



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
POSGRADO

Tema: “Análisis comparativo de parámetros técnicos económicos de edificaciones de 3 pisos con pórticos especiales a momento de acero estructural y de hormigón armado”

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Ingeniería Civil con Mención en Estructuras Metálicas.

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de Titulación con Componentes de Investigación Aplicada y/o de Desarrollo

Autor: Ing. Walter Paúl Cárdenas Arias

Director: Ing. Guillermo Alejandro Flores Gordillo, Mg.

Ambato - Ecuador

2025

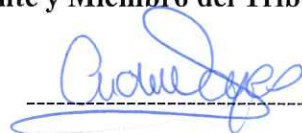
**A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y
Mecánica**

El Tribunal receptor de la defensa del Trabajo de Titulación, presidido por: *Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Mg.*, e integrado por los señores: *Ing. Andrea Cristina Goyes Balladares, Mg.*, y *PhD. Jorge Javier Guevara Robalino, Mg.*, designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrados de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “*Análisis comparativo de parámetros técnicos económicos de edificaciones de 3 pisos con pórticos especiales a momento de acero estructural y de hormigón armado*” elaborado y presentado por el señor Ing. Walter Paúl Cárdenas Arias., para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Ingeniería Civil con mención en Estructuras Metálicas; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.



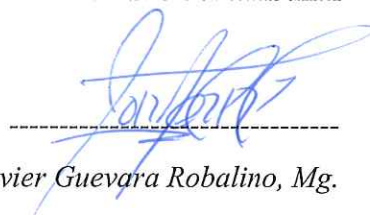
Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Mg.

Presidente y Miembro del Tribunal



Ing. Andrea Cristina Goyes Balladares, Mg.

Miembro del Tribunal



PhD. Jorge Javier Guevara Robalino, Mg.

Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS TÉCNICOS ECONÓMICOS DE EDIFICACIONES DE 3 PISOS CON PÓRTICOS ESPECIALES A MOMENTO DE ACERO ESTRUCTURAL Y DE HORMIGÓN ARMADO”**, le corresponde exclusivamente a: Ing. Walter Paúl Cárdenas Arias, autor bajo la Dirección del Ing. Guillermo Alejandro Flores Gordillo, Mg., Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Walter Paúl Cárdenas Arias.

C.C. 1804614772

AUTOR



Ing. Guillermo Alejandro Flores Gordillo, Mg.

C.C. 1804237988

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Walter Paúl Cárdenas Arias

C.C. 1804614772

INDICE GENERAL

PORTADA	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ...	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
EXECUTIVE SUMMARY	xiii
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	1
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos.....	3
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	4
2.1. Fundamentación teórica	5
2.1.1. Propiedades mecánicas del hormigón	5
2.1.2. Propiedades mecánicas del acero estructural	5
2.1.3. Pórticos resistentes a momento	6
2.1.4. Espectro de diseño	7
CAPITULO III	8
MARCO METODOLÓGICO	8
3.1. Ubicación	8
3.2. Equipos y materiales	8
3.3. Tipo de investigación.....	8
3.4. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender	8
3.4.1. Variable independiente.....	8
3.4.2. Variable dependiente	9
3.5. Población o muestra:.....	9
3.6. Recolección de información:	9

3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados	9
CAPITULO IV.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1. Generalidades del Proyecto	10
4.2. Datos preliminares para el diseño	10
4.2.1. Materiales	10
4.2.2. Modelo arquitectónico.....	10
4.2.3. Cargas vivas	12
4.2.4. Cargas muertas	12
4.3. Análisis modal espectral	15
4.3.1 Cálculo de la aceleración espectral	18
4.4. Modelado en software.....	20
4.4.1 Materiales	20
4.4.2 Elementos estructurales	21
4.5. Análisis sísmico	37
4.6. Análisis económico.....	40
4.7. Análisis técnico.....	41
CAPÍTULO V	42
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....	42
5.1. Conclusiones.....	42
5.2. Recomendaciones	43
5.3. Bibliografía	43
5.4. Anexos	46
Modelo 1 estructura de hormigón	46
Análisis sísmico.....	46
Diseño de los elementos estructurales.....	52
Modelo 1 estructura de acero	57
Análisis sísmico.....	57
Diseño de los elementos estructurales.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso de paredes.....	12
Tabla 2. Carga muerta de losa de entrepiso.....	14
Tabla 3. Espesor de la placa colaborante y espesores de hormigón.....	14
Tabla 4. Propiedades de la placa colaborante según el espesor.....	14
Tabla 5. Propiedades de la placa más hormigón	15
Tabla 6. Valores del factor Z en función de la ubicación geográfica.....	15
Tabla 7. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura	15
Tabla 8. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles.....	16
Tabla 9. Factor usado en el espectro de diseño elástico	16
Tabla 10. Coeficiente R, relación de amplificación espectral	16
Tabla 11. Tipo de suelo y factores de sitio	17
Tabla 12. Tipo de suelo y factores de sitio	17
Tabla 13. Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo	17
Tabla 14. Coeficientes de configuración en planta.....	18
Tabla 15. Coeficientes en función del tipo de configuración estructural	18
Tabla 16. Cálculo del espectro sísmico elástico según la NEC – 2015.....	19
Tabla 17. Periodo de vibración de los cuatro modelos.....	37
Tabla 18. Participación modal de la masa de los cuatro modelos	38
Tabla 19. Rotación de los dos primeros modos de vibración.....	38
Tabla 20. Deriva de piso de los cuatro modelos.....	39
Tabla 21. Cortante dinámico y estático de los cuatro modelos	39
Tabla 22. Presupuesto Modelo 1 Estructura de Hormigón.....	40
Tabla 23. Presupuesto Modelo Estructura de Acero	40
Tabla 24. Presupuesto Modelo 2 Estructura de Hormigón.....	40
Tabla 25. Presupuesto Modelo 2 Estructura de Acero	41
Tabla 26. Comparación económica entre edificaciones de hormigón y acero	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.	8
Figura 2. Planta arquitectónica modelo 1	11
Figura 3. Planta arquitectónica modelo 2	11
Figura 4. Sobrecarga de pared nivel +2.90 y +5.62.....	13
Figura 5. Sobrecarga de pared nivel +8.34.....	13
Figura 6. Perfil placa colaborante.....	14
Figura 7. Espectro sísmico elástico según la NEC – 2015	19
Figura 8. Acero A572 grado 50.....	20
Figura 9. Secciones y cargas asignadas	20
Figura 10. Vista en planta – Modelo 1 Estructura de Hormigón.....	21
Figura 11. Vista en tres dimensiones - Modelo 1 Estructura de Hormigón	21
Figura 12. Columna Tipo 1 – Modelo 1 Estructura de Hormigón	22
Figura 13. Columna Tipo 2 – Modelo 1 Estructura de Hormigón	22
Figura 14. Viga sentido X – Modelo 1 Estructura de Hormigón	23
Figura 15. Viga sentido Y – Modelo 1 Estructura de Hormigón	23
Figura 16. Configuración de losa – Modelo 1 Estructura de Hormigón	24
Figura 17. Vista de secciones - Modelo 1 Estructura de Hormigón.....	24
Figura 18. Vista en planta - Modelo 2 Estructura de Hormigón	25
Figura 19. Vista en tres dimensiones - Modelo 2 Estructura de Hormigón	25
Figura 20. Columna – Modelo 2 Estructura de Hormigón.....	26
Figura 21. Viga sentido X – Modelo 2 Estructura de Hormigón	26
Figura 22. Viga sentido Y – Modelo 2 Estructura de Hormigón	27
Figura 23. Losa – Modelo 1 y 2 Estructura de Hormigón.....	27
Figura 24. Configuración de losa – Modelo 2 Estructura de Hormigón	28
Figura 25. Vista de secciones Modelo 2 Estructura de Hormigón	28
Figura 26. Vista en planta - Modelo 1 Estructura de Acero.....	29
Figura 27. Vista en tres dimensiones - Modelo 1 Estructura de Acero	29
Figura 28. Columna 1 – Modelo 1 Estructura de Acero.....	30
Figura 29. Columna 2 – Modelo 1 Estructura de Acero.....	30
Figura 30. Viga principal – Modelo 1 Estructura de Acero	31
Figura 31. Viga secundaria – Modelo 1 Estructura de Acero	31

Figura 32. Configuración de losa – Modelo 1 Estructura de Acero	32
Figura 33. Vista de Secciones Modelo 1 Estructura de Acero	32
Figura 34. Vista en planta - Modelo 2 Estructura de Acero	33
Figura 35. Vista en planta - Modelo 2 Estructura de Acero	33
Figura 36. Columna 2 – Modelo 2 Estructura de Acero.....	34
Figura 37. Viga principal X – Modelo 2 Estructura de Acero	34
Figura 38. Viga principal Y – Modelo 2 Estructura de Acero	35
Figura 39. Viga secundaria – Modelo 2 Estructura de Acero	35
Figura 40. Arriostramiento – Modelo 2 Estructura de Acero.....	36
Figura 41. Configuración de losa – Modelo 2 Estructura de Acero	36
Figura 42. Vista de secciones Modelo 2 Estructura de Acero.....	37
Figura 43. Periodo de vibración – Modelo 1 – Hormigón	46
Figura 44. Participación modal de la masa – Modelo 1 – Hormigón.....	47
Figura 45. Rotación de los modos de vibración – Modelo 1 – Hormigón	48
Figura 46. Deriva de piso sismo X – Modelo 1 – Hormigón	49
Figura 47. Deriva de piso sismo Y – Modelo 1 – Hormigón	49
Figura 48. Cortante estático y dinámico sentido X – Modelo 1 – Hormigón	50
Figura 49. Cortante estático y dinámico sentido Y – Modelo 1 – Hormigón	51
Figura 57. Diagrama de interacción de la columna de 45x45cm – Modelo 1 – Hormigón	53
Figura 58. Cargas de servicio hacia el suelo – Modelo 1 – Hormigón.....	55
Figura 50. Periodo de vibración – Modelo 1 – Acero	57
Figura 51. Participación modal de la masa – Modelo 1 – Acero.....	58
Figura 52. Rotación de los modos de vibración – Modelo 1 – Acero	59
Figura 53. Deriva de piso sismo X – Modelo 1 – Acero	60
Figura 54. Deriva de piso sismo Y – Modelo 1 – Acero	60
Figura 55. Cortante estático y dinámico sentido X – Modelo 1 – Acero	61
Figura 56. Cortante estático y dinámico sentido Y – Modelo 1 – Acero	62

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Por brindarme sabiduría, salud y perseverancia para culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida.

A mi bella esposa, Monserratt Mejía: Por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por tu paciencia inagotable, tu comprensión y tu apoyo emocional constante. Tu presencia fue la motivación diaria que me permitió mantener el enfoque en este proyecto.

A mis queridos padres, Walter Cárdenas (†) y Teresa Arias, quienes con su ejemplo, sacrificio y amor me enseñaron el valor del esfuerzo y la superación. A mi padre, que desde el cielo guía mis pasos, y a mi madre, por su infinito cariño y apoyo en todo momento.

Mi sincero agradecimiento a mi Tutor de Tesis, Ing. Alejandro Flores, por su orientación, compromiso y valiosas observaciones que contribuyeron al desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis Amigos y Colegas: De manera especial al Ing. Cristian Pérez por sus sugerencias y aportes que enriquecieron el contenido de esta tesis y por compartir sus conocimientos de manera generosa.

Finalmente, a mi Querida Alma Máter, la Universidad Técnica de Ambato: Por haberme abierto sus puertas y brindarme una formación académica de excelencia, proporcionándome las herramientas teóricas y prácticas esenciales para ejercer la Ingeniería Civil con ética y profesionalismo.

DEDICATORIA

Esta Tesis va dedicada a mi amada esposa, Monserratt Mejía. Tu paciencia, comprensión y apoyo incondicional fueron el pilar sobre el que se construyó este proyecto. Gracias por ser mi compañera de vida y por creer en mí incluso en los momentos de mayor duda. Este logro es tanto tuyo como mío.

A la memoria eterna de mi padre, Walter Cárdenas. Fuiste mi ejemplo inquebrantable de vida, un faro de inspiración y la personificación de la perseverancia. Aunque ya no estés físicamente a mi lado, tu legado y tu recuerdo han sido la motivación más poderosa en cada página y cada desvelo. Este logro es, y siempre será, tuyo.

A mi madre, Teresa Arias. Por su amor infinito, su sabiduría y su sacrificio silencioso. Gracias por inculcarme el valor del esfuerzo y por ser mi apoyo incondicional.

A todos ellos, por creer en mí y por acompañarme en este camino.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se lo realiza en la ciudad de Ambato, parroquia de Santa Rosa, partiendo como primer punto de dos modelos arquitectónico de tres plantas, de los cuales se realiza el cálculo estructural aplicando los dos sistemas estructurales más utilizados en el medio como es el uso de hormigón armado y el segundo en acero estructural, en ambos casos usando pórticos especiales a momento. La comparación realizada en un mismo modelo arquitectónico permite evidenciar la cantidad de material que se usa al escoger un sistema estructural, así como el costo que tiene cada uno de ellos.

Se obtuvo como resultado una similitud en la variación del porcentaje, pues para el modelo arquitectónico analizado, en ambos casos el hormigón tiene un costo cercano al treinta y dos por ciento del valor de la construcción del acero estructural.

DESCRIPTORES: PÓRTICO ESPECIAL A MOMENTO, HORMIGÓN ARMADO, ACERO ESTRUCTURAL, NEC, AISC.

EXECUTIVE SUMMARY

This project is being carried out in Ambato city, parish of Santa Rosa, starting with two three-story architectural models, for which structural calculations are performed using the two most commonly used structural systems in the field: reinforced concrete and structural steel, in both cases using special moment frames. The comparison made on the same architectural model shows the amount of material used when choosing a structural system, as well as the cost of each one.

The result was a similarity in the percentage variation, since for the architectural model analyzed, in both cases the concrete has a cost close to thirty-two percent of the value of the structural steel construction.

KEYWORDS: SPECIAL MOMENT FRAME, REINFORCED CONCRETE, STRUCTURAL STEEL, NEC, AISC.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Ecuador pertenece a los países que se encuentran en el Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que genera una intensa actividad sísmica dentro del territorio. Así mismo, en el país existen fallas geológicas, como por ejemplo la ubicada en el cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua, considerada una de las más importantes.

Las edificaciones que se construyen en el país deben cumplir ciertas características sismorresistentes que exigen las normas vigentes, como es la utilización de pórticos resistentes a momento, los cuales son considerados dúctiles y capaces de absorber o disipar energía sísmica.

La construcción en hormigón ha sido a lo largo de la historia la más usada en el Ecuador, sin embargo, en los últimos años, la construcción en acero ha ganado aceptación por parte de los consumidores, debido a la versatilidad que ofrece el material y la reducción del tiempo de ejecución.

Una de las incógnitas que se genera al momento de seleccionar el tipo de material que va a predominar en la construcción, es el costo, ya que, aunque los dos sistemas (hormigón y acero) brindan seguridad estructural, el cliente en la mayor parte de los casos tiene tendencia a escoger lo que le resulta económico.

1.2. Justificación

Ecuador, es un país ubicado en una zona sísmicamente activa, por lo que es considerado uno de los países con mayor actividad sísmica en Sudamérica [1], y prueba de ello es el terremoto de Pedernales ocurrido en 2016 de magnitud 7.8 el cual dejó muchos daños en las estructuras [2]; por lo que necesita estar a la vanguardia de nuevos estudios que permitan determinar sistemas constructivos óptimos.

En este contexto, las estructuras de hormigón armado y las estructuras metálicas se han consolidado como las principales opciones para la edificación de obras civiles. Sin

embargo, cada tipo de estructura presenta características y beneficios que deben ser analizados en detalle para determinar su idoneidad según las necesidades específicas del proyecto [3].

El hormigón armado, una combinación de concreto y acero, se ha consolidado como un material esencial en la construcción debido a su capacidad para soportar cargas pesadas y su resistencia a las condiciones ambientales adversas. En el Ecuador, se ha utilizado extensivamente en la construcción de edificios residenciales, comerciales y de infraestructura pública, como puentes y carreteras. La accesibilidad y el costo relativamente bajo del concreto, junto con la disponibilidad de mano de obra capacitada, han contribuido a su adopción generalizada.

Por otro lado, las estructuras en acero estructural, cuyo nombre se le da por la combinación entre el hierro y carbono (entre 0.1 y 2 %); aunque inicialmente menos comunes, han visto un aumento en su uso debido a sus características únicas, como la rapidez en la construcción, la capacidad de soportar grandes luces sin apoyos intermedios, y la flexibilidad en el diseño arquitectónico. En el contexto ecuatoriano, las estructuras metálicas son especialmente valoradas en proyectos industriales y comerciales, como galpones, puentes y viaductos [4], así como en construcciones que requieren ampliaciones y modificaciones rápidas. La creciente disponibilidad de acero y la mejora en las técnicas de fabricación y ensamblaje han facilitado su implementación.

Es por ello, por lo que se hará principal énfasis en estructuras de 3 pisos muy comunes y tradicionales, y demostrar que las construcciones de edificaciones en acero estructural poseen respuestas sísmicas y beneficios económicos igual o mejores que el construir con estructuras de hormigón armado.

De tal forma que se proporcione una guía práctica para ingenieros y constructores; donde se determine y compare la rigidez de los pisos, el esfuerzo cortante de la base, la relación de desplazamiento de los pisos, el centro de masa, el centro de rigidez y el desplazamiento para profundizar en una claridad conceptual con respecto a la elección del material [5], tomando en cuenta que, no existe una respuesta única y universal, ya que la mejor opción dependerá de las características de cada proyecto [6].

Por tanto, la finalidad de este estudio es realizar un análisis comparativo de parámetros técnicos – económicos de edificaciones de 3 pisos con pórticos especiales a momento de acero estructural y de hormigón armado, para verificar su eficiencia mediante un Análisis Lineal Modal Espectral que permitirá brindar información relevante y determinar así las propiedades geométricas de los elementos estructurales en función de las solicitaciones y con ello realizar un análisis de precios unitarios para determinar costos referenciales de construcción y el tiempo de ejecución; para saber cuál de los dos es el óptimo [7].

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Desarrollar un análisis comparativo de parámetros técnicos – económicos de edificaciones de 3 pisos con pórticos especiales a momento de acero estructural y de hormigón armado.

1.3.2. Específicos

- Definir prototipos de estructuras de 3 pisos que varíen las alturas, distancias entre ejes y cargas gravitacionales que permitan comparar ambos sistemas estructurales.
- Determinar las propiedades geométricas de los elementos estructurales en función de las solicitaciones impuestas sobre las edificaciones.
- Elaborar un presupuesto referencial que permita determinar cuál sistema estructural resulta más económico.

CAPITULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El análisis comparativo entre estructuras de acero y de hormigón armado ha sido objeto de diversos estudios a nivel internacional y nacional debido a la necesidad de optimizar los recursos económicos y garantizar el desempeño técnico en edificaciones. Estas investigaciones se han orientado tanto a la evaluación de costos iniciales de construcción como a la respuesta estructural bajo cargas gravitacionales y sísmicas [8]

En el ámbito internacional, Smith y Coull [9] destacan que la elección del sistema estructural depende de factores como el comportamiento ante cargas laterales, la rapidez constructiva y la durabilidad del material.

Según Amir Oladazimi, Saeed Mansour, Seyed Abbas Hosseiniyoun y Mohammad H. Majdfaghihi [10], la construcción sostenible se ha evaluado el aspecto ambiental, económico y social, también conocido como triple resultado, entre las construcciones de hormigón y acero. En esta investigación se usaron tres enfoques como son el análisis del ciclo de vida (LCA), el costo del ciclo de vida (LCC) y el análisis del ciclo de vida social (SLCA). Los resultados generados fueron, que en el ámbito del LCA la construcción en hormigón generó un 38% más de contaminación que el acero. En términos de precios y considerando el LCC, la construcción en acero resultó 152 000 USD más cara que el hormigón; finalmente la dimensión social del método SLCA mostró una puntuación entre el hormigón y acero de 0.199 y 0.189 respectivamente. En general, si se busca sostenibilidad la construcción en acero es la ideal, pero si se busca economía, la construcción en hormigón es la mejor opción.

Diego Vargas [11], compara técnica y económicamente un edificio habitacional construido en Chile de media altura construido en acero, con un edificio de similares características de hormigón armado. Se determina que, en términos de rapidez de construcción, en acero es 23.3% más rápido que en hormigón, sin embargo, en términos de costos es 3.01% más caro.

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

Resistencia a la compresión

Característica que está determinada principalmente por la relación agua cemento y factores secundarios, pero a la vez importantes como la granulometría de los agregados, vibrado de la mezcla, curado del hormigón endurecido, entre otras. Como su nombre lo indica, es la capacidad que tiene el material para resistir fuerzas que lo comprimen en un área determinada. La unidad de medida que generalmente se representa es en kg/cm^2 o en MPa. Esta propiedad del hormigón se presenta con las siglas “ f_c ”.

Resistencia a la tracción

Es la capacidad del hormigón de resistir cargas que actúan a tracción, es decir, fuerzas colocadas en los extremos en sentido longitudinal de la sección, con la misma dirección, pero en sentido contrario. La resistencia que el hormigón tiene a tracción es relativamente baja, comparado con la resistencia a compresión, pues experimentalmente se dice que representa aproximadamente el 10% de la misma.

Resistencia al corte

Se denomina resistencia a cortante a la capacidad que tiene un elemento de hormigón de soportar fuerzas que actúan en sentido perpendicular a su sección transversal. Debido a la naturaleza del material, estas fuerzas se convierten en tracciones diagonales en el hormigón, así mismo, cuando la fuerza a corte es excesiva, el elemento se fisura de manera diagonal a la aplicación de la fuerza [12].

2.1.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

El acero estructural es una aleación de varios minerales, principalmente conformado por el hierro y el carbono, y pequeñas cantidades de otros elementos químicos como el silicio, fósforo, azufre, manganeso, etc. El carbono representa por lo general entre el 0.5% y el 1.5% de esta composición, y dependiendo de este porcentaje, el material brinda o no ductilidad y resistencia.

Esfuerzo de fluencia

Se define como la capacidad que tiene el acero para continuar deformándose aún sin incrementar las cargas de tracción. Esta característica se evidencia en el diagrama esfuerzo – deformación del material por medio de una línea recta a continuación de sobrepasar el rango elástico. El esfuerzo de fluencia se representa con las siglas “fy”.

Ductilidad

Se define como ductilidad a la característica que tiene el acero para continuar deformándose dentro del rango no lineal ante los incrementos de carga, sin romperse, y sin perder sus propiedades de resistencia. El acero estructural es un material muy dúctil debido al alto porcentaje de carbono que posee en su composición, haciéndolo muy resistente ante cargas cíclicas producidas por sismos.

Resistencia a la rotura

Se lo conoce también como el esfuerzo último; es aquel que puede soportar el material justo antes de romperse. Dentro del diagrama esfuerzo - deformación del acero, el punto en el cual comienza el proceso de rotura queda identificado en la mayor ordenada, el cual se representa con las siglas “Fu”. Este proceso ocurre cuando el material ha alcanzado la deformación máxima que puede resistir, posterior al endurecimiento del mismo. El esfuerzo de rotura siempre es superior que el esfuerzo de fluencia [12].

2.1.3. PÓRTICOS RESISTENTES A MOMENTO

Sistema estructural conformado por vigas y columnas que proporcionen una significativa capacidad de deformación inelástica mediante la fluencia por flexión en vigas y una limitada fluencia en los nudos o también conocidos como zonas de panel en columnas, cumpliendo así con el concepto de columna fuerte/viga débil, lo cual se considera como un comportamiento adecuado en pórticos planos. Adicional a esto se permite también la fluencia por flexión en las columnas de la base [13].

2.1.4. ESPECTRO DE DISEÑO

Los espectros de diseño usados para realizar el análisis estático lineal estructural, se construyen a partir de una serie de espectros de respuesta calculados para un sitio específico, tomando en cuenta ciertas características de los movimientos sísmicos esperados en sitio y el efecto de amplificación local producido por el tipo de suelo, sin tomar en cuenta la estratigrafía [14].

Por lo general los espectros de diseño se obtienen a través del estudio estadístico de registros sísmicos pasados, como estos registros nunca son iguales, se deben normalizar de alguna manera; para lo cual existen diferentes procedimientos, dentro de los más importantes se encuentra la normalización respecto de una intensidad espectral y la normalización que relaciona algunos “parámetros máximos del terreno”, ya sea aceleración, velocidad o desplazamiento [15].

Este proceso incluye el efecto de sobre resistencia en dado de acuerdo al tipo de estructura proyectada. Los espectros de diseño se construyen para valores de amortiguamiento estructural distintos al 5%, bajo comportamiento no lineal estructural, con sobre resistencia y considerando de manera explícita el efecto de la interacción dinámica suelo-cimentación-estructura, dando como resultado un gráfico suavizado del nivel de fuerza o deformación como una función del periodo natural de vibración y el amortiguamiento [14].

Para determinar el espectro de diseño en sitios específicos que no cuenten con registros sísmicos históricos medidos, se utilizan métodos probabilísticos de estudios de amenaza sísmica.

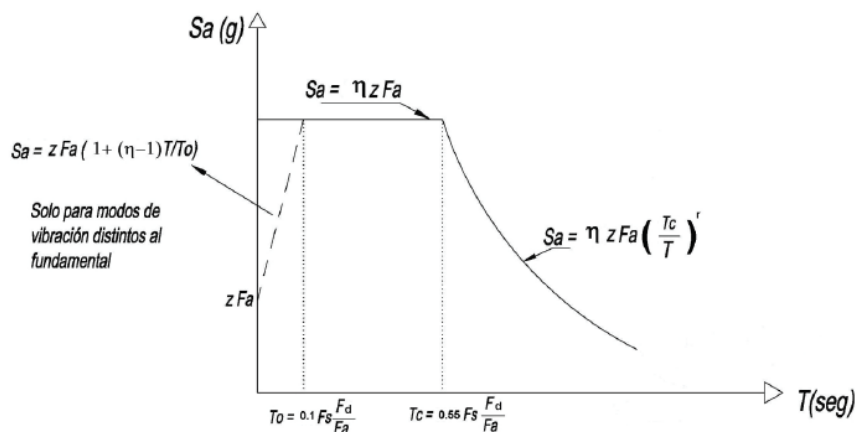


Figura 1. Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2015.

CAPITULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicado en la parroquia rural de Santa Rosa, ciudad Ambato, provincia de Tungurahua.

3.2. Equipos y *materiales*

- Computadora.
- Impresora.
- Materiales de oficina.

3.3. Tipo de investigación

Experimental

Se considera de tipo experimental debido a que se realizará el diseño en dos tipos de estructuras, una en hormigón armado y la otra en estructuras metálicas, de tal manera que una vez que obtengan el resultado se podrá determinar el diseño óptimo considerando su costo – beneficio.

3.4. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender

“Las edificaciones diseñadas en acero estructural y en hormigón armado son capaces de disipar energía sísmica y salvaguardar vidas; sin embargo, uno de los dos sistemas estructurales es el más económico.”.

3.4.1. Variable independiente

“Edificaciones en acero y hormigón”

3.4.2. Variable dependiente

“Sistema estructural económico”

3.5. Población o muestra:

Población o universo

La población con la que se trabaja en el proyecto son todos los edificios construidos con hormigón y estructura metálica en la ciudad de Ambato.

Muestra

En esta investigación se trabajará con edificaciones de 3 pisos, ya que la mayor parte de construcciones en la ciudad en el sitio de estudio son sistemas aporticados con alturas que no sobrepasan los 3 pisos.

3.6. Recolección de información:

El presente trabajo de titulación recabará información a partir de planos estructurales, ensayo de materiales de elementos constructivos y normas ecuatorianas e internacionales utilizadas para análisis de estructuras en el país:

- NEC-SE-DS [16] : Norma ecuatoriana de la construcción. Peligro Sísmico.
- AISC 360-22 [17]: Specification for Structural Steel Buildings.
- AISC 341-22 [13]: Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
- NEC-SE-CG [18]: Norma ecuatoriana de la construcción. Cargas no sísmicas.

3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados

Se obtendrá el diseño sismorresistente óptimo, basado en el análisis modal lineal calculado por el software ingenieril de cada sistema constructivo, para realizar la comparación de los resultados obtenidos entre los dos sistemas constructivos y determinar cuál de los dos es el más eficiente en cuanto a resistencia sísmica y economía.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Generalidades del Proyecto

Las cuatro edificaciones analizadas están conformadas por sistemas aporticados. Los elementos estructurales de dos de ellas se componen de columnas, vigas y losas de hormigón armado, con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 .

Las dos edificaciones restantes, cuya configuración es la misma que las edificaciones de hormigón, están constituidas por elementos de acero estructural laminado en caliente A572 Gr. 50 como columnas, vigas principales, vigas secundarias y riostras.

Las características generales que comparten estas edificaciones son las siguientes:

- Uso: Residencial
- Número de pisos: 3 pisos más tapa grada
- Altura de entrepiso: 2.72 metros
- Altura total: 11.06 metros

4.2. Datos preliminares para el diseño

4.2.1. MATERIALES

Acero estructural A572 Gr. 50, con un límite de fluencia $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$ y límite de rotura $f_u = 4570 \text{ kg/cm}^2$; y acero A36 Gr. 36 con un límite de fluencia $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ y límite de rotura $f_u = 4080 \text{ kg/cm}^2$.

Hormigón con una resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.2.2. MODELO ARQUITECTÓNICO

Las plantas arquitectónicas sobre el cual se basa el proyecto están distribuidas a continuación:

- **MODELO 1**

Se presenta el plano arquitectónico original a partir del cual se determinó las cargas en tableros y vigas.

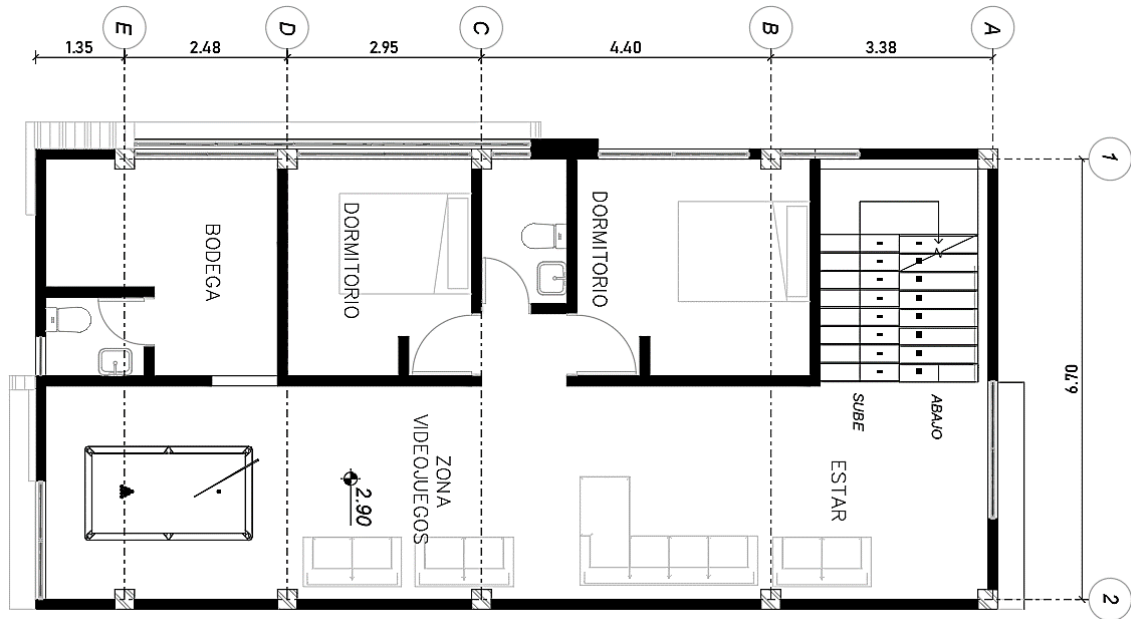


Figura 2. Planta arquitectónica modelo 1

Fuente: Paúl Cárdenas

- MODELO 2**

Se mantiene las cargas obtenidas por tablero y vigas con respecto al modelo original, sin embargo, para realizar la comparación se aumenta la distancia entre ejes.

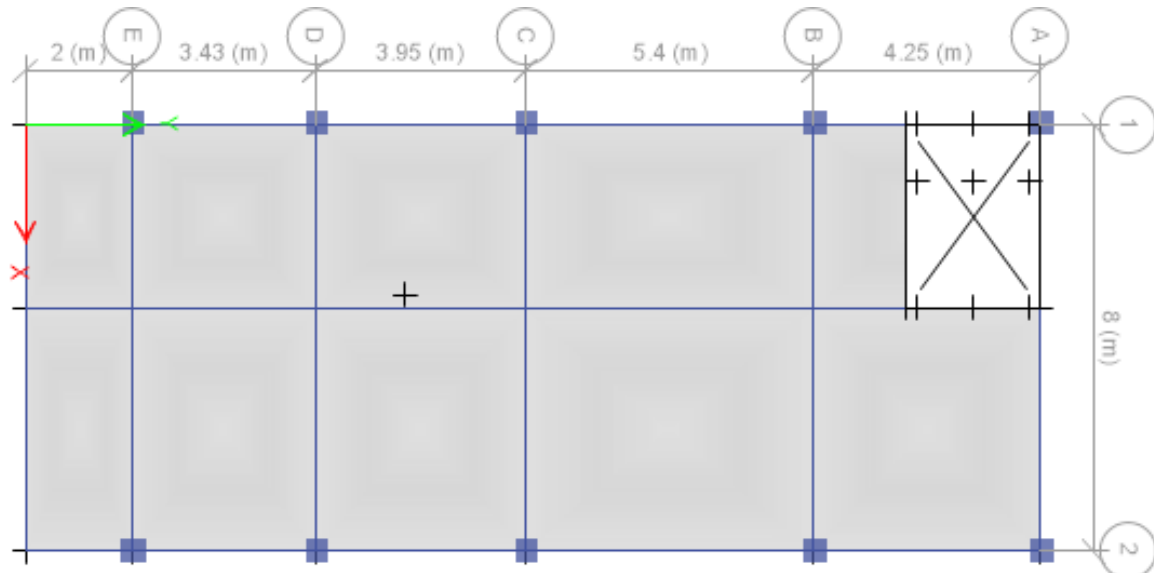


Figura 3. Planta arquitectónica modelo 2

Fuente: Paúl Cárdenas

4.2.3. CARGAS VIVAS

Según la NEC_SE_CG 2015 (cargas no sísmicas) [19] de acuerdo al uso de cada nivel de entrepiso, las cargas vivas a usarse son:

- Carga viva en losas de entrepisos destinados al uso de viviendas: 2.00 kN/m²
- Carga viva en cubiertas accesibles: 3.0 kN/m²
- Carga viva en cubiertas inaccesibles: 0.70 kN/m²

4.2.4. CARGAS MUERTAS

Sobrecarga de paredes

Se realiza el cálculo de la sobrecarga de paredes en cada uno de los tableros, de acuerdo al peso que aporta cada pared en base a su materialidad y longitud:

Tabla 1. Peso de paredes

ELEMENTO	MATERIAL	ESPESOR (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	PESO ESPECÍFICO (Kg/m ³)	PESO (kg/m)	TOTAL (kg c/m)
PARED TIPO 1	ladrillo	0.15	1	2.47	1600	592.80	592.80
PARED TIPO 2	ladrillo	0.15	1	1.70	1600	408.00	424.02
	vidrio	0.008	1	0.77	2600	16.02	
PARED TIPO 3	ladrillo	0.15	1	0.90	1600	216.00	216.00

Fuente: Paúl Cárdenas

$$\Delta P = \frac{Pp * Lp}{At}$$

Donde:

ΔP: peso adicional de paredes

Pp: peso propio de paredes

Lp: longitud de pared

At: área del tablero

Se calcula la sobrecarga producida por las paredes a las vigas y a los tableros:

- Nivel +2.90 y +5.62

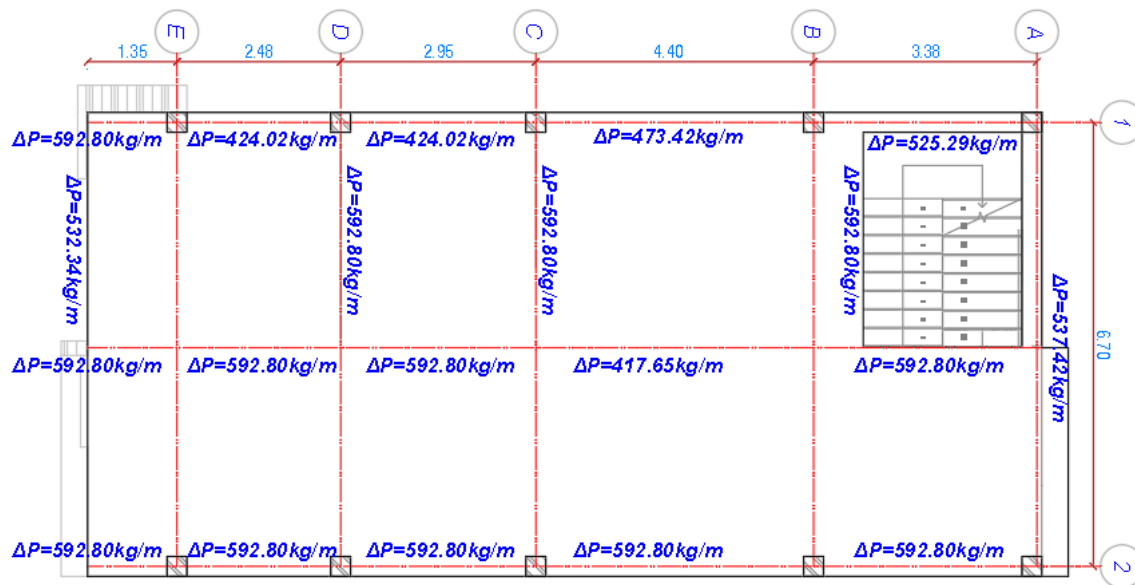


Figura 4. Sobrecarga de pared nivel +2.90 y +5.62

Fuente: Paúl Cárdenas

- Nivel +8.34

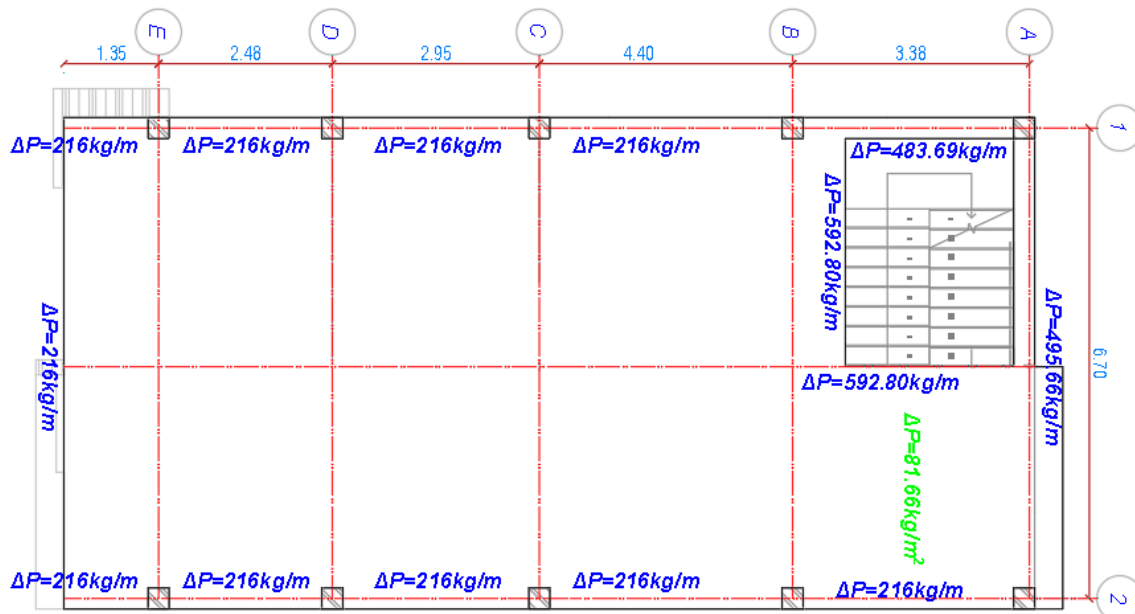


Figura 5. Sobrecarga de pared nivel +8.34

Fuente: Paúl Cárdenas

- **MODELO EN HORMIGÓN**

Losa alivianada

Tabla 2. Carga muerta de losa de entrepiso

ELEMENTO	UNIDAD	ALTURA (m)	ESPESOR (m)	LONGITUD (m)	PESO ESPECÍFICO (Kg/m ³)	PESO /m ² (Kg)
Loseta		1.00	0.05	1	2400	120.00
Nervios		0.10	0.20	3.6	2400	172.80
Alivianamientos	8				8 Kg c/m	64.00
Alisado inferior		1.00	0.01	1	2400	24.00
Acabados		1.00	0.03	1	1600	48.00
					CM =	428.8 Kg

Fuente: Paúl Cárdenas

- **MODELO EN ACERO**

Placa colaborante

Se escoge una placa colaborante con un espesor de 0.76 mm, y el espesor de hormigón sobre la cresta de la placa de 6cm.



Figura 6. Perfil placa colaborante

Fuente: Catálogo IPAC

Tabla 3. Espesor de la placa colaborante y espesores de hormigón

DISTANCIA ENTRE APOYOS (SIN APUNTALAMIENTO)						
ESPESOR	TIPO APOYO	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm
0.76	simple	2.73	2.66	2.55	2.45	2.37

Fuente: Catálogo IPAC

Tabla 4. Propiedades de la placa colaborante según el espesor

PROPIEDADES DEL MATERIAL								
ESPESOR (mm)	H (ONDA) (mm)	PESO (Kg/m ²)	Y + (mm)	Y - (mm)	I + (cm ⁴ /m)	I - (cm ⁴ /m)	S + (cm ⁴ /m)	S - (cm ⁴ /m)
0.76	55	7.42	28.93	26.07	46.39	39.13	16.08	17.47

Fuente: Catálogo IPAC

Tabla 5. Propiedades de la placa más hormigón

PROPIEDADES DE LA PLACA + HORMIGÓN						
ESPESOR PLACA (mm)	ALTURA (cm)		VOLUMEN HORMIGÓN (m ³ /m ²)	CARGAS DE PESO PROPIO (kg/m ²)		
	HORMIGÓN	PLACA + HORMIGÓN		HORMIGÓN	PLACA	TOTAL
0.76	6	12.5	0.08	204	7.24	211

Fuente: Catálogo IPAC

4.3. Análisis modal espectral

De acuerdo a la ubicación geográfica del proyecto, se considera las siguientes variables:

Perfil de suelo: D

Factor de Zona: $Z = 0.4$ (Zona Sísmica V. Amenaza Alta)

Tabla 6. Valores del factor Z en función de la ubicación geográfica

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
HUACHI GRANDE	HUACHI GRANDE	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
SANTA ROSA	SANTA ROSA	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40
AMBATO	AMBATO	AMBATO	TUNGURAHUA	0.40

Fuente: NEC-SE-DS 2015

Factor de Importancia: $I = 1.0$

Tabla 7. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Factor de Reducción de Respuesta Sísmica: 8

Tabla 8. Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8

Fuente: NEC_SE_DS 2015

$r = 1$, para tipo de suelo A, B, C o D

Tabla 9. Factor usado en el espectro de diseño elástico

$r = 1$	para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
$r = 1.5$	para tipo de suelo E.

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Relación de amplificación espectral: $\eta = 2.48$ (Provincias de la Sierra).

Tabla 10. Relación de amplificación espectral

• $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas), • $\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos • $\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Coeficientes de amplificación dinámica de suelo en función del suelo tipo D y el factor de zona $Z=0.4$: $F_a=1.2$; $F_d=1.19$; $F_s=1.28$.

F_a : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.

Tabla 11. Tipo de suelo y factores de sitio

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

Tabla 12. Tipo de suelo y factores de sitio

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Fs: Comportamiento no lineal de los suelos.

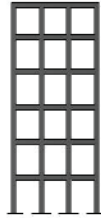
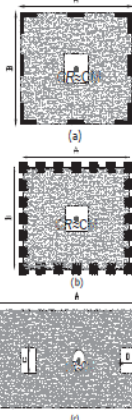
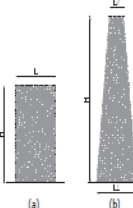
Tabla 13. Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Coeficientes de configuración estructural

Tabla 14. Coeficientes de configuración en planta

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles. $\phi_E=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_P=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_E=1$			

Fuente: NEC_SE_DS 2015

Factores asumidos:

En planta: $\phi_P = 1.0$

En Elevación: $\phi_E = 1.0$

El cortante basal total de diseño V , a nivel de cargas últimas, que será aplicado a una estructura en una dirección específica, se determinará mediante la expresión:

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

4.3.1 CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN ESPECTRAL

El período de vibración de la estructura se puede calcular por la fórmula:

Tabla 15. Coeficientes en función del tipo de configuración estructural

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Fuente: NEC_SE_DS 2015

- MODELO EN HORMIGÓN

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

$$T = 0.055 * 11.06^{0.9}$$

$$T = 0.4783 \text{ seg}$$

- MODELO EN ACERO

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

$$T = 0.073 * 11.06^{0.75}$$

$$T = 0.4427 \text{ seg}$$

Tabla 16. Cálculo del espectro sísmico elástico según la NEC – 2015

MODELO HORMIGÓN

DATOS PARA V	
Z (g)	0.4
I	1
R	8
Φ_p	1
Φ_e	1
Ct	0.055
α	0.9
hn (m)	11.06
η	2.48
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
r	1
Tc	0.6981
To	0.1269
T	0.4783
Sa (T)	1.1904
V - C	0.1488
k	1.000

MODELO ACERO

DATOS PARA V	
Z (g)	0.4
I	1
R	8
Φ_p	1
Φ_e	1
Ct	0.073
α	0.75
hn (m)	11.06
η	2.48
Fa	1.2
Fd	1.19
Fs	1.28
r	1
Tc	0.6981
To	0.1269
T	0.4427
Sa (T)	1.1904
V - C	0.1488
k	1.000

Fuente: Paúl Cárdenas

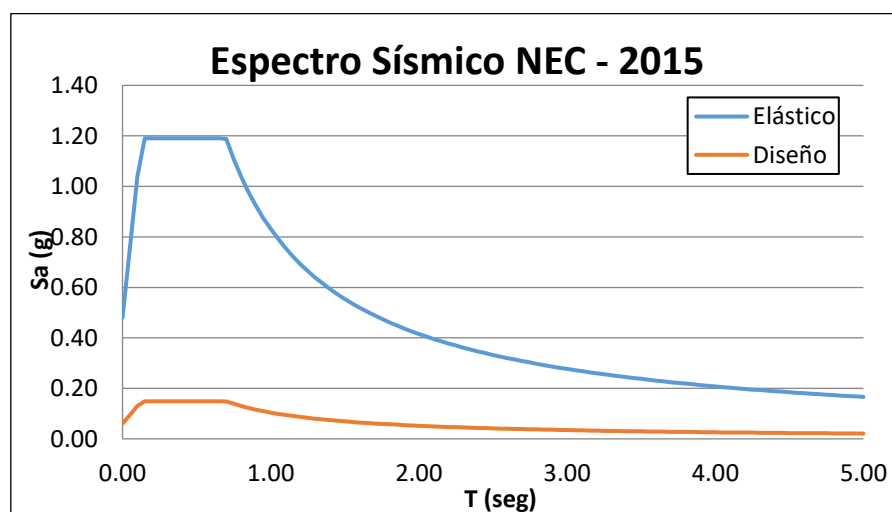


Figura 7. Espectro sísmico elástico según la NEC – 2015

Fuente: Paúl Cárdenas

4.4. Modelado en software

La modelación y diseño de la estructura se ejecutó con el sistema computarizado ETABS.

4.4.1 MATERIALES

Acero

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a steel material. The 'General Data' section includes fields for Material Name (A572Gr50), Material Type (Steel), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (a pink square), and Material Notes. The 'Material Weight and Mass' section has radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density', with corresponding input fields for Weight per Unit Volume (0.00785 kgf/cm³) and Mass per Unit Volume (0.000008 kgf·s²/cm⁴). The 'Mechanical Property Data' section includes fields for Modulus of Elasticity, E (2040000 kgf/cm²), Poisson's Ratio, U (0.3), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000117 1/C), and Shear Modulus, G (784615.38 kgf/cm²).

Figura 8. Acero A572 grado 50

Fuente: Paúl Cárdenas

Hormigón

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a concrete material. The 'General Data' section includes fields for Material Name (f'c 210 kg/cm²), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (a pink square), and Material Notes. The 'Material Weight and Mass' section has radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density', with corresponding input fields for Weight per Unit Volume (0.0024 kgf/cm³) and Mass per Unit Volume (0.000002 kgf·s²/cm⁴). The 'Mechanical Property Data' section includes fields for Modulus of Elasticity, E (218819.79 kgf/cm²), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/C), and Shear Modulus, G (91174.91 kgf/cm²).

Figura 9. Secciones y cargas asignadas

Fuente: Paúl Cárdenas

4.4.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

MODELO 1 – ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

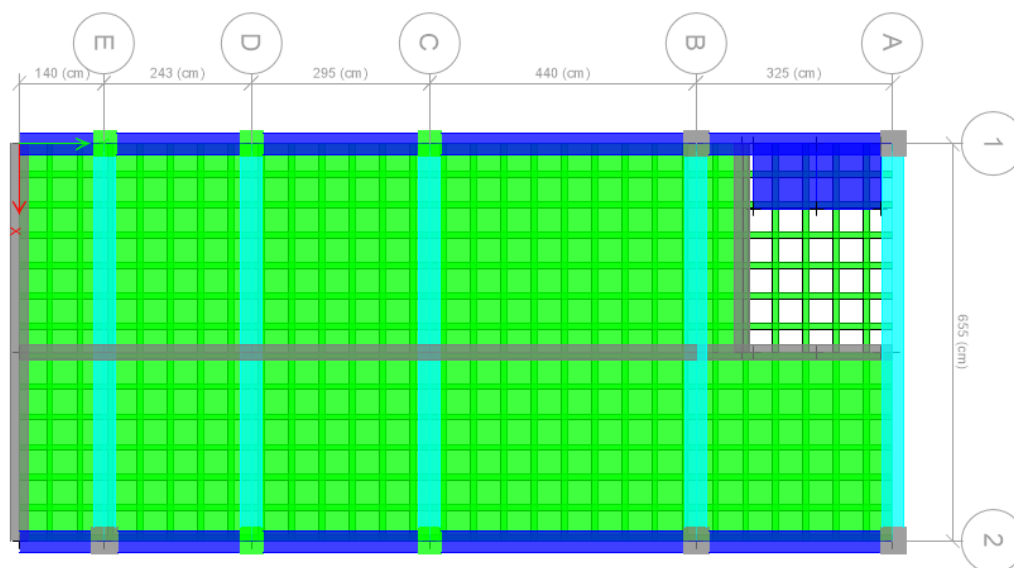


Figura 10. Vista en planta – Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

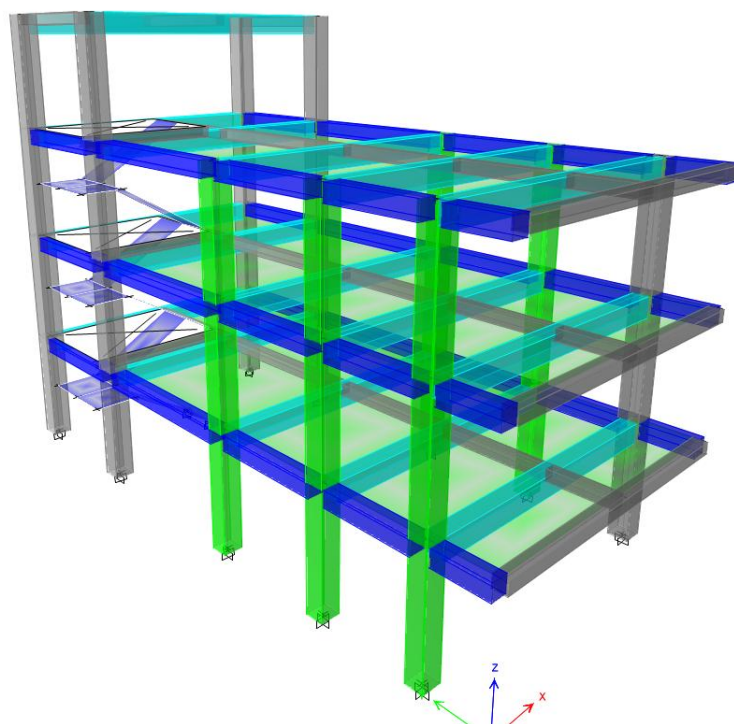


Figura 11. Vista en tres dimensiones - Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: Col 40x45

Material: f'c 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.45 m

Width: 0.4 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

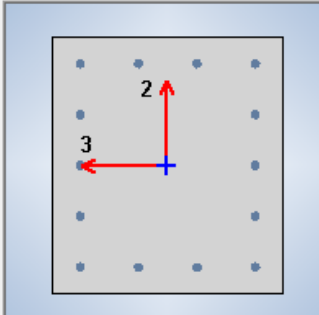


Figura 12. Columna Tipo 1 – Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: Col 45x45

Material: f'c 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.45 m

Width: 0.45 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

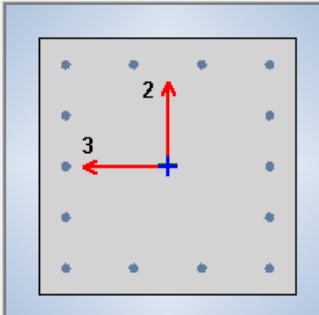


Figura 13. Columna Tipo 2 – Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material: ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: m

Width: m

Property Modifiers

Currently User Specified

Reinforcement

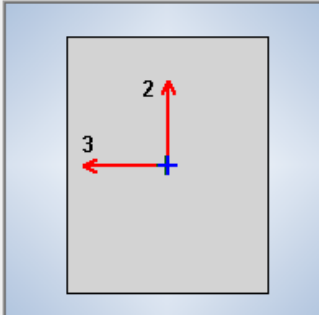


Figura 14. Viga sentido X – Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material: ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: m

Width: m

Property Modifiers

Currently User Specified

Reinforcement

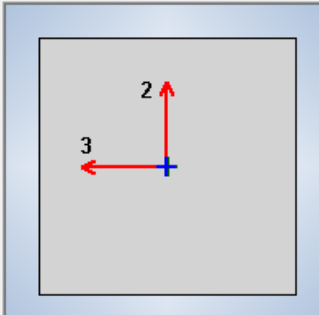


Figura 15. Viga sentido Y – Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

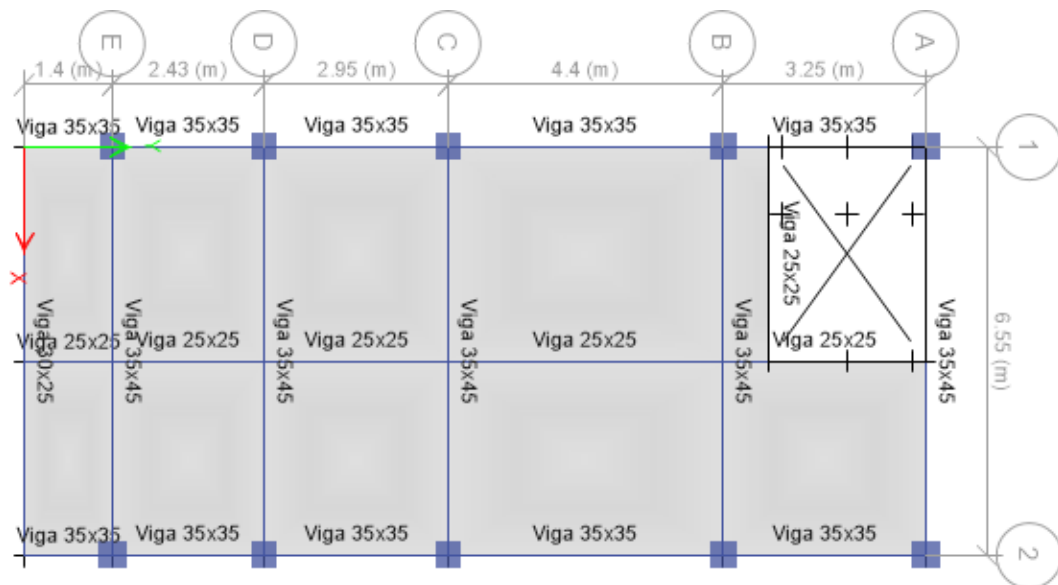


Figura 16. Configuración de losa – Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

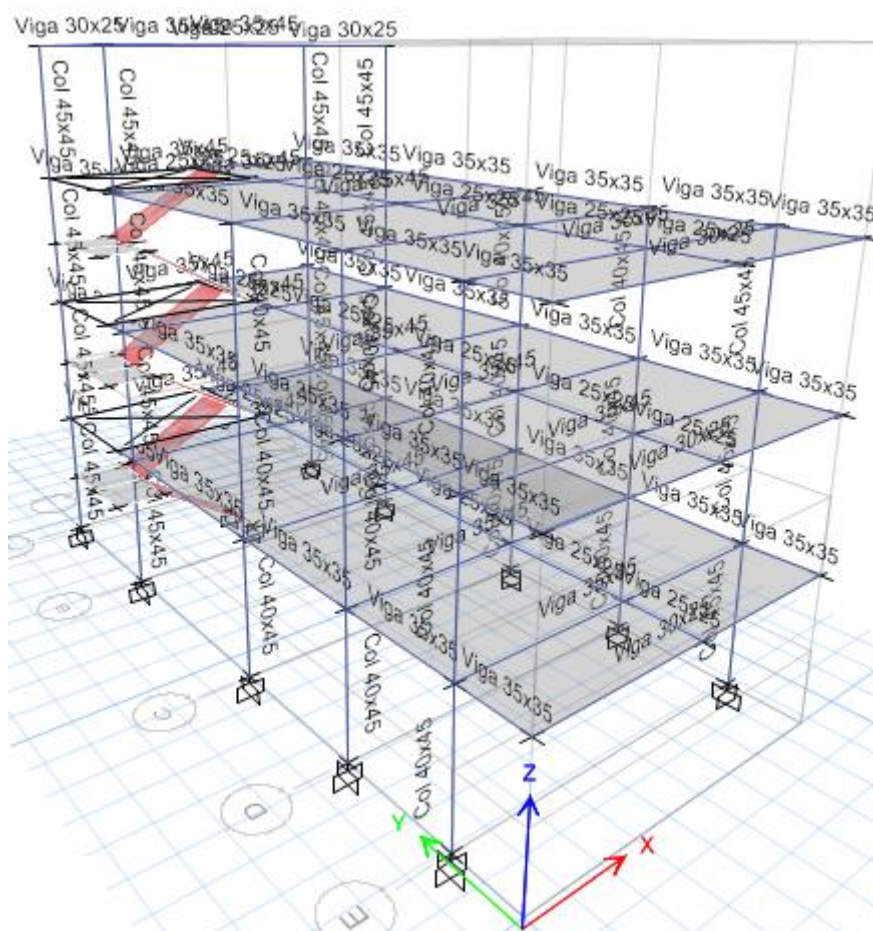
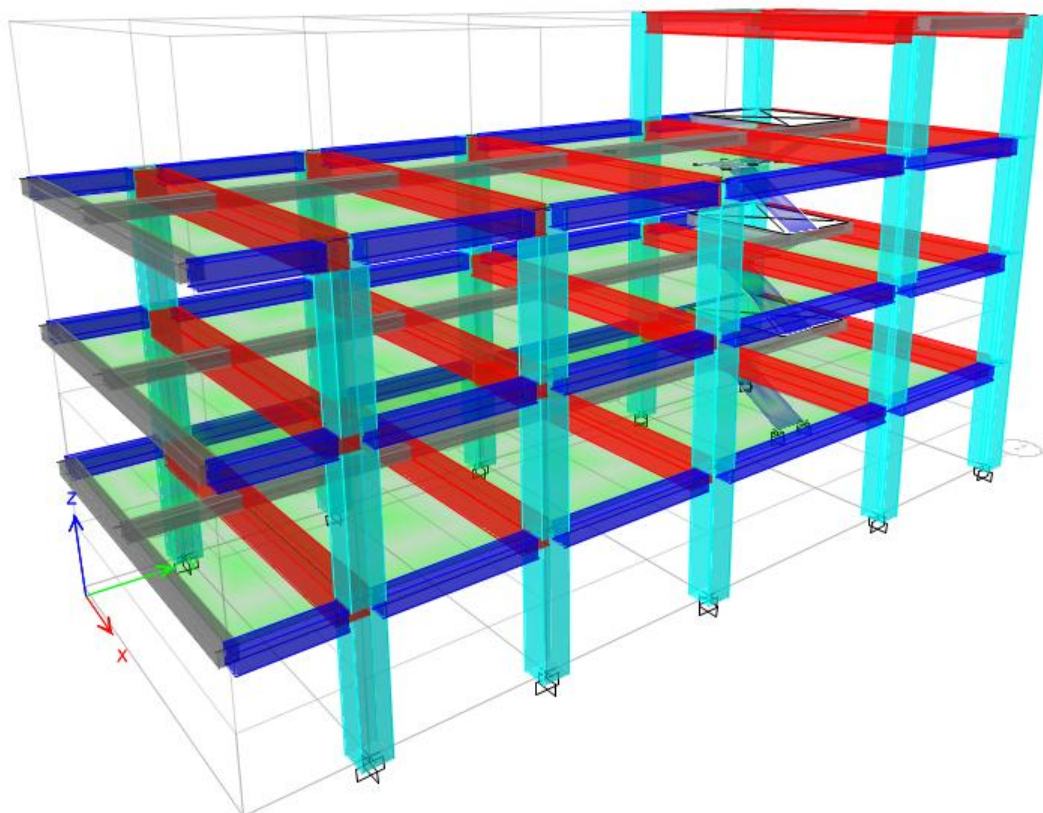


Figura 17. Vista de secciones - Modelo 1 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

Fuente: Paúl Cárdenas



Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: Col 55x55

Material: f'c 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.55 m

Width: 0.55 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

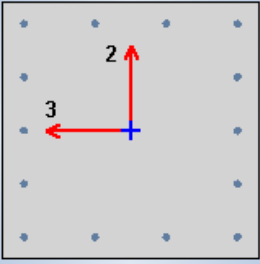


Figura 20. Columna – Modelo 2 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: Viga 55x50

Material: f'c 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.5 m

Width: 0.55 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

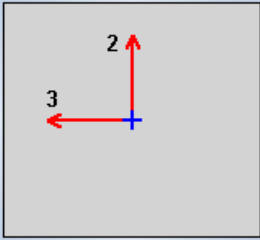


Figura 21. Viga sentido X – Modelo 2 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material: ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: m

Width: m

Property Modifiers

Currently User Specified

Reinforcement

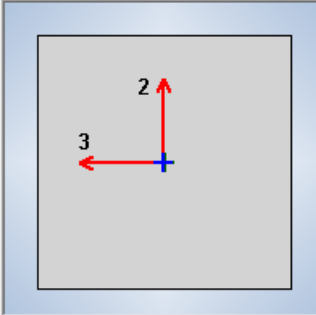


Figura 22. Viga sentido Y – Modelo 2 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

E Slab Property Data

General Data

Property Name:

Slab Material: ...

Notional Size Data:

Modeling Type:

Modifiers (Currently User Specified):

Display Color:

Property Notes:

Property Data

Type:

Overall Depth: m

Slab Thickness: m

Stem Width at Top: m

Stem Width at Bottom: m

Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis: m

Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis: m

Figura 23. Losa – Modelo 1 y 2 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

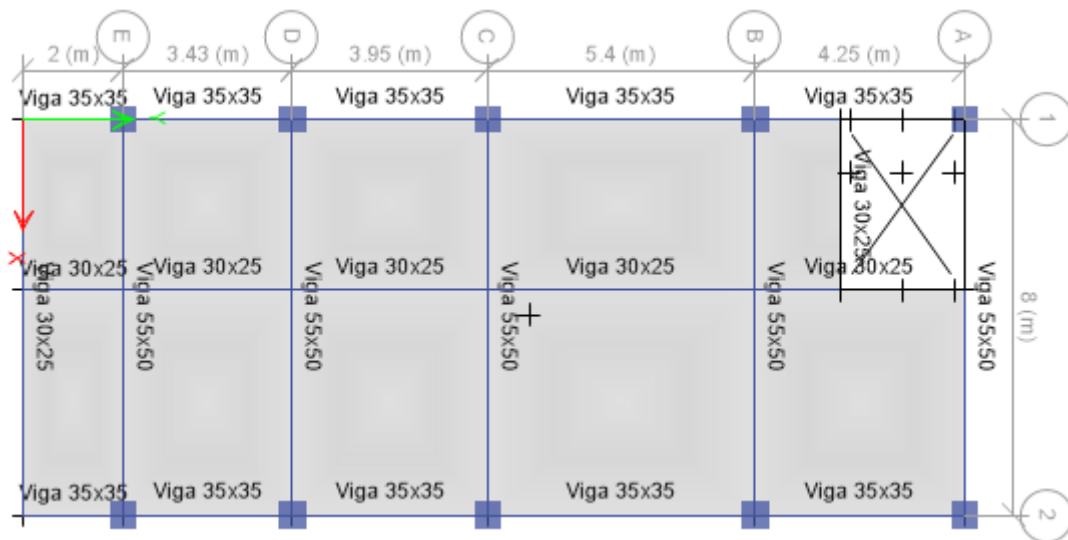


Figura 24. Configuración de losa – Modelo 2 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

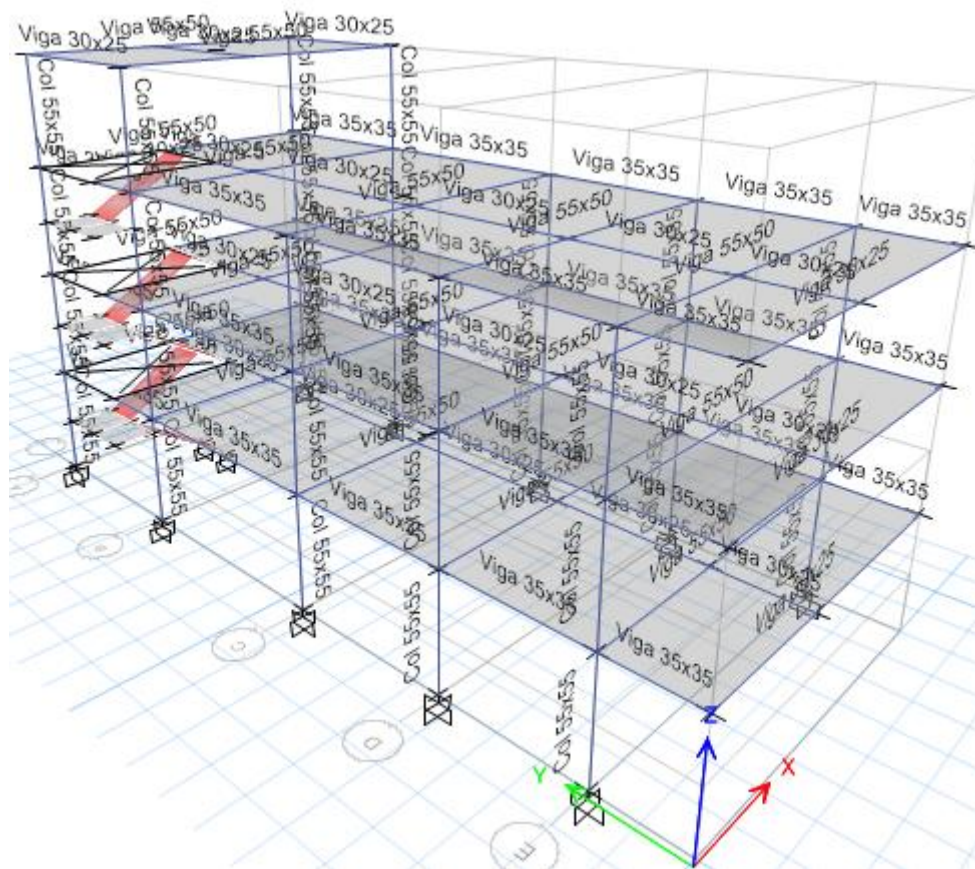


Figura 25. Vista de secciones Modelo 2 Estructura de Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

MODELO 1 – ESTRUCTURA DE ACERO

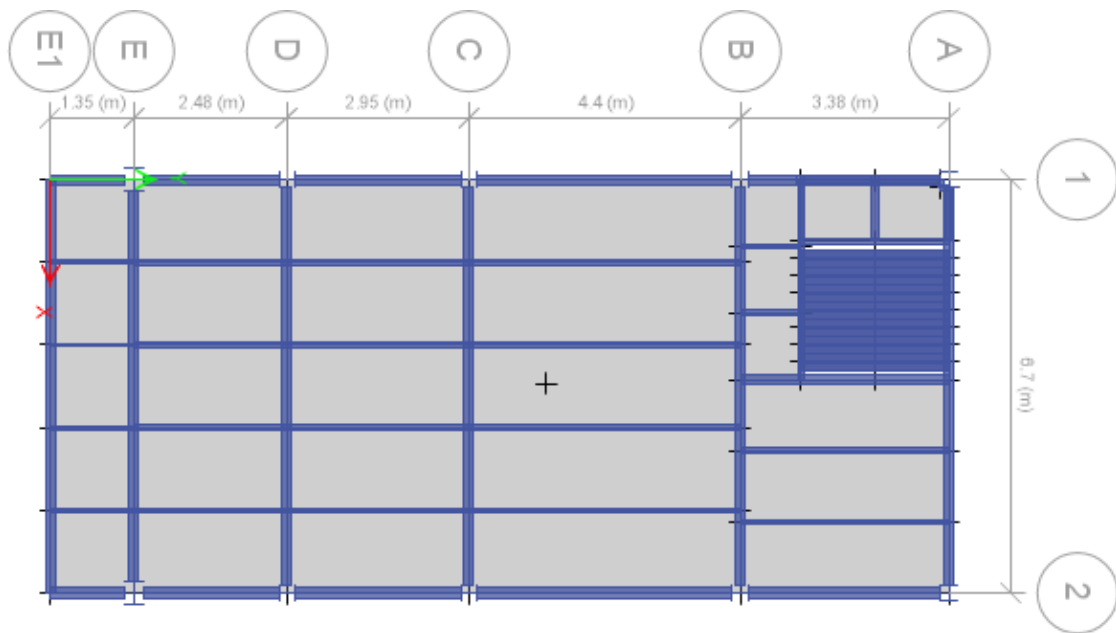


Figura 26. Vista en planta - Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

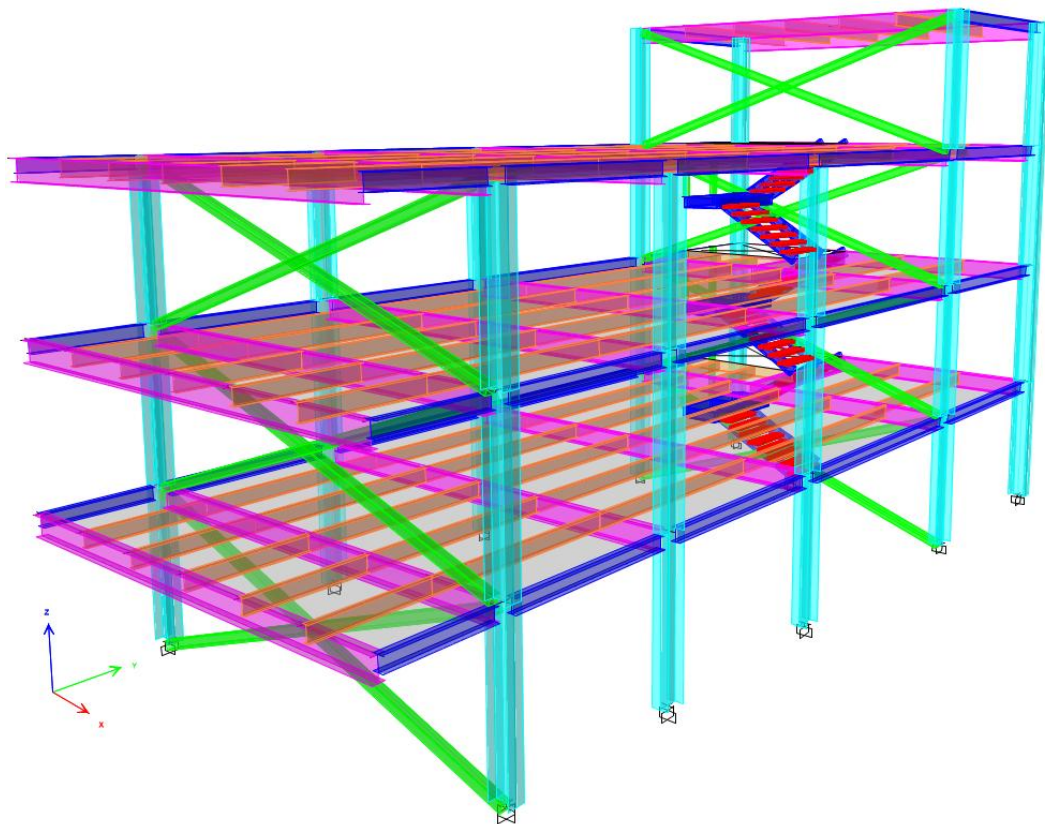


Figura 27. Vista en tres dimensiones - Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data	
Property Name	HE260B
Material	A572Gr50
Display Color	 Change...
Notes	Modify/Show Notes...

Shape	
Section Shape	Steel I/Wide Flange

Section Property Source	
Source: ArcelorMittal_Europe	Convert To User Defined

Section Dimensions	
Total Depth	0.26 m
Top Flange Width	0.26 m
Top Flange Thickness	0.0175 m
Web Thickness	0.01 m
Bottom Flange Width	0.26 m
Bottom Flange Thickness	0.0175 m
Fillet Radius	0 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...

Currently Default

OK

Figura 28. Columna 1 – Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data	
Property Name	HE360B
Material	A572Gr50
Display Color	 Change...
Notes	Modify/Show Notes...

Shape	
Section Shape	Steel I/Wide Flange

Section Property Source	
Source: ArcelorMittal_Europe	Convert To User Defined

Section Dimensions	
Total Depth	0.36 m
Top Flange Width	0.3 m
Top Flange Thickness	0.0225 m
Web Thickness	0.0125 m
Bottom Flange Width	0.3 m
Bottom Flange Thickness	0.0225 m
Fillet Radius	0 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...

Currently Default

OK

Figura 29. Columna 2 – Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VP 160x14x220x8

Material: A572Gr50

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	0.22	m
Top Flange Width	0.16	m
Top Flange Thickness	0.014	m
Web Thickness	0.008	m
Bottom Flange Width	0.16	m
Bottom Flange Thickness	0.014	m
Fillet Radius	0	m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

OK

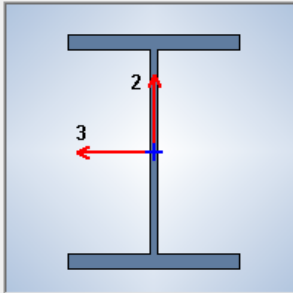


Figura 30. Viga principal – Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VS 80x5x180x4

Material: A572Gr50

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	0.18	m
Top Flange Width	0.08	m
Top Flange Thickness	0.005	m
Web Thickness	0.004	m
Bottom Flange Width	0.08	m
Bottom Flange Thickness	0.005	m
Fillet Radius	0	m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

OK

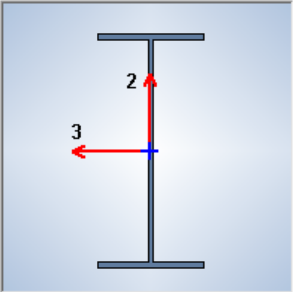


Figura 31. Viga secundaria – Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

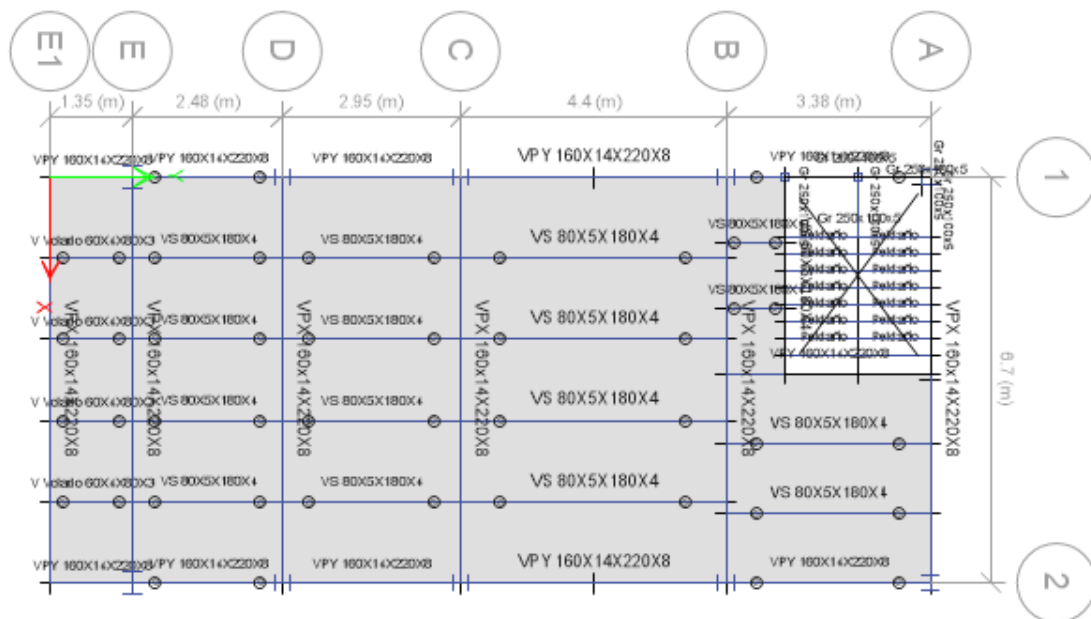


Figura 32. Configuración de losa – Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

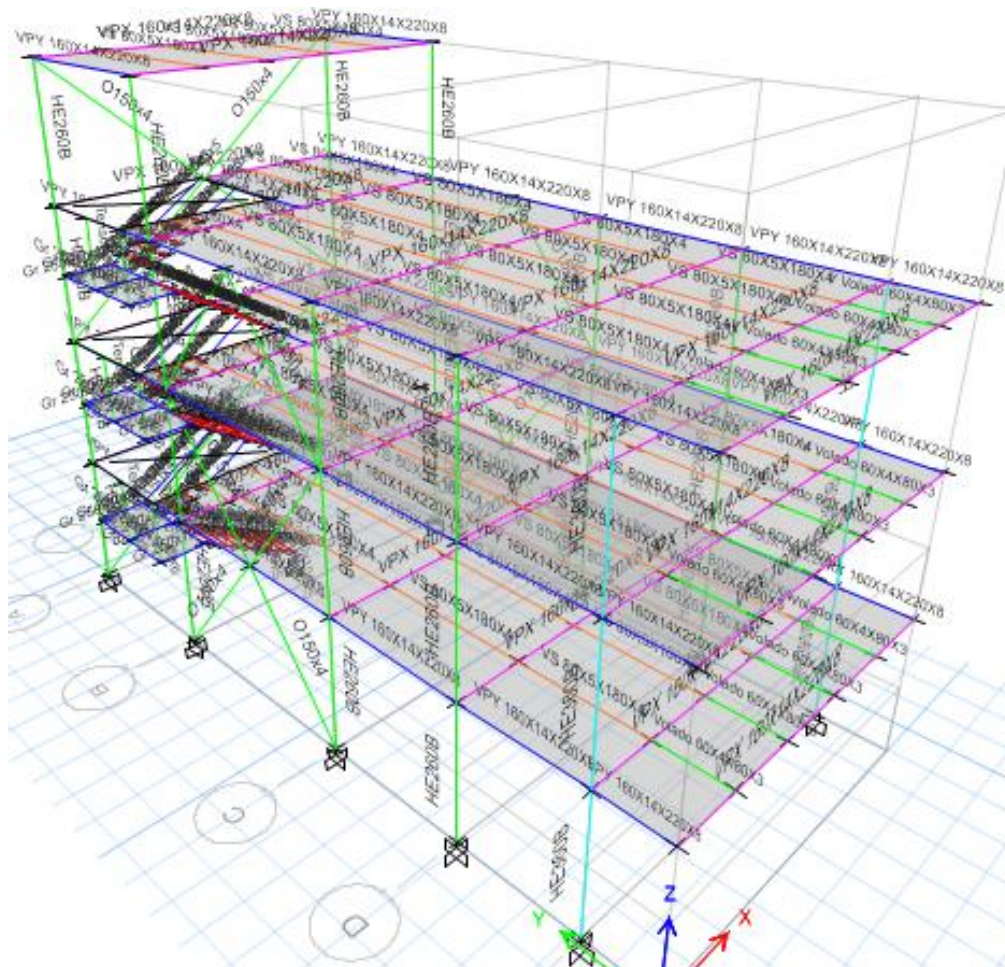


Figura 33. Vista de Secciones Modelo 1 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

MODELO 2 –ESTRUCTURA DE ACERO

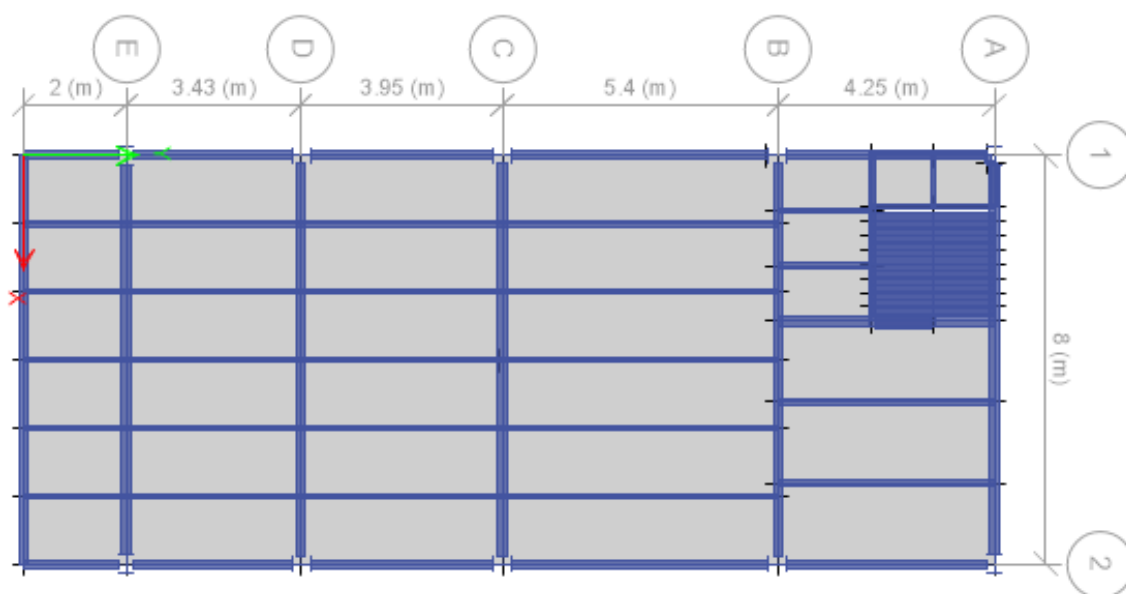


Figura 34. Vista en planta - Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

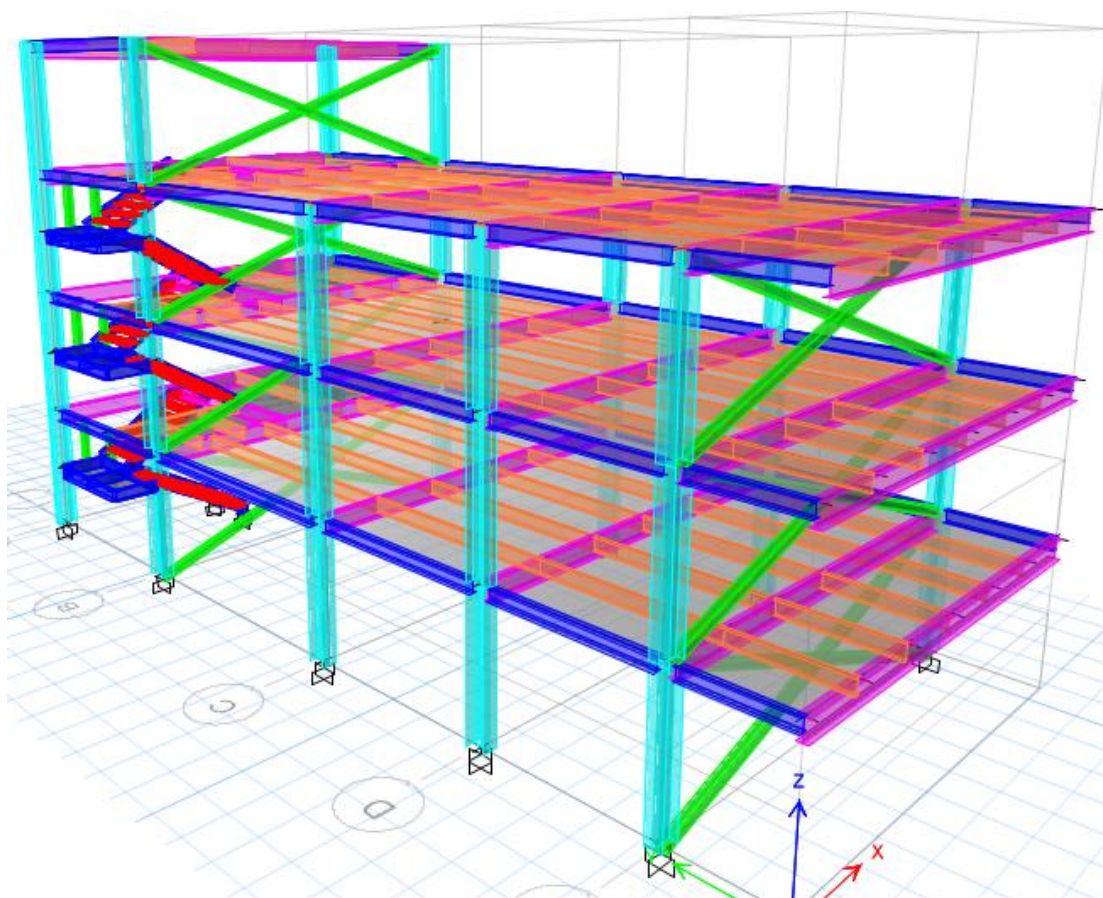


Figura 35. Vista en planta - Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: HE360B

Material: A572Gr50

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: ArcelorMittal_Europe Convert To User Defined

Section Dimensions

Total Depth	0.36	m
Top Flange Width	0.3	m
Top Flange Thickness	0.0225	m
Web Thickness	0.0125	m
Bottom Flange Width	0.3	m
Bottom Flange Thickness	0.0225	m
Fillet Radius	0	m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

OK

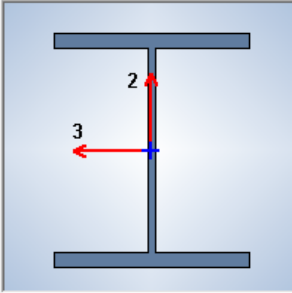


Figura 36. Columna 2 – Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VFX 180x16x350x8

Material: A572Gr50

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel I/Wide Flange

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	0.35	m
Top Flange Width	0.18	m
Top Flange Thickness	0.016	m
Web Thickness	0.008	m
Bottom Flange Width	0.18	m
Bottom Flange Thickness	0.016	m
Fillet Radius	0	m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

OK

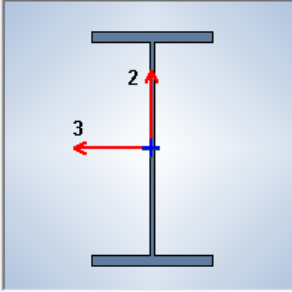


Figura 37. Viga principal X – Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material: ...

Display Color: Change...

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	0.22	m
Top Flange Width	0.16	m
Top Flange Thickness	0.014	m
Web Thickness	0.008	m
Bottom Flange Width	0.16	m
Bottom Flange Thickness	0.014	m
Fillet Radius	0	m

Property Modifiers

Currently Default

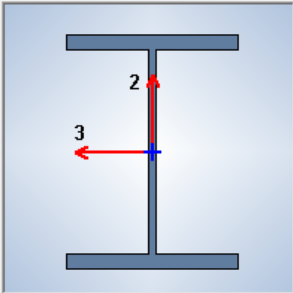


Figura 38. Viga principal Y – Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material: ...

Display Color: Change...

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	0.25	m
Top Flange Width	0.1	m
Top Flange Thickness	0.006	m
Web Thickness	0.004	m
Bottom Flange Width	0.1	m
Bottom Flange Thickness	0.006	m
Fillet Radius	0	m

Property Modifiers

Currently Default

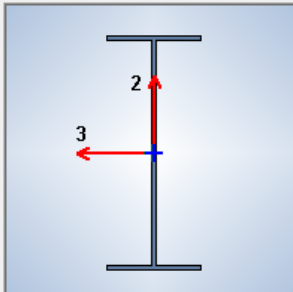


Figura 39. Viga secundaria – Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material: ...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth: m

Total Width: m

Flange Thickness: m

Web Thickness: m

Corner Radius: m

Property Modifiers

Currently Default

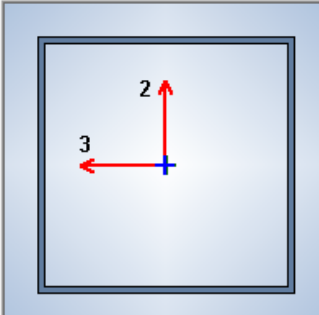


Figura 40. Arriostramiento – Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

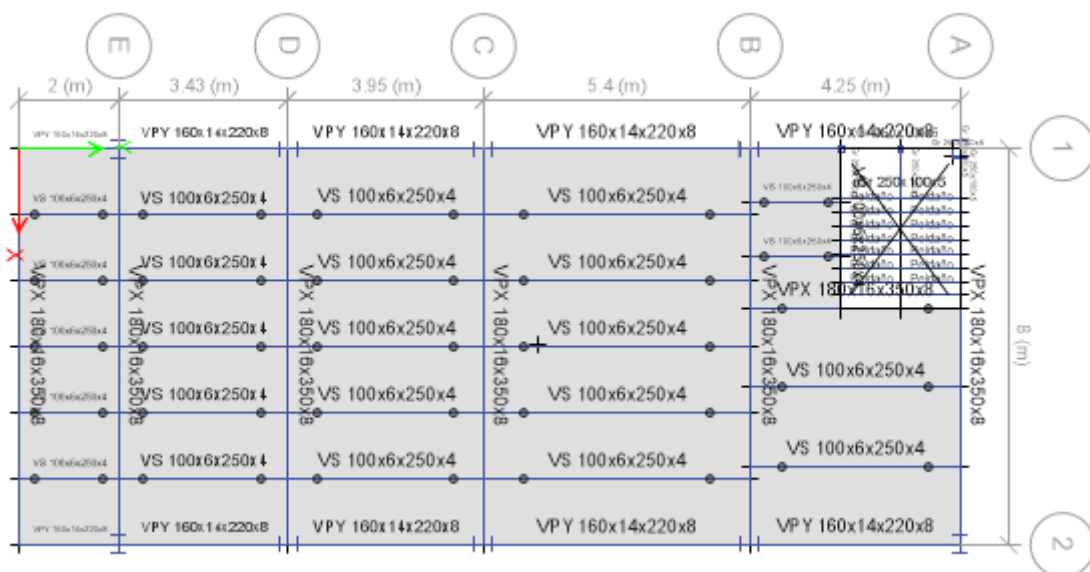


Figura 41. Configuración de losa – Modelo 2 Estructura de Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

PARTICIPACIÓN MODAL DE LA MASA

Comprobar la participación del 90% de la masa

Tabla 18. Participación modal de la masa de los cuatro modelos

MODELO 1 - HORMIGÓN		MODELO 2 - HORMIGÓN	
MODO 5		MODO 6	
Sum U _x	0.903	Sum U _x	0.9316
Sum U _y	0.9179	Sum U _y	0.9016

MODELO 1 - ACERO		MODELO 2 - ACERO	
MODO 12		MODO 21	
Sum U _x	0.9245	Sum U _x	0.9008
Sum U _y	0.9036	Sum U _y	0.9648

Fuente: Paúl Cárdenas

TORSIÓN EN PLANTA

Verificar que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales.

$$\frac{R_z}{\max(U_x; U_y)} \leq 30\%$$

Tabla 19. Rotación de los dos primeros modos de vibración

MODELO 1 - HORMIGÓN					
R _z	0.088	U _x	0.7162	Rotación	12.29%
R _z	0.1518	U _y	0.6477	Rotación	23.44%

MODELO 2 - HORMIGÓN					
R _z	0.1622	U _x	0.6235	Rotación	26.01%
R _z	0.0001	U _y	0.7762	Rotación	0.01%

MODELO 1 - ACERO					
R _z	0.0001	U _y	0.0647	Rotación	0.15%
R _z	0.1263	U _x	0.5424	Rotación	23.29%

MODELO 2 - ACERO					
R _z	0.0017	U _y	0.7334	Rotación	0.23%
R _z	0.0125	U _x	0.265	Rotación	4.72%

Fuente: Paúl Cárdenas

DERIVA DE PISO

Deriva inelástica menor o igual a 2%.

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{ELÁSTICA}$$

Tabla 20. Deriva de piso de los cuatro modelos

MODELO 1 - HORMIGÓN		MODELO 2 - HORMIGÓN	
Sismo X	1.48%	Sismo Y	1.28%
Sismo Y	1.04%	Sismo Y	1.17%

MODELO 1 - ACERO		MODELO 2 - ACERO	
Sismo X	1.91%	Sismo X	1.87%
Sismo Y	1.36%	Sismo Y	1.97%

Fuente: Paúl Cárdenas

CORTANTE

Verificar que el cortante dinámico sea mayor o igual al 80% del cortante estático

$$\frac{V.Dinámico (Espect.X)}{V.Estático (Sx)} \geq 80\%$$

Tabla 21. Cortante dinámico y estático de los cuatro modelos

MODELO 1 - HORMIGÓN					
Sx	46.8908	Ex	43.6139	Porcentaje	93.01%
Sy	46.8908	Ey	40.987	Porcentaje	87.41%

MODELO 2 - HORMIGÓN					
Sx	72.2999	Ex	60.8536	Porcentaje	84.17%
Sy	72.2999	Ey	60.9808	Porcentaje	84.34%

MODELO 1 - ACERO					
Sx	26.1716	Ex	20.9525	Porcentaje	80.06%
Sy	26.1716	Ey	20.9563	Porcentaje	80.07%

MODELO 2 - ACERO					
Sx	38.6783	Ex	37.2077	Porcentaje	96.20%
Sy	38.6783	Ey	37.2077	Porcentaje	96.20%

Fuente: Paúl Cárdenas

4.6. Análisis económico

Se realiza un análisis económico de los cuatro modelos propuestos, en base a las cantidades obtenidas en las planillas de los planos estructurales elaborados, y los precios actualizados, procedentes de la revista de la Cámara de la Construcción de Ambato [20].

Tabla 22. Presupuesto Modelo 1 Estructura de Hormigón

MODELO 1 - HORMIGÓN				
Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón en plintos	m3	21.61	164.07	\$ 3,545.55
Hormigón en cadenas	m3	4.89	212.79	\$ 1,040.54
Hormigón en columnas	m3	20.8	246.16	\$ 5,120.13
Hormigón en vigas	m3	30.99	248.52	\$ 7,701.63
Hormigón en losas	m3	31.85	217.35	\$ 6,922.60
Acero de refuerzo	kg	15387.78	2.26	\$ 34,776.38
Precio Total				\$ 59,106.83

Fuente: Paúl Cárdenas

Tabla 23. Presupuesto Modelo 1 Estructura de Acero

MODELO 1 - ACERO				
Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón en plintos	m3	11.12	164.07	\$ 1,824.46
Hormigón en cadenas	m3	4.83	212.79	\$ 1,027.78
Hormigón en pedestales	m3	1.9	246.16	\$ 467.70
Hormigón en losas	m3	24.8	217.35	\$ 5,390.28
Acero de refuerzo	kg	1960.26	2.26	\$ 4,430.19
Acero de estructural	kg	26476.06	6.45	\$ 170,770.59
Precio Total				\$ 183,911.00

Fuente: Paúl Cárdenas

Tabla 24. Presupuesto Modelo 2 Estructura de Hormigón

MODELO 2 - HORMIGÓN				
Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón en plintos	m3	31.5	164.07	\$ 5,168.21
Hormigón en cadenas	m3	6.07	212.79	\$ 1,291.64
Hormigón en columnas	m3	33.06	246.16	\$ 8,138.05
Hormigón en vigas	m3	54.16	248.52	\$ 13,459.84
Hormigón en losas	m3	51.59	217.35	\$ 11,213.09
Acero de refuerzo	kg	22845.62	2.26	\$ 51,631.10
Precio Total				\$ 90,901.93

Fuente: Paúl Cárdenas

Tabla 25. Presupuesto Modelo 2 Estructura de Acero

MODELO 2 - ACERO				
Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Hormigón en plintos	m3	11.12	164.07	\$ 1,824.46
Hormigón en cadenas	m3	6.1	212.79	\$ 1,298.02
Hormigón en pedestales	m3	2.72	246.16	\$ 669.56
Hormigón en losas	m3	39.83	217.35	\$ 8,657.05
Acero de refuerzo	kg	2063.69	2.26	\$ 4,663.94
Acero de estructural	kg	40346.21	6.45	\$ 260,233.05
Precio Total				\$ 277,346.08

Fuente: Paúl Cárdenas

Tabla 26. Comparación económica entre edificaciones de hormigón y acero

COMPARACIÓN ECONÓMICA		
Modelo 1		Porcentaje
Hormigón	\$ 59,106.83	32.14%
Acero	\$ 183,911.00	
Modelo 2		Porcentaje
Hormigón	\$ 90,901.93	32.78%
Acero	\$ 277,346.08	

Fuente: Paúl Cárdenas

4.7. Análisis técnico

Tabla 27. Peso de los elementos estructurales del modelo 1 - Hormigón

Parámetro	Hormigón	Acero	Diferencia	Interpretación
Peso total - Modelo 1 (ton)	279.72	130.80	53.24%	El acero reduce el peso en un promedio del 55%
Peso total - Modelo 2 (ton)	446.16	185.86	58.34%	
Periodo (T1) - Modelo 1	0.577	0.529	8.32%	Varía con respecto a la configuración estructural
Periodo (T1) - Modelo 2	0.543	0.662	-21.92%	
Deriva en X - Modelo 1	1.48	1.91	22.51%	Existe mayor flexibilidad en la edificación en acero
Deriva en Y - Modelo 1	1.04	1.36	23.53%	
Deriva en X - Modelo 2	1.28	1.87	31.55%	
Deriva en Y - Modelo 2	1.17	1.97	40.61%	

Fuente: Paúl Cárdenas

Los modelos en hormigón son más pesados debido a la característica propia del material con respecto a los modelos en acero, es por ello que son más rígidos en términos de desplazamientos laterales (derivas), ya que la demanda sísmica a que están expuestos es mayor. Sin embargo, el acero estructural al ser más liviano está expuesto a una demanda sísmica menor y una mayor capacidad de desplazamiento lateral.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1. Conclusiones

- El estudio se realizó en base a un diseño arquitectónico de una edificación de 3 pisos con tapa grada, con una altura de entrepiso de 2.72 metros; a partir del cual se modificó las distancias entre ejes en ambos sentidos ortogonales permitiendo obtener dos modelos y compararlos usando dos sistemas estructurales diferentes (acero y hormigón). La longitud total entre ejes del modelo 1 en sentido X es de 6.70 metros entre dos ejes, mientras que en sentido Y es de 14.56 metros entre 5 ejes. La longitud total del modelo 2 en sentido X es de 8 metros, mientras que en sentido Y es de 19.03 metros entre el mismo número de ejes que el modelo 1.
- En el modelo 1 en hormigón se usó secciones en columnas de 40x45cm y 45x45cm, en vigas en sentido X de 35x45cm y en sentido Y de 35x35, mientras que en el modelo 2 se usó secciones en columnas de 55x55cm, en vigas en sentido X de 55x50cm y en sentido Y de 35x35cm. El modelo 1 en acero tiene perfiles en columnas tipo HEB260 y HEB360, en vigas principales en sentido X y Y tipo I de 220x8x160x14mm y secundarias tipo I de 180x4x80x5mm, mientras que el modelo 2 tiene perfiles en columnas tipo HEB360, vigas principales en sentido X tipo I de 350x8x180x16mm, en sentido Y tipo I de 220x8x160x14mm y secundarias tipo I de 250x4x100x6mm.
- El costo de la estructura del modelo 1 en hormigón es de \$59 106.83, mientras que la estructura del mismo modelo en acero cuesta \$183 911.00, por lo tanto, la estructura hormigón armado representa un 32.14% del valor de la construcción acero. Se determina también que el costo de la estructura del modelo 2 en hormigón es de \$90 901.93, mientras que la estructura del mismo modelo en acero cuesta \$277 346.00, evidenciando que la estructura en hormigón armado simboliza un 32.78% del costo de la estructura en acero.

- El peso de la estructura del Hormigón del Modelo 1 es de 279.72 ton, mientras que, la estructura de acero en el mismo modelo pesa 130.80 ton, lo que representa un 53.24% de reducción de peso del acero con respecto al hormigón. De igual forma en el modelo 2 la estructura en hormigón pesa 446.16 ton, mientras que la estructura de acero únicamente pesa 185.96 ton, por lo que simboliza una reducción del 58.34% en el peso.
- La deriva de piso en el sentido X de la estructura del Hormigón del Modelo 1 1.48%, y en el sentido Y es de 1.04%, mientras que, la estructura de acero en el mismo modelo posee una deriva de piso en el sentido X de 1.91% y en el sentido Y 1.39%. Por otro lado, en el Modelo 2 de estudio la deriva de piso en el sentido X de la estructura del Hormigón es de 1.28%, y en el sentido Y es de 1.17%, mientras que, la estructura de acero en el segundo modelo posee una deriva de piso en el sentido X de 1.87% y en el sentido Y 1.97%. Por lo tanto, se concluye que existe mayor flexibilidad en las edificaciones de acero

5.2. Recomendaciones

- El estudio se enfoca en un análisis técnico – económico únicamente de materiales de construcción, sin embargo, no se prevé el tiempo de ejecución del mismo, por lo tanto, se recomienda realizar un estudio social más específico que determine el valor agregado que podría dar el tiempo de ejecución del proyecto de acuerdo al uso del mismo.

5.3. Bibliografía

- [1] M. Moncayo, «Enfoque de energía sísmica liberada: en busca de las características del comportamiento sísmico de Ecuador e identificación de las amenazas sísmicas», *Alternativas*, vol. 17, n.o 3, pp. 224-230, 2017, doi: 10.23878/alternativas.v17i3.231.
- [2] R. Aguiar Falconi, «Peligrosidad sísmica de la costa norte de Ecuador y el terremoto de Pedernales de 2016», *Revista Geofísica*, vol. 67, pp. 1-16, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://www.revistasipgh.org/index.php/regeofi/article/view/159>

- [3] N. M. Caiza de la Cruz y L. T. Córdova Arizábala, «Diseño y análisis comparativo de un edificio de cuatro plantas en estructura de acero y estructura de hormigón armado mediante metodología MIVES», 2023, [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25470>
- [4] D. Corzo y Y. Saldaña, «Comparación de diseños estructurales de edificaciones metálicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño más rentable en la construcción de viviendas multifamiliares», p. 181, 2017.
- [5] I. Thapa, A. Bhandari, y B. Subedi, «Comparative Study of Structural Analysis between Reinforced Cement Concrete Structure and Steel Framed Structure Comparative Study of Structural Analysis between Reinforced Cement Concrete Structure and Steel Framed Structure in Building», *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 7, n.o August, pp. 1-5, 2020, [En línea]. Disponible en: www.irjet.net
- [6] F. E. Cunalata Vásquez y P. E. Caiza Sánchez, «Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador», *Revista Politécnica*, vol. 50, n.o 1, pp. 55-64, 2022, doi: 10.33333/rp.vol50n1.06.
- [7] A. W. Taylor, «Changes in ACI 318 Code Provisions for Earthquake- Resistant Structures , Part 1 design of moment frames», n.o March, pp. 45-49, 2021.
- [8] J. Guerra, R. Puig, A. Castañeda, y B. Baque, «Estado Del Arte Sobre Durabilidad De Estructuras De Hormigón Armado En Perfiles Costeros», *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, vol. 6, n.o 11, p. 2023, 2023, [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11.0080>
- [9] B. S. Smith y A. Coull, «Tall Structure, Analysis and Design», 1991.
- [10] A. Oladazimi, S. Mansour, S. A. Hosseiniyou, y M. H. Majdfaghihi, «Sustainability identification of steel and concrete construction frames with respect to triple bottom line», *Buildings*, vol. 11, n.o 11, pp. 1-20, 2021, doi: 10.3390/buildings11110565.

- [11] D. Vargas, «Análisis Comparativo De Edificios De Mediana Altura, Construidos Con Estructuras De Acero Y De Hormigón Armado. Memoria Para Optar Al Título De Ingeniero Civil», 2007.
- [12] P. Espinoza, «DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION CON SECCIONES COMPUESTAS», UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2015.
- [13] American National Standart, «ANSI/AISC 341:22 - Seismic Provisions for Structural Steel Buildings», *American National Standard*, pp. 1-460, 2022, [En línea]. Disponible en: https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=Seismic+Provisions+for+Structural+Steel+Buildings&btnG=
- [14] «Sísmica de suelos», Espectros de diseño sísmico de sitio. [En línea]. Disponible en: <https://sismica.com.mx/servicios/espectros-diseno-sismico-sitio.php>
- [15] E. Paz, «Procedimiento de cálculo para la elaboración de espectros sísmicos para el diseño sismorresistente de estructuras», p. 282, 2012, [En línea]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3486_C.pdf
- [16] E. Diego, A. Valencia, E. Luis, y F. Guevara, *Peligro sísmico*. Ecuador, 2015, p. 135.
- [17] S. Sklar, D. Fish, y C. Simpson Stern, «ANSI/AISC 360-16», *Specification for Structural Steel Buildings*, vol. 37, n.o 2, pp. 169-170, 2017, doi: 10.1080/10462937.2017.1349256.
- [18] M. de D. U. y V. (MIDUVI) y (CAMICON) Cámara de la Industria de la Construcción, *NEC-SE-CG: Cargas (No Sísmicas)*. 2014.
- [19] D. Aulestia, L. Guevara, R. Paredes, y J. Toral, *NEC_SE_CG: Cargas no sísmicas*. 2014, pp. 1-32. [En línea]. Disponible en: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-Sísmicas.pdf>
- [20] Cámara de la construcción de Ambato, «MODUS VIVENDI N ° 79», p. 31, 2025.

5.4. Anexos

MODELO 1 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

Análisis sísmico

PERIODO DE VIBRACIÓN

Calibración del período de vibración

$$T_1 \leq T. \text{ Programa} \leq 1.3 T_1$$

$$0.4783 \text{ s} \leq 0.577 \text{ s} \leq 0.622 \text{ s}$$

(CUMPLE)

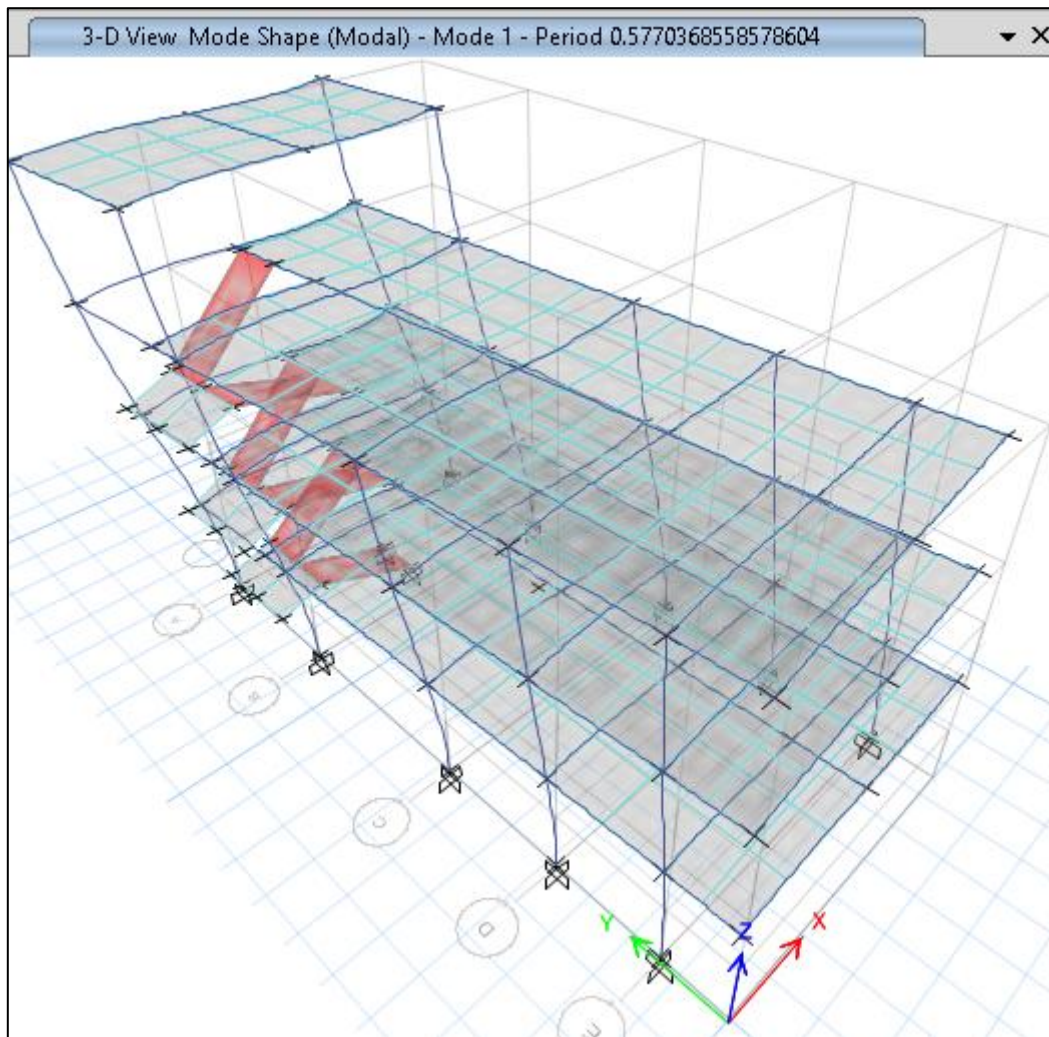
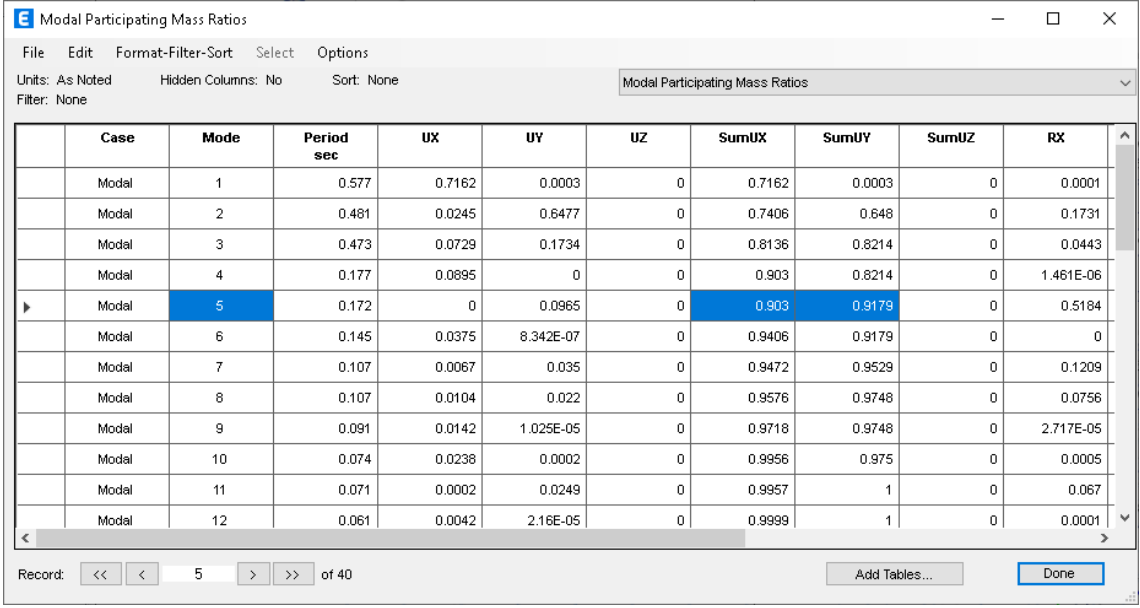


Figura 43. Periodo de vibración – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

PARTICIPACIÓN MODAL DE LA MASA

Comprobar la participación del 90% de la masa



Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.577	0.7162	0.0003	0	0.7162	0.0003	0	0.0001
Modal	2	0.481	0.0245	0.6477	0	0.7406	0.648	0	0.1731
Modal	3	0.473	0.0729	0.1734	0	0.8136	0.8214	0	0.0443
Modal	4	0.177	0.0895	0	0	0.903	0.8214	0	1.461E-06
Modal	5	0.172	0	0.0965	0	0.903	0.9179	0	0.5184
Modal	6	0.145	0.0375	8.342E-07	0	0.9406	0.9179	0	0
Modal	7	0.107	0.0067	0.035	0	0.9472	0.9529	0	0.1209
Modal	8	0.107	0.0104	0.022	0	0.9576	0.9748	0	0.0756
Modal	9	0.091	0.0142	1.025E-05	0	0.9718	0.9748	0	2.717E-05
Modal	10	0.074	0.0238	0.0002	0	0.9956	0.975	0	0.0005
Modal	11	0.071	0.0002	0.0249	0	0.9957	1	0	0.067
Modal	12	0.061	0.0042	2.16E-05	0	0.9999	1	0	0.0001

Figura 44. Participación modal de la masa – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

La participación del 90% de la masa en el sentido X y Y se cumple en el modo de vibración número 5.

TORSIÓN EN PLANTA

Verificar que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales.

MODO 1

$$\frac{R_z}{\max(U_x; U_y)} \leq 30\%$$

$$\frac{0.088}{0.7162} \leq 30\%$$

$$12.29\% \leq 30\%$$

(Traslacional)

MODO 2

$$\frac{R_z}{\max(U_x; U_y)} \leq 30\%$$

$$\frac{0.1518}{0.6477} \leq 30\%$$

$$23.44\% \leq 30\%$$

(Traslacional)

Modal Participating Mass Ratios												
File Edit Format-Filter-Sort Select Options												
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios												
Filter: None												
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
	Modal	1	0.577	0.7162	0.0003	0	0.7162	0.0003	0	0.0001	0.2588	0.088
	Modal	2	0.481	0.0245	0.6477	0	0.7406	0.648	0	0.1731	4.839E-05	0.1518
	Modal	3	0.473	0.0729	0.1734	0	0.8136	0.8214	0	0.0443	0.0012	0.5795
	Modal	4	0.177	0.0895	0	0	0.903	0.8214	0	1.461E-06	0.4348	0.0345
	Modal	5	0.172	0	0.0965	0	0.903	0.9179	0	0.5184	2.947E-06	0
	Modal	6	0.145	0.0375	8.342E-07	0	0.9406	0.9179	0	0	0.1521	0.0841
	Modal	7	0.107	0.0067	0.035	0	0.9472	0.9529	0	0.1209	0.0169	0.0001
	Modal	8	0.107	0.0104	0.022	0	0.9576	0.9748	0	0.0756	0.0263	0.0001
	Modal	9	0.091	0.0142	1.025E-05	0	0.9718	0.9748	0	2.717E-05	0.029	0.0341
	Modal	10	0.074	0.0238	0.0002	0	0.9956	0.975	0	0.0005	0.065	0.0128
	Modal	11	0.071	0.0002	0.0249	0	0.9957	1	0	0.067	0.0005	4.36E-05
	Modal	12	0.061	0.0042	2.16E-05	0	0.9999	1	0	0.0001	0.0152	0.0148

Figura 45. Rotación de los modos de vibración – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

DERIVA DE PISO

Deriva inelástica menor o igual a 2%.

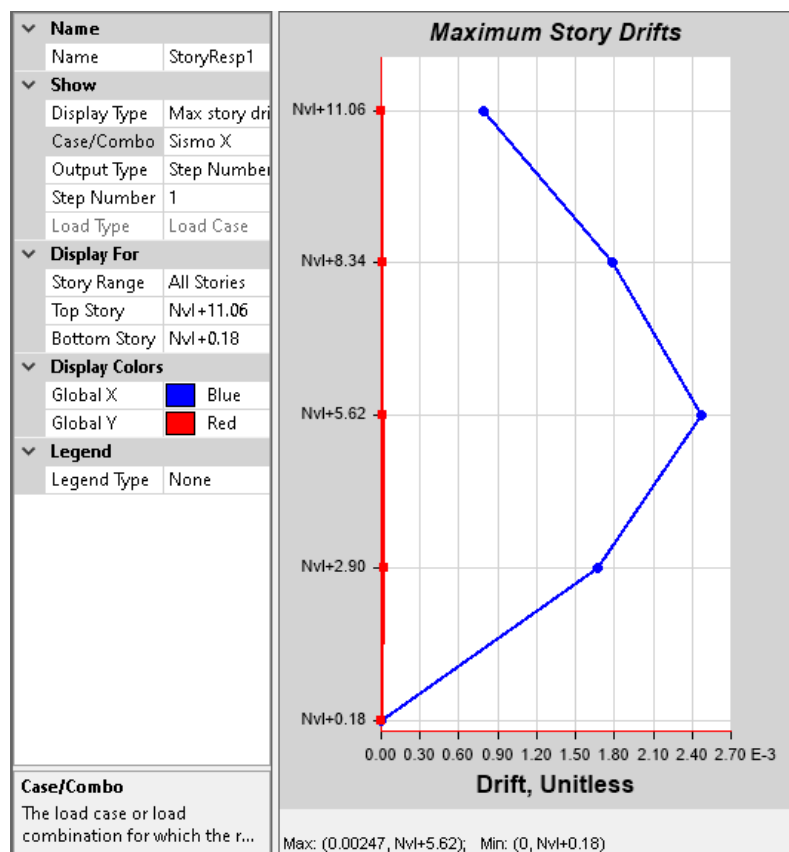


Figura 46. Deriva de piso sismo X – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

Sismo X:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{ELÁSTICA}$$

$$\Delta_M = 0.75 * 8 * 0.00247$$

$$\Delta_M = 1.48\% \text{ (Cumple)}$$

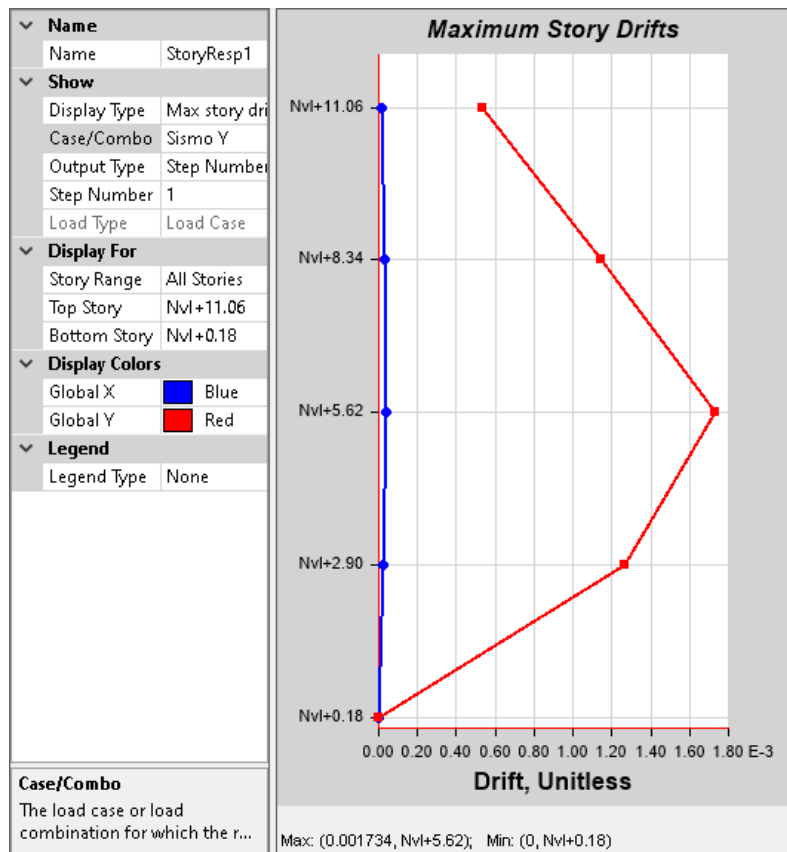


Figura 47. Deriva de piso sismo Y – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

Sismo Y:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{ELÁSTICA}$$

$$\Delta_M = 0.75 * 8 * 0.001734$$

$$\Delta_M = 1.04\% \text{ (Cumple)}$$

CORTANTE SENTIDO X

Verificar que el cortante dinámico sea mayor o igual al 80% del cortante estático.

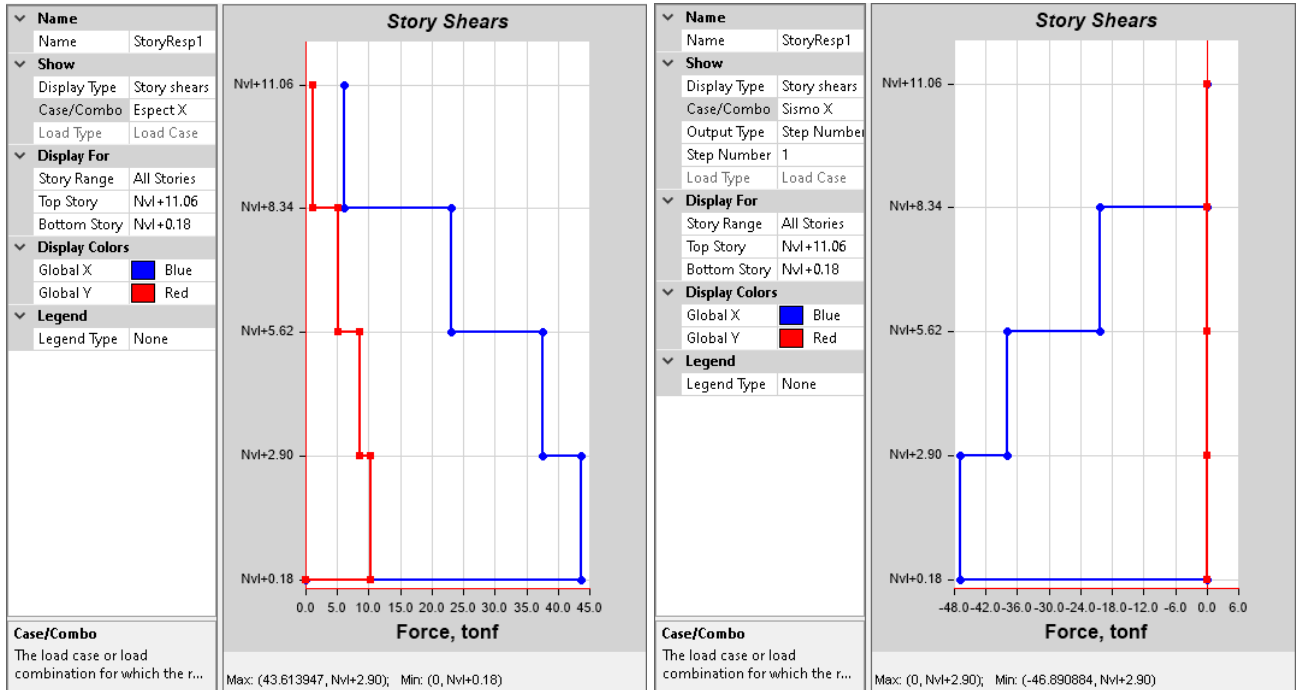


Figura 48. Cortante estático y dinámico sentido X – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

$$\frac{V. \text{Dinámico (Espect. X)}}{V. \text{Estático (Sismo X)}} \geq 80\%$$

$$\frac{43.6139 \text{ tonf}}{46.8908 \text{ tonf}} \geq 80\%$$

$$93.01\% \geq 80\%$$

(CUMPLE)

CORTANTE SENTIDO Y

Verificar que el cortante dinámico sea mayor o igual al 85% del cortante estático.

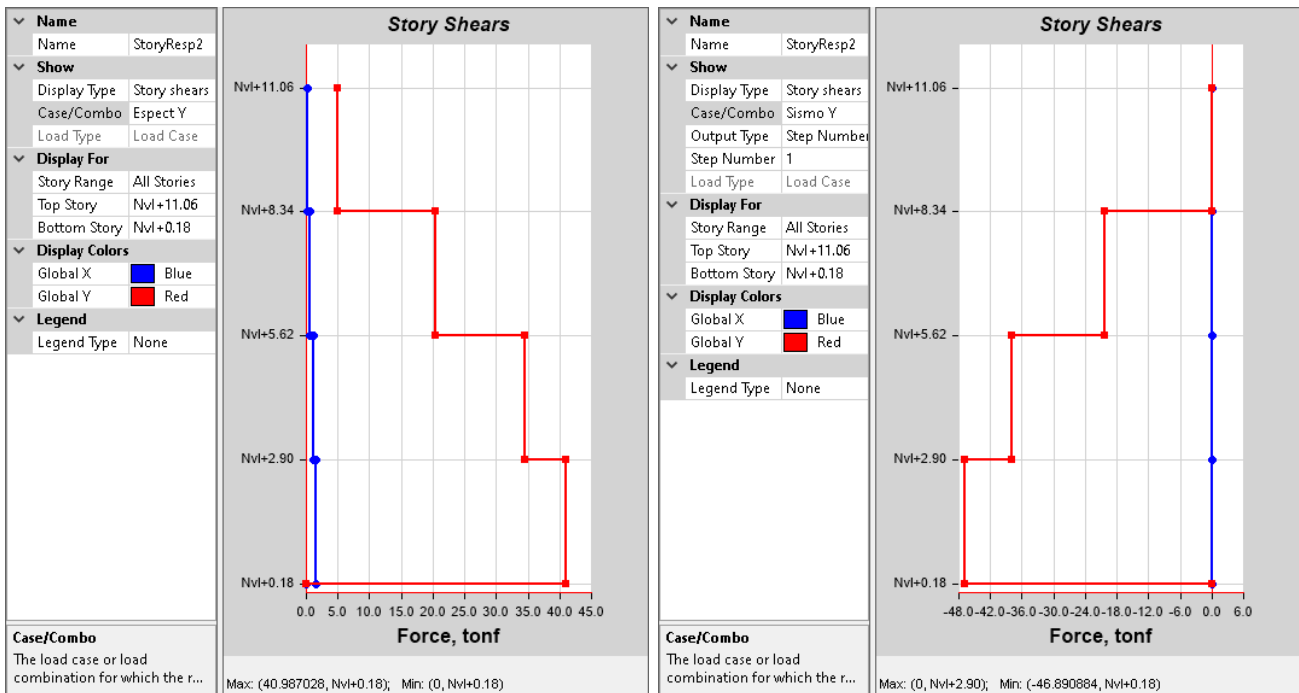


Figura 49. Cortante estático y dinámico sentido Y – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

$$\frac{V. \text{Dinámico (Espect. X)}}{V. \text{Estático (Sismo X)}} \geq 80\%$$

$$\frac{40.987 \text{ tonf}}{46.8908 \text{ tonf}} \geq 80\%$$

$$87.41\% \geq 80\%$$

(CUMPLE)

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

COLUMNAS

Columna de 45x45cm, eje B1

Axial Force and Biaxial Moment Design for P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-m	Design M_{u3} tonf-m	Minimum M2 tonf-m	Minimum M3 tonf-m	Rebar Area m ²	Rebar % %
69.4304	-1.9954	-14.9946	1.9954	1.9954	0.002025	1

DISEÑO DE COLUMNAS

DATOS

b =	45	[cm]
h =	45	[cm]
f'c =	210	[kg/cm ²]
fy =	4200	[kg/cm ²]
r =	4	[cm]
Ag =	2025	[cm ²]

ACERO

ρ =	1	%
As _{req} =	20.25	[cm ²]
Φ ₁	14	[mm]
#_var Φ ₁ =	16	[-]
Φ ₂		[mm]
#_var Φ ₂ =		[-]
As _{calc} =	24.63	[cm ²]
#var. Horznt	5	[-]
#var. vertic.	5	[-]

CUMPLE

PUNTO DE CARGA CONCÉNTRICA

Pn =	-368.41	[ton]
------	---------	-------

PUNTO DE FALLA BALANCEADA

Cb =	23.71	[cm]
a _b =	20.15	[cm]
ε =	0.003	[-]

$$P_n = 0.80(0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y)$$

$$C_b = \left(\frac{6000}{6000 + 4200} \right) d$$

$$a_b = \beta_1 C_b$$

	ε _i	fs _i (kg/cm ²)	F _i (ton)	M _i (ton*m)
Línea 1	-0.00241	-4200.000	-32.327	5.75
Línea 2	-0.00128	-2685.707	-8.269	0.74
Línea 3	-0.00015	-320.471	-0.987	0.00
Línea 4	0.00097	2044.764	6.296	0.56
Línea 5	0.00210	4200.000	32.327	5.75
			-2.960	12.80

$$f_s = \epsilon_i \cdot E_s$$

$$F_i = f_s \cdot A_s$$

$$M_i = F_i \cdot (Y_p - d_i)$$

FUERZA DEL BLOQUE COMPRESIÓN

Cc =	-161.85	[ton]
------	---------	-------

CARGA NOMINAL BALANCEADA

P _{nb} =	-164.82	[ton]
-------------------	---------	-------

MOMENTO NOMINAL BALANCEADO

M _{nb} =	32.92	[ton*m]
-------------------	-------	---------

$$C_c = 0.85f'_c \cdot a \cdot b$$

$$P_{nb} = C_c + \sum F_i$$

$$M_{nb} = M_{to} \text{ que genera la compresión del concreto} + \sum M_i$$

$$M_{nb} = C_c \cdot \left(Y_p - \frac{a}{2} \right) + \sum M_i$$

CENTROIDE PLÁSTICO

d ₁ =	4.70 [cm]	As ₁ =	7.70 [cm ²]	36.18
d ₂ =	13.60 [cm]	As ₂ =	3.08 [cm ²]	41.87
d ₃ =	22.50 [cm]	As ₃ =	3.08 [cm ²]	69.28
d ₄ =	31.40 [cm]	As ₄ =	3.08 [cm ²]	96.68
d ₅ =	40.30 [cm]	As ₅ =	7.70 [cm ²]	310.19
		ΣAs _i *d _i =		554.20
Y _p =	22.500186	[cm]		

GRÁFICA

Mu [ton*m]	Pu [ton]
0	-368.41
27.29	-277.44
32.92	-164.82
14.52	58.83

FALLA BALANCEADA

Mu [ton*m]	Pu [ton]
0	0
32.92	-164.8151

UBICACIÓN COLUMNA

Mu [ton*m]	Pu [ton]
14.9946	-69.4304

DISTRIBUCIÓN DE DEFORMACIONES Y ESFUERZOS

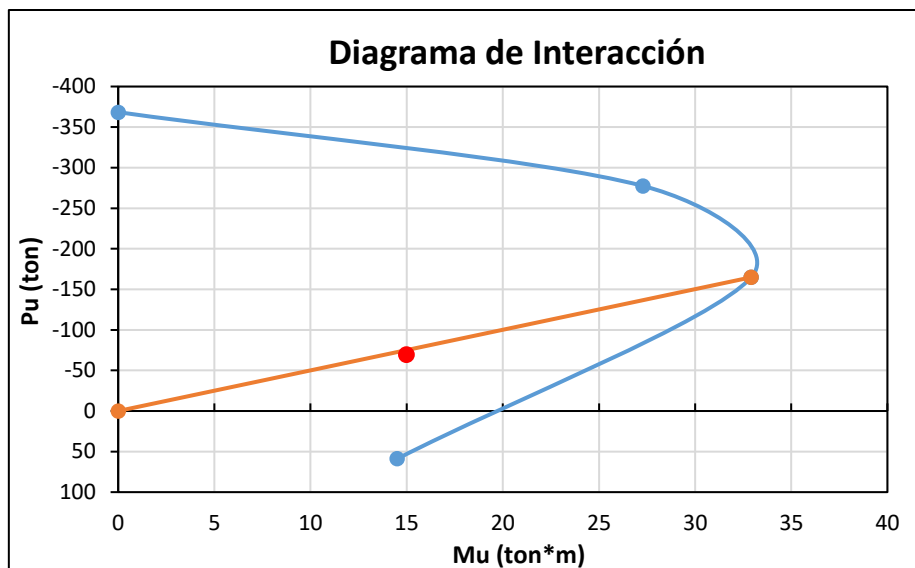


Figura 50. Diagrama de interacción de la columna de 45x45cm – Modelo 1 –

Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

VIGAS

Viga de 35x45cm, eje C

Flexural Design Moment, M_{u3} and Axial Force, P_u

	Station Loc m	Design M_u tonf-m	Design P_u tonf	Combo Name
Top (+2 Axis) End-I	0.225	-14.9727	0	1.2D+L-Sx

Design Forces

Factored V_{u2} tonf	Factored M_{u3} tonf-m	Design V_{u2} tonf	Capacity V_p tonf	Gravity V_g tonf	Factored T_u tonf-m	Design T_u tonf-m
9.1102	-5.2141	9.1085	4.94	9.296	2.7012	2.7012

DISEÑO DE VIGAS		
DATOS		
$b =$	35	cm
$h =$	45	cm
$r =$	3	cm
$f'c =$	210	kg/cm ²
$fy =$	4200	kg/cm ²
FUERZAS		
$Mu =$	14.97	T.m
$F.V. =$	9.11	Ton

$$k = 0.85 * f'c * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14}{fy} * b * d$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0.5 \rho_b * b * d$$

DISEÑO A FLEXIÓN		
ACERO LONGITUDINAL		
$k =$	262395	
$\beta =$	0.8000	
$\rho b =$	0.0201	
$\rho_{m\acute{i}n} =$	0.0033	
$\rho_{m\acute{a}x} =$	0.0101	
$As_{m\acute{i}n} =$	4.90	cm ²
$As_{m\acute{a}x} =$	14.80	cm ²
$As =$	10.28	cm ²
$\emptyset$ mayor	18	mm
$\emptyset$ menor	16	mm
ACERO CALCULADO		

DISEÑO A CORTE		
ESTRIBOS		
Vc	11.290	Ton
Vs	-0.57	Ton
ACERO MÍNIMO		
$As. V.$	0.785	cm ²
$\emptyset$	10	mm
SEPARACIÓN		
So	10	cm
S	21	cm

$$\emptyset Vn \geq Vu$$

$$Vn = Vc + Vs$$

$$As. V = \frac{Vs * s}{fy * d}$$

Las vigas de 35x45cm en sentido X tendrán un armado de 3 varillas de 16mm a lo largo de toda la longitud, y refuerzos en los extremos de 3 varillas de 18mm en la parte superior, mientras que en la parte inferior tendrán un armado a lo largo de toda la longitud de 3 varillas de 16mm más 2 varillas de 14mm.

CIMENTACIÓN

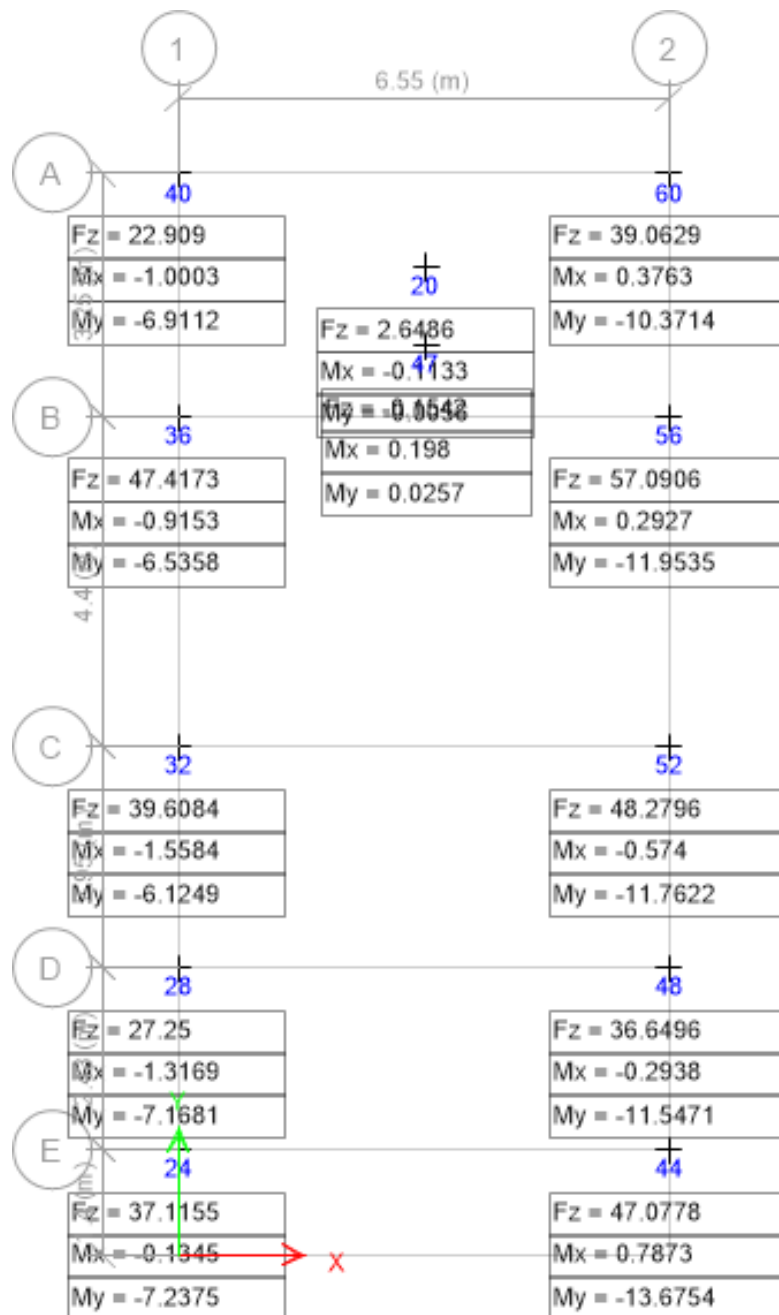


Figura 51. Cargas de servicio hacia el suelo – Modelo 1 – Hormigón

Fuente: Paúl Cárdenas

DATOS ARQ.			At	0.00	m2	Ps	57.09	Ton	DISEÑO					
L1		m	Pm	5.25	Ton	Psp			Pu	68.51	Ton	Punzonamiento		
L2		m	Pm	57.09	Ton	Msa	13.68	T.m	Mua	16.42	T.m	bo	3	m
L3		m	Pm	57.09	Ton	Msb	2.57	T.m	Mub	3.08	T.m	a1	0.56	m2
L4		m	Pv	0.00	Ton	Tipo	SUPERFICIAL		q1a	17.27	T/m2	Esf.P	69.27	T/m2
CM1		T/m2	Pv		Ton	Ac	5.52	m2	q1b	12.15	T/m2	Esf.R.1	115.21	T/m2
CV1		T/m2	Pv	0.00	Ton	x	0.95	m	q2a	4.66	T/m2	Esf.R.2	169.55	T/m2
Pisos		u	Mma	2.57	T.m	A.sug	2.35	m	q2b	9.78	T/m2	Esf.R.3	169.55	T/m2
CM2		T/m2	Mma	13.68	T.m	A.def	2.50	m	Cortante		Esf.R.P	115.21	T/m2	
CV2		T/m2	Mma	13.68	T.m	B	2.50	m	q3a	13.61	T/m2	Aplastamiento		
Pisos		u	Mva	0.00	T.m	d	0.30	m	q3b	11.46	T/m2	Esf.A	307.20	T/m2
CM3		T/m2	Mmb	2.57	T.m	Tipo	CENTRAL		Esf.V_a	37.31	T/m2	Esf.R.A	1160.25	T/m2
CV3		T/m2	Mmb		T.m	Dimensiones			Esf.V_b	28.52	T/m2	Flexión		
Pisos		u	Mmb	2.57	T.m	A	2.50	m	Esf.R	57.60	T/m2	q3a	12.10	T/m2
a	0.45	m	Mvb	0.00	T.m	B	2.50	m	Armado		q3b	11.17	T/m2	
b	0.45	m				H	0.35	m	As.mín	6.3	cm2	Mu_a	8.16	T.m
recubrim.	0.05	m				q1a	14.39	OK	As.calcul	7.37	cm2	Mu_b	6.21	T.m
He	11.06	m				q1b	10.12	OK	As.def	7.37	cm2	Mu	8.16	T.m
qa	15.0	T/m2	Check list			volado	1.03	m	Ø	14	mm	d.mín	0.16	m
f'c	210	kg/cm2	Cortante						sep (@)	21	cm			
fy	4200.00	kg/cm2	Punzonamiento						#Varillas	12	u			
			Aplastamiento						Long. Des.	89	cm			
			Flexión						SIN GANCHOS					

Se propone una cimentación de 2.50 x 2.50 metros en las columnas de 45x45cm, con un armado de varillas de 14mm separadas cada 21cm.

MODELO 1 ESTRUCTURA DE ACERO

ANÁLISIS SÍSMICO

PERIODO DE VIBRACIÓN

Calibración del período de vibración

$$T_1 \leq T. \text{ Programa} \leq 1.3 T_1$$

$$0.4427 \text{ s} \leq 0.5285 \text{ s} \leq 0.589 \text{ s}$$

(CUMPLE)

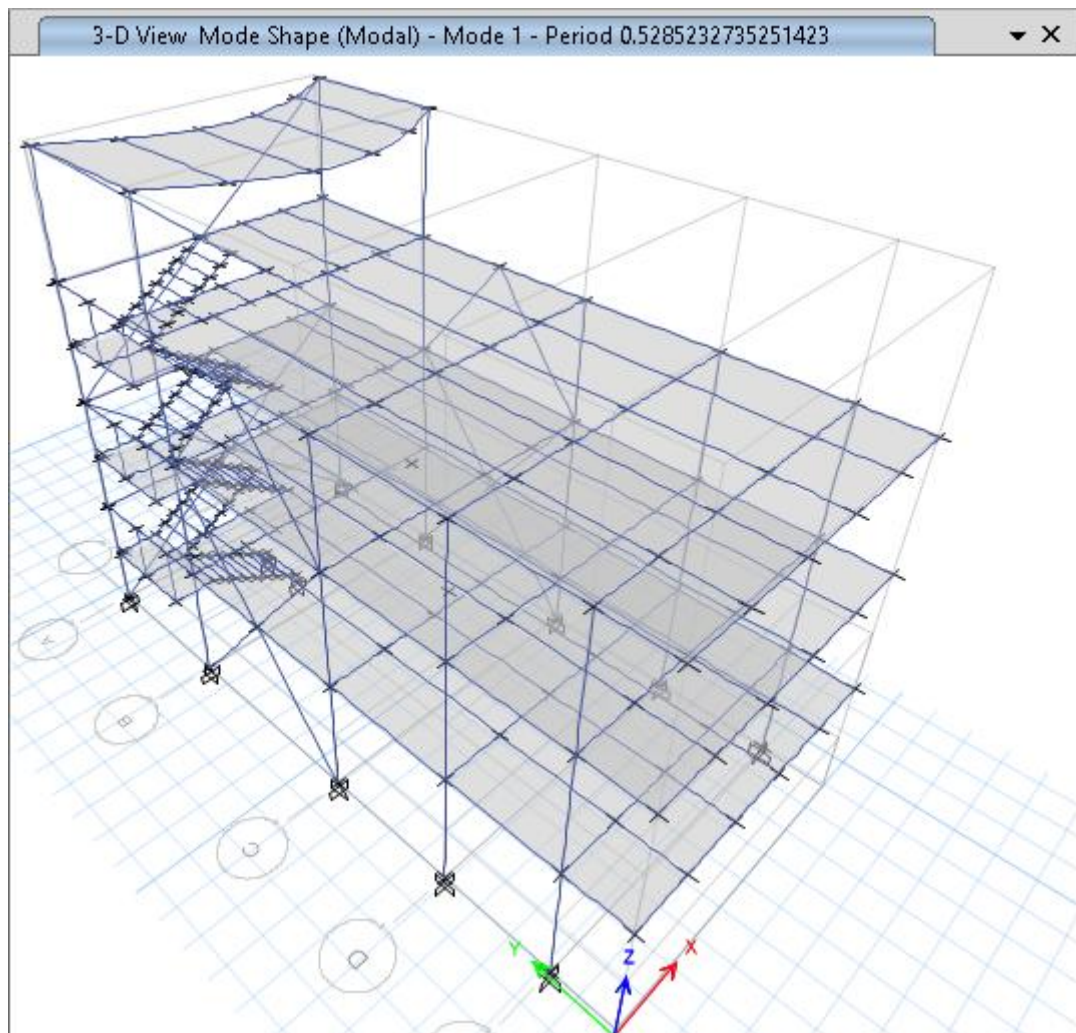
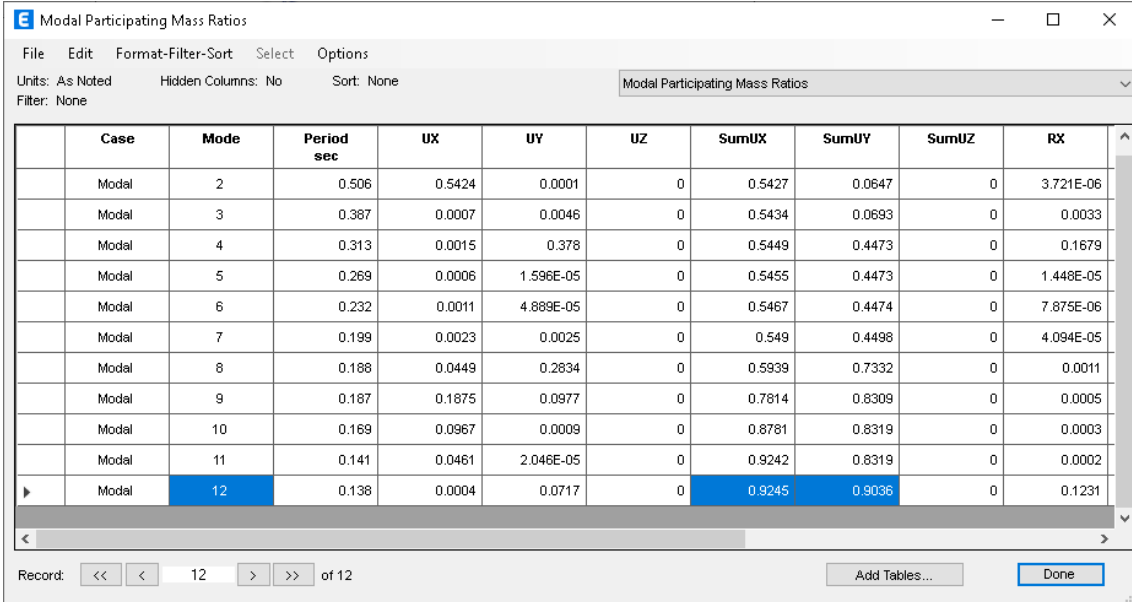


Figura 52. Período de vibración – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

PARTICIPACIÓN MODAL DE LA MASA

Comprobar la participación del 90% de la masa



	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
	Modal	2	0.506	0.5424	0.0001	0	0.5427	0.0647	0	3.721E-06
	Modal	3	0.387	0.0007	0.0046	0	0.5434	0.0693	0	0.0033
	Modal	4	0.313	0.0015	0.378	0	0.5449	0.4473	0	0.1679
	Modal	5	0.269	0.0006	1.596E-05	0	0.5455	0.4473	0	1.448E-05
	Modal	6	0.232	0.0011	4.889E-05	0	0.5467	0.4474	0	7.875E-06
	Modal	7	0.199	0.0023	0.0025	0	0.549	0.4498	0	4.094E-05
	Modal	8	0.188	0.0449	0.2834	0	0.5939	0.7332	0	0.0011
	Modal	9	0.187	0.1875	0.0977	0	0.7814	0.8309	0	0.0005
	Modal	10	0.169	0.0967	0.0009	0	0.8781	0.8319	0	0.0003
	Modal	11	0.141	0.0461	2.046E-05	0	0.9242	0.8319	0	0.0002
▶	Modal	12	0.138	0.0004	0.0717	0	0.9245	0.9036	0	0.1231

Figura 53. Participación modal de la masa – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

La participación del 90% de la masa en el sentido X y Y se cumple en el modo de vibración número 12.

TORSIÓN EN PLANTA

Verificar que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales.

MODO 1

$$\frac{R_z}{\max(U_x; U_y)} \leq 30\%$$

$$\frac{0.0001}{0.0647} \leq 30\%$$

$$0.15\% \leq 30\%$$

(Traslacional)

MODO 2

$$\frac{R_z}{\max(U_x; U_y)} \leq 30\%$$

$$\frac{0.1263}{0.5424} \leq 30\%$$

$$23.29\% \leq 30\%$$

(Traslacional)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.529	0.0003	0.0647	0	0.0003	0.0647	0	0.2001	0.0001	0.0001
Modal	2	0.506	0.5424	0.0001	0	0.5427	0.0647	0	3.721E-06	0.201	0.1263
Modal	3	0.387	0.0007	0.0046	0	0.5434	0.0693	0	0.0033	0.086	0.178
Modal	4	0.313	0.0015	0.378	0	0.5449	0.4473	0	0.1679	0.0046	0.0056
Modal	5	0.269	0.0006	1.596E-05	0	0.5455	0.4473	0	1.448E-05	0.0246	0.0471
Modal	6	0.232	0.0011	4.889E-05	0	0.5467	0.4474	0	7.875E-06	0.0073	0.003
Modal	7	0.199	0.0023	0.0025	0	0.549	0.4498	0	4.094E-05	0.039	0.1029
Modal	8	0.188	0.0449	0.2834	0	0.5939	0.7332	0	0.0011	0.0296	0.0001
Modal	9	0.187	0.1875	0.0977	0	0.7814	0.8309	0	0.0005	0.0732	0.0076
Modal	10	0.169	0.0967	0.0009	0	0.8781	0.8319	0	0.0003	0.0215	0.3116
Modal	11	0.141	0.0461	2.046E-05	0	0.9242	0.8319	0	0.0002	0.0287	0.0001
Modal	12	0.138	0.0004	0.0717	0	0.9245	0.9036	0	0.1231	0.0002	3.694E-05

Figura 54. Rotación de los modos de vibración – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

DERIVA DE PISO

Deriva inelástica menor o igual a 2%.

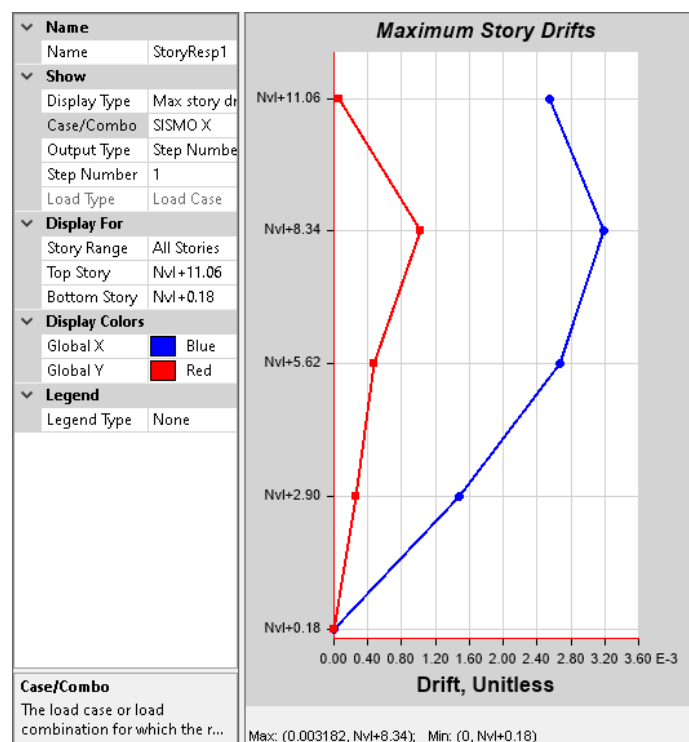


Figura 55. Deriva de piso sismo X – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

Sismo X:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{ELÁSTICA}$$

$$\Delta_M = 0.75 * 8 * 0.003182$$

$$\Delta_M = 1.91\% \text{ (Cumple)}$$

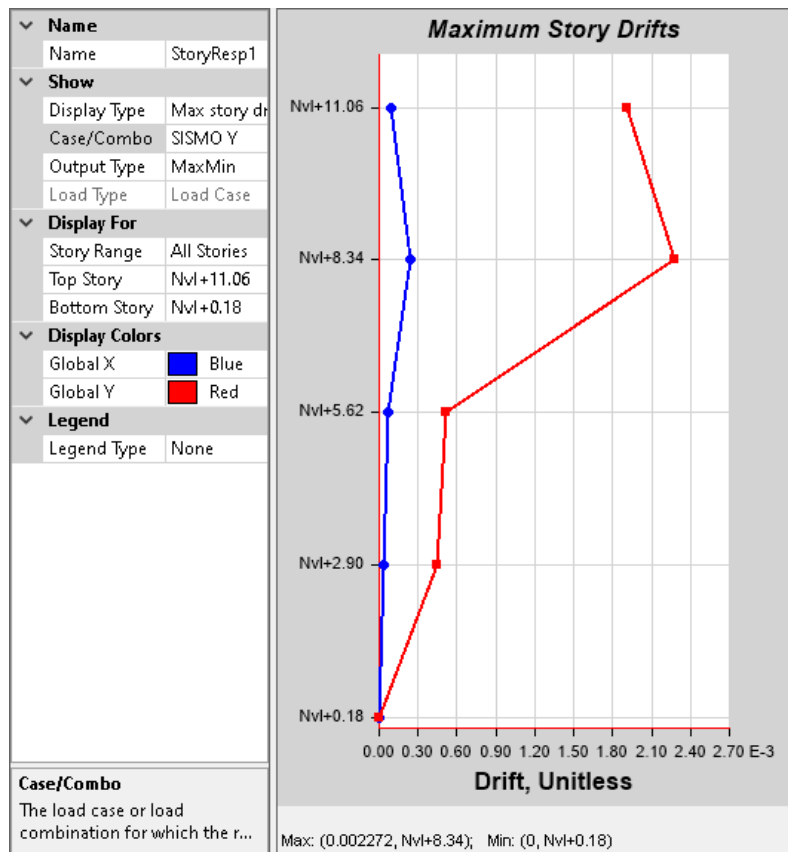


Figura 56. Deriva de piso sismo Y – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

Sismo Y:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_{ELÁSTICA}$$

$$\Delta_M = 0.75 * 8 * 0.002272$$

$$\Delta_M = 1.36\% \text{ (Cumple)}$$

CORTANTE SENTIDO X

Verificar que el cortante dinámico sea mayor o igual al 85% del cortante estático.

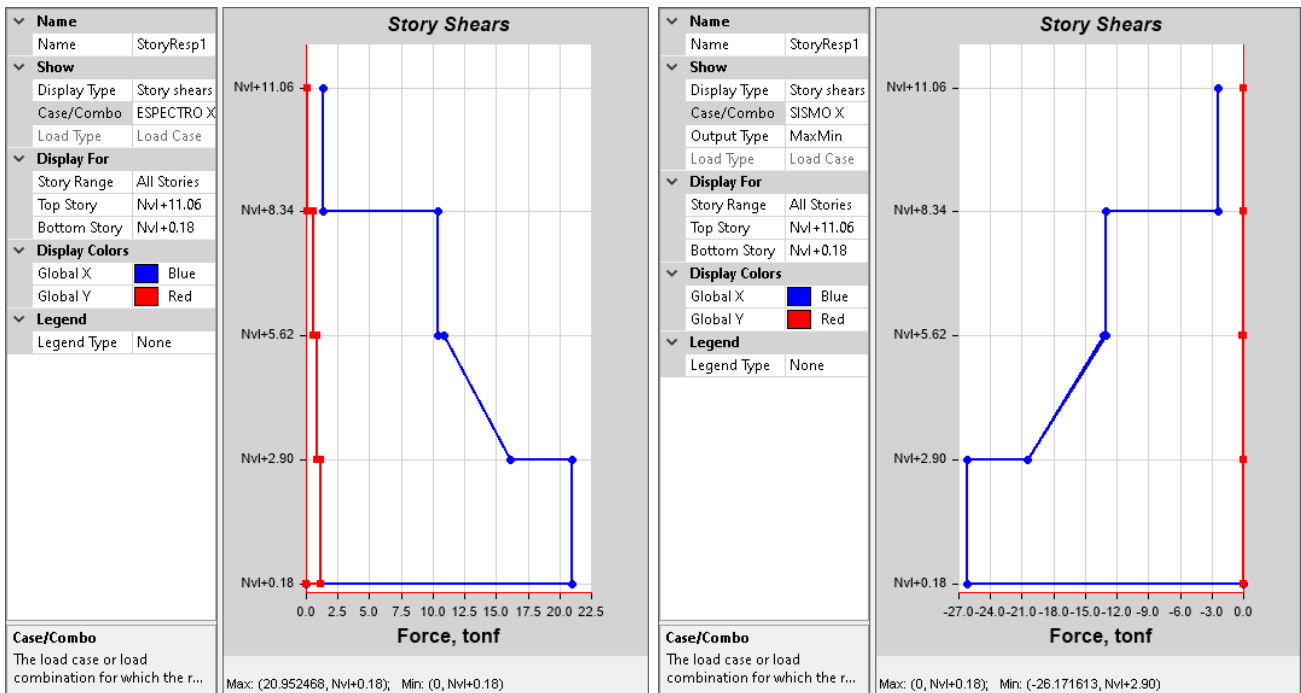


Figura 57. Cortante estático y dinámico sentido X – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

$$\frac{V. \text{Dinámico (Espect. X)}}{V. \text{Estático (Sismo X)}} \geq 80\%$$

$$\frac{20.9525 \text{ tonf}}{26.1716 \text{ tonf}} \geq 80\%$$

$$80.06\% \geq 80\%$$

(CUMPLE)

CORTANTE SENTIDO Y

Verificar que el cortante dinámico sea mayor o igual al 85% del cortante estático.

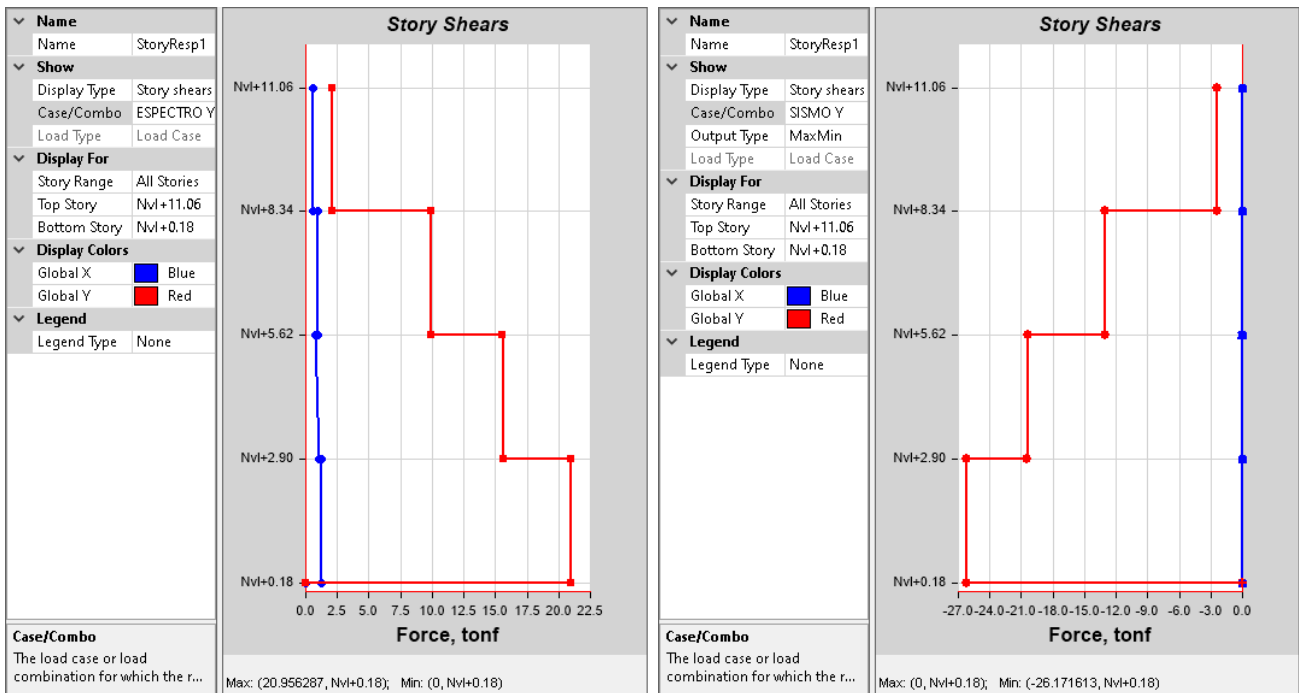


Figura 58. Cortante estático y dinámico sentido Y – Modelo 1 – Acero

Fuente: Paúl Cárdenas

$$\frac{V. \text{Dinámico (Espect. Y)}}{V. \text{Estático (Sismo Y)}} \geq 80\%$$

$$\frac{20.9563 \text{ tonf}}{26.1716 \text{ tonf}} \geq 80\%$$

$$80.07\% \geq 80\%$$

(CUMPLE)

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

VIGA PRINCIPAL EJE X

$E := 2.043 \cdot 10^6 \frac{kg}{cm^2}$

$f_y := 3515 \frac{kg}{cm^2}$

$R_y := 1.1$

VIGA PRINCIPAL

Datos:

$h := 22 \text{ cm}$

$b_f := 16 \text{ cm}$

$Z_x := 535.2 \text{ cm}^3$

$l := 6.70 \text{ m}$

$t_w := 0.8 \text{ cm}$

$t_f := 1.4 \text{ cm}$

$r_y := 3.987 \text{ cm}$

ESBELTEZ

ALAS:

$\gamma := \frac{b_f}{t_f} = 5.714$

$\gamma_p := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.161$

$\gamma_r := 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 24.109$

$\gamma_{hd} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot f_y}} = 6.896$

if $\gamma < \gamma_{hd}$
 || "ALTA DUCTILIDAD"
 else if $\gamma < \gamma_p$
 || "COMPACTO"
 else
 || "NO COMPACTO"

= "ALTA DUCTILIDAD"

ALMA:

$\gamma := \frac{h}{t_w} = 27.5$

$\gamma_p := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.648$

$\gamma_r := 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137.41$

$\gamma_{hd} := 2.5 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot f_y}} = 57.467$

if $\gamma < \gamma_{hd}$
 || "ALTA DUCTILIDAD"
 else if $\gamma < \gamma_p$
 || "COMPACTO"
 else
 || "NO COMPACTO"

= "ALTA DUCTILIDAD"

LONGITUD DE ARRIOSTRAMIENTO

$L_b := 0.095 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot f_y}} = 2.001 \text{ m}$

$$\text{arriostramientos} := \text{floor}\left(\frac{l}{L_b}\right) = 3$$

$$l_v := \frac{l}{\text{arriostramientos} + 1} = 1.675 \text{ m}$$

if $L_b < l_v$	= "NO CHEQUEO LTB"
"CHQUEO LTB"	
else	
"NO CHEQUEO LTB"	

FLUENCIA

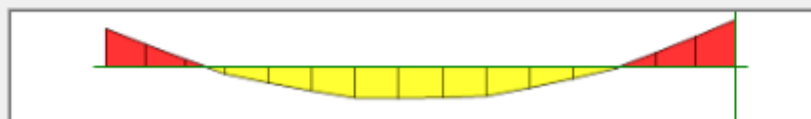
$$\phi := 0.9$$

$$M_p := f_y \cdot Z_x = 18.812 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$M_n := M_p$$

$$\phi \cdot M_n = 16.931 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

Moment M3

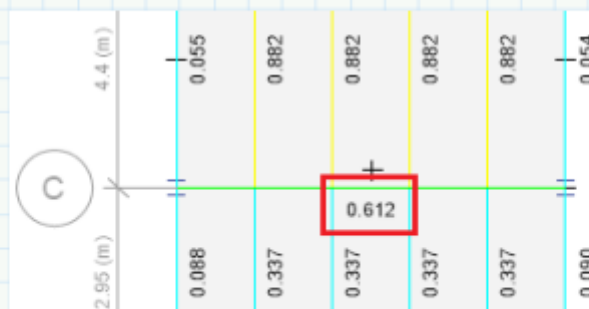


-10.3570 tonf-m
at 6.5700 m

$$M_u := 10.3570 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

if $M_u < \phi \cdot M_n$	= "CUMPLE"
"CUMPLE"	
else	
"NO CUMPLE"	

$$eff := \frac{M_u}{\phi \cdot M_n} = 0.612$$



COLUMNAS

Columna HEB 360, eje E2

Datos:		
$P_u := 30.3705 \text{ tonne}$	$h := 36 \text{ cm}$	$R_y := 1.1$
$M_{ry} := 1.949 \text{ tonne} \cdot \text{m}$	$t_w := 1.25 \text{ cm}$	$l := 2.72 \text{ m}$
$M_{rx} := 12.0596 \text{ tonne} \cdot \text{m}$	$b_f := 30 \text{ cm}$	$d_v := 22 \text{ cm}$
$E := 2.04 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	$t_f := 2.25 \text{ cm}$	$K := 1$
$f_y := 3515 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	$A_g := 180.6 \text{ cm}^2$	$Z_x := 2683 \text{ cm}^3$
	$r_y := 7.493 \text{ cm}$	$Z_y := 1032 \text{ cm}^3$
	$r_x := 15.464 \text{ cm}$	
ESBELTEZ		
ALAS:		
$\gamma := \frac{\frac{b_f}{2}}{t_f} = 6.667$	$\gamma_p := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.155$	$\gamma_r := 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 24.091$

$$\gamma_{hd} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot f_y}} = 6.891$$

if $\gamma < \gamma_{hd}$	= "ALTA DUCTILIDAD"
"ALTA DUCTILIDAD"	
else if $\gamma < \gamma_p$	
"COMPACTO"	
else	= "NO COMPACTO"
"NO COMPACTO"	

ALMA:

$$\gamma := \frac{h}{t_w} = 28.8$$

$$\gamma_p := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.582$$

$$\gamma_r := 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137.31$$

$$\gamma_{hd} := 2.5 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot f_y}} = 57.424$$

if $\gamma < \gamma_{hd}$	= "ALTA DUCTILIDAD"
"ALTA DUCTILIDAD"	
else if $\gamma < \gamma_p$	
"COMPACTO"	
else	= "NO COMPACTO"
"NO COMPACTO"	

DISEÑO A COMPRESIÓN

$$l_{col} := l - d_v = 2.5 \text{ m}$$

Pandeo:

$$L_c := K \cdot l_{col}$$

$$\frac{K \cdot l_{col}}{r_y} = 33.364$$

if $\frac{K \cdot l_{col}}{r_y} < 200$	= "CUMPLE"
"CUMPLE"	
else	
"NO CUMPLE"	

Esfuerzo elástico de pandeo:

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_c}{r_y}\right)^2} = (1.809 \cdot 10^5) \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

Esfuerzo nominal:

$$\frac{L_c}{r_y} = 33.364$$

$$4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 113.468$$

if $\frac{L_c}{r_y} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	= "CASO A"
"CASO A"	
else	
"CASO B"	

$$F_n := \left(0.658^{F_c} \right) \cdot f_y = (3.24 \cdot 10^4) \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

Fuerza nominal a compresión: $\phi := 0.9$

$$P_n := F_n \cdot A_g = 585.217 \text{ tonne}$$

$$\phi \cdot P_n = 526.695 \text{ tonne}$$

DISEÑO A FLEXIÓN

$$\phi := 0.9$$

Fluencia en X:

$$M_{px} := f_y \cdot Z_x = 94.307 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

Pandeo local torsional:

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.177 \text{ m}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } L_p < l_{col} \\ \quad \parallel \text{ "CHEQUEO LTB" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "NO CHEQUEO LTB" } \end{array} \Bigg| = \text{ "NO CHEQUEO LTB" }$$

$$M_{nx} := M_{px} = 94.307 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 84.877 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

Fluencia en Y:

$$M_{py} := f_y \cdot Z_y = 36.275 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

Pandeo local torsional:

$$L_p := 1.76 \cdot r_x \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 6.557 \text{ m}$$

$$\begin{array}{l} \text{if } L_p < l_{col} \\ \quad \parallel \text{ "CHEQUEO LTB" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "NO CHEQUEO LTB" } \end{array} \Bigg| = \text{ "NO CHEQUEO LTB" }$$

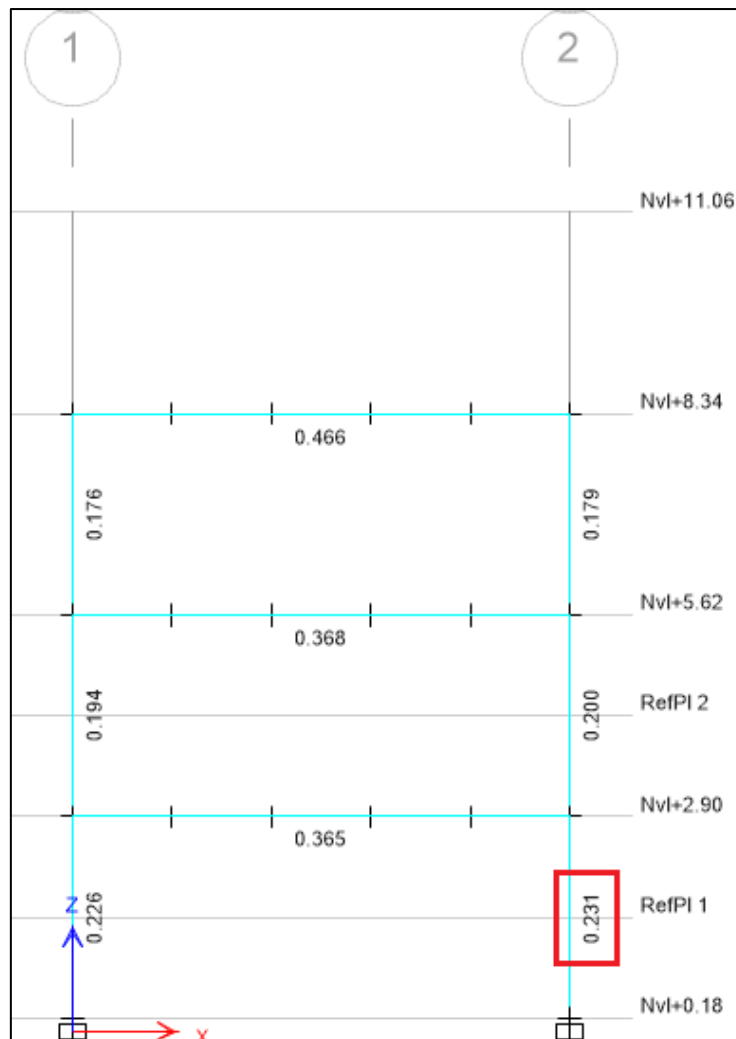
$$M_{ny} := M_{py} = 36.275 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

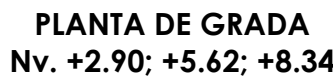
$$\phi \cdot M_{ny} = 32.647 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

DISEÑO A FLEXO COMPRESIÓN

$$\frac{P_u}{P_n} = 0.052 \quad \left| \begin{array}{l} \text{if } \frac{P_u}{P_n} \geq 0.2 \\ \parallel \text{"CASO A"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"CASO B"} \end{array} \right| = \text{"CASO B"}$$

$$\frac{P_u}{2 \cdot \phi \cdot P_n} + \left(\frac{M_{rx}}{\phi \cdot M_{nx}} + \frac{M_{ry}}{\phi \cdot M_{ny}} \right) = 0.231 \quad \left| \begin{array}{l} \text{if } \frac{P_u}{2 \cdot \phi \cdot P_n} + \left(\frac{M_{rx}}{\phi \cdot M_{nx}} + \frac{M_{ry}}{\phi \cdot M_{ny}} \right) \leq 1 \\ \parallel \text{"CUMPLE"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"NO CUMPLE"} \end{array} \right| = \text{"CUMPLE"}$$





ZAPATA TIPO CENTRAL

CUADRO DE COLUMNAS



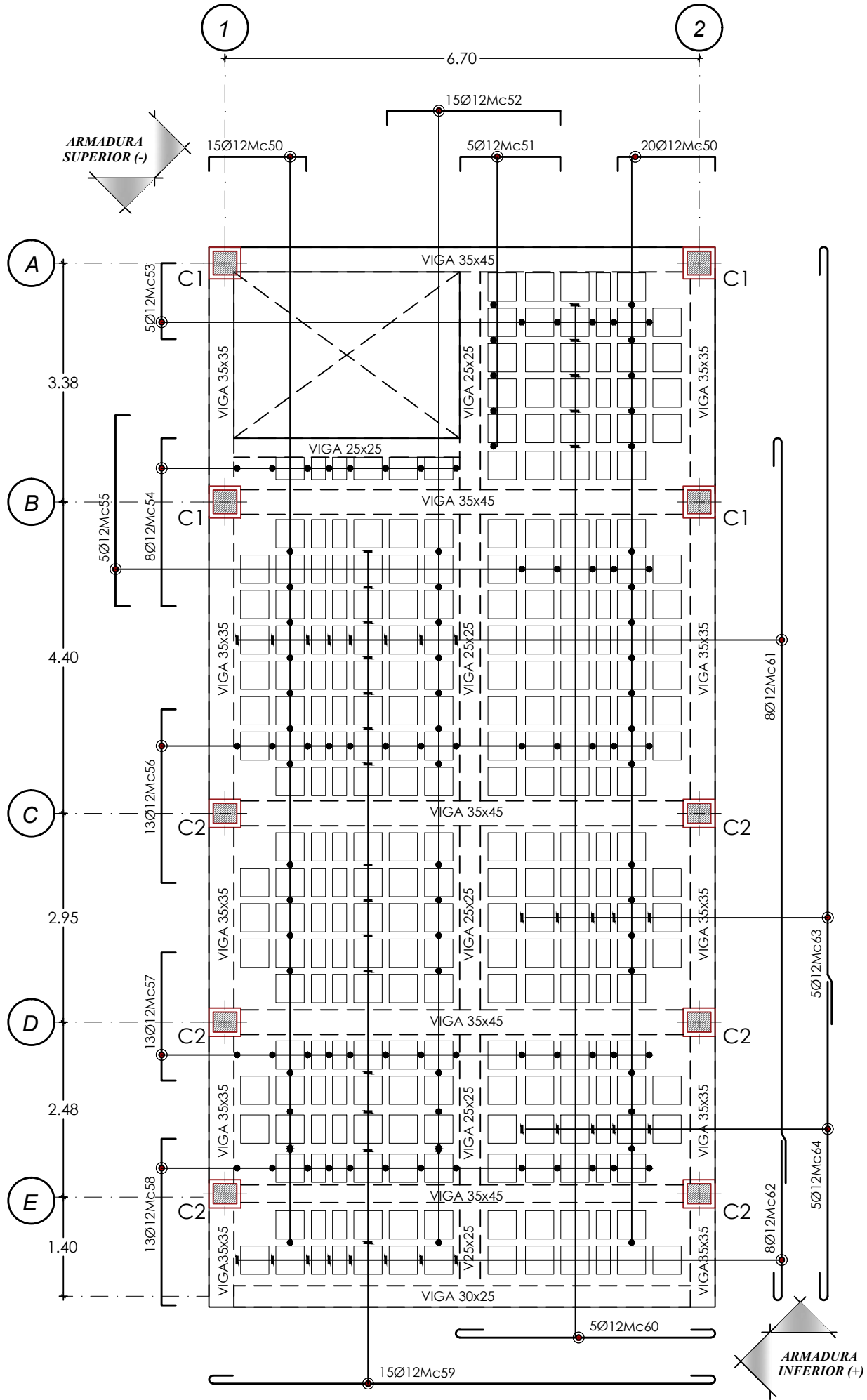
PLANILLA DE CANTIDADES

ACERO DE REFUERZO													
Mc	Tipo	a	N°	Dimensiones				LONGITUD DESARR	LONG. TOTAL	VARILLA COMERCIAL			
				a	b	c	d			Gancho	LONG	N°	
PLINTOS													
1	C	14	238	1 x	2.35	2 x	0.25		2.85	678.30	12	57.6	
2	C	14	30	1 x	4.75	2 x	0.25		5.25	157.50	12	14.0	
COLUMNAS													
10	L	14	136	1 x	8.95	1 x	0.40		9.35	1271.60	12	106.0	
11	L	14	136	1 x	4.50	1 x	0.40		4.90	686.40	12	56.0	
12	O	10	632	1 x	0.39	1 x	0.39		0.78	492.96	12	42.0	
13	O	10	1284	2 x	0.20	2 x	0.39	2 x 0.10	1.38	1744.32	13	135.0	
14	O	10	1284	1 x	0.39			2 x 0.10	0.59	745.76	14	54.0	
15	O	10	948	1 x	0.39	1 x	0.34	2 x 0.10	0.93	881.64	15	59.0	
16	O	10	1896	2 x	0.14	2 x	0.39	2 x 0.10	1.26	2388.96	16	150.0	
CADENAS DE AMARRE													
20	C	12	30	1 x	7.15	2 x	0.15		7.45	223.50	12	19.0	
21	C	12	12	1 x	10.00	1 x	0.15		10.15	121.80	12	11.0	
22	C	12	12	1 x	5.10	1 x	0.15		5.25	63.00	12	6.0	
23	O	10	364	2 x	0.24	2 x	0.24	2 x 0.08	1.12	407.68	12	34.0	
GRADAS													
80	Z	12	18	1 x	1.38	2 x	0.15		1.68	30.24	12	3.0	
81	S	12	18	1 x	2.65	2 x	0.15		2.95	53.10	12	5.0	
82	C'	12	21	1 x	1.69	2 x	0.15		1.99	41.79	12	4.0	
83	C'	12	21	1 x	4.00	2 x	0.15		4.30	90.30	12	8.0	
84	I	12	120	1 x	1.10	2 x	0.15		1.40	168.00	12	14.0	
85	I	12	36	1 x	2.30	2 x	0.15		2.60	93.60	12	8.0	
86	M	12	21	1 x	3.80	2 x	0.15		4.10	86.10	12	8.0	
87	C'	12	21	1 x	3.80	2 x	0.15		4.10	86.10	12	8.0	
88	C'	12	21	1 x	3.80	2 x	0.15		4.10	86.10	12	8.0	

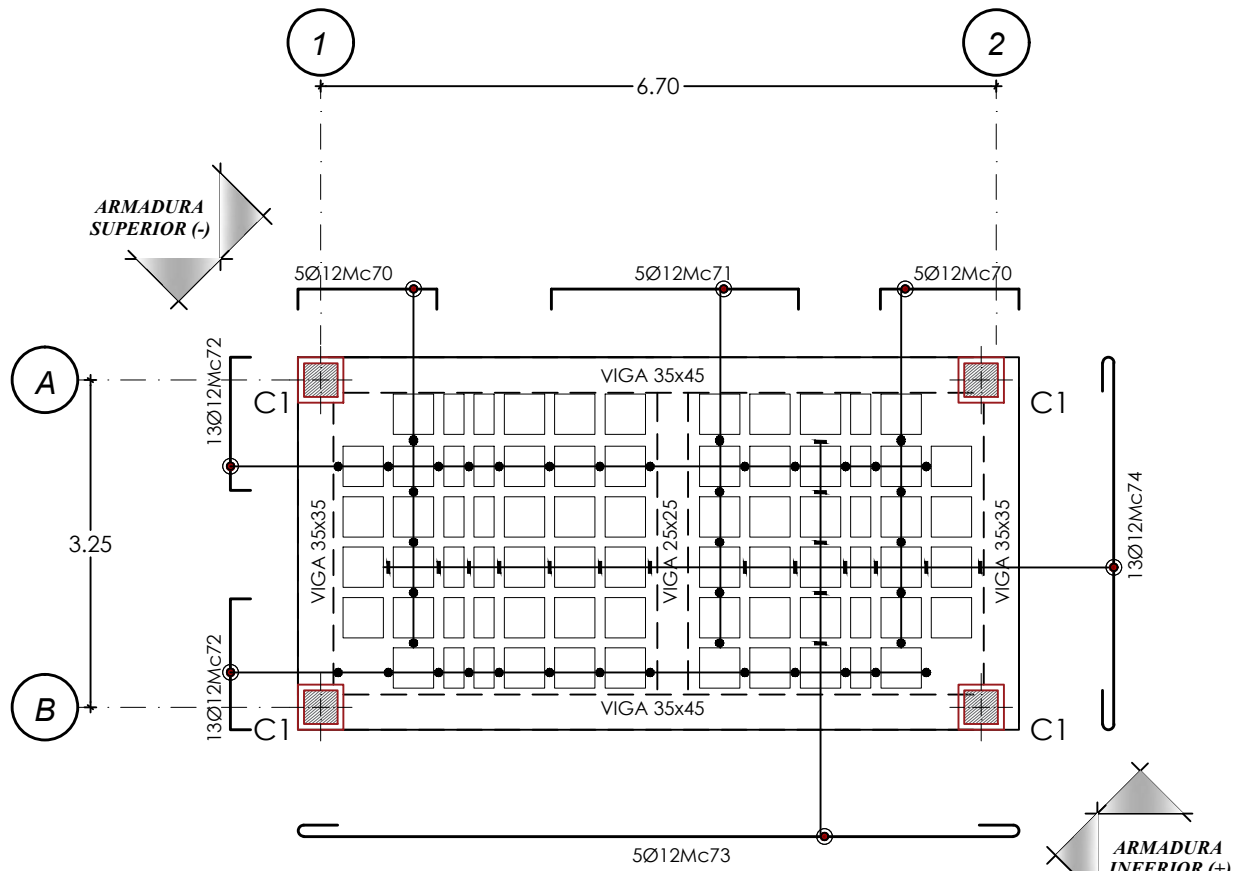
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
* El Diseño de los Elementos Estructurales cumple con las Especificaciones del A.C.I 318-19 y la N.E.C.-15, detalles estructurales se rigen al mismo.	
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.	

OBSERVACIONES
1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
4.- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ T/m}^2$.

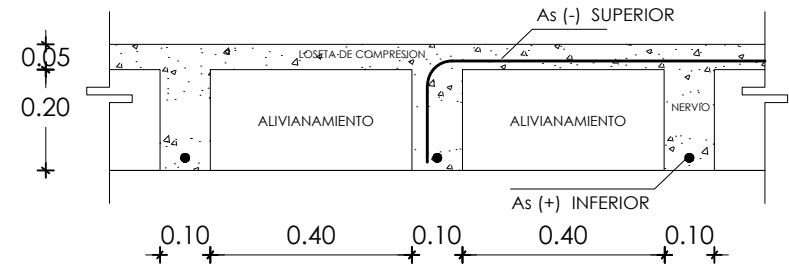
DESCRIPCIÓN:		CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO	
CONTIENE:			
PLANTA DE CIMENTACIÓN, CUADRO DE ZAPATAS Y COLUMNAS, GRADAS			
DIBUJO:	FECHA:	ESCALA:	
Ing. Paúl Cárdenas	OCTUBRE 2025	INDICADAS	
CALCULISTA:		PROPIETARIOS:	
ING. Paúl Cárdenas C.I. 1804614772 R.M.:3334	SR. DANILO VILLAVICENCIO C.C.		
SELLOS MUNICIPALES		LAMINA ESTRUCTURAL:	
		E1/2	



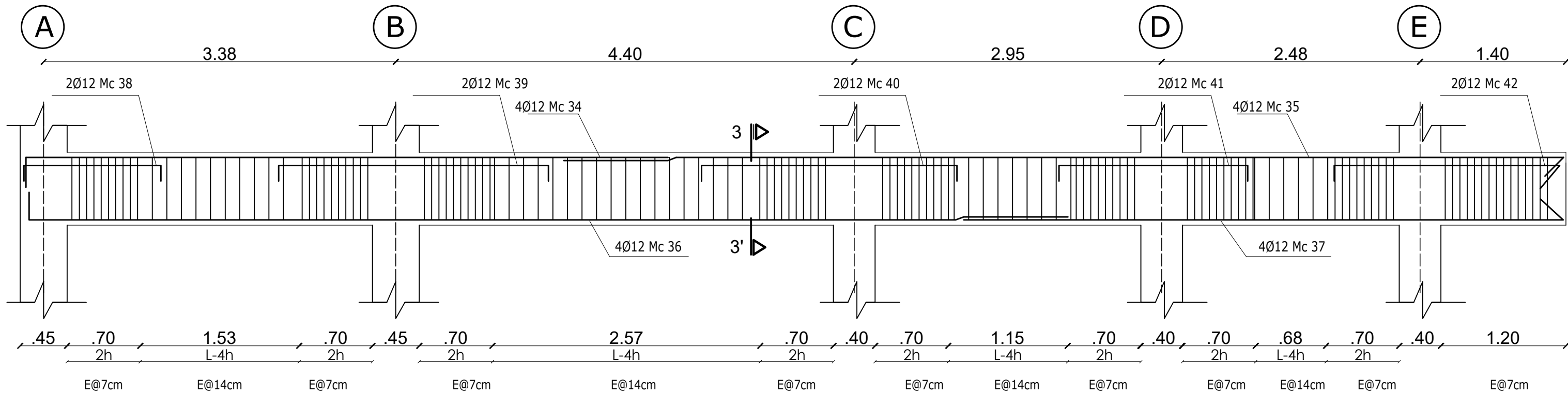
LOSA e=25cm Nv. +2.90; +5.62; +8.34
ESC.: 1:75



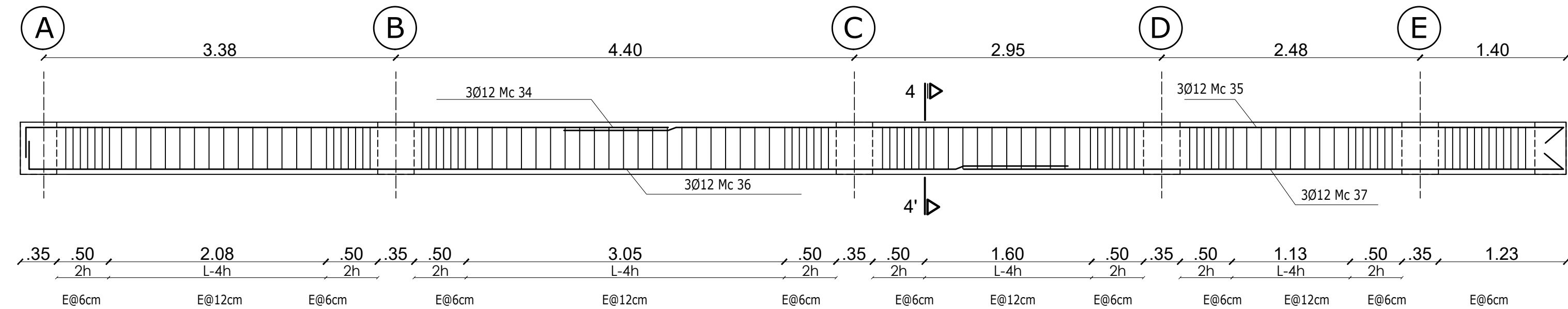
LOSA e=25cm Nv. +11.06
ESC.: 1:75



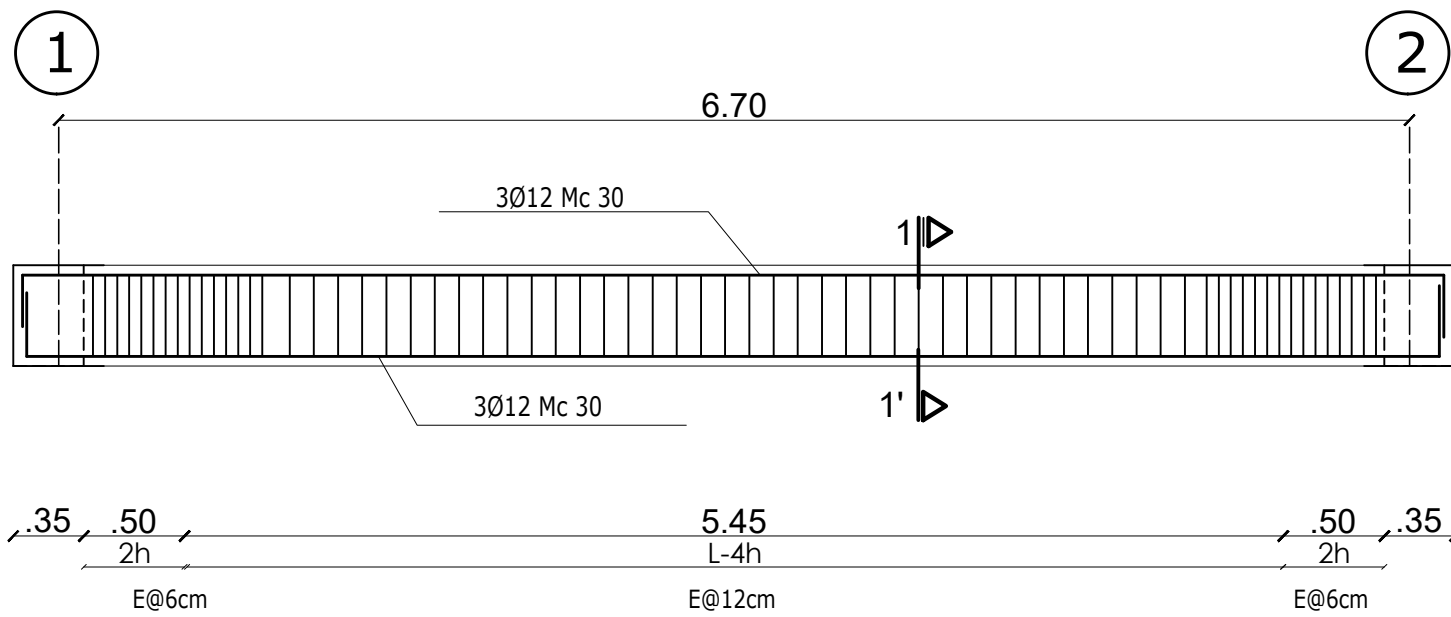
CORTE LOSA e=25cm
ESC.: 1:15



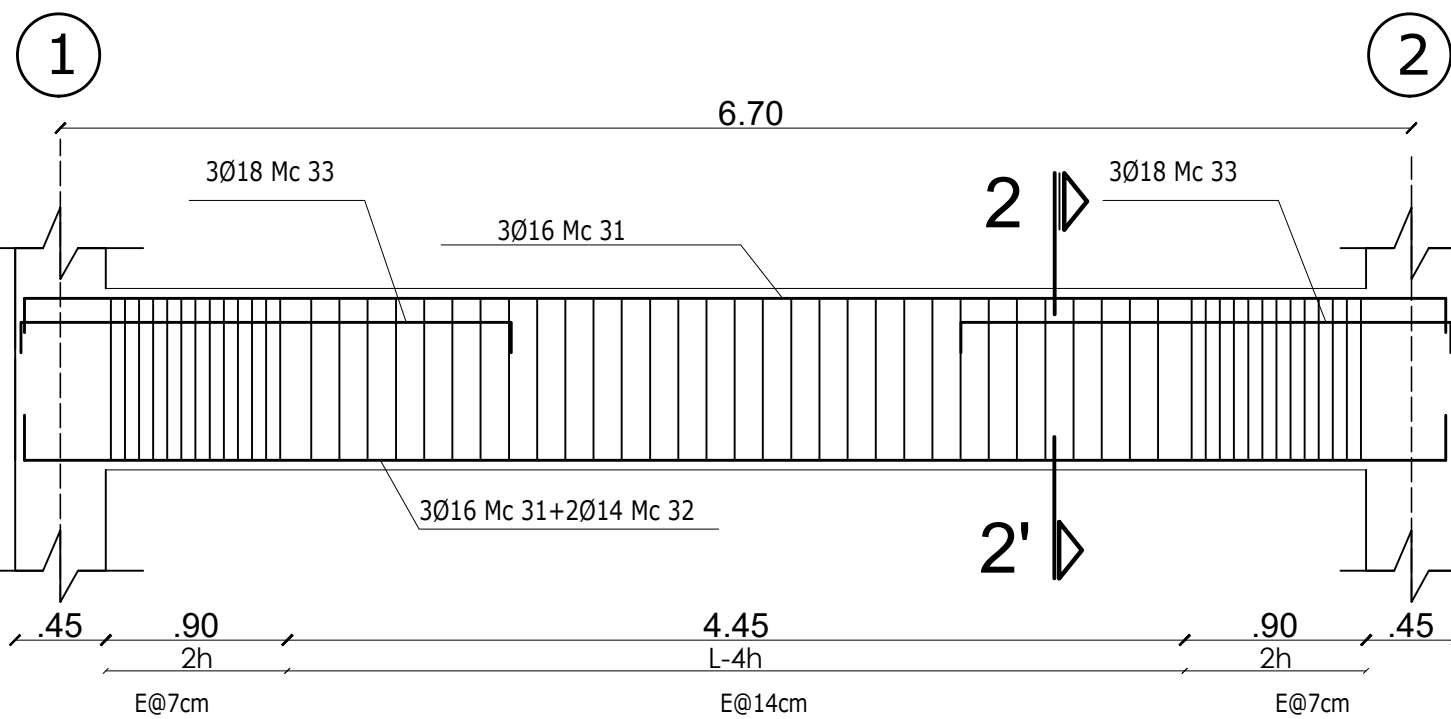
VIGA 0.35x0.35 EJE 1, 2
Nv.+2.90; +5.62; +8.34
ESCALA HORIZONTAL 1 : 40 ESCALA VERTICAL 1 : 20



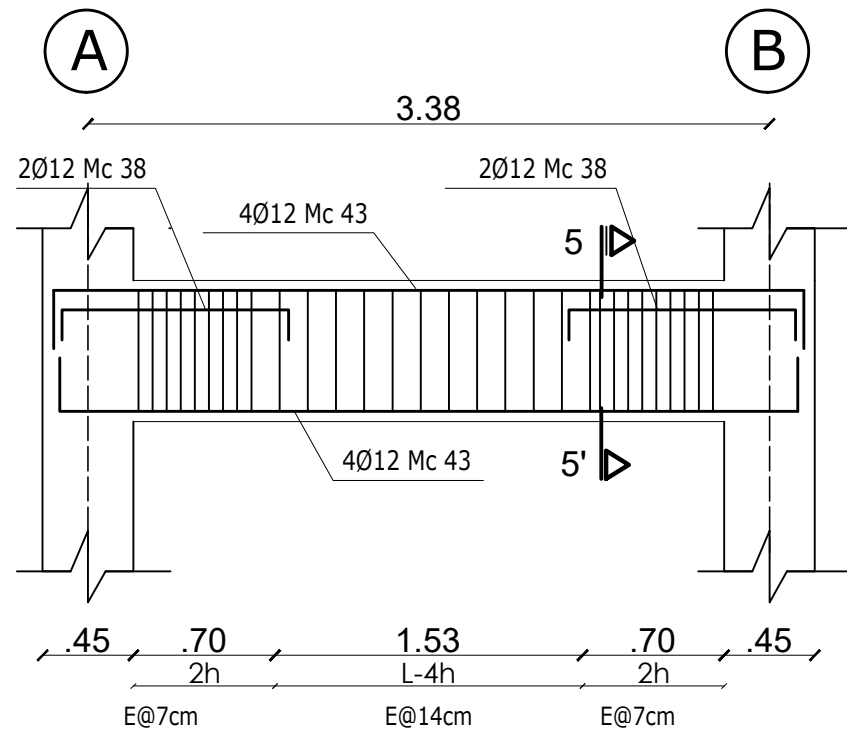
VIGA INTERMEDIA 0.25x0.25
Nv.+2.90; +5.62; +8.34
ESCALA HORIZONTAL 1 : 40 ESCALA VERTICAL 1 : 20



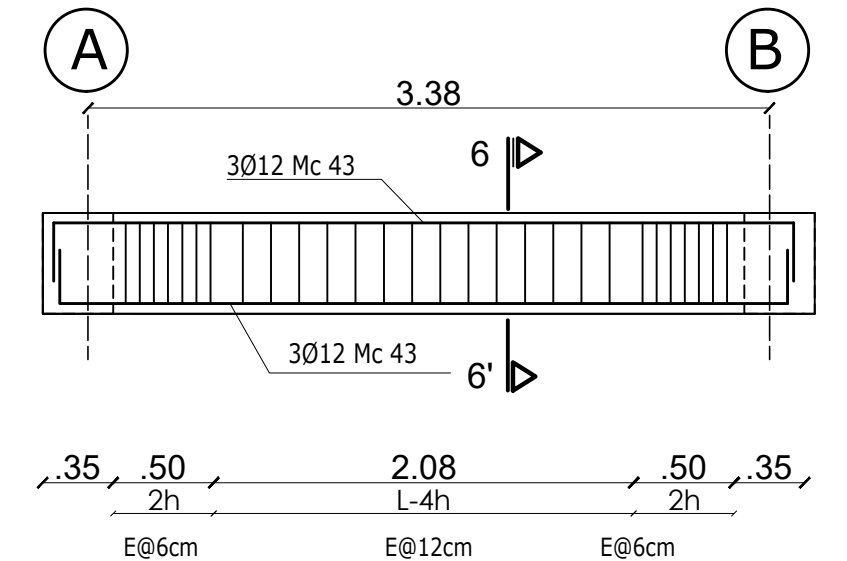
VIGA DE BORDE 0.30x0.25
Nv.+2.90; +5.62; +8.34
ESCALA HORIZONTAL 1 : 40 ESCALA VERTICAL 1 : 20



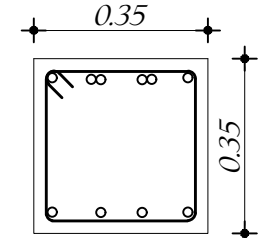
VIGA 0.35x0.45 EJE A, B, C, D, E
Nv.+2.90; +5.62; +8.34; +11.06
ESCALA HORIZONTAL 1 : 40 ESCALA VERTICAL 1 : 20



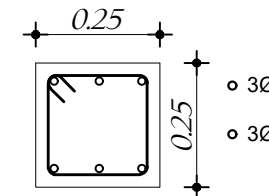
VIGA 0.35x0.35 EJE 1, 2
Nv.+11.06
ESCALA HORIZONTAL 1 : 40 ESCALA VERTICAL 1 : 20



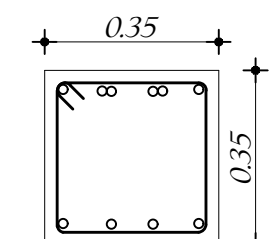
VIGA INTERMEDIA 0.25x0.25
Nv.+11.06
ESCALA HORIZONTAL 1 : 40 ESCALA VERTICAL 1 : 20



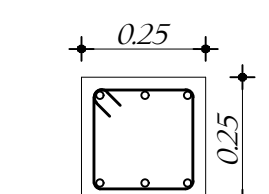
CORTE 3-3'



CORTE 4-4'



CORTE 5-5'



CORTE 6-6'

PLANILLA DE CANTIDADES

ACERO DE REFUERZO

Mc	Tipo	a	N°	Dimensiones				LONGITUD DESARR	LONG. TOTAL	VARILLA COMERCIAL			
				a	b	c	d			Gancho	LONG	N°	
VIGAS Nv. +2.90; +5.62; +8.34; +11.06													
30	C	12	18	1	x	7.05	2	x	0.15	7.35	132.30	12	12.0
31	C	16	90	1	x	7.05	2	x	0.15	7.35	661.50	13	51.0
32	C	14	30	1	x	7.05	2	x	0.15	7.35	220.50	14	16.0
33	C	18	90	1	x	2.43	2	x	0.15	2.73	245.70	15	17.0
34	L	12	42	1	x	6.16	2	x	0.15	6.46	271.32	16	17.0
35	L	12	42	1	x	9.60	2	x	0.15	9.90	415.80	17	25.0
36	L	12	42	1	x	10.00	2	x	0.15	10.30	432.60	18	25.0
37	L	12	42	1	x	5.75	2	x	0.15	6.05	254.10	19	14.0
38	C	12	12	1	x	1.19	2	x	0.15	1.49	17.88	20	1.0
39	C	12	12	1	x	2.60	2	x	0.15	2.90	34.80	21	2.0
40	C	12	12	1	x	2.45	2	x	0.15	2.75	33.00	22	2.0
41	C	12	12	1	x	1.81	2	x	0.15	2.11	25.32	23	2.0
42	C	12	12	1	x	2.23	2	x	0.15	2.53	30.36	24	2.0
43	C	12	84	1	x	3.72	2	x	0.15	4.02	337.68	25	14.0
44	O	10	870	2	x	0.29	2	x	0.39	1.52	1322.40	26	53.0
45	O	10	828	2	x	0.29	2	x	0.29	1.32	1092.96	26	43.0
46	O	10	414	2	x	0.19	2	x	0.19	0.92	380.88	27	15.0

LOSA Nv. +2.90; +5.62; +8.34

50	C	12	105	1	x	1.38	2	x	0.15	1.68	176.40	12	15.0
51	C	12	15	1	x	1.27	2	x	0.15	1.57	23.55	12	2.0
52	C	12	45	1	x	2.30	2	x	0.15	2.60	117.00	12	10.0
53	C	12	15	1	x	1.08	2	x	0.15	1.38	20.70	12	2.0
54	C	12	24	1	x	2.24	2	x	0.15	2.54	60.96	12	6.0
55	C	12	15	1	x	2.57	2	x	0.15	2.87	43.05	12	4.0
56	C	12	39	1	x	2.45	2	x	0.15	2.75	107.25	12	9.0
57	C	12	39	1	x	1.80	2	x	0.15	2.10	81.90	12	7.0
58	C	12	39	1	x	2.35	2	x	0.15	2.65	103.35	12	9.0
59	C	12	45	1	x	6.90	2	x	0.15	7.20	324.00	12	27.0
60	C	12	15	1	x	3.40	2	x	0.15	3.70	55.50	12	5.0
61	C	12	24	1	x	10.35	2	x	0.15	10.65	255.60	12	22.0
62	C	12	24	1	x	2.25	2	x	0.15	2.55	61.20	12	6.0
63	C	12	15	1	x	10.85	2	x	0.15	11.15	167.25	12	14.0
64	C	12	15	1	x	4.40	2	x	0.15	4.70	70.50	12	6.0

LOSA Nv. +11.06

70	C	12	10	1	x	1.38	2	x	0.15	1.68	16.80	12	2.0
71	C	12	5	1	x	2.30	2	x	0.15	2.60	13.00	12	2.0
72	C	12	26	1	x	1.32	2	x	0.15	1.62	42.12	12	4.0
73	C	12	5	1	x	6.90	2	x	0.15	7.20	36.00	12	3.0
74	C	12	13	1	x	3.60	2	x	0.15	3.90	50.70	12	5.0

RESUMEN

Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	Ø28	Ø32	TOTAL
L.Tot.	0	9457.6	4855.8	2894.3	681.6	246	0	0	0	0	18,314.68
# var.	0	789	413	250	56	21	0	0	0	0	1,629.00
kgs	0	5,836.31	4,400.59	3,617.11	1,043.85	491	0	0	0	0	15,387.78

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño de los Elementos Estructurales cumple con las Especificaciones del A.C.I 318-19 y la N.E.C.-15, detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- 1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- 3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- 4.- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ T/m}^2$.

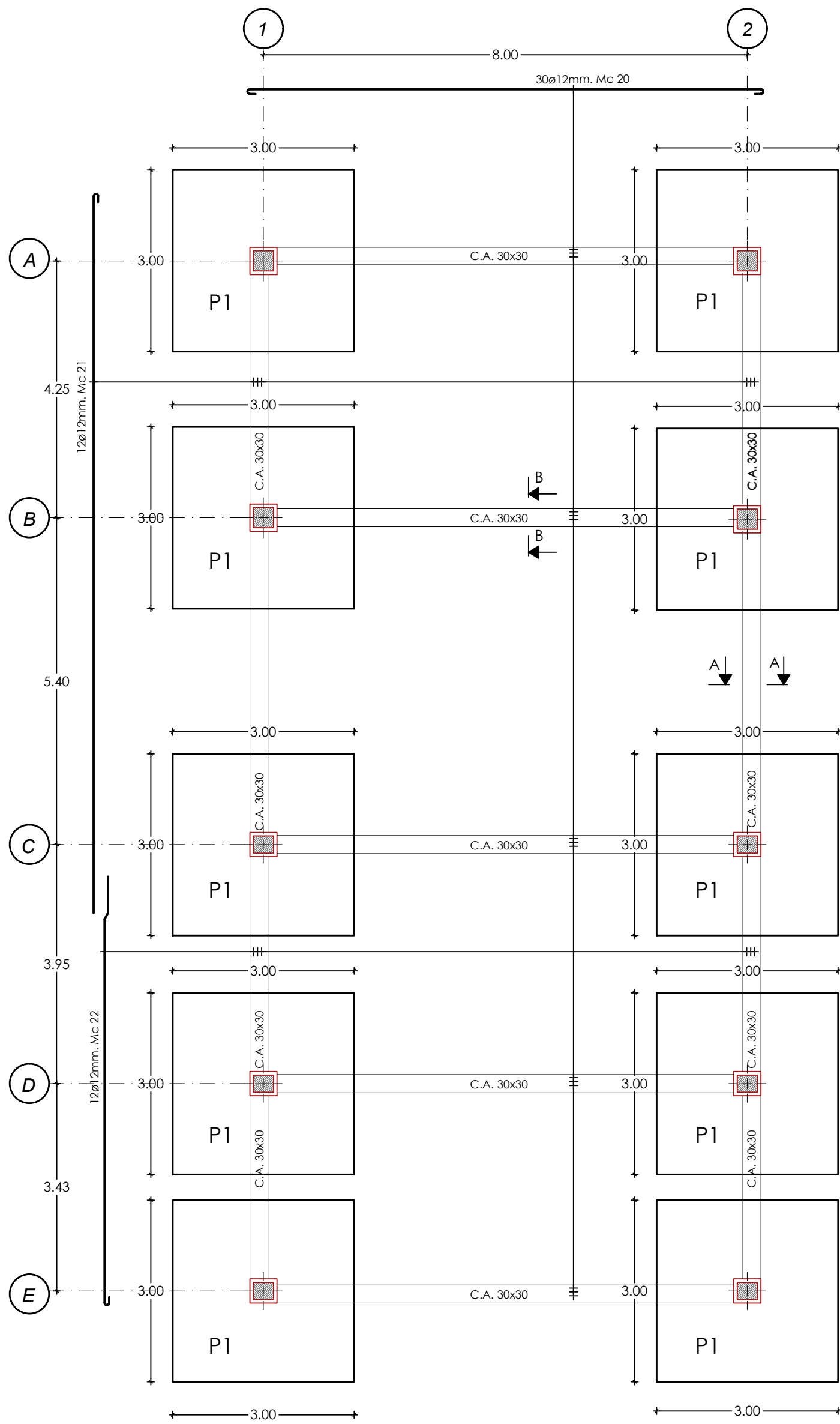
CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE: LOSAS Y VIGAS Nv. +2.90; +5.62; +8.34; +11.06

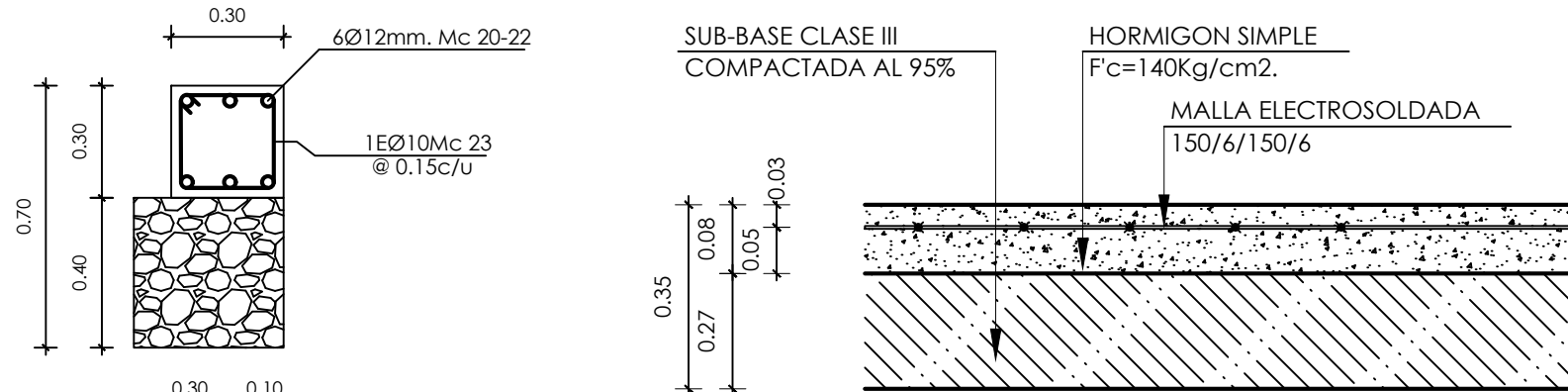
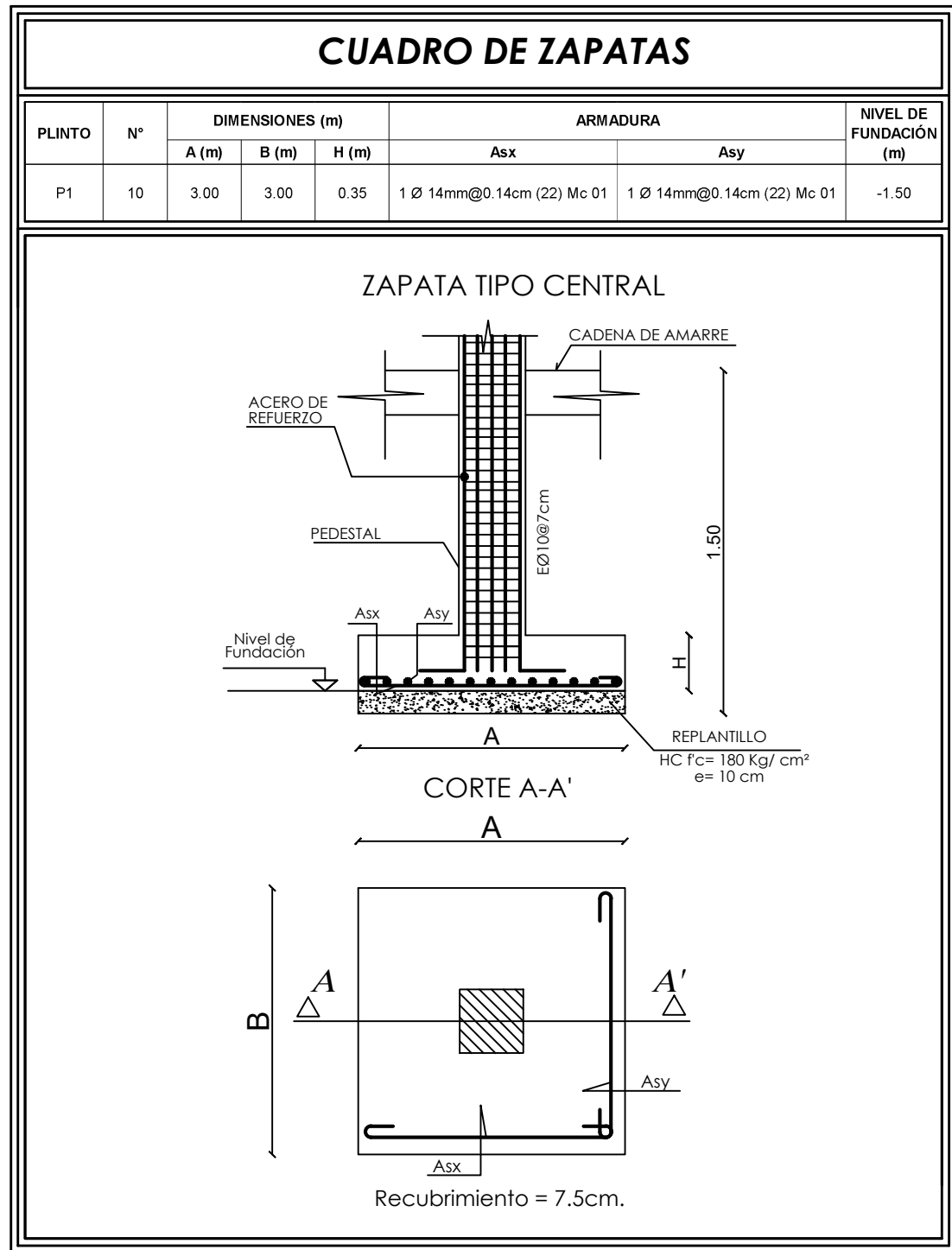
DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas FECHA: OCTUBRE 2025 ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas C.I. 1804614772 R.M.:3334 PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO C.C.

SELLOS MUNICIPALES LAMINA ESTRUCTURAL: E2/2

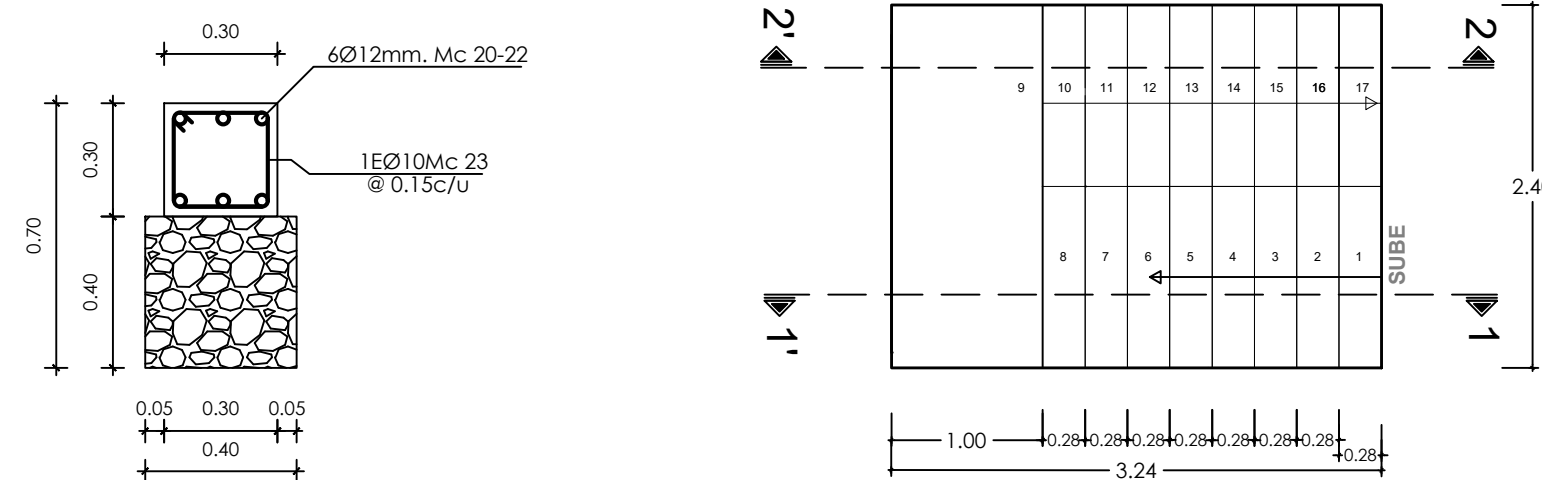


PLANTA DE CIMENTACIÓN Nv.-1.50
ESC.: 1:50



CORTE A-A
CADENA DE AMARRE
ESC.: 1:20

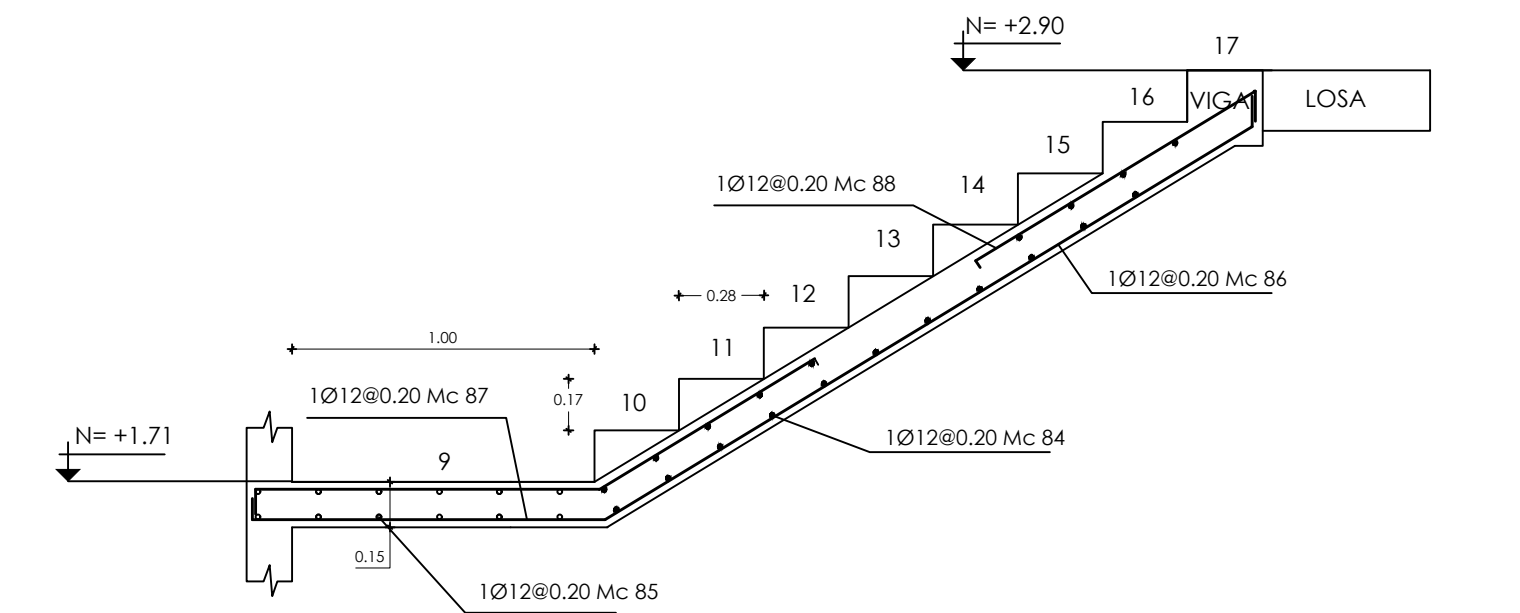
CONTRAPISO NORMAL
ESC.: 5/E



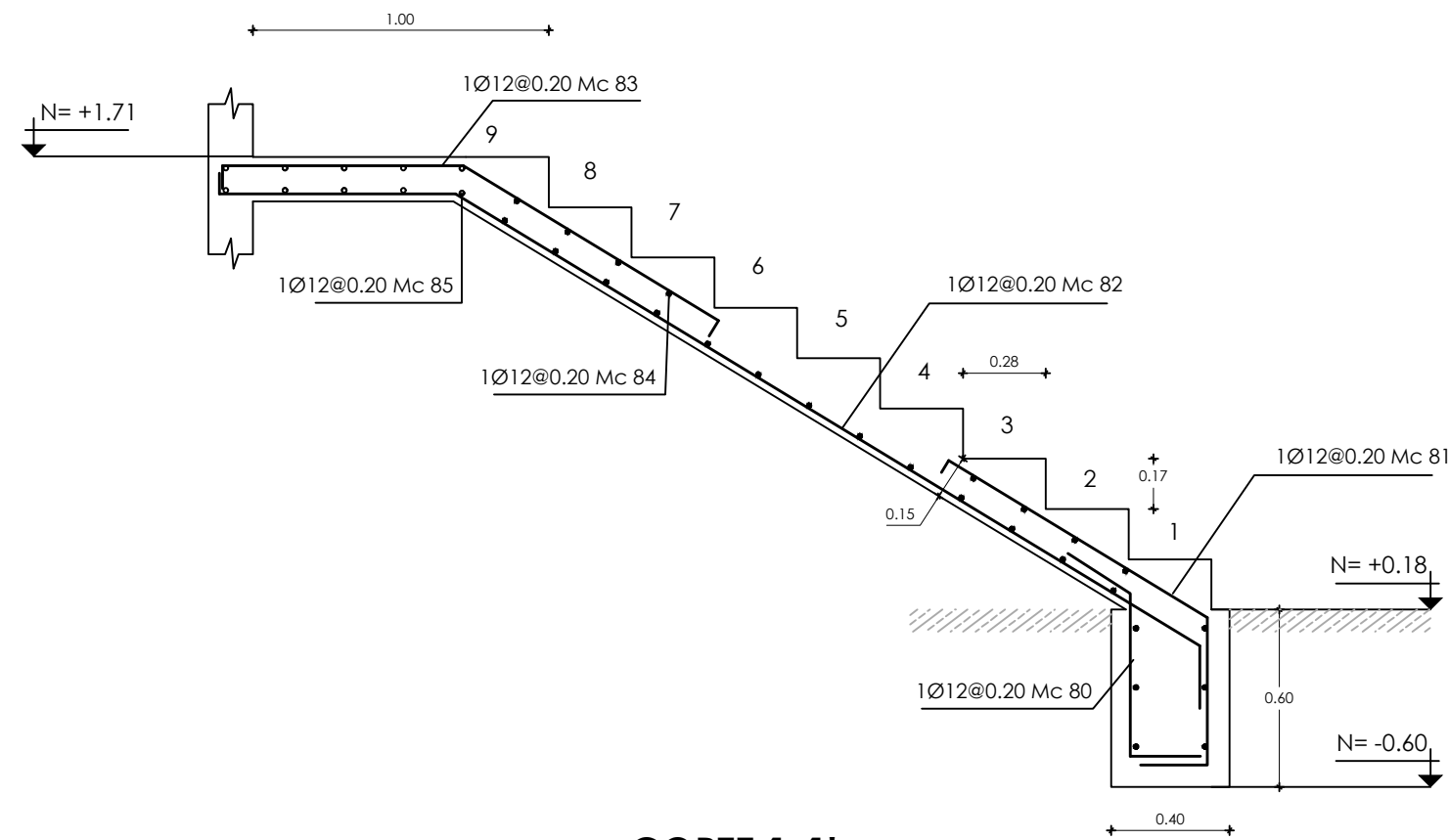
CORTE B-B
CADENA DE AMARRE
ESC.: 1:20

PLANTA DE GRADA
Nv. +2.90; +5.62; +8.34
ESC.: 1:50

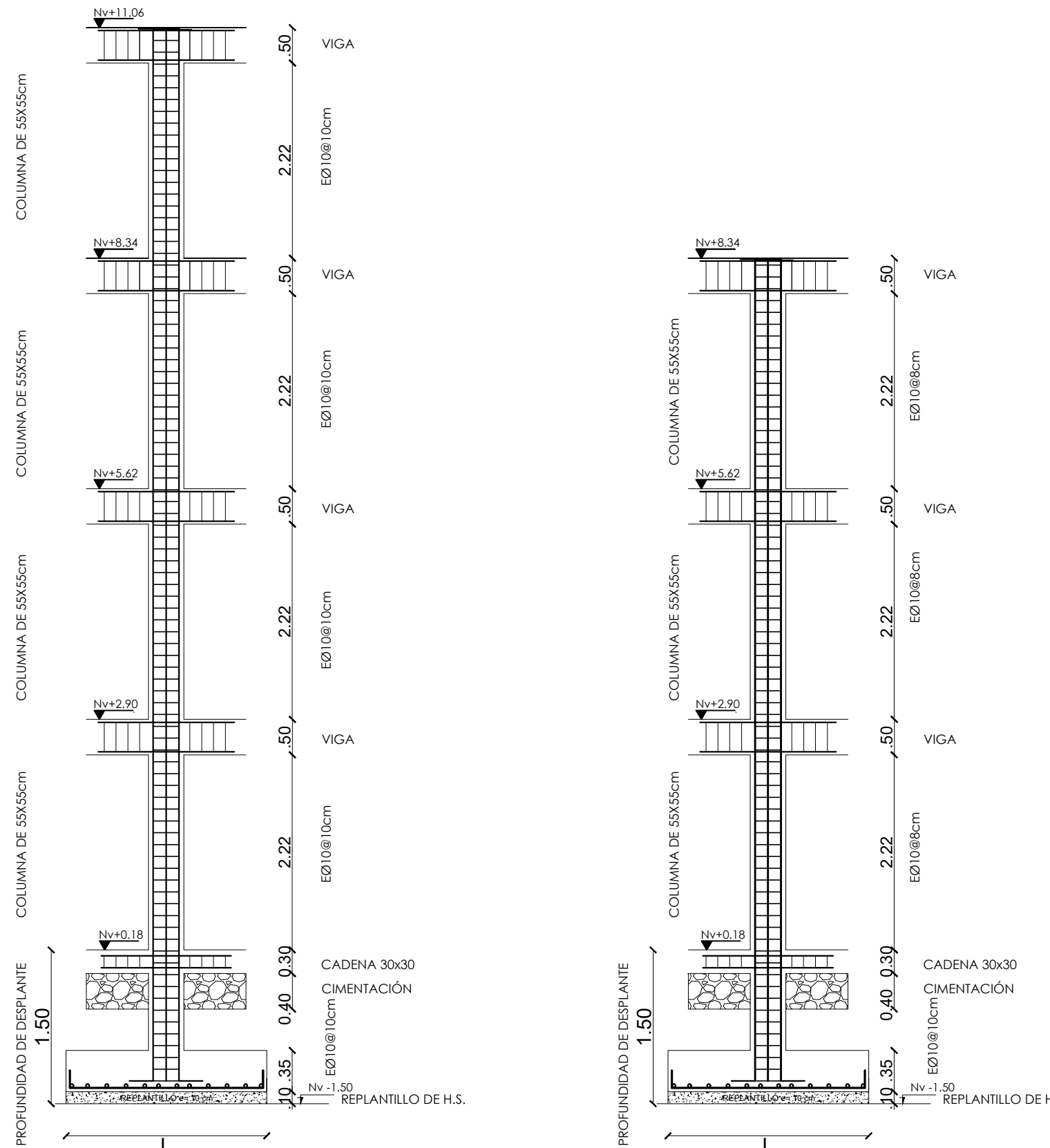
CUADRO DE COLUMNAS			
NIVEL	TIPO C1		TIPO C2
+11.06	COLUMNAS IGUALES	1A,2A, 1B,2B	
	NÚMERO	4	
	SECCION	55x55	
	As. Longitud.	16ø16mm Mc 12,13	
	ESTRIBOS	1Eø10mm @ 10-15 cm Mc 14,15,16	
+8.34	COLUMNAS IGUALES	1A,2A, 1B,2B	1C,2C,1D,2D 1E,2E
	NÚMERO	4	
	SECCION	55x55	
	As. Longitud.	16ø16mm Mc 12,13	
	ESTRIBOS	1Eø10mm @ 10-15 cm Mc 14,15,16	
+5.62	COLUMNAS IGUALES	1A,2A, 1B,2B	1C,2C,1D,2D 1E,2E
	NÚMERO	4	
	SECCION	55x55	
	As. Longitud.	16ø16mm Mc 12,13	
	ESTRIBOS	1Eø10mm @ 10-15 cm Mc 14,15,16	
+2.90	COLUMNAS IGUALES	1A,2A, 1B,2B	1C,2C,1D,2D 1E,2E
	NÚMERO	4	
	SECCION	55x55	
	As. Longitud.	16ø16mm Mc 12,13	
	ESTRIBOS	1Eø10mm @ 10-15 cm Mc 14,15,16	



CORTE 2-2'
ESC.: 1:25



CORTE 1-1'
ESC.: 1:25



DETALLE COLUMNA TIPO C1
ESC.: 1:50

DETALLE COLUMNA TIPO C2
ESC.: 1:50

PLANILLA DE CANTIDADES

ACERO DE REFUERZO																	
Mc	Tipo	e	N°	Dimensiones						LONGITUD DESARR	LONG. TOTAL	VARILLA COMERCIAL		N°			
				a	b	c	d	Gancho	LONG								
PLINTOS																	
1	C	14	440	1	x	2.85	2	x	0.25			3.35	1474.00	12	123.0		
COLUMNAS																	
12	L	16	160	1	x	8.95	1	x	0.40			9.35	1496.00	13	116.0		
13	L	16	160	1	x	4.50	1	x	0.40			4.90	784.00	12	66.0		
14	O	10	1270	2	x	0.49	2	x	0.49	2	x	2.16	2743.20	12	229.0		
15	O	10	2540	2	x	0.25	2	x	0.49			1.68	4267.20	12	356.0		
16	O	10	2540	1	x	0.49				2	x	0.10	0.69	1752.60	12	147.0	
CADENAS DE AMARRE																	
20	C	12	30	1	x	8.55	2	x	0.15			8.85	265.50	12	23.0		
21	C	12	12	1	x	11.85	2	x	0.15			12.15	145.80	12	13.0		
22	C	12	12	2	x	5.70	2	x	0.15			11.70	140.40	12	12.0		
23	O	10	451	2	x	0.24	2	x	0.24		2	x	0.08	1.12	505.12	12	43.0
GRADAS																	
80	Z	12	18	1	x	1.38	2	x	0.15			1.68	30.24	12	3.0		
81	S	12	18	1	x	2.65	2	x	0.15			2.95	53.10	12	5.0		
82	C'	12	21	1	x	1.69	2	x	0.15			1.99	41.79	12	4.0		
83	C'	12	21	1	x	4.00	2	x	0.15			4.30	90.30	12	8.0		
84	I	12	120	1	x	1.10	2	x	0.15			1.40	168.00	12	14.0		
85	I	12	36	1	x	2.30	2	x	0.15			2.60	93.60	12	8.0		
86	M	12	21	1	x	3.80	2	x	0.15			4.10	86.10	12	8.0		
87	C'	12	21	1	x	3.80	2	x	0.15			4.10	86.10	12	8.0		
88	C'	12	21	1	x	3.80	2	x	0.15			4.10	86.10	12	8.0		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño de los Elementos Estructurales cumple con las Especificaciones del A.C.I 318-19 y la N.E.C.-15, detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- 1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- 3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- 4.- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ t/m}^2$.

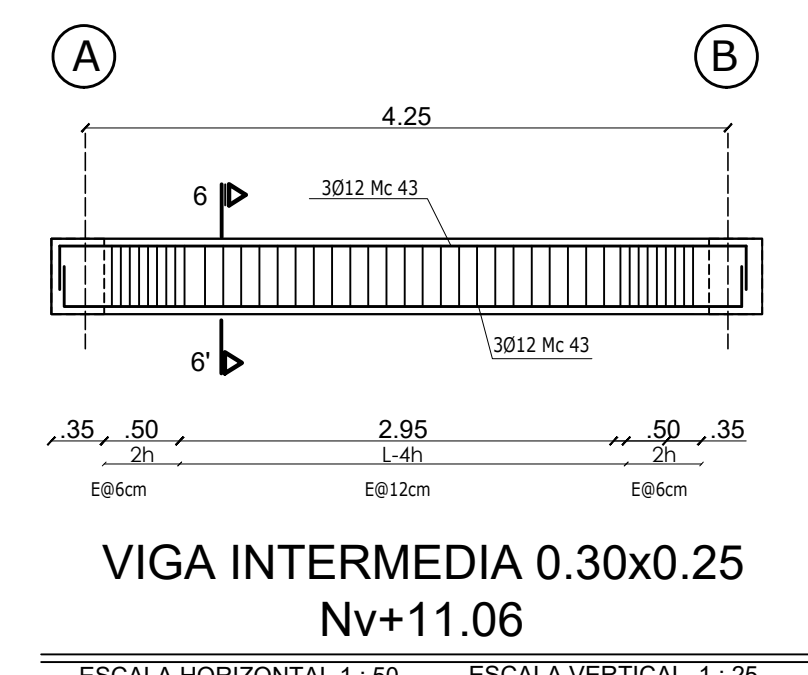
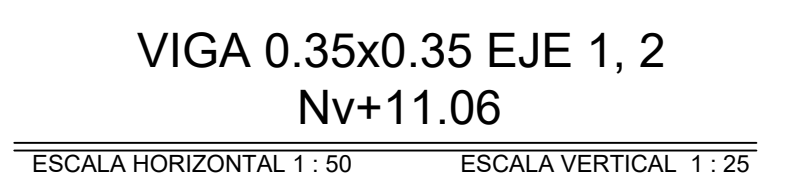
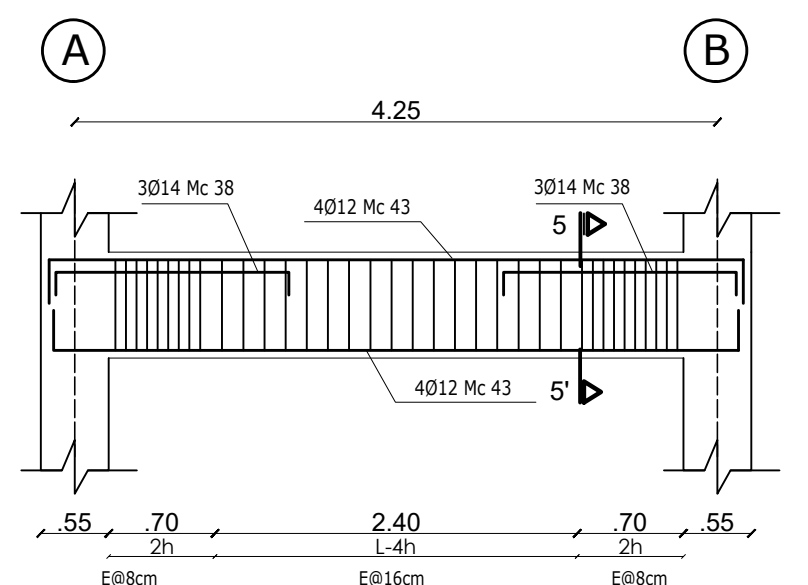
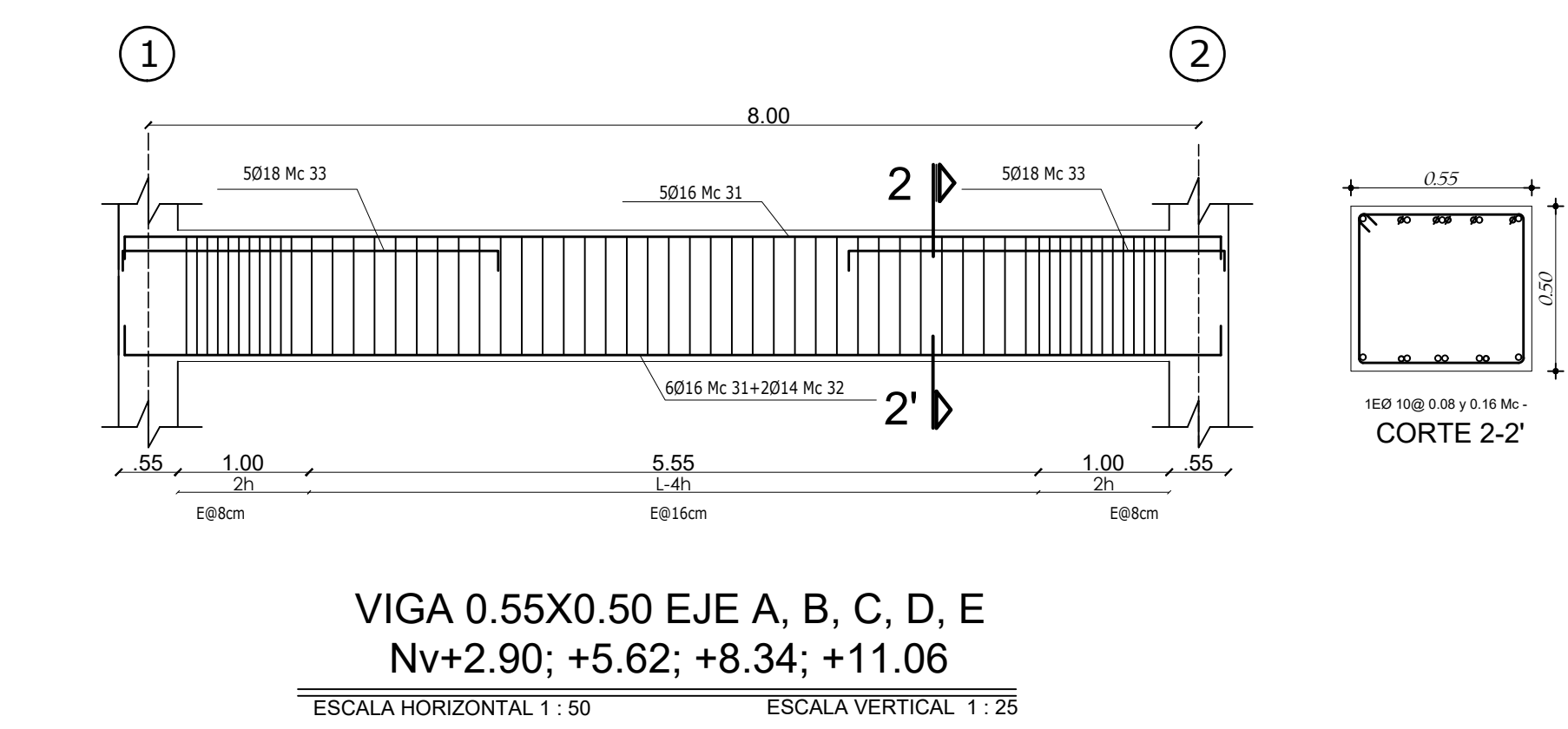
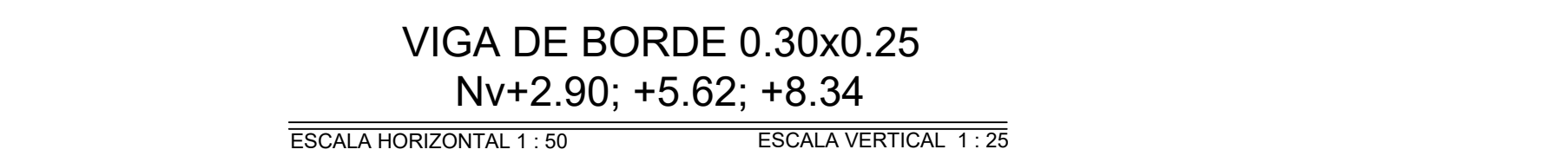
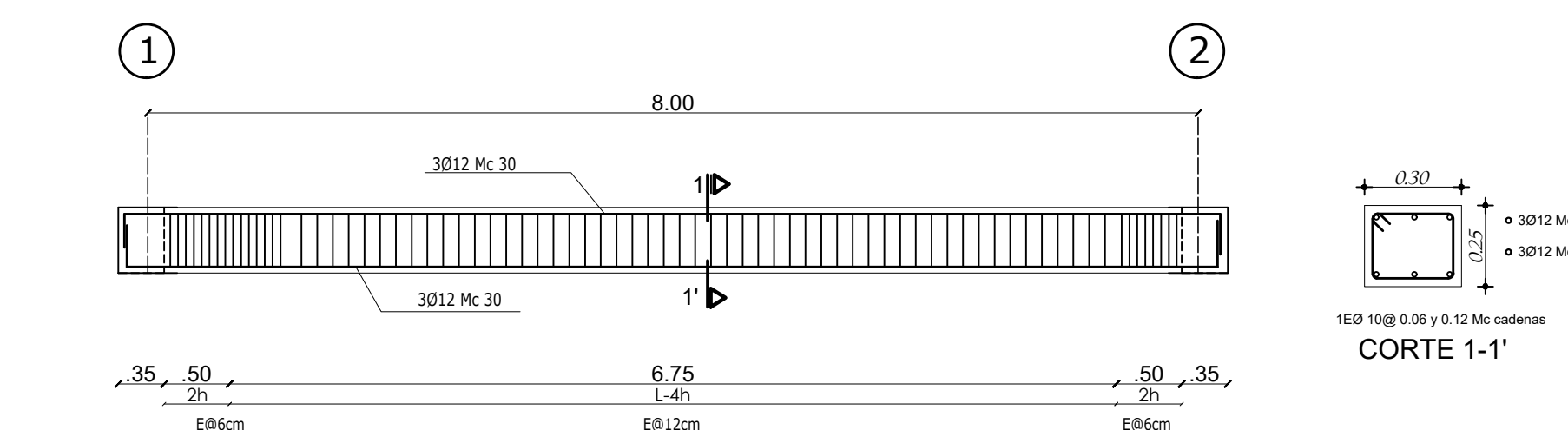
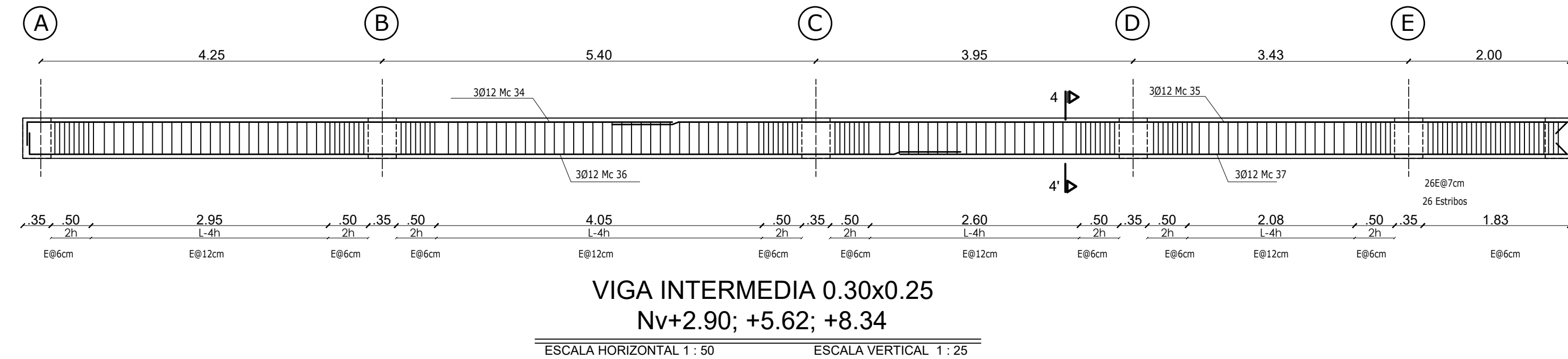
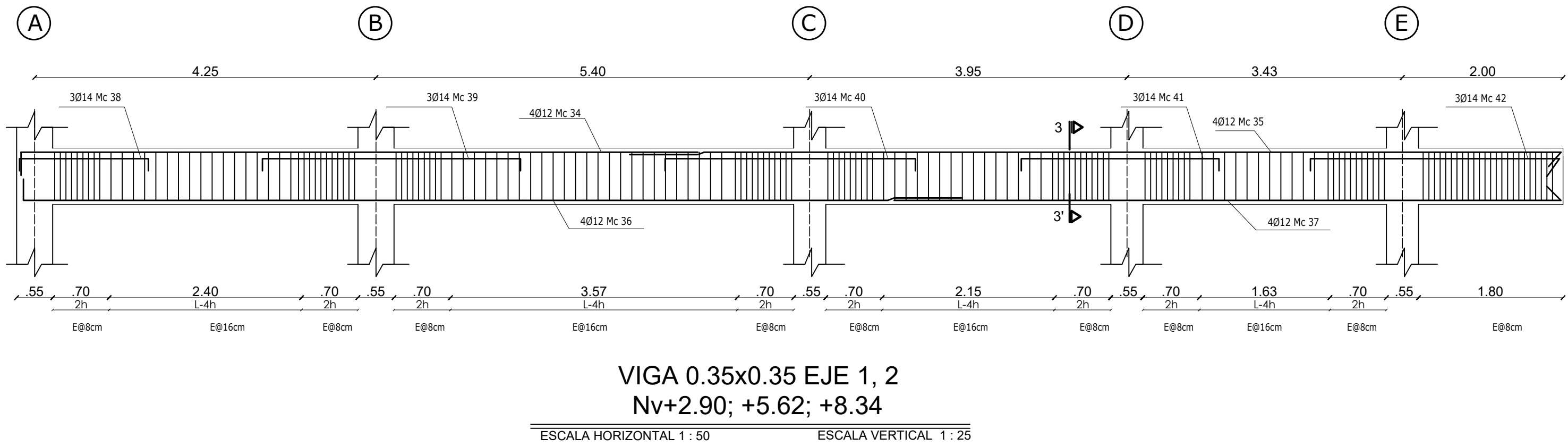
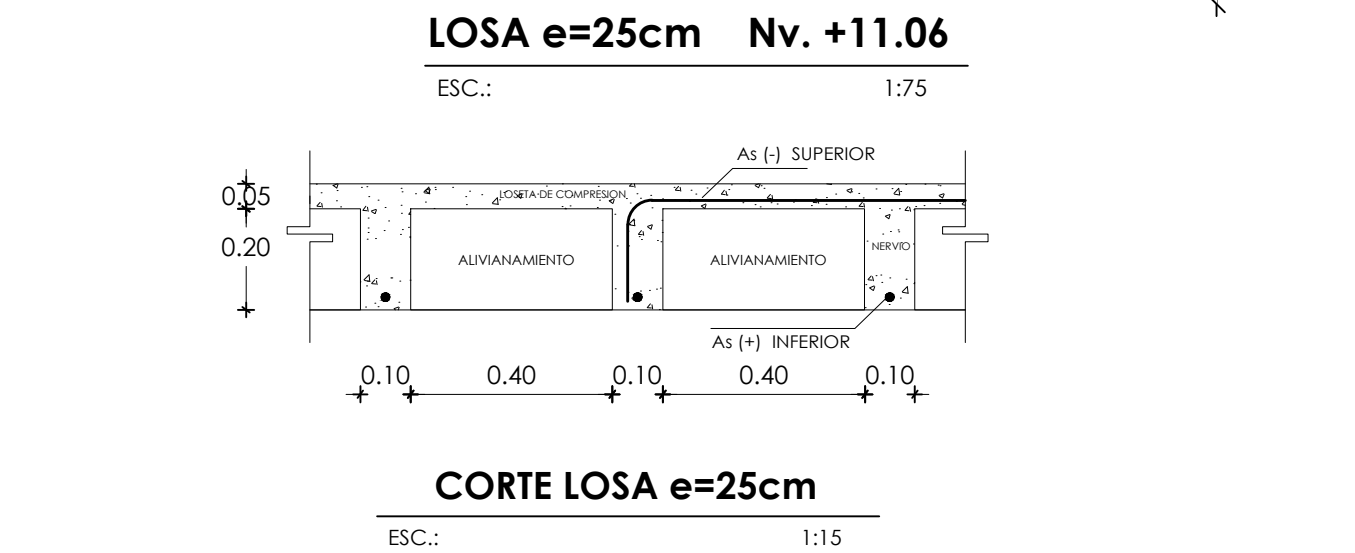
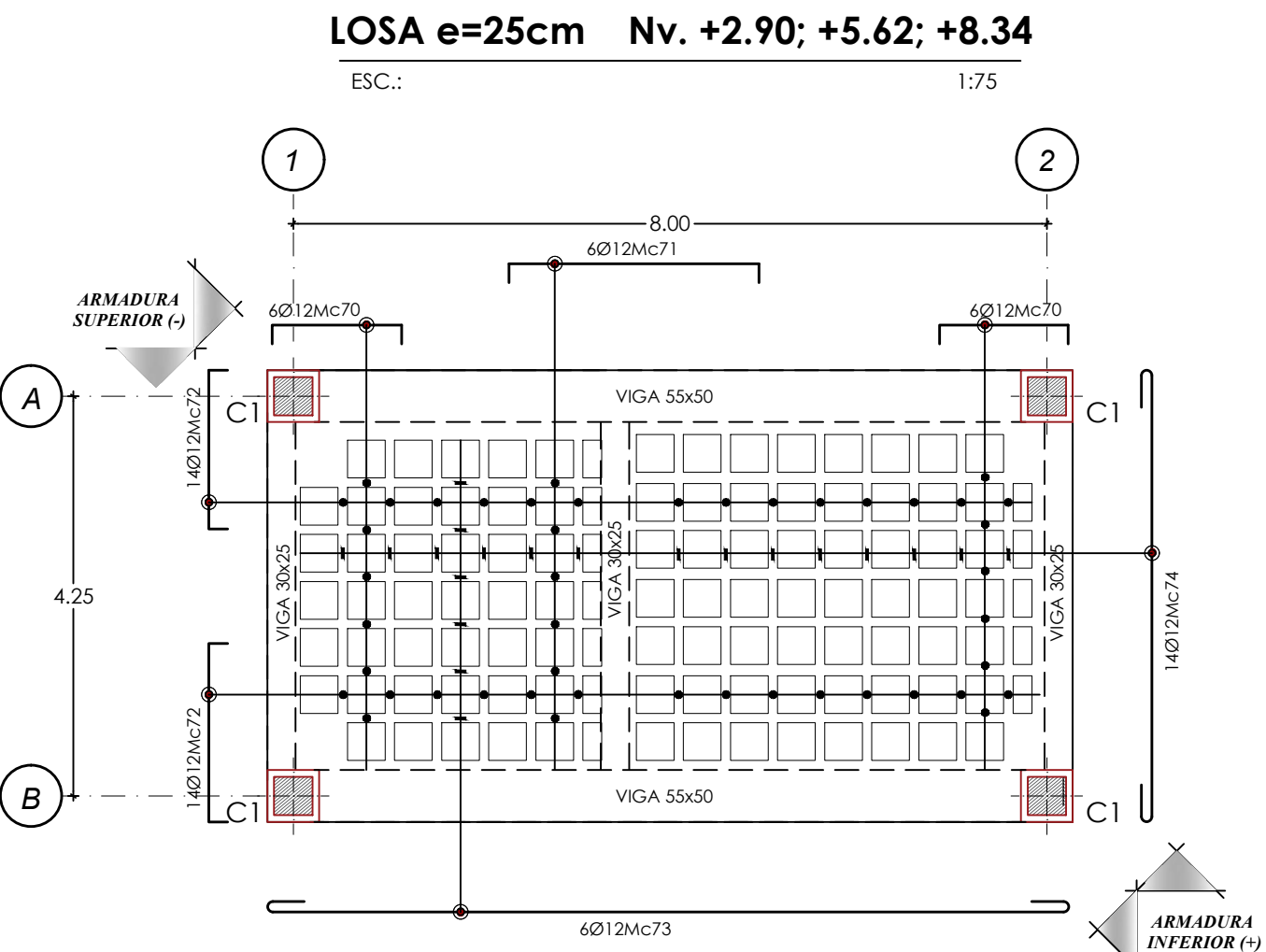
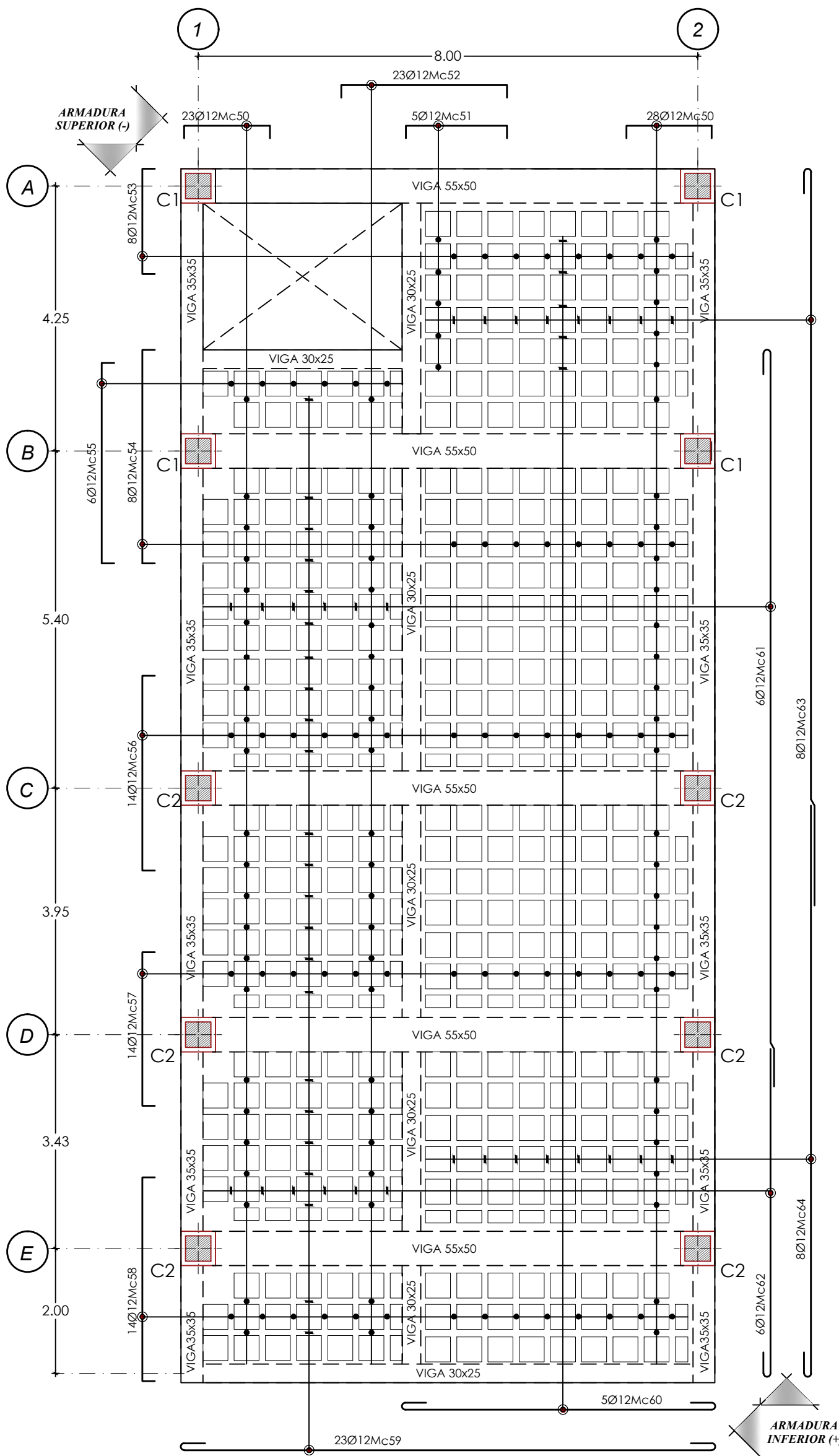
CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE: PLANTA DE CIMENTACIÓN, CUADRO DE ZAPATAS Y COLUMNAS, GRADAS

DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas
FECHA: OCTUBRE 2025
ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas
C.I. 1804614772 R.M.3334
PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO
C.C.

SELLOS MUNICIPALES
LAMINA ESTRUCTURAL:
E1/2



PLANILLA DE CANTIDADES

ACERO DE REFUERZO

Mc	Tipo	e	N°	Dimensiones				LONGITUD DESARR	LONG. TOTAL	VARILLA COMERCIAL				
				a	b	c	d			Gancho	LONG	N°		
VIGAS Nv. +2.90; +5.62; +8.34; +11.06														
30	C	12	18	1	x	8.35	2	x	0.15	8.65	155.70	12	13.0	
31	C	16	165	1	x	8.35	2	x	0.15	8.65	1427.25	13	11.0	
32	C	14	30	1	x	8.35	2	x	0.15	8.65	259.50	14	19.0	
33	C	18	150	1	x	2.86	2	x	0.15	3.16	474.00	15	32.0	
34	L	12	42	1	x	8.43	2	x	0.15	8.73	366.66	16	23.0	
35	L	12	42	1	x	11.60	2	x	0.15	11.90	499.80	17	30.0	
36	L	12	42	1	x	11.70	2	x	0.15	12.00	504.00	18	28.0	
37	L	12	42	1	x	8.30	2	x	0.15	8.60	361.20	19	20.0	
38	C	14	18	1	x	1.60	2	x	0.15	1.90	34.20	20	2.0	
39	C	14	18	1	x	3.22	2	x	0.15	3.52	63.36	21	4.0	
40	C	14	18	1	x	3.12	2	x	0.15	3.42	61.56	22	3.0	
41	C	14	18	1	x	2.46	2	x	0.15	2.76	49.68	23	3.0	
42	C	14	18	1	x	3.15	2	x	0.15	3.45	62.10	24	3.0	
43	C	12	84	1	x	4.60	2	x	0.15	4.90	411.60	25	17.0	
44	O	10	915	2	x	0.49	2	x	0.44	2.02	1848.30	26	74.0	
45	O	10	984	2	x	0.29	2	x	0.29	2	1.32	1298.88	26	50.0
46	O	10	492	2	x	0.24	2	x	0.19	2	1.02	501.84	27	19.0

LOSA Nv. +2.90; +5.62; +8.34

50	C	12	153	1	x	1.38	2	x	0.15	1.68	257.04
51	C	12	15	1	x	1.62	2	x	0.15	1.92	28.80
52	C	12	89	1	x	2.65	2	x	0.15	2.95	203.55
53	C	12	24	1	x	1.69	2	x	0.15	1.99	47.76
54	C	12	24	1	x	2.10	2	x	0.15	2.40	57.60
55	C	12	18	1	x	3.21	2	x	0.15	3.51	63.18
56	C	12	42	1	x	3.12	2	x	0.15	3.42	143.64
57	C	12	42	1	x	2.10	2	x	0.15	2.40	100.80
58	C	12	42	1	x	3.27	2	x	0.15	3.57	149.94
59	C	12	69	1	x	8.45	2	x	0.15	8.75	603.75
60	C	12	15	1	x	4.91	2	x	0.15	5.21	78.15
61	C	12	18	1	x	11.80	2	x	0.15	12.10	217.80
62	C	12	18	1	x	5.25	2	x	0.15	5.55	99.90
63	C	12	24	1	x	11.80	2	x	0.15	12.10	290.40
64	C	12	24	1	x	9.15	2	x	0.15	9.45	226.80

LOSA Nv. +11.06

70	C	12	12	1	x	1.38	2	x	0.15	1.68	20.16
71	C	12	6	1	x	2.65	2	x	0.15	2.95	17.70
72	C	12	28	1	x	1.69	2	x	0.15	1.99	55.72
73	C	12	6	1	x	8.40	2	x	0.15	8.70	52.20
74	C	12	14	1	x	4.70	2	x	0.15	5.00	70.00

RESUMEN

Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	Ø28	Ø32	TOTAL
L.Tot.	0	12917.1	6370.9	2004.4	3707.3	474	0	0	0	0	25,473.87
# var.	0	1077	531	168	309	40	0	0	0	0	2,125.00
Ags	0	7,969.88	5,657.34	2,421.32	5,850.04	947	0	0	0	0	22,845.62

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño de los Elementos Estructurales cumple con las Especificaciones del A.C.I 318-19 y la N.E.C.-15, detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ t/m}^2$.

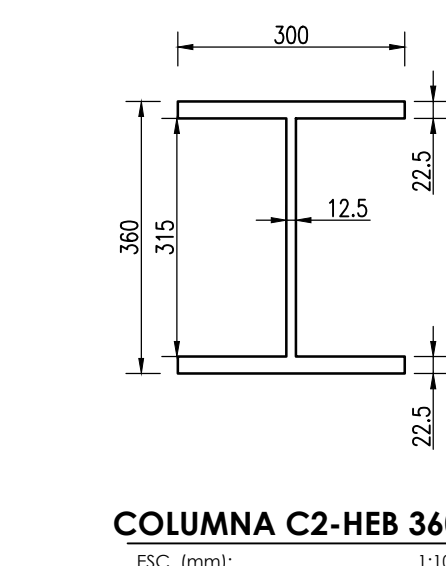
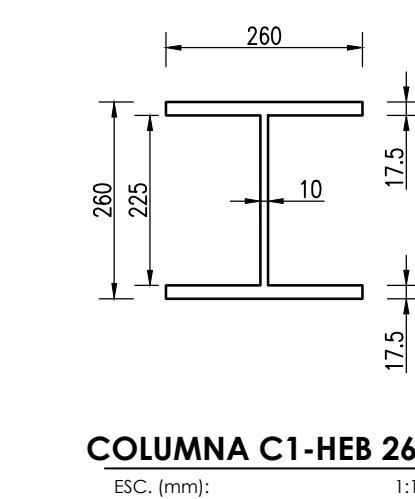
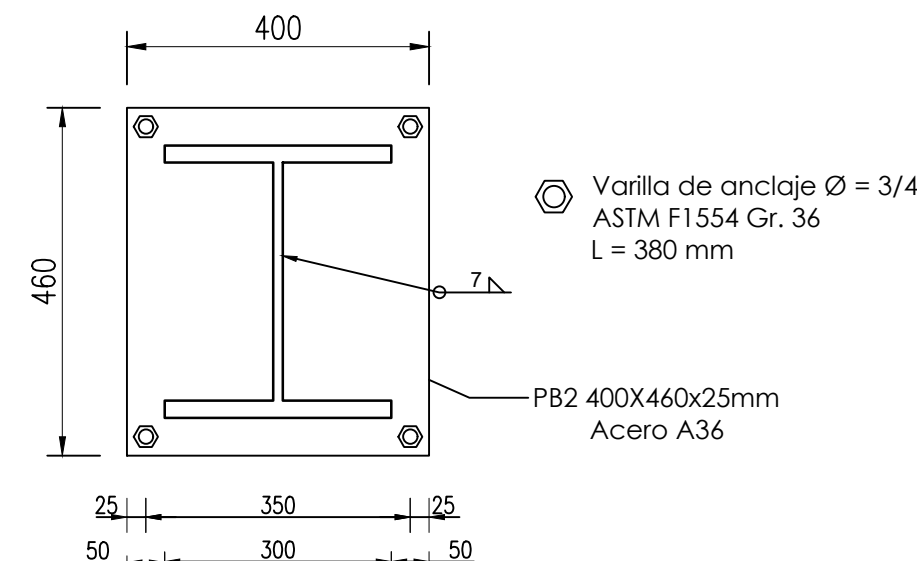
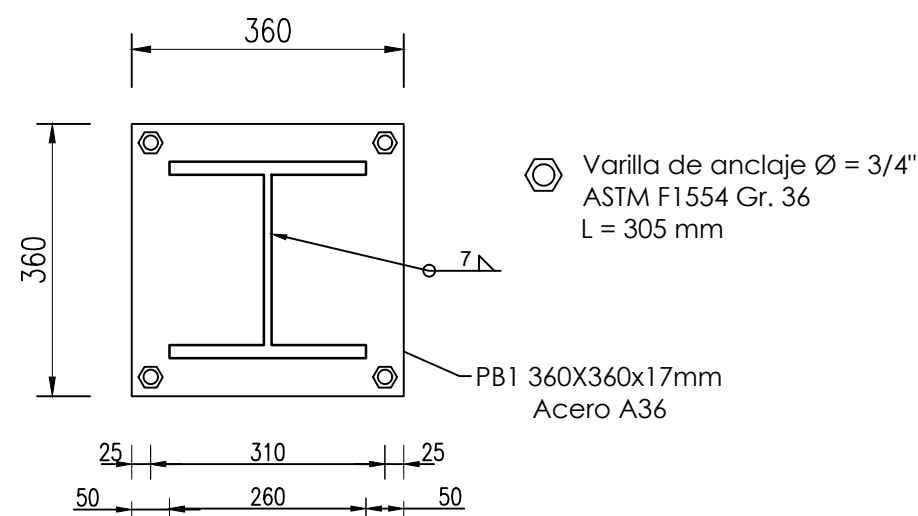
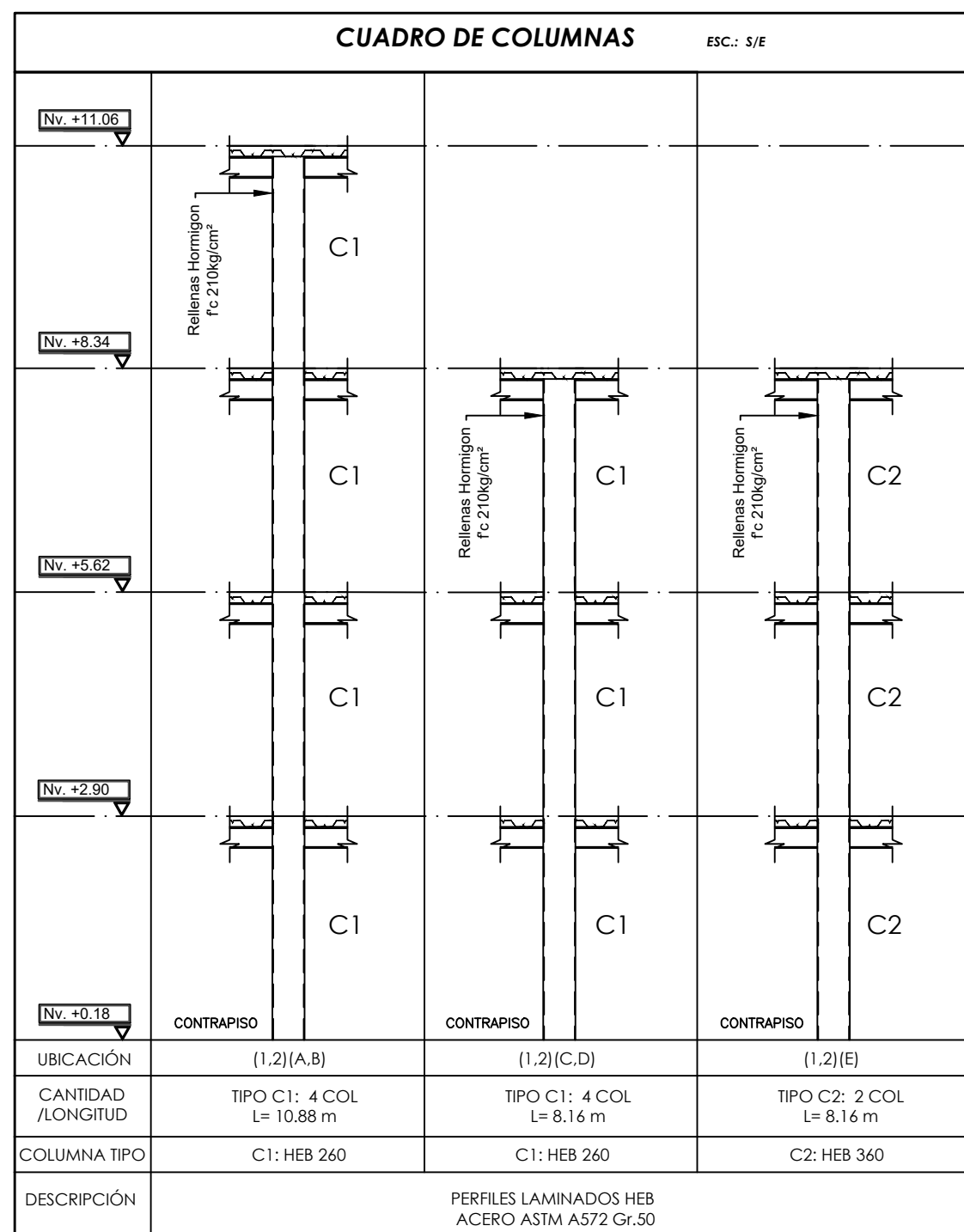
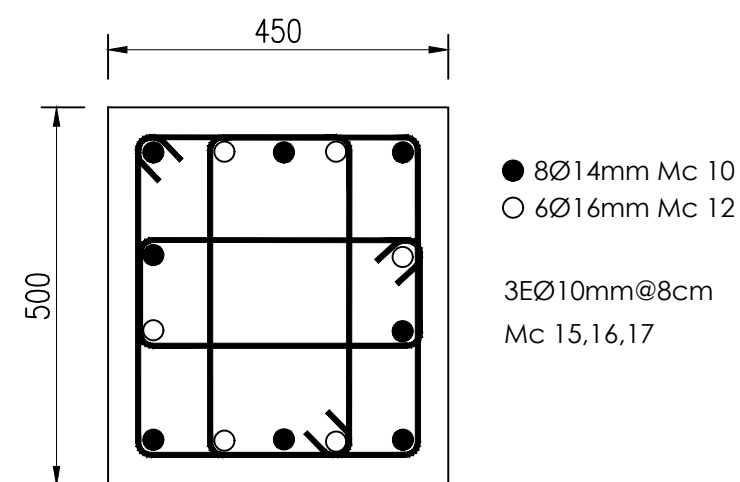
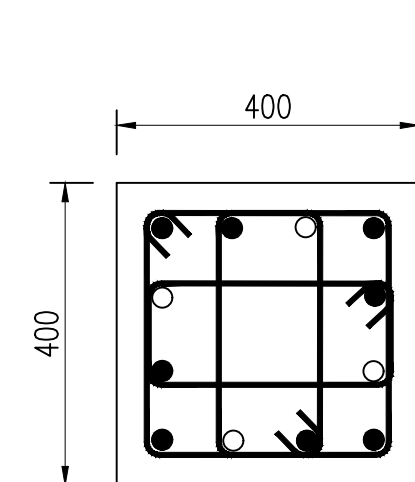
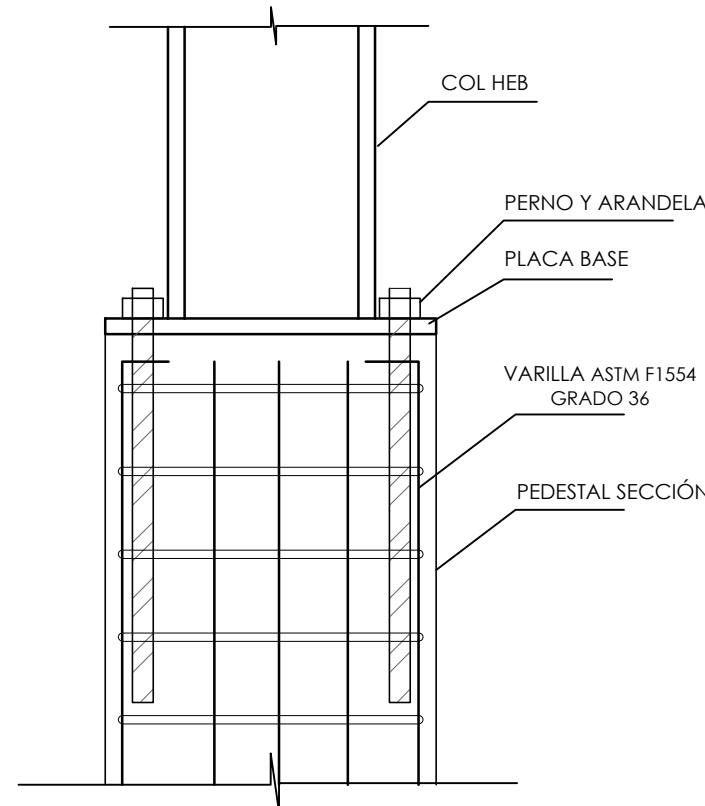
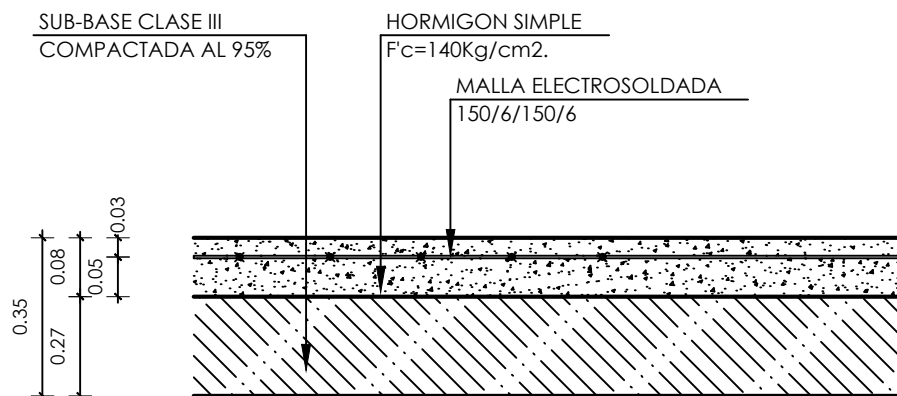
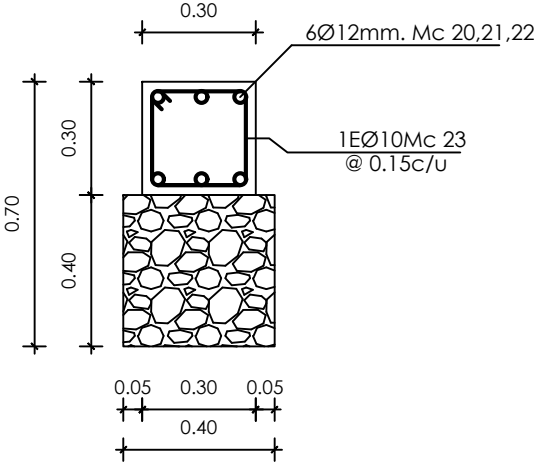
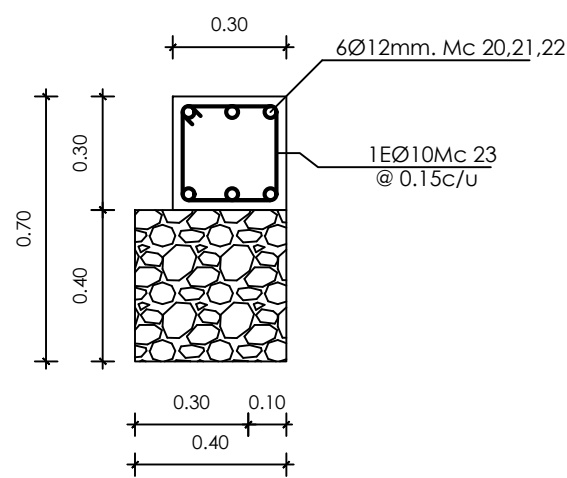
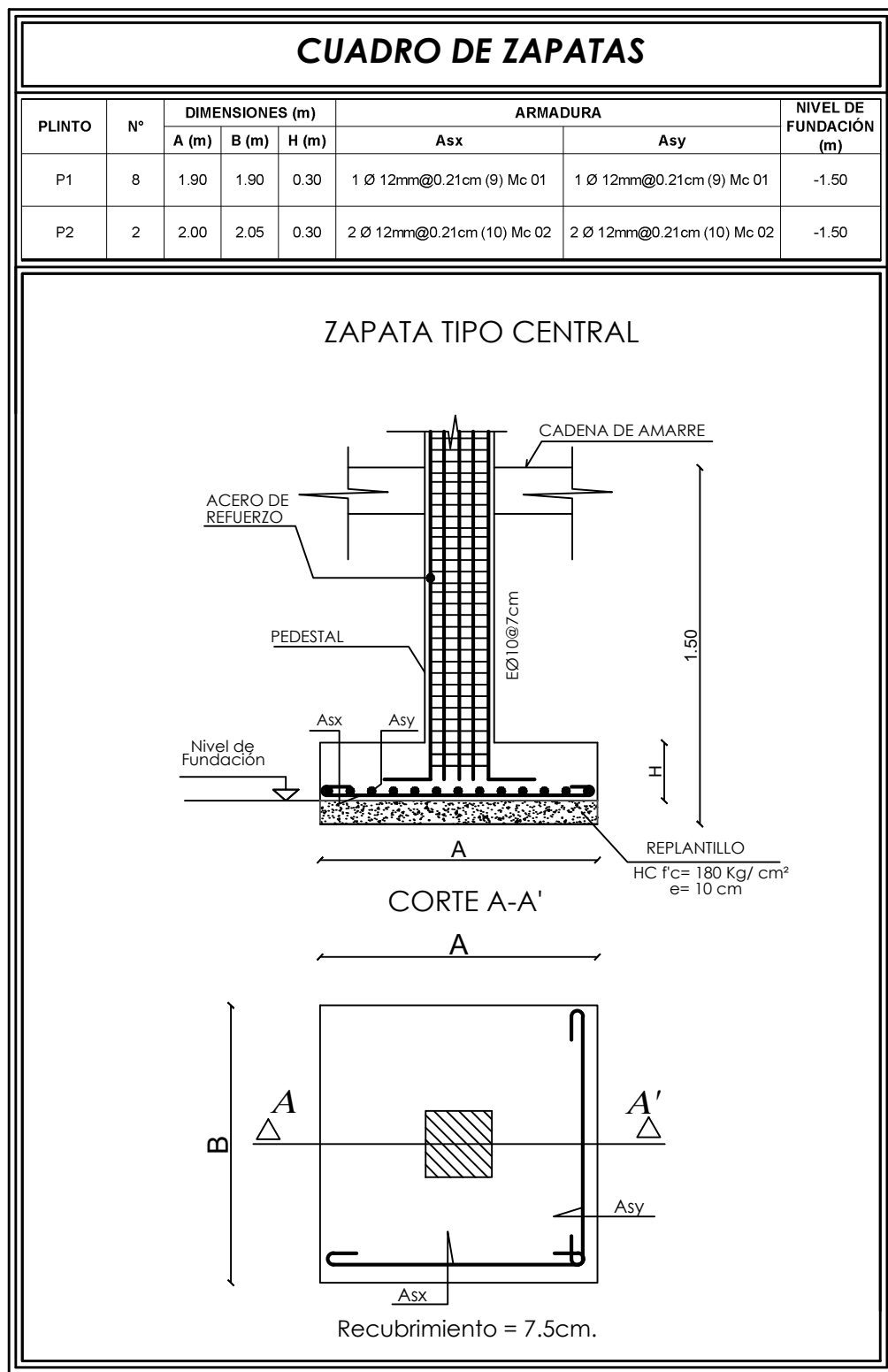
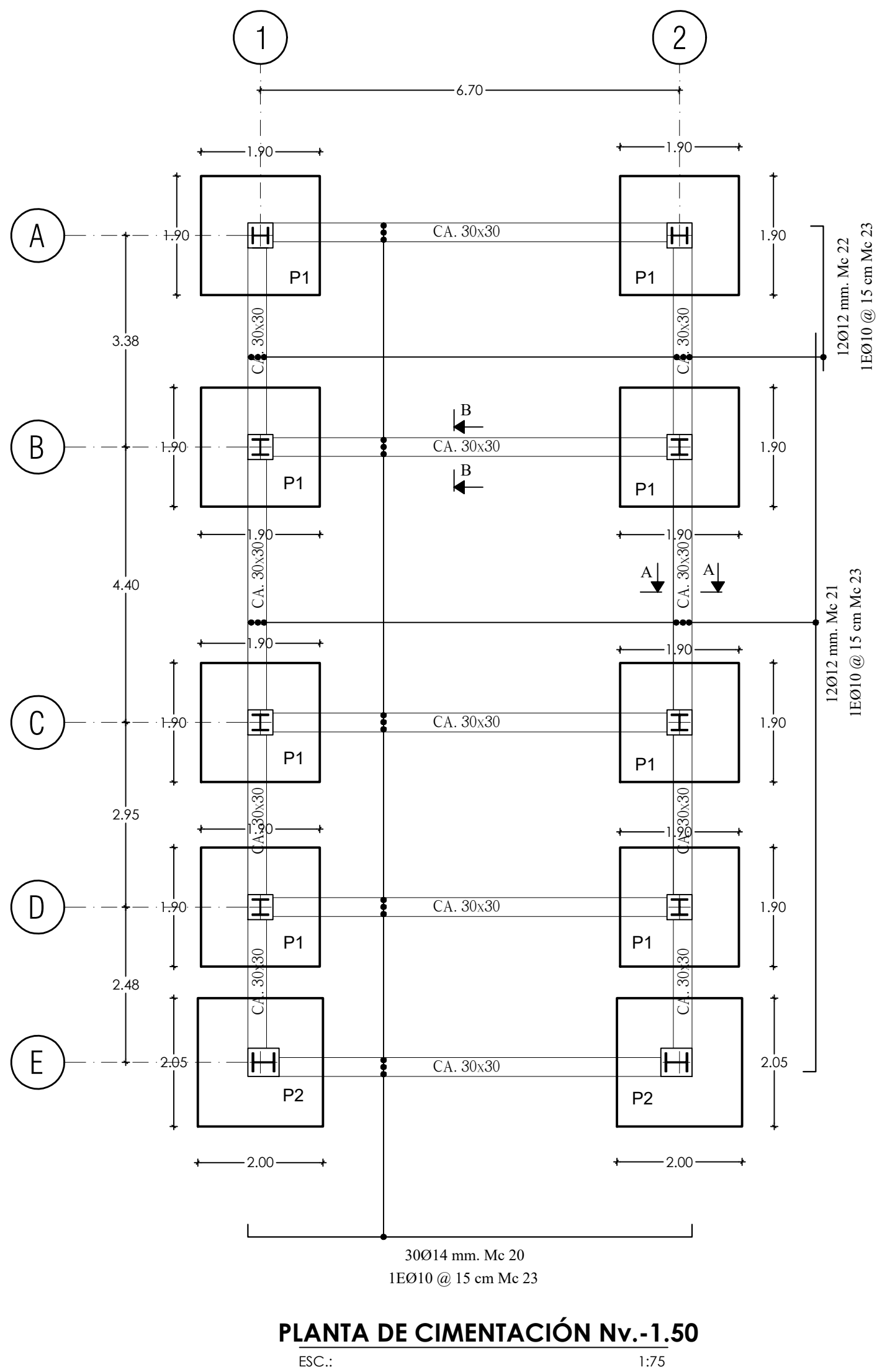
CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE: LOSAS Y VIGAS Nv. +2.90; +5.62; +8.34; +11.06

DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas FECHA: OCTUBRE 2025 ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas C.I. 1804614772 R.M.-3334 PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO C.C.

SELLOS MUNICIPALES LAMINA ESTRUCTURAL: E2/2



INDICACIONES:

1. PLACA DE CONTINUIDAD
2. SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (SRPC/CJP) EN LOS PATINES SUPERIOR E INFERIOR DE LA VIGA Y EL ALA DE LA COLUMNA. EN EL PATÍN SUPERIOR DEJAR LA PLATINA DE RESPALDO PR 20x8mm Y COLOCAR UNA SOLDADURA DE FILETE DE 5mm DEBAJO LA PLATINA. EN EL PATÍN INFERIOR RETIRAR LA PLATINA DE RESPALDO O USAR UNA PLATINA DE RESPALDO NO FUSIBLE, ESMERILAR LA PARTE INFERIOR DEL CORDÓN Y AÑADIR UNA SOLDADURA DE FILETE. NO SE ACEPTARÁ NINGÚN TIPO DE RESPALDO FUJO.
3. TODAS LAS SOLDADURAS SE REALIZARÁN CON ELECTRODO E70XX.
4. PLACA DE CORTE (PC). EL ESPESOR DE LA PC ES IGUAL A LA DEL ALMA DE LA VIGA.
5. SOLDADURA DE PENETRACIÓN PARCIAL (FILETE) DE 6mm DE ESPESOR A TODO LO ALTO DE LA UNIÓN ENTRE LA PLACA DE CORTE Y LA PARED DE LA COLUMNA (CARA FRONTAL).
6. SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (CJP) ENTRE EL ALMA DE LA VIGA Y LA CARA DE LA COLUMNA, UTILIZANDO LA PLACA DE CORTE COMO RESPALDO. (CARA POSTERIOR).
7. SOLDADURA DE PENETRACIÓN PARCIAL (FILETE) ENTRE LA PLACA DE CORTE Y EL ALMA DE LA VIGA (CARA FRONTAL).
8. ZONA PROTEGIDA
9. SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (SRPC) ENTRE EL ALMA Y LAS ALAS DE LA VIGA EN UNA LONGITUD DE d DESDE LA CARA DE LA COLUMNA. SE PROHIBE LA COLOCACIÓN DE CUALQUIER CONECTOR MECÁNICO, ATIESADOR O ARRIOSTRAMIENTO LATERAL EN ESTA ZONA.
10. AGUJEROS DE ACCESO SÍSMICOS. SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (SRPC) A LO ALTO DE LA LONGITUD DEL ALMA, ENTRE LOS AGUJEROS DE ACCESO, EN LA RANURA DEJADA ENTRE LA PLACA DE CORTE (PC) Y LA CARA DE LA COLUMNA. LIMPIAR LA ESCORIA CON ESMERIL ENTRE PASES DE SOLDADURA.

PLANILLA DE CANTIDADES

ACERO DE REFUERZO																	
Mc	Tipo	e	N°	Dimensiones				LONGITUD DESARR	LONG. TOTAL	VARILLA COMERCIAL		LONG	N°				
				a	b	c	d							Gancho			
PUNTOS																	
1	C	12	144	1	x	1.75	2	x	0.25			2.25	324.00	12	27.0		
2	C	12	40	1	x	1.90	2	x	0.25			2.40	96.00	12	8.0		
PEDESTALES																	
10	L	14	80	1	x	1.40	1	x	0.40		2	x	0.10	2.00	160.00	12	6.0
11	L	12	32	1	x	1.40	1	x	0.40		2	x	0.10	2.00	64.00	12	14.0
12	L	16	12	1	x	1.40	1	x	0.40		2	x	0.10	2.00	24.00	12	2.0
13	O	10	168	2	x	0.34	2	x	0.34		2	x	0.08	1.52	255.36	12	22.0
14	O	10	168	2	x	0.14	2	x	0.34		2	x	0.08	1.12	188.16	12	16.0
15	O	10	152	2	x	0.39	2	x	0.44		2	x	0.08	1.82	276.64	12	24.0
16	O	10	152	2	x	0.18	2	x	0.44		2	x	0.08	1.40	212.80	12	18.0
17	O	10	152	2	x	0.44	2	x	0.14		2	x	0.08	1.32	200.64	12	17.0
CADENAS DE AMARRE																	
20	C	12	30	1	x	7.10	2	x	0.15				7.40	222.00	12	19.0	
21	C	12	30	1	x	11.85	1	x	0.15				12.00	144.00	12	12.0	
22	C	12	12	1	x	2.30	1	x	0.15				2.45	29.40	12	3.0	
23	O	10	360	2	x	0.20	2	x	0.24		2	x	0.08	1.12	403.20	12	34.0

RESUMEN												
	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	Ø28	Ø32	TOTAL
L.Tot.	0	1536.8	879.4	160.0	24.0	0	0	0	0	0	0	2,600.20
# var.	0	129	74	14	2	0	0	0	0	0	0	219.00
kgs	0	948.21	780.91	193.28	37.87	0	0	0	0	0	0	1,960.26

PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 (fy = 3515 kg/cm²)																	
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RESUMEN													
Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	Ø28	Ø32	TOTAL		
L.Tot.	0	1536.8	879.4	160.0	24.0	0	0	0	0	0	0	0	2,600.20
# var.	0	129	74	14	2	0	0	0	0	0	0	0	219.00
kg	0	948.21	780.91	193.28	37.87	0	0	0	0	0	0	0	1,960.26

PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 (fy = 3515 kg/cm²)													
MARCA	TIPO	Cant.	(m)	Dimensiones (mm)				V (m3)	Peso (kg/m3)	Peso Total		kg	
				U	L	B	H						

PLACAS BASE													
PB1		8		360	360	17		0.00220	7850	138.36			
PB2		2		400	460	25		0.00460	7850	72.22			

PLACAS DE CONTINUIDAD													
PS1		48		225	87	14		0.00027	7850	102.13			
PS2		12		315	121	14		0.00053	7850	49.89			

PLACAS DE CORTE													
PC1		84		73	188	8		0.00011	7850	70.76			

PLACAS GUSSET													
PG1		8		640	540	10		0.00458	7850	287.70			
PG2		4		990	540	10		0.00915	7850	287.38			
PG3		6		410	540	10		0.00459	7850	216.38			
PG4		3		860	540	10		0.00639	7850	150.40			

PLACAS DE CORTE											
PC1		84		73	188	8		0.00011	7850	70.76	

C1	I	4	10.88	260	10	260	17.5	89.10	960.38	3877.52			
C1	I	4	8.16	260	10	260	17.5	89.10	727.04	2908.14			
C2	I	2	8.16	360	12.5	300	22.5	138.88	1116.96	2233.95			

PESO TOTAL (kg) = 10,394.83

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- * El Diseño en Perfiles Estructurales cumple con las Especificaciones del A.I.S.C. 360 y 341., detalles estructurales se rigen al mismo.
- * El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- 1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad F_c = 210 Kg/cm².
- 2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia f_y= 4200 Kg/cm², y el esfuerzo final f_u= 6400 Kg/cm².
- 3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- 4.- La capacidad asumida del suelo es de qadm=15.00 t/m².

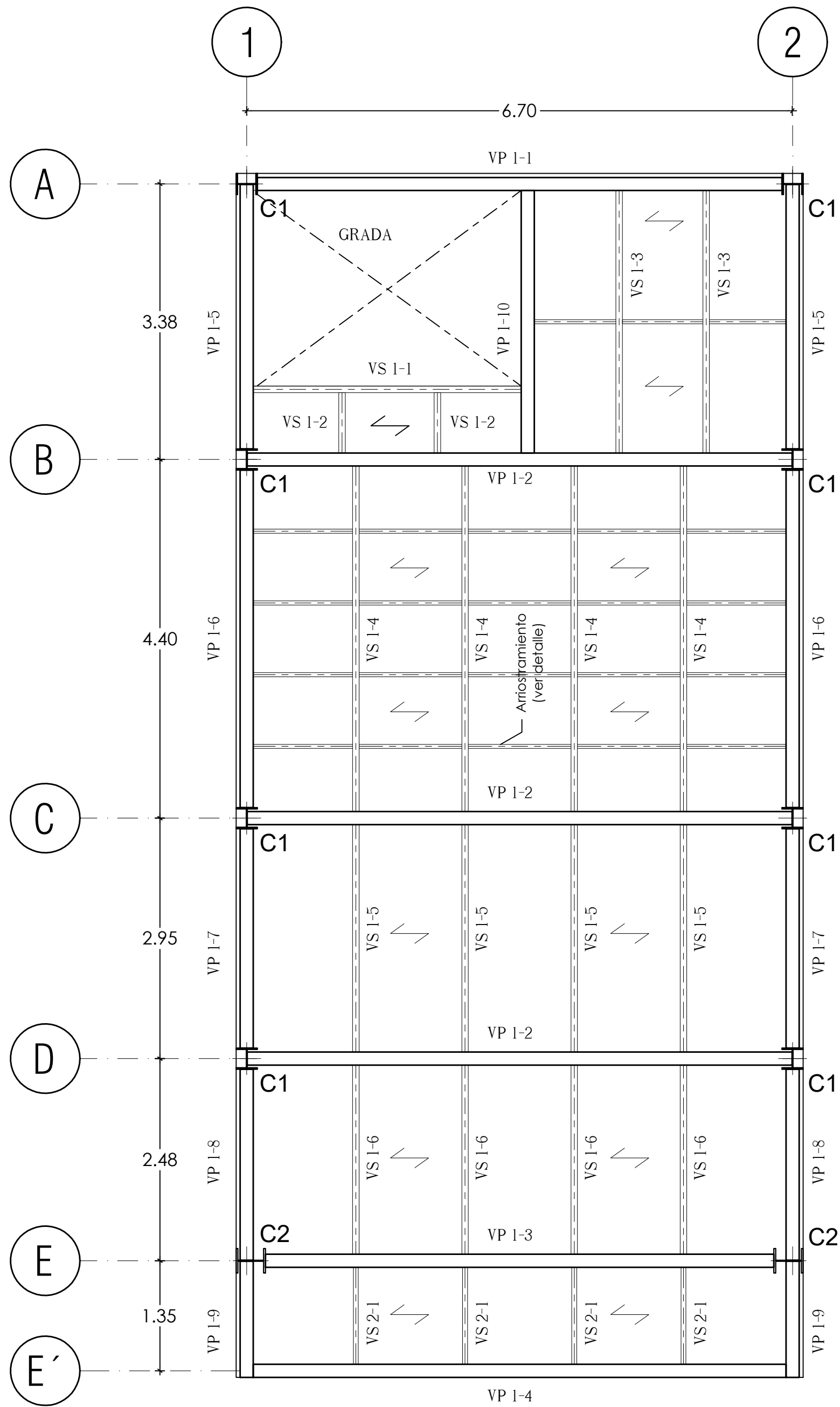
CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE:		
PLANTA DE CIMENTACIÓN, CUADRO DE ZAPATAS Y COLUMNAS, DETALLES		

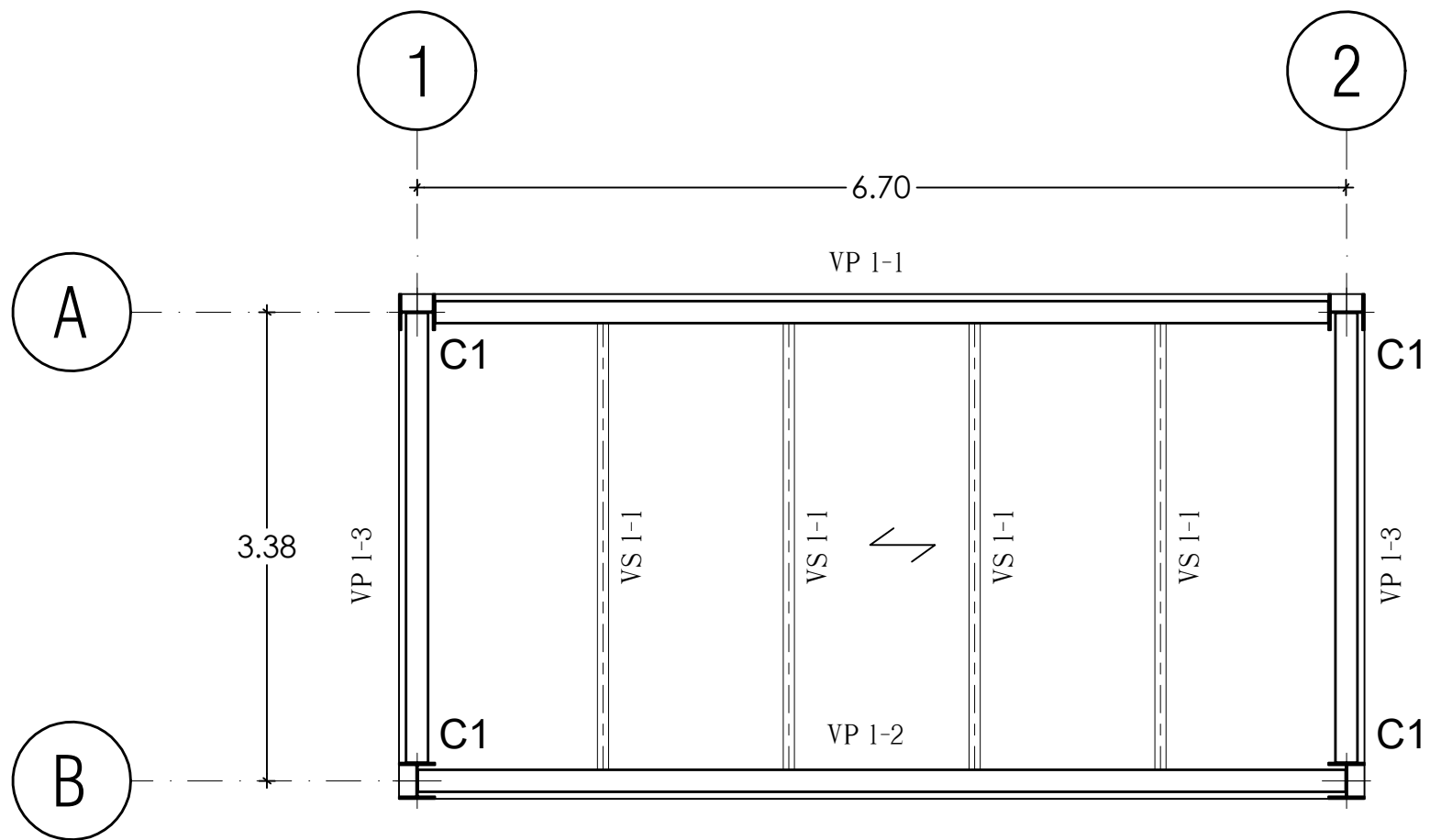
DIBUJO:	Ing. Paúl Cárdenas	FECHA:	OCTUBRE 2025	ESCALA:	INDICADAS
---------	--------------------	--------	--------------	---------	-----------

CALCULISTA:	PROPIETARIOS:
ING. Paúl Cárdenas C.I. 1804614772 R.M.3334	S.R. DANILO VILLAVICENCIO C.C.

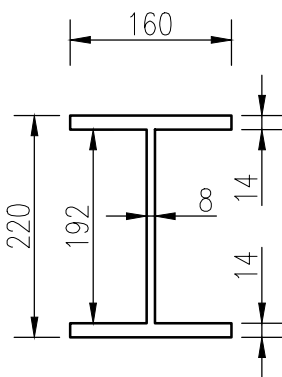
SELLOS MUNICIPALES	LAMINA ESTRUCTURAL: E1/3
--------------------	------------------------------------



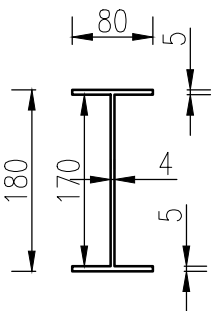
PLANTA Nv. +2.90; +5.62; +8.34
ESC.: 1:50



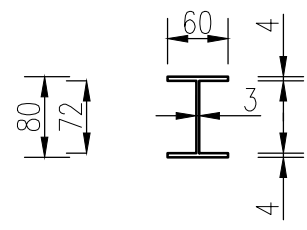
PLANTA Nv. +11.06
ESC.: 1:50



VIGA PRINCIPAL
VP 1

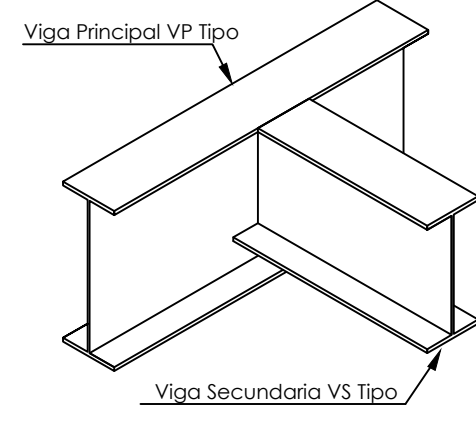
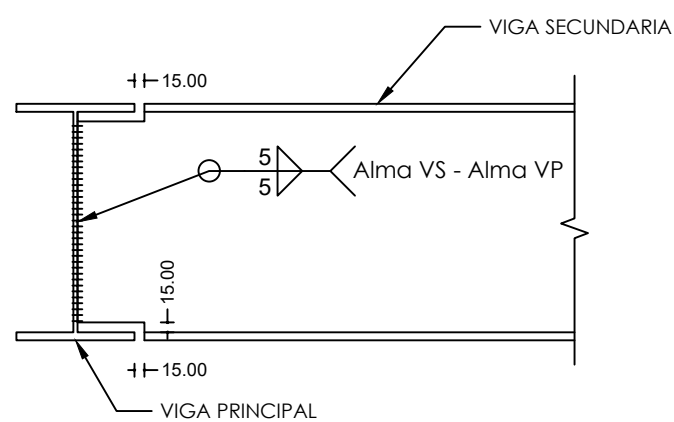


VIGA SECUNDARIA
VS 1

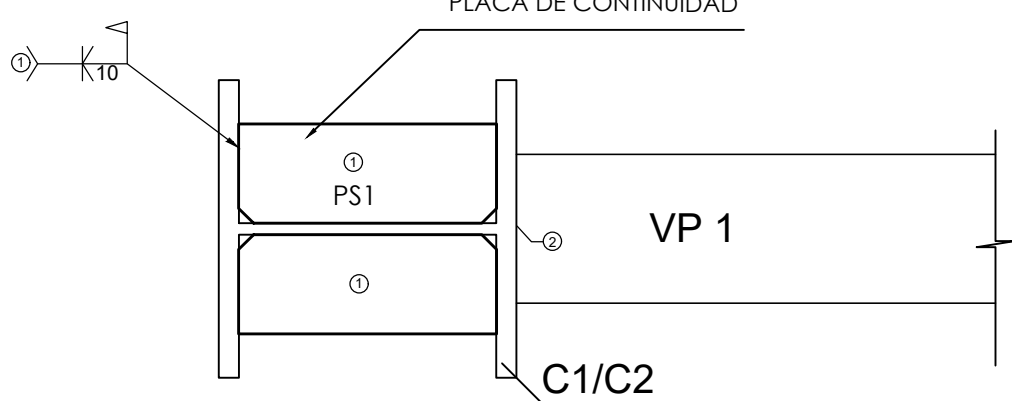


VIGA SECUNDARIA
VS 2

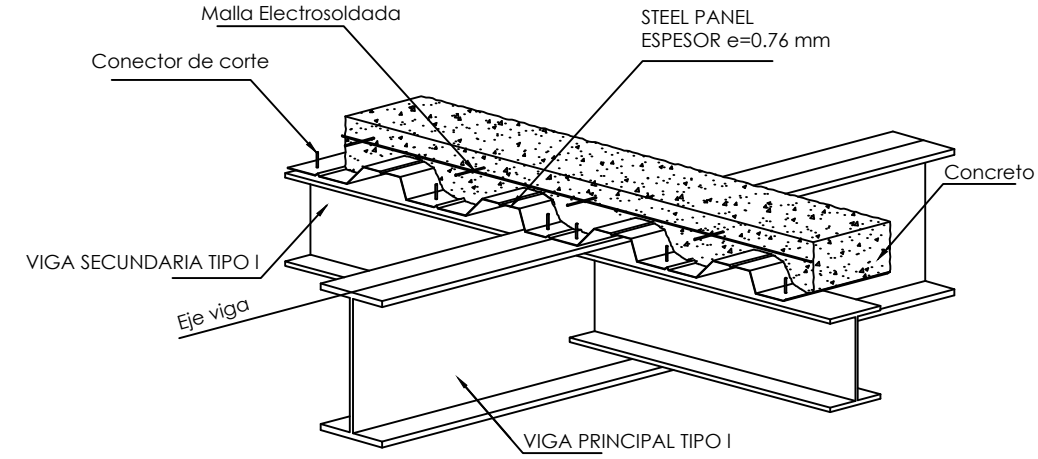
PERFILES DE ACERO A572Gr50
ESC.: (mm); S/E



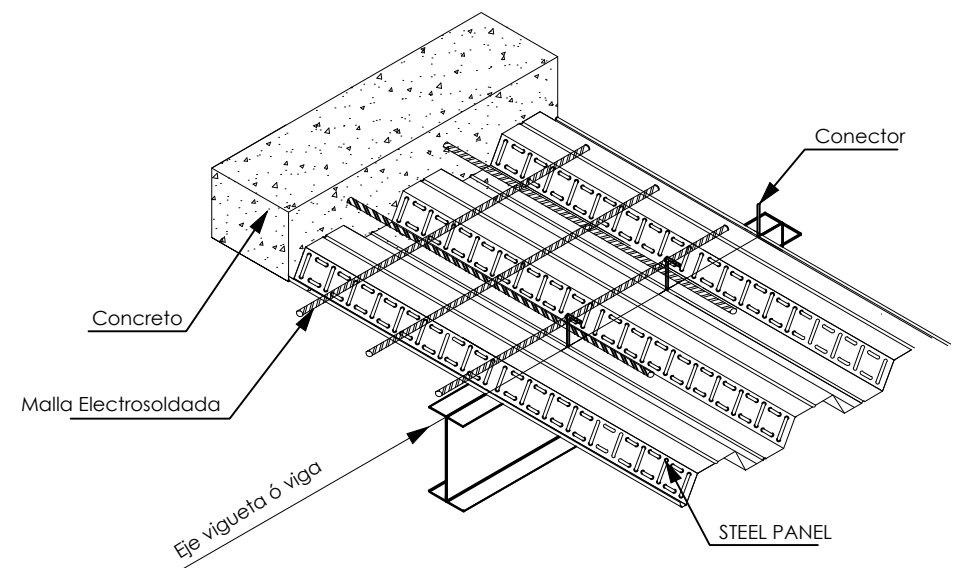
CONEXIÓN VIGA PRINCIPAL-VIGA
SECUNDARIA (CORTE)
ESC.: (mm); S/E



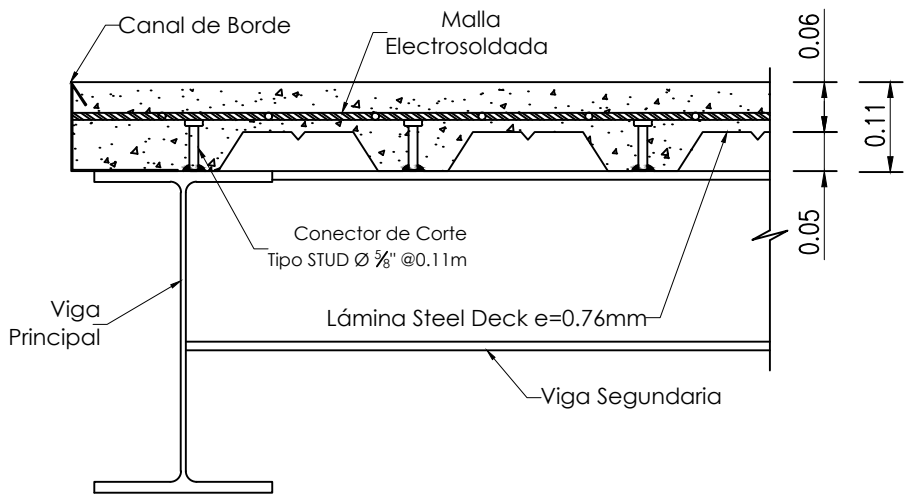
DETALLE CONEXIÓN VIGA-COLUMNA
ESC.: (mm); S/E



DETALLE PLACA DECK LOSA
ESC.: S/E

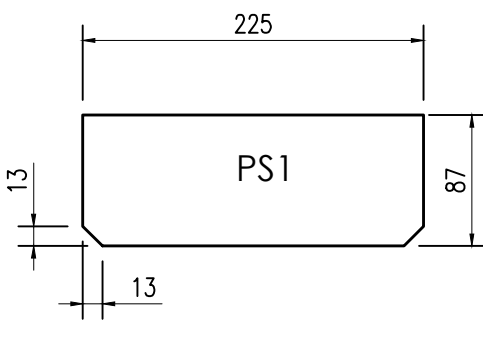


DETALLE ARMADO PLACA DECK LOSA
ESC.: S/E

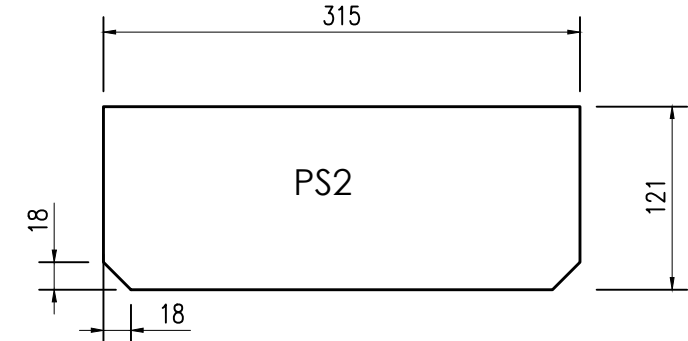


NOTA: El Canal de Borde se debe fijar con Soldadura o Tornillos Autoperforantes

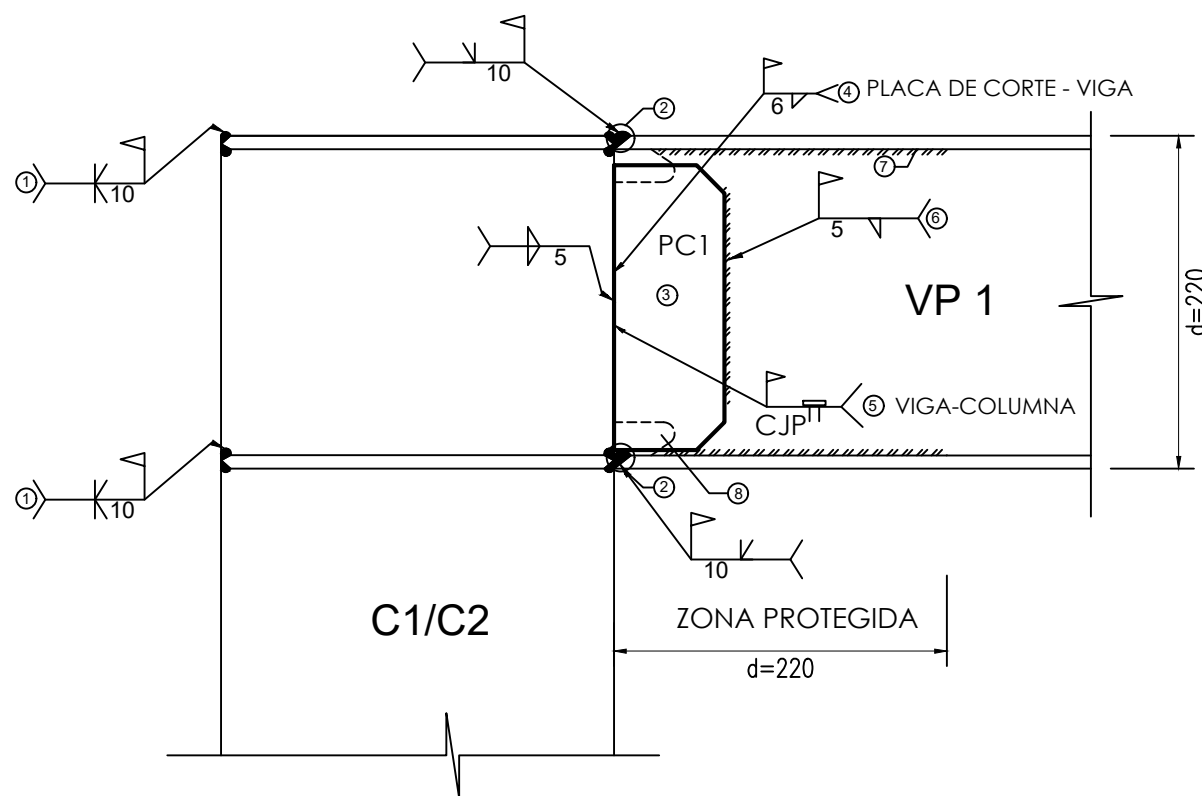
CORTE DE LOSA
ESC.: S/E



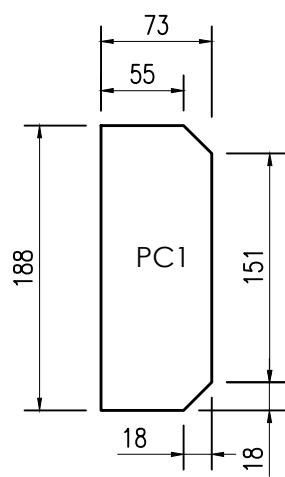
PLACA DE CONTINUIDAD
COL C1
ESC.: (mm); 1:5



PLACA DE CONTINUIDAD
COL C2
ESC.: (mm); 1:5

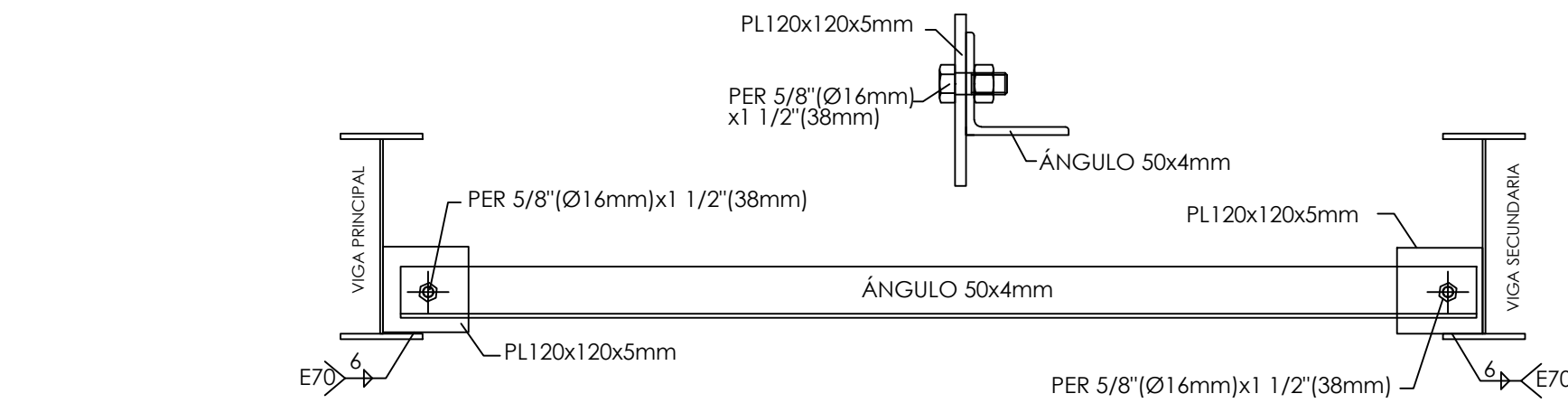


CONEXIÓN VIGA-COLUMNA (MOMENTO)
ESC.: (mm); 1:5

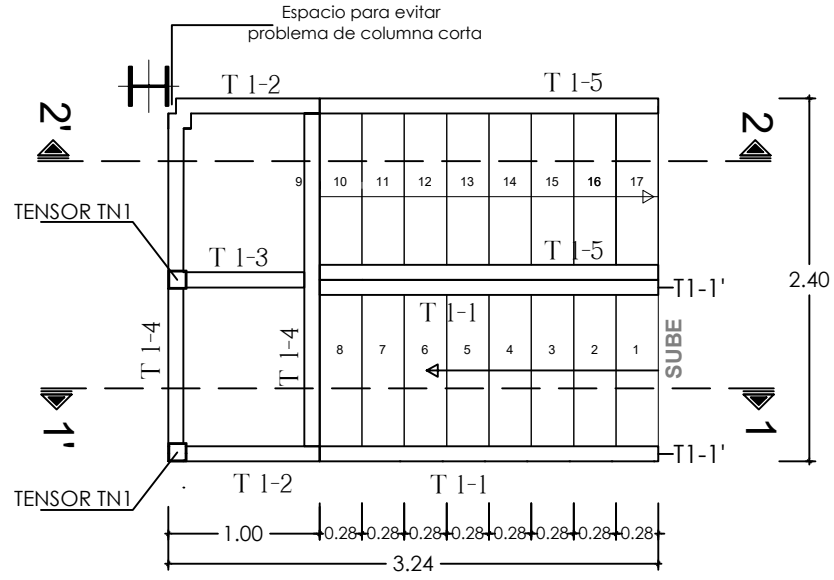


PLACA DE CORTE
VIGA VP1
ESC.: (mm); 1:5

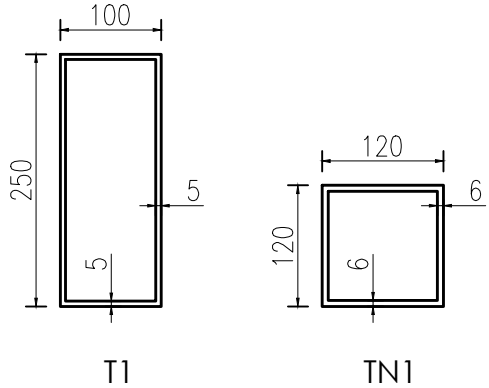
PLANILLA DE CANTIDADES											
PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 (fy = 3515 kg/cm²)											
MARCA	TIPO	CLASE	Cant.	(m)	Dimensiones (mm)				Peso/ metro	Peso/ Elemento	Peso Total
			U	L	H	tw	B	tf	kg/m	kg	kg
VIGAS Nv. +2.90; +5.62; +8.34											
VP 1-1	I	VP	3	6.44	220	8	160	14	47.23	304.13	912.40
VP 1-2	I	VP	9	6.69	220	8	160	14	47.23	315.94	2843.45
VP 1-3	I	VP	3	6.24	220	8	160	14	47.23	294.69	884.06
VP 1-4	I	VP	3	6.70	220	8	160	14	47.23	316.41	949.23
VP 1-5	I	VP	6	3.25	220	8	160	14	47.23	153.48	920.90
VP 1-6	I	VP	6	4.14	220	8	160	14	47.23	195.51	1173.08
VP 1-7	I	VP	6	2.69	220	8	160	14	47.23	127.04	762.22
VP 1-8	I	VP	6	2.34	220	8	160	14	47.23	110.51	663.05
VP 1-9	I	VP	6	1.42	220	8	160	14	47.23	67.06	402.36
VP 1-10	I	VP	3	3.38	220	8	160	14	47.23	159.62	478.87
VS 1-1	I	VS	3	3.45	180	4	80	5	11.62	40.08	120.25
VS 1-2	I	VS	6	0.86	180	4	80	5	11.62	9.99	59.95
VS 1-3	I	VS	6	3.38	180	4	80	5	11.62	39.27	235.61
VS 1-4	I	VS	12	4.40	180	4	80	5	11.62	51.12	613.43
VS 1-5	I	VS	12	2.95	180	4	80	5	11.62	34.27	411.28
VS 1-6	I	VS	12	2.48	180	4	80	5	11.62	28.81	345.75
VS 2-1	I	VS	12	1.35	80	3	60	4	5.46	7.38	88.51
PESO TOTAL (kg) =										11,864.40	
VIGAS Nv. +11.06											
VP 1-1	I	VP	1	6.44	220	8	160	14	47.23	304.13	304.13
VP 1-2	I	VP	1	6.69	220	8	160	14	47.23	315.94	315.94
VP 1-3	I	VP	2	3.25	220	8	160	14	47.23	153.48	306.97
VS 1-1	I	VS	4	3.38	180	4	80	5	11.62	39.27	157.08
PESO TOTAL (kg) =										1,084.12	
ARRIOSTRAMIENTOS CONCÉNTRICOS											
R1-1	I	R	8	2.32	150	4	150	4	18.34	42.54	340.35
R1-2	I	R	6	1.71	150	4	150	4	18.34	31.36	188.14
PESO TOTAL (kg) =										528.49	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS											
* El Diseño en Perfiles Estructurales cumple con las Especificaciones del A.I.S.C. 360 y 341., detalles estructurales se rigen al mismo. * El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.											
OBSERVACIONES											
1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad f'c = 210 Kg/cm². 2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia fy= 4200 Kg/cm², y el esfuerzo final fu= 6400 Kg/cm². 3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito. 4.- La capacidad asumida del suelo es de qadm=15.00 t/m².											
DESCRIPCIÓN: CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO											
CONTIENE: PLANTA Nv. +2.90; +5.62; +8.34; +11.06. DETALLES DE PERFILES Y CONEXIONES											
DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas			FECHA: OCTUBRE 2025			ESCALA: INDICADAS					
CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas C.I. 1804614772 R.M.-3334			PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO C.C.								
SELLOS MUNICIPALES									LAMINA ESTRUCTURAL: E2/3		



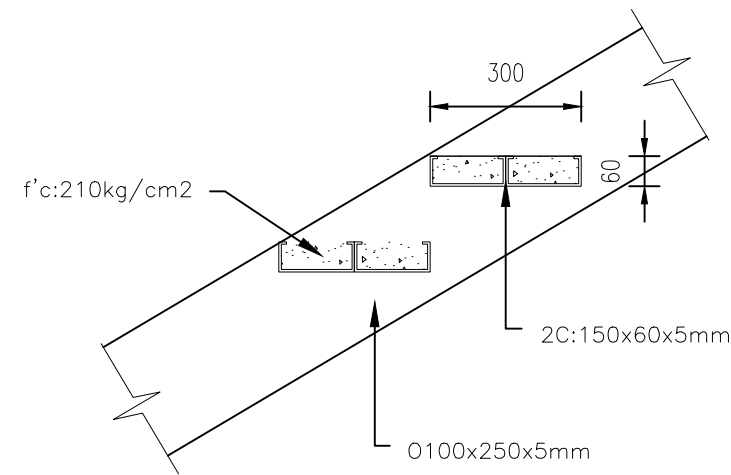
DETALLE DE ARRIOSTRAMIENTO
ESC.: (mm): S/E



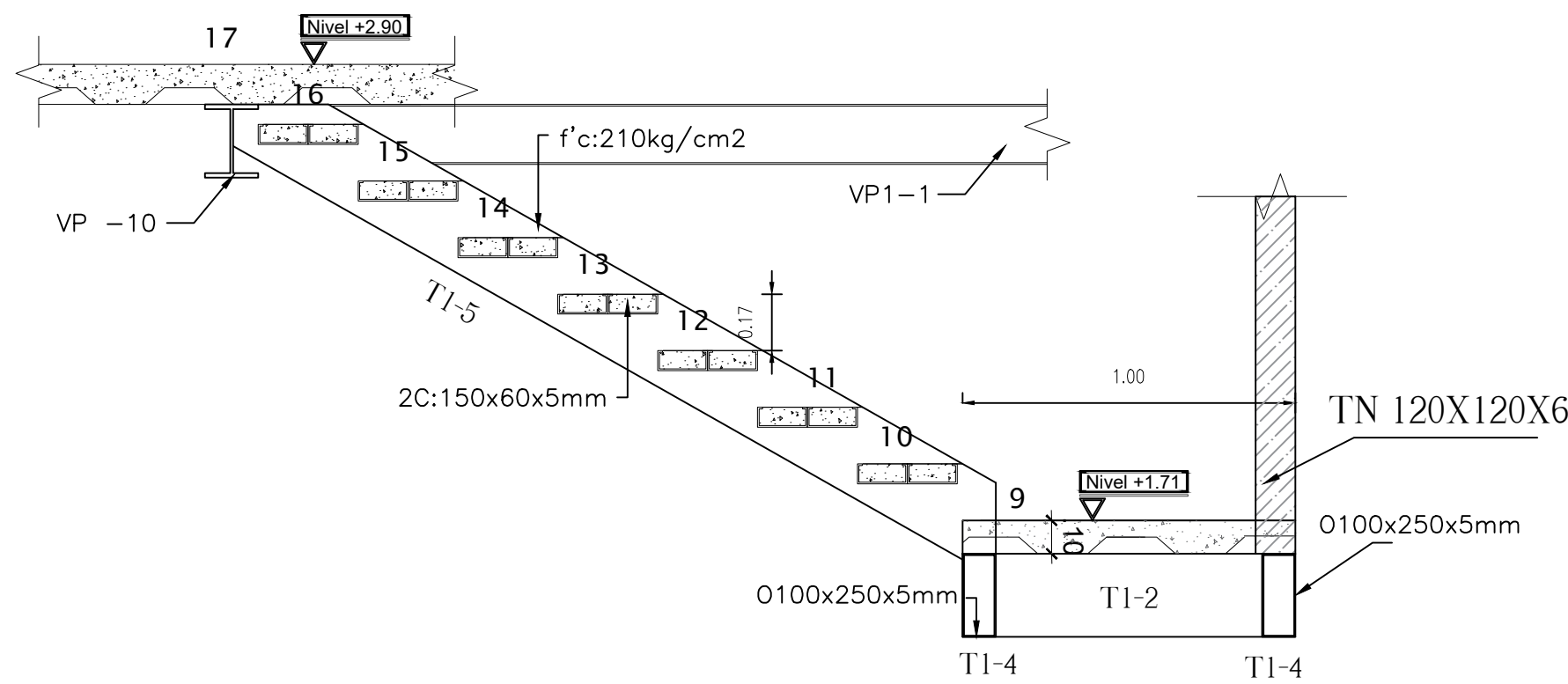
PLANTA DE GRADA
Nv. +2.90; +5.62; +8.34
ESC.: 1:50



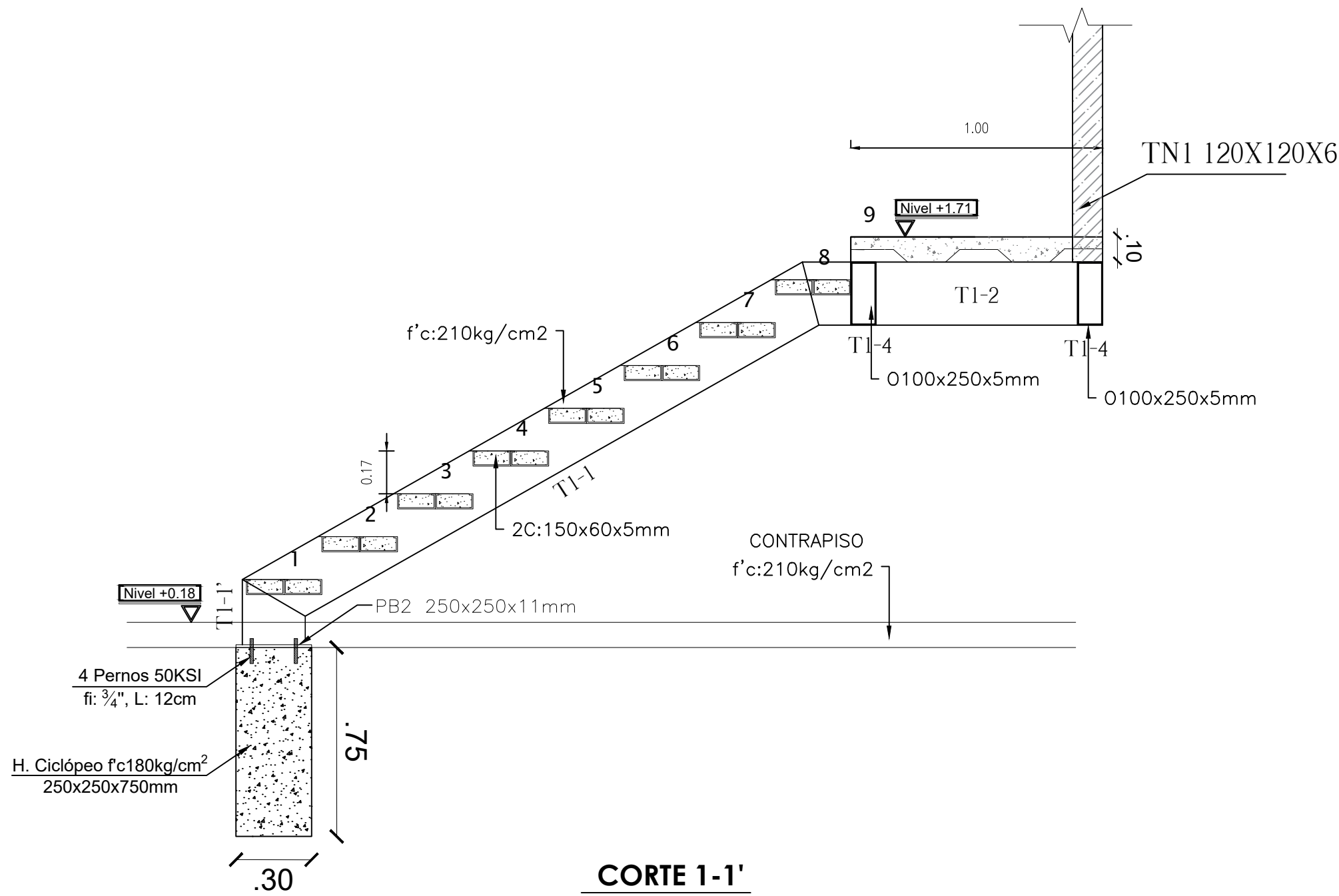
PERFILES DE GRADA
ACERO A572Gr50
ESC.: (mm): S/E



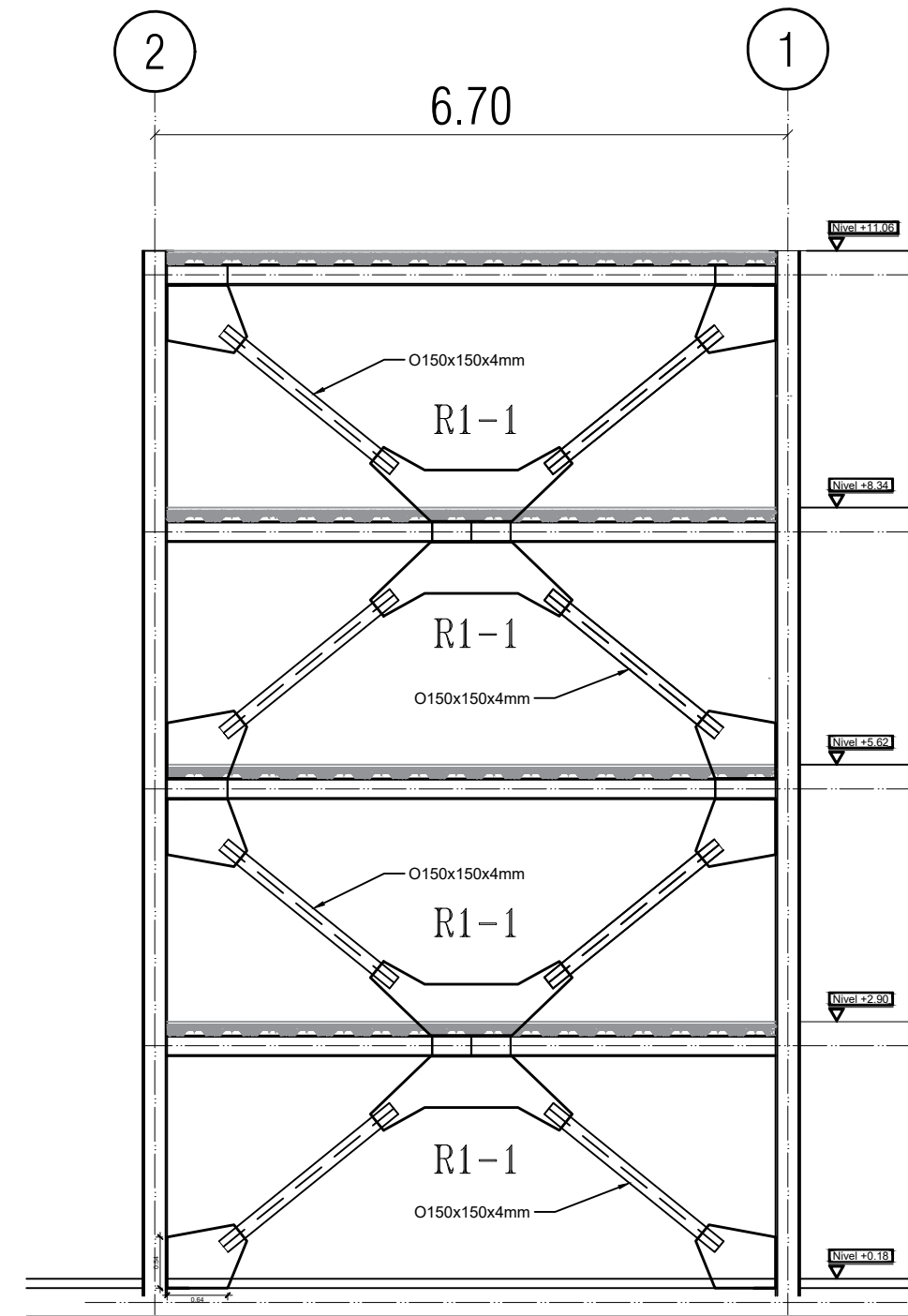
DETALLE DE ESCALÓN
ESC.: (mm): 1:15



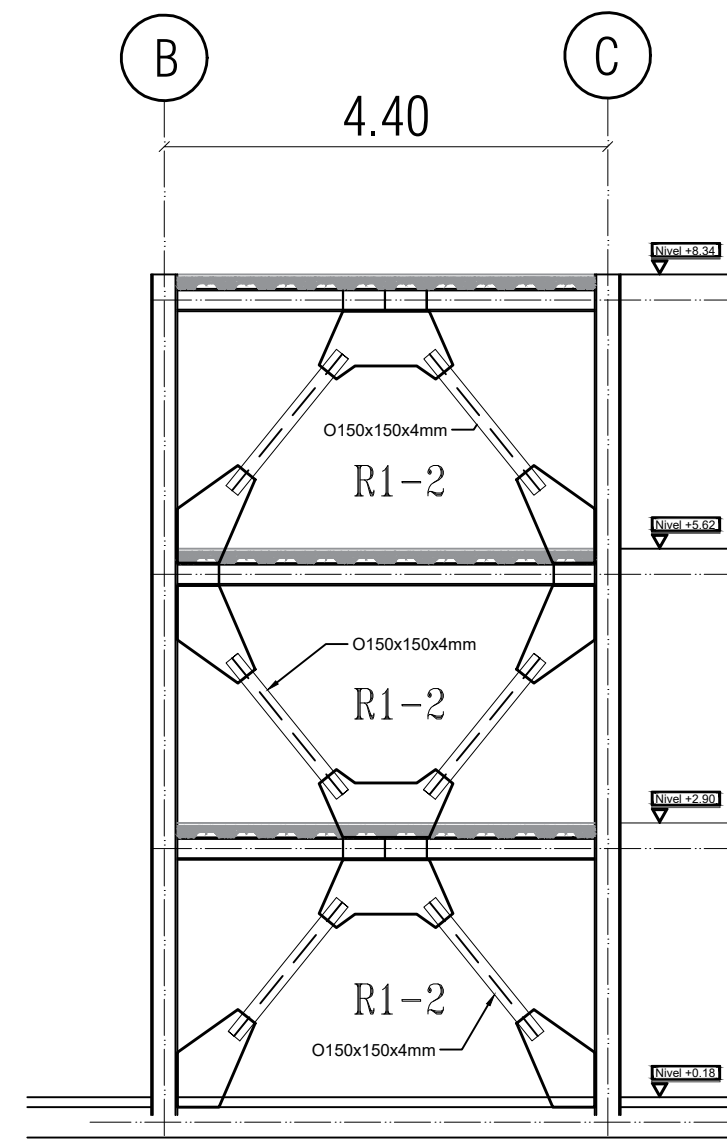
CORTE 2-2'
ESC.: 1:20



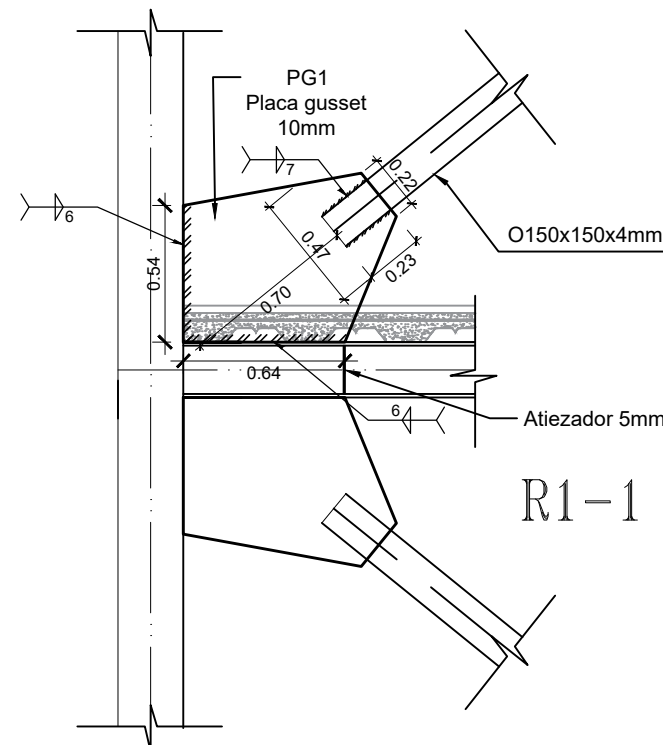
CORTE 1-1'
ESC.: 1:20



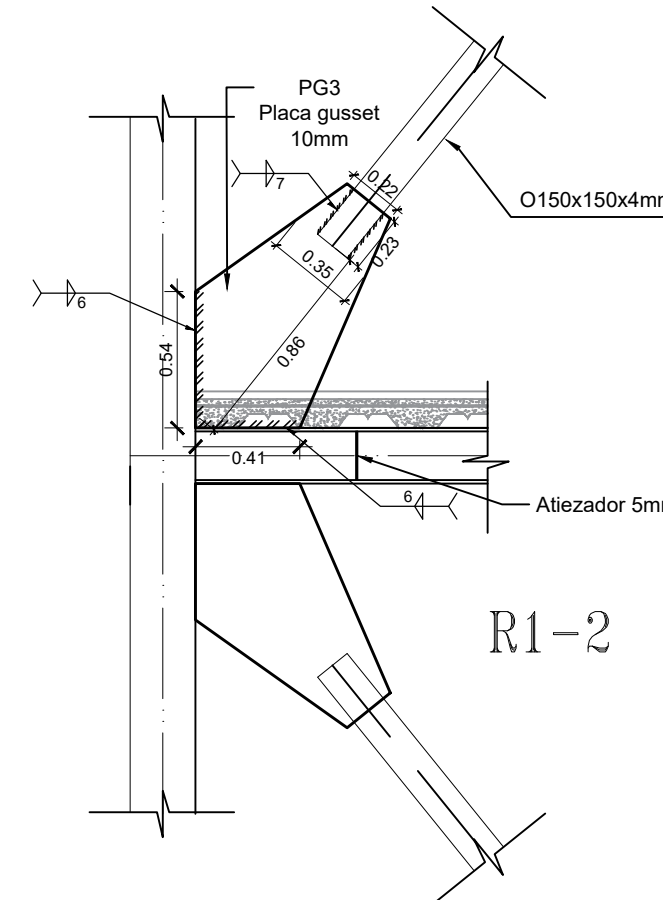
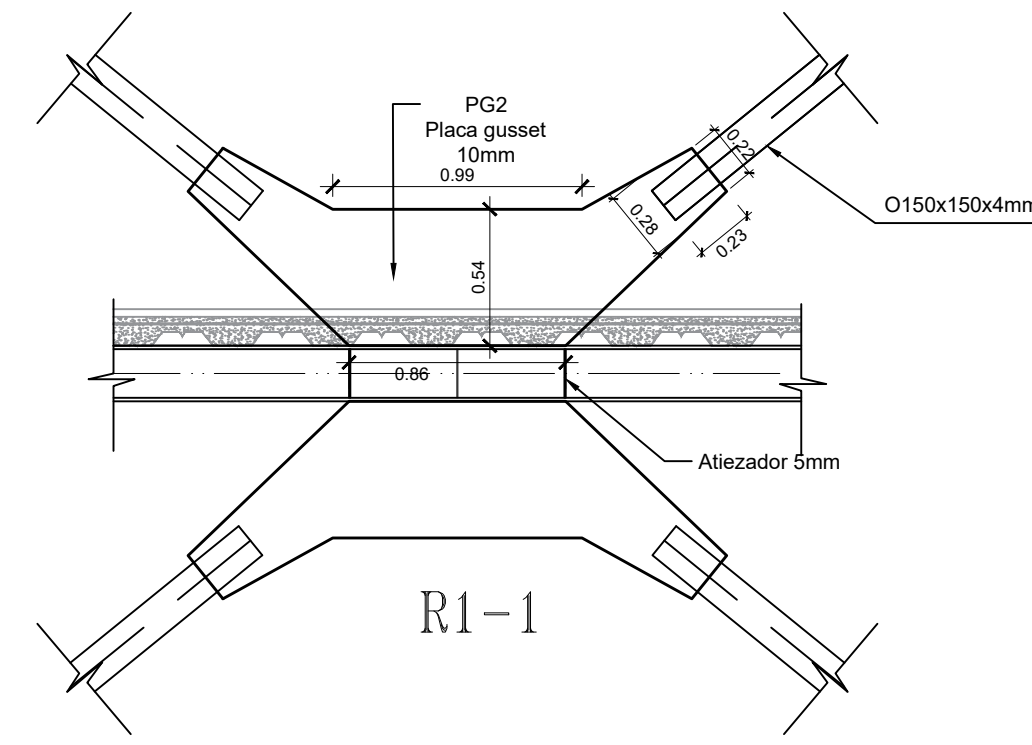
PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICOS
EJE A - ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:75



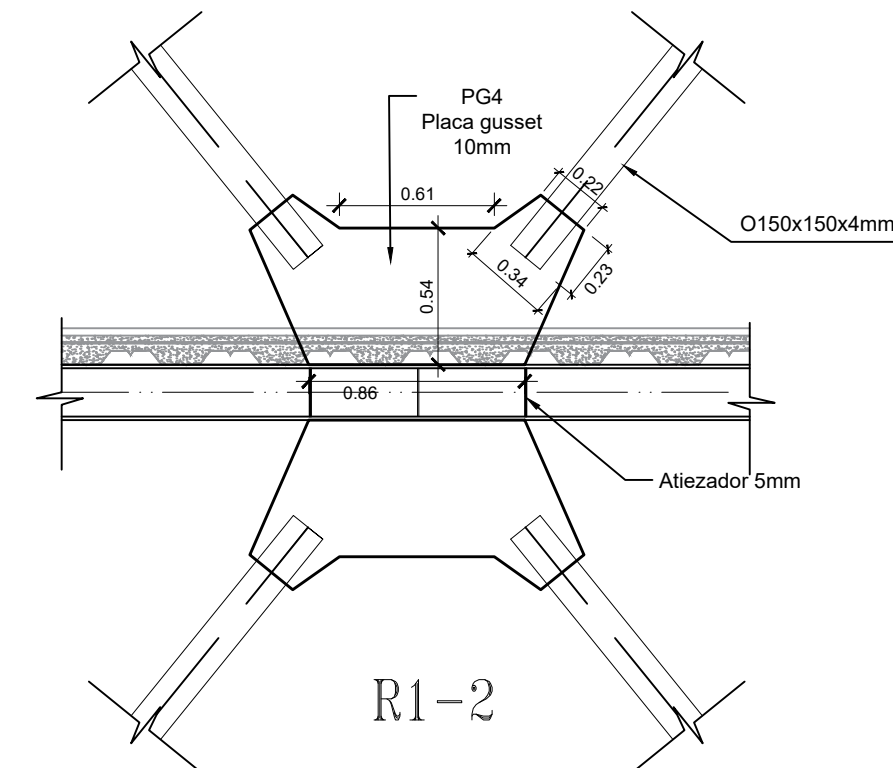
PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICOS
EJE 1, 2 ENTRE (B-C) - ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:75



DETALLE DE PLACA GUSSET
ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:30



DETALLE DE PLACA GUSSET
ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:30



PLANILLA DE CANTIDADES

PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 ($f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$)

PERFILES DE GRADAS										
MARCA	TIPO	Cant.	Long (m)	Dimensiones (mm)			Área (m2)	Peso/metro	Peso/Elemento	Peso Total
		U	L	B	H	e	A	kg/m	kg	kg
T1-1'	O	6	0.17	100	250	5		26.69	4.54	27.22
T1-1	O	6	2.55	100	250	5		26.69	68.06	408.36
T1-2	O	6	1.00	100	250	5		26.69	26.69	160.14
T1-3	O	3	0.80	100	250	5		26.69	21.35	64.06
T1-4	O	6	2.40	100	250	5		26.69	64.06	384.34
T1-5	O	6	2.60	100	250	5		26.69	69.39	416.36
TN1	O	6	1.20	120	120	6		21.48	25.77	154.64
PELDAÑO	2C	45	1.00	150	60	5	0.002800	21.98	21.98	989.1
								PESO TOTAL (kg) = 2,604.22		

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño en Perfiles Estructurales cumple con las Especificaciones del A.I.S.C. 360 y 341., detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ t/m}^2$.

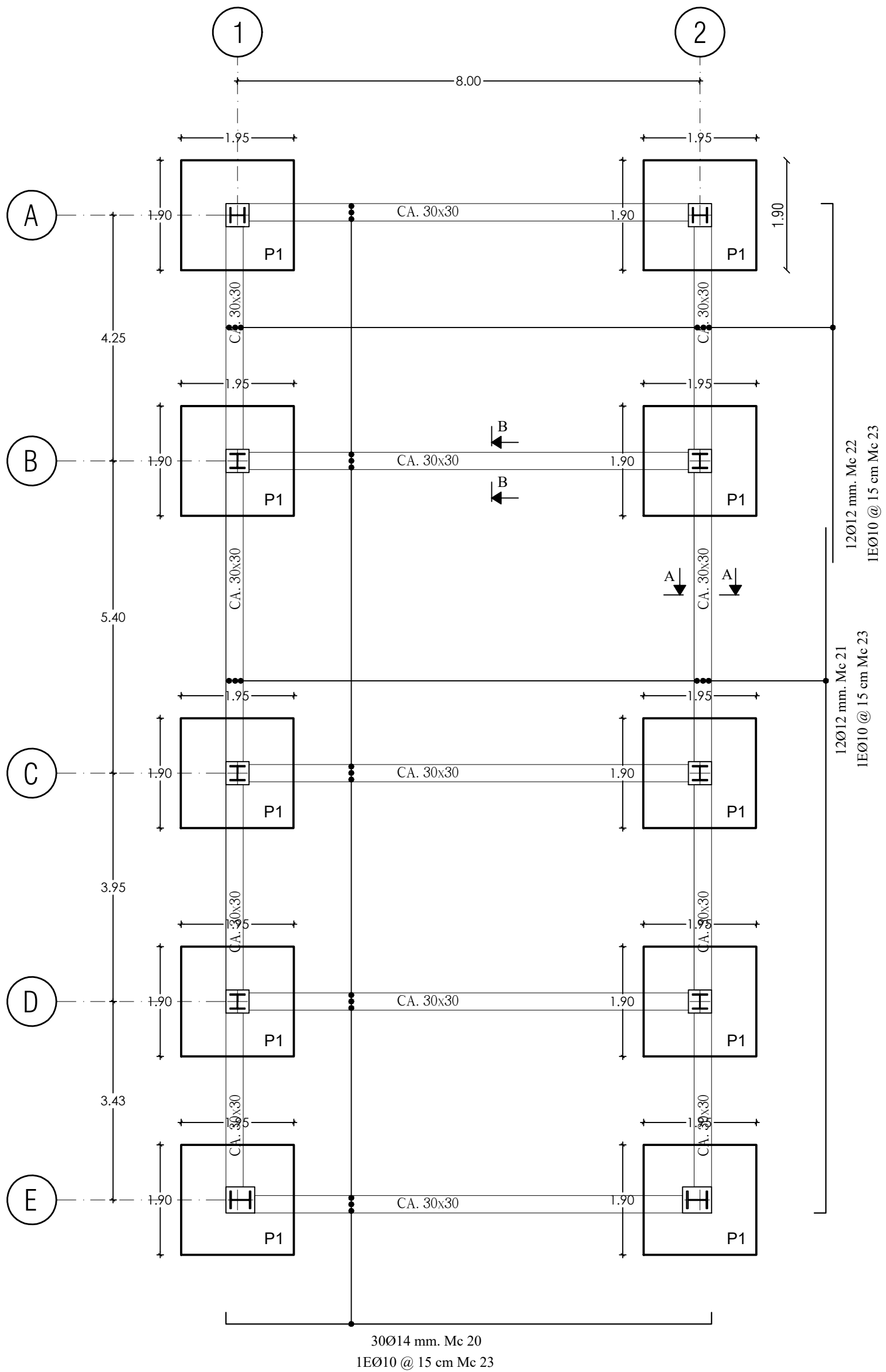
DESCRIPCIÓN: CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE: GRADA, DETALLE DE PERFILES Y PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICOS

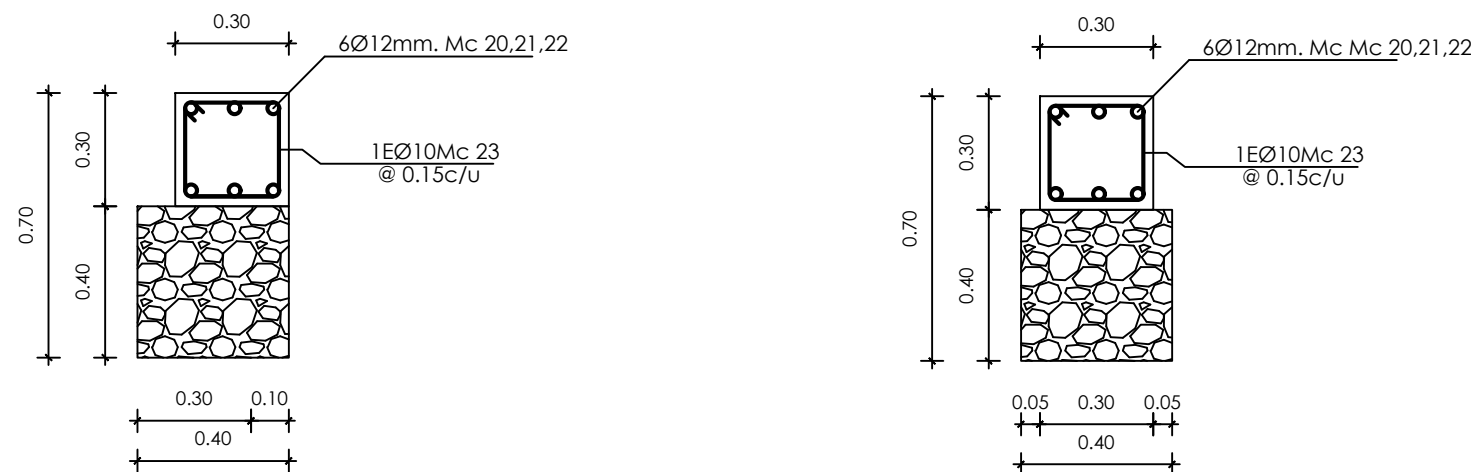
DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas FECHA: OCTUBRE 2025 ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas C.I. 1804614772 R.M.:3334 PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO C.C.

SELLOS MUNICIPALES LAMINA ESTRUCTURAL: E3/3

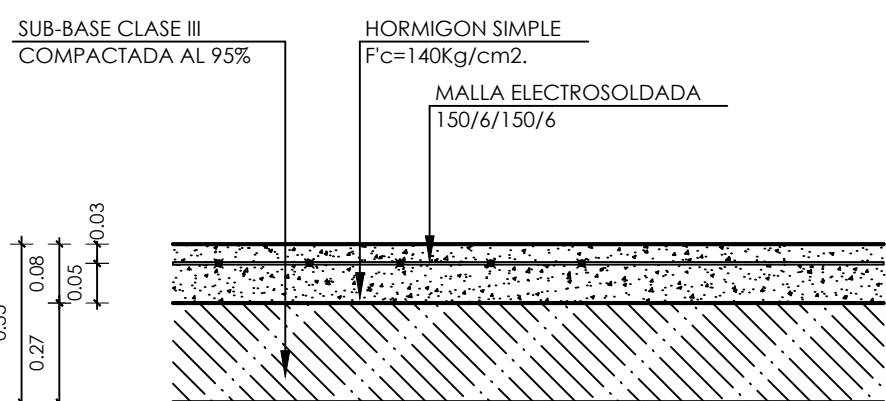


PLANTA DE CIMENTACIÓN Nv. -1.50
ESC.: 1:75

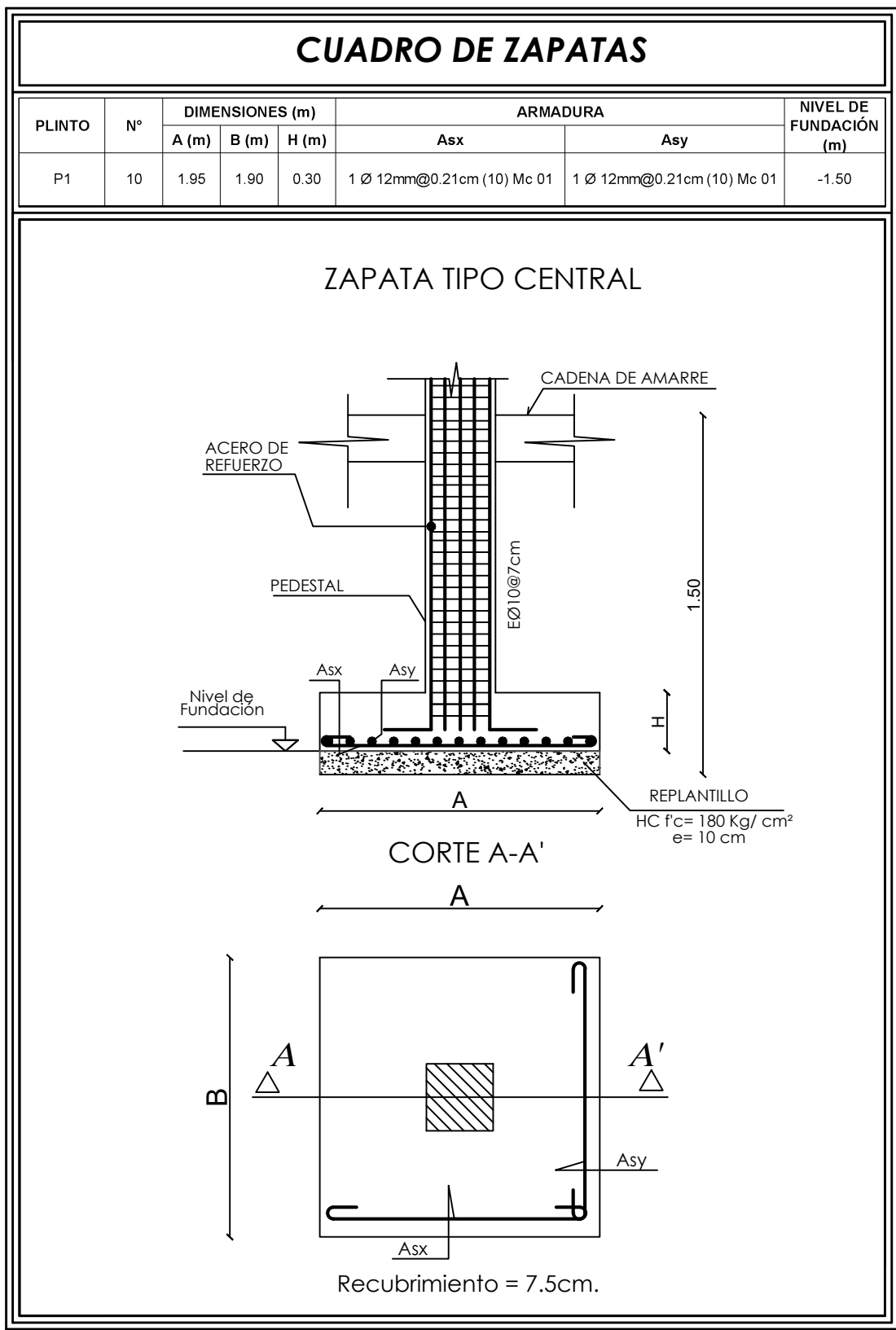


CORTE A-A
CADENA DE AMARRE
ESC.: 1:20

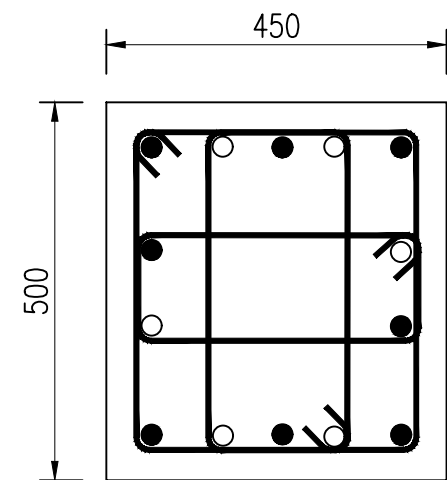
CORTE B-B
CADENA DE AMARRE
ESC.: 1:20



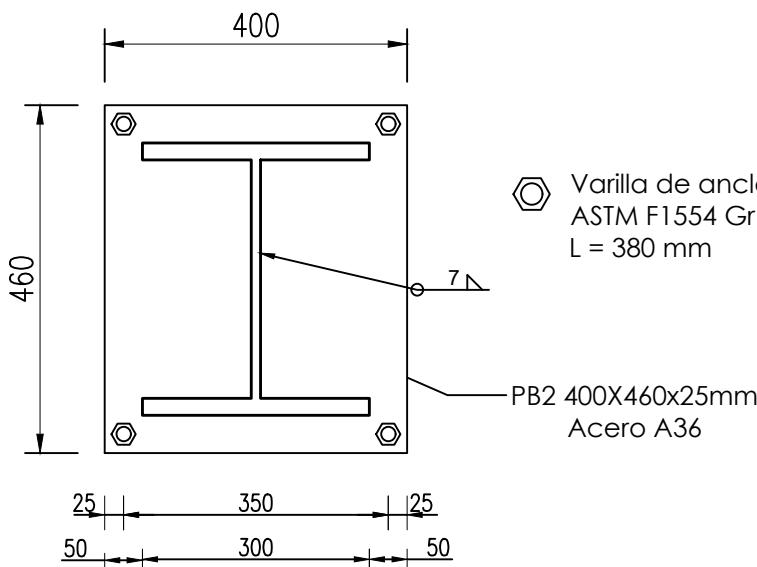
CONTRAPISO NORMAL
ESC.: S/E



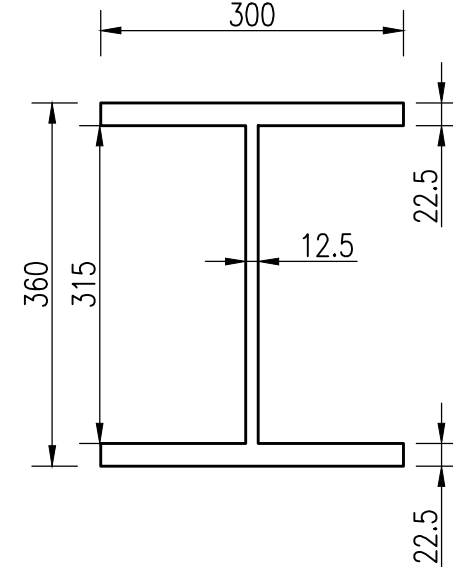
ANCLAJE A PLACA BASE
ESC., (mm): S/E



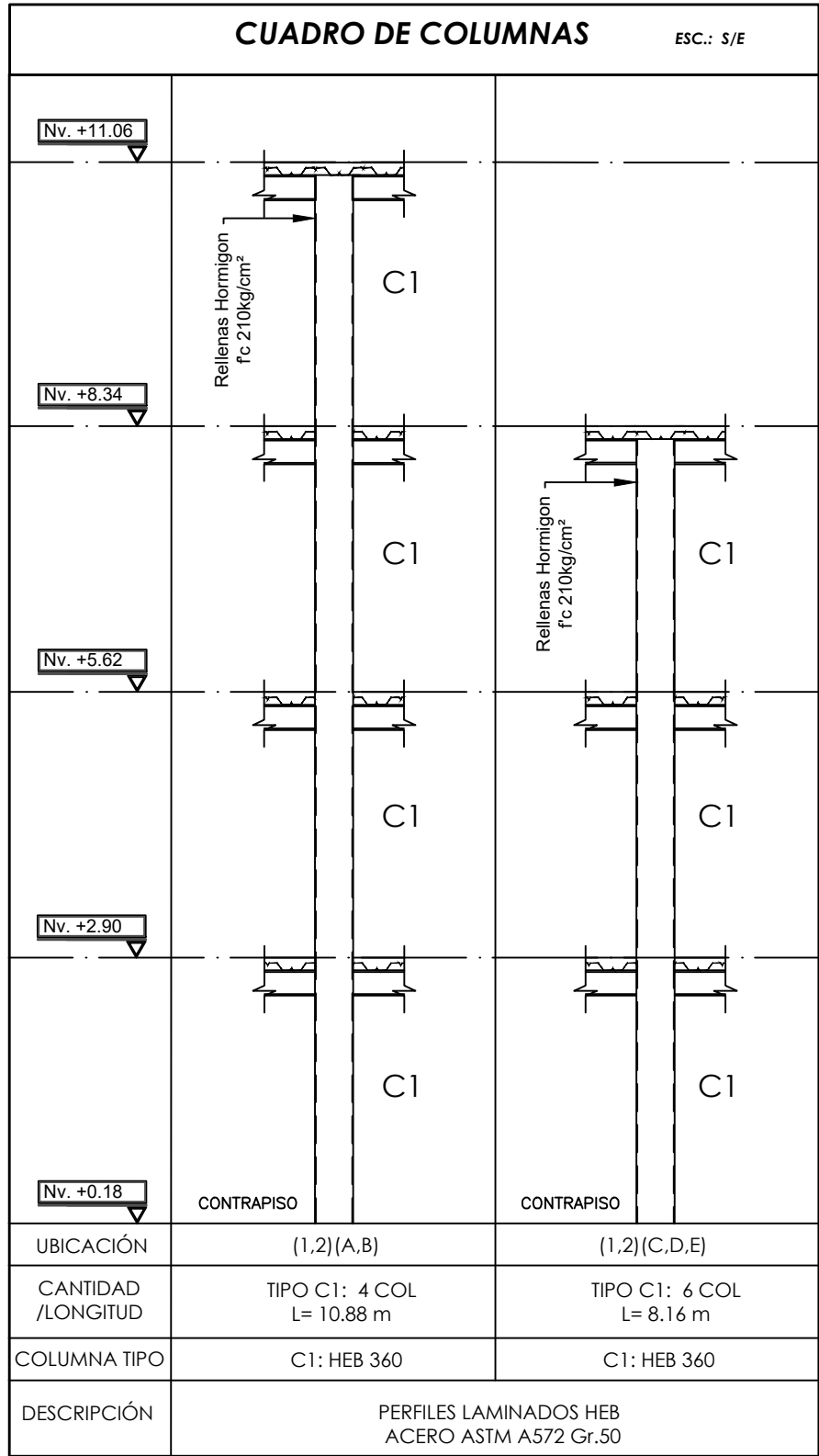
PEDESTAL DE COLUMNA C2
ESC., (mm): 1:10



PLACA BASE PB2
ESC., (mm): 1:10



COLUMNA HEB 360
ESC., (mm): S/E



INDICACIONES:

- PLACA DE CONTINUIDAD
- SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (SRPC/CJP) EN LOS PATINES SUPERIOR E INFERIOR DE LA VIGA Y EL ALA DE LA COLUMNA.
EN EL PATÍN SUPERIOR DEJAR LA PLATINA DE RESPALDO PR 20x6mm Y COLOCAR UNA SOLDADURA DE FILETE DE 5mm DEBAJO LA PLATINA.
EN EL PATIN INFERIOR RETIRAR LA PLATINA DE RESPALDO O USAR UNA PLATINA DE RESPALDO NO FUSIBLE, ESMERILAR LA PARTE INFERIOR DEL CORDÓN Y AÑADIR UNA SOLDADURA DE FILETE. NO SE ACEPTARÁ NINGÚN TIPO DE RESPALDO FIJO.
TODAS LAS SOLDADURAS SE REALIZARÁN CON ELECTRODO E70XX.
- PLACA DE CORTE (PC).
EL ESPESOR DE LA PC ES IGUAL A LA DEL ALMA DE LA VIGA.
- SOLDADURA DE PENETRACIÓN PARCIAL (FILETE) DE 6mm DE ESPESOR A TODO LO ALTO DE LA UNIÓN ENTRE LA PLACA DE CORTE Y LA PARED DE LA COLUMNA (CARA FRONTAL).
- SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (CJP) ENTRE EL ALMA DE LA VIGA Y LA CARA DE LA COLUMNA, UTILIZANDO LA PLACA DE CORTE COMO RESPALDO. (CARA POSTERIOR).
- SOLDADURA DE PENETRACIÓN PARCIAL (FILETE) ENTRE LA PLACA DE CORTE Y EL ALMA DE LA VIGA (CARA FRONTAL).
- ZONA PROTEGIDA
SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (SRPC) ENTRE EL ALMA Y LAS ALAS DE LA VIGA EN UNA LONGITUD DE d DESDE LA CARA DE LA COLUMNA.
SE PROHIBE LA COLOCACIÓN DE CUALQUIER CONECTOR MECÁNICO, ATIESADOR O ARRIOSTRAMIENTO LATERAL EN ESTA ZONA.
- AGUJEROS DE ACCESO SISMICOS.
SOLDADURA DE RANURA DE PENETRACIÓN COMPLETA (SRPC) A LO ALTO DE LA LONGITUD DEL ALMA, ENTRE LOS AGUJEROS DE ACCESO, EN LA RANURA DEJADA ENTRE LA PLACA DE CORTE (PC) Y LA CARA DE LA COLUMNA.
LIMPIAR LA ESCORIA CON ESMERIL ENTRE PASES DE SOLDADURA.

PLANILLA DE CANTIDADES

ACERO DE REFUERZO

Mc	Tipo	e	N°	Dimensiones				LONGITUD DESARR	LONG. TOTAL	VARILLA COMERCIAL			
				a	b	c	d			Gancho	LONG	N°	
PLINTOS													
1	C	12	200	1 x	1.80	2 x	0.25		2.30	460.00	39.0		
PEDESTALES													
10	L	14	80	1 x	1.40	1 x	0.40	2 x	0.10	2.00	160.00	12	14.0
11	L	16	60	1 x	1.40	1 x	0.40	2 x	0.10	2.00	120.00	12	10.0
12	O	10	190	2 x	0.39	2 x	0.44	2 x	0.08	1.82	345.80	12	29.0
13	O	10	190	2 x	0.18	2 x	0.44	2 x	0.08	1.40	266.00	12	23.0
14	O	10	190	2 x	0.44	2 x	0.14	2 x	0.08	1.32	250.80	12	21.0

CADENAS DE AMARRE

20	C	12	30	1 x	8.40	2 x	0.15		8.70	261.00	22.0
21	C	12	12	1 x	11.85	1 x	0.15		12.00	144.00	12.0
22	C	12	12	1 x	6.20	1 x	0.15		6.35	76.20	7.0
23	O	10	453	2 x	0.24	2 x	0.24	2 x	0.08	507.36	43.0

RESUMEN

Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø25	Ø28	Ø32	TOTAL
L.Tot.	0	1370.0	941.2	160.0	120.0	0	0	0	0	0	2,591.16
# var.	0	115	79	14	10	0	0	0	0	0	218.00
Kgs	0	845.27	835.79	193.28	189.36	0	0	0	0	0	2,063.69

PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 (fy = 3515 kg/cm²)

MARCA	TIPO	Cant. U	(m) L	Dimensiones (mm)			V (m3)	Peso (kg/m3)	Peso Total kg	
				B	H	e				
PLACAS BASE										
PB2		10		400	460	25	0.00480	7850	361.1	
PLACAS DE CONTINUIDAD										
PS1		60		315	121	16	0.00061	7850	285.11	
PLACAS DE CORTE										
PC1		30		116	300	8	0.00027	7850	63.96	
PC2		54		73	188	8	0.00011	7850	45.49	
PLACAS GUSSET										
PG1		28		1000	430	10	0.00612	7850	1345.52	
PG2		7		1230	650	10	0.00691	7850	379.91	
MARCA	TIPO	Cant. U	(m) L	Dimensiones (mm)			Peso/ metro kg/m	Peso/ Elemento kg	Peso Total kg	
				H	tw	B if ACERO				
C1	I	4	10.88	360	12.5	300	22.5	136.88	1489.30	5957.21
C1	I	6	8.16	360	12.5	300	22.5	136.88	1116.96	6701.86
PESO TOTAL (kg) =									15,140.16	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño en Perfiles Estructurales cumple con las Especificaciones del A.I.S.C. 360 y 341., detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ t/m}^2$.

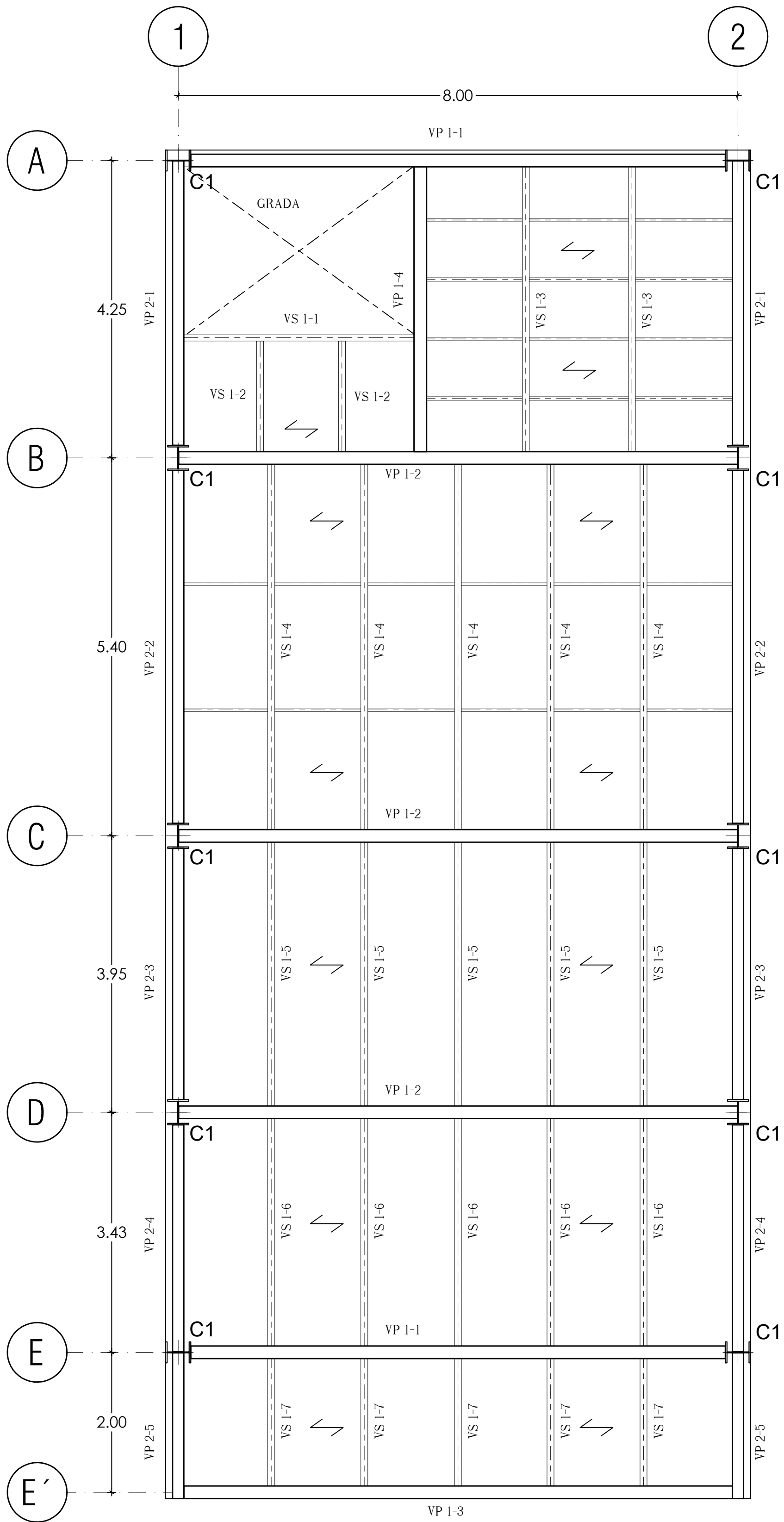
CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE:

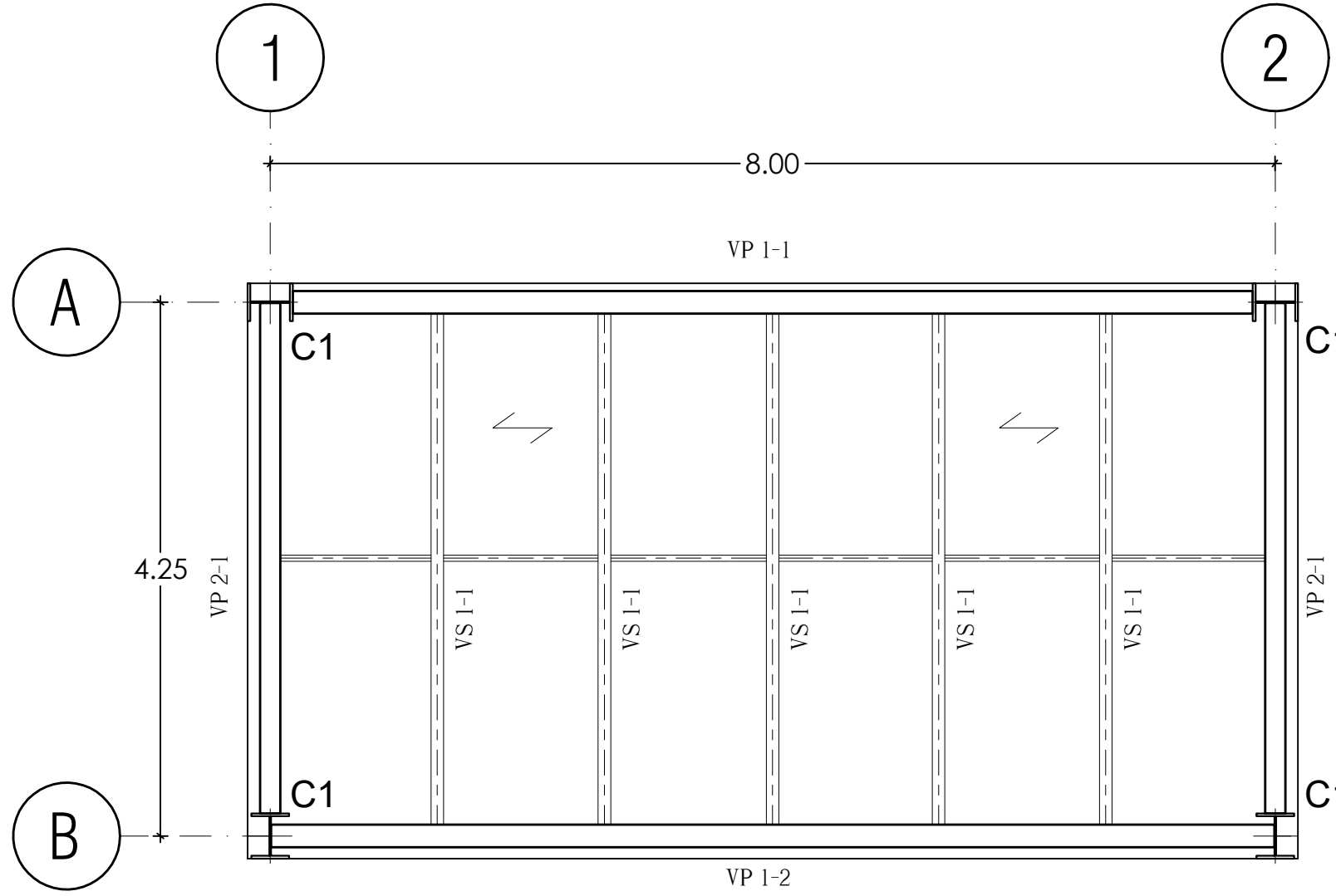
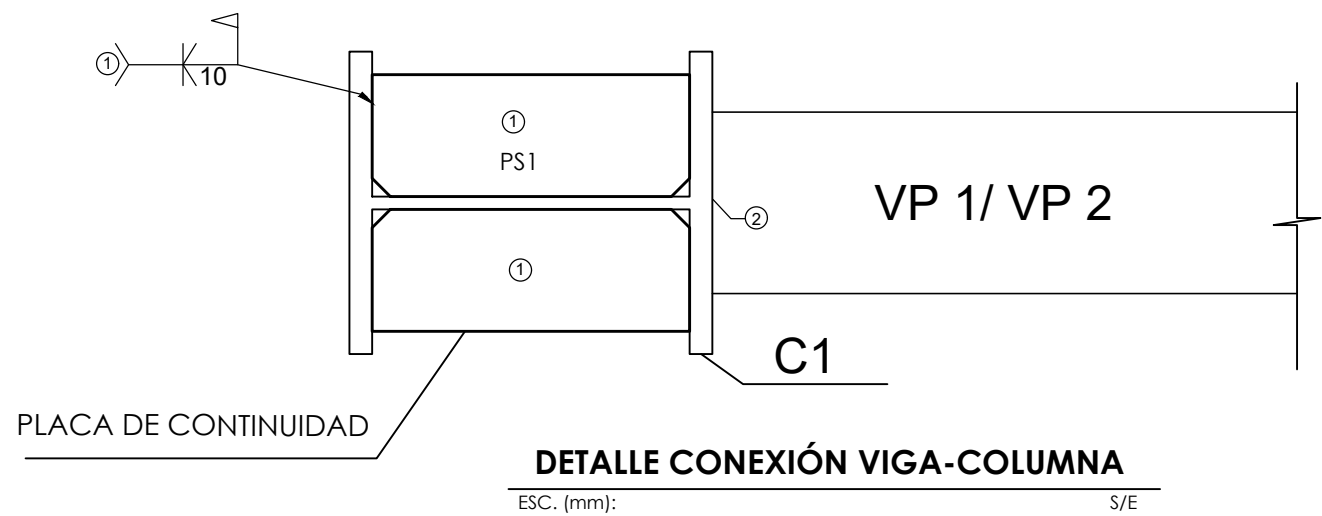
DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas
FECHA: OCTUBRE 2025
ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas
C.I. 1804614772 R.M.:3334
PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO
C.C.

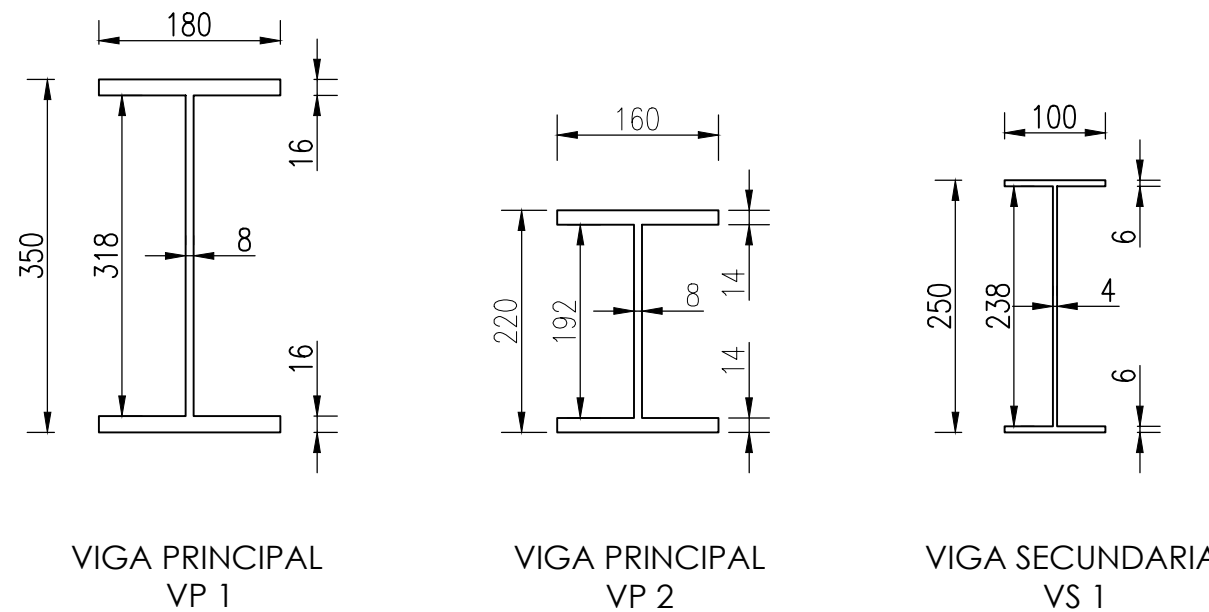
SELLOS MUNICIPALES
LAMINA ESTRUCTURAL:
E1/3



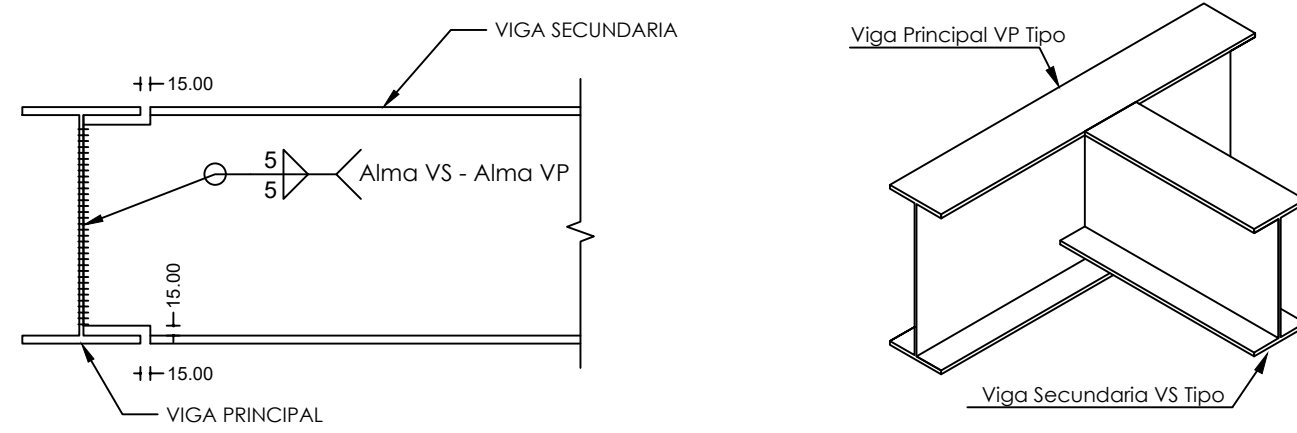
PLANTA Nv. +2.90; +5.62; +8.34
ESC.: 1:50



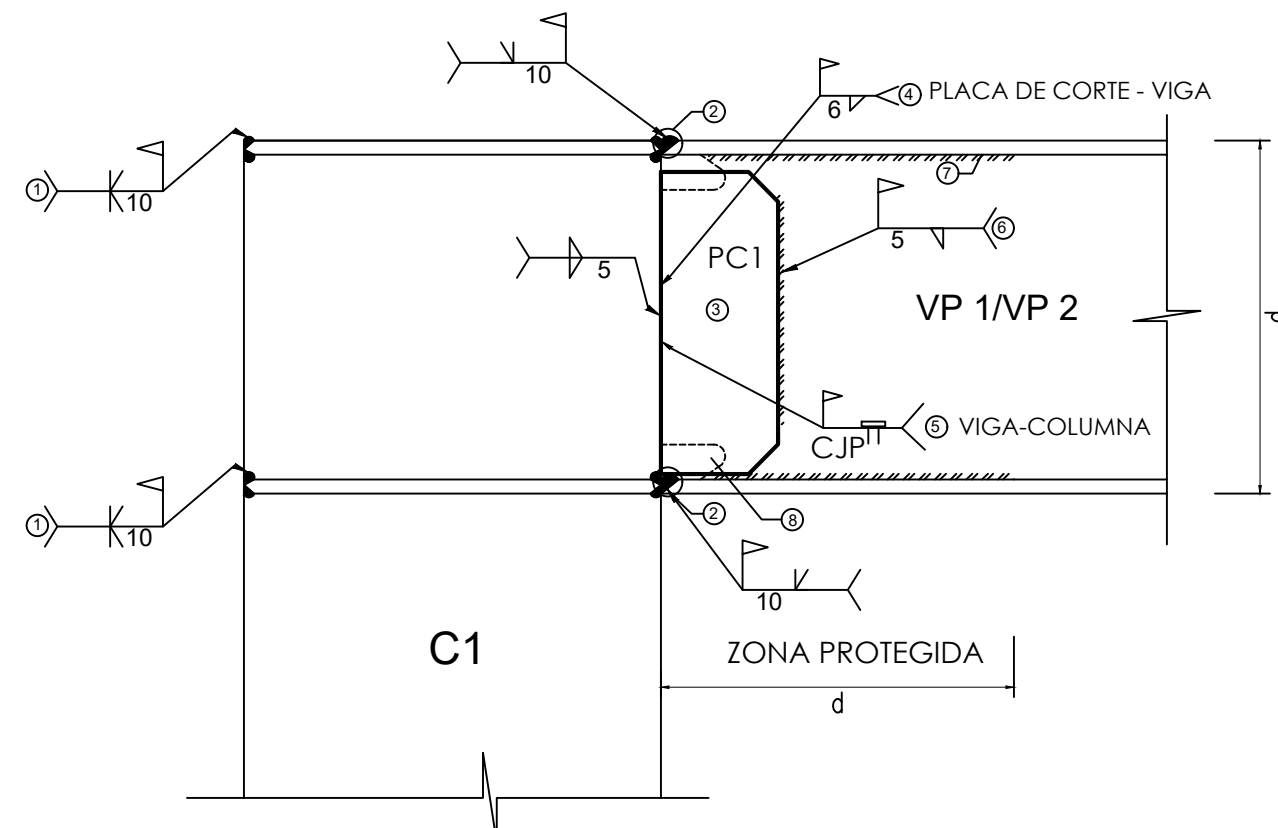
PLANTA Nv. +11.06
ESC.: 1:50



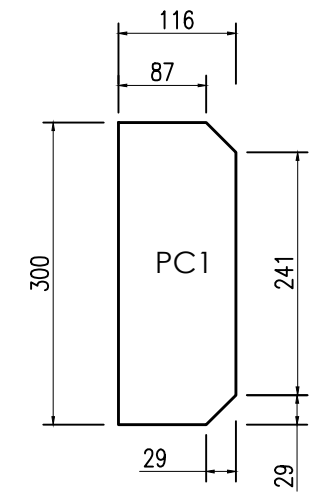
PERFILES DE ACERO A572Gr50
ESC. (mm): S/E



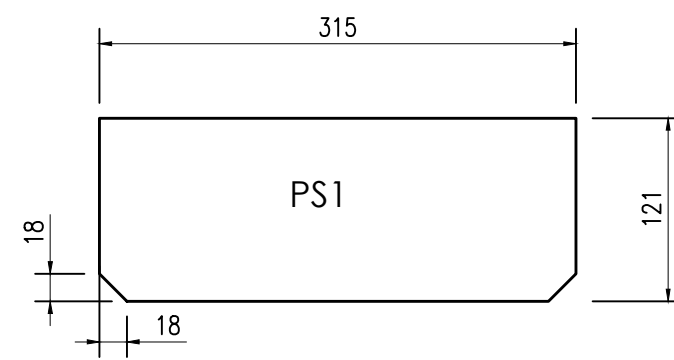
CONEXIÓN VIGA PRINCIPAL-VIGA SECUNDARIA (CORTE)
ESC. (mm): S/E



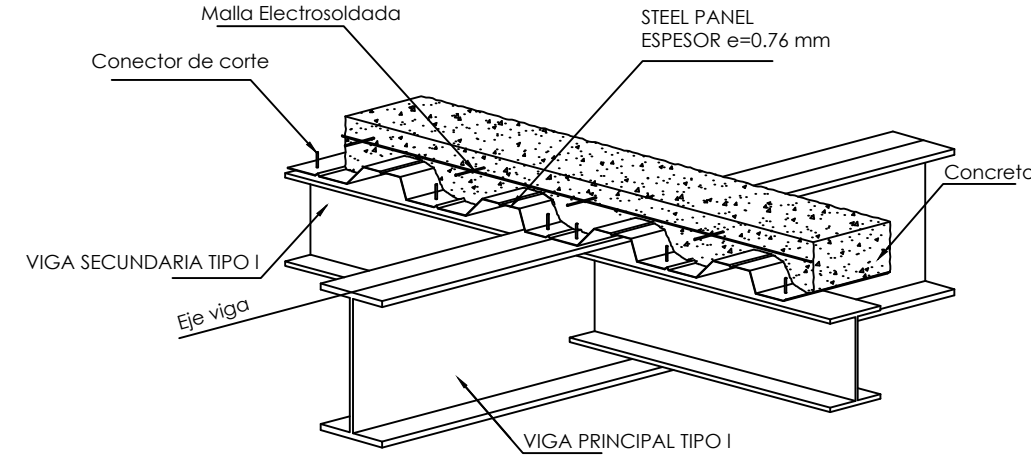
CONEXIÓN VIGA-COLUMNA (MOMENTO)
ESC. (mm): S/E



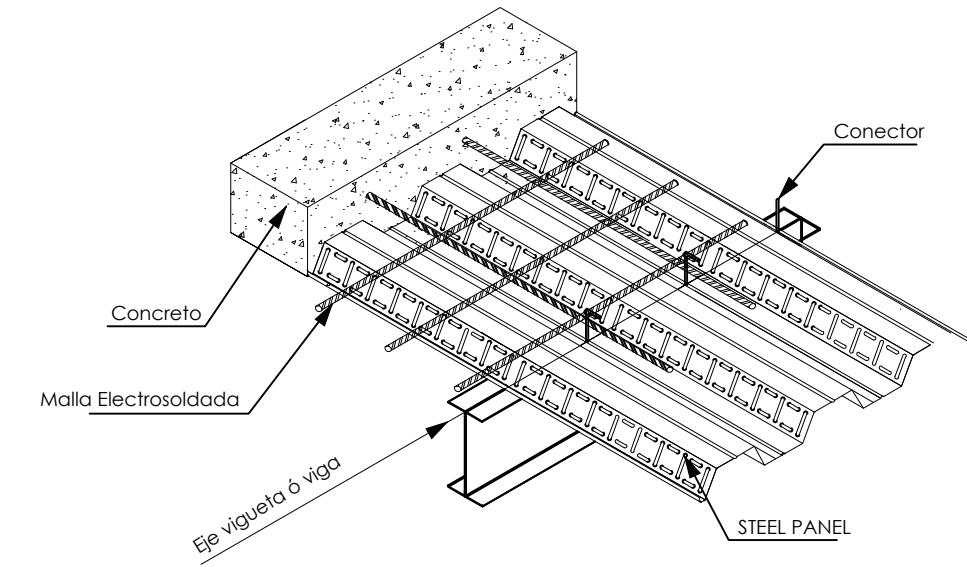
PLACA DE CORTE VIGA VP1
ESC. (mm): S/E



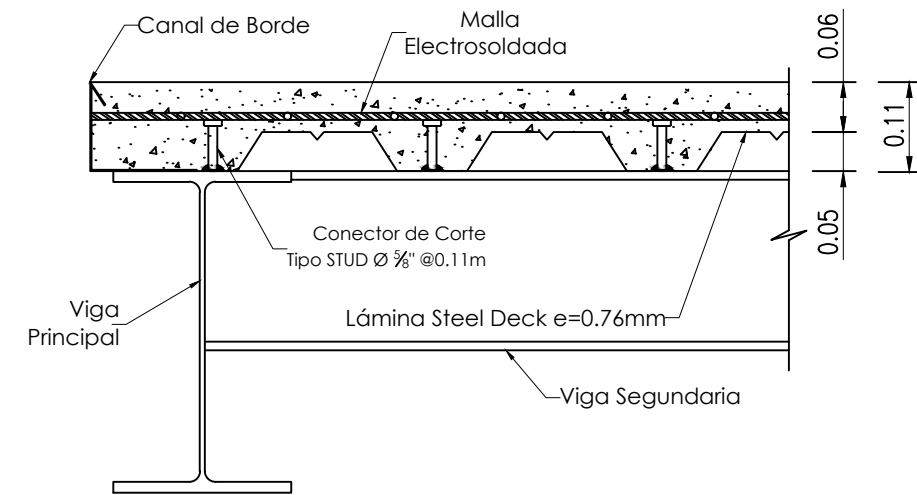
PLACA DE CONTINUIDAD COL C2
ESC. (mm): S/E



DETALLE PLACA DECK LOSA
ESC.: S/E



DETALLE ARMADO PLACA DECK LOSA
ESC.: S/E



NOTA: El Canal de Borde se debe fijar con Soldadura o Tornillos Autoperforantes

CORTE DE LOSA
ESC.: S/E

PLANILLA DE CANTIDADES

PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 (fy = 3515 kg/cm²)

MARCA	TIPO	CLASE	Cant.	(m)		Dimensiones (mm)				Peso/	Peso/	Peso Total
				U	L	H	tw	B	tf	kg/m	Elemento	
VIGAS Nv. +2.90; +5.62; +8.34												
VP 1-1	I	VP	6	7.64	350	8	180	16	65.19	498.02		2988.14
VP 1-2	I	VP	9	7.99	350	8	180	16	65.19	520.84		4687.55
VP 1-3	I	VP	3	8.00	350	8	180	16	65.19	521.49		1564.47
VP 1-4	I	VP	3	4.25	350	8	180	16	65.19	277.04		831.13
VP 2-1	I	VP	6	4.07	220	8	160	14	47.23	192.21		1153.25
VP 2-2	I	VP	6	5.04	220	8	160	14	47.23	238.02		1428.10
VP 2-3	I	VP	6	3.59	220	8	160	14	47.23	169.54		1017.24
VP 2-4	I	VP	6	3.24	220	8	160	14	47.23	153.01		918.07
VP 2-5	I	VP	6	2.08	220	8	160	14	47.23	98.23		589.38
VS 1-1	I	VS	3	2.34	250	4	100	6	16.89	39.53		118.59
VS 1-2	I	VS	6	1.75	250	4	100	6	16.89	29.56		177.38
VS 1-3	I	VS	6	4.25	250	4	100	6	16.89	71.80		430.78
VS 1-4	I	VS	15	5.40	250	4	100	6	16.89	91.22		1368.35
VS 1-5	I	VS	15	3.95	250	4	100	6	16.89	66.73		1000.92
VS 1-6	I	VS	15	3.43	250	4	100	6	16.89	57.94		869.16
VS 1-7	I	VS	15	2.00	250	4	100	6	16.89	33.79		506.80
PESO TOTAL VIGAS (kg) =											19,649.31	

VIGAS Nv. +11.06												
VP 1-1	I	VP	1	7.64	350	8	180	16	65.19	498.02		498.02
VP 1-2	I	VP	1	7.99	350	8	180	16	65.19	520.84		520.84
VP 2-1	I	VP	2	4.06	220	8	160	14	47.23	191.74		363.47
VS 1-1	I	VS	5	4.25	250	4	100	6	16.89	71.80		358.98
PESO TOTAL VIGAS (kg) =											1,761.31	

ARRIOSTRAMIENTOS CONCENTRICOS												
R1-1	I	R	28	2.32	150	4	150	4	18.34	42.54		1191.21
PESO TOTAL VIGAS (kg) =											1,191.21	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño en Perfiles Estructurales cumple con las Especificaciones del A.I.S.C. 360 y 341., detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- 1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- 3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- 4.- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ T/m}^2$.

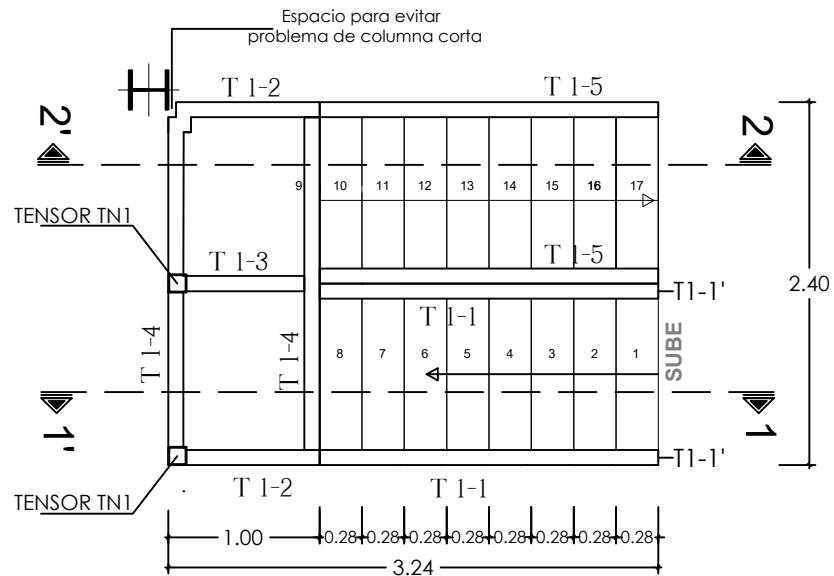
CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE: PLANTA Nv. +2.90; +5.62; +8.34; +11.06. DETALLES DE PERFILES Y CONEXIONES

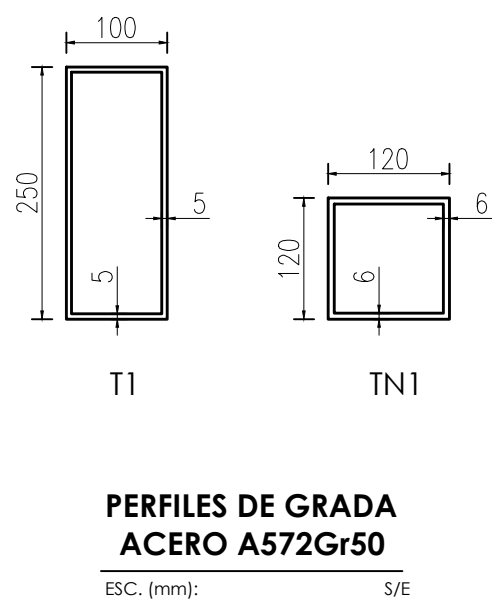
DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas FECHA: OCTUBRE 2025 ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: PROPRIETARIOS:
ING. Paúl Cárdenas SR. DANILO VILLAVICENCIO
C.I. 1804614772 R.M.:3334 C.C.

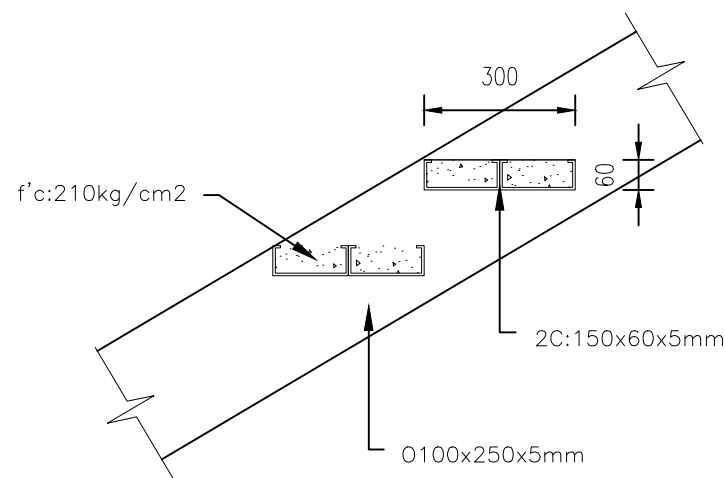
SELLOS MUNICIPALES LAMINA ESTRUCTURAL:
E2/3



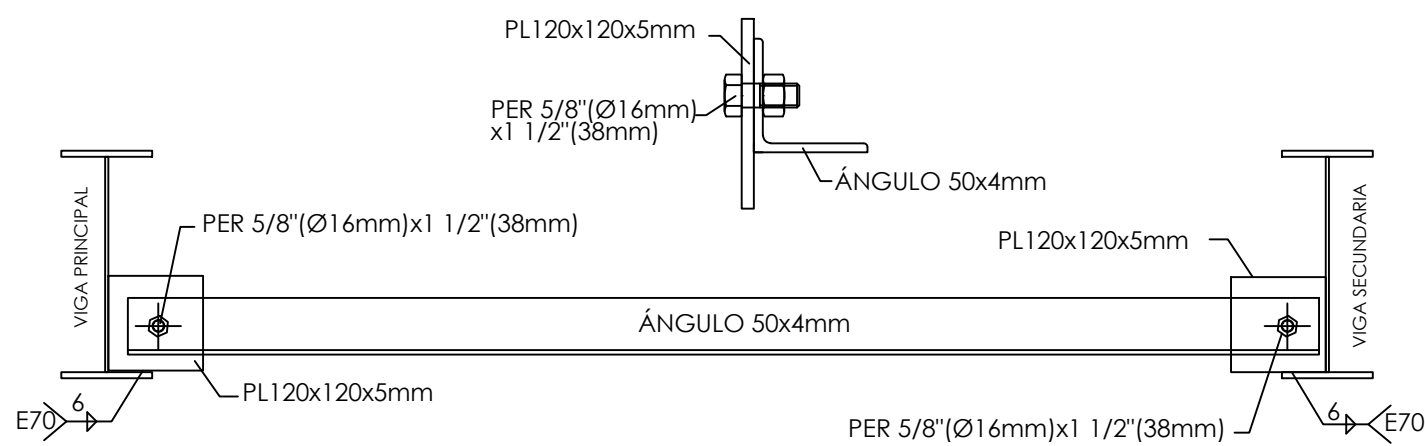
PLANTA DE GRADA
Nv. +2.90; +5.62; +8.34
ESC.: 1:50



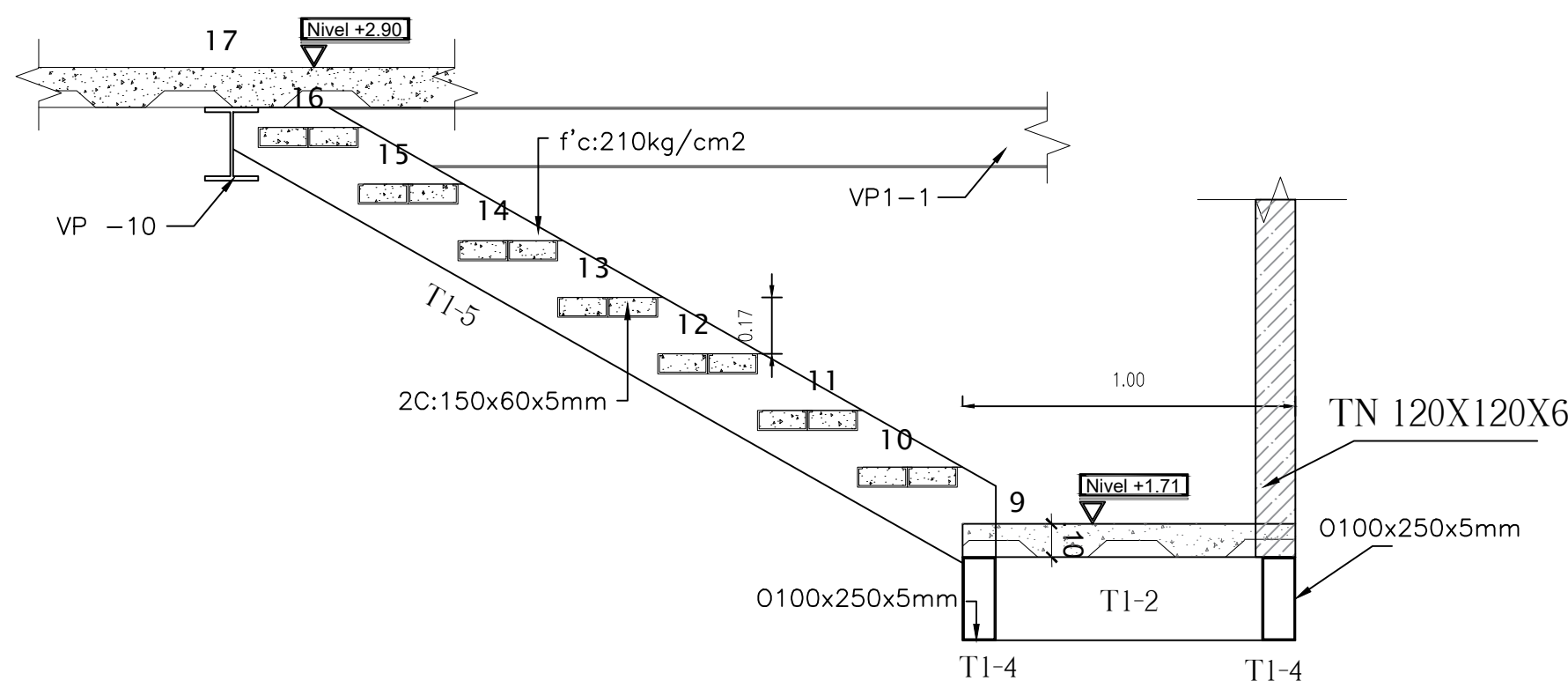
CORTE 2-2'
ESC.: 1:20



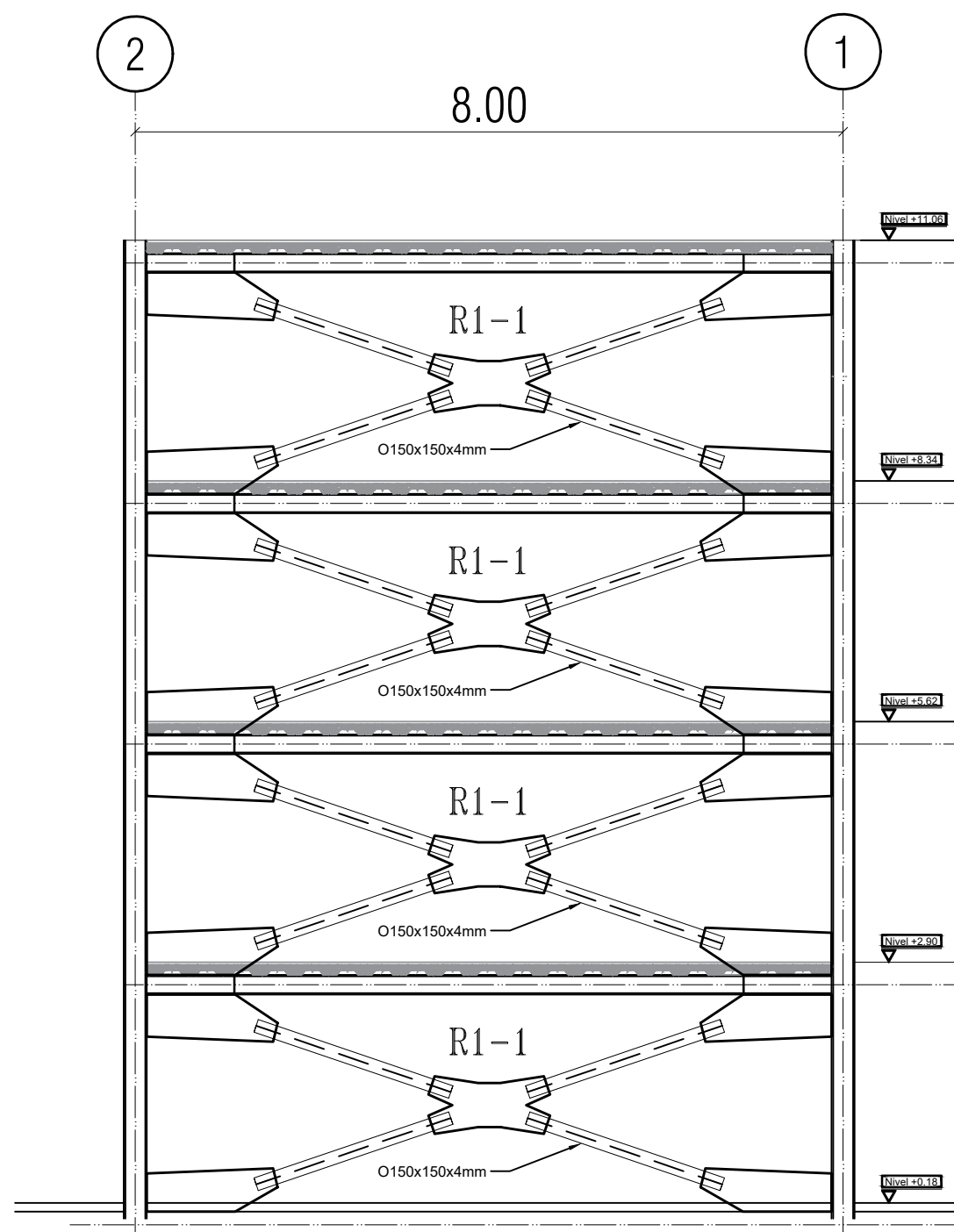
DETALLE DE ESCALÓN
ESC.: 1:15



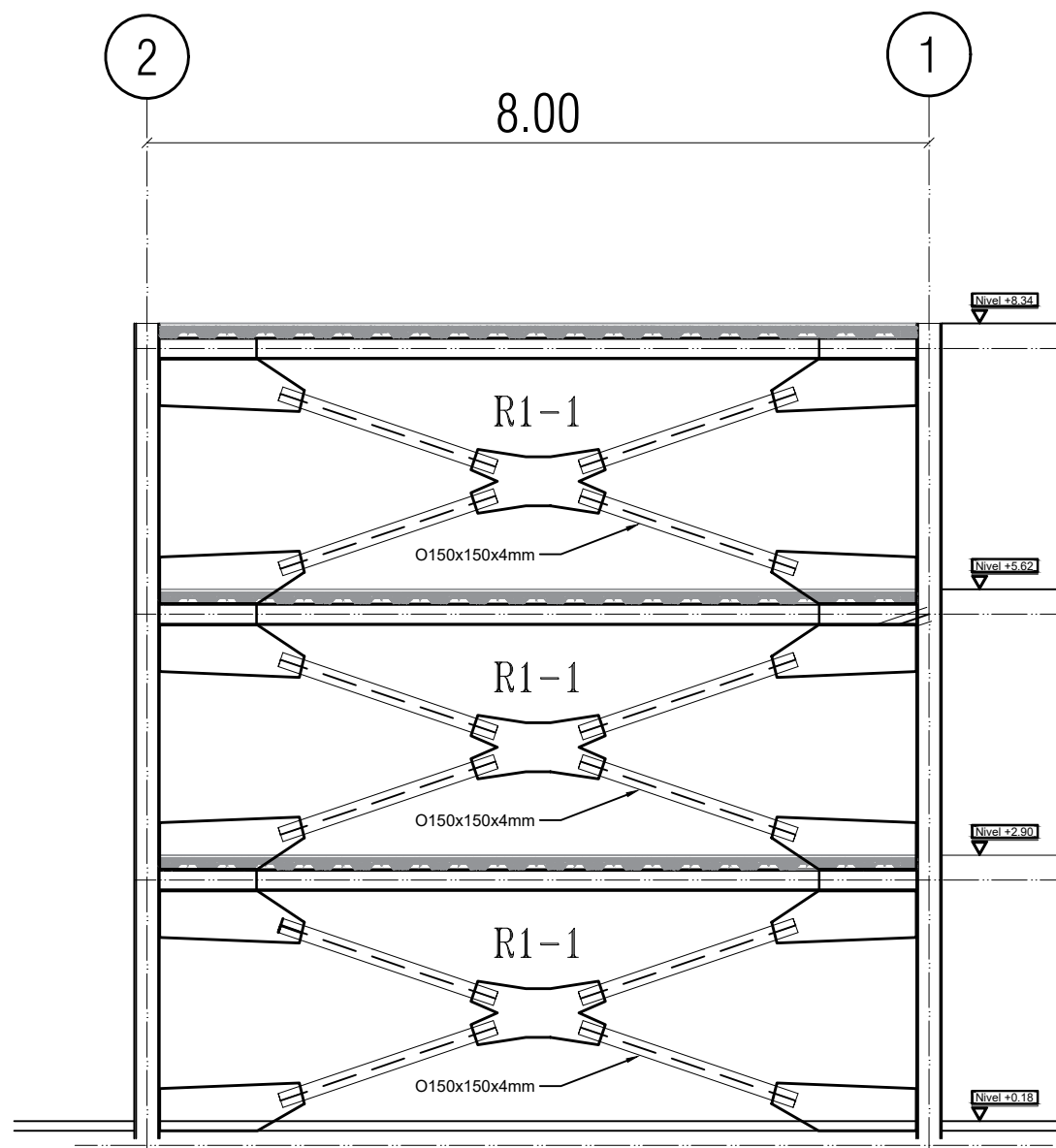
DETALLE DE ARRIOSTRAMIENTO
ESC.: 5/8



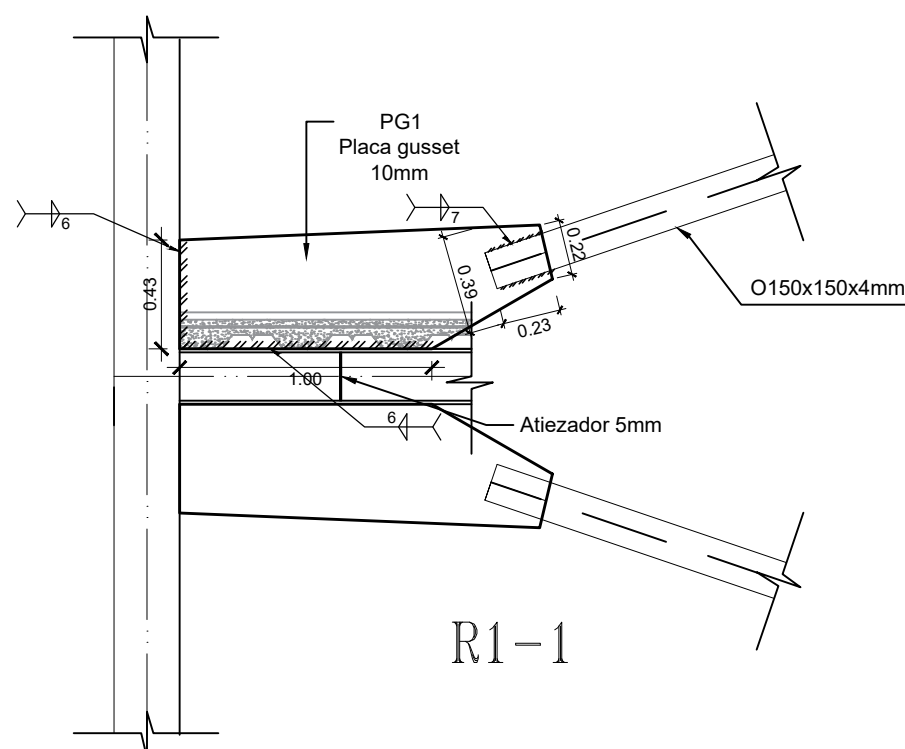
CORTE 1-1'
ESC.: 1:20



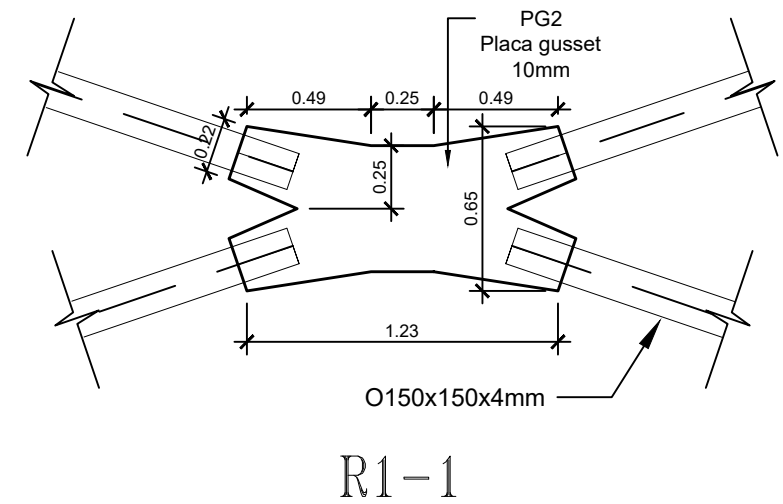
PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICOS
EJE B - ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:75



PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICOS
EJE E - ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:75



DETALLE DE PLACA GUSSET
ACERO A572 Gr50
ESC.: 1:10



PLANILLA DE CANTIDADES

PLANILLA DE PERFILES - ACERO ASTM A572 Gr.50 (fy = 3515 kg/cm²)

PERFILES DE GRADAS											
MARCA	TIPO	Cant.	Long (m)		Dimensiones (mm)			Área (m2)	Peso/ metro	Peso/ Elemento	Peso Total
			U	L	B	H	e		A	kg/m	
T1-1'	O	6	0.17	100	250	5		26.69	4.54	27.22	
T1-1	O	6	2.55	100	250	5		26.69	68.06	408.36	
T1-2	O	6	1.00	100	250	5		26.69	26.69	160.14	
T1-3	O	3	0.80	100	250	5		26.69	21.35	64.06	
T1-4	O	6	2.40	100	250	5		26.69	64.06	384.34	
T1-5	O	6	2.60	100	250	5		26.69	69.39	416.36	
TN1	O	6	1.20	120	120	6		21.48	25.77	154.64	
PELDAÑO	2C	45	1.00	150	60	5	0.002800	21.98	21.98	989.1	
									Peso Total (kg)	2.604.22	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

* El Diseño en Perfiles Estructurales cumple con las Especificaciones del A.I.S.C. 360 y 341., detalles estructurales se rigen al mismo.
* El Diseño Sismo Resistente cumple con los Requisitos Mínimos del Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C.-15.

OBSERVACIONES

- 1.- El hormigón debe tener un esfuerzo unitario último a la compresión a los 28 días de edad $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- El acero debe tener un esfuerzo unitario a la fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, y el esfuerzo final $f_u = 6400 \text{ Kg/cm}^2$.
- 3.- Cualquier cambio o modificación en el Diseño Estructural será consultado con el Calculista por escrito.
- 4.- La capacidad asumida del suelo es de $q_{adm} = 15.00 \text{ t/m}^2$.

CONSTRUCCIÓN DE DANILO VILLAVICENCIO

CONTIENE: GRADA, DETALLE DE PERFILES Y PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CONCÉNTRICOS

DIBUJO: Ing. Paúl Cárdenas
FECHA: OCTUBRE 2025
ESCALA: INDICADAS

CALCULISTA: ING. Paúl Cárdenas
C.I. 1804614772 R.M.:3334
PROPIETARIOS: SR. DANILO VILLAVICENCIO
C.C.

SELLOS MUNICIPALES
LAMINA ESTRUCTURAL:
E3/3