
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO:

“CONSTRUCCIÓN DE TECHUMBRE EN ESC. PRIM. UNIÓN Y PROGRESO, UBICADO EN CALLE UNIÓN Y PROGRESO, ENTRE LA CALLE SAN LORENZO Y DIAGONAL GUADALUPE, DE LA LOCALIDAD DE SAN LORENZO XATELULCO.”

OPCIÓN QUE CORRESPONDA:

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

CRISTHIAN FELIPE CORTES MARQUEZ (18370343)

NOMBRE DEL ASESOR:

ING. NÉSTOR MANUEL REZZA DIAZ



APIZACO TLAX., SEPTIEMBRE DE 2025



Apizaco, Tlaxcala, **29/Agosto/2024**

Oficio No. C.T./528/2024

Asunto: Liberación de Proyecto
Para Titulación integral

CESAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del Egresado:	Cristhian Felipe Cortes Marquez
Carrera:	Ingeniería Civil
No. de Control:	18370343
Nombre Del Proyecto:	"CONSTRUCCIÓN DE TECHUMBRE EN ESC. PRIM. UNIÓN Y PROGRESO, UBICADO EN LA CALLE UNIÓN Y PROGRESO, ENTRE LA CALLE SAN LORENZO Y DIAGONAL GUADALUPE, DE LA LOCALIDAD DE SAN LORENZO XALTTELULCO."
Producto:	Titulación Integral Informe de Residencia Profesional.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar

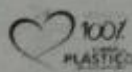
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS DE LA TIERRA

EDUARDO CUATIANQUIZ LIMA
JEFE DEL DEPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA

NÉSTOR MANUEL REZZA DÍAZ
ASESOR

ccp. División de Estudios Profesionales (Comuníquese la interesada)
Servicios Escolares
Archivo

U/mps*





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLOGÍA
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **04/marzo/2025**

CRISTHIAN FELIPE CORTES MARQUEZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
CIVIL
CON NÚMERO DE CONTROL 18370343.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"CONSTRUCCIÓN DE TECHUMBRE EN ESC. PRIM. UNIÓN Y PROGRESO, UBICADO EN CALLE UNIÓN Y PROGRESO, ENTRE LA CALLE SAN LORENZO Y DIAGONAL GUADALUPE, DE LA LOCALIDAD DE SAN LORENZO XALTTELULCO"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLOGÍA NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

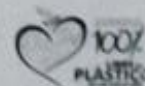
ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnim.mx | apizaco.tecnim.mx



Agradecimientos

Agradezco profundamente a todas las personas que me rodean y que, con su apoyo y confianza, hicieron posible el cumplimiento de este sueño. En especial, a mis padres, Felipe Cortes Sanchez y Maria Crispina Marquez Hernández, por su esfuerzo, sacrificio y amor incondicional, quienes me brindaron la oportunidad de continuar mis estudios. Sus consejos y experiencias me enseñaron a nunca darme por vencido y a mantenerme firme aun en los momentos más difíciles.

A mis dos hermanos, Maria Cecilia Cortes Marquez y Edwin Cortes Marquez quienes me demostraron con su cariño que el apoyo verdadero siempre está presente, sin importar las circunstancias.

A mi pareja, Hilda Citlalli Diaz García, por acompañarme, comprenderme y aconsejarme en cada decisión importante de mi vida, y porque su apoyo mutuo me levanto cuando pensé que no podía continuar.

A mi hija Jane Cortes Diaz, cuya llegada ilumino mi vida y me enseñó a ver el mundo de una manera distinta. Ella es mi mayor inspiración para esforzarme día a día, y a quien le quiero dejar un mejor legado, que en el futuro se de cuenta que su padre hizo todo lo posible, solo para que ella estuviera bien.

A mi asesor el Ing. Nestor Manuel Rezza Diaz por su orientación en esta profesión y por brindarme valiosas oportunidades de aprendizaje y corrección, que no solo fortalecieron mi formación académica, sino también mi preparación para la vida laboral.

Al Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco por permitirme crecer y formarme como ingeniero. Mi reconocimiento también para todo su personal, que con esfuerzo contribuye a engrandecer a esta institución.

Finalmente, deseo concluir con unas palabras personales; la vida no es fácil lo estoy comprendiendo, nada es seguro, pero no por ello debemos de evadir o dejar de desistir de la misma. El miedo siempre estará presente, pero lo verdaderamente importante es no permitir que nos impida alcanzar la felicidad. Hoy sin temor, celebro este logro acompañado de personas que me inspiran a ser mejor, demostrando que aquello que soñamos depende, en gran medida, de nuestra voluntad de querer alcanzarlo. ¡¡Muchas Gracias!!

Índice General.

Abstrac.	12
Introducción.	14
Planteamiento del problema.	16
Justificación.	17
Económica:	17
Social:	17
Ecológica:	17
Técnica:	18
Objetivo general.	18
Objetivos específicos.	18
Capítulo I – Antecedentes y problemática del proyecto por solucionar.	20
Antecedentes de la comunidad:	20
<i>La colonia:</i>	20
<i>Siglo XIX:</i>	20
<i>La reforma:</i>	21
<i>El porfiriato:</i>	21
<i>Siglo XX:</i>	22
<i>Época contemporánea:</i>	22
Toponimia:	23
Localización geográfica:	24
Clima:	26
Orografía:	26
<i>-Zonas accidentadas:</i>	26
<i>-Zonas semiplanas:</i>	26
<i>-Zonas planas:</i>	26

Suelo:	27
Antecedentes de las techumbres:	27
Problemática:	29
<i>Techos:</i>	29
<i>Estructura:</i>	30
<i>-Estructuras metálicas (Techumbre):</i>	30
<i>-Condiciones que deben de cumplir:</i>	31
<i>-Tipos de cubiertas a considerar:</i>	31
<i>-Techumbres laminadas planas:</i>	32
<i>-Techumbres laminadas inclinadas:</i>	33
<i>-Cubierta autoportante:</i>	34
Elección de cubierta:	34
<i>Techumbre metálica a dos aguas:</i>	35
<i>-Generalidades:</i>	35
<i>-Geometría:</i>	35
<i>-Estructura:</i>	36
<i>-Calidad del ambiente:</i>	36
<i>-Instalaciones:</i>	38
<i>-Previsiones contra incendios:</i>	38
<i>-Edificación:</i>	39
<i>-Materiales:</i>	40
<i>-Materiales no recomendados:</i>	43
<i>-Responsabilidad social:</i>	43
<i>-Evaluación de la conformidad:</i>	44
<i>-Diseño del proyecto y sus componentes a considerar:</i>	45

-Cargas:	45
-Carga muerta:	46
-Carga viva:	47
-Cargas por extraordinarios (<i>Fenómenos naturales</i>):	47
-Material por utilizar para la techumbre:	48
Capítulo 2. – Proceso resolutivo del proyecto.....	49
1º- Junta:	49
2º-: Visita y descripción del terreno:.....	49
3º-Anotaciones y diseño:	51
4º- Inicio de obra:	53
5º- Inicio de actividades en campo:.....	53
6º- Diseño de obra:	55
Mecánica de suelos:	56
Cálculo de análisis estructural y por viento:.....	64
Análisis por viento:	69
Clasificación de la estructura:	69
Diseño de los elementos de armadura:	78
Seguimiento de obra:.....	79
Resultados de las pruebas de revenimiento:	85
Capítulo 3- Aportaciones.....	95
Conclusiones.....	97
Anexos.....	98
Bibliografía.....	106

Imagen 1.....	23
Imagen 2.....	24
Imagen 3.....	25
Imagen 4.....	25
Imagen 5.....	31
Imagen 6.....	32
Imagen 7.....	33
Imagen 8.....	34
Imagen 9.....	44
Imagen 10.....	45
Imagen 11.....	46
Imagen 12.....	47
Imagen 13.....	49
Imagen 14.....	50
Imagen 15.....	50
Imagen 16.....	51
Imagen 17.....	52
Imagen 18.....	53
Imagen 19.....	54
Imagen 20.....	54
Imagen 21.....	55
Imagen 22.....	55
Imagen 23.....	56
Imagen 24.....	57

Imagen 25.....	58
Imagen 26.....	58
Imagen 27.....	62
Imagen 28.....	64
Imagen 29.....	65
Imagen 30.....	66
Imagen 31.....	66
Imagen 32.....	67
Imagen 33.....	67
Imagen 34.....	68
Imagen 35.....	70
Imagen 36.....	71
Imagen 37.....	71
Imagen 38.....	72
Imagen 39.....	72
Imagen 40.....	73
Imagen 41.....	73
Imagen 42.....	74
Imagen 43.....	74
Imagen 44.....	75
Imagen 45.....	76
Imagen 46.....	77
Imagen 47.....	78
Imagen 48.....	79
Imagen 49.....	80

Imagen 50.....	80
Imagen 51.....	81
Imagen 52.....	81
Imagen 53.....	82
Imagen 54.....	82
Imagen 55.....	83
Imagen 56.....	83
Imagen 57.....	84
Imagen 58.....	84
Imagen 59.....	85
Imagen 60.....	85
Imagen 61.....	87
Imagen 62.....	87
Imagen 63.....	88
Imagen 64.....	88
Imagen 65.....	89
Imagen 66.....	89
Imagen 67.....	90
Imagen 68.....	90
Imagen 69.....	91
Imagen 70.....	91
Imagen 71.....	92
Imagen 72.....	92
Imagen 73.....	93
Imagen 74.....	93

Imagen 75.....	94
Tabla 1.....	36
Tabla 2.....	41
Tabla 3.....	59
Tabla 4.....	59
Tabla 5.....	60
Tabla 6.....	60
Tabla 7.....	61
Tabla 8.....	63
Grafica 1.....	57
Grafica 2.....	63

Abstrac.

This report aims to understand and address the needs of the public sector, through the continuous improvement of metal roofs for both civic and sports open space scenarios, in this case for the Unión y Progreso primary school.

The problem lies in implementing this type of metal roofs since currently outdoor activities, mainly sports or social, within an educational campus, are an important component in the development and quality of education, so the planned architectural spaces They require elements that contribute to the well-being and development of the project, and its students.

An element to consider is protection against climatic adversities through a roof, whether it is a civic plaza or sports field, the roof gives it a value of multifunctionality where the greatest number of activities is intended to be carried out.

On the other hand, it is necessary to use construction systems capable of meeting the environmental requirements within the space to be protected with a roof due to the climatological diversity in the country. In this regard, there are several roofing systems that, due to their characteristics, have been mostly used in sports fields or civic squares in educational centers, which are the following:

- Arch roof. (self-supporting system).
- Structural membrane (tensostucture).
- Covered with foil or insulated panel.

The use of these systems gives a wide range of architectural solutions, in terms of their shape and particular characteristics. The purpose of the roof will be to improve the quality of life of the educational establishment, always aspiring to sustainable facilities, understanding the roof as a generated good that minimizes negative environmental effects and that must be preserved, based on the knowledge of its use, maintenance and characteristics of all the components that make it up.

Currently there are many companies dedicated to the construction of this type of metal structures and roofs, which are generally large and attractive, but at the same time expensive. What we want to achieve with this project is to show and propose to the popular sectors the construction of economical, but at the same time safe, metal roofs that allow construction in low-income communities, both in their schools, parishes, campuses and public spaces with in order to benefit its population in general.

It is worth mentioning that the installation of these ceilings follows a meticulous process that includes design, manufacturing and assembly. In Mexico, successful experiences have been carried out, improving the educational environment and benefiting students, parents and teaching staff. When choosing a roof for schools, it is important to consider regulations, budget and useful life.

Introducción.

En los últimos años, las techumbres livianas han tenido un mejor impulso en el país, ya que se han utilizado más cotidianamente para uso en los sectores; industriales, comerciales, deportivos y educativos.

Y enfatizando en el último sector mencionado, la construcción de techumbres para actividades escolares implica la búsqueda de seguridad, funcionalidad y la certeza de que, durante el desarrollo de las labores, no se producirá ninguna lesión o accidente relacionado con las instalaciones.

En este punto hacemos de mucha mención ya que la techumbre se realizará en una escuela primaria y por ende un factor determinante para saber qué tipo de cubierta se requiere es la edad de los usuarios; por ejemplo, los más pequeños requieren algunas precauciones extra de seguridad por lo que el proyecto debe adaptarse a cada circunstancia para brindar el servicio adecuado.

Para ello, se deberán cuidar ciertos aspectos para el mejoramiento en la construcción de las techumbres y así obtener una construcción de mejor calidad.

Por eso mismo es importante comenzar desde una ardua investigación acerca de este tipo de construcciones, y seguir enriqueciendo de información el proyecto y de ser necesario irlo actualizando con mejoras, para que al final se lleguen a resultados satisfactorios tanto para el constructor como para los usuarios que utilizaran la techumbre, ya que una mala investigación traería consigo conocimientos erróneos y por consiguiente ante una problemática en la construcción se aplicarían técnicas y procedimientos de mala calidad.

Por lo anterior, presento este informe el cual expone problemáticas, vivencias, información y procesos constructivos relacionados con la techumbre realizada en la escuela primaria Unión y Progreso de la comunidad de San Lorenzo Xaltelulco, Cuaxomulco, Tlaxcala.

En el primer capítulo se presentan los antecedentes de este tipo de construcciones, así como información que guíe en la resolución de las problemáticas del proyecto asumiendo que estas cuestiones deben ser atendidas de la mejor manera para que el proyecto sea satisfactorio, por ello la información recabada debe ser de buena calidad para que cuando se presenten problemas con el proyecto, estemos seguros de que nuestra información es viable.

En el segundo capítulo se dan a conocer los procesos resolutivos del proyecto, así como la aplicación de estos, si ese fuese el caso, ya que los objetivos son claros; se requiere obtener una construcción de calidad con el menor número de problemáticas a corto y largo plazo.

Y, por último, en el tercer capítulo se dan a conocer las aportaciones en el proyecto, las cuales enfatizan en los recursos o contribuciones que como personas o entidad realizamos con el fin de apoyar o colaborar para dar solución a alguna causa o problemática que se haya presentado durante el proyecto, estas aportaciones deben de ser de carácter de calidad pensando que son para un bien en común, tanto para uno como para la sociedad misma.

Planteamiento del problema.

Tanto como hombres, mujeres y niños sin importar su procedencia, requieren de una serie de bienes materiales básicos para su subsistencia, entre los que cabe mencionar los alimentos, agua, prendas, y por supuesto, un techo bajo el cual hallar resguardo de los peligros que representa el exterior, ya que actualmente los cambios climáticos cada vez son más agresivos.

Por ello no es de extrañar que toda vivienda y establecimiento dispone de un techo. Los avances en materia de ingeniería y arquitectura han dado cabida a muchos tipos de estructuras para inmuebles, y por supuesto los techos no quedan excluidos de ello. Es por tal motivo que actualmente se comercian distintos tipos entre los que destaca la techumbre.

Una techumbre nos protege de los cambios climáticos, por ejemplo, la lluvia, el calor excesivo, el granizo, la nieve, el polvo, el ruido, etcétera.

La constante presencia de los cambios climáticos obligan a las personas a suspender o abandonar sus actividades deportivas y recreativas, la ausencia de buenos centros para la realización de estas actividades, van generando una progresiva obstrucción al proceso de su realización ya que la “Escuela Primaria Unión y Progreso” carece de cubierta de techo para su espacio de usos múltiples, evitando así la ejecución del deporte, evento, recreación o actividades múltiples cuando los diferentes agentes ambientales atacan.

Por otra parte, particularmente para este proyecto su éxito dependerá en qué; debe ser lo suficientemente adecuado y satisfacer las necesidades para lo que fue diseñado y para quien fue diseñado, en pocas palabras debe cubrir las necesidades de la sociedad estudiantil en este caso los niños de la escuela primaria unión y progreso.

Justificación.

Económica:

En este aspecto una techumbre metálica es muy bien destacada ya que los materiales utilizados para su construcción son un poco más económicos a diferencia de materiales utilizados para techos de otro tipo. Y no solo eso ya que, al ser una construcción de rápida instalación, se tiene una reducción de tiempo de ejecución y por ende una reducción económica. También destaca en que se elimina cualquier tipo de apoyo al centro del claro o en cualquier sitio que se encuentre dentro del espacio cubierto, lo cual consigue una reducción de columnas y su respectiva cimentación que como se sabe es algo de lo más costoso y tardado en la construcción, por consiguiente, se obtiene un gran ahorro en mano de obra y una reducción significativa de dinero.

Social:

La techumbre solucionara la falta de un espacio adecuado para las actividades recreativas de la sociedad estudiantil al recibir un bien, para que lo puedan utilizar sin ningún tipo de restricción, y así puedan disfrutar de eventos cívicos y recreativos y de una manera digna, y lo más importante sin exponer su salud. Por consiguiente, los padres de familia podrán estar más tranquilos de que sus hijos tienen instalaciones de mejor calidad y así podrán desempeñarse de una mejor manera en el ámbito educativo, esto significa que los estudiantes no tendrán algún rezago por culpa de malas instalaciones o por falta de ellas.

Ecológica:

Es cierto que los desechos en la construcción son nocivos para el medio ambiente, por eso mismo la mejor opción es la utilización de una techumbre porque no genera demasiados

residuos ya que su instalación no conlleva grandes procesos y materiales de diferentes tipos, además de que los materiales de una techumbre contribuyen a la reducción de emisiones nocivas de Co₂.

Técnica:

El proyecto de techumbre, parte de la observancia de la normatividad vigente, estableciendo estándares enfocados a la infraestructura física educativa, así como a su buen proceso constructivo, además de referirse a aspectos no previstos por éstas, que surgen de una conceptualización integral de los múltiples e interrelacionados impactos ambientales, directos e indirectos más relevantes asociados al ciclo de vida y operación del plantel educativo.

Objetivo general.

Mejorar la calidad de vida del plantel educativo así mismo como de las personas que lo integran tanto docentes como estudiantes y personal de trabajo, aspirando siempre a instalaciones sustentables, entendiendo a la techumbre como un bien generado que minimiza los efectos ambientales negativos. Y que como ingenieros civiles podemos realizar proyectos a gran escala y de buena calidad, estableciendo los criterios y requerimientos mínimos necesarios sobre el uso de materiales regionales, habitabilidad y seguridad para que se apliquen en el diseño y en la construcción de cubiertas en los espacios de usos múltiples.

Objetivos específicos.

- Realizar una buena investigación acerca de las techumbres.
- Satisfacer las demandas de la sociedad estudiantil, padres de familia, y maestros.
- Construir la techumbre en el menor tiempo posible.

- Analizar los procesos constructivos de la obra.
- Aportar conocimiento para el proyecto.
- Evaluar las situaciones críticas durante la construcción del proyecto.
- Comparar si se cumplieron los objetivos al finalizar la obra.

Capítulo I – Antecedentes y problemática del proyecto por solucionar.

Antecedentes de la comunidad:

Cuaxomulco nace a la vida municipal el 20 de diciembre de 1905, cuando se le erige en Ayuntamiento, separándose de Tzompantepec. Pero la historia de Cuaxomulco no comienza en esa fecha. Las primeras noticias de este jirón de la tierra tlaxcalteca se remontan al año 350 a.c. cuando la ciudad prehispánica del Barrio de Xaltelulco, perteneciente al actual territorio municipal de Cuaxomulco, controló una serie de asentamientos humanos perteneciente a la fase Tezoquipan, ubicados en las laderas nororientales del cerro de Cuatlapanga. (Cuaxomulco 2024)

La colonia:

La vida apacible de las poblaciones prehispánicas del señorío de Tzompantepec, entre ellas las del territorio de Cuaxomulco, fue interrumpida violentamente por el pequeño ejército que, al mando de Hernán Cortés, según confesión del propio conquistador, arrasó y quemó, en represalia por la resistencia que logró imponerle el ejército confederado de la República de Tlaxcala, bajo la autoridad de Xicohténcatl Axayacatzin. Cuaxomulco, al igual que las demás poblaciones de Tlaxcala, se incorporó a un proceso de hispanización que abarcaba desde la evangelización, el establecimiento de las instituciones civiles españolas de la provincia en su conjunto, hasta la penetración española de los estancieros de Atlixco, Puebla. Cuaxomulco vivió con angustia el ahorcamiento de Axotécatl, cacique de Tzompantepec, quien después de haberse convertido al catolicismo, había vuelto a las prácticas idolátricas. (Cuaxomulco;2024)

Siglo XIX:

La Independencia de México contó con la simpatía de los pobladores de Cuaxomulco, quienes de manera individual se incorporaron a las fuerzas insurgentes. En 1824 Cuaxomulco,

como parte de Tzompantepec, se mantuvo al margen de las maniobras del cura de Huamantla Miguel Valentín, quien propuso al Congreso Constituyente la anexión de Tlaxcala a Puebla. Pero cuando ésta insistió en 1849 en sus pretensiones anexionistas, la totalidad de los Ayuntamientos de Tlaxcala se manifestaron en contra de la demanda. (Cuaxomulco; 2024)

La reforma:

La guerra de los Tres Años o de Reforma y la de intervención francesa, causaron daños a las haciendas y pequeñas propiedades de Cuaxomulco, las que serían reparadas al término de las mismas. Una vez que Tlaxcala fue erigido Estado Libre y Soberano, don Guillermo Valle se dio a la tarea de organizar la administración pública, dedicando los esfuerzos gubernamentales a la atención de la educación mediante siete juntas directivas. Cuaxomulco quedó incorporado a la segunda junta con sede en Huamantla, de la que dependió el municipio de Tzompantepec. (Cuaxomulco; 2024)

El porfiriato:

La batalla de la hacienda de Tecuac propició el triunfo de los tuxtepecanos frente a los lerdistas, iniciándose un periodo de paz, que tuvo sus clarooscuros en la vida municipal de Cuaxomulco.

La autosuficiencia de Tzompantepec para atender con recursos propios los gastos de una administración municipal, motivaron que la cámara local, a propuesta del ejecutivo, separara Cuaxomulco y pueblos aledaños, del municipio de Tzompantepec. (Cuaxomulco; 2024)

Siglo XX:

La revolución mexicana; este acto no fue suficiente para obtener la sumisión de los vecinos de Cuaxomulco, quienes pronto se dieron a la tarea de participar en las reuniones clandestinas que llevaban a cabo los antireeleccionistas en la casa del antiguo capitán republicano don Manuel Sánchez en Tepehitec, a las que concurría José Y. Mendoza, en representación de Cuaxomulco. Pocos días antes del estallido del 20 de noviembre de 1910, la administración de don Próspero Cahuantzi detuvo a dos de los cabecillas de este grupo antirreleccionista: Miguel Sánchez y su hijo Trinidad Sánchez Vargas.

El movimiento encabezado por Juan Cuamatzi pronto cubrió la mayor parte del territorio de Tlaxcala, propiciando la tormenta revolucionaria que ya no se pudo detener. Si los hacendados de la casa Madero iniciaron la lucha democrática en contra de la dictadura, nada tiene de extraño que en Tlaxcala algunos hacendados mostraran sus simpatías a favor de la Revolución, como fue el caso del hacendado Eladio Vélez, dueño de la hacienda de Xaltelulco, del municipio de Cuaxomulco y de otra finca en Tepeaca, Puebla, quien apoyaba con víveres y municiones a los grupos levantados en las faldas de La Malintzi.

No se cuenta con referencias bibliográficas sobre acontecimientos bélicos, que hayan ocurrido en Cuaxomulco durante las etapas maderistas, la usurpación y el constitucionalismo, y la lucha de facciones. Lo que no implica que no hayan sucedido. También se desconoce la participación de personalidades de Cuaxomulco en tales acontecimientos. (Cuaxomulco; 2024)

Época contemporánea:

Cuaxomulco es hoy en día, uno de los municipios donde la población cuenta con una infraestructura educativa y de servicios de salud, que le permiten acceder a niveles aceptables de

vida. Sus habitantes trabajan con afecto la tierra de que disponen, concurren además a las fábricas aledañas al municipio. Otros más, trabajan directamente en el rastro y frigorífico de ganado porcino, que se ubica en las afueras de la cabecera municipal, mientras el Cuatlapanga, enamorado permanentemente de la Malintzi, sigue siendo deidad tutelar de Cuaxomulco. (Cuaxomulco; 2024)

Imagen 1.

Campanas de oro en Cuaxomulco.



Nota: Adaptado de buscador de tesoros, campanas de oro, Cuaxomulco, miércoles 16 de enero 2008. <https://www.buscadores-tesoros.com/t81-campanas-de-oro-en-coaxomulco>

Toponimia:

El nombre del municipio proviene del náhuatl cuahxomulco y significa “en el rincón de los árboles”. La palabra cuaxomulco deriva, asimismo, de los siguientes vocablos: cuahuitl, que quiere decir árbol; xomulli, que se traduce como rincón y co, que denota lugar. (C. de mi México;2024)

Imagen 2.

Toponimia de Cuaxomulco.



Nota: Adaptado de Dirección de planeación y evaluación Tlaxcala.

<https://evaluacion.tlaxcala.gob.mx/images/stories/documentos/planea/estadistica/monografias/m2019/cuaxomulco.html>

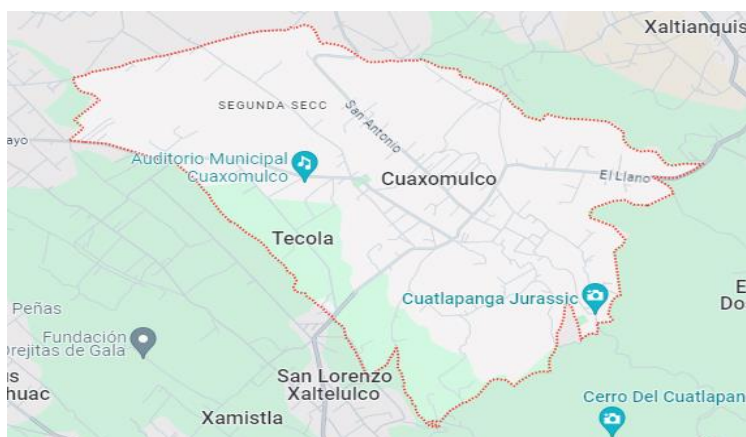
Localización geográfica:

Cuaxomulco se encuentra ubicado en el Altiplano central mexicano a 2 420 metros sobre el nivel del mar, su posición geográfica, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática es: 19 grados, 21 minutos 14 segundos latitud norte y 98 grados, 06 minutos 09 segundos longitud oeste.

Los límites y colindancias del municipio de Cuaxomulco son; al norte con municipio de Tzompantepec al sur con el municipio de Contla de Juan Cuamatzi, al oriente con el municipio de San José Teacalco y al poniente con el municipio de Santa Cruz Tlaxcala.

Imagen 3.

Límites de territorio de Cuaxomulco (Macro localización)

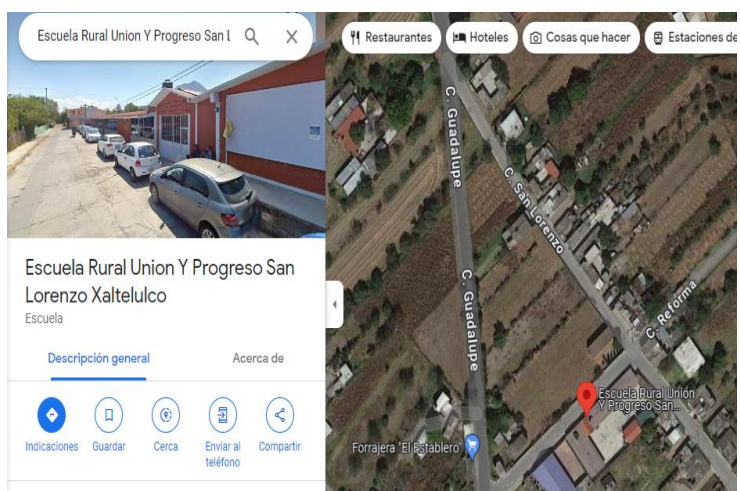


Nota: Adaptado de Google Maps, 2024.

<https://www.google.com/maps/place/90660+Cuaxomulco,+Tlax./@19.355547,98.1190171,14z/data=!4m6!3m5!1s0x85cfe04fe984e11d:0x9ace55a78def1f64!8m2!3d19.3557151!4d-98.0983624!16s%2Fm%2F09v710j?entry=ttu>

Imagen 4.

Ubicación de lugar (Micro localización.)



Nota: Adaptado de Google Maps, 2024.

<https://www.google.com/maps/place/Escuela+Rural+Union+Y+Progreso+San+Lorenzo+Xaltelulco/@19.3400974,98.1058807,291m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x85cfe0f6161d9781:0x22e629e682970fda!8m2!3d19.339604!4d-98.1052781!16s%2Fg%2F11fzjjpv01?entry=ttu>

Clima:

El clima del municipio es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura promedio anual mínima registrada es de 5.2 grados centígrados y la máxima de 25.4 grados centígrados. Durante el año se observan variaciones en la temperatura que van desde los 1.1 grados centígrados como mínima, hasta los 27.6 grados centígrados como máxima.

Orografía:

El municipio de Cuaxomulco se encuentra formado por mesetas, llanuras, altiplanicies y terrenos accidentados. Las principales características del relieve de su suelo son las siguientes:

-Zonas accidentadas:

Abarcan aproximadamente el 20.0 por ciento de la superficie total y se encuentran en todas las localidades.

-Zonas semiplanas:

Representan el 70.0 por ciento de la superficie y se localizan en Cuaxomulco, Buenavista y Zacamolpa.

-Zonas planas:

Comprenden el restante 10.0 por ciento y se ubican en la cabecera municipal.

Suelo:

Los recursos edafológicos de la región son de vital importancia para la economía local. A partir de ellos se genera la vegetación y la actividad agrícola, ganadera y forestal y son un factor determinante para la conservación de los suelos.

De acuerdo con la acuciosa investigación del Dr. Gerd Werner, publicada en su libro titulado Los Suelos en el Estado de Tlaxcala, editado por la Universidad Autónoma de Tlaxcala y el gobierno de Tlaxcala, existen en el territorio del estado los suelos tipo cambisoles, litosoles, andosoles, regosoles, gleysoles, fluvisoles, vertisoles, salenchakes, ranker, rendzinas, serosoles e histosoles. En cuanto al territorio del municipio de Tlaxcala prevalecen tres grandes tipos de suelos: los cambisoles, gleysoles y fluvisoles. En base a ese estudio se determinó que en el municipio de Cuaxomulco existen tres tipos de suelos: los litosoles, cambisoles y fluvisoles. (Gerd W. 1986)

Los litosoles, son aquellos suelos poco desarrollados y extremadamente delgados; la roca se encuentra a menos de 10 cm., de profundidad. Los suelos fluvisoles están compuestos por sedimentos aluviales poco desarrollados y profundos. Los cambisoles son aquellos suelos de sedimentos piroplásticos, translocados a menudo con horizontes duripan ó tepetate.

Antecedentes de las techumbres:

“Hazte un arca de maderas resinosas. Haces el arca de cañizo y la calafateas por dentro y por fuera con betún. Así es como la harás: longitud del arca, trescientos codos; su anchura, cincuenta codos; y su altura, treinta codos. Haces al arca una cubierta y a un codo la rematarás por encima, pones la puerta del arca en su costado, y haces un primer piso, un segundo y un tercero” (Génesis 6, 14-16).

Ya en el viejo testamento, se hace clara referencia a la existencia de un material impermeabilizante como el betún y de un elemento estructural llamado cubierta, bajo la cual se dará cobijo a los habitantes del arca de Noé.

Pues bien, no corremos ningún riesgo en equivocarnos si decimos que el origen de las cubiertas se mezcla con los mismos orígenes del hombre, de hecho, su evolución social ha ido íntimamente ligada a la posibilidad de estar bajo cobijo sin necesidad de guarecerse en cuevas o estructuras existentes en la madre naturaleza.

Por tanto, era la propia figura geométrica la que confería estanqueidad por la sencilla fórmula de la evacuación rápida del agua mediante la aplicación de una gran pendiente. Eh aquí el descubrimiento de la cubierta inclinada.

Pero para llegar a conocer a las estructuras metálicas tuvieron que pasar muchísimos años ya que no fue hasta la década de 1840 y 1850 que aparecieron las cubiertas metálicas, en aquellos años el uso del metal como material para techo era desconocido. Antes del boom de uso de los techos metálicos, estos se elaboran mediante procesos de refinación de hierro a acero, estas estructuras metálicas eran hechas únicamente a mano, y se fabricaban en pocas cantidades. (Roberto N, 2024)

En la actualidad el metal es el material que más se utiliza, esta técnica para techar es el acero, pero también se aplica otros metales, como aluminio, y cobre, aunque este es más caro. A mediados del siglo 19, en los Estados Unidos comenzaron a usar los techos de acero galvanizado para las casas y edificios más lujosos.

Un estadounidense llamado William Kelly se le atribuye ser uno de los inventores de la producción moderna de acero, a través del proceso de inyección de aire en hierro fundido, en la

década de 1850. Un proceso similar fue descubierto independientemente por Henry Bessemer y patentado en 1855. (Roberto N. 2024)

Problemática:

La Escuela primaria Unión y Progreso de la comunidad de Cuaxomulco ha operado desde el año 1961 con una antigüedad de más de 50 años, actualmente cuenta con aproximadamente de 6 a 11 aulas, repartidas en 5 edificios, y como era de esperarse ha habido un desgaste de la edificación, por consiguiente se le han ido dando mantenimiento a las aulas cada cierto tiempo, ah decir verdad no ha habido mucho progreso en cuanto ah edificaciones, en otros aspectos pueden competir con algunas primarias del sector público pues ya cuentan con servicio de internet gratuito.

Eh aquí la problemática, han pasado generaciones y no ha habido un cambio tanto estético como radical en beneficio de la escuela, por eso mismo padres de familia en conjunto con maestros y el gobierno municipal de Cuaxomulco, se han organizado y por medio de aportaciones económicas le han dado inicio a un nuevo proyecto para esta institución.

El proyecto consta de la realización de una techumbre metálica en el patio de actividades múltiples de la escuela, mismo que ayudará a erradicar los efectos del cambio climático y le dará un mayor prospecto a la escuela tanto estético, como de una mejor calidad.

Ahora bien, la problemática inicia desde la propuesta, ya que es importante investigar los tipos de techumbres para saber cuál es la más adecuada para el proyecto sin dejar de lado el presupuesto que se tiene para su realización.

Techos:

Los techos son la cubierta de un edificio, apoyada en elementos estructurales, cuya finalidad es proteger su interior de los agentes climáticos. Los techos serán transitables cuando

su pendiente sea igual o menor del quince por ciento (15%) y estén colocados sobre la última losa de un edificio y no transitables cuando la pendiente sea del quince por ciento (15%) o mayor y estén colocados sobre estructuras de madera o metálicas. (Secretaria de E. Publica; 2021)

Estructura:

La estructura se puede definir se puede definir como un conjunto de elementos simples dispuestos de tal forma que permitan soportar pesos y cargas, sin romperse, ni sufrir deformaciones excesivas de otras partes del sistema o mecanismo. Las estructuras deben estar constituidas de tal forma que tengan suficiente resistencia, su montaje sea practico y sean económicas.

-Estructuras metálicas (Techumbre):

Se puede definir como estructura metálica, al conjunto de partes unidas que componen un cuerpo, destinado a soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre este.

Una estructura metálica es cualquier estructura donde la mayoría de las partes que la forman son materiales metálicos, normalmente acero o aluminio. Este tipo de estructuras en la industria se encuentra normalizado ya que tiene excelentes características para la construcción. Normalmente cualquier proyecto de ingeniería o arquitectura utiliza este tipo de estructuras. (Jessica Alejandra V. T.; 2018)

Una cubierta metálica es el último componente de una construcción que se coloca en la parte superior exterior del edificio y cuyo objetivo es proteger nuestra edificación y a los que hacen uso de la misma de las inclemencias del clima.

La completa terminación de estructuras determina la perfecta funcionalidad de la obra en general. Para garantizar la preservación de las estructuras metálicas, uno de los factores a proteger es la cubierta a utilizar. Cada una de ellas ofrecen funcionales específicas que dan

solución a problemas hidráulicos (escorrentía) y ambientales (clima). Todas las cubiertas metálicas funcionan de la misma manera y tiene las mismas categorías, las cuales ofrecen características precisas para los problemas que aquejen a la estructura.

-Condiciones que deben de cumplir:

Debe ser rígida, que no se deforme permanentemente, estable, resistente esto quiere decir que al aplicarle cualquier fuerza los elementos que componen la estructura sean capaces de soportar las fuerzas a las que sean sometidas sin romperse ni deformarse permanentemente.

Imagen 5.

Techumbre metálica de dos aguas.



Nota: Adaptado de Construcciones Jesam. <https://construccionesjesam.com.mx/cubiertas-metalicas-que-son-y-para-que-se-usan/>

-Tipos de cubiertas a considerar:

En la actualidad alrededor del mundo existen distintos tipos de cubiertas utilizadas para claros grandes, entre las que destacan las cubiertas de estructura abovedada, estructuras entramadas, estructuras triangulares, estructuras geodésicas y del tipo domo.

Pero este tipo de estructuras no son adecuadas para este tipo de proyecto porque son de alto presupuesto y de una complejidad alta, además que dentro de una institución no serían tan eficientes.

En México se han venido utilizando cubiertas que son más viables para estos tipos de proyectos, las cuales son del tipo laminado, ya que son económicas y fáciles de montar, existen varios tipos de cubiertas laminadas, pero entre las que más destacan son las siguientes:

-Techumbres laminadas planas:

Aunque como su nombre hace notar se trata de una plataforma horizontal, es importante que siempre cuenten con una mínima pendiente, esto pensando en que sea posible que el agua de la lluvia se deslice y no permanezca estancada ocasionando problemas cuya solución podría resultar costosa.

En este tipo de cubiertas son las más comunes, gracias a su diseño el cual facilita la modificación y ampliación de la nave para futuros proyectos de crecimiento.

Los techos planos se caracterizan por tener una superficie nivelada y poco inclinada. A menudo se utilizan en edificios comerciales o industriales, y también pueden ser una opción popular para hogares modernos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los techos planos pueden tener problemas de filtración y acumulación de agua si no están adecuadamente diseñados y mantenidos.

Imagen 6.

Techumbre plana.



Nota: Adaptado de Surconsa. <https://surconsa.com/blog/tipos-de-techumbres-para-la-construccion-de-naves-industriales>

-Techumbres laminadas inclinadas:

En este caso se incluyen tanto aquellas que son de una o de varias caídas, mejor conocidas como “aguas”, es decir, cada uno de los planos inclinados que conforman la estructura del techo como tal. Aquí la inclinación depende en buena medida básicamente de dos factores: el uso que se le tenga pensado dar al edificio y las condiciones climatológicas del lugar. Los techos inclinados tienen una mayor durabilidad y resistencia a la intemperie que los techos planos, pero también pueden ser más costosos y complicados de instalar y mantener.

Imagen 7.

Techumbre de dos aguas.



Nota: Adaptado de Padilla & Portugal. <https://padillayportugal.com/>

-Cubierta autoportante:

Es un sistema de cubierta que no requiere estructura intermedia de soporte, evitando así la construcción de Cerchas y Correas necesarias en otros tipos de sistemas. Están fabricadas en acero galvanizado, prepintado, grado estructural, lo que las convierte en alternativas amigables con el medio ambiente y duraderas en el tiempo.

Son cubiertas fabricadas en sitio con una máquina roladora y autosoportadas, su proceso de engargolado asegura su hermeticidad, impidiendo filtraciones al interior, se utiliza para cubrir espacios de amplias dimensiones.

Imagen 8.

Cubierta autoportante.



Nota: Adaptada de Arco techos de México. <https://arcotechosdemexico.com/arcotecho-cubierta-autosoportada/>

Elección de cubierta:

Conociendo la problemática existente en la escuela unión y progreso y sabiendo los tipos de cubierta que se pueden utilizar, se puede determinar la techumbre a realizar, la cual para fines prácticos se designó a una cubierta metálica a dos aguas. Tanto porque es económica y por qué su mantenimiento no es tan exhaustivo.

Techumbre metálica a dos aguas:

Ahora bien, después de la elección del tipo de techumbre debemos enfatizar en la información que existe de este tipo de techumbre, desde información básica hasta su normatividad y características que se utilizan para este tipo de cubierta.

-Generalidades:

-La cubierta deberá resistir las inclemencias de los climas, y serán de materiales térmicos, reflectantes y acústicos.

-La estructura de soporte y la cubierta, que integran la techumbre, cumplirán con las especificaciones de proyecto, así como lo dispuesto en el volumen 4 “seguridad estructural” de las normas y especificaciones del instituto. En lo referente al criterio de diseño estructural, análisis por sismo, por viento, diseño de cimentación, y de elementos de apoyo de acero o concreto. (APROY-NMX; 2015)

- Los materiales que la integran, deberán ser seguros, durables, resistentes, ligeros, de bajo mantenimiento, manufactura nacional, y cumplir con las normas de calidad que en cada caso aplique.

- Al término del proceso constructivo, se deberá de entregar un manual de uso y mantenimiento, incluyendo las respectivas fichas técnicas de los elementos que la integran.

-Geometría:

- La geometría de la techumbre y estructura deberá de ser ligera, modular, simétrica y flexible, ensamblándose entre sí de forma fácil y permitir el futuro crecimiento.

- La geometría de las cubiertas preferentemente podrá ser en arco o inclinada a dos aguas.

- La cubierta, podrá ser de lámina galvanizada, lamina engargolada, con panel aislado o membrana estructural, deberá cumplir con las especificaciones de proyecto.

-Estructura:

- Cumplirá con las normas, reglamentos y lineamientos que apliquen en los estados de la república o en su defecto con el reglamento del Distrito federal. (APROY-NMX; 2015)

- Cumplirá con la resistencia a los vientos de acuerdo con la regionalización eólica de la CFE según su Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por viento, de la CFE-IIE de 2008. (Celso Joaquin M. B. y Luis Eduardo P. R. ; 2008).

- El criterio de resistencia a los efectos sísmicos serán de acuerdo con las normas del instituto en su volumen 4 tomo II diseño por sismo, en la cual refiere la regionalización sísmica de la república mexicana, para fines de diseño.

-Calidad del ambiente:

- Clima: Los factores ambientales de confort al interior de la cubierta, deberán de responder a las condicionantes climatológicas regionales del territorio nacional, clasificado en 3 grupos con características determinantes:

Tabla 1.

Regiones climatológicas en México.

Símbolo	Región	Características principales
A	Templada y Semi fría	23.2% del territorio nacional, en las zonas montañosas y mesetas del país. En estos climas la temperatura y la precipitación varían rápidamente de un lugar a otro por las condiciones del relieve, lo que propicia variaciones importantes en cuanto al grado de humedad en cada zona
B	Árida y Semi árida	Los climas secos y muy secos se encuentran en una amplia zona al norte y centro del país, debido a la orientación de las principales sierras y la ubicación de México. Comprenden el 49% del territorio nacional
C	tropical seca y húmeda	se presentan a lo largo de las llanuras costeras de ambos mares, en la mayor parte de la península de Yucatán y en algunas zonas interiores como la Cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas, ocupando 27.7 % de territorio nacional

Nota: Adaptado de Regiones climatológicas de México, NMX-cubiertas para espacios deportivos, 2015.

https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/educacion/Subcomite_de_Escuelas/subcomite/APROY-NMX-Cubiertas%20para%20Espacios%20Deportivos.pdf

- Ventilación: Dependiendo de la localización geográfica, La cubierta al interior del local, deberá favorecer preferentemente la ventilación natural cruzada norte-sur, como recurso térmico de enfriamiento pasivo, considerando un volumen mínimo de aire 9 m³ alumno con 3 renovaciones por hora por alumno, indicado en la tabla 3.6, condiciones de ventilación del tomo I diseño arquitectónico, de las normas del INIFED. (APROY-NMX; 2015)

- Temperatura: Se favorecerá el confort térmico de una temperatura seca recomendable, para una humidificación relativa del aire de 50%, dentro de un rango de 12 °C. a 25 °C.; según, tabla 3.7 confort térmico, temperatura seca recomendable, del tomo I, diseño arquitectónico, de las normas del INIFED. (APROY-NMX; 2015)

- Luz: La cubierta favorecerá una difusión uniforme de la luz al interior, evitando contrastes bruscos y deslumbramientos, considerando un cociente diurno mínimo del 2% (relación entre intensidad luminosa en luxes, interior y exterior expresado en %), recomendado para actividades escolares normales, para favorecer la intensidad de luminosa se podrán utilizar elementos arquitectónicos como tragaluces. (APROY-NMX; 2015)

- Acústica: La cubierta deberá favorecer que la intensidad de ruido al interior del espacio no exceda de 40-45 dB (decibeles) nivel recomendado en espacios educativos. (APROY-NMX; 2015)

-Instalaciones:

- La instalación pluvial deberá cumplir con las disposiciones de las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyecto, Construcción en Instalación del INIFED. (APROY-NMX; 2015)
- Las bajadas pluviales se proyectará en función de la precipitación pluvial correspondiente a una hora de duración y un periodo de retorno de 2 años. Estarán debidamente ubicadas y diseñadas para el proyecto, el diámetro de los tubos colectores estará en función de una precipitación pluvial de 100 mm por hora. (APROY-NMX; 2015)
- Las bajadas pluviales deben tener un diámetro mínimo de 0.10 m por cada 100 m² o fracción de superficie de cubierta. (APROY-NMX; 2015)
- Las bajadas pluviales deberá de ser tubería de poli-cloruro de vinilo PVC; de alta densidad (NMX-E-215/1-1994-SCFI)
- La recolección de agua pluvial deberá ser independiente de otros sistemas.
- En el supuesto de considerar un sistema de iluminación artificial, se considerarán las especificaciones según volumen 5 instalaciones de servicio tomo I Instalaciones eléctricas de las normas y especificaciones del instituto.

-Previsiones contra incendios:

- Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios que conforman la cubierta, deberá cumplir con lo referente a las disposiciones del reglamento de construcciones y sus normas técnicas complementarias del D.F., en su apartado previsiones contra incendio, y con las normas vigentes de calidad referente a la resistencia al fuego NMX-C307/1-ONNCCE, así como la NOM-002-STPS, respecto a las condiciones de seguridad. (APROY-NMX; 2015)

- Los materiales tendrán las certificaciones correspondientes respecto a seguridad ante incendio: auto extinción, débil propagación de llamas y ausencia de caída de partículas encendidas.

-Edificación:

-Deberá cumplir con las disposiciones de las Normas y Especificaciones para Estudios, Proyecto, Construcción e Instalación del INIFED. Volumen 6 edificación. (APROY-NMX; 2015)

- Los materiales utilizados en la cubierta, así como su estructura de soporte, cumplirá con las normas oficiales mexicanas que le sean aplicables, las especificaciones que sobre materiales contenga el proyecto ejecutivo y con las particulares que el Instituto emita.

- El proyecto, sus normas particulares y complementarias, así como la ejecución de la obra se hará con estricto apego a las normas de construcción, del Instituto y reglamento vigente de la localidad o en su defecto el Reglamento de Construcciones del D.F. (APROY-NMX; 2015)

- Al término de la obra el contratista deberá de entregar planos de obra terminada, con firma de perito responsable en el caso de estructuras e instalaciones, así como el manual de uso, conservación y mantenimiento con las garantías y fichas técnicas correspondientes. (APROY-NMX; 2015)

- Se cumplirá con los trabajos a ejecutarse antes del desplante o colocación de la techumbre, como son trazo, nivelación, desmonte y demoliciones de elementos existentes que interfieran con la estructura, excavaciones para la cimentación de la estructura soporte, la plantilla y rellenos de estas mismas, tapiales para la protección de las personas, y señalización de protección. (APROY-NMX; 2015)

- Para la estructura soporte de la cubierta, se cumplirá con la correcta fabricación de las piezas en características y dimensiones de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

- El procedimiento de montaje será fijado por el proyecto.

- Las uniones con remaches, tornillos, pernos o soldadas se ejecutarán según lo establecido en las especificaciones del numeral 3 acero estructura, tomo IV. De las normas y especificaciones del instituto. (APROY-NMX; 2015)

- En el supuesto de estructura de soporte para la techumbre de concreto reforzado (cimentación, columnas y trabes), se observará lo dispuesto en el tomo III cimentaciones, numerales 2 concreto hidráulico y 5 acero para concreto hidráulico. de las normas y especificaciones del INIFED. (APROY-NMX; 2015)

-Materiales:

- Se considerará la utilización preferente en los componentes de la cubierta de materiales reciclados y que certifiquen provenir de recursos renovables obtenidos a partir de prácticas de aprovechamiento sustentable. (APROY-NMX; 2015)

- Todos los materiales que se utilicen deben cumplir con la normatividad vigente aplicable.

Láminas de acero galvanizado:

- El material deberá cumplir con lo señalado, en el párrafo 1.3.1 al 1.3.7, del volumen 4 tomo VI diseño de estructuras de acero, de la normatividad del INIFED. (APROY-NMX; 2015)

- Se utilizará lámina acanalada diseñada para ser utilizada como cubierta de fijación expuesta, de acero galvanizado sometida a un proceso de inmersión en caliente, bajo las normas

NMX-B-009, NMX-B-055, NMXB-060, NMX-B-066, NMX-B-468 NMX-B-469, NMX-B-471, ASTM A792, NMX B-469 NMX-B-284-1987 y la norma ASTM A992-11(2015), con recubrimiento de pintura según características particulares de poliéster y/o Fluoro-carbonado con la finalidad de prevenir la corrosión. (APROY-NMX; 2015)

- La selección de la lámina y su aleación dependerá, de la región climatológica:

Tabla 2.

Laminas por tipo de clima.

Símbolo	Región	Lamina (aleación y recubrimiento)
A	Templada y Semi fría(rayos ultravioleta)	Lamina de acero recubierta mediante una aleación compuesta de zinc (99 %), mediante un proceso continuo inmersión en caliente. Recubierta con pintura de Poliéster.
B	Árida y Semi árida. (oxidación por calor)	Lamina de acero recubierta mediante una aleación compuesta de Aluminio (55%), zinc (43.5 %)y silicio (1.5 %), mediante un proceso continuo inmersión en caliente. Recubierta con pintura Poliéster y epóxico.
C	tropical seca y húmeda (agua y rocío de sal)	Lamina de acero recubierta mediante una aleación compuesta de Aluminio (55%), zinc (43.5 %)y silicio (1.5 %), mediante un proceso continuo inmersión en caliente. Recubierta con pintura poliéster, epóxico y Fluoro carbonado.

Nota: Adaptado de Laminas por tipo de clima, NMX-cubiertas para espacios deportivos, 2015.https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/educacion/Subcomite_de_Escuelas/subcomite/APROY-NMX-Cubiertas%20para%20Espacios%20Deportivos.pdf

Láminas de acrílico:

- Se utilizarán láminas de 100% acrílico reforzada con fibra de vidrio solo como complemento dentro del sistema de cubierta para contribuir a la iluminación natural. Bajo las normas ASTM D-1494-12 (transmisión de luz), ASTM E-903 (perdida de luz), ASTM D-1925 (amarillamiento), ASTM D-256 (resistencia al impacto), ASTM D-638 (resistencia a la tensión), ASTM D-790 (resistencia a la tensión). (APROY-NMX; 2015)

Membrana textil:

- El tejido de Soporte será 100% poliéster de alta tenacidad Norma ENISO2076 (Fibras químicas), Calibre del hilo en Dtex (grosor), 1100 Norma EN-ISO7211 (densidad o número de hilos por centímetro) (urdimbre vertical y trama horizontal) grosor 0.70 mm. (APROY-NMX; 2015)
- Tipo de Recubrimiento Policloruro de Vinilo (PVC)
- Lacado exterior por ambas caras con película FLUOTOP T, resistencia a la suciedad.
- Resistencia a la tracción - deformación N/5 cms, 2500 Mínimo (255 kilos -fuerza) norma EN-ISO1421.
- Resistencia al desgarro- deformación N, 270 min (27.5 kilos - fuerza) Norma DIN 53363.
- Adherencia a la soldadura N/5 cms, 100 min (10.19 kg-fuerza) ya que la tela estructural como material industrial se suministra en bobinas de anchos que varían entre 1,2 m y 2,0 m como término medio, por esta razón se requiere unir los diferentes fragmentos en juntas ya sea pegadas cocidas soldadas y termo fusionadas.
- Resistencia al frio en °C - 30 grados centígrados.
- Resistencia al calor en °C 70 grados centígrados.
- Seguridad ante incendio: Auto extinción, débil propagación de llamas y ausencia de caída de partículas encendidas.
- Transmitancia mínima de T-UV 0%. (Transmisión de rayos Ultravioleta).

- Reflectancia solar mínima de 78%.

- Resistencia a la flama (ignifuga), puntaje M2 (baja inflamabilidad), B1 (dificultad de encender), normas NFP-92-5072 y DIN41023.

-Materiales no recomendados:

- No se aceptarán materiales que conformen la cubierta que, por sus características físicas, mecánicas y provoquen efecto invernadero y/o exposición a rayos UV. (APROY-NMX; 2015)

- Malla sombra: No se aceptará malla de Monofilamento de polietileno de alta densidad (PEAD), que conforma una estructura ligera, con 90% de sombra y una filtración del 10% de luz; ya que provoca exposición parcial a los rayos UV, corto ciclo de vida útil y crea efecto invernadero. (APROY-NMX; 2015)

- Policarbonato: No se aceptarán laminas translucidas de termoplástico, como cubierta para la protección que, aunque es resistente a la intemperie, al impacto, y a la deformación térmica, provoca exposición parcial a los rayos UV, tiene resistencia media ante sustancias químicas y crea efecto invernadero. (APROY-NMX; 2015)

-Responsabilidad social:

- El inmueble educativo debe contar con un servicio de monitoreo y mantenimiento de limpieza que mantenga la cubierta aseada y en funcionamiento óptimo, a través de la capacitación constante a la comunidad usuaria en materia de uso y conservación. (APROY-NMX; 2015)

-Evaluación de la conformidad:

- La verificación del presente proyecto de norma mexicana se realizará por medio de una persona física o moral acreditada conforme a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento. (APROY-NMX; 2015)

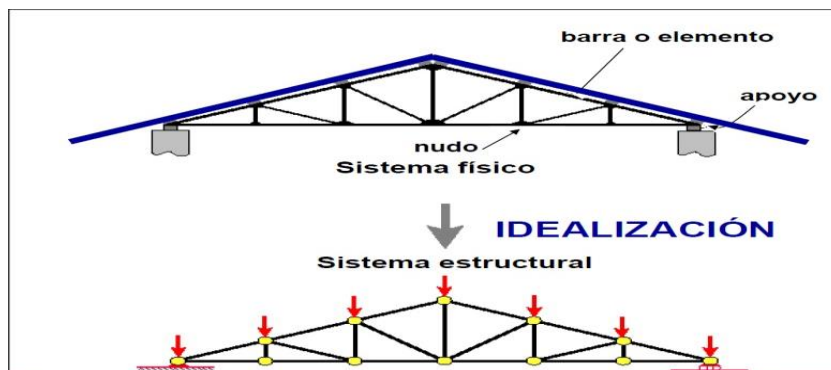
Para la evaluación de los elementos de proyecto, construcción, uso y conservación de la cubierta de la INFE, deberán cumplirse los requisitos indicados en esta norma evaluando la conformidad de acuerdo con cada etapa de la cadena de valor, así como la verificación física y la integración del expediente técnico. La vigencia de la evaluación de la conformidad será de 2 años y se realizarán verificaciones de seguimiento cada 2 años. (APROY-NMX; 2015)

Los aspectos por verificar durante el proceso de evaluación de la conformidad del presente proyecto de norma mexicana, se realizará según aplique, mediante revisión documental, entrevistas y/o constatación física.

Imagen 9.

Partes de la cubierta de lámina.

Partes de techumbre:

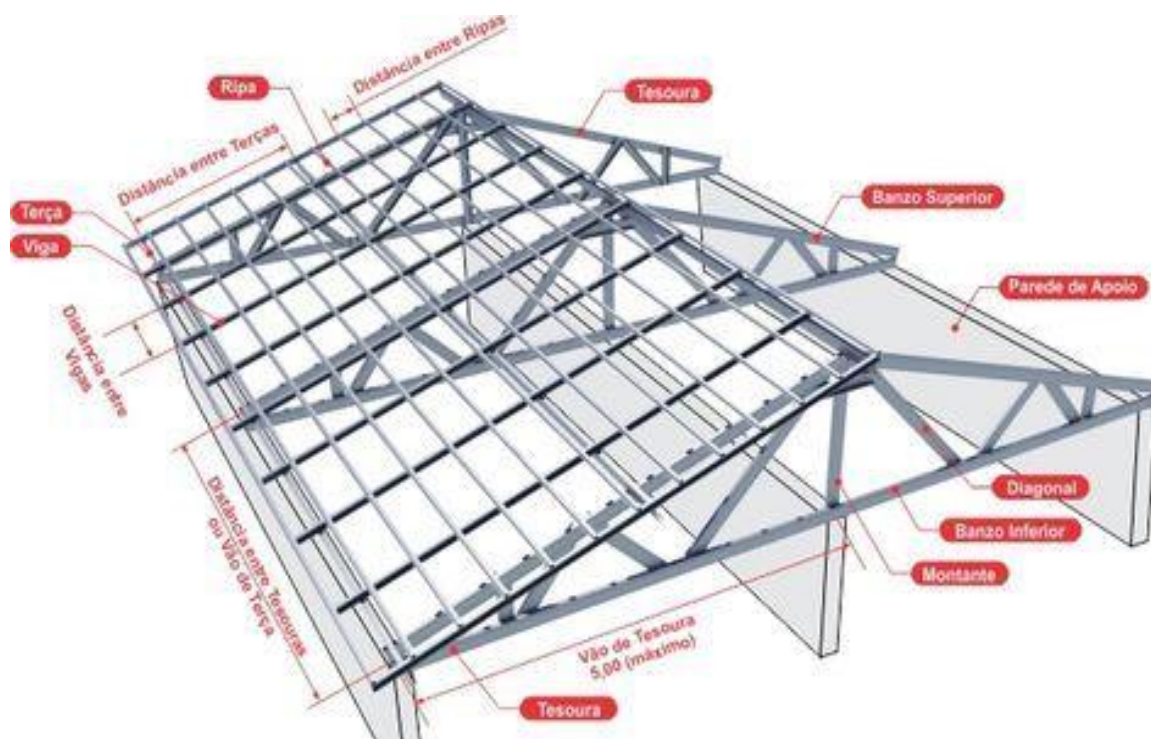


Nota: Adaptada de Recursos. Edu. Xunta

https://recursos.edu.xunta.gal/sites/default/files/recurso/1464947489/75_cerchas.html

Imagen 10.

Partes de una techumbre.



Nota: Adaptada de Pinteres. <https://ar.pinterest.com/pin/789255903426562353/>

-Diseño del proyecto y sus componentes a considerar:

El diseño de un proyecto es el planteamiento sistemático de la elaboración de un plan detallado para alcanzar objetivos específicos en un plazo definido. Implica analizar los requisitos, determinar los recursos, crear estrategias y definir las tareas y actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto.

-Cargas:

Carga es todo aquello capaz de deformar una estructura o modificar su estado o movimiento. También carga se puede definir como fuerza, ya que fuerza en física se traduce según la real academia española y otras fuentes como “Causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de deformarlo”. (Jessica Alejandra V. T.; 2018)

Carga se considera también como cualquier tipo de fuerza ejercida sobre un objeto, que puede encontrarse en forma de un “peso no revelado” (fuerza de gravedad), una presión, o cualquier cosa que hace hincapié en el objeto en cuestión.

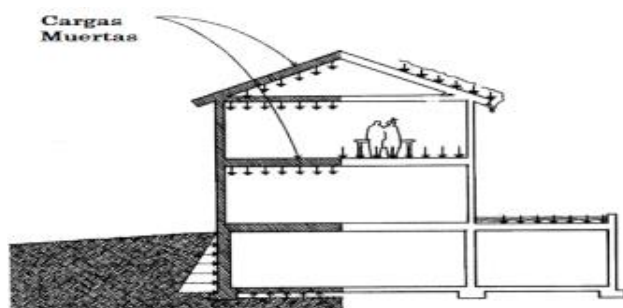
-Carga muerta:

Las cargas muertas son los componentes con un mismo peso, que se aplican a la estructura. Son cargas de magnitud constante que se mantienen fijas en un mismo lugar.

En ellas se consideran el peso propio de la estructura, con todos sus componentes; cubierta, arrostramientos, pilares, vigas etc. Además de elementos que pueden ser no estructurales que pueden ser integrados como muros divisorios, luces, cañerías u otros elementos complementarios que permanezca fijo. Es decir, cargas permanentes unidas a la estructura. Su cálculo solo requiere la determinación de volúmenes de los distintos componentes de la construcción y su multiplicación por los pesos volumétricos de los materiales constructivos. (Jessica Alejandra V. T.; 2018)

Imagen 11.

Ilustración de carga muerta.



Nota: Adaptada de Jessica Alejandra V. T. 2018

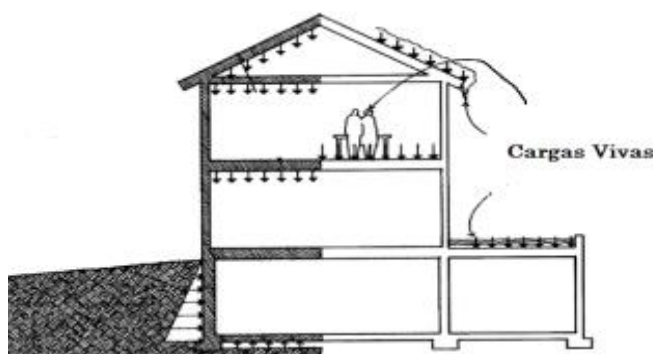
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48056/3560901064656UTFSM.pdf?sequence=>

-Carga viva:

Las cargas vivas son aquellas que pueden cambiar de lugar y de magnitud, son cargas que se mueven bajo su propio impulso, se denomina también como cargas vivas a todo aquello que no tiene posición fija y definitiva, también se llaman cargas móviles, a las que pueden ser desplazadas como muebles, materiales, nieve, viento, lluvia, sismos, etc. (Jessica Alejandra V. T.; 2018)

Imagen 12.

Ilustración de carga viva.



Nota: Adaptada de Jessica Alejandra V. T. 2018

[https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48056/3560901064656UTFSM.pdf?sequence=](https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48056/3560901064656UTFSM.pdf?sequence=1)

1

-Cargas por extraordinarios (Fenómenos naturales):

Nieve: La nieve es la de las cargas variables, que puede cubrir todo un techo o una parte de él. Su acumulación origina cargas importantes las cuales deben ser consideradas a la hora del diseño para evitar colapsos en las estructuras, en las zonas que nieva el tejado es inclinado o amplio, logrando así evacuar una parte de ella y bajar la carga. Los valores mayores se usan para techos horizontales y los menores para techos inclinados.

Viento: Las cargas generadas por el viento corresponden a la acción de este sobre las superficies, que se traduce a una fuerza de empuje o succión. Son de escasa importancia en las construcciones bajas, pero de gran importancia en las construcciones altas, de bajo peso propio y muy elemental en las estructuras metálicas. La fuerza del viento aumenta con la altura y disminuye con la rugosidad del terreno, cuando más rugoso, menor es la fuerza.

Estas es una de las cargas de mayor importancia de lo contrario se producirán colapsos en las estructuras con cualquier acontecer climático que se produzca. Las cargas de viento se calculan siguiendo el método de cálculo y las recomendaciones de la norma.

Cargas sísmicas: Dadas las condiciones sísmicas de México, toda estructura debe ser diseñada y construida para resistir fuerzas horizontales debido a la acción de los sismos. Los sismos originan aceleraciones transmitidas por el terreno que al actuar sobre la masa se traduce en fuerzas: a mayor masa, mayor fuerza. La acción del sismo puede tener cualquier dirección y provocar cargas, verticales y horizontales, pero en la práctica se considera la más desfavorable que es la horizontal.

-Material por utilizar para la techumbre:

La estructura que se elaborara estará compuesta por diferentes materiales, ya sea acero, polímeros u otro, pero en su mayoría será acero, por lo que esta sección busca definir este material.

Acero: La supuesta perfección de este metal, tal vez el más versátil de todos los materiales estructurales, posee grandes propiedades mecánicas, poco peso y facilidad de fabricación.

Capítulo 2. – Proceso resolutivo del proyecto.

En este capítulo se concentran todos los procedimientos y generalidades necesarias para el desarrollo eficiente y óptimo del proyecto.

1º- Junta:

El inicio de este proceso comenzó desde la presentación del proyecto, donde se comentaron características del mismo, hasta los alcances que debía traer consigo.

Imagen 13.

Asamblea de acuerdos y presentación de proyecto.



Por consiguientes días después se comenzaron con las actividades que demarcan en el calendario de actividades del proyecto.

2º-: Visita y descripción del terreno:

Para la correcta proyección de la estructura es necesario conocer las características del terreno. El lugar está situado en la comunidad de San Lorenzo Xaltelululco, Cuaxomulco, Tlaxcala.

Imagen 14.

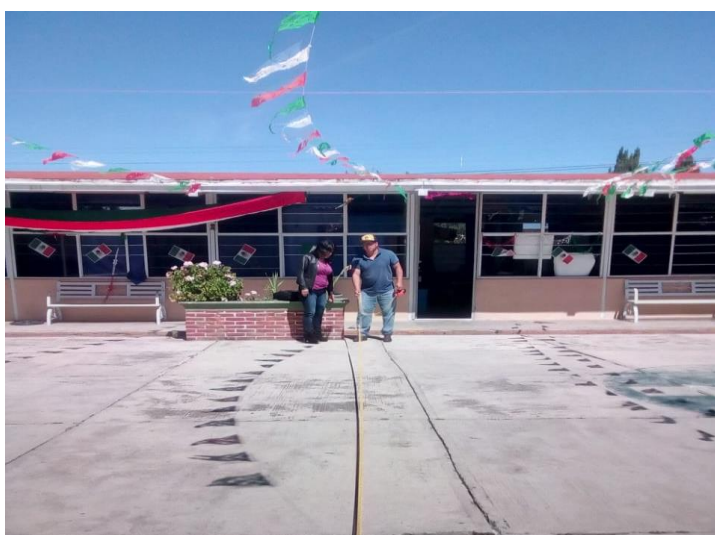
Visualización del terreno.



Posteriormente se realizaron las anotaciones correspondientes de las medidas del terreno y de sus características físicas, así como también se empieza a planificar las medidas que tendrá la construcción (alturas, largo, ancho, etc.) y la planificación de cómo se trabajará para que no ocurra ningún accidente durante la construcción.

Imagen 15.

Toma de medidas de terreno.



3º-Anotaciones y diseño:

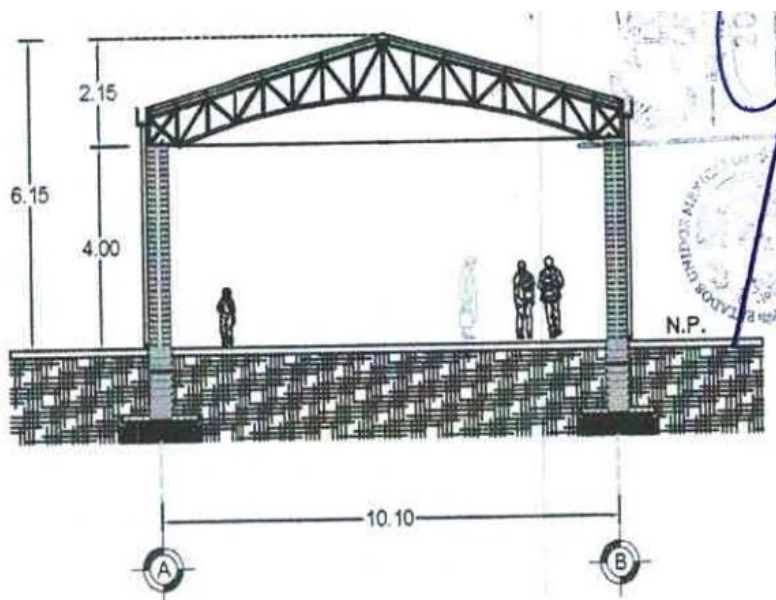
El terreno para construir cuenta con unas dimensiones de 30.4 metros de largo x 10.5 metros de ancho, y por ende cuenta con un área de 319.20 m².

Considerando las dimensiones de terreno fue que el constructor diseño las medidas que tendrá la estructura y el techo de la construcción.

Se tienen que para la fachada frontal (ancho) se utilicen todos los metros en este caso se utilizan los 10.10 metros aumentando 0.5 metros de lo previsto.

Imagen 16.

Medidas frontales de techumbre

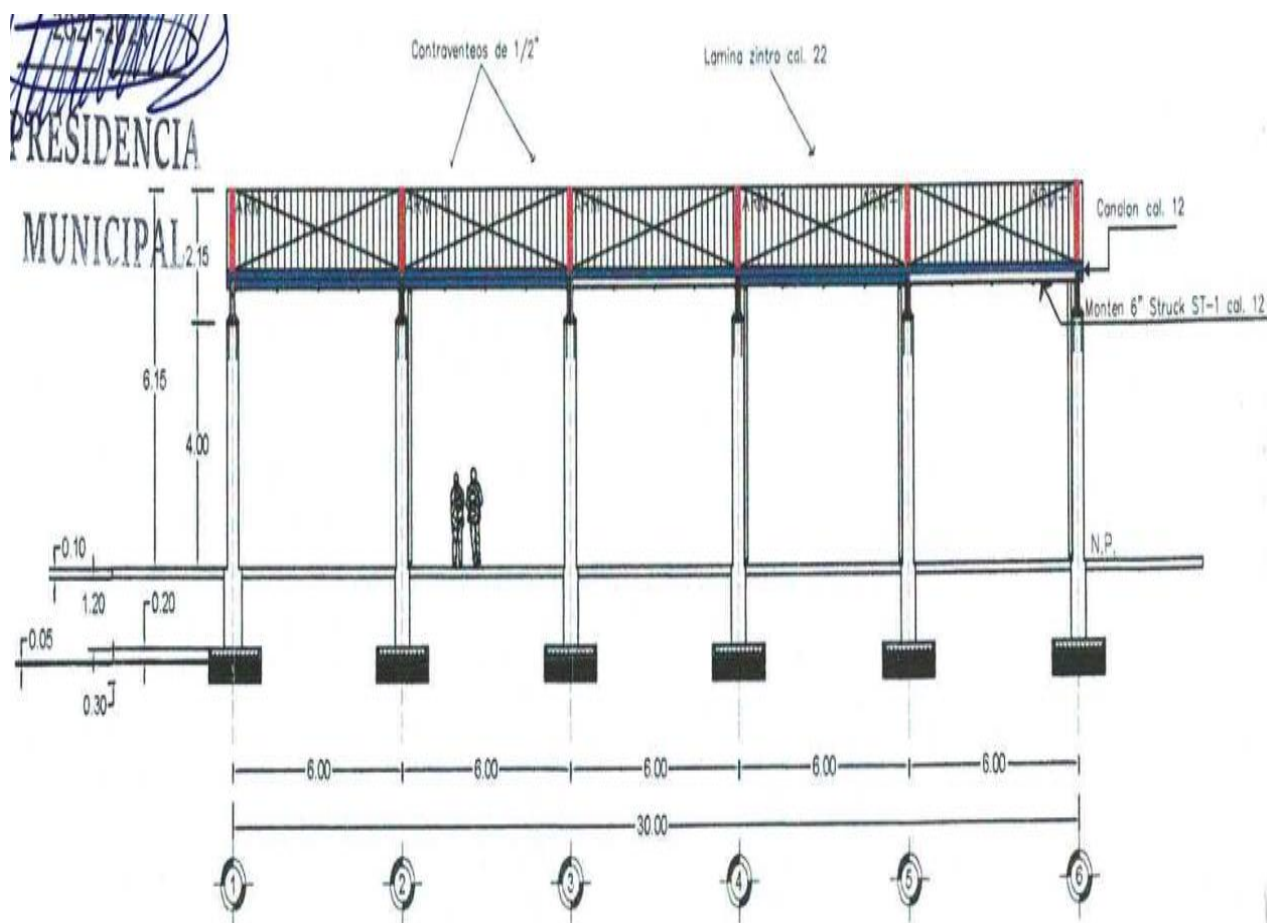


Para la longitud se determina que también se utilicen todos los metros disponibles, en este caso de eje central de zapatas a eje central serán de 30 metros.

Para la altura, su determinación estuvo sujeta a la longitud de las columnas que se determinó en base al análisis de cargas del constructor.

Imagen 17.

Medidas Longitudinales de techumbre.



Consideraciones para el demás diseño:

Para el desarrollo de cada proyecto estructural hay que considerar, que cada diseño se rige bajo especificaciones ya sean técnicas o normas. Estas especificaciones son impuestas por organizaciones nacionales o municipales las cuales han desarrollado sus propias normativas de diseño. Estas normativas establecen al diseñador los parámetro y especificaciones necesarias para diseñar, ya que son estas normas las que definirán que el diseño es viable o no a la hora de su construcción.

4°- Inicio de obra:

Con las dimensiones acordadas, se iniciaron con los primeros pasos para iniciar a construir, esperando los diseños finales.

Imagen 18.

Banderazo de obra con autoridades presentes.



5°- Inicio de actividades en campo:

Con el banderazo de obra se iniciaron las actividades por parte del personal obrero, de acuerdo con el calendario.

Como primeros pasos se inició con el corte del concreto ya existente para así poder excavar las zapatas, el corte se realizó con maquinaria, esto en base a las medidas establecidas por el constructor.

Imagen 19.

Trazo de corte de concreto

**Imagen 20.**

Demolición de concreto



Después de la demolición del concreto se siguió con el siguiente procedimiento, el cual fue la excavación. La excavación se realizó a mano por parte de personal obrero.

Imagen 21.

Material en superficie producto de la excavación.

**Imagen 22.**

Supervisión de actividades.

**6°- Diseño de obra:**

El diseño de la obra comenzó desde las medidas, pero algo determinante que hace que muchos cálculos se puedan ejercer, es la realización de la mecánica de suelos del terreno, esta se llevó a cabo por la empresa llamada “CIMAX” (Laboratorio, Geotecnia, y Construcción).

Mecánica de suelos:

Para fines prácticos se utilizó el programa Prodisis para saber el tipo de suelo y algunos coeficientes que se necesitan para cálculos a futuro.

Y los resultados arrojaron que la ubicación de la construcción está en una zona sísmica tipo B, esto significa que está en una mediana de intensidad sísmica.

Imagen 23.

Ubicación del lugar en el programa Prodisis.



Después se determinó la micro localización del sitio con el fin de determinar parámetros de espectro de respuesta del suelo. Con las siguientes coordenadas (Latitud 19.339687°, Longitud -98.105018°)

Grafica 1.

Resultados de espectros de respuesta

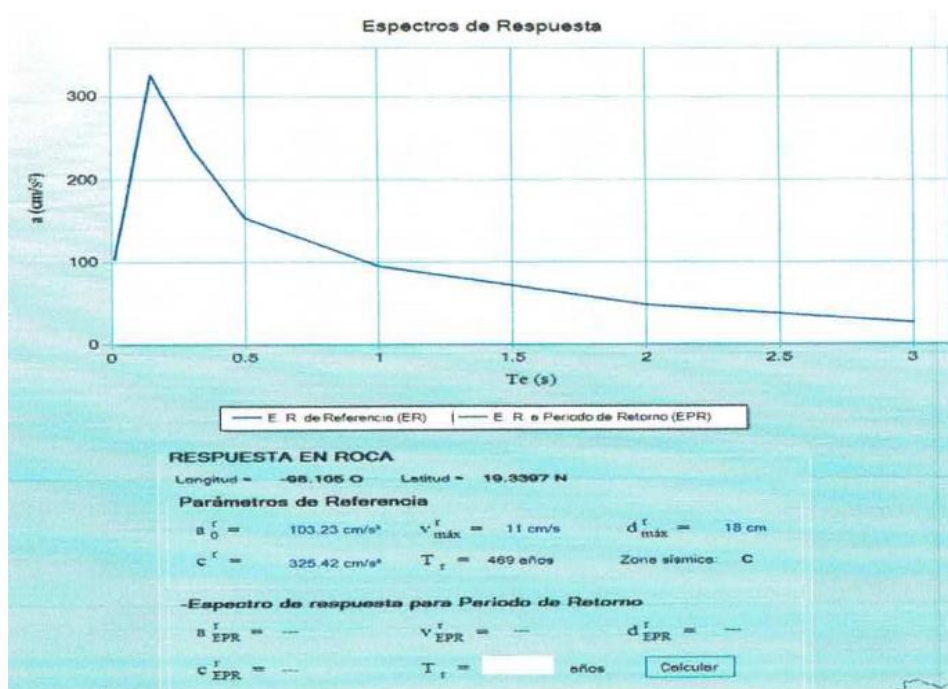


Imagen 24.

Datos para fines de calculo

Espectros Regionales

$a_0^r = 103.23 \text{ cm/s}^2$ $c^r = 325.42 \text{ cm/s}^2$

Zona sísmica: C Importancia estructural A2

Caracterización del terreno de cimentación

$v_s = 300 \text{ m/s}$ $H_s = 15 \text{ m}$ $T_s = 0.20 \text{ s}$

☐ Estratigrafía Tipo de suelo III

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1

$F_{\text{Sit}} = 2.69 - 2.687$ $F_{\text{Res}} = 3.89$

$a_0 = 416.09 \text{ cm/s}^2$ $c = 1618.72 \text{ cm/s}^2$

Considerar interacción suelo-estructura ☐

Trabajos de campo: Durante las excavaciones se realizaron los pozos a cielo abierto, de los cuales se obtuvieron muestras para mandarlas a laboratorio y así poder determinar la capacidad de carga del suelo.

La profundidad a la cual se realizó el pozo a cielo abierto fue de 1.70 metros, con anchos de 1.5 metros x 1.5 metros.

Imagen 25.

Obtención de muestras de suelo.



De las muestras recabadas se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas, para someterlas a pruebas de compresión triaxial.

Imagen 26.

Muestra de suelo inalterada.



Además de que también se hicieron ensayos de composición granulométrica, límites de consistencia, y de contenido de agua.

Ensayo de compresión triaxial: De la muestra inalterada se realizó la prueba triaxial para conocer los parámetros de resistencia del suelo.

Tabla 3.

Resultados de ensaye triaxial.

SONDEO	PROF. metros	PESO VOLUM HUMEDO kg/m^3	COHESIÓN kg/cm^2	ANGULO DE FRICCIÓN
PCA-1	1.40-1.70	1655	0.14	20.13°

Tabla 4.

Estratigrafía del suelo.

De 0.00 a 0.10 m: Losa de concreto

De 0.10 a 0.50 m: Arcilla limosa de color café oscuro (T.N.)

De 0.50 a 1.70 m: Se localizó una Arena arcillosa de color café húmeda y de compacidad media a densa y presenta una composición granulometría del 4% de gravas, 60% de arenas y 36% de finos. Este material es denominado comúnmente según la clasificación SUCS como un SC.

Analizando los resultados, donde el laboratorista concluyo que no existen nivel de aguas freáticas y que solo se observó humedad por temporada de lluvias. Recomendó las siguientes secciones para zapatas aisladas (1.5 m x 1.5 m).

Tabla 5.

Resultados y secciones para zapatas.

Tipo de cimentación (Sugerida)	Prof. de desplante (sugerida)	Cohesión Ton/m ³	Angulo de fricción ϕ	Peso Vol. hum ton/m ³	Módulo de Elasticidad kg/cm ²	Módulo de Poisson
Zapatas Aisladas	1.5 m	1.4	20°	1.655	300	0.35

En cuanto a la geometría de cimentación y tomando en cuenta las características de resistencia del suelo, se consideró la siguiente geometría:



Profundidad de desplante recomendada: 1.50 m

Geometría de Zapata recomendado: 1.50 m x 1.50 m

Utilizando un ángulo de fricción interna de 20° se obtienen los siguientes resultados de Nc, Nq, y Ny.

Tabla 6.

Resultados para los coeficientes.

ϕ	N _c	N _q	N _{\gamma}	ϕ	N _c	N _q	N _{\gamma}
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.38	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Según Kumbhakar (1993)

Después de estos resultados se obtuvo la capacidad de carga admisible en ton/m², así como los asentamientos elásticos que se tendrán.

Tabla 7.

Resultados de pruebas.

Sustituyendo los valores, parámetros de resistencia del suelo y considerando un $f_s=3$, se obtiene lo siguiente:

<i>Tipo cimentación (Sugerida)</i>	<i>Zapatas Aisladas Secc. 1.50 m x 1.50 m</i>
<i>Capacidad de carga admisible en ton/m²</i>	17.7 Ton/m²

2021-2024
OBRAS

SELLO DIGITAL DIC 084

Realizando los análisis se tiene:

El asentamiento inmediato (elástico) será de 0.16 cm.

2021-2024
OBRAS

El cual se presentará durante el proceso constructivo de estructura.

SELLO I

Resultados: Se localizo una losa de concreto de 0.10 m. Posteriormente hasta 0.50 m se localizó una arcilla limosa de color café oscuro (T.N.). Finalmente, hasta la profundidad máxima explorada se obtuvo una arena arcillosa de color café con poca humedad y de compacidad de media a densa, presentando una granulometría que va de media a fina, así mismo y de acuerdo con la clasificación SUCS este material es denominado un SC (Arenas arcillosas, mezcla arena-arcilla).

Para la cimentación: Se recomendó rellenar las zapatas con material producto de la excavación y/o de banco de préstamo con calidad de tepetate y compactarlo al 90% de su PVSM Proctor, acomodado a capas no mayores de 0.3 m hasta llegar al nivel del proyecto. También se recomienda el uso de contratraves para rigidizar la estructura.

Previo al desplante de las cimentaciones se recomienda el uso de una capa de base hidráulica, acomodada en dos capas de 0,15 m compactada al 100% con respecto a su PVSM.

La geometría de la cimentación quedara como la siguiente figura:

Imagen 27.

Diseño de zapata.

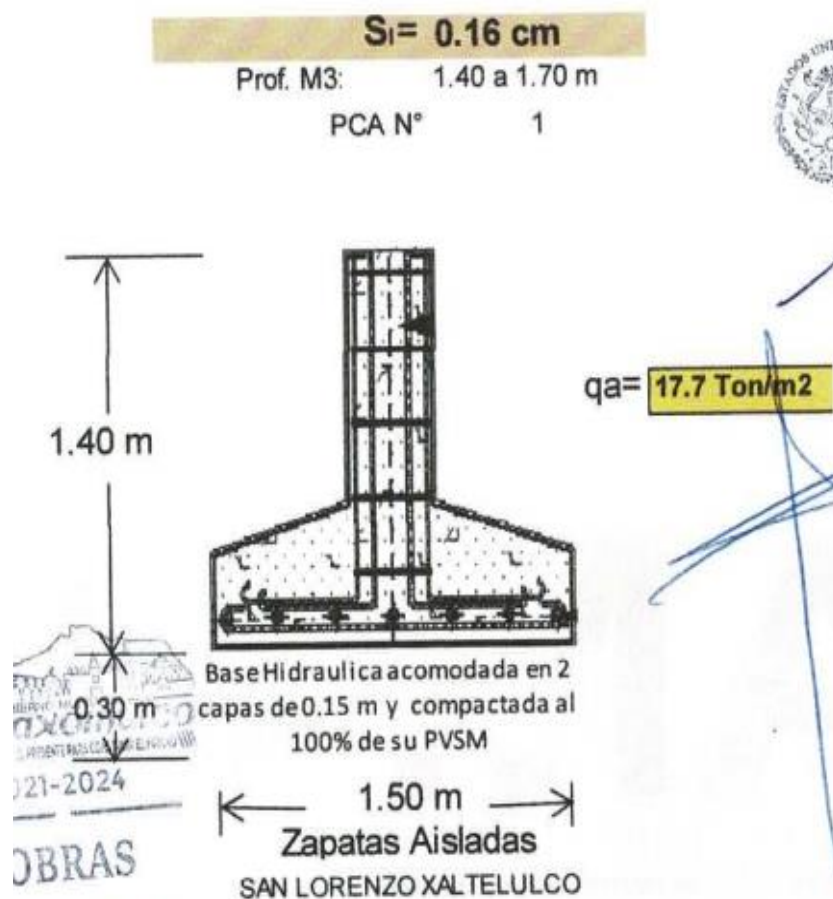


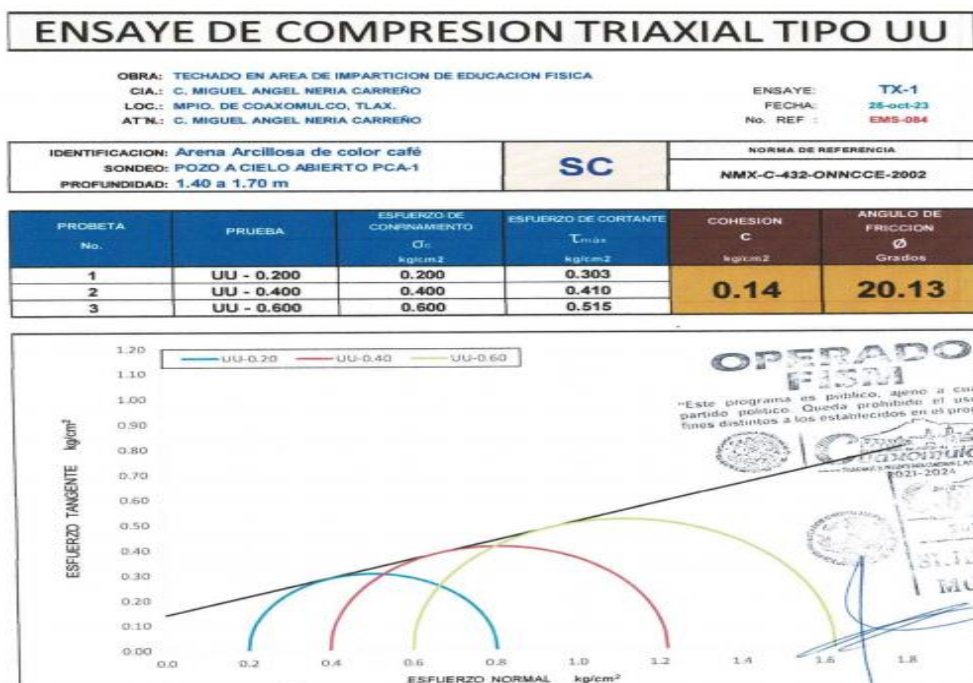
Tabla 8.

Perfil estratigráfico.



Grafica 2.

Resultados de prueba triaxial.



Cálculo de análisis estructural y por viento:

- 1.- El proyecto estructural consta de cálculo (análisis y diseño) de los elementos estructurales.
- 2.- El diseño de los elementos de la armadura se basan en el diseño por estados limite, como suele llamarse en estructuras de acero, por factores de carga y resistencia.
- 3.- El acero estructural será grado estructural con un esfuerzo de fluencia $F_y = 2,530$ kg/cm²
- 4.- La soldadura se ajustará a los electrodos de la serie E-7018 en los elementos que tengan un esfuerzo de fluencia mínimo o igual a 4,200 kg/cm²
- 5.- Se permitirá enderezar y allanar solo dobleces o abolladuras leves únicamente mediante prensa o gato (En frio)
- 6.- Estas notas se complementan con las normas mínimas indicadas en las Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas.
- 7.- La estructura se analizará con base en el manual de diseño de obras civiles de la C.F.E sección C.1.4 correspondiente al diseño por viento.

Imagen 28.

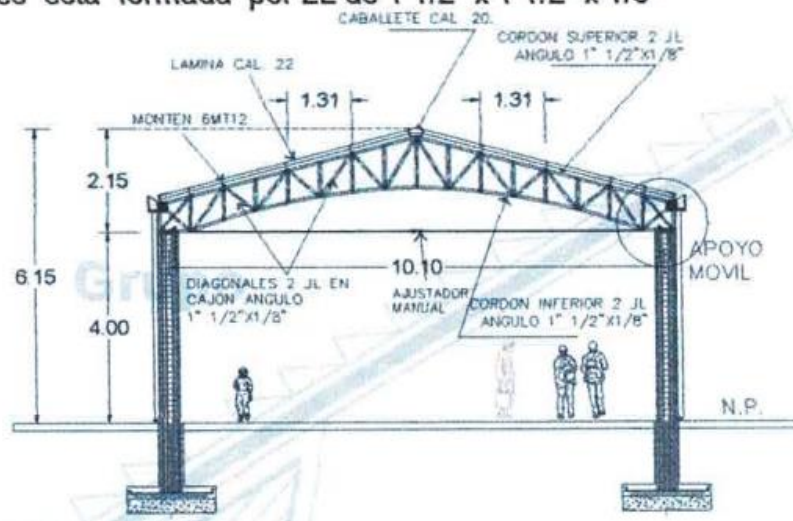
Estructuración de la techumbre.

Estructuración:

La cuerda Superior esta formada por 2L de $1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}" \times \frac{1}{8}"$

La cuerda inferior esta formada por 2L de $1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}" \times \frac{1}{8}"$

Diagonales y Montantes esta formada por 2L de $1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}" \times \frac{1}{8}"$



Se han colocado contravientos CV-1 que sirven para absorber los momentos producidos por cargas accidentales para garantizar la estabilidad de la estructura. Además, se han colocado contraflambeos de redondo de $\frac{3}{8}"$ en los largueros de 6" para absorber las reacciones horizontales en los apoyos de las armaduras.

Imagen 29.

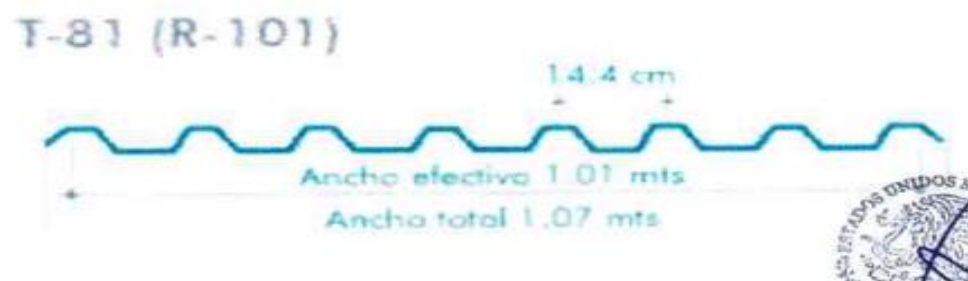
Especificaciones.



Se utilizará lamina Zintro-Alum Cal 22 con una sección como lo muestra.

Imagen 30.

Especificaciones.



Después de saber las especificaciones de los componentes que tendrá el techo se procede a hacer el análisis de cargas vivas y cargas muertas con el fin de saber la carga que actuará sobre nuestra estructura.

Imagen 31.

Peso de la armadura.

Analisis de cargas				
Peso de la armadura				
Desarrollo de la techumbre		11.08 MI	Inclinacion de la estructura	
Diagonales en cajón		36 PZA	90 cms log.	
Montantes en cajón		36 PZA	65 cms log.	
Placas de asiento de 1/2" de seccion		40 cms de diam.	3 Pzas	
Concepto	Metros	Material	Peso Kg/m	Peso Total
Cuerda superior	22.16	2L de 1 1/2 " x 1/8"	1.83	40.553
Cuerda Inferior	22.16	2L de 1 1/2 " x 1/8"	1.83	40.553
Diagonales	64.80	2L de 1 1/2 " x 1/8"	1.83	118.584
Montantes	46.80	2L de 1 1/2 " x 1/8"	1.83	85.644
placas	0.38	Acero 1.27 cm.	99.59	37.54
				322.88
				Kg
Concepto	Metros	Material	Peso Kg/m	Peso Total
Strut ST-1	59.6	Monten 6" Cal 12	12.32	734.27
Largueros	364.8	Monten 6" Cal 12	6.16	2,247.17
No. De Largueros		12 Pzas		2,981.44
				Kg
Medidas de la techumbre		Ancho	Largo	Area de la cubierta
Se considerara un área de		10.50	30.40 =	319.20 m2

Posterior mente se calcula el área tributaria que tendrá la techumbre para la armadura.

Imagen 32.

Áreas tributarias.

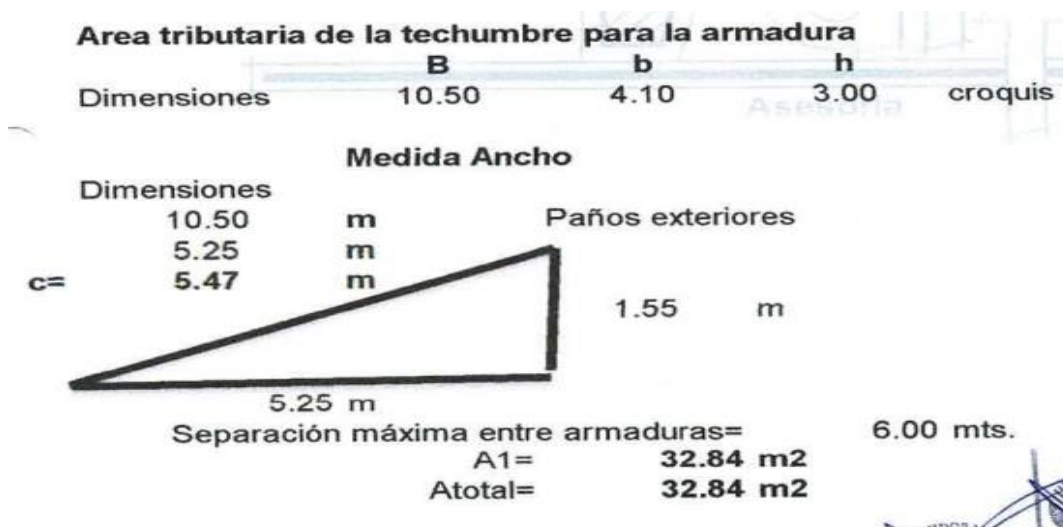


Imagen 33.

Análisis de cargas.

Peso de la techumbre general

Concepto	Pzas	Peso/pieza	Peso Total
Armaduras	6.00	322.88	1,937.27
Largueros	364.80	6.16	2,247.17
Lamina	319.20	6.11	1,948.72
Crip, y solda	319.20	3.00	957.60
			7,090.75 Kg

Análisis de cargas**Carga muerta (CM)**

Concepto	Peso kg/m ²
Largueros de monten de 6" Cal 12 (6.16 kg/m)	6.16 AHMSA
Lamina galvanizada calibre 22	6.105 AHMSA
Peso de la armadura 322.88 Area tributaria 32.84	9.83
Peso de accesorios (Tornillos, Lamparas, clips, etc.)	5.00
	27.10 Kg/m²

Carga viva

Artículo 199 de Reglamento de construcciones De la CDMX

Carga viva para cubiertas y azoteas con pendiente mayor del 5 %

W (kg/m ²)	Wa (kg/m ²)	Wm (kg/m ²)
5	20	40 GRANIZO

1-La carga máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.

2- La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables.

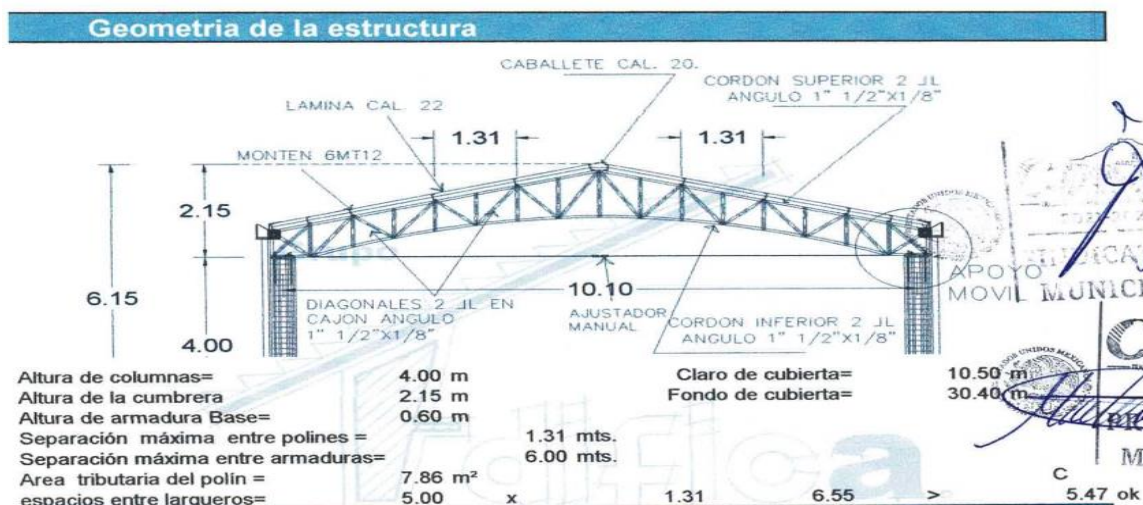
3- La carga W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.

4- Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área a menos que pueda justificarse otro valor acorde con la definición del artículo 187 de la RCCDMX.

5- Las cargas uniformes de la tabla siguiente se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

Imagen 34.

Geometría de la techumbre.



Análisis por viento:

La estructura se analizará con base en el manual de diseño de obras civiles de la C.F.E sección C.1.4 correspondiente al diseño por viento.

Datos para análisis por viento: El análisis de una estructura por viento se hace cuando menos en dos direcciones horizontales perpendiculares e independientes entre sí, eligiendo para ello las direcciones con condiciones más desfavorables para la estructura. Los efectos debidos al viento son convertidos en una presión estática equivalente actuando sobre la estructura. Durante este proceso, diferentes factores que toman en cuenta las condiciones físicas y ambientales del lugar son involucrados.

El manual de Comisión Federal de Electricidad para diseño por viento presenta tablas de la velocidad regional (V_r), del viento a una altura de 10 m. (referencia) y asociada a un período de retorno para el cual se diseñará la estructura. A partir de esta velocidad, la velocidad a cualquier altura puede encontrarse multiplicando esta velocidad por el factor de exposición (F_a) que toma en cuenta la rugosidad del terreno y el tamaño de la construcción derivado de la ecuación logarítmica que origina el perfil de velocidad del viento.

Clasificación de la estructura:

GRUPO "A" Grado Alto de seguridad que corresponde a una techumbre en explanada de una escuela GRUPO "A". Edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de número elevado de vidas o edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana como suelen estar consideradas las escuelas (RDCDF Art. 174 inciso I).

Clasificación de las estructuras por las características de sus respuestas ante viento: La topografía del terreno afecta en gran medida el comportamiento del viento acrecentando o

decrementando la velocidad de este. Por ejemplo, antes de llegar a una cordillera el flujo de aire ocupa un área mucho mayor a la que hay entre las montañas. Al pasar por la cordillera el aire tiende a juntar sus líneas de flujo y por continuidad, la velocidad del viento se incrementa casi llegando a la cima. El factor de topografía (FT) toma en cuenta las condiciones de topografía del lugar.

Clasificación de la estructura: Grupo "A"

-Clasificación de la estructura con respecto a la reacción al viento: del "Tipo 1" que es poco sensible ya que su relación h/b (altura/menor dimensión de su base es menor a 5).

-Categoría del terreno: zona suburbana con obstrucciones de 3 a 5m : Categoría 3.

-Clasificación de la estructura por tamaño: depende de su mayor longitud; Clase A cuya dimensión sea menor de k 20 m. -Obtención de la velocidad regional de diseño: considerando un período de retorno de 50 años por ser del grupo "A" y de acuerdo con el manual de CFE_IIE 1993, se tiene que la velocidad regional de diseño es de $V_r = 130$ km/hr.

-Obtención de la velocidad de diseño: Con la altura del muro y la del arco se obtiene Z.

Imagen 35.

Obtención de velocidad de diseño.

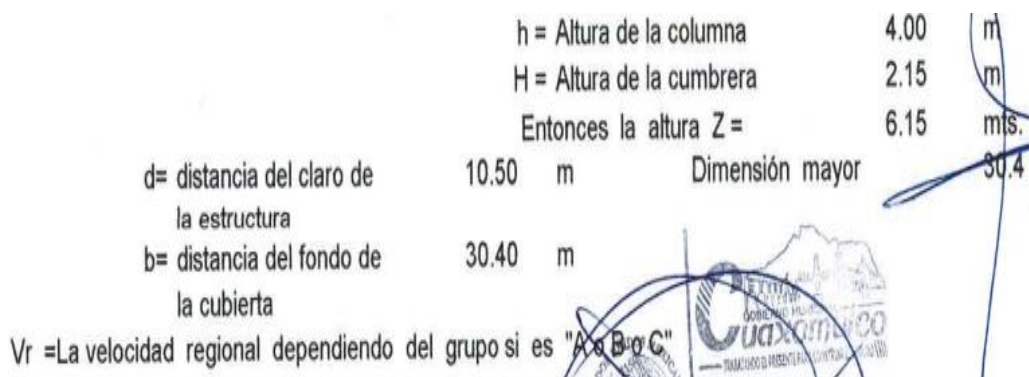


Imagen 36.

Obtención de velocidad de diseño.

Tipo 1 Cuando la relacion altura es menor o igual a 5.00 m.

Velocidades de diseño

CLASE "A" 130 km/hr

Factor de topografia

$K = 1$ (Terreno plano)

Variacion de la velocidad con la altura.

$V_z = V_B$

Velocidad basica $V_B = K V_R$

$V_B = 130$ km/hr

Velocidades de diseño Factor rafaga.

$V_D = F_R \times V_z$

$V_D = 130$ km/hr

Fuerza debida al viento

$P = 0.0048 G C V_D^2$

$G = (8+h)/(8+2h)$; h = Altura sobre el nivel del mar

$h = 2.445$ k.s.n.m

$G = (8+h)/(8+2h)$

$P = 0.0048 G C V_D^2$

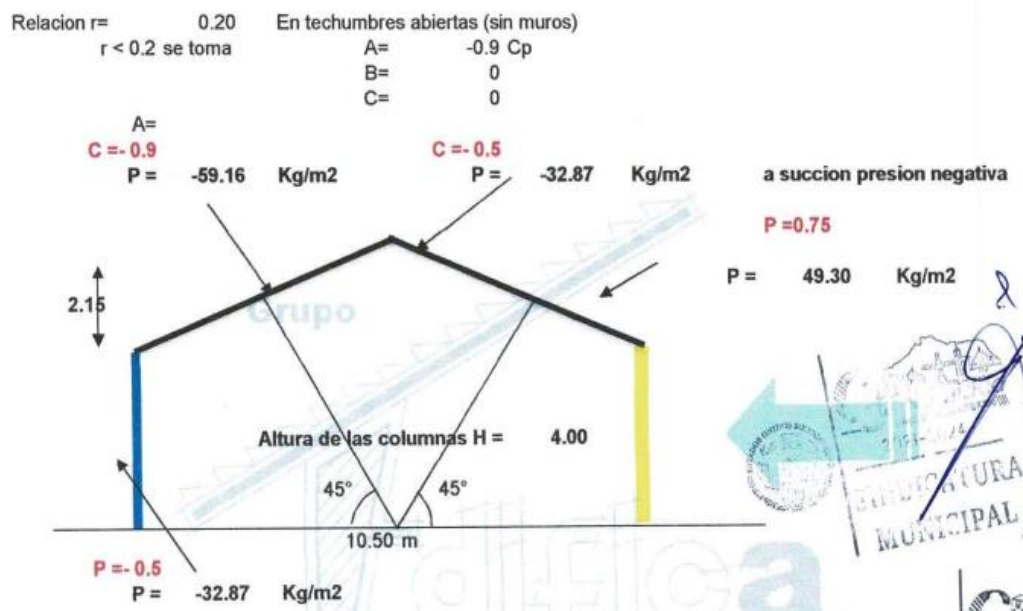
0.81

65.73 C = kg/m²

Viento normal a las generatrices:

Imagen 37.

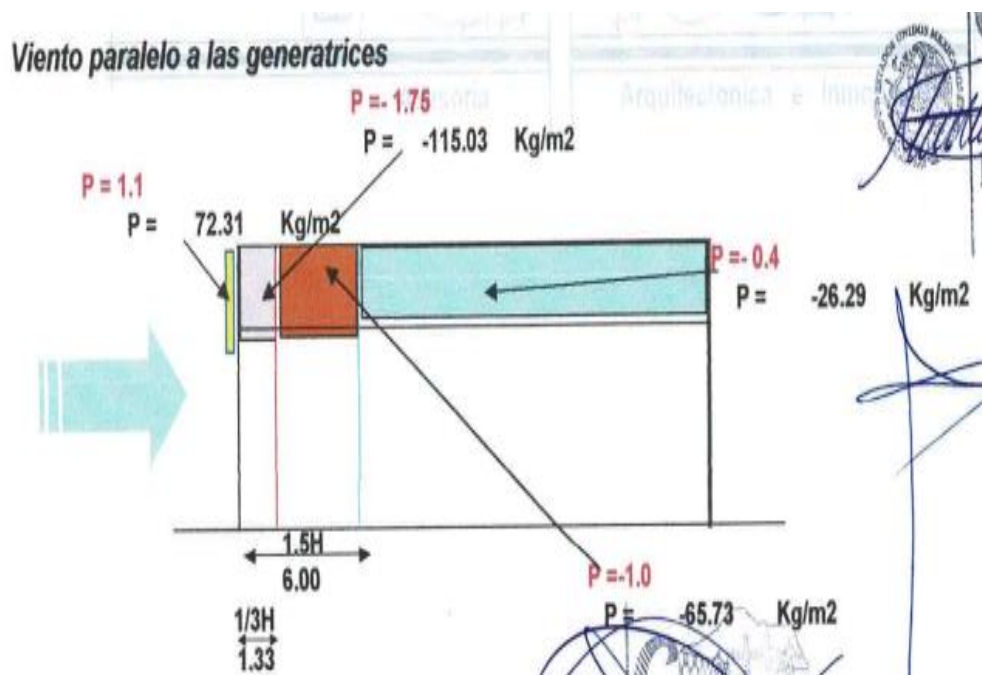
Cálculo de viento normal.



Viento paralelo a las generatrices:

Imagen 38.

Calculo con viento normal.



A) Viento en la dirección 'X' normal a los polines, tenemos tres zonas de afectación:

barlovento, central y sotavento:

Imagen 39.

Calculo con viento en X.



Presiones interiores: Además de las presiones producidas por el viento habrá que considerar las presiones interiores. Estas se obtienen a partir de la misma fórmula en que el coeficiente es ± 0.3 .

Imagen 40.

Calculo con viento en X.

$P = 0.0048 G C V D^2$
 $P = \pm 65.73 \text{ kg/m}^2$
 $P = \pm 19.72 \text{ kg/m}^2$

$C_{pi} = 19.72 = 39.44 \text{ Kg/m}^2$

Este valor se sumara a las presiones obtenidas
 ejemplo $153.9 + 26.38 = 180.28 \text{ kg/m}^2$

La presión queda:

$P_b =$	29.58 kg/m ²	Barlovento
$P_c =$	-52.59 kg/m ²	Central
$P_s =$	-78.88 kg/m ²	Sotavento



B) Viento en la dirección 'Y' paralelo a los polines, aquí el coeficiente debe aplicarse uniformemente en toda la relación:

Imagen 41.

Calculo con viento en Y.

Relación: $L/H = 2.6250$

$C_{pi} = -0.39$ todo el claro $P_e = -25.64 \text{ kg/m}^2$

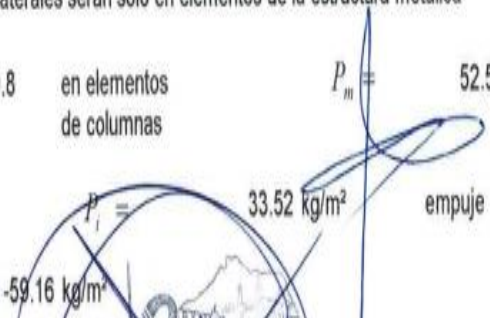
Con respecto a esta acción del viento, lo empujes laterales serán solo en elementos de la estructura metálica

$C_{pm} = 0.8$ en elementos de columnas $P_m = 52.59 \text{ kg/m}^2$

Presión interior: $C_{pi} = 0.51$

La presión queda: $P_y = -59.16 \text{ kg/m}^2$

Diagrama de empuje: $P_i = 33.52 \text{ kg/m}^2$ empuje



Cargas aplicadas a la estructura:

Imagen 42.

Cargas aplicadas.

Viento en X:	29.58	1.31	38.75	kg/ml	Presion en polines de barlovento
	-52.59	1.31	-68.89	kg/ml	succión en polines centrales
	-78.88	1.31	-103.33	kg/ml	succión en polines de sotavento
Viento en Y:	-59.16	1.20	-70.99	kg/ml	En toda la cubierta

Bajada de cargas:

Imagen 43.

Cálculo de bajada de cargas.

Se analizara solo la mitad de la armadura ya que es simetrica.

CM =	27.10	(Kg/m2)	Carga Muerta
CV =	40.00	(Kg/m2)	GRANIZO
CV =	29.58	(Kg/m2)	(Analisis por viento)
	96.68	(Kg/m2)	

Por Analisis (peso de la armadura)
Por especificación Art. 199
Por Analisis

96.68 (Kg/m2) (Fuerzas gravitacionales)

Tomamos en cuenta las Bjadad de cargas

NODO	Area (m2)	CM (Kg/m2)	CV (kg/m2)	CV vientos(kg/m)	CM+CV+CVv	Carga Actua
4	3.93	106.49	157.20	-310.00	-46.31	Succión
6	7.86	212.98	314.40	-619.99	-92.61	Succión
8	7.86	212.98	314.40	-619.99	-92.61	Succión
10	7.86	212.98	314.40	-619.99	-92.61	Succión
12	3.93	106.49	157.20	-310.00	-46.31	Succión

Empuje de succión Negativo (hacia arriba) succón

-370.45

Se observa que prevalece la fuerza por succión **efecto de tunel**

El refuerzo con largueros y pijado sera de gran importancia y ayuda

Factor de carga grupo "A"

1.50 Factor de seguridad Tipo "A"

Bajada de cargas CM +CV tomando la fuerza de empuje del Balvento
(Armaduras centrales)

Nodo	Area (m2)	CM (Kg/m2)	CV (kg/m2)	CV vientos(kg/	CM+CV+CVv	Factor carga
4	3.93	106.49	157.20	116.25	379.94	569.91
6	7.86	212.98	314.40	232.50	759.88	1,139.82
8	7.86	212.98	314.40	232.50	759.88	1,139.82
10	7.86	212.98	314.40	232.50	759.88	1,139.82
12	3.93	106.49	157.20	116.25	379.94	569.91

Suma de carga uniformemente distribuida= 4,559.27 Kg

Cálculo de nodos:

Imagen 44.

Nodos.

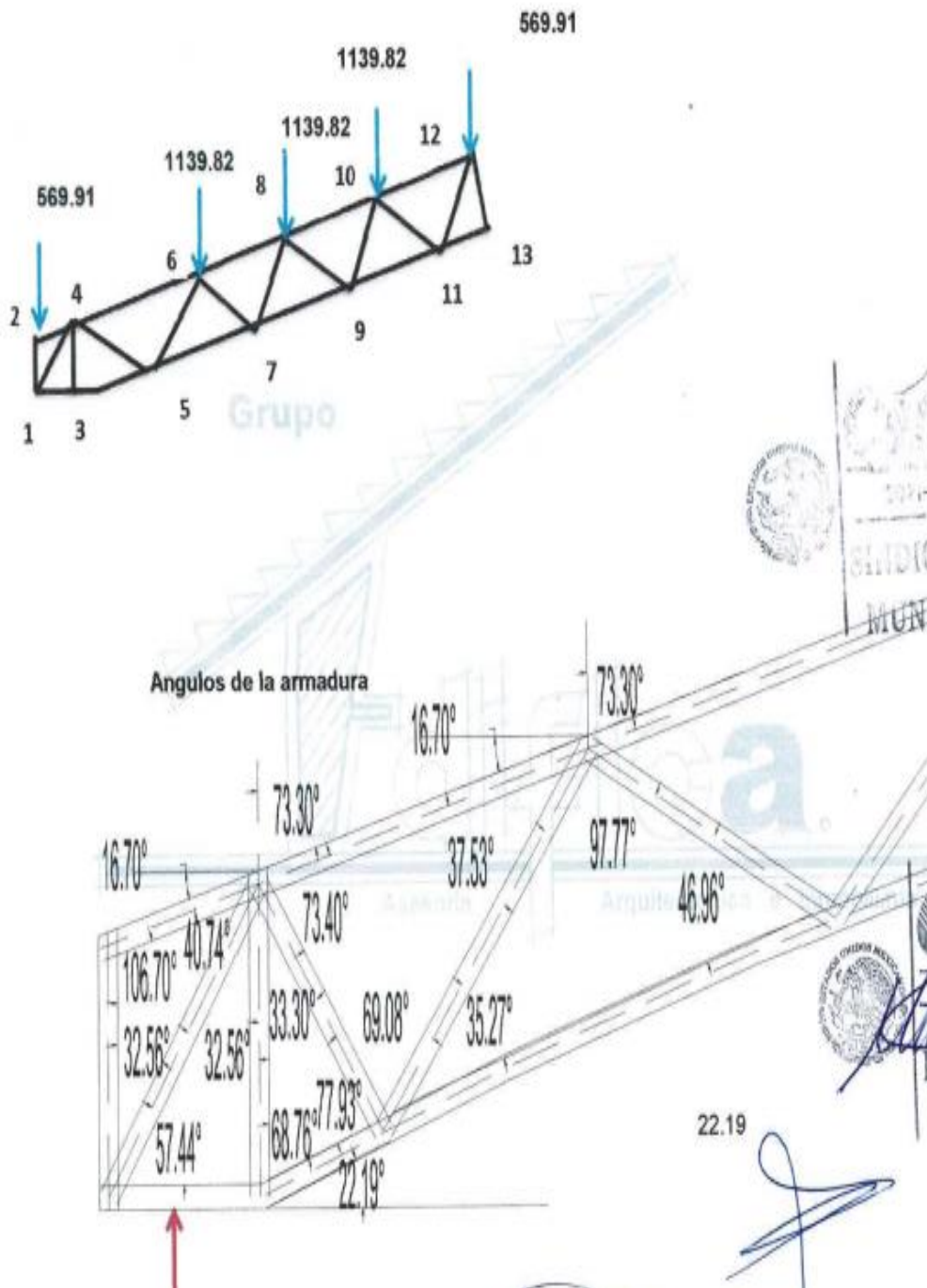


Imagen 45.

Nodos por sección.

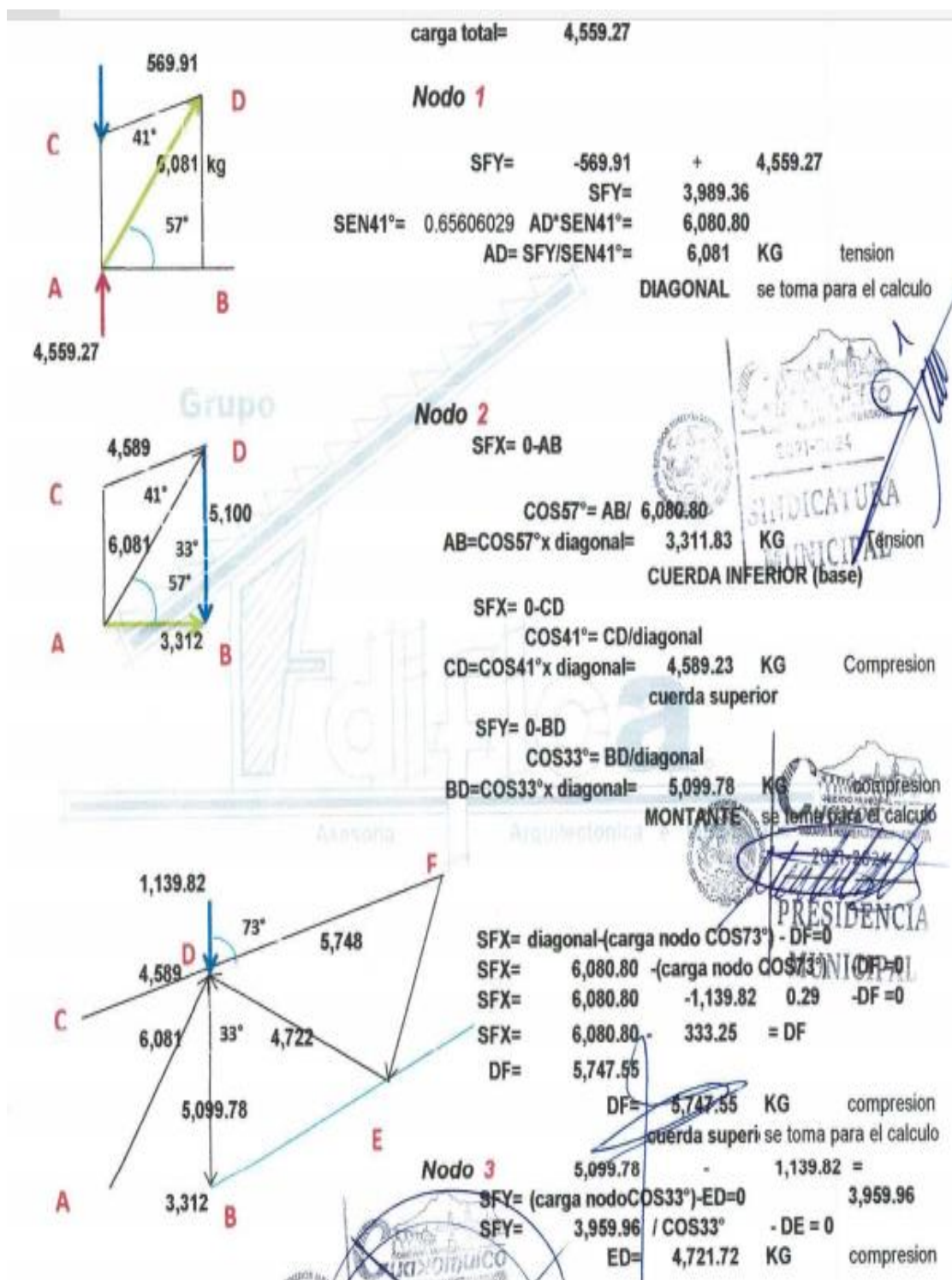


Imagen 46.

Nodos por sección.

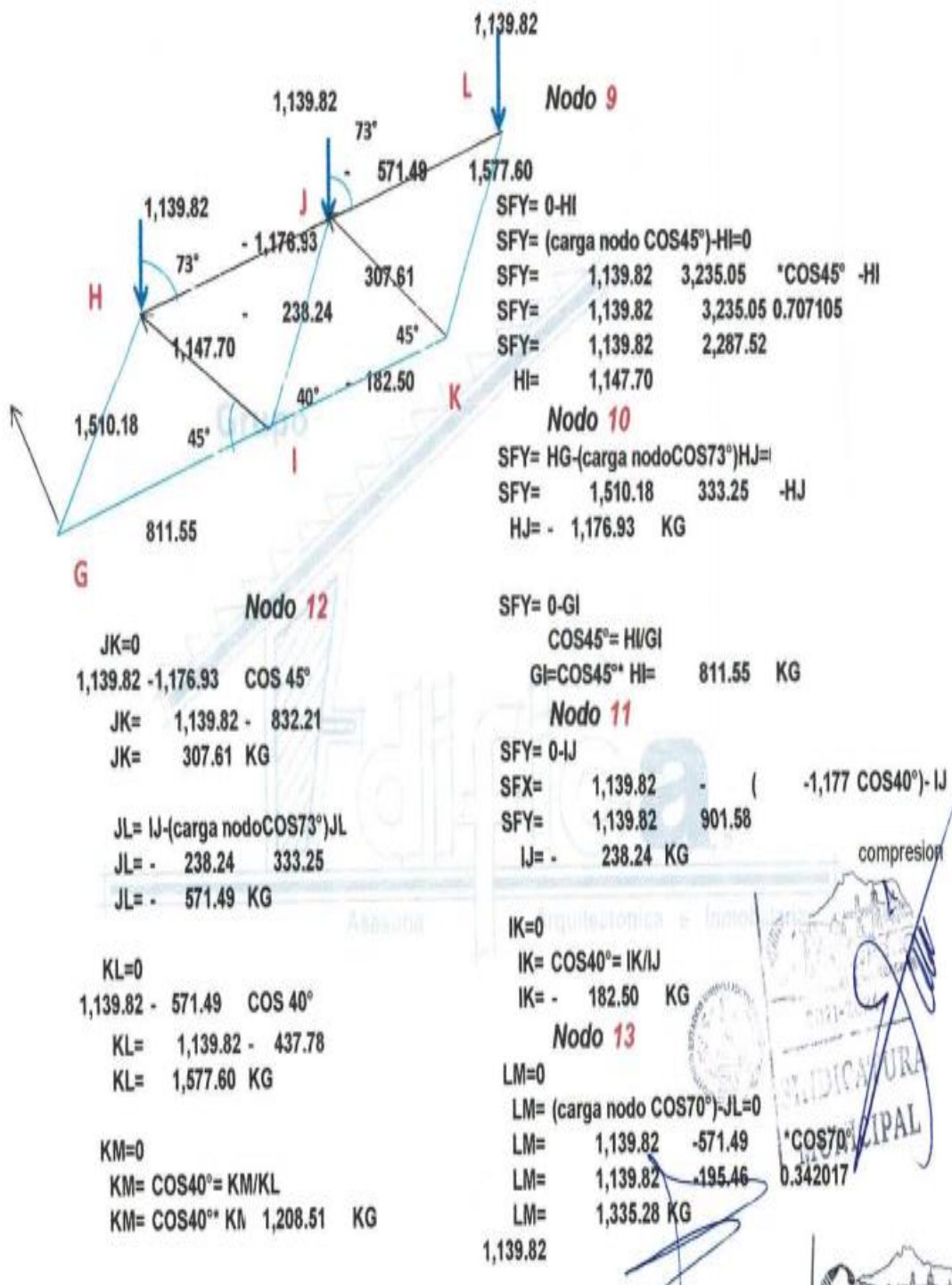
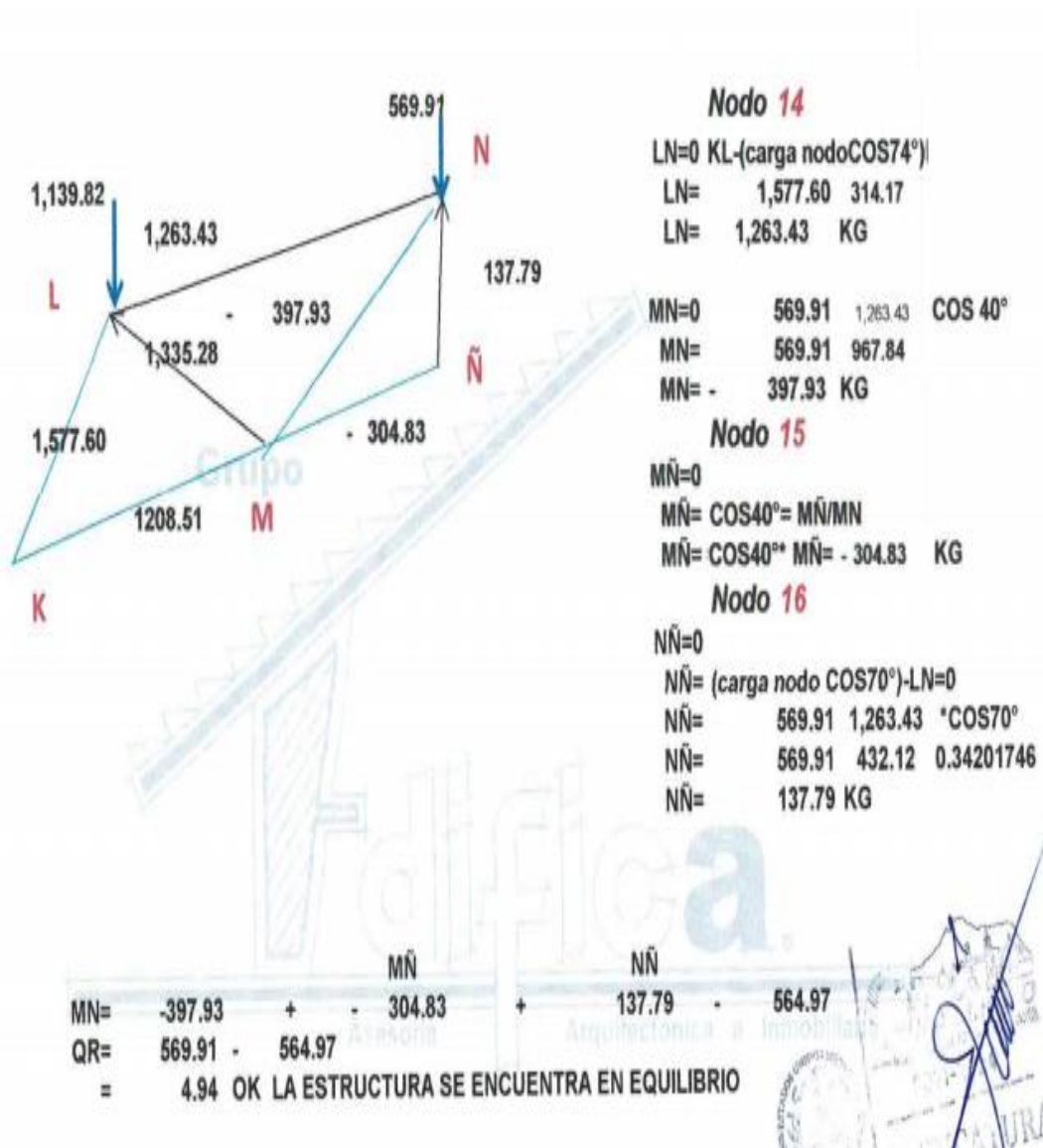


Imagen 47.

Nodos por sección.



Diseño de los elementos de armadura:

Determinación de la resistencia última de los elementos de la armadura revisaremos a las dos secciones que forman la estructura;

1- La sección estará Formada por 2L de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" en parte inferior y parte superior.

2 - La sección formada por 2L de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" en parte intermedia y diagonales.
Una vez determinada la resistencia ultima comprobaremos si la resistencia ultima es mayor que fuerza actuante en las dos secciones en caso contrario se propondrán soluciones de diseño.....

Seguimiento de obra:

Después de recabar todos los cálculos y datos del proyecto, simultáneamente se siguieron con los trabajos en obra esto con el fin de no perder tiempo.

La obra se encontraba en la finalización de excavaciones, y fue un buen momento para comprobar que las zapatas tuvieran la profundidad que demandaban los cálculos.

Imagen 48.

Profundidad de zapata producto de la excavación.



También se rascaron las contratraves que debían de llevar las zapatas, esto con el fin de rigidizar la estructura de la cimentación.

Imagen 49.

Excavación de contratraves.



Posteriormente se inició con el mejoramiento del suelo, ya que presentaba cierta humedad, que, aunque en calculo no presentaba peligro alguno, se determinó y se hizo la recomendación de mejorar el suelo con una capa de base hidráulica compactada al 100%.

Imagen 50.

Compactación de base hidráulica.



También se realizó la colocación de plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto hecho en sitio, con el fin de rigidizar y que las zapatas y contratravesasentaran en terreno firme.

Imagen 51.

Plantilla de concreto



Imagen 52.

Plantilla de concreto en contratrabe.



Teniendo en cuenta que ya se había mejorado el suelo, se siguió con el siguiente proceso constructivo, el cual fue el empezar a traslapar y a hacer las bases de acero (parrillas) para zapatas con unas dimensiones de 1.50 m x 1.50 m y un diámetro de $\frac{1}{2}$ ", así como también los dados que se iban a anclar a las zapatas con medidas de 1.20 m x 0.5 m x 0.5 m, posterior mente

se empezaron a armar las columnas, las cuales serían de un diámetro de 40 cm y una longitud de 6 m, el acero utilizado fue doblado en sitio.

Imagen 53.

Armado de piezas de acero



Imagen 54.

Armado de columnas de acero.



Imagen 55.

Columna de acero con 7 varillas de 5/8" y estribos de 3/8"



Luego del término del proceso estructural, se siguió con el anclado y la unión de todas las partes estructurales, para su posterior cimbrado de madera y colado con concreto.

Imagen 56.

Unión de elementos estructurales.



Por medios manuales y en conjunto con todos los obreros, se instalaron todas las columnas, para solo quedar a espera de su debido cimbrado y colado.

Imagen 57.

Columnas de acero hincadas al suelo.



Posterior a esto se realizaron las pruebas referentes al concreto (revenimiento), para corroborar que se tenga el $f'c$ que se requiere para garantizar un concreto que cumpla con lo especificado en los cálculos.

Imagen 58.

Prueba de revenimiento.



Imagen 59.

Prueba de revenimiento.

**Resultados de las pruebas de revenimiento:****Imagen 60.**

Reporte de prueba del concreto.

REPORTE DE CONCRETO HIDRAULICO		CIMAX	
LABORATORIO, GEOTECNIA Y CONSTRUCCIÓN			
OBRA: TECHADO EN AREA DE IMPARTICION DE EDUCACION FISICA LOC: SAN LORENZO XALTTELULCO, COAXOMULCO TLAXCALA CIA: SAUL LOPEZ MARTINEZ ATN: DOP ING. CAYETANO GALICIA NAVA		REPORTE: 01 FECHA: 14-NOV-2023 CLAVE: C-090	
NORMAS DE REFERENCIA: NMX-C-83-ONNOC-2014 NMX-C-109-ONNOC-2013 NMX-C-155-ONNOC-2014		PROYECTO Fc: 250 kg/cm ²	
DATOS DEL MUESTREO			
ELEMENTO MUESTREADO	COLUMNAS		
LOCALIZACION DEL ELEMENTO MUESTREADO	ESC. PRIM. UNION Y PROGRESO ENTRE CALLE SAN LORENZO Y DIAGONAL GUADALUPE		
NUMERO DE CILINDRO	1	2	3
DATOS DE PROPORCIONAMIENTO			
PROPORCIONAMIENTO CEM-GRAB-ARENA-AGUA	1-5-5-1 1/2		
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO EN mm	20		
REVENIMIENTO EN cm	10		
CEMENTO	TOLTECA		
EQUIPO	HECHO EN OBRA		
ADITIVO	----		
DATOS DE MUESTREO			
FECHA DE MUESTREO DIA-MES-AÑO	7 de noviembre de 2023		
EDAD DE LA MUESTRA	7	14	28
FECHA DE ENSAYE	14-nov-23	21-nov-23	5-dic-23
DATOS DE ENSAYE DE LA MUESTRA			
DIAMETRO EN cm	15.00	----	----
ALTURA EN cm	30.00	----	----
AREA EN cm	176.71	----	----
PESO EN kg	11.560	----	----
CARGA EN kg	30,000	----	----
ESFUERZO EN Kg/cm ²	170	----	----
CARGA EN N	294,200	----	----
ESFUERZO EN KPa	16,648	----	----
% DE RESISTENCIA REAL	88%	----	----
TIPO DE FALLA	1	----	----
OBSERVACIONES:			

Al pasar la prueba de revenimiento se empezó la colación de zapatas, la cual fue realizada por maestros y ayudantes obreros de la construcción, el concreto fue hecho en sitio.

Imagen 61.

Colado de zapatas.



Después del colado y al pasar los días, se taparon las zapatas con material producto de la excavación.

Imagen 62.

Dado fraguado.



Posteriormente se realizó el cimbrado de las columnas de acero, para su colado en sitio.

Imagen 63.

Cimbrado de columnas.



Después de terminar el cimbrado, se fueron colando las columnas poco a poco, procurando el ir realizando un colado de buena calidad, para que no quedaran defectos vistosos en la construcción.

Imagen 64.

Colado de columnas en sitio.



Después de unos días de fraguado, se empezaron a desmontar las primeras cimbras, con el fin de corroborar que el colado de columnas haya quedado en buen estado.

Imagen 65.

Descimbrado de columnas.



Mientras unos decimbraban, otros se dedicaban a cimbrar lo que sería el último paso de la cimentación, y estamos hablando de la contratrabe de 0.20 m x 0.35 m, para posteriormente colarlas.

Imagen 66.

Colado de contratrabe.



Entre los últimos usos del concreto se dio en la utilización para tapar el material de tierra, con un firme de 10 cm de espesor.

Imagen 67.

Firme de concreto.



Al terminar de construir la estructura que soportaría a la cubierta, se decidió hacer el retiro de escombros producto de la construcción, se hizo a mano dentro del instituto, pero afuera de él se contrató a una retro excavadora y a un camión volteo de 6 m3 para que se llevaran el escombros mínimo hasta 1 km alejado de la construcción.

Imagen 68.

Retiro de escombros.



Imagen 69.

Acarreo de escombros.



Luego de la limpieza de obra, se empezaron los trabajos de construcción de la cubierta, en este caso se utilizó lamina de zincro calibre 22, y acero del tipo montenes de 6", canalones de calibre 12, así como también los contraventeos de $\frac{1}{2}$ " y caballete de calibre 20, largueros y las soleras.

Imagen 70.

Ángulos fabricados listos para ser instalados.



Se revisan que los apoyos estén en óptimas condiciones para poder montar la primera estructura de acero.

Imagen 71.

Apoyos para la estructura.



Se instala la estructura de montenes y ángulos, mientras se siguen terminando las ultimas estructuras.

Imagen 72.

Primera fase de cubierta.



Se terminan de instalar las demás estructuras, y ya está lista para montar la lamia.

Imagen 73.

Terminación de segunda fase de la estructura.



Se empezó a instalar la lámina de calibre 22, y en este punto la terminación del proyecto ya se encontraba en un 95%, ya que también se estaban haciendo acabados, como del tipo de pintura.

Imagen 74.

Instalación de lámina.



Ya como último paso se terminó de instalar la lámina y solo se pulieron algunos detalles, que surgieron, la obra se terminó en un tiempo estimado y no existieron problemas que retrasaran la finalización de esta.

Por consiguiente, se finalizó con el trabajo, mencionando que actualmente la construcción no se entrega a las autoridades correspondientes para su gran inauguración y así pueda hacer uso de la misma.

Imagen 75.

Finalización de la cubierta de lámina.



Capítulo 3- Aportaciones.

Desde que se inició el proyecto en términos de aportaciones, el proyecto destaco ya que para su realización hubo inversión de dinero de diferentes partes, tanto de la sociedad de padres de familia, como de la presidencia municipal, ya que cada uno puso de su parte económicamente hablando para que este proyecto se pudiese realizar.

Debo de hacer mención que en ningún momento surgieron represalias y problemáticas en la construcción del proyecto, ambas partes colaboraron para un bien en común, y como resultado se obtuvo un proyecto gratificante y sobre todo de mucha utilidad para los niños de esta escuela primaria.

Fue un proyecto donde la mayoría de gente puso su granito de arena con tal de que el proyecto se terminara en un buen tiempo establecido, y cabe decir que se logró ya que no surgieron tantos retrasos en la construcción.

Posteriormente y hablando personalmente; desde el momento que se me asigno el seguimiento de este proyecto con fines prácticos y estudiantiles, considero que le puse empeño en aportar, más que nada en tema informativo, ya que constante mente divagué por la web para buscar ideas que pudieran ayudar a solventar problemas que tuvieran que ver con el proyecto.

No obstante, considero que siempre brinde apoyo y confianza al personal obrero que estuvo durante la realización del proyecto, y de igual manera ellos también me mostraron su comprensión y apoyo para solventar juntos las problemáticas que surgieron durante todo el trayecto de la construcción, mi mayor aporte creo fue analizar y comprender las problemáticas, y enfatizo en ello, por que estuve para resolver dudas, y cuando no sabía algo, pedía la información a mis superiores, la idea era nunca dejar de resolver los detalles que ocurrían.

Otras cosas en las que pude aportar para el proyecto fueron meramente en actividades:

- Realización de planos: Cuando se me requería modificaba algunas características en los planos con fines de tener un mejor proyecto y más completo.

- Búsqueda de costos y presupuestos: Busque en la web, los precios actualizados de la mayoría de los materiales utilizados para esta construcción.

- Búsqueda de materiales que más se acoplaran al proyecto: Busque en la web, materiales de diferentes tipos para tener contemplados en el proyecto en caso de que los investigados fueran más factibles que los primeramente propuestos.

- Bitácoras de obra: Cuando se me dejaba en campo, realice bitácoras de obra, las cuales incluían características de lo que se realizaba ese día y de algunas cuestiones que surgían.

- Acomodamiento de almacén: Esta aportación se hacía en campo y en oficina ya que se me requería acomodar materiales para que en su momento fuera más factible su localización.

- Contar inventario de materiales: Esto iba de la mano con lo del acomodamiento de material, ya que tenía que llevar un control de los materiales.

- Comprensión de información: Aquí aporte de mis conocimientos ya que tenía que estar actualizado en conceptos utilizados para este tipo de construcciones y así no divagar o comprender erróneamente las instrucciones o indicaciones que se me daban.

- Etc.

En base a esto puedo decir que puse mi granito de arena para la realización del proyecto, puesto que de eso se trata de servir para un bien, mientras uno se auto ayuda aprendiendo sobre más cosas y el cómo funciona la vida laboral más afondo y más profesional.

Conclusiones.

Como conclusiones puedo decir que el proyecto no fue fácil de comprender, en lo personal aun me cuestan ciertos criterios que se deberían de dominar, un ejemplo que puedo decir es el cálculo de la estructura, son muchos puntos en los cuales debemos de estar bien, y si no es así, el proyecto se debe de replantear o incluso cambiar por el bien de este y de la seguridad estructural.

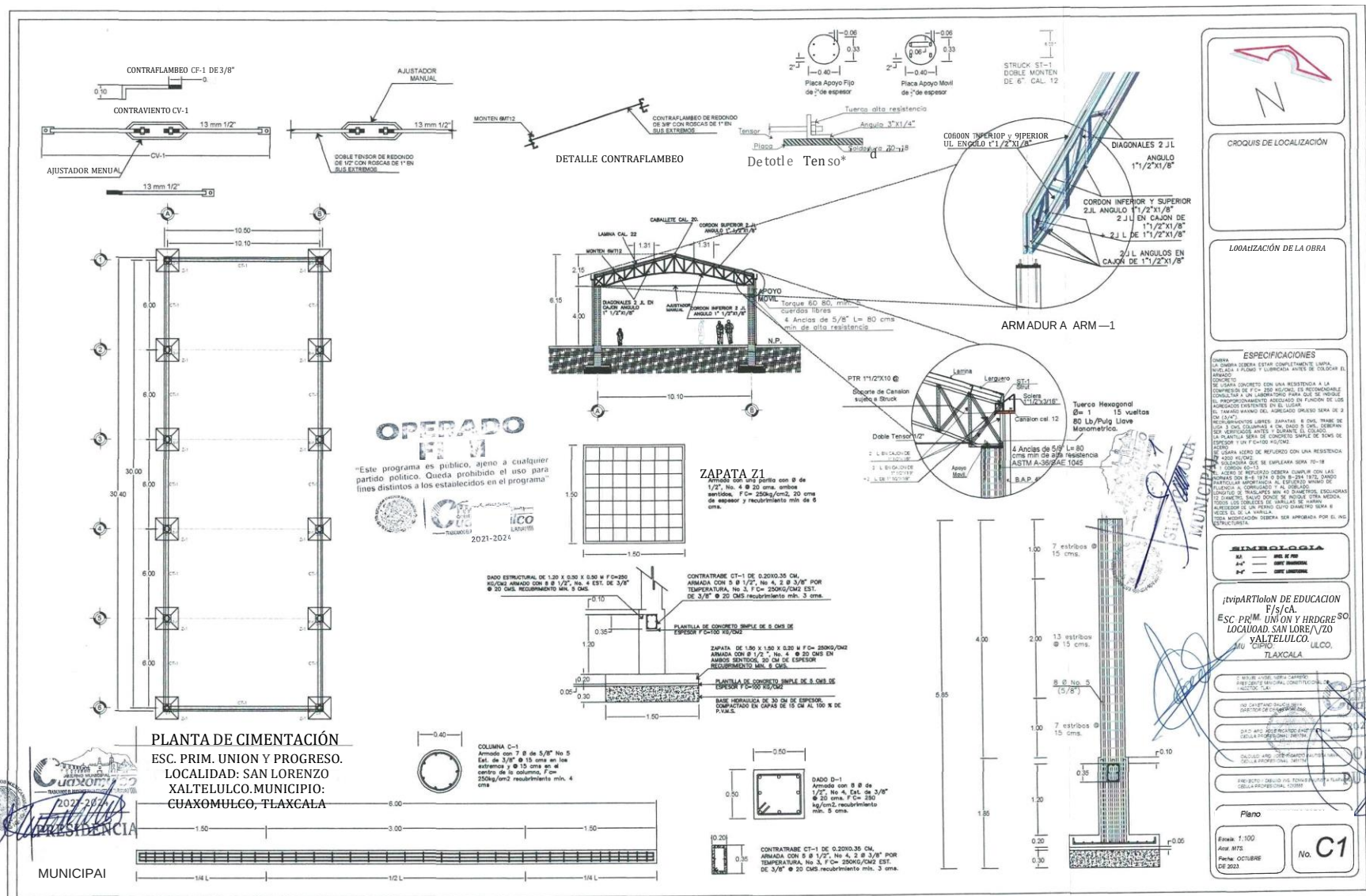
Pero en términos generales me gustó mucho, ya que adquirí muchísimo más conocimiento en el ámbito laboral, a estas alturas apenas me doy cuenta de que todo lo que yo creía o tenía adquirido, no es ni la cuarta parte de lo que hay laboralmente, es por eso que quede entusiasmado con seguir coincidiendo con este tipo de proyectos, proyectos que dejan conocimiento y aprendizaje para nuestro futuro.

En términos del proyecto quedé satisfecho ya que fue un proyecto de gran gratitud, se terminó en el tiempo establecido y no se tuvieron rezagos de tiempo, además de que adquirí nuevas técnicas de trabajo.

Estas técnicas se basan en la normatividad gubernamental.

Quedo satisfecho con la práctica profesional realizada, esperando que este informe sea lo suficientemente bueno para futuras generaciones, que se adentraran en la práctica laboral.

Sin más por el momento me despido, agradeciendo por la oportunidad brindada por parte de los ingenieros responsables durante mis prácticas profesionales.



		Agosto	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre		
ACTIVIDAD		4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Inicio y capacitación para el desarrollo de actividades de la empresa.	P																
	R																
Recopilación de datos de proyecto.	P																
	R																
Inicio de obra.	P																
	R																
Realización de antecedentes de obra (Mecánica de Suelos, memoria descriptiva, calculo, planos, etc.)	P																
	R																
Realización de preliminares de obra (Trazo y nivel, excavación, retiro de escombros, relleno, acarreo)	P																
	R																
Proceso de cimentación de obra (Zapatas, plantillas, dados, etc.)	P																
	R																
Proceso estructural de concreto (Columnas, habilitado y armado de acero, etc.)	P																
	R																
Proceso estructural de acero (Anclado, acero estructural, placas base, lamina de zintro, largueros, etc.)	P																
	R																
Construcción de red de agua pluvial de la techumbre (Bajante de aguas, registros, tubería PVC)	P																
	R																
Acabados de obra (Pintura)	P																
	R																
Finalización y entrega de obra.	P																
	R																
OBSERVACIONES		(12)					(13)									(14)	

Cronograma de actividades.

Descripción detallada de la actividad

Actividad	Duración	Inicio	Fin
Capacitación	25 días	21/08/23	14/09/23
Recopilación de datos.	16 días	15/09/23	30/09/23
Inicio: Estudios de mecánica de suelos	2 días	2/10/23	3/10/23
Memoria descriptiva: Análisis y calculo estructural.	6 días	4/10/23	9/10/23
Proyecto ejecutivo: Planos	5 días	10/10/23	14/10/23
Trazo y nivelación	1	16/10/23	16/10/23

Trazo y corte de pavimento	1	16/10/23	16/10/23
Demolición de concreto por medios manuales	2	17/10/23	18/10/23
Excavación a cielo abierto	2	19/10/23	20/10/23
Relleno de material producto de excavación	1	21/10/23	21/10/23
Carga y acarreo de material sobrante	1	21/10/23	21/10/23
Cimentación: Base hidráulica con material de banco	2	23/10/23	24/10/23

Plantillas de 5 cm de espesor de concreto.	1	25/10/23	25/10/23
Zapata de concreto armado	3	26/10/23	28/10/23
Dado de concreto armado	4	30/10/23	2/11/23
Contratrabe	4	3/11/23	6/11/23
Estructural: Columnas de concreto armado	9	7/11/23	15/11/23
Habilitado y armado de acero	7	16/11/23	22/11/23
Firme de 8 cm de espesor	3	20/11/23	22/11/23

Estructura metálica: Anclado	3	23/11/23	25/11/23
Colocación de placa base	2	27/11/23	28/11/23
Colocación de acero estructural a-36	2	29/11/23	30/11/23
Colocación de redondo acero al carbón	4	1/12/23	4/12/23

Resumen

El presente informe pretende dar a entender y atender las necesidades de los sectores públicos, mediante la mejora continua de techumbres metálicas para escenarios de espacios abiertos tanto cívicos como deportivos, en este caso para la escuela primaria unión y progreso.

El problema radica en implementar este tipo de cubiertas metálicas ya que actualmente, las actividades al aire libre, principalmente deportivas o sociales, dentro un plantel educativo, son un componente importante en el desarrollo y calidad de la educación, por lo que los espacios arquitectónicos destinados a ellos requieren de elementos que contribuyan, al bien estar y desarrollo de este y de sus estudiantes.

Un elemento por considerar es la protección ante adversidades climatológicas a través de una techumbre, ya sea una plaza cívica o cancha deportiva, la techumbre le da un valor de multifuncionalidad donde se procura realizar el mayor número de actividades.

Por otro lado, resulta necesario el uso de sistemas constructivos capaces de solventar los requerimientos ambientales al interior del espacio a proteger con una cubierta debido a la diversidad climatológica con la cuenta el país, al respecto existen varios sistemas de cubiertas que por sus características han sido mayormente usados en canchas deportivas o plazas cívicas de centros educativos, los cuales son los siguientes:

- Arco techo. (sistema auto portante).
- Membrana estructural (tenso estructura).
- Cubierta con lámina o panel aislado.

El uso de estos sistemas da una amplia gama de soluciones arquitectónicas, en cuanto a su forma y características particulares. La finalidad de la techumbre será la de mejorar la calidad de vida del plantel educativo, aspirando siempre a instalaciones sustentables, entendiendo a la techumbre como un bien generado que minimiza los efectos ambientales negativos y que debe ser preservado, en base al conocimiento de uso, mantenimiento y características de todos los componentes que la integran.

Actualmente existen muchas empresas dedicadas a la construcción de este tipo de estructuras metálicas y cubiertas, que generalmente son grandes y vistosas, pero a la vez costosas. Lo que se quiere lograr con este proyecto es mostrarse y plantear a los sectores populares, la construcción de techumbres metálicas económicas, pero a la vez seguras, que permitan construirse en comunidades de bajos recursos, tanto en sus escuelas, parroquias, recintos y espacios públicos, para así beneficiar a su población en general.

Cabe mencionar que la instalación de estos techos sigue un proceso meticuloso que incluye diseño, fabricación y montaje. En México se han llevado a cabo experiencias exitosas, mejorando el entorno educativo y beneficiando a estudiantes, padres de familia y personal docente. Al elegir una techumbre para escuelas, es importante considerar normativas, presupuesto y vida útil.

Bibliografía.

-Diana Mayeli V. Á. y Harol Eber P. A. (2016) Diseño de la cubierta de la cancha de deportes de la Uniminuto Girardot [Trabajo de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios].<https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/4874/3/T.GEC%20VILLAREAL%20MAYELI.pdf>

-Jessica Alejandra V. T. (2018) Diseño de techumbre tipo domo para colegio Santa Inés en San Antonio [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica Federico Santa María Sede Villa del Mar].<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48056/3560901064656UTFSM.pdf?sequence=1>

-Secretaría de Educación Pública (2022) Estudios Preliminares, revisión 2022. Vol. 2. https://www.inifed.gob.mx/doc/pdf/2022/normatividad/VOLUMEN_2_TOMO_II_Estudios_preliminares.pdf

-APROY NMX- R - 000 – SCFI (2015) APROY ESCUELAS – CUBIERTAS PARA ESPACIOS DEPORTIVOS DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA EDUCATIVA. https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/educacion/Subcomite_de_Escuelas/subcomite/APROY-NMX-Cubiertas%20para%20Espacios%20Deportivos.pdf

-Santiago Paúl E. A. (2008) Diseño estructural de la cubierta metálica para dos canchas de ecuavoley [Proyecto previo, Escuela Politécnica Nacional]. [CD-1590 \(epn.edu.ec\)](https://repositorio.epn.edu.ec/handle/123456789/1590)

-Carlos Gabriel P. M. (2009) Diseño, costo, y construcción de Techumbre bajo el sistema arco techo tipo membrana [Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México]. [0649737.pdf](https://repositorio.unam.mx/bitstream/handle/123456789/10649737)

-Secretaría de Educación Pública (2021) Techos y Plafones, revisión 2021. Vol. 6, Tomo VIII. VOLUMEN 6 TOMO VIII 2021.pdf (inifed.gob.mx)

-Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo. Manual Técnico de Estructuras Metálicas [Archivo PDF] (PDF) MANUAL DE ESTRUCTURAS METÁLICAS | Orlanis Murillo - Academia.edu

-Alberto L. L., Celso Joaquín M. B. y Luis Eduardo P. R. (2008). Manual de Diseño por Viento. Comisión Federal de Electricidad. Manual De Diseo Por Viento Cfe 2008.Pdf | uDocz

-Construcción Energética Asísmica. TECHUMBRE Manual Práctico de Construcción LP [Archivo PDF] 06_TECHUMBRE-91_108.pdf (lpchile.cl)

-Requisitos de Ejecución (2013) Requisitos de Ejecución, revisión 2013. Vol. 6, Anexo V. anexo V.pdf (inifech.gob.mx)

-Ernst Neufert S. (2009). Arte de proyectar en la arquitectura. GG.

-Roberto, N. (2024). Sabes cómo empezó la construcción de los techos con estructuras metálicas. Función Industrial. SABES CÓMO Y DONDE EMPEZÓ LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TECHOS CON ESTRUCTURAS METÁLICAS ~ FUNCIÓN INDUSTRIAL (funcionindustrial.blogspot.com)

-Fernando B. (14/09/2012). Historia y evolución de las cubiertas. Introducción. La casa por el tejado. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LAS CUBIERTAS. INTRODUCCIÓN. | La casa por el tejado (indafer.com)

-Cuaxomulco, Tlaxcala. Tu municipio. (2024). Conoce a detalle temas relacionados con tu municipio. Municipio de Cuaxomulcotlax

-Ciudades de mi México (2024). Cuaxomulco, Tlaxcala. Ayuntamiento e Información.
Cuaxomulco - Ayuntamiento, historia e información de la ciudad (ciudadesdemimexico.com.mx)

-Gerd Werner. (1986). Los suelos en el estado de Tlaxcala. Org.

-Meli, Roberto, Diseño estructural. Limusa 2da edición.

-Reglamento de construcciones del Distrito Federal, Diario Oficial, 2004.

-Smie, (2022), Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de
estructuras de acero.