreto y el ultimo, que tiene el nombre “A615Gr60” nos refiere al Acero de Refuerzo, ambos definidos anteriormente.

Imagen N° 62 Definición del material a utilizar en todas las estructuras a modular.



Fuente: SAP 2000

El mismo procedimiento se hizo para las diferentes estructuras de Concreto Armado; ingresando los datos de las secciones transversales de los elementos estructuras anteriormente predimensionados.

4.1.3.2 Diseño Sismoresistente.

Tabla N° 42 Diseño sismoresistente.

METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS SISMORESISTENTE RNE E.0.30

Las acciones sísmicas para el diseño estructural dependen de la Zona Sísmica (Z), del Perfil del Suelo (S, Tp y Tl), del Uso de la Edificación (U), del Sistema Sismorresistente (R)

ETAPA I. PELIGRO SÍSMICO

Paso 1. Factor Zona Z

Aceleración Máxima Horizontal con la probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años

Tabla N° 1 Factores de zona Z	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1



ZONA	Z
4	0.45

Paso 2. Perfil de Suelo

Se aplica a los 30 m superiores de perfil de suelo, medidos desde el N.F. de cimentación.

Tabla N° 2 Clasificación de los Perfiles de Suelo			
Vs	N60	Su	Perfil
>1500	-	-	S0
500-1500	>50	> 1	S1
180-500	15-50	0.5 - 1	S2
< 180	<15	0.25 - 0.5	S3
Clasificación basada en EMS			S4

Vs (m/s): Velocidad promedio de propagación de Ondas de Corte
N60: Prom. Ponder. De los Ensayos de Penetración Estándar (S. Granulares)
Su (Kg/cm2): Prom. Ponder. Res. a Corte en condición no drenada (S. Cohesivos)

Vs	0 m/s	N60	0	Su	0 kg/cm2
Rango:	< 180	Rango:	<15	Rango:	0.25 - 0.5
Perfil	S3	Perfil	S3	Perfil	S3

Tipo de Perfil: **S3** Suelos Blandos

Paso 3. Parámetros de Sitio S, Tp y Tl

Tabla N° 3 Factor Suelo "S"					BUSQUEDA ZONA 4 PERFIL S3 FACTOR S 1.1
ZONA	S0	S1	S2	S3	
4	0.80	1.00	1.05	1.10	
3	0.80	1.00	1.15	1.20	
2	0.80	1.00	1.20	1.40	
1	0.80	1.00	1.60	2.00	

Fuente: Propia

Tabla N° 4				
PERIODOS "Tp" y "TL"				
PERIODOS	S0	S1	S2	S3
Tp	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl	3.00	2.50	2.00	1.60

PERFIL	TP	TL
S3	1	1.6

Tp: Periodo que define la plataforma de factor C.

Tl: Periodo que define el inicio de la zona del factor C.

*C=Factor de Ampliacion Sismica

Paso 4. Construcción de la Función Factor de Amplif. Sísm. C vs Periodo T

C se interpreta como el factor de amplif. de acel. estructural respecto a la acel. del suelo.

T (s)	T < Tp	Tp < T < Tl	T > Tl	C
0.01	2.50	0.00	0.00	2.50
0.02	2.50	0.00	0.00	2.50
0.03	2.50	0.00	0.00	2.50
0.04	2.50	0.00	0.00	2.50
0.05	2.50	0.00	0.00	2.50
0.06	2.50	0.00	0.00	2.50
0.07	2.50	0.00	0.00	2.50
0.08	2.50	0.00	0.00	2.50
0.09	2.50	0.00	0.00	2.50
0.10	2.50	0.00	0.00	2.50
0.20	2.50	0.00	0.00	2.50
0.30	2.50	0.00	0.00	2.50
0.40	2.50	0.00	0.00	2.50
0.50	2.50	0.00	0.00	2.50
0.60	2.50	0.00	0.00	2.50
0.70	2.50	0.00	0.00	2.50
0.80	2.50	0.00	0.00	2.50
0.90	2.50	0.00	0.00	2.50
1.00	2.50	0.00	0.00	2.50
2.00	0.00	0.00	1.00	1.00
3.00	0.00	0.00	0.44	0.44
4.00	0.00	0.00	0.25	0.25
5.00	0.00	0.00	0.16	0.16

Para determinar C, se empleó el criterio de la norma E 0.30:

T < Tp

C=2.5

Tp < T < Tl

C=2.5*(Tp/T)

T > Tl

C=2.5*(Tp*Tl/T^2)

Fuente: Propia

ETAPA II. CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

Paso 5. Categoría de la Edificación y el Factor de uso U

Tabla N° 5			
Categoría de las Edif. Y Factor U			
CATEGORÍA		DENOMINACIÓN	FACTOR U
A	A1	Edif. Esenciales	Nota 1
	A2		1.5
B	-	Edif. Importantes	1.3
C	-	Edif. Comunes	1
D	-	Edif. Temporales	Nota 2

CATEGO. C
FACTOR U 1

Paso 6. Sistema Estructural

Tabla N° 6		
Sistemas Estructurales		
SISTEMA ESTRUCTURAL	SIGLAS	R0
Acero		
Port. Especiales Resist. A Mom.	SMF	8
Port. Intermedios Resist. A Mom.	IMF	7
Port. Ordinarios Resist. A Mom.	OMF	6
Port. Esp. Concent. Arriostrados	SCBF	8
Port. Ord. Concent. Arriostrados	OCBF	6
Port. Excent. Arriostrados	EBF	8
Concreto Armado		
Pórticos	-	8
Dual	-	7
De Muros Estructurales	-	6
Muros de Ductibilidad Limitada	-	4
Albañilería Armada o Confinada		3
Madera		7

SIST. X Pórticos
SIST. Y Pórticos

Paso 7. Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas R0

R0 8
R0 8

Fuente: Propia

Paso 8. Factores de Irregularidad I_a e I_p

Cada factor se determinará como el menor de los valores de las respectivas tablas de acuerdo al RNE, Norma E 0.30 DE Diseño Sismorresistente

Tabla N° 7	
Irregularidades Estructurales en Altura	
TIPO	I_a
Irregularidad de Rigidez	0.75
Irregularidad de Resistencia	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.50
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sist. Resist.	0.80
Disc. Extrema en los Sist. Resist.	0.60
NINGUNA	1.00

Tabla N° 8	
Irregularidades Estructurales en Planta	
TIPO	I_p
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.75
Esquinas Entrantes	0.50
Discontinuidad del Diafragma	0.50
Sistemas no Paralelos	0.90
NINGUNA	1.00

Se escoge la menor Irregularidad para cada factor:

IRREGULARIDAD	FACTOR
NINGUNA	I_a 1.00
NINGUNA	I_p 1.00

Paso 9. Restricciones de la Irregularidad

Tabla N° 9		
Categoría y Regularidad de las Edificaciones		
CATEG.	ZONA	RESTRICCIÓN
A1 Y A2	4,3, y 2	No se permiten Irregularidades
	1	No se permiten Irregul. Extremas
B	4,3, y 2	No se permiten Irregul. Extremas
	1	Sin Restricciones
C	4 y 3	No se permiten Irregul. Extremas
	2	No I. E. hasta 2 pisos u 8m de alt.
	1	Sin Restricciones

Paso 10. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas R

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

R_x	8
R_y	8

VER TABLA N° 6

Fuente: Propia

ETAPA III. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Paso 11. Modelo de Análisis

Para el modelo matemático se consideran las propiedades de las secciones brutas ignorando la fisuración y el agrietamiento.

Paso 12. Estimación del Peso P

El peso (P) se calcula adicionando a la carga Permanente y Total de la Edificación un porcentaje de la Carga Viva o Sobrecarga de la siguiente manera:

Edific.	%	Tipo Carga
Tipo A y B	50	Sobrecarga
Tipo C	25	Sobrecarga
Azoteas	25	Sobrecarga
Depósitos	80	Lo que puede contener
Almacenan.	100	Lo que puede contener

P 154.2586 Tn Obtenido del Sap 2000 ver. 18

Paso 13. Procedimiento del Análisis Sísmico

Se realizarón los siguientes análisis:

- Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes
- Análisis Modal Espectral

Análisis Estático

Fuerza Cortante en la Base

$$V = ZUCS/R \cdot P$$

Z	0.45	T 0.091429
U	1	T < Tl Tp < T < Tl T > Tl
C	2.5	2.5 27.34 478.52
S	1.1	TP TL
R	8 8	1 1.6
Coef. X	0.1547	SAP 2000
Coef. Y	0.1547	SAP 2000
Vx	23.86188	Tn
Vy	23.86188	Tn

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

$$F = \alpha \cdot h$$

Piso	T	k	h	Pi	Pi ² h	α	v
1	0.3	1.00	3.2	154.2586	493.62752	1	154.2586
			Σ	154.2586	493.62752		

Periodo Fundamental de Vibración

$$T = hn / CT$$

hn 3.2

Fuente: Propia

CT	TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL
35	Pórt. Dúct. De Concreto Armado sin Muros de Corte
35	Pórt. Dúct. De Acero con Uniones Resis. A Momento
45	Pórt. Dúct. De Concreto Armado con Muros (Asc., escaleras)
45	Pórt. Dúct. De Acero Arriostrados
60	Eifícios de Albañilería
60	Edif. Concreto Armado Duales, Muros Estru. Y de Duc, Limit.

CT 35
T 0.0914286

Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígido y en cada dirección:

$$M_{ti} = F_i \cdot e_i$$

PISO	Lx	Ly	ex	ey	Fx	Fy
1			0	0		
2			0	0		

Mx	My
0	0
0	0

donde:

F_i Fuerza en cada Nivel
e_i 0.05 la dim. Perpendicular al análisis

Análisis Dinámico

Espectro Inelástico de Pseudo-aceleraciones

T	Sx	T	Sx	T	Sy	T	Sy
0.01	0.155	0.40	0.155	0.01	0.155	0.40	0.155
0.02	0.155	0.50	0.155	0.02	0.155	0.50	0.155
0.03	0.155	0.60	0.155	0.03	0.155	0.60	0.155
0.04	0.155	0.70	0.155	0.04	0.155	0.70	0.155
0.05	0.155	0.80	0.155	0.05	0.155	0.80	0.155
0.06	0.155	0.90	0.155	0.06	0.155	0.90	0.155
0.07	0.155	1.00	0.155	0.07	0.155	1.00	0.155
0.08	0.155	2.00	0.062	0.08	0.155	2.00	0.062
0.09	0.155	3.00	0.028	0.09	0.155	3.00	0.028
0.10	0.155	4.00	0.015	0.10	0.155	4.00	0.015
0.20	0.155	5.00	0.010	0.20	0.155	5.00	0.010
0.30	0.155			0.30	0.155		

Cortante Mínimo en la Base:

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no será menor que el 80% del valor calculado de la fuerza cortante en el análisis estático, para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras

TABLE: Base Reactions

OutputCase	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-cm	Tonf-cm	Tonf-cm
SE _x		-22.5539	-3.29E-14	-3.79E-13	-3.91E-10	-7217.255	22234.018
SE _y		1.39E-13	-22.5539	8.77E-15	7217.255	2.20E-11	-14509.573
SD _x	Max	21.7365	0.5113	1.4012	1451.524	6496.681	23116.823
SD _y	Max	0.6395	22.2771	1.2773	7304.564	1862.926	15229.038

Fuente: Propia

Dirección X-X	
Estático:	-22.5539
Dinámico:	21.7365
Porcentaje:	96.38%
F.Escala:	0.830

Dirección Y-Y	
Estático:	-22.5539
Dinámico:	22.2771
Porcentaje:	98.77%
F.Escala:	0.810

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales

ETAPA IV. VALIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Paso 14. Revisión de las Hipótesis del Análisis

Modos de Vibración

TABLE: Modal Load Participation Ratios					
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic	
Text	Text	Text	Percent	Percent	
MODAL	Accelerati	UX	99.9848	99.7918	Cumple
MODAL	Accelerati	UY	99.9928	99.8147	Cumple
MODAL	Accelerati	UZ	30.5851	9.7094	

Dirección X-X	
Cor. Total:	21.7365
Cor. Placas:	
Porcentaje:	0.00%

C^{ARM}. Pórticos
Hipótesis Pórticos

Dirección Y-Y	
Cor. Total:	22.2771
Cor. Placas:	
Porcentaje:	0.00%

C^{ARM}. Pórticos
Hipótesis Pórticos

Paso 15. Restricciones a la Irregularidad

Verificar que se cumplan las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la zona segn Tabla

Paso 16. Dterminación de Desplazamientos Laterales

Dirección X-X							
TABLE: Joint Displacements							
Piso	OutputCase	R	U2	Δ Abs.	Δ Rel.	altura Piso	Deriva
	Text	Parámetro	cm	cm	cm	cm	Delta Rel./h
1	SxD	8.00	0.1784	1.070	1.070	320	0.00335

Dirección Y-Y							
TABLE: Joint Displacements							
Piso	OutputCase	R	U2	Δ Abs.	Δ Rel.	altura Piso	Deriva
	Text	Parámetro	cm	cm	cm	cm	Delta Rel./h
1	SyD	8.00	0.1787	1.072	1.072	320	0.00335

Paso 17. Distorsión Admisible

Material Concreto Armado

Dirección X-X			Dirección Y-Y		
0.00335	0.007	Cumple	0.00335	0.007	Cumple

Fuente: Propia

4.1.3.3 DISEÑO DE VIGAS

La edificación consta con Varias estructuras de Concreto Armado lo cual se optó por secciones transversales de 0.30 x 0.60 cm y 0.25 x 0.40 en la mayoría de estructuras lo cual al tener en cuenta las cargas de resistencia que las vigas soportarán se obtuvieron los siguientes aceros que resistirán dichas cargas.

Tabla N° 43 Diseño de vigas por flexión.

DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO SEGÚN RNE E. 060											
EDIFICIOS CON SISTEMA RESISTENTE A FUERZAS LATERALES DE PÓRTICOS Y DUALES TIPO II											
EJE 1 / B-C											
ESPECIFICACIONES DE MATERIALES											
f_c	210	Kg/cm ²	estribos	3/8	pulg	E_c	217371	Kg/cm ²			
f_y	4200	Kg/cm ²	Recub.	4.00	cm	E_s	2100000	Kg/cm ²			
ϕ	0.9		β_1	0.85							
1. DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS (UNI : Tn.m)						SECCIÓN					
2. MOMENTOS DE DISEÑO SEGÚN RNE E. 060						3. PERALTE EFECTIVO					
	Nudo A	Claro	Nudo B		ϕ	=	5/8				
M. Negativo (-)	8.52	5.54	2.13		d	=	54.25				
M. Positivo (+)	4.26	2.13	2.13								
Máx M. Res.	8.52										
4. CÁLCULO DEL ACERO REQUERIDO											
$A_s = \frac{Mu}{\phi * f'c * (d - \frac{\alpha}{2})}$						$\alpha = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{0.85 * \phi * f'c * b}}$					
SEC.	MOM. Tn * m	α cm	As req. cm ²	SELECCIÓN DE BARRAS DE ACERO						As prop. cm ²	VERIF.
				3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4		
B	8.52	3.36	4.29		1	2				5.23	Cumple
	4.26	1.65	2.11			2				3.96	Cumple
CLARO	5.54	2.16	2.76			2				3.96	Cumple
	2.13	0.82	1.05			2				3.96	Cumple
C	2.13	0.82	1.05			2				3.96	Cumple
	2.13	0.82	1.05			2				3.96	Cumple
5. VERIFICACIÓN DEL ACERO MÍNIMO											
$\alpha' = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$			$\rho_{\min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f_y}}{f'c}$			$\phi Mn \geq 1.2 * M_{cr}$ Factor ≥ 1.2			$A_{s_{pro}} \geq \frac{4}{3} * A_{s_{req}}$		
SEC.	α' cm	As prop. cm ²	M RES. Tn * m	ϕ M RES. Tn * m	ρ_{\min}	As mín. cm ²	VERIF.	M cr Tn * m	FACTOR	VERIF.	As prop.* As req
B	4.10	5.23	11.46	10.31	0.0024	3.931	Cumple	0.77	13.31	Cumple	1.219
	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	1.877
CLARO	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	1.436
	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	3.783
C	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	3.783
	3.10	3.96	8.76	7.89	0.0024	3.931	Cumple	0.59	13.35	Cumple	3.783

*No es necesario satisfacer los requisitos de 10.5.1 y 10.5.2, si en cada sección del elemento el área de acero en tracción proporcionada es al menos un tercio superior a la requerida por análisis. (4/3=1.33333)

6. VERIFICACIÓN DEL ACERO MÁXIMO Y ANCHO MÍNIMO

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} * \left(\frac{6300}{6300 + f_y} \right) \quad A_{m\acute{a}x} = 0.75 A_{s_b}$$

SEC.	As prop. cm ²	ρ_b	$\rho_{m\acute{a}x}$	$\rho_{m\acute{a}x}$ norma	As m\acute{a}x. cm ²	VERIF.	b m\acute{i}n cm	VERIF.
B	5.23	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	19.35	Cumple
	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple
CLARO	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple
	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple
C	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple
	3.96	0.022	0.0163	0.025	26.46	Cumple	15.58	Cumple

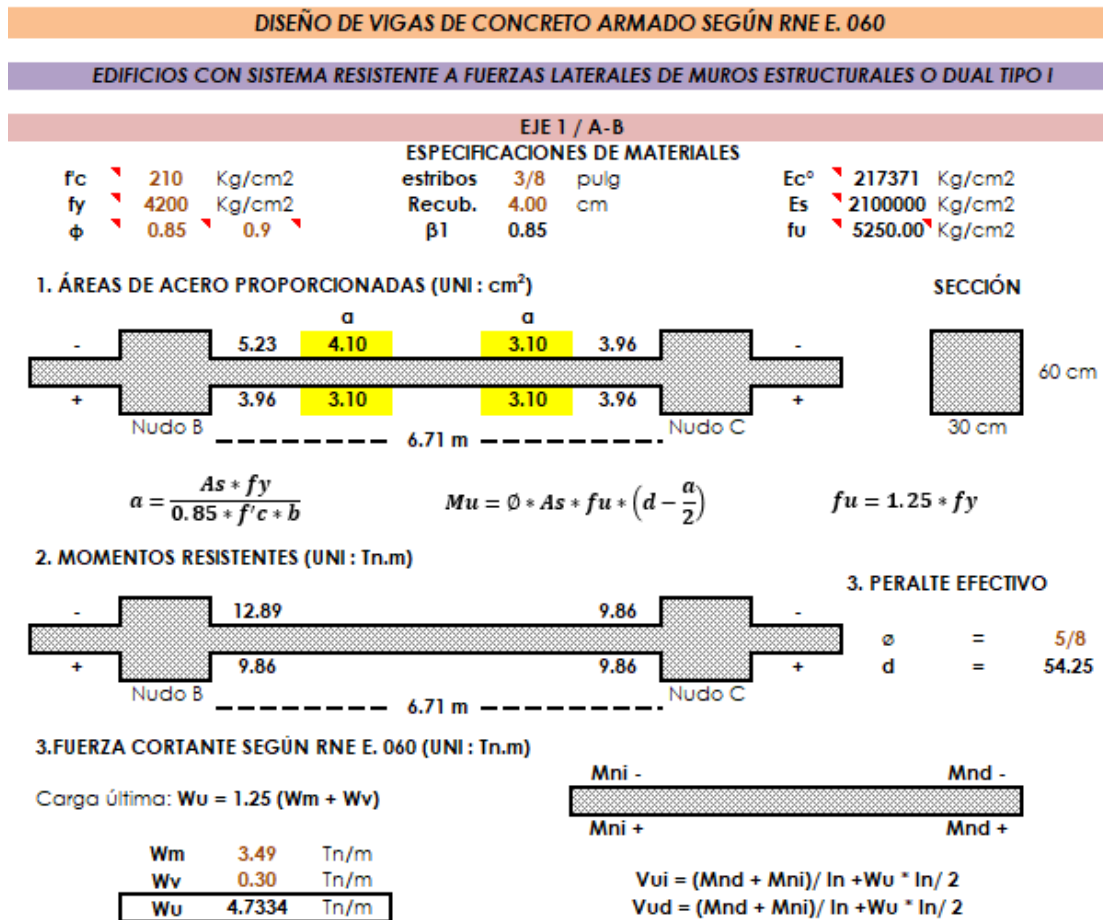
7. REVISIÓN DEL ACERO LONGITUDINAL

	Nudo A	Claro	Nudo B
A. Negativo (-)	5.23	3.96	3.96
A. Positivo (+)	3.96	3.96	3.96
Acero M\acute{a}x.	5.23		

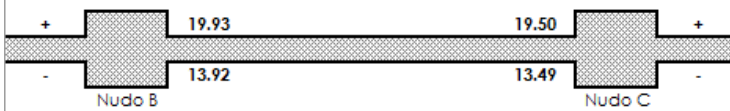
Fuente: Propio

Para el dise\~no de los estribos se hizo un dise\~no por cortante el cual vemos el espaciamiento que necesita la viga.

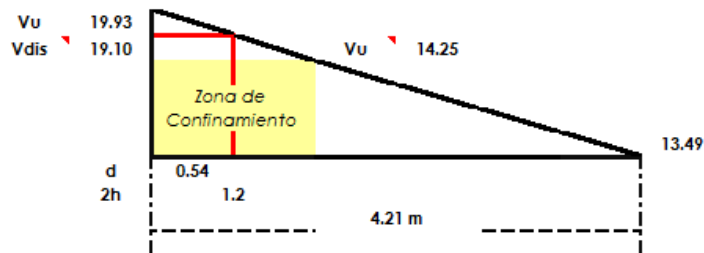
Tabla N\~o 44 Dise\~no de vigas por cortante.



3.3 RESULTADO FINAL



4. ZONA DE CONFINAMIENTO



$$S = \frac{Av * fy * d}{Vs}$$

Zona de Confinamiento		
Vc	0	Tn
Vs	19.10	Tn
Φ Est.	3/8	pulg
Av	0.71	cm ²
Ramales	2.00	
S	17.00	cm

Requisitos Mínimos (Z.C.)		
S	13.56	cm
S	12.70	cm
S	22.86	cm
S	30.00	cm
S	12.70	cm

* diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro = **5/8**

4. DISEÑO EN EL RESTO DE LA VIGA

Datos	
Vc	12.50 Tn
Φ Est.	3/8 pulg
Av	0.71 cm ²
Ramales	2.00

$$S_{min} = \frac{Av * fy}{0.2 * \sqrt{f'c} * bw}$$

S_{min} = 68.84 cm

$$S_{min} = \frac{Av * fy}{3.5 * bw}$$

S_{min} = 57.00 cm

4.1 REQUISITOS MÍNIMOS

CASO 1: Si $Vu \leq \Phi Vc/2$, no se requiere esfuerzo por cortante

Vu	14.25	Tn	Requiere Refuerzo Si requiere	$\Phi Vn \geq Vu$ $Vn = Vc + Vs$
ΦVc	10.63	Tn		

CASO 2: Si $\Phi Vc/2 < Vu \leq \Phi Vc$, usar refuerzo mínimo por cortante

Vu	14.25	Tn	Condición No Cumple	Espaciamiento S_{min} 57.00 cm
ΦVc	10.63	Tn		

CASO 3: Si $Vu > \Phi Vc$

a. Si: $Vs \leq 1.06 * \sqrt{f'c} * bw * d$

Ecuac. 1	25.00	Tn	Condición Cumple	Espaciamiento S 32.57 cm S_{máx} 27.13 cm S_{máx} 60.00 cm
Vs	9.97	Tn		

b. Si: $1.06 * \sqrt{f'c} * bw * d < Vs \leq 2.12 * \sqrt{f'c} * bw * d$

Ecuac. 1	25.00	Tn	Condición No Cumple	Espaciamiento S 32.57 cm S_{máx} 13.56 cm S_{máx} 30.00 cm
Vs	9.97	Tn		
Ecuac. 2	50.00	Tn		

c. Si: $Vs > 2.12 * \sqrt{f'c} * bw * d$

Vs	9.97	Tn	Condición No Cumple	Solución REDIMENSIONAR
Ecuac. 2	50.00	Tn		

5. RESUMEN

	Usar	
1	@	5.00
10	@	12.00
R	@	25.00

Fuente: Propia

Se debe tener en cuenta que es el acero longitudinal se uniformizará para todas las estructuras, pero en algunos casos se deberá poner acero adicional por las cargas que llegan a la viga, por lo cual se deberá poner bastones lo cual tendrán longitudes desarrollo que se presentan a continuación:

Tabla N° 45 Longitud de desarrollo.

CÁLCULO DE LONGITUDES DE DESARROLLO SEGÚN RNE E. 060

LONGITUDES DE DESARROLLO

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES					
F _c	210	Kg/cm ²	estribos	3/8	pulg
F _y	4200	Kg/cm ²	Recub.	4.00	cm
φ	0.85	0.9			
E _c	217371	Kg/cm ²			
E _s	2100000	Kg/cm ²			

1. LONGITUDES DE DESARROLLO A TRACCIÓN					
ψ _t	1.00	1.30	CONDICIONES		
ψ _e	1.00		Con Estribos		Sin Estribos
ψ _s	1.00		db	5/8	db
λ	1.00		Sbarras	15.00 cms	Sbarras
			Recub.	4.00 cms	Recub.
				Cumple	Cumple
				Cumple	Cumple
			Usar Ecuación a		Usar Ecuación a

1.1. Ecuación a

$$l_d = \left(\frac{f_y * \psi_t * \psi_e * \lambda}{8.2 * \sqrt{f'_c}} \right) * db \quad l_d' = \left(\frac{f_y * \psi_t * \psi_e * \lambda}{6.6 * \sqrt{f'_c}} \right) * db$$

l_d para barras de 3/4 y menores
l_d' para barras mayores a 3/4

Barra N°	φ		Ld(cm)	
	pulg	cm	B. Sup.	B. Inf.
# 3	3/8	0.95	43.77	33.67
# 4	1/2	1.27	58.35	44.89
# 5	5/8	1.59	72.94	56.11
# 6	3/4	1.91	87.53	67.33
# 8	1	2.54	145.00	111.54
# 10	1 1/4	3.18	181.25	139.42
# 12	1 1/2	3.81	217.50	167.31
Nota No debe ser menor a 30cm				

1.2. Ecuación b

$$l_d = \left(\frac{f_y * \psi_t * \psi_e * \lambda}{3.5 * \sqrt{f'_c}} * \left(\frac{cb + K_{tr}}{db} \right) \right) * db \quad \left(\frac{cb + K_{tr}}{db} \right) \leq 2.5$$

K_{tr} 0.00
cb a. 5.00 cms
b. 6.00 cms

Barra N°	φ		Ld(cm)		cb+K _{tr} db
	pulg	cm	B. Sup.	B. Inf.	
# 3	3/8	0.95	41.01	31.55	2.50
# 4	1/2	1.27	54.69	42.07	2.50
# 5	5/8	1.59	68.36	52.58	2.50
# 6	3/4	1.91	82.03	63.10	2.50
# 8	1	2.54	138.90	106.85	1.97
# 10	1 1/4	3.18	217.04	166.95	1.57
# 12	1 1/2	3.81	312.53	240.41	1.31
Nota No debe ser menor a 30cm					

2. LONGITUDES DE DESARROLLO A COMPRESIÓN

$$\left(\frac{0.075 * f_y}{\sqrt{f'_c}} \right) * db \dots \dots (1) \quad (0.0044 * f_y) * db \dots \dots (2)$$

Barra N°	φ		1	2	Ld
	pulg	cm	cm	cm	cm
# 3	3/8	0.95	20.70	17.60	20.70
# 4	1/2	1.27	27.61	23.47	27.61
# 5	5/8	1.59	34.51	29.34	34.51
# 6	3/4	1.91	41.41	35.20	41.41
# 8	1	2.54	55.21	46.94	55.21
# 10	1 1/4	3.18	69.02	58.67	69.02
# 12	1 1/2	3.81	82.82	70.41	82.82
Nota No debe ser menor a 20 cm					

3. LONGITUDES DE DESARROLLO DE GANCHOS ESTÁNDAR EN TRACCIÓN

$$\left(\frac{0.075 * f_y * \psi_e * \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right) * db \dots \dots (1) \quad 8 * db \dots \dots (2)$$

Barra N°	Ø	Ø	1	2	Ld
	pulg	cm	cm	cm	cm
# 3	3/8	0.95	20.70	7.62	20.70
# 4	1/2	1.27	27.61	10.16	27.61
# 5	5/8	1.59	34.51	12.70	34.51
# 6	3/4	1.91	41.41	15.24	41.41
# 8	1	2.54	55.21	20.32	55.21
# 10	1 1/4	3.18	69.02	25.40	69.02
# 12	1 1/2	3.81	82.82	30.48	82.82
Nota	No debe ser menor a 15 cm ni 8db				

Fuente: Propio

4.1.3.4 DISEÑO DE COLUMNAS

Para el diseño de columnas a través de un pre dimensionamiento y de un análisis Sismoresistente se escogió la sección transversal de 0.35 x 0.35 m. lo cual se uniformizo el acero, teniendo en cuenta las cargas que llegaran a las columnas y previamente explicado el diseño de una columna se optó por el siguiente acero:

Tabla N° 46 Acero en Columnas.

Acero Mínimo de Columnas

Columna:			
X	=	35	cm
Y	=	35	cm
Agmin	=	12.25	cm ²

2. ACERO DE REFUERZO (N° DE VARILLAS)

X-X	2	Varillas				
Y-Y	2	Varillas	As	1.99	cm ²	As 1.29 cm ²
Ø	5/8	pulg	#Var	4		
Ø	1/2	pulg	#Var	4		
Ast	13.12	cm ²				
As min	12.25	cm ²				

Fuente: Propio

4.1.3.5 DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS

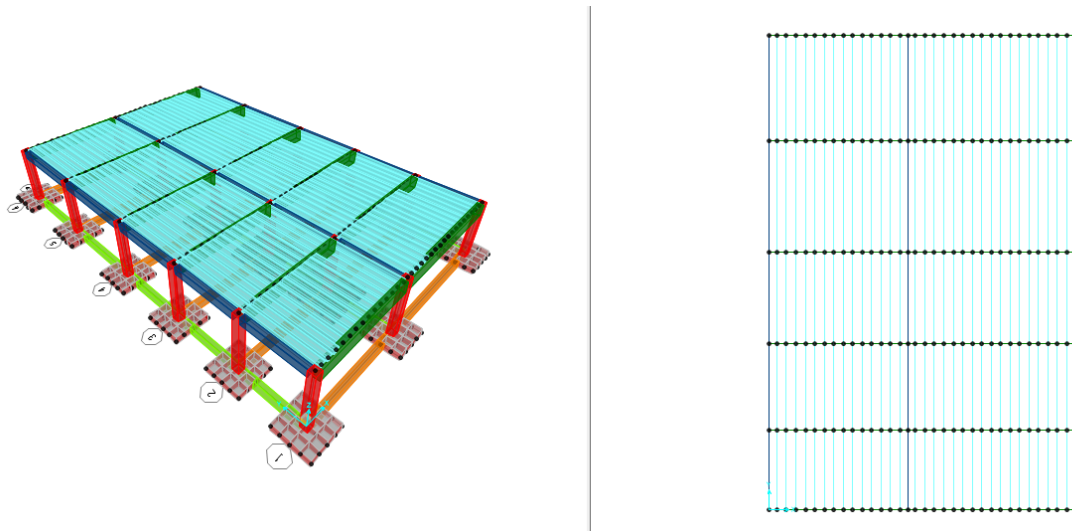
Tener en cuenta que las losas aligeradas se han diseñado por secciones de viguetas considerando un ancho de 40 cm.

Tabla N° 47 Metrado de carga para la losa.

METRADO DE CARGAS PARALAS LOSAS			
DEAD LOSA			
Para todos los niveles			
Peso Losa	SAP 2000	Kg/m2	
Peso Acabados	100	Kg/m2	
DEAD=	100.0	Kg/m2	
por ancho tributario de Vigüeta			
DEAD=	40.0	Kg/ml	
DEAD=	0.04	Tn/ml	al SAP 2000
LIVE			
S/C=	200	Kg/m2	
por ancho tributario de Vigüeta			
S/C=	80.0	Kg/ml	
S/C=	0.08	Tn/ml	al SAP 2000

Fuente: Propio

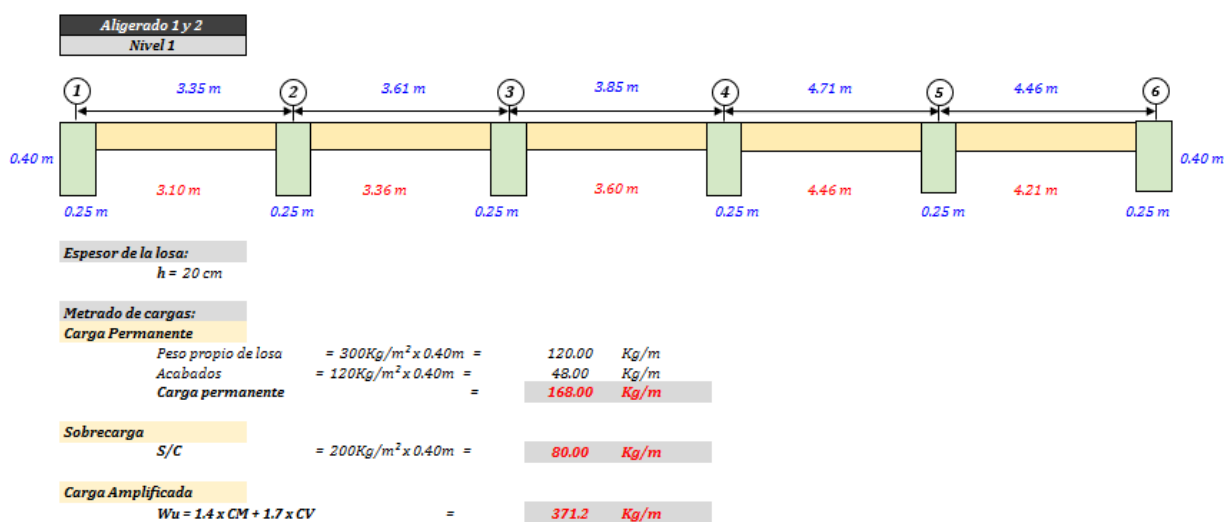
Imagen N° 63 Dirección de las vigüetas en la losa aligerada.



Fuente: SAP 2000

Luego se procede a Diseñar el acero de la Losa Aligerada.

Tabla N° 48 Diseño de losa aligerada.



2. CALCULO DE ACERO EN LA LOSA ALIGERADA

	1	2	3	4	5	6
Momentos (Tn*m)						
Negativos	0.06	0.3400	0.3700	0.5400	0.5900	0.10
Positivos		0.1650	0.1700	0.1800	0.2900	0.3000
Refuerzo calculado						
As (-) cm ²	0.08	0.54	0.59	0.87	0.96	0.15
As (+) cm ²		0.25	0.26	0.28	0.45	0.46
Refuerzo considerado						
As (-) cm ²	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
As (+) cm ²		0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
		OK	OK	OK	OK	OK
Refuerzo por contracción y temperatura (Ast)						
$\rho_t = 0.0018$						
$A_{st} = \rho_t \times b \times h$						
$A_{st} = 0.0018 \times 100 \times 5$						
Ast = 0.90 cm ²						
Usar: 1 Ø N° 3 @ 0.25 m						
Ast = 0.71 cm ²						

Fuente: Propio

Tabla N° 49 Verificación de cortante.

	$f_y =$	4200 kg/cm ²	$W_D =$	0.168 Tn/m
	$f_c =$	210 cm	$W_L =$	0.08 Tn/m
	$b =$	10 cm	$W_u =$	0.31 Tn/m
	$d =$	17.37 cm		

	1	2	3	4	5	6
As (cm ²)	1.29 1.29	0.71 1.29	0.71 1.29	0.71 1.29	1.29 1.29	1.29 1.29
L (m)	3.1	3.36	3.6	4.46	4.21	
a (cm)	3.79 3.79	2.09 3.79	2.09 3.79	2.09 3.79	3.79 3.79	2.09 3.79
Mu (Tn.m)	1.05 1.05	0.61 1.05	0.61 1.05	0.61 1.05	1.05 1.05	1.05 1.05
Vu (Tn) - 1°C	2.89 0.49	2.53 -0.07	2.54 -0.25	2.90 -0.55	2.88 -0.39	
Vu (Tn) - 2°C	-0.13 -2.54	0.07 -2.53	-0.06 -2.85	0.55 -2.90	0.65 -2.61	
Vu (Tn)	2.89 2.65	0.45 -2.54	2.53 3.27	0.09 -2.53	2.54 3.28	0.32 -2.85
distancia de Triangulo	2.90 3.75	0.71 -2.90	2.88 3.71	0.50 -2.61		
Vu (Tn) a "d"	2.70 2.48	0.27 -1.55	2.40 3.10	-0.08 2.34	2.41 3.11	0.14 -1.28
Vc (Tn)	2.83 C	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
$V_n = 0.53 \cdot f_c \cdot 0.5 \cdot b \cdot d$						
b (cm)	25	25 25	25 25	25 25	25 25	25
Verificación:	1 OK	2 OK	3 OK	4 OK	5 OK	6 OK
		OK	OK	OK	OK	OK
	CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE	

Fuente: Propio

4.1.3.6 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Tabla N° 50 Datos del suelo donde se va a cimentar

DATOS:		CALICATA	Q adm	Df	Y SUELO
$\sigma_{adm} =$	7.23 Tn/m ²	C-2	0.66 Kg/cm ²	1.50 m	1.21 Tn/m ³
$\sigma_{neto} =$	6.73 Tn/m ²	C-4	0.78 Kg/cm ²	1.50 m	1.46 Tn/m ³
$\sigma_{neto\ sismo} =$	8.74 Tn/m ²	C-6	0.79 Kg/cm ²	1.50 m	1.61 Tn/m ³
$f_c =$	2100 Tn/m ²	C-10	0.66 Kg/cm ²	1.50 m	1.31 Tn/m ³
$f_y =$	4200 Tn/m ²				
		Promedio	0.72 Kg/cm ²	1.50 m	1.40 Tn/m ³
$\sigma_{adm} =$	0.72 Kg/cm ²				
$q_{neto} = q_{adm} - SOBRECARGA$					
$\sigma_{neto} =$	0.67 Kg/cm ²				

Fuente: Propio

Para obtener los datos de pre dimensionamiento y diseño se utilizó el programa SAP2000, considerando el área calculada y con una altura de 0.80 m; al efectuar la zapata con la propiedad área shells del programa, se procedió a poner los springs en los puntos considerando un balastro de 1.66 Kg/cm³ y de la misma manera en el área pero de esta forma 2/3 del valor original.

Tabla N° 51 Predimensionamiento de la zapatas

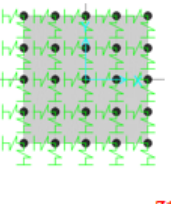
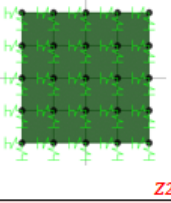
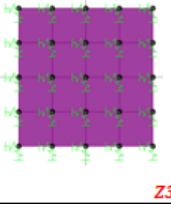
1. PREDIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE ZAPATAS												
1.1 Cálculo de dimensiones de las zapatas (Por Esfuerzos Admisibles)												
EJE SAP	ZAPATA	ELEMENTO	TIPO	ÁREA ZAPATA	Dim. Calculadas				Dim. Asumidas			
					B	T	Lv1	H _{z1}	B	T	H _{z1}	
1	Z1	1	COLUMNA 1	BORDE	0.6 m ²	0.80 m	0.80 m	0.23 m	0.15 m	0.80 m	0.80 m	0.40 m
	Z2	2	COLUMNA 1	INTERIOR	1.3 m ²	1.15 m	1.15 m	0.40 m	0.20 m	1.20 m	1.20 m	0.40 m
	Z3	3	COLUMNA 1	BORDE	1.0 m ²	1.00 m	1.00 m	0.33 m	0.20 m	1.00 m	1.00 m	0.40 m
2	Z4	4	COLUMNA 1	BORDE	2.7 m ²	1.65 m	1.65 m	0.65 m	0.35 m	1.70 m	1.70 m	0.40 m
	Z5	5	COLUMNA 1	INTERIOR	1.0 m ²	1.05 m	1.05 m	0.35 m	0.20 m	1.10 m	1.10 m	0.40 m
	Z6	6	COLUMNA 1	BORDE	2.7 m ²	1.65 m	1.65 m	0.65 m	0.35 m	1.70 m	1.70 m	0.40 m
3	Z7	7	COLUMNA 1	BORDE	1.2 m ²	1.10 m	1.10 m	0.38 m	0.20 m	1.10 m	1.10 m	0.40 m
	Z8	8	COLUMNA 1	INTERIOR	0.9 m ²	0.95 m	0.95 m	0.30 m	0.15 m	1.00 m	1.00 m	0.40 m
	Z9	9	COLUMNA 1	BORDE	1.3 m ²	1.20 m	1.20 m	0.43 m	0.25 m	1.20 m	1.20 m	0.40 m
4	Z10	10	COLUMNA 1	BORDE	1.2 m ²	1.15 m	1.15 m	0.40 m	0.20 m	1.20 m	1.20 m	0.40 m
	Z11	11	COLUMNA 1	INTERIOR	2.8 m ²	1.70 m	1.70 m	0.68 m	0.35 m	1.70 m	1.70 m	0.40 m
	Z12	12	COLUMNA 1	BORDE	0.6 m ²	0.80 m	0.80 m	0.23 m	0.15 m	0.80 m	0.80 m	0.40 m
5	Z13	13	COLUMNA 1	BORDE	1.8 m ²	1.35 m	1.35 m	0.50 m	0.25 m	1.40 m	1.40 m	0.40 m
	Z14	14	COLUMNA 1	INTERIOR	1.5 m ²	1.25 m	1.25 m	0.45 m	0.25 m	1.30 m	1.30 m	0.40 m
	Z15	15	COLUMNA 1	BORDE	0.8 m ²	0.90 m	0.90 m	0.28 m	0.15 m	0.90 m	0.90 m	0.40 m
6	Z16	16	COLUMNA 1	BORDE	0.8 m ²	0.90 m	0.90 m	0.28 m	0.15 m	0.90 m	0.90 m	0.40 m
	Z17	17	COLUMNA 1	INTERIOR	1.5 m ²	1.25 m	1.25 m	0.45 m	0.25 m	1.30 m	1.30 m	0.40 m
	Z18	18	COLUMNA 1	BORDE	0.8 m ²	0.90 m	0.90 m	0.28 m	0.15 m	0.90 m	0.90 m	0.40 m

Fuente: Propio

Para la verificación de las áreas de las zapatas si eran las adecuadas se procedió a tomar los puntos de los elementos estructurales que bajaban hasta la cimentación. Se tomaron los valores de los combos:

- CM +CV
- CM+CV+0.8 SDx
- CM+C- 0.8 SDx
- CM+CV+0.8 SDy
- CM+C- 0.8 SDy

Tabla N° 52 Verificación de las zapatas si cumplen con la capacidad admisible

1.1 VERIFICACIÓN DE $q_{act} < q_{neto\ sismo}$												
ZAPATA	DIMENSIONES	COMBINACIONES	F3 de Joints		División de Shell			q actuante	q neto sismo	Verif.		
					L (m)	L (m)	Área (m ²)					
 <p style="text-align: right; color: red;">Z1</p>	B = 1.00 m T = 1.00 m Área = 1.0 m ² qnet sismo = 8.74 Tn/m ²	CM+CV	MÁX	0.540 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.64 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.134 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.14 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV+0.8SDx	MÁX	0.541 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.133 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.13 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDx	MÁX	0.541 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.133 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.13 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV+0.8SDy	MÁX	0.540 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.134 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.14 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDy	MÁX	0.540 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	8.65 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.134 Tn	0.25 m	0.25 m	0.06 m ²	2.14 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		 <p style="text-align: right; color: red;">Z2</p>	B = 1.30 m T = 1.30 m Área = 1.7 m ² qnet sismo = 8.74 Tn/m ²	CM+CV	MÁX	0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
					MIN	0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
CM+CV+0.8SDx	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
CM+CV-0.8SDx	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
CM+CV+0.8SDy	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
CM+CV-0.8SDy	MÁX			0.877 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	8.30 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
	MIN			0.216 Tn	0.33 m	0.33 m	0.11 m ²	2.04 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
 <p style="text-align: right; color: red;">Z3</p>	B = 1.70 m T = 1.70 m Área = 2.9 m ² qnet sismo = 8.74 Tn/m ²			CM+CV	MÁX	1.552 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.59 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
					MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE
		CM+CV+0.8SDx	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDx	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV+0.8SDy	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
		CM+CV-0.8SDy	MÁX	1.554 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	8.60 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		
			MIN	0.381 Tn	0.43 m	0.43 m	0.18 m ²	2.11 Tn/m ²	8.74 Tn/m ²	CUMPLE		

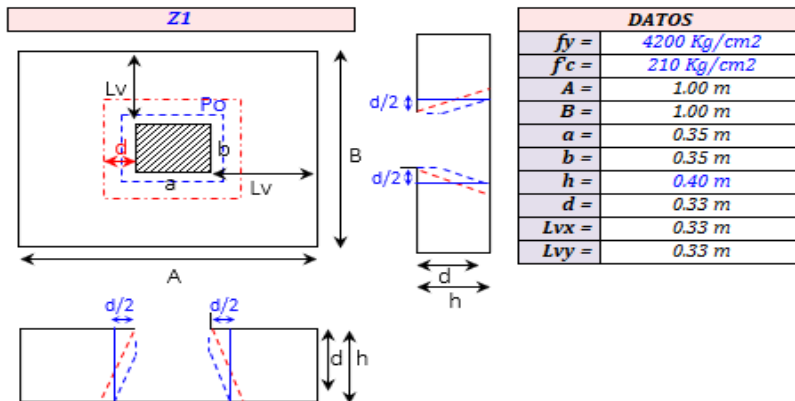
Fuente: Propio

Para el diseño estructural de la zapata se obtendrán los valores en el SAP 2000; es el caso que si se quiere ver el momento en X se usará el combo CM+CV+0.8SDy – M11 y momento en Y se usará el combo CM+CV+0.8SDx – M22.

Tabla N° 53 Diseño estructural de una zapata

1. DISEÑO DE ZAPATAS

1.1 Diseño del elemento de Concreto Armado (Por Esfuerzos Últimos)



1.2 Diseño por Flexión

$M_{ux} =$	3.22 Tn.m
$\phi =$	0.90
$b =$	100.00 cm
$h =$	40.00 cm
$d =$	32.62 cm
$a_1 =$	6.52 cm

$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$	
$A_s =$	2.90 cm ²
$A_s =$	2.64 cm ²
$A_s =$	2.64 cm ²
$A_s =$	2.64 cm ²

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	
$a =$	0.68 cm
$a =$	0.62 cm
$a =$	0.62 cm

$A_s \text{ cal} =$	2.64 cm ²
$A_s \text{ min} =$	7.20 cm ²
$A_s \text{ asum} =$	7.74 cm ²
	OK

Usar:	1	ϕ	1/2	@	47.50
Usar:	6	ϕ	1/2	@	16.50
Usar:	6	ϕ	1/2	@	15.50
$M \text{ Resistente} =$	9.28 Tn.m				

$M_{uy} =$	2.54 Tn.m
$\phi =$	0.90
$b =$	100.00 cm
$h =$	40.00 cm
$d =$	32.62 cm
$a_1 =$	6.52 cm

$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$	
$A_s =$	2.29 cm ²
$A_s =$	2.08 cm ²
$A_s =$	2.08 cm ²
$A_s =$	2.08 cm ²

$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	
$a =$	0.54 cm
$a =$	0.49 cm
$a =$	0.49 cm

$A_s \text{ cal} =$	2.08 cm ²
$A_s \text{ min} =$	7.20 cm ²
$A_s \text{ asum} =$	7.74 cm ²
	OK

Usar:	1	ϕ	1/2	@	61.00
Usar:	6	ϕ	1/2	@	16.50
Usar:	6	ϕ	1/2	@	15.50
$M \text{ Resistente} =$	9.28 Tn.m				

1.3 Verificación por Corte por Flexión

$q_u =$	22.30 Tn/m ²
$\phi =$	0.85
$A =$	1.00 m
$B =$	1.00 m
$L_{vx} =$	0.33 m
$L_{vy} =$	0.33 m
$d =$	0.33 m

Cortante Actuante	
$V_{ux} = P_u * A * (L_{vy} - d)$	
$V_{ux} =$	-0.03 Tn
$V_{uy} = P_u * B * (L_{vx} - d)$	
$V_{uy} =$	-0.03 Tn

Cortante Resistente	
$\phi V_c = \phi * (0.53 \sqrt{f'_c}) * A * d$	
$\phi V_n =$	21.29 Tn
Cumple	
$\phi V_c = \phi * (0.53 \sqrt{f'_c}) * B * d$	
$\phi V_c =$	21.29 Tn
Cumple	

1.4 Verificación por Aplastamiento

$P_u =$	22.30 Tn
$\phi =$	0.70
$A_{zap} =$	1.00 m ²
$A_{col} =$	0.12 m ²

$\phi P_n =$	288.12 Tn
Cumple, no colocar A_s adicional	

$$\phi P_n = \phi * (0.80 * f'_c * A_{col} * \sqrt{\frac{A_{zap}}{A_{col}}}), \quad \sqrt{\frac{A_{zap}}{A_{col}}} \leq 2$$

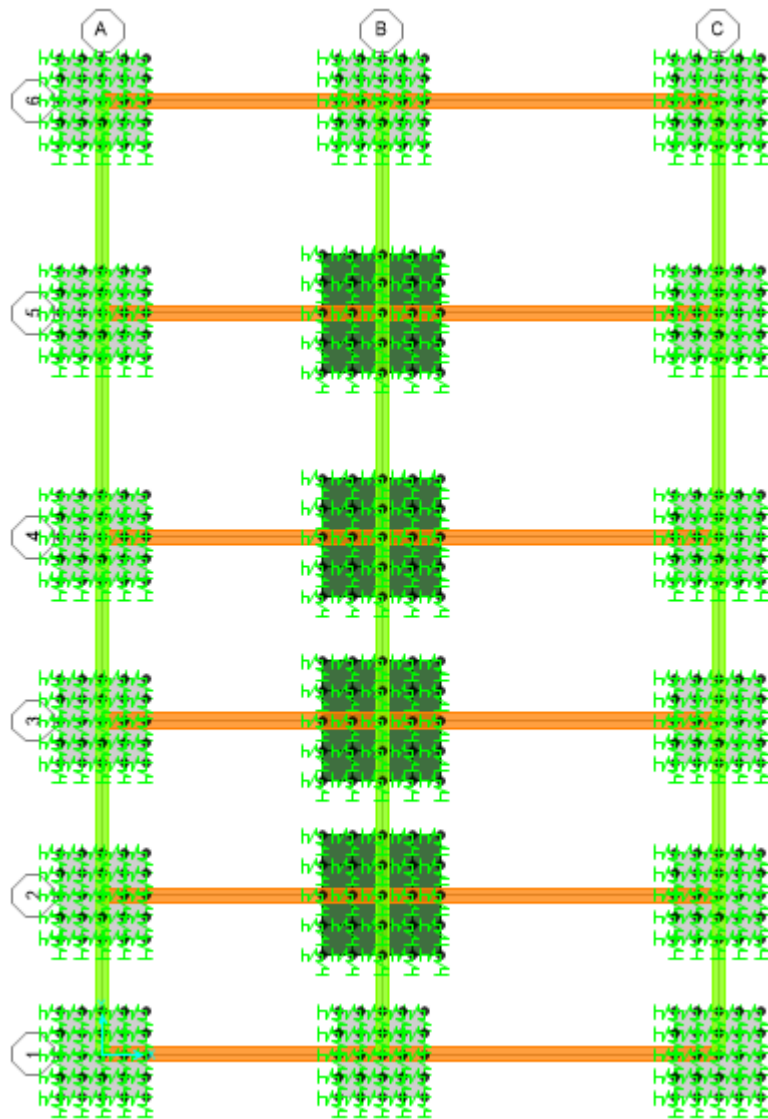
a) A_s adicional:

$$A_s = \frac{P_u - P_n}{\phi f_y} = -$$

Usar:	4	ϕ	5/8	+	0	ϕ	5/8		7.96 cm ²
-------	---	--------	-----	---	---	--------	-----	--	----------------------

Fuente: Propio

Imagen N° 64 Cimentación en planta

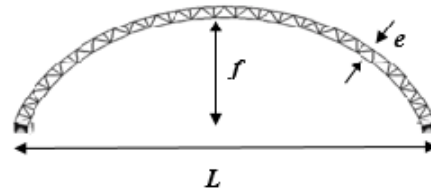
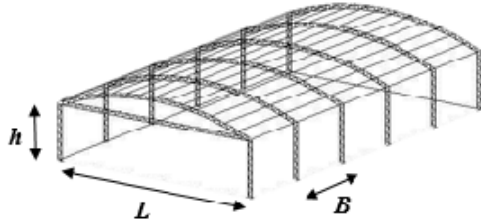


Fuente: Sap 2000

4.1.3.7 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METALICA

Tabla N° 54 Dimensionamiento de armadura tipo arco.

DIMENSIONAMIENTO DE ARMADURERA TIPO ARCO



DATOS GENERALES		
L	18.5	m
B	3.5	m
h	5	m

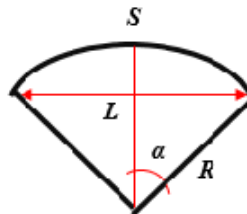
RECOMENDACIONES		
f	L/3-L/10 =	2.63 m
e	L/10 L/15	0.45 m
Recomendable f=1.7		

1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL ARCO

$$R = \frac{L^2 + 4f^2}{8f}$$

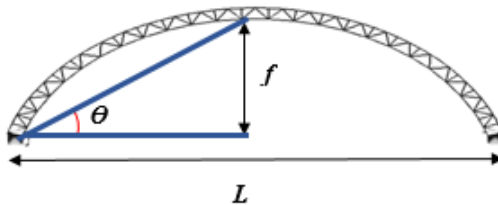
$$\alpha = \arcsen\left(\frac{L}{2R}\right)$$

$$S = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{90}$$



SUPERIOR		
R	15.35	m
α	37.06	°
S	19.86	m
INFERIOR		
R	14.90	m
α	35.20	°
S	18.83	m

2. INCLINACION DE LA COBERTURA

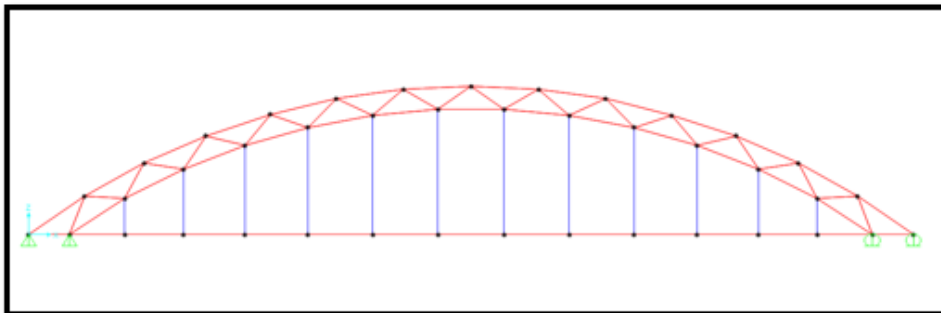


INCLINACIÓN	
θ	18.53 °

2. DETERMINACIÓN DE SUB ARCOS

SUPERIOR		
Medio Arco	9.93	m
Barras	6.62	barras

Barras	7.00	m
Brida Sup.	1.42	m
Ángulo	5.29	



Fuente: Propio

Tabla N° 55 Cálculo de la presión del viento / RNE – E0.20

CÁLCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO / RNE-E020

DATOS		
VELOCIDAD	85.00	kph
ALTURA	6.55	m
DIRECCIÓN	60.00	grados
INCL. TECHO	18.53	grados

Mapa eólico



1. CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD POR ALTURA

$$V_h = V * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

ALTURA	6.55	m	No corregir ≥ 75 kph
Vh	85.00	kph	
Vh	85.00	kph	

2. CÁLCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

$$q = 0.005 (v_h^2)$$

q	36.13	Kg/m ²	≥ 15 kg/m ²
q	36.13	Kg/m ²	

3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RÁFAGA

CLASIFICACIÓN DE EFICACIONES SUJETOS A VIENTO		
TIPOS	DESCRIPCIÓN	CR
TIPO 1	Edificaciones comunes	1.00
TIPO 2	Muy esbeltos (relación V/H ≥ 5/1)	1.20
	Edif. De H > 60 m	
	Edif. Con periodo de vibración > 2 seg	
TIPO 3	Altura intermedia	Criterio

Cr	1.00
----	------

6. RESUMEN DE COEFICIENTES

CARAS	BARLO.	SOTA.
	E	F
Cpe	-0.7	-0.7
Cpi	-0.6	-0.6
CP	-0.1	-0.1

7. DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

	CARAS	
	Barlovento	Sotavento
	E	F
PCERR	-25.29	-25.29
PABIER	-3.61	-3.61

$$P = C_p * C_r * q$$

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección 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.

ABERTURAS		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
±0,3	+0,8	-0,6

Fuente: Propio

Tabla N° 56 Metrado de cargas

METRADOS DE CARGAS

DEAD			
Wcob. Eternit	12.63	kg/m ²	
Wnj. Metálicos	15.00	kg/m ²	
Wcorr. metálica	10.00	kg/m ²	
W. accés.	5.00	kg/m ²	
Σ	42.63	kg/m²	

LIVE	
Sobrecarga	30.00 kg/m ²

EN EL PUNTO		
AREA TRI.	DEAD	LIVE
4.96	105.80	74.46

Kg

MEDIDAS DEL PRODUCTO:

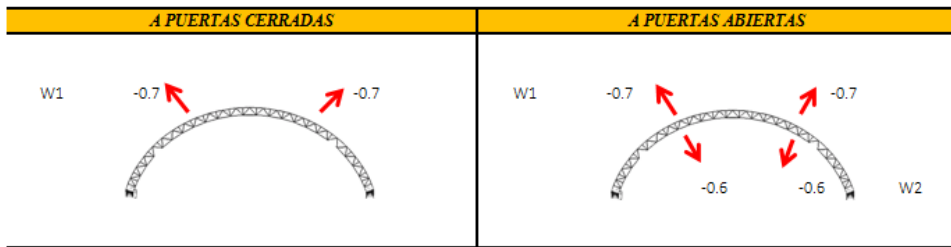
Plancha	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (mm)	Peso Aprox. (kg)	Area Útil (m ²)
Gran Onda	1,10	1,83	5,00	19,70	1,77
	1,10	2,44	5,00	28,30	2,40
	1,10	3,05	5,00	32,90	3,06

Ancho=	1.10
Largo=	1.83
Peso =	19.70
Espesor=	5.00

Área de Plancha (m ²)	Carga (kg/m ²)
2.01	12.63

EN EL PUNTO					
PRESIÓN	Cerradas	Abiertas	AREA TRI.	Cerradas	Abiertas
CARA E	-25.29	-3.61	4.96	-62.76	-8.97
CARA F	-25.29	-3.61	4.96	-62.76	-8.97

Se divide entre dos porque son dos perfiles unidos



Fuente: Propio

Tabla N° 57 Esfuerzos en bridas de arco.

COMBINACIÓN	ELEMENTO - CARGA AXIAL (Kg)													
	BRI SUP.1	BRI SUP.2	BRI SUP.3	BRI SUP.4	BRI SUP.5	BRI SUP.6	BRI SUP.7	BRI SUP.8	BRI SUP.9	BRI SUP.10	BRI SUP.11	BRI SUP.12	BRI SUP.13	BRI SUP.14
1.4CM	2289.47	1399.48	336.76	-577.16	-1301.92	-1806.93	-2071.07	-2083.86	-1845.17	-1400.47	-681.97	224.94	1264.78	2144.83
1.2CM+0.5CV	2514.63	1536.65	369.54	-633.76	-1429.17	-1983.3	-2273.11	-2287.15	-2025.31	-1537.39	-748.87	246.73	1388.71	2355.76
1.2CM+1.6CV+0.8W1	2700.02	1799.44	568.19	-562.69	-1552.16	-2293.23	-2813.36	-3144.66	-3144.72	-2656.81	-1551.25	36.87	1994.64	3827.27
1.2CM+1.6CV+0.8W2	3582.39	2209.83	550.46	-885.79	-2034.52	-2846.89	-3289.17	-3354.37	-3021.98	-2332.8	-1173.41	318.41	2049.67	3541.56
1.2CM+0.5CV+1.3W1	841.67	758.58	403.17	-21.17	-476.7	-933.58	-1371	-1889.56	-2258.02	-2151.72	-1465.25	-287.06	1284.38	2897.48
1.2CM+0.5CV+1.3W2	2275.53	1425.45	374.35	-546.2	-1293.04	-1833.28	-2144.18	-2230.33	-2058.57	-1625.19	-851.26	170.44	1373.8	2432.2
0.9CM+1.3W1	-201.16	121.59	250.12	241.56	115.53	-111.87	-429.29	-942.03	-1418.89	-1514.63	-1154.79	-389.18	708.75	1920.53
0.9CM+1.3W2	1232.7	788.47	221.3	-283.47	-700.82	-1011.57	-1202.47	-1282.8	-1219.45	-988.11	-540.8	68.32	798.17	1456.25
0.9CM-1.3W1	3144.76	1677.74	182.86	-983.62	-1789.42	-2211.32	-2233.52	-1737.21	-953.47	-285.97	277.97	678.4	917.4	837.1
0.9CM-1.3W2	1710.9	1010.86	211.68	-458.58	-973.08	-1311.63	-1460.33	-1396.44	-1152.92	-812.5	-336.02	220.9	827.98	1301.38
MAXIMO	3582.39	2209.83	568.19	241.56	115.53	-111.87	-429.29	-942.03	-953.47	-285.97	277.97	678.4	2049.67	3827.27
MINIMO	-201.16	121.59	182.86	-983.62	-2034.52	-2846.89	-3289.17	-3354.37	-3144.72	-2656.81	-1551.25	-389.18	708.75	837.1
MAX. TRACC.	3582.39	2209.83	568.19	241.56	115.53	0	0	0	0	0	277.97	678.4	2049.67	3827.27
MAX. COMP.	-201.16	0	0	-983.62	-2034.52	-2846.89	-3289.17	-3354.37	-3144.72	-2656.81	-1551.25	-389.18	0	0

COMBINACIÓN	ELEMENTO - CARGA AXIAL (Kg)												
	BRI INF.15	BRI INF.16	BRI INF.17	BRI INF.18	BRI INF.19	BRI INF.20	BRI INF.21	BRI INF.22	BRI INF.23	BRI INF.24	BRI INF.25	BRI INF.26	BRI INF.27
1.4CM	-2762.69	-1709.92	-689.8	153.15	784.11	1178.17	1319.23	1202.75	833.05	273.58	-593.57	-1591.18	-2627.39
1.2CM+0.5CV	-3033.42	-1876.67	-756.41	168.98	861.46	1293.88	1448.66	1320.87	915.22	301.28	-650.71	-1746.26	-2884.81
1.2CM+1.6CV+0.8W1	-3753.37	-2560.11	-1313.52	-216.61	677.58	1330.71	1717.69	1976.68	1668.7	915.36	-537.63	-2341.14	-4361.08
1.2CM+1.6CV+0.8W2	-4390.96	-2749.38	-1147.43	184.97	1192.24	1834.68	2086.53	1961.32	1402.23	514.97	-902.18	-2552.3	-4288.92
1.2CM+0.5CV+1.3W1	-1824.56	-1517.82	-1071.31	-592.4	-114.32	338.37	749.35	1350	1420.45	1060.41	40.46	-1345.89	-3021.62
1.2CM+0.5CV+1.3W2	-2860.65	-1825.39	-801.41	60.16	722	1157.32	1348.72	1325.04	987.43	409.78	-551.92	-1689.04	-2904.37
0.9CM+1.3W1	-567.16	-740.38	-758.34	-662.93	-471.7	-198.11	148.76	802.32	1040.77	935	309.59	-622.53	-1825.85
0.9CM+1.3W2	-1603.25	-1047.95	-488.45	-10.36	364.61	620.84	748.13	777.37	607.75	284.38	-282.79	-965.68	-1708.6
0.9CM-1.3W1	-2984.87	-1458.09	-128.55	859.84	1479.84	1712.9	1547.39	744.07	30.3	-583.25	-1072.75	-1423.27	-1552.23
0.9CM-1.3W2	-1948.79	-1150.52	-398.44	207.27	643.53	893.95	948.02	769.03	463.32	67.37	-480.37	-1080.12	-1669.48
MAXIMO	-567.16	-740.38	-128.55	859.84	1479.84	1834.68	2086.53	1976.68	1668.7	1060.41	309.59	-622.53	-1552.23
MINIMO	-4390.96	-2749.38	-1313.52	-662.93	-471.7	-198.11	148.76	744.07	30.3	-583.25	-1072.75	-2552.3	-4361.08
MAX. TRACC.	0	0	0	859.84	1479.84	1834.68	2086.53	1976.68	1668.7	1060.41	309.59	0	0
MAX. COMP.	-4390.96	-2749.38	-1313.52	-662.93	-471.7	-198.11	0	0	0	-583.25	-1072.75	-2552.3	-4361.08

Fuente: Propio

COMBINACIÓN	ELEMENTO - CARGA AXIAL (Kg)												
	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 32	DIA 33	DIA 34	DIA 35	DIA 36	DIA 37	DIA 38	DIA 39	DIA 40
1.4CM	-838.58	363.77	-873.99	503.49	-700.87	479.69	-515.48	418.47	-326.43	323.1	-142.11	196.91	30.36
1.2CM+0.5CV	-922.89	399.29	-961.41	552.2	-771.04	525.69	-567.34	458.19	-359.74	353.34	-157.41	214.75	31.91
1.2CM+1.6CV+0.8W1	-935.41	342.46	-1060.15	573.49	-899.21	586.52	-709.45	553.03	-503.59	477.57	-294.32	365.3	-92.28
1.2CM+1.6CV+0.8W2	-1309.54	556.12	-1375.79	782.71	-1110.46	750.31	-824.29	659.37	-531.04	515.15	-244.09	322.94	25.25
1.2CM+0.5CV+1.3W1	-213.55	-5.82	-362.96	155.53	-370.52	215.13	-349.61	256.56	-307.7	282.1	-252.63	295.05	-190.93
1.2CM+0.5CV+1.3W2	-821.51	341.39	-875.88	495.51	-713.8	481.3	-536.22	429.37	-352.3	343.16	-171.02	226.23	0.06035
0.9CM+1.3W1	170.26	-171.26	36.6	-72.99	-50.03	-2.18	-113.65	67.38	-157.8	136.46	-186.59	206.89	-203.32
0.9CM+1.3W2	-437.71	175.95	-476.32	266.98	-393.32	263.99	-300.26	240.2	-202.41	197.53	-104.97	138.06	-12.33
0.9CM-1.3W1	-1248.43	638.96	-1160.3	720.34	-851.09	618.93	-549.11	470.65	-261.89	278.95	3.87	46.28	242.35
0.9CM-1.3W2	-640.47	291.75	-647.38	380.36	-507.81	352.76	-362.5	297.83	-217.28	217.89	-77.75	115.11	51.37
MAXIMO	170.26	638.96	36.6	782.71	-50.03	750.31	-113.65	659.37	-157.8	515.15	3.87	365.3	242.35
MINIMO	-1309.54	-171.26	-1375.79	-72.99	-1110.46	-2.18	-824.29	67.38	-531.04	136.46	-294.32	46.28	-203.32
MAX TRACC	170.26	638.96	36.6	782.71	0	750.31	0	659.37	0	515.15	3.87	365.3	242.35
MAX COMP	-1309.54	-171.26	-1375.79	-72.99	-1110.46	-2.18	-824.29	0	-531.04	0	-294.32	0	-203.32

COMBINACIÓN	ELEMENTO - CARGA AXIAL (Kg)												
	DIA 41	DIA 42	DIA 43	DIA 44	DIA 45	DIA 46	DIA 47	DIA 48	DIA 49	DIA 50	DIA 51	DIA 52	DIA 53
1.4CM	45.96	183.42	-124.53	311.85	-265.55	388.4	-524.92	493.03	-678.3	499.44	-850.12	368.3	-821.49
1.2CM+0.5CV	49.04	199.94	-138.09	340.99	-292.89	425.14	-577.74	540.32	-746.25	547.75	-935.19	404.26	-904.12
1.2CM+1.6CV+0.8W1	317.69	10.93	-19.57	343.94	-312.33	568.32	-845.05	862.82	-1185.87	945.78	-1580.09	799.57	-1639.03
1.2CM+1.6CV+0.8W2	105.63	253.47	-180.28	480.35	-418.77	619.49	-856.93	808.41	-1119.92	830.26	-1416.78	627.78	-1386.24
1.2CM+0.5CV+1.3W1	451.11	-259.91	166.61	82.35	-91.08	328.12	-555.22	643.5	-871.3	766.78	-1244.84	729.98	-1383.4
1.2CM+0.5CV+1.3W2	106.51	134.21	-94.55	304.02	-264.05	411.27	-574.52	555.07	-764.12	579.05	-979.45	450.82	-972.62
0.9CM+1.3W1	431.62	-341.93	224.65	-58.16	31.1	152.66	-314.93	420.12	-561.1	540.1	-856.15	562.48	-1007.39
0.9CM+1.3W2	87.01	52.19	-36.51	163.51	-141.87	235.82	-334.23	331.69	-453.92	352.37	-590.76	283.32	-596.6
0.9CM-1.3W1	-372.52	577.76	-384.76	459.11	-372.52	346.71	-359.97	213.77	-311	102.03	-236.86	-88.95	-48.81
0.9CM-1.3W2	-27.92	183.64	-123.6	237.44	-199.55	263.55	-340.67	302.2	-418.18	289.76	-502.24	190.21	-459.59
MAXIMO	451.11	577.76	224.65	480.35	31.1	619.49	-314.93	862.82	-311	945.78	-236.86	799.57	-48.81
MINIMO	-372.52	-341.93	-384.76	-58.16	-418.77	152.66	-856.93	213.77	-1185.87	102.03	-1580.09	-88.95	-1639.03
MAX TRACC	451.11	577.76	224.65	480.35	31.1	619.49	0	862.82	0	945.78	0	799.57	0
MAX COMP	-372.52	-341.93	-384.76	-58.16	-418.77	0	-856.93	0	-1185.87	0	-1580.09	-88.95	-1639.03

Fuente: Propio

COMBINACIÓN	ELEMENTO - CARGA AXIAL (Kg)											
	TIR 54	TIR 55	TIR 56	TIR 57	TIR 58	TIR 59	TIR 60	TIR 61	TIR 62	TIR 63	TIR 64	TIR 65
1.4CM	5.04	5.53	5.91	6.22	6.41	6.51	6.51	6.41	6.22	5.91	5.53	5.04
1.2CM+0.5CV	4.32	4.74	5.06	5.33	5.5	5.58	5.58	5.5	5.33	5.06	4.74	4.32
1.2CM+1.6CV+0.8W1	4.32	4.74	5.06	5.33	5.5	5.58	5.58	5.5	5.33	5.06	4.74	4.32
1.2CM+1.6CV+0.8W2	4.32	4.74	5.06	5.33	5.5	5.58	5.58	5.5	5.33	5.06	4.74	4.32
1.2CM+0.5CV+1.3W1	4.32	4.74	5.06	5.33	5.5	5.58	5.58	5.5	5.33	5.06	4.74	4.32
1.2CM+0.5CV+1.3W2	4.32	4.74	5.06	5.33	5.5	5.58	5.58	5.5	5.33	5.06	4.74	4.32
0.9CM+1.3W1	3.24	3.56	3.8	4	4.12	4.19	4.18	4.12	4	3.8	3.56	3.24
0.9CM+1.3W2	3.24	3.56	3.8	4	4.12	4.19	4.18	4.12	4	3.8	3.56	3.24
0.9CM-1.3W1	3.24	3.56	3.8	4	4.12	4.19	4.18	4.12	4	3.8	3.56	3.24
0.9CM-1.3W2	3.24	3.56	3.8	4	4.12	4.19	4.18	4.12	4	3.8	3.56	3.24
MAXIMO	5.04	5.53	5.91	6.22	6.41	6.51	6.51	6.41	6.22	5.91	5.53	5.04
MINIMO	3.24	3.56	3.8	4	4.12	4.19	4.18	4.12	4	3.8	3.56	3.24
MAX TRACC	5.04	5.53	5.91	6.22	6.41	6.51	6.51	6.41	6.22	5.91	5.53	5.04
MAX COMP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

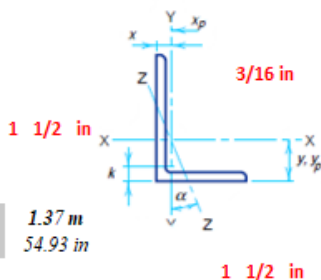
COMBINACIÓN	ELEMENTO - CARGA AXIAL (Kg)												
	TEN 67	TEN 68	TEN 69	TEN 70	TEN 71	TEN 72	TEN 73	TEN 74	TEN 75	TEN 76	TEN 77	TEN 78	TEN 79
1.4CM	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78	724.78
1.2CM+0.5CV	795.91	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9	795.9
1.2CM+1.6CV+0.8W1	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95	1067.95
1.2CM+1.6CV+0.8W2	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13
1.2CM+0.5CV+1.3W1	613.55	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54	613.54
1.2CM+0.5CV+1.3W2	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84	769.84
0.9CM+1.3W1	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57
0.9CM+1.3W2	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87	439.87
0.9CM-1.3W1	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29	648.29
0.9CM-1.3W2	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99	491.99
MAXIMO	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13
MINIMO	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57	283.57
MAX TRACC	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13	1164.13
MAX COMP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RESUMEN	TRACCION	COMPRESION
BRIDA SUPERIOR	3827.27	-3354.37
BRIDA INFERIOR	2086.53	-4390.96
MONTANTE	0.00	0.00
DIAGONAL	945.78	-1639.03
TIRANTE	6.51	0.00
SENSOR	1164.13	0.00

Fuente: Propio

Tabla N° 58 Diseño de la brida inferior.

DISEÑO DE PERFILES ANGULARES - BRIDA INFERIOR



L = 1.37 m
L = 54.93 in

L1-1/2x1-1/2x3/16

PROPIEDADES DE UN ANGULO

A = .53 in²
I_{xx} = 0.110 in⁴ I_{yy} = 0.110 in⁴
r_{xx} = .457 in r_{yy} = .457 in

COMPRESION

P_u = 4,391 Kgf
P_u = 9.66 kip

TRACCION

P_u = 2,087 Kgf
P_u = 4.59 kip

TIPO DE ACERO

A-36
F_y = 36 ksi
F_u = 58 ksi

EULER

Doblemente articulada

K = 1

	F _y	F _u
A-36	36 ksi	58 ksi
A-50	50 ksi	65 ksi
E =	29,400 ksi	

TIPO	K
Doblemente articulada	1
Doblemente empotrada	0.5
Empotrada	2

1. VERIFICACIÓN DE PANDEO LOCAL

1° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$

K = 1
L = 54.93 in
r_{xx} = 0.46 in
KL/r_{xx} = 120.2

K = 1
L = 54.93 in
r_{yy} = 0.46 in
KL/r_{yy} = 120.2

CUMPLE

CUMPLE

2° Calcular $\lambda = h/t_w$

PARA EL ALMA
h = 1 1/2 in
t_w = 3/16 in
λ = 8.0

PARA EL ALA
h = 1 1/2 in
t_w = 3/16 in
λ = 8.0

3° Calcular

P_u = 9.66 kip
φ_b = 9/10 in
F_y = 36 ksi
A = 1.05 in²
P_u / (φ_b P_y) = 0.28

$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$

1) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125$ $\lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$

2) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125$ $\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

λ_p = 65.167 > 42.17 OK

λ_p = 65.17

CASO 2)

4° Calcular

$\lambda_r = \frac{76}{\sqrt{F_y}}$

PARA EL ALMA λ_r = 12.67 PARA EL ALA λ_r = 12.67

λ = 8.0 < 65.17 > 12.67

λ = 8.0 < 65.17 > 12.67

CUMPLE

CUMPLE

Fuente: Propio

**2. VERIFICACIÓN DE PANDEO LATERAL
COMPRESION**

1° Calcular relacion de esbeltez $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

$K =$	1
$L =$	54.93 in
$r_{xx} =$	.457 in
$F_y =$	36 ksi
$E =$	29,400 ksi
$\lambda_c =$	1.34

$K =$	1
$L =$	54.93 in
$r_{yy} =$	.457 in
$F_y =$	36 ksi
$E =$	29,400 ksi
$\lambda_c =$	1.34

2° Calcular F_{cr} , Según las Condiciones

CASO 2)

1) $\lambda_c \geq 1.5$ $F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2}\right) F_y$ **ESBELTA**

2) $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = (0.685^{\lambda_c^2}) F_y$ **INTERMEDIA**

$F_{cr} = 18.27 \text{ ksi}$

$F_{cr} = 18.27 \text{ ksi}$

ESCOGEMOS EL MENOR

3° Calcular P_n (Axial Resistente)

$A =$	1.05 in ²
$F_{cr} =$	18.27 ksi
$P_n =$	19.26 kip

$P_n = F_{cr} \cdot A$

4° Comparamos que $P_u < \phi P_n$

$P_u =$	9.66 kip
$\phi =$	0.85
$P_n =$	19.26 kip
$\phi P_n =$	16.37 kip

$P_u \leq \phi P_n$

CUMPLE

3. VERIFICACIÓN A TRACCIÓN

1° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 300$

$K =$	1
$L =$	54.93 in
$r_{xx} =$	.457 in
$KL/r_{xx} =$	120.20

$K =$	1
$L =$	54.93 in
$r_{yy} =$	.457 in
$KL/r_{yy} =$	120.20

CUMPLE

CUMPLE

2° $P_u \leq 0.9F_y A_g$

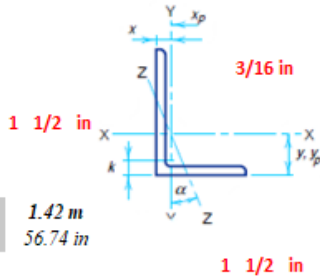
$F_y =$	36 ksi
$A_g =$	1.05 in ²
$0.9F_y A_g =$	34.15 kip
$P_u =$	4.59 kip

CUMPLE

Fuente: Propio

Tabla N° 59 Diseño de la brida superior.

DISEÑO DE PERFILES ANGULARES - BRIDA SUPERIOR



L = 1.42 m
L = 56.74 in

L1-1/2x1-1/2x3/16

PROPIEDADES DE UN ANGULO

A = .53 in²
I_{xx} = 0.110 in⁴ I_{yy} = 0.110 in⁴
r_{xx} = .457 in r_{yy} = .457 in

COMPRESION	
Pu = 3,354 Kgf	
Pu = 7.38 kip	

TRACCION	
Pu = 3,827 Kgf	
Pu = 8.42 kip	

TIPO DE ACERO	
A-36	
Fy =	36 ksi
Fu =	58 ksi

EULER	
Doblemente articulada	
K	1

	Fy	Fu
A-36	36 ksi	58 ksi
A-50	50 ksi	65 ksi
E =	29,400 ksi	

TIPO	K
Doblemente articulada	1
Doblemente empotrada	0.5
Empotrada	2

1. VERIFICACIÓN DE PANDEO LOCAL

1° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$
K = 1
L = 56.74 in
r_{xx} = 0.46 in
KL/r_{xx} = 124.2

K = 1
L = 56.74 in
r_{yy} = 0.46 in
KL/r_{yy} = 124.2

CUMPLE

CUMPLE

2° Calcular $\lambda = h/t_w$
PARA EL ALMA
h = 1 1/2 in
tw = 3/16 in
λ = 8.0

PARA EL ALA
h = 1 1/2 in
tw = 3/16 in
λ = 8.0

3° Calcular
Pu = 7.38 kip
φb = 9/10 in
Fy = 36 ksi
A = 1.05 in²
Pu/(φb Fy) = 0.22
λp = 67.293 > 42.17 **OK**
λp = 67.29

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

1) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125$ $\lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y}\right)$

2) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125$ $\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y}\right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

CASO 2)

4° Calcular $\lambda_r = \frac{76}{\sqrt{F_y}}$
λ = 8.0 < 67.29 > 12.67
8.0 < 67.29 > 12.67

PARA EL ALMA
λr = 12.67

PARA EL ALA
λr = 12.67

CUMPLE
CUMPLE

Fuente: Propio

2. VERIFICACIÓN DE PANDEO LATERAL
COMPRESION

1° Calcular relacion de esbeltez $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K =	1
L =	56.74 in
r _{xx} =	.457 in
F _y =	36 ksi
E =	29,400 ksi
λ _c =	1.38

K =	1
L =	56.74 in
r _{yy} =	.457 in
F _y =	36 ksi
E =	29,400 ksi
λ _c =	1.38

2° Calcular F_{cr}, Según las Condiciones

CASO 2)

- 1) $\lambda_c \geq 1.5$ $F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2}\right) F_y$ **ESBELTA**
- 2) $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = (0.685^{\lambda_c^2}) F_y$ **INTERMEDIA**

F_{cr} = 17.46 ksi

F_{cr} = 17.46 ksi

ESCOGEMOS EL MENOR

3° Calcular P_n (Axial Resistente)

A =	1.05 in ²
F _{cr} =	17.46 ksi
P _n =	18.40 kip

$P_n = F_{cr} \cdot A$

4° Comparamos que P_u < φ P_n

P _u =	7.38 kip
φ =	0.85
P _n =	18.40 kip
φP _n =	15.64 kip

$P_u \leq \phi P_n$

CUMPLE

3. VERIFICACIÓN A TRACCIÓN

1° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	1
L =	56.74 in
r _{xx} =	.457 in
KL/r _{xx} =	124.16

K =	1
L =	56.74 in
r _{yy} =	.457 in
KL/r _{yy} =	124.16

CUMPLE

CUMPLE

2° $P_u \leq 0.9F_y A_g$

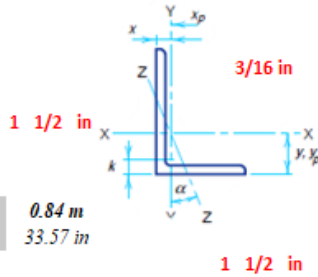
F _y =	36 ksi
A _g =	1.05 in ²
0.9F _y A _g =	34.15 kip
P _u =	8.42 kip

CUMPLE

Fuente: Propio

Tabla N° 60 Diseño de la diagonal.

DISEÑO DE PERFILES ANGULARES - DIAGONAL



L1-1/2x1-1/2x3/16

PROPIEDADES DE UN ANGULO

A =	.53 in ²	I _{yy} =	0.110 in ⁴
I _{xx} =	0.110 in ⁴	r _{yy} =	.457 in
r _{xx} =	.457 in	r _{yy} =	.457 in

COMPRESION

P _u =	1,639 Kgf
P _u =	3.61 kip

TRACCION

P _u =	946 Kgf
P _u =	2.08 kip

TIPO DE ACERO

A -36		
F _y =	36 ksi	
F _u =	58 ksi	

EULER

Doblemente articulada	
K	1

	F _y	F _u
A -36	36 ksi	58 ksi
A -50	50 ksi	65 ksi
E =	29,400 ksi	

TIPO	K
Doblemente articulada	1
Doblemente empotrada	0.5
Empotrada	2

1. VERIFICACIÓN DE PANDEO LOCAL

1° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$

K =	1
L =	33.57 in
r _{xx} =	0.46 in
KL/r _{xx} =	73.4

K =	1
L =	33.57 in
r _{yy} =	0.46 in
KL/r _{yy} =	73.4

CUMPLE

CUMPLE

2° Calcular $\lambda = h/t_w$

PARA EL ALMA	
h =	1 1/2 in
t _w =	3/16 in
λ =	8.0

PARA EL ALA	
h =	1 1/2 in
t _w =	3/16 in
λ =	8.0

3° Calcular

P _u =	3.61 kip
φ _b =	9/10 in
F _y =	36 ksi
A =	1.05 in ²
P _u / (φ _b P _y) =	0.11

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

1) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125$ $\lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y}\right)$

2) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125$ $\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y}\right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

$\lambda_p = \frac{75.694}{75.69} > 42.17$ **OK**

CASO 1)

4° Calcular

$$\lambda_r = \frac{76}{\sqrt{F_y}}$$

PARA EL ALMA	
λ _r =	12.67

PARA EL ALA	
λ _r =	12.67

λ =	8.0	<	λ _p	>	λ _r
	8.0	<	75.69	>	12.67
	8.0	<	75.69	>	12.67

CUMPLE

CUMPLE

Fuente: Propio

2. VERIFICACIÓN DE PANDEO LATERAL COMPRESION

1° Calcular relacion de esbeltez $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

$K =$	1	$K =$	1
$L =$	33.57 in	$L =$	33.57 in
$r_{xx} =$	.457 in	$r_{yy} =$	.457 in
$F_y =$	36 ksi	$F_y =$	36 ksi
$E =$	29,400 ksi	$E =$	29,400 ksi
$\lambda_c =$	0.82	$\lambda_c =$	0.82

2° Calcular F_{cr} , Según las Condiciones

CASO 2)

1) $\lambda_c \geq 1.5$ $F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2}\right) F_y$ **ESBELTA**

2) $\lambda_c < 1.5$ $F_{cr} = (0.685^{\lambda_c^2}) F_y$ **INTERMEDIA**

$F_{cr} = 27.95 \text{ ksi}$ $F_{cr} = 27.95 \text{ ksi}$

ESCOGEMOS EL MENOR

3° Calcular P_n (Axial Resistente)

$A =$	1.05 in ²	$P_n = F_{cr} \cdot A$
$F_{cr} =$	27.95 ksi	
$P_n =$	29.46 kip	

4° Comparamos que $P_u < \phi P_n$

$P_u =$	3.61 kip	$P_u \leq \phi P_n$
$\phi =$	0.85	
$P_n =$	29.46 kip	
$\phi P_n =$	25.04 kip	

CUMPLE

3. VERIFICACIÓN A TRACCIÓN

1° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 300$

$K =$	1	$K =$	1
$L =$	33.57 in	$L =$	33.57 in
$r_{xx} =$	.457 in	$r_{yy} =$	.457 in
$KL/r_{xx} =$	73.45	$KL/r_{yy} =$	73.45

CUMPLE

CUMPLE

2° $P_u \leq 0.9F_y A_g$

$F_y =$	36 ksi
$A_g =$	1.05 in ²
$0.9F_y A_g =$	34.15 kip
$P_u =$	2.08 kip

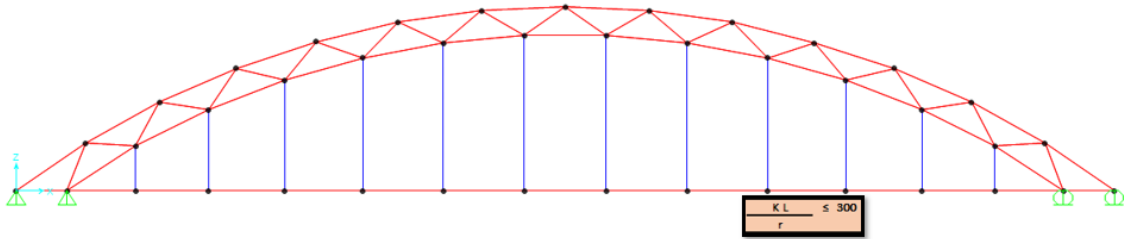
CUMPLE

Fuente: Propio

Tabla N° 61 Diseño del tensor.

VERIFICACION DEL TENSOR POR TRACCIÓN

$$\frac{K L}{r} \leq 300$$



Si: $K = 1$ (Elemento articulado en ambos extremos)

Diámetro de la barra: $3/4''$

ÁREA	INERCIA	RADIO DE GIRO
$A = \pi \cdot d^2 / 4$	$I = \pi \cdot d^4 / 64$	$r = (I / A)^{1/2}$
$A = 0.00029 \text{ m}^2$	$I = 0.000000006 \text{ m}^4$	$r = 0.0048 \text{ m}$

Long. Máx del Tensor: 1.43 m

Longitud de Tensor: 1.42 m

Entonces: $\frac{K L}{r} = 298.81 \leq 300$ **OK!**

CARGAS PUNTUALES (Peso de Tirante y Tensor)

PROPIEDADES BARRA DE ACERO LISA	
DIÁMETRO	PESO (kg/m)
3/8''	0.559
1/2''	0.994
5/8''	1.554
3/4''	2.237
7/8''	3.045
1''	3.978
1 1/8''	5.084
1 1/4''	6.215
1 3/8''	7.520
1 1/2''	8.950
1 3/4''	12.182
2''	15.911
2 1/4''	20.137
2 1/2''	24.860

Considerando: **12 cuerdas**

De la estructura se tienen las siguientes longitudes:

Longitud de cada tramo del Tensor	
Longitud de Tirante 1 y 12	0.75 m
Longitud de Tirante 2 y 11	1.37 m
Longitud de Tirante 3 y 10	1.86 m
Longitud de Tirante 4 y 9	2.24 m
Longitud de Tirante 5 y 8	2.49 m
Longitud de Tirante 6 y 7	2.62 m

Tensor: Barra de acero redonda	3/4''
Tirante: Barra de acero redonda	3/8''

Carga en la Cable 1 y 12:

Elemento	Longitud	Peso	Carga
Tirante	0.75 m	0.56 kg/m	0.42 kg
Tensor	1.42 m	2.237 kg/m	3.18 kg
Carga Puntual			3.60 kg

Carga en la Cable 2 y 11:

Elemento	Longitud	Peso	Carga
Tirante	1.37 m	0.56 kg/m	0.77 kg
Tensor	1.42 m	2.237 kg/m	3.18 kg
Carga Puntual			3.95 kg

Carga en la Cable 3 y 10:

Elemento	Longitud	Peso	Carga
Tirante	1.86 m	0.56 kg/m	1.04 kg
Tensor	1.42 m	2.237 kg/m	3.18 kg
Carga Puntual			4.22 kg

Carga en la Cable 4 y 9:

Elemento	Longitud	Peso	Carga
Tirante	2.24 m	0.56 kg/m	1.25 kg
Tensor	1.42 m	2.237 kg/m	3.18 kg
Carga Puntual			4.44 kg

Carga en la Cable 5 y 8:

Elemento	Longitud	Peso	Carga
Tirante	2.49 m	0.56 kg/m	1.39 kg
Tensor	1.42 m	2.237 kg/m	3.18 kg
Carga Puntual			4.58 kg

Carga en la Cable 6 y 7:

Elemento	Longitud	Peso	Carga
Tirante	2.62 m	0.56 kg/m	1.46 kg
Tensor	1.42 m	2.237 kg/m	3.18 kg
Carga Puntual			4.65 kg

ELEMENTO	Pu					
DENOMINACIÓN	LONG. (cm)	COMP. (kg)	COMP. (KIPS)	LONG. (cm)	TRAC. (KG)	TRAC. (KIPS)
TENSOR	142.31	0.00	0.00	142.31	1164.13	2.57
TIRANTE	262.00	0.00	0.00	262.00	6.51	0.01

ELEMENTO	PROP. DEL ACERO					
	Res. Fluencia		Res. Última		Mód. Elastic.	
	Fy (kg/cm²)	Fy (KSI)	Fu (kg/cm²)	Fu (KSI)	E (kg/cm²)	E (KSI)
TENSOR	2400	34	4200	60	2100000.00	29870
TIRANTE	2400	34	4200	60	2100000.00	29870

ELEMENTO	Factor K	Diámetro	Seccion Circular Maciza					
			Área		Inercia		Radio de Giro	
			A (cm²)	A (in²)	I (cm⁴)	I (in⁴)	r (cm)	r (in)
TENSOR	1	3/4 in	2.85	0.44	0.65	0.02	0.476	0.188
TIRANTE	1	3/8 in	0.71	0.11	0.04	0.00	0.238	0.094

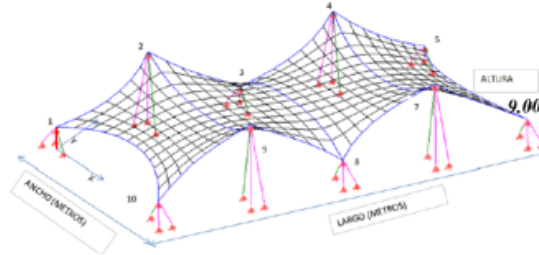
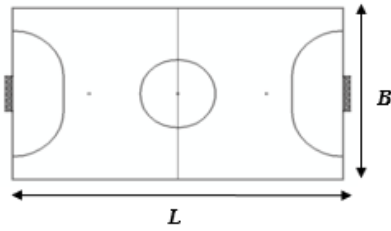
ELEMENTO	DISEÑO EN TRACCIÓN						
	Esbetnez	Área Total		Área Efectiva		Comprobación	
		KL/r	KL/r ≤ 300	Ag (cm²)	Ag (in²)		Ae (cm²)	Ae (in²)
TENSOR	298.81	OK!	0.54	0.08	0.37	0.06	OK!
TIRANTE	275.07	OK!	0.00	0.00	0.00	0.00	OK!

Fuente: Propio

4.1.3.8 Diseño de la estructura tensionada.

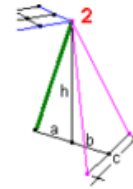
Tabla N° 62 Dimensionamiento de la estructura tensionada.

DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA TENSIONADA



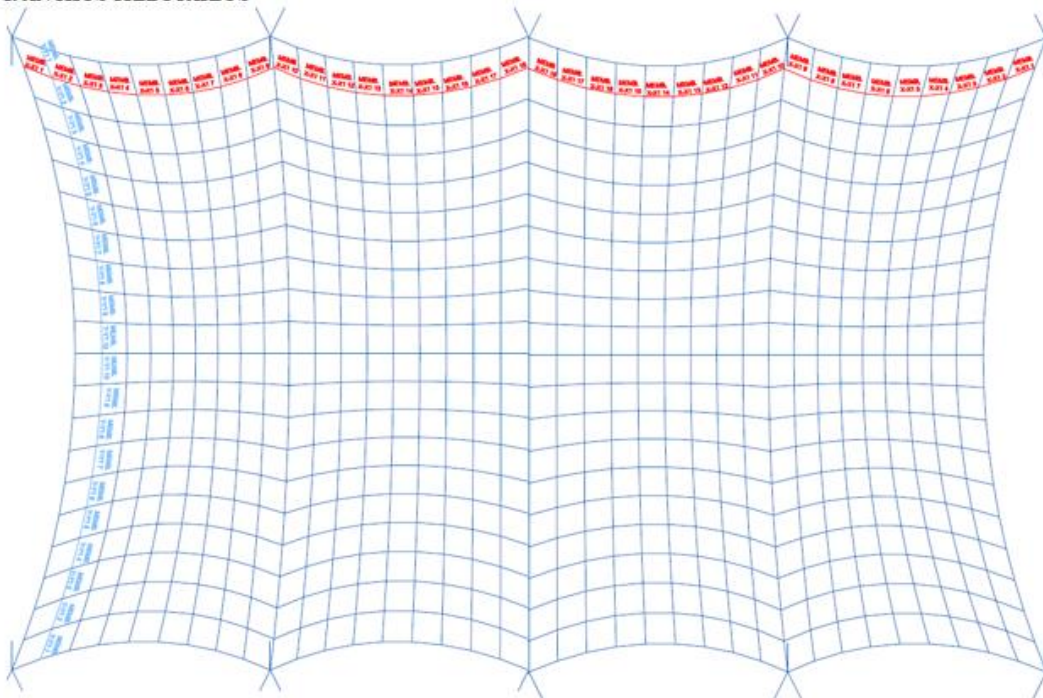
DATOS GENERALES		
<i>L</i>	34	m
<i>B</i>	18	m
<i>Area</i>	612	m ²
<i>h</i>	9	m

INCLINACIÓN		
θ	26.57	°



DATOS GEOMÉTRICOS DE LA ESTRUCTURA							
	X	Y	Z	h	a	b	c
1	0	0	0	6	1	1	1
2	0	9	0	9	1	1	1
3	0	18	0	6	1	1	1
4	0	27	0	9	1	1	1
5	0	36	0	6	1	1	1
6	26	36	0	6	1	1	1
7	26	27	0	9	1	1	1
8	26	18	0	6	1	1	1
9	26	9	0	9	1	1	1
10	26	0	0	6	1	1	1

2. ANCHOS TRIBUTARIOS



Fuente: Propio

Tabla N° 63 Anchos tributarios

MEMBRANA Y-Y	ANCHO
MEMB X-X0-1	0.54
MEMB X-X0-2	0.54
MEMB X-X0-3	0.54
MEMB X-X0-4	0.54
MEMB X-X0-5	0.53
MEMB X-X0-6	0.53
MEMB X-X0-7	0.54
MEMB X-X0-8	0.54
MEMB X-X0-9	0.55
MEMB X-X0-10	0.54
MEMB X-X0-11	0.54
MEMB X-X0-12	0.53
MEMB X-X0-13	0.53
MEMB X-X0-14	0.53
MEMB X-X0-15	0.53
MEMB X-X0-16	0.54
MEMB X-X0-17	0.54
MEMB X-X0-18	0.55
MEMB X-X1-1	1.08
MEMB X-X1-2	1.07
MEMB X-X1-3	1.07
MEMB X-X1-4	1.07
MEMB X-X1-5	1.06
MEMB X-X1-6	1.06
MEMB X-X1-7	1.07
MEMB X-X1-8	1.08
MEMB X-X1-9	1.1
MEMB X-X1-10	1.08
MEMB X-X1-11	1.07
MEMB X-X1-12	1.06
MEMB X-X1-13	1.05
MEMB X-X1-14	1.05
MEMB X-X1-15	1.05
MEMB X-X1-16	1.07
MEMB X-X1-17	1.08
MEMB X-X1-18	1.1
MEMB X-X2-1	1.06
MEMB X-X2-2	1.06
MEMB X-X2-3	1.05
MEMB X-X2-4	1.05
MEMB X-X2-5	1.05
MEMB X-X2-6	1.05
MEMB X-X2-7	1.06
MEMB X-X2-8	1.08
MEMB X-X2-9	1.1
MEMB X-X2-10	1.08
MEMB X-X2-11	1.06
MEMB X-X2-12	1.05
MEMB X-X2-13	1.04
MEMB X-X2-14	1.03
MEMB X-X2-15	1.04
MEMB X-X2-16	1.06
MEMB X-X2-17	1.08
MEMB X-X2-18	1.1

MEMBRANA X-X	ANCHO
MEMB Y-Y0-1	0.54
MEMB Y-Y0-2	0.54
MEMB Y-Y0-3	0.53
MEMB Y-Y0-4	0.53
MEMB Y-Y0-5	0.52
MEMB Y-Y0-6	0.52
MEMB Y-Y0-7	0.51
MEMB Y-Y0-8	0.5
MEMB Y-Y0-9	0.5
MEMB Y-Y0-10	0.49
MEMB Y-Y0-11	0.49
MEMB Y-Y0-12	0.49
MEMB Y-Y1-1	1.07
MEMB Y-Y1-2	1.07
MEMB Y-Y1-3	1.05
MEMB Y-Y1-4	1.04
MEMB Y-Y1-5	1.03
MEMB Y-Y1-6	1.02
MEMB Y-Y1-7	1.01
MEMB Y-Y1-8	0.99
MEMB Y-Y1-9	0.99
MEMB Y-Y1-10	0.98
MEMB Y-Y1-11	0.97
MEMB Y-Y1-12	0.97
MEMB Y-Y2-1	1.06
MEMB Y-Y2-2	1.05
MEMB Y-Y2-3	1.03
MEMB Y-Y2-4	1.01
MEMB Y-Y2-5	1.01
MEMB Y-Y2-6	0.99
MEMB Y-Y2-7	0.99
MEMB Y-Y2-8	0.98
MEMB Y-Y2-9	0.98
MEMB Y-Y2-10	0.98
MEMB Y-Y2-11	0.96
MEMB Y-Y2-12	0.96
MEMB Y-Y3-1	1.06
MEMB Y-Y3-2	1.04
MEMB Y-Y3-3	1.02
MEMB Y-Y3-4	1
MEMB Y-Y3-5	1
MEMB Y-Y3-6	0.98
MEMB Y-Y3-7	0.98
MEMB Y-Y3-8	0.98
MEMB Y-Y3-9	0.98
MEMB Y-Y3-10	0.98
MEMB Y-Y3-11	0.96
MEMB Y-Y3-12	0.96
MEMB Y-Y4-1	1.06
MEMB Y-Y4-2	1.04
MEMB Y-Y4-3	1.02
MEMB Y-Y4-4	1
MEMB Y-Y4-5	1
MEMB Y-Y4-6	0.98

MEMB X-X3-1	1.05
MEMB X-X3-2	1.05
MEMB X-X3-3	1.03
MEMB X-X3-4	1.03
MEMB X-X3-5	1.03
MEMB X-X3-6	1.04
MEMB X-X3-7	1.05
MEMB X-X3-8	1.07
MEMB X-X3-9	1.1
MEMB X-X3-10	1.07
MEMB X-X3-11	1.05
MEMB X-X3-12	1.03
MEMB X-X3-13	1.03
MEMB X-X3-14	1.02
MEMB X-X3-15	1.04
MEMB X-X3-16	1.05
MEMB X-X3-17	1.07
MEMB X-X3-18	1.1
MEMB X-X4-1	1.06
MEMB X-X4-2	1.04
MEMB X-X4-3	1.02
MEMB X-X4-4	1.02
MEMB X-X4-5	1.02
MEMB X-X4-6	1.03
MEMB X-X4-7	1.04
MEMB X-X4-8	1.06
MEMB X-X4-9	1.1
MEMB X-X4-10	1.06
MEMB X-X4-11	1.04
MEMB X-X4-12	1.02
MEMB X-X4-13	1.01
MEMB X-X4-14	1.01
MEMB X-X4-15	1.03
MEMB X-X4-16	1.04
MEMB X-X4-17	1.06
MEMB X-X4-18	1.1
MEMB X-X5-1	1.06
MEMB X-X5-2	1.03
MEMB X-X5-3	1.01
MEMB X-X5-4	1.01
MEMB X-X5-5	1.01
MEMB X-X5-6	1.02
MEMB X-X5-7	1.04
MEMB X-X5-8	1.06
MEMB X-X5-9	1.1
MEMB X-X5-10	1.06
MEMB X-X5-11	1.04
MEMB X-X5-12	1.01
MEMB X-X5-13	1
MEMB X-X5-14	1
MEMB X-X5-15	1.01
MEMB X-X5-16	1.04
MEMB X-X5-17	1.06
MEMB X-X5-18	1.1

MEMB Y-Y4-7	0.98
MEMB Y-Y4-8	0.98
MEMB Y-Y4-9	0.98
MEMB Y-Y4-10	0.98
MEMB Y-Y4-11	0.97
MEMB Y-Y4-12	0.97
MEMB Y-Y5-1	1.06
MEMB Y-Y5-2	1.04
MEMB Y-Y5-3	1.02
MEMB Y-Y5-4	1
MEMB Y-Y5-5	1
MEMB Y-Y5-6	0.98
MEMB Y-Y5-7	0.98
MEMB Y-Y5-8	0.98
MEMB Y-Y5-9	0.98
MEMB Y-Y5-10	0.98
MEMB Y-Y5-11	0.98
MEMB Y-Y5-12	0.98
MEMB Y-Y6-1	1.06
MEMB Y-Y6-2	1.04
MEMB Y-Y6-3	1.02
MEMB Y-Y6-4	1.01
MEMB Y-Y6-5	1
MEMB Y-Y6-6	0.98
MEMB Y-Y6-7	0.98
MEMB Y-Y6-8	0.98
MEMB Y-Y6-9	0.98
MEMB Y-Y6-10	0.98
MEMB Y-Y6-11	0.97
MEMB Y-Y6-12	0.97
MEMB Y-Y7-1	1.06
MEMB Y-Y7-2	1.05
MEMB Y-Y7-3	1.03
MEMB Y-Y7-4	1.03
MEMB Y-Y7-5	1.01
MEMB Y-Y7-6	1
MEMB Y-Y7-7	0.99
MEMB Y-Y7-8	0.98
MEMB Y-Y7-9	0.98
MEMB Y-Y7-10	0.98
MEMB Y-Y7-11	0.96
MEMB Y-Y7-12	0.96
MEMB Y-Y8-1	1.07
MEMB Y-Y8-2	1.06
MEMB Y-Y8-3	1.05
MEMB Y-Y8-4	1.04
MEMB Y-Y8-5	1.03
MEMB Y-Y8-6	1.02
MEMB Y-Y8-7	1.01
MEMB Y-Y8-8	0.99
MEMB Y-Y8-9	0.99
MEMB Y-Y8-10	0.98
MEMB Y-Y8-11	0.97
MEMB Y-Y8-12	0.97

MEMB X-X6-1	1.06
MEMB X-X6-2	1.02
MEMB X-X6-3	1
MEMB X-X6-4	1
MEMB X-X6-5	1
MEMB X-X6-6	1.01
MEMB X-X6-7	1.03
MEMB X-X6-8	1.06
MEMB X-X6-9	1.1
MEMB X-X6-10	1.06
MEMB X-X6-11	1.03
MEMB X-X6-12	1
MEMB X-X6-13	1
MEMB X-X6-14	1
MEMB X-X6-15	1
MEMB X-X6-16	1.03
MEMB X-X6-17	1.06
MEMB X-X6-18	1.1
MEMB X-X7-1	1.05
MEMB X-X7-2	1.02
MEMB X-X7-3	1
MEMB X-X7-4	1
MEMB X-X7-5	1
MEMB X-X7-6	1
MEMB X-X7-7	1.02
MEMB X-X7-8	1.06
MEMB X-X7-9	1.1
MEMB X-X7-10	1.06
MEMB X-X7-11	1.02
MEMB X-X7-12	1
MEMB X-X7-13	1
MEMB X-X7-14	1
MEMB X-X7-15	1
MEMB X-X7-16	1.02
MEMB X-X7-17	1.06
MEMB X-X7-18	1.1
MEMB X-X8-1	1.04
MEMB X-X8-2	1.02
MEMB X-X8-3	1
MEMB X-X8-4	0.99
MEMB X-X8-5	0.99
MEMB X-X8-6	0.99
MEMB X-X8-7	1.01
MEMB X-X8-8	1.05
MEMB X-X8-9	1.1
MEMB X-X8-10	1.05
MEMB X-X8-11	1.02
MEMB X-X8-12	1
MEMB X-X8-13	0.99
MEMB X-X8-14	0.99
MEMB X-X8-15	1
MEMB X-X8-16	1.02
MEMB X-X8-17	1.05
MEMB X-X8-18	1.1

MEMB Y-Y9-1	1.08
MEMB Y-Y9-2	1.06
MEMB Y-Y9-3	1.06
MEMB Y-Y9-4	1.04
MEMB Y-Y9-5	1.03
MEMB Y-Y9-6	1.01
MEMB Y-Y9-7	1
MEMB Y-Y9-8	0.99
MEMB Y-Y9-9	0.99
MEMB Y-Y9-10	0.97
MEMB Y-Y9-11	0.97
MEMB Y-Y9-12	0.97
MEMB Y-Y10-1	1.07
MEMB Y-Y10-2	1.05
MEMB Y-Y10-3	1.04
MEMB Y-Y10-4	1.02
MEMB Y-Y10-5	1
MEMB Y-Y10-6	0.98
MEMB Y-Y10-7	0.96
MEMB Y-Y10-8	0.96
MEMB Y-Y10-9	0.96
MEMB Y-Y10-10	0.95
MEMB Y-Y10-11	0.95
MEMB Y-Y10-12	0.95
MEMB Y-Y11-1	1.06
MEMB Y-Y11-2	1.03
MEMB Y-Y11-3	1.01
MEMB Y-Y11-4	0.99
MEMB Y-Y11-5	0.98
MEMB Y-Y11-6	0.96
MEMB Y-Y11-7	0.95
MEMB Y-Y11-8	0.94
MEMB Y-Y11-9	0.94
MEMB Y-Y11-10	0.94
MEMB Y-Y11-11	0.93
MEMB Y-Y11-12	0.93
MEMB Y-Y12-1	1.05
MEMB Y-Y12-2	1.02
MEMB Y-Y12-3	1
MEMB Y-Y12-4	0.98
MEMB Y-Y12-5	0.97
MEMB Y-Y12-6	0.95
MEMB Y-Y12-7	0.95
MEMB Y-Y12-8	0.94
MEMB Y-Y12-9	0.94
MEMB Y-Y12-10	0.94
MEMB Y-Y12-11	0.93
MEMB Y-Y12-12	0.93
MEMB Y-Y13-1	1.04
MEMB Y-Y13-2	1.02
MEMB Y-Y13-3	0.99
MEMB Y-Y13-4	0.97
MEMB Y-Y13-5	0.96
MEMB Y-Y13-6	0.94

MEMB X-X9-1	1.03
MEMB X-X9-2	1.01
MEMB X-X9-3	0.99
MEMB X-X9-4	0.98
MEMB X-X9-5	0.98
MEMB X-X9-6	0.98
MEMB X-X9-7	1.01
MEMB X-X9-8	1.04
MEMB X-X9-9	1.1
MEMB X-X9-10	1.04
MEMB X-X9-11	1.02
MEMB X-X9-12	0.99
MEMB X-X9-13	0.98
MEMB X-X9-14	0.98
MEMB X-X9-15	1
MEMB X-X9-16	1.02
MEMB X-X9-17	1.04
MEMB X-X9-18	1.1
MEMB X-X10-1	1.03
MEMB X-X10-2	1
MEMB X-X10-3	0.98
MEMB X-X10-4	0.98
MEMB X-X10-5	0.98
MEMB X-X10-6	0.98
MEMB X-X10-7	1.02
MEMB X-X10-8	1.04
MEMB X-X10-9	1.1
MEMB X-X10-10	1.04
MEMB X-X10-11	1.02
MEMB X-X10-12	0.98
MEMB X-X10-13	0.98
MEMB X-X10-14	0.98
MEMB X-X10-15	1
MEMB X-X10-16	1.02
MEMB X-X10-17	1.04
MEMB X-X10-18	1.1
MEMB X-X11-1	1.04
MEMB X-X11-2	1
MEMB X-X11-3	0.98
MEMB X-X11-4	0.98
MEMB X-X11-5	0.98
MEMB X-X11-6	0.98
MEMB X-X11-7	1.01
MEMB X-X11-8	1.04
MEMB X-X11-9	1.1
MEMB X-X11-10	1.04
MEMB X-X11-11	1.01
MEMB X-X11-12	0.98
MEMB X-X11-13	0.98
MEMB X-X11-14	0.98
MEMB X-X11-15	0.99
MEMB X-X11-16	1.01
MEMB X-X11-17	1.04
MEMB X-X11-18	1.1

MEMB Y-Y13-7	0.94
MEMB Y-Y13-8	0.94
MEMB Y-Y13-9	0.94
MEMB Y-Y13-10	0.94
MEMB Y-Y13-11	0.94
MEMB Y-Y13-12	0.94
MEMB Y-Y14-1	1.04
MEMB Y-Y14-2	1.02
MEMB Y-Y14-3	0.99
MEMB Y-Y14-4	0.97
MEMB Y-Y14-5	0.96
MEMB Y-Y14-6	0.94
MEMB Y-Y14-7	0.94
MEMB Y-Y14-8	0.94
MEMB Y-Y14-9	0.94
MEMB Y-Y14-10	0.94
MEMB Y-Y14-11	0.94
MEMB Y-Y14-12	0.94
MEMB Y-Y15-1	1.04
MEMB Y-Y15-2	1.02
MEMB Y-Y15-3	1
MEMB Y-Y15-4	0.98
MEMB Y-Y15-5	0.96
MEMB Y-Y15-6	0.95
MEMB Y-Y15-7	0.94
MEMB Y-Y15-8	0.94
MEMB Y-Y15-9	0.94
MEMB Y-Y15-10	0.94
MEMB Y-Y15-11	0.93
MEMB Y-Y15-12	0.93
MEMB Y-Y16-1	1.05
MEMB Y-Y16-2	1.03
MEMB Y-Y16-3	1.01
MEMB Y-Y16-4	0.99
MEMB Y-Y16-5	0.97
MEMB Y-Y16-6	0.97
MEMB Y-Y16-7	0.95
MEMB Y-Y16-8	0.94
MEMB Y-Y16-9	0.94
MEMB Y-Y16-10	0.94
MEMB Y-Y16-11	0.93
MEMB Y-Y16-12	0.93
MEMB Y-Y17-1	1.07
MEMB Y-Y17-2	1.05
MEMB Y-Y17-3	1.04
MEMB Y-Y17-4	1.02
MEMB Y-Y17-5	1
MEMB Y-Y17-6	0.99
MEMB Y-Y17-7	0.98
MEMB Y-Y17-8	0.96
MEMB Y-Y17-9	0.96
MEMB Y-Y17-10	0.95
MEMB Y-Y17-11	0.95
MEMB Y-Y17-12	0.95

MEMB X-X12-1	1.04
MEMB X-X12-2	1
MEMB X-X12-3	0.98
MEMB X-X12-4	0.98
MEMB X-X12-5	0.98
MEMB X-X12-6	0.98
MEMB X-X12-7	1
MEMB X-X12-8	1.04
MEMB X-X12-9	1.1
MEMB X-X12-10	1.04
MEMB X-X12-11	1
MEMB X-X12-12	0.98
MEMB X-X12-13	0.98
MEMB X-X12-14	0.98
MEMB X-X12-15	0.98
MEMB X-X12-16	1
MEMB X-X12-17	1.04
MEMB X-X12-18	1.1

MEMB Y-Y18-1	1.08
MEMB Y-Y18-2	1.06
MEMB Y-Y18-3	1.06
MEMB Y-Y18-4	1.04
MEMB Y-Y18-5	1.02
MEMB Y-Y18-6	1
MEMB Y-Y18-7	1
MEMB Y-Y18-8	0.98
MEMB Y-Y18-9	0.98
MEMB Y-Y18-10	0.96
MEMB Y-Y18-11	0.96
MEMB Y-Y18-12	0.96

Fuente: Propio

Tabla N° 64 Cálculo de la presión del viento / RNE – E0.20

CÁLCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO / RNE-E020

DATOS		
VELOCIDAD	85.00	kph
ALTURA	9.00	m
DIRECCIÓN	60.00	grados

Mapa eólico



1. CORRECCIÓN DE LA VELOCIDAD POR ALTURA

$$V_h = V * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

ALTURA	9.00	m	No corregir ≥ 75 kph
Vh	85.00	kph	
Vh	85.00	kph	

2. CÁLCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

$$q = 0.005 (v_h^2)$$

q	36.13	Kg/m2	≥ 15 kg/m2
q	36.13	Kg/m2	

3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RÁFAGA

CLASIFICACIÓN DE EFICACIONES SUJETOS A VIENTO		
TIPOS	DESCRIPCIÓN	CR
TIPO 1	Edificaciones comunes	1.00
TIPO 2	Muy esbeltos (relación V/H ≥ 5/1)	1.20
	Edif. De H > 60 m	
	Edif. Con periodo de vibración > 2 seg	
TIPO 3	Altura intermedia	Criterio

Cr	1.00
----	------

6. RESUMEN DE COEFICIENTES

	BARLO.	SOTA.
CARAS	E	F
C _{pe}	-0.6	-0.6

7. DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

	CARAS	
	Barlovento	Sotavento
	E	F
PCERR	-21.68	-21.68

$$P = C_p * C_r * q$$

TABLA 4
FACTORES DE FORMA (C) *


CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección 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.

Fuente: Propio

Tabla N° 65 Metrado de cargas.

METRADOS DE CARGAS						
DEAD		NOMBRE DEL MATERIAL	RESISTENCIA daN/Scm	RESISTENCIA T/m	PESO kg/m2	E T/m
W malla PVC	0.59 kg/m2	Ferrari-Fluotop-T2-502	250/250	5.1/5.1	0.59	30/30
S	0.59 kg/m2	Ferrari-Fluotop-T2-702	300/280	6.12/5.71	0.75	40/40
		Ferrari-Fluotop-T2-1002	420/400	8.57/8.16	1.05	50/50
		Ferrari-Fluotop-T2-1202	560/560	11.42/11.42	1.25	65/65
		Ferrari-Fluotop-T2-1302	800/700	16.32/14.28	1.35	80/80
		Ferrari-Fluotop-T2-1502	1000/800	20.39/16.32	1.5	90/90
		ETFE-200	15	0.31	0.3	16
LIVE		DATOS DEL CABLE		DATOS DEL TUBO		
Sobrecarga	30.00 kg/m2	DENSIDAD DEL CABLE	7.85 T/m3	DENSIDAD DEL MASTIL	7.85 T/m3	

A PUERTAS CERRADAS	
-0.60	-0.60
	

Fuente: Propio

Tabla N° 66 Cargas en los puntos.

CARGAS GENERALES				CARGAS GENERALES					
EN EL PUNTO				EN EL PUNTO					
MEMBRANA Y-Y	AREA TRI.	DEAD	LIVE	Kg	SOTAVENTO	SOTAVENTO CARA E	PRESIÓN	AREA	
							Cerradas	TRI.	Cerradas
MEMB X-X0-1	0.54	0.32	16.20				-21.68	0.54	-11.70
MEMB X-X0-2	0.54	0.32	16.20				-21.68	0.54	-11.70
MEMB X-X0-3	0.54	0.32	16.20				-21.68	0.54	-11.70
MEMB X-X0-4	0.54	0.32	16.20				-21.68	0.54	-11.70
MEMB X-X0-5	0.53	0.31	15.90				-21.68	0.53	-11.49
MEMB X-X0-6	0.53	0.31	15.90				-21.68	0.53	-11.49
MEMB X-X0-7	0.54	0.32	16.20				-21.68	0.54	-11.70
MEMB X-X0-8	0.54	0.32	16.20				-21.68	0.54	-11.70
MEMB X-X0-9	0.55	0.32	16.50		-21.68	0.55	-11.92		
MEMB X-X0-10	0.54	0.32	16.20		-21.68	0.54	-11.70		
MEMB X-X0-11	0.54	0.32	16.20		-21.68	0.54	-11.70		
MEMB X-X0-12	0.53	0.31	15.90		-21.68	0.53	-11.49		
MEMB X-X0-13	0.53	0.31	15.90		-21.68	0.53	-11.49		
MEMB X-X0-14	0.53	0.31	15.90		-21.68	0.53	-11.49		
MEMB X-X0-15	0.53	0.31	15.90		-21.68	0.53	-11.49		
MEMB X-X0-16	0.54	0.32	16.20		-21.68	0.54	-11.70		
MEMB X-X0-17	0.54	0.32	16.20		-21.68	0.54	-11.70		
MEMB X-X0-18	0.55	0.32	16.50		-21.68	0.55	-11.92		
CARGAS GENERALES				CARGAS GENERALES					

<i>MEMB X-X1-1</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X1-2</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X1-3</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X1-4</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X1-5</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X1-6</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X1-7</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X1-8</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X1-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X1-10</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X1-11</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X1-12</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X1-13</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X1-14</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X1-15</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X1-16</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X1-17</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X1-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X2-1</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X2-2</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X2-3</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X2-4</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X2-5</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X2-6</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X2-7</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X2-8</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X2-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X2-10</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X2-11</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X2-12</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X2-13</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X2-14</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X2-15</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X2-16</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X2-17</i>	1.08	0.64	32.40
<i>MEMB X-X2-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X3-1</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X3-2</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X3-3</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X3-4</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X3-5</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X3-6</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X3-7</i>	1.05	0.62	31.50

SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.08	-23.41
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.05	-22.76

<i>MEMB X-X3-8</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X3-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X3-10</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X3-11</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X3-12</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X3-13</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X3-14</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X3-15</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X3-16</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X3-17</i>	1.07	0.63	32.10
<i>MEMB X-X3-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X4-1</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X4-2</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X4-3</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X4-4</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X4-5</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X4-6</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X4-7</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X4-8</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X4-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X4-10</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X4-11</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X4-12</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X4-13</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X4-14</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X4-15</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X4-16</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X4-17</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X4-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X5-1</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X5-2</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X5-3</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X5-4</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X5-5</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X5-6</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X5-7</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X5-8</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X5-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X5-10</i>	1.06	0.63	31.80
<i>MEMB X-X5-11</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X5-12</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X5-13</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X5-14</i>	1.00	0.59	30.00

	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.07	-23.19
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.07	-23.19
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.04	-22.54
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.04	-22.54
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.02	-22.11
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68

<i>MEMB X-X5-15</i>	<i>1.01</i>	<i>0.60</i>	<i>30.30</i>
<i>MEMB X-X5-16</i>	<i>1.04</i>	<i>0.61</i>	<i>31.20</i>
<i>MEMB X-X5-17</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X5-18</i>	<i>1.10</i>	<i>0.65</i>	<i>33.00</i>
<i>MEMB X-X6-1</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X6-2</i>	<i>1.02</i>	<i>0.60</i>	<i>30.60</i>
<i>MEMB X-X6-3</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-4</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-5</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-6</i>	<i>1.01</i>	<i>0.60</i>	<i>30.30</i>
<i>MEMB X-X6-7</i>	<i>1.03</i>	<i>0.61</i>	<i>30.90</i>
<i>MEMB X-X6-8</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X6-9</i>	<i>1.10</i>	<i>0.65</i>	<i>33.00</i>
<i>MEMB X-X6-10</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X6-11</i>	<i>1.03</i>	<i>0.61</i>	<i>30.90</i>
<i>MEMB X-X6-12</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-13</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-14</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-15</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X6-16</i>	<i>1.03</i>	<i>0.61</i>	<i>30.90</i>
<i>MEMB X-X6-17</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X6-18</i>	<i>1.10</i>	<i>0.65</i>	<i>33.00</i>
<i>MEMB X-X7-1</i>	<i>1.05</i>	<i>0.62</i>	<i>31.50</i>
<i>MEMB X-X7-2</i>	<i>1.02</i>	<i>0.60</i>	<i>30.60</i>
<i>MEMB X-X7-3</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-4</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-5</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-6</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-7</i>	<i>1.02</i>	<i>0.60</i>	<i>30.60</i>
<i>MEMB X-X7-8</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X7-9</i>	<i>1.10</i>	<i>0.65</i>	<i>33.00</i>
<i>MEMB X-X7-10</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X7-11</i>	<i>1.02</i>	<i>0.60</i>	<i>30.60</i>
<i>MEMB X-X7-12</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-13</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-14</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-15</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>
<i>MEMB X-X7-16</i>	<i>1.02</i>	<i>0.60</i>	<i>30.60</i>
<i>MEMB X-X7-17</i>	<i>1.06</i>	<i>0.63</i>	<i>31.80</i>
<i>MEMB X-X7-18</i>	<i>1.10</i>	<i>0.65</i>	<i>33.00</i>
<i>MEMB X-X8-1</i>	<i>1.04</i>	<i>0.61</i>	<i>31.20</i>
<i>MEMB X-X8-2</i>	<i>1.02</i>	<i>0.60</i>	<i>30.60</i>
<i>MEMB X-X8-3</i>	<i>1.00</i>	<i>0.59</i>	<i>30.00</i>

	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.06	-22.98
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.00	-21.68

<i>MEMB X-X8-4</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X8-5</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X8-6</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X8-7</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X8-8</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X8-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X8-10</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X8-11</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X8-12</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X8-13</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X8-14</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X8-15</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X8-16</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X8-17</i>	1.05	0.62	31.50
<i>MEMB X-X8-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X9-1</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X9-2</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X9-3</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X9-4</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X9-5</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X9-6</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X9-7</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X9-8</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X9-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X9-10</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X9-11</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X9-12</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X9-13</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X9-14</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X9-15</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X9-16</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X9-17</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X9-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X10-1</i>	1.03	0.61	30.90
<i>MEMB X-X10-2</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X10-3</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-4</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-5</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-6</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-7</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X10-8</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X10-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X10-10</i>	1.04	0.61	31.20

	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	0.99	-21.46
SOTAVENTO CARA F	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.05	-22.76
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	0.98	-21.24
SOTAVENTO CARA E	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	0.98	-21.24
SOTAVENTO CARA F	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.03	-22.33
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
SOTAVENTO CARA E	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.04	-22.54

<i>MEMB X-X10-11</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X10-12</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-13</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-14</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X10-15</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X10-16</i>	1.02	0.60	30.60
<i>MEMB X-X10-17</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X10-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X11-1</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X11-2</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X11-3</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-4</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-5</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-6</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-7</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X11-8</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X11-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X11-10</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X11-11</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X11-12</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-13</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-14</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X11-15</i>	0.99	0.58	29.70
<i>MEMB X-X11-16</i>	1.01	0.60	30.30
<i>MEMB X-X11-17</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X11-18</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X12-1</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X12-2</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X12-3</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-4</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-5</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-6</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-7</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X12-8</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X12-9</i>	1.10	0.65	33.00
<i>MEMB X-X12-10</i>	1.04	0.61	31.20
<i>MEMB X-X12-11</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X12-12</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-13</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-14</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-15</i>	0.98	0.58	29.40
<i>MEMB X-X12-16</i>	1.00	0.59	30.00
<i>MEMB X-X12-17</i>	1.04	0.61	31.20

SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.02	-22.11
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.10	-23.84
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	1.04	-22.54
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.01	-21.89
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.99	-21.46
	-21.68	1.01	-21.89
SOTAVENTO CARA E	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.04	-22.54
SOTAVENTO CARA F	-21.68	1.10	-23.84
	-21.68	1.04	-22.54
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	0.98	-21.24
	-21.68	1.00	-21.68
	-21.68	1.04	-22.54

MEMB X-X12-18	1.10	0.65	33.00
---------------	------	------	-------

	-21.68	1.10	-23.84
--	--------	------	--------

Area Tributaria del Cable 2-9 = 168.3 m²
 Area Tributaria del Cable 3-8 = 181.1 m²

Luz Libre de cada Mastil 2-9 = 9 m
 Luz Libre de cada Mastil 3-8 = 9 m

A.T por metro del cable 2-9 = 9.35 m
 A.T por metro del cable 3-8 = 10.06 m

CARGAS PRETENSADO

EN EL PUNTO			
MEMBRANA X-X	AREA TRI.	DEAD	LIVE
MEMB Y-Y9-1	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-2	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-3	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-4	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-5	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-6	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-7	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-8	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-9	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-10	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-11	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y9-12	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-1	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-2	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-3	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-4	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-5	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-6	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-7	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-8	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-9	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-10	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-11	9.35	5.52	280.45
MEMB Y-Y18-12	9.35	5.52	280.45

CARGAS PRETENSADO			
EN EL PUNTO			
PRESIÓN	Cerradas	AREA TRI.	Cerradas
SOTAVENTO	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
SOTAVENTO	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
	-21.68	9.35	-202.63
EN EL PUNTO			
PRESIÓN	Cerradas	AREA TRI.	Cerradas
SOTAVENTO	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
SOTAVENTO	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06
	-21.68	10.06	-218.06

Fuente: Propia.

Tabla N° 67 Cargas de viento.

CARGA DE VIENTO																																					
SECCION 0	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									
PUNTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
DIAGONAL	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ALTURA	0.3	0.32	0.35	0.38	0.4	0.42	0.44	0.45	0.46		0.46	0.45	0.44	0.42	0.4	0.38	0.35	0.32	0.3	0.3	0.32	0.35	0.38	0.4	0.42	0.44	0.45	0.46	0.45	0.44	0.42	0.4	0.38	0.35	0.32	0.3	
LARGO	1.06	1.05	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1	1		1	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1	1	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.06	
ANGULO	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1.1		1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	
AREA	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.1	0.1		0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.1	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	
FUERZA	-11.70	-11.70	-11.70	-11.70	-11.43	-11.43	-11.70	-11.70	-11.92	-11.70	-11.70	-11.70	-11.43	-11.43	-11.43	-11.43	-11.70	-11.92	11.92	11.7	11.7	11.43	11.43	11.43	11.43	11.7	11.70	11.92	11.7	11.7	11.43	11.43	11.7	11.7	11.70		
FUERZA X	-3.19	-3.40	-3.72	-4.04	-4.18	-4.33	-4.68	-4.73	-4.93	-11.70	-4.83	-4.73	-4.60	-4.33	-4.18	-3.97	-3.72	-3.40	-3.25	-6.38	-6.75	-7.38	-8.01	-8.35	-8.77	-9.28	-9.58	-23.84	-3.79	-3.43	-3.19	-6.63	-8.28	-7.86	-7.38	-6.81	-6.50
FUERZA Y	-11.26	-11.20	-11.10	-10.98	-10.70	-10.62	-10.73	-10.68	-10.83	0.00	-10.63	-10.68	-10.53	-10.62	-10.70	-10.78	-11.0	-11.20	-11.47	-22.52	-22.19	-21.93	-21.76	-21.40	-21.23	-21.26	-21.36	0.00	-21.26	-21.16	-21.06	-21.03	-21.20	-21.36	-21.93	-22.40	-22.94
SECCION 1	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									
PUNTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
DIAGONAL	1.03	1.07	1.05	1.04	1.03	1.04	1.05	1.06	1.03		1.03	1.07	1.06	1.05	1.05	1.06	1.07	1.08	1.03	1.03	1.08	1.07	1.06	1.05	1.05	1.06	1.07	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.04	1.05	1.07	1.03	
ALTURA	0.27	0.28	0.29	0.33	0.33	0.35	0.38	0.41	0.44		0.44	0.33	0.36	0.33	0.3	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.3	0.33	0.36	0.33	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.33	0.29	0.28	0.27	
LARGO	1.06	1.03	1.01	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.93		0.93	0.93	1	1	1	1.01	1.03	1.05	1.06	1.06	1.05	1.03	1.01	1	1	1	0.93	0.93	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.01	1.03	1.06	
ANGULO	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1.2		1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	
AREA	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.1	0.1		0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.1	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	
FUERZA	-23.41	-23.19	-23.19	-23.19	-22.98	-22.98	-23.19	-23.41	-23.84	-23.41	-23.41	-23.19	-22.98	-22.76	-22.76	-23.19	-23.41	-23.84	23.84	23.41	23.19	22.76	22.76	22.76	22.98	23.19	23.41	23.84	23.41	23.19	22.98	22.98	23.19	23.19	23.41		
FUERZA X	-5.80	-6.07	-6.41	-7.36	-7.36	-7.73	-8.33	-9.05	-9.62	-23.41	-9.45	-8.45	-7.80	-7.15	-6.50	-6.01	-5.85	-5.31	-5.63	-5.74	-5.74	-6.01	-6.50	-7.15	-7.80	-8.53	-23.84	-3.45	-8.83	-8.24	-7.53	-7.15	-7.15	-6.35	-6.13	-5.31	
FUERZA Y	-22.68	-22.38	-22.23	-21.93	-21.76	-21.64	-21.62	-21.59	-21.81	0.00	-21.42	-21.60	-21.61	-21.61	-21.81	-21.95	-22.44	-22.67	-23.10	-22.26	-22.25	-22.02	-21.95	-21.81	-21.61	-21.61	-21.80	0.00	-21.42	-21.19	-21.22	-21.23	-21.15	-21.38	-22.08	-22.59	-23.10
SECCION 2	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
DIAGONAL	1.07	1.03	1	0.98	0.97	0.98	0.93	1.02	1.07		1.07	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.03	1.05	1.08	1.08	1.05	1.03	1.02	1.01	1.01	1.02	1.04	1.07	1.02	0.99	0.98	0.97	0.98	1	1.03	1.07	
ALTURA	0.26	0.24	0.24	0.24	0.26	0.29	0.32	0.37	0.43		0.43	0.35	0.29	0.24	0.21	0.2	0.2	0.22	0.25	0.25	0.22	0.2	0.2	0.21	0.24	0.29	0.35	0.43	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.24	0.24	0.26	
LARGO	1.04	1	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98		0.98	0.98	0.98	0.98	0.93	1	1.01	1.03	1.05	1.05	1.03	1.01	1	0.93	0.98	0.98	0.98	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98	1	1.04	
ANGULO	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1	1.2		1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
AREA	0.5	1	0.3	0.8	0.3	1	1.1	0.2	0.2		1.3	1.1	1	1	1	1.2	1.2	1.2	0.8	0.2	1.3	1	1	1	1	1.1	0.3	1.3	1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5		
FUERZA	-22.98	-22.98	-22.76	-22.76	-22.76	-22.98	-23.41	-23.84	-23.41		-23.41	-22.98	-22.76	-22.54	-22.33	-22.54	-22.98	-23.41	-23.84	23.84	23.41	22.98	22.54	22.33	22.54	22.76	22.98	23.41	23.84	23.41	22.98	22.76	22.76	22.76	22.98	22.98	
FUERZA X	-5.58	-5.35	-5.46	-5.57	-6.10	-6.73	-7.43	-8.43	-9.58	-23.41	-9.41	-7.73	-6.47	-5.36	-4.64	-4.42	-4.46	-4.30	-5.52	-5.27	-4.77	-4.34	-4.38	-4.64	-5.36	-6.47	-7.81	-23.84	-3.32	-8.26	-7.22	-6.61	-5.93	-5.52	-5.46	-5.40	-5.73
FUERZA Y	-22.29	-22.34	-22.03	-22.07	-21.93	-21.74	-21.74	-21.81	-21.83	0.00	-21.44	-21.64	-21.82	-21.90	-21.84	-22.10	-22.54	-22.83	-23.19	-22.14	-22.25	-21.90	-21.89	-21.84	-21.90	-21.82	-21.84	0.00	-21.24	-21.21	-21.13	-21.33	-21.30	-21.86	-22.03	-22.55	-23.13
SECCION 3	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
DIAGONAL	1.05	1	0.96	0.93	0.92	0.93	0.95	0.93	1.05		1.06	1.02	0.93	0.98	0.98	0.93	1	1.03	1.06	1.06	1.03	1	0.93	0.98	0.98	0.93	1.02	1.05	0.93	0.95	0.93	0.92	0.93	0.96	1	1.05	
ALTURA	0.25	0.21	0.19	0.19	0.2	0.23	0.28	0.34	0.42		0.42	0.3	0.22	0.17	0.13	0.12	0.14	0.17	0.23	0.23	0.17	0.14	0.12	0.13	0.17	0.22	0.3	0.42	0.34	0.28	0.23	0.2	0.19	0.19	0.21	0.25	
LARGO	1.04	1	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98		0.98	0.98	0.98	0.98	0.93	1	1.01	1.03	1.05	1.05	1.03	1.01	1	0.93	0.98	0.98	0.98	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98	1	1.04	
ANGULO	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1	1.2		1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	
AREA	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	1	1	0.1	0.2		1.1	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.1	1.1	1	1	1	1	1	0.1	1.1	1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5		
FUERZA	-22.8	-22.76	-22.33	-22.33	-22.33	-22.54	-22.76	-23.19	-23.84	-23.19	-23.19	-22.76	-22.33	-22.33	-22.11	-22.54	-22.76	-23.19	-23.84	23.84	23.19	22.76	22.54	22.11	22.33	22.33	22.76	23.19	23.84	23.19	22.76	22.54	22.33	22.33	22.33	22.76	22.76
FUERZA X	-5.42	-4.78	-4.42	-4.56	-4.85	-5.7	-6.71	-7.97	-9.54	-23.19	-3.19	-6.63	-4.96	-3.87	-2.93	-2.73	-3.19	-3.83	-5.17	-4.39	-3.72	-3.10	-2.68	-2.93	-3.87	-5.01	-6.76	-23.84	-3.19	-7.74	-6.52	-5.41	-4.76	-4.56	-4.46	-4.82	-5.68
FUERZA Y	-22.10	-22.25	-21.88	-21.85	-21.73	-21.84	-21.75	-21.78	-21.85	0.00	-21.23	-21.75	-21.77	-21.93	-21.91	-22.38	-22.53	-22.87	-23.27	-22.43	-22.23	-21.83	-21.95	-21.91	-21.93	-21.98	-21.96	0.00	-21.06	-21.17	-21.13	-21.21	-21.37	-21.85	-22.10	-22.46	-23.16

SECCION 4	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.04	0.97	0.93	0.89	0.88	0.88	0.91	0.96	1.03		1.04	0.99	0.97	0.96	0.96	0.97	0.99	1.01	1.05	1.05	1.01	0.99	0.97	0.96	0.96	0.97	0.99		1.03	0.96	0.91	0.88	0.88	0.89	0.93	0.97	1.04	
ALTURA	0.24	0.18	0.15	0.14	0.15	0.18	0.23	0.31	0.41		0.41	0.26	0.17	0.1	0.07	0.06	0.08	0.14	0.22	0.22	0.14	0.08	0.06	0.07	0.1	0.17	0.26		0.41	0.31	0.23	0.18	0.15	0.14	0.15	0.18	0.24	
LARGO	1	0.96	0.91	0.88	0.87	0.86	0.88	0.9	0.96		0.96	0.96	0.95	0.93	0.96	0.97	0.98	1	1.03	1.03	1	0.98	0.97	0.96	0.93	0.95	0.96		0.96	0.9	0.88	0.86	0.87	0.88	0.91	0.96	1	
ANGULO	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1	1.2		1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1		1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	
AREA	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1.1	1	1	1	1	1	0.1		1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.4		
FUERZA	-22.98	-22.54	-22.11	-22.11	-22.11	-22.33	-22.54	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.54	-22.11	-21.89	-21.89	-22.33	-22.54	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.54	22.33	21.89	21.89	22.11	22.54	22.98	23.84	22.98	22.54	22.33	22.11	22.11	22.11	22.54	22.98	
FUERZA X	-5.30	-4.18	-3.57	-3.48	-3.77	-4.57	-5.70	-7.42	-9.49	-22.98	-9.06	-5.92	-3.87	-2.28	-1.60	-1.38	-1.82	-3.18	-5.00	-4.81	-3.09	-1.77	-1.35	-1.60	-2.30	-3.95	-6.03	-23.84	-9.15	-7.28	-5.53	-4.43	-3.63	-3.44	-3.64	-4.26	-5.50	
FUERZA Y	-22.36	-22.15	-21.82	-21.83	-21.78	-21.85	-21.81	-21.74	-21.87	0.00	-21.11	-21.75	-21.77	-21.77	-21.83	-22.28	-22.47	-22.75	-23.31	-22.47	-22.11	-21.82	-21.85	-21.83	-21.99	-22.19	-22.17	0.00	-21.08	-21.33	-21.18	-21.22	-21.36	-21.62	-22.25	-22.58	-23.20	
SECCION 5	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.02	0.95	0.89	0.86	0.85	0.85	0.87	0.93	1		1.02	0.97	0.95	0.94	0.95	0.96	0.97	1	1.03	1.03	1	0.97	0.96	0.95	0.94	0.95	0.97		1	0.93	0.87	0.85	0.85	0.86	0.89	0.95	1.02	
ALTURA	0.22	0.16	0.11	0.09	0.1	0.14	0.2	0.29	0.4		0.4	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.04	0.1	0.21	0.21	0.1	0.04	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23		0.4	0.29	0.2	0.14	0.1	0.09	0.11	0.16	0.22	
LARGO	0.99	0.93	0.89	0.86	0.84	0.87	0.84	0.88	0.93		0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99	1	1	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94		0.93	0.88	0.84	0.87	0.84	0.86	0.89	0.93	0.99	
ANGULO	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1	1.2		1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1		1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	
AREA	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.1		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.4		
FUERZA	-22.98	-22.33	-21.89	-21.89	-21.89	-22.11	-22.54	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.54	-21.89	-21.68	-21.68	-21.89	-22.54	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.54	21.89	21.68	21.68	21.89	22.54	22.98	23.84	22.98	22.54	22.11	21.89	21.89	21.89	22.33	22.98	
FUERZA X	-4.96	-3.76	-2.71	-2.29	-2.58	-3.64	-5.18	-7.16	-9.54	-22.98	-9.01	-5.35	-2.77	-1.15	-0.23	-0.23	-0.93	-2.30	-4.86	-4.68	-2.21	-0.89	-0.23	-0.23	-1.16	-2.82	-5.45	-23.84	-9.19	-6.96	-4.98	-3.57	-2.55	-2.27	-2.76	-3.87	-5.14	
FUERZA Y	-22.43	-22.01	-21.72	-21.77	-21.74	-21.81	-21.94	-21.83	-21.85	0.00	-21.14	-21.90	-21.72	-21.64	-21.67	-21.89	-22.52	-22.66	-23.34	-22.43	-22.00	-21.66	-21.67	-21.67	-21.86	-22.15	-22.32	0.00	-21.06	-21.21	-21.09	-21.38	-21.52	-21.56	-22.15	-22.65	-23.28	
SECCION 6	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1	0.92	0.87	0.83	0.82	0.82	0.85	0.9	0.99		1	0.95	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.98	1.02	1.02	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.95		0.99	0.9	0.85	0.82	0.82	0.83	0.87	0.92	1	
ALTURA	0.22	0.14	0.08	0.06	0.07	0.1	0.17	0.27	0.4		0.4	0.2	0.08	0	0	0	0	0.08	0.2	0.2	0.08	0	0	0	0	0.08	0.2		0.4	0.27	0.17	0.1	0.07	0.06	0.08	0.14	0.22	
LARGO	0.97	0.91	0.87	0.83	0.82	0.81	0.83	0.87	0.91		0.91	0.93	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.98	1	1	0.98	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93		0.91	0.87	0.83	0.81	0.82	0.83	0.87	0.91	0.97	
ANGULO	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1	1.2		1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1		1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	
AREA	0.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.3	0.1		0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.3	
FUERZA	-22.98	-22.11	-21.68	-21.68	-21.68	-21.89	-22.33	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.33	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.33	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.33	21.68	21.68	21.68	21.68	22.33	22.98	23.84	22.98	22.33	21.89	21.68	21.68	21.68	22.11	22.98	
FUERZA X	-5.05	-3.36	-1.99	-1.57	-1.85	-2.67	-4.47	-6.89	-9.63	-22.98	-3.19	-4.70	-1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.88	-4.68	-4.46	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.90	-4.84	-23.84	-3.28	-6.63	-4.34	-2.64	-1.85	-1.57	-2.03	-3.50	-5.25	
FUERZA Y	-22.41	-21.85	-21.58	-21.62	-21.60	-21.73	-21.87	-21.92	-21.81	0.00	-21.06	-21.82	-21.59	-21.68	-21.68	-21.68	-22.33	-22.90	-23.38	-22.32	-22.03	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.03	-22.46	0.00	-21.02	-21.09	-21.24	-21.51	-21.60	-21.62	-22.01	-22.71	-23.26	
SECCION 7	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.98	0.9	0.85	0.82	0.8	0.8	0.83	0.88	0.97		0.99	0.94	0.92	0.92	0.93	0.94	0.95	0.97	1	1	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.94		0.97	0.88	0.83	0.8	0.8	0.82	0.85	0.9	0.98	
ALTURA	0.21	0.12	0.06	0.04	0.04	0.08	0.15	0.25	0.4		0.4	0.19	0	0	0	0	0	0.06	0.19	0.19	0.06	0	0	0	0	0	0.19		0.4	0.25	0.15	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.21	
LARGO	0.96	0.9	0.85	0.81	0.78	0.8	0.81	0.85	0.89		0.89	0.82	0.89	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.98	0.98	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.89	0.82		0.89	0.85	0.81	0.8	0.78	0.81	0.85	0.9	0.96	
ANGULO	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1	1.1		1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1		1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4		
AREA	0.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.3	0.1		0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.3	
FUERZA	-22.76	-22.11	-21.68	-21.68	-21.68	-21.89	-22.33	-23.84	-22.98	-22.98	-22.98	-22.11	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.11	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.11	21.68	21.68	21.68	21.68	22.11	22.98	23.84	22.98	22.11	21.68	21.68	21.68	21.68	22.11	22.76	
FUERZA X	-4.88	-3.95	-1.53	-1.06	-1.08	-2.17	-4.00	-6.53	-9.83	-22.98	-3.28	-4.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.42	-4.53	-4.28	-1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.60	-23.84	-3.33	-6.28	-3.92	-2.15	-1.07	-1.06	-1.56	-3.03	-5.11	
FUERZA Y	-22.23	-21.91	-21.62	-21.65	-21.65	-21.57	-21.74	-22.03	-21.72	0.00	-21.02	-21.65	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.11	-22.93	-23.41	-22.13	-22.07	-21.68	-21.46	-21.46	-21.46	-21.89	-22.29	0.00	-20.73	-21.20	-21.32	-21.35	-21.43	-21.65	-22.05	-22.56	-23.29	

SECCION 8																																							
SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO									
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
DIAGONAL	0.97	0.89	0.84	0.8	0.79	0.79	0.81	0.87	0.96		0.96	0.93	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.99	0.99	0.95	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.93		0.96	0.87	0.81	0.79	0.79	0.8	0.84	0.89	0.97		
ALTURA	0.21	0.11	0.05	0.02	0.02	0.06	0.13	0.24	0.38		0.38	0.17	0	0	0	0	0	0.04	0.18	0.18	0.04	0	0	0	0	0	0.17		0.38	0.24	0.13	0.06	0.02	0.02	0.05	0.11	0.21		
LARGO	0.95	0.88	0.83	0.8	0.78	0.78	0.8	0.83	0.88		0.88	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.96	0.96	0.96	0.96	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91		0.88	0.83	0.8	0.78	0.78	0.8	0.83	0.88	0.95		
ANGULO	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1	1.2		1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1		1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4			
AREA	0.3	0.7	0.8	0.8	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	0.9	0.1		0.9	0.9	0.3	0.8	0.8	0.7	0.3				
FUERZA	-22.54	-22.11	-21.68	-21.46	-21.46	-21.46	-21.89	-22.76	-23.84	-22.76	-22.76	-22.11	-21.68	-21.46	-21.46	-21.68	-22.11	-22.76	-23.84	23.84	22.76	22.11	21.68	21.46	21.46	21.68	22.11	22.76	23.84	22.76	21.89	21.46	21.46	21.46	21.68	22.11	22.54		
FUERZA X	-4.88	-2.73	-1.29	-0.54	-0.54	-1.63	-3.51	-6.28	-9.44	-22.76	-8.82	-4.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.96	-4.34	-4.06	-0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.12	-23.84	-8.32	-6.10	-3.44	-1.61	-0.54	-0.54	-1.32	-2.79	-5.16		
FUERZA Y	-22.01	-21.94	-21.64	-21.45	-21.45	-21.40	-21.61	-21.88	-21.90	0.00	-20.98	-21.74	-21.68	-21.46	-21.46	-21.68	-22.11	-22.74	-23.45	-21.95	-21.87	-21.46	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.16	0.00	-20.70	-21.25	-21.18	-21.18	-21.23	-21.67	-22.07	-22.37	-23.28		
SECCION 9																																							
SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO									
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
DIAGONAL	0.96	0.88	0.83	0.79	0.78	0.78	0.8	0.86	0.95		0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.96	0.99	0.99	0.96	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92		0.95	0.86	0.8	0.78	0.78	0.79	0.83	0.88	0.96		
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38		0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0.16		0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21		
LARGO	0.94	0.88	0.83	0.79	0.78	0.78	0.79	0.83	0.88		0.88	0.91	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.91		0.88	0.83	0.79	0.78	0.78	0.79	0.83	0.88	0.94		
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1	1.2		1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1		1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4		
AREA	0.4	0.7	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	0.9	0.1		0.9	0.9	0.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.3			
FUERZA	-22.33	-21.89	-21.46	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-22.11	-21.46	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.54	-23.84	23.84	22.54	22.11	21.68	21.24	21.24	21.46	22.11	22.54	23.84	22.54	21.89	21.24	21.24	21.24	21.46	21.89	22.33		
FUERZA X	-4.88	-2.49	-0.78	-0.27	-0.27	-1.36	-3.28	-6.03	-9.54	-22.54	-8.83	-3.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.70	-4.34	-4.06	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.91	-3.19	-1.36	-0.27	-0.27	-0.80	-2.56	-5.22		
FUERZA Y	-21.78	-21.75	-21.44	-21.24	-21.24	-21.20	-21.64	-21.72	-21.85	0.00	-20.74	-21.77	-21.46	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.53	-23.45	-21.95	-21.66	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.20	0.00	-20.66	-21.30	-21.00	-21.20	-21.24	-21.67	-22.09	-22.40	-23.27		
SECCION 10																																							
SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO									
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
DIAGONAL	0.96	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	8	0.85	0.95		0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.99	0.99	0.95	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92		0.95	0.85	8	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0.96		
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38		0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0.16		0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21		
LARGO	0.94	0.9	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88		0.88	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9		0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.87	0.94		
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1	1.2		1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1		1.2	1.3	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4		
AREA	0.4	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.1		1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4			
FUERZA	-22.33	-21.68	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-22.11	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.54	-23.84	23.84	22.54	22.11	21.68	21.24	21.24	21.24	22.11	22.54	23.84	22.54	22.11	21.24	21.24	21.24	21.24	21.68	22.33		
FUERZA X	-4.88	-2.46	-0.78	-0.27	-0.28	-1.38	-0.33	-6.10	-9.54	-22.54	-8.83	-3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.71	-4.34	-4.10	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.92	-0.32	-1.38	-0.28	-0.27	-0.81	-2.56	-5.22		
FUERZA Y	-21.78	-21.53	-21.23	-21.24	-21.24	-21.20	-22.11	-21.70	-21.85	0.00	-20.74	-21.77	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.53	-23.45	-22.17	-21.66	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.20	0.00	-20.66	-21.08	-21.24	-21.20	-21.24	-21.46	-21.88	-22.40	-23.27		
SECCION 11																																							
SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO										SOTAVENTO									
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
DIAGONAL	0.96	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	8	0.85	0.95		0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.99	0.99	0.95	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92		0.95	0.85	8	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0.96		
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38		0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0.16		0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21		
LARGO	0.94	0.9	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88		0.88	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9		0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.87	0.94		
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1	1.2		1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1		1.2	1.3	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4		
AREA	0.4	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.1	0.1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.1		1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4			
FUERZA	-22.54	-21.68	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-21.89	-21.24	-21.24	-21.24	-21.46	-21.89	-22.54	-23.84	23.84	22.54	21.89	21.46	21.24	21.24	21.24	21.89	22.54	23.84	22.54	21.89	21.24	21.24	21.24	21.24	21.68	22.54		
FUERZA X	-4.93	-2.46	-0.78	-0.27	-0.28	-1.38	-0.33	-6.10	-9.54	-22.54	-8.83	-3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.71	-4.34	-4.06	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.92	-0.32	-1.38	-0.28	-0.27	-0.81	-2.56	-5.22		
FUERZA Y	-22.00	-21.53	-21.23	-21.24	-21.24	-21.20	-21.89	-21.70	-21.85	0.00	-20.74	-21.56	-21.24	-21.24	-21.24	-21.46	-21.89	-22.53	-23.45	-21.95	-21.66	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.20	0.00	-20.66	-21.28	-21.24	-21.20	-21.24	-21.67	-22.09	-22.40	-23.27		

SECCION 12	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.96	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	8	0.85	0.95	0	0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.99	0.99	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92	0	0.95	0.85	8	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0.96
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38	0	0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21
LARGO	0.94	0.9	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0	0.88	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9	0	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.87	0.94
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1	1.2	0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	0.0	1.2	1.3	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4
AREA	0.4	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	0	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4	0	
FUERZA	-22.54	-21.68	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-21.68	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.54	-23.84	23.84	22.54	21.68	21.24	21.24	21.24	21.24	21.24	21.68	22.54	23.84	22.54	21.68	21.24	21.24	21.24	21.24	21.68	22.54	
FUERZA X	-4.93	-2.46	-0.78	-0.27	-0.28	-1.38	-0.33	-6.10	-9.54	-22.54	-8.83	-3.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.71	-4.34	-4.06	-0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.98	-0.32	-1.38	-0.28	-0.27	-0.81	-2.56	-5.22	
FUERZA Y	-22.00	-21.53	-21.23	-21.24	-21.24	-21.20	-21.67	-21.70	-21.85	0.00	-20.74	-21.34	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.53	-23.45	-21.95	-21.88	-21.46	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.20	0.00	-20.66	-21.28	-21.46	-21.20	-21.24	-21.67	-22.09	-22.40	-23.27	
SECCION 13	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.96	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	8	0.85	0.95	0	0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.99	0.99	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92	0	0.95	0.85	8	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0.96
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38	0	0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21
LARGO	0.94	0.9	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0	0.88	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9	0	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.87	0.94
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1	1.2	0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	0.0	1.2	1.3	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4
AREA	0.4	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	0	0	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4	0
FUERZA	-22.54	-21.68	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-21.89	-21.24	-21.24	-21.24	-21.46	-21.89	-22.54	-23.84	23.84	22.54	21.89	21.46	21.24	21.24	21.24	21.89	22.54	23.84	22.54	21.89	21.24	21.24	21.24	21.24	21.68	22.54	
FUERZA X	-4.93	-2.46	-0.78	-0.27	-0.28	-1.38	-0.33	-6.10	-9.54	-22.54	-8.83	-3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.71	-4.34	-4.06	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.98	-0.32	-1.38	-0.28	-0.27	-0.81	-2.56	-5.22
FUERZA Y	-22.00	-21.53	-21.23	-21.24	-21.24	-21.20	-21.89	-21.70	-21.85	0.00	-20.74	-21.56	-21.24	-21.24	-21.24	-21.46	-21.89	-22.53	-23.45	-21.95	-21.66	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-22.11	-22.20	0.00	-20.66	-21.28	-21.24	-21.20	-21.24	-21.67	-22.09	-22.40	-23.27	
SECCION 14	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.96	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	8	0.85	0.95	0	0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.99	0.99	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92	0	0.95	0.85	8	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0.96
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38	0	0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21
LARGO	0.94	0.9	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.88	0	0.88	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.9	0	0.88	0.82	0.79	0.77	0.77	0.79	0.82	0.87	0.94
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1	1.2	0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	0.0	1.2	1.3	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4
AREA	0.4	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	0	0	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.4	0
FUERZA	-22.33	-21.68	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-22.11	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-22.11	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.54	-23.84	23.84	22.54	22.11	21.68	21.24	21.24	21.24	22.11	22.54	23.84	22.54	22.11	21.24	21.24	21.24	21.24	21.68	22.33	
FUERZA X	-4.88	-2.46	-0.78	-0.27	-0.28	-1.38	-0.33	-6.10	-9.54	-22.54	-8.83	-3.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.71	-4.34	-4.10	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.92	-0.32	-1.38	-0.28	-0.27	-0.80	-2.56	-5.22
FUERZA Y	-21.78	-21.53	-21.23	-21.24	-21.24	-21.20	-22.11	-21.70	-21.85	0.00	-20.74	-21.77	-21.24	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.53	-23.45	-22.17	-21.66	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.20	0.00	-20.66	-21.08	-21.24	-21.20	-21.24	-21.46	-21.88	-22.40	-23.27	
SECCION 15	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
N° ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.96	0.88	0.83	0.79	0.78	0.78	8	0.86	0.95	0	0.97	0.92	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.96	0.99	0.99	0.96	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92	0	0.95	0.86	8	0.78	0.78	0.79	0.83	0.88	0.96
ALTURA	0.21	0.1	0.03	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0.38	0	0.38	0.16	0	0	0	0	0	0.03	0.18	0.18	0.03	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0.38	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.1	0.21
LARGO	0.94	0.9	0.83	0.79	0.78	0.78	0.79	0.83	0.88	0	0.88	0.91	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.91	0	0.88	0.83	0.79	0.78	0.78	0.79	0.83	0.88	0.94	
ANGULO	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1	1.2	0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	0.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4
AREA	0.4	0.7	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.1	0	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.3	0
FUERZA	-22.33	-21.89	-21.46	-21.24	-21.24	-21.24	-21.89	-22.54	-23.84	-22.54	-22.54	-22.11	-21.46	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.54	-23.84	23.84	22.54	22.11	21.68	21.24	21.24	21.46	22.11	22.54	23.84	22.54	21.89	21.24	21.24	21.24	21.46	21.89	22.33	
FUERZA X	-4.88	-2.49	-0.78	-0.27	-0.27	-1.36	-3.28	-6.03	-9.54	-22.54	-8.83	-3.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.70	-4.34	-4.06	-0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.92	-23.84	-9.02	-5.91	-3.19	-1.36	-0.27	-0.27	-0.80	-2.56	-5.22
FUERZA Y	-21.78	-21.75	-21.44	-21.24	-21.24	-21.20	-21.64	-21.72	-21.85	0.00	-20.74	-21.77	-21.46	-21.24	-21.24	-21.68	-22.11	-22.53	-23.45	-21.95	-21.66	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-21.24	-22.11	-22.20	0.00	-20.66	-21.30	-21.00	-21.2					

SECCION 16																																						
N° ANGULO	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.97	0.89	0.84	0.8	0.79	0.79	0.81	0.87	0.96	0	0.98	0.93	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.99	0.99	0.95	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.93	0	0.96	0.87	0.81	0.79	0.79	0.8	0.84	0.89	0.97	
ALTURA	0.21	0.11	0.05	0.02	0.02	0.06	0.13	0.24	0.38	0	0.38	0.17	0	0	0	0	0	0.04	0.18	0.18	0.04	0	0	0	0	0	0.17	0	0.38	0.24	0.13	0.06	0.02	0.02	0.05	0.11	0.21	
LARGO	0.95	0.9	0.83	0.8	0.78	0.78	0.8	0.83	0.88	0	0.88	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.96	0.98	0.98	0.96	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0	0.88	0.83	0.8	0.78	0.78	0.8	0.83	0.88	0.95		
ANGULO	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1	1.2	0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	0.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	
AREA	0.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	0.3	0.1	0	0	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.7	0.3	0	
FUERZA	-22.54	-22.11	-21.68	-21.46	-21.46	-21.46	-21.89	-22.76	-23.84	-22.76	-22.76	-22.11	-21.68	-21.46	-21.46	-21.68	-22.11	-22.76	-23.84	23.84	22.76	22.11	21.68	21.46	21.46	21.68	22.11	22.76	23.84	22.76	21.89	21.46	21.46	21.68	22.11	22.54		
FUERZA X	-4.88	-2.73	-1.29	-0.54	-0.54	-1.63	-3.51	-6.28	-9.44	-22.76	-8.82	-4.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.96	-4.34	-4.06	-0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.12	-23.84	-8.92	-6.10	-3.44	-1.61	-0.54	-0.54	-1.32	-2.79	-5.16	
FUERZA Y	-22.01	-21.94	-21.64	-21.45	-21.45	-21.40	-21.61	-21.88	-21.90	0.00	-20.98	-21.74	-21.68	-21.46	-21.46	-21.68	-22.11	-22.74	-23.45	-21.95	-21.87	-21.46	-21.24	-21.24	-21.83	-22.16	0.00	-20.70	-21.25	-21.18	-21.18	-21.23	-21.67	-22.07	-22.37	-23.28		
SECCION 17																																						
N° ANGULO	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	0.98	0.9	0.85	0.82	0.8	0.8	0.83	0.88	0.97	0	0.99	0.94	0.92	0.92	0.93	0.94	0.95	0.97	1	1	0.97	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.94	0	0.97	0.88	0.83	0.8	0.8	0.82	0.85	0.9	0.98	
ALTURA	0.21	0.12	0.06	0.04	0.04	0.08	0.15	0.25	0.4	0	0.4	0.19	0	0	0	0	0	0.06	0.19	0.19	0.06	0	0	0	0	0.19	0	0.4	0.25	0.15	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.21		
LARGO	0.96	0.9	0.85	0.81	0.78	0.8	0.81	0.85	0.89	0	0.89	0.82	0.89	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.98	0.98	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.83	0.82	0	0.83	0.85	0.81	0.8	0.78	0.81	0.85	0.9	0.96	
ANGULO	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1	1.1	0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1	0.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	
AREA	0.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	0.3	0.1	0	0	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.7	0.3	0	
FUERZA	-22.76	-22.11	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.11	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.11	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.11	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.11	21.68	21.68	21.68	21.68	22.11	22.98	23.84	22.98	22.11	21.68	21.68	21.68	21.68	22.11	22.76	
FUERZA X	-4.88	-2.95	-1.53	-1.06	-1.08	-2.17	-4.00	-6.53	-9.83	-22.98	-9.28	-4.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.42	-4.53	-4.28	-1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.60	-23.84	-9.39	-6.28	-3.92	-2.15	-1.07	-1.06	-1.56	-3.03	-5.11	
FUERZA Y	-22.23	-21.91	-21.62	-21.65	-21.65	-21.57	-21.74	-22.03	-21.72	0.00	-21.02	-21.65	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.11	-22.93	-23.41	-22.13	-22.07	-21.68	-21.46	-21.46	-21.83	-22.29	0.00	-20.73	-21.20	-21.32	-21.35	-21.43	-21.65	-22.05	-22.56	-23.29		
SECCION 18																																						
N° ANGULO	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1	0.92	0.87	0.83	0.82	0.82	0.85	0.9	0.99	0	1	0.95	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.98	1.02	1.02	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.95	0	0.99	0.9	0.85	0.82	0.82	0.83	0.87	0.92	1	
ALTURA	0.22	0.14	0.08	0.06	0.07	0.1	0.17	0.27	0.4	0	0.4	0.2	0.08	0	0	0	0	0.08	0.2	0.2	0.08	0	0	0	0	0.08	0.2	0	0.4	0.27	0.17	0.1	0.07	0.06	0.08	0.14	0.22	
LARGO	0.97	0.9	0.87	0.83	0.82	0.81	0.83	0.87	0.91	0	0.91	0.93	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.98	1	1	0.98	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0	0.91	0.87	0.83	0.81	0.82	0.83	0.87	0.91	0.97	
ANGULO	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1	1.2	0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1	0.0	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	
AREA	0.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	0.3	0.1	0	0	0.3	0.3	0.9	0.8	0.8	0.7	0.3	0	
FUERZA	-22.98	-22.11	-21.68	-21.68	-21.68	-21.89	-22.33	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.33	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.33	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.33	21.68	21.68	21.68	21.68	22.33	22.98	23.84	22.98	22.33	21.89	21.68	21.68	21.68	22.11	22.98	
FUERZA X	-5.05	-3.36	-1.99	-1.57	-1.85	-2.67	-4.47	-6.89	-9.63	-22.98	-3.19	-4.70	-1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.88	-4.68	-4.46	-1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.90	-4.84	-23.84	-9.28	-6.63	-4.34	-2.64	-1.85	-1.57	-2.03	-3.50	-5.25
FUERZA Y	-22.41	-21.85	-21.58	-21.62	-21.60	-21.73	-21.87	-21.92	-21.81	0.00	-21.06	-21.82	-21.59	-21.68	-21.68	-21.68	-22.33	-22.90	-23.38	-22.32	-22.03	-21.68	-21.68	-21.68	-21.68	-22.03	-22.46	0.00	-21.02	-21.09	-21.24	-21.51	-21.60	-21.62	-22.01	-22.71	-23.26	
SECCION 19																																						
N° ANGULO	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.02	0.95	0.89	0.86	0.85	0.85	0.87	0.93	1	0	1.02	0.97	0.95	0.94	0.95	0.96	0.97	1	1.03	1.03	1	0.97	0.96	0.95	0.94	0.95	0.97	0	1	0.93	0.87	0.85	0.85	0.86	0.89	0.95	1.02	
ALTURA	0.22	0.16	0.11	0.09	0.1	0.14	0.2	0.29	0.4	0	0.4	0.23	0.12	0.05	0.01	0.01	0.04	0.1	0.21	0.21	0.1	0.04	0.01	0.01	0.05	0.12	0.23	0	0.4	0.29	0.2	0.14	0.1	0.09	0.11	0.16	0.22	
LARGO	0.99	0.9	0.89	0.86	0.84	0.87	0.84	0.88	0.93	0	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99	1	1	1	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0	0.93	0.88	0.84	0.87	0.84	0.86	0.89	0.93	0.99		
ANGULO	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1	1.2	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1	0.0	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	
AREA	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.3	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	0.1	0	0	0.3	0.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.4	0	
FUERZA	-22.98	-22.33	-21.89	-21.89	-21.89	-22.11	-22.54	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.54	-21.89	-21.68	-21.68	-21.89	-22.54	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.54	21.89	21.68	21.68	21.89	22.54	22.98	23.84	22.98	22.54	22.11	21.89	21.89	21.89	22.33	22.98	
FUERZA X	-4.96	-3.76	-2.71	-2.29	-2.58	-3.64	-5.18	-7.16	-9.54	-22.98	-3.01	-5.35	-2.77	-1.15	-0.23	-0.23	-0.93	-2.30	-4.86	-4.68	-2.21	-0.89	-0.23	-0.23	-1.16	-2.82	-5.45	-23.84	-9.19	-6.96	-4.98	-3.57	-2.55	-2.27	-2.76	-3.87	-5.14	
FUERZA Y	-22.43	-22.01	-21.72	-21.77	-21.74	-21.81	-21.94	-21.83	-21.85	0.00	-21.14	-21.90	-21.72	-21.64	-21.67	-21.89	-22.52	-22.86	-23.34	-22.49	-22.00	-21.66	-21.67	-21.67	-21.86	-22.15	-22.32	0.00	-21.06	-21.21	-21.09	-21.38	-21.52	-21.56	-22.15	-22.65	-23.28	

SECCION 20	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº- ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.04	0.97	0.93	0.89	0.86	0.86	0.91	0.96	1.03	0	1.04	0.99	0.97	0.96	0.96	0.97	0.99	1.01	1.05	1.05	1.01	0.99	0.97	0.96	0.96	0.97	0.99	0	1.03	0.96	0.91	0.88	0.88	0.89	0.93	0.97	1.04	
ALTURA	0.24	0.18	0.15	0.14	0.15	0.16	0.23	0.31	0.41	0	0.41	0.26	0.17	0.1	0.07	0.06	0.06	0.14	0.22	0.22	0.14	0.08	0.06	0.07	0.1	0.17	0.26	0	0.41	0.31	0.23	0.18	0.15	0.14	0.15	0.16	0.24	
LARGO	1	1.0	0.91	0.88	0.87	0.86	0.88	0.9	0.96	0	0.96	0.96	0.95	0.93	0.96	0.97	0.98	1	1.03	1.03	1	0.98	0.97	0.96	0.93	0.95	0.96	0	0.96	0.9	0.88	0.86	0.87	0.88	0.91	0.96	1	
ANGULO	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1	1.2	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1	0.0	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	
AREA	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1	0.1	0.1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1.1	1	1	1	1	1	0.1	0	0	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.4	0	
FUERZA	-22.98	-22.54	-22.11	-22.11	-22.11	-22.33	-22.54	-22.98	-23.84	-22.98	-22.98	-22.54	-22.11	-21.89	-21.89	-22.33	-22.54	-22.98	-23.84	23.84	22.98	22.54	22.33	21.89	21.89	22.11	22.54	22.98	23.84	22.98	22.54	22.33	22.11	22.11	22.11	22.54	22.98	
FUERZA X	-5.30	-4.18	-3.57	-3.48	-3.77	-4.57	-5.70	-7.42	-9.49	-22.98	-9.06	-5.92	-3.87	-2.28	-1.60	-1.38	-1.82	-3.18	-5.00	-4.81	-3.09	-1.77	-1.35	-1.60	-2.30	-3.95	-6.03	-23.84	-9.15	-7.28	-5.53	-4.43	-3.69	-3.44	-3.64	-4.26	-5.50	
FUERZA Y	-22.36	-22.15	-21.82	-21.83	-21.78	-21.85	-21.81	-21.74	-21.87	0.00	-21.11	-21.75	-21.77	-21.77	-21.83	-22.28	-22.47	-22.75	-23.31	-22.47	-22.11	-21.82	-21.85	-21.83	-21.93	-22.19	-22.17	0.00	-21.08	-21.33	-21.18	-21.22	-21.36	-21.62	-22.25	-22.58	-23.20	
SECCION 21	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº- ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.05	1	0.96	0.93	0.92	0.93	0.95	0.99	1.05	0	1.06	1.02	0.99	0.98	0.98	0.99	1	1.03	1.06	1.06	1.03	1	0.99	0.98	0.98	0.99	1.02	0	1.05	0.99	0.95	0.93	0.92	0.93	0.96	1	1.05	
ALTURA	0.25	0.21	0.19	0.19	0.2	0.23	0.28	0.34	0.42	0	0.42	0.3	0.22	0.17	0.13	0.12	0.14	0.17	0.23	0.23	0.17	0.14	0.12	0.13	0.17	0.22	0.3	0	0.42	0.34	0.28	0.23	0.2	0.19	0.19	0.21	0.25	
LARGO	1.04	1.0	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98	0	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1	1.01	1.03	1.05	1.05	1.03	1.01	1	0.99	0.98	0.98	0.98	0	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98	1	1.04	
ANGULO	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1	1.2	0	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1	0.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	
AREA	0.4	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	0.1	0.2	0	1.1	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.1	1.1	1	1	1	1	1	0.1	0	0	1.1	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0	
FUERZA	-22.76	-22.76	-22.33	-22.33	-22.33	-22.54	-22.76	-23.19	-23.84	-23.19	-23.19	-22.76	-22.33	-22.33	-22.11	-22.54	-22.76	-23.19	-23.84	23.84	23.19	22.76	22.54	22.11	22.33	22.33	22.76	23.19	23.84	23.19	22.76	22.54	22.33	22.33	22.76	22.76		
FUERZA X	-5.42	-4.78	-4.42	-4.56	-4.85	-5.57	-6.71	-7.97	-9.54	-23.19	-9.19	-6.69	-4.96	-3.87	-2.93	-2.73	-3.19	-3.83	-5.17	-4.99	-3.72	-3.10	-2.68	-2.93	-3.87	-5.01	-6.76	-23.84	-9.19	-7.74	-6.52	-5.41	-4.76	-4.56	-4.46	-4.82	-5.68	
FUERZA Y	-22.10	-22.25	-21.88	-21.85	-21.79	-21.84	-21.75	-21.78	-21.85	0.00	-21.29	-21.75	-21.77	-21.93	-21.91	-22.38	-22.53	-22.87	-23.27	-22.43	-22.23	-21.89	-21.95	-21.91	-21.99	-21.98	-21.96	0.00	-21.06	-21.17	-21.13	-21.21	-21.37	-21.85	-22.10	-22.46	-23.16	
SECCION 22	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº- ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.07	1.03	1	0.98	0.97	0.98	0.99	1.02	1.07	0	1.07	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.03	1.05	1.08	1.08	1.05	1.03	1.02	1.01	1.01	1.02	1.04	0	1.07	1.02	0.99	0.98	0.97	0.98	1	1.03	1.07	
ALTURA	0.26	0.24	0.24	0.24	0.26	0.29	0.32	0.37	0.43	0	0.43	0.35	0.29	0.24	0.21	0.2	0.2	0.22	0.25	0.25	0.22	0.2	0.2	0.21	0.24	0.29	0.35	0	0.43	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.24	0.24	0.26	
LARGO	1.04	1.0	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98	0	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1	1.01	1.03	1.05	1.05	1.03	1.01	1	0.99	0.98	0.98	0.98	0	0.98	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.98	1	1.04	
ANGULO	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1	1.2	0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1	0.0	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
AREA	0.5	1	0.9	0.8	0.9	1	1.1	0.2	0.2	0	1.3	1.1	1	1	1	1.2	1.2	1.2	0.8	0.2	1.3	1	1	1	1	1.1	0.3	0	0	1.3	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0	
FUERZA	-22.98	-22.98	-22.76	-22.76	-22.76	-22.76	-22.98	-23.41	-23.84	-23.41	-23.41	-22.98	-22.76	-22.54	-22.33	-22.54	-22.98	-23.41	-23.84	23.84	23.41	22.98	22.54	22.33	22.54	22.76	22.98	23.41	23.84	23.41	22.98	22.76	22.76	22.98	22.98	22.98		
FUERZA X	-5.58	-5.35	-5.46	-5.57	-6.10	-6.73	-7.43	-8.49	-9.58	-23.41	-9.41	-7.73	-6.47	-5.36	-4.64	-4.42	-4.46	-4.90	-5.52	-5.27	-4.77	-4.34	-4.38	-4.64	-5.36	-6.47	-7.81	-23.84	-9.32	-8.26	-7.22	-6.61	-5.93	-5.52	-5.46	-5.40	-5.79	
SECCION 23	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº- ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.09	1.07	1.05	1.04	1.03	1.04	1.05	1.06	1.09	0	1.09	1.07	1.06	1.05	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.05	1.06	1.07	0	1.09	1.06	1.05	1.04	1.03	1.04	1.05	1.07	1.09	
ALTURA	0.27	0.28	0.29	0.33	0.33	0.35	0.38	0.41	0.44	0	0.44	0.39	0.36	0.33	0.3	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.28	0.3	0.33	0.36	0.39	0	0.44	0.41	0.38	0.35	0.33	0.33	0.33	0.29	0.28	0.27
LARGO	1.06	1.0	1.01	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0	0.99	0.99	1	1	1	1.01	1.03	1.05	1.06	1.06	1.05	1.03	1.01	1	1	1	0.99	0	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1.01	1.03	1.06
ANGULO	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1.2	0	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1	0.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	
AREA	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.1	0.1	0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.6	0.6	0.8	0.1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.1	0	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1
FUERZA	-23.41	-23.19	-23.19	-23.19	-22.98	-22.98	-23.19	-23.41	-23.84	-23.41	-23.41	-23.19	-22.98	-22.76	-22.76	-23.19	-23.41	-23.84	23.84	23.41	23.19	22.76	22.76	22.76	22.98	23.19	23.41	23.84	23.41	23.19	22.98	22.98	23.19	23.19	23.19	23.41		
FUERZA X	-5.80	-6.07	-6.41	-7.36	-7.36	-7.73	-8.39	-9.05	-9.62	-23.41	-9.45	-8.45	-7.80	-7.15	-6.50	-6.01	-5.85	-5.85	-5.91	-5.69	-5.74	-5.74	-6.01	-6.50	-7.15	-7.80	-8.53	-23.84	-9.45	-8.89	-8.24	-7.59	-7.15	-7.15	-6.35	-6.13	-5.91	
FUERZA Y	-22.68	-22.38	-22.29	-21.99	-21.76	-21.64	-21.62	-21.59	-21.81	0.00	-21.42	-21.60	-21.61	-21.61	-21.81	-21.95	-22.44	-22.67	-23.10	-22.26	-22.25	-22.02	-21.95	-21.81	-21.61	-21.61	-21.80	0.00	-21.42	-21.19	-21.22	-21.23	-21.15	-21.38	-22.08	-22.59	-23.10	

SECCION 24	SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO									SOTAVENTO										
Nº- ANGULO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
DIAGONAL	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
ALTURA	0.3	0.32	0.35	0.38	0.4	0.42	0.44	0.45	0.46	0	0.46	0.45	0.44	0.42	0.4	0.38	0.35	0.32	0.3	0.3	0.32	0.35	0.38	0.4	0.42	0.44	0.45	0	0.46	0.45	0.44	0.42	0.4	0.38	0.35	0.32	0.3	
LARGO	1.06	1.1	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1	1	0	1	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1	0	1	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.06	
ANGULO	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1.1	0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	0.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
AREA	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.1	0.1	0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.6	0.8	0.1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.1	0	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	
FUERZA	-11.70	-11.70	-11.70	-11.70	-11.49	-11.49	-11.70	-11.70	-11.92	-11.70	-11.70	-11.70	-11.49	-11.49	-11.49	-11.49	-11.70	-11.70	-11.92	11.92	11.7	11.7	11.49	11.49	11.49	11.49	11.7	11.70	11.92	11.7	11.7	11.49	11.49	11.7	11.7	11.70		
FUERZA X	-3.19	-3.40	-3.72	-4.04	-4.18	-4.39	-4.68	-4.79	-4.99	-11.70	-4.89	-4.79	-4.60	-4.39	-4.18	-3.97	-3.72	-3.40	-3.25	-6.38	-6.75	-7.38	-8.01	-8.35	-8.77	-9.28	-9.58	-23.84	-9.79	-9.49	-9.19	-8.69	-8.28	-7.86	-7.38	-6.81	-6.50	
FUERZA Y	-11.26	-11.20	-11.10	-10.98	-10.70	-10.62	-10.73	-10.68	-10.83	0.00	-10.63	-10.68	-10.53	-10.62	-10.70	-10.78	-11.10	-11.20	-11.47	-22.52	-22.19	-21.99	-21.76	-21.40	-21.23	-21.26	-21.96	0.00	-21.26	-21.16	-21.06	-21.03	-21.20	-21.36	-21.99	-22.40	-22.94	

Fuente: Propio

Tabla N° 68 Cálculo manual del pretensado.

CALCULO MANUAL DE PRETENSADO

CARGA UNIFORME (W) EN EL CABLE

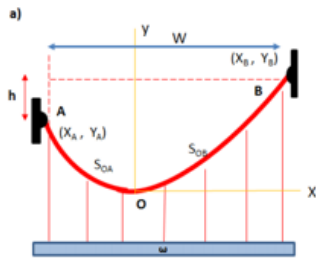
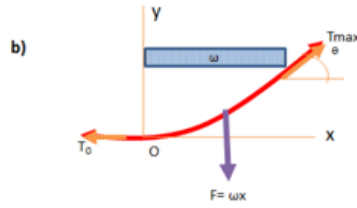


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE EN EL CABLE



$$y = \frac{WX^2}{2T_0}$$

T_0 = Componente horizontal constante de la fuerza en cualquier parte del cable

..... Ecuacion 1

$$T = \sqrt{W^2X^2 + T_0^2}$$

T = Tension en cualquier parte a lo largo del cable sometido a una carga uniforme
*La tension maxima se da a mayor distancia.

..... Ecuacion 2

Para calcular se Tiene 3 tipo de Esfuerzos

T1= Carga Muerta + Carga Viva

T2= Viento Succion 1

T3= Viento Succion 2

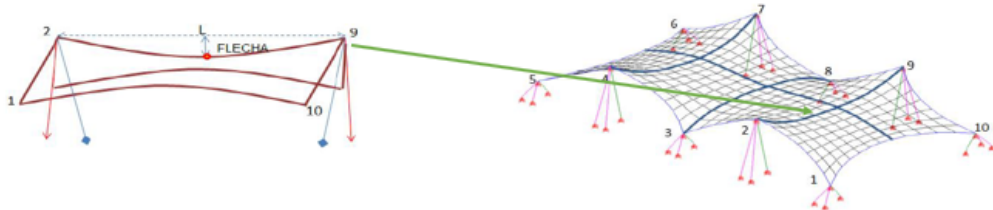
$$T_{pret. 1} \text{ (cuerda Suspension o Soportante)} = \frac{T1 + T2}{2}$$

..... Ecuacion 3

$$T_{pret. 2} \text{ (cuerda Tensora)} = \frac{T3}{2}$$

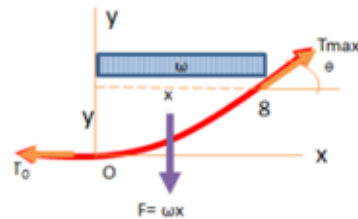
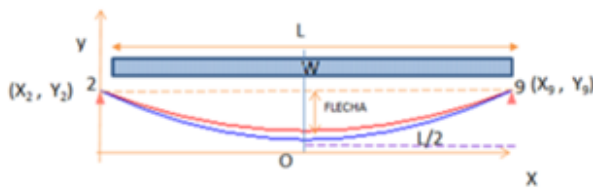
..... Ecuacion 4

Para calcular de las Tensiones se escoge la cuerda 2-9. y Cuerda 3-8



DATOS GEOMÉTRICOS DE LA ESTRUCTURA								
	X	Y	Z	h	a	b	c	
1	0	0	0	6	1	1	1	1
2	0	9	0	9	1	1	1	1
3	0	18	0	6	1	1	1	1
4	0	27	0	9	1	1	1	1
5	0	36	0	6	1	1	1	1
6	26	36	0	6	1	1	1	1
7	26	27	0	9	1	1	1	1
8	26	18	0	6	1	1	1	1
9	26	9	0	9	1	1	1	1
10	26	0	0	6	1	1	1	1

Geometria de la cuerda 3-8



Fuente: Propio

CALCULO DE TENSION 1

Distancia entre punto 3-8 (X)= 9 m.
 Distancia de la flecha (Y) = 1.5 m.
 Carga distribuida (W)= 30.6 Kg/m.

$W = CM + CV$
 CM= 0.59 Kg/m.
 CV= 30.0 Kg/m. * Por metro lineal

Reemplazando en Ecuacion 1 y Ecuacion 2

$$y = \frac{WX^2}{2T_0} \quad T_0 = 825.93 \text{ Kg.}$$

$$T = \sqrt{W^2X^2 + T_0^2} \quad T1 = 870.61 \text{ Kg.}$$

CALCULO DE TENSION 2

Son las mismas características pero ahora cambia el W1 del viento en Succion 1

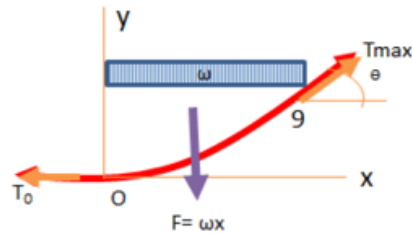
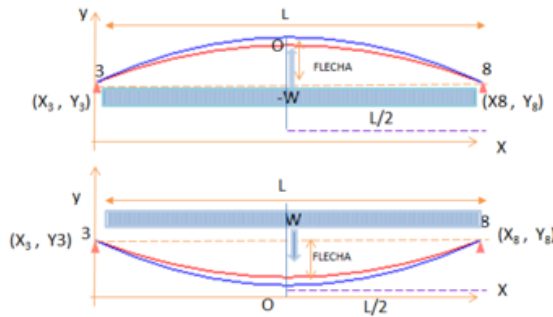
Distancia entre punto 3-8 (X)= 9 m.
 Distancia de la flecha (Y) = 1.5 m.
 Carga de Viento (W1)= -21.7 Kg/m.

Reemplazando en Ecuacion 1 y Ecuacion 2

$$y = \frac{WX^2}{2T_0} \quad T_0 = -585.23 \text{ Kg.}$$

$$T = \sqrt{W^2X^2 + T_0^2} \quad T2 = 616.88 \text{ Kg.}$$

Geometria de la cuerda 2-9



CALCULO DE TENSION 3

Son las mismas características pero ahora cambia el W2 del viento en Succion 2

Distancia entre punto 2-9 (X)= 9 m.
 Distancia de la flecha (Y) = 1.63 m.
 Carga de Viento (W2)= -21.7 Kg/m.

Reemplazando en Ecuacion 1 y Ecuacion 2

$$y = \frac{WX^2}{2T_0} \quad T_0 = -532.02 \text{ Kg.}$$

$$T = \sqrt{W^2X^2 + T_0^2} \quad T3 = 566.66 \text{ Kg.}$$

EL CALCULO DE LA PRETENSION PARA EL CABLE ES:

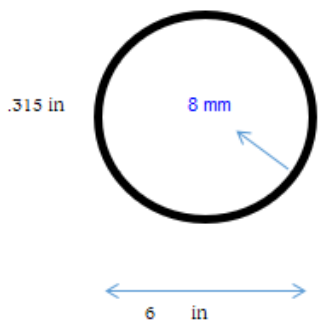
SOPORTANTE	$\frac{T1 + T2}{2} = 743.74 \text{ Kg.}$	0.74 Tn.
TENSORA	$\frac{T3}{2} = 1027.07 \text{ Kg.}$	1.03 Tn.

SAP		
$\frac{T1 + T2}{2} = 0.71 \text{ Tn.}$	0.03 Tn.	95.46%
$\frac{T3}{2} = 1.01 \text{ Tn.}$	0.02 Tn.	98.14%

Coe. Seguridad	N.T.P		Guia Europea	
	T°C.S	%	T°C.S	%
Resistencia a la rotura	2	27.84%	3.55	69.61%
	5.1/5.1	39.53%	5.04	98.82%
		<50%		> 50%

Fuente: Propio

Tabla N° 69 Cálculo de diámetro del mástil más alto.



TUBO CIRCULAR HUECO

PERFIL OK

6" - 8mm.

PROPIEDADES DE UN ANGULO

A = 6.619 in²
 $r_{xx} = 2.366$ in $r_{yy} = 2.366$ in

COMPRESION

$P_u = 22,295.0$ Kgf L = 9.05 m
 $P_u = 49.05$ kip L = 356.32 in

TIPO DE ACERO

A -36

F_y = 36 ksi
 F_u = 58 ksi

	F _y	F _u
A -36	36 ksi	58 ksi
A -50	50 ksi	65 ksi

E = 29,400 ksi

EULER

Doblemente articulada

121.92

TIPO	K
Doblemente articulada	1
Doblemente empotrada	0.5
Empotrada	2

PANDEO LOCAL

2° Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$

K = 1
 L = 356.32 in
 $r_{xx} = 2.37$ in
 $KL/r_{xx} = 150.6$

Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$

K = 1
 L = 356.32 in
 $r_{yy} = 2.37$ in
 $KL/r_{yy} = 150.6$

CUMPLE

3° Calcular $\lambda = h/t_w$

PARA EL CIRCULO HUECO

h =	6 in
t _w =	23/73 in
λ =	19.0

8 mm

4° Calcular

$P_u = 49.05$ kip
 $\phi_b = 0.9$
 $F_y = 36$ ksi
 $A = 6.62$ in²
 $P_u/(\phi_b F_y) = 0.2287$

$\lambda_p = 66.890$
 $\lambda_p = 66.89$

$\frac{P_u}{\phi_b F_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$

1) $\frac{P_u}{\phi_b F_y} \leq 0.125$ $\lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b F_y}\right)$

2) $\frac{P_u}{\phi_b F_y} > 0.125$ $\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b F_y}\right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

CASO 2)

Fuente: Propio

PARA EL CIRCULO HUECO

$$\lambda \qquad \qquad \qquad \lambda_p$$

$$19.0 \qquad < \qquad \qquad 66.89$$

CUMPLE

5° Calcular

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \qquad \qquad \lambda_r = 550.00$$

PARA EL ALMA

$$\lambda \qquad \qquad \qquad \lambda_r$$

$$19.0 \qquad < \qquad \qquad 550.00$$

CUMPLE

PANDEO LATERAL

1° Calcular relacion de esbeltez

$$\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

- K = 1
- L = 356.32 in
- r_{ox} = 2.37 in
- F_y = 36 ksi
- E = 29,400 ksi
- λ_c = 1.68

2° Calcular F_{cr}

$$F_{cr} = 11.22 \text{ ksi}$$

$$1) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y \quad 11.22 \text{ ksi}$$

$$2) \quad \lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y \quad 12.42 \text{ ksi}$$

3° Calcular P_n

$$P_n = F_{cr} A$$

$$A = 6.62 \text{ in}^2$$

$$P_n = 74.27 \text{ kip}$$

4° Comparar

$$P_u = 49.05 \text{ kip}$$

$$\phi = 0.85$$

$$P_n = 74 \text{ kip}$$

$$\phi P_n = 63.13 \text{ kip}$$

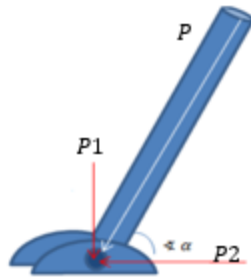
$$P_u \leq \phi P_n$$

CUMPLE

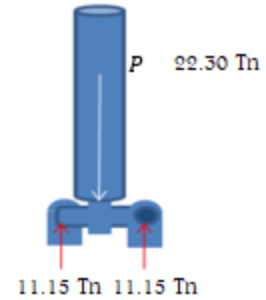
Fuente: Propio

Tabla N° 70 Diseño del mástil más alto

DISEÑO DEL PIN POR CORTE



P	=	22.30 Tn
P1	=	22.17 Tn
P2	=	2.33 Tn
α	=	84.00°



Acero: ASTM A36
 Fbu: 4.08 Tn/cm² Esfuerzo a la Rotura
 φ: 0.65
 "m": 1
 Diametro: 1 1/4"
 Ab: 7.79 cm²
 Pu(Tn): 11.15 Tn

$$\phi R_n = 0.65(0.60F_{bu}) * m * A_b$$

$$\phi R_n \geq P_u$$

Resistencia de Diseño por corte del pin i

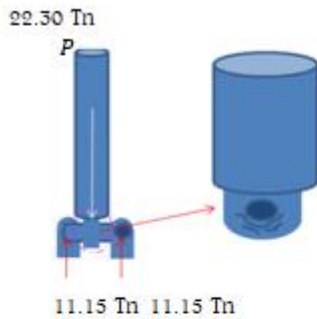
Comparar

$$P_u = 11.15 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 12.40 \text{ Tn}$$

CUMPLE

DISEÑO DE LA ARGOLLA POR APLASTAMIENTO Y POR FALLA DE OJAL



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 φ: 0.75
 Pu(Tn): 22.30 Tn
 Diametro: 1 1/4 in 3.18 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Resistencia de Diseño por corte del pin i

Comparar

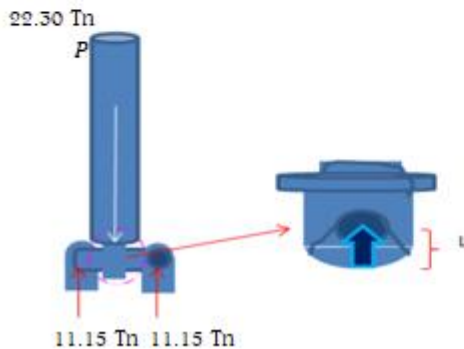
$$P_u = 22.30 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 29.61 \text{ Tn}$$

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 φ: 0.75
 Pu(Tn): 22.30 Tn
 Diametro: 1 1/4 in 3.18 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Resistencia de Diseño por corte del pin i

Comparar

$$P_u = 22.30 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 37.02 \text{ Tn}$$

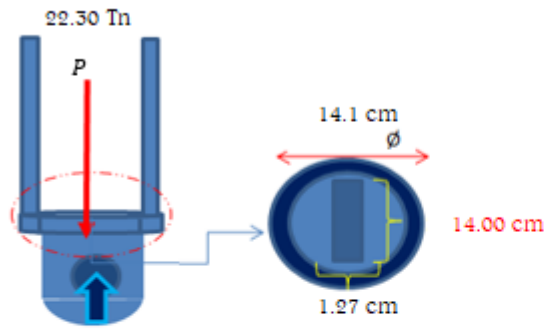
CUMPLE

Distancia minima del borde de pieza

$$L = 2.67 \text{ d}$$

$$L = 8.00 \text{ cm}$$

DISEÑO DE LA BASE DEL MÁSTIL EN EL PUNTO MAS ALTO



Acero:	ASTM A36
Fu:	4.08 Tn/cm ²
Fy:	2.53 Tn/cm ²
φ :	0.75
Pu(Tn):	22.30 Tn
Espesor:	1/8 0.32 cm
Avg (Area Total en Corte):	11.29 cm ²
Ans (Area Neta en Corte):	11.29 cm ²
Atg (Area Total en Traccion):	17.78 cm ²
Ant (Area Neta en Traccion):	17.78 cm ²

Fractura de Traccion + Fluencia de Corte

$$fPbc = 0.75(FuAnt + 0.6FyAvg)$$

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion

$$fPbc = 0.75(0.6FuAns + FyAtg)$$

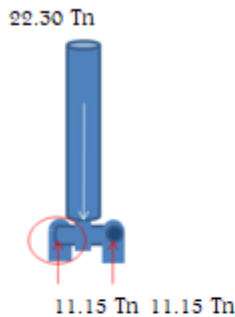
Fractura de Traccion + Fluencia de Corte
67.26 Tn

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion
54.47 Tn

Pu = 22.30 Tn
Min Fractura = 54.47 Tn

CUMPLE

DISEÑO DE LA ARGOLLA COLOCADAS EN LA BASE DE LA CIMENTACION DEL MASTIL MAS ALTO



Acero:	ASTM A36
Fu:	4.08 Tn/cm ²
φ :	0.75
Pu(Tn):	11.15 Tn
Diametro:	1 1/4 in 3.18 cm
Espesor:	1/4 in 0.64 cm

$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Resistencia de Diseño por corte del pin i

Comparar

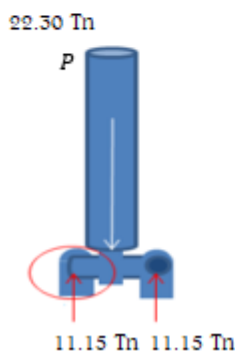
$$Pu = 11.15 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 14.81 \text{ Tn}$$

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero:	ASTM A36
Fu:	4.08 Tn/cm ²
φ :	0.75
Pu(Tn):	11.15 Tn
Diametro:	1 1/4 in 3.18 cm
Espesor:	1/4 in 0.64 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Resistencia de Diseño por corte del pin i

Comparar

$$Pu = 11.15 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 18.51 \text{ Tn}$$

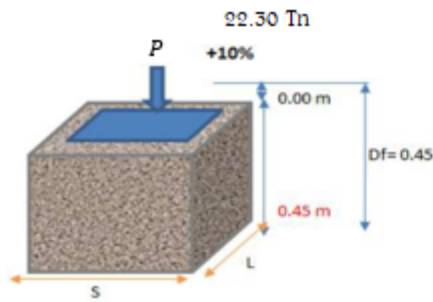
CUMPLE

Distancia minima del borde de pieza

$$L = 2.67 \text{ d}$$

$$L = 8.00 \text{ cm}$$

DISEÑO DE LAS DIMENSIONES DE LA CIMENTACION DEL APOYO MAS ALTO



DATOS:			
σ_{adm} =	7.40 Tn/m ²	σ_{adm} =	0.74 Kg/cm ²
σ_{neto} =	6.77 Tn/m ²	σ_{neto} =	0.68 Kg/cm ²
$\sigma_{neto\ sismo}$ =	8.80 Tn/m ²	Df =	45.00 cm
$f'c$ =	2100 Tn/m ²	$\gamma\ Suelo$ =	0.0014 Kg/cm ²
f_y =	4200 Tn/m ²		

$$q_{neto} = q_{adm} - \gamma * Df - \text{SOBRECARGA}$$

Datos Obtenidos de SAP 2000

CM: 3.1E-13
 CV: 6.525
 Cviento (-): 7.95
 Cviento (-): 7.815
 22.29

Combos

1.4CM + 1.7 CV
 1.25(CM + CV ± Cviento)
 0.9CM ± 1.25Cviento

Pact: 22.30 Tn
 Pu(Comb de Cargas): 11.09 Tn
 σ_{adm} : 0.74 Kg/cm²
 $F'c$: 210 Kg/cm²
 Df: 45.00 cm
 Recubrimiento: 7.00 cm
 d: 38.00 cm

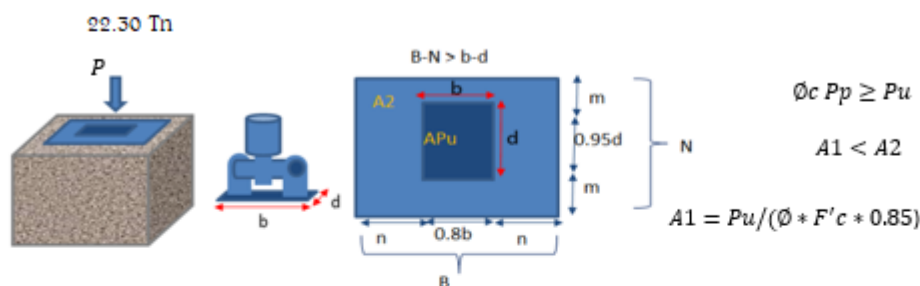
COMBO	A_x	L	S
1.4CM+1.7CV	1.26m ²	1.15 m	1.15 m

1.3

1

$A_z = \frac{P_s}{\sigma_{Neto}}$	Dimension es "Z"	L	S	Hz
	ASUMIDAS		1.30 m	1.00 m	0.40 m

DISEÑO DE LA PLANCHA DE ACERO EN LA CIMENTACION DEL APOYO MAS ALTO



Pu(Tn): 22.30 Tn
 ϕ : 0.6
 $F'c$: 2100 Tn/m²
 F_y : 2.53 Tn/cm²
 S(Zapata): 1.30 m
 L(Zapata): 1.00 m
 b: 21.00 cm
 d: 20.00 cm
 A1: 0.02 m²
 A2: 1.30 m²
 $\phi\ b$: 0.9

$$P_p = 0.85F'cA1\sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 0.85F'c(2 * A1)$$

$P_p = 293.64\ Tn$ $P_p = 65.57\ Tn$

$P_p = 65.57\ Tn$

Se considera

m: 3.00 cm
 n: 4.10 cm

N: 25.00 cm
 B: 25.00 cm

$$t = \sqrt{\frac{2Pun^2}{BN\phi F_y}}$$

0.73 cm

Se opta por

0.50 cm

$$t = \sqrt{\frac{2Pum^2}{BN\phi F_y}}$$

0.53 cm

1/5 in

1/5 in

DISEÑO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE QUE SUJETAN LA PLANCHA DE ACERO

Acero: ASTM A325
 Fbu: 8.40 Tn/cm²
 Pu*Perno: 5.57 Tn
 Diametro: **1/2"**
 Ab: 1.27 cm²

$$\frac{Pu}{N_{pernos}} = Pu * perno$$

* Se requieren 4 Pernos

Resistencia de diseño por estado Limite de fluencia del perno de anclaje.

$$\phi R_n = 0.75 * F_{bu}(0.75 A_b)$$

Comparar

Pu = 5.57 Tn
 $\phi R_n = 6.00$ Tn

Resistencia de diseño por estado Limite de fractura de la zona roscada.

$$\phi R_n = 0.90 * F_{bu} * A_b$$

Comparar

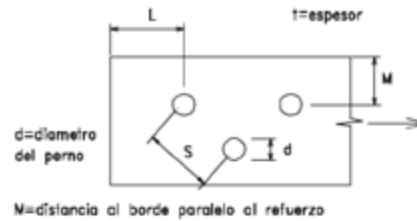
Pu = 5.57 Tn
 $\phi R_n = 9.60$ Tn

CUMPLE

CUMPLE

UBICACIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE QUE SUJETAN LA PLANCHA DE ACERO

Acero: ASTM A325
 Fbu: 8.40 Tn/cm²
 Pu*Perno: 5.57 Tn
 "t" de la plancha: 0.50 cm
 ϕ : 0.75
 Diametro: **1/2 in** 1.27 cm



Fuente: Zapata Baglieto, Diseño Estructural en acero.

c) Distancia mínima desde el centro del hueco al borde paralelo a la dirección del esfuerzo. (M)

a) $S_{min} = 3d > 2 * \frac{2}{3} d$

b) $1.5d < L_{min} \geq \frac{Pu}{(\phi F_u + t)}$

d) Distancia max = 12 * t
 Distancia max = 6in - 150mm

Diámetro del perno pulg	Bordes cizallados		Bordes laminados o cortados con oxi-acetileno	
	pulg	mm	pulg	mm
1/2	7/8	22	3/4	19
5/8	1 1/8	28	7/8	22
3/4	1 1/4	32	1	25
7/8	1 1/2	38	1 1/8	28
1	1 3/4	34	1 1/4	32
1 1/8	2	50	1 1/2	38
1 1/4	2 1/4	56	1 5/8	41
más de 1 1/4	1.75diam		1.25 diam	

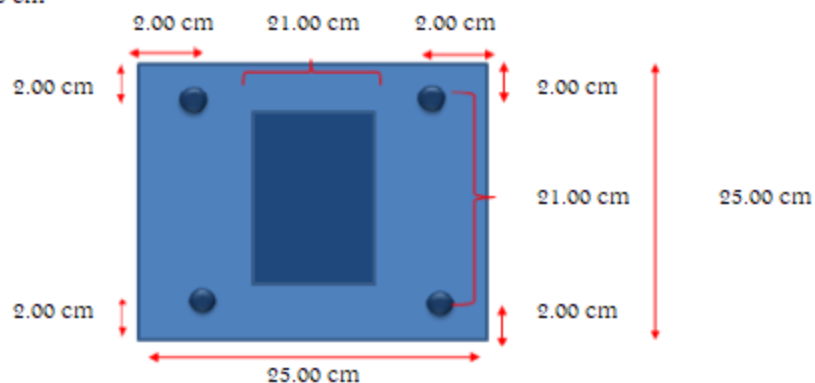
Fuente: Zapata Baglieto, Diseño Estructural en acero.

Distribucion de pernos

Smin: 3.81 cm
 Lmin: 1.91 cm
 Mmin: **2.20 cm**
 Distancia Max: 6.00 cm

Distribucion Final de los Pernos

Smin: 21.00 cm
 Lmin: 2.00 cm
 Mmin: 2.00 cm

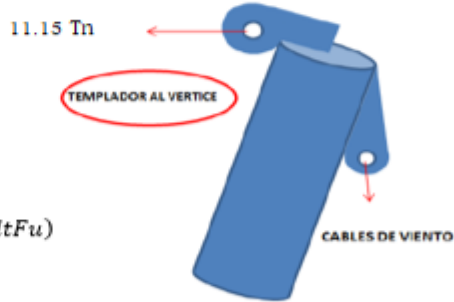


DISEÑO DE LA ARGOLLA DE ACERO EN EL VERTICE DEL PUNTO MAS ALTO

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 11.15 Tn
 Diametro: 1/2 in 1.27 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

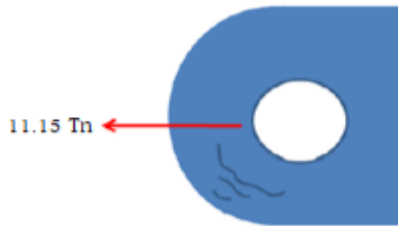
Comparar
 Pu = 11.15 Tn
 $\phi R_n = 11.85$ Tn



CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 11.15 Tn
 Diametro: 1/2 in 1.27 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar
 Pu = 11.15 Tn
 $\phi R_n = 14.81$ Tn

Distancia minima del borde de pieza

L = 2.67 d
 L = 3.00 cm

CUMPLE

DISEÑO DE LA ARGOLLA DE ACERO QUE SOSTENDRÁ A LOS CALBES DE VIENTO EN EL PUNTO MAS ALTO

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 19.18 Tn
 Diametro: 1 in 2.54 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Comparar
 Pu = 19.18 Tn
 $\phi R_n = 23.69$ Tn



CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



19.18 Tn

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 19.18 Tn
 Diametro: 1 in 2.54 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar
 Pu = 19.18 Tn
 $\phi R_n = 29.61$ Tn

Distancia minima del borde de pieza

L = 2.67 d
 L = 7.00 cm

CUMPLE

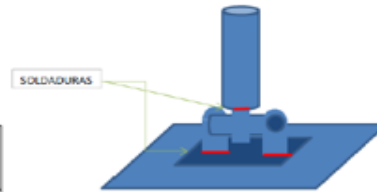
Reglamento de diseño AISC - LRFD

Tamaño mínimo de soldadura.

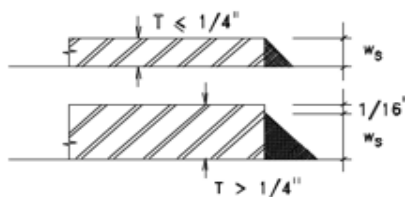


ESPESOR DE LA PIEZA MÁS GRUESA UNIDA T (pulgadas)	TAMAÑO MÍNIMO SOLDADURA DE FILETE		TAMAÑO MÍNIMO GARGANTA.SOLD. PENETRACIÓN PARCIAL	
	Pulg	mm	Pulg	mm
1/8 < T ≤ 3/16	1/8	3	1/16	1.5
3/16 < T ≤ 1/4	1/8	3	1/8	3
1/4 < T ≤ 1/2	3/16	5	3/16	5
1/2 < T ≤ 3/4	1/4	6	1/4	6
3/4 < T ≤ 1 1/2	5/16	8	5/16	8
1 1/2 < T ≤ 2 1/4	5/16	8	3/8	9.5
1 1/4 < T ≤ 6	5/16	8	1/2	12
6 < T	5/16	8	5/8	16

Fuente: Zapata Baglieto



Tamaño máximo de soldadura. Tipo Filete

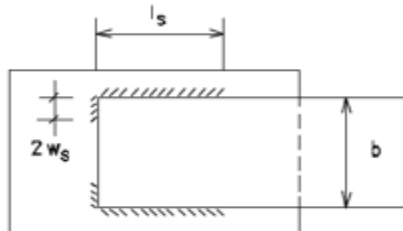


Si $T \leq 1/4'' \rightarrow Ws = 1/4''$ (6.4mm)

Si $T > 1/4'' \rightarrow Ws = T - 1/16''$ (1.5mm)

Fuente: Zapata Baglieto

Longitud mínima de un cordón



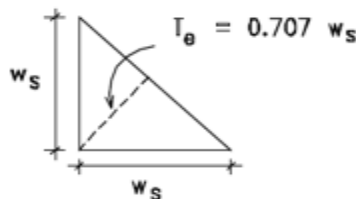
$ls > 4Ws$

$ls > b$

$l \text{ traslape} > 5 * T$

Fuente: Zapata Baglieto

Dimensiones para soldaduras de filete



Fuente: Zapata Baglieto

Arco con electrodos protegidos

$Te = 0.707 * Ws$

Arco Sumergido

Si $Ws \leq 3/8''$ (9.5mm) $\rightarrow Te = Ws$

Si $Ws \geq 3/8''$ (9.5mm) $\rightarrow Te = 0.707Ws + 0.11''$ (2.5mm)

Resistencia al corte de la Soldadura

$fR_{nw} = 0.75Te(0.60 * F_{exx})$

Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

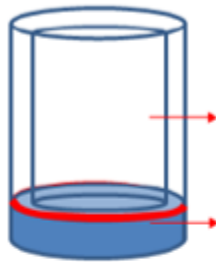
$fR_{nw} = 0.75 Ws (0.60 * F_u)$

Resistencia por una pulg o cm de soldadura de filete.

SEGÚN EL TIPO DE ELECTRODO		ELECTRODO PROTEGIDO		ELECTRODO SUMERGIDO	
RESISTENCIA DE DISEÑO AL CORTE DE LA SOLDADURA					
TAMAÑO NOMINAL		E60 XX	E70 XX	E60 XX	E70 XX
Pulg	mm	kip/pulg	t/cm	kip/pulg	t/cm
1/8	3mm	2.38	0.412	2.77	0.48
3/16	5mm	3.58	0.667	4.18	0.78
1/4	6mm	4.77	0.800	5.57	0.93
5/16	8mm	5.97	1.068	6.96	1.25
3/8	9mm	7.16	1.214	8.35	1.42
7/16	11mm	8.35	1.494	9.74	1.74
1/2	12mm	9.54	1.634	11.14	1.91
9/16	14mm	10.74	1.921	12.53	2.24
5/8	16mm	11.93	2.135	13.92	2.49
11/16	17mm	13.12	2.348	15.31	2.73
3/4	19mm	14.32	2.563	16.70	2.99

Fuente: Zapata Baglieto

LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA BASE DEL MASTIL MAS ALTO



"e" Tubo
8.00 mm

"e" Base
3.18 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 22.30 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 3.00 mm Base ($3/16" < T \leq 1/4"$)
Ws max: 6.00 mm Tubo (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 6.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura
Según tabla

(E60) 6mm: 0.80 Tn/cm

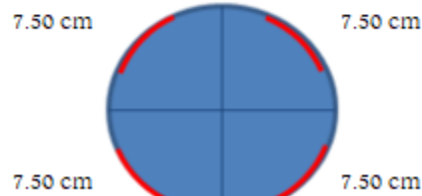
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 1.10 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.40 cm (4Ws)
L. cordon: 30.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA ARGOLLA DEL MASTIL MAS ALTO



"e" Argolla
1/2 in 12.70 mm

"e" Base
3.18 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 22.30 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 5.00 mm Base ($1/4" < T \leq 1/2"$)
Ws max: 11.10 mm Argolla (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 9.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura
Según tabla

(E60) 9mm: 1.21 Tn/cm

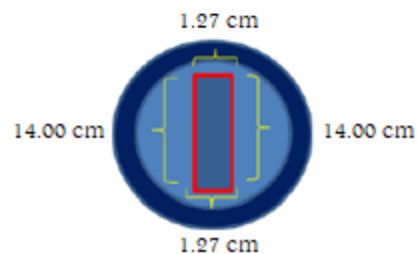
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 1.65 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 3.60 cm (4Ws)
L. cordon: 20.26 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA ARGOLLA DE LA PLACA DE LA CIMENTACION DEL MASTIL MAS ALTO



"e" Argolla
1/4 in 6.35 mm

"e" Plancha
5.00 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 22.30 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 6.00 mm Argolla ($1/2" < T \leq 3/4"$)
Ws max: 3.40 mm Plancha (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 5.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura

Según tabla

(E60) 5mm: 0.67 Tn/cm

Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

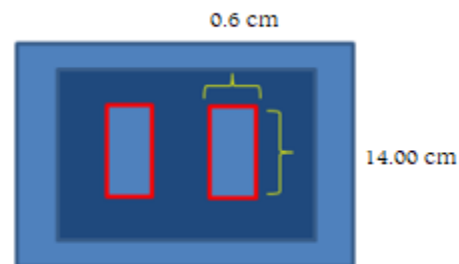
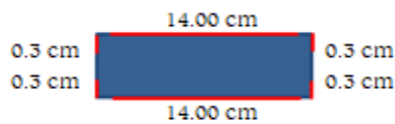
$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 0.92 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.00 cm (4Ws)

L. cordon: 30.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA PLACA DE ACERO QUE SOSTENDRA EL VERTICE EN EL MASTIL MAS ALTO



"e" Tubo
8.00 mm

"e" Argolla
1/2 in 12.70 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 11.15 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 3.00 mm Argolla ($3/16" < T \leq 1/4"$)
Ws max: 6.00 mm Plancha (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 6.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura

Según tabla

(E60) 6mm: 0.80 Tn/cm

Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

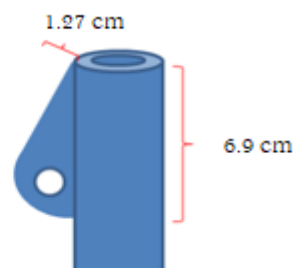
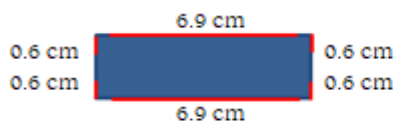
$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 1.10 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.40 cm (4Ws)

L. cordon: 15.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA PLACA DE ACERO QUE SOSTENDRA LOS CABLES DE VIENTO EN EL MASTIL MAS ALTO



"e" Tubo
8.00 mm

"e" Argolla
1/2 in 12.70 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 19.18 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 3.00 mm Argolla ($3/16" < T \leq 1/4"$)
Ws max: 6.40 mm Plancha (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 6.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura

Según tabla

(E60) 6mm: 0.67 Tn/cm

Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

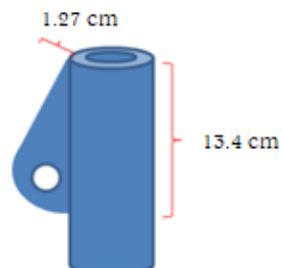
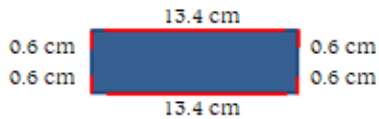
$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 + F_u)$$

$$fR_{nw} = 1.10 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.40 cm (4Ws)

L. cordon: 28.00 cm (Pu/Rfractura)



Fuente: Propio

Tabla N° 71 Diseño de los cables del mástil más alto.

DISEÑO DEL CABLE EXTERIOR

Pu(Tn): 19.18 Tn
 Esfuerzo Último: 18000 Kg/cm²
 C.S.: 2
 Diametro: **3/4"**
 Ab: 2.85 cm²

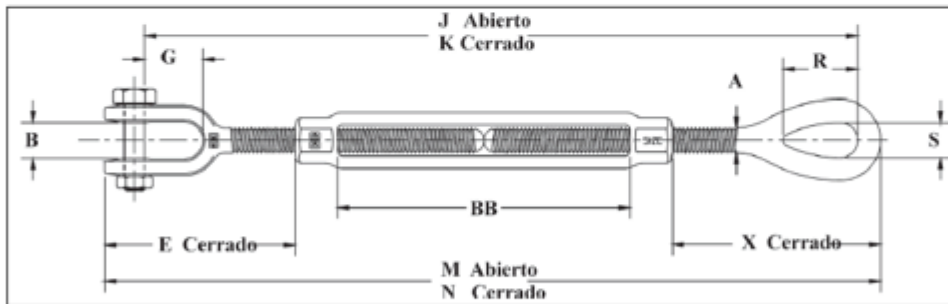
$$A_{req} = \frac{c * T_{max}}{\sigma_{ult}}$$

Comparar
 Areq: 2.13 cm²
 Ab: 2.85 cm²

CUMPLE

*Para el diseño de los accesorios se diseño por estado de Fluencia del perno y por fractura de corte al gancho del templador.

*Se escogio el templador tipo "quijada y ojo (HG-227)-Crosby"



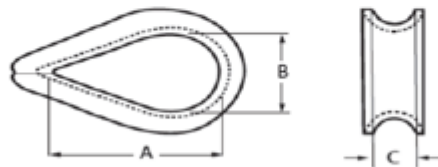
Diametro: **1 1/4 x 12**
 Carga Limite: 6.89 Tn
 Carga Ruptura: 34.47 Tn
 Pu(Tn): 19.18 Tn
 Carga de Diseño: 27.58 Tn

CUMPLE

*Para el diseño de las grapas se escogio de Tipo 1, Clase 1 G-450

Tamaño Cable: **3/4"**
 Tamaño Grapa: 3/4 in
 N° de Grapas: 4
 Cables a Doblar: 18 in

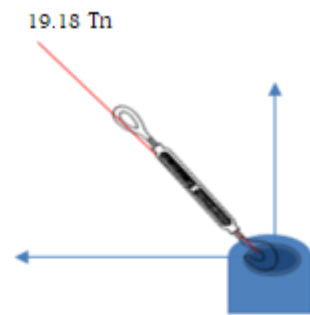
*Para el diseño del guardacabo estandar FF-T-276.



Diametro Cable: **3/4"**
 A: 2 1/2 in 6.35 cm
 B: 1 5/8 in 4.14 cm
 C: 7/9 in 1.98 cm
 P: 0.227 Kg

DISEÑO DE LA ARGOLLA DE LA BASE DEL CABLE EXTERIOR EN EL MASTIL MAS ALTO

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 19.18 Tn
 Diametro: 1 1/4 x 12
 Espesor: 3/8 in 0.95 cm
 Agujero: 1 1/6 in 3.0 cm



$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Comparar

$P_u = 19.18 \text{ Tn}$
 $\phi R_n = 20.99 \text{ Tn}$

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 19.18 Tn
 Diametro: 1 1/4 x 12
 Espesor: 3/8 in 0.95 cm
 Agujero: 1 1/6 in 3.0 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar

$P_u = 19.18 \text{ Tn}$
 $\phi R_n = 26.23 \text{ Tn}$

CUMPLE

Distancia minima del borde de pieza al centro del orificio

$L = 2.67 d$
 $L = 8.00 \text{ cm}$

ESFUERZOS DE CORTE Y DE TRACCION EN LOS PERNOS QUE SUJETARAN LOS CABLES DE VIENTO DEL MASTIL MAS LATO

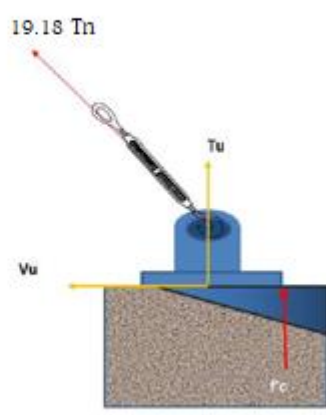
$P_u(Tn): 19.18 \text{ Tn}$
 $T_u: 2.00 \text{ Tn}$
 $V_u: 19.07 \text{ Tn}$
 $\alpha: 84.00^\circ$

Acero: ASTM A307
 $T_u: 2.00 \text{ Tn}$
 $V_u: 19.07 \text{ Tn}$
 N° Pernos: 8
 $T_u * \text{Perno}: 0.25 \text{ Tn}$
 $V_u * \text{Perno}: 2.38 \text{ Tn}$
 $C: 1.85$
 $T: 4.66 \text{ Tn}$

$$T_{up} = \frac{T_u}{N * \text{pernos}}$$

$$V_{up} = \frac{V_u}{N * \text{pernos}}$$

$$T = T_{up} + CV_{up}$$



*Se seleccionaron el tamaño y el Tipo de pernos de Anclaje

Tipos de pernos de anclaje

TIPOS DE PERNOS DE ANCLAJE				
Tipo	Descripción	Espaciamiento entre pernos r	Distancia al borde m	Comentario
A	Aislado	$r \geq rm$	$m \geq mv$	$mv > rm/2$ $mv > mt$
B	Con refuerzo de corte solamente	$r \geq rm$	$rm/2 < m < mv$	$rm/2 > mt$
C	Refuerzo de corte más consideraciones de cono	$r < rm$	$mt < m < mv$	$mt < rm/2$
D	Refuerzo por tracción	$r < rm$	$mt < m < mv$	Pilares de concreto

* TABLA 9.1a.Zapata Baglieto

Valores para Ld, rm, mv, mt.

Tipo de perno (ASTM)	Longitud de Anclaje Ld	Espaciamiento mínimo entre pernos rm	Mínima distancia de borde por corte mv	Mínima distancia de borde por tracción mt
A 307	12d	16d	12d	5d o 4in min
A 325	17d	24d	17d	5d o 4in min

* TABLA 9.1b.Zapata Baglieto

Tipo "A"

Acero: ASTM A307

Fy: 2.53 Tn/cm²

Diametro: 3/4 in 1.91 cm

At*Fy: 5.41 Tn

Comparar

T: 4.66 Tn

At*Fy: 5.41 Tn

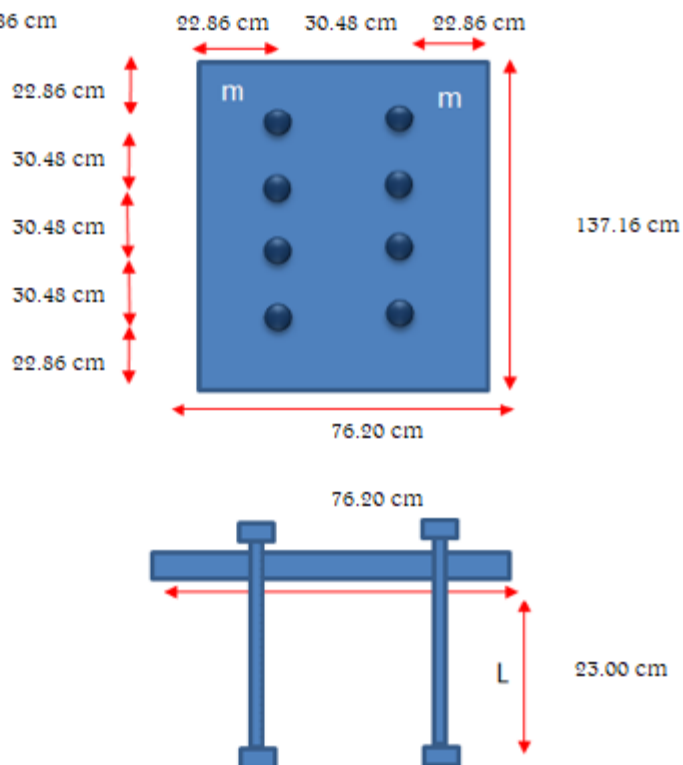
CUMPLE

mv (12d): 22.86 cm

mt (5d o 4in): 9.53 cm

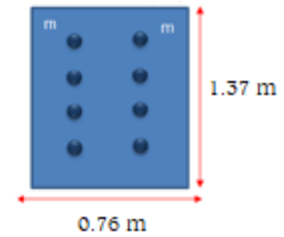
rm (16d): 30.48 cm

Ld (12d): 22.86 cm



DISEÑO DE LA PLANCHA DE ACERO EN LA CIMENTACION

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 Fy: 2.53 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 19.18 Tn
 Espesor: 1/8 in 0.32 cm
 Avg (Area Total en Corte): 18.15 cm²
 Ans (Area Neta en Corte): 18.15 cm²
 Atg (Area Total en Traccion): 261.29 cm²
 Ant (Area Neta en Traccion): 261.29 cm²



Diametro de Perno: 3/4 in 1.91 cm

Fractura de Traccion + Fluencia de Corte
820.21 Tn

$$fPbc = 0.75(FuAnt + 0.6FyAvg)$$

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion
529.11 Tn

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion

$$fPbc = 0.75(0.6FuAns + FyAtg)$$

Pu = 19.18 Tn
 Min Fractura = 529.11 Tn

CUMPLE

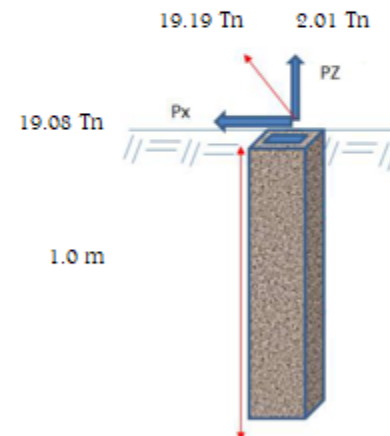
DISEÑO DE LA CIMENTACION POR RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DE LOS CALBES DE VIENTO EN EL MASTIL MAS ALTO

Datos del suelo de la Zona

Tipo	Df (m)	Ø	B	C (Kg/cm ²)	γ Suelo (Kg/cm ³)	Qd (Kg/cm ²)
CL	1.5	19.1	1	0.13	1.459	0.74

Datos Obtenidos de SAP 2000

CM: 2.27E-12 Pz: 2.01 Tn
 CV: 10.855 Px: 19.08 Tn
 Cviento (-): 1.385 α: 84.00°
 Cviento (-): 6.945
 Pu(CM+CV): 19.185



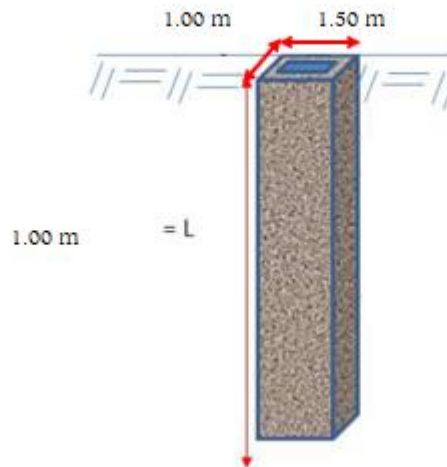
Pz u: 3.41 Tn
 Ancho: 1.00 m
 Largo: 1.50 m
 Tipo de Suelo: CL
 Perimetro: 5.00 m
 γ Suelo: 1.46 Kg/cm³
 Ø Friccion: 19.10°
 K: 1.66
 δ: 0.191
 σ: 14.59
 fs: 2.34 Tn/m²
 B: 1.00 m

$$Qs = \sum p\Delta Lfs$$

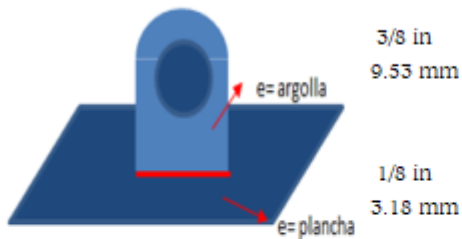
Qs: 11.71 Tn
 Pz u: 3.41 Tn
 Qs: 11.71 Tn

CUMPLE

LONGITUDES FINALES DE LA CIMENTACION DE LOS CALBES



ESPESOR DE LOS ELEMENTOS A SOLDAR PARA LOS CABLES DE VIENTO QUE SUJETARAN AL MASTIL MAS ALTO



3/8 in
9.53 mm

1/8 in
3.18 mm

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 5.00 mm Base ($1/4" < T \leq 1/2"$)
Ws max: 7.90 mm Argolla (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 8.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura

Según tabla

(E60) 8mm: 1.07 Tn/cm

Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

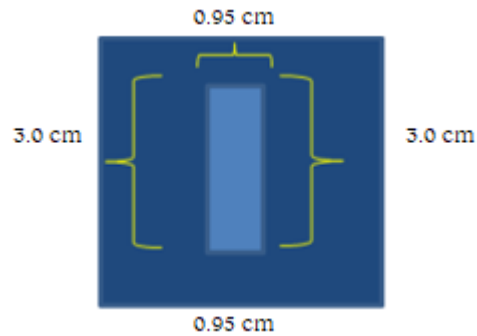
$$fR_{nw} = 1.47 \text{ Tn/cm}$$

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 2.01 Tn

CUMPLE

L min: 3.20 cm (4Ws)

L. cordon: 4.00 cm (Pu/Rfractura)



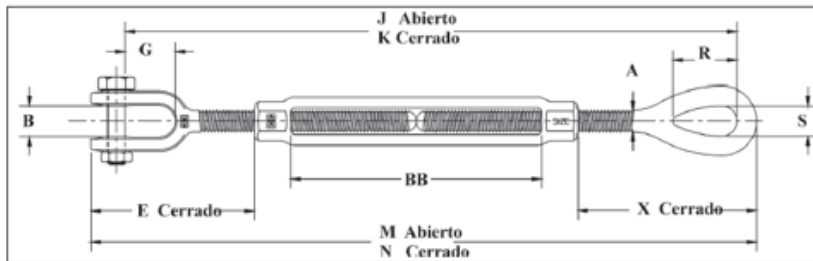
DISEÑO DEL CABLE DE BORDE

Pu(Tn): 7.20 Tn	$A_{req} = \frac{c * T_{max}}{\sigma_{ult}}$
Esfuerzo Ultimo: 18000 Kg/cm ²	Comparar
C.S: 2	Areq: 0.80 cm ²
Diametro: 3/8"	Ab: 0.81 cm ²
Ab: 0.81 cm ²	

CUMPLE

*Para el diseño de los accesorios se diseño por estado de Fluencia del perno y por fractura de corte al gancho del templador.

*Se escogio el templador tipo "quijada y ojo (HG-227)-Crosby"



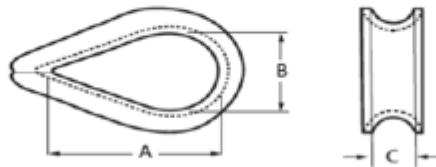
Diametro:	3/4 x d
Carga Limite:	2.36 Tn
Carga Ruptura:	11.79 Tn
Pu(Tn):	7.20 Tn
Carga de Diseño:	9.43 Tn

CUMPLE

*Para el diseño de las grapas se escogio de Tipo 1, Clase 1 G-450

Tamaño Cable:	3/8"
Tamaño Grapa:	3/8 in
Nº de Grapas:	2
Cables a Doblar:	6 1/2 in

*Para el diseño del guardacabo estandar FF-T-276.



Diametro Cable:	3/8"
A:	1 5/8 in 4.14 cm
B:	1 in 2.39 cm
C:	2/5 in 1.04 cm
P:	0.029 Kg

Fuente: Propio

Tabla N° 72 Cálculo de diámetro del mástil más bajo



.316 in

6 mm

3 1/2 in

TUBO CIRCULAR HUECO

PERFIL OK

3 1/2" - 6mm.

PROPIEDADES DE UN ANGULO

A = 3.162 in²
 $r_{xx} = 1.701$ in $r_{yy} = 1.701$ in

COMPRESION

$P_u = 14,030.0$ Kgf L = 6.08 m
 $P_u = 30.87$ kip L = 239.38 in

TIPO DE ACERO

A -36

F_y = 36 ksi
 F_u = 58 ksi

	F _y	F _u
A -36	36 ksi	58 ksi
A -50	50 ksi	65 ksi

E = 29,400 ksi

EULER

Doblemente articulada

TIPO	K
Doblemente articulada	1
Doblemente empotrada	0.5
Empotrada	2

PANDEO LOCAL

	Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$	Calculando $\frac{KL}{r} \leq 200$
2°	K = 1 L = 239.38 in $r_{xx} = 1.70$ in $KL/r_{xx} = 140.7$	K = 1 L = 239.38 in $r_{yy} = 1.70$ in $KL/r_{yy} = 140.7$

CUMPLE

3° Calcular $\lambda = h/t_w$

PARA EL CIRCULO HUECO

λ =	14.82	h = 3 1/2 in	t _w = 13/55 in	6 mm
		λ = 14.8		

4° Calcular

P _u =	30.87 kip			
φ _b =	0.9	$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$	1) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125$	$\lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$
F _y =	36 ksi			
A =	3.16 in ²			
P _u /(φ _b P _y) =	0.3013		2) $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125$	$\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$
λ _p =	64.581	>	42.17	
λ _p =	64.58			

CASO 2)

PARA EL CIRCULO HUECO

$$\lambda \qquad \qquad \lambda_p$$

$$14.8 \qquad < \qquad 64.58$$

CUMPLE

5° Calcular

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \qquad \lambda_r = 550.00$$

PARA EL ALMA

$$\lambda \qquad \qquad \lambda_r$$

$$14.8 \qquad < \qquad 550.00$$

CUMPLE

PANDEO LATERAL

1°

Calcular relación de esbeltez

$$\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$K = 1$$

$$L = 239.38 \text{ in}$$

$$r_{xx} = 1.70 \text{ in}$$

$$F_y = 36 \text{ ksi}$$

$$E = 29,400 \text{ ksi}$$

$$\lambda_c = 1.57$$

2°

Calcular F_{cr}

$$F_{cr} = 12.85 \text{ ksi}$$

$$1) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y \quad 12.85 \text{ ksi}$$

$$2) \quad \lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left(0.685 \lambda_c^2 \right) F_y \quad 14.21 \text{ ksi}$$

3°

Calcular P_n

$$P_n = F_{cr} A$$

$$A = 3.16 \text{ in}^2$$

$$P_n = 40.62 \text{ kip}$$

4°

Comparar

$$P_u = 30.87 \text{ kip}$$

$$\phi = 0.85$$

$$P_n = 41 \text{ kip}$$

$$\phi P_n = 34.53 \text{ kip}$$

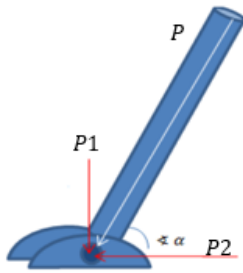
$$P_u \leq \phi P_n$$

CUMPLE

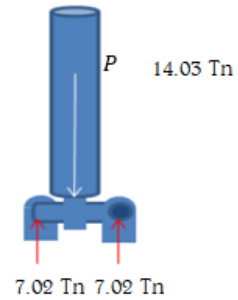
Fuente: Propio

Tabla N° 73 Diseño del mástil más bajo.

DISEÑO DEL PIN POR CORTE



- P = 14.03 Tn
- P1 = 13.86 Tn
- P2 = 2.19 Tn
- $\alpha = 81.00^\circ$



Acero: ASTM A36
 Fbu: 4.08 Tn/cm² Esfuerzo a la Rotura
 ϕ : 0.65
 "m": 1
 Diametro: 1"
 Ab: 5.07 cm²
 Pu(Tn): 7.02 Tn

$$\phi R_n = 0.65(0.60F_{bu}) * m * Ab$$

$$\phi R_n \geq P_u$$

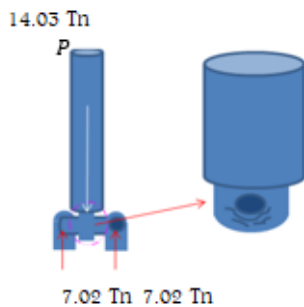
Comparar

Pu = 7.02 Tn

$\phi R_n = 8.07$ Tn

CUMPLE

DISEÑO DE LA ARGOLLA POR APLASTAMIENTO Y POR FALLA DE OJAL



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 14.03 Tn
 Diametro: 1 in 2.54 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Comparar

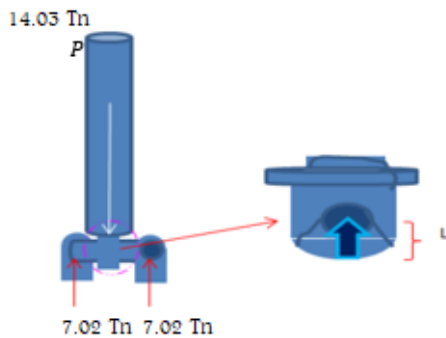
Pu = 14.03 Tn

$\phi R_n = 23.69$ Tn

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 14.03 Tn
 Diametro: 1 in 2.54 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar

Pu = 14.03 Tn

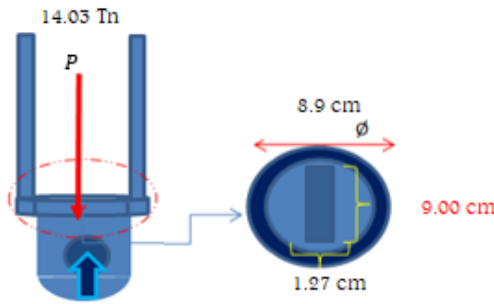
$\phi R_n = 29.61$ Tn

CUMPLE

Distancia minima del borde de pieza

- L = 2.67 d
- L = 7.00 cm

DISEÑO DE LA BASE DEL MÁSTIL EN EL PUNTO MAS ALTO



Acero:	ASTM A36
Fu:	4.08 Tn/cm ²
Fy:	2.53 Tn/cm ²
φ :	0.75
Pu(Tn):	14.03 Tn
Espesor:	1/8 0.32 cm
Avg (Area Total en Corte):	7.26 cm ²
Ans (Area Neta en Corte):	7.26 cm ²
Atg (Area Total en Traccion):	11.43 cm ²
Ant (Area Neta en Traccion):	11.43 cm ²

Fractura de Traccion + Fluencia de Corte

$$fPbc = 0.75(FuAnt + 0.6FyAvg)$$

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion

$$fPbc = 0.75(0.6FuAns + FyAtg)$$

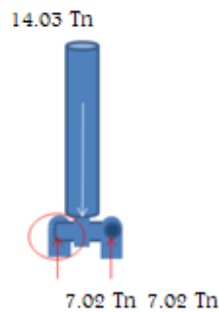
Fractura de Traccion + Fluencia de Corte
43.24 Tn

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion
35.01 Tn

Pu = 14.03 Tn
Min Fractura = 35.01 Tn

CUMPLE

DISEÑO DE LA ARGOLLA COLOCADAS EN LA BASE DE LA CIMENTACION DEL MASTIL MAS BAJO



Acero:	ASTM A36
Fu:	4.08 Tn/cm ²
φ :	0.75
Pu(Tn):	7.02 Tn
Diametro:	1 in 2.54 cm
Espesor:	1/4 in 0.64 cm

$$\varnothing R_n = \varnothing(2.4dtFu)$$

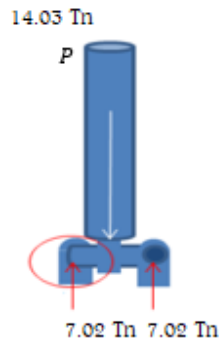
Comparar

Pu = 7.02 Tn
∅ Rn = 11.85 Tn

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero:	ASTM A36
Fu:	4.08 Tn/cm ²
φ :	0.75
Pu(Tn):	7.02 Tn
Diametro:	1 in 2.54 cm
Espesor:	1/4 in 0.64 cm

$$\varnothing R_n = \varnothing(3.0dtFu)$$

Comparar

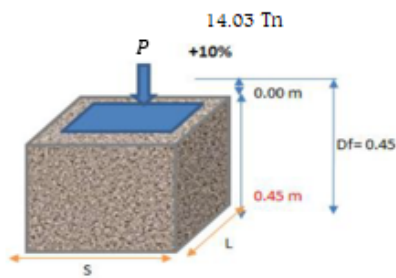
Pu = 7.02 Tn
∅ Rn = 14.81 Tn

CUMPLE

Distancia minima del borde de pieza

L = 2.67 d
L = 7.00 cm

DISEÑO DE LAS DIMENSIONES DE LA CIMENTACION DEL APOYO MAS ALTO



DATOS:			
$\sigma_{adm} =$	7.40 Tn/m^2	$\sigma_{adm} =$	0.74 Kg/cm^2
$\sigma_{neto} =$	6.77 Tn/m^2	$\sigma_{neto} =$	0.68 Kg/cm^2
$\sigma_{neto \text{ sismo}} =$	8.80 Tn/m^2	$Df =$	45.00 cm^2
$f'c =$	2100 Tn/m^2	$\gamma \text{ Suelo} =$	0.0014 Kg/cm^2
$f_y =$	4200 Tn/m^2		

$$q_{neto} = q_{adm} - \gamma * Df - \text{SOBRECARGA}$$

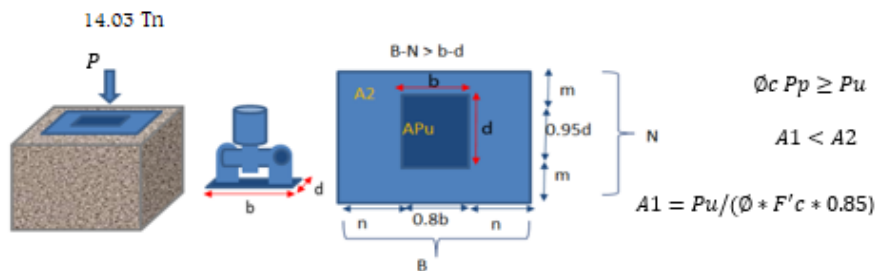
Datos Obtenidos de SAP 2000

CM:	3.8993E-13	Combos	1.4CM + 1.7 CV
CV:	4.088		1.25(CM + CV ± Cviento)
Cviento (-):	5		0.9CM ± 1.25Cviento
Cviento (-):	4.94		
	14.03		
Pact:	14.03 Tn		
Pu(Comb de Cargas):	6.95 Tn		
σ_{adm} :	0.74 Kg/cm ²		
F'c:	210 Kg/cm ²		
Df:	45.00 cm		
Recubrimiento:	7.00 cm		
d:	38.00 cm		

COMBO	A _z	L	S
1.4CM+1.7CV	0.73m ²	0.90 m	0.90 m

$A_z = \frac{P_s}{\sigma_{Neto}}$	Dimension es "Z"	L	S	H _z
	ASUMIDAS	0.90 m	0.90 m	0.45 m

DISEÑO DE LA PLANCHA DE ACERO EN LA CIMENTACION DEL APOYO MAS ALTO



Pu(Tn):	14.03 Tn
ϕ :	0.6
F'c:	2100 Tn/m ²
F _y :	2.53 Tn/cm ²
S(Zapata):	0.90 m
L(Zapata):	0.90 m
b:	16.00 cm
d:	15.00 cm
A1:	0.01 m ²
A2:	0.81 m ²
ϕ b:	0.9

$$P_p = 0.85F'cA1 \sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 0.85F'c(2 * A1)$$

$$P_p = 183.871674 \quad P_p = 41.26470588$$

$$P_p = 41.26470588$$

Se considera

m:	2.88 cm	N:	20.00 cm
n:	3.60 cm	B:	20.00 cm

$$t = \sqrt{\frac{2Pun^2}{BN\phi F_y}}$$

$$0.63 \text{ cm}$$

Se opta por
0.50 cm

$$0.005$$

$$t = \sqrt{\frac{2Pum^2}{BN\phi F_y}}$$

$$0.50 \text{ cm}$$

1/5 in

DISEÑO DE LOS PERNOS DE ANLAJE QUE SUJETAN LA PLANCA DE ACERO

Acero: ASTM A325	$\frac{Pu}{N_{pernos}} = Pu * perno$
Fbu: 8.40 Tn/cm ²	
Pu*Perno: 3.51 Tn	
Diametro: 1/2"	
Ab: 1.27 cm ²	

* Se requieren 4 Pernos

Resistencia de diseño por estado Limite de fluencia del perno de anclaje.

$$\phi Rn = 0.75 * Fbu(0.75Ab)$$

Comparar

$$\begin{aligned} Pu &= 3.51 \text{ Tn} \\ \phi Rn &= 6.00 \text{ Tn} \end{aligned}$$

CUMPLE

Resistencia de diseño por estado Limite de fractura de la zona roscada.

$$\phi Rn = 0.90 * Fbu * Ab$$

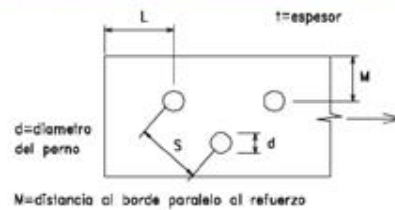
Comparar

$$\begin{aligned} Pu &= 3.51 \text{ Tn} \\ \phi Rn &= 9.60 \text{ Tn} \end{aligned}$$

CUMPLE

UBICACIÓN DE LOS PERNOS DE ANLAJE QUE SUJETAN LA PLANCA DE ACERO

Acero: ASTM A325
 Fbu: 8.40 Tn/cm²
 Pu*Perno: 3.51 Tn
 "t" de la plancha: 0.50 cm
 ϕ : 0.75
 Diametro: 1/2 in 1.27 cm



Fuente: Zapata Baglietto, Diseño Estructural en acero.

c) Distancia mínima desde el centro del hueco al borde paralelo a la dirección del esfuerzo. (M)

a) $S_{min} = 3d > 2 * \frac{2}{3} d$

b) $1.5d < L_{min} \geq \frac{Pu}{(\phi F_u * t)}$

d) Distancia max = 12 * t
 Distancia max = 6in - 150mm

Diámetro del perno pulg	Bordes cizallados		Bordes laminados o cortados con oxi-acetileno	
	pulg	mm	pulg	mm
1/2	7/8	22	3/4	19
5/8	1 1/8	28	7/8	22
3/4	1 1/4	32	1	25
7/8	1 1/2	38	1 1/8	28
1	1 3/4	34	1 1/4	32
1 1/8	2	50	1 1/2	38
1 1/4	2 1/4	56	1 5/8	41
más de 1 1/4	1.75diam		1.25 diam	

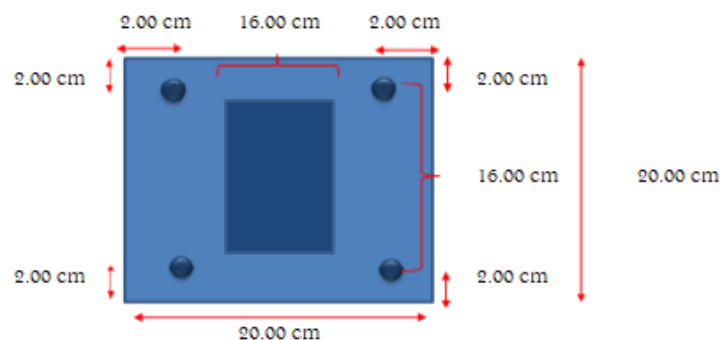
Fuente: Zapata Baglietto, Diseño Estructural en acero.

Distribucion de pernos

Smin: 3.81 cm
 Lmin: 1.91 cm
 Mmin: 2.20 cm
 Distancia Max: 6.00 cm

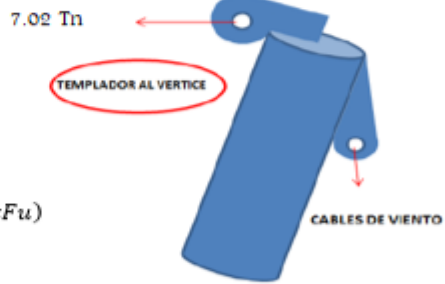
Distribucion Final de los Pernos

Smin: 16.00 cm
 Lmin: 2.00 cm
 Mmin: 2.00 cm



DISEÑO DE LA ARGOLLA DE ACERO EN EL VERTICE DEL PUNTO MAS ALTO

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 7.02 Tn
 Diametro: 5/8 in 1.59 cm
 Espesor: 1/4 in 0.64 cm



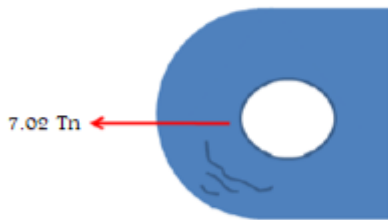
$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Comparar
 Pu = 7.02 Tn
 $\phi R_n = 7.40$ Tn

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 7.02 Tn
 Diametro: 5/8 in 1.59 cm
 Espesor: 1/4 in 0.64 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar
 Pu = 7.02 Tn
 $\phi R_n = 9.25$ Tn

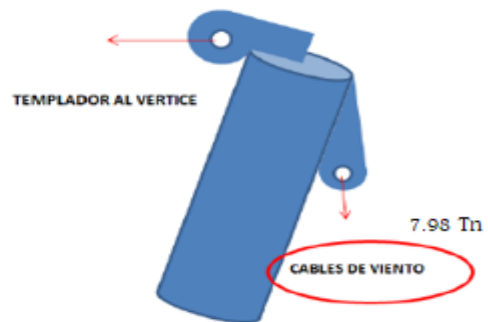
Distancia minima del borde de pieza

L = 2.67 d
 L = 4.50 cm

CUMPLE

DISEÑO DE LA ARGOLLA DE ACERO QUE SOSTENDRÁ A LOS CALBES DE VIENTO EN EL PUNTO MAS ALTO

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 7.98 Tn
 Diametro: 1/2 in 1.27 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm



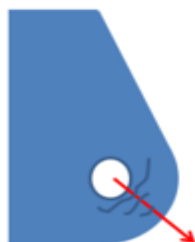
$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Comparar
 Pu = 7.98 Tn
 $\phi R_n = 11.85$ Tn

CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Se considera 0.625cm de Ovalacion



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 7.98 Tn
 Diametro: 3/4 in 1.91 cm
 Espesor: 1/2 in 1.27 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar
 Pu = 7.98 Tn
 $\phi R_n = 22.21$ Tn

Distancia minima del borde de pieza


L = 2.67 d
 L = 5.50 cm

CUMPLE

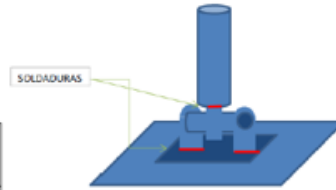
UBICACIÓN DE LAS SOLDADURA EN EL MASTIL

Reglamento de diseño AISC - LRFD

Tamaño mínimo de soldadura.

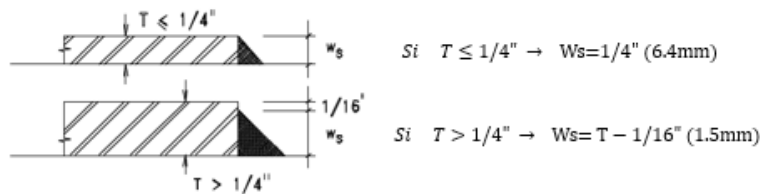


ESPESOR DE LA PIEZA MÁS GRUESA UNIDA	TAMAÑO MÍNIMO SOLDADURA DE FILETE		TAMAÑO MÍNIMO GARGANTA.SOLD. PENETRACIÓN PARCIAL	
	Pulg	mm	Pulg	mm
T (pulgadas)				
1/8 < T ≤ 3/16	1/8	3	1/16	1.5
3/16 < T ≤ 1/4	1/8	3	1/8	3
1/4 < T ≤ 1/2	3/16	5	3/16	5
1/2 < T ≤ 3/4	1/4	6	1/4	6
3/4 < T ≤ 1 1/2	5/16	8	5/16	8
1 1/2 < T ≤ 2 1/4	5/16	8	3/8	9.5
1 1/4 < T ≤ 6	5/16	8	1/2	12
6 < T	5/16	8	5/8	16



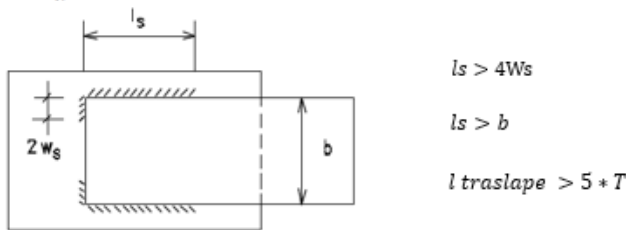
Fuente: Zapata Baglieto

Tamaño máximo de soldadura. Tipo Filete



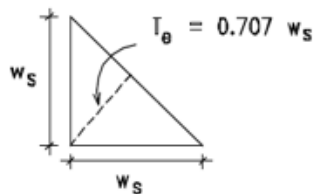
Fuente: Zapata Baglieto

Longitud mínima de un cordón



Fuente: Zapata Baglieto

Dimensiones para soldaduras de filete



Fuente: Zapata Baglieto

Arco con electrodos protegidos

$$T_e = 0.707 * W_s$$

Arco Sumergido

Si $W_s \leq 3/8''$ (9.5mm) $\rightarrow T_e = W_s$

Si $W_s \geq 3/8''$ (9.5mm) $\rightarrow T_e = 0.707 W_s + 0.11''$ (2.5mm)

Resistencia al corte de la Soldadura

$$fR_{nw} = 0.75 T_e (0.60 * F_{exx})$$

Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

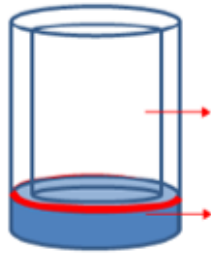
$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

Resistencia por una pulg o cm de soldadura de filete.

SEGÚN EL TIPO DE ELECTRODO		ELECTRODO PROTEGIDO				ELECTRODO SUMERGIDO			
RESISTENCIA DE DISEÑO AL CORTE DE LA SOLDADURA									
TAMAÑO NOMINAL		E60 XX		E70 XX		E60 XX		E70 XX	
Pulg	mm	kip/pulg	t/cm	kip/pulg	t/cm	kip/pulg	t/cm	kip/pulg	t/cm
1/8	3mm	2.38	0.412	2.77	0.48	3.38	0.585	3.94	0.68
3/16	5mm	3.58	0.667	4.18	0.78	5.06	0.943	5.91	1.10
1/4	6mm	4.77	0.800	5.57	0.93	6.75	1.132	7.88	1.32
5/16	8mm	5.97	1.068	6.96	1.25	8.44	1.582	9.84	1.76
3/8	9mm	7.16	1.214	8.35	1.42	10.13	1.813	11.81	2.11
7/16	11mm	8.35	1.494	9.74	1.74	11.32	2.026	13.21	2.36
1/2	12mm	9.54	1.634	11.14	1.91	12.51	2.239	14.60	2.61
9/16	14mm	10.74	1.921	12.53	2.24	13.71	2.453	15.99	2.86
5/8	16mm	11.93	2.135	13.92	2.49	14.90	2.666	17.38	3.11
11/16	17mm	13.12	2.348	15.31	2.73	16.09	2.879	18.78	3.36
3/4	19mm	14.32	2.563	16.70	2.99	17.29	3.094	20.17	3.61

Fuente: Zapata Baglieto

LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA BASE DEL MASTIL MAS BAJO



Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 14.03 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 3.00 mm Base ($3/16" < T \leq 1/4"$)
 Ws max: 4.40 mm Tubo (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 5.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura
 Según tabla

(E60) 5mm: 0.67 Tn/cm

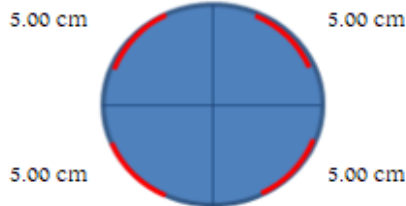
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 0.92 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.00 cm (4Ws)
 L. cordon: 20.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA ARGOLLA DEL MASTIL MAS BAJO



'e' Argolla
 1/2 in 12.70 mm
 'e' Base
 3.18 mm

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 14.03 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 5.00 mm Base ($1/4" < T \leq 1/2"$)
 Ws max: 11.10 mm Argolla (espesor max - $1/16"$)

Se opta por 9.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura
 Según tabla

(E60) 9mm: 1.21 Tn/cm

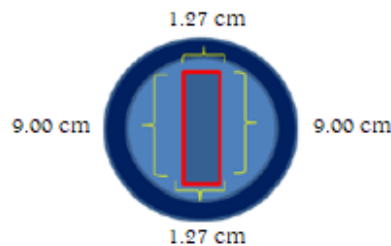
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 1.65 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 3.60 cm (4Ws)
 L. cordon: 0.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA ARGOLLA DE LA PLACA DE LA CIMENTACION DEL MASTIL MAS BAJO



"e" Argolla
1/4 in 6.35 mm

"e" Plancha
5.00 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 14.03 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 6.00 mm Argolla (1/2" < T ≤ 3/4")
Ws max: 3.40 mm Plancha (espesor max - 1/16")

Se opta por 9.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura

Según tabla

(E60) 9mm: 1.21 Tn/cm

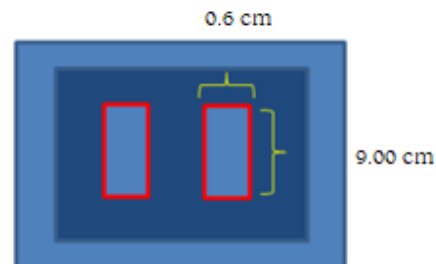
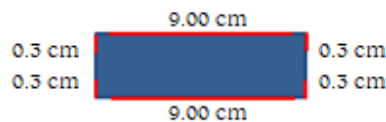
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 1.65 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 3.60 cm (4Ws)
L. cordon: 0.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA PLACA DE ACERO QUE SOSTENDRA EL VERTICE EN EL MASTIL MAS BAJO



"e" Tubo
6.00 mm

"e" Argolla
1/4 in 6.35 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 7.02 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 3.00 mm Argolla (3/16" < T ≤ 1/4")
Ws max: 4.40 mm Plancha (espesor max - 1/16")

Se opta por 5.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura

Según tabla

(E60) 5mm: 0.67 Tn/cm

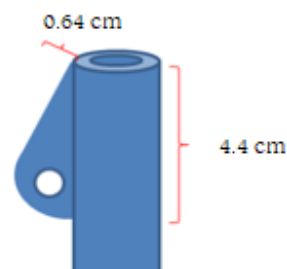
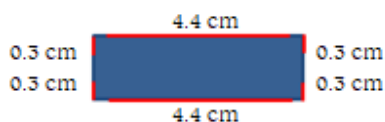
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 0.92 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.00 cm (4Ws)
L. cordon: 10.00 cm (Pu/Rfractura)



LONGITUD DEL CORDON DE LA SOLDADURA APLICADO A LA PLACA DE ACERO QUE SOSTENDRA LOS CABLES DE VIENTO EN EL MASTIL MAS BAJO



"e" Tubo
6.00 mm

"e" Argolla
1/2 in 12.70 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 7.98 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 3.00 mm *Argolla (3/16" < T ≤ 1/4")*
Ws max: 4.40 mm *Plancha (espesor max – 1/16")*

Se opta por 5.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura
Según tabla

(E60) 5mm: 0.67 Tn/cm

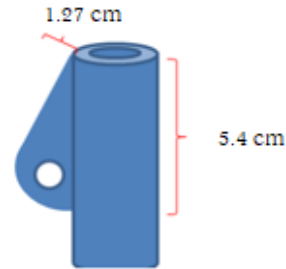
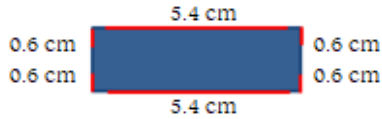
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{nw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{nw} = 0.92 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.00 cm (4Ws)
L cordon: 12.00 cm (Pu/Rfractura)



Fuente: Propio

Tabla N° 74 Diseño de los cables del mástil más bajo.

DISEÑO DEL CABLE EXTERIOR

Pu(Tn): 7.98 Tn
 Esfuerzo Último: 18000 Kg/cm²
 C.S: 2
 Diametro: **1/2"**
 Ab: 1.27 cm²

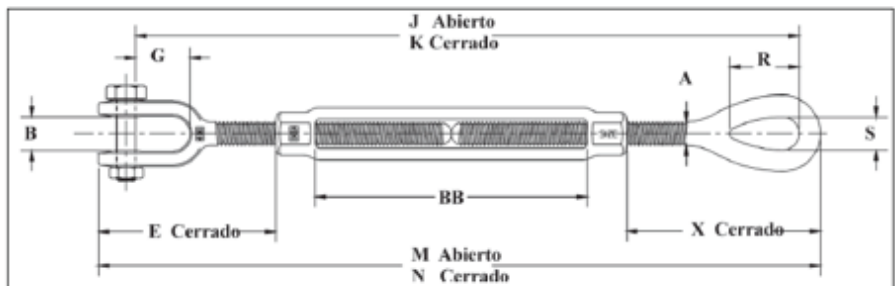
$$A_{req} = \frac{c * T_{max}}{\sigma_{ult}}$$

Comparar
 Areq: 0.89 cm²
 Ab: 1.27 cm²

CUMPLE

*Para el diseño de los accesorios se diseño por estado de Fluencia del perno y por fractura de corte al gancho del templador.

*Se escogio el templador tipo "quijada y ojo (HG-227)-Crosby"



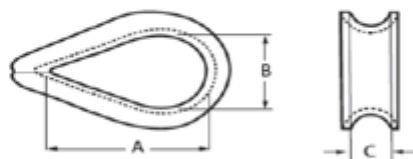
Diametro: **3/4 x 6**
 Carga Limite: 2.36 Tn
 Carga Ruptura: 11.79 Tn
 Pu(Tn): 7.98 Tn
 Carga de Diseño: 9.43 Tn

CUMPLE

*Para el diseño de las grapas se escogio de Tipo 1, Clase 1 G-450

Tamaño Cable: **1/2"**
 Tamaño Grapa: 1/2 in
 N° de Grapas: 3
 Cables a Doblar: 11 1/2 in

*Para el diseño del guardacabo estandar FF-T-276.



Diametro Cable: **1/2"**
 A: 1 7/8 in 4.78 cm
 B: 1 1/8 in 2.87 cm
 C: 1/2 in 1.35 cm
 P: 0.057 Kg

DISEÑO DE LA ARGOLLA DE LA BASE DEL CABLE EXTERIOR EN EL MASTIL MAS ALTO

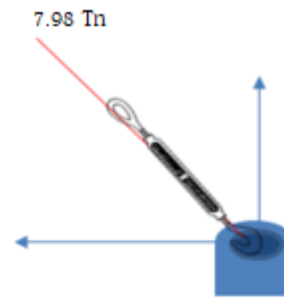
Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 7.98 Tn
 Diametro: 3/4 x 6
 Espesor: 1/4 in 0.64 cm
 Agujero: 1 1/6 in 3.0 cm

$$\phi R_n = \phi(2.4dtFu)$$

Comparar

$$P_u = 7.98 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 13.99 \text{ Tn}$$



CUMPLE

Para la Argolla por falla de Ojal

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
 Pu(Tn): 7.98 Tn
 Diametro: 3/4 x 6
 Espesor: 1/4 in 0.64 cm
 Agujero: 1 1/6 in 3.0 cm

$$\phi R_n = \phi(3.0dtFu)$$

Comparar

$$P_u = 7.98 \text{ Tn}$$

$$\phi R_n = 17.49 \text{ Tn}$$

CUMPLE

Distancia minima del borde de pieza al centro del orificio

$$L = 2.67 d$$

$$L = 8.00 \text{ cm}$$

ESFUERZOS DE CORTE Y DE TRACCION EN LOS PERNOS QUE SUJETARAN LOS CABLES DE VIENTO DEL MASTIL MAS LATO

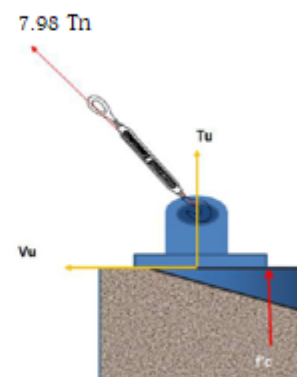
Pu(Tn): 7.98 Tn
 Tu: 0.83 Tn
 Vu: 7.94 Tn
 α : 84.00°

Acero: ASTM A307
 Tu: 0.83 Tn
 Vu: 7.94 Tn
 N° Pernos: 4
 Tu*Perno: 0.21 Tn
 Vu*Perno: 1.98 Tn
 C: 1.85
 T: 3.88 Tn

$$T_{up} = \frac{T_u}{N * \text{pernos}}$$

$$V_{up} = \frac{V_u}{N * \text{pernos}}$$

$$T = T_{up} + CV_{up}$$



*Se seleccionaron el tamaño y el Tipo de pernos de Anclaje

Tipos de pernos de anclaje

TIPOS DE PERNOS DE ANCLAJE				
Tipo	Descripción	Espaciamiento entre pernos r	Distancia al borde m	Comentario
A	Aislado	$r \geq r_m$	$m \geq m_v$	$m_v > r_m/2$ $m_v > m_t$
B	Con refuerzo de corte solamente	$r \geq r_m$	$r_m/2 < m < m_v$	$r_m/2 > m_t$
C	Refuerzo de corte más consideraciones de cono	$r < r_m$	$m_t < m < m_v$	$m_t < r_m/2$
D	Refuerzo por tracción	$r < r_m$	$m_t < m < m_v$	Pilares de concreto

* TABLA 9.1a. Zapata Baglieto

Valores para L_d , r_m , m_v , m_t .

Tipo de perno (ASTM)	Longitud de Anclaje L_d	Espaciamiento mínimo entre pernos r_m	Mínima distancia de borde por corte m_v	Mínima distancia de borde por tracción m_t
A 307	12d	16d	12d	5d o 4in min
A 325	17d	24d	17d	5d o 4in min

* TABLA 9.1b. Zapata Baglieto

Tipo "A"

Acero: ASTM A307

F_y : 2.53 Tn/cm²

Diametro: **3/4 in** 1.91 cm

$A_t * F_y$: 5.41 Tn

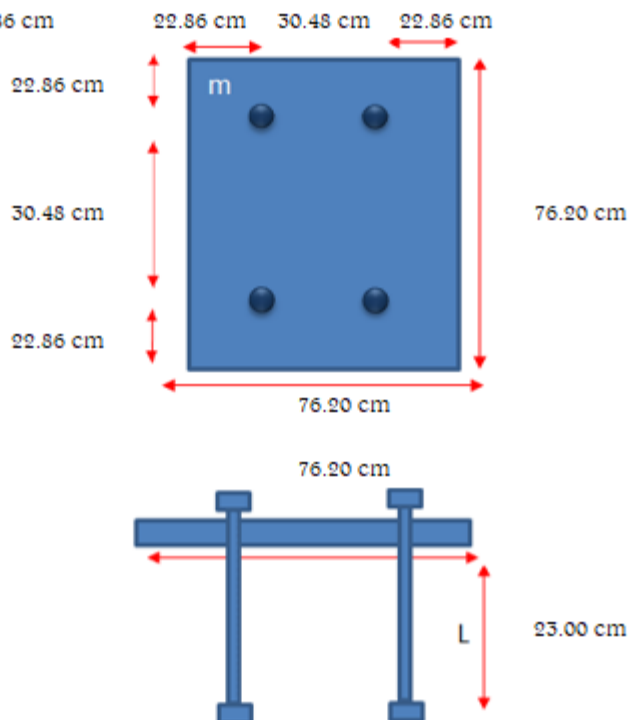
Comparar

T: 3.88 Tn

$A_t * F_y$: 5.41 Tn

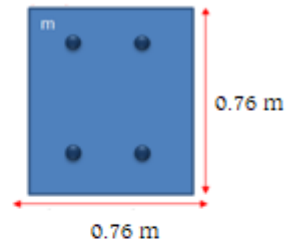
CUMPLE

m_v (12d): 22.86 cm
 m_t (5d o 4in): 9.53 cm
 r_m (16d): 30.48 cm
 L_d (12d): 22.86 cm



DISEÑO DE LA PLANCHA DE ACERO EN LA CIMENTACION

Acero: ASTM A36
 Fu: 4.08 Tn/cm²
 Fy: 2.53 Tn/cm²
 φ : 0.75
 Pu(Tn): 7.98 Tn
 Espesor: 1/8 in 0.32 cm
 Avg (Area Total en Corte): 18.15 cm²
 Ans (Area Neta en Corte): 18.15 cm²
 Atg (Area Total en Traccion): 145.16 cm²
 Ant (Area Neta en Traccion): 145.16 cm²



Diametro de Perno: 3/4 in 1.91 cm

Fractura de Traccion + Fluencia de Corte
464.85 Tn

$$fPbc = 0.75(FuAnt + 0.6FyAvg) \quad 464.85 \text{ Tn}$$

Fractura de Corte + Fluencia de Traccion
308.76 Tn

$$fPbc = 0.75(0.6FuAns + FyAtg)$$

Pu = 7.98 Tn
 Min Fractura = 308.76 Tn

CUMPLE

N Cerrado

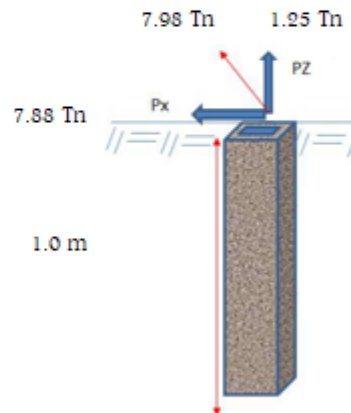
DISEÑO DE LA CIMENTACION POR RESISTENCIA A LA ADHERENCIA DE LOS CALBES DE VIENTO EN EL MASTIL MAS ALTO

Datos del suelo de la Zona

Tipo	Df (m)	Ø	B	C (Kg/cm ²)	γ Suelo (Kg/cm ³)	Qd (Kg/cm ²)
CL	1.5	19.1	1	0.13	1.459	0.74

Datos Obtenidos de SAP 2000

CM:	1.15E-15	Pz:	1.25 Tn
CV:	2.57	Px:	7.88 Tn
Cviento (-):	1.69	α:	81.00 °
Cviento (-):	3.715		
Pu(CM+CV):	7.975		



Pz u:	2.12 Tn
Ancho:	1.00 m
Largo:	1.00 m
Tipo de Suelo:	CL
Perimetro:	4.00 m
γ Suelo:	1.46 Kg/cm ³
Ø Friccion:	19.10 °
K:	1.66
δ:	0.191
σ:	14.59
fs:	2.34 Tn/m ²
B:	1.00 m

$$Qs = \sum p\Delta Lfs$$

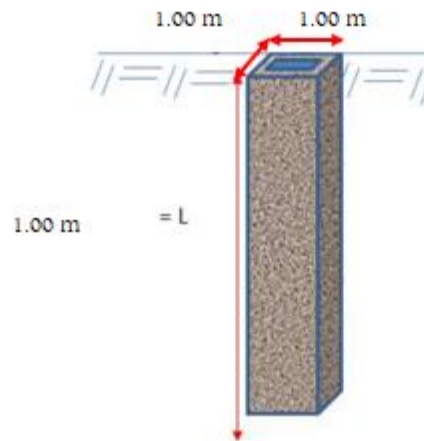
Qs: 9.37 Tn

Pz u: 2.12 Tn

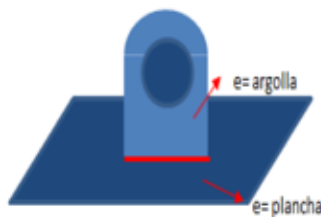
Qs: 9.37 Tn

CUMPLE

LONGITUDES FINALES DE LA CIMENTACION DE LOS CALBES



ESPESOR DE LOS ELEMENTOS A SOLDAR PARA LOS CABLES DE VIENTO QUE SUJETARAN AL MASTIL MAS BAJO



1/4 in
6.35 mm

1/8 in
3.18 mm

Acero: ASTM A36
Fu: 4.08 Tn/cm²
 ϕ : 0.75
Pu(Tn): 1.25 Tn

Tamaño mínimo y máximo de la soldadura

Ws min: 5.00 mm Base ($1/4" < T \leq 1/2"$)
Ws max: 4.80 mm Argolla (espesor max - 1/16")

Se opta por 6.00 mm como tamaño de soldadura

La resistencia de diseño al corte de la soldadura
Según tabla

(E60) 6mm: 0.80 Tn/cm

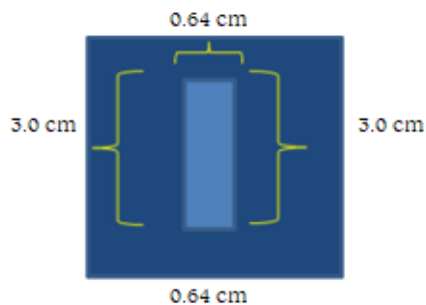
Resistencia al corte de la base de la soldadura de Filete

$$fR_{mw} = 0.75 W_s (0.60 * F_u)$$

$$fR_{mw} = 1.10 \text{ Tn/cm}$$

CUMPLE

L min: 2.40 cm (4Ws)
L cordon: 0.00 cm (Pu/Rfractura)



DISEÑO DEL CABLE DE BORDE

Pu(Tn): 7.22 Tn
 Esfuerzo Ultimo: 18000 Kg/cm²
 C.S: 2
 Diametro: **3/8"**
 Ab: 0.81 cm²

$$A_{req} = \frac{c * T_{max}}{\sigma_{ult}}$$

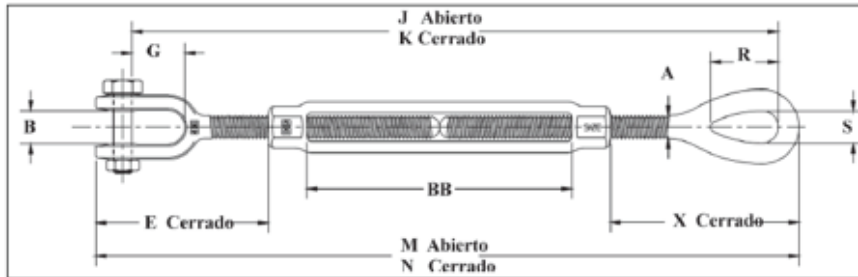
Comparar

Areq: 0.80 cm²
 Ab: 0.81 cm²

CUMPLE

*Para el diseño de los accesorios se diseño por estado de Fluencia del perno y por fractura de corte al gancho del templador.

*Se escogio el templador tipo "quijada y ojo (HG-227)-Crosby"



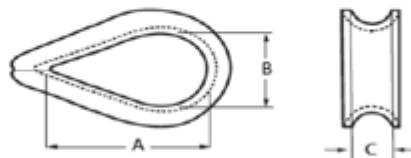
Diametro: **5/8 x 6**
 Carga Limite: 1.59 Tn
 Carga Ruptura: 8.89 Tn
 Pu(Tn): 7.22 Tn
 Carga de Diseño: 7.30 Tn

CUMPLE

*Para el diseño de las grapas se escogio de Tipo 1, Clase 1 G-450

Tamaño Cable: **3/8"**
 Tamaño Grapa: 3/8 in
 N° de Grapas: 2
 Cables a Doblar: 6 1/2 in

*Para el diseño del guardacabo estandar FF-T-276.



Diametro Cable: **3/8"**
 A: 1 5/8 in 4.14 cm
 B: 1 in 2.39 cm
 C: 2/5 in 1.04 cm
 P: 0.029 Kg

Fuente: Propia.

4.1.3.9 Diseño de instalaciones eléctricas.

Tabla N° 75 Cálculo de tablero general y tableros de distribución de I.E.

CALCULO DE ALIMENTADORES GENERALES

1) Hallamos las áreas techadas por piso:

1 ^{er} Piso:			
Restaurante / Cocina:	478.00 m ²	→	Dentro de Edif. Comunes
Administración	95.00 m ²		
Auditorio :	484.20 m ²		
Edif. comunes:	601.54 m ²		

PROMEDIO	
30 Watts/m ²	30 Watts/m ²
50 Watts/m ²	
10 Watts/m ²	
20 Watts/m ²	

Σ AREA TECHADA = 1563.74 m²

2) Hallamos las áreas libres por piso:

1 ^{er} Piso:		2409.57
Area Libre:	845.83 m ²	

Σ AREA LIBRE = 845.83 m²

3) Calculamos la Máxima Demanda mediante un cuadro de cargas:

(Ver Anexos Tabla 14, Regla 05 - 210)

Industria Comercial	30	Watts/m ²
Edificaciones Comunes	20	Watts/m ²

NIVEL	ZONA O CARGA	ÁREA (m ²)	CALIFICACIÓN UNITARIA (CU) (Watts/m ²)	POTENCIA INSTALADA (PI) (Watts)	FACTOR DE DEMANDA (FD)	MÁXIMA DEMANDA (MD) (KWatts)
ALUMBRADO	a) Alumbrado y Tomacorrientes (Área Techada)	1563.74	30.00	2000.00 44912.2	1.00 0.40	2.00 17.96
	b) Alumbrado y Tomacorrientes (Área Libre)	845.83	20.00	16916.60	1.00	16.92
SERVICIOS	c) Áreas Comunes	-	20	1500.00	1.00	1.50
	d) Electrobomba (1 HP)	-	-	746.00	1.00	0.75
	e) Bomba ACI 20 HP	-	-	14914.00	1.00	14.91
	f) Bomba Jockey 2HP	-	-	1491.40	1.00	1.49
SERVICIOS	g) Reflectores	N° de Reflectores 8	6000	48000	1.00	48.00
				130480.20		103.53

Σ POTENCIA INSTALADA (P.I)= 130480.20 Watts 130.4802 Kwatts

Σ MAXIMA DEMANDA (M.D)= 103.53 Kwatts

TG (TABLERO GENERAL)

1) Determinamos la Capacidad de la Corriente

$$(I_{\Delta g}) = \frac{1.25(M_D)}{K_1(V)(\text{COS}\phi)}$$

(I_{Δg}) = 220.00 Amperios

Donde:

M _p : Máxima Demanda Total en Watts.	103532.88 W					
V: Tensión de Servicio	<table border="0"> <tr> <td>1Ø (Fase Monofásica) =</td> <td>220 V</td> <td rowspan="2">220 V</td> </tr> <tr> <td>3Ø (Fase Trifásica) =</td> <td>380 V</td> </tr> </table>	1Ø (Fase Monofásica) =	220 V	220 V	3Ø (Fase Trifásica) =	380 V
1Ø (Fase Monofásica) =	220 V	220 V				
3Ø (Fase Trifásica) =	380 V					
K ₁ : Factor de Fase	<table border="0"> <tr> <td>1Ø (Fase Monofásica) =</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>3Ø (Fase Trifásica) =</td> <td>1.73</td> </tr> </table>	1Ø (Fase Monofásica) =	1.00	3Ø (Fase Trifásica) =	1.73	
1Ø (Fase Monofásica) =	1.00					
3Ø (Fase Trifásica) =	1.73					
Cos Ø: Factor de Potencia	<table border="0"> <tr> <td>Focos Incandescentes =</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Focos Ahorradores =</td> <td>0.90</td> </tr> </table>	Focos Incandescentes =	1.00	Focos Ahorradores =	0.90	
Focos Incandescentes =	1.00					
Focos Ahorradores =	0.90					
Factor de Reserva (Para aumentar el calibre del conductor)	1.25					

2) Seleccionamos el conductor:

5.1) Por Capacidad Admisible del Conductor NYN
(Ver Anexos Tabla 4-V)

NYN 70.00 mm²

5.2) Verificación por Caída de Tensión

$$(\Delta V) = \frac{K_2 (I_{\text{ca}})(\gamma_{\text{cu}})(L)(\text{COS}\phi)}{S}$$

(ΔV) = 0.13 V

Donde:

K_2 : Coeficiente según fase { 1Ø (Fase Monofásica) = 2.00
3Ø (Fase Trifásica) = 1.73
 γ_{cu} : Resistividad del cobre = 0.0175 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
L: Longitud desde el Medidor hasta el Tablero General = 1.50 m
Cos Ø: Factor de Potencia { Focos Incandescentes = 1.00
Focos Ahorradores = 0.90
S: Sección nominal del conductor = 70.00 mm^2

Verificamos según el porcentaje reglamentado para los conductores NYN:

Alimentador (2.50 %) – Circuitos Derivados (1.50 %)

$$\%(\Delta V) = \frac{\Delta V(100)}{V} \leq 2.50 \%$$

% (ΔV) = 0.03 % ≤ 2.50 % (Si cumple NYN - 70.00 mm² con lo estipulado según codificación eléctrica)

NOTA:

*Si la sección seleccionada no cumpliera con lo estipulado según codificación eléctrica, se evalúa otra sección de conductor NYN hasta cumplir con el porcentaje requerido para el alimentador general.

TD 1 (Tablero de Distribución)

1) Calculamos la Máxima Demanda mediante un cuadro de cargas:

(Ver Anexos Tabla 14, Regla 05 - 210)

Auditorio, Baño 1

Industria Comercial 30 Watts/m²
Edificaciones Comerciales 20 Watts/m²

1^{er} Piso:
Auditorio 484.50 m² Area Libre: 120.00 m²
Baño 41.00 m²
Σ AREA TECH = 525.50 m² Σ AREA LIBRE = 120.00 m²

NIVEL	ZONA O CARGA	ÁREA (m ²)	CALIFICACION UNITARIA (CU) (Watts/m ²)	POTENCIA INSTALADA (PI) (Watts)	FACTOR DE DEMANDA (FD)	MAXIMA DEMANDA (MD)
ALUMBRADO	a) Alumbrado y Tomacorrientes (Área Techada)	525.50	30.00	2000.00 13765	1.00 0.40	2.00 5.51
	b) Alumbrado y Tomacorrientes (Área Libre)	120.00	20.00	2400.00	1.00	2.40
SERVICIOS	c) Áreas Comunes	-	20	1500.00	1.00	1.50
	e) Electrobomba (1 HP)	-	-	0.00	1.00	0.00
				19665.00		11.41

Σ POTENCIA INSTALADA= 19665.00 Watts

Σ MAXIMA DEMANDA= 11.41 Kwatts

NOTA:

*Para los primeros 2000 Watts instalados el factor de demanda será 1.00.

*Para los siguientes Watts instalados el factor de demanda será 0.4.

2) Determinamos la Capacidad de la Corriente

$$(I_{\Delta g}) = \frac{1.25(M_D)}{K_1(V)(\cos\phi)}$$

$$(I_{\Delta g}) = 24.00 \text{ A}$$

Donde:

M_D : Máxima Demanda Total en Watts =	11406.00	W
V : Tensión de Servicio	1 Ø (Fase Monofásica) = 220 3 Ø (Fase Trifásica) = 380	220
K_1 : Factor de Fase	1 Ø (Fase Monofásica) = 1.00 3 Ø (Fase Trifásica) = 1.73	
$\cos \phi$: Factor de Potencia	Focos Incandescentes = 1.00 Focos Ahorradores = 0.90	
Factor de Reserva (Para aumentar el calibre del conductor)	1.25	

3) Seleccionamos el conductor:

5.1) Por Capacidad Admisibile del Conductor NYY
(Ver Anexos Tabla 4-V)

$$\text{NYY} \quad 6.00 \text{ mm}^2$$

5.2) Verificación por Caída de Tensión

$$(\Delta V) = \frac{K_2 (I_{\Delta g})(\gamma_{cu})(L)(\cos\phi)}{S}$$

$$(\Delta V) = 2.18 \text{ V}$$

Donde:

K_2 : Coeficiente según fase	1 Ø (Fase Monofásica) = 2.00 3 Ø (Fase Trifásica) = 1.73	
γ_{cu} : Resistividad del cobre =	0.0175	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
L : Longitud desde el Tablero General hasta el tablero de distribución =	20	m
$\cos \phi$: Factor de Potencia	Focos Incandescentes = 1.00 Focos Ahorradores = 0.90	
S : Sección nominal del conductor =	6.00	mm^2

Verificamos según el porcentaje reglamentado para los conductores NYY:

Alimentador (2.50 %) – Circuitos Derivados (1.50 %)

$$\%(\Delta V) = \frac{\Delta V(100)}{V} \leq 2.50 \%$$

$\%(\Delta V) = 0.57 \%$ $\leq 2.50 \%$ (Si cumple NYY - 6 mm² con lo estipulado según codificación eléctrica)

Tubería PVC - SAP 25 mm \cong Ø (1") = Máximo 4 conductores

(Ver Anexos Tabla del Número Máximo de Conductores)

NOTA:

*Si la sección seleccionada no cumpliera con lo estipulado según codificación eléctrica, se evalúa otra sección de conductor NYY hasta cumplir con el porcentaje requerido para el alimentador general.

Fuente: Propia.

Tabla N° 76 Cálculo de circuitos derivados de I.E

CÁLCULO CIRCUITOS DERIVADOS

6) Por Derivación Individual:

6.1) Para Alumbrado:

CIRCUITO - 1 PRIMERA PLANTA

Por Capacidad de Corriente Admisible

Caso a.

- | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|
| a) Utilizar la sección mínima de | 2.5 mm ² - TW | 20 A |
| b) Utilizar máximo | 18 salidas | 100 Watts/salida alumbrado |
| c) El conductor debe de trabajar al 80 % de su capacidad para TW: | 0.8 | |
| | 18 x 0.8 | 14.4 A |

Caso b.

- a) Utilizar la s 2.5 mm² - TW 20 A
 b) Para el C-1 tenemos 20 salidas, considerando que cada una tiene máx. 100 Watts

20 salidas 100 watts

Cos Ø: Factor de Potencia	Focos Incandescentes: 1.00 Focos Ahorradores = 0.90
V: Tensión de Servicio	1Ø (Fase Monofásica) 220 V 3Ø (Fase Trifásica) = 380 - 220 V

Capacidad de corriente= **10.10**

- c) Factor de reserva de 25 % (Carga Futura) = 1.25

Capacidad de corriente= **12.63 A**

Entonces:

$$14.4 \text{ A} \geq 12.63 \text{ A}$$

Por lo tanto debo utilizar:

14.40 A

Por Caída de Tensión

$$(\Delta V) = \frac{K_2 (I_{\Delta g})(\gamma_{cu})(L)(\text{COS}\phi)}{S}$$

(ΔV) = 0.22 V

Donde:

K ₂ : Coeficiente según fase	1Ø (Fase Monofásica) = 2.00 3Ø (Fase Trifásica) = 1.73
γ _{cu} : Resistividad del cobre =	0.0175 Ω.mm (Ohmios.mm ² /m)
L: Longitud desde el Tablero General hasta el Centro de Gravedad del Centros de Luz más lej	1.22 m
Cos Ø: Factor de Potencia	Focos 1.00 Focos 0.90
S: Sección nominal del conductor =	2.50 mm ²

Verificamos según el porcentaje reglamentado para los conductores TW:

Alimentador (2.50%) – **Circuitos Derivados** (1.50%)

V: Tensión de Servicio | 1Ø (Fase Monofásica) = 220 V
 | 3Ø (Fase Trifásica) = 380 - 220 V

$$\%(\Delta V) = \frac{\Delta V(100)}{V} \leq 1.50 \%$$

% (ΔV) = 0.10 % ≤ 1.50 % (Si cumple TW - 2.50 mm² con lo estipulado según codificación eléctrica)

NOTA:

*Si la distancia del circuito (Tablero General hasta el Centro de Gravedad de los Centros de Luz) seleccionado no cumpliera con lo estipulado según codificación eléctrica, se evalúa otra distancia del circuito TW hasta cumplir con el porcentaje requerido para los circuitos derivados.

Según Tabla del Número Máximo de conductores en Tuberías Metálicas y Tubos de PVC en Ø nominales.

Circuito C-1: Tubería PVC - SEL 15 mm ≅ Ø (1/2") = Máximo 7 conductores

6.2) Para Tomacorrientes:

CIRCUITO - 2 PRIMERA PLANTA

Caso a.

- a) Utilizar la s 4 mm² - THW 30 A
- b) Utilizar má 18 salidas 150 Watts/salida tomacorriente
- c) El conductor debe di 0.8
 18 x 0.8 = 14.4 A

Caso b.

- a) Utilizar la s 4 mm² - THW 30 A
- b) El conductor debe de trabajar al 80 % de su capacidad para TW.
- c) Colocar un tomacorriente cada 1.80 ml en muros de tabiquería.
- d) Incorporar un tomacorriente cada 3.00 ml en muros perimetrales.
- e) Para el C-1 tenemos 23 salidas, considerando que cada una tiene máx. 150 Watts

23 salidas 150 watts
 23 x 150 = 3450 Watts

Por Capacidad de Corriente Admisible:

Fase Monofásica (1Ø):

$$I_{1\phi} = \frac{Watts}{V \times Cos \phi}$$

1Ø (Fase Monof 220 V
 Cos Ø: Factor de Potencia | Focos Incandescen: 1.00
 | Focos Ahorradores: 0.90

I_{1Ø} = 17.42 A ≤ 14.4 A

Por Caída de Tensión:

$$(\Delta V) = \frac{K_2 (I_{\Delta g})(\gamma_{cu})(L)(\cos\phi)}{S}$$

$$(\Delta V) = 0.07 \text{ V}$$

Donde:

K_2 : Coeficiente según fase	1 ϕ (Fase Monofásica) = 2.00 3 ϕ (Fase Trifásica) = 1.73 0.0175 $\Omega \cdot \text{mm}$ (Ohmios. mm^2/m)
L: Longitud desde el Tablero General hasta el Centro de Gravedad de Tomacorrientes = 0.54 m	
Cos ϕ : Factor de Potencia	Focos Incandescentes = 1.00 Focos Ahorradores = 0.90
S: Sección nominal del conductor =	4.00 mm^2

Verificamos según el porcentaje reglamentado para los conductores TW:

Alimentador_(2.50%) – **Circuitos Derivados**_(1.50%)

$$\%(\Delta V) = \frac{\Delta V(100)}{V} \leq 1.50 \%$$

$\%(\Delta V) = 0.03 \%$ $\leq 1.50 \%$ (Si cumple TW - 4.00 mm^2 con lo estipulado según codificación eléctrica)

Tubería PVC - SAL 15 mm $\cong \phi$ ($\frac{1}{2}$)" = Máximo 4 conductores

6.4) Para Electrobomba: (Elemento Inductivo, no Resistivo)

CIRCUITO - 6

Por Capacidad de Corriente Admisible:

$$(I_{\Delta g}) = \frac{1.25(M_D)}{K_1(V)(\cos\phi)}$$

$$(I_{\Delta g}) = 0.01 \text{ A}$$

Donde:

M_D : Máxima Demanda Total en Watts.(4.55 Watts	
V: Tensión de Servicio	1 ϕ (Fase Monofásica) 220 V 3 ϕ (Fase Trifásica) = 380 - 220 V
K_1 : Factor de Fase	1 ϕ (Fase Monofásica) 2.00 3 ϕ (Fase Trifásica) = 1.73
Cos ϕ : Factor de Potencia	Focos Incandescentes: 1.00 Focos Ahorradores = 0.90
Factor de Reserva (Para aumentar el calibre del conductor):	1.25

Por Caída de Tensión:

$$(\Delta V) = \frac{K_2 (I_{\Delta g})(\gamma_{cu})(L)(\cos\phi)}{S}$$

$$(\Delta V) = 0.00 \text{ V}$$

Donde:

K_2 : Coeficiente según fase	1Ø (Fase Monofásica) = 2.00 3Ø (Fase Trifásica) = 1.73
γ_{Cu} : Resistividad del cobre =	0.0175 $\Omega \cdot mm$ (Ohmios. mm^2/m)
L: Longitud desde el Tablero General hasta la electrobomba =	6.25 m
Cos ϕ : Factor de Potencia	Focos Incandescentes = 1.00 Focos Ahorradores = 0.80
S: Sección nominal del conductor =	4.00 mm^2

Verificamos según el porcentaje reglamentado para los conductores TW:

Alimentador_(2.50%) – Circuitos Derivados_(1.50%)

$$\%(\Delta V) = \frac{\Delta V(100)}{V} \leq 1.50\%$$

% (ΔV) = 0.00 % $\leq 1.50\%$ (Si cumple TW - 4.00 mm^2 con lo estipulado según codificación eléctrica)

Tubería PVC - SAL 15 mm $\cong \phi \left(\frac{1}{2}\right)" = \text{Máximo 5 conductores}$

NOTA:

*Si la distancia del circuito (Tablero General hasta la ElectroBomba) seleccionado no cumpliera con lo estipulado según codificación eléctrica, se evalúa otra distancia del circuito TW hasta cumplir con el porcentaje requerido para los circuitos derivado.

Fuente: Propia.

4.1.3.10 Diseño de instalaciones sanitarias.

Tabla Nº 77 Diseño de instalaciones sanitarias.

DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
1ER NIVEL			
- Restaurante :	179.29 m ²	(d) Tabla Nº17	
<i>(Cocina, B. Hombres, B. Mujeres, B. Discapacitados)</i>			
<i>(5 inodoros, 2 urinarios, 5 lavatorios)</i>			
- Auditorios :	300 Asientos	(g) Tabla Nº19	
<i>(B. Hombres, B. Mujeres, B. Discapacitados)</i>			
<i>(7 inodoros, 2 urinarios, 7 lavatorios)</i>			
- Oficinas	95.00 m ²	(i)	
<i>(B. General)</i>			
<i>(1 inodoro, 1 lavatorio)</i>			
- Áreas verdes:	3000.00 m ²	(u)	
* Gimnasio			
- Oficina	9.13 m ²	(i)	
<i>(B. General)</i>			
<i>(1 inodoro, 1 lavatorio)</i>			
<i>(Vestidor hombres, Vestidor Mujeres)</i>			
<i>(6 inodoros, 6 lavatorios)</i>			
* Baños H y M Generales del Complejo			
<i>(B. Hombres, B. Mujeres)</i>			
<i>(6 inodoros, 4 urinarios, 8 lavatorios, 16 Duchas)</i>			

DOTACIÓN			
1ER NIVEL	Área / Asientos	Valores de tabl	Dotación
- Restaurante :	179.29 m ²	40.0 L/d/m ²	7171.60 L/d
- Auditorios :	300 Asientos	3.0 L/d	900.00 L/d
- Oficinas	104.13 m ²	6.0 L/d/m ²	624.78 L/d
- Areas Verdes:	3000.00 m ²	2.0 L/d/m ²	6000.00 L/d
DOTACIÓN TOTAL:			14696 L/día

2.2 DOTACIONES - AGUA FRÍA			
2.2 (d) Tabla Nº17		2.2 (g) Tabla Nº19	
Área de los comedores en m ²	Dotación	Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hasta 40	2000 L	Cines, Teatros y Auditorios	3 L por asiento
41 a 100	50 L por m ²	Discootecas, casinos	30 L por m ² de área
mas de 100	40 L por m ²	Estadios, plaza de toros	1 L por espectador
2.2 (i) OFICINAS		2.2 (u) ARQUES -AREAS V.	
Oficinas	6 Lt / Día / M ²	Area verde	2 Lt / Día / M ²

VOLUMEN ÚTIL DE CISTERNA Y DE TANQUE ELEVADO

$$V_{UTC} = \frac{3}{4} Dot.$$

V_{utC} = 11.02 m³

NOTA: Como es una edificación donde concentra gran cantidad de personas se considera una dotación para Agua contra incendios

$$V_{UTE} = \frac{1}{3} Dot.$$

V_{utTE} = 4.90 m³

V_{CI} = 25 m³

V_{mín.} = 1m³

V_{total Cist.} = 36.0 m³

DIÁMETRO DE LA CONEXIÓN DOMICILIARIA

Por Brasse

$$\phi_{cd} = 0.28 * \sqrt{VC}$$

φ_{cd} = 1.68 in
φ_{cd} = 2.00 in

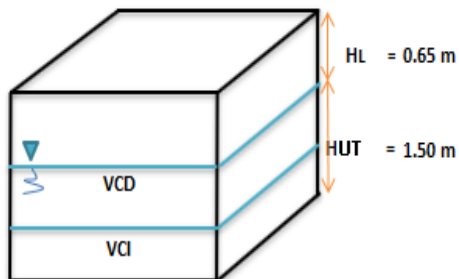
DIÁMETROS COMERCIALES (pulq.)

1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
2	2 1/2	3	3 1/2	4
6	8	10	12	14
16	18	20		

DIMENSIONAMIENTO DE CISTERNA

Si: VC = 36.0 m³

HL = 0.65 m



V _{cist.}	φ reboce	HL
Hasta 5m ³	2" ó 5cm	0.45 m
5-12m ³	3" ó 7.5cm	0.45 m
12-30m ³	4" ó 10cm	0.50 m
> 30m ³	6" ó 15cm	0.65 m

Consideramos:

$$A/L = 2/3 \rightarrow A = 2L/3$$

Hútil está entre: 1.30m a 1.80m ...
se recomienda: 1.50m

$$VC = L * A * H_{UT}$$

L = 6.00 m
A = 4.00 m
HT = 2.15 m

L = 6.6 m
A = 4.3 m
HT = 2.6 m

Considerando muros de 15cm de espesor, y losas de 20cm de espesor.

CAUDAL DE MÁXIMA DEMANDA SIMULTÁNEA

	En f(# Ap. Sanitarios)	# Elementos	U.H.	Total U.H.
1er nivel	• Áreas verdes	6 G.R	2	12 UH
	• Cocina	1	3	3 UH
	• Inodoros con Tanques	26	5	130 UH
	• Urinarios	8	3	24 UH
	• Lavatorios	28	2	56 UH
	• Duchas	16	4	64 UH
TOTAL				289 UH
	UH	LPS		
	280	3.07	Q _{mds}	
	289 UH	X		
	290	3.15		3.14 L/s

ANEXO N° 3
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER

N° de unidades	Gasto Probable Tanque/Valvula	N° de unidades	Gasto Probable Tanque/Valvula	N° de unidades	Gasto Probable		
3	0.12	120	1.83	2.72	1100	8.27	
4	0.16	130	1.91	2.80	1200	8.70	
5	0.23	0.91	140	1.98	2.85	1300	9.15
6	0.25	0.94	150	2.06	2.95	1400	9.56
7	0.28	0.97	160	2.14	3.04	1500	9.90
8	0.29	1.00	170	2.22	3.12	1600	10.42
9	0.32	1.03	180	2.29	3.20	1700	10.85
10	0.43	1.06	190	2.37	3.25	1800	11.25
12	0.38	1.12	200	2.45	3.36	1900	11.71
14	0.42	1.17	210	2.53	3.44	2000	12.14
16	0.46	1.22	220	2.60	3.51	2100	12.57
18	0.50	1.27	230	2.65	3.58	2200	13.00
20	0.54	1.33	240	2.75	3.65	2300	13.42
22	0.58	1.37	250	2.84	3.71	2400	13.86
24	0.61	1.42	260	2.91	3.79	2500	14.29
26	0.67	1.45	270	2.99	3.87	2600	14.71
28	0.71	1.51	280	3.07	3.94	2700	15.12
30	0.75	1.55	290	3.15	4.04	2800	15.53
32	0.79	1.59	300	3.22	4.12	2900	15.97
34	0.82	1.63	320	3.37	4.24	3000	16.20
36	0.85	1.67	340	3.52	4.35	3100	16.51
38	0.88	1.70	380	3.67	4.46	3200	17.23
40	0.91	1.74	390	3.83	4.60	3300	17.85
42	0.95	1.78	400	3.97	4.72	3400	18.07
44	1.00	1.82	420	4.12	4.84	3500	18.40
46	1.03	1.84	440	4.27	4.96	3600	18.91

Ø IMPULSIÓN Y SUCCIÓN

El Ø de succión siempre es mayor que el Ø de impulsión en el inmediato superior.

Como el caudal de bombeo es = 3.8224 L/s

↳ Por tabla Ø imp. = 2"
Ø succ. = 2 1/2"

Por fórmula de Bresse:

$$\phi_{imp} = 28\sqrt{Q_b}$$

Ø imp. = 1.7 in	2.0 in
Ø succ. = 2.5 in	2.50 in

Redondeando

ANEXO N° 5	
Diámetros Tub. Impuls. en función del Q	
Gasto de Bombeo	Ø Tub. de Impuls.
Hasta 0.50 Lts. / seg.	20 mm (3/4")
Hasta 1.00 Lts. / seg.	25 mm (1")
Hasta 1.60 Lts. / seg.	32 mm (1-1/4")
Hasta 3.00 Lts. / seg.	40 mm (1-1/2")
Hasta 5.00 Lts. / seg.	50 mm (2")
Hasta 8.00 Lts. / seg.	65 mm (2-1/2")
Hasta 15.00 Lts. / seg.	75 mm (3")
Hasta 25.00 Lts. / seg.	100 mm (4")

↳ Seleccionamos los más favorables (diámetro mayor):

Ø imp. = 2.0 in
Ø succ. = 2.5 in

PÉRDIDA DE CARGA TOTAL

$$Hf_T = Hfi + Hfs$$

SISTEMA DE SUCCIÓN

Ø succ. = 2.5 in
Ø succ. = 0.0625 m

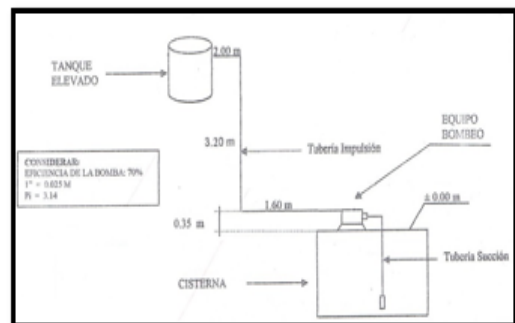
SISTEMA DE IMPULSIÓN

Ø imp. = 2.0 in
Ø imp. = 0.050 m

$$Ss = \left(\frac{Qb(m^3/s)}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

1 Valv pie y canastilla =	17.44 m.
1 Valv compuerta =	0.544 m.
1 Tee =	5.154 m.
Long. Tuberia =	3.00 m.
Longitud Equivalente 1 =	26.138

1 Válvula Check Vertical =	5.682 m.
1 Valv compuerta =	0.432 m.
1 Tee =	4.091 m.
4 Codos de 90° =	8.180 m.
Long. Tuberia =	6.8
Longitud Equivalente 2 =	25.185



Ss1= 0.028

Ss2= 0.082

HFs= 0.72 m.

HFi= 2.07 m.

Hf' total= 2.79 m.

ALTURA VERTICAL

Hv= 5.90

ALTURA DINAMICA TOTAL

ADT= 10.69 m.

$$ADT = Hv + Hf' + Pm$$

$$Pm = 2 m.$$

POTENCIA DE LA BOMBA

$$Pot\ Bomba = \frac{Qb \left(\frac{Lt}{s} \right) * ADT}{75 * e}$$

e= 70.00%

Pot. Bomba= 0.78 HP

Pot. Bomba= 1 HP

Fuente: Propia.

V. DISCUSIÓN

- Los ensayos los realice en el Laboratorio de la UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, EXCEPTO EL ENSAYO DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS, dicho ensayo lo realice en la UNPRG.

Imagen N° 65 Resultados de ensayos de análisis químico de suelos.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMIA



ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Solicitante : ZAPATA PEREZ WILMER DARWIN

Procedencia : Avenida Antenor Orrego – Sub Lote 4. Distrito La Victoria
– Provincia Chiclayo, Región Lambayeque.

ASUNTO : Análisis Químico de UNA (01) Muestra de Suelos, traída por el interesado al Laboratorio de Suelos.

Muestra N°	p.p.m	
	Cloruros	Sulfatos
C-6	709.2	616.0
M-2		

Los ensayos se han realizado con la Normativa:

- NTP 339.177 Contenido de Cloruros.
- NTP 339.178 Contenido de Sulfatos.

Lambayeque, 11 de abril del 2017



Jefatura del Laboratorio de Suelos

Fuente: UNPRG.

- En el diseño manual de la estructura Tensionada me basé en la Tesis Profesional de Albines Chuna, Ana María Tesis de Grado de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- En el diseño manual de la estructura Tensionada con el software Excel y con el modelamiento de la estructura en el software SAP 2000 los valores salen similares por lo que el diseño está correcto.
- El resultado del esfuerzo máximo en el punto más alto de la membrana desarrollado con un cálculo manual y comparado con el programa SAP 2000 resultaron tensiones muy similares, por lo tanto, se comprueba que está puede ser una buena opción para predimensionar a el tipo de membrana.
- Se garantizó además que el planteamiento de la propuesta para calcular el pretensado manual aplicado a la membrana resultó eficiente.

Tabla N° 79 Cálculo manual del pretensado

CALCULO MANUAL DE PRETENSADO

CARGA UNIFORME (W) EN EL CABLE

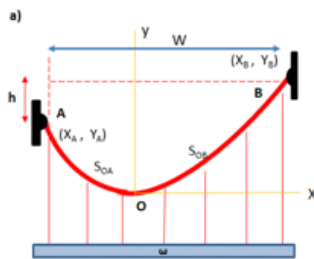
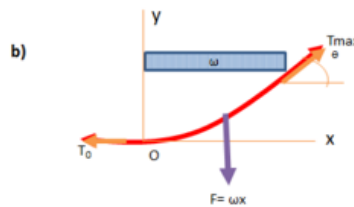


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE EN EL CABLE



$$y = \frac{WX^2}{2T_0}$$

T_0 = Componente horizontal constante de la fuerza en cualquier parte del cable

..... Ecuacion 1

$$T = \sqrt{W^2X^2 + T_0^2}$$

T = Tension en cualquier parte a lo largo del cable sometido a una carga uniforme
*La tension maxima se da a mayor distancia.

..... Ecuacion 2

Para calcular se Tiene 3 tipo de Esfuerzos

$T1$ = Carga Muerta + Carga Viva

$T2$ = Viento Succion 1

$T3$ = Viento Succion 2

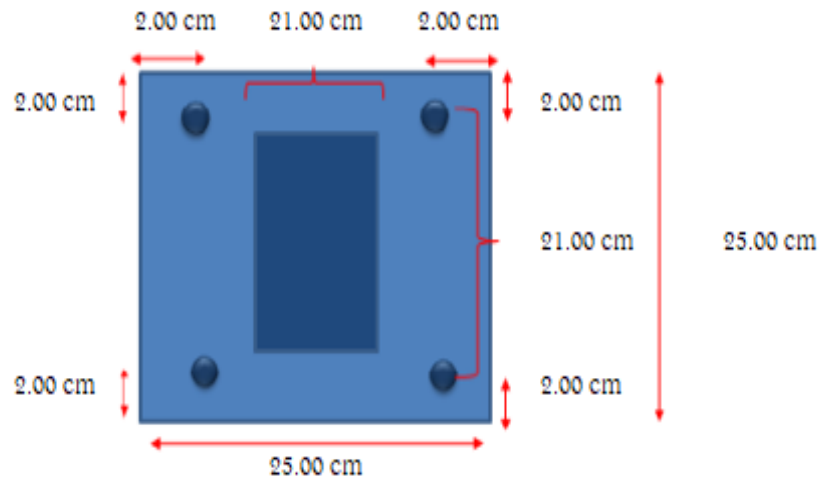
$$T_{pret. 1} \text{ (cuerda Suspension o Soportante)} = \frac{T1 + T2}{2}$$

..... Ecuacion 3

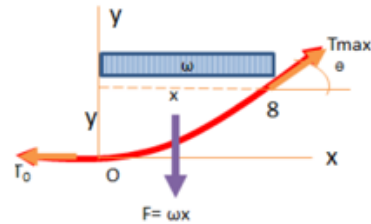
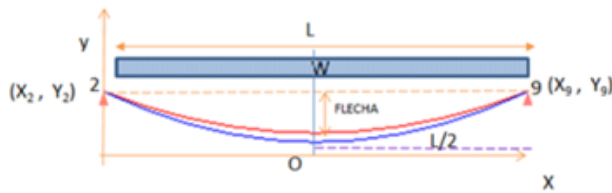
$$T_{pret. 2} \text{ (cuerda Tensora)} = \frac{T3}{2}$$

..... Ecuacion 4

Distancia Max: 6.00 cm



Geometria de la cuerda 3-8



CALCULO DE TENSION 1

Distancia entre punto 3-8 (X) = 9 m.
 Distancia de la flecha (Y) = 1.5 m.
 Carga distribuida (W) = 30.6 Kg/m.

$W = CM + CV$
 $CM = 0.59 \text{ Kg/m.}$ * Por metro lineal
 $CV = 30.0 \text{ Kg/m.}$

Reemplazando en Ecuacion 1 y Ecuacion 2

$$y = \frac{WX^2}{2T_0} \quad T_0 = 825.93 \text{ Kg.}$$

$$T = \sqrt{W^2X^2 + T_0^2} \quad T1 = 870.61 \text{ Kg.}$$

CALCULO DE TENSION 2

Son las mismas características pero ahora cambia el W1 del viento en Succion 1

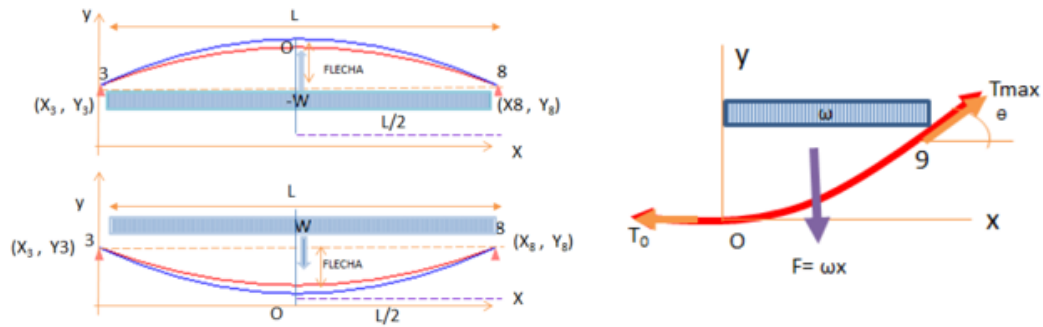
Distancia entre punto 3-8 (X) = 9 m.
 Distancia de la flecha (Y) = 1.5 m.
 Carga de Viento (W1) = -21.7 Kg/m.

Reemplazando en Ecuacion 1 y Ecuacion 2

$$y = \frac{WX^2}{2T_0} \quad T_0 = -585.23 \text{ Kg.}$$

$$T = \sqrt{W^2 X^2 + T_0^2} \quad T2 = 616.88 \text{ Kg.}$$

Geometria de la cuerda 2-9



CALCULO DE TENSION 3

Son las mismas características pero ahora cambia el W2 del viento en Succion 2

Distancia entre punto 2-9 (X) = 9 m.
 Distancia de la flecha (Y) = 1.65 m.
 Carga de Viento (W2) = -21.7 Kg/m.

Reemplazando en Ecuacion 1 y Ecuacion 2

$$y = \frac{WX^2}{2T_0} \quad T_0 = -532.02 \text{ Kg.}$$

$$T = \sqrt{W^2 X^2 + T_0^2} \quad T3 = 566.66 \text{ Kg.}$$

EL CALCULO DE LA PRETENSION PARA EL CABLE ES:

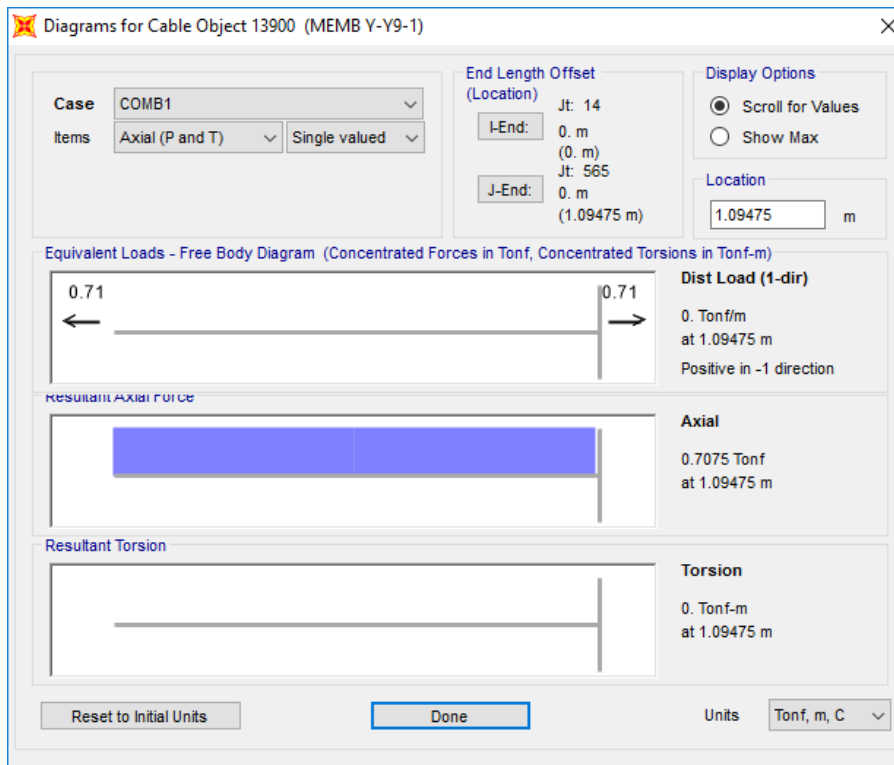
SOPORTANTE	$\frac{T1 + T2}{2} = 743.74 \text{ Kg.}$	0.74 Tn.
TENSORA	$\frac{T3}{2} = 1027.07 \text{ Kg.}$	1.03 Tn.

SAP	
$\frac{T1 + T2}{2} = 0.71 \text{ Tn.}$	0.03 Tn. 95.46%
$\frac{T3}{2} = 1.01 \text{ Tn.}$	0.02 Tn. 98.14%

Coe. Seguridad	N.T.P		Guía Europea		N.T.P		Guía Europea	
	T°C.S	%	T°C.S	%	T°C.S	%	T°C.S	%
Resistencia a la rotura	2	27.84%	5	69.61%	2.016	39.53%	5.04	98.82%
	5.1/5.1	<50%	5.1/5.1	>50%				

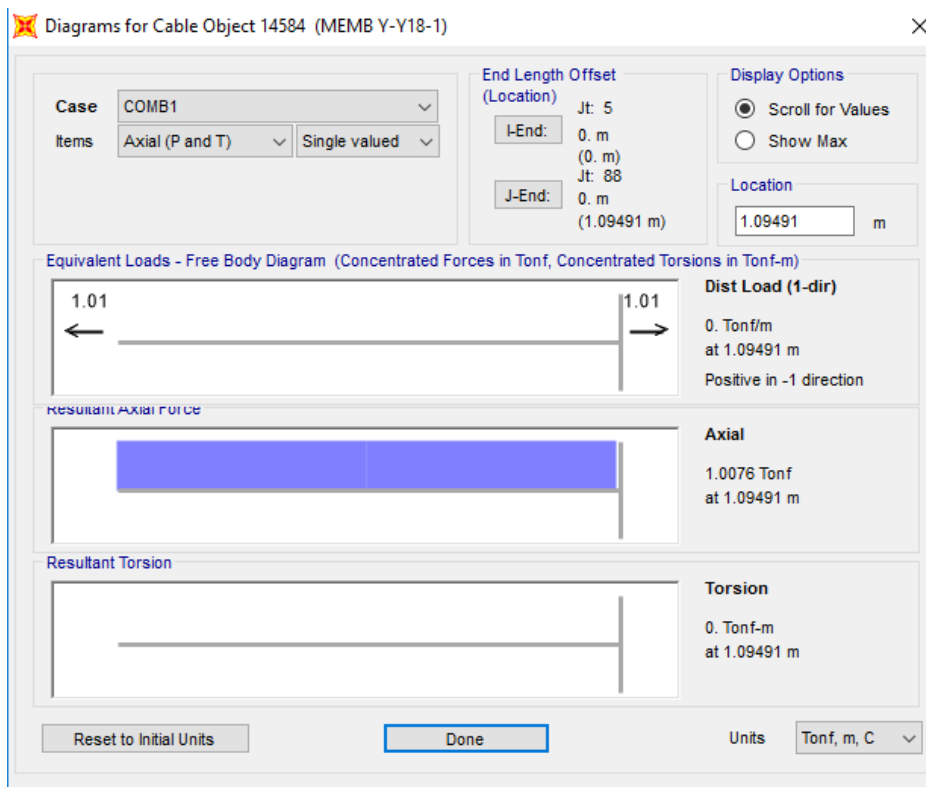
Fuente: Propia.

Imagen N° 66 Resultado del cable soportante.



Fuente: SAP 2000

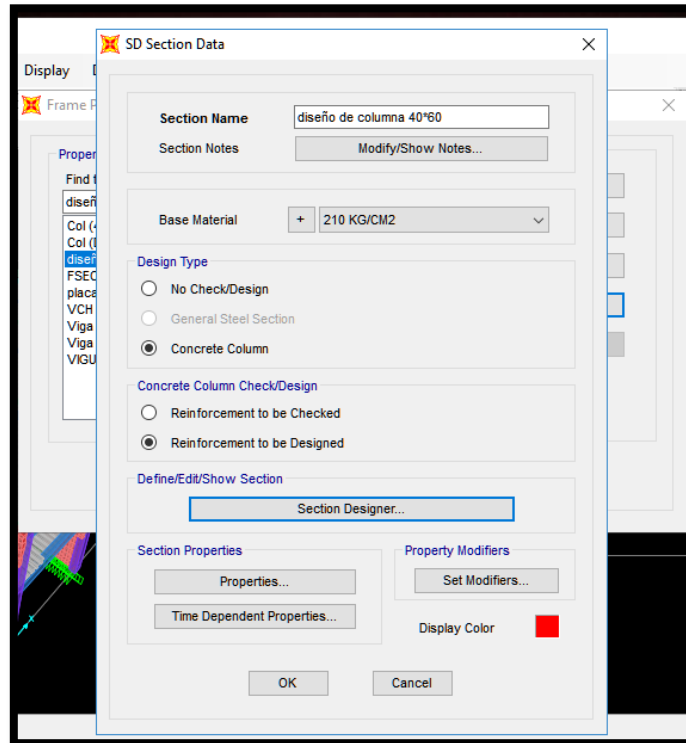
Imagen N° 67 Resultado del cable tensor.



Fuente: SAP 2000

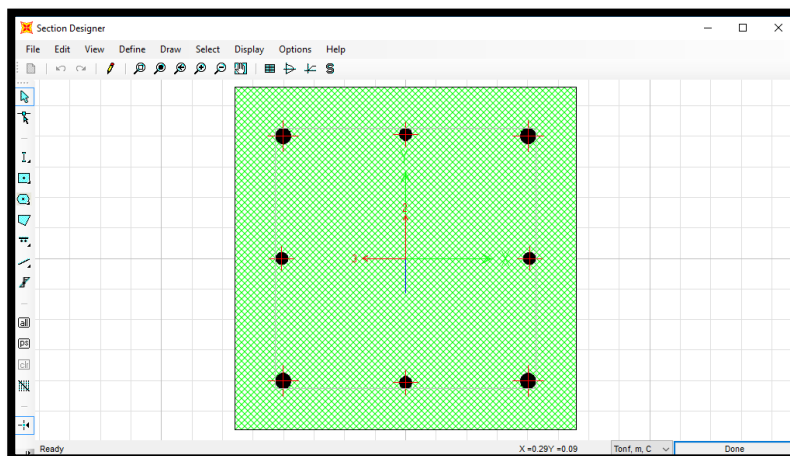
- Para el diseño de VIGAS, COLUMNAS, SE USO LA NORMA E.060 “CONCRETO ARMADO” SIGUIENDO TODAS LAS PAUTAS.
Para hallar el diagrama de interacción de las columnas me apoye en el software SAP 2000.

Imagen N° 68 Pasos a seguir para la creación de un diagrama de interacción en SAP2000



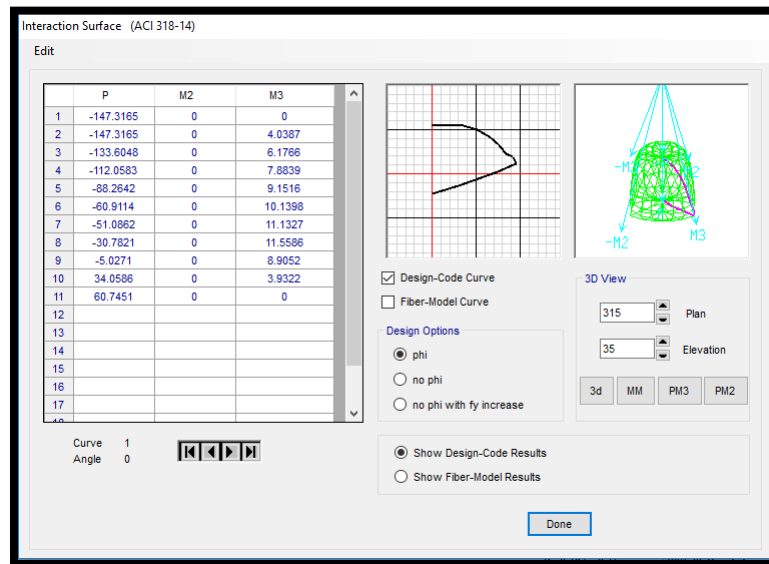
Fuente: SAP 2000

Imagen N° 69 Sección de la viga en section designer



Fuente: SAP 2000

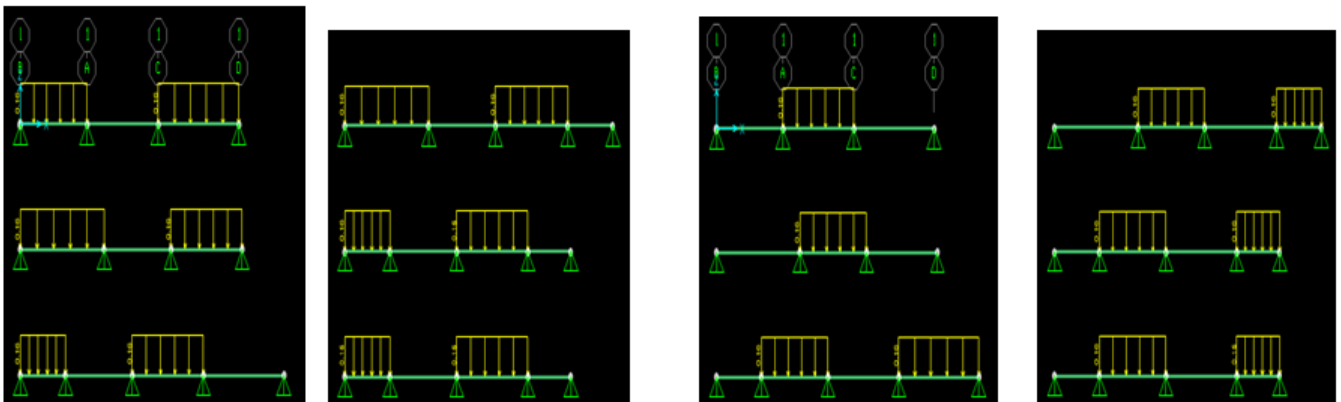
Imagen N° 70 Diagrama de iteración elaborado por el programa SAP 2000



Fuente: SAP 2000

- Para el Diseño de las losas aligeradas se utilizó la alternancia de cargas para poder hallar los momentos y así calcular el acero que usará siguiendo lo establecido en la norma E.060 “Concreto Armado “

Imagen N° 71 Alternancia de cargas en las losas aligeradas



Fuente: SAP 2000

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento Topográfico para obtener las características de la zona.
- La investigación del ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS) ha consistido en 10 puntos de investigación, 10 perforaciones de calicatas, donde se ha encontrado que el perfil estratigráfico constituido por una capa inicial de material de relleno de arcillas y se encuentra un suelo del tipo CL (arcillosa de baja plasticidad).
- Durante las excavaciones del EMS no se detectó el nivel freático.
- La capacidad portante admisible del suelo a 1.50 m p es de 0.79 kg/cm².
- Los parámetros sismorresistentes del suelo de acuerdo a la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E-030, son la siguientes: Factor de zona, $Z=0.45g$, Periodos, $T_p=1.0s$ y $T_l=1.6s$ y el factor de suelo, $S=1.1$.
- Se realizó el diseño de todos los elementos estructurales que contiene el proyecto.
- Se concluye que el análisis de la Tensoestructura se resume en el equilibrio de las tensiones de la membrana, la que tiene forma doble cableado constituido por la sucesión de dos tipos de cables (en suspensión y en tensión) formando una malla, las cuales soportan las cargas actuantes y tensionan aquellas cargas que descompensan esa tensión, dirigiendo esos esfuerzos a los vértices y luego a los apoyos hasta distribuirlo a la cimentación. Por lo tanto, para poder simular esta membrana, se ha asignado a la malla de cables las propiedades del material de la lona y se consideró que las cargas actuantes en los cables son no lineales.
- En base al análisis de la membrana como una malla de cables se realizó un cálculo (**Tabla N° 79**) para obtener una mayor tensión en la membrana, cuyo resultado fue comparado con la tensión máxima en la membrana obtenida en el programa SAP2000, 0.04T de diferencia, por lo tanto la diferencia de error que se han obtenido se debe a la manera de simplificar la cuerda de mayor tensión a la forma estructural del modelo (doble cableado **Imagen N° 13**) de la cual nos da unos resultados casi exactos entre el cálculo Manual y con el Programa SAP2000.
- Este cálculo manual (**Tabla N° 79**) ayudará a tener un resultado muy aproximado de la máxima tensión en la membrana. Por lo tanto, se propuso que esta es una manera efectiva de predimensionar o reforzar a la membrana.

- Tomando como base el modelamiento de la estructura en el SAP 2000, se idealizaron los cables principales de suspensión y de tensión de cada uno de los modelos para luego hallar la máxima tensión en los cables exteriores y aplicarlo como pretensado.
- Se plantea considerar un coeficiente de seguridad igual a 5 para el pretensado, y de esta manera no comprometer la resistencia de la membrana debido a que al momento de instalar y pretensar a la estructura la lona se estira aún más. Así mismo se plantea utilizar un coeficiente de seguridad igual a 2 para diseñar un refuerzo de doble o triple lona y de esta manera absorber solo los esfuerzos ubicados en los vértices, en caso contrario si esto se muestra en casi toda el área de la lona se opta por predimensionar el tipo de membrana.
- La EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) – Etapa de construcción, ha determinado que la posible ocurrencia de impactos ambientales negativos, no son limitantes ni tampoco constituyen restricciones importantes para el proyecto del Complejo deportivo Antenor Orrego.
- Los impactos negativos, de mayor relevancia durante la construcción de la obra, están catalogados como No Significativos.
- Los impactos positivos más relevantes, en la etapa de operación del proyecto, son la recuperación del paisaje, la mejora de la infraestructura de servicios de comercio y el más importante, el empleo a los trabajadores en el rubro de la construcción.
- Iniciada la obra se debe cumplir con las medidas mitigadoras, así como con la implementación de las medidas preventivas anti-accidentes, con la finalidad sensibilizar a los trabajadores y pobladores, dándoles a conocer las medidas ambientales que se ejecutarán en la fase de construcción y operación de la infraestructura del complejo deportivo.

VII. RECOMENDACIONES

- Previo a la ejecución de los trabajos se deberá acondicionar el terreno, eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos, suelos muy plásticos.
- Se debe desarrollar un plan de trabajo de manera que el tiempo transcurrido entre las operaciones de excavación, las de vaciado y sellado de los cimientos, sea el menor posible con el fin de reducir al máximo la exposición del suelo de función a fenómenos ambientales que puedan alterar su comportamiento.
- Cuando se realice una estructura metálica se debe garantizar que la soldadura utilizada coincida con lo asumido por el calculista. Así mismo que los perfiles sean los que especifican los planos, que la pintura y la base sea la más apropiada y bien aplicada. Esto se logrará teniendo mano de obra calificada para cada partida y con una supervisión que haga respetar los planos en obra y realice los ensayos correspondientes, el ensayo no destructivo aplicado a la soldadura es el ensayo de líquidos penetrantes, aparte de la inspección visual.
- El área de cimentación presenta zonas de arcilla medianamente plástica (CL), debiéndose considerar cada tipo de suelo de acuerdo con la zona donde se ubique la cimentación.
- Se observa que el suelo de función se encuentra con Moderada presencia de sales solubles totales, por lo que se recomienda usar Cemento Adicionado Tipo MS o Similar con un $f'c$ de 210 Kg/cm². para que se evite problemas de ataque de sales y sulfatos.
- Para la cimentación se podrá optarse por una cimentación superficial, compuesta por zapatas de concreto y Vigas de Conexión, ello dependerá de lo que con buen criterio lo decida el proyectista a las profundidades y capacidades de carga admisibles señaladas en el presente proyecto.
- Tomando en cuenta los valores encontrados y estando siempre del lado de la seguridad tanto para soportar las cargas actuantes como para no superar el asentamiento indicado, se asume como capacidad portante del suelo en condición de trabajo el promedio del valor hallado para Zapata Cuadrada, es decir. La capacidad admisible del suelo de cimentación bajo las consideraciones planteados es de $adm = 0.72$ Kg/cm². A la profundidad de 1.50m.
- Establecer mecanismos de participación ciudadana, con el fin de que la población se involucre con el proyecto, participe en la ejecución y operación, y así lograr la sostenibilidad del proyecto.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albines Chuna, Ana María, 2014. «Análisis y propuesta de diseño para el cálculo de estructuras tensionadas y su aplicación en el centro de esparcimiento del Colegio de Ingenieros del Perú, Lambayeque». Perú: Tesis Profesional, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Cavia Sorret, Pedro. 1993. "Las mallas espaciales y su aplicación en cubiertas de grandes luces". España: Artículo de Revista Edificación; Universidad de Navarra. – N° 5-16
- Fuller Moore. Compresión de las estructuras en arquitectura, Editorial MC Graw Hill.
- Gründig Lothar, Moncrieff Erik, Singer Peter y Ströbel Dieter. 2000. Cuarto Coloquio Internacional sobre Computación de Shell y Estructuras Espaciales en Germany 1970-1999. "A history of the principal developments and applications of the force density method", IASS-IACM 2000
- López Perales, Jesús. 2003. "Modelo de elementos finitos para el cálculo de arcos. Validación en estructuras agroindustriales de acero" España: Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha.
- Martínez Apezteguia, Juan. 2007. "Las mallas especiales y su aplicación en cubiertas para estadios". España: Artículo de Revista Edificación; Consejo Superior de Investigación Científicas. N° 10-18
- Oliver, P. (1975) Shelter in Africa. BLACKWELL, Publishing, Oxford.
- Otto Frei, Cubiertas colgantes. (Barcelona: Editorial Labor, S.A, 1962), 11
- Santamauro Roberto, Tensoestructuras: Desde Uruguay, (Uruguay: Mastergraf, 2008), 40
- Stephanie Castro, RogerCera y Hernan Diaz, "Tensoestructuras". (Tesis. Univercidad de Central Venezuela, 2010), 5-8
- Tamialan Ladera, Juan. 1999. "Modelado y diseño de un arco parabólico de 45m de luz mediante el método de elementos finitos". Perú: Tesis Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería.

IX. ANEXOS

ANEXO N°01: CUADROS

CUADRO N°1.1: Disponibilidad de Infraestructuras Deportivas año 2010

ESCENARIOS	MUNICIPALIDADES	IPD
Estadios	1,346	54
Complejos Deportivos	826	39
Parque Zonales	320	0
Losas Multideportivas	3,133	0
Losas de Fulbito	1,587	0
Losas de Basquetbol	242	0
Losas de Voleibol	362	0
Piscinas	352	7
Gimnasios	45	0
Coliseos Deportivos	32	24
Kartodromos	-	2
Terrenos	-	70
Otros	40	*14

* Videna, Casa del Pueblo, Colonia Vacaciona y Clubs

Fuente: IPD – Plan Nacional del Deporte

CUADRO N°1.2: Datos generales del Distrito de la Victoria

Departamento	Lambayeque
Provincia	Chiclayo
Distrito	La Victoria
Altura (m.s.n.m)	28
Extensión Territorial (km ²)	32
Población (hab.)	82,546
Densidad Poblacional (hab/km ²)	2579.5625

Fuente: INEI, Censos 2007 – Municipalidad Distrital de la Victoria

CUADRO N°1.3: Dato poblacional del Distrito de La Victoria 2012-2015

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2012			2013			2014			2015		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
LAMBAYEQUE	1,229,260	597,871	631,389	1,239,882	602,759	637,123	1,250,349	607,572	642,777	1,260,650	612,304	648,346
CHICLAYO	836,299	402,952	433,347	843,445	406,196	437,249	850,484	409,389	441,095	857,405	412,524	444,881
CHICLAYO	286,105	134,400	151,705	288,063	135,233	152,830	289,956	136,034	153,922	291,777	136,797	154,980
CHONGOYAPE	18,214	9,177	9,037	18,128	9,127	9,001	18,036	9,074	8,962	17,940	9,019	8,921
ETEN	10,868	5,131	5,737	10,772	5,076	5,696	10,672	5,019	5,653	10,571	4,962	5,609
ETEN PUERTO	2,247	1,035	1,212	2,220	1,013	1,207	2,194	992	1,202	2,167	971	1,196
J. L. O	184,660	89,141	95,519	187,530	90,527	97,003	190,388	91,908	98,480	193,232	93,283	99,949
LA VICTORIA	87,369	42,240	45,129	88,440	42,756	45,684	89,499	43,267	46,232	90,546	43,772	46,774
LAGUNAS	10,119	5,202	4,917	10,160	5,231	4,929	10,198	5,259	4,939	10,234	5,286	4,948
MONSEFU	31,919	15,333	16,566	31,904	15,345	16,559	31,880	15,332	16,548	31,847	15,315	16,532

Fuente: INEI, Municipalidad Distrital de la Victoria 2012-2015

CUADRO N°1.4: Disponibilidad de Infraestructuras Deportivas en el Distrito de la Victoria.

NOMBRE DE INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA	TIPO DE INFRAESTRUCTURA DEPORTIVA	DIRECCION	DISCIPLINAS DEPORTIVAS	ESTADO	MEDIDAS REGLAMENTARIAS	USO ACTUAL	ESCUELAS DEPORTIVAS META 30		
							IMPLEMENTACION	DISCIPLINAS DEPORTIVAS	
ESTADIO MUNICIPAL "LA VICTORIA"	GRASS SINTÉTICO	Av. GRAU N° 1610	FÚTBOL	BUENO	64, 469 M2	VIGENTE	NO	NO	NO
PLATAFORMA DEPORTIVA "FELIX PAZ PÉREZ"	LOZAS	INTERSECCIÓN DE CA.LAS ÑUSTAS, AV. IMPERIO Y AV. LOS ANDES	FULBITO, VÓLEY Y BÁSQUET	BUENO	4, 685.91 M2	VIGENTE	SÍ	BÁSQUET	
MINICOMPLEJO "ARMANDO HERNÁNDEZ BECERRA"	LOZA	SECTOR EL BOSQUE MZ. "P" LT. 2 (INTERSECCIÓN CA.YOQUE YUPAMQUI Y CA. JOSÉ MARÍA ARGUEDAS)"e	FULBITO	REGULAR	1, 542.60 M2	VIGENTE	NO	NO	NO
LOZA DEPORTIVA 1° DE JUNIO	LOZA	CA. SIPÁN CDRA. 01	FULBITO	REGULAR	1, 200.00 M2	VIGENTE	NO	NO	NO
PLATAFORMA DEPORTIVA "PAÚL HARRIS"	LOZA	INTERSECCIÓN ENTRE CA. PAÚL HARRIS Y CA. INTI RAYMI	FULBITO	REGULAR	1, 200.00 M2	VIGENTE	NO	NO	NO
PLATAFORMA DEPORTIVA "UNIÓN"	LOZA	AV. UNIÓN N° 355	FULBITO, VÓLEY Y BÁSQUET	BUENO	1,078.90 M2	VIGENTE	SÍ	BÁSQUET	KARATE
CENTRO DEPORTIVO MUNICIPAL "JUAN HENDE THOMAS"	GRASS SINTÉTICO	CA. MACMA OCLLO CDRA 1 E INTERSECCIÓN CON CA. INTIRAYMI CON CA. CURACA	FULBITO	BUENO	2, 310.87 M2	VIGENTE	NO	NO	NO
LOZA DEPORTIVA "ANTONIO RAYMONDI"	LOZA	PP.JJ. ANTONIO RAYMONDI	FULBITO	REGULAR	1, 200.00 M2	VIGENTE	NO	NO	NO
LOZA DEPORTIVA "CHOSICA DEL NORTE"	LOZA	CHOSICA DEL NORTE	FULBITO	REGULAR	1, 200.00 M2	VIGENTE	NO	NO	NO

Fuente: División de Educación, Cultura y Deporte (MDLV)

CUADRO N°1.5: Resumen de las Infraestructuras Deportivas en el Distrito de la Victoria.

NÚMERO DE ESCENARIOS DEPORTIVOS APTOS PARA IMPLEMENTAR UNA ESCUELA DEPORTIVA (A)	NÚMERO DE ESCENARIOS DEPORTIVOS UTILIZADOS PARA LA META 30 (B)	PORCENTAJE DE EFICACIA EN EL USO DE LA INFRAESTRUCTURA (%)
10	3	30%

Fuente: División de Educación, Cultura y Deporte (MDLV)

CUADRO N°2.6: Propuesta de Equipamiento Requerido Según Rango Poblacional

**PROPUESTA
EQUIPAMIENTO REQUERIDO SEGÚN RANGO POBLACIONAL**

JERARQUÍA URBANA	EQUIPAMIENTOS REQUERIDOS
Áreas Metropolitanas / Metrópoli Regional: 500,001 - 999,999 Hab.	Parques locales y vecinales Parques zonales Parques Metropolitanos Canchas de usos múltiples Estadios Complejo Deportivo Centros recreacionales Coliseos Polideportivos Hipódromos Velódromos Clubes Metropolitanos
Ciudad Mayor Principal 250,001 - 500,000 Hab.	Parques locales y vecinales Parques zonales Canchas de usos múltiples Estadios Complejo Deportivo Centros recreacionales Coliseos Polideportivos
Ciudad Mayor 100,001 - 250,000 Hab.	Parques locales y vecinales Parques zonales Canchas de usos múltiples Estadios Complejo Deportivo
Ciudad Intermedia Principal 50,001 - 100,000 Hab.	Parques locales y vecinales Parques zonales
Ciudad Intermedia: 20,001 - 50,000 Hab.	Canchas de usos múltiples Estadios Complejo Deportivo
Ciudad Menor Principal: 10,000 - 20,000 Hab.	Parques locales y vecinales
Ciudad Menor: 5,000 - 9,999 Hab.	Canchas de usos múltiples

Fuente: Sistema Nacional de Estándares de Urbanismo.

CUADRO N°1.7: Población Servida de los Equipamientos Deportivos como recreativos

a) Estadios
El área mínima está en función de la menor capacidad recomendable (10,000-15,000 espectadores) .

b) Campos Deportivos CUADRO N°23

TIPO DE EQUIPAMIENTO RED	CATEGORIA	Población Servida Resultante del Núcleo	Población Mínima Recomendable ^{2/}
b.1. GIMNASIOS	Sala de Gimnasia	2,250	
	Gimnasio Menor	3,100	
	Gimnasio Normal (1)	5,100	
	Gimnasio Normal (2)	6,140	16,000
	Gimnasio Mayor	9,200	38,000
	1 Gimnasio Deportivo	12,330	51,000
	2 Gimnasios Deportivos	24,660	90,000
	3 Gimnasios Deportivos	36,990	130,000
	4 Gimnasios Deportivos	49,320	229,000
	5 Gimnasios Deportivos	61,650	330,000
b.2. PISCINAS	Abiertas 25 x 12 mts.	3,000 a 6,000	De acuerdo a la región natural (costa, sierra y selva) y al rango poblac.
	50 x 25	12,500 a 25,000	
	Cerradas 25 x 12	30,000 a 60,000	
	50 x 25	125,000 a 250,000	
		3/	
b.3. CAMPOS GRANDES	Fútbol	7,800	
	Atletismo	8,000	
	Ciclismo		
	Baseball	21,000	

TIPO DE EQUIPAMIENTO	CATEGORIA	Población Servida Resultante del Núcleo 1/ (habitantes)
b.4. CAMPOS PEQUEROS	Basketball	4,000
	Tenis	10,200
	Vóleibol	5,400

c) Parques .-

La población servida por las diversas categorías de parques, han sido del Estudio sectorización Urbana 1/ Población Servida por Parques CUADRO N°27

CATEGORIA DE PARQUE	POBLACION SERVIDA
c.1. Jardín de Barrio	De 2,500 a 7,500 Habitantes
c.2. Parque de Sector	De 10,000 a 30,000 habitantes
c.3. Parque Zonal	De 100,000 a 300,000 habitantes
c.4. Parque Metropolitano	Más de 1'000,000 habitantes .

Fuente: Sistema Nacional de Estándares de Urbanismo.

CUADRO N°1.8: Total de Denuncias en el Distrito de La Victoria 2013 – 2016.

AÑO	TOTAL, DE DENUNCIAS
2013 (Septiembre)	533
2014	1380
2015	1408
2016 (Octubre)	923

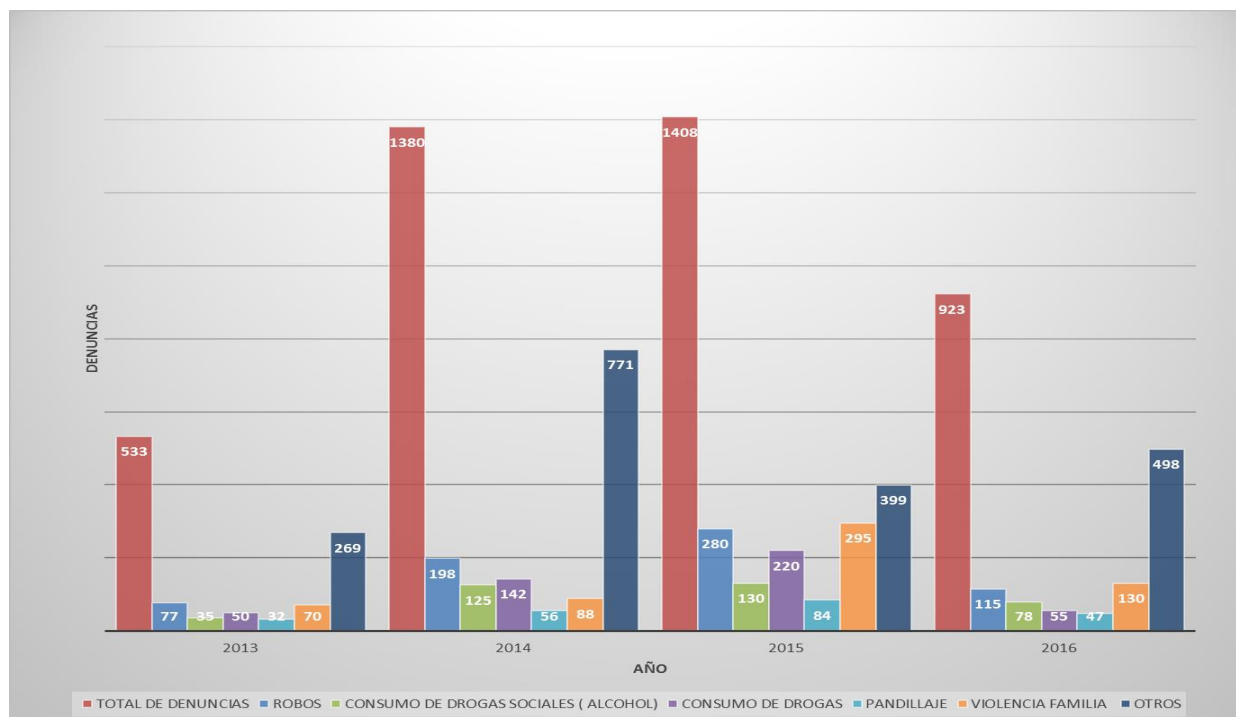
Fuente: Comisaria PNP La Victoria De Chiclayo

CUADRO N°2.9: Cuadro de Denuncias en el Distrito de La Victoria 2013 – 2016.

AÑO	ROBOS	CONSUMO DE DROGAS SOCIALES (ALCOHOL)	CONSUMO DE DROGAS	PANDILLAJE	VIOLENCIA FAMILIA	OTROS	TOTAL
2013	77	35	50	32	70	269	533
2014	198	125	142	56	88	771	1380
2015	280	130	220	84	295	399	1408
2016	115	78	55	47	130	498	923

Fuente: Comisaria PNP La Victoria De Chiclayo

CUADRO N°2.10: Cuadro de Denuncias en el Distrito de La Victoria 2013 – 2016.



Fuente: Comisaria PNP La Victoria De Chiclayo

ANEXO N° 02: TABLA RESUMEN DEL TIPO DE MEMBRANAS COMERCIALES

		MEMBRANAS PVC					MEMBRANAS PTFE			ALGUNAS NORMAS DE ENSAYO USADAS
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	
CONSTRUCCION	Tipo de Hilo	PES HT	PES HT	PES HT	PES HT	PES HT	glass EC 3/4	glass EC 3/4	glass EC 3/4	DIN 6002
	Titulo del hilo	1100 dtex	1100 dtex	1670 dtex	1670 dtex	2200 dtex	1360	2040	4080	
	Cant. De hilos por cm. Del tejido	9x9	12x12	10x10	14x14	14x14	13/13	10,5/11	8/7,5	DIN EN 1049 - BS 2863
	Peso del tejido	0,200	0,280	0,340	0,430	0,640	0,365	0,450	0,670	DIN EN 12127
	Recubrimiento	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PTFE	PTFE	PTFE	
	Tratamiento superficie	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	FEP	FEP	FEP	
	Espesor del recubrimiento	240	350	270	300	300	200	320	670	
	Peso del recubrimiento	550	775	930	930	930	435	700	880	ASTM D4851-97
	Espesor total	0,52	0,78	0,78	1,02	1,14	0,5	0,7	1	DIN EN ISO 2286 - 3 - ASTM D 751 - ASTM D4851 - 97
	Peso total	750	1050	1050	1350	1500	800	1150	1550	DIN EN ISO 2286 - 2 - ASTM D 751 - NF EN ISO 2286 - 2
RESISTENCIA	Anchos disponibles	1,80/2,5/3,0	1,80/2,5/3,0	1,80/2,5/3,0	1,80/2,5/3,0	1,80/2,5/3,0	3	4,7	4,7	
	Largo rollo	50 - 250	50 - 250	50 - 250	50 - 250	50 - 250				
	Traccion	60/56	84/80	112/112	160/140	200/160	84/80	140/120	160/140	DIN 53354 - ASTM D 751 - ISO 1421 - ASTM D4851 - 97
	Elongacion a la rotura	15/20	15/20	15/20	15/20	15/20	3/(12)	3/(12)	3/(12)	ASTM D 751 - ISO 1421 - ASTM D4851 - 97
	Adhesion	2	2,4	2,4	2,6	3	1,2	1,6	2	DIN 53357 - ASTM D 751 - ISO 2411 - ASTM D4851 - 97
	Al desgarro	30/28	55/50	80/65	120/110	160/140	30/(30)	50/50	50/50	DIN 53354 - ASTM D 751 - ISO 1421 - ASTM D4851 - 97
	Temperaturas extremas	(-30)/70	(-30)/70	(-30)/70	(-30)/70	(-30)/70	(-80)/250	(-80)/250	(-80)/250	ASTM D 751
	Resistencia hidrostatica columna									IFAM 7577
	Reaccion al fuego	B1(DIN4102)	B1(DIN4102)	B1(DIN4102)	B1(DIN4102)	B1(DIN4102)	A2(DIN4102)	A2(DIN4102)	A2(DIN4102)	DIN 4102 - NFPA 701 - BS 476: part6&7: 1997
	Transmision de luz	13,5	12	10	6	6				
ARACTERISTICA	Indice de blanco	82	82	82	82					
	Transmision solar	9	6	7	5	5	15-17	(12)-14	(8)-11	DIN 5036 - ASHRAE standard 74-73 1988 - ASTM E424-71
	Reflexion solar	76	78	77	78	78	77	73	77	ASHRAE standard 74-73 1988 - ASTM E424-71
	Absorcion solar	15	16	16	17	17				ASHRAE standard 74-73 1988
	Factor solar	15	12	13	11	11	0,24	0,21	0,17	ASHRAE standard 74-73 1988
	Transmision UV	0	0	0	0	0				Eppley Solar & sky U -V radiometer
	Conductividad termica	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6				
	Conductividad termica	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	140,3	110,9	66,67	
	Atenuacion acustica	14	15	15	16	17				ISO 717
	DURABILIDAD años	20+	20+	20+	20+	20+	25+	25+	25+	
GARANTIA años	7	10	10	10	10	10	10	10		

Fuente: Albines 2014.

ANEXO N° 03: TABLA DE VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL EN EL PROMEDIO DE 10 AÑOS (JULIO 1983- JUNIO 1993) RESUMEN DEL TIPO DE MEMBRANAS COMERCIALES



NASA Superficie meteorología y Energía Solar - Tablas disponibles



Latitud **-6,818** / Longitud **-79,913** fue elegido.

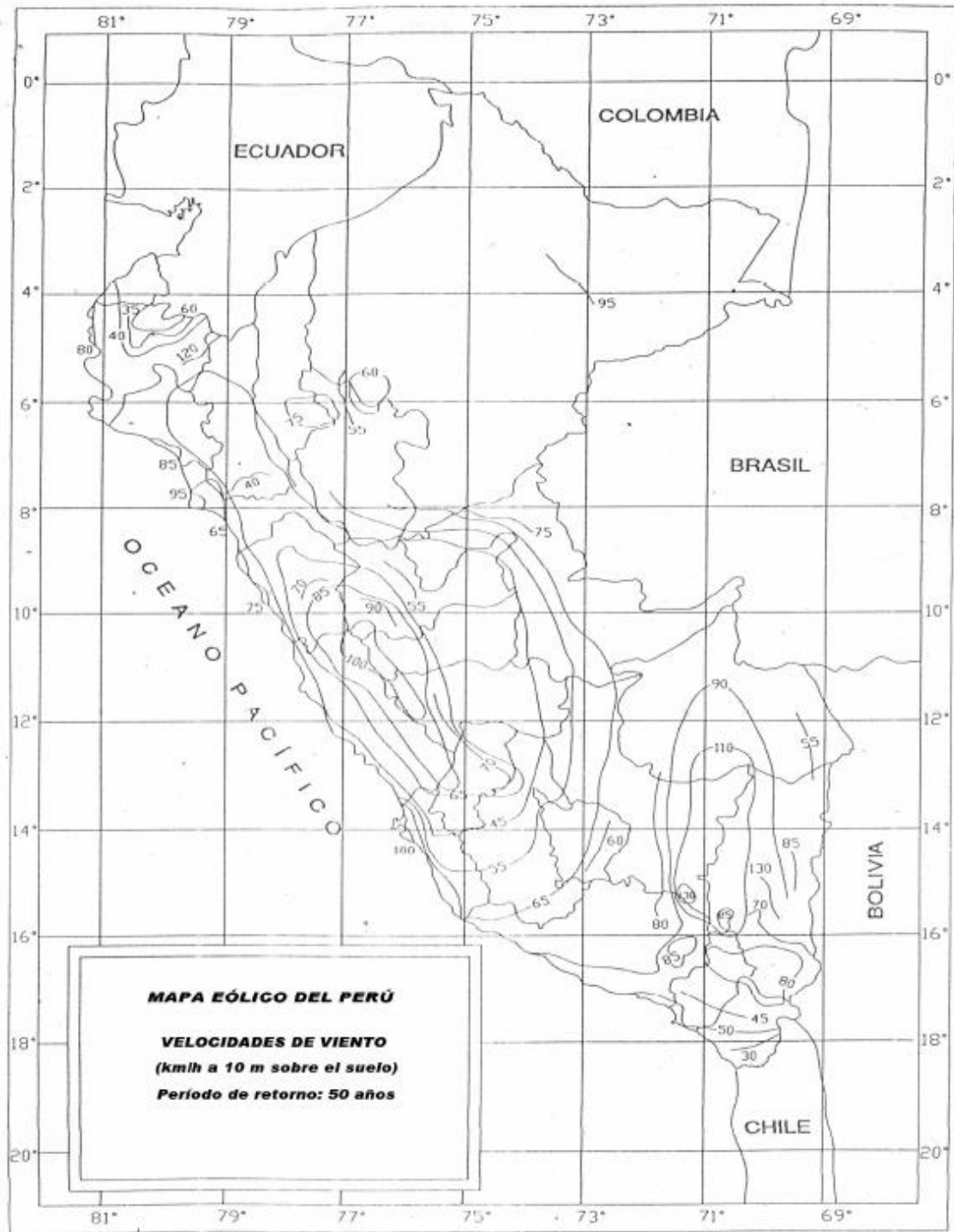
Meteorología (viento):

Velocidad del viento mensual en promedio de 50, 100, 150 y 300 m sobre la superficie de la tierra (m / s) *Tipo de vegetación* suelo desnudo Rough

Latitud -6,818 -79,913 Lon	Jan	Febrero	Estropear	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual Promedio
50m	3,17	3,16	3,12	3,49	3,98	4,94	4,84	4,55	4,34	3,68	3,51	3,26	3,84
100m	3,69	3,68	3,63	4,06	4,63	5,75	5,64	5,31	5,05	4,28	4,08	3,79	4,47
150m	4,03	4,02	3,97	4,44	5,06	6,29	6,17	5,80	5,52	4,68	4,46	4,15	4,89
300m	4,70	4,68	4,62	5,17	5,90	7,32	7,19	6,76	6,43	5,45	5,20	4,83	5,69

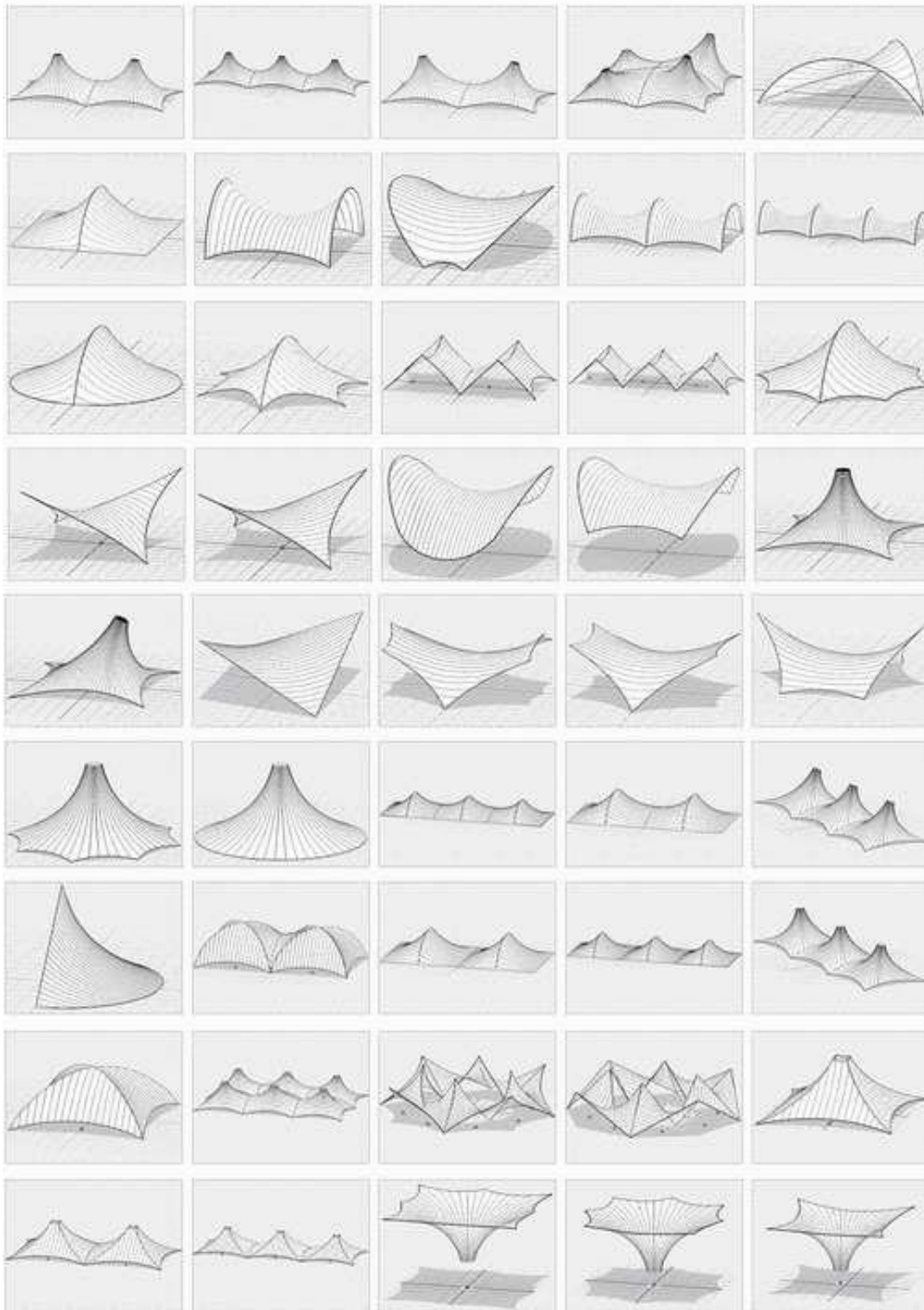
Fuente: Metodología SSE, Referencia: Gipe, 1999, Fundamentos de la energía eólica

ANEXO N° 04: MAPA EOLICO. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

ANEXO N° 05: POSIBLES FORMAS APLICADAS AL DISEÑO DE MEMBRANAS TENSIONADAS



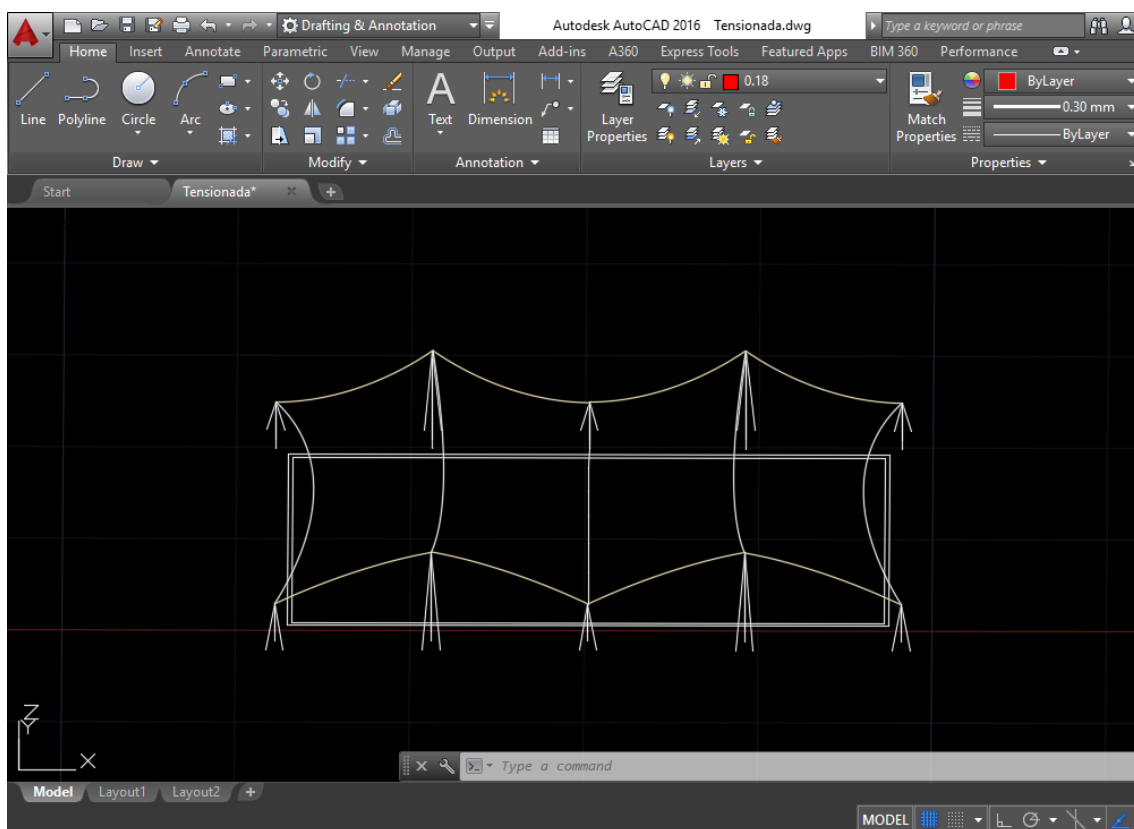
Fuente: Albines 2014.

**ANEXO N°06: GUÍA PARA
MODELAJE Y DISEÑO DE LA
TENSOESTRUCTURA EN EL
PROGRAMA SAP 2000.**

En primer lugar, se debe modelar la estructura en el programa AUTOCAD. 3D.

- Primero se debe definir el alto de los mástiles, con el respectivo ángulo de cada uno según el modelo que se quiere plasmar y se une cada punta de cada mástil con una cuerda (cable de borde) y se le define la flecha que deseo que tenga el cable.

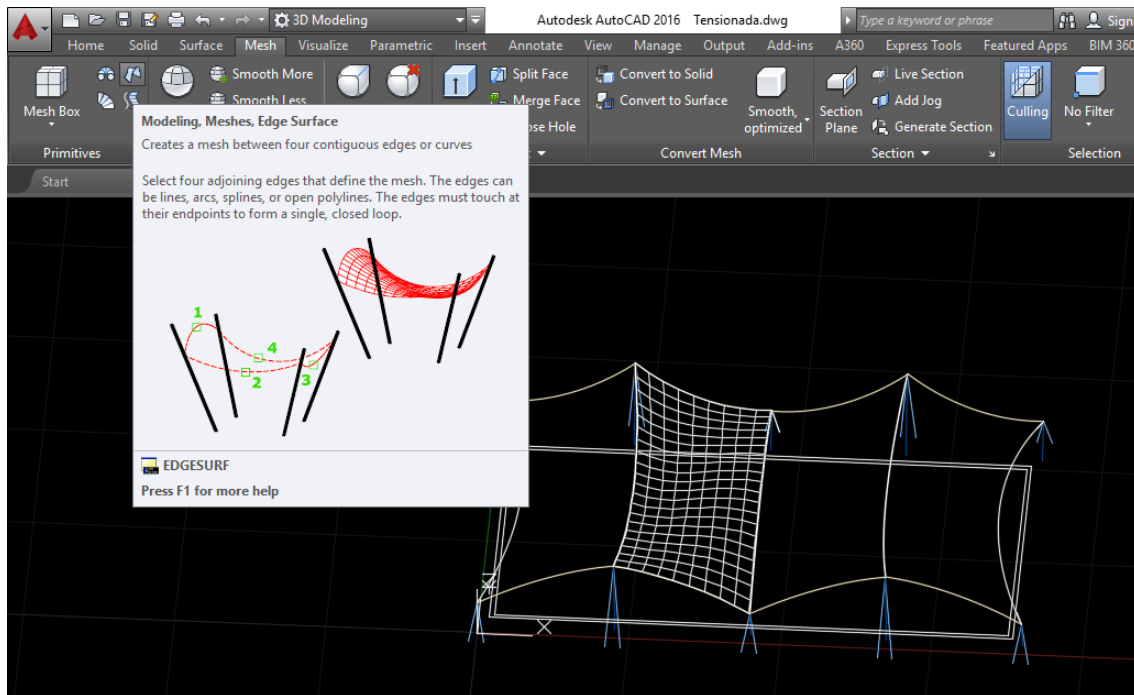
Imagen N° 72 Dibujo de los mástiles en Autocad 3D.



Fuente: Autocad.

- De esta manera se obtiene el esqueleto de la estructura y lo único que falta formar es la membrana, para ello se selecciona los cables de borde y luego la opción modeling mesh para colocar la membrana, después se adhieren los cables en cada intersección de la malla, como se muestra en la imagen según la división del ancho tributario que se desea.

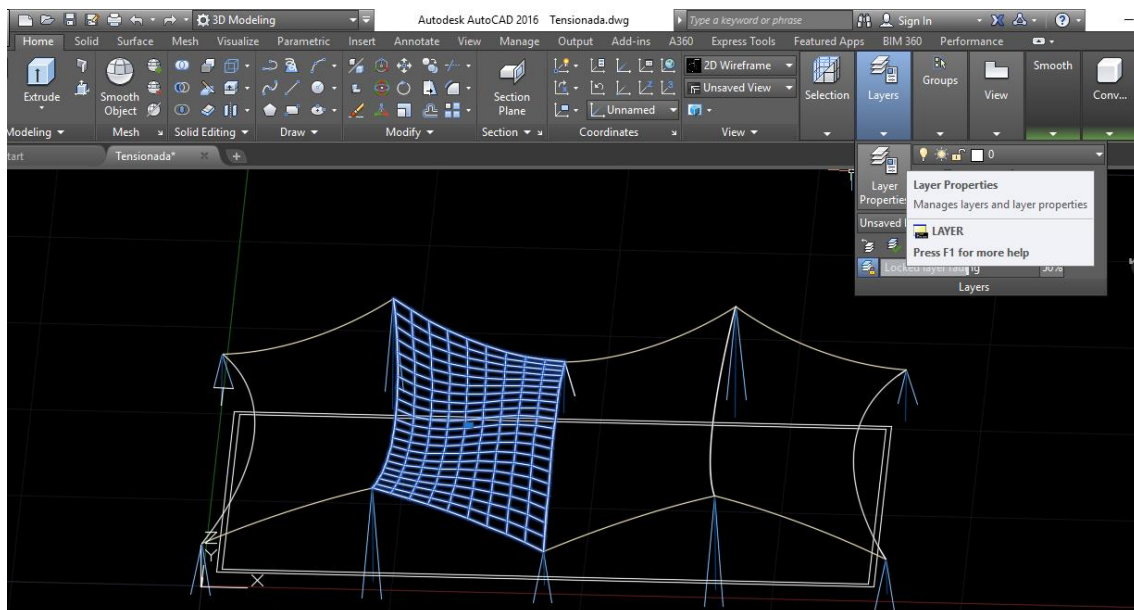
Imagen N° 73 Dibujo de la membrana en Autocad 3D.



Fuente: Autocad.

- Se asigna capas (layer) a cada elemento y se exporta con el archivo BAK para luego importar este archivo al programa SAP 2000.
- Luego, al momento de exportar este archivo al programa SAP 2000, se eligen las capas que se asignaron a cada elemento.

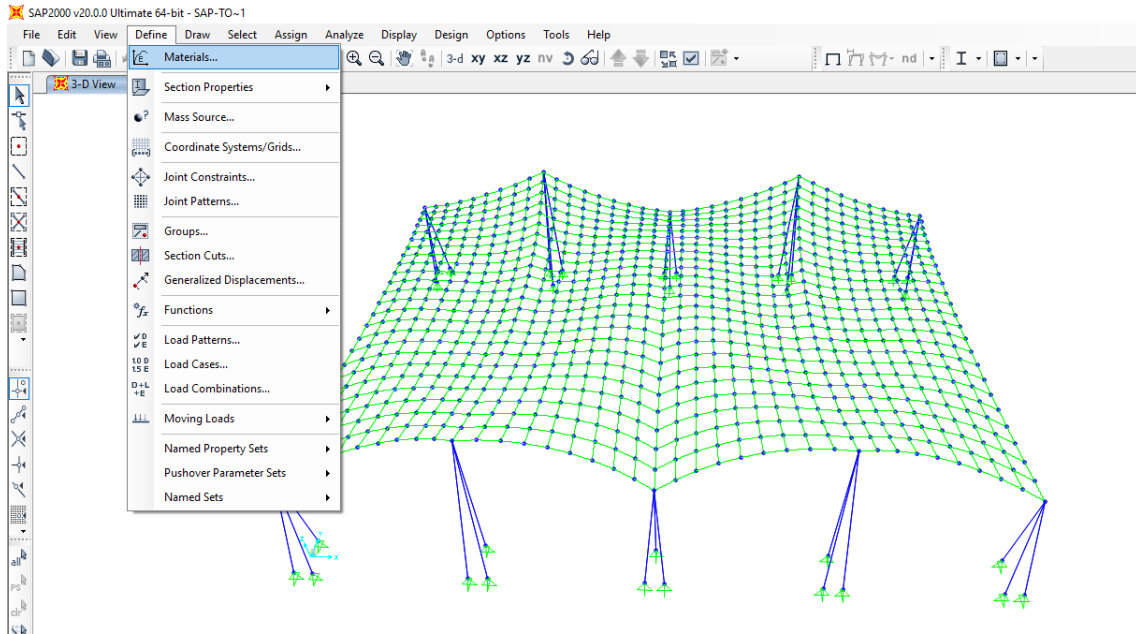
Imagen N° 74 Se asignan capas a cada elemento de la estructura.



Fuente: Autocad.

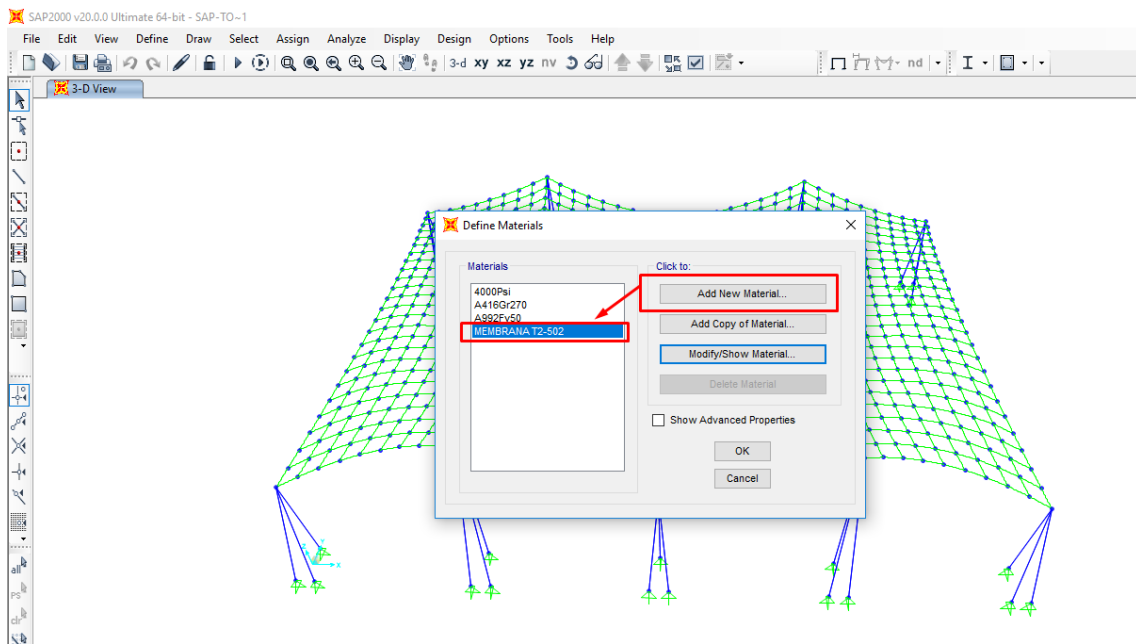
- Luego, al momento de exportar este archivo al programa SAP 2000, se eligen las capas que se asignaron a cada elemento.
- Para poder simular la membrana se debe crear un nuevo material considerando los datos reales del peso específico y su módulo de elasticidad, este dato se obtiene en todos los tipos de Iona.

Imagen N° 75 Creación de un material nuevo en Sap 2000.



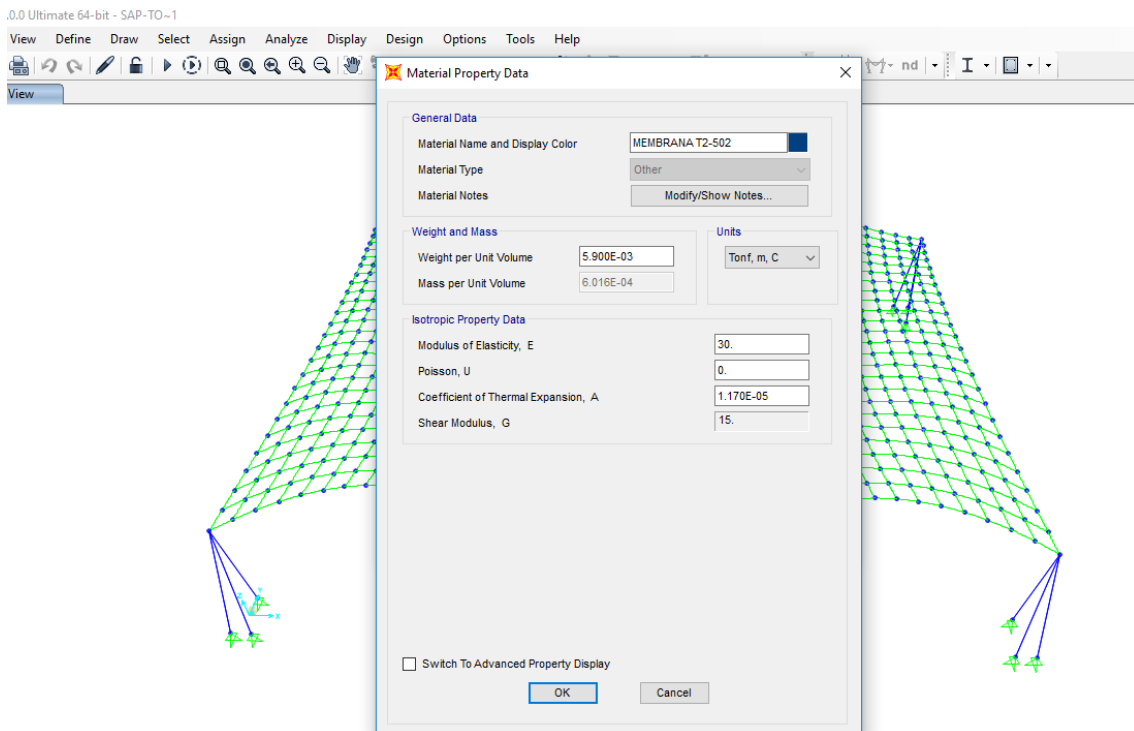
Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 76 Añadir nuevo material en Sap 2000.



Fuente: Sap 2000.

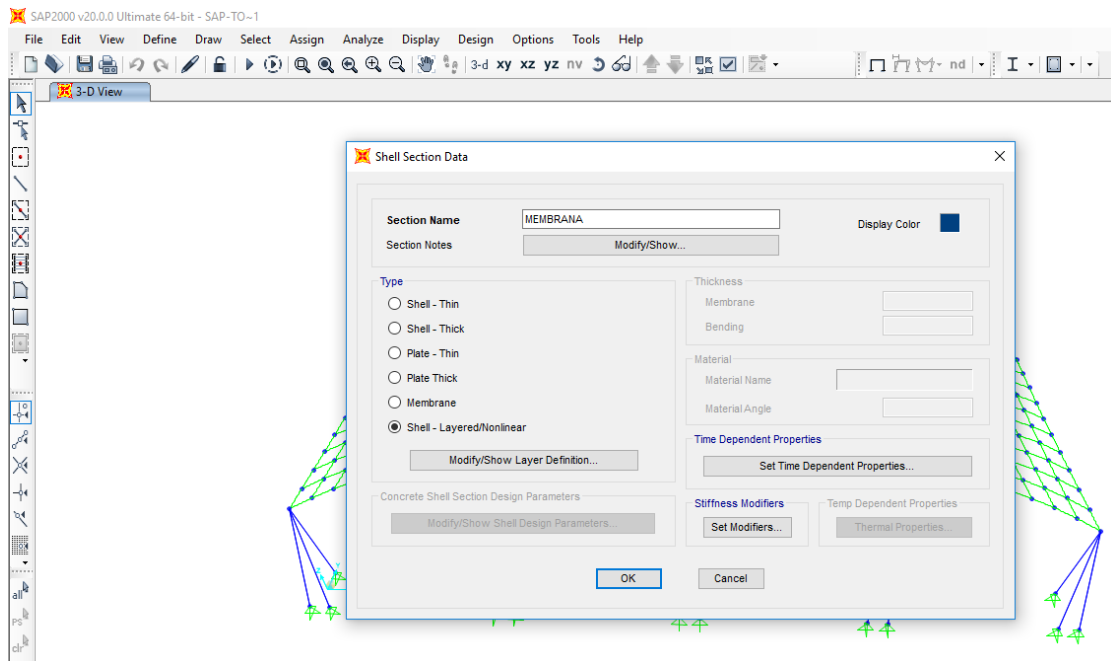
Imagen N° 77 Se asignan las propiedades de la membrana en SAP 2000.



Fuente: Sap 2000.

- Se recomienda definir la propiedad de la sección de la membrana como. Área, tipo Shell/ layered

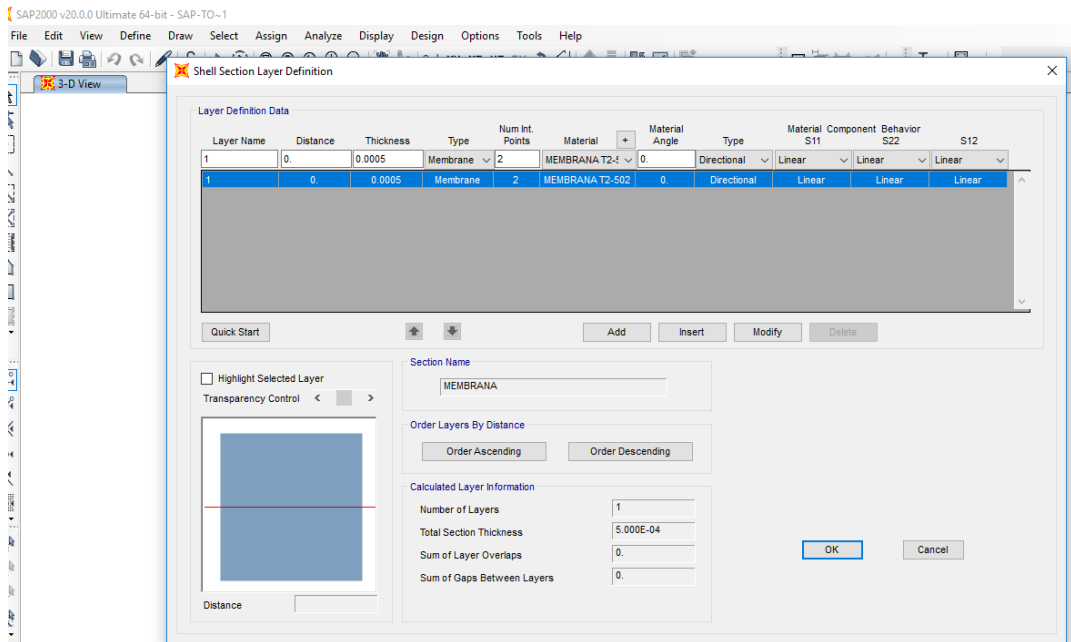
Imagen N° 78 Se asignan las propiedades de la membrana como área tipo Shell/layered en Sap 2000.



Fuente: Sap 2000.

- Se define el espesor de la lona, tipo membrana, se asigna el material creado y se coloca que el material tiene características lineales.

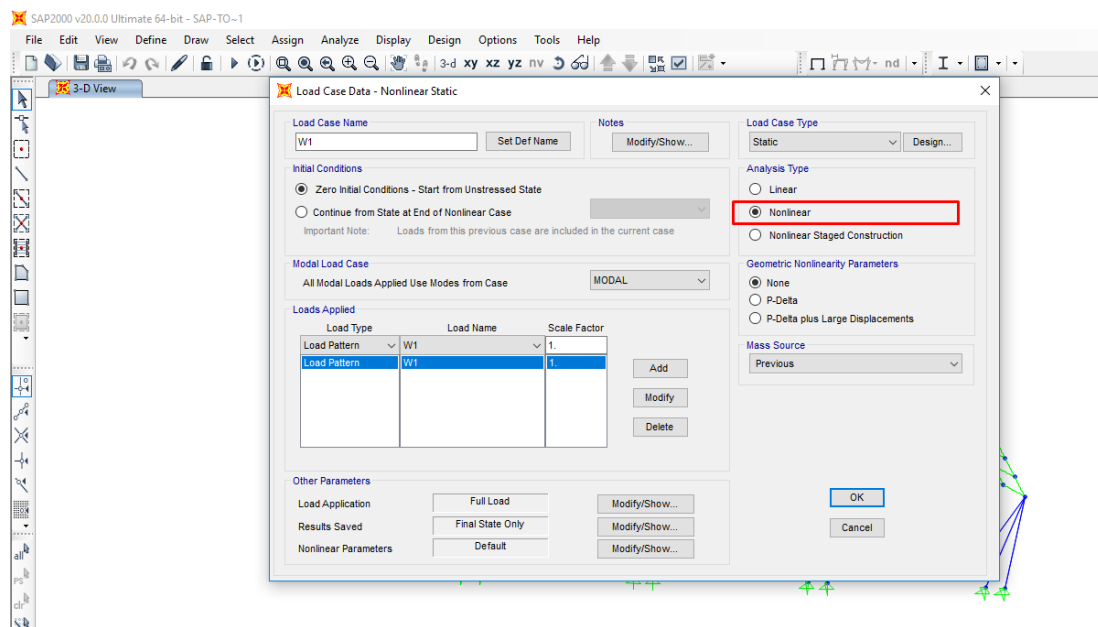
Imagen N° 79 Se asignan las propiedades membrana.



Fuente: Sap 2000.

- Como se explicó anteriormente las cargas se comportan como no lineales y esto se indica en los casos de carga seleccionando que son geoméricamente no lineales. Debido a que su comportamiento es parecido a un cable cuyas deformaciones no tienen relación de acuerdo a las fuerzas aplicadas. Ver (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

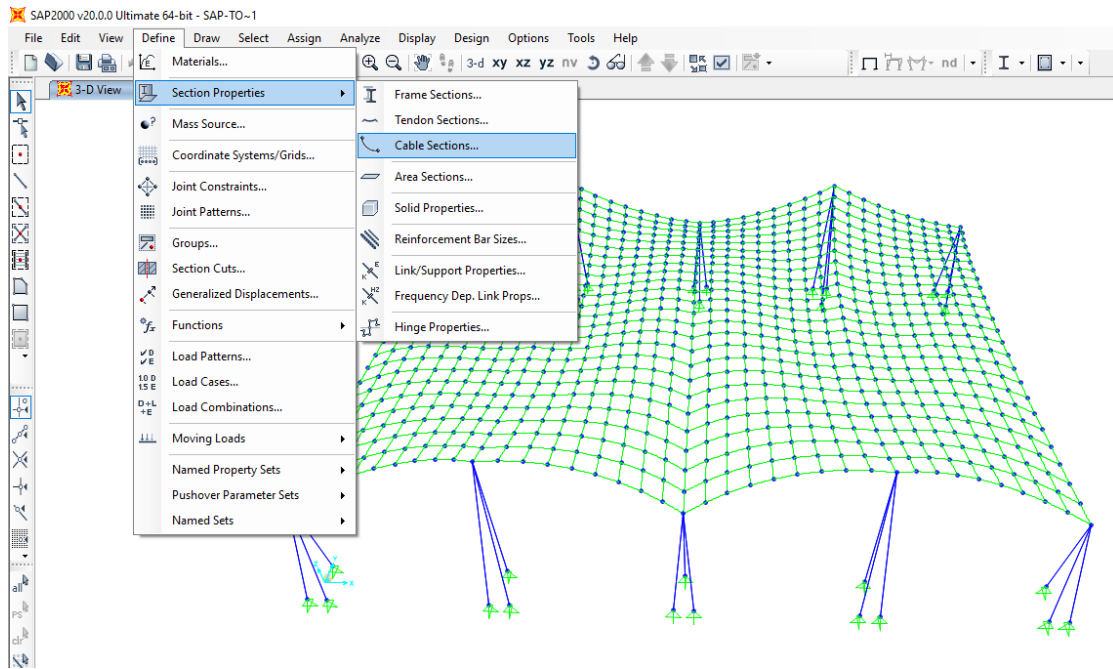
Imagen N° 80 Se asigna el caso de carga como no lineales



Fuente: Sap 2000.

- Luego se creó las propiedades de cables, para poder asignar los valores del ancho tributario en X-X y Y-Y.

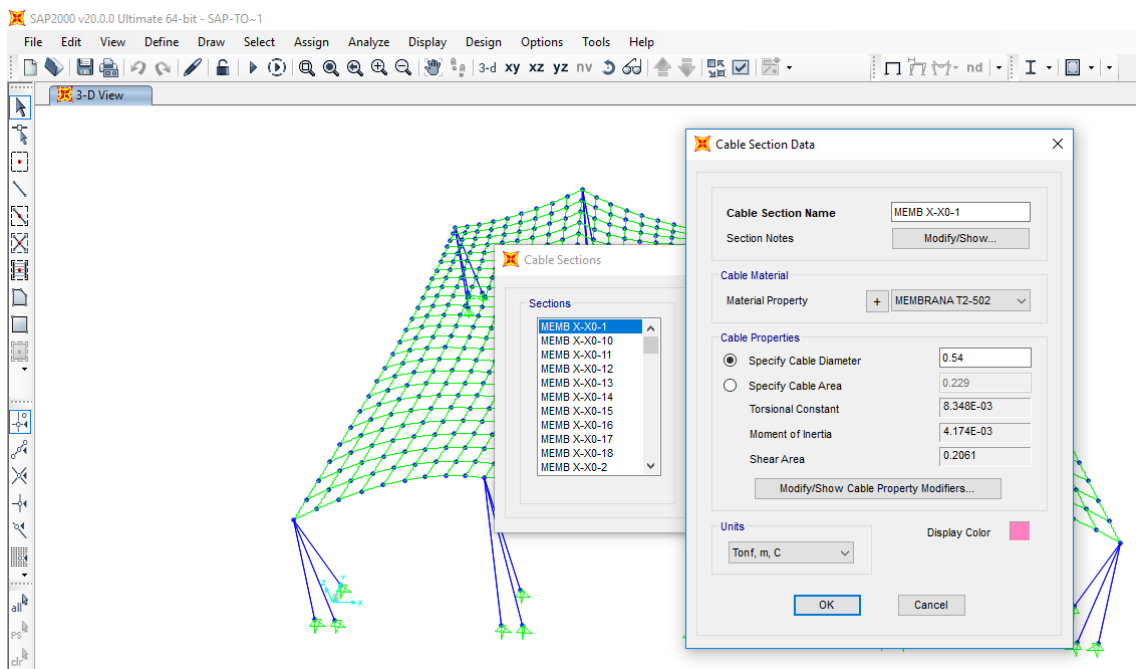
Imagen N° 81 Se crea la propiedad de cable



Fuente: Sap 2000.

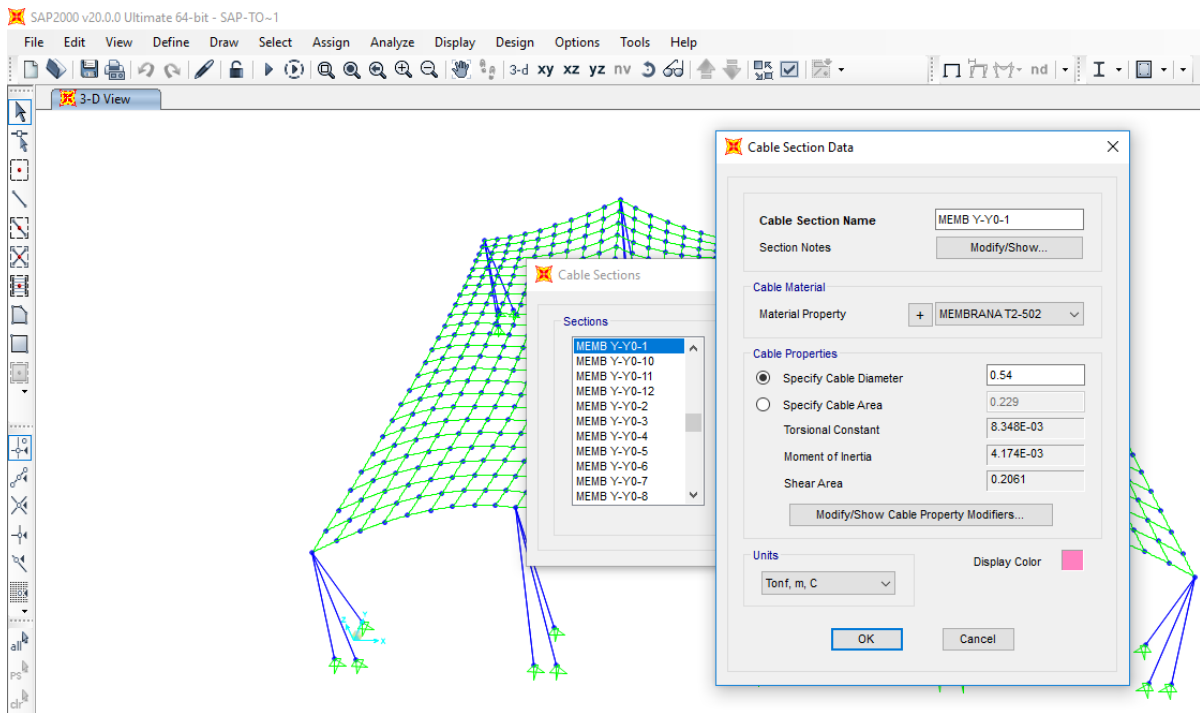
- Para el área de los cables de la membrana en X-X y en Y-Y se colocó el dato del ancho tributario asignado en la idealización de la malla. Por ejemplo, en las siguientes imágenes se observa un cable de la membrana en X-X y Y-Y.

Imagen N° 82 Cable de la membrana X-X0-1



Fuente: Sap 2000.

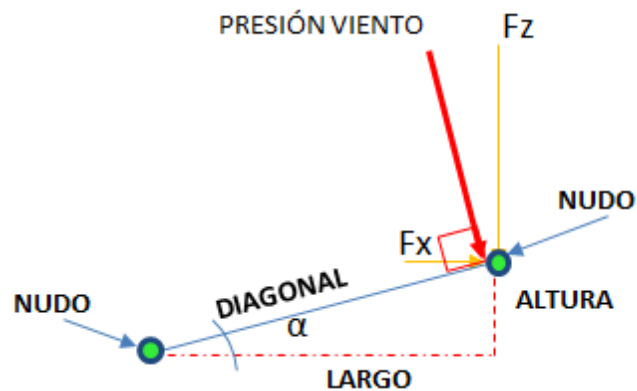
Imagen N° 83 Cable de la membrana Y-Y1



Fuente: Sap 2000.

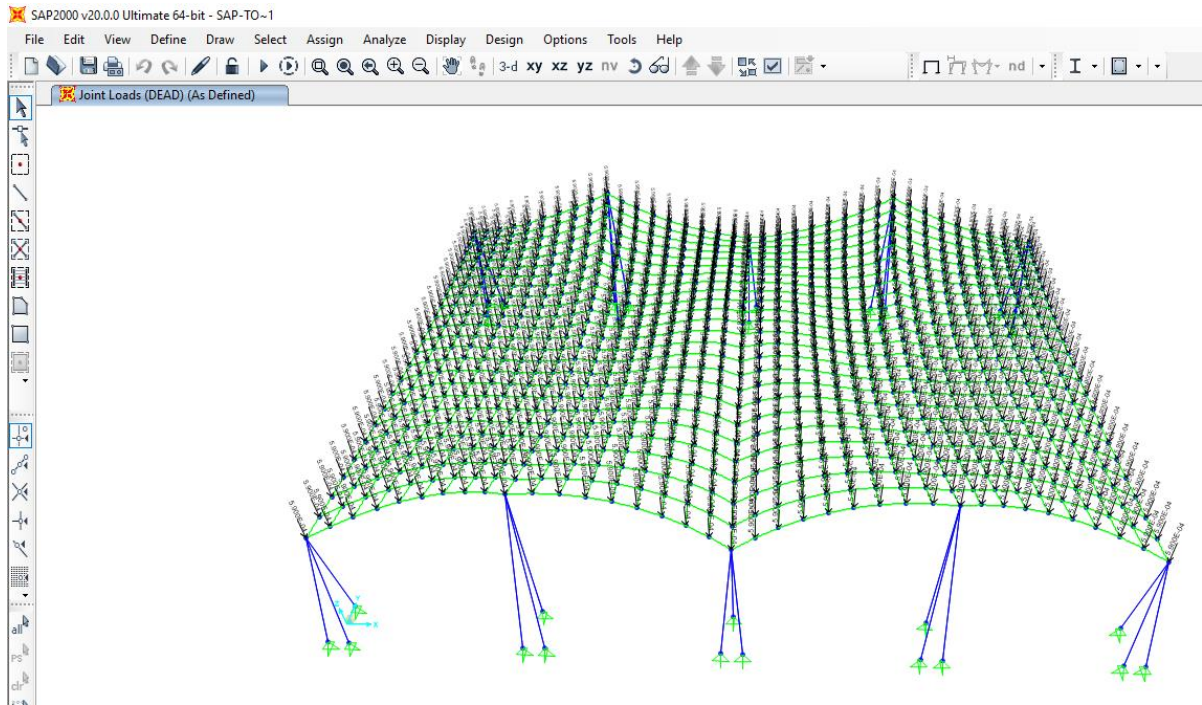
- Las cargas actuantes en cada nudo de la malla se realizaron con la ayuda del programa AUTOCAD, se definió el área tributaria en cada nudo ver (Tabla N° 63) y se multiplicó por la carga distribuida.
- Las cargas de viento deben ser perpendiculares a la superficie por lo tanto se tuvo que descomponer cada carga correspondiente a cada modelo. Ver (Tabla N° 67)

Imagen N° 84 Descomposición de la carga puntual de Viento.



Fuente: Albines 2014.

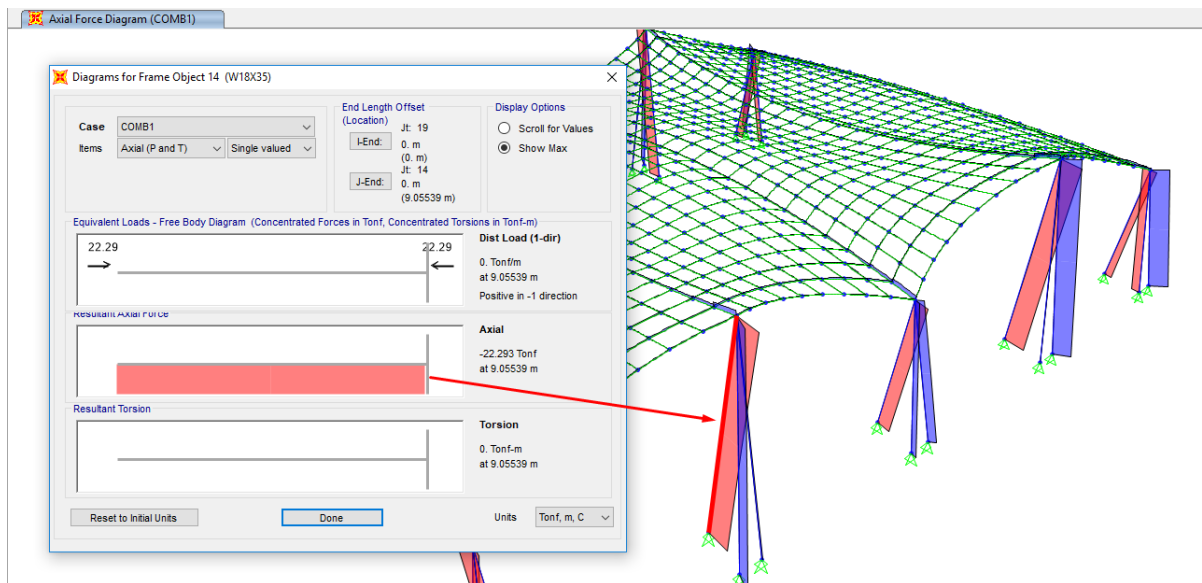
Imagen N° 85 Asignación de Cargas muertas, vivas y de viento en cada uno de los nudos de la estructura.



Fuente: Sap 2000.

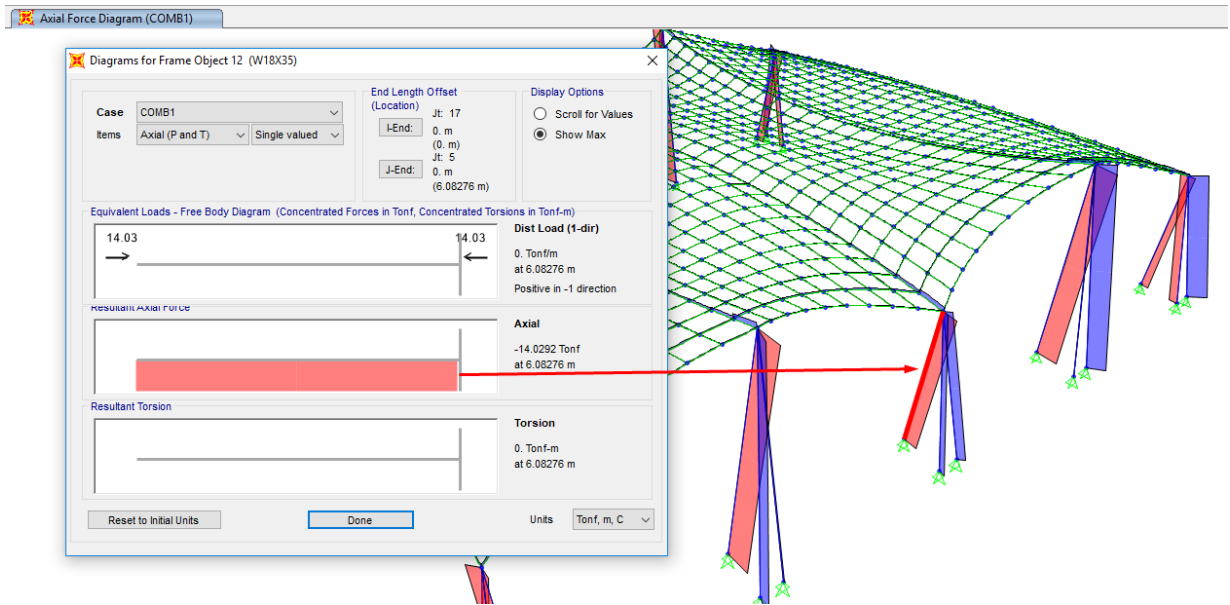
- Luego se ejecuta el programa para obtener los esfuerzos y así poder diseñar nuestra estructura tensionada.

Imagen N° 86 Esfuerzo del mástil más alto.



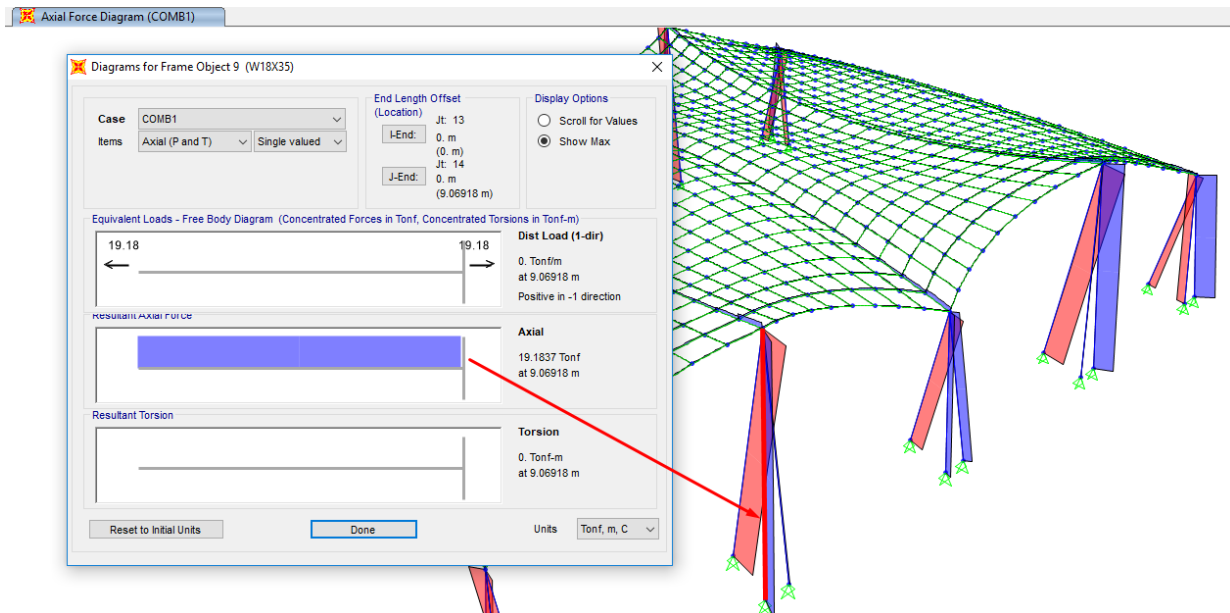
Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 87 Esfuerzo del mástil más bajo.



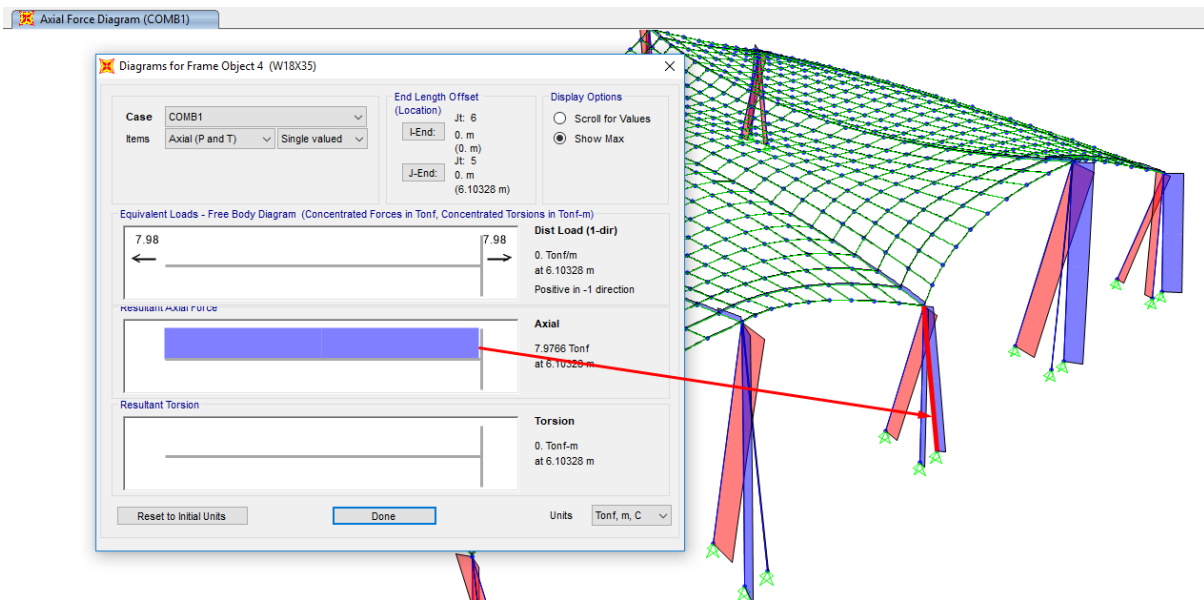
Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 88 Esfuerzo de los cables exteriores del mástil más alto.



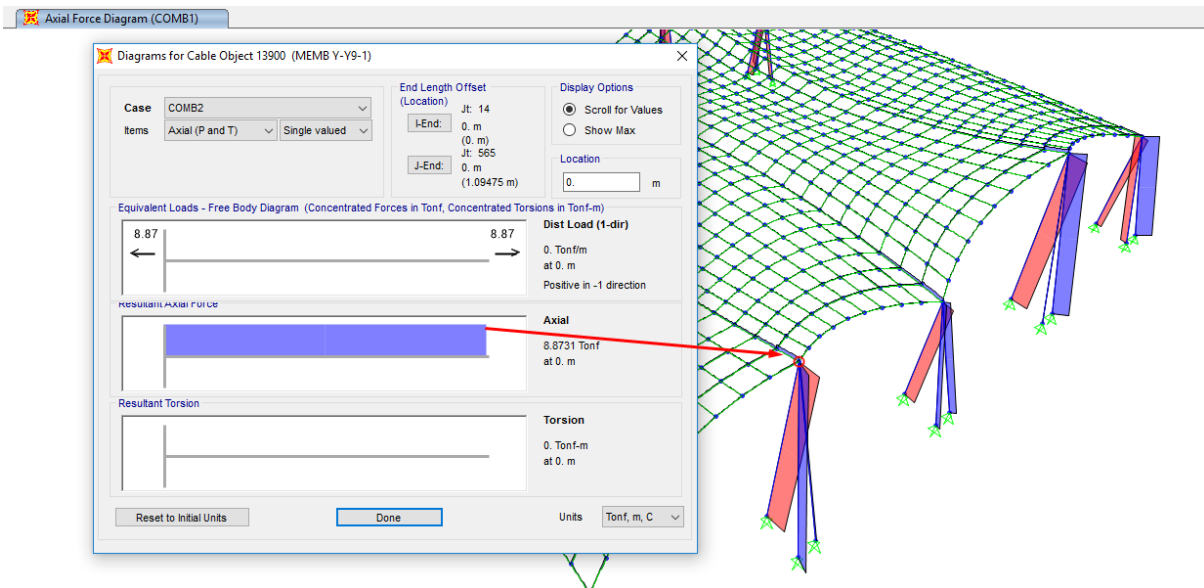
Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 89 Esfuerzo de los cables exteriores del mástil más bajo.



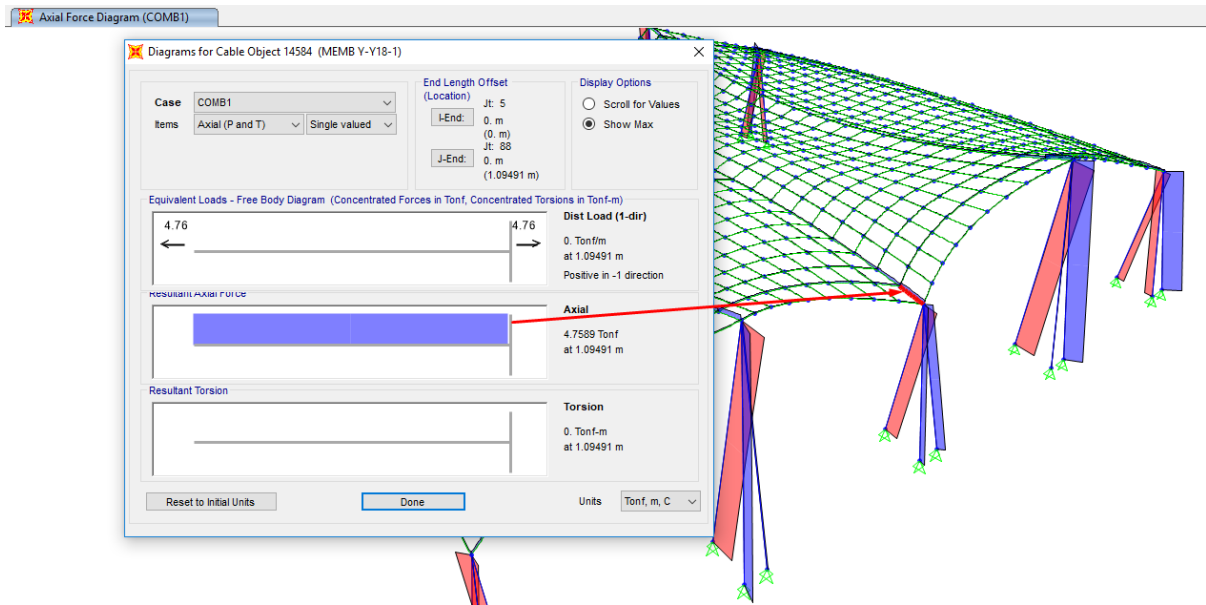
Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 90 Esfuerzo de los cables tensoras del mástil más alto.



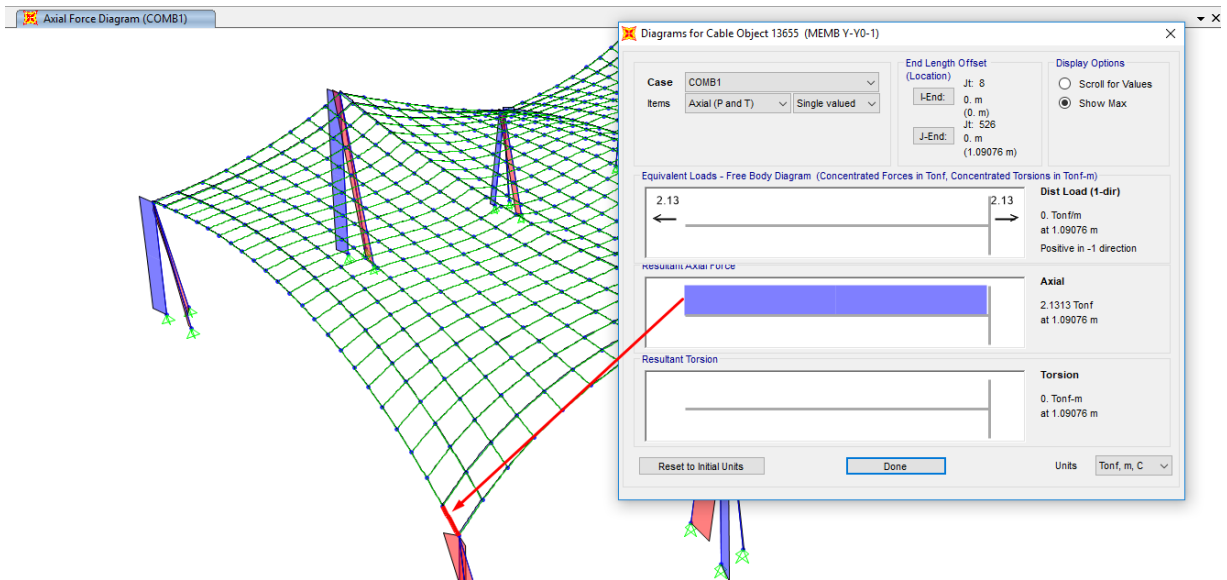
Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 91 Esfuerzos en los cables soportantes del mástil más bajo.



Fuente: Sap 2000.

Imagen N° 92 Esfuerzos en los cables de borde.



Fuente: Sap 2000.