



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**“CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA  
METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD  
EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR”**

---

**AUTOR:** Edison Mauricio Moreta Tigse

**TUTORA:** Ing. María Fernanda Pico Núñez, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Febrero – 2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR”**, elaborado por el Sr. Edison Mauricio Moreta Tigse, portador de la cédula de ciudadanía C.I.: 180445174-6, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica

Certifico:

- Que el presente proyecto es original de su autor
- Ha sido revisado cada uno de los capítulos componentes
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, febrero 2024



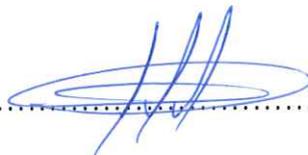
**Ing. María Fernanda Pico Núñez, Mg.**

**TUTORA**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edison Mauricio Moreta Tigse, portador de la cédula de ciudadanía: 180445174-6, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



**Edison Mauricio Moreta Tigse**

**C.I. 1804451746**

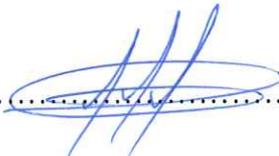
**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



**Edisson Mauricio Moreta Tigse**

**C.I. 1804451746**

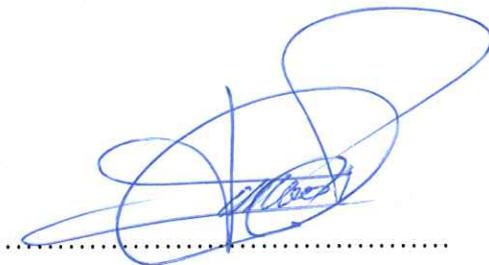
**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el estudiante **Edisson Mauricio Moreta Tigse**, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera, M.Sc.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Mayra Alexandra Vizcaíno Cuzco, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la fortaleza para poder afrontar muchas adversidades en la vida, siguiendo el camino del bien y rectitud, por nunca haberme abandonado, aun en las peores circunstancias.

A mí, pues siempre fue un sueño que nunca solté, pese a los inconvenientes que han existido, he luchado por este logro y siento la satisfacción de haberlo cumplido.

A mi madre por siempre ser el pilar fundamental en este propósito, pues siempre me dio el apoyo que necesitaba, nunca permitió que me rindiera pese a las necesidades que se presentaron y me brindó todo su amor.

A mis hermanos Jonathan, Carolina, Michael, Jennifer (+) por las risas y cariño que me demuestran todos los días, para seguir siempre juntos y poder ser un ejemplo de superación.

A mis tíos maternos ya que sin el apoyo que me han brindado no hubiese podido cumplir esta meta, pues siempre trataron de inculcar en mí la honradez y el trabajo honesto.

A mis abuelos maternos pues siempre compartieron el sueño de verme como un profesional de bien, sobre todo a mi abuelo quien siente el orgullo de esta meta.

A mi pareja M. A. Guevara, ya que, en esta última etapa, me ha empujado a ser mejor persona, a tener metas más grandes, seguir preparándome académica, personal, espiritual y laboralmente.

A mis amigos los Meras pues me demostraron una amistad sincera sin intereses de por medio, apoyándome en cada logro y siendo un círculo fuerte en todo momento.

Y a mis compañeros, amigos que nos apoyamos dentro y fuera de las aulas, por esa amistad que se formó durante nuestra formación profesional.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades y el señor representante de padres de familia de la Unidad Educativa Bolívar - Daniel Salazar, por haberme dado la oportunidad de desarrollar el presente proyecto.

A mi tutora, Ing. María Fernanda Pico Núñez Mg., quien me ha brindado su amistad, así como su apoyo, guía y conocimiento durante todo el proceso de este proyecto.

A mis mentores: Ing. M. A. López, Ing. F. Álvarez, Arq. A. Martínez (+), pues gracias a ustedes he logrado ser un buen profesional con sus enseñanzas, en especial al Ing. V. H. Alvarado quien me abrió las puertas de su empresa para poder desarrollarme profesional y personalmente, expandiendo mis conocimientos y habilidades en cada nuevo proyecto que se me asigna.

Finalmente, a todas las personas que conocí en este periodo educativo, pues siempre formarán parte de mi historia en esta alma mater.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>CAPITULO I - MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.3.1 Acero estructural .....	5
1.3.2 Estructura metálica.....	7
1.3.3 Normativa legal.....	10
1.3.4 Análisis lineal.....	10
1.3.5 Filosofía de diseño .....	12
1.3.6 Estados de carga.....	13
1.3.7 Teoría de la falla.....	19
1.3.8 Teoría de Von Mises .....	20
1.3.9 Conexiones entre elementos.....	21
1.3.10 Soldadura .....	23
1.4 OBJETIVOS .....	27
1.4.1 Objetivo general .....	27
1.4.2 Objetivos específicos .....	27
<b>2 CAPITULO II - METODOLOGÍA</b> .....	<b>28</b>

2.1	MATERIALES Y EQUIPOS .....	28
2.1.1	Materiales .....	28
2.1.2	Equipos.....	28
2.2	MÉTODOS .....	29
2.2.1	Etapa Preliminar: Recolección de información.....	29
2.2.2	Primera etapa: Levantamiento topográfico .....	31
2.2.3	Segunda etapa: Diseño de la estructura.....	34
2.2.4	Tercera etapa: Propuesta económica y cronograma.....	63
<b>3</b>	<b>CAPITULO III - ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
3.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	66
3.1.1	Resultados de la encuesta .....	66
3.1.2	Diseño de la Estructura .....	67
3.1.3	Resultados obtenidos.....	74
3.1.4	Diseño y chequeo de elementos .....	81
3.1.5	Presupuesto General.....	93
3.1.6	Cronograma de Actividades.....	94
<b>4</b>	<b>CAPITULO IV – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>99</b>
4.1	CONCLUSIONES .....	99
4.2	RECOMENDACIONES.....	100
<b>5</b>	<b>MATERIALES DE REFERENCIA.....</b>	<b>101</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>106</b>
6.1	ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA .....	106
6.2	ANEXO 2. TABLA DE DATOS Y DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA ESTRUCTURAL REDONDA .....	108
6.3	ANEXO 3. TABLA DE DATOS Y DESCRIPCIÓN DE PERFIL G.....	109
6.4	ANEXO 4: SALARIOS MÍNIMOS PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN...	109
6.5	ANEXO 5. VALORES ESTABLECIDOS DE LA RAZÓN ANCHO-ESPESOR. ...	115
6.6	ANEXO 6. VALORES DE Ø, FNBM, FNW.....	118
6.7	ANEXO7. CÁLCULO DE PLACAS BASE Y ANCLAJE .....	121
6.8	ANEXO 8. CÁLCULO DE CORDÓN DE SOLDADURA .....	123
6.9	ANEXO 9. CÁLCULO DE PEDESTALES.....	125

6.10	ANEXO 10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	126
6.11	ANEXO 11. PLANOS.....	154

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Z en función a la zona sísmica.....	16
Tabla 2. Subclasificación de las conexiones para estructuras metálicas.....	22
Tabla 3. Coordenadas geográficas .....	31
Tabla 4. Propiedades del acero A36.....	36
Tabla 5. Propiedades del acero ASTM A706 .....	36
Tabla 6. Propiedades del del hormigón $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ .....	37
Tabla 7. Factores para la determinación del Espectro Sísmico.....	39
Tabla 8. Coeficiente de corrección $\sigma$ .....	43
Tabla 9. Coeficiente de entorno (ce).....	43
Tabla 10. Coeficiente de forma (cf).....	44
Tabla 11. Densidades de cenizas.....	45
Tabla 12. Límites permisibles de la deriva de piso.....	50
Tabla 13. Límites permisibles de la deflexión .....	51
Tabla 14. Combinaciones de carga .....	51
Tabla 15. Valores de K.....	55
Tabla 16. Materiales para la placa base .....	60
Tabla 17. Materiales para pernos de anclaje .....	61
Tabla 18. Valores de cargas aplicadas .....	70
Tabla 19. Determinación del espectro de respuesta .....	72
Tabla 20. Valores para espectro de respuesta. ....	73
Tabla 21. Análisis de la estructura .....	75
Tabla 22. Chequeo de Pedestal .....	89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mecanismo de Falla .....	9
Ilustración 2. Evaluación de intensidades .....	15
Ilustración 3. Mapa de zonificación sísmica del Ecuador.....	16
Ilustración 4. Fracción de la aceleración de la gravedad .....	17
Ilustración 5. Interacción suelo – estructura .....	18
Ilustración 6. Sección transversal del pórtico .....	19
Ilustración 7. Tipos de conexiones.....	21
Ilustración 8. Materiales de aporte .....	24
Ilustración 9. Canchas de uso múltiple .....	30
Ilustración 10. Canchas de uso múltiple .....	30
Ilustración 11. Canchas de uso múltiple .....	30
Ilustración 12. Ubicación de la unidad educativa .....	31
Ilustración 13. Ubicación de la unidad educativa .....	32
Ilustración 14. Estación Total South N6 5” .....	32
Ilustración 15. Ejecución del levantamiento planimétrico.....	32
Ilustración 16. Planimetría realizada.....	33
Ilustración 17. Espectros de Aceleración calculadas mediante el modelo Boore y Aktinson – Akkar y Bommer – Kanno, aplicado al lugar de proyecto Huachi. ...	35
Ilustración 18. Espectros de Aceleración calculadas mediante el modelo Boore y Aktinson – Akkar – Bommer – Kanno – NEC15, aplicado al lugar de proyecto Huachi. ....	35
Ilustración 19. Pendientes mínimas para cubiertas .....	39
Ilustración 20. Atlas eólico del Ecuador .....	42
Ilustración 21. Análisis por elementos finitos.....	47
Ilustración 22. Pregunta 1: Escoja el tipo de cubierta que llama su atención .....	66
Ilustración 23. Pregunta 2 ¿Qué tipo de material desea que se emplee?.....	66
Ilustración 24. Pregunta 3 ¿Qué tipo de sección desea que se emplee?.....	67
Ilustración 25. Pregunta 4 ¿Qué material desea que se emplee?.....	67
Ilustración 26. Gráfico Referencial de la cubierta .....	67
Ilustración 27. Dimensiones generales – Vista en elevación .....	69
Ilustración 28. Dimensiones generales – Vista en planta.....	69
Ilustración 29. Modelado en SAP 2000 .....	71

Ilustración 30. Cargas aplicadas en las correas.....	71
Ilustración 31. Espectro de diseño elástico y reducido .....	74
Ilustración 32. Análisis de la estructura .....	75
Ilustración 33. Diagrama de deformación.....	76
Ilustración 34. Diagrama de momento en sentido X.....	77
Ilustración 35. Diagrama de momento en sentido Y.....	78
Ilustración 36. Diagrama de corte en sentido X.....	78
Ilustración 37. Diagrama de corte en sentido Y.....	79
Ilustración 38. Valores de periodo y frecuencia.....	81
Ilustración 39. Dimensionamiento de cimentación.....	90
Ilustración 40. Chequeo por presiones .....	91
Ilustración 41. Chequeo por corte – área de aceros .....	92
Ilustración 42. Chequeo por punzonamiento .....	93

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente Proyecto Técnico, se realizó con la finalidad de obtener los estudios y el presupuesto referencial necesarios para la construcción de la cubierta en estructura metálica para la unidad educativa “Bolívar” para cumplir la necesidad de cubrir el espacio deportivo de los agentes climáticos.

En este proyecto se determinó el tipo de estructura que cumpla con los requerimientos establecidos por las normas actualmente vigentes, con la utilización de un software especializado, se realizó el análisis estructural de los elementos y para conocer su comportamiento real bajo la acción de las cargas; se realizó una investigación bibliográfica y se recolectaron datos fundamentales que sirvan de base para utilizar de forma correcta en el estudio; las investigaciones más significativas fueron la determinación de los valores de resistencia del suelo para poder realizar las cimentaciones y que éstas no sufran daños por deformaciones, desplazamientos y/o punzonamientos, la determinación de las demandas de los elementos metálicos para su análisis de flexión, compresión y/o momentos aplicados sobre un elemento infinitesimal; esto gracias a la aplicación del método de elementos finitos que realiza el programa. Teniendo como pauta la Norma Ecuatoriana de la Construcción en varios de sus capítulos y a los códigos extranjeros, AISC-360-16, ACI-318-14, y AWS D1.1.

Como resultado se adquirieron los criterios y procedimientos necesarios para realizar un adecuado diseño de los elementos que permitieron realizar los planos constructivos con sus detalles y finalmente el presupuesto general y cronogramas de trabajos.

**Palabras claves:** Bolívar, cubierta, estructura metálica, canchas, análisis estructural.

## ABSTRACT

The present technical project was carried out with the purpose of obtaining the studies and the necessary referential budget for the construction of the metallic structure roof for the "Bolivar" educational unit in order to fulfill the need of covering the sports space from climatic agents.

In this project we determined the type of structure that meets the requirements established by the standards currently in force, with the use of specialized software, the structural analysis of the elements was performed and to know their real behavior under the action of the loads; a bibliographic research was conducted and fundamental data were collected to serve as a basis to be used correctly in the study; the most significant investigations were the determination of the soil resistance values to be able to make the foundations and that these do not suffer damages due to deformations, displacements and/or punctures, the determination of the demands of the metallic elements for their analysis of bending, compression and/or moments applied on an infinitesimal element; this thanks to the application of the finite element method that the program performs. Having as a guideline the Ecuadorian Construction Standard in several of its chapters and the foreign codes, AISC-360-16, ACI-318-14, and AWS D1.1.

As a result, the necessary criteria and procedures were acquired to carry out an adequate design of the elements that allowed the construction drawings with their details and finally the general budget and work schedules.

**Key words:** Bolivar, roof, metal structure, courts, structural analysis.

## CAPITULO I - MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El interés del humano por los materiales marca el inicio de su inteligencia y se ha observado influencia de esto, en el desarrollo de civilizaciones. Entre los materiales mayormente utilizados desde hace algunos siglos tenemos a los metales, piedras, mampostería, madera entre otros. Centrándonos en el acero, aunque fue utilizado como material principalmente es espadas, lanzas y armaduras, no se llega a su conocimiento como material de construcción hasta 1750, cuando el sueco T.O. Bergman se da cuenta sobre la influencia del carbono en la dureza del acero, utilizándolo actualmente para la fabricación de perfiles estructurales: tubos, chapas, redondos, etc. [3].

El hierro se usó desde el siglo XII, en edificios únicos para ese momento (palacios, iglesias, etc.) en forma de sujetadores y tirantes para mampostería. La primera estructura de este tipo son los sujetadores de la Catedral de la Asunción en Vladimir (1158). Una de las obras pioneras, que utilizó el acero como material para elementos estructurales, es la construcción del puente sobre el río Severn - Reino Unido, se lo utilizó como reemplazo de la mampostería por el año de 1779 con el fin de reducir los riesgos por incendios en las construcciones.

El primer uso que se le dio a la fundición del hierro en la construcción fue en las columnas de apoyo, para después reemplazar vigas de madera e incluso marcos de ventanas. A mediados del siglo XIX el hierro forjado se convierte principalmente en un material de construcción más específicamente para piezas sometidas a esfuerzos de tracción. Una estructura que ejemplifica este hecho, es la torre Eiffel la cual posee un total de 7 300 toneladas consumidas para su construcción.

Las estructuras metálicas se utilizan ampliamente para edificios de baja altura, especialmente para edificios no residenciales. Según las estadísticas de la Asociación de Fabricantes de Edificios Metálicos (MBMA), aproximadamente el 65 % de los edificios de poca altura no residenciales se construyen con estructuras

metálicas en EE. UU. Entre estas estructuras metálicas, las estructuras de acero liviano representan una proporción significativa y son populares para almacenes, cobertizos, hangares de aviones y edificios industriales [6].

En tal sentido, el acero al carbono reemplazó rápidamente al hierro forjado (alrededor de 1870) y desde entonces ha prevalecido en todas las formas de estructuras, como puentes, marcos de edificios, tuberías, pisos compuestos de acero y concreto, pilotes, etc. El acero se ha desarrollado continuamente desde su primer uso [7]. Los ingenieros están más familiarizados con el acero moderno, que es dúctil, está disponible en una variedad de grados de calidad controlada y se puede unir mediante soldadura o pernos de sujeción por fricción de alta resistencia. La construcción con materiales metálicos tiene su propia historia, no es en vano que aun existan ejemplos de obras pioneras en estos materiales como ya la mencionada Torre Eiffel, puentes y estaciones de ferrocarriles, así como las célebres Torres Gemelas de New York.

La construcción en estructura metálica actualmente es un método alternativo al tradicional de la construcción con hormigón armado con ventajas y desventajas claramente establecidos. Como evidentes características del acero se conoce su alta resistencia específica, resistencia por unidad de peso debido a esto existe la fabricación de elementos reducidos en su sección transversal con lo que las edificaciones tienen gran diafanidad por las grandes luces y esbeltas columnas. Existiendo una variedad de perfiles como en H que con dimensiones externas de 50 cm y espesores de 100 mm y acero S355 suelen ser elementos estructurales como columnas de edificaciones de hasta 100 pisos de altura. Como una de las características principales es su rapidez en la construcción a razón de la simultaneidad de trabajo en taller como en obra, y con la facilidad de trabajo por los pesos propios reducidos que optimizan los tiempos de montaje y transporte.

Las estructuras metálicas han revolucionado las metodologías tradicionales de construcción teniendo influencia en varios países Latinoamericanos mencionando algunos como en México donde la Compañía Siderúrgica de Guadalajara ha mostrado detalles técnicos acerca de las uniones en este tipo de estructuras: uniones viga principal – viga secundaria, estructuras apernadas entre perfiles pequeños, unión soldada con ángulos viga principal – viga secundaria, placas base y anclajes,

entre otros es importante tomar en cuenta estas técnicas debido a que un país como este, ya es análogo a lo que se usa en Estados Unidos. En Venezuela en el edificio Makro se pueden observar el uso de las técnicas acerca de las uniones entre diferentes perfiles, además en estructuras de uso común se puede observar la utilización de ladrillo farol, ladrillo hueco como mampostería en las estructuras metálicas. En Colombia se inició la construcción metálica en edificios de varios pisos alrededor de los años 40 como la construcción de los edificios de la Caja Colombiana de Ahorros, Banco de Colombia y el Banco de Bogotá [9].

El sector de la construcción en el Ecuador ha ido evolucionando debido al desarrollo económico del país, los métodos de construcción tradicionales como en hormigón y madera han sido reemplazados por nuevos sistemas de acero estructural. Estructuras como edificios, estadios, coliseos, puentes y entre otros han sido construidos con estas nuevas tecnologías. La fabricación, montaje del acero, así como los códigos y especificaciones de construcción que el país utiliza se han ido adaptando de normativas extranjeras como: AISC 2010a, AISC 2010b, AISC 2010c, RCSC 2009, AISC 2010d, AWS 2015, etc.[10].

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, algunos de los principales objetivos de la ingeniería civil en el campo de la ingeniería estructural son aumentar la capacidad de carga, mejorar la ductilidad y encontrar los mejores y más asequibles escenarios de esta mejora. Es la tarea principal de los ingenieros garantizar la estabilidad de las construcciones de acuerdo con los estándares, demostrando su excelente eficiencia en relación precio-rendimiento.

Al igual que con cualquier estructura de tamaño moderado de cualquier material, se deben realizar los cálculos necesarios en la etapa de diseño para que el trabajo en cuestión no se derrumbe por su propio peso. Cuando se trata de estructuras de acero, existen dos enfoques principales para el diseño de estructuras de acero (a veces llamado filosofía de diseño), como el diseño de factor de carga y resistencia y diseño de resistencia admisible.

La Unidad Educativa Bolívar está ubicada en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua, Ecuador, tiene más de 160 años de creación, por lo cual, ha tenido múltiples accionares, en los cuales ha incrementado su espacio académico, así como estudiantil y docencia. Tras una inspección in situ y bajo informe técnico, se observó dentro de las canchas de uso múltiple de la unidad educativa la necesidad de la construcción de una cubierta en estructura metálica, por el deficiente sistema de evacuación de aguas lluvias, provocando el estancamiento de las mismas, además de ser afectada la pintura de piso directamente por los agentes climáticos a los que está expuesto, por lo que, no garantiza el desarrollo normal de las actividades en temporada invernal ni la protección requerida para la época seca en la cual la afectación solar es alta.

## **1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.3.1 Acero estructural**

El acero estructural se puede definir como un material ferroso de alta utilidad en forma de vigas alargadas, tuberías o canales. En general, están hechos de un tipo versátil de grado de acero al carbono (acero laminado). El uso de acero estructural se encuentra en todos los aspectos de ingeniería, desde puentes hasta construcciones residenciales y comerciales, desde estacionamientos hasta bases de máquinas, y varias plantas químicas, petroquímicas, siderúrgicas, nucleares, alimenticias, farmacéuticas y de energía. Aunque las secciones de acero estructural se producen a partir de acero, se pueden utilizar diferentes tipos de metales para producir formas similares a las formas de acero estructural [9].

#### **1.3.1.1 Ventajas y desventajas del acero**

##### **Ventajas del acero**

Debido a su bajo peso, el acero ofrece ventajas en el transporte y montaje, así como requisitos reducidos en la cimentación en comparación con el hormigón. Es fácil realizar renovaciones y las extensiones se pueden hacer fácilmente sobre edificios existentes sin sobrecargar los cimientos [10].

- Alta resistencia
- Permite flexibilidad y libertad en el diseño
- Una larga vida útil debido al bajo mantenimiento
- El acero es un material circular que puede

##### **Desventajas del acero**

Si bien el acero tiene muchas ventajas, también hay algunas desventajas a tener en cuenta. A diferencia del hormigón y los materiales de madera, el acero tiene fama de oxidarse en determinados entornos. En consecuencia, los costes de mantenimiento para una estructura de acero pueden ser elevados. El acero también puede ser conductor de calor, por lo que es necesario protegerlo adecuadamente contra el fuego. Y, por último, el acero puede ser susceptible a fatiga, fractura o pandeo debido a inconsistencias de fabricación [11], entre otras desventajas se presentan:

- Costo de la protección al fuego
- Probabilidad un pandeo
- Grado de fatiga por deformación del acero
- Fractura por fragilidad
- La corrosión es algo que hay que tener en cuenta si se pretende que el acero deba estar expuesto al agua, como es el caso de las construcciones al aire libre, por ejemplo. Los métodos más comunes hoy en día son el recubrimiento protector contra la oxidación y el galvanizado en caliente. También hay disponibles diferentes grados de acero inoxidable y una solución para la corrosión.

### **1.3.1.2 Propiedades mecánicas del acero**

Al ser el acero un material moldeable a las necesidades que una estructura requiera requiere tener conocimiento dentro de varias de sus propiedades principales [11], [12]:

**Alta resistencia:** capacidad de absorber energía sin fracturarse o romperse, también se define como la resistencia de un material a la fractura cuando se somete a tensión. Por lo general, se mide en libras-pie. por pulgada cuadrada o julios por centímetro cuadrado. Es importante distinguir esto de la dureza ya que un material que se deforma mucho sin romperse podría considerarse extremadamente resistente, pero no duro.

**Elasticidad:** es la resistencia mínima a la tracción a la que fallaría el acero.

**Durabilidad:** capacidad del material para resistir la fricción y la abrasión. Vale la pena señalar que, si bien puede significar lo mismo que fuerza y tenacidad en el lenguaje coloquial, es muy diferente de fuerza y tenacidad en el contexto de las propiedades del metal.

**Ductilidad:** es el grado en el que el material se puede estirar o comprimir antes de romperse. Se expresa como un porcentaje de la longitud que se está probando y está entre la resistencia a la tracción y el límite elástico (es decir, qué porcentaje se dobla el material antes de romperse).

Tenacidad: iniciación de grietas en un material debido a cargas cíclicas. La falla por fatiga es un tipo de falla cuando un material está expuesto a ciclos repetidos de tensión o deformación y ocurre incluso con una tensión menor que el límite elástico.

### **1.3.1.3 Tipos de aceros**

Las propiedades del acero pueden modificarse en base a la variación de las cantidades de carbono presentes y añadiendo elementos como manganeso, silicio, cobre y níquel, a lo cual se lo conoce como acero aleado. En tal sentido, aunque los elementos mencionados influyen en las propiedades del acero, el carbono y otros elementos de aleación son muy pequeños [11].

### **1.3.2 Estructura metálica**

La estructura metálica está compuesta por los elementos metálicos como el acero estructural especificados y dimensionados en los planos de un proyecto, que formarán parte del alcance de la fabricación y montaje, imprescindibles para soportar las cargas del proyecto y que forman parte del conjunto rígido de la estructura, sin tener otros elementos de terceros que se separen entre sí [13].

Las estructuras metálicas comúnmente requieren refuerzo para soportar mayores requisitos de carga. Muchas estructuras de hierro fundido se construyeron antes de que se desarrollara la apreciación moderna de la mecánica estructural y, por lo tanto, a menudo se requiere refuerzo para satisfacer los requisitos de diseño moderno [14]. Las estructuras metálicas tienen como principales características un sistema constructivo más limpio que el convencional, ya que no requiere una mezcla de elementos como agua, arena, cemento y grava, además de ser una forma de construcción más ágil ya que involucra montajes, herrajes y mordazas y permite una mayor racionalización de los materiales, lo que, bien gestionado, se traduce en una reducción de los costes de la obra [15].

La estructura metálica, en edificios de una sola planta, a saber, edificios industriales, hangares de aviones, pabellones deportivos, estadios, etc., las armaduras se utilizan normalmente para dos propósitos principales. Primero, proporcionar un camino por el cual las cargas (gravedad, viento etc.) pueden ser transmitidas a las columnas [16]. En segundo lugar, para proporcionar estabilidad lateral a la serie de cerchas

de pórtico. Estas se conocen como cerchas arriostradas, que pueden ser longitudinales o transversales a la serie de cerchas portales [17].

### **1.3.2.1 Elementos de estructura metálica**

Las estructuras metálicas se utilizan en todas las principales estructuras de ingeniería con luces, alturas y cargas significativas. Dependiendo de la forma estructural y la función, las estructuras metálicas se pueden dividir [18].

- Placas de anclaje
- Columnas
- Vigas
- Correas
- Arriostramientos
- Conexiones

### **1.3.2.2 Sistemas estructurales**

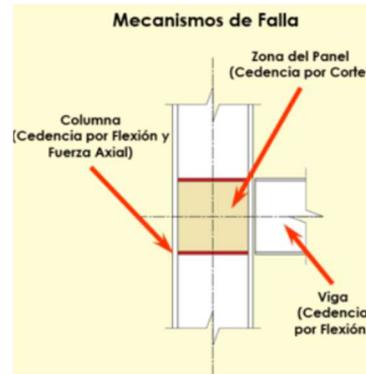
Son un conjunto de componentes resistentes que, cuando están conectados entre sí, transfieren las cargas de una edificación a los puntos de apoyo, asegurando así el equilibrio y la estabilidad sin sufrir grandes deformaciones. Los sistemas estructurales más comunes en el diseño de estructuras de acero que han demostrado ser eficientes frente a las fuerzas sísmicas los pórticos especiales resistentes a momentos, pórticos con arriostramientos concéntricos y pórticos con arriostramientos excéntricos.

Se suele denominar pórtico a una estructura reticular cuya estabilidad y capacidad de carga dependen en parte de la capacidad de una o más conexiones para resistir los momentos generados. Los elementos que la componen generalmente están sujetos a fuerzas axiales y de corte, así como a momentos de flexión, y rara vez también puede presentarse torsión.

En pórticos resistentes a momento, las conexiones entre los elementos de vigas y columnas son rígidas deben mantenerse rígidas. La alta capacidad de dispersión a las cargas laterales se da por flexión y cortante de los elementos, es decir. utilizando

la acción del pórtico. La principal fuente de ductilidad proviene de la formación de las conexiones en los nodos plásticos en la viga. En este tipo de sistema estructural, se espera que los miembros, juntas y conexiones de la estructura de acero resistan deformaciones inelásticas significativas cuando se los somete a fuerzas resultantes de los movimientos sísmicos de diseño [19].

**Figura 1: Mecanismo de Falla**



*Ilustración 1. Mecanismo de Falla*

Fuente: <https://www.e-zigurat.com/es/blog/revision-y-aplicacion-zona-panel-porticos-resistentes-momento-acero/>

### 1.3.2.3 Tipos de Estructuras

Las estructuras están compuestas de varios miembros que soportan las edificaciones y además cumplen la función de soportar las cargas que actúan sobre ellas, transmitiéndolas al suelo.

Existen varios tipos dependiendo de la funcionalidad y dimensiones de la estructura para la cual se clasifican de la siguiente manera:

**Estructuras hipostáticas:** para este tipo, las ecuaciones de la estática exceden a las incógnitas de las reacciones de los apoyos, es decir que son inestables y no conservan el equilibrio frente a la demanda estructural, además no se recomienda su construcción ya que están expuestas a colapsos produciendo riesgo en la misma.

**Estructuras Isostáticas:** pueden ser analizadas mediante los principios de la estática, también llamadas estructuras estáticamente determinadas, posee igual número de ecuaciones que de incógnitas por lo cual, se resuelve mediante un

sistema simple de ecuaciones lineales o métodos básicos independientemente de la geometría de la sección transversal.

**Estructuras Hiperestáticas:** las ecuaciones de la estática no son suficientes para obtener las incógnitas de las reacciones de los apoyos, así como las fuerzas externas, este tipo de estructuras son más livianas, pero exigen conexiones más laboriosas y por ende menos económicas [20].

### 1.3.3 Normativa legal

Para fundamentar todo este proyecto en parte de la evaluación y análisis se tomará de referencia los lineamientos que se proveen en las siguientes normativas.

- NEC 2015 (NEC-SE-AC) – Estructuras de Acero.
- NEC 2015 (NEC-SE-DS) – Peligro Sísmico
- NEC 2015 (NEC-SE-CG) – Cargas Sísmicas
- American Institute of Steel Construction AISC 360-16
- American Welding Society AWS D1.1
- American Concrete Institute ACI 318-19

Todas estas normativas están enmarcadas y dirigidas para salvaguardar las estructuras y así proteger al público de los posibles eventos sísmicos que se pueden presentar en el medio.

### 1.3.4 Análisis lineal

El análisis lineal se realiza si se espera que una estructura exhiba tenga un comportamiento lineal. La capacidad de deformación y carga se puede determinar empleando uno de los tipos de análisis disponibles como estático o dinámico, dependiendo de la naturaleza de la carga aplicada. Si la carga aplicada se determina como parte de la solución para la estabilidad estructural, se realiza un análisis de pandeo. Si la estructura está sometida a cargas térmicas, el análisis se denomina termo mecánico.

#### 1.3.4.1 Análisis estático

El comportamiento de estructuras bajo carga estática se puede analizar empleando diferentes tipos de elementos, la naturaleza de la estructura dicta el tipo de elementos utilizados en el análisis. Sin embargo, el modelado de estructuras continuas suele requerir un modelo tridimensional con elementos sólidos. Bajo ciertos tipos de carga y condiciones geométricas, el tipo de análisis tridimensional puede idealizarse como un análisis bidimensional [21].

Si el componente está sujeto a cargas en el plano únicamente y su espesor es pequeño con respecto a las otras dimensiones longitudinales, se idealiza como una condición de tensión plana. Si el componente con una sección transversal uniforme es largo en la dirección de la profundidad y está sujeto a una carga uniforme a lo largo de la dirección de la profundidad, se idealiza como una condición de deformación plana [22].

#### 1.3.4.2 Análisis dinámico

- **Análisis dinámico espectral:** El análisis dinámico modal espectral se basa en análisis de sistemas elásticos lineales al desacoplar las ecuaciones dinámicas de la estructura mediante las propiedades de ortogonalidad de los modos de oscilación. También, se entiende como un análisis basado en un espectro de respuesta elástico que toma en cuenta el período de la estructura y así obtener la respuesta de cada forma modal [21].
- **Análisis paso a paso en el tiempo:** El análisis paso a paso en el tiempo se utiliza para calcular el comportamiento real (desplazamiento, fuerzas en los miembros, etc.) de la estructura en un momento dado utilizando las características dinámicas de la estructura y las fuerzas externas aplicadas, y se utiliza cuando no se distingue entre modos. Se requiere un análisis claro o no lineal [21].

Cuando el análisis histórico del tiempo se utiliza para el análisis sísmico, es un método de análisis preciso que puede descubrir el comportamiento de una estructura cuando se conoce el cambio en el movimiento del suelo

causado por un terremoto a lo largo del tiempo, pero tiene la desventaja de que es difícil predecir con precisión el movimiento esperado del suelo [22].

El tiempo de análisis debería ser suficiente para que el tren pase completamente desde el inicio hasta el final del puente. Dado que el intervalo de tiempo es una variable que afecta significativamente la precisión de los resultados del análisis y que está estrechamente relacionada con el período del modo de orden superior y el período de la carga, es necesario verificar los valores sugeridos por los criterios de diseño o el programa de análisis estructural [21].

### **1.3.5 Filosofía de diseño**

La filosofía de diseño permite comprobar a nivel de seguridad de vida, con este punto de partida se elabora un sismo de diseño con las características establecidas en la norma NEC-SE-CG capítulo 4 “para el sismo de diseño, evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, equivalente a un período de retorno de 475 años.”

Así también establece los siguientes requisitos mínimos:

- Prevenir los daños en elementos no estructurales y estructurales, ante eventos sísmicos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir los daños estructurales graves en los elementos y controlar daños no estructurales, ante eventos sísmicos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.
- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas exteriores que se presentan.
- Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles.
- Pueda disipar energía de deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseño por capacidad o mediante la utilización de dispositivos de control sísmico.

## **Fuerzas sísmicas**

Se considerará: 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular por efectos de las fuerzas horizontales generadas.

### **1.3.6 Estados de carga**

#### **1.3.6.1 Carga muerta**

Las cargas muertas se refieren a cargas de magnitud constante que permanecen inmóviles en una posición fija. Estas cargas incluyen el peso propio de la estructura y cualquier otra carga que esté permanentemente unida a ella. En el caso de un edificio con estructura de acero, las cargas muertas engloban la propia estructura, así como los muros, pisos, techos, plomería y accesorios[23].

Cuando se diseña una estructura, es esencial calcular las cargas muertas de las distintas partes que se utilizarán en el análisis. Las dimensiones y pesos exactos de estas partes no se conocen hasta que se efectúa un análisis estructural y se seleccionan los componentes de la estructura.

#### **1.3.6.2 Carga viva**

Las cargas vivas son aquellas que pueden variar tanto en su ubicación como en su intensidad. Estas cargas surgen cuando una estructura es utilizada, ocupada o sometida a mantenimiento. Entre las cargas vivas, se incluyen aquellas que se desplazan por sí mismas, como vehículos, personas y equipos de elevación, conocidas como cargas móviles. Además, se consideran cargas móviles aquellas que pueden ser desplazadas, como mobiliario y materiales almacenados [23].

#### **1.3.6.3 Carga por viento**

La carga por viento para estructuras metálicas se refiere a la fuerza generada por la acción del viento sobre una estructura. La carga por viento puede ejercer fuerzas significativas sobre una estructura y debe ser tomada en cuenta para garantizar la estabilidad y la seguridad a lo largo de la vida útil de la misma.

La carga por viento se calcula teniendo en cuenta diversos factores, como la velocidad del viento local, la forma y la altura de la estructura, la rugosidad del terreno circundante y otros parámetros climáticos. Estos cálculos se realizan de acuerdo con estándares y códigos de construcción específicos, que varían según la ubicación geográfica y las regulaciones locales [24].

#### **1.3.6.4 Carga por ceniza**

La carga por ceniza es una consideración específica que se refiere a la posible acumulación de ceniza volcánica sobre una estructura y su impacto en la carga adicional que puede ejercer sobre ella. Este tipo de carga es más relevante en áreas geográficas cercanas a volcanes activos o zonas propensas a erupciones volcánicas [24].

Cuando un volcán entra en erupción, expulsa cenizas y otros materiales volcánicos, que pueden ser transportados por el viento y depositarse sobre edificios, puentes, torres u otras estructuras en la zona afectada. La acumulación de ceniza volcánica puede resultar en una carga adicional sobre la estructura, ya que la ceniza puede ser pesada y tener una densidad significativa, especialmente cuando está mojada por la lluvia. Además, la ceniza puede perdurar con el tiempo, lo que aumenta aún más su peso.

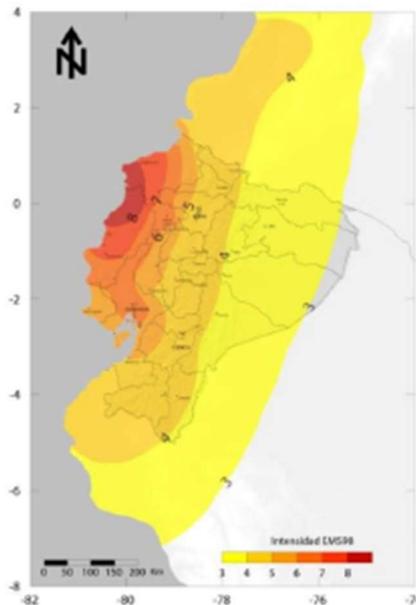
Los ingenieros y diseñadores de estructuras en áreas propensas a erupciones volcánicas deben considerar la carga por ceniza en sus cálculos de diseño. Esto implica evaluar la cantidad de ceniza que podría acumularse en la estructura durante una erupción y diseñarla para resistir esta carga adicional de manera segura.

#### **1.3.6.5 Carga por granizo**

La carga por granizo se refiere a la presión o fuerza que ejerce el impacto de granizo sobre una estructura. La carga por granizo se considera en el diseño en regiones donde las tormentas de granizo son comunes o pueden presentarse ocasionalmente. Así como también el peso que genera sobre la estructura por acumulación de ésta [24].

### 1.3.6.6 Sismicidad en el Ecuador

El territorio ecuatoriano se encuentra conformado por una región continental, dividido en cuatro regiones, Costa, Sierra, Oriente y Región Insular, siendo la región Sierra la zona donde se ha presentado con más frecuencia fallas ocasionado por los pliegues que se producen por la geodinámica de la región. Un sector del territorio ecuatoriano se encuentra en el bloque andino, la cual pertenece a la placa sudamericana, además tiene interacción con las placas de Nazca, Cocos y Caribe. Además, la región sur del Ecuador se encuentra en interacción entre la placa Sudamericana y la placa de Nazca [25].



*Ilustración 2. Evaluación de intensidades*  
*Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional*

Una zona sísmica es una región en la que la tasa de actividad sísmica permanece bastante constante, esto puede significar que la actividad sísmica es increíblemente rara o extremadamente común. La zonificación sísmica es útil para la reducción de peligros, como el diseño de estructuras resistentes a terremotos, el análisis de riesgos, la planificación del uso de la tierra, etc. Muchos países propensos a terremotos desarrollaron mapas de zonificación sísmica [22].

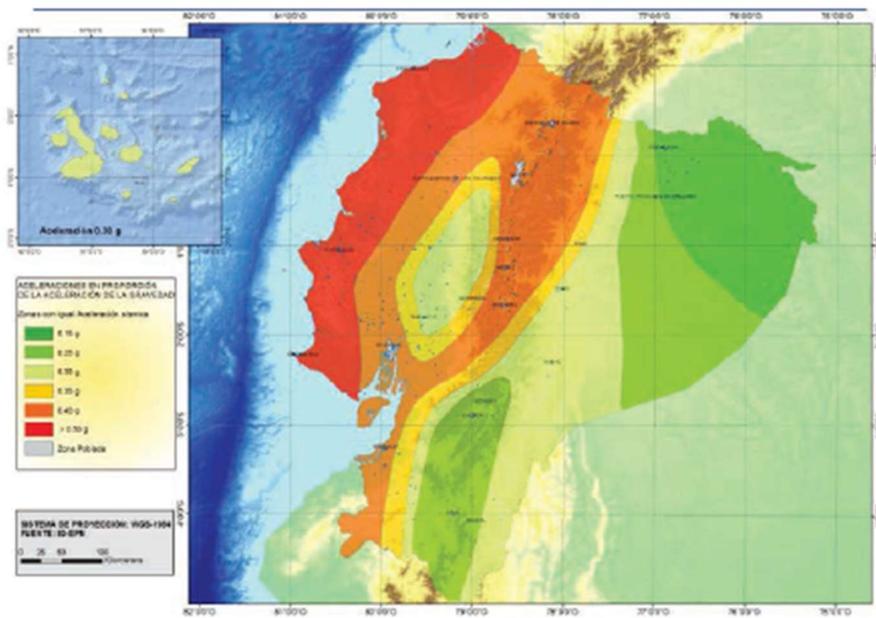


Ilustración 3. Mapa de zonificación sísmica del Ecuador  
Fuente: Peligro sísmico NEC-2015

Tabla 1. Valores de Z en función a la zona sísmica

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: NEC-SE-CG 2015

### 1.3.6.6.1 Espectro de respuesta

Los códigos de diseño sísmico sugieren espectros de diseño basados en las respuestas de aceleración, velocidad y desplazamiento según el período natural de vibración de una estructura. La respuesta de aceleración y el espectro de respuesta se utiliza con mayor frecuencia para determinar la demanda sísmica. La respuesta elástica se calcula considerando el movimiento del suelo como el efecto de la carga y puede reducirse mediante el factor de modificación de la respuesta para considerar el comportamiento no lineal según la categoría del sistema resistente a fuerzas sísmicas. Esto simplifica las estructuras complejas y diversas en una sola categoría. Con este procedimiento, la incertidumbre de la aceleración del sismo es muy grande si el sismo se evalúa como un efecto de carga por aceleración y, en segundo lugar, es difícil cuantificar la demanda de deformación plástica de una estructura correspondiente a un nivel sísmico supuesto [26].

El diseño sísmico permite la deformación plástica inelástica dentro del nivel de prevención de colapso. Por lo tanto, el espectro de diseño debe reflejar el daño estructural para su evaluación. El daño no es necesariamente proporcional a la respuesta máxima de aceleración o desplazamiento, pero se ve afectado significativamente por la deformación inelástica acumulativa durante un evento sísmico. Sin embargo, el espectro de diseño actual se basa en la respuesta máxima en un momento específico según la ecuación de movimiento, y el efecto sísmico se evalúa simplemente como un efecto de carga. [21].

Cuando un terremoto se evalúa como energía sísmica que corresponde al producto de la carga sísmica y la deformación, la energía total de entrada solo depende de la masa total y el período natural de la estructura donde apenas se ve afectada. La respuesta energética es la integral del incremento de desplazamiento relativo correspondiente a la fuerza sísmica durante un terremoto. Por lo tanto, el hecho de que el espectro de respuesta de energía pueda representar el daño estructural y la respuesta del sistema de vibración de manera integral es importante para el diseño sísmico [21].

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece un modelo de respuesta elástico de estructuras sometidas a una aceleración sísmica, el cual se puede calcular a partir de los parámetros del factor de zona sísmica, el tipo de suelo, lugar de emplazamiento de la estructura y los coeficientes de amplificación del suelo [27].

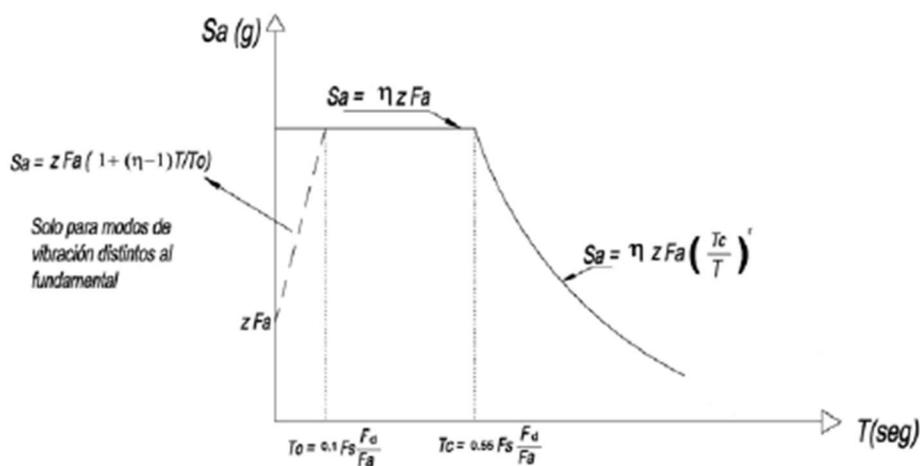


Ilustración 4. Fracción de la aceleración de la gravedad  
Fuente: NEC-SE-DS 2015

### 1.3.6.2 Interacción suelo estructura

El estudio de la interacción suelo-estructura (SSI) está relacionado con el campo de la ingeniería sísmica. Es muy importante señalar que la respuesta estructural se debe principalmente a las fuerzas de interacción suelo-estructura que impactan la estructura. Esta es una forma de excitación sísmica. Un comité de investigación en ingeniería se ocupa del estudio de la interacción suelo-estructura sólo cuando estas fuerzas tienen un efecto apreciable sobre el movimiento del basamento cuando lo comparamos con el movimiento del suelo en campo libre [28]. El movimiento del suelo en campo libre se puede definir como el movimiento registrado en la superficie del suelo, sin la participación de la estructura.

El análisis de interacción suelo-estructura se utiliza para evaluar los efectos del movimiento sísmico del suelo en la estructura, el sistema y los componentes de una instalación, para garantizar que esté diseñada para resistir los efectos de los terremotos, sin pérdida de funciones de seguridad. El análisis de interacción suelo-estructura es el método para evaluar la respuesta colectiva de los tres sistemas vinculados mencionados anteriormente para un movimiento del suelo específico [22].

La interacción suelo-estructura se puede definir como el proceso en el que la respuesta del suelo influye en el movimiento de la estructura y el movimiento de la estructura dada afecta la respuesta del suelo. Este es un fenómeno en el que los desplazamientos estructurales y los desplazamientos del terreno son independientes entre sí. Las fuerzas suelo-estructura son principalmente fuerzas de interacción que pueden ocurrir para cada estructura [28].

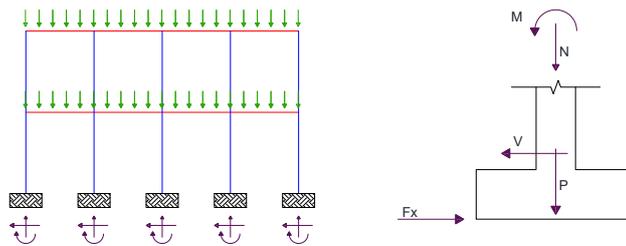


Ilustración 5. Interacción suelo – estructura  
Fuente: Elaboración propia

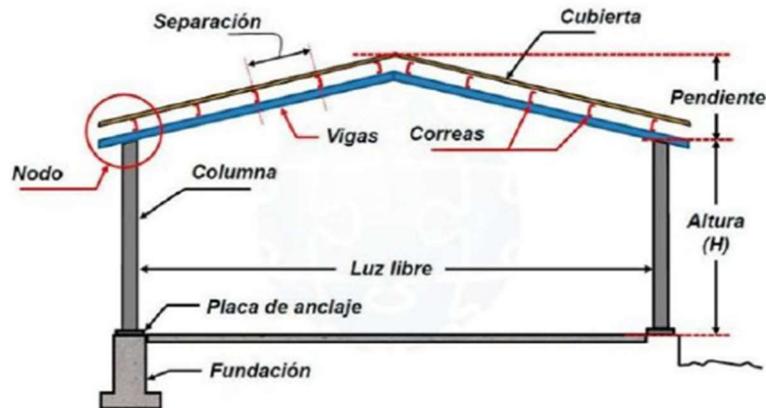


Ilustración 6. Sección transversal del pórtico  
Fuente: Ortiz (2018)

### 1.3.7 Teoría de la falla

Las teorías de falla son conceptos esenciales en ingeniería que explican el comportamiento de los materiales bajo diferentes condiciones de carga, comprender estas teorías es crucial para diseñar estructuras seguras y confiables. Las teorías de falla se basan en la condición de carga (carga de tracción, carga de compresión y carga de corte) y el comportamiento del material (dúctil, plástico y frágil) [29].

Las teorías de fallas ayudan a los ingenieros y diseñadores a predecir cómo fallará una estructura bajo diversas cargas. Se pueden aplicar varios tipos de teoría de falla a diferentes materiales y situaciones, pero la más popular es la teoría de fractura dúctil versus frágil. El tipo de material utilizado en la construcción determina qué tipo de falla podemos esperar cuando llegue el momento de que ese material falle [30].

El comportamiento elástico es reversible, lo que significa que la tensión permanecerá constante si la carga no cambia. La deformación plástica ocurre cuando hay un cambio permanente en la forma debido a la fuerza aplicada más allá de lo que el material puede soportar. Además, el comportamiento plástico suele provocar grandes deformaciones antes de que se produzca la rotura con un pequeño aviso previo (una fractura dúctil). El comportamiento frágil da como resultado una falla repentina y rápida con poca o ninguna deformación [29].

### 1.3.8 Teoría de Von Mises

El criterio de tensión de Von Mises es uno de los criterios ampliamente utilizados para diseñar componentes de ingeniería de materiales dúctiles. Para juzgar si un diseño está dentro de los límites de diseño y funcionará de manera segura durante su vida útil, los criterios de estrés de Von Mises demuestran ser muy efectivos [31]. El concepto de estrés de Von Mises se desarrolla a partir de la teoría de la energía de distorsión y una teoría de falla muy preferida utilizada en la industria del diseño mecánico.

La tensión de Von Mises es un valor de tensión equivalente basado en la energía de distorsión para decidir si un material dúctil fallará (fluencia o fractura) bajo una condición de carga determinada. La teoría de la falla de Von Mises indica que un material fallará si la tensión de Von Mises o la tensión efectiva de ese material bajo carga es igual o mayor que el límite de fluencia del mismo material bajo una prueba de tensión uniaxial simple [32].

Richard Von Mises descubrió que, aunque ninguna de las tensiones principales excede la tensión de fluencia del material, la combinación de las tensiones aún puede provocar la fluencia. Así que propuso una fórmula para combinar las tres tensiones principales en una tensión equivalente. Luego, se debe comparar la tensión equivalente con la tensión de fluencia del material para juzgar la condición de falla del material, que se denominó criterio de Von Mises [33].

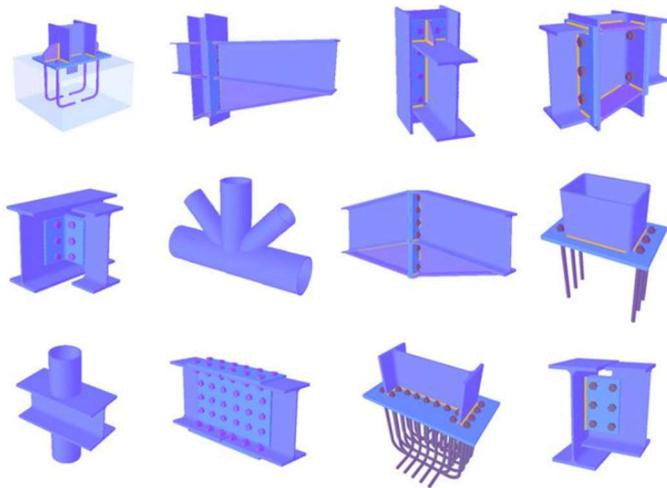
El esfuerzo de Von Mises es importante en el diseño de ingeniería porque proporciona una medida de la magnitud combinada de todos los componentes del estrés (tracción, compresión y corte) en cualquier punto. Esto es extremadamente útil para predecir los modos de falla en estructuras de ingeniería, así como para determinar si una parte o estructura tiene la resistencia suficiente para soportar las cargas esperadas [34].

Además, la tensión de Von Mises puede determinar el factor de seguridad de un componente o sistema, lo que ayuda a los ingenieros a evaluar cuánta capacidad de carga adicional debe incluirse en sus diseños. Al comprender el estrés de Von Mises y su relación con la resistencia general de una estructura, los ingenieros pueden

tomar mejores decisiones al diseñar componentes y sistemas que deben soportar cargas desafiantes [29].

### 1.3.9 Conexiones entre elementos

Durante varios años, las conexiones apernadas y soldadas han sido los métodos más usados para hacer las conexiones del acero estructural, siendo que los de tipo apernadas requieren mano de obra menos especializada para su ejecución.



*Ilustración 7. Tipos de conexiones  
Fuente: Arias y Calle (2023)*

La resistencia de diseño ( $\phi R_n$ ) de las conexiones debe ser determinada de acuerdo con las disposiciones establecidas en AISC 360-16.

La resistencia requerida de las conexiones debe ser determinada mediante análisis estructural para las cargas de diseño especificadas, consistente con el tipo de construcción especificada, o bien una proporción de la resistencia requerida del miembro conectado cuando así se especifica de acuerdo con la demanda de la estructura.

Se deben considerar los efectos de excentricidad cuando los ejes centroidales de los miembros cargados axialmente no se intersecan en un mismo punto.

Tabla 2. Subclasificación de las conexiones para estructuras metálicas

Criterio	Tipos
Por la fuerza que transmiten	Fuerza cortante (conexión flexible)
	Fuerza cortante y momento flexionante (Conexión rígida o semi rígida)
	Fuerzas internas de tensión y compresión (armaduras y contraventeos)
Por el lugar de fabricación	Conexiones de taller (fabricación completa de la estructura en el taller)
	Conexiones de campo (Fabricadas en el taller y armadas en el sitio de la obra)
	Conexiones por fricción

Fuente: Arias y Calle (2023)

### 1.3.9.1 Tipos de conexiones

#### 1.3.9.1.1 Conexiones simples

Es la unión básica y directa entre dos elementos estructurales, sin elementos adicionales o complicados. En una conexión simple, los componentes estructurales se da una manera que pueden transmitir fuerzas, momentos y cargas entre sí de manera eficiente y segura.

Las conexiones simples suelen utilizarse en estructuras donde las fuerzas y momentos transmitidos son relativamente bajos y no requieren detalles de conexión atractivos. Estas conexiones pueden ser soldadas o atornilladas, y se diseñan para cumplir con los requisitos de carga específicos del proyecto [35].

#### 1.3.9.1.2 Conexiones de momento

Una conexión de momento en una estructura metálica es una unión diseñada específicamente para transferir fuerzas de momento y corte entre dos componentes estructurales de manera eficiente y segura. En otras palabras, estas conexiones permiten que las fuerzas de flexión generadas por cargas aplicadas se transmitan de manera efectiva desde una viga a una columna o viceversa, sin afectación relativa ni rotación no deseada [35].

- Conexiones de momento completamente restringidas

Una conexión de momento completamente rígida en estructura metálica es una unión diseñada y construida de manera que no permite rotación o deslizamiento

relativo entre las partes conectadas cuando se aplican momentos de flexión. Esto significa que la conexión es extremadamente resistente y puede transmitir delicadamente momentos de flexión sin deformación apreciable o movimiento angular.

En una conexión de momento completamente rígida, las vigas y las columnas están unidas de tal manera que forman un sistema conjunto que resiste las cargas de flexión de manera conjunta, como si fuera una sola pieza continua. Estas conexiones suelen requerir soldadura y a menudo incluyen placas y placas de respaldo para garantizar una unión sólida y resistente. También pueden involucrar pernos de alta resistencia y otros elementos de fijación.

- Conexiones de momento parcialmente restringidas

Una conexión de momento parcialmente rígida en una estructura metálica es una unión metálica diseñada de manera que permite cierta rotación o flexión entre las partes conectadas, pero aún es capaz de transmitir momentos de flexión significativos. A diferencia de las conexiones completamente rígidas que no permiten ninguna rotación, las conexiones parcialmente rígidas tienen cierta capacidad de deformación angular antes de que se desarrollen momentos de flexión considerables.

Estas conexiones son útiles en situaciones donde es necesario un equilibrio entre la capacidad de transmitir momentos y la capacidad de deformarse para absorber energía durante eventos sísmicos o de carga excepcional [36].

### **1.3.10 Soldadura**

La soldadura es un proceso de unión en el que se calientan, funden y mezclan metales, o a veces plásticos, para producir una unión con propiedades similares a las de los materiales que se unen [37].

Hay tres componentes principales necesarios para crear una soldadura. Estos son [38]:

- Una fuente de calor como un arco eléctrico, una llama, presión o fricción. La fuente de calor más común es un arco eléctrico. Un arco es el espacio físico

entre el extremo del electrodo y el metal base. La brecha física genera calor debido a la resistencia del flujo de corriente y los rayos del arco. El arco funde los metales para crear la unión.

- Protección, que es el uso de gas u otra sustancia para proteger la soldadura del aire a medida que se forma la soldadura. El oxígeno del aire hace que las soldaduras se vuelvan quebradizas y porosas.
- Material de relleno, que es el material que se utiliza para unir las dos piezas.

Otros procesos que unen metales incluyen [38]:

- La soldadura fuerte es la unión de metales con un metal de aporte que tiene un punto de fusión superior a 450 °C, pero inferior al punto de fusión de los metales base. Los metales unidos pueden ser metales diferentes. La junta no es tan fuerte como una junta soldada.
- La soldadura blanda es la unión de metales utilizando un metal de aporte con un punto de fusión inferior a 450 °C. Los metales unidos pueden ser metales diferentes. Los metales de "relleno" comúnmente utilizados son las aleaciones de plomo y estaño. La junta no es tan fuerte como una junta soldada o una junta soldada.

### Material de Aporte

Según las disposiciones dadas para la soldadura por parte de AWS D1.1/D1.1M recomienda lo siguiente:

<b>Metal Base</b>	<b>Metal de Aporte Compatible</b>
A36, espesor ≤ 19 mm	Electrodos E60 y E70
A36, espesor > 19 mm, A588 <sup>M</sup> , A1011, A572(Gr.50 y 55), A913(Gr.50), A992, A1018	SMAW: E7015, E7016, E7018, E7028 Otros procesos: Electrodo E70
A913 (Gr.60 y 65)	Electrodos E80
A913 (Gr.70)	Electrodos E90
<sup>M</sup> Para resistencia a la corrosión y color similar a la base ver la Sección 3.7.3 de AWS D1.1/D1.1M. Notas: En juntas con metales base de diferente resistencia se debe utilizar cualquiera de los metales de aporte compatibles con la mayor resistencia del metal base o un metal de aporte compatible con la menor resistencia y produzca un pequeño depósito de hidrógeno, los que pueden ser usados cuando se requiera de resistencias compatibles.	

Ilustración 8. Materiales de aporte  
Fuente: AWS D1.1/D1.1M

### **1.4.8.1. Ventajas y desventajas de la soldadura**

#### **Ventajas de soldadura**

En la actualidad, existe la posibilidad de aprovechar las ventajas que ofrece la soldadura, debido a que se ha eliminado las posibilidades de fatiga e inspección [11].

- El uso de la soldadura genera ahorros en el peso del acero utilizado, en la estructura da la posibilidad de eliminar las placas de empaque y de unión en gran porcentaje.
- La soldadura en cuestión a su aplicación tiene un campo más amplio en cuestión a tornillos o remaches, debido a que una conexión con soldadura no presenta muchas dificultades.
- El proceso de fusión de las partes hace que las estructuras sean continuas, lo cual genera que el montaje de un sinfín de estructuras de acero sea estáticamente indeterminado.
- Se puede realizar con mayor facilidad cambios en el diseño y corregir errores a menor costo durante el montaje con el uso de la soldadura, además, el trabajar con soldadura no genera efectos de ruido tan considerables.
- En la soldadura se usan menos piezas y, como consecuencia favorable, se ahorra tiempo en detalle, fabricación y montaje de la obra.

#### **1.4.8.2. Clasificación de soldadura**

Existen dos tipos principales de soldaduras son las soldaduras de ranura y de filete, sin embargo, también se puede mencionar a las soldaduras de tapón y de muesca, las cuales, no son comunes en el trabajo estructural [11].

- La soldadura de filete es el tipo más económico de unión soldada por arco, ya que todo lo que hay que hacer es colocar una pieza de metal contra otra y pasar una varilla o pistola de soldar donde los metales se tocan. El tamaño de la soldadura no está definido por el espesor de las piezas que se unen como en el caso de la soldadura a tope; Puede ser tan pequeño o grande como lo requiera el diseño o el soldador lo considere adecuado, pero existen límites en el tamaño por otras razones.

- Soldadura de ranura es una técnica de soldadura que se utiliza para unir dos piezas de metal en una costura, El tipo más común de soldadura de ranura es la soldadura de ranura en V, que recibe su nombre de la ranura en forma de V que se corta en el metal para crear la unión. Las soldaduras de ranura se utilizan normalmente cuando es necesario unir dos piezas de metal en una unión fuerte y permanente. A menudo se utilizan en aplicaciones de construcción y fabricación donde se requieren juntas de carga.
- Soldadura de tapón es una soldadura circular realizada a través de un orificio en un miembro de una junta traslapada o en T. El orificio generalmente se perfora un poco más grande que el diámetro del electrodo utilizado para soldar. Las soldaduras de tapón se utilizan para unir láminas o placas de metal, así como para unir tubos o tuberías a superficies planas.  
Hay dos tipos principales de soldaduras de tapón: penetración total y penetración parcial. Las soldaduras de tapón de penetración total se extienden a lo largo de todo el espesor de ambas piezas de metal que se unen. Las soldaduras de tapón de penetración parcial solo se extienden parcialmente a través del espesor del metal.
- Soldadura de muesca es una soldadura formada en una muesca o agujero alargado, que une un miembro con otro de forma parcial o totalmente.

#### **1.4.8.3. Resistencia de Soldadura**

La resistencia requerida para las juntas soldadas debe ser el valor menor entre la resistencia del metal base aplicado a los estados límites de ruptura en tracción y corte, así como la resistencia del material de soldadura de acuerdo con los estados límite de fluencia, todo esto está limitado en la Tabla J2.5 de la norma AISC 360-16 [36].

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar el cálculo y diseño de la cubierta en estructura metálica de las canchas de uso múltiple (estructura y cimentación), para la Unidad Educativa Bolívar de la ciudad de Ambato.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Plantear el sistema estructural óptimo de la cubierta metálica cumpliendo los parámetros establecidos en las normativas vigentes en el país.
- Desarrollar el análisis estructural de la cubierta metálica para garantizar un adecuado comportamiento sísmico.
- Determinar el presupuesto general y cronograma valorado de trabajo para la construcción en base al análisis de precios unitarios.

## CAPITULO II - METODOLOGÍA

### 2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

#### 2.1.1 Materiales

- Material de oficina (Hojas, lápiz, esfero, etc.)
- Material Bibliográfico (Revistas, artículos científicos, libros, normativas etc.)

#### 2.1.2 Equipos

- **Laptop**

Marca: Dell Inspiron 15  
Procesador: Intel(R) Core (TM) i5-8550U CPU @ 1.80GHz 1.99 GHz  
RAM: 4.0 GB  
Id del dispositivo: 219F249B-0D44-403C-AA70-AB466C2C3602

- **Programa**

Marca: SAP2000  
Fabricante: Computers and Structures, Inc.  
Código: 1U2S8XXL39MNVDA

Marca: SAFE 2016  
Fabricante: Computers and Structures, Inc.  
Código: JASSJKS452CSCAS525

Marca: MATHCAD  
Fabricante: Parametric Technology Corporation

- **Equipo Topográfico**

Estación total:  
Marca: SOUTH  
Serie: N6 5”  
Sistema EDIM: Laser Class 38  
Accesorios: trípode de madera, bastón para prisma, set prisma simple

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Etapa Preliminar: Recolección de información**

La recolección de información de campo en el lugar de estudio se refiere a la obtención de información, es decir, a todo lo que permita caracterizar la problemática [1], en este caso mediante la aplicación de una metodología cualitativa ayudará a determinar los límites del proyecto y las necesidades para la implementación de una cubierta en estructura metálica. Para lo cual la recolección de información se la realizará mediante visitas de campo, anexos fotográficos, información documental en la que se describa las necesidades existentes y la descripción de la infraestructura existente.

#### **2.2.1.1. Estudio de Prefactibilidad**

En la actualidad en nuestro país, numerosas canchas deportivas de las instituciones educativas se encuentran al aire libre, lo que impacta negativamente en su utilización debido a los diversos factores climáticos que pueden surgir en el transcurso del día.

Dentro de la unidad educativa Bolívar (UEB) se muestra un espacio común para el desempeño y desarrollo de actividades físicas, así como sociales de los alumnos, además de ser escenario para eventos de fechas conmemorativas. Por lo cual siendo de gran acogida para los visitantes se ve afectada directamente por el clima y otros factores ambientales los cuales impiden la ejecución de cualquier tarea o labor.

Entorno al panorama descrito esta necesidad se enfoca en el diseño estructural de una cubierta metálica para albergar las canchas de uso múltiple de la unidad educativa donde se proyectará la correspondiente inclusión de iluminación.

#### **2.2.1.2. Visita de Campo**

Se realizó el día 21 de junio del 2023, donde se observó los espacios existentes para la planificación del proyecto con la colaboración de un padre de familia el cual ha emitido las necesidades del proyecto. (Ver ilustraciones del 9 al 11)



*Ilustración 9. Canchas de uso múltiple  
Fuente: fotografía in situ*



*Ilustración 10. Canchas de uso múltiple  
Fuente: fotografía in situ*



*Ilustración 11. Canchas de uso múltiple  
Fuente: fotografía in situ*

### **2.2.1.3. Descripción de las necesidades**

#### **Situación actual**

- Canchas de uso múltiple descubiertas
- Graderíos descubiertos
- Desgaste y desnivel en canchas

## Situación final

- Canchas de uso múltiple cubiertas
- Graderíos cubiertos
- Readecuación del pavimento de las canchas
- Mayor acogida para eventos y actividades educativas

### 2.2.2 Primera etapa: Levantamiento topográfico

Teniendo en claro las necesidades por lo cual se plantea el presente proyecto, la siguiente etapa es la de cuantificar el área de trabajo para delimitar las actividades a realizarse.

#### 2.2.2.1 Ubicación

La estructura que se propone será implantada en las canchas de uso múltiple, pertenecientes a la Unidad Educativa Bolívar en la Ciudadela España – Parroquia La Matriz de la ciudad de Ambato – Tungurahua.

### Coordenadas geográficas

Tabla 3. Coordenadas geográficas

COORDENADAS			
Punto	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)
1	763424	9864680	2642
2	763402	9861588	2641
3	763427	9861582	2642
4	763398	9861448	2646
5	762995	9861252	2661
6	762883	9864485	2652
7	762952	9861532	2650
8	763388	9861686	2640

Fuente: Google Earth

### Ubicación de la Unidad Educativa en planta



Ilustración 12. Ubicación de la unidad educativa

Fuente: Google Earth



*Ilustración 13. Ubicación de la unidad educativa  
Fuente: Google Earth*

### **2.2.2.2 Levantamiento Topográfico**

Se realizó el levantamiento del sitio del proyecto para obtener las áreas de trabajo además de conocer el entorno en el cual están ubicados los graderíos, así como vías y áreas verdes aledañas.



*Ilustración 14. Estación Total South N6 5''  
Fuente: fotografía in situ*



*Ilustración 15. Ejecución del levantamiento planimétrico  
Fuente: fotografía in situ*

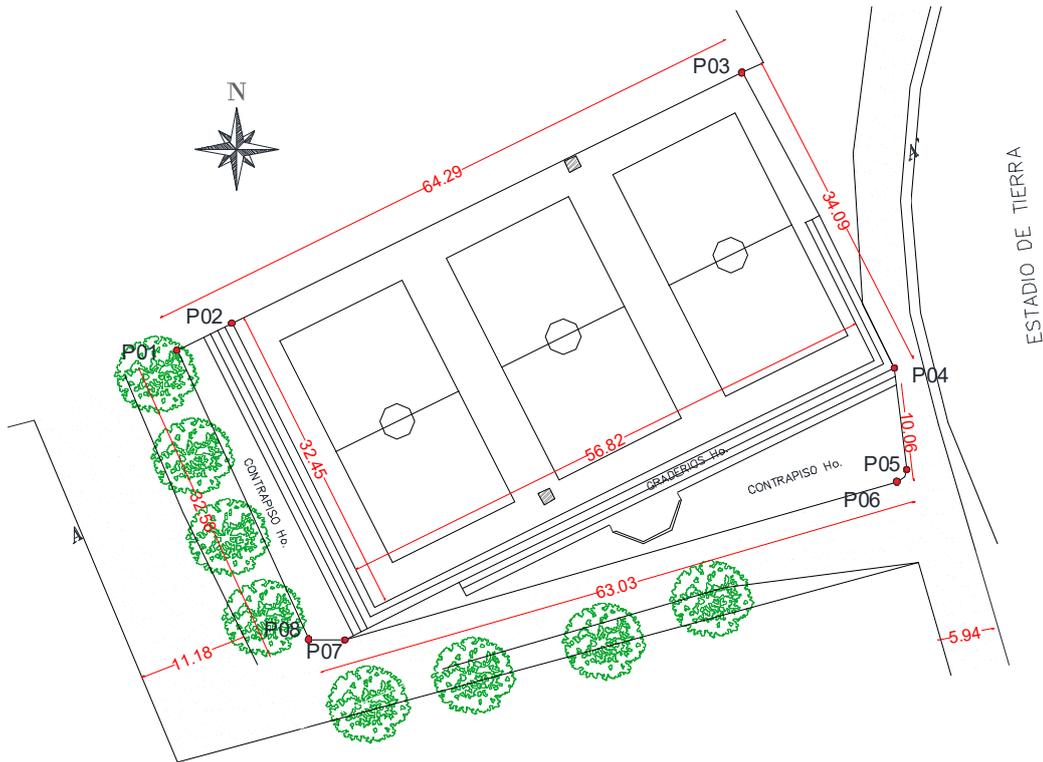


Ilustración 16. Planimetría realizada  
Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2.3 Encuesta aplicada

Este método consiste en un elemento de forma cuantitativa que es parte fundamental para la investigación social, mediante la consulta directa a un grupo de personas en este caso llamado muestra, la cual está conformada por 24 personas entre estudiantes y docentes al azar (modelo de encuesta se presenta en el *ANEXO I*), para poder predefinir el diseño, tipo de materiales, secciones a utilizar y poder estimar un presupuesto real de ejecución con su cronograma de trabajo.

Cabe mencionar que las dimensiones serán tomadas arbitrariamente ya que no se parte de un diseño definitivo arquitectónico el cual indique tanto las medidas en elevación como en planta.

La encuesta elaborada para obtener los resultados se encuentra en el *ANEXO I*.

### Objetivos de la encuesta

En este caso en particular, la encuesta va direccionada para estudiantes y docentes, quienes ven la necesidad de este tipo de proyecto para mejorar las actividades colectivas.

Esta consiste en una serie de preguntas de selección múltiple en la cual deben escoger una opción obligatoriamente, siendo así que esto permitirá determinar lo siguiente:

- Tipo de cubierta a realizar
- Materiales a utilizar
- Tipo de sección
- Iluminación a implantarse

Así de igual manera, estos resultados permitirán considerar la forma final de la estructura, secciones y materiales.

### **2.2.3 Segunda etapa: Diseño de la estructura**

#### **2.2.3.1 Estudios del suelo**

En el proyecto experimental de titulación Reyes (2018) [41], uno de los lugares donde se ejecuta los estudios concuerda con el lugar de implantación del proyecto, en el cual se ha obtenido los resultados del tipo del suelo que serán utilizados para el presente proyecto, realizó el estudio a través del Ensayo de Penetración Estándar “SPT”, basada en la metodología detallada en la Norma NTE INEN 0689, en el cual, se establece con más precisión el tipo de régimen de suelo por medio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos “SUCS” y el número de golpes del SPT.

#### **2.2.3.2 Espectro elástico de diseño**

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Reyes (2018), realiza comparaciones entre varios autores y NEC-SE-DS 2015 teniendo los siguientes resultados:

##### **Autores para espectro de diseño**

- Booore y atkinson
- Akkar y bommer
- Kanno

ESPECTROS DE ACELERACION MODELO BOORE & ATKINSON -  
AKKAR Y BOMMER - KANNO, "FALLA HUACHI"

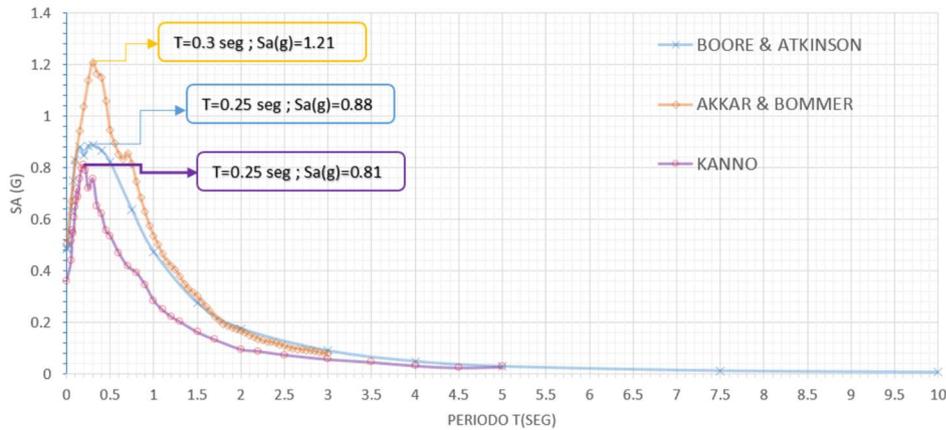


Ilustración 17. Espectros de Aceleración calculadas mediante el modelo Boore y Aktinson – Akkar y Bommer – Kanno, aplicado al lugar de proyecto Huachi.  
Fuente: Reyes (2018)

ESPECTROS DE ACELERACION MODELO BOORE & ATKINSON -  
AKKAR Y BOMMER - KANNO - NEC 15, "FALLA HUACHI"

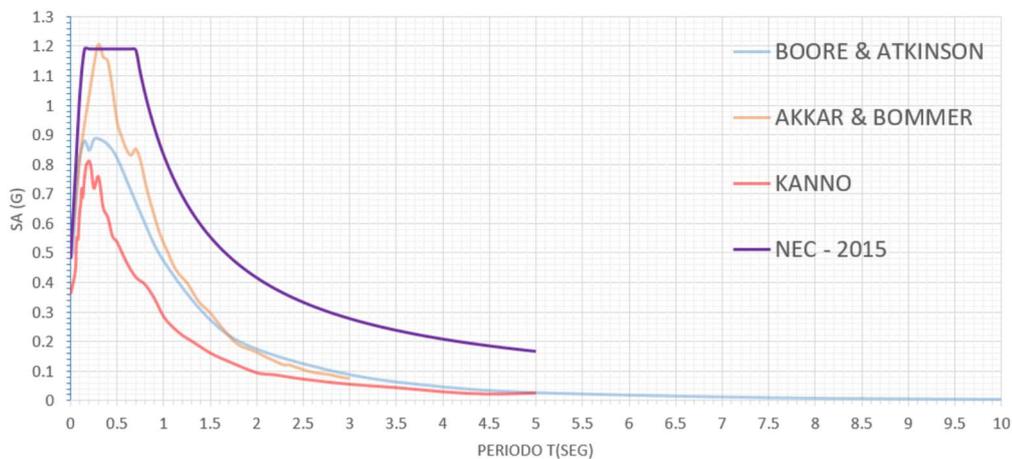


Ilustración 18. Espectros de Aceleración calculadas mediante el modelo Boore y Aktinson – Akkar – Bommer – Kanno – NEC15, aplicado al lugar de proyecto Huachi.  
Fuente: Reyes (2018)

Por lo expuesto anteriormente, se indica que el espectro de diseño establecido por NEC-2015 es casi igual o superior a varios modelos presentados por otros autores, por lo cual para este proyecto se utilizó lo establecido en la norma NEC.

### 2.2.3.3 Estructuración

A través de la encuesta, se propone un sistema de pórticos donde la cubierta tendrá forma parabólica. Siendo así que en su parte más alta tendrá 10.50 m. de altura, a sus laterales se ajustarán a una altura final de 6.00 m máximo, y serán medidas desde la superficie de las canchas de uso múltiple debido al nivel de calzada que en

su topografía muestra irregularidad encontrándose afectada por los graderíos y vías aledañas.

Este sistema estructural contará con las siguientes descripciones:

Vigas y columnas: serán compuestas por tubos circulares los cuales estarán conformados en tipo cercha para mejorar la distribución de esfuerzos.

Pedestales y plintos: conformados de hormigón armado que soportarán las columnas metálicas y transmitirán las cargas hacia el suelo.

#### 2.2.3.4 Especificaciones de los materiales

El tipo de metal a emplearse en la estructura serán de tipo A36 para cerchas de vigas, columnas y placas de anclaje. El tipo de acero para cables tensores ASTM A475, mientras que para la cimentación el acero de refuerzo será de tipo ASTM A706 y el hormigón con una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Características del Acero

Tabla 4. Propiedades del acero A36

Acero ASTM A36				
Propiedades Mecánicas			Composición Química	
Descripción	Valor	Unidad	%C	≤ 0,26
Fy	2,530	Kg/cm <sup>2</sup>	%Mn	0,80 -1,20
Fu	4,080	Kg/cm <sup>2</sup>	%Si	≤ 0,40
Coef. De Poisson	0.27 – 0.30	S/U	%P	≤ 0,04

Fuente: Catálogo de Aceros Otero

Tabla 5. Propiedades del acero ASTM A706

PROPIEDADES MECÁNICAS	MPa	kgf/mm <sup>2</sup>
Límite de fluencia mínimo	420	42
Límite de fluencia máximo	540	55
Resistencia a la tracción mínima	550	56

ALARGAMIENTO (%) MÍNIMO CON PROBETA Lo=200mm	
Díámetro nominal (mm)	%
d ≤ 20	14
22 ≤ d ≤ 36	12
d > 36	10

Fuente: Catálogo de ADELCA

Para la realización de los torones será en acero al carbono, así de igual manera la cantidad de hilos por torón para formar el cable tensor será un mínimo de diámetro nominal de ½”.

### Características del Hormigón

Tabla 6. Propiedades del del hormigón  $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

Hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$		
Descripción	Valor	Unidad
Esf. Compresión	280	Kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Tracción	28*	Kg/cm <sup>2</sup>
Coef. De Poisson	0.15	S/U

Fuente: Mecánica de cuerpos deformables

#### 2.2.3.5 Consideraciones para el diseño

Para realizar el análisis de la estructura en forma simplificada se debe tomar ciertas consideraciones para la ejecución correcta del proyecto:

- La estructura seleccionada estará montada sobre apoyos articulados.
- Los esfuerzos generados en los miembros serán de tipo axial o distribuidos así podemos decir que estos elementos trabajarán solo a compresión o a tensión y serán constante a lo largo de estos miembros.
- No existirán cargas puntuales dentro de los elementos que afecten su condición.
- Las fuerzas externas que se generen por la cubierta serán concentradas en las uniones donde se encuentren apoyadas las correas.
- Debido a leves irregularidades en planta, se realizará el cálculo con el pórtico más crítico siendo designado este como pórtico tipo.
- Los pórticos de la estructura se asentarán sobre placas base que formarán un conjunto con la cimentación. Las uniones estarán ubicadas a nivel del suelo según se muestra en la topografía del lugar.

### Parámetros

Los parámetros de diseño están establecidos a la normativa NEC-SE-DS en el capítulo 9 por lo cual abarca las consideraciones necesarias para el buen desempeño de la estructura, ya que es diferente a una estructura de edificación.

- Carga muerta: englobara todo el peso de la estructura en condiciones de operación normal.
- Cargas vivas: engloba todas las cargas que son transitorias y no permanecen constantes en condiciones de operación normal.
- Cargas accidentales: engloba las cargas generadas por acciones climáticas como las de Viento, Granizo y ceniza, las cuales generan cargas adicionales.
- Espectro de diseño: en ningún caso se reducirán los parámetros de respuesta elástica a valores tales que el cortante basal de diseño reducido sea menor que el cortante basal de respuesta elástica dividido por R.
- Periodo de vibración fundamental (T): de suma importancia por la dinámica estructural.
- Fuerzas laterales: para realizar el cálculo de las fuerzas laterales ultimas se utilizará similares a los utilizados en el caso de edificaciones.

#### **2.2.3.6 Modelación de la estructura**

La modelación de la estructura de este proyecto se realizó con la utilización del software comercial SAP 2000, el cual realiza el análisis por el método de los elementos finitos, considerando la correspondiente distribución geométrica, así como la rigidez de cada uno de los elementos para determinar el comportamiento general de la estructura, mostrando los esfuerzos generados en el sistema.

El análisis dinámico para las cargas de sismo se la ejecutó en función a la aplicación del espectro de respuesta.

Se considera una excentricidad accidental igual al 5% según lo establecido por NEC-SE-DS 2015, con la aplicación de sismos independientes en las 2 direcciones X y Y. De acuerdo al análisis se obtendrá por lo menos el 100% del cortante basal obtenido por el método estático.

#### **2.2.3.7 Pre dimensionamiento geométrico**

La estructura en planta presenta una forma irregular con longitudes promedio de 65 metros en los laterales mientras por la parte frontal y posterior una longitud de 36.50 metros.

Teniendo estos datos, se establece una pendiente para la cubierta de 20% recomendada por el manual general de Uralita.

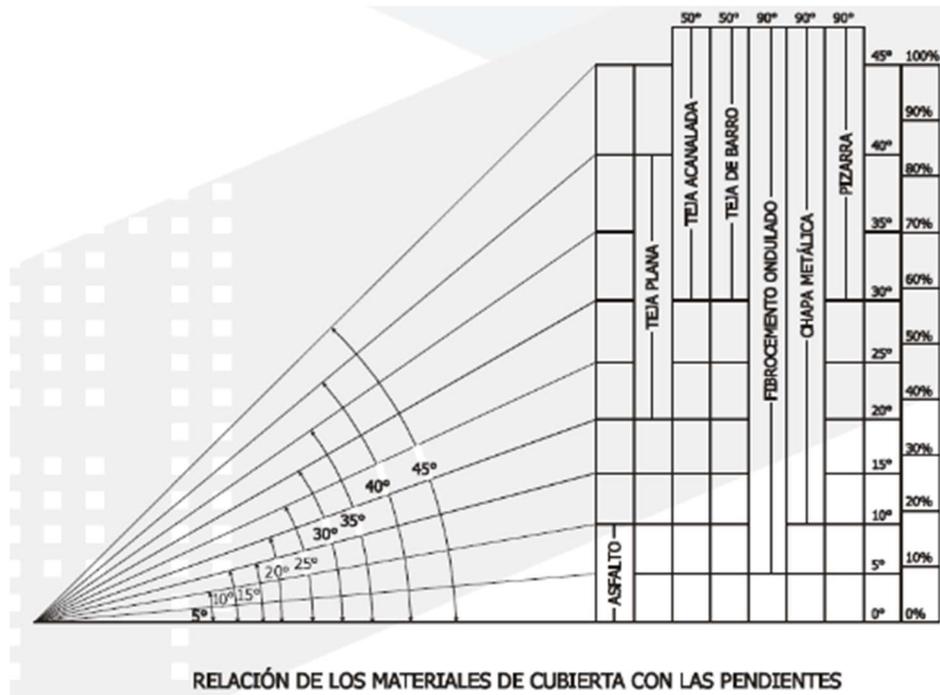


Ilustración 19. Pendientes mínimas para cubiertas  
Fuente: Manual general Uralita (1990)

### 2.2.3.8 Espectro elástico de diseño

La normativa nacional prescribe el siguiente modelo para el espectro elástico de diseño, el cual toma varios factores para su representación y determinar su aceleración espectral vs el periodo de vibración ( $S_a$ ).

Tabla 7. Factores para la determinación del Espectro Sísmico.

Determinación del Espectro Sísmico		
DETALLE	VARIABLE	REFERENCIA NEC-SE-DS
Factor de aceleración de zona sísmica	valor de factor Z	Sección 3.1.1
Factor de sitio Fa	Fa	Sección 3.2.2
Factor de sitio Fd	Fd	Sección 3.2.2
Factor de sitio Fs	Fs	Sección 3.2.2
Relación de la amplificación espectral	$\eta$	Sección 3.3.4 Figura 3
Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.	r	Sección 3.3.1
Factor de importancia	l	Sección 4.1
Coficiente de regularidad en planta	$\phi_p$	Sección 5.2.1

Coefficiente de regularidad en elevación	$\phi E$	Sección 5.2.1
Factor de reducción sísmica	R	Sección 6.3.4
Periodo crítico en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	$T_c$	Sección 3.3.1 Figura 3
Coefficiente que depende del tipo de Edificio	$C_t$	Sección 6.3.3
Coefficiente $\alpha$	$\alpha$	Sección 6.3.3
Altura total de la edificación	$h_n$ (m)	
Periodo Teórico	$T$ (s)	Sección 6.3.3 Figura 3
Espectro de respuesta elástico de aceleraciones	$S_a$ (g)	Sección 3.3.1 Figura 3
Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	$T_o$ (s)	Sección 3.3.1 Figura 3
Coefficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura T	k	Sección 6.3.5
Espectro Reducido de respuesta elástico de aceleraciones	$S_{ai}$	Sección 6.2.2

*Fuente: Elaboración Propia*

Se deben considerar en el análisis:

- Para todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas [42].

### 2.2.3.9 Cortante basal

Obtenidos los datos del espectro elástico de diseño, hay que tomar en cuenta el cortante basal que es la fuerza total sísmica y representa la fuerza lateral que está aplicada a la base de la estructura, siendo su expresión la Ecuación 1 [42]:

(Ecu. 1)

$$V = \frac{S_a * I}{R * \phi E * \phi_p} * W$$

Donde:

V: cortante basal de la estructura

W: carga reactiva de la estructura

### 2.2.3.10 Carga reactiva

Representa para el caso del presente proyecto el peso total de la estructura, es decir las cargas muertas [42]:

(Ecu. 2)

$$W = D$$

Dónde

D: Carga muerta total de la estructura

### **2.2.3.11 Cargas aplicables**

Este tipo de cargas será aplicado a las correas de la cubierta debido a que estos elementos serán los que reciban directamente los efectos de los agentes externos.

#### **Carga muerta**

Peso propio: considera el peso propio de los elementos que conforman la estructura.

Cargas muertas adicionales: contempla cargas que no son parte estructural del sistema sino son componentes que se instalarán y se mantendrán siempre presentes como cubiertas o luminarias.

#### **Carga viva**

Se aplicará lo determinado en el código de Cargas No Sísmicas (NEC-SE-CG 2015), la cual sugiere adoptar un valor para el tipo de estructura que se va a ejecutar en la sección 4.2.1.

### **2.2.3.12 Cargas no aplicables**

#### **Carga por viento**

Desde el nivel de la cancha de uso múltiple hasta el punto más alto, posee una altura de 10.50 m, por lo tanto, se aplican las recomendaciones de la NEC-SE-CG 2015.

En la Ilustración 20 se observa que, en la ubicación del proyecto, la velocidad media del viento es menor con respecto a la mencionada en la norma por lo cual no se aplicó esta carga a la cubierta.

Velocidad corregida del viento

La normativa NEC-SE-CG 2015, menciona que “La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección  $\sigma$  que depende de la

altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento), de acuerdo con la Tabla 8”.

$$(Ecu. 3) \quad Vb = V * \sigma$$

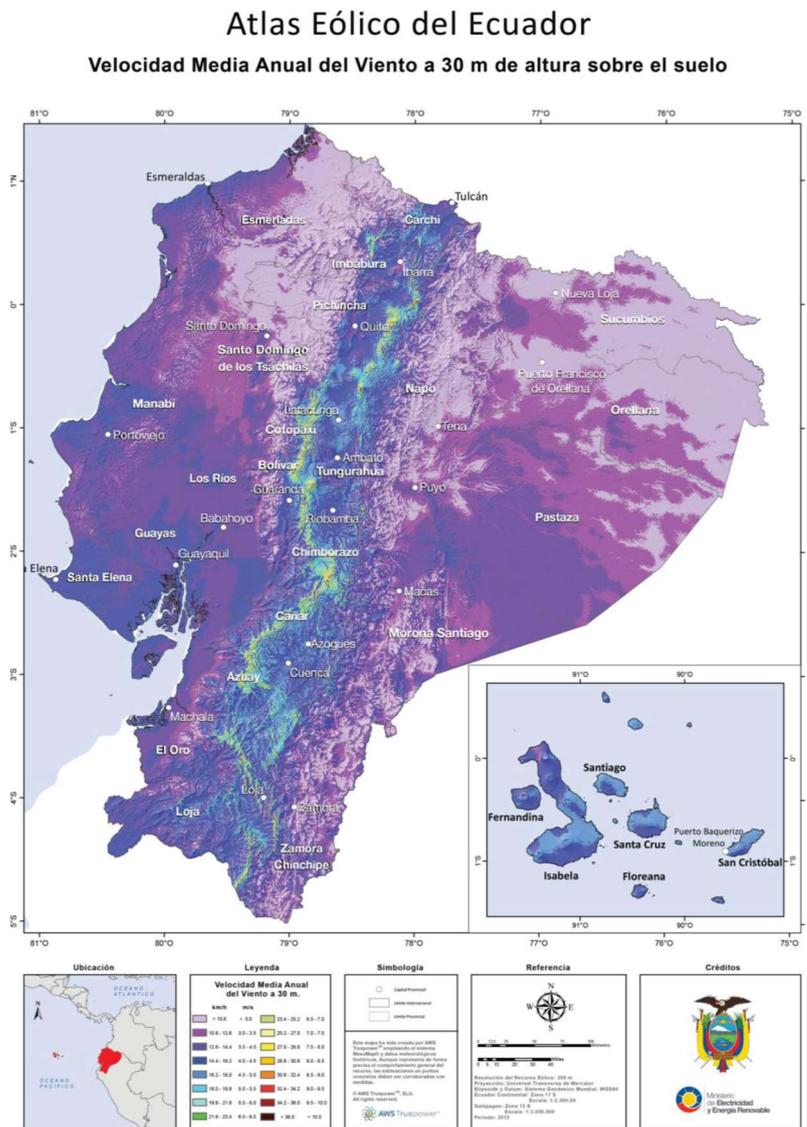
Donde:

$Vb$ : Velocidad corregida del viento

$V$ : Velocidad instantánea máxima del viento en m/s

$\sigma$ : Coeficiente de correlación

Para poder encontrar el valor del coeficiente de correlación, se identificará a la estructura dentro de la siguiente clasificación establecida en la sección 3.2.4.



*Ilustración 20. Atlas eólico del Ecuador*  
 Fuente: Atlas Eólico del Ecuador (2012)

Tabla 8. Coeficiente de corrección  $\sigma$

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

Fuente: NEC-SE-CG 2015

### Cálculo de la presión del viento

Para determinar la resistencia del elemento frente a la acción del empuje del viento, la normativa establece una presión  $P$ , expresada de la siguiente forma:

$$(Ecu. 4) \quad P = \frac{1}{2} * \rho * Vb * ce * cf$$

Donde:

$P$ : Presión de cálculo expresada en Pa (N/m<sup>2</sup>)

$\rho$ : Densidad del aire expresada en Kg/m<sup>3</sup> (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m<sup>3</sup>)

$ce$ : Coeficiente de entorno/altura

Tabla 9. Coeficiente de entorno ( $ce$ )

Altura [m]	Sin obstrucción Categoría A	Obstrucción baja Categoría B	Zona Edificada Categoría C
5	0,91	0,86	0,80
10	1,00	0,90	0,80
20	1,06	0,97	0,88
40	1,14	1,03	0,96
80	1,21	1,14	1,06
150	1,28	1,22	1,15

Fuente: NEC – Cargas no sísmicas 2014

$cf$ : Coeficiente de forma

Para determinar el coeficiente de forma se establece la Tabla 10 en la cual engloba todas las posibles acciones del viento:

Tabla 10. Coeficiente de forma (cf)

Table 26.10-1 Velocity Pressure Exposure Coefficients,  $K_h$  and  $K_z$

Height above Ground Level, $z$		Exposure		
ft	m	B	C	D
0-15	0-4.6	0.57 (0.70) <sup>a</sup>	0.85	1.03
20	6.1	0.62 (0.70) <sup>a</sup>	0.90	1.08
25	7.6	0.66 (0.70) <sup>a</sup>	0.94	1.12
30	9.1	0.70	0.98	1.16
40	12.2	0.76	1.04	1.22
50	15.2	0.81	1.09	1.27
60	18.0	0.85	1.13	1.31
70	21.3	0.89	1.17	1.34
80	24.4	0.93	1.21	1.38
90	27.4	0.96	1.24	1.40
100	30.5	0.99	1.26	1.43
120	36.6	1.04	1.31	1.48
140	42.7	1.09	1.36	1.52
160	48.8	1.13	1.39	1.55
180	54.9	1.17	1.43	1.58
200	61.0	1.20	1.46	1.61
250	76.2	1.28	1.53	1.68
300	91.4	1.35	1.59	1.73
350	106.7	1.41	1.64	1.78
400	121.9	1.47	1.69	1.82
450	137.2	1.52	1.73	1.86
500	152.4	1.56	1.77	1.89

<sup>a</sup>Use 0.70 in Chapter 28, Exposure B, when  $z < 30$  ft (9.1 m).

**Notes**

1. The velocity pressure exposure coefficient  $K_z$  may be determined from the following formula:  
 For  $15 \text{ ft (4.6 m)} \leq z \leq z_g$   $K_z = 2.01(z/z_g)^{2/\alpha}$   
 For  $z < 15 \text{ ft (4.6 m)}$   $K_z = 2.01(15/z_g)^{2/\alpha}$
2.  $\alpha$  and  $z_g$  are tabulated in Table 26.11-1.
3. Linear interpolation for intermediate values of height  $z$  is acceptable.
4. Exposure categories are defined in Section 26.7.

Fuente: ACSE7-2016

### Carga por ceniza

El código (NEC-SE-CG 2015) indica que: a partir de una cota de 1000 m.s.n.m. no se realizará ninguna reducción de las cargas vivas en las cubiertas para prevenir las caídas de cenizas o granizos.

Por lo tanto, utilizando la información de la Tabla 11, las densidades de cenizas de los diferentes volcanes existentes en el país serían:

Tabla 11. Densidades de cenizas

MUESTRA	MASA INICIAL	PESO 1	LECTURA 1	PESO 2	LECTURA 2	DENSIDAD
	(g)	(g)	(cm <sup>3</sup> )	(g)	(cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )
Cotopaxi cima	50	341.3	0.3	391.1	20.0	2.53
Romerillos	50	329.8	0.4	379.5	20.0	2.54
San Felipe	50	333.8	0.3	383.0	20.0	2.50
Chasqui	50	333.4	0.3	383.2	21.2	2.38
Pululahua	50	341.5	0.9	391.5	20.7	2.53
Chalupas	50	333.2	0.6	383.1	19.5	2.64
G. Pichincha A	50	335.7	0.9	385.1	19.2	2.70
G. Pichincha B	50	340.7	0.6	390.5	19.4	2.65
Tungurahua	50	332.6	0.8	382.3	18.5	2.81
Cemento	64	329.8	0.4	393.5	23.0	2.82

Fuente: LEMSUR – EPN

### Carga de Granizo

Este tipo de carga es poco ocurrente, en el código (NEC-SE-CG) sección 3.2.5 indica que la carga de granizo no se aplicará si la pendiente es superior al 15% por lo cual se cita el procedimiento:

$$(Ecu. 5) \quad S = \rho S * HS$$

Dónde:

S: Carga de Granizo

$\rho G$ : Peso específico del granizo (en defecto: 1000 Kg/m<sup>3</sup>)

HS: Altura de acumulación (m)

#### 2.2.3.13 Combinaciones de carga

Las combinaciones de cargas están pre escritas en la NEC-SE-CG 2015, AISC 360 y ACI 318 donde deberán tomarse en cuenta todos los factores que afecten directamente la estructura.

$$\text{Combinación 1} \quad U = 1.4 D$$

$$\text{Combinación 2} \quad U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 \max [Lr; S; R]$$

$$\text{Combinación 3} \quad U = 1.2 D + 1.6 \max [Lr ; S; R] + \max [L; 0.5W]$$

Combinación 4  $U = 1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 \max [Lr; S; R]$

Combinación 5  $U = 1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$

Combinación 6  $U = 0.9 D + 1.0 W$

Combinación 7  $U = 0.9 D + 1.0 E$

#### **2.2.3.14 Criterio de diseño de miembros**

##### **2.2.3.14.1 Modelo matemático**

Para la realización del análisis de la estructura se plantea en reducirlo a un modelo matemático que la represente en forma adecuada y permita estudiar analíticamente el comportamiento ante la aplicación de las cargas. El análisis se realizará por el método de los elementos finitos que se basa en dividir una estructura o un dominio físico en elementos más pequeños y discretos, como triángulos o tetraedros en dos o tres dimensiones, respectivamente. Luego, se utiliza una serie de ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento de estos elementos individuales para obtener una aproximación a la solución del problema global.

El proceso típico del método de elementos finitos involucra los siguientes pasos:

**Discretización:** La región de interés se divide en elementos finitos, como triángulos o tetraedros, y nodos (nudos) que conectan estos elementos. La elección de la forma y el tipo de elementos depende del problema y la geometría.

**Formulación del modelo:** Se establecen ecuaciones matemáticas que describen el comportamiento de cada elemento en función de las condiciones de carga, las propiedades del material y las restricciones en los nodos.

**Ensamblaje:** Se combinan las ecuaciones individuales de cada elemento para formar un sistema global de ecuaciones que describe el comportamiento de toda la estructura o dominio.

**Aplicación de condiciones de contorno:** Se aplican condiciones de frontera, como restricciones de desplazamiento o cargas externas que están aplicadas para cada elemento de la estructura [43].

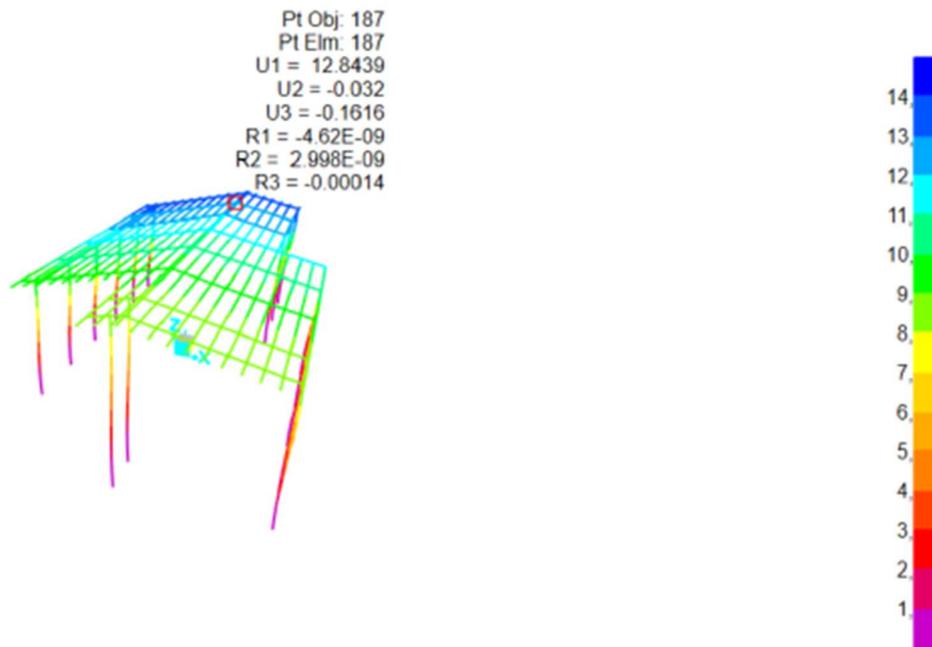


Ilustración 21. Análisis por elementos finitos  
Fuente: Arias y Calle (2023)

#### 2.2.3.14.2 Estabilidad estructural

##### Diseño por Resistencia bajo Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD)

La estructura debe cumplir con la condición de estado límite para cumplir con la condición de resistencia.

Debe cumplir el requisito por la metodología de Diseño Basado en Factores de Carga y Resistencia (DFCR) o en sus siglas en inglés (LFRD) establecido en la normativa NEC-SE-AC y ACI-360 donde se determina que: “La resistencia de diseño de cada componente estructural es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de acuerdo a las combinaciones de carga” y se realizará de acuerdo a la Ecuación 6 [44]:

$$(Ecu. 6) \quad R_u \leq \phi R_n$$

Donde:

$R_u$ : resistencia requerida por las combinaciones de carga

$R_n$ : resistencia nominal

$\Phi$ : factor de resistencia

$\phi R_n$ : resistencia de diseño

Este enfoque práctico se basa en los principios teóricos del Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD, por sus siglas en inglés, (Load and Resistance Factor Design)). Este método se fundamenta en el concepto de estados límites, que son condiciones en las que un componente estructural, sometido a cargas, alcanza un nivel tal de afectación que ya no puede cumplir su función prevista [44].

Siendo así que los miembros estructurales serán calculados para los elementos sometidos a tensión, compresión, flexión, torsión o flexo-torsión dependiendo su utilización dentro del proyecto en base a la utilización de las ecuaciones de combinaciones de carga.

Cabe mencionar que los elementos fueron diseños a partir de secciones compactas tal como se especifica en la normativa.

### **Resistencia Requerida**

La resistencia de los miembros estructurales, así como en sus conexiones deber ser determinadas mediante el análisis de la estructura para las combinaciones preestablecidas por las normativas AISC 360 y NEC-SE-DS 2015 [36], [42].

Los elementos deberán satisfacer las demandas bajo las condiciones de servicio, así como los de integridad estructural.

Las conexiones pueden ser diseñadas de acuerdo a que las fuerzas y deformaciones tengan la resistencia requerida para el mejor desempeño esperado entre las uniones. Los puntos de apoyo deben restringirse contra la rotación en torno a su eje longitudinal a excepción que mediante el análisis se determine que no es requerida, pudiendo ser de tipo simple en las cuales transmiten momento de magnitud despreciable o de momento, las cuales se dividen en completamente restringidas y parcialmente restringidas.

El diseño de placa base debe adoptar las medidas adecuadas para transferir las cargas y momentos de columna a las zapatas y fundaciones. En ausencia de un marco regulatorio, se permite tomar la resistencia de aplastamiento de diseño,

además deben contemplar las fuerzas que se puedan generar por efecto de las fuerzas horizontales.

Los anclajes deben ser diseñados para entregar las resistencias requeridas por las cargas de la estructura completa en la base de cada columna, así como resistir un adecuado aplastamiento para la tuerca por medio del uso de arandelas o planchas de ajuste.

Los criterios de diseño se refieren a diversas técnicas o métodos utilizados para elegir las secciones óptimas de los elementos estructurales junto con sus respectivas uniones y conexiones. Estos métodos permiten seleccionar entre varias alternativas para cada caso específico. En este proceso, se pueden emplear enfoques que consideren el comportamiento de la estructura en un rango puramente elástico o aquellos que permitan que ciertas secciones del sistema entren en un rango inelástico.

Existen dos categorías principales de estados límites: a) los estados límites de resistencia, que se centran en la seguridad y la capacidad de carga de las estructuras, y b) los estados límites de servicio, que se relacionan con el comportamiento de las estructuras bajo cargas de servicio relacionado con su uso y ocupación.

#### **2.2.3.15 Estados límites de resistencia:**

Estos estados se basan en la seguridad o capacidad de carga de las estructuras e incluyen las resistencias plásticas, de pandeo, de fractura, de fatiga de volteo, etc.

En este método las cargas de trabajo o servicio  $Q_i$  se multiplican por factores de carga  $\lambda_i$  normalmente mayores a uno ( $\lambda_i > 1$ ), y se obtienen las cargas últimas o factorizadas. La estructura se proporciona para que tenga una resistencia última de diseño suficiente para soportar las cargas factorizadas esta resistencia se considera igual a la Resistencia nominal  $RR_{nn}$  multiplicada por un factor de Resistencia  $\phi$  normalmente menores a uno ( $\phi < 1$ ) [23].

En definitiva, el método consiste en mayorar la carga y minorizar la resistencia con esta relación se consigue compensar las incertidumbres relativas a la resistencia de los materiales, dimensiones, mano de obra, etc. durante la ejecución de las obras, matemáticamente se puede expresar como:

$$(Ecu. 7) \quad \Sigma \lambda_i R_{u_i} \leq \phi R_n$$

### 2.2.3.16 Estados límite de servicio

Los estados límite de servicio se refieren al comportamiento de la estructura bajo cargas normales de servicio y tienen que ver con aspectos asociados con el uso ocupación. El diseño de una estructura debe garantizar su comodidad y funcionalidad general. Esto implica considerar aspectos como vibraciones, desplazamientos, grietas y durabilidad, que no se relacionan directamente con la resistencia de la estructura, pero que pueden afectar su idoneidad para su uso previsto. Por ejemplo, estas condiciones pueden causar molestias a los ocupantes en situaciones cotidianas.

Es esencial que la estructura esté diseñada de manera que tenga la rigidez adecuada y limite las deformaciones tanto en sentido vertical como horizontal. En muchas ocasiones, el control de las deformaciones es más crítico que las fuerzas sísmicas, y esto se convierte en un parámetro fundamental durante la fase de diseño o verificación estructural. Para enfatizar este requisito, se calculan las máximas derivadas inelásticas de piso como parte del proceso de diseño de la estructura [23].

### 2.2.3.17 Deriva de piso

La deriva de piso representa el movimiento o desplazamiento lateral de una estructura con respecto al nivel de piso inicial siendo así que NEC 2015 establece que la deriva de piso inelástica máxima sea del 2% [42].

*Tabla 12. Límites permisibles de la deriva de piso*

Estructuras de:	$\Delta_m$ máxima
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

*Fuente: NEC-SE-CG*

La medición se realiza en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura para lo cual se realiza la Ecuación 8:

$$(Ecu. 8) \quad \Delta M = 0.75 * R * \Delta E$$

Así, también se aplicará la Ecuación 9:

$$(Ecu. 9) \quad \Delta M < \Delta M \text{ máxima}$$

Dónde:

$\Delta M_{\text{máx.}}$ : deriva máxima inelástica de piso establecido por NEC 2015

$\Delta M$ : deriva máxima inelástica

$\Delta E$ : desplazamiento obtenido en aplicación de fuerzas laterales de diseño reducidas

$R$ : factor de reducción de resistencia [24].

### 2.2.3.18 Límites de Deflexión

Las deformaciones admisibles en estructuras metálicas se refieren a los desplazamientos y deformaciones que puede experimentar bajo cargas y condiciones de servicio sin comprometer su integridad estructural ni su capacidad de funcionamiento seguro. Estas deformaciones se establecen como límites máximos permitidos y se basan en consideraciones de seguridad, funcionalidad y comodidad [23].

Tabla 13. Límites permisibles de la deflexión

CONSTRUCTION	L or L <sub>r</sub>	S or W <sup>f</sup>	D + L <sup>g, h</sup>
Roof members: <sup>e</sup>			
Supporting plaster or stucco ceiling	//360	//360	//240
Supporting nonplaster ceiling	//240	//240	//180
Not supporting ceiling	//180	//180	//120
Floor members	//360	—	//240
Exterior walls:			
With plaster or stucco finishes	—	//360	—
With other brittle finishes	—	//240	—
With flexible finishes	—	//120	—
Interior partitions: <sup>b</sup>			
With plaster or stucco finishes	//360	—	—
With other brittle finishes	//240	—	—
With flexible finishes	//120	—	—
Farm buildings	—	—	//180
Greenhouses	—	—	//120

Fuente: International Building Code (2018)

### 2.2.3.19 Combinaciones de carga

Con lo descrito por la normativa, tendremos las siguientes combinaciones de carga para este estudio, así como los valores para efectos de fuerzas horizontales.

Tabla 14. Combinaciones de carga

1	1.4 D
2	1.2D+1.6L
3	1.2D+L
4	1.2D+L+ EEX

<b>5</b>	1.2D+L- EEX
<b>6</b>	1.2D+L+ EEY
<b>7</b>	1.2D+L- EEY
<b>8</b>	1.2D+L+ EDX
<b>9</b>	1.2D+L- EDX
<b>10</b>	1.2D+L+ EDY
<b>11</b>	1.2D+L- EDY
<b>12</b>	0.9D+W
<b>13</b>	0.9D+ EEX
<b>14</b>	0.9D- EEX
<b>15</b>	0.9D+ EEY
<b>16</b>	0.9D- EEY
<b>17</b>	0.9D+ EDX
<b>18</b>	0.9D- EDX
<b>19</b>	0.9D+ EDY
<b>20</b>	0.9D- EDY

*Fuente: elaboración propia*

Donde:

D: carga muerta global

L: carga viva (asumiremos la mayor carga entre: carga viva establecida y carga de ceniza)

W: carga de viento

S: carga de granizo

EEX: componente horizontal estático en sentido X

EEY: componente horizontal estático en sentido D

EDX: componente horizontal dinámico en sentido X

EDY: componente horizontal dinámico en sentido Y

### **2.2.3.20 Propiedades de los miembros**

En esta sección se aplica la normativa AISC 360-16 con los apartados B-D y E. en la cual se establece las condiciones de los miembros, así como los chequeos que deben cumplir para satisfacer las necesidades constructivas establecidas.

#### **2.2.3.20.1 Clasificación de las secciones según el pandeo local**

Para los elementos que se encuentran bajo fuerzas de compresión axial las secciones sea en el ala o en el alma del elemento se clasifican como esbeltas y no esbeltas.

Si la razón ancho-espesor se denominara como sección no esbelta, no deben superan los valores establecidos de  $\lambda$  de la tabla B4.1a que se presenta en el *ANEXO 2*, caso contrario se considerará como sección esbelta.

Para valor de  $K_c$

$$(Ecu. 10) \quad K_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{tw}}}$$

h: altura del ala

tw: espesor del alma

kc: factor de relación ancho - espesor

Así también debe cumplir la siguiente expresión:

$$0.35 < K_c < 0.76$$

Para los miembros que se encuentran en flexión se clasifican en compactas, no compactas y esbeltas, teniendo el siguiente detalle:

**Elemento compacto:** La relación ancho-espesor no deben exceder los valores de  $\lambda_p$  de la tabla B4.1b que se presenta en el *ANEXO 2*, además de sus alas y almas deben ser continuamente conectadas.

**Elemento no compacto:** si la relación ancho-espesor excede  $\lambda_p$ , pero no supera  $\lambda_r$

**Elemento esbelto:** si la relación ancho-espesor excede  $\lambda_r$

### 2.2.3.20.2 Diseño de elementos a tensión

#### Relación de esbeltez como elementos estructurales

$$(Ecu. 11) \quad L/r < 300$$

Donde:

L: longitud del miembro

R: radio de giro de la sección transversal menos

## Resistencia nominal

Resistencia a la fluencia en tracción para la sección bruta:

$$(Ecu. 12) \quad P = F_y * A_g \quad \phi = 0.90 \text{ (LRFD)}$$

Resistencia a la ruptura en tracción para la sección neta:

$$(Ecu. 13) \quad P = F_u * A_e \quad \phi = 0.75 \text{ (LRFD)}$$

$$(Ecu. 14) \quad A_e = A_n * U$$

Cuando el elemento realiza la unión por soldadura el área efectiva es igual al área neta

$$A_g = A_n.$$

La Ecuación 15 está asociada a los agujeros en una conexión que genera una falla:

$$(Ecu. 15) \quad A_n = A_g - \sum dt + \sum \frac{s^2 t}{4g} \leq A_g$$

Donde:

Ae: área neta efectiva

Ag: área bruta

Fy: tensión de fluencia

Fu: tensión última

U: factor de corte diferido (tabla D3.1 – AISC-360)

d: diámetro del agujero

t: espesor de la placa

S: separación horizontal al plano de falla

g: separación vertical al plano de falla

### 2.2.3.20.3 Diseño de elementos a compresión

#### Relación de esbeltez como elementos estructurales

$$(Ecu. 16) \quad L/r \leq 200$$

Donde:

L: longitud del miembro

R: radio de giro de la sección transversal menos

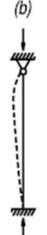
**Longitud efectiva**

(Ecu. 17) 
$$Le = K * L$$

Donde:

K: factor de longitud efectiva

Tabla 15. Valores de K

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
						
K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
K de diseño recomendado	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Condiciones en los extremos	 Rotación Fija  Rotación Libre		 Rotación Fija  Rotación Libre		 Transición Fija  Transición Libre	

Fuente: manual integral para diseño y construcción (1997)

L: longitud no arriostrada lateralmente

**Relación de esbeltez como sección**

Se determinará si el elemento se encuentra con la relación ancho – espesor para elementos de compresión dependiendo de su estado siendo estos, elementos atiesados o no atiesados como se describen en las tablas B4.1b de la AISC 360 sea este para alma o para patín.

**Pandeo por flexión sin elementos esbeltos**

La resistencia de compresión nominal:

(Ecu. 18) 
$$Pu = Fcr * Ag$$

Para determinar el esfuerzo de tensión crítico existen 2 alternativas:

(Ecu. 19 y 20) a) Cuando  $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  ó  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

(Ecu. 21) 
$$F_{cr} = (0.658 \frac{F_y}{F_e}) F_y$$

(Ecu. 22 y 23) a) Cuando  $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  ó  $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$

(Ecu. 24) 
$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Donde:

Ag: área bruta de la sección transversal

E: módulo de elasticidad del acero

Fe: pandeo elástico

(Ecu. 25) 
$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

Fy: esfuerzo de fluencia del acero

r: radio de giro

### **Pandeo por torsión y flexo torsión de ángulos simples y miembros sin elementos esbeltos**

Aplicable a miembro con simetría simple, asimétricos y ciertos miembros con simetría doble.

Utilizando las ecuaciones de miembros a flexión si los elementos son esbeltos se determinará Fe de acuerdo a las siguientes ecuaciones para las siguientes condiciones a), b), c):

a) Miembros con simetría doble rotando en torno al centro de corte:

(Ecu. 26) 
$$F_e = \left( \frac{\pi^2 E C_w}{(KL)^2} + GJ \right) \frac{1}{I_x + I}$$

b) Miembros con simetría simple rotando en torno al centro de corte y eje de simetría:

$$(Ecu. 27) \quad Fe = \left( \frac{Fey+Fez}{2H} \right) \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4FeyFezH}{(Fey+Fez)^2}} \right]$$

c) Miembros asimétricos rotando en torno al centro de corte:

$$(Ecu. 28) \quad (Fe - Fex)(Fe - Fey)(Fe - Fez) - Fe^2(Fe - Fey) \left( \frac{Xo}{ro} \right)^2 - Fe^2(Fe - Fex) \left( \frac{Yo}{ro} \right)^2 = 0$$

Donde:

Cw: constante de alabeo

Fex, Fey, Fez: esfuerzos elásticos de acuerdo al eje de estudio:

$$(Ecu. 29) \quad Fex = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{Lcx}{rx} \right)^2}$$

$$(Ecu. 30) \quad Fey = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{Lcy}{ry} \right)^2}$$

$$(Ecu. 31) \quad Fe = \left( \frac{\pi^2 ECw}{Lcz^2} + GJ \right) \frac{1}{Ag*ro^2}$$

G: modulo elástico de corte del acero= 79000 kg/cm<sup>2</sup>

Ix, Iy: momentos de inercia respecto al eje

J: constante torsional

Kx: factor de longitud efectiva para pandeo por flexión respecto al eje X

Ky: factor de longitud efectiva para pandeo por flexión respecto al eje Y

Kz: factor de longitud efectiva para pandeo por flexión respecto al eje Z

Lcx = KxLx: longitud del miembro para pandeo respecto al eje X

Lcy = KyLy: longitud del miembro para pandeo respecto al eje Y

Lcz = KzLz: longitud del miembro para pandeo respecto al eje Z

Lx, Ly, Lz: longitud no arriostrada para cada eje

ro: radio de giro polar

$$(Ecu. 32) \quad ro^2 = Xo^2 + Yo^2 + \frac{Ix+Iy}{Ag}$$

$r_x, r_y$ : radio de giro en torno al eje X o Y

$X_o, Y_o$ : coordenadas del centro de corte respecto al centroide

### **Miembros con elementos esbeltos**

Partiendo del criterio de diseño

$$(Ecu. 33) \quad P = F_{cr} * A_g$$

Donde:

$A_e$ : área neta efectiva

$F_{cr}$ : esfuerzo de tensión crítico

Para las secciones tubulares cilíndricas el área efectiva se designa según lo siguiente:

$$a) \text{ Cuando } \frac{D}{t} \leq 0.11 \frac{E}{F_y} \text{ ó}$$

$$(Ecu. 34) \quad A_e = A_g$$

$$b) \text{ Cuando } 0.11 \frac{E}{F_y} < \frac{D}{t} < 0.45 \frac{E}{F_y}$$

$$(Ecu. 35) \quad A_e = \left[ \frac{0.038E}{F_y \frac{D}{t}} + \frac{2}{3} \right] A_g$$

Donde:

D: diámetro exterior del tubo

t: espesor de la pared

#### **2.2.3.20.4 Diseño de elementos a torsión**

### **Miembros sometidos a torsión y combinación de torsión flexión, corte y/o corte axial**

La resistencia torsional se define con la siguiente expresión para las secciones tubulares redondas y rectangulares.

$$(Ecu. 36) \quad \phi T_n \geq T_n \quad \phi = 0.90$$

En la cual

$$(Ecu. 37) \quad T_n = F_{cr} * C$$

Donde:

C: constante torsional para secciones tubulares redondas.

$$(Ecu. 38) \quad C = \frac{\pi(D-t)^2 t}{2}$$

El esfuerzo de tensión crítica,  $F_{cr}$ , debe ser determinada de acuerdo para tubos redondos, debe ser el mayor entre:

$$(Ecu. 3 y 40) \quad F_{cr} = \frac{1.23E}{\sqrt{\frac{L}{D} \left(\frac{D}{t}\right)^4}} \quad y \quad F_{cr} = \frac{0.60E}{\left(\frac{D}{t}\right)^2}$$

Estos valores no deben exceder  $0.6 F_y$

Donde:

D: diámetro exterior del tubo

L: longitud del elemento

t: espesor de la pared

### **2.2.3.20.5 Diseño de placa base y anclajes**

#### **Placa base**

#### **Generalidades de diseño**

La resistencia de diseño de los anclajes debe tomarse como 1.2 veces la resistencia nominal del acero de anclaje.

La resistencia requerida para el diseño de la placa base se expresa de la siguiente forma al no haber un marco regulatorio según AISC 360-16.

Para áreas completas de apoyo:

$$(Ecu. 41) \quad P_p = 0,85 F_c' A_1$$

Para áreas menores de apoyo:

$$(Ecu. 42) \quad P_p = 0.85 f'c * A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 f'c A_1$$

Donde:

$P_p$ : resistencia al aplastamiento nominal

$F'c$ : Resistencia del hormigón en compresión

$A_1$ : área de aplastamiento del acero sobre el concreto

$A_2$ : máxima área de contacto con el hormigón

Así de tal forma en la Tabla 16 muestra recomendaciones para el diseño de la placa base.

Tabla 16. Materiales para la placa base

Table 2.1. Base Plate Materials	
Thickness ( $t_p$ )	Plate Availability
$t_p \leq 4$ in.	ASTM A36 <sup>[a]</sup> ASTM A572 Gr 42 or 50 ASTM A588 Gr 42 or 50
4 in. < $t_p \leq 6$ in.	ASTM A36 <sup>[a]</sup> ASTM A572 Gr 42 ASTM A588 Gr 42
$t_p > 6$ in.	ASTM A36
<sup>[a]</sup> Preferred material specification	

Fuente: AISC Steel Design Guide Base Plate and Anchor 2014

## Anclajes

### Resistencia a la tracción

$$(Ecu. 43) \quad R_n = M/s \quad \phi = 0.75$$

Donde:

$R_n$ : resistencia nominal

$M$ : momento aplicado en la base de la columna

$S$ : separación entre pernos de anclaje

El área requerida será determinada por:

$$(Ecu. 44) \quad A = R_n / F_t$$

$$(Ecu. 45) \quad F_{nt} = 0.75 F_u$$

Donde:

A: área requerida

F<sub>nt</sub>: resistencia a tracción del perno

F<sub>u</sub>: Esfuerzo de tensión

Tabla 17. Materiales para pernos de anclaje

Material ASTM		Esfuerzo de Tensión $F_u$ (ksi)	Esfuerzo de tensión Nominal <sup>[a]</sup> $F_{nt} = 0.75F_u$ (ksi)	Esfuerzo de corte Nominal Tipo "X" <sup>[a, b]</sup> $F_{nv} = 0.50F_u$ (ksi)	Esfuerzo de corte Nominal Tipo "N" <sup>[a, c]</sup> $F_{nv} = 0.40F_u$ (ksi)	Diámetro máximo en "plg"
F 1554	Gr 36 <sup>[d]</sup>	58	43.5	29.0	23.2	4
	Gr 55	75	56.3	37.5	30.0	4
	Gr 105	125	93.8	62.5	50.0	3
A449		120	90.0	60.0	48.0	1
		105	78.8	57.5	42.0	1½
		90	67.5	45.0	36.0	3
A36	58	43.5	29.0	23.2	4	
A307	58	43.5	29.0	23.2	4	
A354 Gr BD		150	112	75.0	60.0	2½
		140	105	70.0	56.0	4

<sup>[a]</sup> Esfuerzo nominal en el cuerpo no roscado  
<sup>[b]</sup> Roscado excluido en el plano de corte  
<sup>[c]</sup> Roscado incluido en el plano de corte  
<sup>[d]</sup> Material preferido por especificaciones

Fuente: AISC Steel Design Guide Base Plate and Anchor 2014

### Longitud de embebido

De acuerdo a ACI 318 – 2019 se expresa la longitud de anclaje como la longitud efectiva del elemento, teniendo la siguiente expresión.

$$(Ecu. 46) \quad h_{ef} = \frac{1200d}{\sqrt{f'c}} \geq 8da \quad \text{ó} \quad 15\text{cm}$$

$$(Ecu. 47) \quad 4da \leq h_{ef} \leq 20 da$$

Donde:

h<sub>ef</sub>: profundidad embebida efectiva del anclaje

da: diámetro del anclaje

### 2.2.3.20.6 Conexiones Soldadas

Para las conexiones el material del electrodo debe ser compatible para el metal base de soldadura, basados en las especificaciones según ASIC 360.

$$\text{(Ecu. 48)} \quad \phi R_n \geq R_u \quad \phi=0.75$$

Debe cumplir lo especificado en la siguiente expresión según AISC 360-16 sección J.4.

Resistencia para metal base:

$$\text{(Ecu. 49)} \quad R_n = F_{nBM} A_{BM}$$

Resistencia para metal base:

$$\text{(Ecu. 50)} \quad R_n = F_{nw} A_{we}$$

Donde

$A_{BM}$ : área de la sección transversal del metal base

$A_{we}$ : área efectiva de la soldadura

$F_{nBM}$ : tensión nominal del metal base

$F_{nw}$ : tensión nominal del metal de soldadura

Los valores de  $\phi$ ,  $F_{nBM}$ ,  $F_{nw}$  y sus limitantes se tomarán del *ANEXO 6*.

#### **2.2.3.20.7 Áreas efectivas de soldadura**

Para realizar el proceso de soldadura con material de aporte se debe considerar el área efectiva como la longitud de la soldadura por la garganta efectiva, la cual se especifica según las tablas del *ANEXO 7* para algunas consideraciones a tomar.

$$\text{(Ecu. 51)} \quad A_e = L_s * G_s$$

Donde:

$A_e$ : área efectiva de soldadura (AISC 360-15 sección J2)

$L_s$ : longitud de soldadura (AISC 360-15 sección J2)

$G_s$ : garganta de soldadura (AISC 360-15 sección J2)

$$\text{(Ecu. 52)} \quad G_s = 0.707 b$$

$L_e$ : longitud efectiva (AISC 360-15 sección J2)

$$\text{(Ecu. 53)} \quad L_e = L_s - 2G_s$$

Para determinar el esfuerzo admisible a corte en la soldadura se determina de la siguiente expresión:

$$(Ecu. 54) \quad F_y = 0.45F_u$$

#### **2.2.3.21 Cimentaciones**

Según lo expuesto en el lugar de implantación del proyecto se establece predeterminadamente que el tipo de cimentación a utilizar será de tipo zapata aislada la cual será ubicada para cada una de las columnas y se encargará de transmitir las cargas generadas por la estructura al suelo adyacente.

Según lo descrito por Reyes (2018) en los ensayos realizados por SPT el nivel de suelo firme comienza a aparecer desde la perforación en las alturas de 2 a 3 m por lo cual aumenta la capacidad portante del suelo con un número de golpes de 32 a lo cual se asumió el valor de fundación de 2.20 m, con una capacidad portante del suelo según lo descrito por Moya (2015) de 12.5 tn/m<sup>2</sup> que recomienda este valor para el tipo de suelo encontrado que es de tipo D.

Se utilizará el programa Safe para realizar el análisis de las cimentaciones, el cual utiliza el método de diseño por franjas para dividir el elemento en secciones iguales, de esta manera también se utiliza el método de elementos finitos que permite discretizar el elemento para un mejor análisis, las cargas utilizadas serán exportadas del programa SAP 2000 en el cual se realiza el análisis de la estructura .

El método de las franjas permite el análisis en una o en dos direcciones con el cual se realiza los chequeos para las cuantías de acero.

El software permite el análisis de las deformaciones, desplazamientos, reacciones y efectos de punzonamiento donde este último es el más crítico en el cual tiene q ser un valor a 1.

#### **2.2.4 Tercera etapa: Propuesta económica y cronograma**

En esta última etapa se utilizará el método hipotético-deductivo [10] la cual parte con los datos de la primera y tercera etapa, teniendo el siguiente proceso:

Definir los diferentes rubros a desarrollarse para la ejecución del proyecto con su análisis de precios unitario, donde, se contempla el uso de maquinaria, mano de obra, materiales y transporte, con todos estos elementos se deducirá el presupuesto general aproximado del costo de la obra y por último el cronograma valorado para la ejecución hipotética del proyecto, todo esto se ejecutará con ayuda de la herramienta computacional Microsoft Project el cual dentro de su interfaz ayuda en la planificación, posibilita la priorización de las labores a realizar, estima los plazos y los recursos.

#### **2.2.4.1 Presupuesto**

Para realizar todo el proceso para la elaboración del presupuesto general de obra se realizarán varios tipos de investigación

##### **2.2.4.1.1 Investigación Exploratoria**

La investigación se realiza en base a una incógnita por descubrir ¿cuánto sería el presupuesto general de obra?, es por ello que realizan los análisis correspondientes para llegar al resultado.

##### **2.2.4.1.2 Investigación Explicativa**

Dentro del análisis de precios unitario se desarrolla un proceso consecutivo para obtener cada uno de los valores correspondiente al rubro a desarrollarse por lo cual se detallan los principales costos tanto directos como indirectos.

#### **Cálculo de costos directos (C.D.)**

Según lo descrito en el marco teórico se desarrollará una tabla con el procedimiento detallado para obtener el costo directo de cada uno de las partes actuantes.

#### **Cálculo de costos indirectos (C.I.)**

Estos valores bajo la recomendación del manual de costos de obra de la CAMICON no deben exceder el 20% del costo directo de obra, por lo cual para este proyecto se asumirá el porcentaje de CD recomendado:

(Ecu. 55)

C.I.: C.D.\*20%

Así de igual manera se ubicará su correspondiente a la casilla asignada para determinar el costo de indirecto para el rubro de ejecución.

#### **2.2.4.1.3 Investigación cuantitativa**

Mediante esta investigación se busca el punto de partida para captar los diferentes entornos que se presentan dentro de nuestro caso, la construcción, así como el análisis de los datos obtenidos.

Así de igual forma es necesario de una investigación documental en la cual se enmarque con la recopilación de datos, comparación de fuentes, la aplicabilidad de criterios teóricos en la práctica donde despejará las dudas de la problemática planteada.

A este enfoque se propone los siguientes pasos del proceso

- Descubrimiento: consiste en la investigación de datos similares que ayuden a la extracción de datos relevantes para la etapa constructiva y económica
- Cuantificación: partiendo de esta se toma en consideración las cantidades de obra a ejecutarse como los costos directos que se involucran dentro de todo el proceso
- Propuesta: se debe armar un esquema con los rubros de ejecución de obra obtenidos de las fases anteriores
- Cronograma: se precisa en la obtención del tiempo correspondiente para la ejecución de este proyecto tomando en cuenta los gastos económicos generados en cada periodo de tiempo todo esto con la aplicación del software Project el cual en su interfaz permite la eficaz gestión de las actividades del proyecto.

Esta investigación está compuesta de toda la información recopilada, la cual busca solventar el interés por el costo y tiempo de ejecución del proyecto, así como de sus partes participantes.

## CAPITULO III - ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1.1 Resultados de la encuesta

De la encuesta aplicada se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales se muestran en diagramas de pastel para cada una de las preguntas realizadas.

ESCOJA EL TIPO DE CUBIERTA QUE LLAME SU ATENCIÓN

24 respuestas

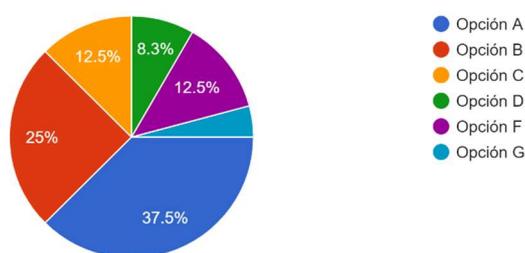


Ilustración 22. Pregunta 1: Escoja el tipo de cubierta que llama su atención  
Fuente: Google forms

PARA COLUMNAS ¿QUÉ TIPO DE MATERIAL DESEA QUE SE EMPLEE?

24 respuestas

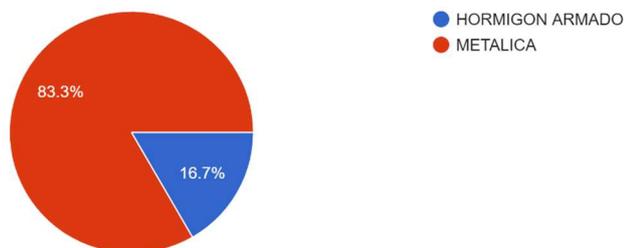


Ilustración 23. Pregunta 2 ¿Qué tipo de material desea que se emplee?  
Fuente: Google Formularios

PARA COLUMNAS ¿QUÉ TIPO DE SECCIÓN DESEA QUE SE EMPLEE?

24 respuestas

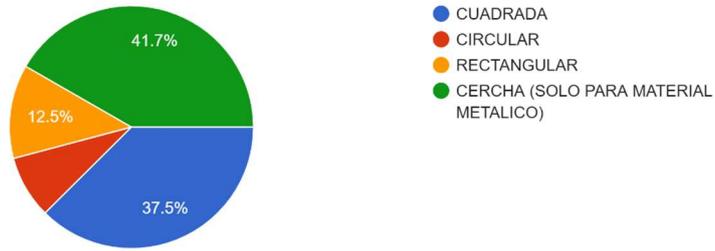


Ilustración 24. Pregunta 3 ¿Qué tipo de sección desea que se emplee?  
Fuente: Google forms

PARA LA CUBIERTA ¿QUÉ MATERIAL DESEA QUE SE EMPLEE?

24 respuestas

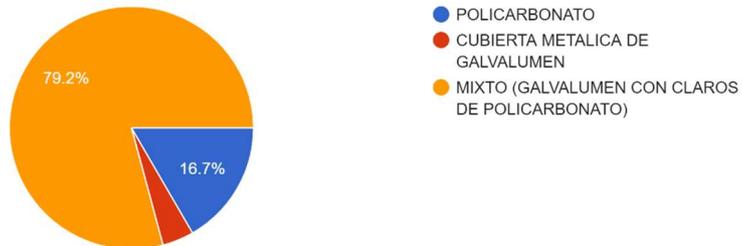


Ilustración 25. Pregunta 4 ¿Qué material desea que se emplee?  
Fuente: Google forms

Una vez obtenido los resultados se ha escogido un diseño de cubierta metálica de forma semi parabólica la cual cuenta con sus elementos estructurales de columnas y vigas tipo cercha, su cubierta será en galvalumen con claros de policarbonato.



Ilustración 26. Gráfico Referencial de la cubierta  
Fuente: Encuesta

### 3.1.2 Diseño de la Estructura

#### 3.1.2.1 Dimensionamiento de la estructura

Distancia entre cordones de cercha (h):

(Ecu. 56)

$$\frac{h}{L} = \frac{1}{40}$$

$$\frac{h}{36.50} = \frac{1}{40}$$

$$h = 0.91 \text{ m}$$

$$\approx h = 0.90 \text{ m}$$

Donde:

L: luz del pórtico

### **Distancia entre montantes**

Por prediseño se asumirá un valor de  $h=1.10 \text{ m}$

### **Para la altura de la cubierta:**

Pendiente escogida: 20%

(Ecu. 57)

$$\frac{f}{Lm} = \%$$

$$\frac{f}{18.50 \text{ m}} = 20\%$$

$$f = 3.65 \text{ m}$$

A esta altura, se asumió la separación de los cordones para obtener la altura final.

(Ecu. 58)

$$Ht = h + f$$

$$Ht = 3.65 + 0.90 \text{ m}$$

$$Ht = 4.55 \text{ m}$$

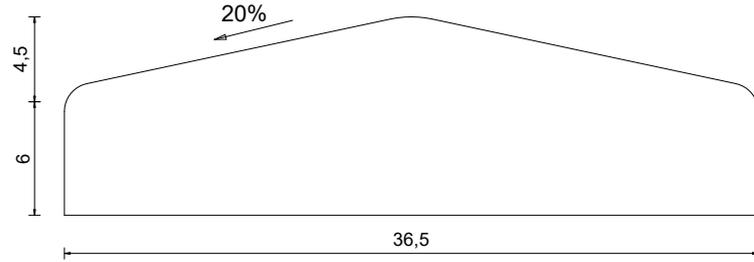
$$\approx Ht = 4.50 \text{ m}$$

Donde:

$f$  : altura de cubierta

$H_t$ : altura total de cubierta

$L_m$ : mitad de la luz del pórtico

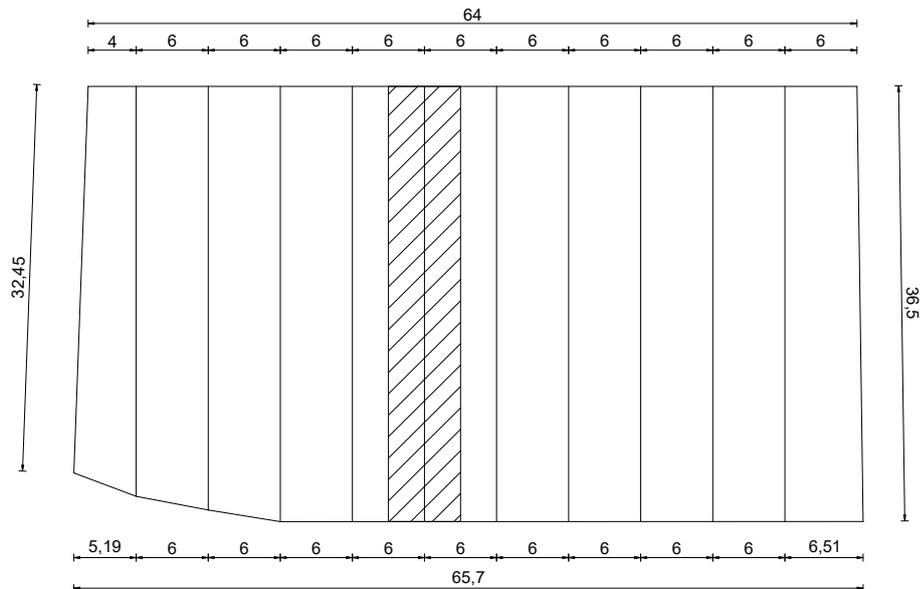


*Ilustración 27. Dimensiones generales – Vista en elevación  
Fuente: Elaboración Propia*

Longitud (L): 36.50 m

Altura de columna ( $H_c$ ): 6.00 m

Altura total ( $H_t$ ): 10.50 m



*Ilustración 28. Dimensiones generales – Vista en planta  
Fuente: Elaboración propia*

Largo de la cubierta (B): 65.69 m

Espaciamiento entre pórticos (S): 6.00 m

### 3.1.2.2 Cargas aplicadas

Las cargas aplicadas están constituidas a manera de cerchas tanto para vigas como para columnas con perfiles tubulares, donde estas en las cerchas de viga soportan las correas y las planchas de galvalumen que servirá de cubierta.

Las cargas aplicadas son:

#### Carga viva

NEC 2015 establece la utilización de 70 kg/m<sup>2</sup> que será aplicada a la cubierta.

Al realizar la mayoración de carga, multiplicado por el ancho cooperante de 1.45 m entre correas y por la franja de 1 m se obtiene el siguiente resultado.

$$L = 1.6 \times 70 \text{ kg/m}^2 \times 1.45 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$L = 162 \text{ kg}$$

#### Carga muerta

Se asume un peso adicional de carga muerta de 27.60 kg/m<sup>2</sup> por temas de tuberías de instalaciones eléctricas, accesorios, luminarias y otros tipos de componentes que pudieran afectar a la estructura.

Al realizar la mayoración de carga, multiplicado por el ancho cooperante de 1.45 m entre correas y por la franja de 1 m se obtiene el siguiente resultado.

$$(Ecu. 59) \quad D = 27.60 \text{ kg/m}^2 \times 1.45 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$D = 40 \text{ kg}$$

*Tabla 18. Valores de cargas aplicadas*

DESCRIPCION DE CARGA	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
CARGA MUERTA	D	40	Kg/m
CARGA VIVA	L	162	Kg/m

*Fuente: Elaboración propia*

Estos valores son aplicados por cada metro lineal sobre las correas de la estructura.

### 3.1.2.3 Modelado en SAP 2000

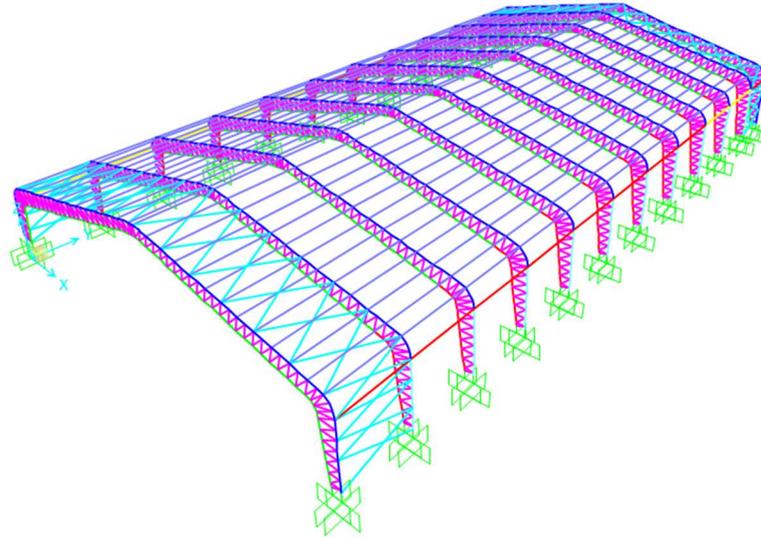


Ilustración 29. Modelado en SAP 2000  
Fuente: Elaboración propia

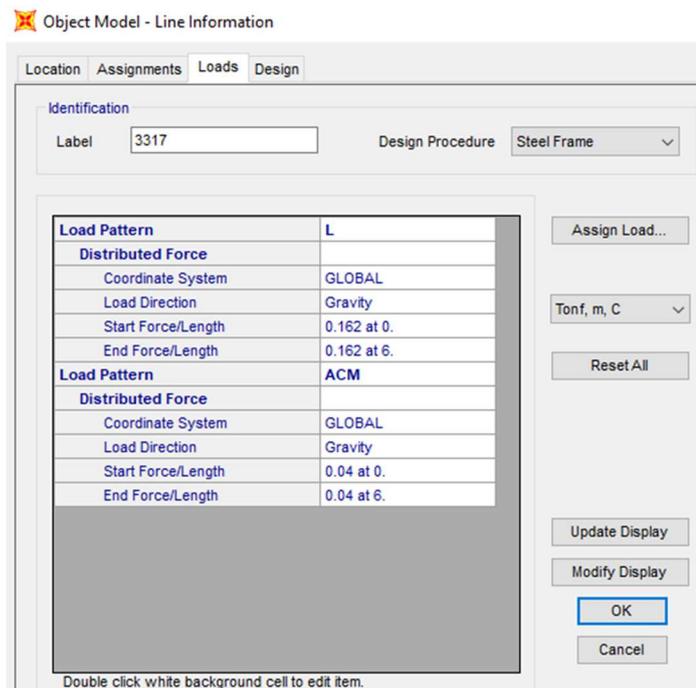


Ilustración 30. Cargas aplicadas en las correas  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2.4 Estudio del suelo

Los datos obtenidos de Reyes (2018) son:

- Tipo de suelo determinado: tipo D.
- Velocidad de onda de corte  $V_{s30}$ : 288.0877 m/s.

### 3.1.2.5 Espectro elástico de diseño

Tabla 19. Determinación del espectro de respuesta

5 DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO SÍSMICO CON LA UTILIZACIÓN DE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-SE-DS 2015		
Datos de la Estructura		
Ubicación:	AMBATO	
Tipo de perfil del suelo NEC	D	
Tipo de Estructura	Estructura metálica	
Zonificación sísmica	V	
Determinación del Espectro Sísmico		
DETALLE	VARIABLE	VALOR
Factor de aceleración de zona sísmica	valor de factor Z	0.4
Factor de sitio Fa	Fa	1.2
Factor de sitio Fd	Fd	1.19
Factor de sitio Fs	Fs	1.28
Relación de la amplificación espectral	$\eta$	2.48
Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto.	r	1
Factor de importancia	l	1.3
Coefficiente de regularidad en planta	$\phi_p$	1
Coefficiente de regularidad en elevación	$\phi_E$	0.9
Factor de reducción sísmica	R	8
Periodo crítico en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	Tc	0.698
Coefficiente que depende del tipo de Edificio	Ct	0.073
Coefficiente $\alpha$	$\alpha$	0.75
Altura total de la edificación	hn (m)	10.5
Periodo Teórico	T(s)	0.426
Espectro de respuesta elástico de aceleraciones	Sa (g)	1.1904
Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño	To(s)	0.127
Coefficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura T	k	1
Espectro Reducido de respuesta elástico de aceleraciones	Sai	0.532

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Valores para espectro de respuesta.

Tiempo	Sa	Sai
0.000	1.1904	0.573156
0.050	1.1904	0.573156
0.100	1.1904	0.573156
0.127	1.1904	0.573156
0.150	1.1904	0.573156
0.200	1.1904	0.573156
0.250	1.1904	0.573156
0.300	1.1904	0.573156
0.350	1.1904	0.573156
0.400	1.1904	0.573156
0.450	1.1904	0.573156
0.500	1.1904	0.573156
0.550	1.1904	0.573156
0.600	1.1904	0.573156
0.650	1.1904	0.573156
0.698	1.1904	0.573156
0.700	1.187226	0.571627
0.750	1.108077	0.533519
0.800	1.038822	0.500174
0.850	0.977715	0.470752
0.900	0.923398	0.444599
0.950	0.874798	0.421199
1.000	0.831058	0.400139
1.050	0.791484	0.381085
1.100	0.755507	0.363763
1.150	0.722659	0.347947
1.200	0.692548	0.333449
1.250	0.664846	0.320111
1.300	0.639275	0.307799
1.350	0.615598	0.296399
1.400	0.593613	0.285814
1.450	0.573143	0.275958
1.500	0.554039	0.266759
1.550	0.536166	0.258154
1.600	0.519411	0.250087
1.650	0.503671	0.242508
1.700	0.488858	0.235376
1.750	0.47489	0.228651
1.800	0.461699	0.222299
1.850	0.44922	0.216291
1.900	0.437399	0.210599
1.950	0.426184	0.205199
2.000	0.415529	0.200069
2.050	0.405394	0.19519
2.100	0.395742	0.190542
2.150	0.386539	0.186111
2.200	0.377754	0.181881
2.250	0.369359	0.17784
2.300	0.36133	0.173973
2.350	0.353642	0.170272
2.400	0.346274	0.166725
2.450	0.339207	0.163322
2.500	0.332423	0.160056
2.550	0.325905	0.156917
2.600	0.319638	0.1539
2.650	0.313607	0.150996
2.700	0.307799	0.1482
2.750	0.302203	0.145505
2.800	0.296806	0.142907
2.850	0.291599	0.1404
2.900	0.286572	0.137979
2.950	0.281715	0.13564
3.000	0.277019	0.13338
3.050	0.272478	0.131193
3.100	0.268083	0.129077
3.150	0.263828	0.127028
3.200	0.259706	0.125043
3.250	0.25571	0.12312
3.300	0.251836	0.121254
3.350	0.248077	0.119444
3.400	0.244429	0.117688
3.450	0.240886	0.115982
3.500	0.237445	0.114325
3.550	0.234101	0.112715
3.600	0.230849	0.111115
3.650	0.227687	0.109627
3.700	0.22461	0.108146
3.750	0.221615	0.106704
3.800	0.218699	0.1053
3.850	0.215859	0.103932
3.900	0.213092	0.1026
3.950	0.210394	0.101301
4.000	0.207764	0.100035

Fuente: Elaboración Propia

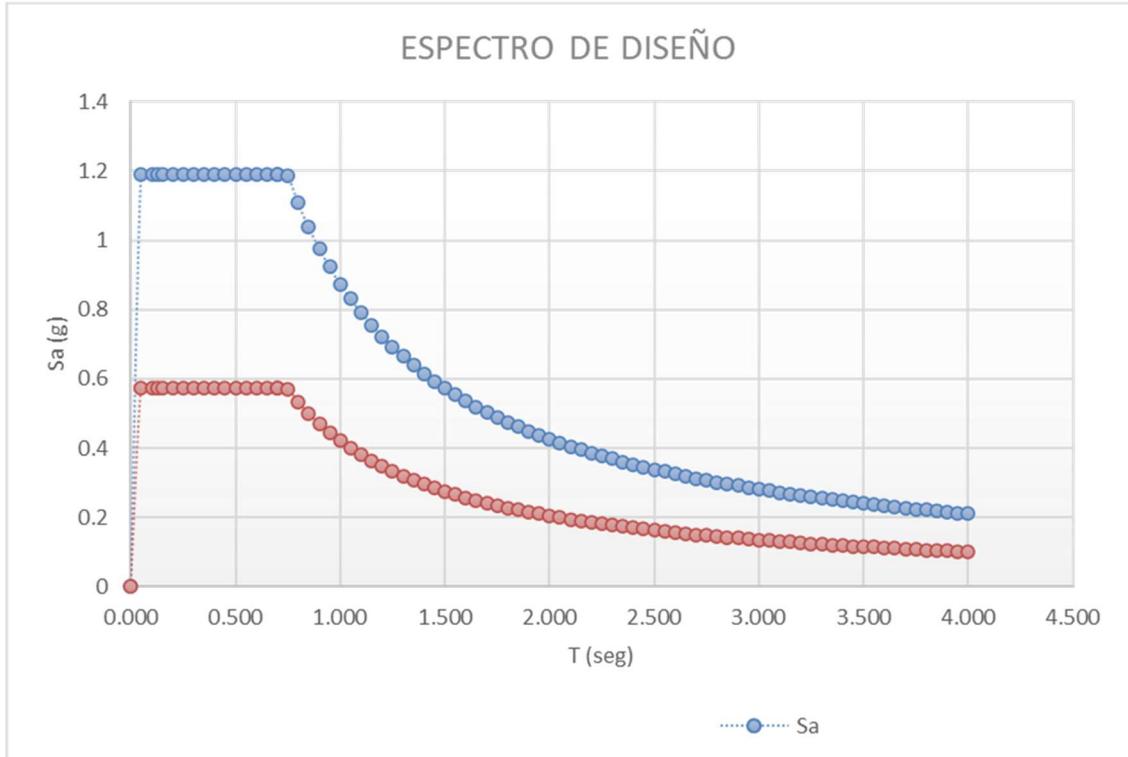


Ilustración 31. Espectro de diseño elástico y reducido  
Fuente: Elaboración propia

### Cortante basal

(Ecu. 1)

$$V = \frac{S_a * I}{R * \phi_E * \phi_p} * W$$

$$V = \frac{1.1904 * 1.30}{3 * 0.9 * 1} * 33.87 \text{tn}$$

$$V = 19.41 \text{ tn}$$

### 3.1.3 Resultados obtenidos

Con los datos ingresados procedemos a el análisis computacional de la estructura.

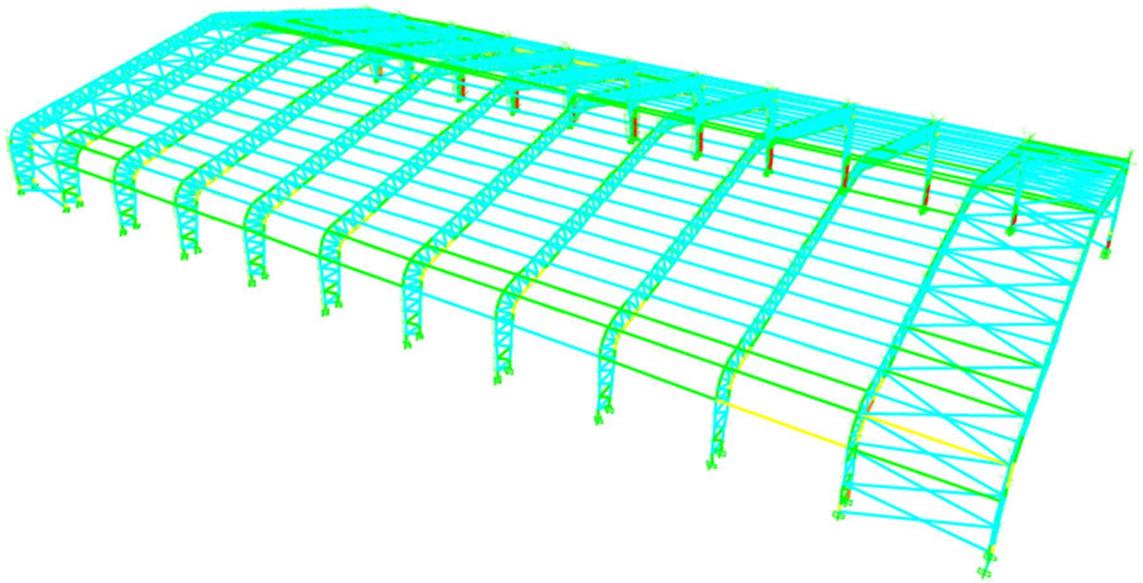


Ilustración 32. Análisis de la estructura  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.3.1 Derivas de piso

Se aplicará la verificación con la Ecuación 8 y 9

Tabla 21. Análisis de la estructura

Datos obtenidos								
Nudo	Sentido de sismo	Tipo de analisis	U1	U2	U3	R1	R2	R3
			m	m	m	Radians	Radians	Radians
<b>Sentido X</b>								
459	EEX	LinStatic	0.002526	0.000097	-0.002132	-0.000021	-0.000282	-3.984E-06
7	EEX	LinStatic	0.001618	0.000071	0.000308	-0.000017	0.000531	-2.669E-06
8	EEX	LinStatic	0	0	0	0	0	0
<b>Sentido Y</b>								
459	EEY	LinStatic	0.008181	0.063407	0.017249	-0.00596	-0.000863	0.000231
7	EEY	LinStatic	0.003643	0.008848	0.000595	-0.003326	0.000885	0.003802
8	EEY	LinStatic	0	0	0	0	0	0

CALCULO DE DERIVA DE PISO						
Nudo	Sentido de sismo	Desplazamiento (d)	Altura	Deriva Elastica	R	Deriva Inelastica
		(m)	h	de= d/h		di= 0.75*R*de
<b>Sentido X</b>						
459	EEX	0.000908	5	0.0001816	8	0.11%
7	EEX	0.001618	5.5	0.0002942	8	0.18%
8	EEX	0	0	0	0	0.00%
<b>Sentido Y</b>						
459	EEY	0.004538	5	0.0009076	8	0.54%
7	EEY	0.003643	5.5	0.0006624	8	0.40%
8	EEY	0	0	0	0	0.00%

Fuente: Elaboración propia

En ambos sentidos es menor al 2% establecido por la norma por lo cual es aceptado el análisis.

### 3.1.3.2 Diagrama de deformaciones

Para el caso de estudio, la deformación es elástica, manteniéndose la estructura con la misma configuración.

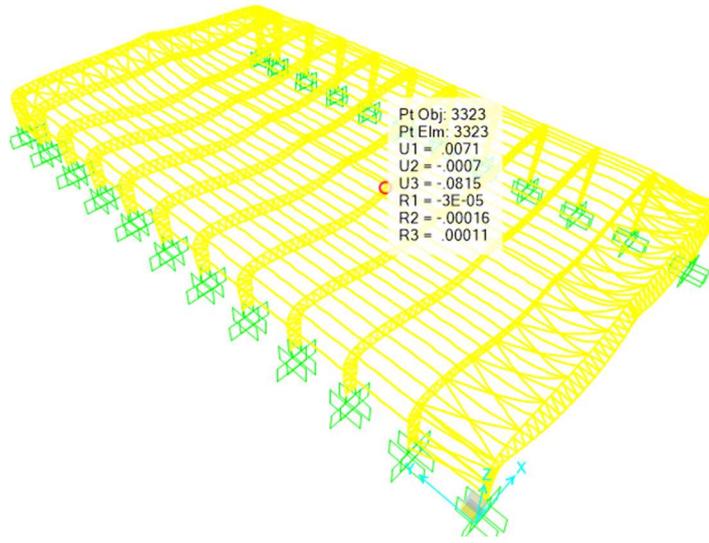


Ilustración 33. Diagrama de deformación  
Fuente: Elaboración propia

Comprobación de la deflexión:

(Ecu. 60)

$$d = \frac{l}{240}$$

$$d = \frac{3650 \text{ cm}}{240}$$

$$d = 15.08 \text{ cm}$$

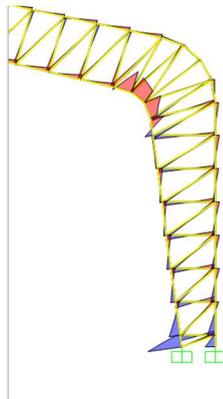
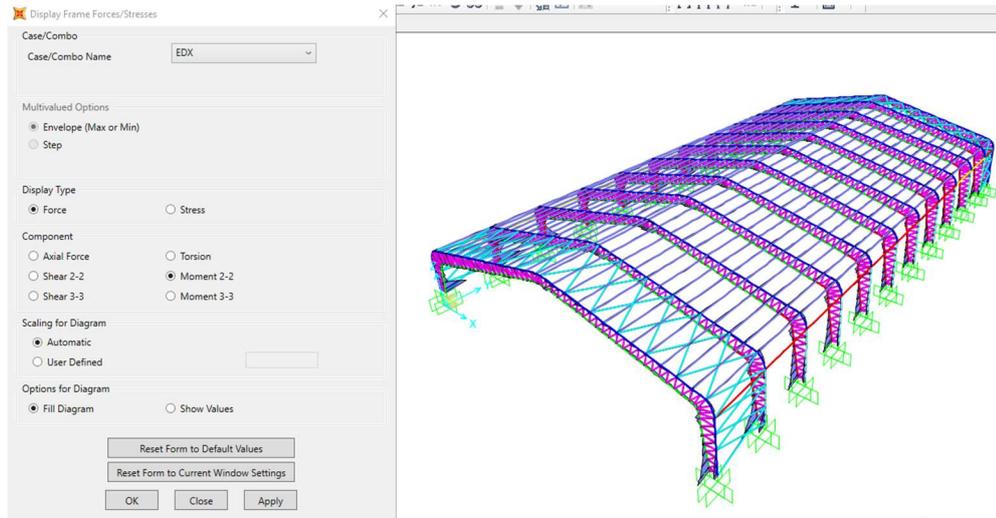
entonces:

$$8.15 \text{ cm} < 15.08 \text{ cm}$$

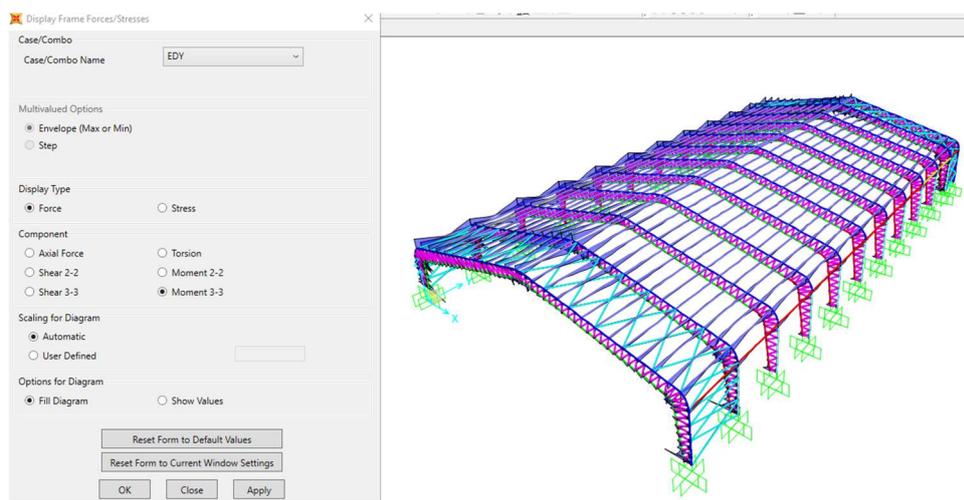
Por lo cual se acepta el diseño.

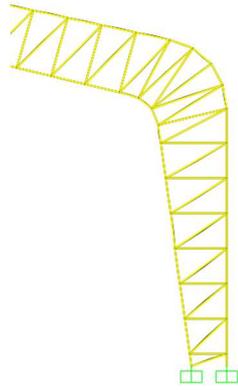
### 3.1.3.3 Diagrama de cortante y momento

Se obtiene los resultados del análisis dinámico en ambos sentidos.

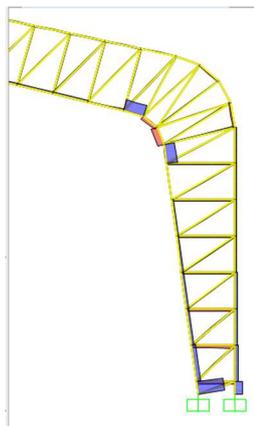
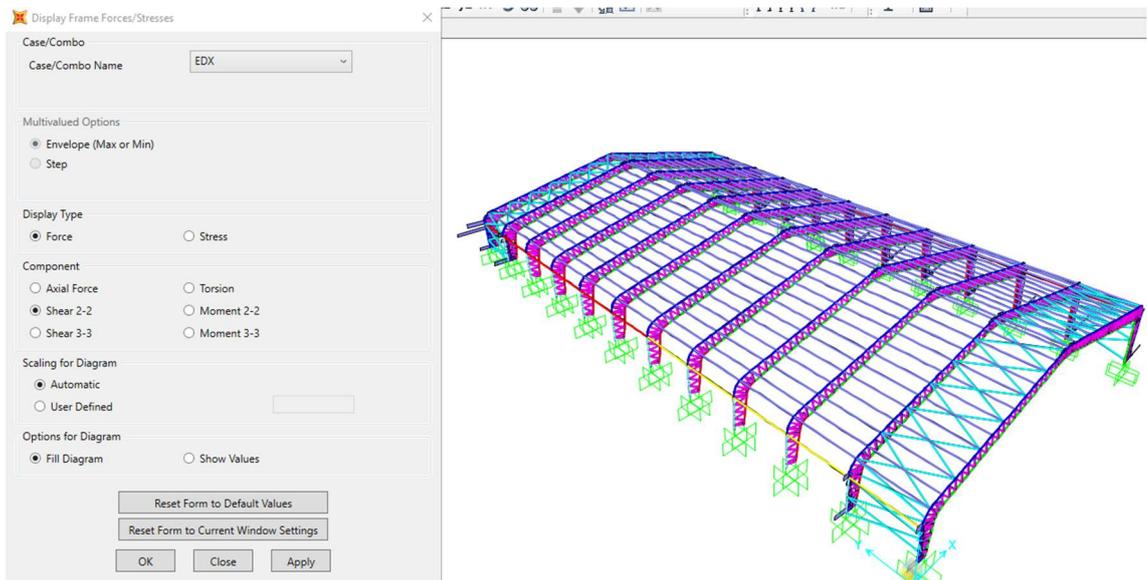


*Ilustración 34. Diagrama de momento en sentido X  
Fuente: Elaboración propia*





*Ilustración 35. Diagrama de momento en sentido Y  
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 36. Diagrama de corte en sentido X  
Fuente: Elaboración propia*

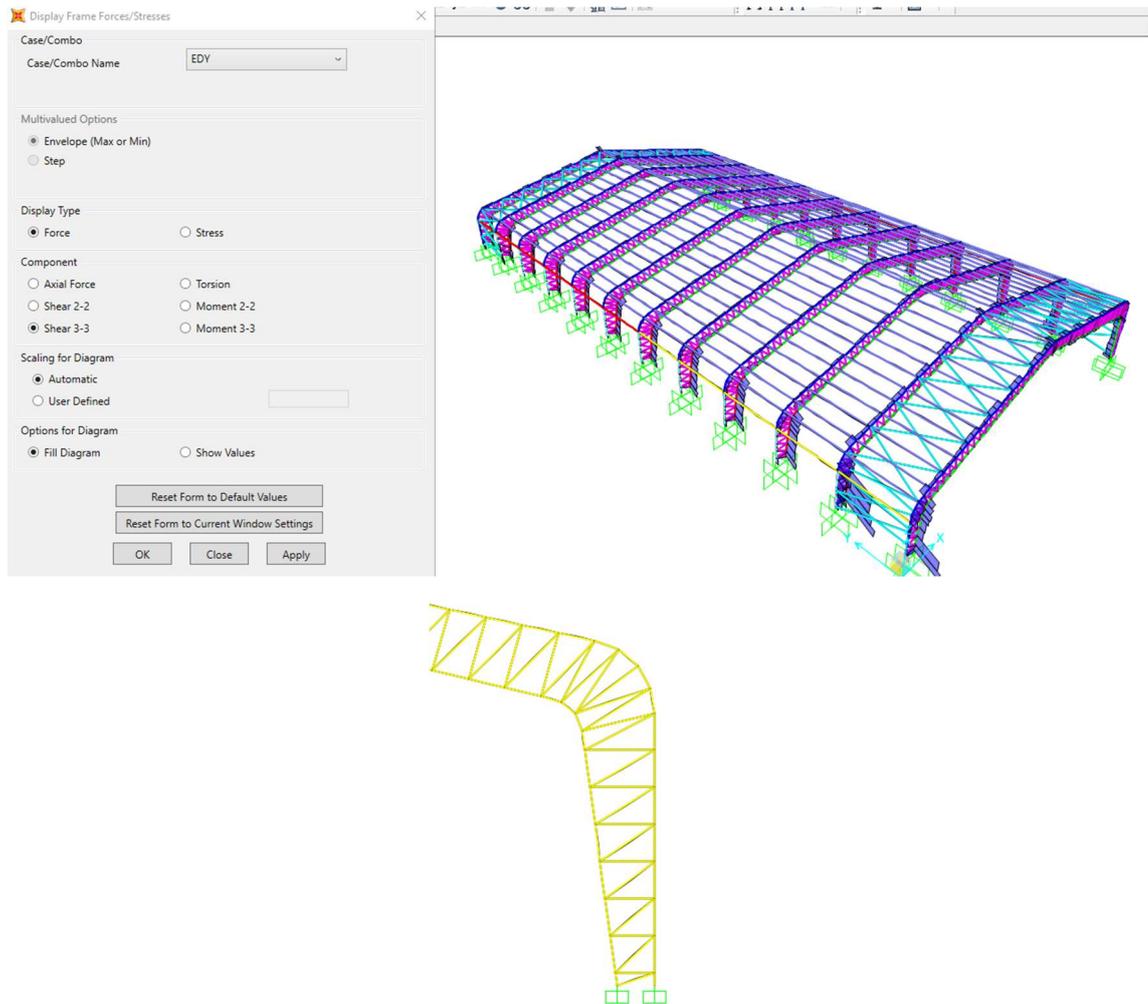


Ilustración 37. Diagrama de corte en sentido Y  
Fuente: Elaboración propia

Para el caso de

### 3.1.3.4 Valores de esfuerzos, cortantes y momentos

Se obtiene los resultados del análisis dinámico en ambos sentidos.

Tabla 22. Valores de esfuerzos, cortantes y momentos.

TABLE: Nodos Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	kg-cm	kg-cm	Tonf-m
8	COMB1	Combination	9.4637	-195	270.45	0.00105
9	COMB1	Combination	27.7895	1545	-422.05	-0.00513
26	COMB1	Combination	10.139	-3181	365.06	-0.00238
27	COMB1	Combination	33.8779	-1335	-565.99	0.00091
48	COMB1	Combination	-18.6986	1836	-1877.19	0.00831

54	COMB1	Combination	3.7688	-677	1209.33	-0.0118
303	COMB1	Combination	-15.1654	-8437	-1321.75	-0.03413
317	COMB1	Combination	2.0494	-1293	850.4	0.00814
1458	COMB1	Combination	10.0379	1676	360.43	0.00185
1459	COMB1	Combination	32.0116	-3611	-532.38	0.00546
1661	COMB1	Combination	8.2971	-4790	246.33	-0.02242
1662	COMB1	Combination	2.3162	31490	760.25	-0.12894
1673	COMB1	Combination	26.1929	3750	-399.58	-0.01146
1674	COMB1	Combination	-14.1707	-8301	-1251.5	-0.07259
3074	COMB1	Combination	10.096	-717	360.15	-0.00022
3075	COMB1	Combination	32.4195	-311	-541.57	-0.00051
3089	COMB1	Combination	-17.8445	-1496	-1796.02	-0.00304
3094	COMB1	Combination	3.2175	-1390	1184.51	-0.0007
3192	COMB1	Combination	10.1684	-655	362.37	-0.00045
3193	COMB1	Combination	32.5504	-305	-544.06	-0.00015
3207	COMB1	Combination	-17.9057	-942	-1804.3	-0.00085
3212	COMB1	Combination	3.1999	-862	1191.85	-0.00206
3310	COMB1	Combination	10.1635	-578	362.24	-0.00036
3311	COMB1	Combination	32.549	-245	-543.99	-0.00026
3325	COMB1	Combination	-17.9118	-965	-1804.08	-0.00152
3330	COMB1	Combination	3.2019	-819	1191.43	-0.0016
3428	COMB1	Combination	10.1326	-118	362.2	-0.00015
3429	COMB1	Combination	32.5524	-199	-544.04	-0.0003
3443	COMB1	Combination	-17.9142	-911	-1804.23	-0.00175
3448	COMB1	Combination	3.1906	20	1191.47	-0.00117
3546	COMB1	Combination	10.1033	-384	362.17	-0.00029
3547	COMB1	Combination	32.5574	-154	-544.1	-0.00035
3561	COMB1	Combination	-17.9192	-881	-1804.44	-0.00206
3566	COMB1	Combination	3.1799	-458	1191.51	-0.00138
3664	COMB1	Combination	10.1033	-291	362.16	-0.00027
3665	COMB1	Combination	32.5575	-108	-544.11	-0.00041
3679	COMB1	Combination	-17.9191	-856	-1804.46	-0.00241
3684	COMB1	Combination	3.18	-257	1191.49	-0.00138
3782	COMB1	Combination	10.0884	-192	361.95	-0.00023
3783	COMB1	Combination	32.5776	-306	-544.04	-0.00043
3797	COMB1	Combination	-17.9055	-1383	-1804.07	-0.00264
3802	COMB1	Combination	3.1965	-70	1190.8	-0.0013
3900	COMB1	Combination	10.1686	-98	363.32	-0.00046
3901	COMB1	Combination	32.6138	-11	-544.6	-0.00093
3915	COMB1	Combination	-17.8456	-1404	-1805.67	-0.00558
3920	COMB1	Combination	3.1112	565	1195.36	-0.00285
4031	COMB1	Combination	-17.4625	-2841	-1764.82	0.02586
4036	COMB1	Combination	3.476	-1044	1185.1	0.00889

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.3.5 Valores de periodo y frecuencia de vibración

Se obtiene los resultados del análisis dinámico.

Modal Periods And Frequencies

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Periods And

Filter:

	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
▶	MODAL	Mode	1	1.028654	0.97214448...	6.10816395...	37.3096669...
	MODAL	Mode	2	0.480107	2.08287084...	13.0870634...	171.271230...
	MODAL	Mode	3	0.337678	2.96139738...	18.6070085...	346.220766...
	MODAL	Mode	4	0.312567	3.19931726...	20.1019032...	404.086512...
	MODAL	Mode	5	0.311093	3.21446964...	20.1971084...	407.923190...
	MODAL	Mode	6	0.308833	3.23799280...	20.3449088...	413.915316...
	MODAL	Mode	7	0.304672	3.28221577...	20.6227699...	425.298638...
	MODAL	Mode	8	0.298939	3.34516817...	21.0183115...	441.769419...

Ilustración 38. Valores de periodo y frecuencia  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4 Diseño y chequeo de elementos

Los chequeos por realizarse se elaboran en MATHCAD.

#### 3.1.4.1 Diseño de cordón superior, cordón inferior tensión y cordón en tensión de columnas

**Acero A36 Gr. 36**

$$f'y = 2520 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$Fu = 4060 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$E = 2.034 * 10^6 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$Pu = 515.6 \text{ kgf}$$

$$Mu = 350 \text{ kgf} * m$$

$$h = 1.20 \text{ m}$$

$$K = 1$$

$$L = 600 \text{ cm}$$

Cálculo del esfuerzo superior (Ecu. 61)

$$EsfSuperior = -\frac{Pu}{2} + \frac{Mu}{h}$$

$$EsfSuperior = 0.037 \text{ tonf Tensión}$$

Cálculo del esfuerzo inferior (Ecu. 62)

$$EsfInferior = -\frac{Pu}{2} - \frac{Mu}{h}$$

$$EsfInferior = -0.606 \text{ tonf Compresión}$$

**Perfil 1: tubo circular 6''x6mm**

**Datos del perfil:**

$$D1 = 15.24 \text{ cm}$$

$$t1 = 0.6 \text{ cm}$$

$$r1 = 5.18 \text{ cm}$$

$$A1 = 27.60 \text{ cm}^2$$

**Cálculo del Pandeo Local**

**Reacción ancho – espesor**

$$(Ecu. 63) \quad f1 = \frac{D1}{t1}$$

$$f1 = 25.4$$

$$(Ecu. 64) \quad Ct1 = 0.11 * \frac{E}{f'y}$$

$$Ct1 = 88.786$$

Si  $f1 < Ct1$  No hay pandeo local

### Cálculo de la esbeltez

$$(Ecu. 19) \quad f2 = K * \frac{L}{r1}$$

$$f2 = 115.83$$

$$Ct2 = 4.71 * \sqrt{\frac{E}{f'y}}$$

$$Ct2 = 133.812$$

$$Ct2 > f2$$

### Cálculo de la tensión de pandeo elástico

$$(Ecu. 25) \quad Fe1 = \pi^2 * \frac{E}{\left(\frac{K*L}{r1}\right)^2}$$

$$Fe1 = (1.496 * 10^3) \text{kgf/cm}^2$$

### Cálculo del esfuerzo critico

$$(Ecu. 21) \quad Fcr1 = \left(0.658 \frac{f'y}{Fe1}\right) * f'y$$

$$Fcr1 = (1.245 * 10^3) \text{kgf/cm}^2$$

### Cálculo del esfuerzo nominal

$$(Ecu. 33) \quad \phi Pn1 = 0.9 * A1 * Fcr1$$

$$\phi Pn1 = (3.093 * 10^4) \text{kgf}$$

### Cálculo de la capacidad

$$\text{Capacidad1} = \frac{EsfInferior}{\phi Pn1}$$

$$\text{Capacidad1} = -0.018$$

### **Cordón Superior tracción**

#### **Perfil 2: tubo circular 5"x6mm**

$$A = 22.81 \text{ cm}^2$$

$$A_g = A$$

#### **Cálculo del esfuerzo nominal**

$$\text{(Ecu.12)} \quad \phi P_u = 0.9 * f' y * A_g$$

$$\phi P_u = (5.173 * 10^4) \text{ kgf}$$

$$A_n = A_e$$

$$\text{(Ecu. 13)} \quad \phi P_n2 = 0.75 * F_u * A_n$$

$$\phi P_n2 = (6.946 * 10^4) \text{ kgf}$$

#### **Cálculo de la capacidad**

$$\text{Capacidad2} = \frac{EsfSuperior}{\phi P_n2}$$

$$\text{Capacidad2} = 4.876 * 10^{-4}$$

### **3.1.4.2 Diseño de montantes y diagonales**

#### **Perfil tubo circular 5"x6mm**

$$A = 22.81 \text{ cm}^2$$

Acero A36 Gr 36

$$f' y = 2520 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_u = 4060 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Cu = 2200.68 \text{ kg}$$

#### **Cálculo del esfuerzo a la fluencia**

$$Ag = An$$

$$(Ecu. 12) \quad \phi Pu = 0.9 * f'y * Ag$$

$$\phi Pu = (5.173 * 10^4) \text{ kg}$$

#### **Cálculo del esfuerzo a la fractura**

$$An = A$$

$$(Ecu. 13) \quad \phi Pn = 0.75 * Fu * An$$

$$\phi Pn2 = (6.946 * 10^4) \text{ kg}$$

#### **Cálculo de la capacidad**

$$\frac{\text{Demanda}}{\text{Capacidad}}$$

$$\text{Capacity} = \frac{Cu}{\phi Pn}$$

$$\text{Capacity} = 0.032$$

#### **3.1.4.3 Diseño de correas**

##### **Correa G 150x75x25x5**

Datos de la sección:

$$I_{xx} = 545.36 \text{ cm}^4$$

$$S_{xx} = 72.71 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 5.86 \text{ cm}$$

$$I_{yy} = 117.22 \text{ cm}^4$$

$$S_{yy} = 24.17 \text{ cm}^4$$

$$r_y = 2.72 \text{ cm}$$

$$A = 15.86 \text{ cm}^2$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$t_w = 0.5 \text{ cm}$$

$$t_f = 0.5 \text{ cm}$$

$$b_f = 7.5 \text{ cm}$$

$$c = 2.5 \text{ cm}$$

$$h_o = h - t_f$$

$$h_o = 14.5 \text{ cm}$$

$$C_f = c - t_f$$

$$C_f = 2 \text{ cm}$$

$$M_u = 350 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

**Acero A36 Gr. 36**

$$f'_y = 2520 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_u = 4060 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$E = 2.034 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

(Ecu. 65)

$$Z_{xx} = t_w \cdot \left( \frac{h^2}{4} + h \cdot b_f + \frac{t_w^2}{3} + C_f \cdot h + C_f^2 \right)$$

$$Z_{xx} = 97.417 \text{ cm}^3$$

### **Cálculo del momento plástico**

$$(Ecu. 66) \quad Mn = f'y * Zxx$$

$$Mp = Mn$$

$$Mp = 2.706 \text{ tonf} * m$$

### **Cálculo de la longitud no arriostrada para el estado límite de fluencia**

$$(Ecu. 67) \quad Lp = 1.76 * ry \sqrt{\frac{E}{f'y}}$$

$$Lp = 136.006 \text{ cm}$$

### **Cálculo de la constante torsional**

$$(Ecu. 68) \quad J = \frac{1}{3}(bf * tf^3 + ho * tw^3)$$

$$J = 0.917 \text{ cm}^4$$

### **Cálculo de la constante de alabeo**

$$(Ecu. 69) \quad Cw = tf * bf * \frac{ho^2}{12} * \left( \frac{(3b * tf + 2h * tw)}{6bf * tf + ho * tw} \right)$$

$$Cw = 56.869 \text{ cm}^4$$

### **Cálculo de la constante C**

$$(Ecu. 70) \quad C = \frac{ho}{2} * \sqrt{\frac{Iyy}{Cw}}$$

$$C = 10.409 \text{ cm}$$

### **Cálculo del radio de giro del ala**

$$(Ecu. 71) \quad rts = \sqrt{\frac{\sqrt{Iyy * Cw}}{Sxx}}$$

$$rts = 1.06 \text{ cm}^{1/2}$$

### Cálculo de la longitud no arriostrada para el estado límite de pandeo lateral torsional

(Ecu. 72)

$$Lr = 1.95 * rts * \frac{E}{0.7 * f'y} * \sqrt{\frac{J * C}{Sxx * ho} + \sqrt{\left(\frac{J * C}{Sxx * ho}\right)^2 + 6.76 * \left(0.7cm * \frac{f'y}{E}\right)^2}}$$

$$Lr = 322.993 \text{ cm}$$

### Longitud entre puntos arriostrados

$$Lb = 600 \text{ cm}$$

$$Cb = 1$$

Si  $Lb > Lr$  Es pandeo Lateral elástico

### Cálculo del esfuerzo crítico

(Ecu. 73)

$$Fcr = Cb * \pi^2 * \frac{E}{\left(\frac{Lb}{rts}\right)^2} * \sqrt{1 + 0.078 * \left(\frac{J * C}{Sxx * ho}\right) * \left(\frac{Lb^2}{rts^2}\right)}$$

$$Fcr = 934.506 \frac{kgf}{cm^2}$$

### Cálculo del momento nominal

(Ecu. 74)

$$Mn1 = Sxx * Fcr$$

$$Mn1 = 679.479 \text{ kgf} * m$$

### Cálculo de la capacidad

$$\text{Capacidad} = \frac{Mu}{Mn1}$$

Capacidad = 0.515

#### 3.1.4.4 Placa base y pernos de anclaje

Los cálculos típicos se muestran en el *ANEXO 7*.

Resultados de placa base y anclajes.

PLACA BASE DE 1: 100X30X4 cm con 20φ16 anclado 42 cm.

PLACA BASE DE 2: 120X30X4 cm con 24φ16 anclado 42 cm.

#### 3.1.4.5 Diseño de cordón de soldadura

Los cálculos típicos se muestran en el *ANEXO 8*.

La resistencia requerida para el cordón de soldadura es:

$$T_b = 326.56 \text{ kg}$$

La longitud necesaria del cordón será de 1 cm.

Usar electrodos E-7013 para puntar y E-7018 para acordonar.

#### 3.1.4.6 Diseño de pedestales

Tomando las reacciones de los apoyos en la base de las columnas, el programa da un valor de 65 ton.

Los cálculos típicos se presentan en el *ANEXO 9*.

*Tabla 22. Chequeo de Pedestal*

Datos de la columna		
Base	100	cm
Altura	40	cm
Var Base	10	u
Var Altura	5	u
Phi Central	14	mm
Phi Esquinas	14	mm
Recubrimiento	3	cm
Phi Estribo	10	mm
Sep. Estribos	10	cm
N. Vinchas	4	u

*Fuente: Elaboración propia*

Dos pedestales de 100x40 28 $\phi$ 14 1Est.10 + 2 vincha en sentido X y 3 Sentido Y.

### 3.1.4.7 Diseño cimentaciones

Para el análisis y diseño de la cimentación se realizaron los chequeos con el software SAFE.

Las dimensione cimentaciones aisladas 2 m en el sentido X y 1.50 m en el sentido Y, con un peralte de 0.45 m

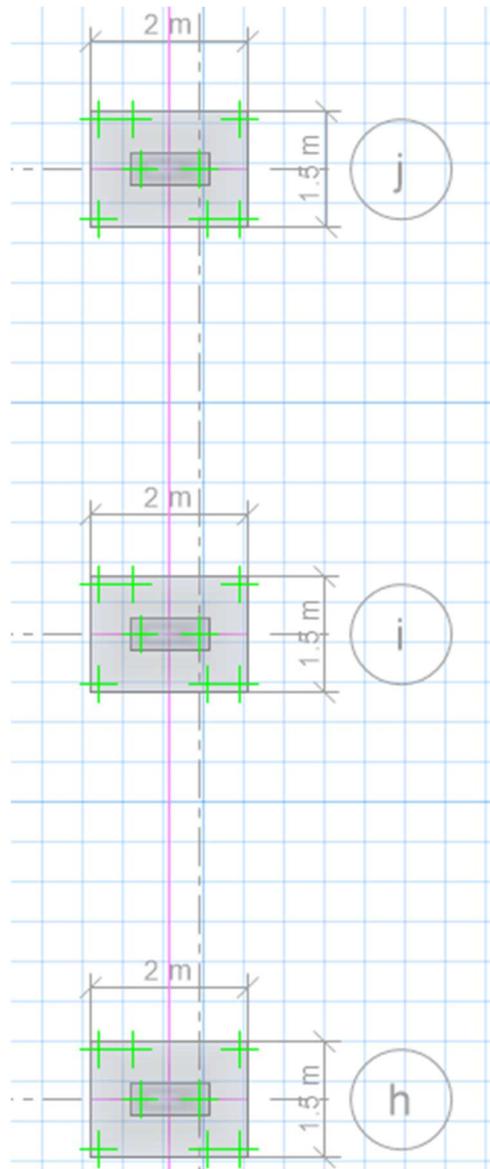
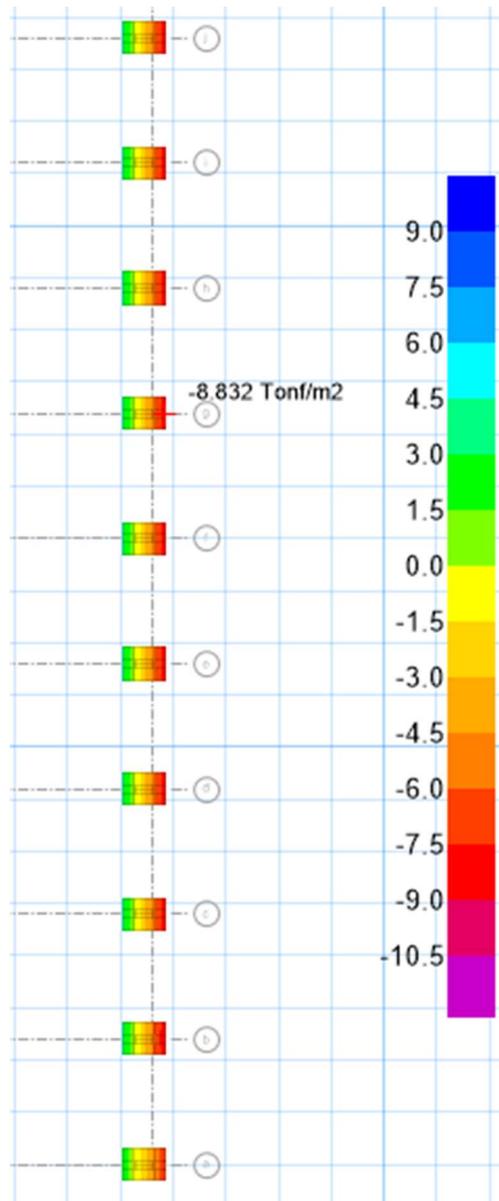


Ilustración 39. Dimensionamiento de cimentación  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4.8 Chequeo por presiones



*Ilustración 40. Chequeo por presiones  
Fuente: Elaboración propia*

La presión es menor a la capacidad portante del suelo.

$$8.832 \text{ tn/m}^2 < 12.5 \text{ tn/m}^2$$

### 3.1.4.9 Chequeo por Corte

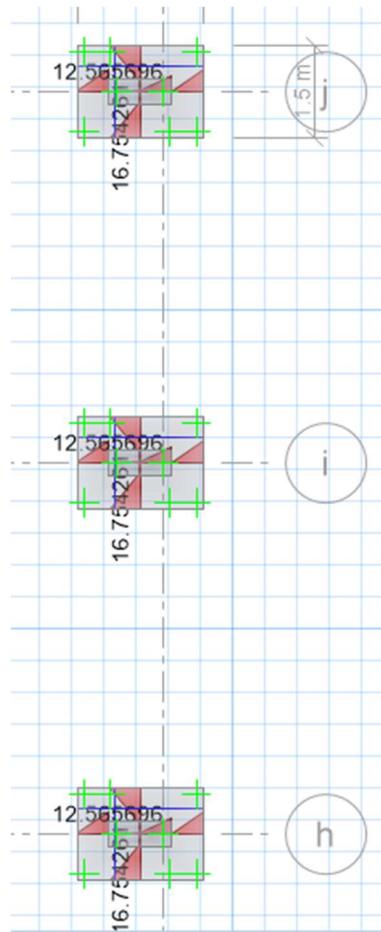


Ilustración 41. Chequeo por corte – área de aceros  
Fuente: Elaboración propia

#### Aislados de 2x1.50(m)

Superior e inferior

1 $\phi$ 16@20 en sentido X

1 $\phi$ 12@14 en sentido Y

### 3.1.4.10 Efectos de punzonamiento

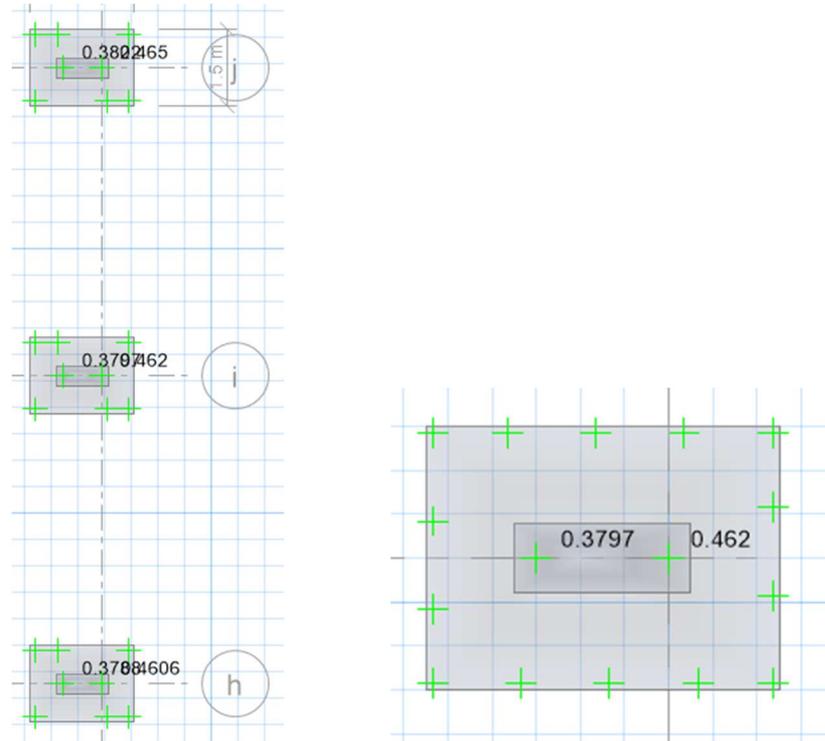


Ilustración 42. Chequeo por punzonamiento  
Fuente: Elaboración propia

Los valores de punzonamiento son menores a 1 por lo cual es aceptado el diseño.

### 3.1.5 Presupuesto General

Al haber realizado el diseño de los diferentes elementos estructurales se procede a preparación de los planos estructurales presentados en el *Anexo 11* dando paso a la planificación de los rubros a ejecutarse dentro del proceso constructivo.

El presupuesto general es el resultado del análisis de precios unitarios por cada rubro a ejecutarse y se presenta en el *Anexo 10*.



**PROYECTO:**  
**CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS**  
**CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA**



**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
1	Ceramiento provisional con lona verde y pingos	m2	203.00	\$ 6.82	\$ 1 384.34
2	Desalojo de material con maquinaria	m3	13.93	\$ 5.54	\$ 77.20
3	Derrocamiento de mampostería de bloque	m2	77.40	\$ 19.15	\$ 1 482.30
SUB TOTAL=					\$ 2 943.84
<b>CIMENTACIÓN</b>					
4	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	2 647.61	\$ 0.30	\$ 785.50
5	Derrocamiento de estructura de hormigón armado	m2	321.50	\$ 4.96	\$ 1 596.11
6	Desalojo de material con maquinaria	m3	77.16	\$ 5.54	\$ 427.56
7	Excavación sin clasificar hasta 4.5 con excavadora	m3	1 146.53	\$ 2.77	\$ 3 175.02
8	Excavación manual sin clasificar	m3	114.65	\$ 8.20	\$ 940.20
9	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	9 452.00	\$ 1.90	\$ 17 963.74
10	Hormigón simple f'c=180kg/cm2 para replantillo	m3	3.07	\$ 81.93	\$ 251.51
11	Hormigón simple f'c=240kg/cm2 para plintos	m3	32.40	\$ 159.36	\$ 5 163.34
12	Hormigón simple f'c=240kg/cm2 para columnas , incl. Encofrado	m3	35.76	\$ 228.91	\$ 8 185.75
13	Cemento H.C. 60% H.S. f'c=180kg/cm, 40% piedra , incl. Encofrado	m3	15.67	\$ 164.24	\$ 2 573.61
14	Hormigón simple f'c=210kg/cm2 para cadenas, incl. Encofrado	m3	8.96	\$ 173.62	\$ 1 555.67
15	Relleno compactado con material propio	m3	802.57	\$ 1.92	\$ 1 541.48
16	Contrapiso H.A. f'c=240kg/cm2 , e=20 cm , incl. Encofrado y corte	m3	321.50	\$ 139.68	\$ 44 906.38
SUB TOTAL=					\$ 89 065.88
<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>					
17	Acero estructural A36 incl. Montaje con grúa incl. pintura anticorrosiva	kg	75 086.44	\$ 3.11	\$ 233 636.89
18	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	794.40	\$ 1.90	\$ 1 509.78
19	Cubierta de Galvalum e=0.40 mm	m2	2 341.31	\$ 16.49	\$ 38 617.35
20	Canal metálico de aguas lluvia	m	129.70	\$ 6.36	\$ 825.03
21	Bajante de aguas lluvias	m	125.00	\$ 12.82	\$ 1 602.39
SUB TOTAL=					\$ 276 191.44
<b>RE ADECUACIÓN Y NIVELACIÓN DE CANCHA DE USO MÚLTIPLE</b>					
22	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	1 864.20	\$ 0.30	\$ 553.07
23	Derrocamiento de estructura de hormigón armado	m2	466.05	\$ 4.96	\$ 2 313.74
24	Desalojo de material con maquinaria	m3	111.85	\$ 5.52	\$ 617.72
25	Excavación manual sin clasificar	m3	69.91	\$ 8.20	\$ 573.27
26	Contrapiso H.A. f'c=240kg/cm2 , e=20 cm , incl. Encofrado y corte	m3	93.21	\$ 139.68	\$ 13 019.36
27	Masillado de piso con mortero 1:3 y endurecedor cuarzo para pisos	m2	1 864.20	\$ 8.27	\$ 15 420.14
28	Pintura epóxica de piso	m2	1 864.20	\$ 19.85	\$ 36 997.57
SUB TOTAL=					\$ 69 494.88
PRECIO TOTAL					\$ 437 696.04

**SON :**

**OBRA PRINCIPAL:** CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS DÓLARES, 04/100 CENTAVOS

**TIEMPO DE OBRA:** 18 SEMANAS LABORABLES - 127 DÍAS CALENDARIO

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

### 3.1.6 Cronograma de Actividades

- Cronograma Valorado



**PROYECTO:**  
CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR



1

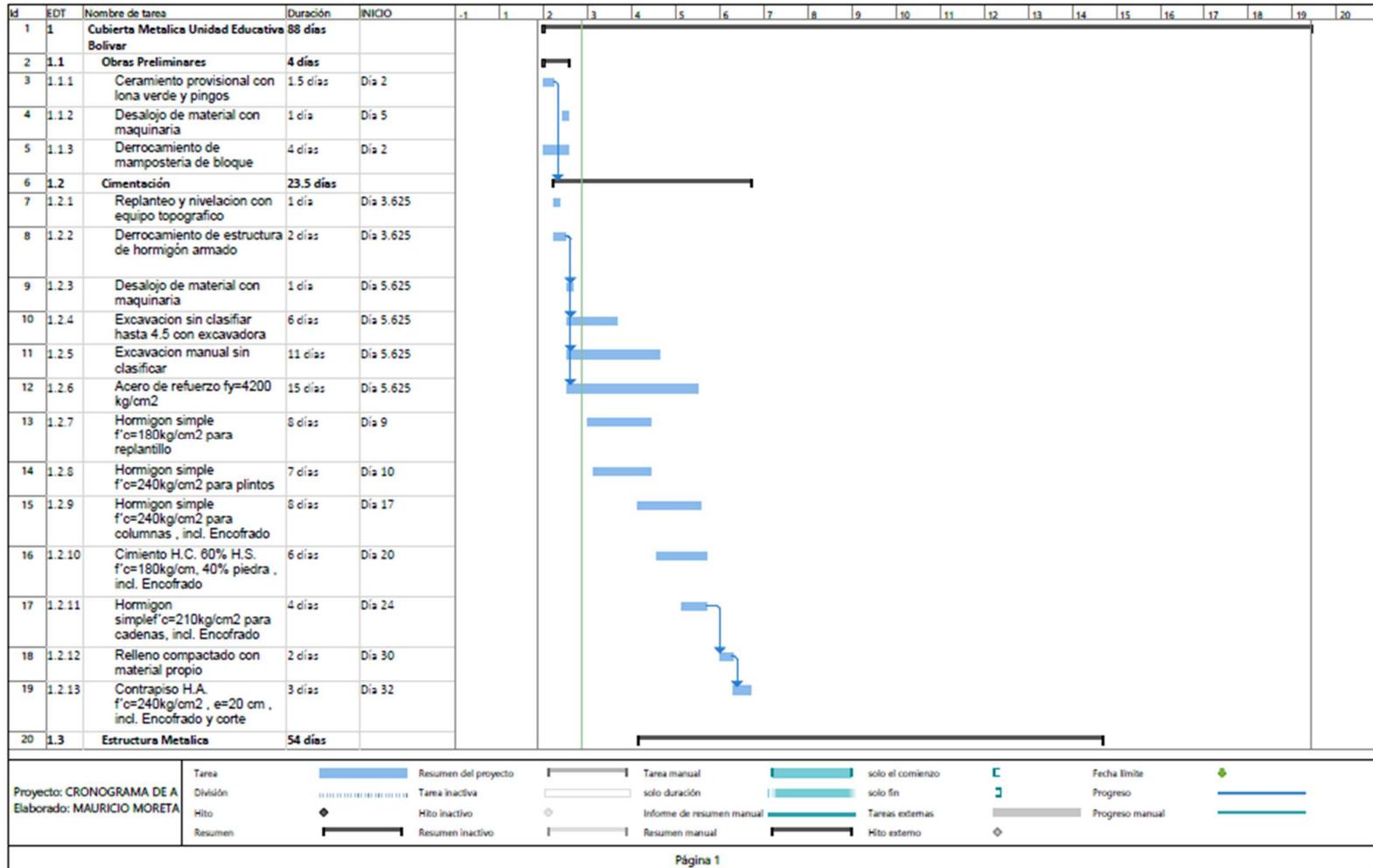
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						CRONOGRAMA				
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global	% de Obra	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>										
1	Ceramiento provisional con lona verde y pingos	m2	203	\$ 6.82	\$ 1 384.34	0.32%	100.00%			
							\$ 1 384.34			
							203.00			
2	Desalajo de material con maquinaria	m3	13.932	\$ 5.54	\$ 77.20	0.02%	100.00%			
							\$ 77.20			
							13.93			
3	Derrocamiento de mampostería de bloque	m2	77.4	\$ 19.15	\$ 1 482.30	0.34%	100.00%			
							\$ 1 482.30			
							77.40			
<b>CIMENTACIÓN</b>										
4	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	2647.61	\$ 0.30	\$ 785.50	0.18%	100.00%			
							\$ 785.50			
							2647.61			
5	Derrocamiento de estructura de hormigón armado	m2	321.5	\$ 4.96	\$ 1 596.11	0.36%	100.00%			
							\$ 1 596.11			
							321.50			
6	Desalajo de material con maquinaria	m3	77.16	\$ 5.54	\$ 427.56	0.10%	100.00%			
							\$ 427.56			
							77.16			
7	Excavación sin clasificar hasta 4.5 con excavadora	m3	1146.525	\$ 2.77	\$ 3 175.02	0.73%	70.00%	30.00%		
							\$ 2 222.52	\$ 952.51		
							802.57	343.96		
8	Excavación manual sin clasificar	m3	114.6525	\$ 8.20	\$ 940.20	0.21%	33.00%	57.00%	10.00%	
							\$ 310.27	\$ 535.91	\$ 94.02	
							378.35	65.35	11.47	
9	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	9452	\$ 1.90	\$ 17 963.74	4.10%	8.15%	35.40%	24.60%	9.86%
							\$ 1 464.04	\$ 6 359.16	\$ 4 419.08	\$ 1 771.22
							770.34	3 346.01	2 325.19	931.97
10	Hormigón simple f'c=180kg/cm2 para replantillo	m3	3.07	\$ 81.93	\$ 251.51	0.06%	50.00%	50.00%		
							\$ 125.76	\$ 125.76		
							1.54	1.54		
11	Hormigón simple f'c=240kg/cm2 para plintos	m3	32.4	\$ 159.36	\$ 5 163.34	1.18%	60.00%	40.00%		
							\$ 3 098.00	\$ 2 065.33		
							19.44	12.96		
12	Hormigón simple f'c=240kg/cm2 para columnas, incl. Encofrado	m3	35.76	\$ 228.91	\$ 8 185.75	1.87%		55.00%	45.00%	
							\$ 4 502.16	\$ 3 683.59		
							19.67	16.09		
13	Cimiento H.C. 60% H.S. f'c=180kg/cm, 40% piedra, incl. Encofrado	m3	15.67	\$ 164.24	\$ 2 573.61	0.59%		20.00%	80.00%	
							\$ 514.72	\$ 2 058.89		
							3.33	12.54		
14	Hormigón simple f'c=210kg/cm2 para cadenas, incl. Encofrado	m3	8.96	\$ 173.62	\$ 1 555.67	0.36%			100.00%	
									\$ 1 555.67	
									8.96	
15	Relleño compactado con material propio	m3	802.5675	\$ 1.92	\$ 1 541.48	0.35%				
16	Contrapiso H.A. f'c=240kg/cm2, e=20 cm, incl. Encofrado y corte	m3	321.5	\$ 139.68	\$ 44 906.38	10.26%				
<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>										
17	Enero estructural A36 incl. Montaje con grúa incl. pintura anticorrosiva	kg	75066.44	\$ 3.11	\$ 233 636.89	53.38%		0.25%	0.25%	
							\$ 584.09	\$ 584.09		
							187.72	187.72		
18	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	794.4	\$ 1.90	\$ 1 509.78	0.34%				
19	Cubierta de Galvalumen e=0.40 mm	m2	2341.31	\$ 16.49	\$ 38 617.35	8.82%				
20	Canal metálico de aguas lluvias	m	129.7	\$ 6.36	\$ 825.03	0.19%				
21	Bajante de aguas lluvias	m	125	\$ 12.82	\$ 1 602.39	0.37%				
<b>RADECUACION Y NIVELACION DE CANCHA DE USO MULTIPLE</b>										
22	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	1864.2	\$ 0.30	\$ 553.07	0.13%				
23	Derrocamiento de estructura de hormigón armado	m2	466.05	\$ 4.96	\$ 2 313.74	0.53%				
24	Desalajo de material con maquinaria	m3	111.852	\$ 5.62	\$ 617.72	0.14%				
25	Excavación manual sin clasificar	m3	69.9075	\$ 8.20	\$ 573.27	0.13%				
26	Contrapiso H.A. f'c=240kg/cm2, e=20 cm, incl. Encofrado y corte	m3	93.21	\$ 139.68	\$ 13 019.36	2.97%				
27	Masillado de piso con mortero 1:3 y endurecedor cuarzo para pisos	m2	1864.2	\$ 8.27	\$ 15 420.14	3.52%				
28	Pintura epóxica de piso	m2	1864.2	\$ 19.85	\$ 36 997.57	8.45%				
TOTAL					\$437 696.04	100%				
Totales Semanales							9 749.83	11 071.34	12 305.17	9 653.47
Total Acumulado							9 749.83	20 821.17	33 126.34	42 779.81
Porcentaje Semanal							2.23%	2.53%	2.81%	2.21%
Porcentaje Acumulado							2.23%	4.76%	7.57%	9.77%

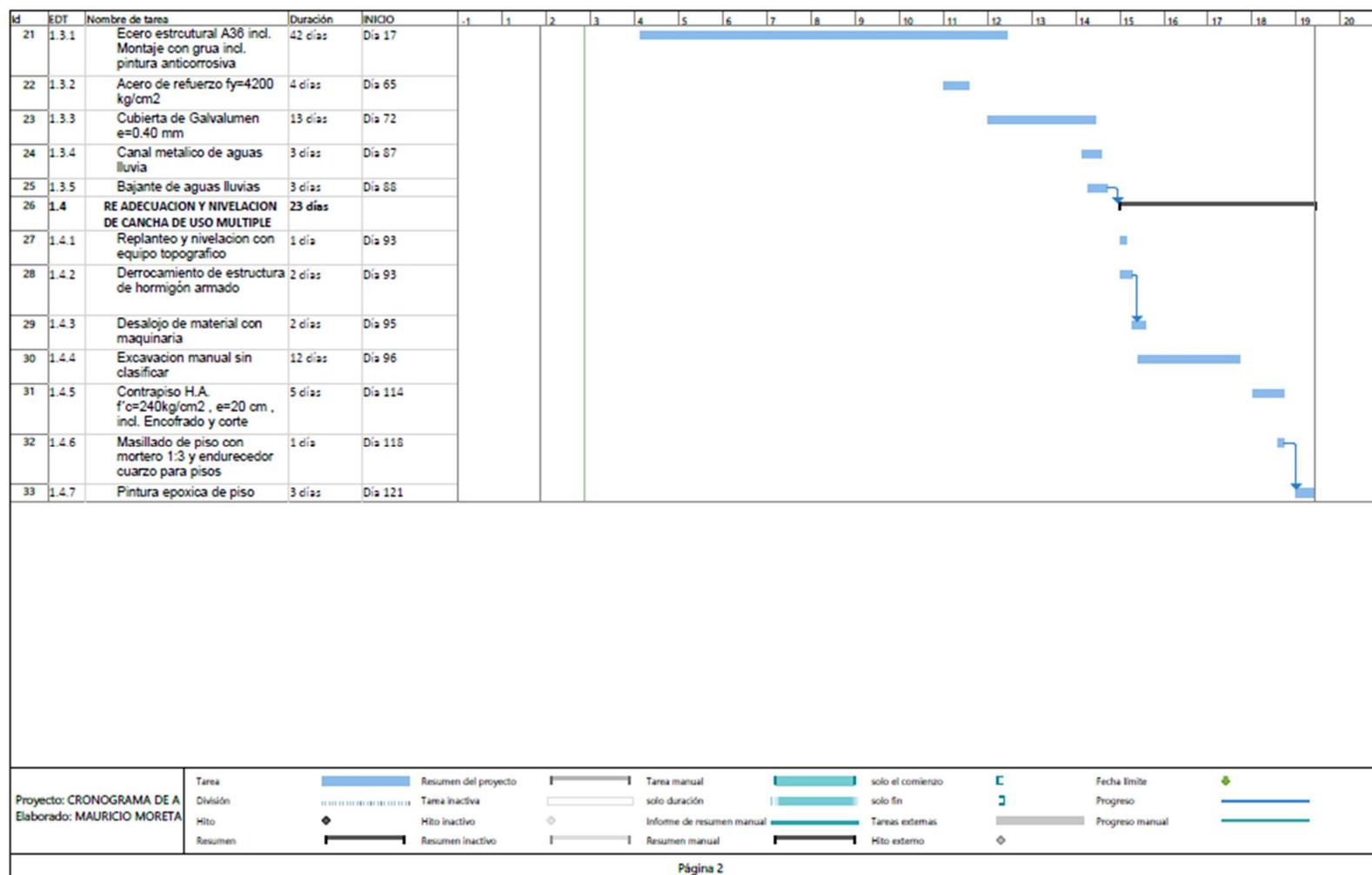
SON :  
OBRA PRINCIPAL: CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS DOLARES, 04/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA



- Cronograma de actividades MS PROJECT





## CAPITULO IV – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Como sistema estructural definido para el modelamiento de la cubierta metálica se estableció una estructura de pórticos resistentes a momentos con una cubierta de forma parabólica a una altura máxima de 10.50 metros y en sus lados norte, sur mientras que a sus lados concordando con una altura de 6.00 metros, una pendiente del 20%, luces de 36.51 metros, 65.70 metros, 32.45 metros y 64.00 metros, separando los pórticos cada 6.00 metros, conectadas con elementos rigidizadores laterales formadas por perfiles IPE, las columnas con perfiles circulares de 5” y 6”, ambos perfiles en espesores de 6 mm, la cimentación conformada por una estructura de hormigón armado soportando las cargas de la estructura y transmitiéndolas al suelo.
- Mediante el análisis estructural realizado con el software especializado en el método de elementos finitos, además de la metodología del Diseño Basado en Factores de Carga y Resistencia (LFRD) para la determinación de las dimensiones de los elementos estructurales de los pórticos, columnas metálicas redondas donde el cordón superior, las diagonales y montantes son de 5” x 6mm, el cordón inferior con un tubo redonde de 6” x 6mm, tensores Ø16mm, correas G 175x50x25x4, placas base PL de 100x30x4 cm y PL de 125x30x4 cm, cimentación aislada de 2.00 x 1.50 metros con un peralte de 0.45 metros, con un armado de Ø16 en sentido X a cada 0.20 metros, mientras por el sentido Y un armado de Ø12 a cada 0.14 metros, encontrando todos los detalles estructurales y especificaciones para su construcción en el *ANEXO 11 “PLANOS ESTRUCTURALES”*.
- Se determinó el presupuesto de la propuesta técnica en base a la tabla de salarios en el área de la construcción del año 2023, los precios actuales en el mercado de todos los materiales contemplados al mes de diciembre del año 2023, obteniendo un valor referencial de cuatrocientos treinta y siete mil

seiscientos noventa y seis dólares, 04/100 centavos y un tiempo de obra total de 18 semanas laborables.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Para la optimización de tiempo en el diseño y análisis estructural se recomienda tener una hoja de cálculo automática que permita colocar las características de los perfiles e ir comprobando que estos cumplan con los criterios de diseño a flexión, cortante o aplastamiento para posteriormente comprobar los requisitos de sismo resistencia en el programa de análisis.
- Para la garantía de un diseño sismorresistente se la logra controlando los efectos de torsión y derivadas revisando los tres primeros modos de vibración de la estructura debido a esto se puede determinar los lugares donde necesita rigidizarse para controlar estos efectos.
- Las especificaciones técnicas constructivas deberán ser realizadas por el profesional designado para la ejecución de este proyecto, así como la verificación de los rubros contemplados dentro de este estudio.
- Realizar mantenimiento preventivo en los elementos estructurales garantiza la integridad de la misma a largo tiempo por lo que se sugiere realizar inspecciones periódicas en busca de grietas, corrosión o deformaciones, además de asegurar que los sistemas de drenaje funciones en óptimas condiciones para evitar acumulaciones de agua.

## MATERIALES DE REFERENCIA

- [1] B. P. García, “LA VIVIENDA EXCAVADA: EVOLUCIÓN TIPOLOGICA, CONDICIONES AMBIENTALES Y ADAPTACIÓN GEOGRÁFICA. EL CASO DE CREVILLENTE (ALICANTE),” 2011. [Online]. Available: [www.archeologia.com](http://www.archeologia.com)
- [2] A. Graciani, “Hacia el nacimiento de la Historia de la Construcción. Origen y devenir de una Ciencia,” Sevilla.
- [3] J. Laffarga-Osteret and M. Olivares-Santiago, “Reseña histórica de los materiales de construcción,” *Re. Revista de Edificación*, vol. 24, pp. 81–99, Jan. 1970, doi: 10.15581/020.24.34902.
- [4] B. Pinto, “Arquitectura y diseño flexible, una revisión para una construcción más sostenible,” Universidad Politécnica de Cataluña - Barcelona Tech, 2019.
- [5] M. L’heritier, P. Dillmann, and G. Sarah, “Deciphering the iron provenance on a medieval building yard: The case of bourges cathedral,” *Minerals*, vol. 10, no. 12, pp. 1–21, 2020, doi: 10.3390/min10121131.
- [6] X. Ji, G. Huang, X. Zhang, and G. A. Kopp, “Vulnerability analysis of steel roofing cladding: Influence of wind directionality,” *Eng Struct*, vol. 156, pp. 587–597, 2018, doi: 10.1016/j.engstruct.2017.11.068.
- [7] L. Camacho, “Reflexión sobre la industria del acero en el mercado globalizado,” *Apuntes Del Cenes*, vol. 30, no. 51, pp. 165–182, 2011.
- [8] J. Ramírez, “La Construcción con Estructura de Acero,” *Dyna Ingeniería e Industria*, pp. 17–22, Feb. 01, 2002.
- [9] F. Carlander-Reuterfelt, “Structural integrity of steel structures subjected to fire A comparison between Eurocode and FE modelling,” CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 2018.

- [10] H. Brynhildsen, “Advantages of steel as a building material from a sustainability perspective,” CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 2020.
- [11] J. McCormac and S. Csernak, *Diseño de estructuras de acero*, Quinta Edi. Alfaomega, 2013.
- [12] B. Costales and R. Gonzaga, “Influencia de las altas temperaturas superficiales en las propiedades del acero al carbono ASTM A36,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022.
- [13] C. P. Arias Reyes and L. G. Calle Méndez, “Diseño de una cubierta de estructura metálica con conexiones empernadas para el área de almacenamiento de combustibles en la industria papelera,” Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, 2023.
- [14] C. para el refuerzo de estructuras metálicas: R. del "Círculo de B. A. y la "Casa E. C. for steel structures reinforcement: R. of the "Círculo de B. A. building and the C. C. "Casa E. Hierro, A. Aznar, J. I. Hernando, J. F. De La Torre, and J. Ortiz, “Criterios para el refuerzo de estructuras metálicas: Rehabilitación del ‘Círculo de Bellas Artes’ y la ‘Casa Encendida,’” *Revista De Ingenieria De Construccion*, vol. 29, no. 2, pp. 133–149, 2014.
- [15] F. Quispe, “Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema Constructivo Tradicional y Poliestireno Expandido con Malla de Acero Electrosoldada en la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa, Ayacucho 2022,” Universidad Nacional de San Martín, 2023.
- [16] L. M. Serna Jara, J. A. Flores Yepes, A. Baños Foss, J. J. Pastor Perez, and J. M. Berna Serna, “Análisis de vigas metálicas utilizadas en correas de cubierta en industrias agroindustriales,” *Agroingenieria*, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26754/c\_agroing.2019.com.3411.

- [17] J. Pilatasig, B. Cagua, R. Aguilar, and P. Ceron, “Analysis of the reinforcement of a steel structure with concentric diagonals. Manta uvc case,” *RIC Revista Ingeniería de Construcción*, 2021, doi: 10.7764/RIC.
- [18] I. Bogun, “Analysis of the steel structures connections in Finland and in Russia Abstract,” Saimaa University of Applied Sciences, 2016.
- [19] AISC, “Seismic Provisions for Structural Steel Buildings Supersedes the Seismic Provisions for Structural Steel Buildings,” 2016. [Online]. Available: [www.aisc.org](http://www.aisc.org)
- [20] H. Castillo, *Análisis y Diseño de Estructuras*, II., vol. 2. Castilla: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, 1999.
- [21] A. Chafla, “Análisis comparativo del comportamiento estructural de un edificio de hormigón armado convencional y con el uso de disipadores de energía SHEAR-LINK BOZZO (SLB),” Universidad Técnica de Ambato, 2023.
- [22] K. Quispillo, “Análisis comparativo de la respuesta estructural y del nivel de desempeño de una edificación de hormigón armado, considerando dos opciones: base rígida e interacción suelo- estructura,” Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [23] J. C. McCormac, *Diseño de estructuras de acero*. Marcombo, 2012.
- [24] Norma Ecuatoriana de la Construcción, “CARGAS (NO SÍSMICAS),” 2014.
- [25] P. D. Quinde and E. Reinoso, “Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca,” *Revista de Ingeniería Sísmica*, vol. 26, no. 94, pp. 1–26, 2016, doi: 10.18867/ris.94.274.
- [26] S. H. Oh, S. H. Shin, and B. Bagheri, “Stability evaluation of the acceleration and energy response spectra,” *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 123, pp. 124–143, 2019, doi: 10.1016/j.soildyn.2019.03.025.
- [27] Norma Ecuatoriana de la Construcción, *Peligro Sísmico*. Ecuador, 2015, p. 139.

- [28] D. Forcellini, “A novel framework to assess soil structure interaction (Ssi) effects with equivalent fixed-based models,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 21, 2021, doi: 10.3390/app112110472.
- [29] S. Jácome, “Renovación de infraestructuras existentes y diseño estructural para la cubierta de los graderíos del coliseo abierto de la parroquia santa rosa del cantón Ambato provincia de Tungurahua.,” Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [30] E. Gimenez, “Ética De La Ingeniería Civil Reflexiones Sobre El Estado Actual,” Universitat de Valencia, 2015.
- [31] Y. Huang and J. Jiang, “A Critical Review of von Mises Criterion for Compatible Deformation of Polycrystalline Materials,” *Crystals (Basel)*, vol. 13, no. 2, pp. 1–17, 2023, doi: 10.3390/cryst13020244.
- [32] M. Pelliciaro and A. M. Tarantino, “Equilibrium Paths for von Mises Trusses in Finite Elasticity,” *J Elast*, vol. 138, no. 2, pp. 145–168, 2020, doi: 10.1007/s10659-019-09731-1.
- [33] P. G. Coelho, B. C. Barroca, F. M. Conde, and J. M. Guedes, “Minimization of maximal von Mises stress in porous composite microstructures using shape and topology optimization,” *Structural and Multidisciplinary Optimization*, vol. 64, no. 4, pp. 1781–1799, 2021, doi: 10.1007/s00158-021-02942-y.
- [34] R. Arora and A. Acharya, “A unification of finite deformation J2 Von-Mises plasticity and quantitative dislocation mechanics,” *J Mech Phys Solids*, vol. 143, p. 104050, 2020, doi: 10.1016/j.jmps.2020.104050.
- [35] D. Por, T. M. Murray, P. E. Emmett, and A. Sumner, “FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE CONEXIONES con énfasis en el método de diseño por estados límites,” 2005.
- [36] AISC, “Specification for Structural Steel Buildings,” 2010.
- [37] I. Monroy and J. Moreno, “Implementación de la soldadura en el sector industrial,” Instituto Politecnico Nacional, 2021.

- [38] H. Svoboda, “Una mirada a la soldadura entre materiales diferentes,” *IEDS*, vol. 26, 2021.
- [39] CAMICON, “MANUAL DE COSTOS DE LA CONSTRUCCION,” 2016.
- [40] J. de los Á. Montalván and L. Bonilla, “PROGRAMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS EN LENGUAJE DE PYTHON PARA LA DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO, PARA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES.,” 2022.
- [41] E. Reyes, “ESTUDIO DEL PELIGRO SÍSMICO DETERMINISTA PARA LAS ESTRUCTURAS DE AMBATO, PARROQUIA LA MATRIZ UBICADO ENTRE LAS CALLES BARCELONA, AV. MANUELITA SÁENZ, AV. MIRAFLORES, OLMEDO, AV. PEDRO FERMÍN CEVALLOS, YAHUIRA, AV. ATAHUALPA, ANTONIO CLAVIJO,” Ambato, Jul. 2018.
- [42] Norma Ecuatoriana de la Construcción, “PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE,” 2014.
- [43] M. Vazquez and E. Lopez, “EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS APLICADO AL ANALISIS ESTRUCTURAL,” 2001.
- [44] American Institute of Steel Construction, “Specification for Structural Steel Buildings, an American National Standard,” *American Institute of Steel Construction*. p. 612, 2019.

## ANEXOS

### 6.1 Anexo 1. Formato de encuesta



UNIDAD EDUCATIVA  
"BOLIVAR"



FACULTAD DE INGENIERÍA  
CIVIL Y MECÁNICA

## CUBIERTA METALICA PARA CANCHAS DE USO MULTIPLE DE LA UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR

PROYECTO DE TITULACION - CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

### 1. ESCOJA EL TIPO DE CUBIERTA QUE LLAME SU ATENCIÓN \*

*Marca solo un óvalo.*



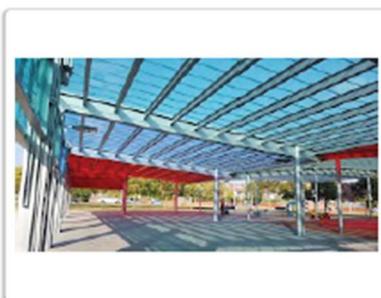
Opción A



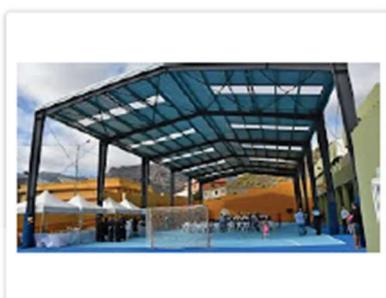
Opción B



Opción C



Opción D



Opción F



Opción G

2. PARA COLUMNAS ¿QUÉ TIPO DE MATERIAL DESEA QUE SE EMPLEE? \*

*Marca solo un óvalo.*

- HORMIGON ARMADO  
 METALICA

3. PARA COLUMNAS ¿QUÉ TIPO DE SECCIÓN DESEA QUE SE EMPLEE? \*

*Marca solo un óvalo.*

- CUADRADA  
 CIRCULAR  
 RECTANGULAR  
 CERCHA (SOLO PARA MATERIAL METALICO)

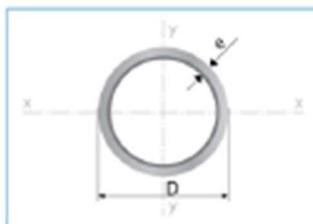
4. PARA LA CUBIERTA ¿QUÉ MATERIAL DESEA QUE SE EMPLEE? \*

*Marca solo un óvalo.*

- POLICARBONATO  
 CUBIERTA METALICA DE GALVALUMEN  
 MIXTO (GALVALUMEN CON CLAROS DE POLICARBONATO)

## 6.2 Anexo 2. Tabla de datos y descripción de tubería estructural redonda

### Tubería Estructural Redonda



Largo Normal:  
6 metros  
Recubrimiento:  
Negro o Galvanizado  
Calidad de Acero:  
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM  
A572 Gr 50  
Norma de Fabricación:  
ASTM A 500/ NTE INEN 2415  
Espesores:  
Desde 1,40 a 6,00 mm  
Observaciones:  
Otras dimensiones y largos,  
previa consulta.

#### > Aplicaciones

- Automotriz y de autopartes: carrocería, guardachoques, tubos de escape, remolques y rodados.
- Agroganadera: maquinaria e implementos agrícolas, avícolas y ganaderos.
- Señalización y vialidad: alumbrado, soportes para señalética.
- Aparatos de gimnasia y fitness.
- Construcción: rejas, portones, columnas, andamios.
- Estructuras: portantes, galpones, invernaderos y naves industriales.

#### > Beneficios

- Duradero: Al construir con acero, asegura que su producto tenga una vida útil, superior a los materiales de construcción convencionales.
- Económico: Se optimiza el uso del material produciéndose ahorro en obras, por facilidad y rapidez de uso y armado ahorra en tiempo y personal.
- Ecológico: Con el uso de acero, se minimiza la utilización de madera y su desecho, por lo que contribuye al medio ambiente.

Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas			
D	e			I	W	i	
D	e	A	P	I	W	i	
ulg.	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	
3/4	19,10	1,40	0,78	0,61	0,30	0,32	0,83
		1,50	0,83	0,65	0,32	0,34	0,82
		1,80	0,98	0,77	0,37	0,39	0,81
		2,00	1,07	0,84	0,39	0,41	0,81
		1,40	0,92	0,72	0,50	0,45	0,74
		1,50	0,98	0,77	0,53	0,47	0,73
		1,80	1,16	0,91	0,61	0,55	0,72
		2,00	1,27	1,00	0,68	0,59	0,72
1	25,40	1,40	1,06	0,83	0,76	0,60	0,85
		1,50	1,13	0,88	0,81	0,64	0,85
		1,80	1,33	1,05	0,93	0,74	0,84
		2,00	1,47	1,15	1,01	0,80	0,83
1 1/4	31,80	1,40	1,33	1,05	1,54	0,97	1,07
		1,50	1,43	1,12	1,63	1,00	1,07
		1,80	1,69	1,33	1,91	1,20	1,06
		2,00	1,87	1,47	2,08	1,31	1,05
1 1/2	38,10	1,40	1,61	1,27	2,72	1,43	1,30
		1,50	1,72	1,35	2,89	1,52	1,30
		1,80	2,05	1,61	3,39	1,78	1,28
		2,00	2,27	1,78	3,71	1,95	1,28
1 3/4	44,50	1,40	1,89	1,49	4,39	1,98	1,52
		1,50	2,02	1,59	4,67	2,10	1,52
		1,80	2,41	1,89	5,49	2,47	1,51
		2,00	2,67	2,09	6,02	2,71	1,50
1 7/8	47,80	1,40	2,03	1,60	5,44	2,28	1,84
		1,50	2,17	1,71	5,79	2,43	1,83
		1,80	2,59	2,03	6,81	2,86	1,82
		2,00	2,87	2,25	7,47	3,14	1,81
2	50,80	1,40	2,17	1,71	6,60	2,61	1,75
		1,50	2,32	1,82	7,06	2,78	1,74
		1,80	2,77	2,18	8,33	3,28	1,73
		2,00	3,07	2,41	9,14	3,60	1,73
		3,00	4,51	3,54	12,92	5,09	1,69
		4,00	5,88	4,62	16,22	6,39	1,66
2 3/8	60,30	1,50	2,77	2,18	12,00	3,96	2,08
		1,80	3,31	2,60	14,18	4,70	2,07
		2,00	3,66	2,89	15,60	5,17	2,06
		3,00	5,40	4,24	22,25	7,38	2,03
		4,00	7,08	5,66	28,21	9,36	2,00
2 1/2	63,50	1,50	2,92	2,29	14,08	4,42	2,19
		1,80	3,49	2,74	16,62	5,23	2,18
		2,00	3,86	3,03	18,29	5,76	2,18
		3,00	5,70	4,48	26,15	8,24	2,14
		4,00	7,48	5,87	33,24	10,47	2,11
3	76,20	1,50	3,52	2,76	24,56	6,45	2,64
		1,80	4,21	3,30	29,13	7,65	2,63
		2,00	4,66	3,66	32,11	8,43	2,62
		3,00	6,90	5,42	46,29	12,15	2,59
		4,00	9,07	7,12	59,30	15,56	2,56
		5,00	11,18	8,78	71,22	18,69	2,52
4	101,60	2,00	6,26	4,91	77,63	15,28	3,52
		3,00	9,29	7,29	113,04	22,25	3,49
		4,00	12,28	9,63	146,28	28,60	3,45
		5,00	15,17	11,91	177,47	34,80	3,42
		6,00	18,02	14,15	206,68	40,68	3,39
5	127,00	2,00	7,85	6,17	193,44	24,16	4,42
		3,00	11,69	9,17	294,75	35,39	4,39
		4,00	15,46	12,13	292,61	46,08	4,35
		5,00	19,16	15,04	357,14	56,24	4,32
		6,00	22,81	17,90	418,44	65,90	4,28
6	152,40	3,00	14,08	11,05	393,01	51,56	5,28
		4,00	18,65	14,64	513,73	67,42	5,25
		5,00	23,15	18,18	629,54	82,62	5,21
		6,00	27,60	21,66	740,57	97,19	5,18
8 5/8	168,30	3,00	15,58	12,23	532,28	63,25	5,85
		4,00	20,65	16,21	697,09	82,64	5,81
		5,00	25,65	20,14	855,85	101,70	5,78
		6,00	30,59	24,02	1008,69	119,87	5,74

### 6.3 Anexo 3. Tabla de datos y descripción de Perfil G

## PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"



#### Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2mm - 12mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado



Dimensiones exteriores a la sección transversal.  
Radio de curvatura interior igual a 1,5e para espesores menores a 6,00 mm  
Radio de curvatura interior igual a 2e para espesores de 6,00 mm o mayores

Designación	Dimensiones				Mesa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,86	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,48	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x40x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,84	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,65	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,58	116,4	18,16	16,63	4,89	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,08	1,55	165,5	22,16	28,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x20x4	125	50	20	4	7,39	9,85	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	15,86	2,05	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G150x75x30x6	150	75	30	6	14,86	19,23	2,78	641,4	144,5	85,52	30,57	5,77	2,74
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,64	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,66	8,58	1,31	369,4	24,59	42,22	6,86	6,67	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	29,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,48	653,0	105	74,8	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,25	17,11	2,47	786,0	123,9	89,82	24,63	6,78	2,69
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,85	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,83	14,9	2,32	886,0	110,0	88,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	8,99	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,64
G250x100x25x5	250	100	25	5	18,17	23,36	2,73	2219,0	285,3	177,5	39,24	9,75	3,49
G250x100x30x6	250	100	30	6	21,92	8,23	3,1	2847,0	383,5	219,8	55,58	9,68	3,69
G300x100x30x4	300	100	30	4	18,85	21,3	2,84	2860,0	274,0	191,0	38,3	11,8	3,58
G300x100x35x5	300	100	35	5	20,91	26,9	2,97	3580,0	351,0	237,0	49,9	11,5	3,62
G300x100x35x6	300	100	35	6	24,75	31,8	2,95	4170,0	404,0	278,0	57,4	11,4	3,56

\*Otras calidades, largos y acabados: previa consulta

### 6.4 Anexo 4: Salarios mínimos para el área de la construcción

**CÁMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**  
**ELABORADO POR EL DEPARTAMENTO TÉCNICO - RESPALDO: COMISION TÉCNICA CAMICON**  
 Elaborado en base al ACUERDO MINISTERIAL No. MDT-2022-216  
**SALARIOS MÍNIMOS POR LEY 2023 (EN DOLARES)**

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	SALARIO UNIFICADO ANUAL	DÉCIMO TERCERO	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	DIAS DE TRABAJADOS	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
	A	B	C	D	F	G	H		J	K
<b>REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA</b>	\$ 450.00		Art:111 C.T - Bono Navideño	Art: 113 C.T- Bono Escolar						Jornada diurna
		B=A*12MESES	C=A	D=1R.B.M.U	F=A*12,15%*12MESES	G=A	H=B+C+D+E+F+G	234	J=H/I	6h00 - 19h00
<b>CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS</b>										
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2</b>										
Peón	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89	234.00	32.42	4.05
Ayudante de Albañil	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89		32.42	4.05
Ayudante de Carpintero	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89		32.42	4.05
Ayudante de Electricista	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89		32.42	4.05
Ayudante de Fierro	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89		32.42	4.05
Ayudante de Plomero	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89		32.42	4.05
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2</b>										
Ayudante de maquinaria	\$ 475.07	\$ 5700.84	475.07	450.00	692.65	475.07	7 793.62		33.31	4.16
Albañil	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Operador de equipo liviano	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Pintor	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Pintor de exteriores	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Pintor empapelador	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Fierro	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Carpintero	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Encofrador o carpintero de ribera	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Plomero	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Electricista o instalador de revestimiento en general	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Ayudante de perforador	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Cadenero	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Mampostero	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Enlucidor	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Hojalatero	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Técnico liniero eléctrico	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Técnico en montaje de subestaciones	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Técnico electromecánico de construcción	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10
Parqueteros y colocadores de pisos	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89		32.82	4.10

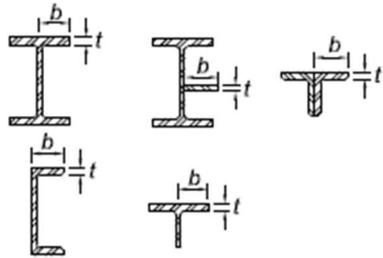
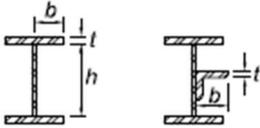
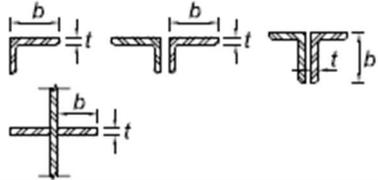
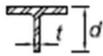
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2</u></b>									
Operador de perforador (En Construcción)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Perfilero (En Construcción)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Técnico albañilería	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Técnico obras civiles	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Maestro de Obra	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1</u></b>									
Maestro eléctrico/liniero/subestaciones	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Maestro soldador especializado (En Construcción- Estr. Oc.C1)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3</u></b>									
Inspector de obra	\$ 522.36	\$ 6268.32	522.36	450.00	761.59	522.36	8 524.63	36.43	4.55
Supervisor eléctrico general / Supervisor sanitario general	\$ 522.36	\$ 6268.32	522.36	450.00	761.59	522.36	8 524.63	36.43	4.55
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1</u></b>									
Ingeniero eléctrico	\$ 523.70	\$ 6284.40	523.70	450.00	763.56	523.70	8 545.37	36.52	4.56
Ingeniero civil (Estructural, Hidráulico y Vial)	\$ 523.70	\$ 6284.40	523.70	450.00	763.56	523.70	8 545.37	36.52	4.56
Residente de Obra	\$ 523.70	\$ 6284.40	523.70	450.00	763.56	523.70	8 545.37	36.52	4.56
<b><u>LABORATORIO</u></b>									
Laboratorista (En Construcción- Estr. Oc. C1)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.58	36.37	4.55
<b><u>TOPOGRAFÍA</u></b>									
Topógrafo (En Construcción- Estr.Oc.C1)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.58	36.37	4.55
<b><u>DIBUJANTES</u></b>									
Dibujante (En Construcción- Estr.Oc.C2)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.78	34.62	4.33
<b><u>OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES</u></b>									
<b>SECCIÓN A: OPERADORES</b>									
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO I)</u></b>									
Motoniveladora	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Excavadora	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Grúa puente de elevación	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Pala de castillo	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Grúa estacionaria	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Draga/Dragline	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Tractor carriles o ruedas (bulldozer. topador. roturador. malacate. trailla)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Tractor tiende tubos (side bone)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Mototrailla	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Retroexcavadora	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Auto-tren cama baja (trailer)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Fresadora de pavimento asfáltico/Rotomil	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Recicladora de pavimento asfáltico/Rotomil	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55

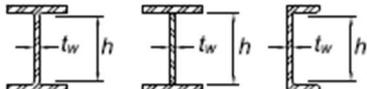
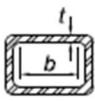
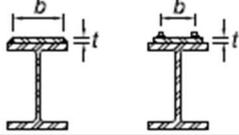
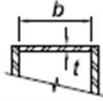
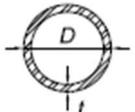
Planta de emulsión asfáltica	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Máquina para sellos asfálticos	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Squider	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Camión articulado con volteo (En Construcción)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Camión mezclador para micropavimentos	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Camión cisterna para cemento y asfalto (Adicional al traslado debe conectar los equipos para embarque y desembarque, monitorear equipo de presión)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Perforadora de brazos múltiples (jumbo)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Máquina tuneladora (topo)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Concreteira rodante/mixer	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Máquina extendedora de adoquín	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Máquina zanjadora	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II)</b>									
Operador responsable de la planta hormigonera	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador responsable de la planta trituradora	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador responsable de la planta asfáltica	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de track drill	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de rodillo autopropulsado	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de distribuidor de asfalto	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de distribuidor de agregados	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de acabadora de pavimento de hormigón	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de acabadora de pavimento asfáltico	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de grada elevadora / canastilla elevadora	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de bomba impulsadora de hormigón, equipos móviles de planta, molino de amianto, planta dosificadora de hormigón, productos terminados (tanques moldeados, postes de alumbrado eléctrico, acabados de piezas afines)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de tractor de ruedas (barredora, cegadora, rodillo remolcado, franjeadora)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de caldero planta asfáltica	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de barredora autopropulsada	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de punzón neumático	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador compresor	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Camión de carga frontal (En Construcción)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador de camión de volteo con o sin articulación/Dumper (En Construcción)	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador mini excavadora/mini cargadora con sus aditamentos	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Operador termoformado	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Técnico en carpintería	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
Técnico en mantenimiento de viviendas y edificios	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33

<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3</u></b>									
Operador máquina estacionaria clasificadora de material	\$ 475.07	\$ 5700.84	475.07	450.00	692.66	475.07	7 793.70	33.31	4.16
Soldador en construcción	\$ 475.07	\$ 5700.84	475.07	450.00	692.66	475.07	7 793.70	33.31	4.16
<b>SECCIÓN B: MECÁNICOS</b>									
Mecánico de equipo pesado caminero (En Construcción- Estr. Oc C1)	\$ 521.45	\$ 6257.40	521.45	450.00	760.28	521.45	8 510.64	36.37	4.55
Mecánico de equipo liviano (Estr. Oc. C3)	\$ 475.07	\$ 5700.84	475.07	450.00	692.66	475.07	7 793.70	33.31	4.16
<b>SECCIÓN C: SIN TÍTULO</b>									
Engrasador o abastecedor responsable en construcción (En Construcción- Estr.Oc.D2)	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89	32.82	4.10
<b>CHOFERES PROFESIONALES</b>									
CHOFER: De vehículos de emergencia (Ambulancia, motobomba, carro cisterna, etc.- Estr. Oc C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 3.5 toneladas (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Tráiler (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Volquetas (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Tanqueros (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Plataformas (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Otros camiones (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Para ferrocarriles (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Para auto ferros (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Camiones para transportar mercancías o sustancias peligrosas y otros vehículos especiales (Estr. Oc. C1)	\$ 691.69	\$ 8300.28	691.69	450.00	1008.49	691.69	11 142.19	47.62	5.95
CHOFER: Para transporte Escolares-Personal y turismo hasta 45 pasajeros ( Estr. Oc. C2)	\$ 684.43	\$ 8213.16	684.43	450.00	997.90	684.43	11 029.96	47.14	5.89
CHOFER: Para camiones sin acoplados (Estr. Oc. C3)	\$ 668.31	\$ 8019.72	668.31	450.00	974.40	668.31	10 780.78	46.07	5.76
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2</u></b>									
Operador de bomba lanzadora de concreto	\$ 494.94	\$ 5939.28	494.94	450.00	721.62	494.94	8 100.76	34.62	4.33
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2</u></b>									
Preparador de mezcla de materias primas	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89	32.82	4.10
Tubero (En Construcción)	\$ 467.71	\$ 5612.52	467.71	450.00	681.92	467.71	7 679.89	32.82	4.10
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2</u></b>									
Resanador en general (En Construcción)	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89	32.42	4.05
Tinero de pasta de amianto	\$ 461.70	\$ 5540.40	461.70	450.00	673.15	461.70	7 586.89	32.42	4.05
<b><u>OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO EN ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, AGROPECUARIAS Y AGROINDUSTRIALES</u></b>									
<b><u>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2</u></b>									
Excavadora Grúa (Grupo A: operadores tabla 1)	\$ 467.31	\$ 5607.72	467.31	450.00	681.33	467.31	7 673.62	32.79	4.10

Perforadora de pozos profundos o rodantes (Grupo A: operadores tabla 1)	\$ 467.31	\$ 5607.72	467.31	450.00	681.33	467.31	7673.62	32.79	4.10
--	-----------	------------	--------	--------	--------	--------	---------	-------	------

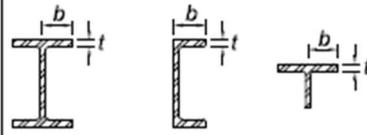
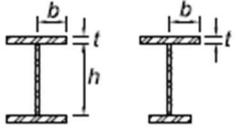
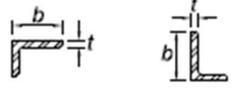
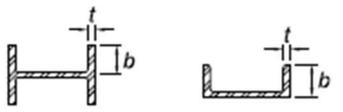
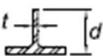
6.5 Anexo 5. Valores establecidos de la razón ancho-espesor.

<p style="text-align: center;"><b>TABLA B4.1b</b>  <b>Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión.</b>  <b>Miembros sometidos a Flexión</b></p>					
Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho-Espesor Límite $\lambda$ (compacta / no compacta (esbelto / no esbelto)	Ejemplo	
Elementos No-Atiesados	1	Alas de perfiles laminados, planchas conectadas a perfiles laminados, alas de pares de ángulos conectados continuamente, alas de canales y alas de secciones T.	$b/t$	$0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	2	Alas de perfiles I soldados y planchas o ángulos conectados a secciones soldadas.	$b/t$	$0.64 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$ <sup>[a]</sup>	
	3	Alas de perfiles ángulo laminados; alas de pares de ángulos con separadores y todo tipo de elementos no atiesados.	$b/t$	$0.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	4	Alma de Secciones T.	$d/t$	$0.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

Elementos Atiesados	5	Almas de secciones I con doble simetría y secciones canal.	$h/t_w$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	6	Paredes de secciones HSS rectangulares y cajones de espesor uniforme	$b/t$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	7	Alas de sobreplanchas y planchas diafragma entre líneas de conectores o soldadura	$b/t$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	8	Todo elemento atiesador.	$b/t$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	9	Tubos circulares.	$D/t$	$0.11 \frac{E}{F_y}$	

[a]  $k_c = 4\sqrt{h/t_w}$ , no menor que 0,35, ni mayor que 0,76 para propósitos de cálculo.

**TABLA B4.1b**  
**Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión.**  
**Miembros sometidos a Flexión**

Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo
			$\lambda$ (compacta / no compacta)	$\lambda$ (esbelto / no esbelto)	
10	Flexión en alas de perfiles I laminados, canales y tes.	$b/t$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
11	Alas de secciones I soldadas con doble y simple simetría.	$b/t$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	<sup>[a]</sup> $0.95 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$	
12	Alas de ángulos simples.	$b/t$	$0.54 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.91 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
13	Alas de toda doble t y canal en torno a su eje más débil.	$b/t$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
14	Almas de tes.	$d/t$	$0.84 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.52 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	



## 6.6 Anexo 6. Valores de $\phi$ , $F_{nBM}$ , $F_{nw}$

<b>TABLA J2.5</b>					
<b>Resistencia Disponible de Juntas Soldadas, T (kN)</b>					
Tipo de Carga y Dirección Relativa al Eje de Soldadura	Metal Pertinente	$\phi$ y $\Omega$	Tensión Nominal ( $F_{nBM}$ y $F_{nw}$ ) kgf/cm <sup>2</sup> (MPa)	Área Efectiva ( $A_{BM}$ y $A_{We}$ ) cm <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	Nivel de Resistencia Requerida del Metal de Aporte <sup>[1][2]</sup>
SOLDADURAS DE TOPE CON JUNTA DE PENETRACION COMPLETA					
Tracción Normal al eje de soldadura	Resistencia de la junta controlada por el metal base			Se debe usar metal de aporte compatible con el metal base. Para juntas T y de esquina sin remoción de soporte, se requiere de metal de aporte con tenacidad especificada. Ver la Sección J2.6.	
Compresión Normal el eje de soldadura	Resistencia de la junta controlada por el metal base			Se permite metal de aporte con nivel de resistencia igual a un nivel de resistencia menor que metal de aporte compatible con el metal base.	
Tracción o Compresión Paralelo al eje de soldadura	Tracción o compresión en partes unidas paralelas a la soldadura no necesitan ser consideradas en el diseño de soldaduras que unen las partes			Se permite metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que metal de aporte compatible con el metal base.	
Corte	Resistencia de la junta controlada por el metal base			Se debe usar metal de aporte compatible con el metal base. <sup>[3]</sup>	
SOLDADURAS DE TOPE CON JUNTA DE PENETRACION PARCIAL INCLUYENDO SOLDADURAS DE SURCOS V Y BISEL ACAMPANADOS					

Tracción Normal al eje de soldadura	Base	$\phi = 0,75$ $\Omega = 2,00$	$F_u$	Ver J4	Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el metal de aporte compatible con el metal base.
	Soldadura	$\phi = 0,80$ $\Omega = 1,88$	$0,60F_{EXX}$	Ver J2.1a	
Compresión Columna a plancha base y empalmes de columna diseñadas por la Sección J1.4(a)	No se necesita considerar la tensión de compresión en el diseño de soldaduras que conectan las partes.				
Compresión Conexiones de miembros diseñados para so- portar que no sean columnas como se describe en la Sección J1.4(b)	Base	$\phi = 0,90$ $\Omega = 1,67$	$F_y$	Ver J4	
	Soldadura	$\phi = 0,80$ $\Omega = 1,88$	$0,60F_{EXX}$	Ver J2.1a	
Compresión Conexiones no terminadas para soporte	Base	$\phi = 0,90$ $\Omega = 1,67$	$F_y$	Ver J4	
	Soldadura	$\phi = 0,80$ $\Omega = 1,88$	$0,90F_{EXX}$	Ver J2.1a	
Tracción o Compresión Paralelo al eje de soldadura	No se necesita considerar la tracción o compresión paralela a una soldadura en el diseño de las soldaduras que unen las partes.				
Corte	Base	Gobernado por J4			
	Soldadura	$\phi = 0,75$ $\Omega = 2,00$	$0,60F_{EXX}$	Ver J2.1a	

**TABLA J2.5 (continuación)**  
**Resistencia Disponible de Juntas Soldadas, T (kN)**

Tipo de Carga y Dirección Relativa al Eje de Soldadura	Metal Pertinente	$\phi$ y $\Omega$	Tensión Nominal ( $F_{tEM}$ y $F_{tM}$ ) kgf/cm <sup>2</sup> (MPa)	Área Efectiva ( $A_{EM}$ y $A_{we}$ ) cm <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	Nivel de Resistencia Requerida del Metal de Aporte <sup>[a]</sup>
<b>SOLDADURAS DE FILETE INCLUYENDO FILETES EN AGUJEROS Y EN RANURAS Y JUNTAS T ESMALADAS</b>					
Corte	Base	Gobernado por J4			Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el metal de aporte compatible con metal base.
	Soldadura	$\phi = 0,75$ $\Omega = 2,00$	$0,60F_{EXX}$ <sup>[c]</sup>	Ver J2.2a	
Tensión o Compresión Paralelo al eje de soldadura	No se necesita considerar la tracción o la compresión paralela a una soldadura en el diseño de las soldaduras que unen las partes.				
<b>SOLDADURAS DE TAPON Y DE RANURA</b>					
Corte Paralelo a la superficie de contacto en el área efectiva	Base	Gobernado por J4			Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia igual o menor que el metal de aporte compatible con metal base.
	Soldadura	$\phi = 0,75$ $\Omega = 2,00$	$0,60F_{EXX}$	Ver J2.3a	
<p><sup>[a]</sup> Para metal de soldadura compatible con metal base ver la Sección 3.3 de AWS D1.1/D1.1M.</p> <p><sup>[b]</sup> Se permite un metal de aporte con un nivel de resistencia un nivel mayor que aquel compatible con metal base.</p> <p><sup>[c]</sup> Se pueden usar metales de aporte con un nivel de resistencia menor que aquel compatible con metal base para soldaduras de tope entre las almas y alas de secciones armadas transfiriendo las cargas de corte, o en aplicaciones donde la alta condición de restricción es una preocupación. En estas aplicaciones, la junta soldada puede ser detallada y la soldadura puede ser diseñada utilizando el espesor del material como la garganta efectiva, <math>\phi = 80</math>, <math>\Omega = 1,88</math> y <math>0,60F_{EXX}</math> como resistencia nominal.</p> <p><sup>[d]</sup> Alternativamente, se permiten las disposiciones de la Sección J2.4(b).</p>					

## 6.7 Anexo7. Cálculo de placas base y anclaje

<b>Datos de placa base</b>		
Longitud	100	cm
Ancho	30	cm
A1 Placa	3000	cm <sup>2</sup>

<b>Diseño de varillas y pernos</b>		
N. De pernos 4 caras	20	u
Tensión ultima	3705.31742	kgf
Pernos por cara	8	u
Resistencia perno	1852.65871	kgf
Resistencia disponible	5851	kgf
OK		
Resistencia extracción hormigón	6985	kgf
OK		
φ varilla	15.875	mm
φ varilla	0.625	plg
Profundidad Anclaje	42	cm
Separación de varillas	12.85	cm
A neta	2700	cm <sup>2</sup>
A neta u	1200	cm <sup>2</sup>
<b>φNcbg</b>	3705.31742	kgf
Esfuerzo de ruptura de hormigón correcta		

<b>Determinación del espesor de la placa</b>		
A1	3000	cm <sup>2</sup>
A requerida	94.05	cm <sup>2</sup>
AUMENTE SECCIÓN PLACA BASE		
fpu	24941.25	kg/cm <sup>2</sup>
m	100	cm
n	0.9	cm
Max(m,n)	100	cm
fy	3513.70	kg/cm <sup>2</sup>
tp	397.2	cm
<b>Considerando la dimensión crítica</b>		

<b><math>\phi Pp</math></b>	238680	kgf
<b>m</b>	49.98	cm
<b>n</b>	14.16	cm
<b>ln'</b>	8.66	cm
<b>Lmax(m,n,ln')</b>	49.98	cm
<b>esp mín compr t<sub>mín,2</sub></b>	3.527486621	cm
<b>tplaca</b>	4.0	cm

## 6.8 Anexo 8. Cálculo de cordón de soldadura

### DISEÑO DEL CORDON DE SOLDADURA COLUMNA - PLACA BASE CDI

PROPIEDADES PERFIL : Usar electrodos E-70XX

Fu=	4 920.00	Kg/cm <sup>2</sup>
0.3 x Fu=	1 480.00	Kg/cm <sup>2</sup>
FY=	3 542.40	Kg/cm <sup>2</sup>
0.4 x Fy=	1 416.96	cm
Datos a Ingresar		
M=	275.00	Kgxm
B=	1.20	Cm
Sx=	96.00	Cm <sup>3</sup>
t=e=	0.95	Cm

**TABLA 3.6**  
ESFUERZOS EN EL METAL DE APORTE  
EN SOLDADURAS DE FILETE

ELECTRODOS	F <sub>u</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>v</sub> = 0,3 F <sub>u</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
E60XX	4.220	1.270
E70XX	4.920	1.480
E80XX	5.630	1.690
E90XX	6.330	1.900
E100XX	7.030	2.110
E110XX	7.730	2.320

Soldadura en el borde traccionado:

$$fb = M/Sx = 286.46 \text{ Kg/cm}^2 < Fb = 0,72 \times Fy = 2\,550.53 \text{ Kg/cm}^2$$

"Cumple"

$$Tb = fb \times B \times t = 326.56 \text{ Kg}$$

Usando electrodos E-70XX:

**TABLA 3.7**  
VALORES DE P<sub>1</sub> (Kg/mm) PARA EL CASO F<sub>v</sub> = 0,3F<sub>u</sub> (electrodo)

Tamaño nominal de soldadura		E60XX	E70XX	E80XX	E90XX	E100XX
D(mm)	t <sub>s</sub> (mm)	P <sub>1</sub>				
4	2,83	35,9	41,9	47,8	53,7	59,7
5	3,54	44,9	52,4	59,8	67,2	74,7
6	4,24	53,9	62,7	71,6	80,5	89,4
7	4,95	62,9	73,2	83,6	94,0	104,4
8	5,66	71,8	83,7	95,6	107,5	119,4
9	6,36	80,8	94,1	107,5	120,8	134,2
10	7,07	89,8	104,6	119,5	134,3	149,1
11	7,78	98,8	115,1	131,4	147,8	164,1
12	8,48	107,8	125,5	143,3	161,1	178,9
13	9,20	116,7	136,1	155,4	174,8	194,1
14	9,90	125,7	146,5	167,3	188,1	208,8
15	10,60	134,7	156,8	179,1	201,4	223,6
16	11,31	143,7	167,3	191,1	214,9	238,6

$$D = 4.00 \text{ mm}$$

$$ts = 2.83 \text{ mm}$$

<b>La resistencia del cordon sera:</b>	
<b>P1cordon=</b>	<b>ts x 0,4 x Fy = 401.00 Kg/cm</b>
<b>Longitud mínima necesaria del cordon:</b>	
<b>L <u>&gt;=</u></b>	<b>Tb/ts = 0.81 Cm</b>
<b>Ptotal cordon=</b>	<b>326.56 Kg</b>

**La longitud necesaria del cordón será de 1 cms. Usar electrodos E-7013 para puntear y E-7018 para acordonar.**

Última cifra	Tipo de corriente	Tipo de Revestimiento	Tipo de Arco	Penetración
E XX10	CCPI Polaridad inversa	Orgánico <sup>(1)</sup>	Fuerte	Profunda <sup>(2)</sup>
E XX11	CA ó CCPI Polaridad inversa	Orgánico	Fuerte	Profunda
E XX12	CA ó CCPD Polaridad directa	Rutilo	Mediano	Mediana
E XX13	CA ó CC Ambas polaridades	Rutilo	Suave	Ligera
E XX14	CA ó CCPI Polaridad inversa	Rutilo	Suave	Ligera
E XX15	CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana
E XX16	CA ó CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Mediano	Mediana
E XX17	CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrógeno	Suave	Mediana
E XX18	CA ó CCPI Polaridad inversa	Bajo Hidrogeno	Suave	Mediana

## 6.9 Anexo 9. Cálculo de pedestales

<b>Resultados</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>
N. Varillas	26	u
As	40.0238904	cm2
Sep Base	10.2888889	OK
Sep Altura	8.15	OK
Cuantía	0.010	OK
<b>DISEÑO A CORTE</b>		
Ag	4000	cm2
bc	93.00	cm
hc	33.00	cm
Ach	3069	cm2
Ash	4.83636364	cm2
Vinchas	6	u
Z. Protegida	91.6666667	cm
Sep Estribos ZP	8.4	cm

<b>Capacidad a flexión</b>		
Mr	50.5109088	Ton-m
Pr	65.015	Ton
Tipo	EXTERIOR	
Pr	65.015	Ton
Po	807.877151	Ton
<b>Demanda</b>		
Mu Estimado	11.7027	Ton-m
Mu SAP	2.59	NO
<b>DUCTIL</b>		
D/C	0.2317	



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 2 de 28	
Rubro: Desalojo de material con maquinaria					Unidad: m3	
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					0.03	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05	
Volqueta 8m3	1.00	30.00	30.00	0.065	1.94	
Cargadora frontal	1.00	25.00	25.00	0.065	1.62	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.64</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Engrasador E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.065	0.27	
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.065	0.03	
Operador de equipo pesado E.O. C1	1.00	4.55	4.55	0.065	0.29	
Chofer E.O. C1	1.00	5.95	5.95	0.065	0.39	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.98</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.B	COSTOC=AxB		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>4.62</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>20.00%</b>	
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>0.00</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>5.54</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>5.54</b>	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 3 de 28
Rubro: Derrocamiento de mamposteria de bloque						Unidad: m2
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.11
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.18
Retroexcavadora		1.00	30.00	30.00	0.400	12.00
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>12.29</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Operador de equipo pesado E.O. C1		1.00	4.55	4.55	0.400	1.82
Maestro mayor E.O.C1		0.10	4.55	0.46	0.400	0.18
Ayudante de maquinaria E.O. D2		1.00	4.16	4.16	0.400	1.66
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>3.67</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITB</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			15.96
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			20.00%
			<b>UTILIDAD (%)</b>			0.00
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			19.15
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>19.15</b>



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 5 de 28
Rubro: Derrocamiento de estructura de hormigón armado					Unidad: m2
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
EPP ( 3 % )					0.01
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Excavadora	1.00	45.00	45.00	0.032	1.46
Cortadora de Asfalto rigido	1.00	3.13	3.13	0.032	0.10
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.58</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Operador de equipo liviano E.O. C1	1.00	4.33	4.33	0.032	0.14
Operador de equipo pesado E.O. C1	1.00	4.55	4.55	0.032	0.15
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.032	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.30</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.B	COSTOC=AxB	
Disco de Corte 14" para asfalto	u	0.01	225.00	2.25	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.25</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>4.14</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>20.00%</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4.96</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.96</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 6 de 28
Rubro: Desalojo de material con maquinaria					Unidad: m3
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
EPP ( 3 % )					0.03
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Volqueta 8m3	1.00	30.00	30.00	0.065	1.94
Cargadora frontal	1.00	25.00	25.00	0.065	1.62
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.64</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Engrasador E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.065	0.27
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.065	0.03
Operador de equipo pesado E.O. C1	1.00	4.55	4.55	0.065	0.29
Chofer E.O. C1	1.00	5.95	5.95	0.065	0.39
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.98</b>
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.B	COSTOC=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>4.62</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>		<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>		<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>5.54</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>5.54</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 7 de 28
Rubro: Excavacion sin clasificar hasta 4.5 con excavadora						Unidad: m3
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.01
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.02
Excavadora		1.00	45.00	45.00	0.042	1.90
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>1.93</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Peon E.O. E2		1.00	4.05	4.05	0.042	0.17
Maestro mayor E.O.C1		0.10	4.55	0.46	0.042	0.02
Operador de equipo pesado E.O. C1		1.00	4.55	4.55	0.042	0.19
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.38</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>2.31</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>			<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>2.77</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>2.77</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 8 de 28
Rubro: Excavacion manual sin clasificar						Unidad: m3
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.19
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.32
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0.51</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Peon E.O. E2		2.00	4.05	8.10	0.500	4.05
Albañil E.O. D2		1.00	4.10	4.10	0.500	2.05
Maestro mayor E.O.C1		0.10	4.55	0.46	0.500	0.23
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>6.33</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.B</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>6.83</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>			<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>8.20</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>8.20</b>





### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 11 de 28
Rubro: Hormigon simple f'c=240kg/cm2 para plintos						Unidad: m3
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )						1.23
Herramienta Menor 5% de M.O.						2.04
Concretera 1 sacco	1.00	5.63	5.63	1.411		7.94
Vibrador	1.00	3.50	3.50	1.411		4.94
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>16.15</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Peon E.O. E2	4.00	4.05	16.20	1.411		22.86
Albañil E.O. D2	2.00	4.10	8.20	1.411		11.57
Maestro mayor E.O.C1	1.00	4.55	4.55	1.411		6.42
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>40.85</b>
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB	
Agua		m3	0.19	0.72	0.14	
Arena		m3	0.70	12.50	8.78	
Ripio		m3	1.03	12.50	12.83	
Cemento portland 50kg		u	8.22	7.10	58.33	
Aditivo plastificante		lt	0.04	1.55	0.05	
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>80.12</b>
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						<b>137.11</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>						<b>22.25</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>						<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						<b>159.36</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>159.36</b>



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 13 de 28	
Rubro: Cimiento H.C. 60% H.S. f'c=180kg/cm, 40% piedra , incl. Encofrado					Unidad: m3	
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					1.78	
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.96	
Concretera 1 saco	1.00	3.85	3.85	1.411	5.43	
Vibrador	1.00	2.25	2.25	1.411	3.17	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13.34</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Peon E.O. E2	6.00	4.05	24.30	1.411	34.29	
Albañil E.O. D2	3.00	4.10	12.30	1.411	17.35	
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	1.411	0.64	
Ayudante de herrero E.O. D2	0.20	4.05	0.81	1.411	1.14	
Herrero E.O. D3	1.00	4.10	4.10	1.411	5.78	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>59.21</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB		
hormigón Premezclado 210 Kg/cm2	m3	0.47	84.54	39.99		
Aditivo plastificante	lt	0.02	1.55	0.03		
puntales metalicos	u	4.00	4.00	16.00		
bincha metalica	u	4.00	0.25	1.00		
estaca de madera	u	4.00	0.15	0.60		
Piedra bola	m3	0.62	11.25	6.98		
tableros metalicos 2.44x0.60	u	8.00	0.65	5.20		
Alambre Galvanizado N° 18	kg	0.65	1.40	0.91		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>70.70</b>		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>143.26</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>					20.00%	
<b>UTILIDAD (%)</b>					0.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>164.24</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>164.24</b>	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 14 de 28
Rubro: Hormigon simplef'c=210kg/cm2 para cadenas, incl. Encofrado					Unidad: m3
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
EPP ( 3 % )					1.11
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.85
Concretera 1 saco	1.00	5.63	5.63	1.070	6.02
Vibrador	1.00	3.50	3.50	1.070	3.75
Andamio	2.00	0.42	0.84	1.070	0.90
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>13.63</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peon E.O. E2	6.00	4.05	24.30	1.000	24.30
Albañil E.O. D2	2.00	4.10	8.20	1.000	8.20
Maestro mayor E.O.C1	1.00	4.55	4.55	1.000	4.55
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>37.05</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB	
hormigón premezcaldo 210 kg/cm2	m3	1.03	78.35	80.70	
estaca de madera	u	4.00	0.15	0.60	
tableros metalicos 2.44x0.60	u	8.00	0.42	3.36	
Tabla de monte 240x20	u	3.000	2.50	7.50	
clavos (1"-1 1/2" - 2" - 2 1/2")	kg	0.200	4.41	0.88	
Alambre Galvanizado N° 18	kg	4.00	1.40	5.60	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>98.64</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>149.32</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>20.00%</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>173.62</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>173.62</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 15 de 28	
Rubro: Relleno compactado con material propio					Unidad: m3	
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					0.01	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02	
Vibroapisonador	1.00	4.38	4.38	0.030	0.13	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.16</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Peon E.O. E2	2.00	4.05	8.10	0.030	0.24	
Operador de equipo liviano E.O. C1	1.00	4.33	4.33	0.030	0.13	
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.030	0.01	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.39</b>	
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB	
Agua		m3	0.03	0.72	0.02	
gasolina		gal	0.43	2.40	1.03	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.05</b>	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>1.60</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>			<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>1.92</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>1.92</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 16 de 28	
Rubro: Contrapiso H.A. f'c=240kg/cm2 , e=20 cm , incl. Encofrado y corte					Unidad: m3	
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					0.23	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.38	
Sierra Circular	1.00	3.13	3.13	0.229	0.72	
Taladro Electrico	1.00	3.13	3.13	0.229	0.72	
Vibrador	1.00	3.75	3.75	0.229	0.86	
cortadora de concreto	1.00	5.00	5.00	0.229	1.15	
alizador automatica	1.00	6.25	6.25	0.229	1.43	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>5.48</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Peon E.O. E2	4.00	4.05	16.20	0.229	3.72	
Carpintero E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.229	0.94	
Maestro mayor E.O.C1	1.00	4.55	4.55	0.229	1.04	
Albañil E.O. E2	2.00	4.10	8.20	0.229	1.88	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>7.58</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB		
tabla de eucalipto	u	2.00	2.35	4.70		
pingo 2m	u	1.50	2.65	3.98		
Aditivo plastificante	lt	0.02	1.55	0.03		
Hormigon Premezclado f'c=240 kg/cm2	m3	1.05	84.50	88.73		
calvos para madera (2", 2 1/2", 3")	kg	0.50	1.85	0.93		
Alambre Galvanizado N° 18	kg	0.65	1.65	1.07		
disco segmentado 20"	u	0.06	65.00	3.90		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>103.33</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>116.40</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>20.00%</b>	
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>0.00</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>139.68</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>139.68</b>	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 17 de 28
Rubro: Eceso estructural A36 incl. Montaje con grua incl. pintura anticorrosiva						Unidad: kg
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.01
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.02
Amoladora		0.50	2.75	1.38	0.030	0.04
soldadora 110V		0.50	2.15	1.08	0.030	0.03
Compresor de Aire		0.15	15.00	2.31	0.030	0.07
Grua		0.08	45.00	3.60	0.030	0.11
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0.28</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Ayudante de fierro E.O. D2		1.00	4.05	4.10	0.030	0.12
Fierro E.O. D3		1.00	4.10	4.33	0.030	0.13
Maestro mayor E.O.C1		0.05	4.55	0.23	0.030	0.01
Operador de equipo pesado E.O. C1		1.00	4.56	4.56	0.030	0.14
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.40</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITB</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
Acero estructural A36			kg	1.03	1.15	1.18
pernos de anclaje			u	0.02	3.25	0.05
electrodo 6011			kg	0.10	2.58	0.26
pintura anticorrosiva			gal	0.01	22.08	0.13
tinher			gal	0.01	16.52	0.17
Disco de Corte metal			u	0.05	2.50	0.13
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>1.91</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>2.59</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>			<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>3.11</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>3.11</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 18 de 28
Rubro: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2					Unidad: kg
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )					0.01
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Cortadora/Dobladora	1.00	2.50	2.50	0.035	0.09
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.11</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Ayudante de fierro E.O. D2	1.00	4.05	4.05	0.035	0.14
Fierro E.O. D3	1.00	4.10	4.10	0.035	0.14
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.035	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.30</b>
<b>MATERIALES</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITB</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
Alambre Galvanizado N° 18		kg	0.04	1.40	0.06
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2		kg	1.05	1.05	1.10
disco de corte metal 12"		u	0.01	2.50	0.01
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>1.17</b>
<b>TRANSPORTE</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>1.58</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>		<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>		<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>1.90</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>1.90</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 19 de 28	
Rubro: Cubierta de Galvalumen e=0.40 mm					Unidad: m2	
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.03
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.06
moladora		1.00	3.13	3.13	0.088	0.28
taladro		1.00	2.50	2.50	0.088	0.22
Andamio		2.00	0.42	0.84	0.088	0.07
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0.66</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Ayudante de fierro E.O. D2		2.00	4.05	8.10	0.088	0.72
Fierro E.O. D3		1.00	4.10	4.10	0.088	0.36
Maestro mayor E.O.C1		0.10	4.55	0.46	0.088	0.04
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>1.12</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITB</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
galvalumen e=0.40			u	1.00	11.67	11.67
pernos autoperforantes 2"			u	6.00	0.05	0.30
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>11.97</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>13.74</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>2.75</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>			<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>16.49</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>16.49</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 20 de 28
Rubro: Canal metalico de aguas lluvia					Unidad: m
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )					0.01
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
taladro	1.00	2.50	2.50	0.043	0.11
Andamio	2.00	0.42	0.84	0.043	0.04
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.17</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
ayudante de plomero E.O. E2	1.00	4.05	4.05	0.043	0.17
plomero E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.043	0.18
Maestro mayor E.O.C1	0.20	4.55	0.91	0.043	0.04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.39</b>
<b>MATERIALES</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITB</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
canal metalico		u	0.33	11.33	3.74
boca de bajantes 3"		u	0.22	4.50	1.00
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>4.74</b>
<b>TRANSPORTE</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		5.30
			<b>INDIRECTOS (%)</b>		20.00%
			<b>UTILIDAD (%)</b>		0.00
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		6.36
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>6.36</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 21 de 28
Rubro: Bajante de aguas luvias					Unidad: m
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b> <i>A</i>	<b>TARIFA</b> <i>B</i>	<b>COSTO HORA</b> <i>C=AxB</i>	<b>RENDIMIENTO</b> <i>R</i>	<b>COSTO</b> <i>D=CxR</i>
EPP ( 3 % )					0.14
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.24
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.38</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b> <i>A</i>	<b>JORNAL/HR</b> <i>B</i>	<b>COSTO HORA</b> <i>C=AxB</i>	<b>RENDIMIENTO</b> <i>R</i>	<b>COSTO</b> <i>D=CxR</i>
Peon E.O. E2	2.00	4.05	8.10	0.400	3.24
Maestro mayor E.O.C1	1.00	3.75	3.75	0.400	1.50
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>4.74</b>
<b>MATERIALES</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITB</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
tubo PVC 3"		u	0.33	9.18	3.03
accesorios		u	0.50	4.50	2.25
pega para tubo		gal	0.01	28.40	0.28
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>5.56</b>
<b>TRANSPORTE</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <i>A</i>	<b>TARIFA</b> <i>B</i>	<b>COSTO</b> <i>C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		10.68
			<b>INDIRECTOS (%)</b>		20.00%
			<b>UTILIDAD (%)</b>		0.00
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		12.82
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>12.82</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 22 de 28
Rubro: Replanteo y nivelacion con equipo topografico						Unidad: m2
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					0.00	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00	
Equipo de topografía	1.00	3.75	3.75	0.003	0.01	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.01</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Cadenero E.O. D2	2.00	4.10	8.20	0.003	0.02	
Topógrafo E.O. C1	1.00	4.33	4.33	0.003	0.01	
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.003	0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.03</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.B	COSTOC=AxB		
Estacas de madera	u	0.02	0.50	0.01		
pintura de esmalte	gal	0.010	16.88	0.17		
Clavos de acero (2" -2 1/2"-3")	kg	0.01	2.40	0.02		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.20</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>0.25</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>				20.00%	0.05	
<b>UTILIDAD (%)</b>					0.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.30</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0.30</b>	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 23 de 28
Rubro: Derrocamiento de estructura de hormigón armado						Unidad: m2
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					0.01	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02	
Excavadora	1.00	45.00	45.00	0.032	1.46	
Cortadora de Asfalto rigido	1.00	3.13	3.13	0.032	0.10	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.58</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Operador de equipo liviano E.O. C1	1.00	4.33	4.33	0.032	0.14	
Operador de equipo pesado E.O. C1	1.00	4.55	4.55	0.032	0.15	
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.032	0.01	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.30</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.B	COSTOC=AxB		
Disco de Corte 14" para asfalto	u	0.01	225.00	2.25		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.25</b>		
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>4.14</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>20.00%</b>	
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>0.00</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4.96</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.96</b>	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 24 de 28
Rubro: Desalojo de material con maquinaria					Unidad: m3
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
EPP ( 3 % )					0.03
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Volqueta 8m3	1.00	30.00	30.00	0.065	1.94
Cargadora frontal	1.00	25.00	25.00	0.065	1.62
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.64</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Engrasador E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.065	0.27
Maestro mayor E.O.C1	0.10	4.55	0.46	0.065	0.03
Operador de equipo pesado E.O. C1	1.00	4.33	4.33	0.065	0.28
Chofer E.O. C1	1.00	5.95	5.95	0.065	0.39
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.96</b>
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.B	COSTOC=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.00</b>
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>4.60</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>		<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>		<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>5.52</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>5.52</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR						Hoja 25 de 28
Rubro: Excavacion manual sin clasificar						Unidad: m3
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.19
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.32
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0.51</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Peon E.O. E2		2.00	4.05	8.10	0.500	4.05
Albañil E.O. D2		1.00	4.10	4.10	0.500	2.05
Maestro mayor E.O.C1		0.10	4.55	0.46	0.500	0.23
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>6.33</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDADA</b>	<b>PRECIO UNIT.B</b>	<b>COSTOC=AxB</b>
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			<b>6.83</b>
			<b>INDIRECTOS (%)</b>			<b>20.00%</b>
			<b>UTILIDAD (%)</b>			<b>0.00</b>
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>8.20</b>
			<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>8.20</b>

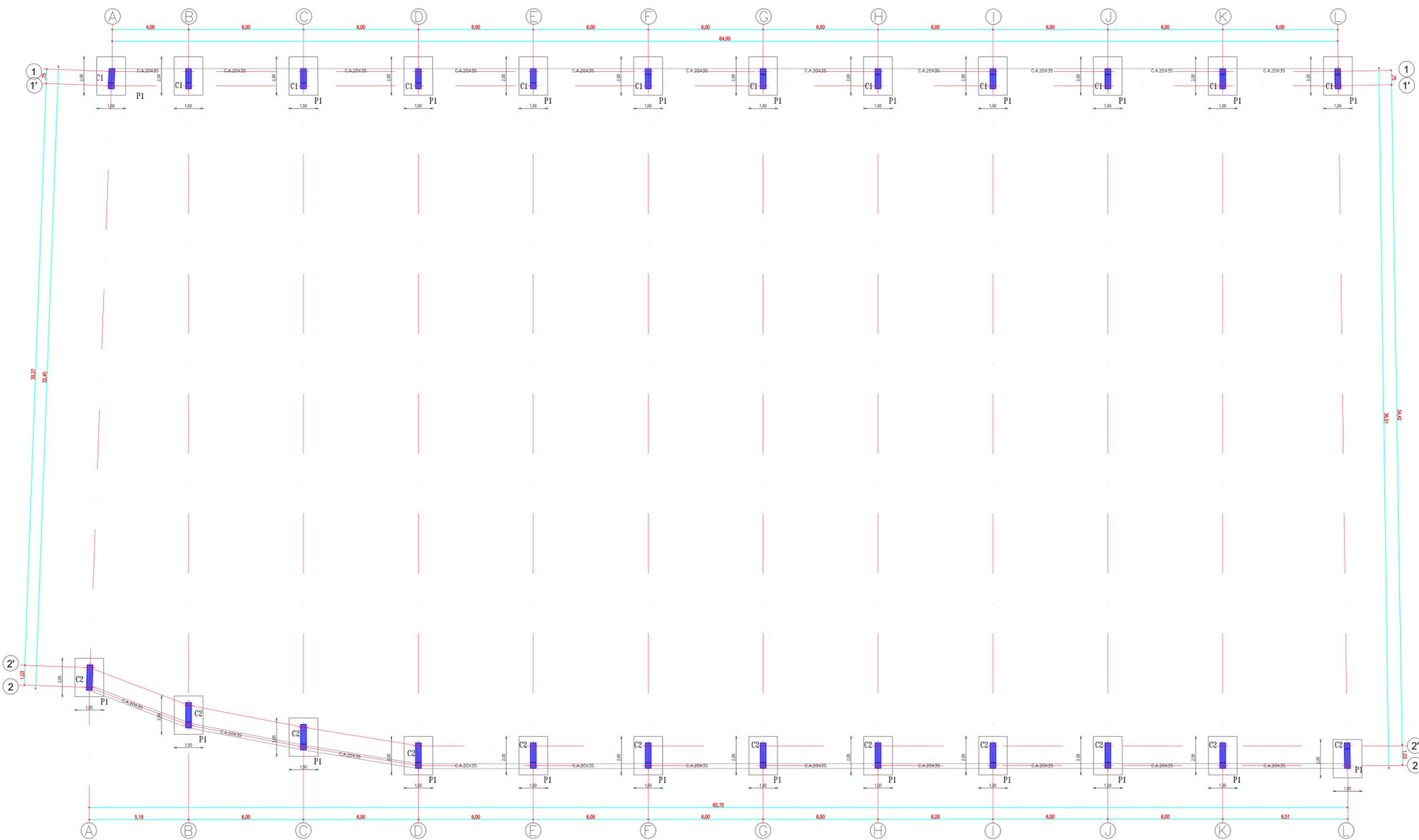
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 26 de 28	
Rubro: Contrapiso H.A. f'c=240kg/cm2 , e=20 cm , incl. Encofrado y corte					Unidad: m3	
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
EPP ( 3 % )					0.23	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.38	
Sierra Circular	1.00	3.13	3.13	0.229	0.72	
Taladro Electrico	1.00	3.13	3.13	0.229	0.72	
Vibrador	1.00	3.75	3.75	0.229	0.86	
cortadora de concreto	1.00	5.00	5.00	0.229	1.15	
alizador automatico	1.00	6.25	6.25	0.229	1.43	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>5.48</b>	
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Peon E.O. E2	4.00	4.05	16.20	0.229	3.72	
Carpintero E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.229	0.94	
Maestro mayor E.O.C1	1.00	4.55	4.55	0.229	1.04	
Albañil E.O. E2	2.00	4.10	8.20	0.229	1.88	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>7.58</b>	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB		
tabla de eucalipto	u	2.00	2.35	4.70		
pingo 2m	u	1.50	2.65	3.98		
Aditivo plastificante	lt	0.02	1.55	0.03		
Hormigon Premezclado f'c=240 kg/cm2	m3	1.05	84.50	88.73		
calvos para madera (2", 2 1/2", 3")	kg	0.50	1.85	0.93		
Alambre Galvanizado N° 18	kg	0.65	1.65	1.07		
disco segmentado 20"	u	0.06	65.00	3.90		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>103.33</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>116.40</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>					<b>20.00%</b>	
<b>UTILIDAD (%)</b>					<b>0.00</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>139.68</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>139.68</b>	

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 27 de 28
Rubro: Masillado de piso con mortero 1:3 y endurecedor cuarzo para pisos					Unidad: m2
EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
EPP ( 3 % )					0.06
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.11
Concretera 1 saco	1.00	3.85	3.85	0.250	0.96
Helicoptero	1.00	5.63	5.63	0.250	1.41
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.54</b>
MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peon E.O. E2	1.00	4.05	4.05	0.250	1.01
Operador de equipo liviano E.O. C1	1.00	4.33	4.33	0.000	0.00
Maestro mayor E.O.C1	1.00	4.55	4.55	0.250	1.14
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.15</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITB	COSTOC=AxB	
Agua	m3	0.01	0.72	0.00	
Arena	m3	0.01	12.50	0.14	
Silice de cuarzo endurecedor de pisos	kg	3.00	0.45	1.35	
Cemento portland 50kg	u	0.10	7.10	0.71	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.20</b>	
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>6.89</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>				<b>20.00%</b>	
<b>UTILIDAD (%)</b>				<b>0.00</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>8.27</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>8.27</b>	

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
Proyecto: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR					Hoja 28 de 28	
Rubro: Pintura epoxica de piso					Unidad: m2	
<b>EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
EPP ( 3 % )						0.09
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.15
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0.23</b>
<b>MANO DE OBRA</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Peon E.O. E2		1.00	4.05	4.05	0.229	0.93
Albañil E.O. E2		1.00	4.10	4.10	0.229	0.94
Maestro mayor E.O.C1		1.00	4.55	4.55	0.229	1.04
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>2.91</b>
<b>MATERIALES</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Piso epoxico base solvente (40kg)			u	0.01	694.71	6.25
Imprimante epoxico			gal	0.09	81.12	7.14
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>13.39</b>
<b>TRANSPORTE</b>			<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>16.54</b>
				<b>INDIRECTOS (%)</b>	<b>20.00%</b>	<b>3.31</b>
				<b>UTILIDAD (%)</b>		<b>0.00</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>19.85</b>
				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>19.85</b>

## **6.11 Anexo 11. Planos**



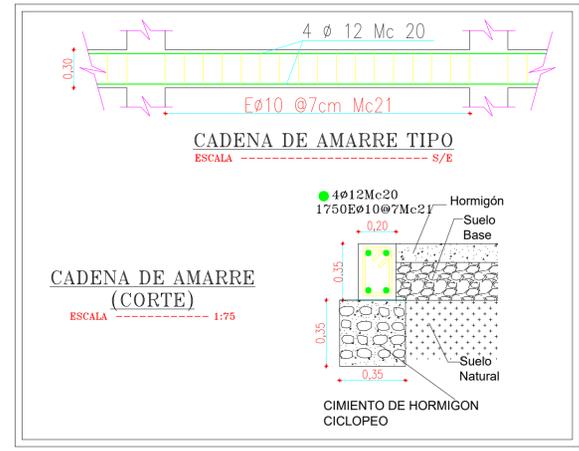
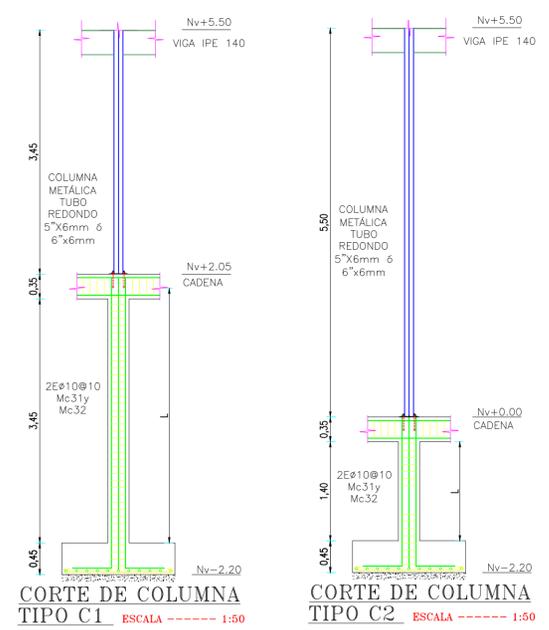
NOTA: Es de estricta responsabilidad del constructor cumplir lo detallado en los planos especialmente: Profundidad de cimentación, secciones propuestas, diámetros y cantidad de varillas, recubrimientos, longitudes de anclajes de ganchos y patas. Ya que estos detalles son los que le dan el carácter de sismo resistencia a la edificación.

PLANTA DE CIMENTACION NV+0.00  
ESCALA --- 1:125

LOS GANCHOS DE TODOS LOS ESTRIBOS EXISTENTES EN LA ESTRUCTURA SE DEBERAN ALTERNAR.



CUADRO DE PLINTOS						
TIPO	a (m)	b (m)	h (m)	As X	As Y	NIVEL DE FUNDACION
CENTRAL	1.50	2.00	0.45	1φ16@20Mc10	1φ12@14Mc11	-2.20



CUADRO DE COLUMNAS			
NUMERO	12 COLUMNAS C2	12 COLUMNAS C1	ESCALA --- 1:25
Nv+5.50	TUBO REDONDO 5"x6mm 6 6"x6mm	TUBO REDONDO 5"x6mm 6 6"x6mm	
Nv+2.05	30φ14Mc30 = 1Eφ10Mc31 = 1Eφ10Mc32 = 1Eφ10Mc33 φ15cm L	TUBO REDONDO 5"x6mm 6 6"x6mm	
Nv+0.00	30φ14Mc30 = 1Eφ10Mc31 = 1Eφ10Mc32 = 1Eφ10Mc33 φ15cm L	26φ14Mc36 = 1Eφ10Mc34 = 1Eφ10Mc35 = 1Eφ10Mc33 φ15cm L	
Nv-2.20	30φ14Mc30 = 1Eφ10Mc31 = 1Eφ10Mc32 = 1Eφ10Mc33 φ15cm L	26φ14Mc36 = 1Eφ10Mc34 = 1Eφ10Mc35 = 1Eφ10Mc33 φ15cm L	

PLANILLA DE ACEROS CORRUGADOS										
Mc	Tipo	Ø	Nº	Dimensiones				Long.Des.	Long. Tot.	Obs.
				a	b	c	d			
<b>PLINTOS</b>										
10	C	16	480	1.80			2 x 0.20	2.20	1056.00	
11	C	12	514	1.40			2 x 0.20	1.80	925.71	
<b>CADENAS</b>										
20	C	12	8	64.00				64.00	512.00	
21	O	10	1750				2 x 0.15	2 x 0.30	1855.00	
<b>COLUMNAS</b>										
30	L	14	360	4.20	1 x 0.50			4.70	1692.00	
31	O	10	312		2 x 1.20	2 x 0.30		2 x 0.10	3.20	998.40
32	G	10	312	1.15				2 x 0.10	1.35	421.20
33	G	10	2264	0.30				2 x 1.10	2.50	5660.00
34	L	14	360	2.20	1 x 0.50				2.70	972.00
35	O	10	176		2 x 1.20	2 x 0.30		2 x 0.10	3.20	563.20
36	G	10	176	0.95				2 x 0.10	1.15	202.40

RESUMEN DE HORMIGON EN LAMINA				TRASLAPES				RECURRIMIENTOS			
REPLANTILLO 180 kg/cm2	3.07 m3	DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTOS	cm.	cm.		COLUMNAS	3.0	cm.	
PLINTOS	32.40 m3	mm	cm	VIGAS	3.0			CIMENTACIONES	5.0		
CIEMENTO 60% H.S. 40% PIEDRA	15.67 m3	10	60	LOSAS	2.5			CONTACT. AGUA	5.0		
COLUMNAS	35.76 m3	12	72	ALIVIANAMIENTOS							
CADENAS	8.96 m3	14	84								
		16	96								
		18	108								
		20	120								
		22	132								
		25	150								
		32	192								

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR

UBICACION : UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR  
PARROQUIA LA MATRIZ  
AMBATO - TUNGURAHUA

CONTIENE: PLANTA DE CIMENTACION  
CUADRO Y DETALLES DE PLINTOS  
CUADRO Y DETALLES DE COLUMNAS  
DETALLE DE CADENAS  
PLANILLA DE ACEROS

REALIZADO POR: MAURICIO MORETA T. AUTOR DEL PROYECTO

APROBO: INC. FERNANDA PICO N. TUTOR DEL PROYECTO

PROPIETARIO: UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR

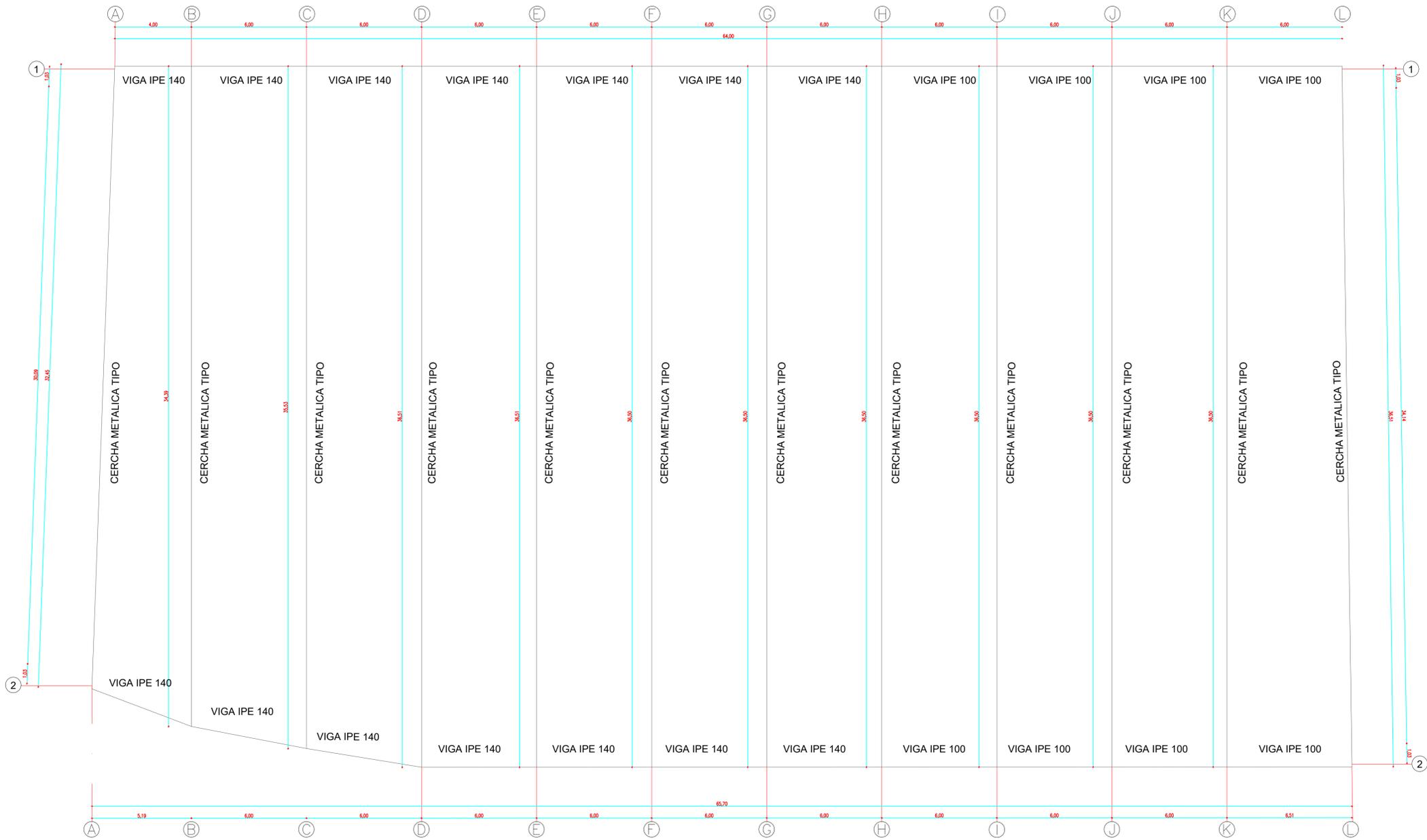
DIBUJO: MAURICIO MORETA T.

FECHA: FEBRERO / 2024

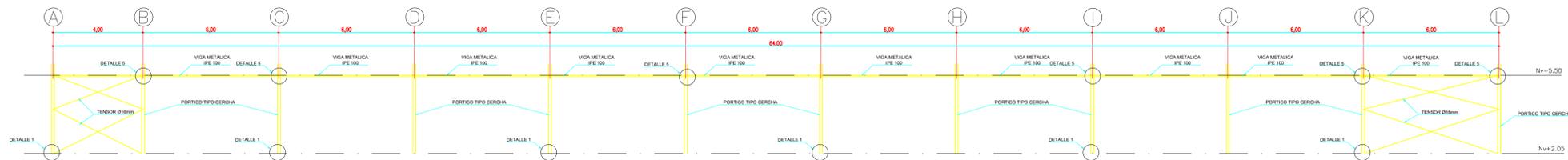
Datum WGS-84  
Proyeccion Cartografica UTM.  
Zona 17 Sur

ESCALA: INDICADAS

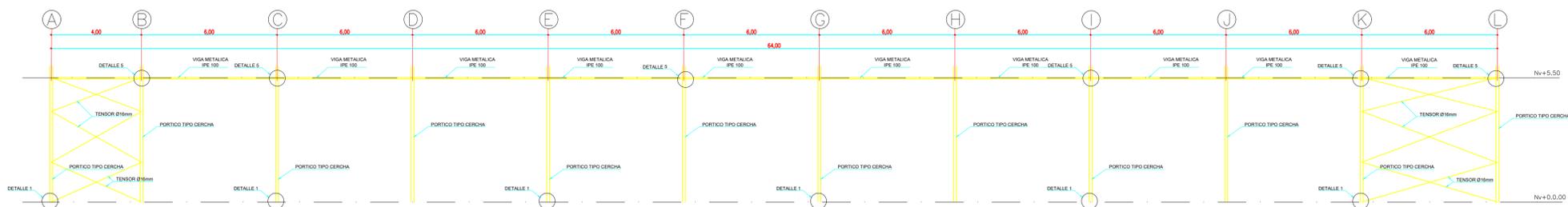
LAMINA: 1 / 4



IMPLANTACION DE ESTRUCTURA  
ESCALA 1:125



PORTICO EJE 2  
ESCALA 1:125



PORTICO EJE 1  
ESCALA 1:125

NOTA: Es de estricta responsabilidad del constructor cumplir lo detallado en los planos especialmente: Profundidad de cimentación, secciones propuestas, diámetros y cantidad de varillas, recubrimientos, longitudes de anclajes y patas. Ya que estos detalles son los que le dan el carácter de sistema resistente a la edificación.

PLANILLA DE ACEROS CORRUGADOS

Mc	Tipo	Ø	Nº	Dimensiones			Long.Des.	Long. Tot.	Obs.
				a	b	c			
<b>TENSORES</b>									
40	I	16	1	87.40			87.40	87.40	

PLANILLA DE ACERO ESTRUCTURAL										
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES				PESO UNITARIO (Kg/m)(c/u)	CANTIDAD	PESO TOTAL (Kg)	TIPO DE ACERO		
	LONGITUD	ANCHO	ALTO / DIÁMETRO	ESPESOR						
<b>VIGAS PERIMETRALES</b>										
VIGA IPE 100	48.51 m	55 mm	100 mm	4.1 mm	8	392.93	ASTM A-36			
VIGA IPE 140	81.20 m	73 mm	140 mm	4.7 mm	14	1047.48	ASTM A-36			
<b>TOTAL</b>							1440.41	Kg		

NOTAS IMPORTANTES

Especificaciones generales

- Las medidas están indicadas en milímetros (mm), excepto donde las dimensiones se establezcan en otro sistema
- La instalación de la cubierta de galvalumen será indicada por el proveedor

Acero estructural

- Acero en vigas, columnas metálicas y placas: A36
- Soldadura

- Para los procesos de soldadura, los soldadores deberán poseer la calificación AWS
- Materiales de aporte:

Especificación	electrodo	proceso
AWS D1.1	E7018	SMAW – ARCO METALICO PROTEGIDO

- El contratista deberá elaborar la especificación para los procedimientos de soldadura (WPS) con los respectivos reportes de calificación de procedimiento (PQR)
- Una vez finalizados los trabajos, deberán realizarse los ensayos no destructivos a las soldaduras realizadas de acuerdo a la normativa D1.1 así como los procesos de inspecciones visuales de soldadura al 100% de las uniones durante todo el proceso de fabricación y montaje
- Para la utilización de los electrodos E70-18 deberán cumplir los requerimientos establecidos en la norma AWS A5.1

PINTURA

- La preparación de la superficie: deberán estar secas y sin presencia de corrosión
- El acabado: se deberá aplicar 2 capas de pintura anticorrosiva con un mínimo de 50 micras por capa, siendo el total de mínimo 100 micras
- Seguir las recomendaciones del proveedor de la pintura anticorrosiva antes, durante y después de su aplicación
- Deberá realizarse un control de calidad de película de pintura aplicada sobre los elementos de la estructura

RESUMEN DE HIERRO CORRUGADO				ESPECIFICACIONES TECNICAS					
LONG. COME	8	10	12	14	16	18	20	25	GENERALIDADES: EL DISEÑO DEL HORMIGON ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TECNICAS DE LOS CODIGOS NEC-2015 y ACI318-14. EL DISEÑO DEL ACERO ESTRUCTURAL CUMPLE CON LAS NORMAS TECNICAS DEL CODIGO AISC360-10. LOS DETALLES QUE AQUI NO CONSTAN SE DEBERAN REGIR POR DICHO CODIGO.
6.00									
9.00									
12.00									
ACERO fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>				PESO TOTAL: 138 kg				NOTA: Las dimensiones prevalecen sobre el dibujo	

RESUMEN DE HORMIGON EN LÁMINA				TRASLAPES		RECUBRIMIENTOS	
DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTOS	cm	DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTOS	cm
mm	cm			mm	cm		
10	60	COLUMNAS	3.0	10	60	VIGAS	3.0
12	72	CIMENTACIONES	5.0	14	84	LOSAS	2.5
16	96	CONTACT. AGUA	5.0	18	108	ALIVIANAMIENTOS	
20	120			22	132	10 x 20 x 40	
				25	150	15 x 20 x 40	
				32	192	20 x 20 x 40	
HORMIGON Fc = 240 Kg/cm <sup>2</sup>				VOLUMEN TOTAL:			

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO:** CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR

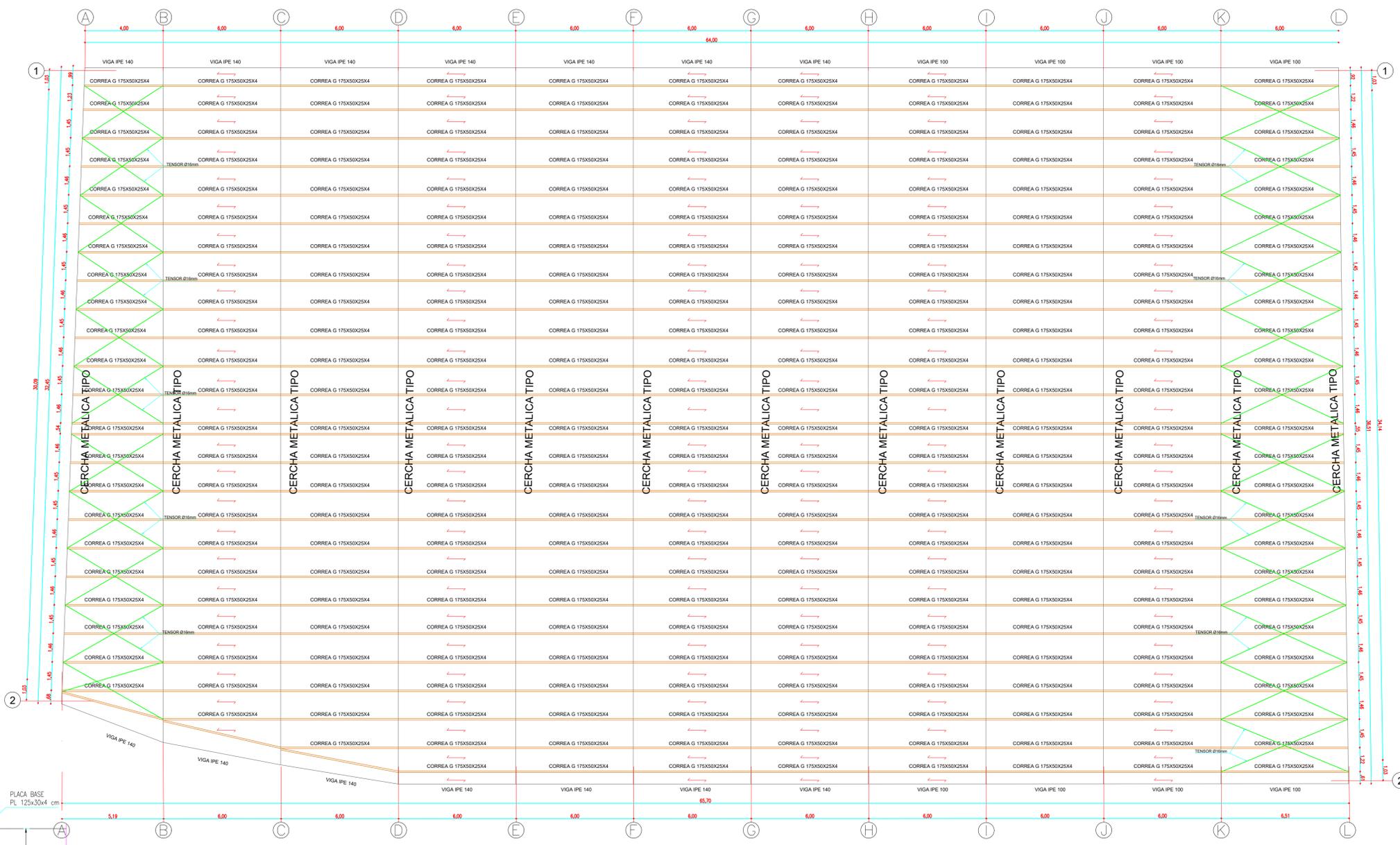
**UBICACION:** UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR  
CIUDADELA ESPAÑA  
PARROQUIA LA MATRIZ  
AMBATO - TUNGURAHUA

**CONTIENE:** IMPLANTACION DE ESTRUCTURA  
PORTICO EJE 1  
PORTICO EJE 2  
PLANILLA DE ACEROS

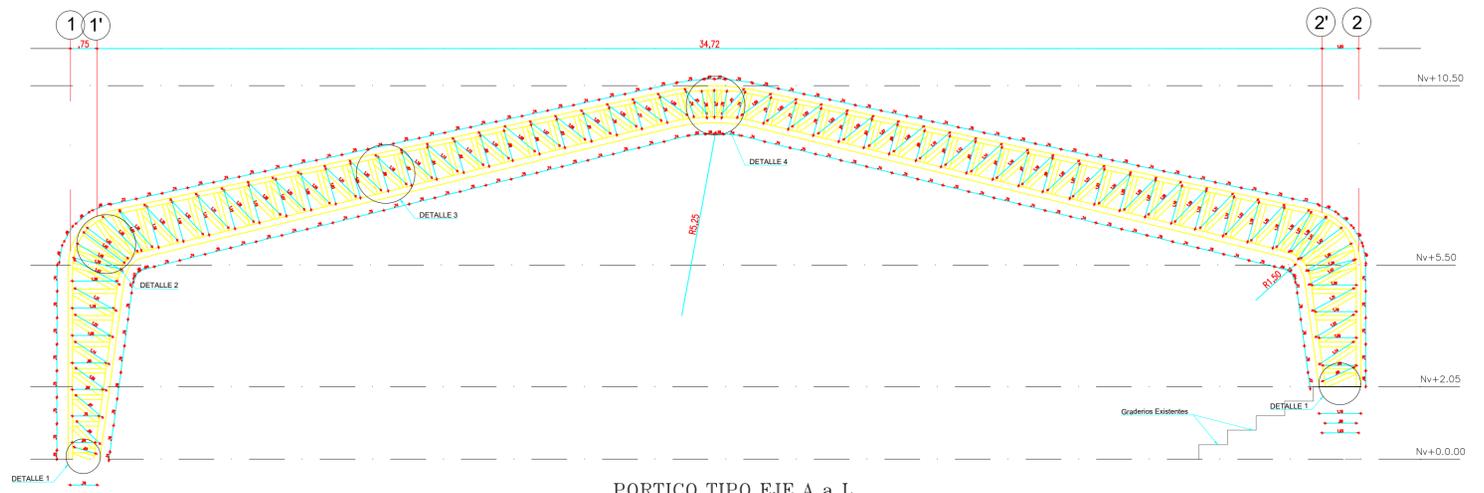
REALIZADO POR:  MAURICIO MORETA T. AUTOR DEL PROYECTO	APROBO:  ING. FERNANDA RICO N. TUL DEL PROYECTO	PROPIETARIO:  UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR
--	--	--

DIBUJO: MAURICIO MORETA T.	Datum WGS-84 Proyeccion Cartografica UTM Zona 17 Sur	FECHA: FEBRERO / 2024
ESCALA: INDICADAS		LAMINA: 2 / 4

NOTA: Es de estricta responsabilidad del constructor cumplir lo detallado en los planos especialmente: Profundidad de cimentación, secciones, diámetros y cantidad de varillas, recubrimientos, longitudes de barras y espesores de concreto, que le dan el carácter de sismo resistencia a la edificación.

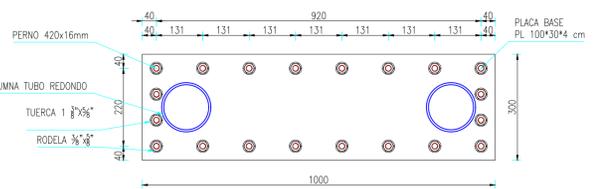
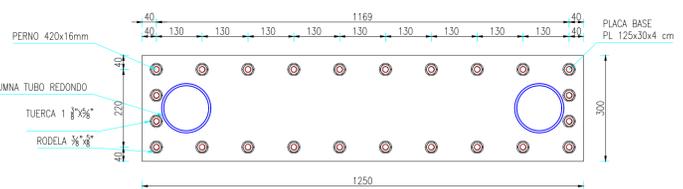


IMPLANTACION DE ESTRUCTURA  
ESCALA 1:125



PORTICO TIPO EJE A a L  
ESCALA 1:100

VISTA LATERAL DE ANCLAJE DE COLUMNAS (DETALLE 1)  
ESCALA 1:10



PLANTA DE ANCLAJE DE COLUMNAS (DETALLE 1)  
ESCALA 1:10

PLANILLA DE ACEROS CORRUGADOS

Mc	Tipo	Ø	Nº	Dimensiones					Long.Des.	Long. Tot.	Obs.
				a	b	c	d	g			
41	I	16	1	448.00					448.00	448.00	

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES				PESO UNITARIO (Kg/m)(clu)	CANTIDAD	PESO TOTAL (Kg)	TIPO DE ACERO
	LONGITUD	ANCHO	ALTO / DIÁMETRO	ESPESOR				
LOSAS DE PLACA COLABORANTE, CUBIERTA Y GRADAS								
PLACA BASE	1250.00 mm	300 mm	40 mm		40	12	480.00	ASTM A-572
PLACA BASE	1000.00 mm	300 mm	40 mm		32	12	384.00	ASTM A-572
PERNO DE ANCLAJE	420.00 mm	16 mm			0.47	552	200.82	ASTM A-572
TUERCA		16 mm	0.2 mm		0.05	552	27.50	ASTM A-572
RODELA		16 mm	1.3 mm		0.07	552	38.04	ASTM A-572
COLUMNAS TIPO CERCHA								
CORDON EXTERIOR TUBO REDONDO 5"x8mm	107.40 m		5 pig	6 mm	17.90	18	1922.46	ASTM A-36
CORDON INTERIOR TUBO REDONDO 5"x8mm	106.80 m		6 pig	6 mm	21.66	18	2378.27	ASTM A-36
DIAGONAL MONTANTE TUBO REDONDO 5"x8mm	310.80 m		5 pig	6 mm	17.90	52	5563.32	ASTM A-36
VIGAS TIPO CERCHA								
CORDON EXTERIOR TUBO REDONDO 5"x8mm	438.00 m		5 pig	6 mm	17.90	73	7840.20	ASTM A-36
CORDON INTERIOR TUBO REDONDO 5"x8mm	438.00 m		6 pig	6 mm	21.66	73	9487.08	ASTM A-36
DIAGONAL MONTANTE TUBO REDONDO 5"x8mm	1423.32 m		5 pig	6 mm	17.90	237	25477.43	ASTM A-36
CUBIERTA								
CORREA G 150X75X25X5	1688.10 m	75 mm	150 mm	5 mm	12.28	281	20705.31	ASTM A-36
TOTAL							74205.85	Kg

AREA DE CUBIERTA= 2647.61 m2

RESUMEN DE HIERRO CORRUGADO		ESPECIFICACIONES TECNICAS	
LONG COME	DIAMETRO DE VARILLAS COMERCIALES	GENERALIDADES: EL DISEÑO DEL HORMIGON ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TECNICAS DE LOS CODIGOS NEC-2015 y ACI318-14. EL DISEÑO DEL ACERO ESTRUCTURAL CUMPLE CON LAS NORMAS TECNICAS DEL CODIGO AISC360-16. LOS DETALLES QUE AQUI NO CONSTAN SE DEBERAN REGIR POR DICHO CODIGO.	
6.00	8 10 12 14 16 18 20 25	NOTA: Las dimensiones prevalecen sobre el dibujo	
9.00		RESUMEN DE HORMIGON EN LÁMINA	
12.00		TRASLAPES	
Kg		RECURBIMIENTOS	
ACERO fy = 4200 Kg/cm2	PESO TOTAL: 707 kg	DIAMETRO	LONGITUD
		mm	cm
		10	60
		12	72
		14	84
		16	96
		18	108
		20	120
		22	132
		25	150
		32	192
HORMIGON Fc = 240 Kg/cm2		VOLUMEN TOTAL:	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**PROYECTO:** CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR

**UBICACION:** UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR CIUDADELA ESPAÑA PARROQUIA LA MATRIZ AMBATO - TUNGURAHUA

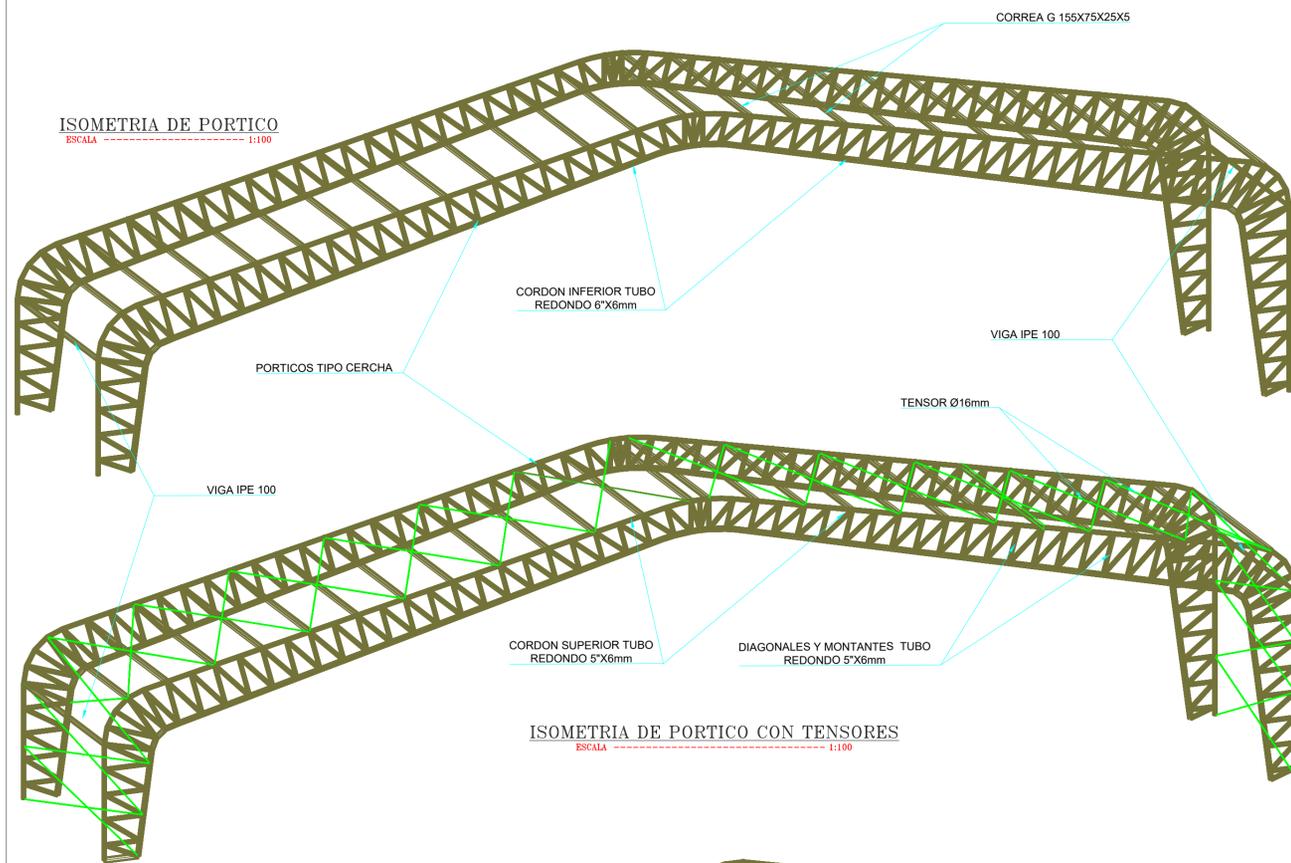
**CONTIENE:** DISEÑO DE CUBIERTA PORTICO TIPO DEL EJE A AL EJE L PLANILLA DE ACEROS

REALIZADO POR: MAURICIO MORETA T. AUTOR DEL PROYECTO	APROBO: ING. FERNANDA PICO N. TUTOR DEL PROYECTO	PROPIETARIO: UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR
--	--	--

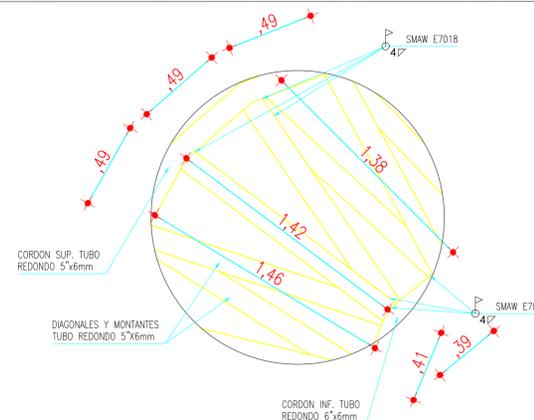
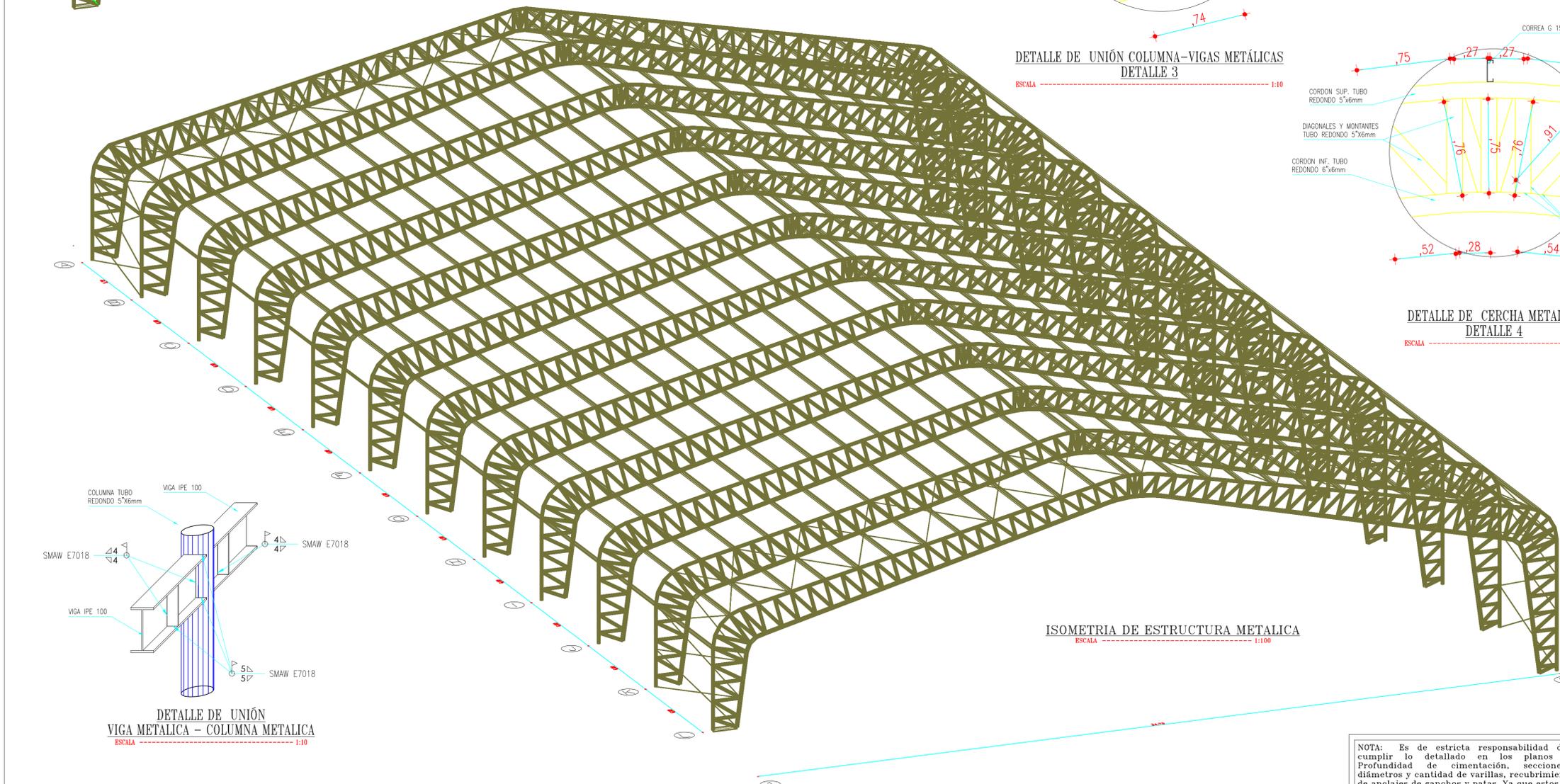
DIBUJO: MAURICIO MORETA T.      Datum WGS-84 Proyeccion Cartografica UTM Zona 17 Sur

FECHA: FEBRERO / 2024      ESCALA: INDICADAS      LAMINA: 3 / 4

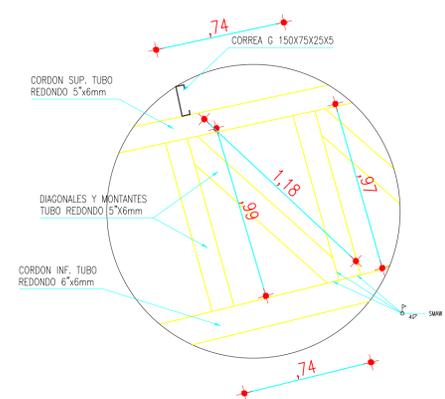
**ISOMETRIA DE PORTICO**  
ESCALA 1:100



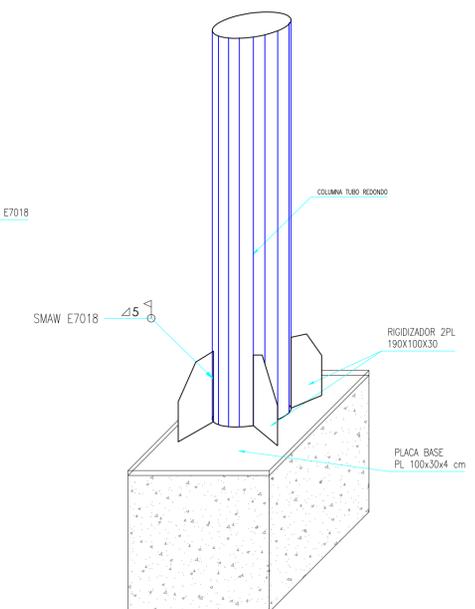
**ISOMETRIA DE PORTICO CON TENSORES**  
ESCALA 1:100



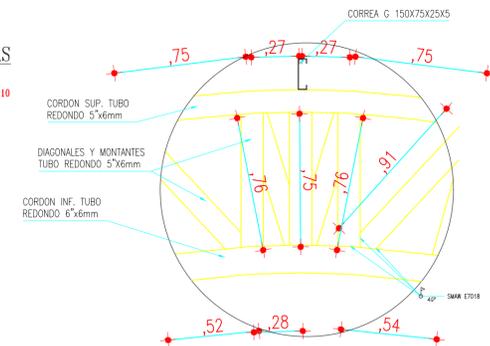
**DETALLE DE UNIÓN COLUMNA-VIGAS METÁLICAS**  
DETALLE 2  
ESCALA 1:10



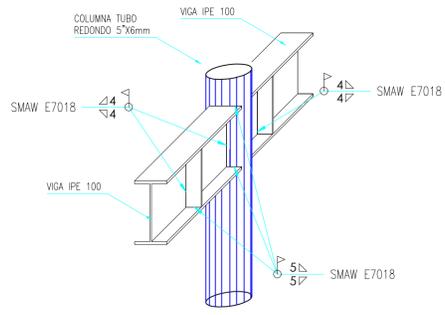
**DETALLE DE UNIÓN COLUMNA-VIGAS METÁLICAS**  
DETALLE 3  
ESCALA 1:10



**DETALLE DE UNIÓN COLUMNA H.A.-COLUMNA METÁLICA**  
ESCALA 1:10

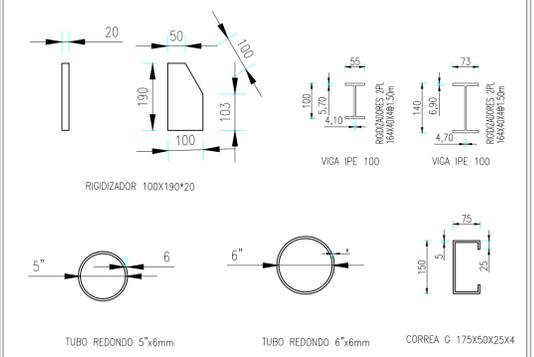


**DETALLE DE CERCHA METALICA**  
DETALLE 4  
ESCALA 1:10



**DETALLE DE UNIÓN VIGA METALICA - COLUMNA METALICA**  
ESCALA 1:10

**PERFILES DE ACERO**



**SECCIONES TÍPICAS DE ACEROS**  
ESCALA 1:10

**NOTAS IMPORTANTES**

**Especificaciones generales**

- Las medidas están indicadas en milímetros (mm), excepto donde las dimensiones se establezcan en otro sistema
- La instalación de la cubierta de galvalumen será indicada por el proveedor

**Acero estructural**

- Acero en vigas, columnas metálicas y placas: A36

**Soldadura**

- Para los procesos de soldadura, los soldadores deberán poseer la calificación AWS
- Materiales de aporte:

Especificación	electrodo	proceso
AWS D1.1	E7018	SAW - ARCO METALICO PROTEGIDO

- El contratista deberá elaborar la especificación para los procedimientos de soldadura (WPS) con los respectivos reportes de calificación de procedimiento (PQR)
- Una vez finalizados los trabajos, deberán realizarse los ensayos no destructivos a las soldaduras realizadas de acuerdo a la normativa D1.1 así como los procesos de inspecciones visuales de soldadura al 100% de las uniones durante todo el proceso de fabricación y montaje
- Para la utilización de los electrodos E70-18 deberán cumplir los requerimientos establecidos en la norma AWS A5.1

**PINTURA**

- La preparación de la superficie: deberán estar secas y sin presencia de corrosión
- El acabado: se deberá aplicar 2 capas de pintura anticorrosiva con un mínimo de 50 micras por capa, siendo el total de mínimo 100 micras
- Seguir las recomendaciones del proveedor de la pintura anticorrosiva antes, durante y después de su aplicación
- Deberá realizarse un control de calidad de película de pintura aplicada sobre los elementos de la estructura

RESUMEN DE HIERRO CORRUGADO		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
LONG. COME	DIAMETRO DE VARILLAS COMERCIALES	GENERALIDADES: EL DISEÑO DEL HORMIGÓN ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DE LOS CODIGOS NEC-2015 y AC318-14, EL DISEÑO DEL ACERO ESTRUCTURAL CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CODIGO AISC360-10. LOS DETALLES QUE AQUI NO CONSTAN SE DEBERAN REGISTRAR POR DICHO CODIGO.	
6.00	8	NOTA: Las dimensiones prevalecen sobre el dibujo	
9.00	10	RESUMEN DE HORMIGÓN EN LÁMINA	
12.00	12	TRASLAPES	
	14	RECUBRIMIENTOS	
	16	DIAMETRO	LONGITUD
	18	mm	cm
	20	10	60
	25	12	72
		14	84
		16	96
		18	108
		20	120
		22	132
		25	150
		32	192
HORMIGÓN Fc = 240 Kg/cm <sup>2</sup>		VOLUMEN TOTAL:	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: CALCULO Y DISEÑO DE LA CUBIERTA EN ESTRUCTURA METALICA DE LAS CANCHAS DE USO MÚLTIPLE PARA LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE AMBATO - ECUADOR

UBICACION: UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR  
CIUDADELA ESPAÑA  
PARROQUIA LA MATRIZ  
AMBATO - TUNGURAHUA

CONTIENE: DETALLES DE UNIONES  
ISOMETRIAS DE ESTRUCTURA  
DETALLES CONSTRUCTIVOS

REALIZADO POR: MAURICIO MORETA T. AUTOR DEL PROYECTO	APROBO: ING. FERNANDA PICO N. TUTOR DEL PROYECTO	PROPIETARIO: UNIDAD EDUCATIVA BOLIVAR
--	--	--

DIBUJO: MAURICIO MORETA T. Datum WGS-84 Proyeccion Cartografica UTM Zona 17 Sur

FECHA: FEBRERO/ 2024 ESCALA: INDICADAS LAMINA: 4 / 4

NOTA: Es de estricta responsabilidad del constructor cumplir lo detallado en los planos especialmente: Profundidad de cimentación, secciones propuestas, diámetros y cantidad de varillas, recubrimientos, longitudes de anclajes de ganchos y patas. Ya que estos detalles son los que le dan el carácter de sismo resistencia a la edificación.